

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr100 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

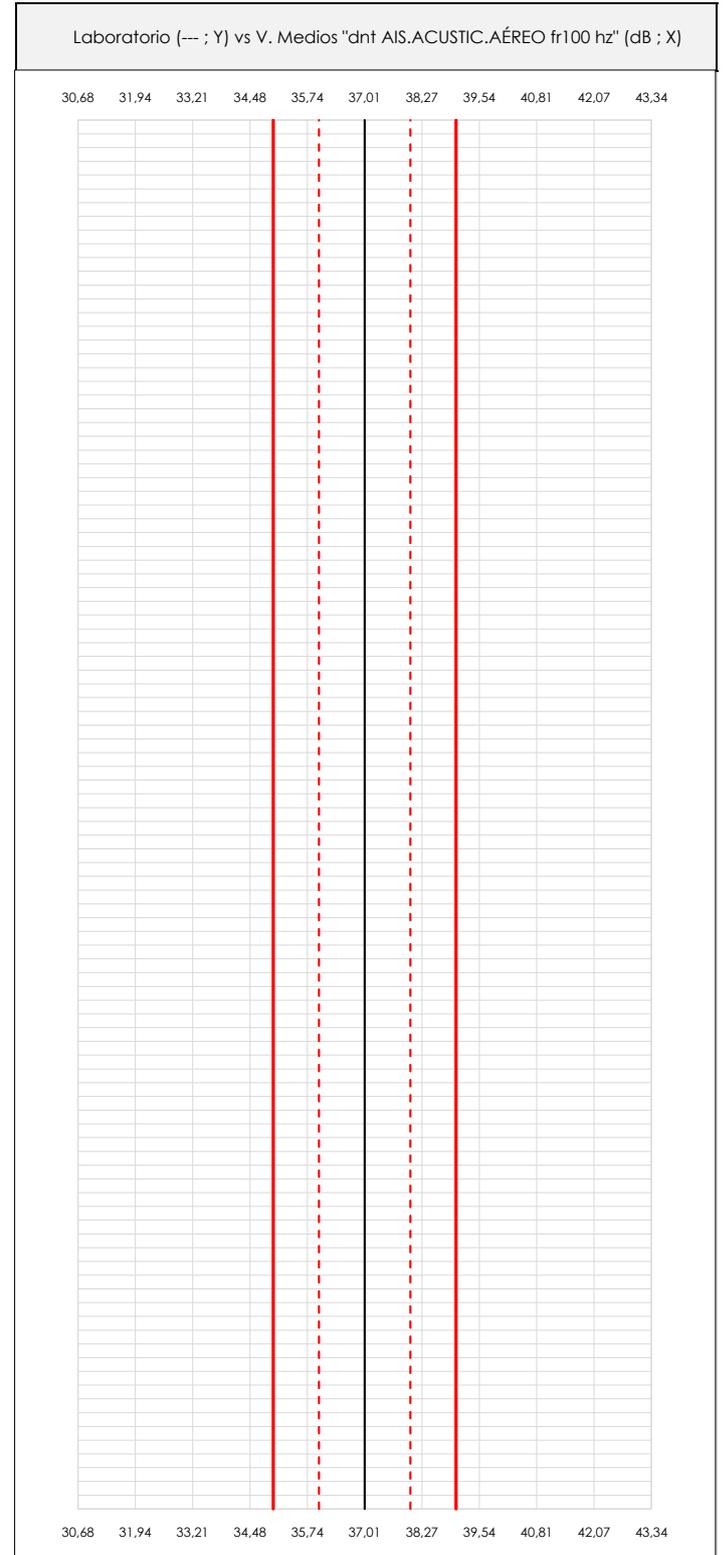
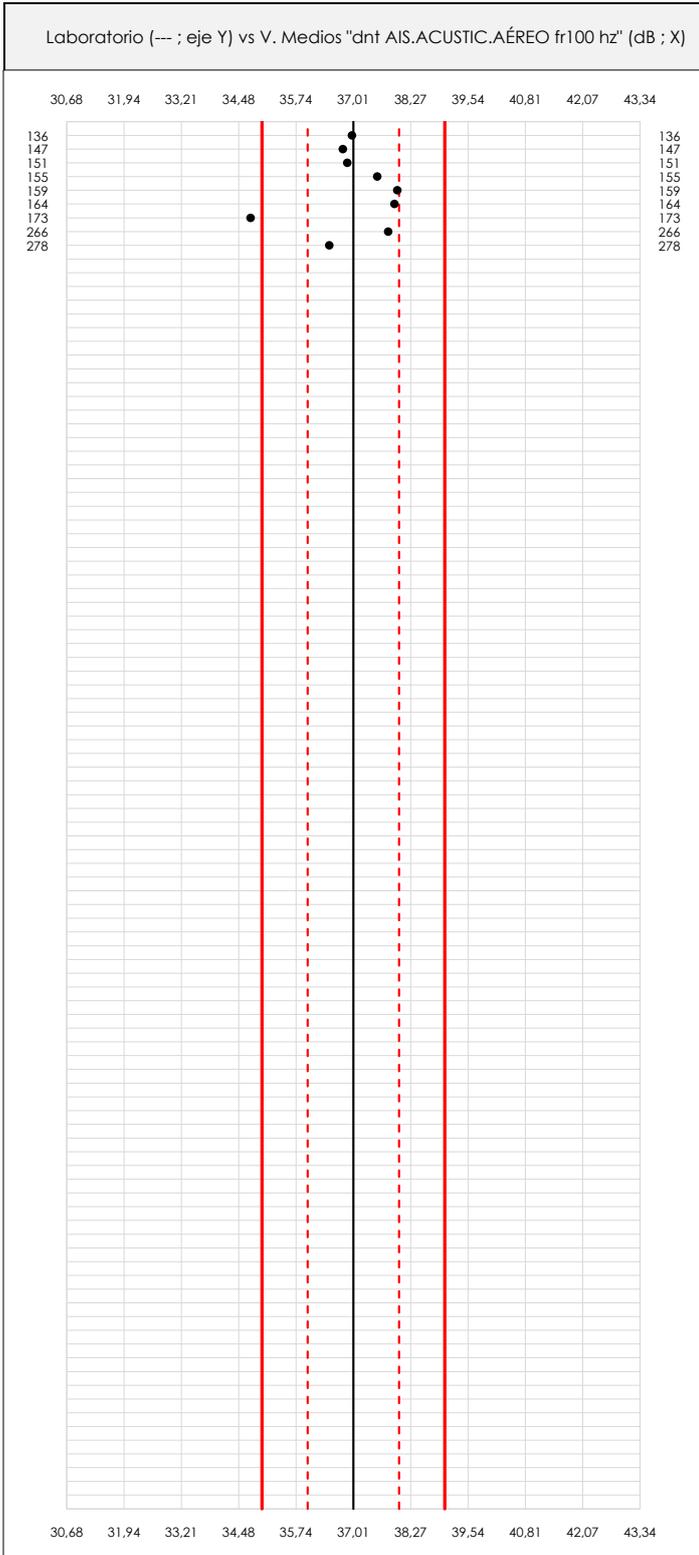
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (37,01 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (38,02/36,00 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,03/34,99 ; líneas rojas de trazo continuo).

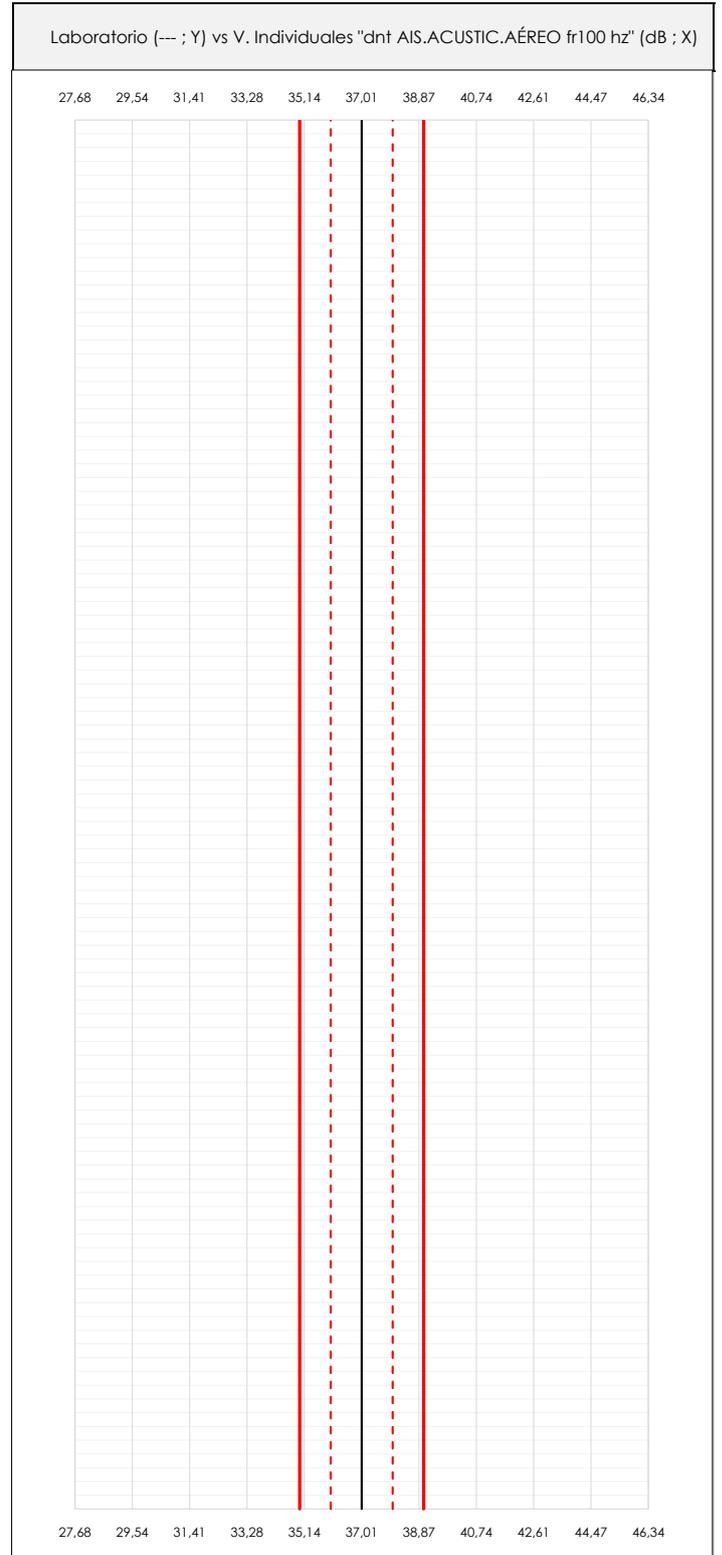
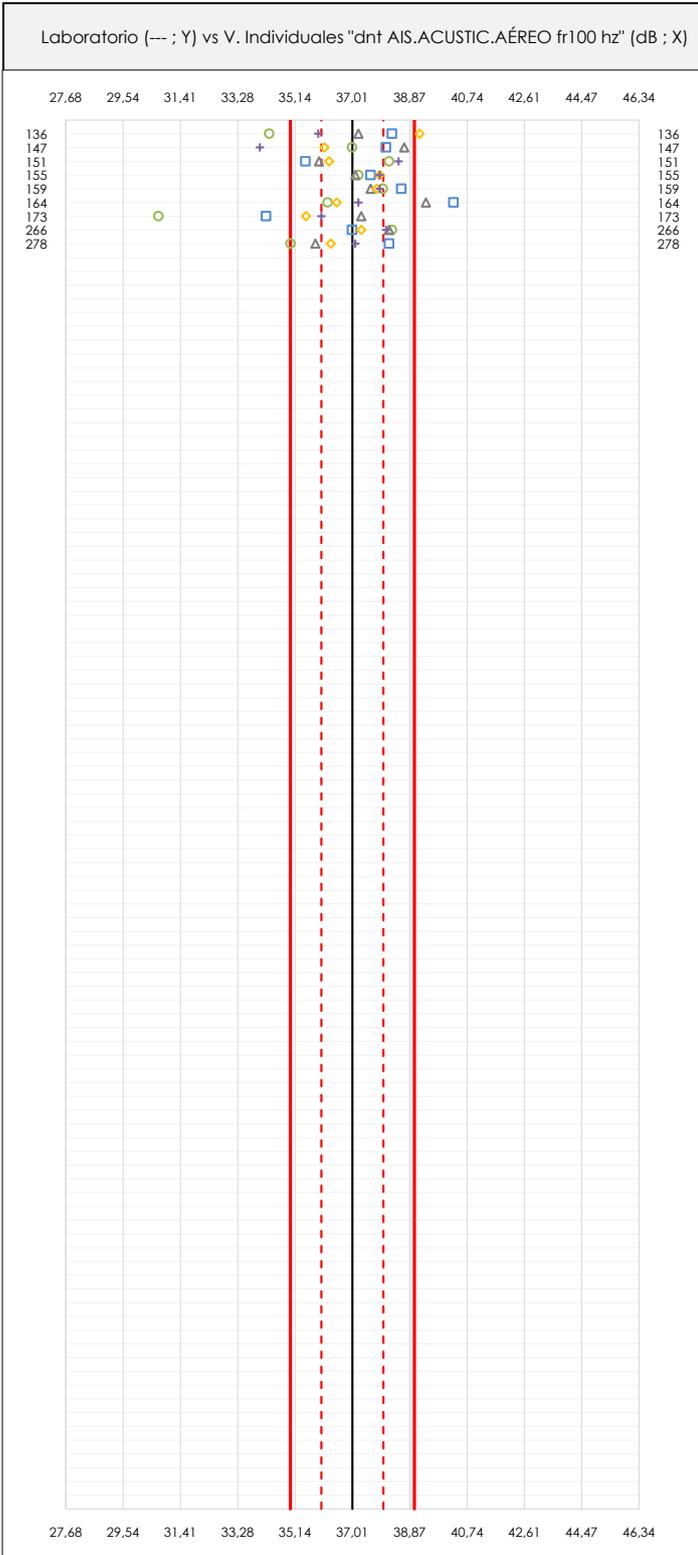
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (37,01 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (38,02/36,00 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,03/34,99 ; 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
136	38,30	34,30	37,20	39,20	35,90	36,98	1,941	-0,08	✓	
147	38,10	37,00	38,70	36,10	34,00	36,78	1,849	-0,62	✓	
151	35,49	38,20	35,92	36,25	38,51	36,87	1,384	-0,36	✓	
155	37,60	37,20	37,10	37,90	37,90	37,54	0,378	1,44	✓	
159	38,60	38,00	37,60	37,80	37,90	37,98	0,377	2,63	✓	
164	40,30	36,20	39,40	36,50	37,20	37,92	1,827	2,46	✓	
173	34,20	30,70	37,30	35,50	36,00	34,74	2,517	-6,13	✓	
266	37,00	38,30	38,20	37,30	38,10	37,78	0,589	2,09	✓	
278	38,20	35,00	35,80	36,30	37,10	36,48	1,228	-1,43	✓	

**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]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ (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
136	38,30	34,300	37,200	39,200	35,900	36,980	1,941	-0,84	-0,54	1,44						✓
147	38,10	37,000	38,700	36,100	34,000	36,780	1,849	-1,37	-0,88	1,37				0,4863		✓
151	35,49	38,203	35,919	36,254	38,509	36,874	1,384	-1,12	-0,72	1,03						✓
155	37,60	37,200	37,100	37,900	37,900	37,540	0,378	0,67	0,43	0,28						✓
159	38,60	38,000	37,600	37,800	37,900	37,980	0,377	1,85	1,19	0,28			1,185		0,5098	✓
164	40,30	36,200	39,400	36,500	37,200	37,920	1,827	1,68	1,08	1,35					0,5098	✓
173	34,20	30,700	37,300	35,500	36,000	34,740	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
266	37,00	38,300	38,200	37,300	38,100	37,780	0,589	1,31	0,84	0,44						✓
278	38,20	35,000	35,800	36,300	37,100	36,480	1,228	-2,18	-1,40	0,91			1,398		0,4863	✓

**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 arit %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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]

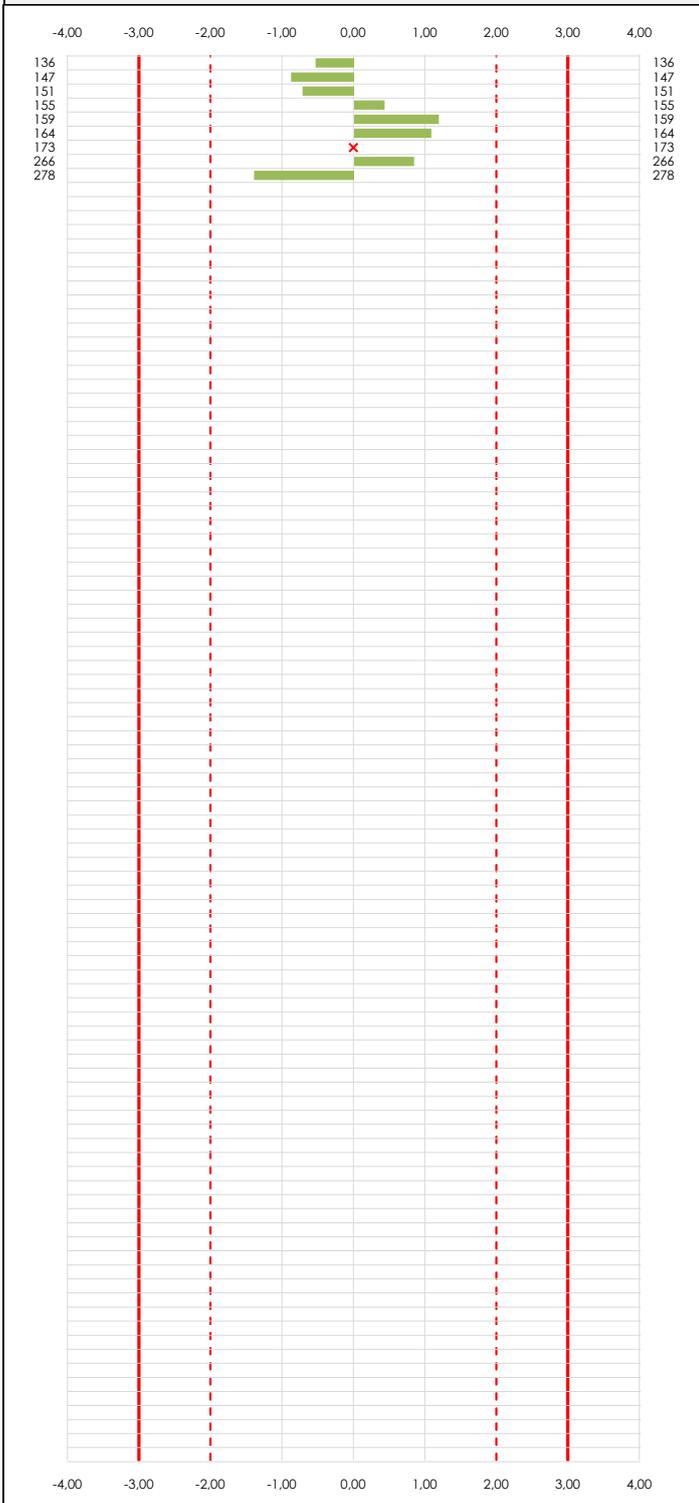


# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ (dB)

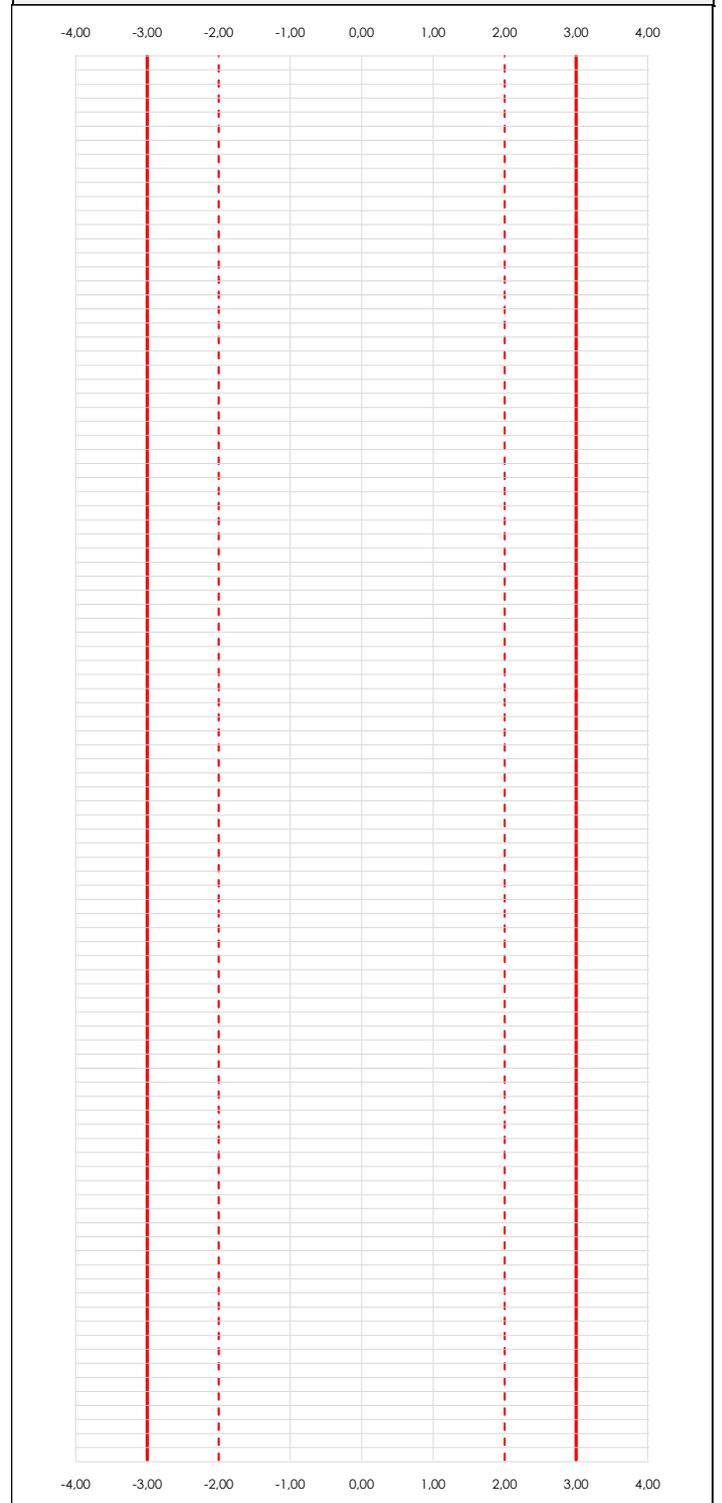
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr100 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr100 hz" (---; eje X)



#### 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	38,30	34,30	37,20	39,20	35,90	36,98	1,941	-0,84	✓	✓	✓			-0,537	S
147	38,10	37,00	38,70	36,10	34,00	36,78	1,849	-1,37	✓	✓	✓			-0,881	S
151	35,49	38,20	35,92	36,25	38,51	36,87	1,384	-1,12	✓	✓	✓			-0,719	S
155	37,60	37,20	37,10	37,90	37,90	37,54	0,378	0,67	✓	✓	✓			0,427	S
159	38,60	38,00	37,60	37,80	37,90	37,98	0,377	1,85	✓	✓	✓			1,185	S
164	40,30	36,20	39,40	36,50	37,20	37,92	1,827	1,68	✓	✓	✓			1,082	S
173	34,20	30,70	37,30	35,50	36,00	34,74	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
266	37,00	38,30	38,20	37,30	38,10	37,78	0,589	1,31	✓	✓	✓			0,841	S
278	38,20	35,00	35,80	36,30	37,10	36,48	1,228	-2,18	✓	✓	✓			-1,398	S

**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, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>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].

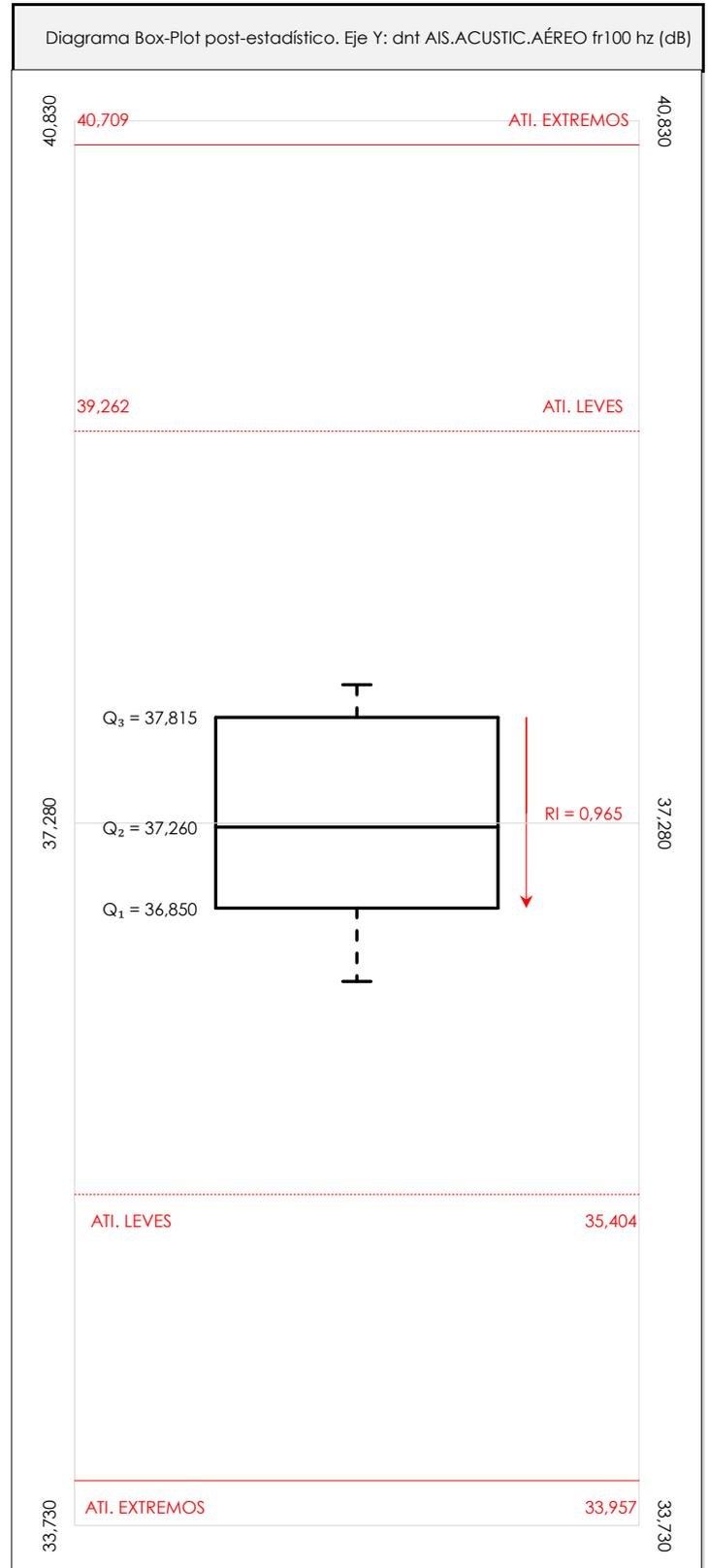
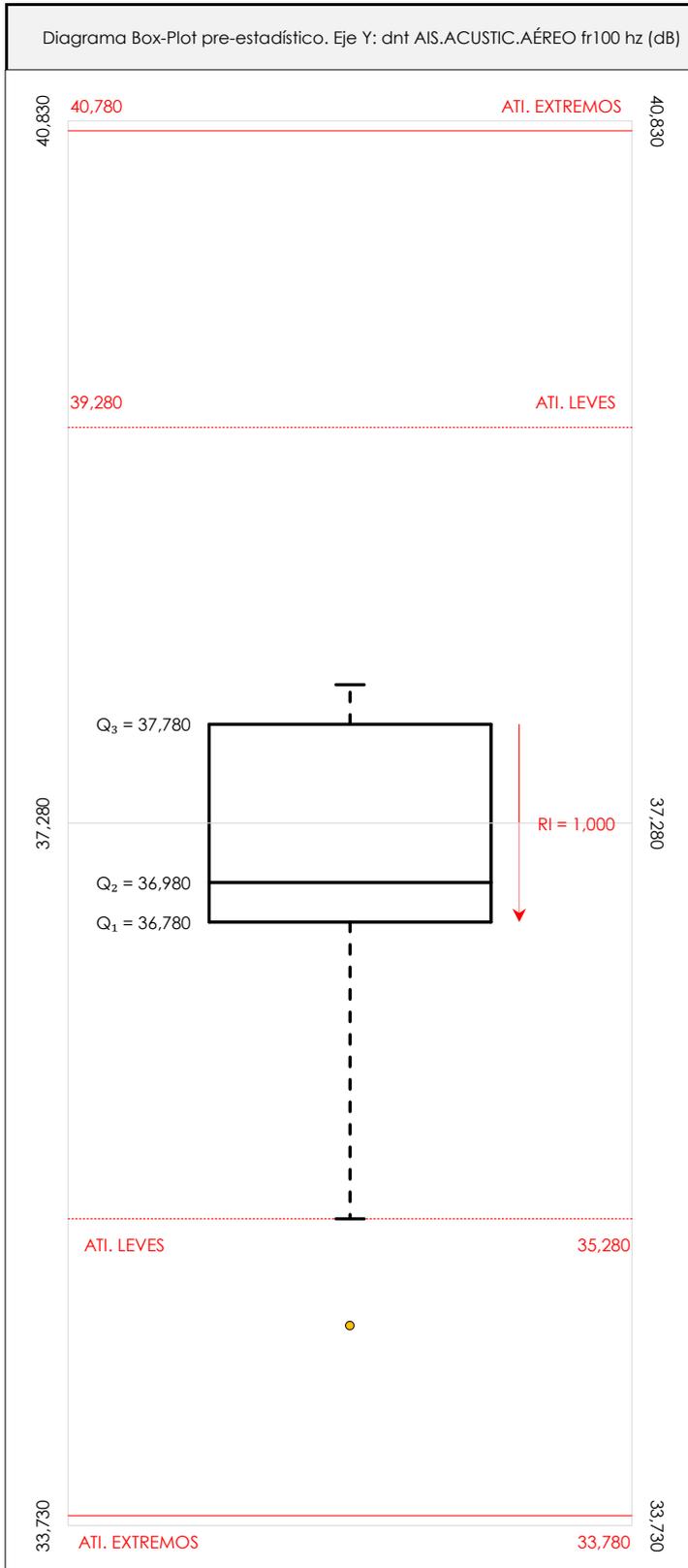
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ (dB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

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

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR100 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 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	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	40,30	38,30	39,40	39,20	38,51	37,98	40,30	38,30	39,40	39,20	38,51	37,98
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	34,20	30,70	35,80	35,50	34,00	34,74	35,49	34,30	35,80	36,10	34,00	36,48
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	37,53	36,10	37,47	36,98	36,96	37,01	37,95	36,78	37,49	37,17	37,08	37,29
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,79	2,46	1,18	1,16	1,43	1,01	1,38	1,50	1,26	1,09	1,48	0,58
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,05	0,07	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	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	
<b>Valor Calculado</b>	2,323	4,225	0,554	2,877	4,702		1,822	3,742	-0,027	1,795	3,714	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,425	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr125 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

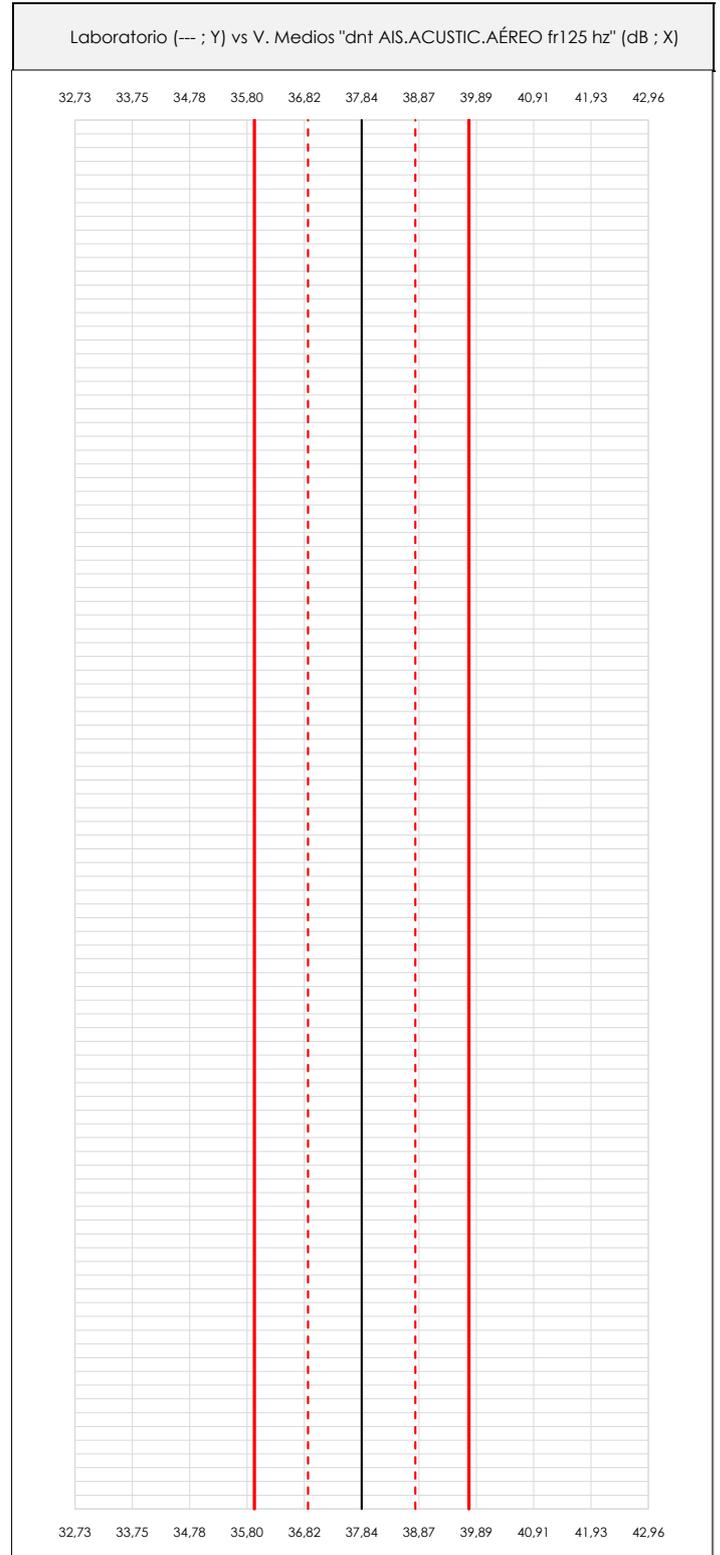
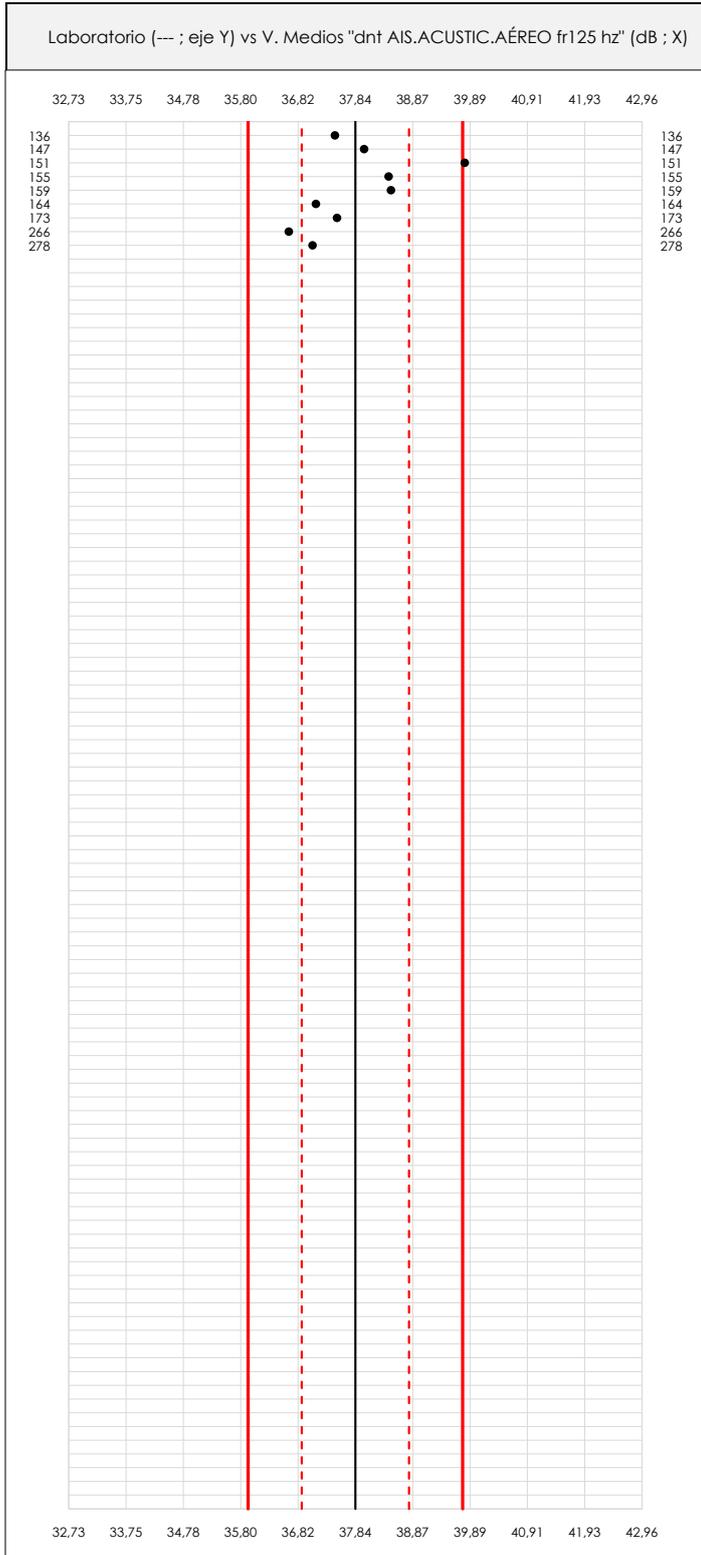
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

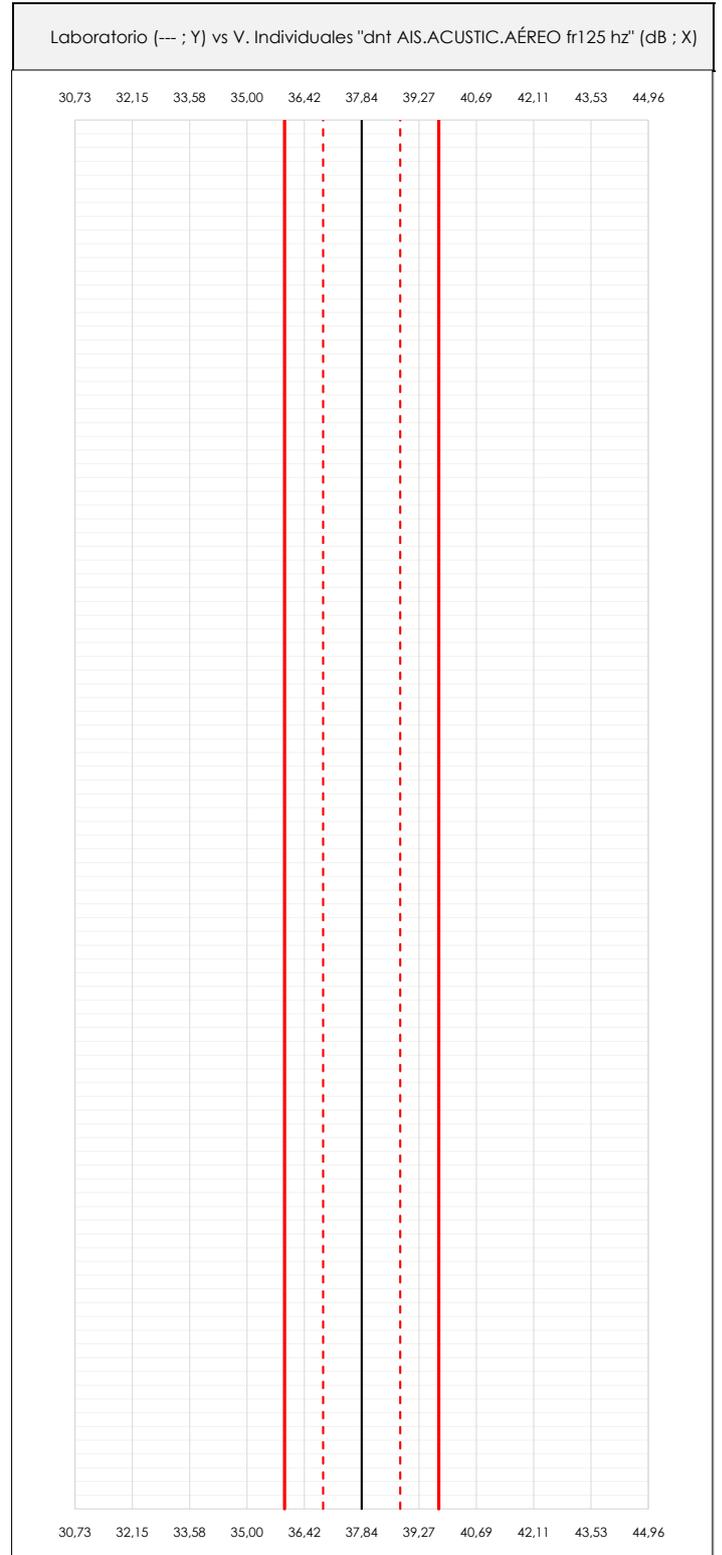
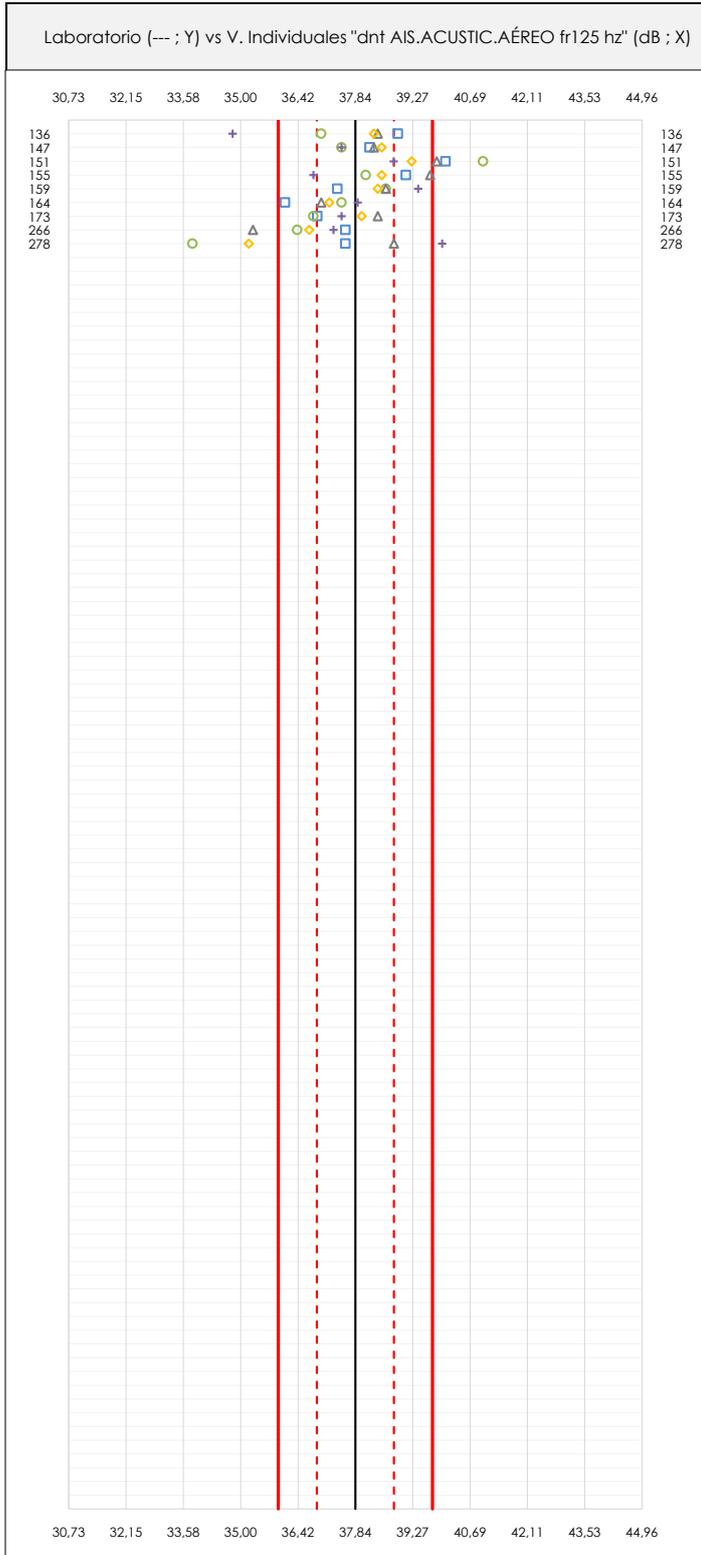
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (37,84 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (38,80/36,89 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,76/35,93 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (37,84 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (38,80/36,89 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,76/35,93 ; 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 ( $X_{1,1}$ ) 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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	38,90	37,00	38,40	38,30	34,80	37,48	1,654	-0,96	✓	
147	38,20	37,50	38,30	38,50	37,50	38,00	0,469	0,41	✓	
151	40,08	41,01	39,86	39,24	38,80	39,80	0,847	5,16	✓	
155	39,10	38,10	39,70	38,50	36,80	38,44	1,099	1,57	✓	
159	37,40	38,60	38,60	38,40	39,40	38,48	0,716	1,68	✓	
164	36,10	37,50	37,00	37,20	37,90	37,14	0,673	-1,86	✓	
173	36,90	36,80	38,40	38,00	37,50	37,52	0,691	-0,86	✓	
266	37,60	36,40	35,30	36,70	37,30	36,66	0,896	-3,13	✓	
278	37,60	33,80	38,80	35,20	40,00	37,08	2,552	-2,02	✓	

**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]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ (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
136	38,90	37,000	38,400	38,300	34,800	37,480	1,654	-0,52	-0,29	1,73**	0,427					✓
147	38,20	37,500	38,300	38,500	37,500	38,000	0,469	0,86	0,48	0,49						✓
151	40,08	41,011	39,860	39,240	38,797	39,798	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
155	39,10	38,100	39,700	38,500	36,800	38,440	1,099	2,03	1,14	1,15				0,3636	✓	
159	37,40	38,600	38,600	38,400	39,400	38,480	0,716	2,14	1,20	0,75		1,197		0,3636	✓	
164	36,10	37,500	37,000	37,200	37,900	37,140	0,673	-1,42	-0,79	0,70				0,3399	✓	
173	36,90	36,800	38,400	38,000	37,500	37,520	0,691	-0,41	-0,23	0,72						✓
266	37,60	36,400	35,300	36,700	37,300	36,660	0,896	-2,69	-1,51	0,94		1,507		0,3399	✓	
278	37,60	33,800	38,800	35,200	40,000	37,080	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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]

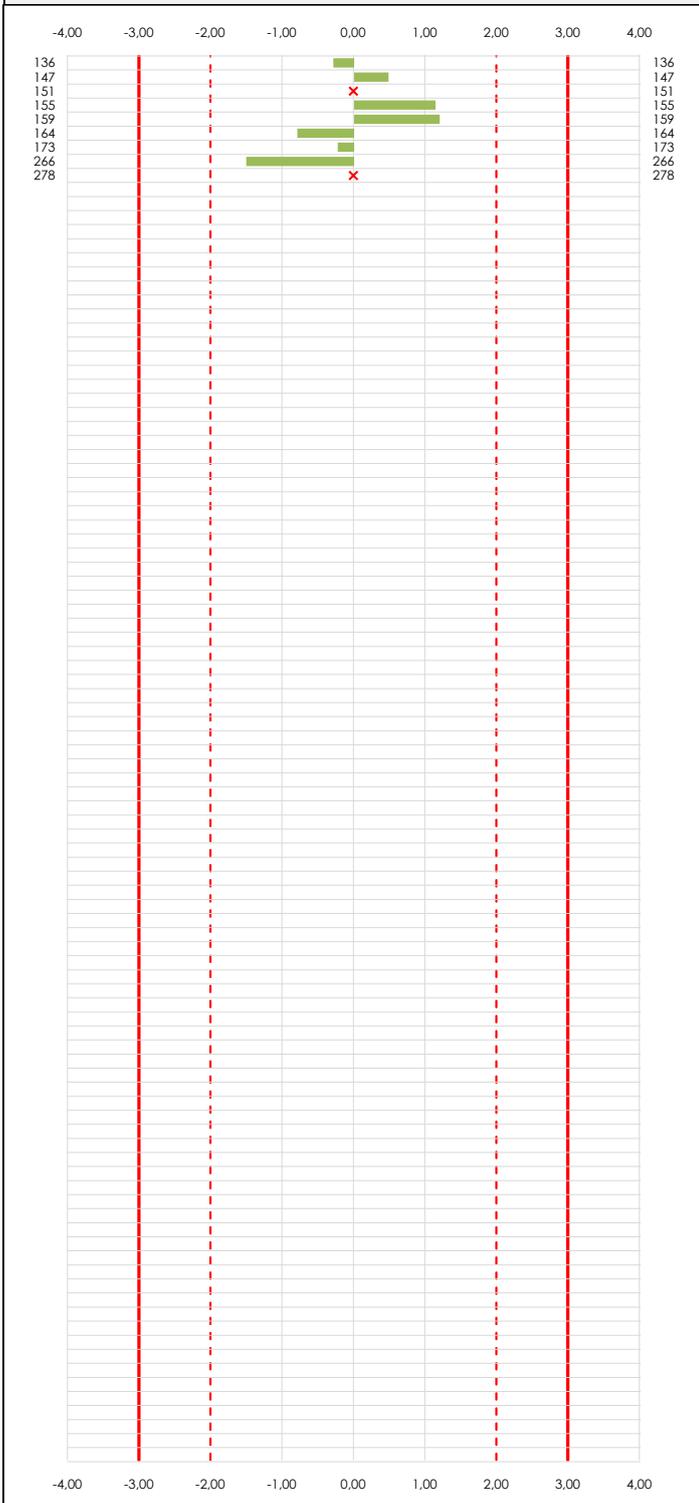


# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ (dB)

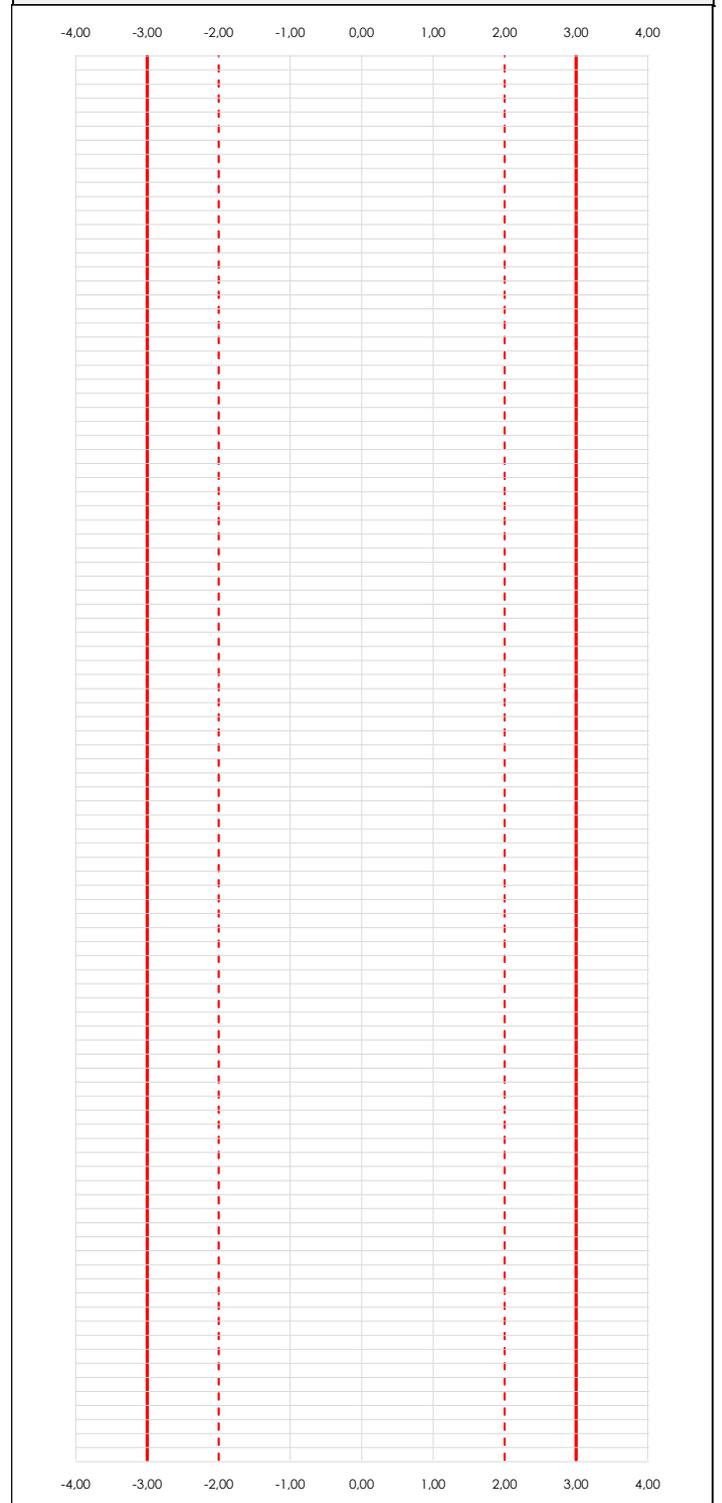
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr125 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr125 hz" (---; eje X)



#### 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. 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	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	38,90	37,00	38,40	38,30	34,80	37,48	1,654	-0,52	✓	✓	✓			-0,289	S
147	38,20	37,50	38,30	38,50	37,50	38,00	0,469	0,86	✓	✓	✓			0,484	S
151	40,08	41,01	39,86	39,24	38,80	39,80	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
155	39,10	38,10	39,70	38,50	36,80	38,44	1,099	2,03	✓	✓	✓			1,138	S
159	37,40	38,60	38,60	38,40	39,40	38,48	0,716	2,14	✓	✓	✓			1,197	S
164	36,10	37,50	37,00	37,20	37,90	37,14	0,673	-1,42	✓	✓	✓			-0,794	S
173	36,90	36,80	38,40	38,00	37,50	37,52	0,691	-0,41	✓	✓	✓			-0,229	S
266	37,60	36,40	35,30	36,70	37,30	36,66	0,896	-2,69	✓	✓	✓			-1,507	S
278	37,60	33,80	38,80	35,20	40,00	37,08	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---

**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> 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].

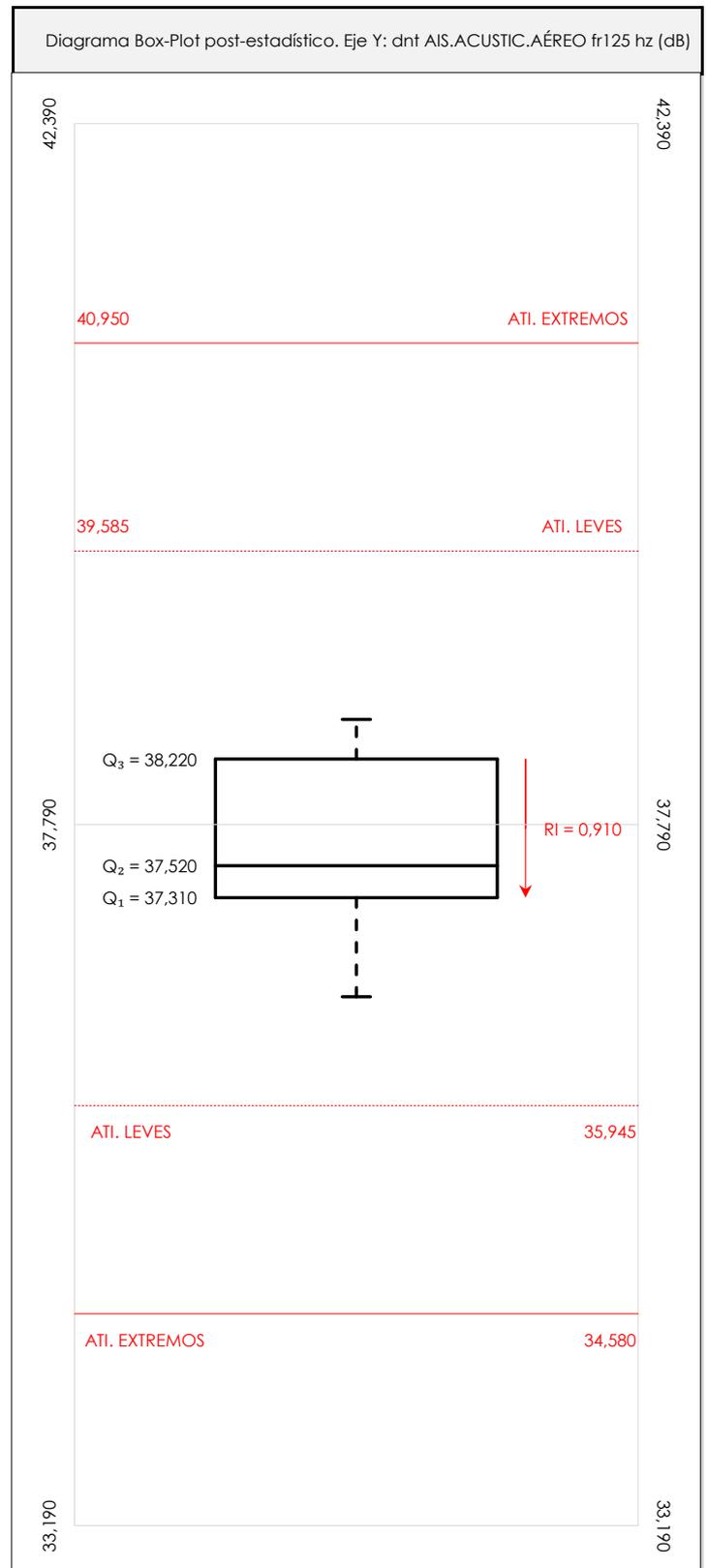
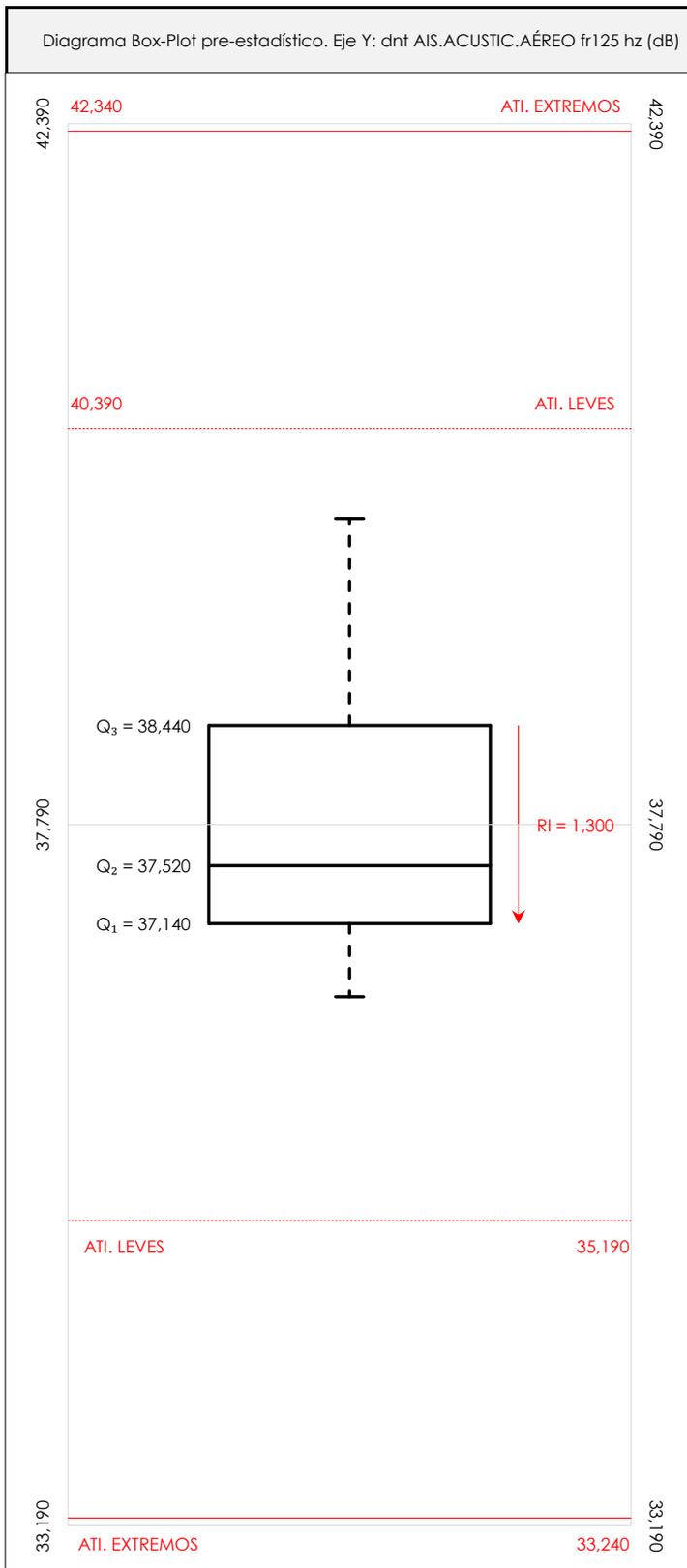
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ (dB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

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

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR125 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 2 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	40,08	41,01	39,86	39,24	40,00	39,80	39,10	38,60	39,70	38,50	39,40	38,48
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	36,10	33,80	35,30	35,20	34,80	36,66	36,10	36,40	35,30	36,70	34,80	36,66
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	37,99	37,41	38,26	37,78	37,78	37,84	37,74	37,41	37,96	37,94	37,31	37,67
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,22	1,92	1,39	1,23	1,53	0,96	1,08	0,76	1,41	0,71	1,38	0,67
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,03	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	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	
<b>Valor Calculado</b>	1,516	3,412	0,612	2,128	4,043		0,916	2,652	0,270	1,185	3,018	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,98	1,70	0,425	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,71	1,49	0,358	2,020	0,0708	1,71	1,49	0,431	2,020	0,0708

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

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr160 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

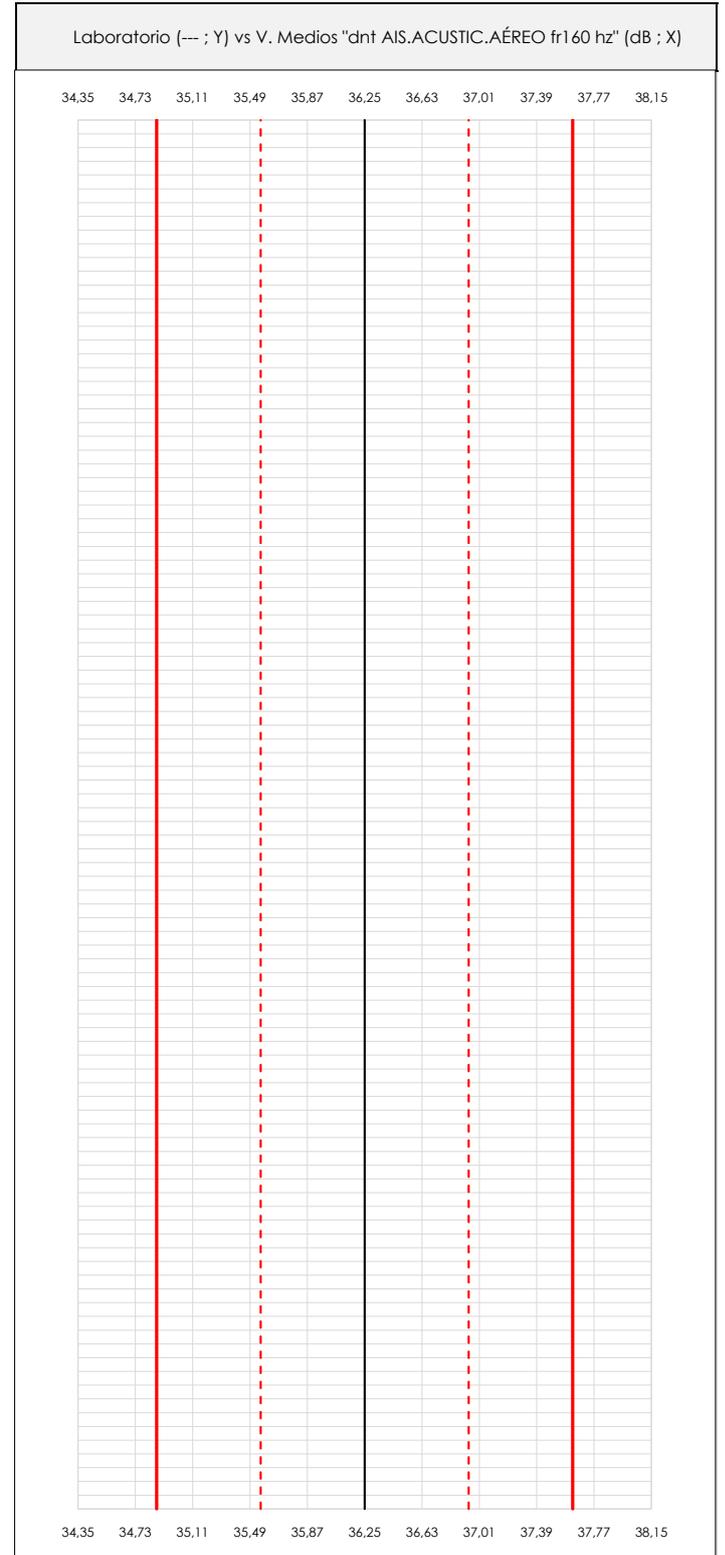
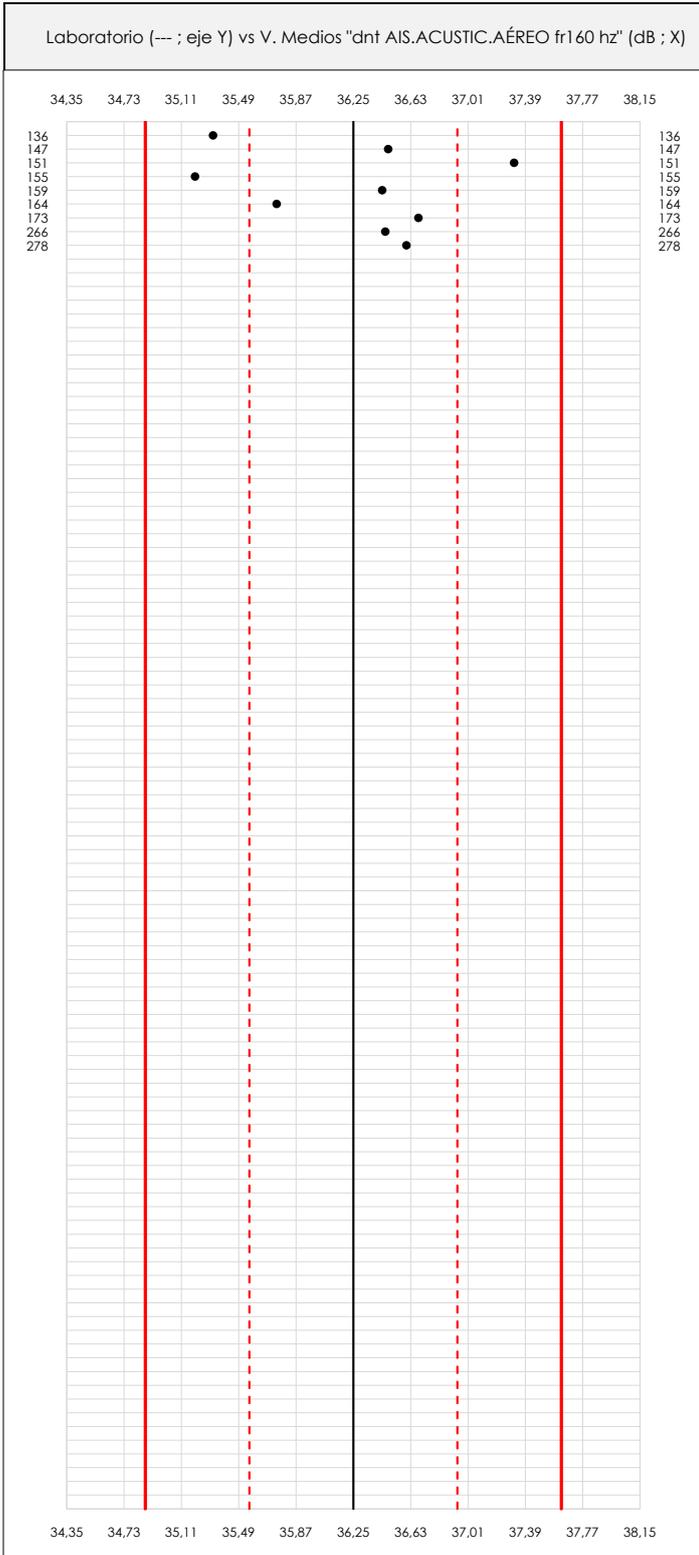
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

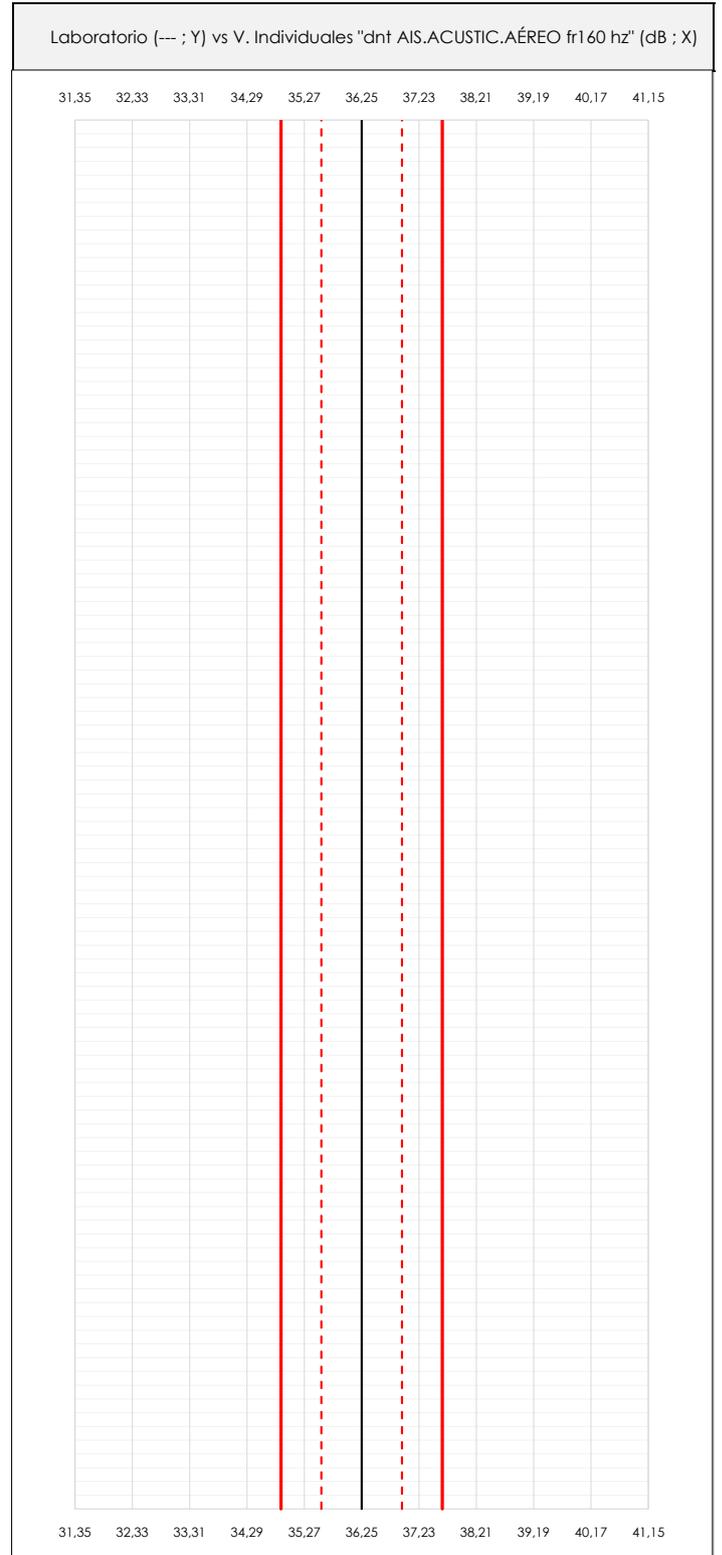
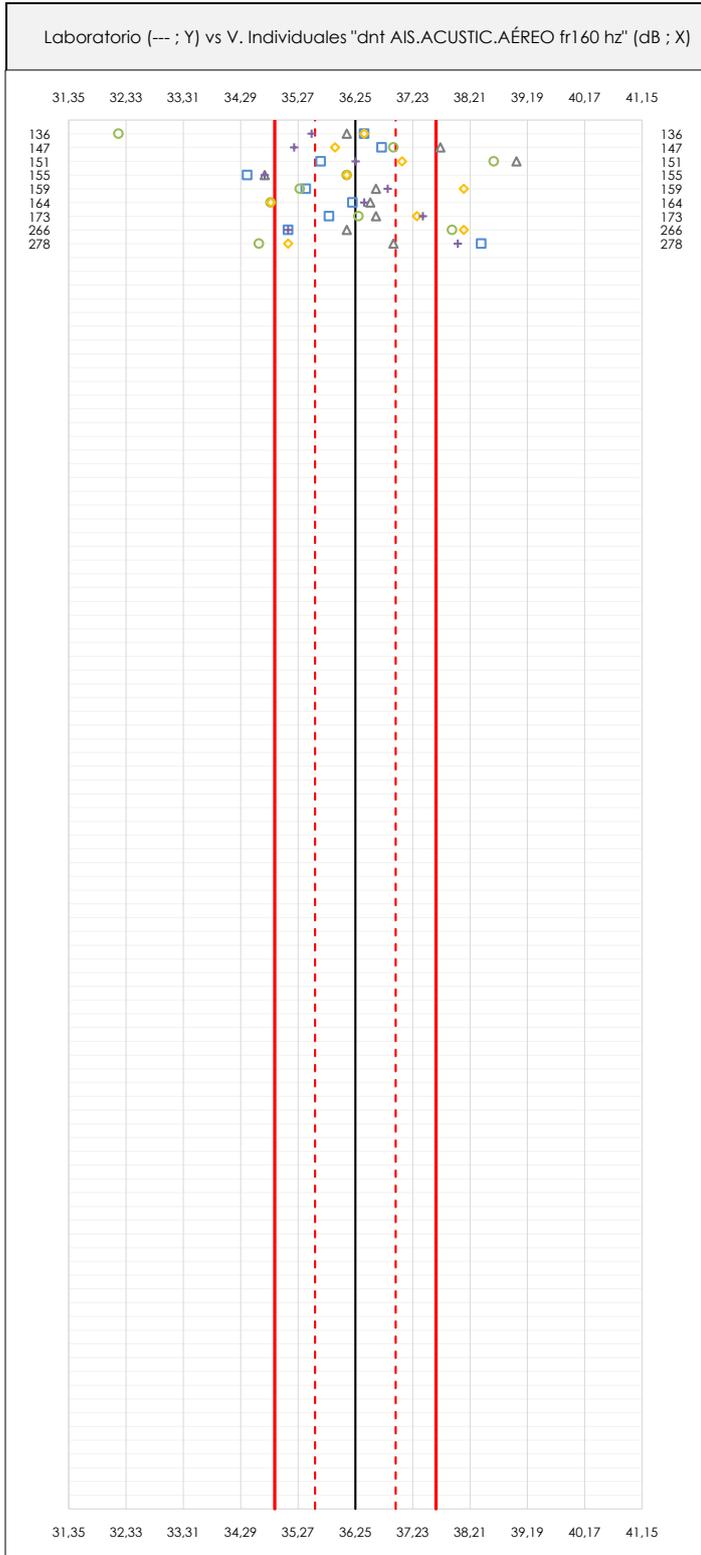
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (36,25 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,94/35,56 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,63/34,87 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (36,25 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,94/35,56 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,63/34,87 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	36,40	32,20	36,10	36,40	35,50	35,32	1,782	-2,56	✓	
147	36,70	36,90	37,70	35,90	35,20	36,48	0,960	0,64	✓	
151	35,66	38,61	39,00	37,04	36,25	37,31	1,456	2,94	✓	
155	34,40	36,10	34,70	36,10	34,70	35,20	0,831	-2,89	✓	
159	35,40	35,30	36,60	38,10	36,80	36,44	1,150	0,53	✓	
164	36,20	34,80	36,50	34,80	36,40	35,74	0,865	-1,40	✓	
173	35,80	36,30	36,60	37,30	37,40	36,68	0,676	1,19	✓	
266	35,10	37,90	36,10	38,10	35,10	36,46	1,466	0,58	✓	
278	38,40	34,60	36,90	35,10	38,00	36,60	1,699	0,97	✓	

**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]

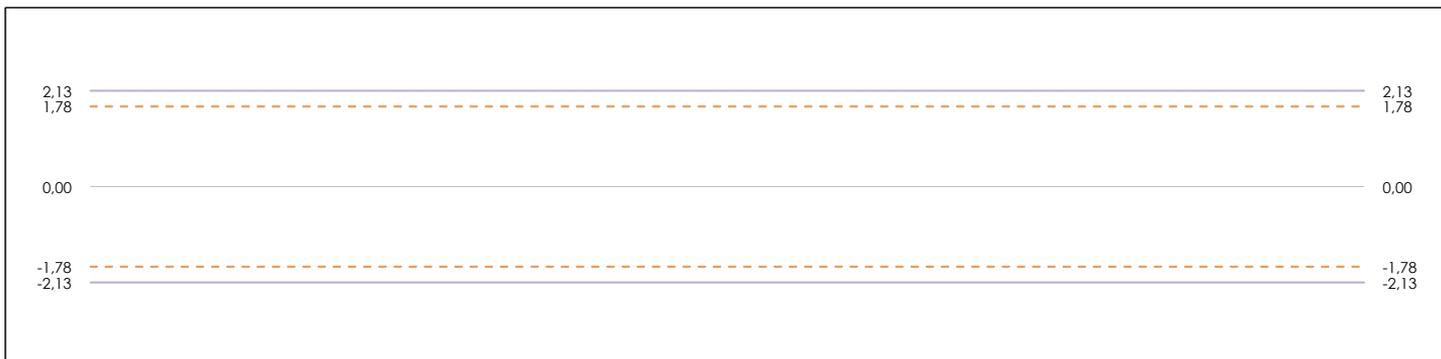
[mínimo]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ (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
136	36,40	32,200	36,100	36,400	35,500	35,320	1,782	-2,56	-1,35	1,41				0,3371		✓
147	36,70	36,900	37,700	35,900	35,200	36,480	0,960	0,64	0,34	0,76						✓
151	35,66	38,615	38,999	37,045	36,251	37,313	1,456	2,94	1,55	1,15		1,546		0,5680		✓
155	34,40	36,100	34,700	36,100	34,700	35,200	0,831	-2,89	-1,52	0,66		1,521		0,3371		✓
159	35,40	35,300	36,600	38,100	36,800	36,440	1,150	0,53	0,28	0,91						✓
164	36,20	34,800	36,500	34,800	36,400	35,740	0,865	-1,40	-0,74	0,68						✓
173	35,80	36,300	36,600	37,300	37,400	36,680	0,676	1,19	0,63	0,53				0,5680		✓
266	35,10	37,900	36,100	38,100	35,100	36,460	1,466	0,58	0,31	1,16						✓
278	38,40	34,600	36,900	35,100	38,000	36,600	1,699	0,97	0,51	1,34						✓

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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]

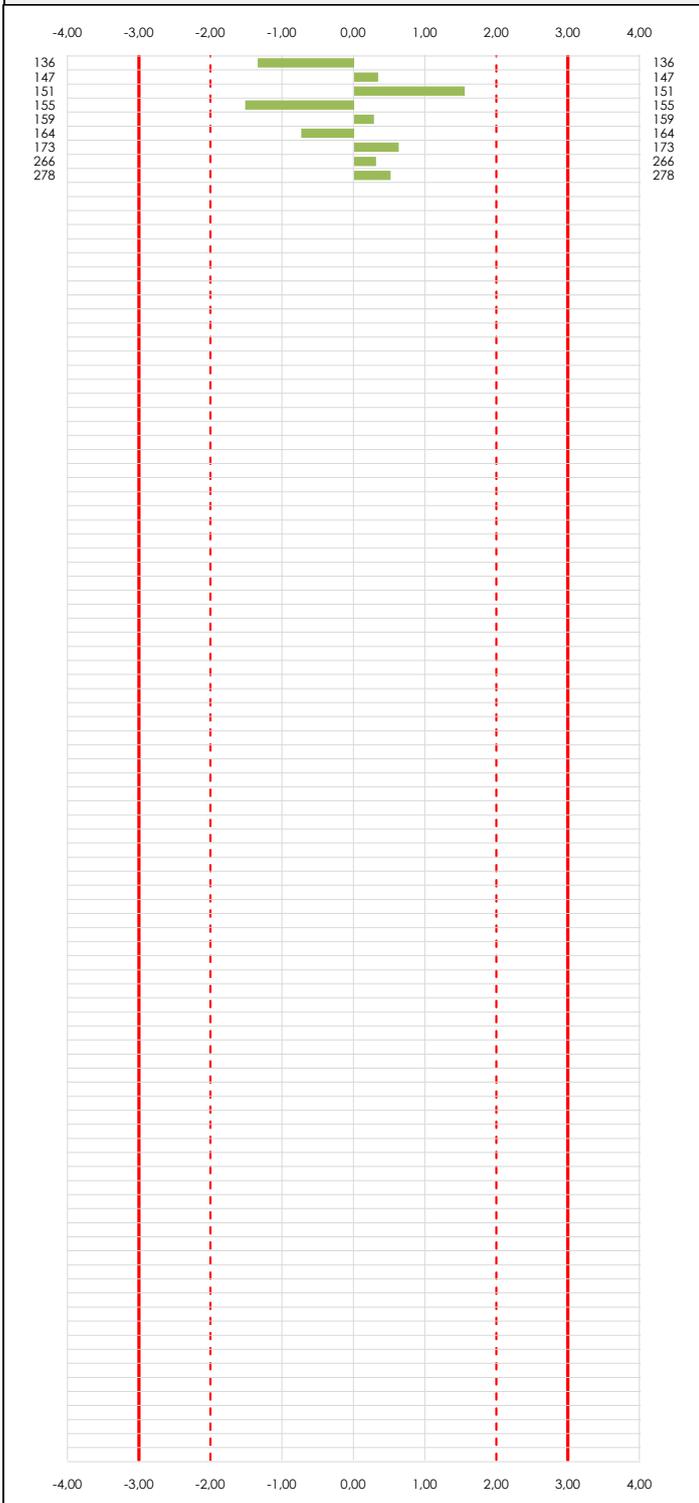


# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ (dB)

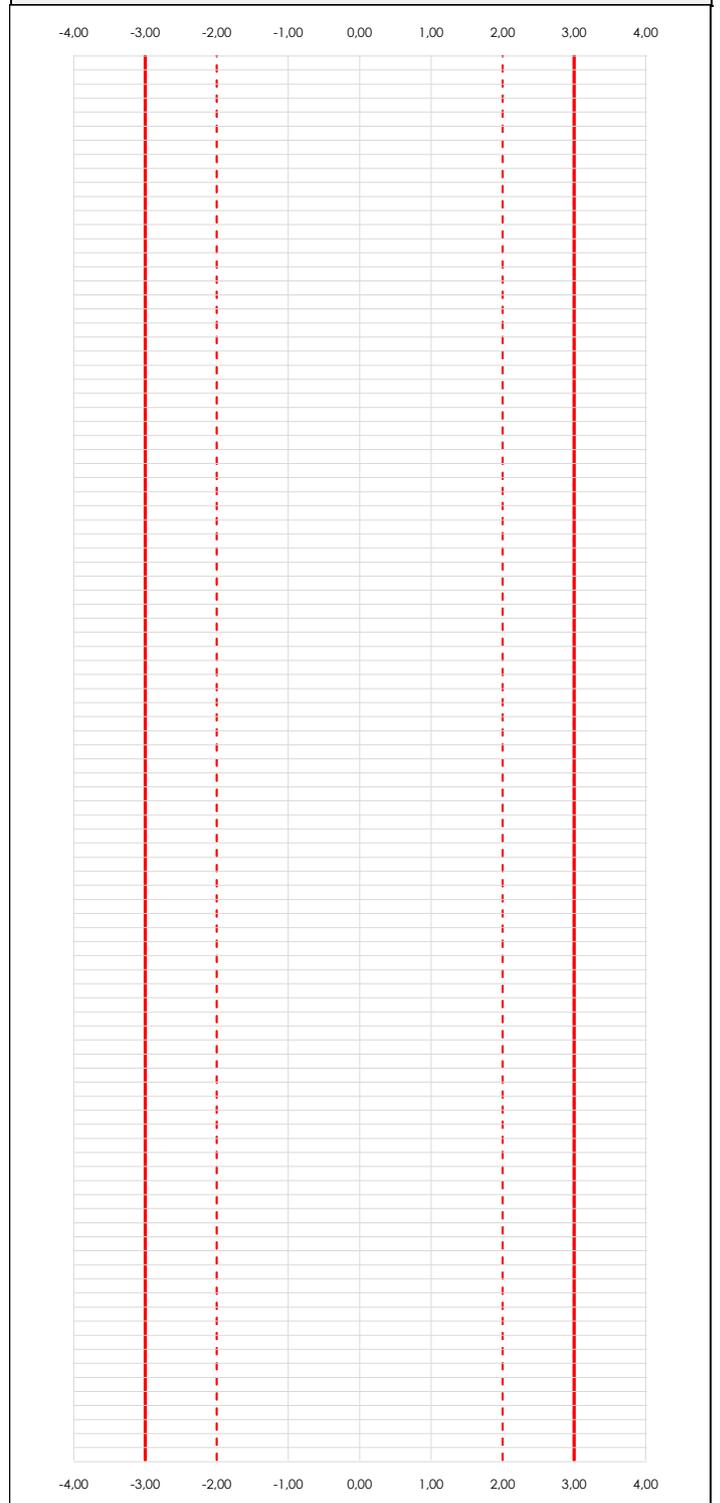
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr160 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr160 hz" (--- ; eje X)



#### 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. 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	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	36,40	32,20	36,10	36,40	35,50	35,32	1,782	-2,56	✓	✓	✓			-1,347	S
147	36,70	36,90	37,70	35,90	35,20	36,48	0,960	0,64	✓	✓	✓			0,337	S
151	35,66	38,61	39,00	37,04	36,25	37,31	1,456	2,94	✓	✓	✓			1,546	S
155	34,40	36,10	34,70	36,10	34,70	35,20	0,831	-2,89	✓	✓	✓			-1,521	S
159	35,40	35,30	36,60	38,10	36,80	36,44	1,150	0,53	✓	✓	✓			0,278	S
164	36,20	34,80	36,50	34,80	36,40	35,74	0,865	-1,40	✓	✓	✓			-0,737	S
173	35,80	36,30	36,60	37,30	37,40	36,68	0,676	1,19	✓	✓	✓			0,627	S
266	35,10	37,90	36,10	38,10	35,10	36,46	1,466	0,58	✓	✓	✓			0,308	S
278	38,40	34,60	36,90	35,10	38,00	36,60	1,699	0,97	✓	✓	✓			0,511	S

**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> 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].

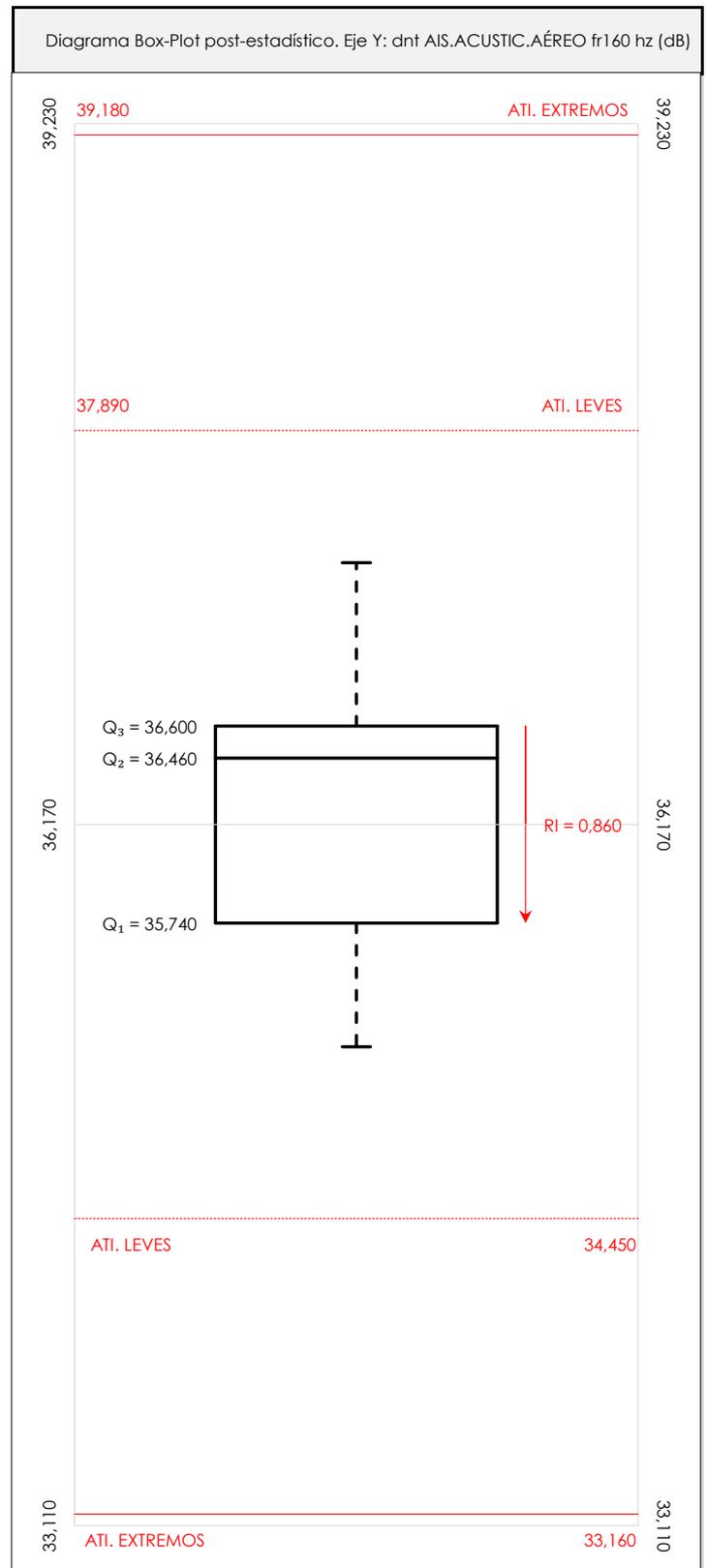
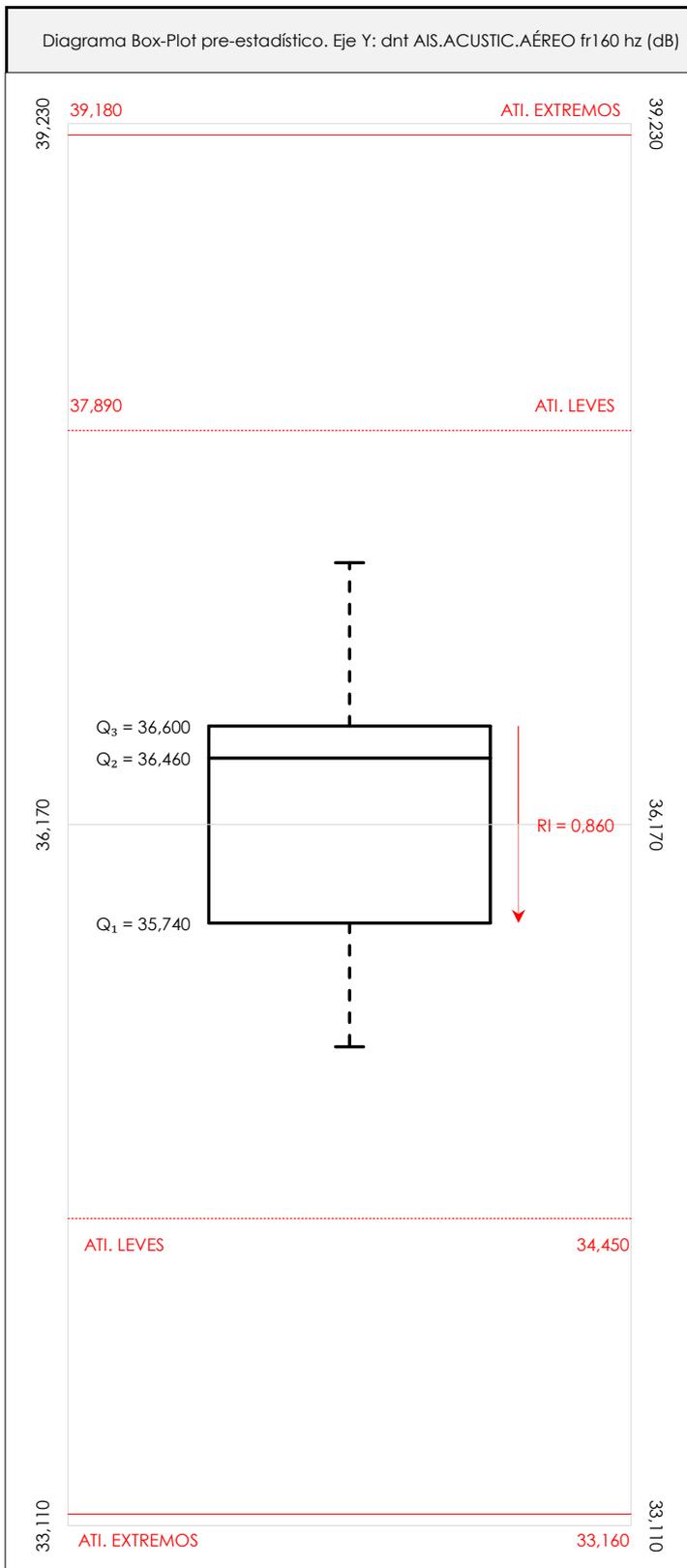
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ (dB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

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

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR160 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	38,40	38,61	39,00	38,10	38,00	37,31	38,40	38,61	39,00	38,10	38,00	37,31
Valor Mínimo (min ; %)	34,40	32,20	34,70	34,80	34,70	35,20	34,40	32,20	34,70	34,80	34,70	35,20
Valor Promedio (M ; %)	36,01	35,86	36,69	36,54	36,15	36,25	36,01	35,86	36,69	36,54	36,15	36,25
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,14	1,92	1,18	1,19	1,12	0,69	1,14	1,92	1,18	1,19	1,12	0,69
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,03	0,03	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	1,608	3,515	0,153	1,761	3,678		1,608	3,515	0,153	1,761	3,678	
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	0,425	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
Nivel de Significación 5%	1,78	1,50	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr200 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

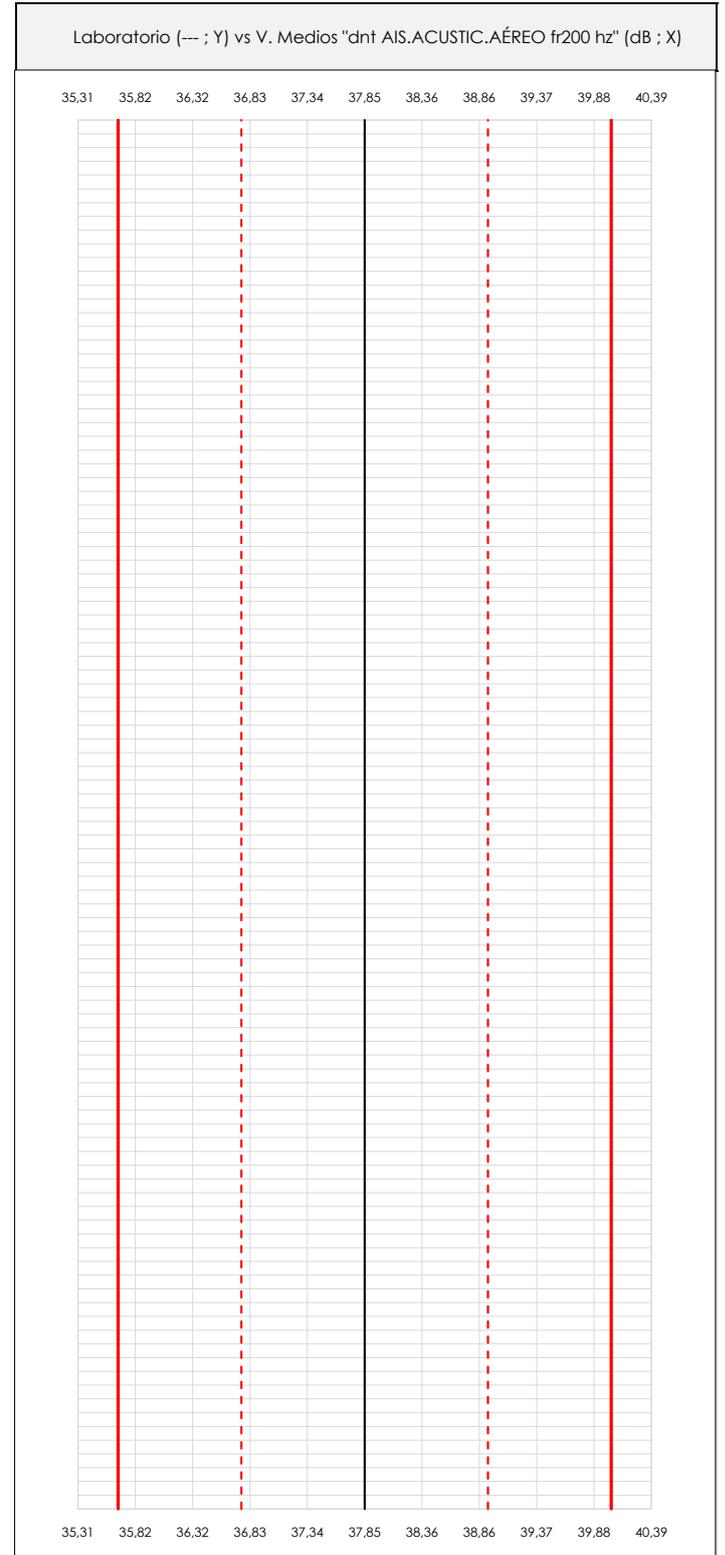
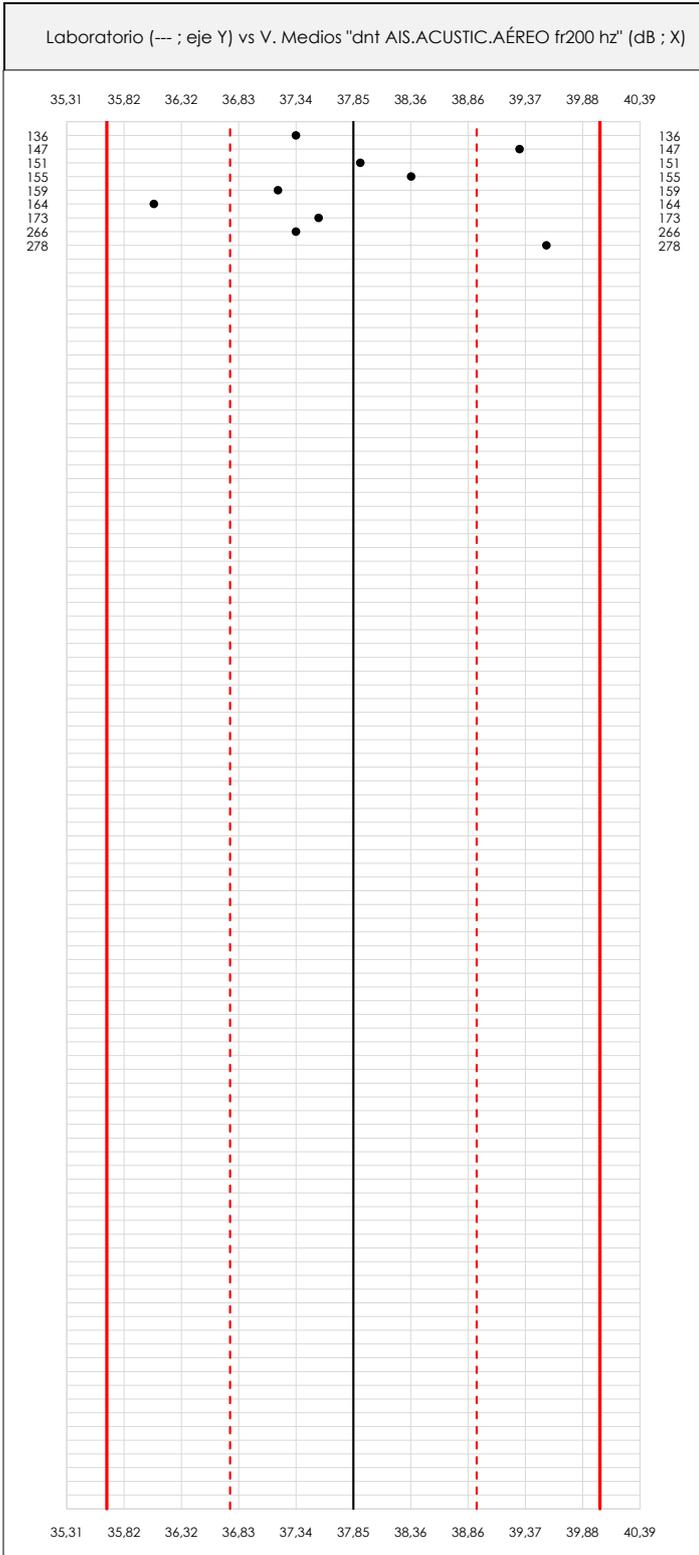
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (37,85 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (38,94/36,76 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (40,03/35,66 ; líneas rojas de trazo continuo).

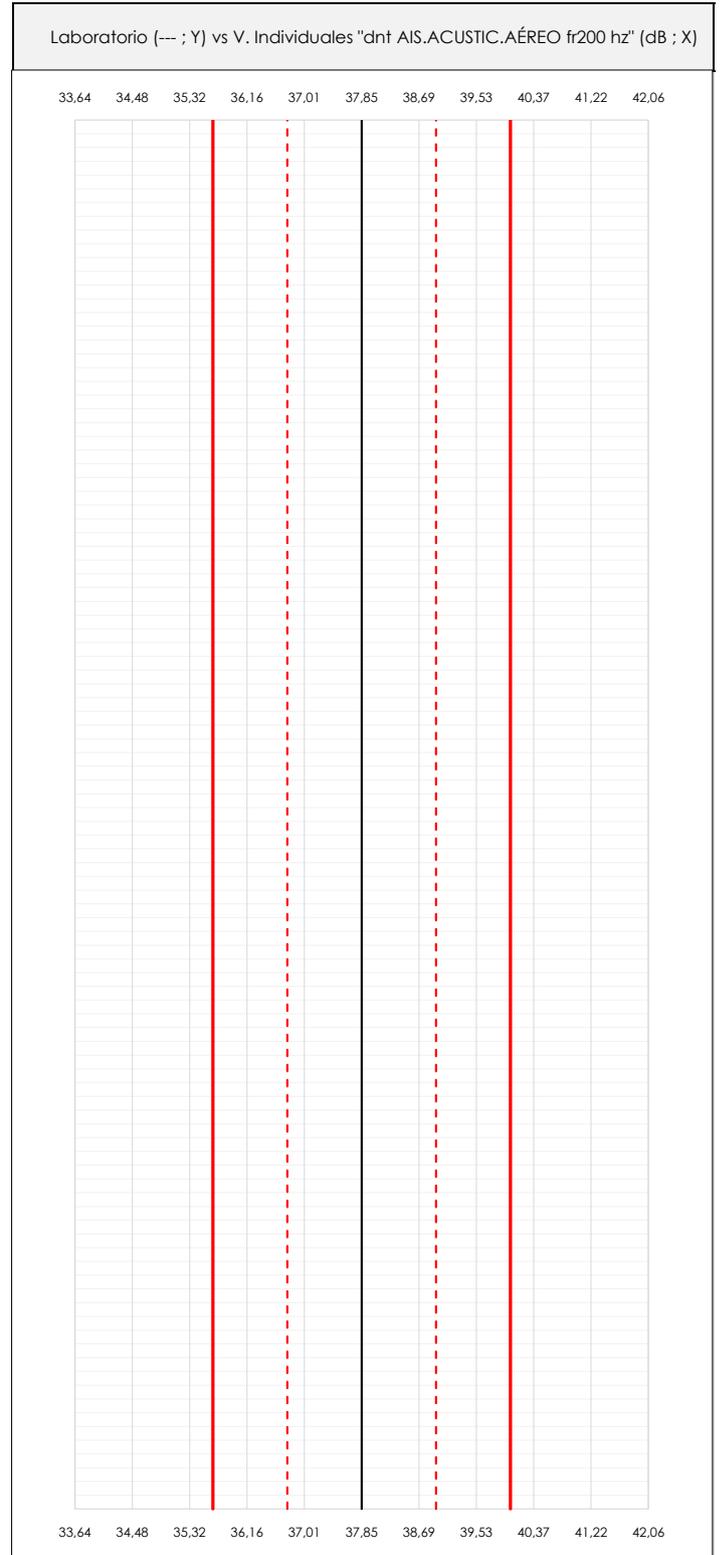
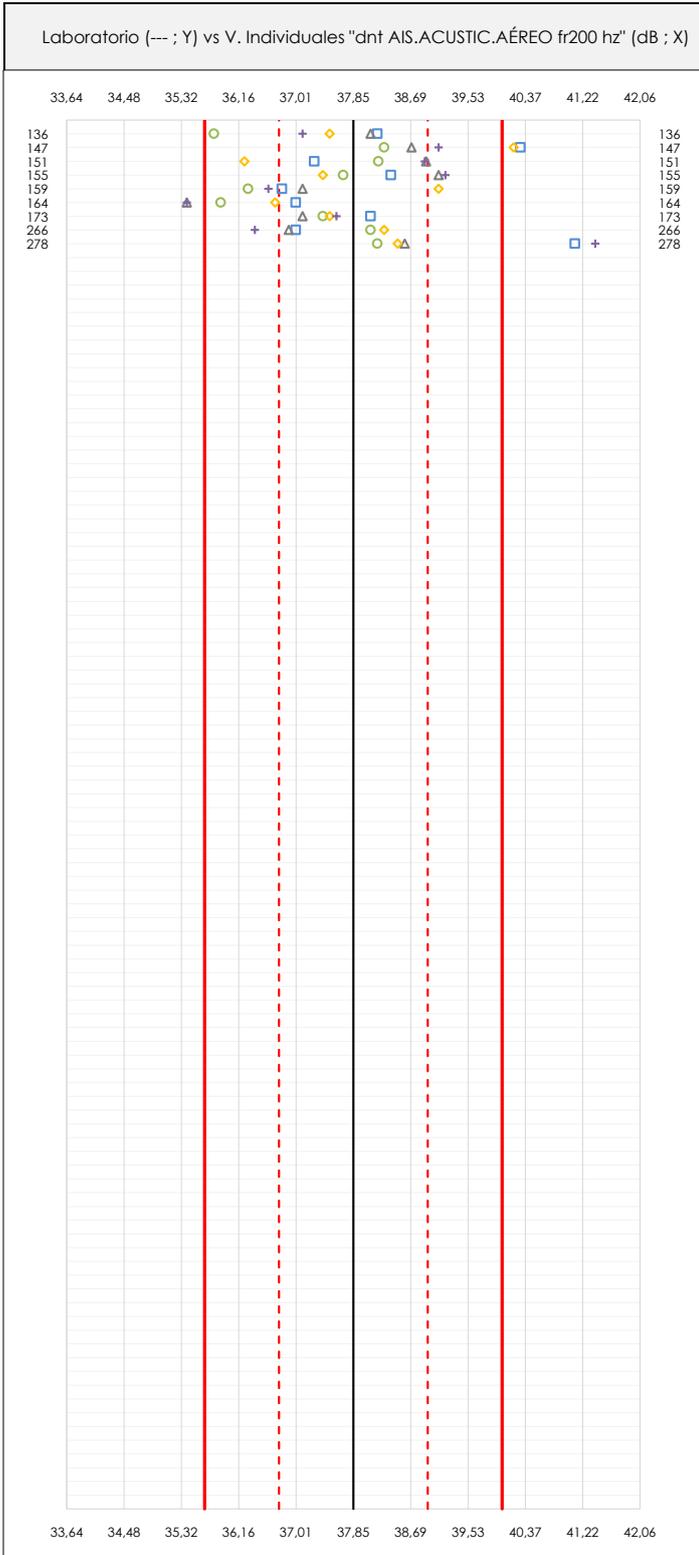
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



## DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ (dB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (37,85 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (38,94/36,76 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (40,03/35,66 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	38,20	35,80	38,10	37,50	37,10	37,34	0,971	-1,34	✓	
147	40,30	38,30	38,70	40,20	39,10	39,32	0,896	3,89	✓	
151	37,27	38,22	38,92	36,25	38,90	37,91	1,145	0,16	✓	
155	38,40	37,70	39,10	37,40	39,20	38,36	0,808	1,35	✓	
159	36,80	36,30	37,10	39,10	36,60	37,18	1,112	-1,76	✓	
164	37,00	35,90	35,40	36,70	35,40	36,08	0,740	-4,67	✓	
173	38,10	37,40	37,10	37,50	37,60	37,54	0,365	-0,81	✓	
266	37,00	38,10	36,90	38,30	36,40	37,34	0,820	-1,34	✓	
278	41,10	38,20	38,60	38,50	41,40	39,56	1,553	4,52	✓	

**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]

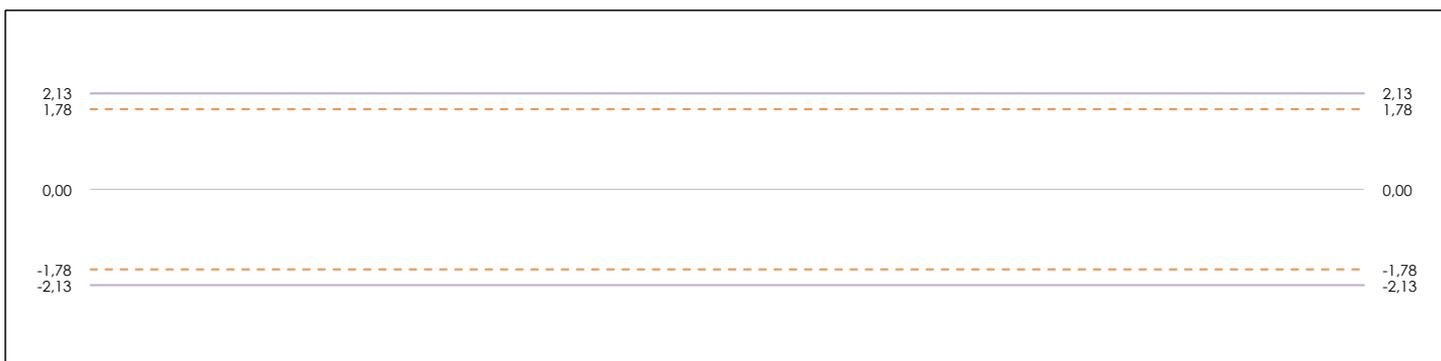
[mínimo]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ (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
136	38,20	35,800	38,100	37,500	37,100	37,340	0,971	-1,34	-0,46	0,99						✓
147	40,30	38,300	38,700	40,200	39,100	39,320	0,896	3,89	1,35	0,91				0,3141		✓
151	37,27	38,216	38,915	36,248	38,896	37,910	1,145	0,16	0,06	1,16						✓
155	38,40	37,700	39,100	37,400	39,200	38,360	0,808	1,35	0,47	0,82						✓
159	36,80	36,300	37,100	39,100	36,600	37,180	1,112	-1,76	-0,61	1,13				0,5372		✓
164	37,00	35,900	35,400	36,700	35,400	36,080	0,740	-4,67	-1,62	0,75		1,618		0,5372		✓
173	38,10	37,400	37,100	37,500	37,600	37,540	0,365	-0,81	-0,28	0,37						✓
266	37,00	38,100	36,900	38,300	36,400	37,340	0,820	-1,34	-0,46	0,83						✓
278	41,10	38,200	38,600	38,500	41,400	39,560	1,553	4,52	1,57	1,58*	0,277		1,567		0,3141	✓

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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:

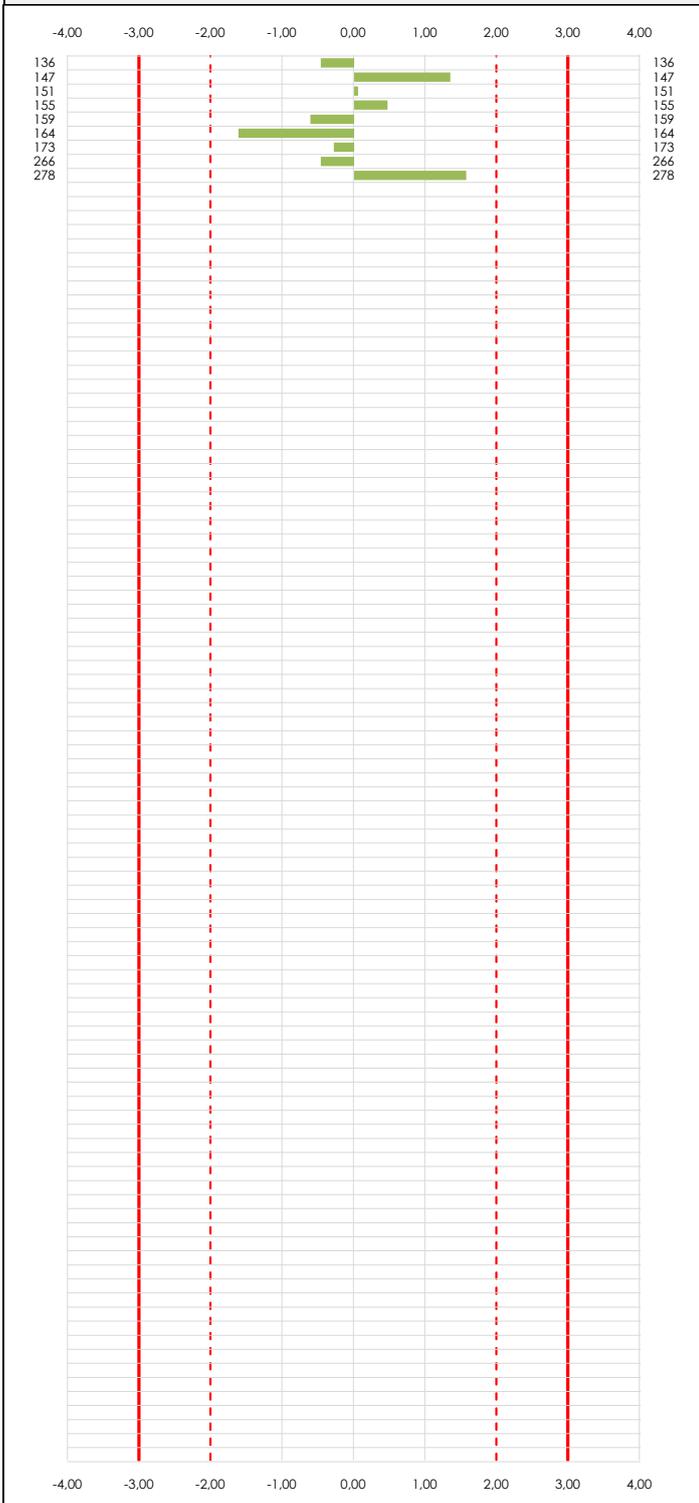
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ (dB)

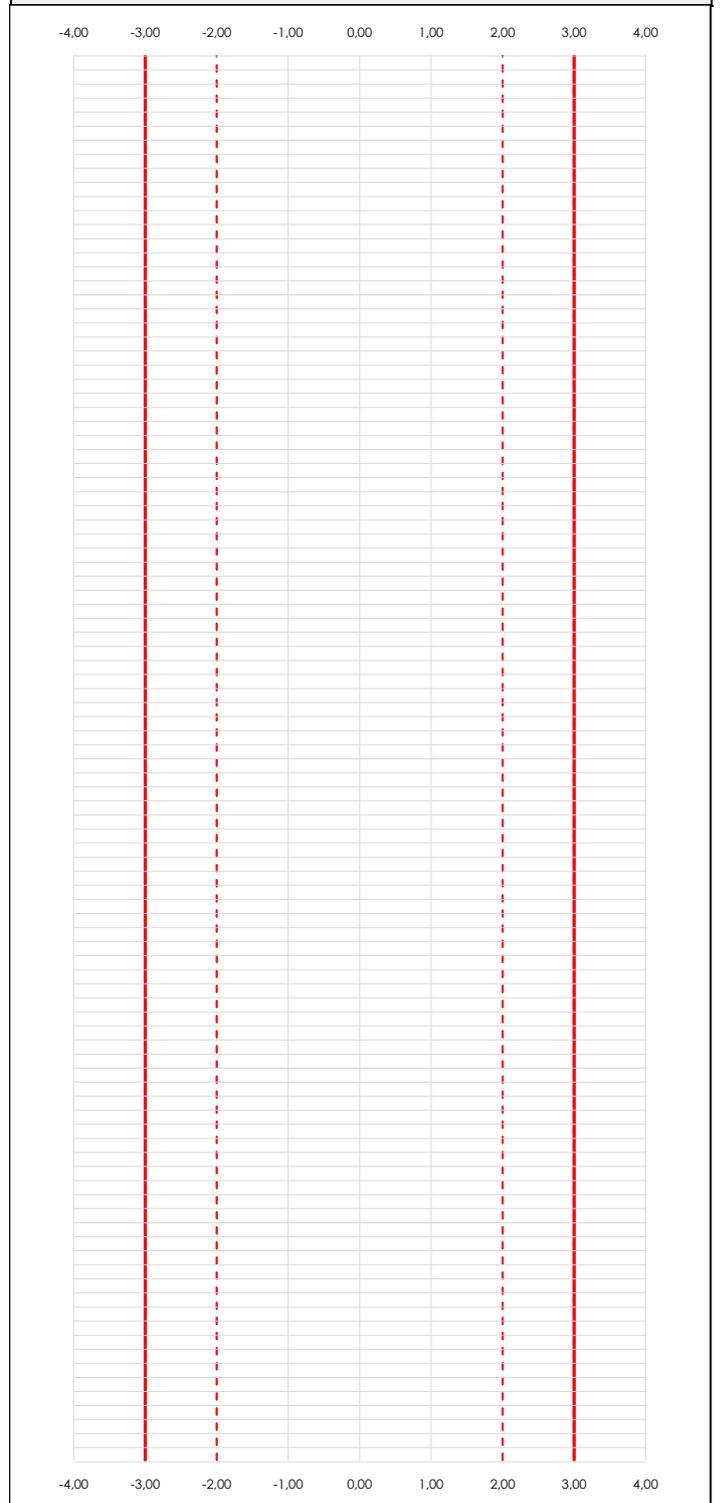
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr200 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr200 hz" (---; eje X)



#### 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	38,20	35,80	38,10	37,50	37,10	37,34	0,971	-1,34	✓	✓	✓			-0,465	S
147	40,30	38,30	38,70	40,20	39,10	39,32	0,896	3,89	✓	✓	✓			1,348	S
151	37,27	38,22	38,92	36,25	38,90	37,91	1,145	0,16	✓	✓	✓			0,057	S
155	38,40	37,70	39,10	37,40	39,20	38,36	0,808	1,35	✓	✓	✓			0,469	S
159	36,80	36,30	37,10	39,10	36,60	37,18	1,112	-1,76	✓	✓	✓			-0,611	S
164	37,00	35,90	35,40	36,70	35,40	36,08	0,740	-4,67	✓	✓	✓			-1,618	S
173	38,10	37,40	37,10	37,50	37,60	37,54	0,365	-0,81	✓	✓	✓			-0,282	S
266	37,00	38,10	36,90	38,30	36,40	37,34	0,820	-1,34	✓	✓	✓			-0,465	S
278	41,10	38,20	38,60	38,50	41,40	39,56	1,553	4,52	✓	✓	✓			1,567	S

**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, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>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]

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

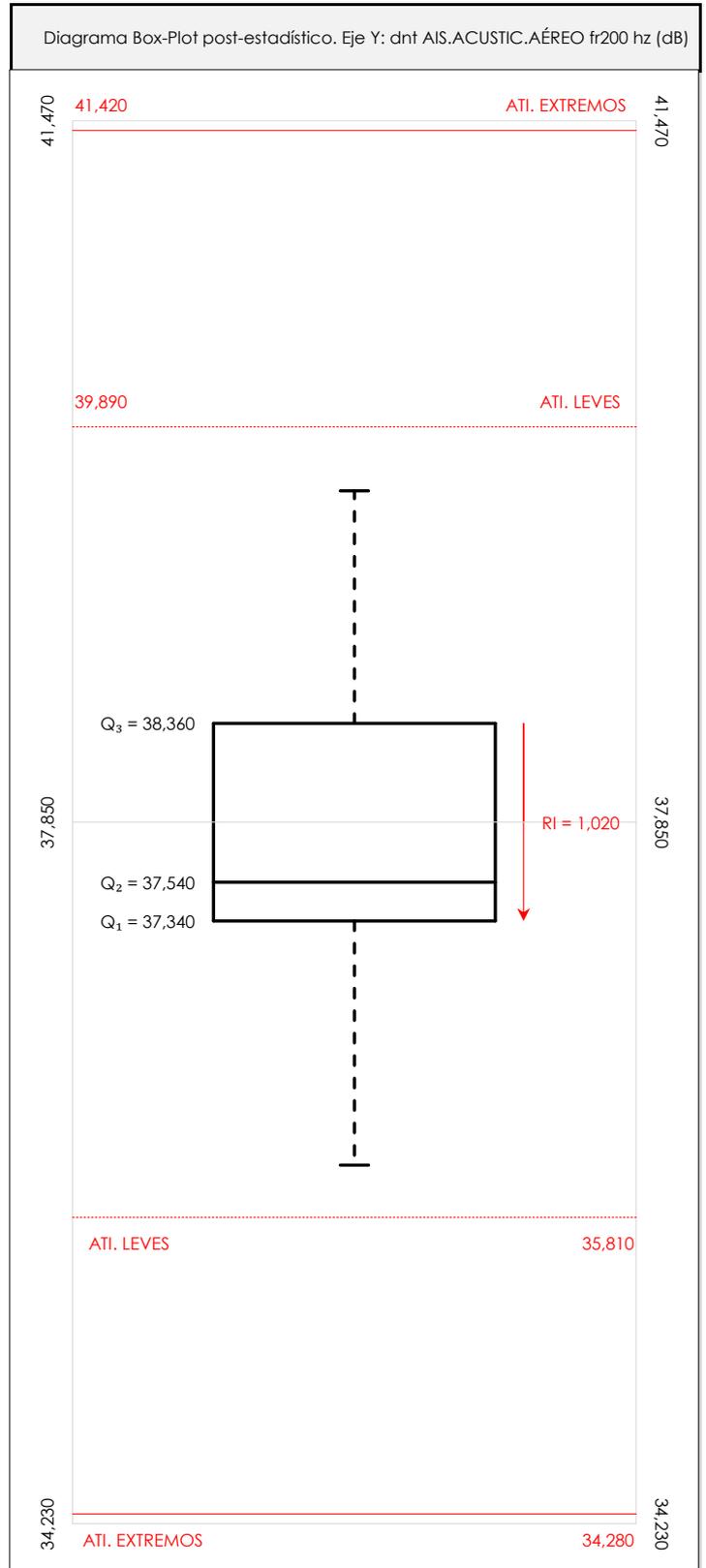
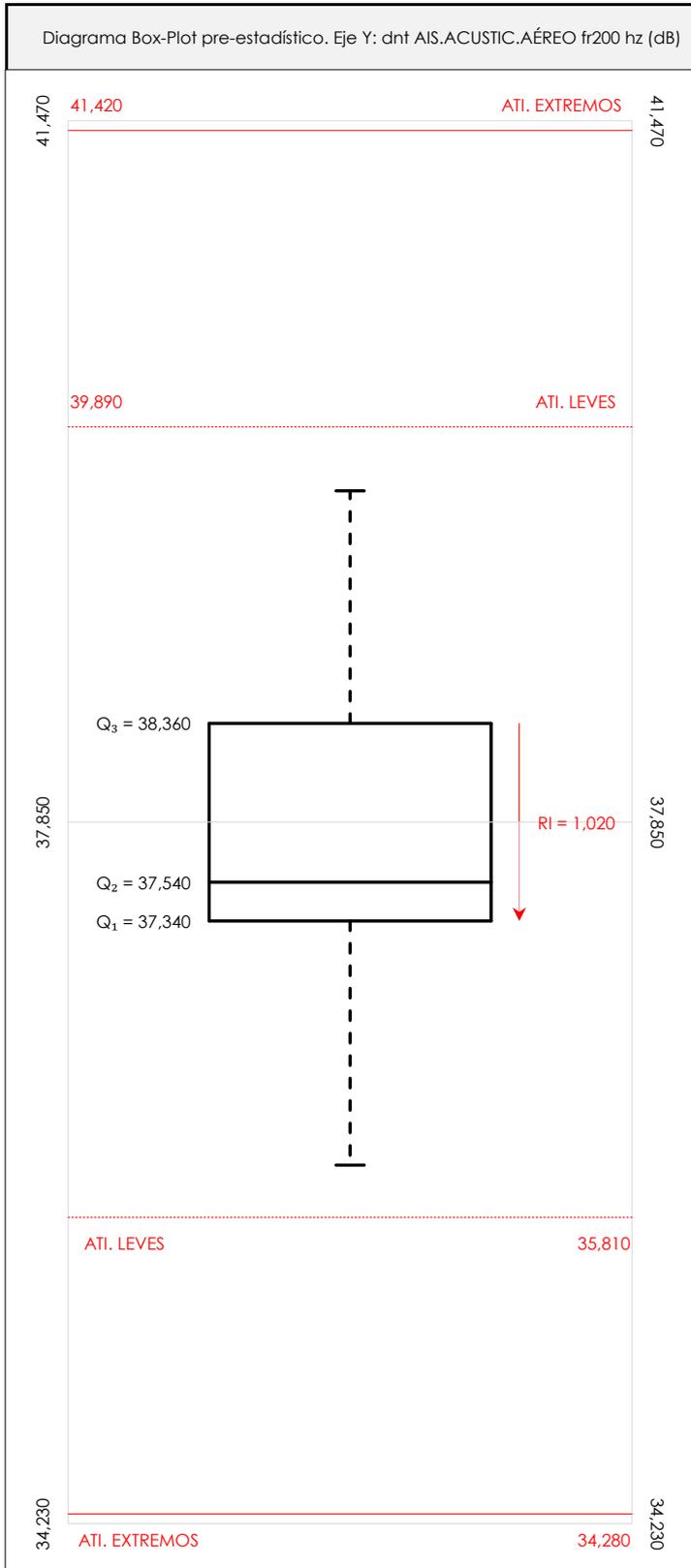
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ (dB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR200 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	41,10	38,30	39,10	40,20	41,40	39,56	41,10	38,30	39,10	40,20	41,40	39,56
Valor Mínimo (min ; %)	36,80	35,80	35,40	36,25	35,40	36,08	36,80	35,80	35,40	36,25	35,40	36,08
Valor Promedio (M ; %)	38,24	37,32	37,77	37,94	37,97	37,85	38,24	37,32	37,77	37,94	37,97	37,85
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,52	1,04	1,23	1,22	1,85	1,09	1,52	1,04	1,23	1,22	1,85	1,09
Coef. Variación (CV ; ---)	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		
Valor Calculado	0,968	2,727	1,000	1,968	3,888	0,968	2,727	1,000	1,968	3,888		
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	0,425	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
Nivel de Significación 5%	1,78	1,50	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr250 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

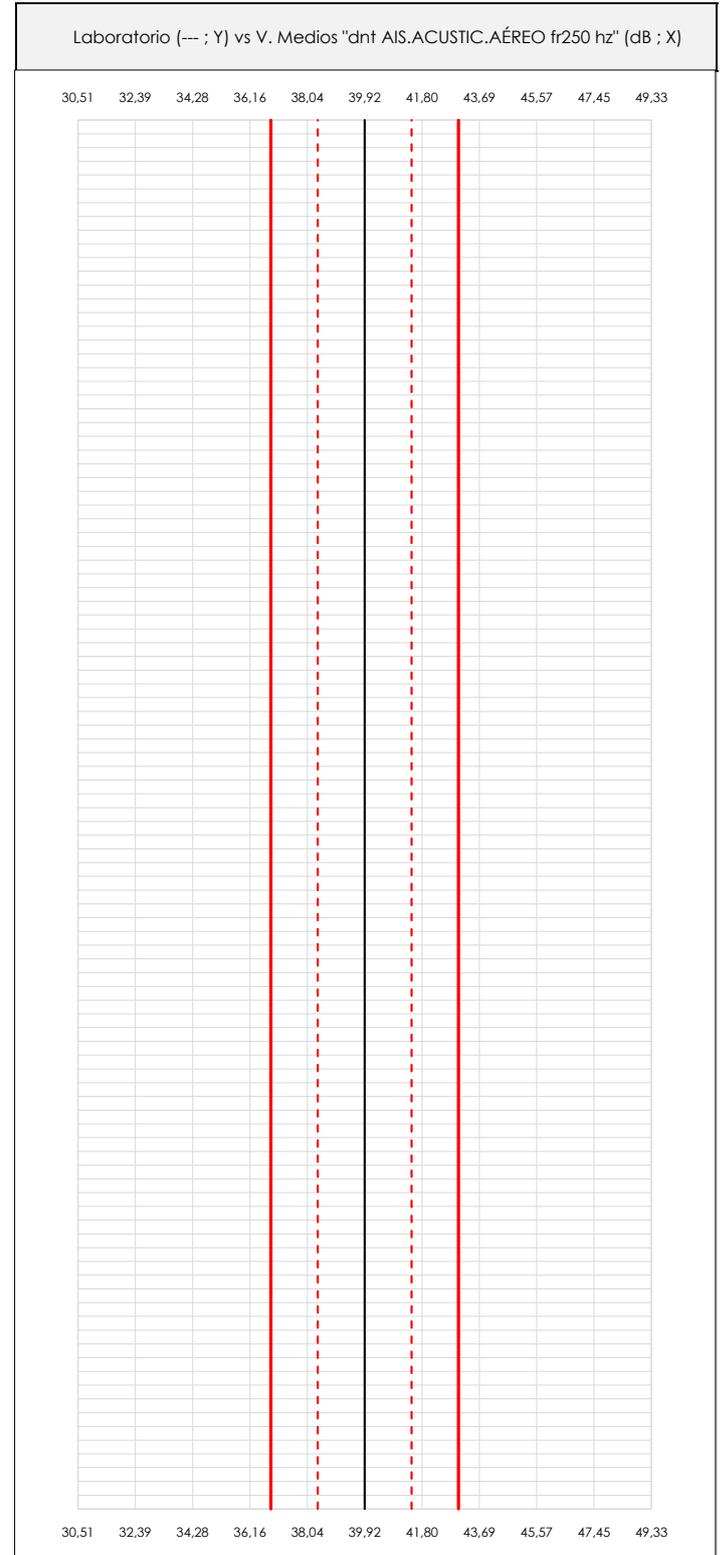
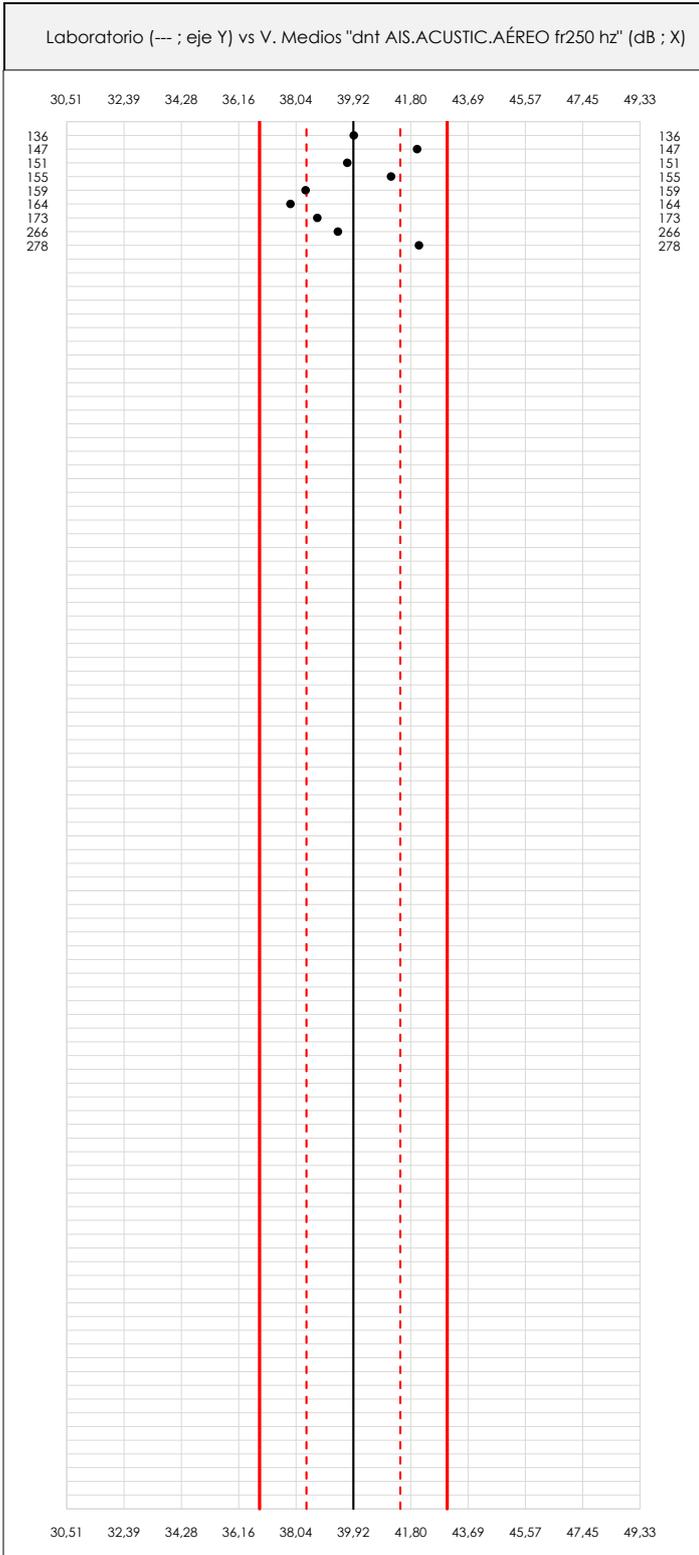
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

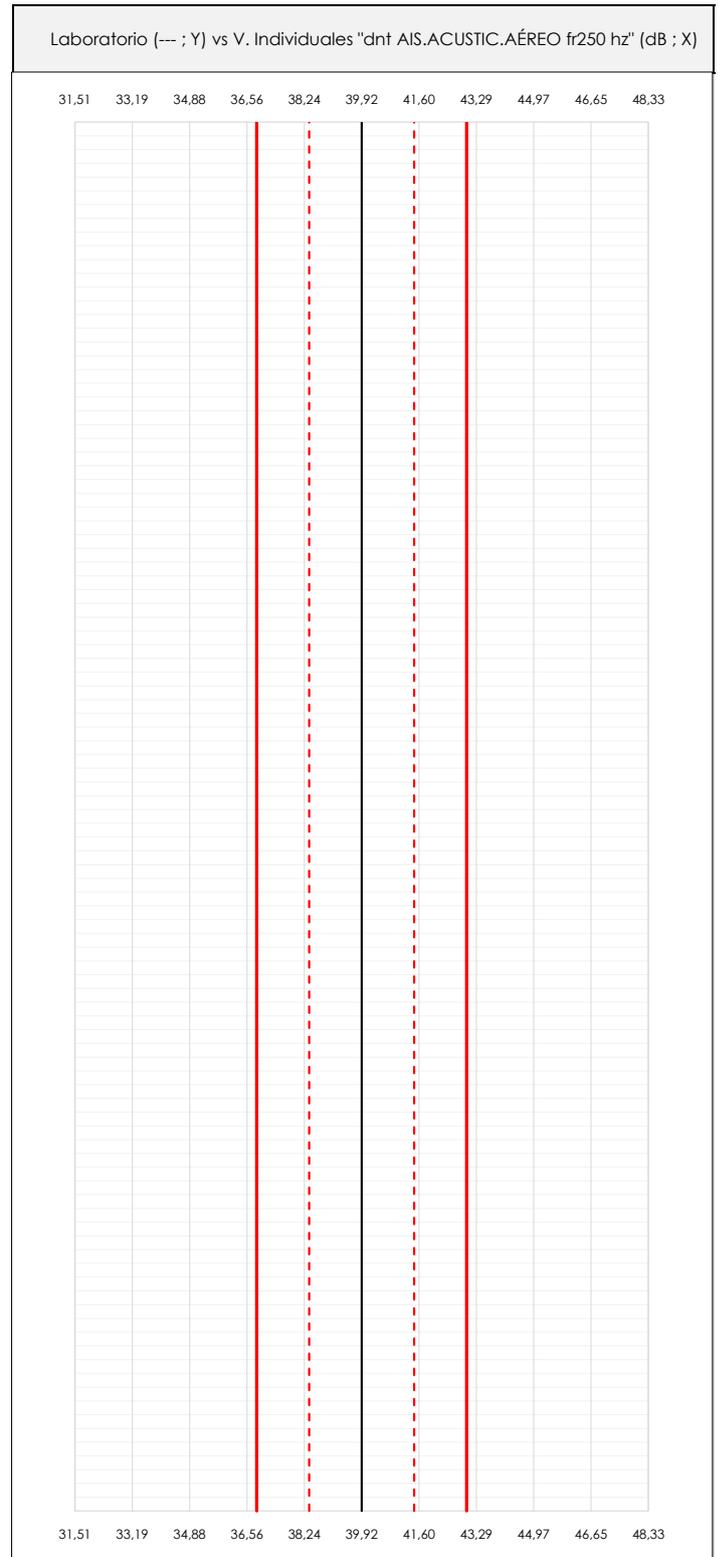
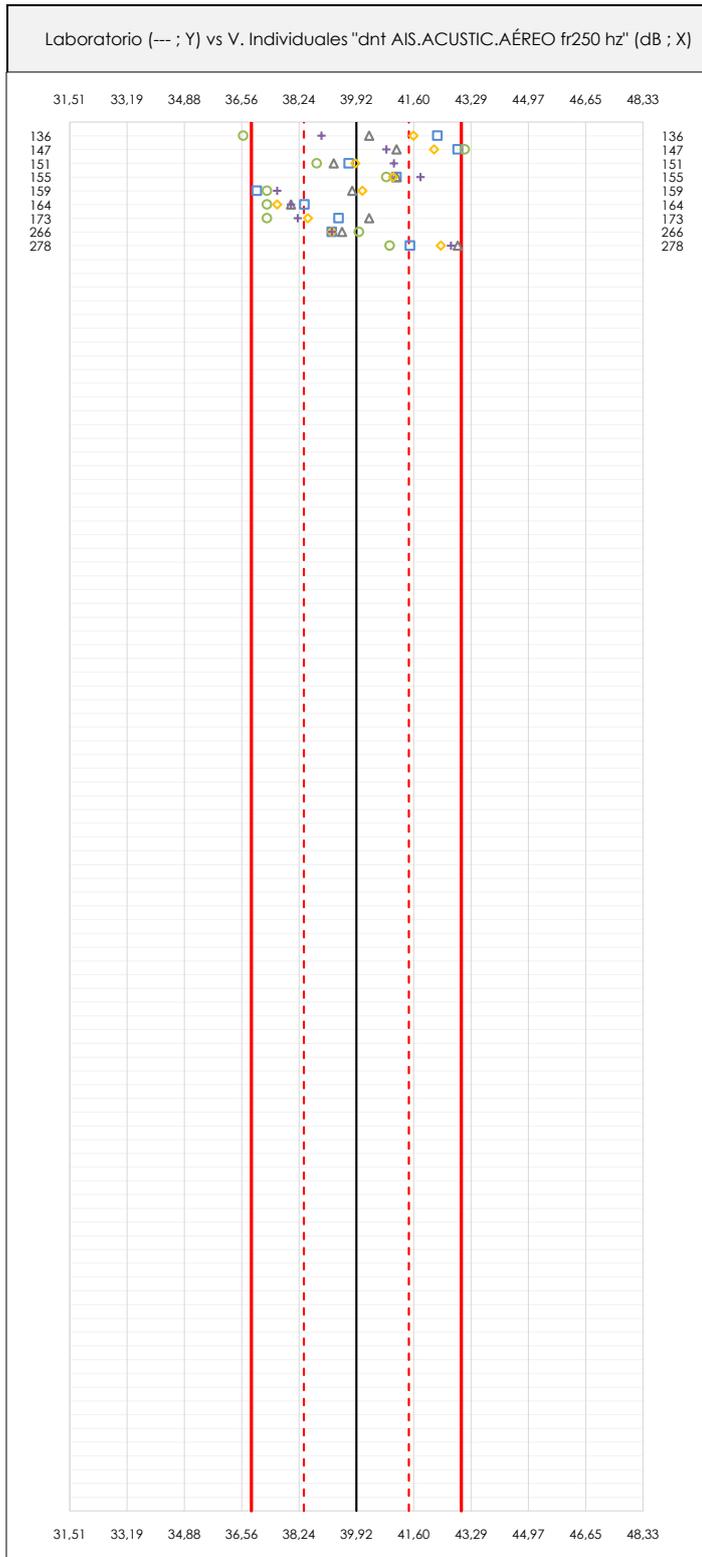
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (39,92 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (41,46/38,38 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (43,00/36,84 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (39,92 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (41,46/38,38 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (43,00/36,84 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	42,30	36,60	40,30	41,60	38,90	39,94	2,274	0,04	✓	
147	42,90	43,10	41,10	42,20	40,80	42,02	1,038	5,25	✓	
151	39,70	38,76	39,25	39,89	41,02	39,72	0,846	-0,50	✓	
155	41,10	40,80	41,10	41,00	41,80	41,16	0,378	3,10	✓	
159	37,00	37,30	39,80	40,10	37,60	38,36	1,471	-3,91	✓	
164	38,40	37,30	38,00	37,60	38,00	37,86	0,422	-5,17	✓	
173	39,40	37,30	40,30	38,50	38,20	38,74	1,150	-2,96	✓	
266	39,20	40,00	39,50	39,20	39,20	39,42	0,349	-1,26	✓	
278	41,50	40,90	42,90	42,40	42,70	42,08	0,850	5,40	✓	

**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]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

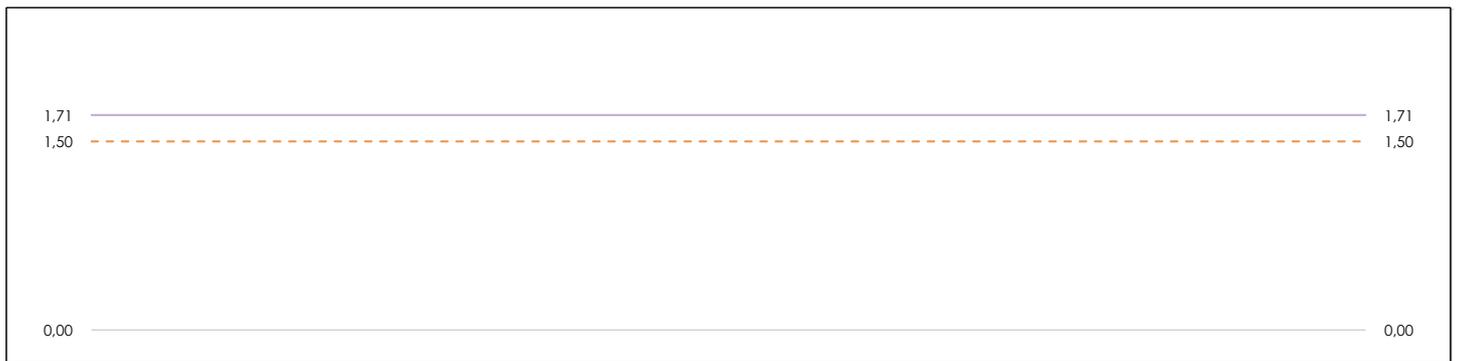
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ (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	
136	42,30	36,600	40,300	41,600	38,900	39,940	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
147	42,90	43,100	41,100	42,200	40,800	42,020	1,038	5,26	1,28	1,16					0,3625		✓
151	39,70	38,757	39,255	39,888	41,021	39,724	0,846	-0,49	-0,12	0,94							✓
155	41,10	40,800	41,100	41,000	41,800	41,160	0,378	3,10	0,75	0,42							✓
159	37,00	37,300	39,800	40,100	37,600	38,360	1,471	-3,91	-0,95	1,64*	0,336			0,5327			✓
164	38,40	37,300	38,000	37,600	38,000	37,860	0,422	-5,16	-1,25	0,47		1,252		0,5327			✓
173	39,40	37,300	40,300	38,500	38,200	38,740	1,150	-2,96	-0,72	1,28							✓
266	39,20	40,000	39,500	39,200	39,200	39,420	0,349	-1,25	-0,30	0,39							✓
278	41,50	40,900	42,900	42,400	42,700	42,080	0,850	5,41	1,31	0,95			1,312		0,3625		✓

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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]

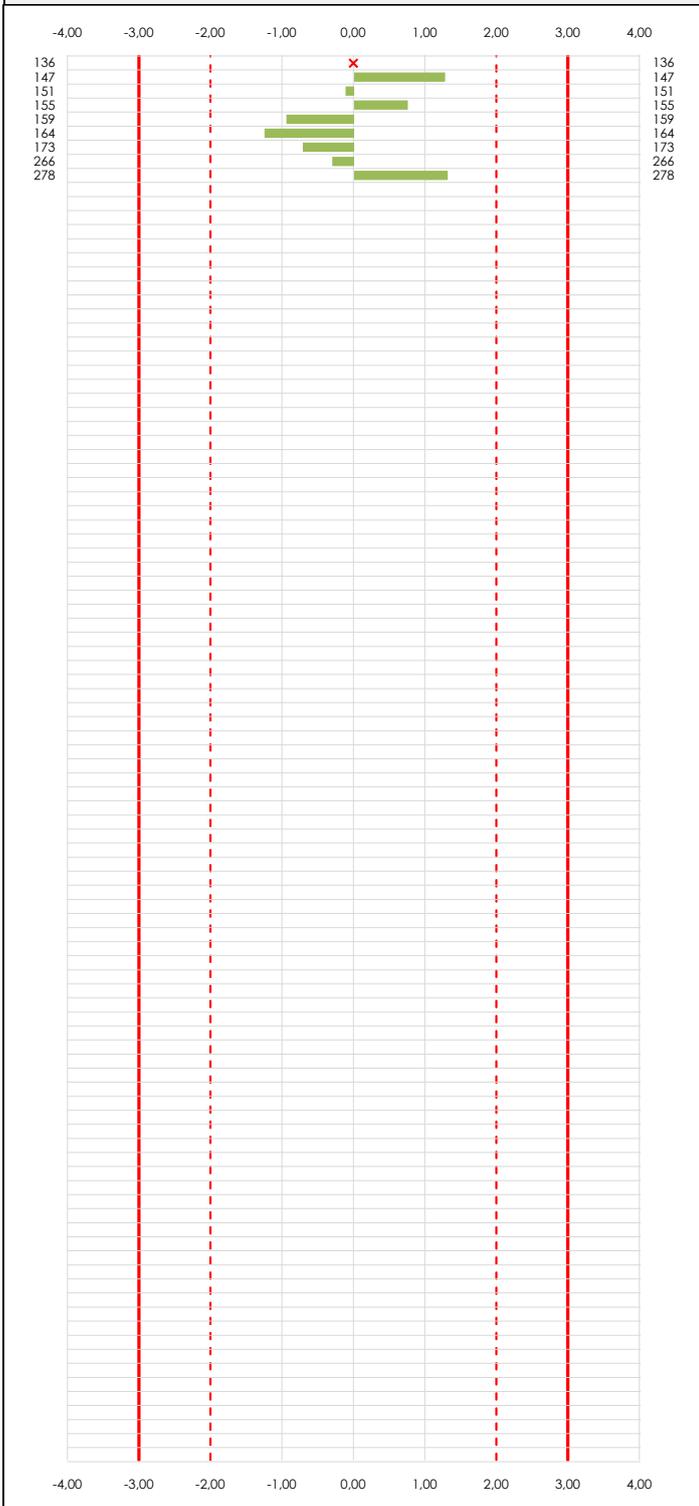


# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ (dB)

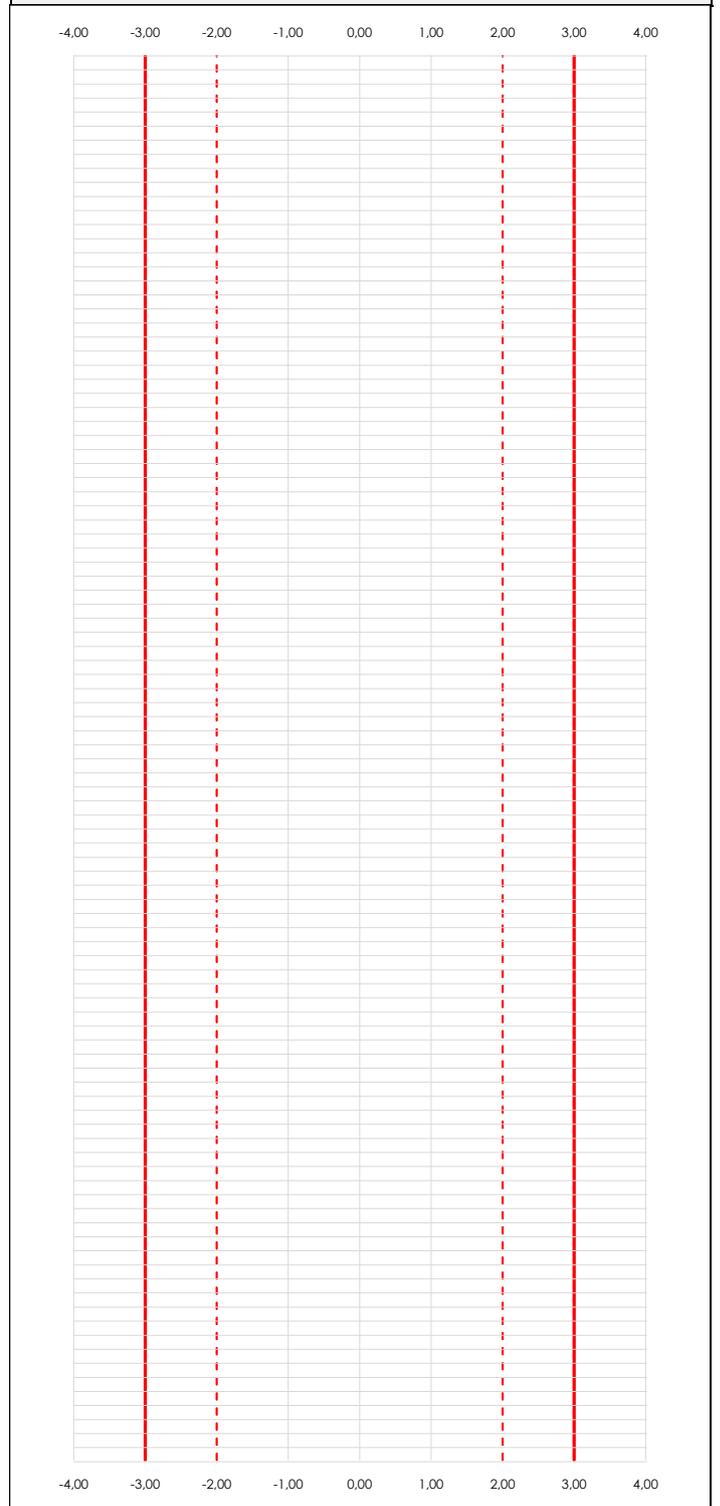
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr250 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr250 hz" (--- ; eje X)



#### 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	42,30	36,60	40,30	41,60	38,90	39,94	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
147	42,90	43,10	41,10	42,20	40,80	42,02	1,038	5,26	✓	✓	✓			1,275	S
151	39,70	38,76	39,25	39,89	41,02	39,72	0,846	-0,49	✓	✓	✓			-0,119	S
155	41,10	40,80	41,10	41,00	41,80	41,16	0,378	3,10	✓	✓	✓			0,753	S
159	37,00	37,30	39,80	40,10	37,60	38,36	1,471	-3,91	✓	✓	✓			-0,948	S
164	38,40	37,30	38,00	37,60	38,00	37,86	0,422	-5,16	✓	✓	✓			-1,252	S
173	39,40	37,30	40,30	38,50	38,20	38,74	1,150	-2,96	✓	✓	✓			-0,717	S
266	39,20	40,00	39,50	39,20	39,20	39,42	0,349	-1,25	✓	✓	✓			-0,304	S
278	41,50	40,90	42,90	42,40	42,70	42,08	0,850	5,41	✓	✓	✓			1,312	S

**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, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>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]

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

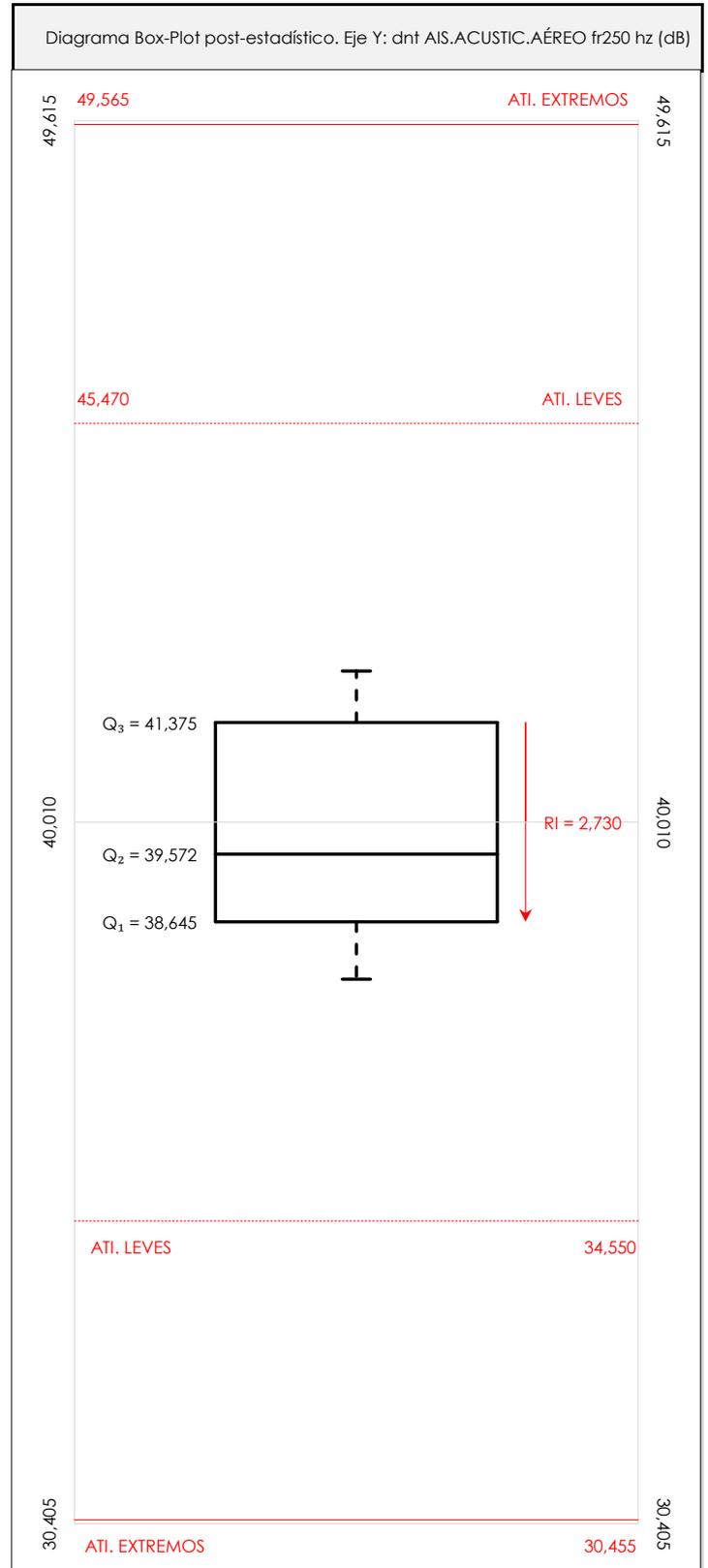
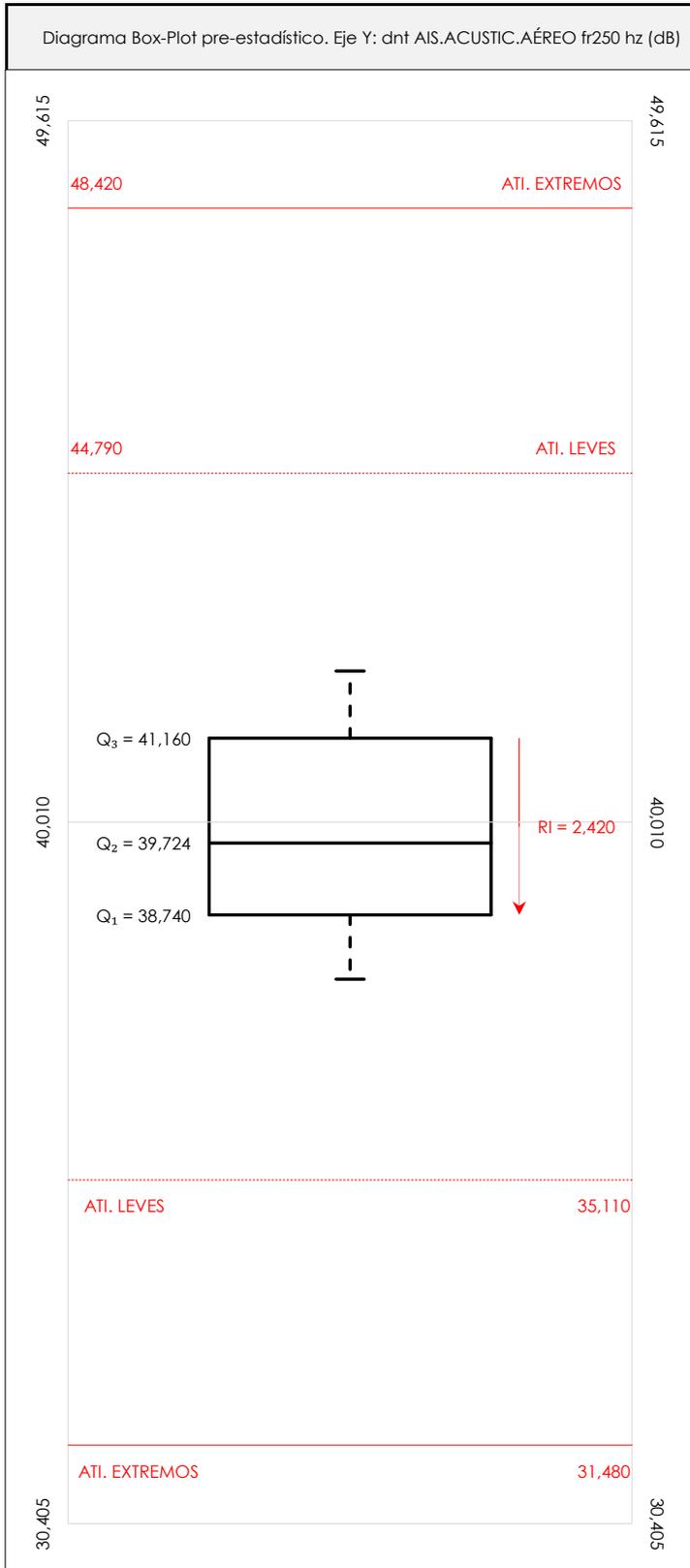
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ (dB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR250 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 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 ; %)	42,90	43,10	42,90	42,40	42,70	42,08	42,90	43,10	42,90	42,40	42,70	42,08
Valor Mínimo (min ; %)	37,00	36,60	38,00	37,60	37,60	37,86	37,00	37,30	38,00	37,60	37,60	37,86
Valor Promedio (M ; %)	40,17	39,12	40,25	40,28	39,80	39,92	39,90	39,43	40,24	40,11	39,92	39,92
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,92	2,21	1,38	1,66	1,83	1,54	1,87	2,13	1,48	1,70	1,92	1,65
Coef. Variación (CV ; ---)	0,05	0,06	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
Valor Calculado	1,291	3,149	2,113	3,404	5,114		0,806	2,488	2,549	3,355	5,077	
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	0,425	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
Nivel de Significación 5%	1,75	1,50	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr315 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

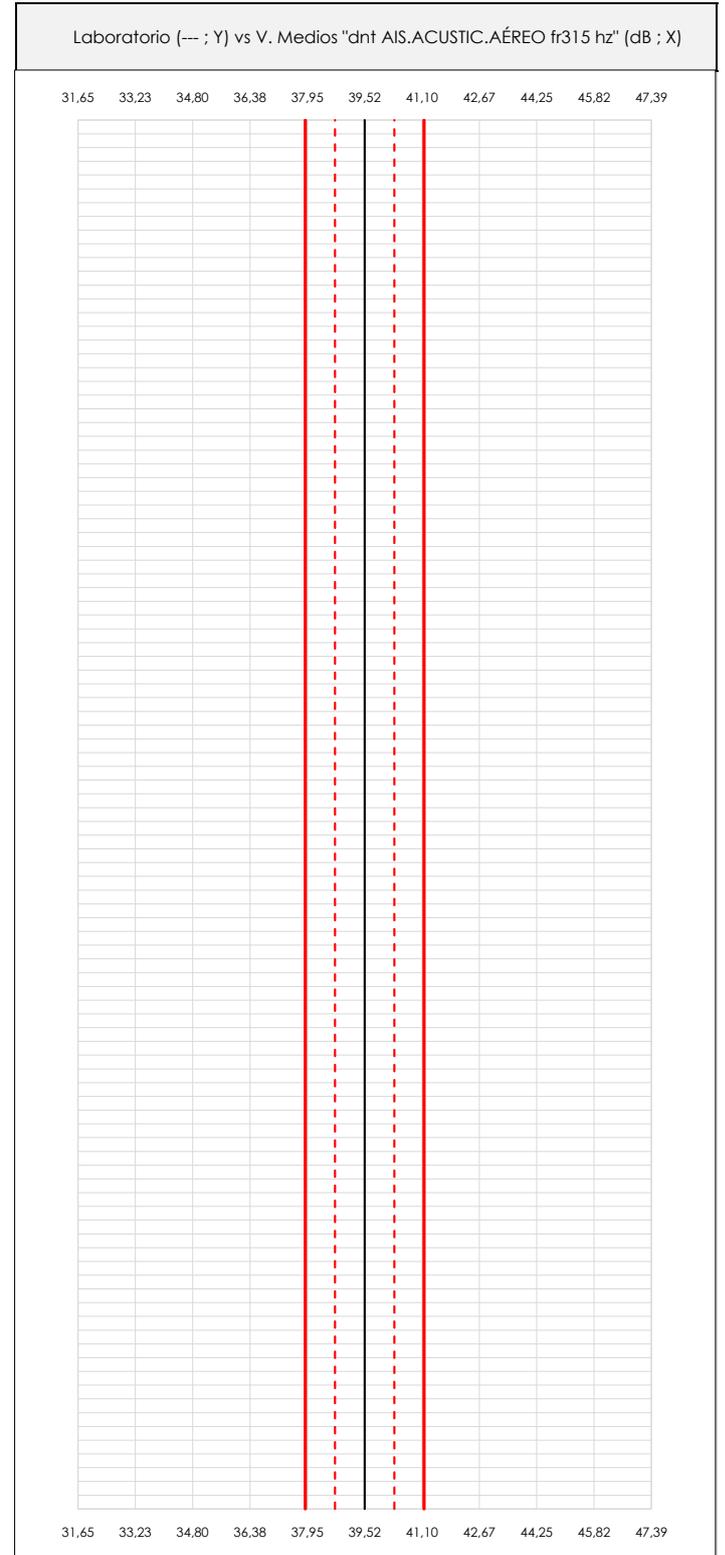
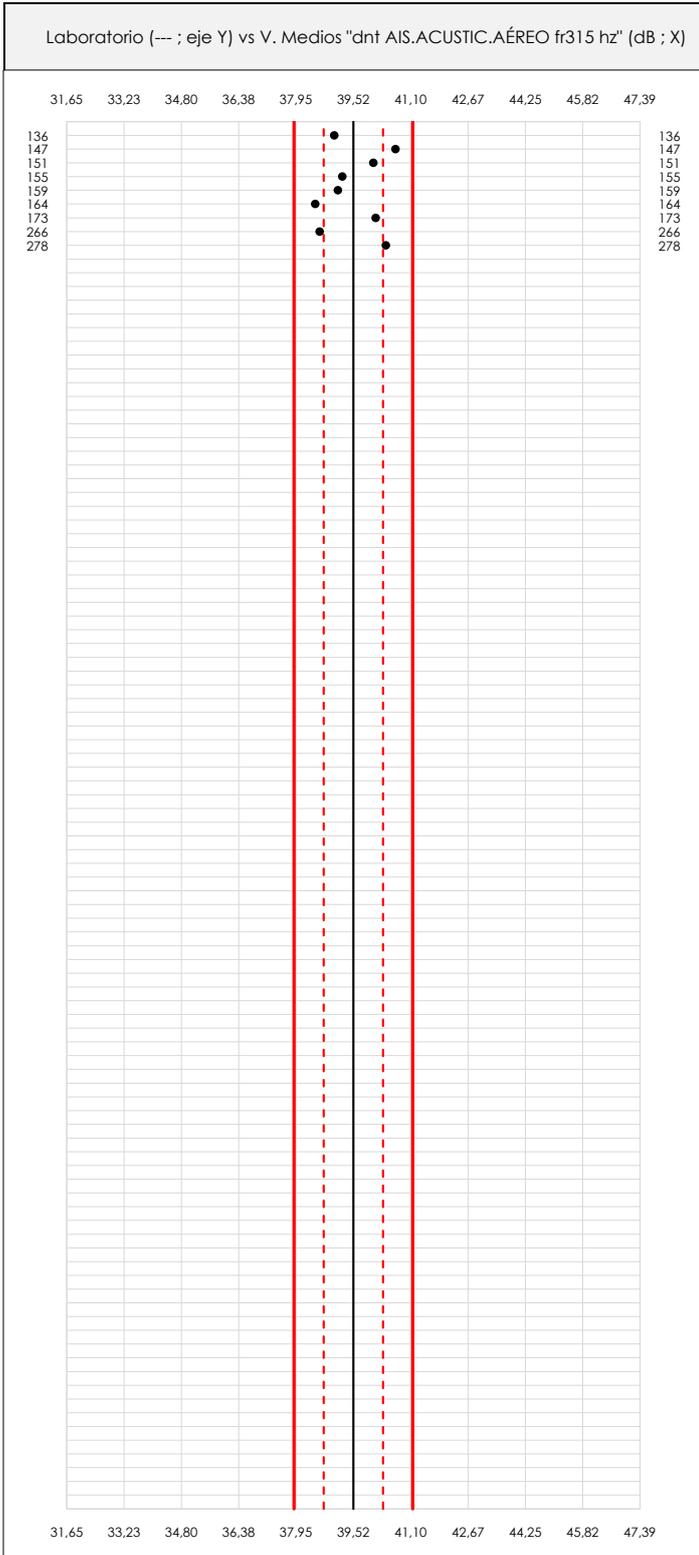
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

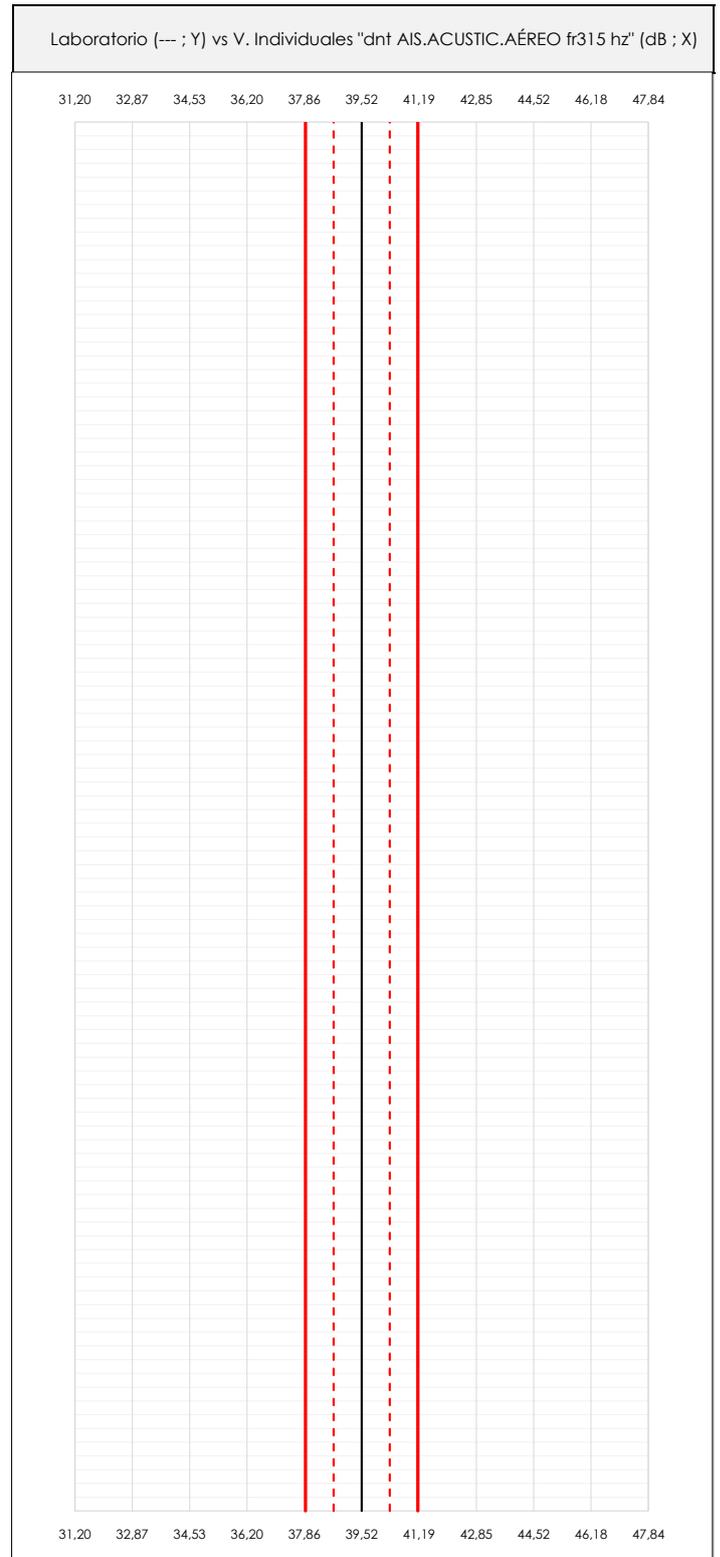
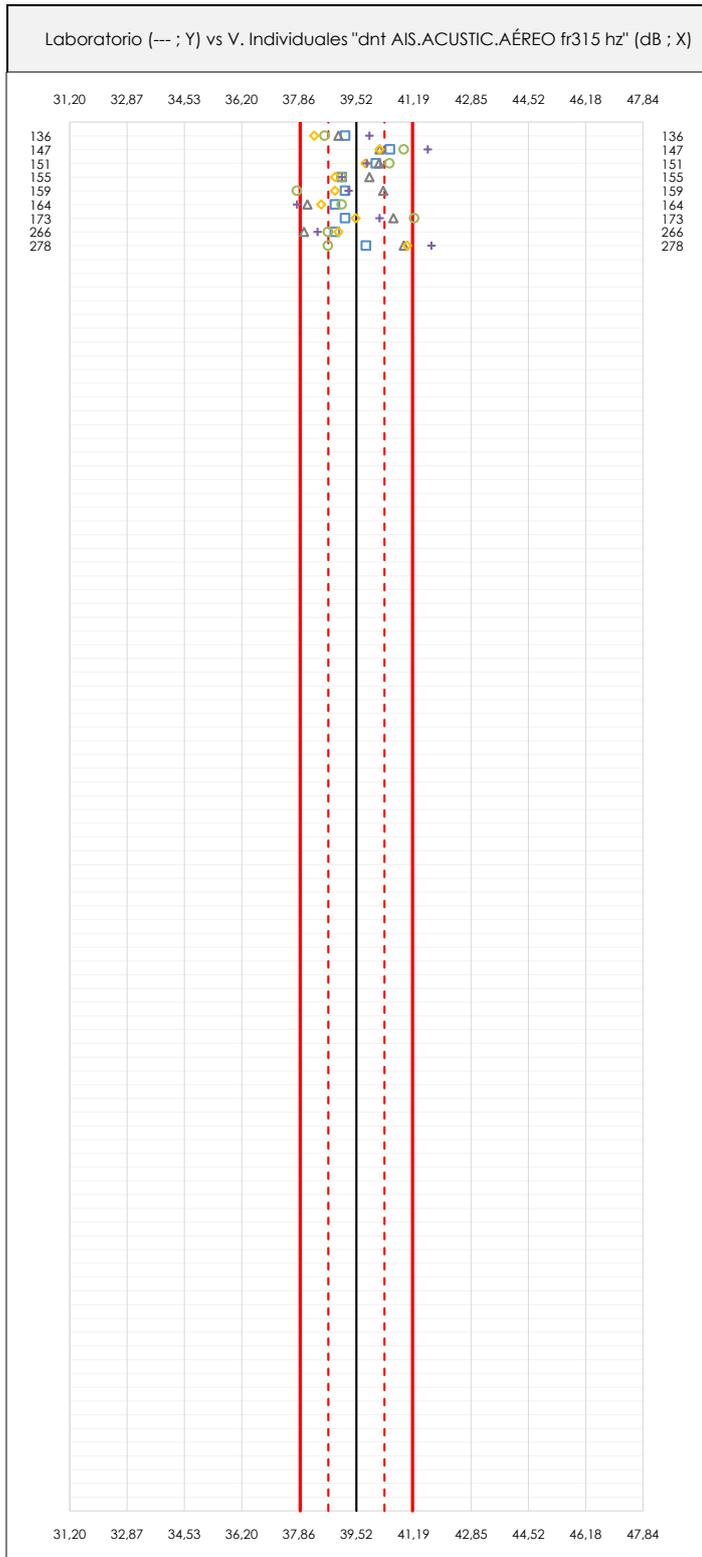
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (39,52 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (40,34/38,71 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (41,15/37,89 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (39,52 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (40,34/38,71 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (41,15/37,89 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
136	39,20	38,60	39,00	38,30	39,90	39,00	0,612	-1,33	✓	
147	40,50	40,90	40,20	40,20	41,60	40,68	0,589	2,93	✓	
151	40,09	40,48	40,18	39,79	39,82	40,08	0,284	1,39	✓	
155	39,10	39,10	39,90	38,90	39,10	39,22	0,390	-0,77	✓	
159	39,20	37,80	40,30	38,90	39,30	39,10	0,897	-1,07	✓	
164	38,90	39,10	38,10	38,50	37,80	38,48	0,540	-2,64	✓	
173	39,20	41,20	40,60	39,50	40,20	40,14	0,811	1,56	✓	
266	38,90	38,70	38,00	39,00	38,40	38,60	0,406	-2,34	✓	
278	39,80	38,70	40,90	41,00	41,70	40,42	1,178	2,27	✓	

**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]

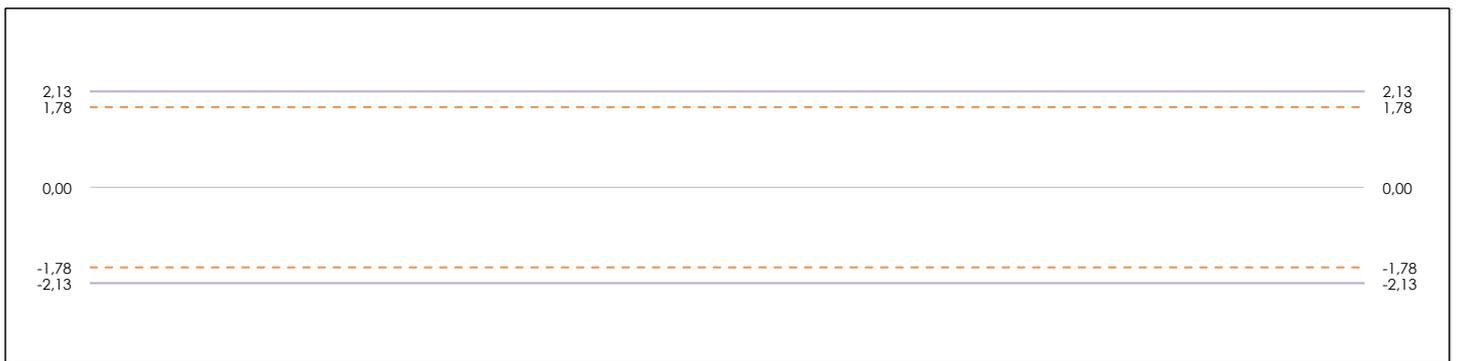
[mínimo]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ (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
136	39,20	38,600	39,000	38,300	39,900	39,000	0,612	-1,33	-0,64	0,89						✓
147	40,50	40,900	40,200	40,200	41,600	40,680	0,589	2,93	1,42	0,86			1,419		0,4840	✓
151	40,09	40,484	40,184	39,791	39,824	40,075	0,284	1,39	0,68	0,41						✓
155	39,10	39,100	39,900	38,900	39,100	39,220	0,390	-0,77	-0,37	0,57						✓
159	39,20	37,800	40,300	38,900	39,300	39,100	0,897	-1,07	-0,52	1,30						✓
164	38,90	39,100	38,100	38,500	37,800	38,480	0,540	-2,64	-1,28	0,79		1,281		0,5301		✓
173	39,20	41,200	40,600	39,500	40,200	40,140	0,811	1,56	0,76	1,18						✓
266	38,90	38,700	38,000	39,000	38,400	38,600	0,406	-2,34	-1,13	0,59				0,5301		✓
278	39,80	38,700	40,900	41,000	41,700	40,420	1,178	2,27	1,10	1,71*	0,325				0,4840	✓

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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]

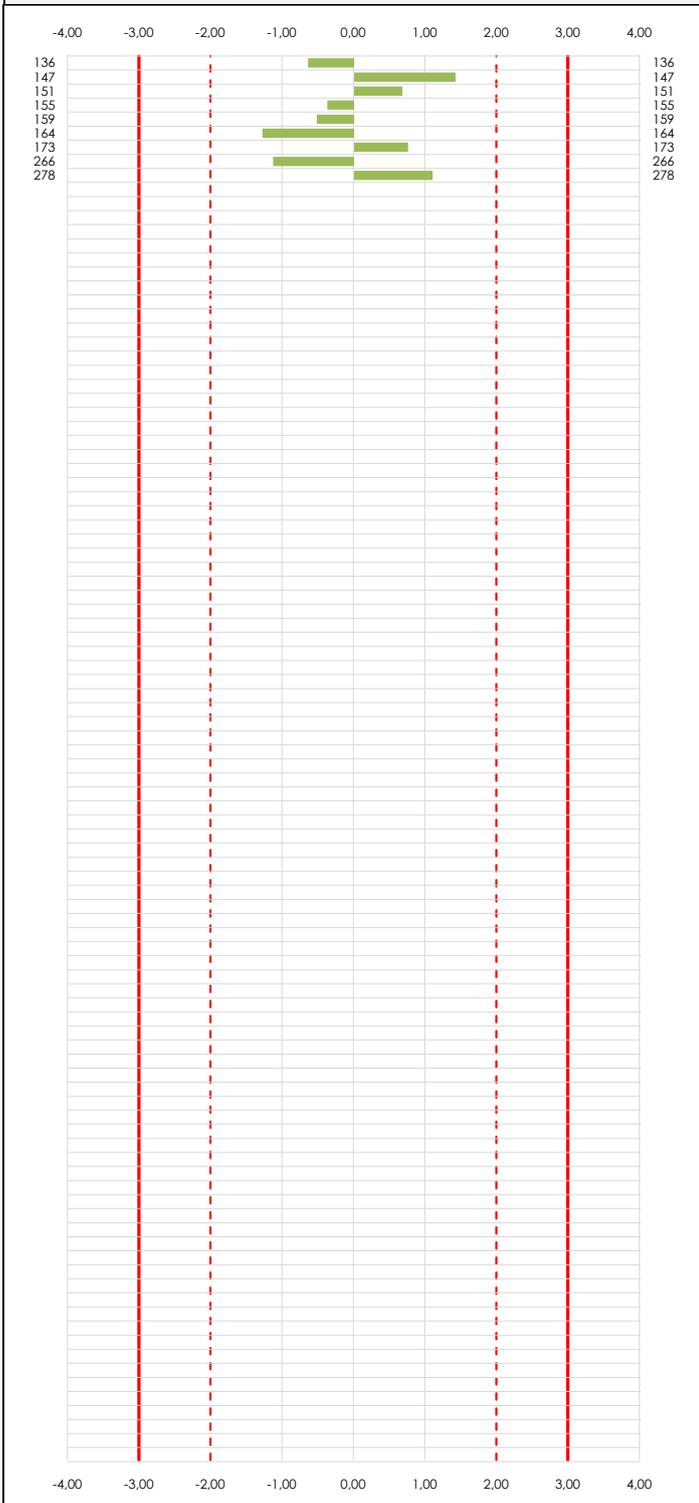


# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ (dB)

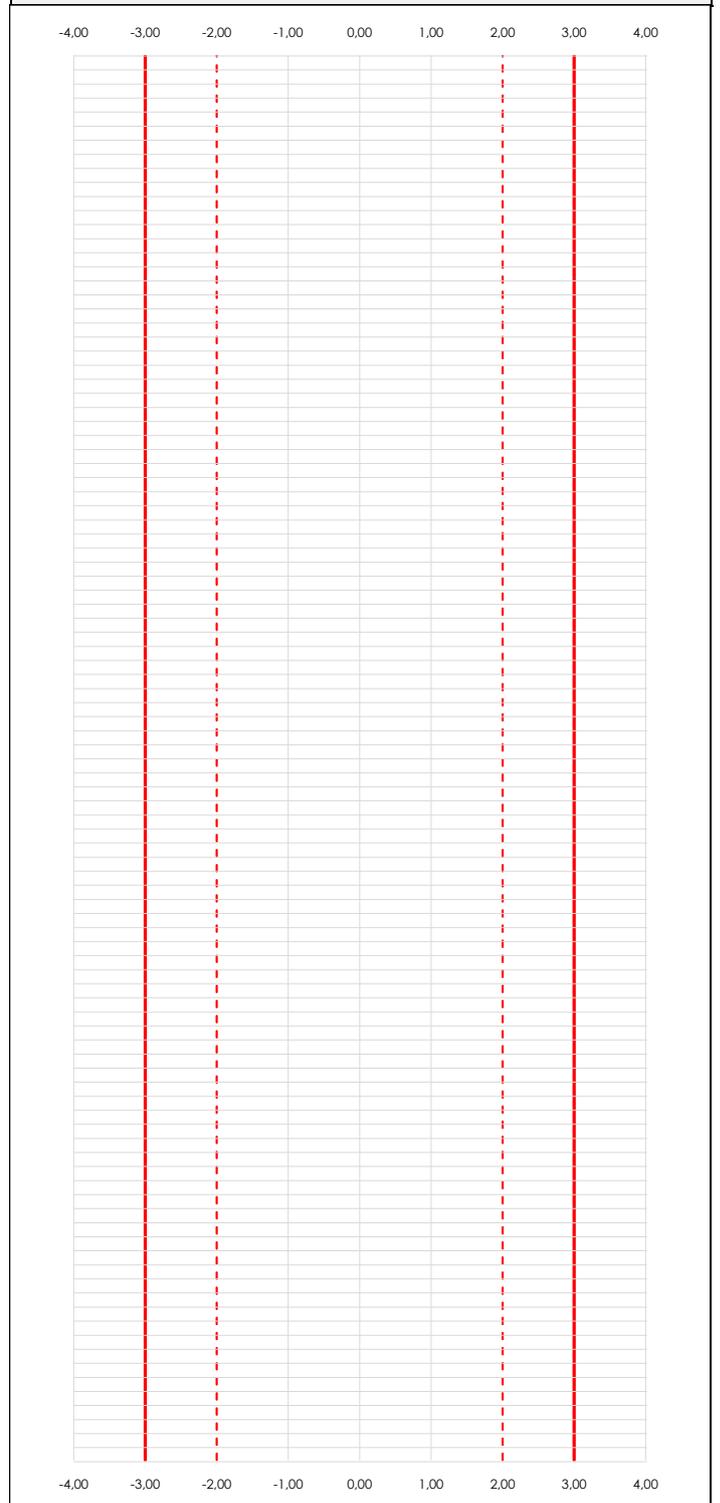
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr315 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr315 hz" (---; eje X)



#### 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. 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	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	39,20	38,60	39,00	38,30	39,90	39,00	0,612	-1,33	✓	✓	✓			-0,643	S
147	40,50	40,90	40,20	40,20	41,60	40,68	0,589	2,93	✓	✓	✓			1,419	S
151	40,09	40,48	40,18	39,79	39,82	40,08	0,284	1,39	✓	✓	✓			0,676	S
155	39,10	39,10	39,90	38,90	39,10	39,22	0,390	-0,77	✓	✓	✓			-0,373	S
159	39,20	37,80	40,30	38,90	39,30	39,10	0,897	-1,07	✓	✓	✓			-0,520	S
164	38,90	39,10	38,10	38,50	37,80	38,48	0,540	-2,64	✓	✓	✓			-1,281	S
173	39,20	41,20	40,60	39,50	40,20	40,14	0,811	1,56	✓	✓	✓			0,756	S
266	38,90	38,70	38,00	39,00	38,40	38,60	0,406	-2,34	✓	✓	✓			-1,134	S
278	39,80	38,70	40,90	41,00	41,70	40,42	1,178	2,27	✓	✓	✓			1,100	S

**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> 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].

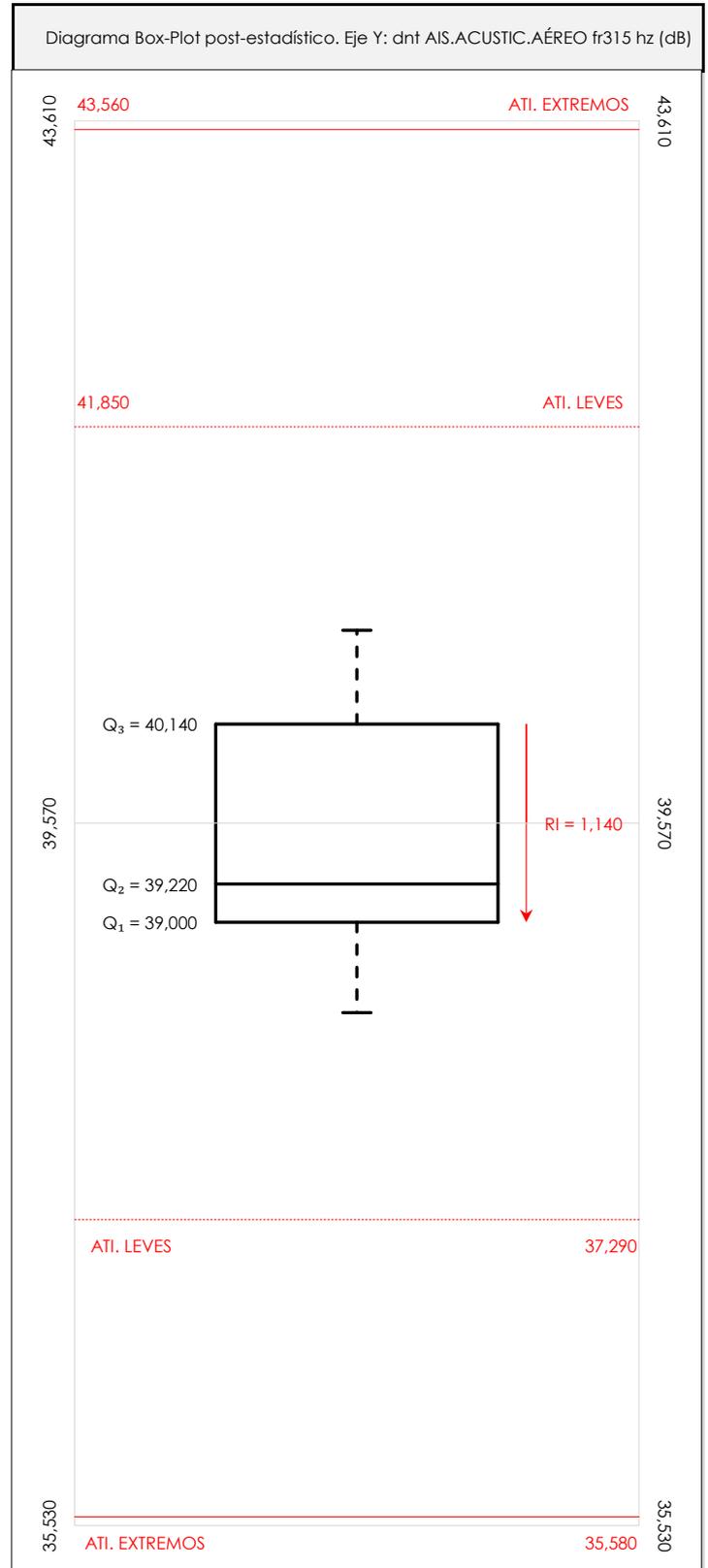
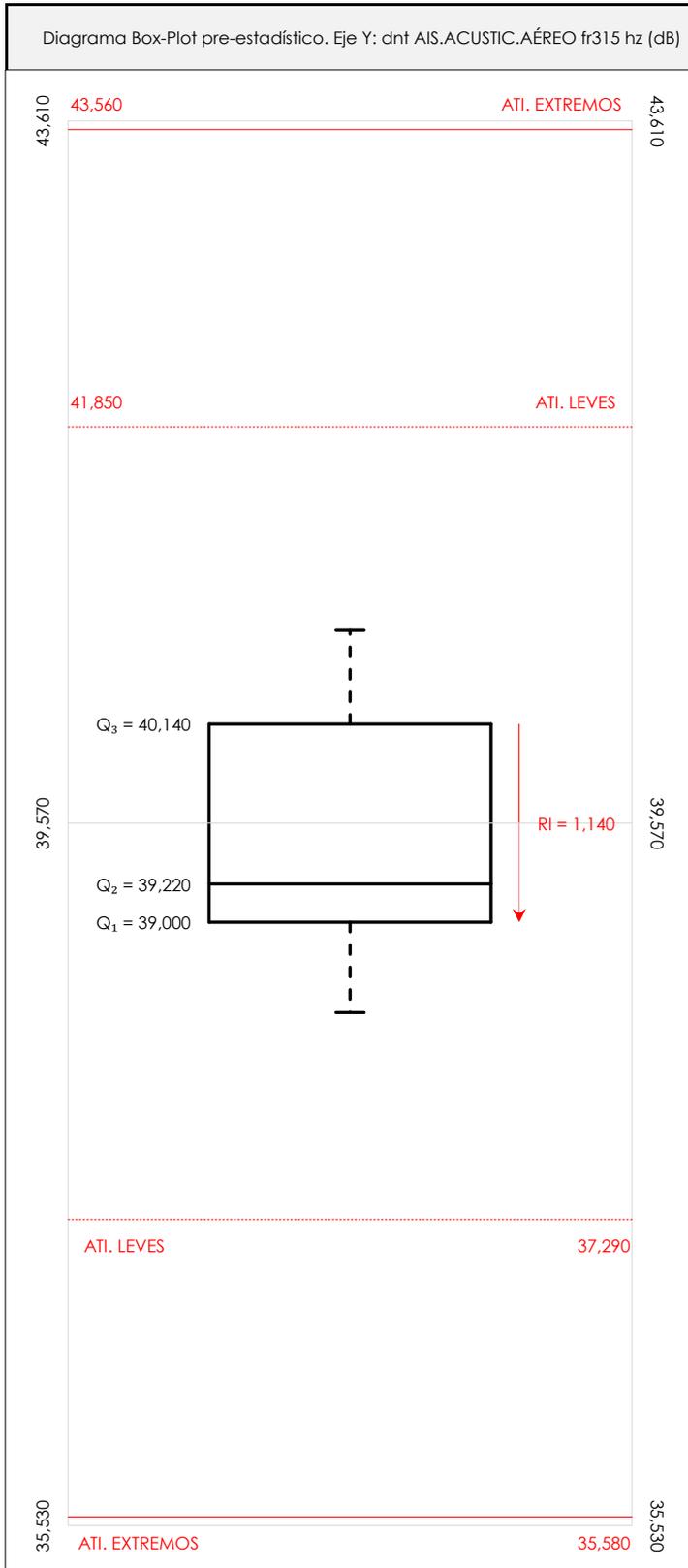
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ (dB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

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

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR315 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO								
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$			
Valor Máximo (max ; %)	40,50	41,20	40,90	41,00	41,70	40,68	40,50	41,20	40,90	41,00	41,70	40,68			
Valor Mínimo (min ; %)	38,90	37,80	38,00	38,30	37,80	38,48	38,90	37,80	38,00	38,30	37,80	38,48			
Valor Promedio (M ; %)	39,43	39,40	39,69	39,34	39,76	39,52	39,43	39,40	39,69	39,34	39,76	39,52			
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,56	1,17	1,06	0,87	1,31	0,81	0,56	1,17	1,06	0,87	1,31	0,81			
Coef. Variación (CV ; ---)	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	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	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R
Valor Calculado	0,474	1,907	0,569	1,043	2,831	0,474	1,907	0,569	1,043	2,831	0,474	1,907	0,569	1,043	2,831
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	0,425	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
Nivel de Significación 5%	1,78	1,50	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr400 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

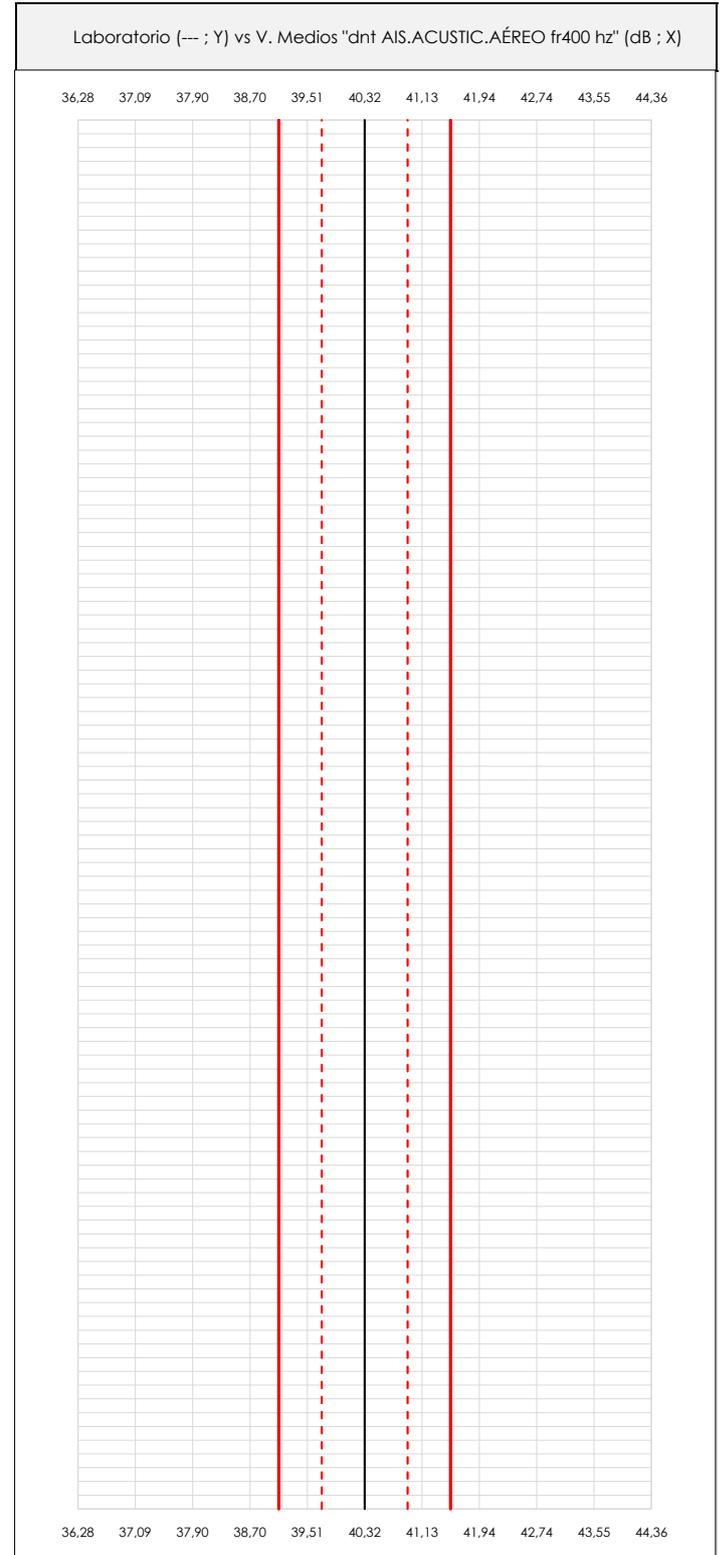
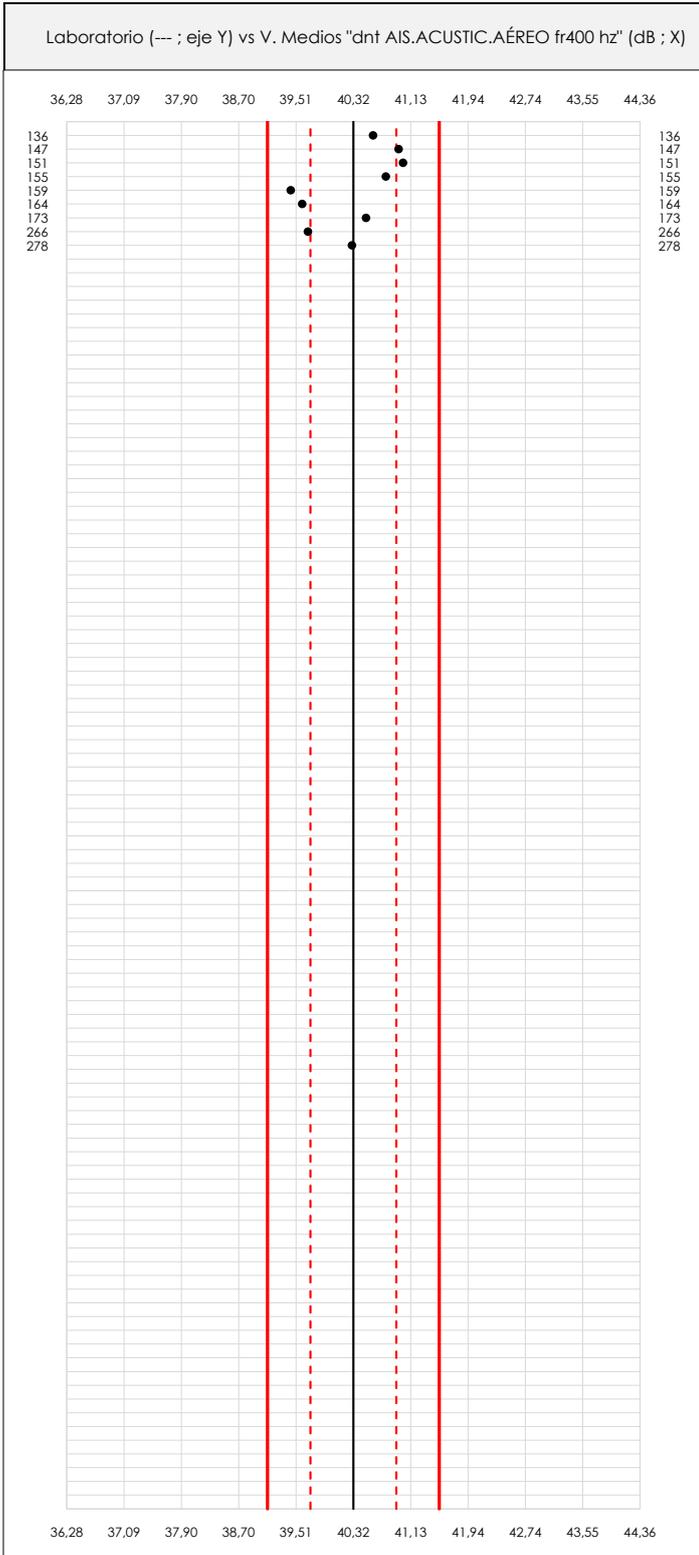
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

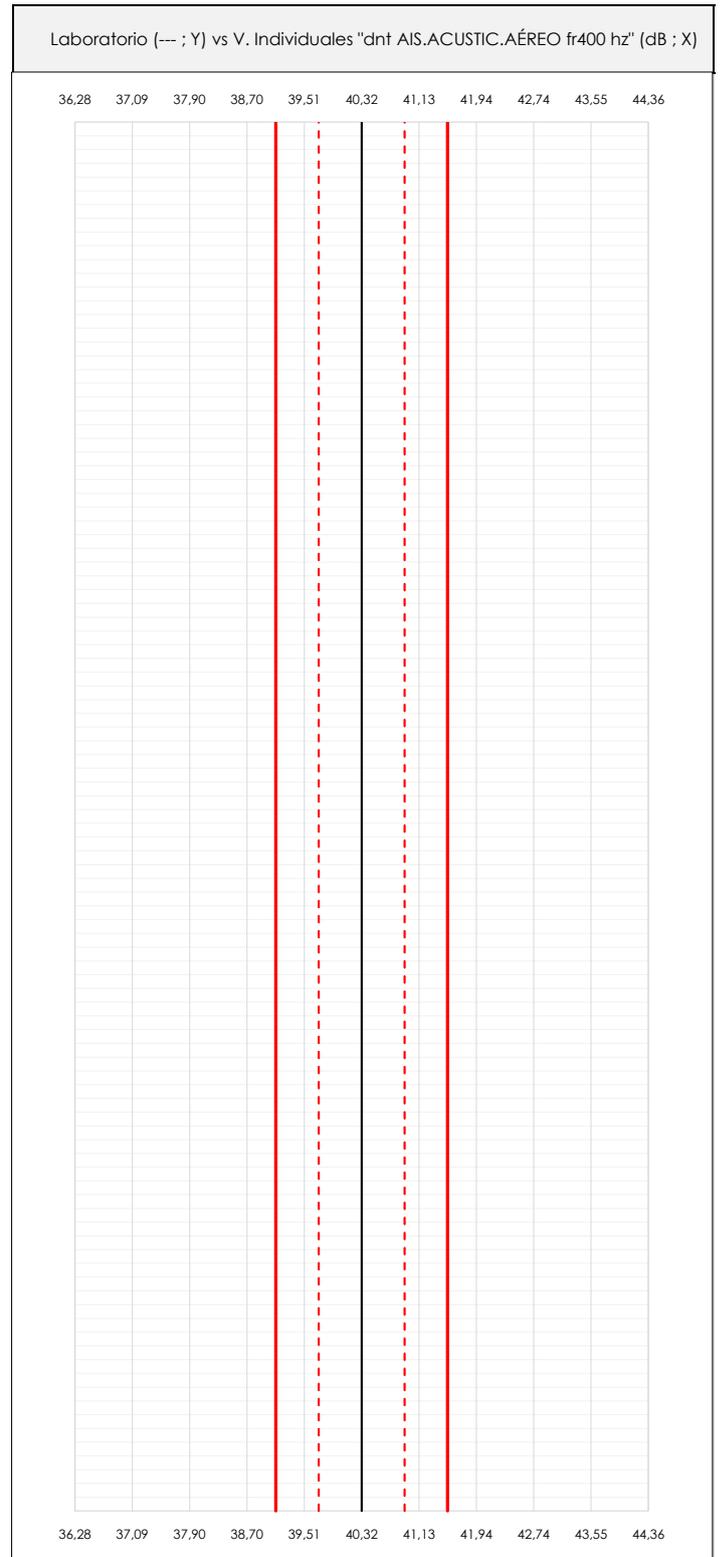
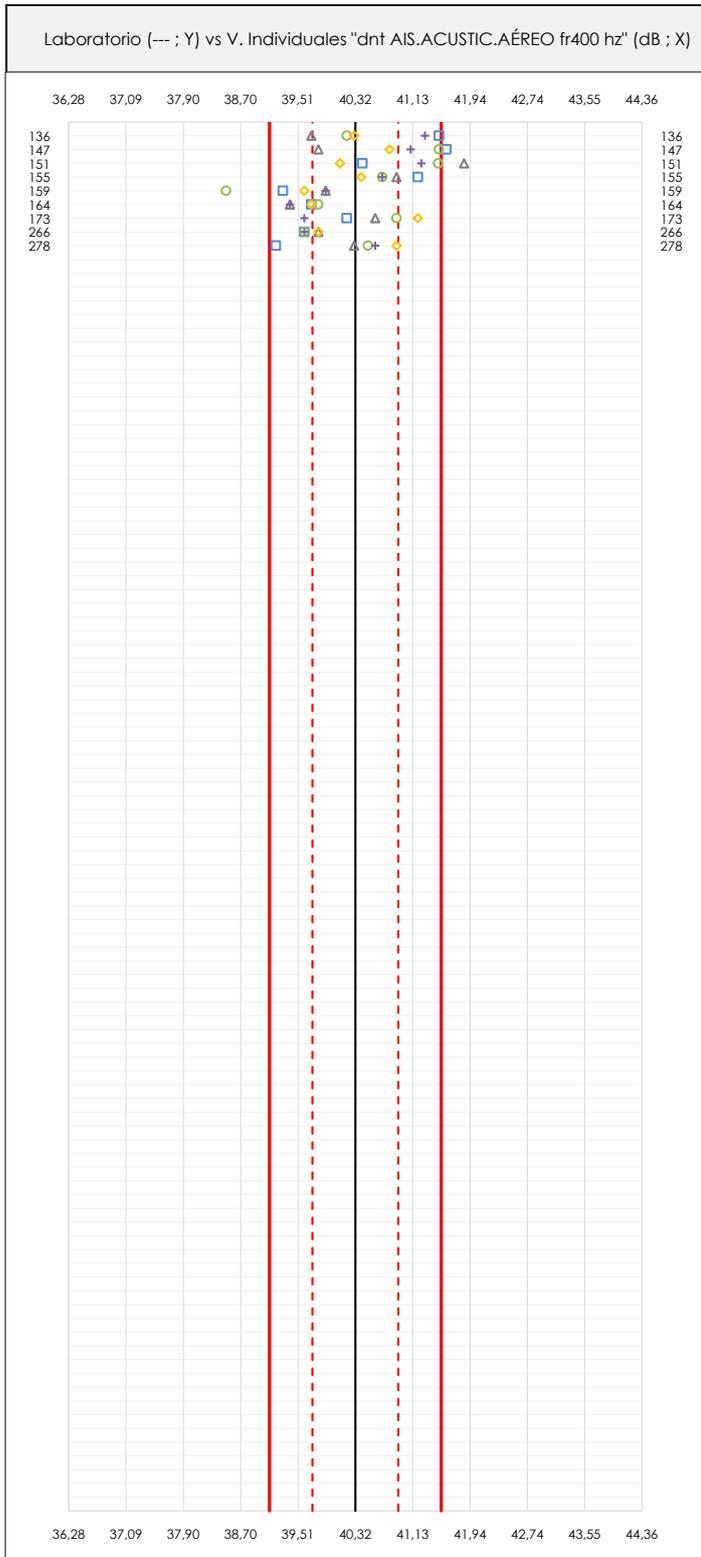
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (40,32 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (40,93/39,72 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (41,53/39,11 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (40,32 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (40,93/39,72 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (41,53/39,11 ; 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	41,50	40,20	39,70	40,30	41,30	40,60	0,768	0,69	✓	
147	41,60	41,50	39,80	40,80	41,10	40,96	0,723	1,59	✓	
151	40,42	41,49	41,85	40,10	41,25	41,02	0,736	1,74	✓	
155	41,20	40,70	40,90	40,40	40,70	40,78	0,295	1,14	✓	
159	39,30	38,50	39,90	39,60	39,90	39,44	0,581	-2,18	✓	
164	39,70	39,80	39,40	39,70	39,40	39,60	0,187	-1,79	✓	
173	40,20	40,90	40,60	41,20	39,60	40,50	0,624	0,45	✓	
266	39,60	39,60	39,80	39,80	39,60	39,68	0,110	-1,59	✓	
278	39,20	40,50	40,30	40,90	40,60	40,30	0,652	-0,05	✓	

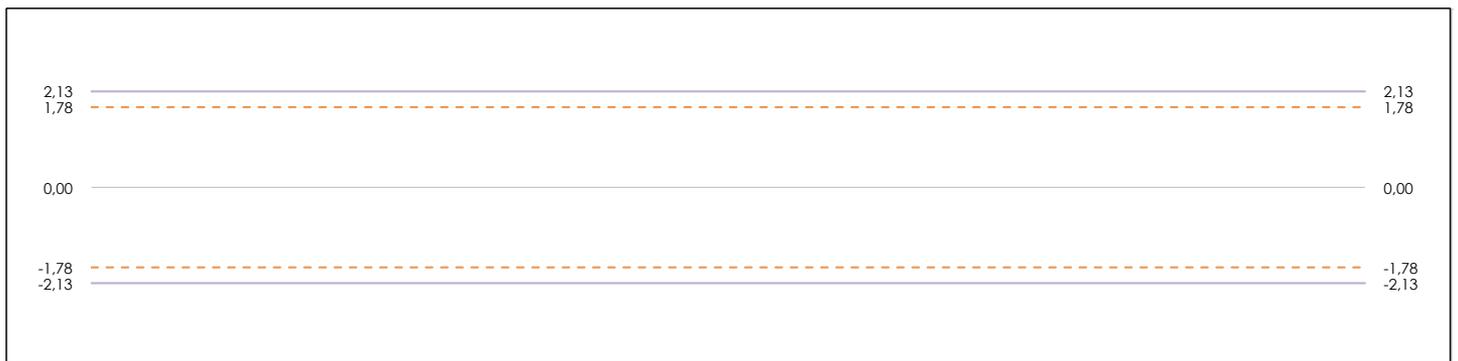
**NOTAS:**

- <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]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ (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
136	41,50	40,200	39,700	40,300	41,300	40,600	0,768	0,69	0,46	1,34						✓
147	41,60	41,500	39,800	40,800	41,100	40,960	0,723	1,59	1,06	1,26					0,6041	✓
151	40,42	41,488	41,853	40,103	41,249	41,022	0,736	1,74	1,16	1,29			1,160		0,6041	✓
155	41,20	40,700	40,900	40,400	40,700	40,780	0,295	1,14	0,76	0,52						✓
159	39,30	38,500	39,900	39,600	39,900	39,440	0,581	-2,18	-1,46	1,02		1,455		0,4332		✓
164	39,70	39,800	39,400	39,700	39,400	39,600	0,187	-1,79	-1,19	0,33				0,4332		✓
173	40,20	40,900	40,600	41,200	39,600	40,500	0,624	0,45	0,30	1,09						✓
266	39,60	39,600	39,800	39,800	39,600	39,680	0,110	-1,59	-1,06	0,19						✓
278	39,20	40,500	40,300	40,900	40,600	40,300	0,652	-0,05	-0,03	1,14						✓

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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:

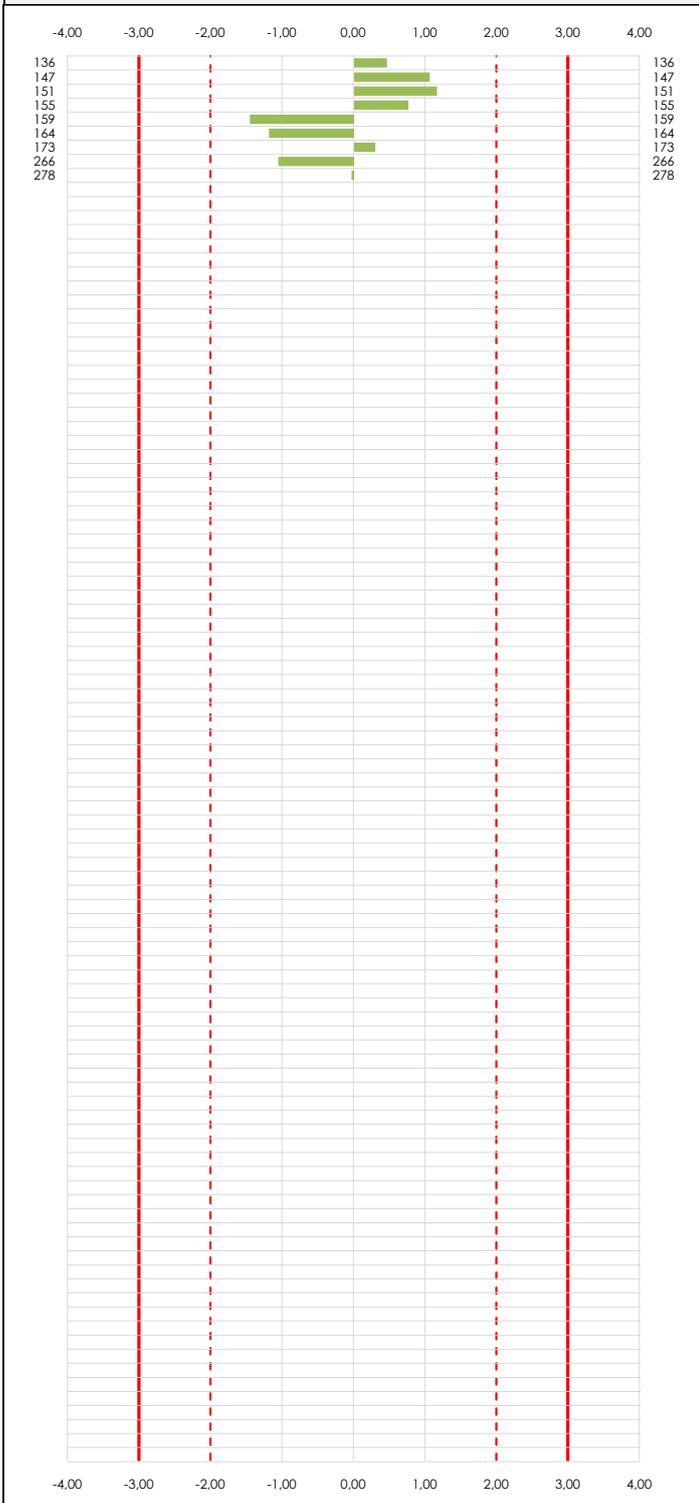
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ (dB)

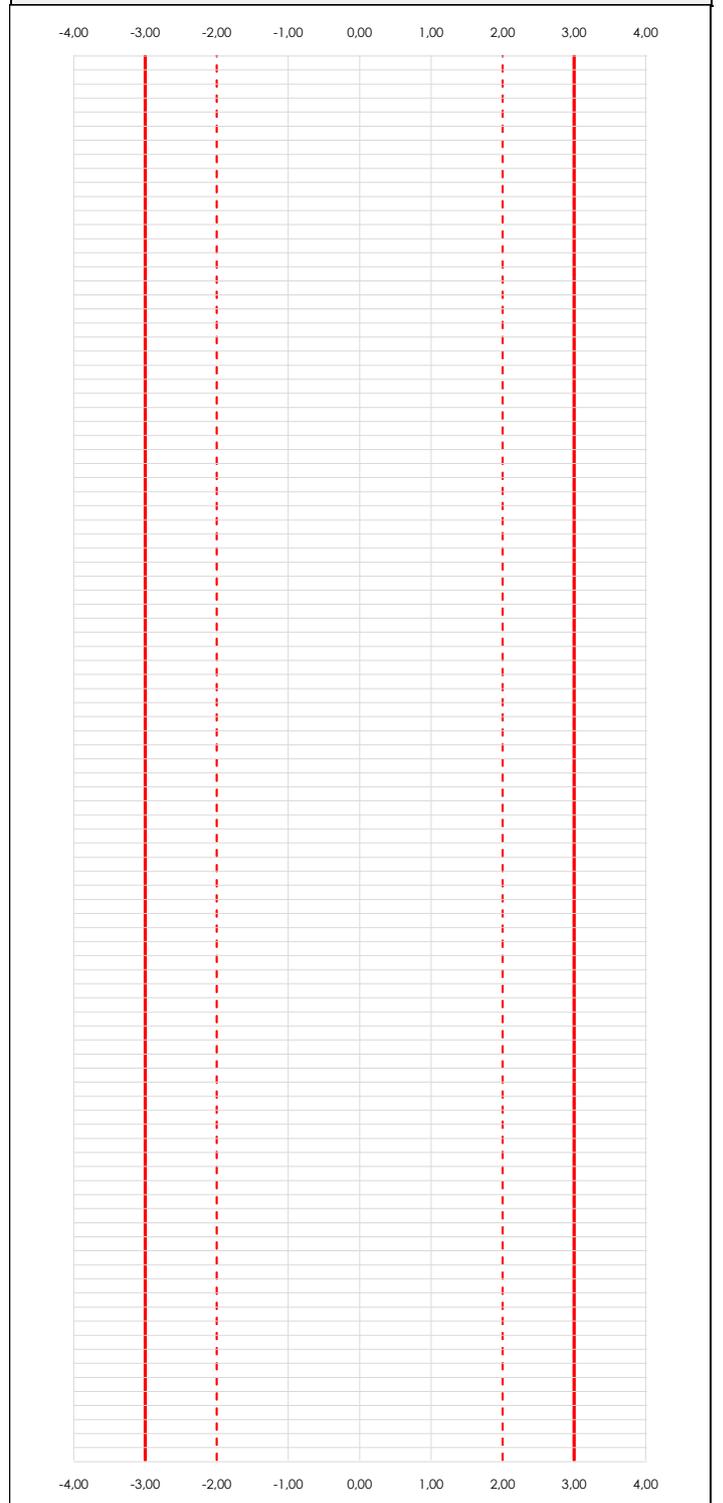
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr400 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr400 hz" (--- ; eje X)



#### 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. 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	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	41,50	40,20	39,70	40,30	41,30	40,60	0,768	0,69	✓	✓	✓			0,462	S
147	41,60	41,50	39,80	40,80	41,10	40,96	0,723	1,59	✓	✓	✓			1,058	S
151	40,42	41,49	41,85	40,10	41,25	41,02	0,736	1,74	✓	✓	✓			1,160	S
155	41,20	40,70	40,90	40,40	40,70	40,78	0,295	1,14	✓	✓	✓			0,760	S
159	39,30	38,50	39,90	39,60	39,90	39,44	0,581	-2,18	✓	✓	✓			-1,455	S
164	39,70	39,80	39,40	39,70	39,40	39,60	0,187	-1,79	✓	✓	✓			-1,191	S
173	40,20	40,90	40,60	41,20	39,60	40,50	0,624	0,45	✓	✓	✓			0,297	S
266	39,60	39,60	39,80	39,80	39,60	39,68	0,110	-1,59	✓	✓	✓			-1,058	S
278	39,20	40,50	40,30	40,90	40,60	40,30	0,652	-0,05	✓	✓	✓			-0,033	S

**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> 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].

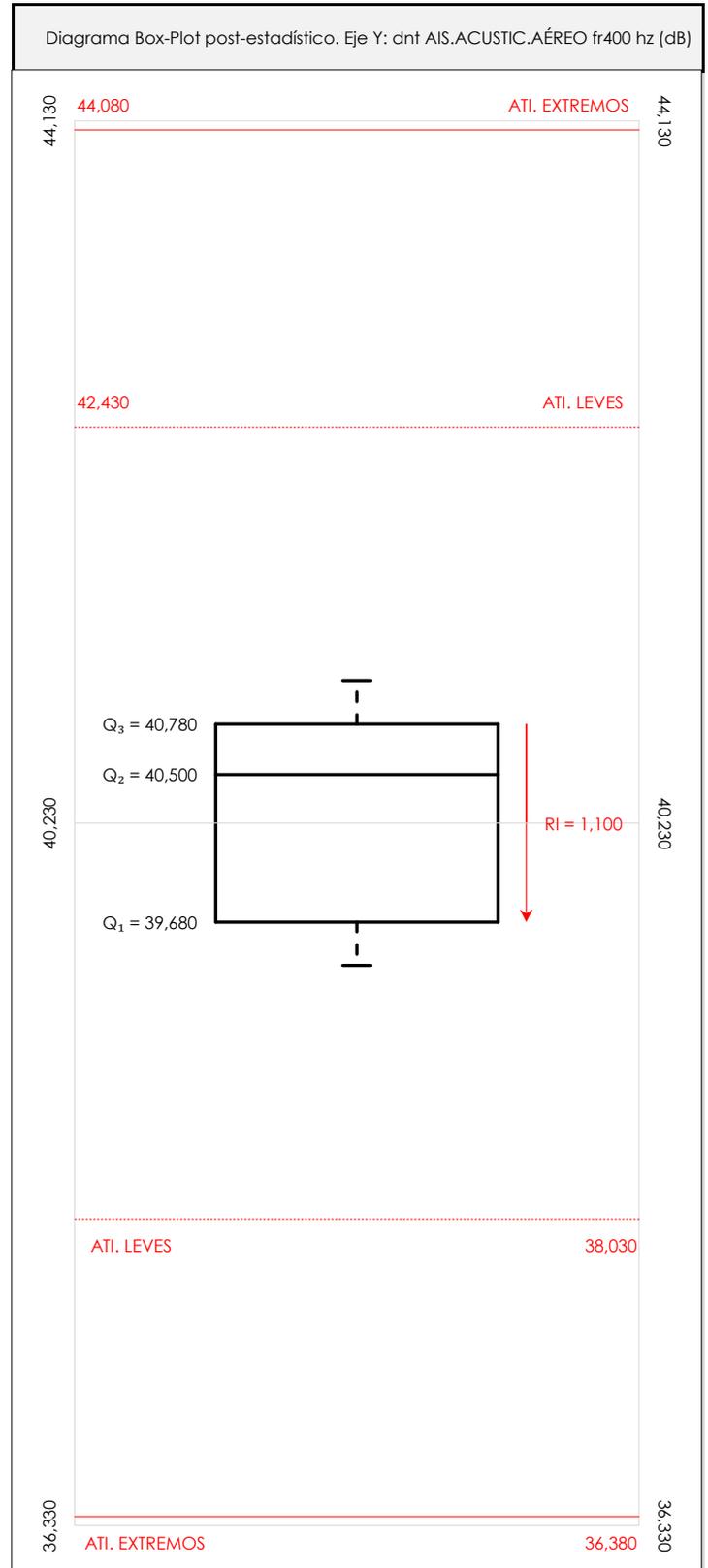
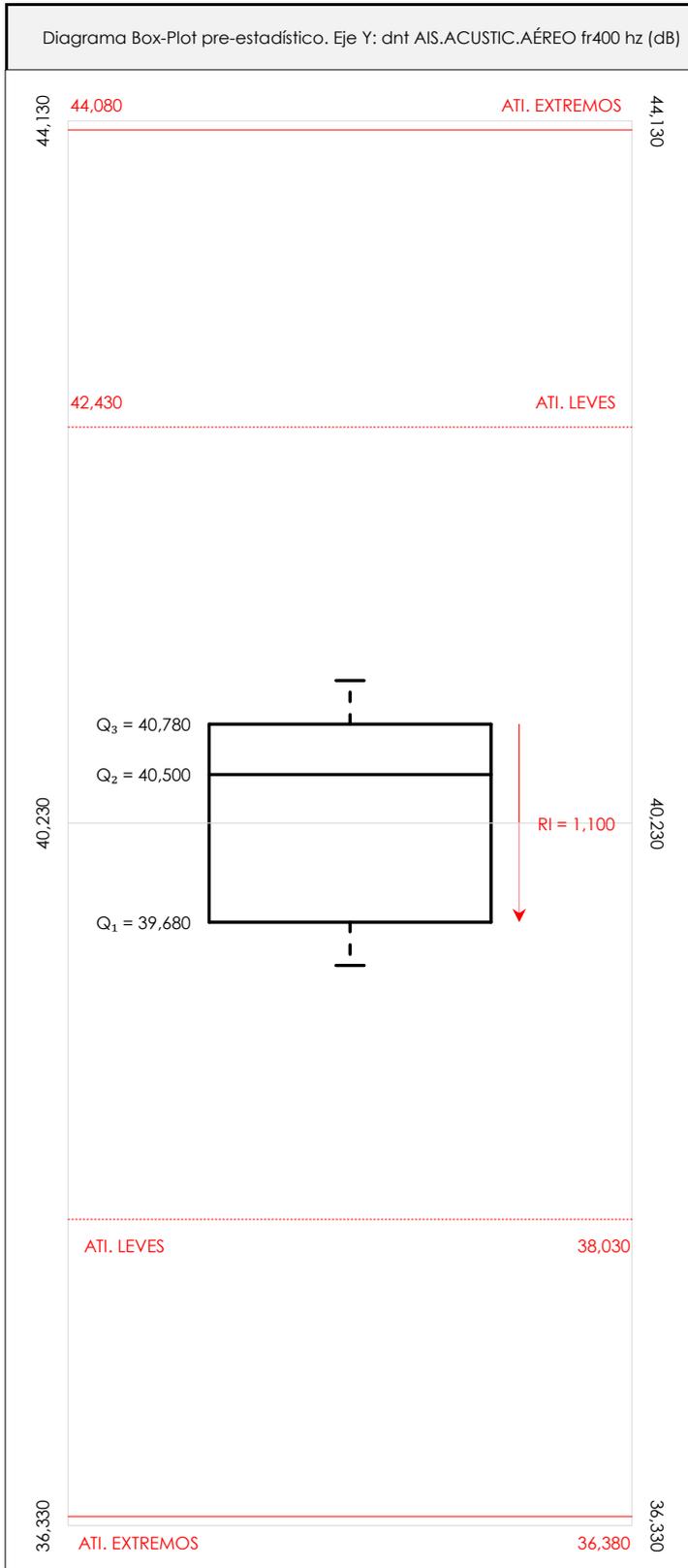
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ (dB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR400 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	41,60	41,50	41,85	41,20	41,30	41,02	41,60	41,50	41,85	41,20	41,30	41,02
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	39,20	38,50	39,40	39,60	39,40	39,44	39,20	38,50	39,40	39,60	39,40	39,44
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	40,30	40,35	40,25	40,31	40,38	40,32	40,30	40,35	40,25	40,31	40,38	40,32
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,94	0,96	0,76	0,57	0,76	0,60	0,94	0,96	0,76	0,57	0,76	0,60
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	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	
<b>Valor Calculado</b>	0,327	1,585	0,301	0,628	2,196		0,327	1,585	0,301	0,628	2,196	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,78	1,50	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr500 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

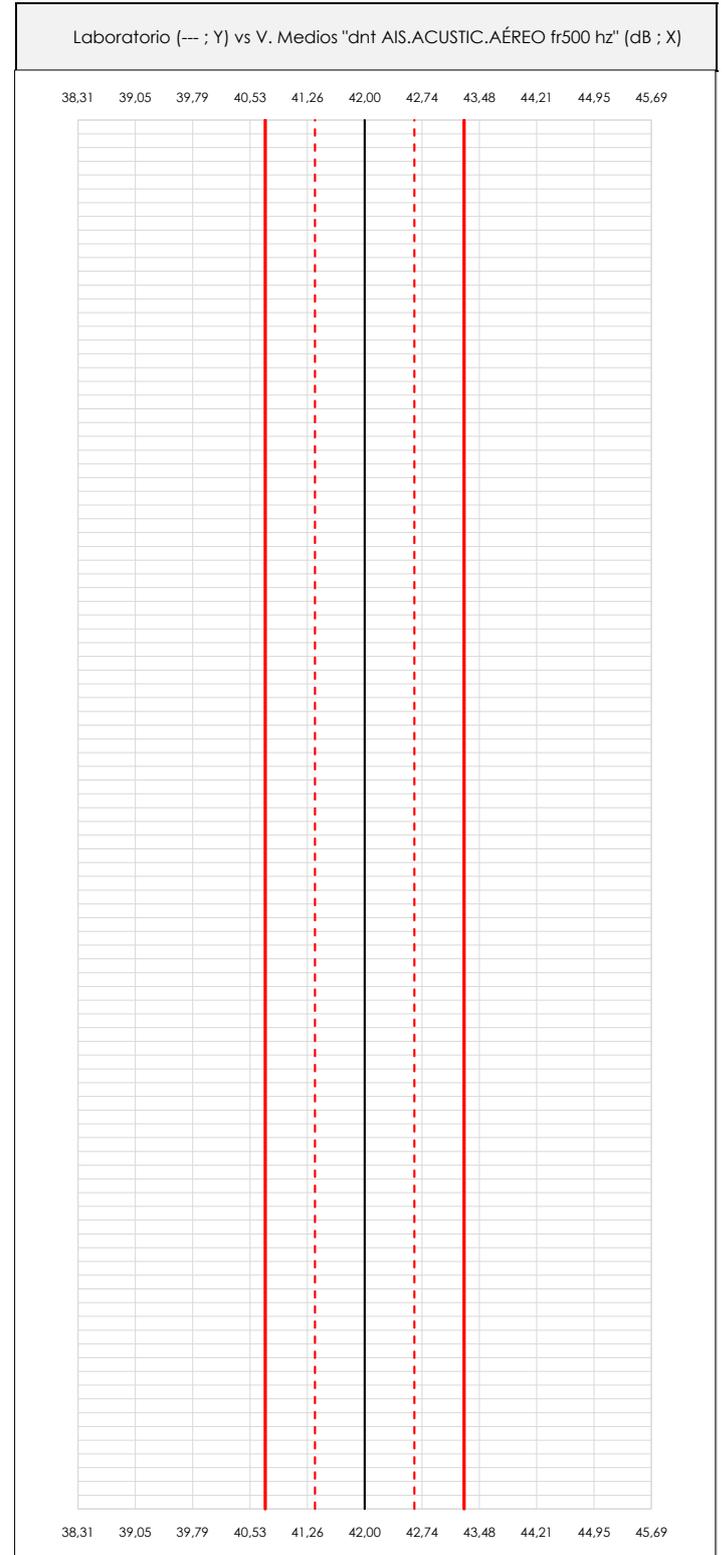
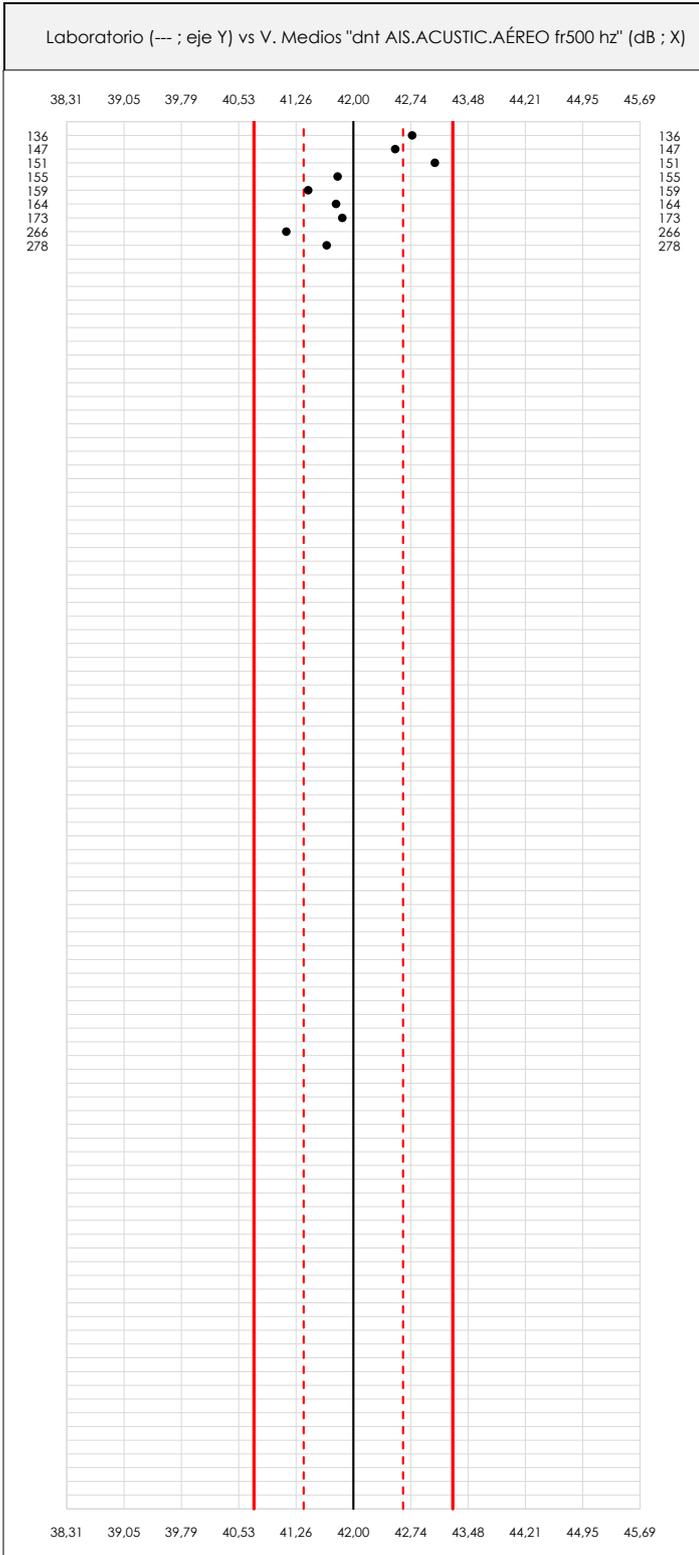
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

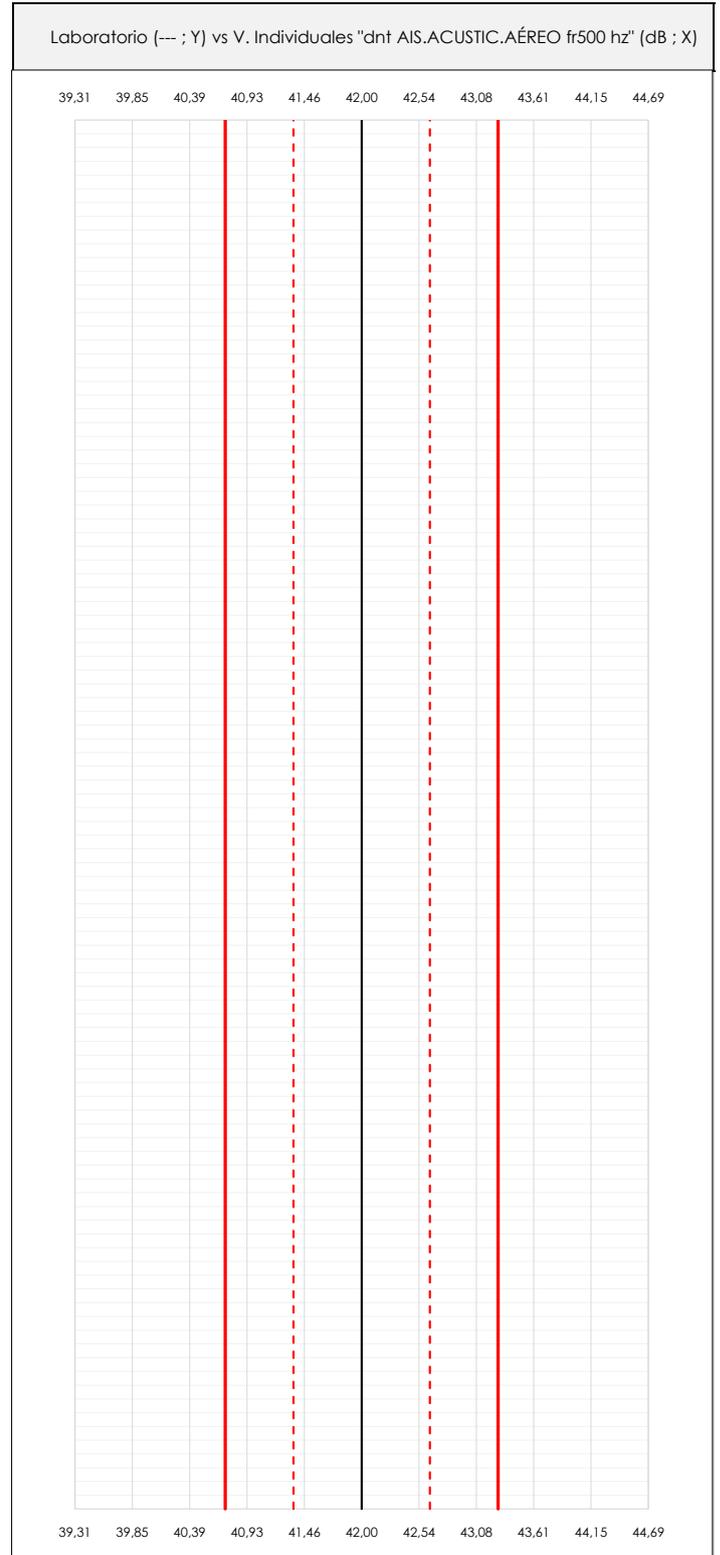
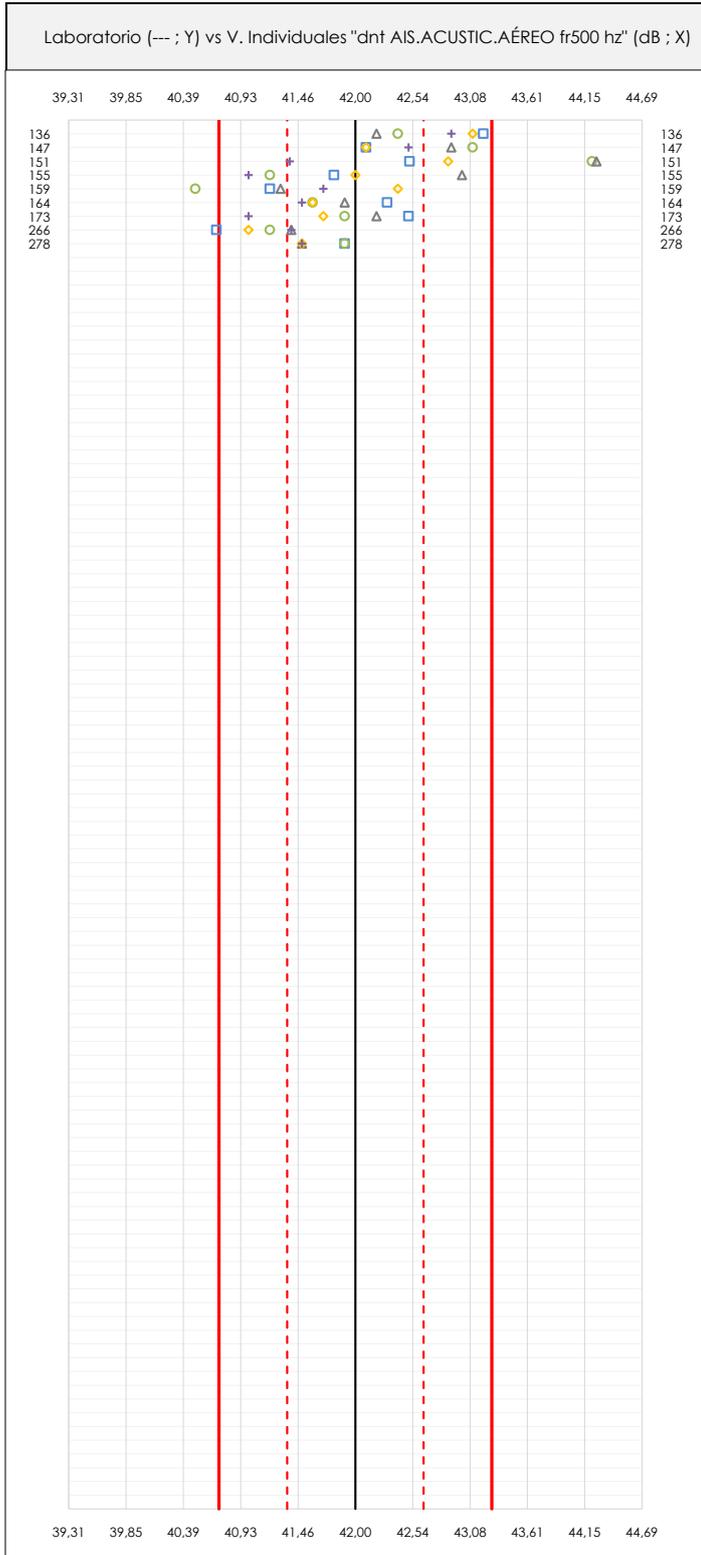
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (42,00 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (42,64/41,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (43,28/40,72 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (42,00 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (42,64/41,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (43,28/40,72 ; 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	43,20	42,40	42,20	43,10	42,90	42,76	0,439	1,81	✓	
147	42,10	43,10	42,90	42,10	42,50	42,54	0,456	1,28	✓	
151	42,51	44,22	44,26	42,87	41,39	43,05	1,217	2,50	✓	
155	41,80	41,20	43,00	42,00	41,00	41,80	0,787	-0,48	✓	
159	41,20	40,50	41,30	42,40	41,70	41,42	0,698	-1,38	✓	
164	42,30	41,60	41,90	41,60	41,50	41,78	0,327	-0,53	✓	
173	42,50	41,90	42,20	41,70	41,00	41,86	0,568	-0,34	✓	
266	40,70	41,20	41,40	41,00	41,40	41,14	0,297	-2,05	✓	
278	41,90	41,90	41,50	41,50	41,50	41,66	0,219	-0,81	✓	

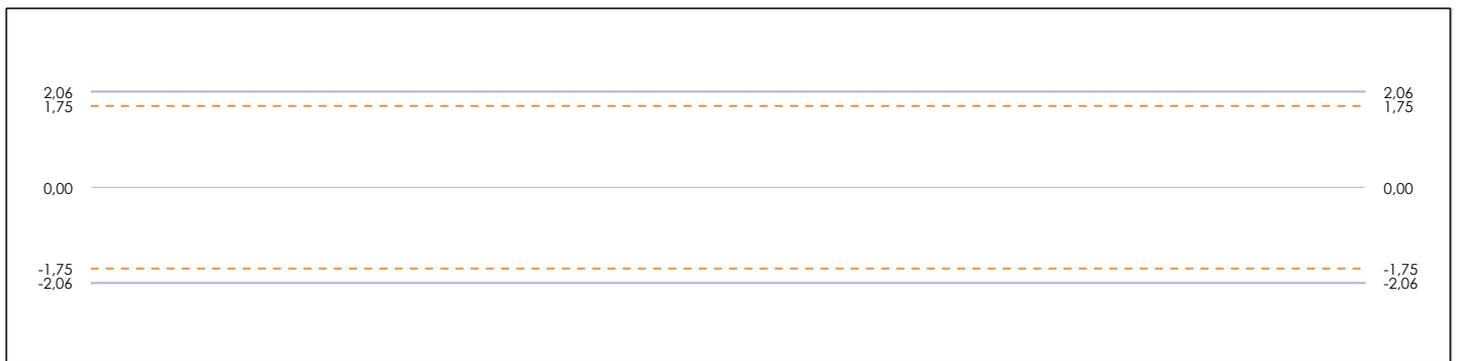
**NOTAS:**

- <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]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

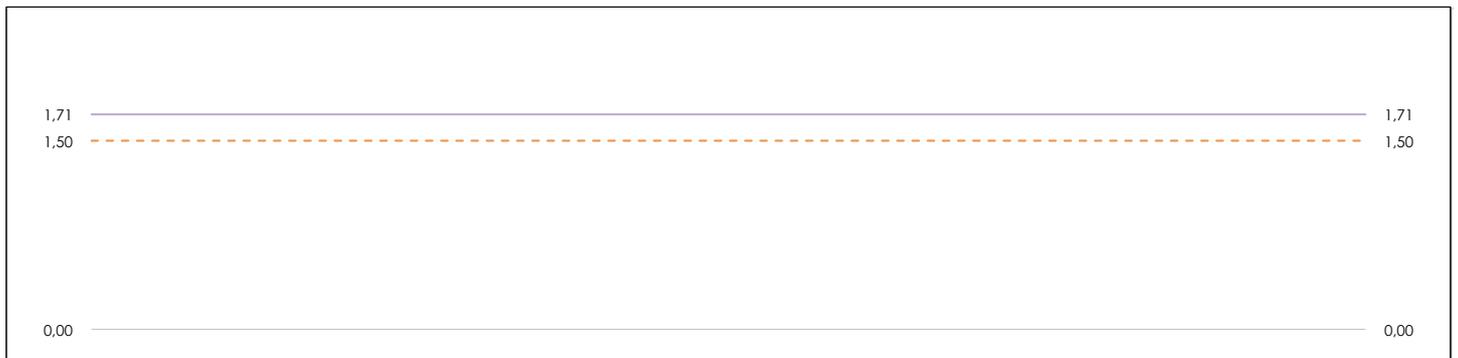
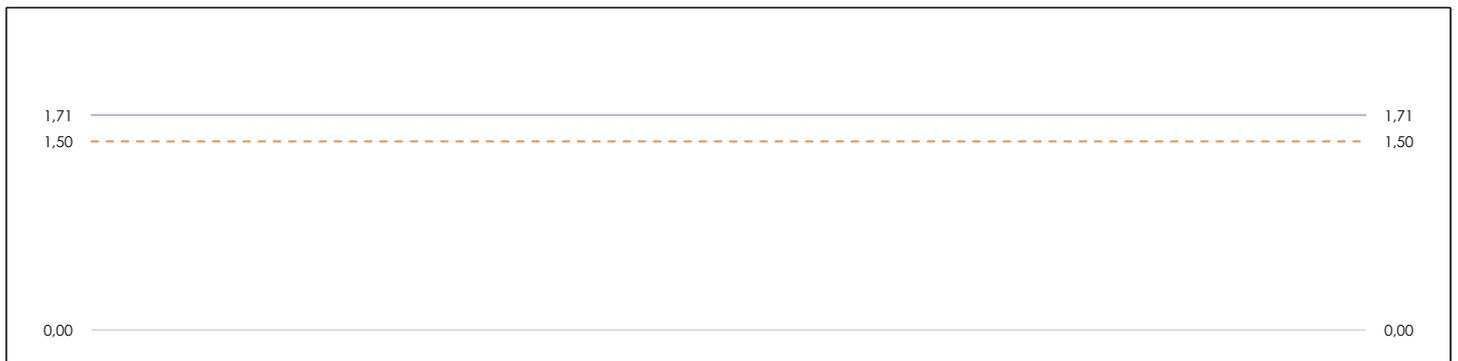
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ (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	
136	43,20	42,400	42,200	43,100	42,900	42,760	0,439	2,13	1,65	0,86			1,651		0,1903	✓	
147	42,10	43,100	42,900	42,100	42,500	42,540	0,456	1,60	1,24	0,90					0,1903	✓	
151	42,51	44,220	44,261	42,871	41,386	43,049	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
155	41,80	41,200	43,000	42,000	41,000	41,800	0,787	-0,17	-0,13	1,55*	0,299						✓
159	41,20	40,500	41,300	42,400	41,700	41,420	0,698	-1,07	-0,83	1,37				0,5243			✓
164	42,30	41,600	41,900	41,600	41,500	41,780	0,327	-0,21	-0,17	0,64							✓
173	42,50	41,900	42,200	41,700	41,000	41,860	0,568	-0,02	-0,02	1,12							✓
266	40,70	41,200	41,400	41,000	41,400	41,140	0,297	-1,74	-1,35	0,58		1,354		0,5243			✓
278	41,90	41,900	41,500	41,500	41,500	41,660	0,219	-0,50	-0,39	0,43							✓

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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]

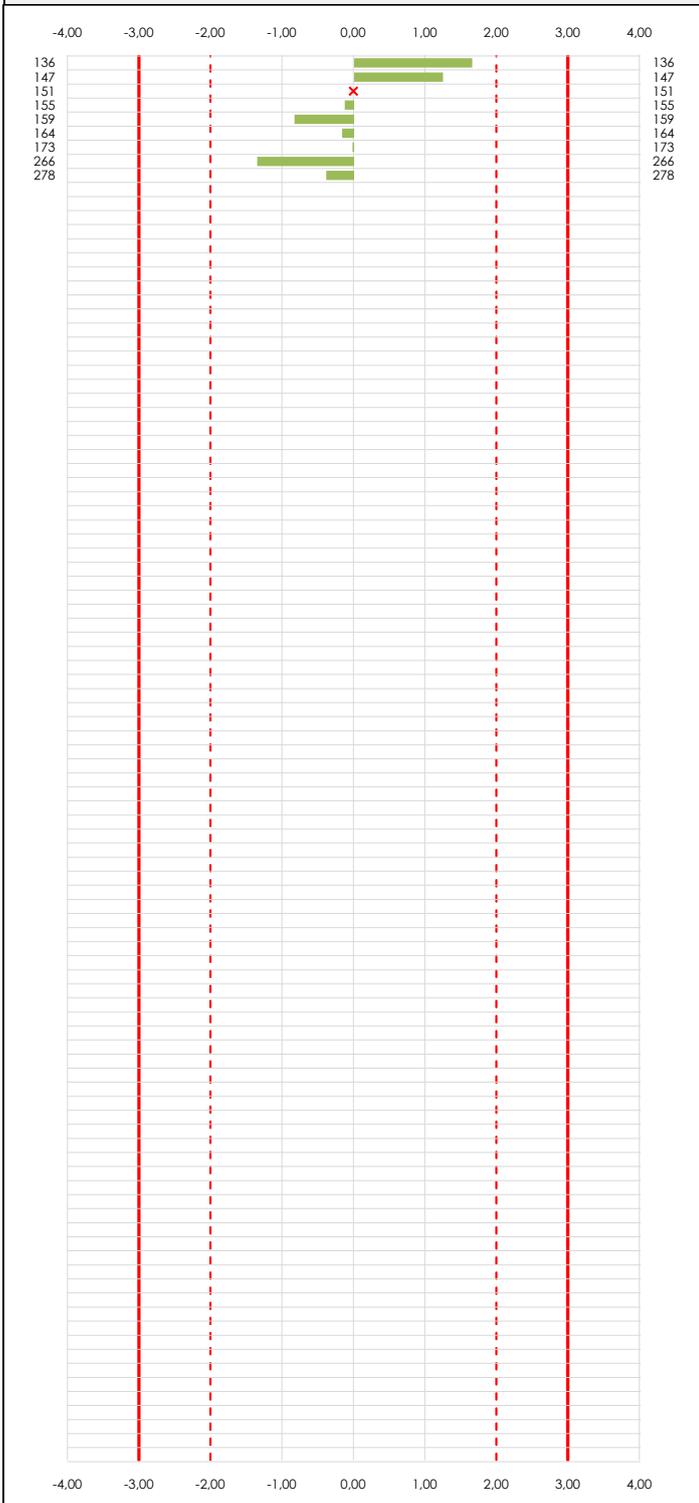


# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ (dB)

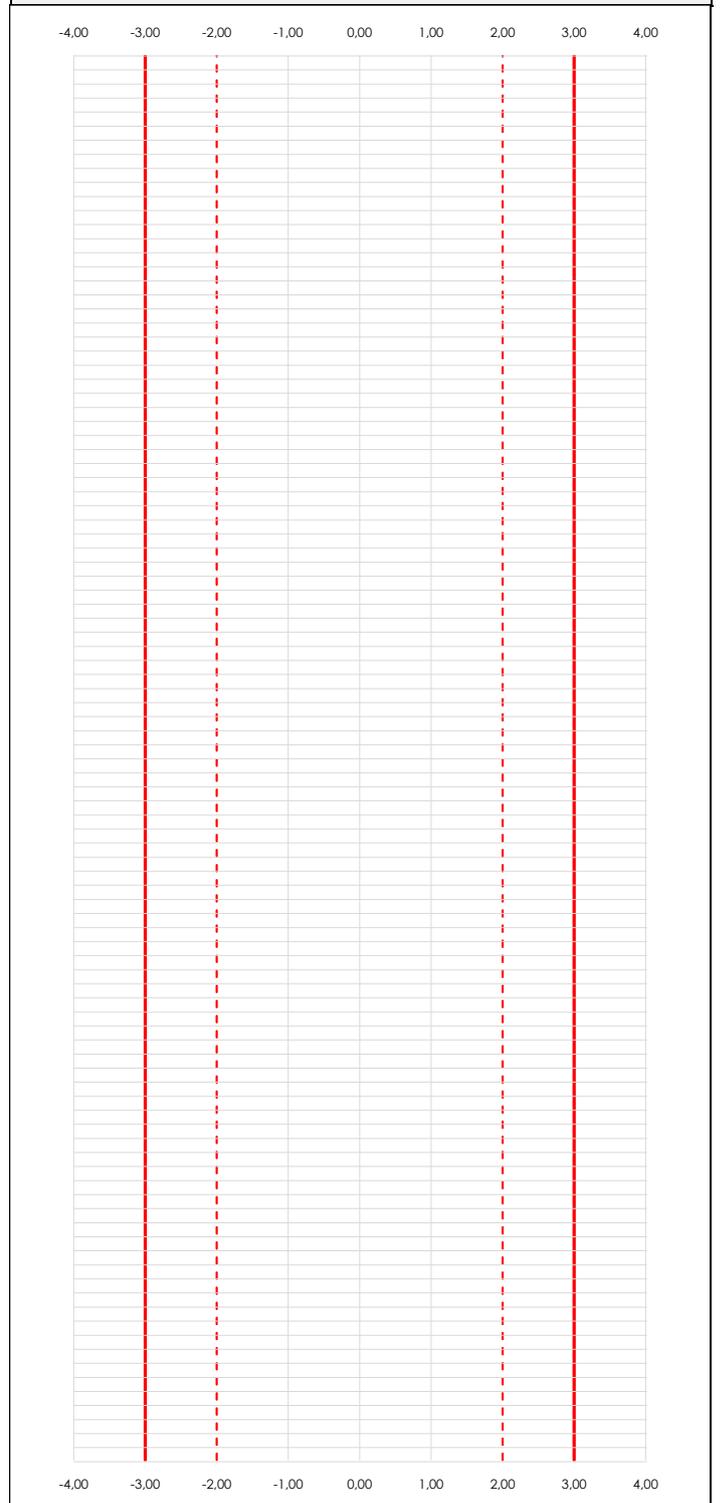
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr500 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr500 hz" (---; eje X)



#### 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. 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	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	43,20	42,40	42,20	43,10	42,90	42,76	0,439	2,13	✓	✓	✓			1,651	S
147	42,10	43,10	42,90	42,10	42,50	42,54	0,456	1,60	✓	✓	✓			1,243	S
151	42,51	44,22	44,26	42,87	41,39	43,05	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
155	41,80	41,20	43,00	42,00	41,00	41,80	0,787	-0,17	✓	✓	✓			-0,130	S
159	41,20	40,50	41,30	42,40	41,70	41,42	0,698	-1,07	✓	✓	✓			-0,835	S
164	42,30	41,60	41,90	41,60	41,50	41,78	0,327	-0,21	✓	✓	✓			-0,167	S
173	42,50	41,90	42,20	41,70	41,00	41,86	0,568	-0,02	✓	✓	✓			-0,019	S
266	40,70	41,20	41,40	41,00	41,40	41,14	0,297	-1,74	✓	✓	✓			-1,354	S
278	41,90	41,90	41,50	41,50	41,50	41,66	0,219	-0,50	✓	✓	✓			-0,390	S

**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> 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]

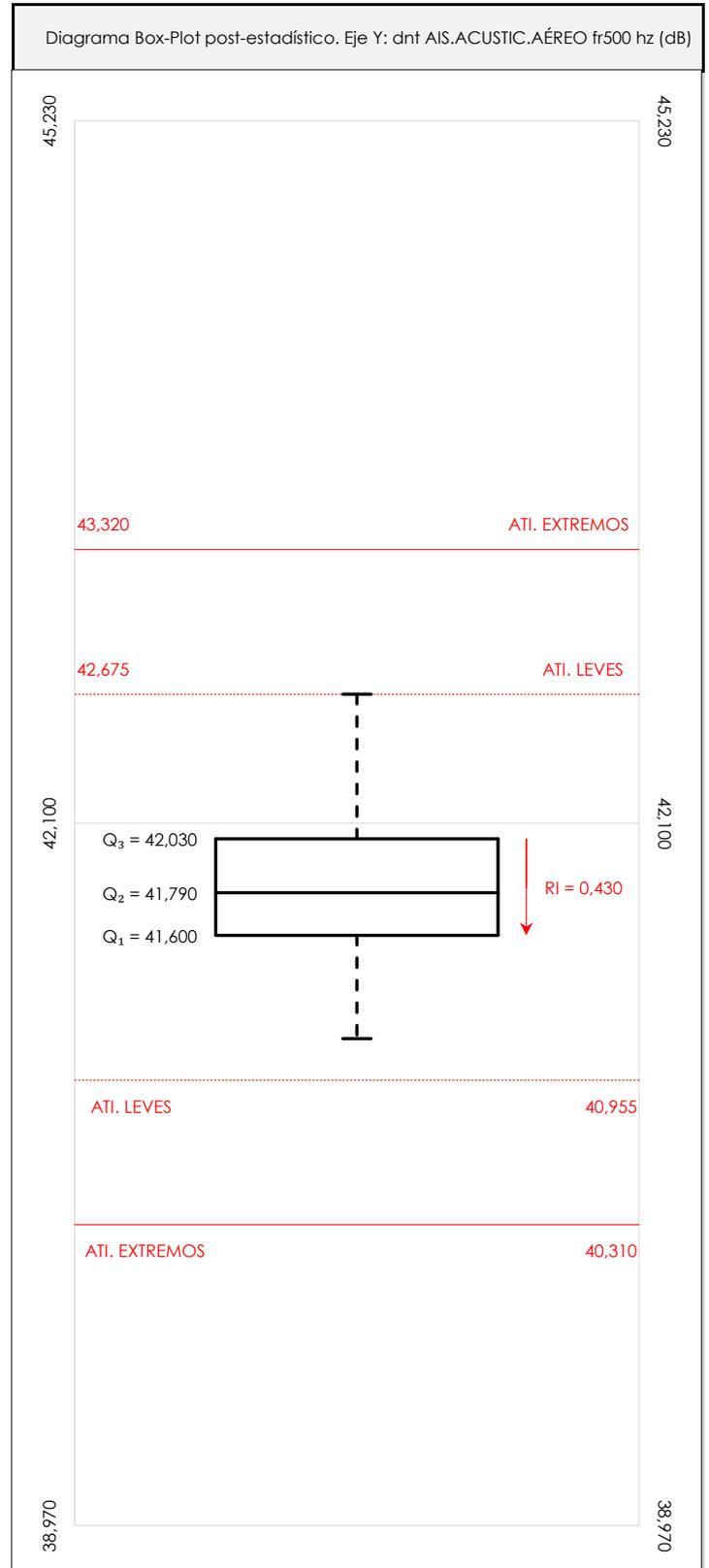
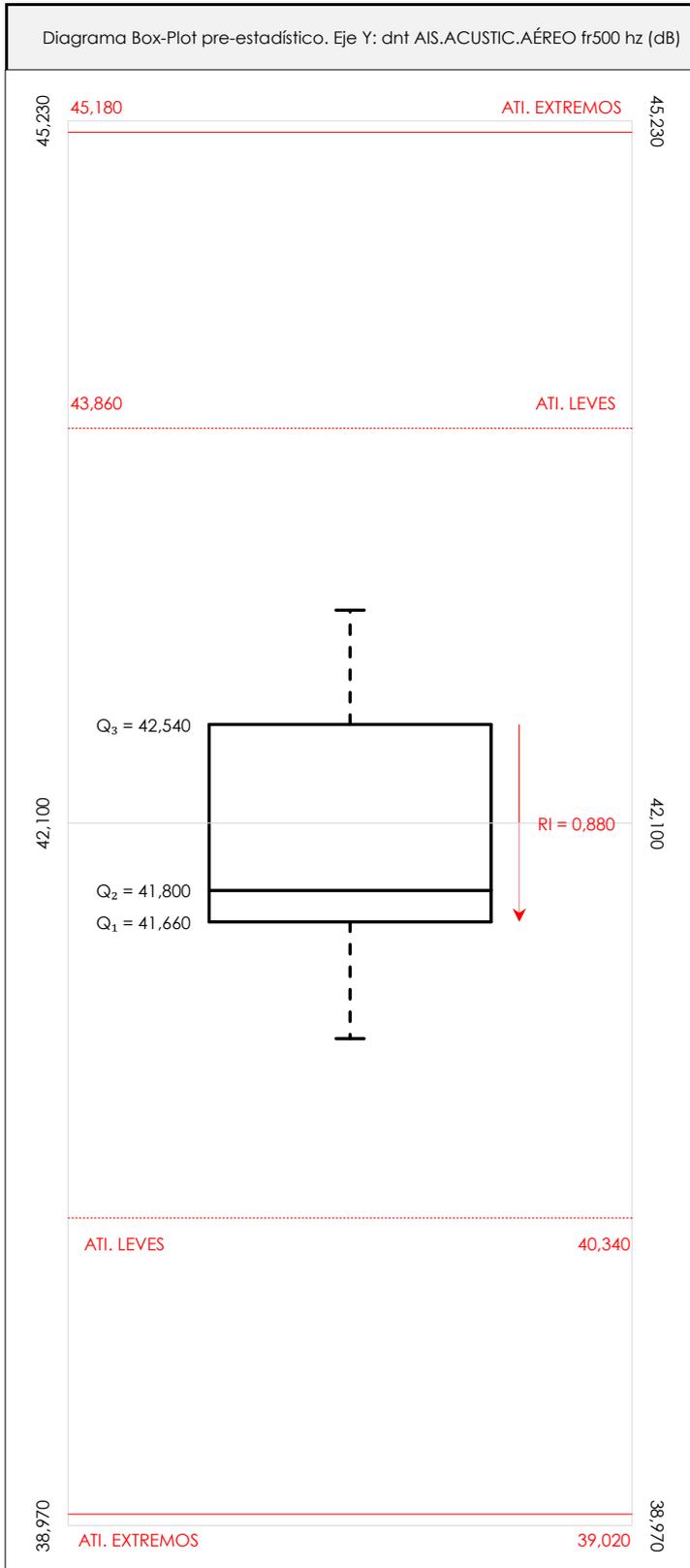
[insatisfactorio]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ (dB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR500 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 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	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	43,20	44,22	44,26	43,10	42,90	43,05	43,20	43,10	43,00	43,10	42,90	42,76
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	40,70	40,50	41,30	41,00	41,00	41,14	40,70	40,50	41,30	41,00	41,00	41,14
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	42,02	42,00	42,30	42,03	41,65	42,00	41,96	41,73	42,05	41,93	41,69	41,87
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,74	1,12	0,96	0,67	0,64	0,64	0,77	0,80	0,65	0,64	0,68	0,54
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	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	
<b>Valor Calculado</b>	0,395	1,742	0,330	0,725	2,360		0,259	1,411	0,239	0,498	1,956	
<b>Valor Referencia</b>												

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 " $G_{\text{sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " 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	$G_{\text{sim}}$	$G_{\text{Dob}}$	h	k	C	$G_{\text{sim}}$	$G_{\text{Dob}}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,425	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr630 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

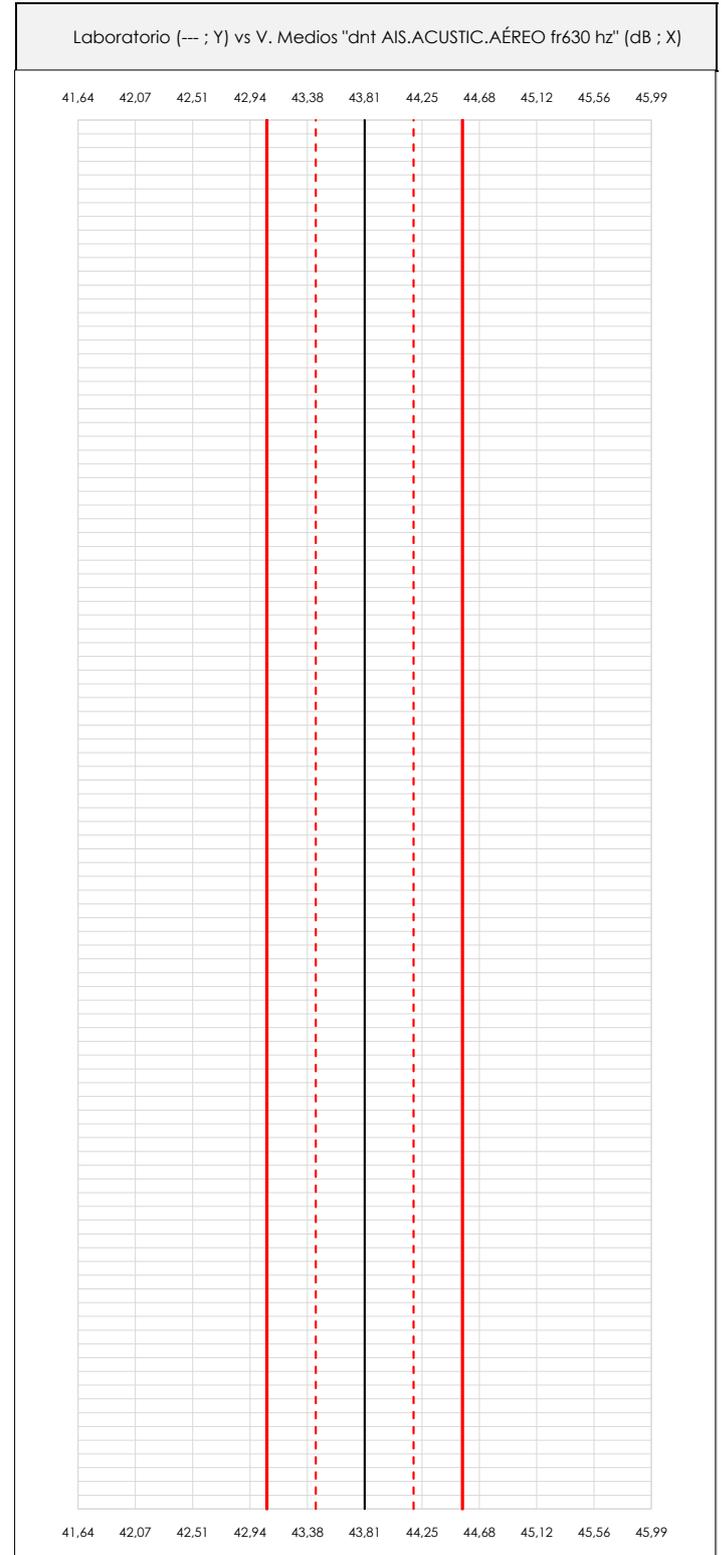
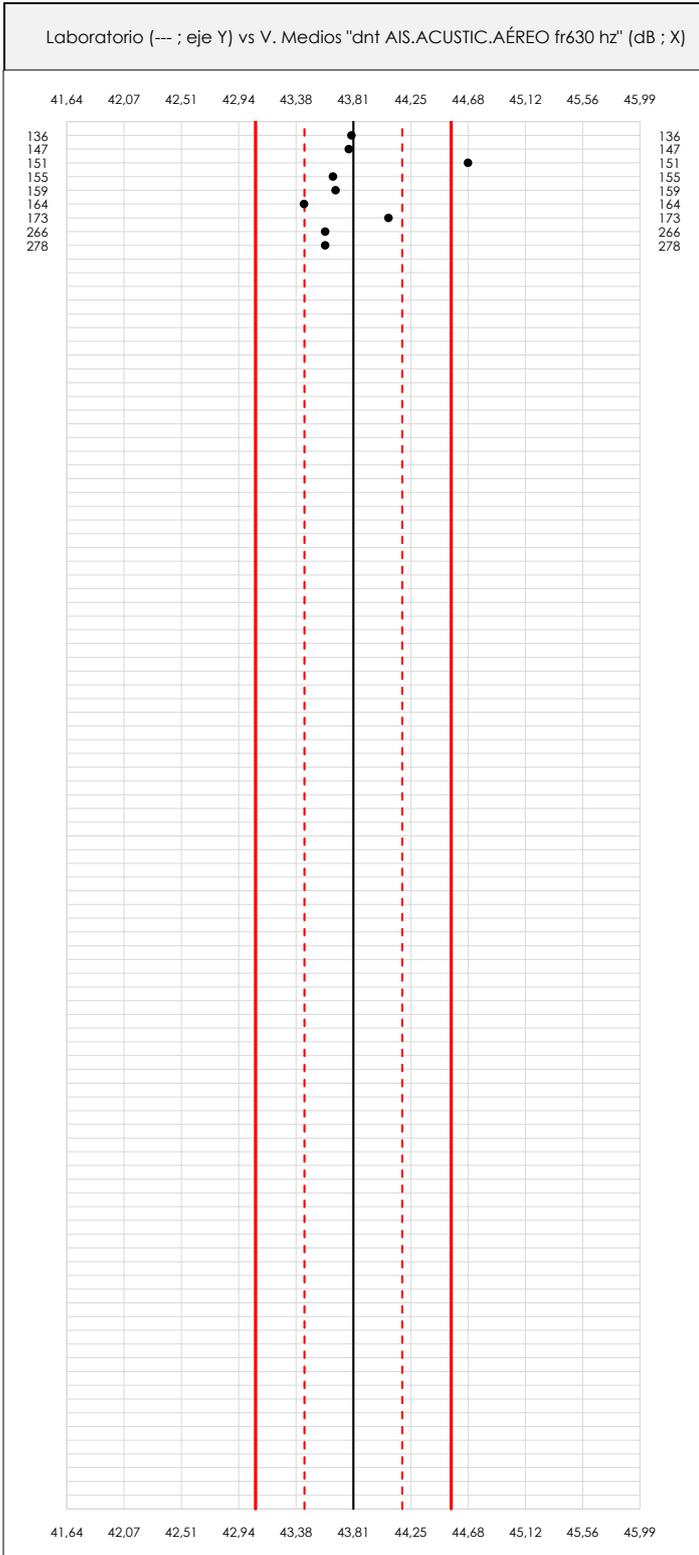
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

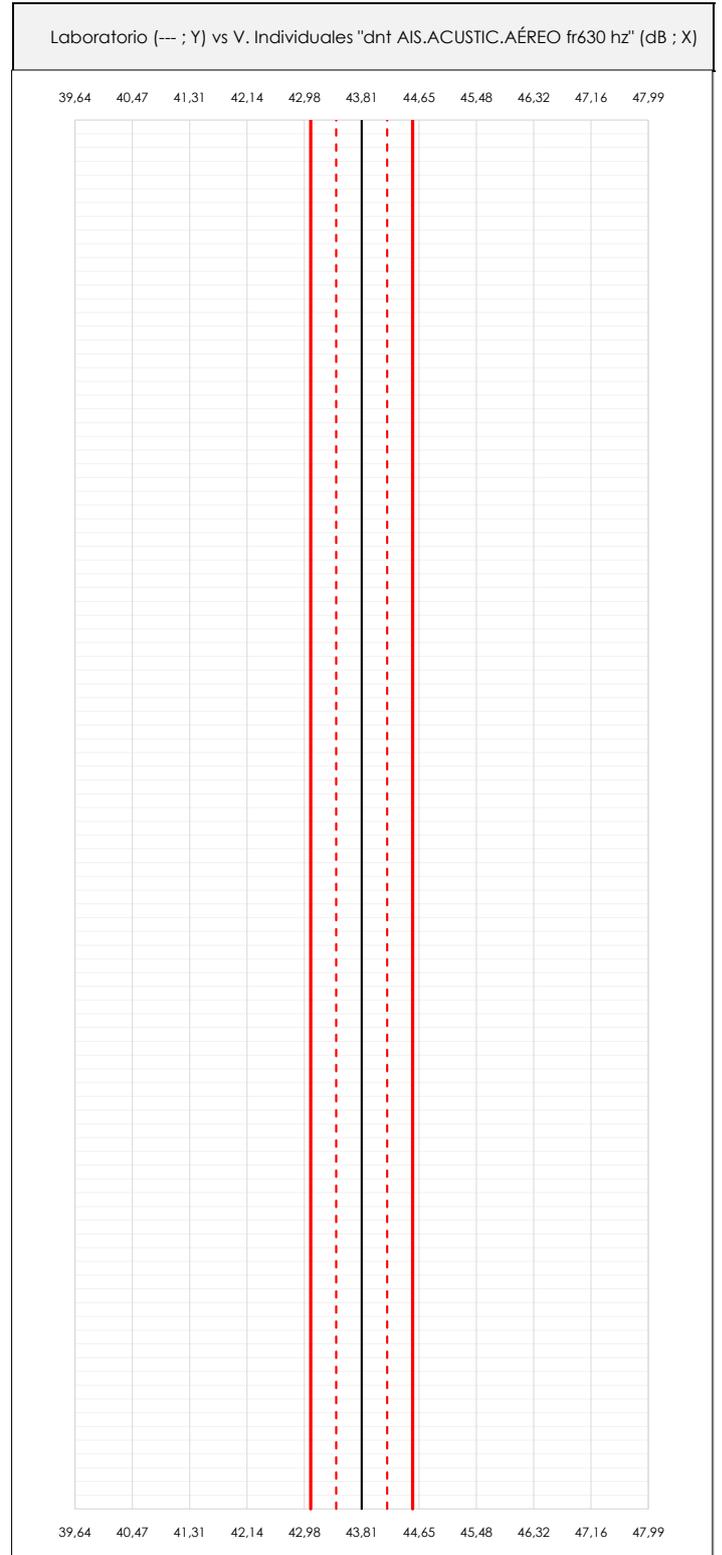
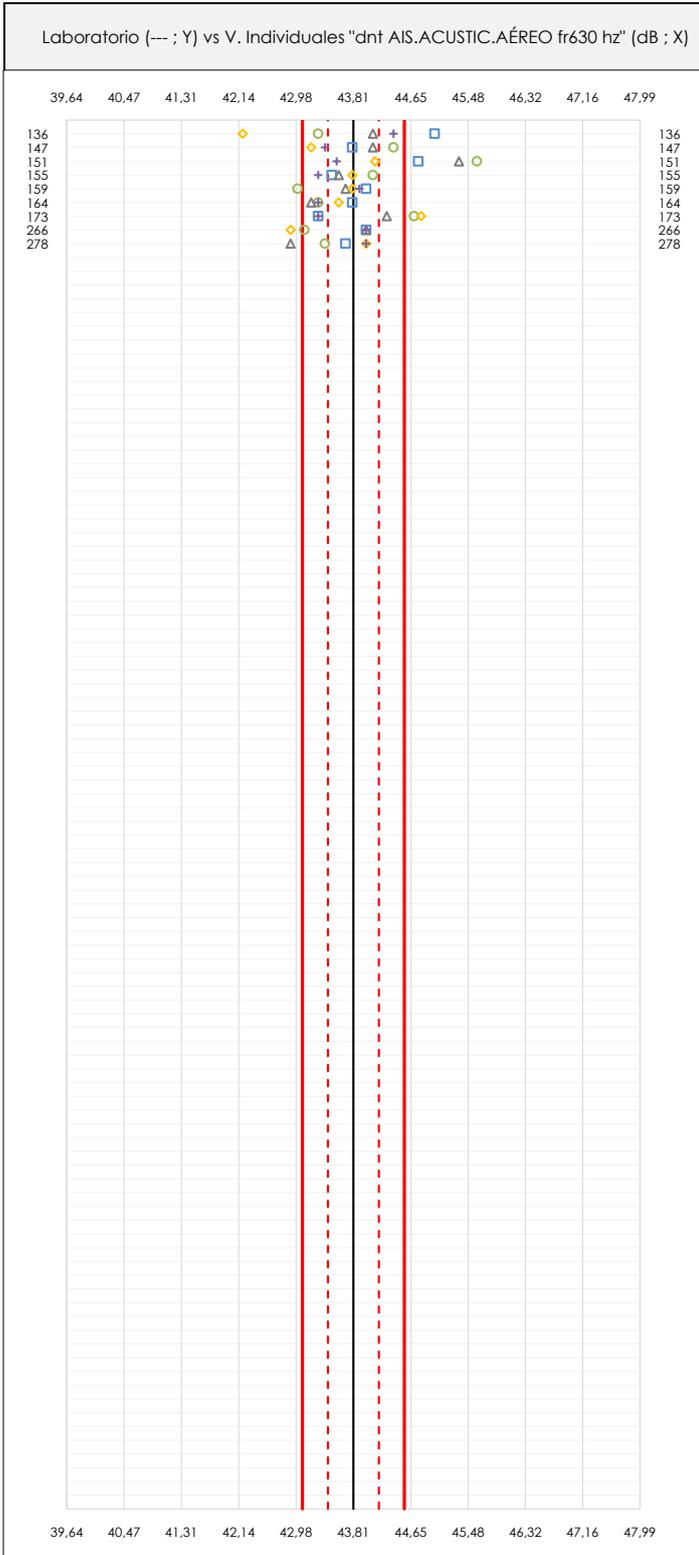
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (43,81 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (44,19/43,44 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,56/43,07 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (43,81 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (44,19/43,44 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,56/43,07 ; 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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	45,00	43,30	44,10	42,20	44,40	43,80	1,084	-0,03	✓	
147	43,80	44,40	44,10	43,20	43,40	43,78	0,492	-0,08	✓	
151	44,76	45,62	45,35	44,13	43,57	44,68	0,847	1,99	✓	
155	43,50	44,10	43,60	43,80	43,30	43,66	0,305	-0,35	✓	
159	44,00	43,00	43,70	43,80	43,90	43,68	0,396	-0,31	✓	
164	43,80	43,30	43,20	43,60	43,30	43,44	0,251	-0,85	✓	
173	43,30	44,70	44,30	44,80	43,30	44,08	0,736	0,61	✓	
266	44,00	43,10	44,00	42,90	44,00	43,60	0,552	-0,49	✓	
278	43,70	43,40	42,90	44,00	44,00	43,60	0,464	-0,49	✓	

**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 " $D_{i \text{ arit}} \%$ " 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]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ (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		
136	45,00	43,300	44,100	42,200	44,400	43,800	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X	
147	43,80	44,400	44,100	43,200	43,400	43,780	0,492	0,35	1,36	1,16	---	---	1,358	---	0,4189	---	✓	
151	44,76	45,615	45,352	44,129	43,569	44,685	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
155	43,50	44,100	43,600	43,800	43,300	43,660	0,305	0,08	0,30	0,72	---	---	---	---	---	---	---	✓
159	44,00	43,000	43,700	43,800	43,900	43,680	0,396	0,12	0,47	0,94	---	---	---	---	0,4189	---	---	✓
164	43,80	43,300	43,200	43,600	43,300	43,440	0,251	-0,43	-1,65	0,59	---	1,653	---	0,2636	---	---	---	✓
173	43,30	44,700	44,300	44,800	43,300	44,080	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
266	44,00	43,100	44,000	42,900	44,000	43,600	0,552	-0,06	-0,24	1,30	---	---	---	0,2636	---	---	---	✓
278	43,70	43,400	42,900	44,000	44,000	43,600	0,464	-0,06	-0,24	1,10	---	---	---	0,2636	---	---	---	✓

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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]

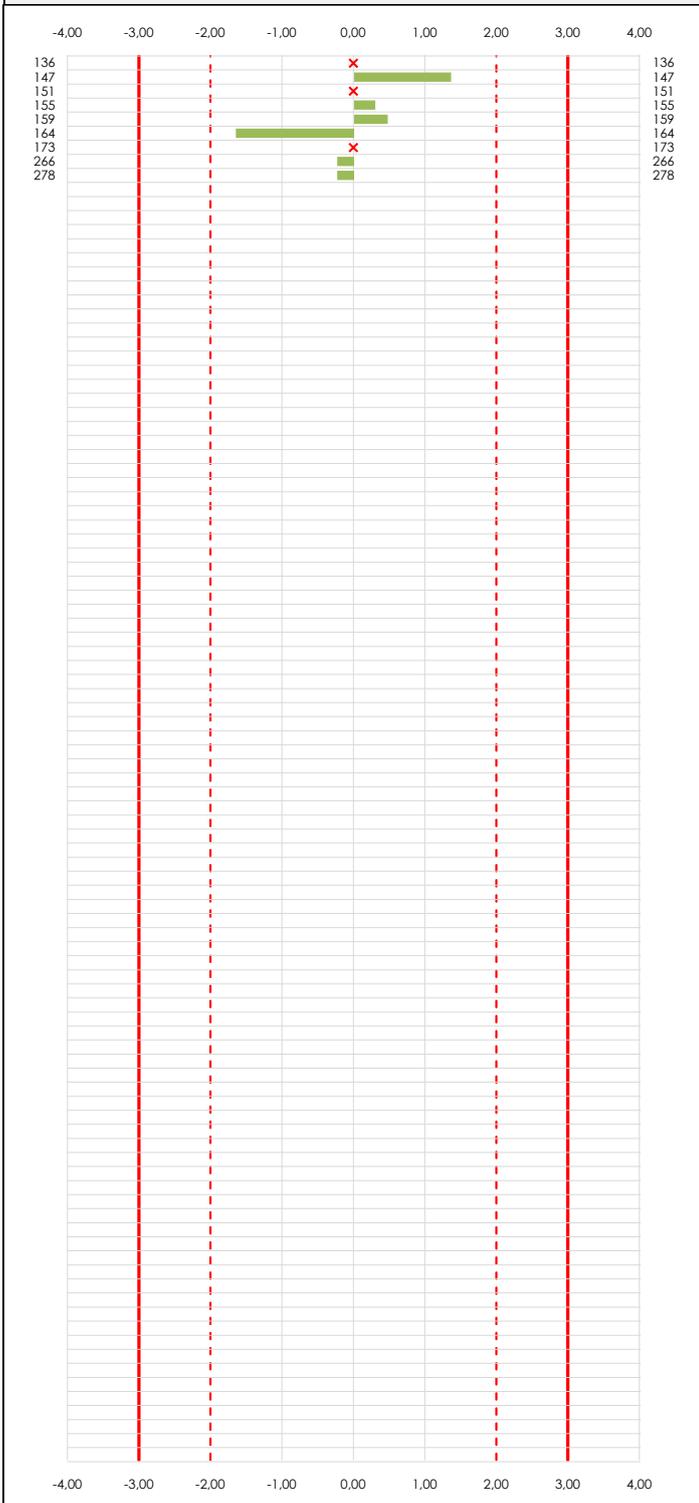


# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ (dB)

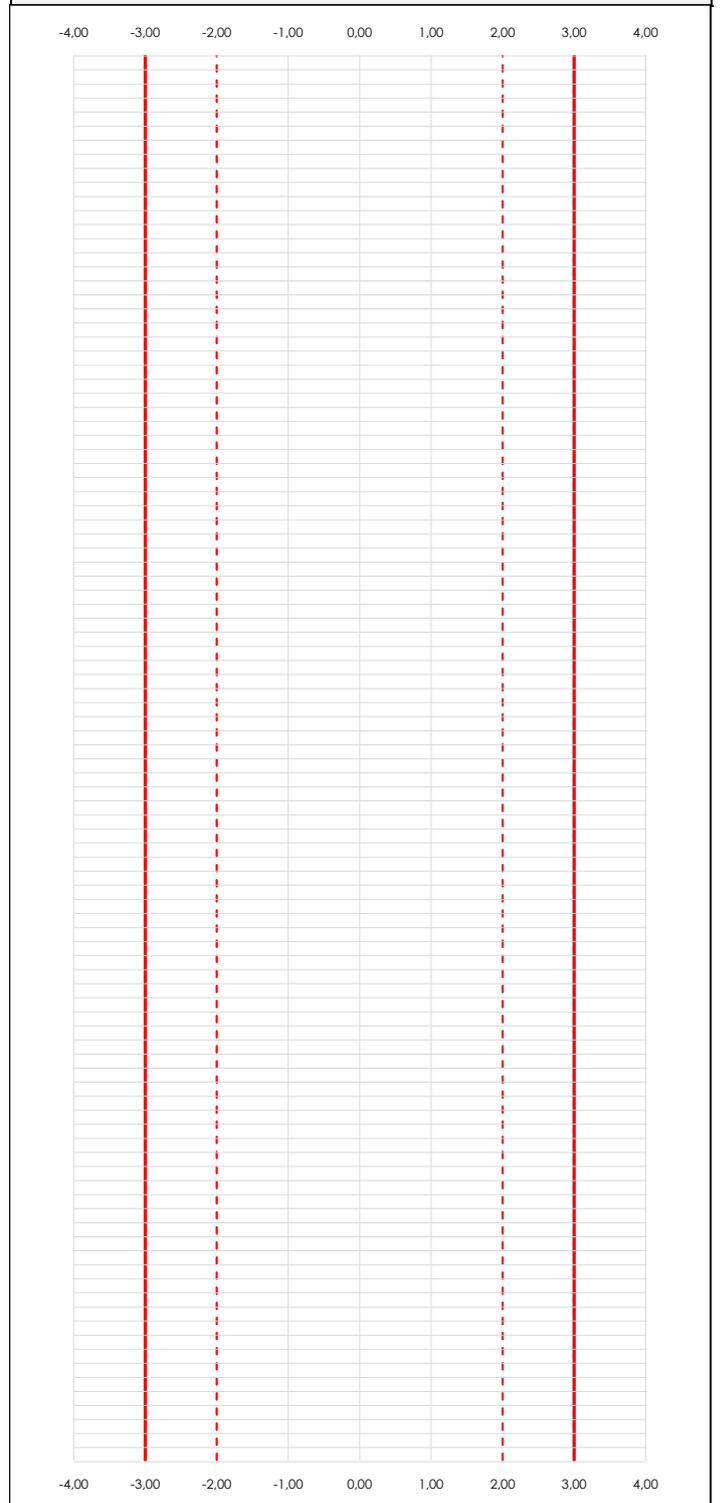
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr630 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr630 hz" (---; eje X)



#### 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_i$ crit	S <sub>Li</sub>	D <sub>i</sub> crit %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	45,00	43,30	44,10	42,20	44,40	43,80	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
147	43,80	44,40	44,10	43,20	43,40	43,78	0,492	0,35	✓	✓	✓			1,358	S
151	44,76	45,62	45,35	44,13	43,57	44,68	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
155	43,50	44,10	43,60	43,80	43,30	43,66	0,305	0,08	✓	✓	✓			0,295	S
159	44,00	43,00	43,70	43,80	43,90	43,68	0,396	0,12	✓	✓	✓			0,472	S
164	43,80	43,30	43,20	43,60	43,30	43,44	0,251	-0,43	✓	✓	✓			-1,653	S
173	43,30	44,70	44,30	44,80	43,30	44,08	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
266	44,00	43,10	44,00	42,90	44,00	43,60	0,552	-0,06	✓	✓	✓			-0,236	S
278	43,70	43,40	42,90	44,00	44,00	43,60	0,464	-0,06	✓	✓	✓			-0,236	S

**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, " $\bar{X}_i$  crit" es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</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> 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].

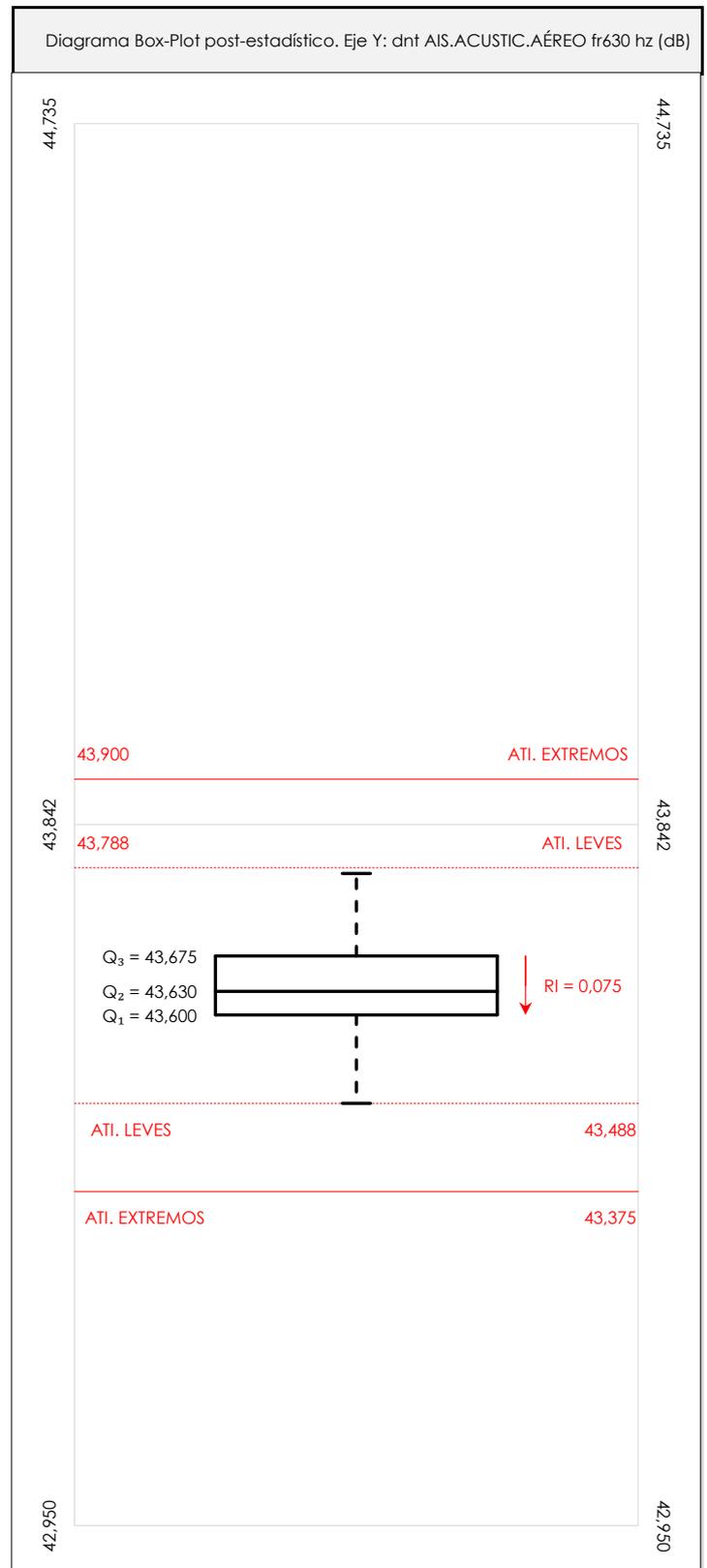
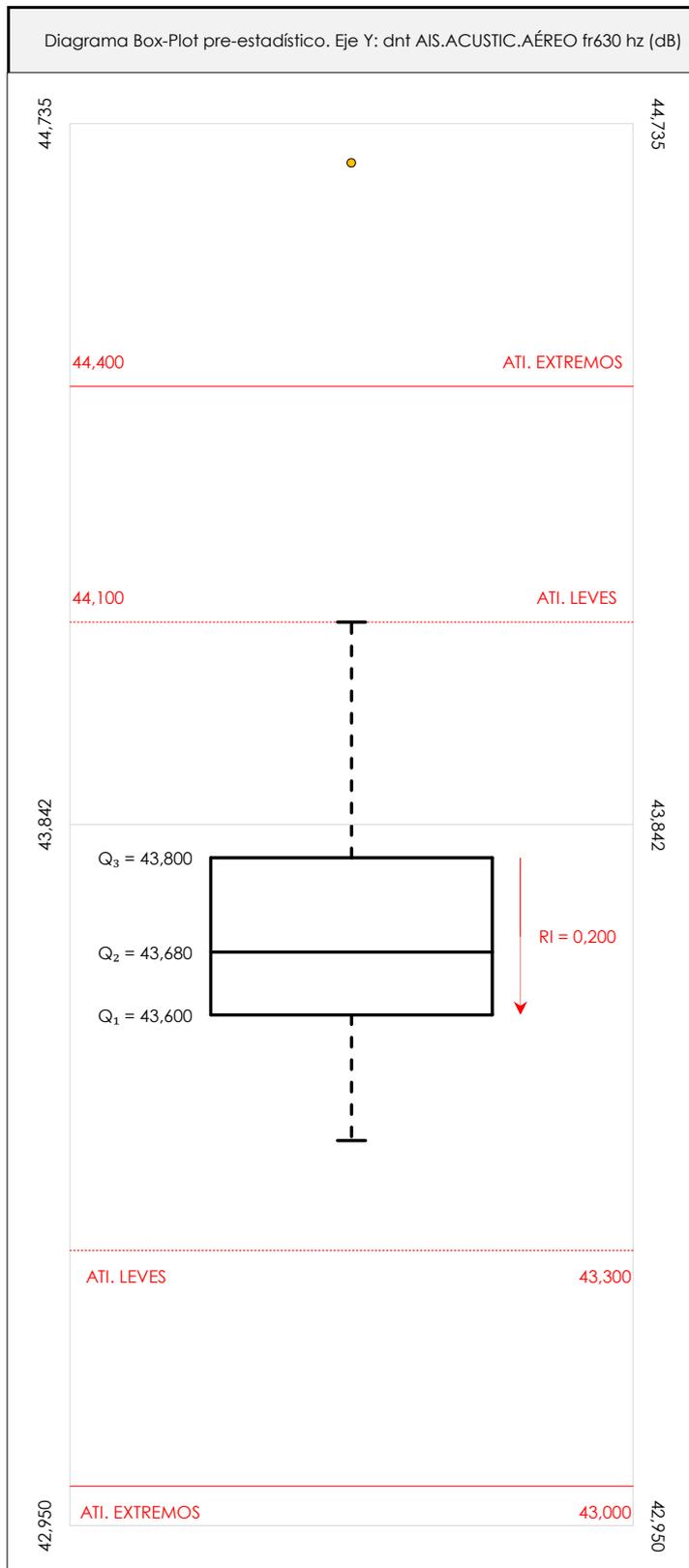
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ (dB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR630 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 3 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 3 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	45,00	45,62	45,35	44,80	44,40	44,68	44,00	44,40	44,10	44,00	44,00	43,78
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	43,30	43,00	42,90	42,20	43,30	43,44	43,50	43,00	42,90	42,90	43,30	43,44
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	43,98	43,88	43,92	43,60	43,69	43,81	43,80	43,55	43,58	43,55	43,65	43,63
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,56	0,89	0,70	0,76	0,40	0,37	0,19	0,57	0,46	0,42	0,35	0,11
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	0,390	1,731	0,060	0,450	1,859		0,179	1,173	-0,023	0,156	1,095	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,87	1,68	0,425	1,973	0,0116	1,87	1,68	0,564	1,973	0,0116
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,66	1,48	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr800 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

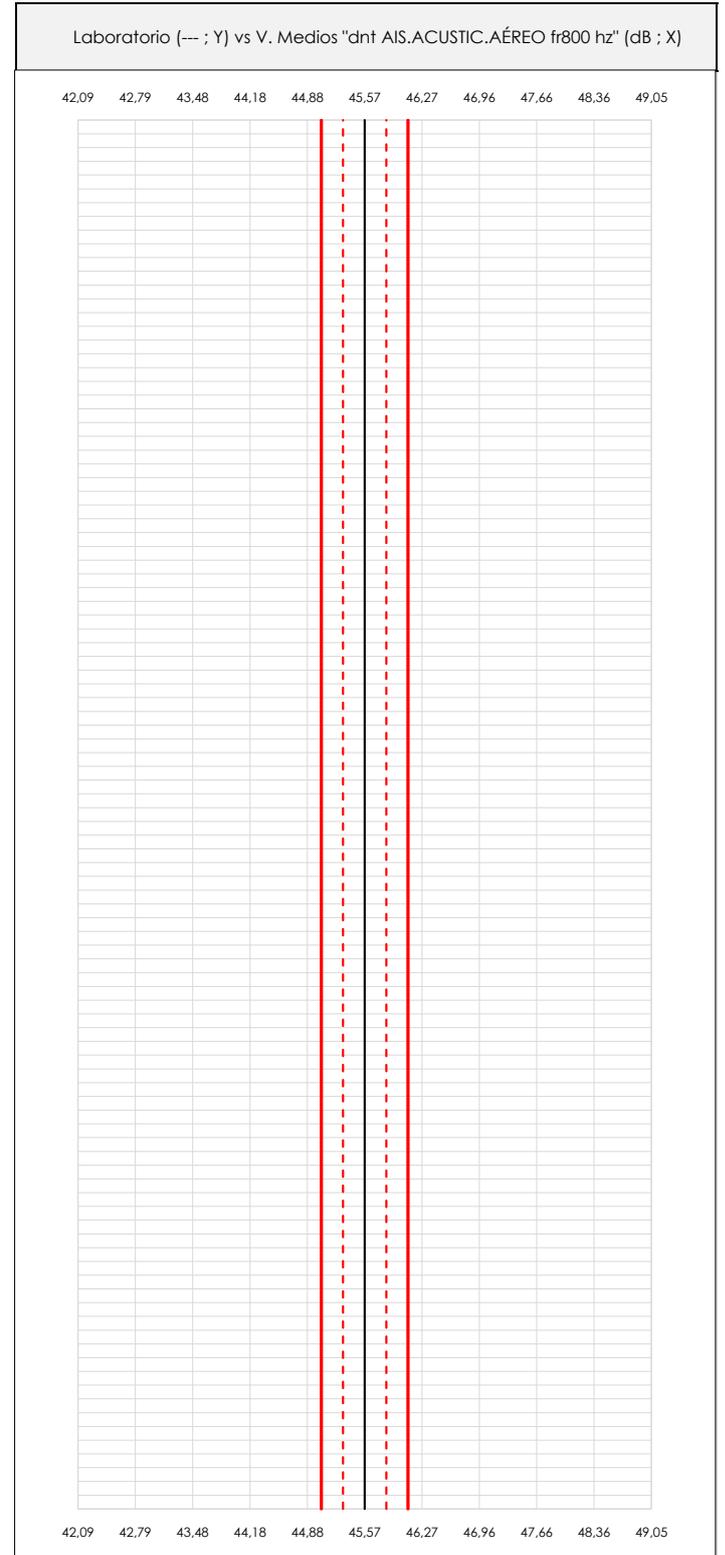
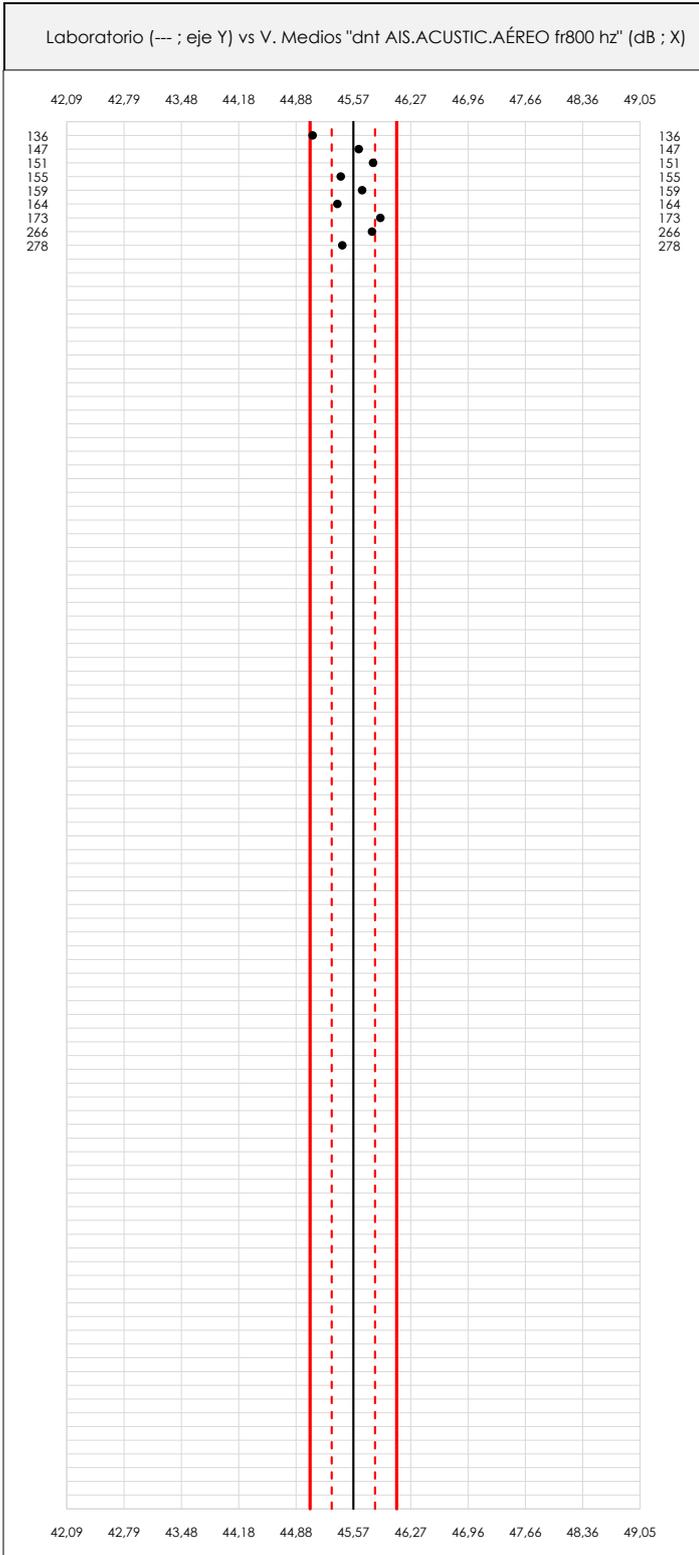
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

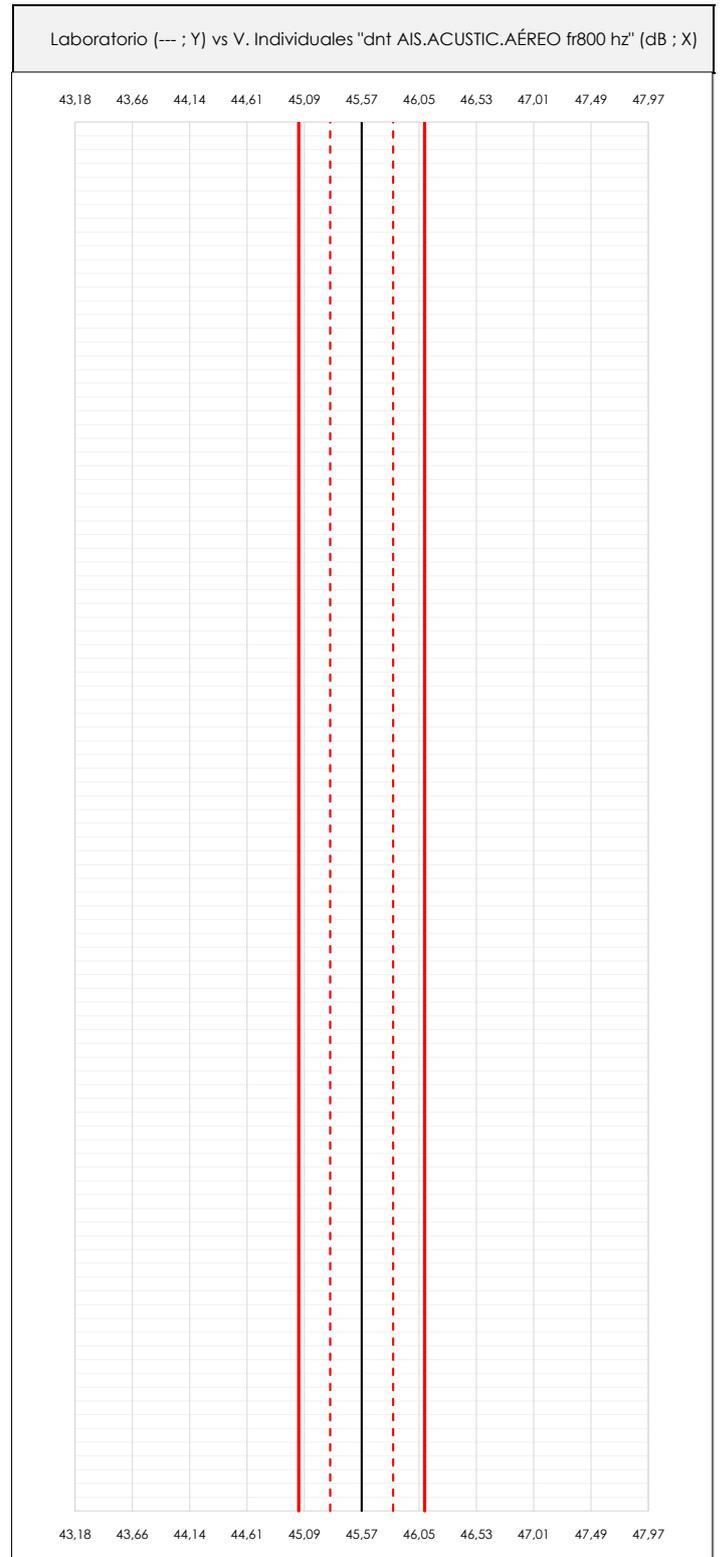
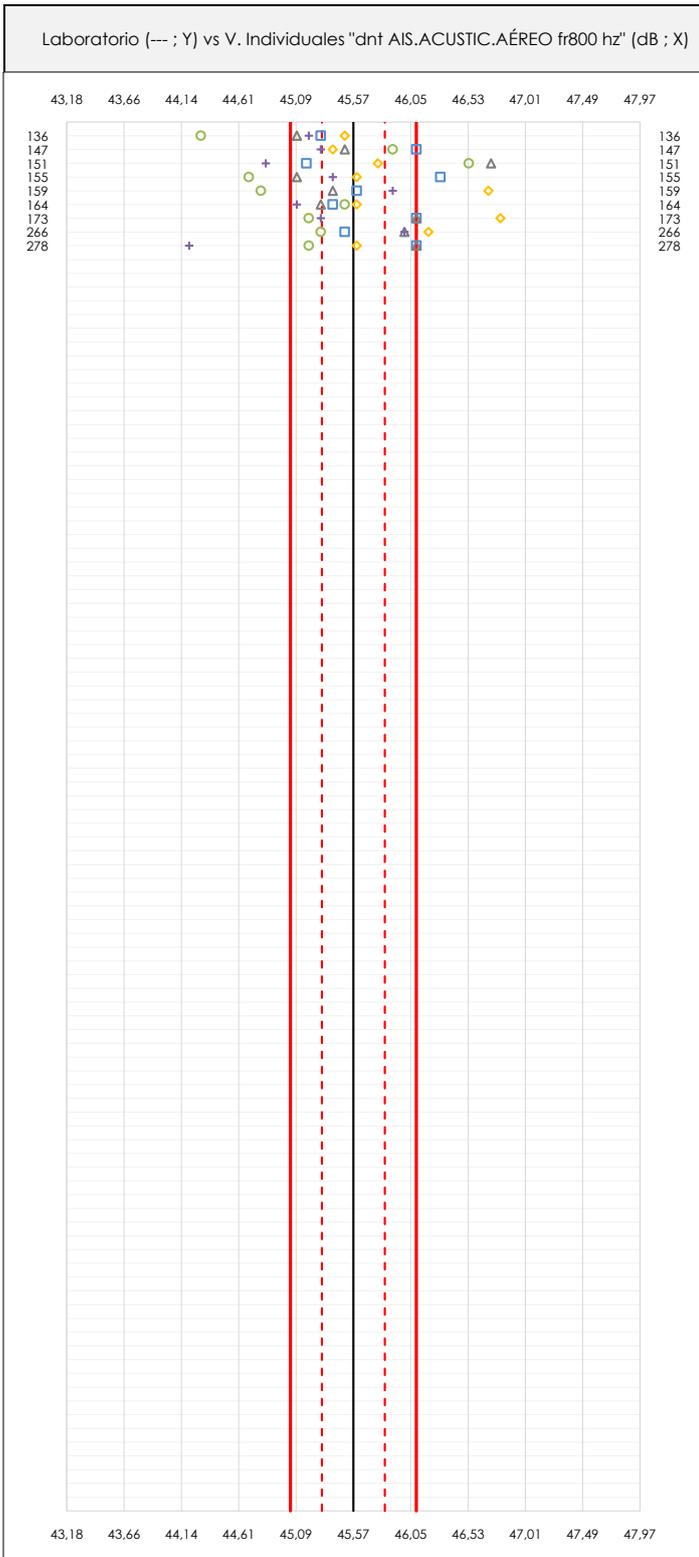
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (45,57 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,84/45,31 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,10/45,05 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (45,57 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,84/45,31 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,10/45,05 ; 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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	45,30	44,30	45,10	45,50	45,20	45,08	0,460	-1,08	✓	
147	46,10	45,90	45,50	45,40	45,30	45,64	0,344	0,15	✓	
151	45,18	46,54	46,72	45,78	44,84	45,81	0,821	0,53	✓	
155	46,30	44,70	45,10	45,60	45,40	45,42	0,597	-0,33	✓	
159	45,60	44,80	45,40	46,70	45,90	45,68	0,698	0,24	✓	
164	45,40	45,50	45,30	45,60	45,10	45,38	0,192	-0,42	✓	
173	46,10	45,20	46,10	46,80	45,30	45,90	0,660	0,72	✓	
266	45,50	45,30	46,00	46,20	46,00	45,80	0,381	0,50	✓	
278	46,10	45,20	46,10	45,60	44,20	45,44	0,789	-0,29	✓	

**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]

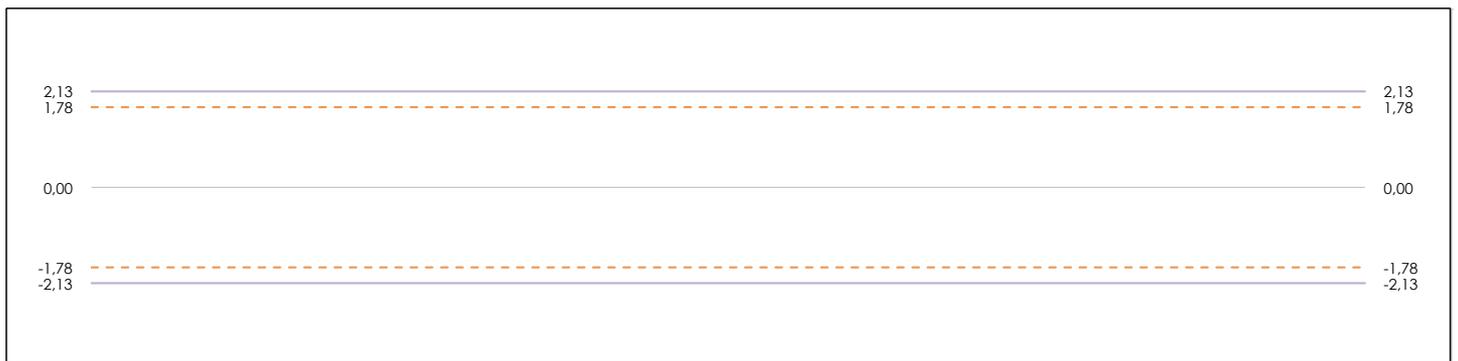
[mínimo]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ (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
136	45,30	44,300	45,100	45,500	45,200	45,080	0,460	-1,08	-1,87*	0,79	0,218	1,873		0,3732		✓
147	46,10	45,900	45,500	45,400	45,300	45,640	0,344	0,15	0,26	0,59						✓
151	45,18	46,537	46,722	45,778	44,842	45,812	0,821	0,53	0,91	1,40				0,6191		✓
155	46,30	44,700	45,100	45,600	45,400	45,420	0,597	-0,33	-0,58	1,02						✓
159	45,60	44,800	45,400	46,700	45,900	45,680	0,698	0,24	0,41	1,19						✓
164	45,40	45,500	45,300	45,600	45,100	45,380	0,192	-0,42	-0,73	0,33				0,3732		✓
173	46,10	45,200	46,100	46,800	45,300	45,900	0,660	0,72	1,25	1,13		1,246		0,6191		✓
266	45,50	45,300	46,000	46,200	46,000	45,800	0,381	0,50	0,87	0,65						✓
278	46,10	45,200	46,100	45,600	44,200	45,440	0,789	-0,29	-0,50	1,35						✓

**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 arit %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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]

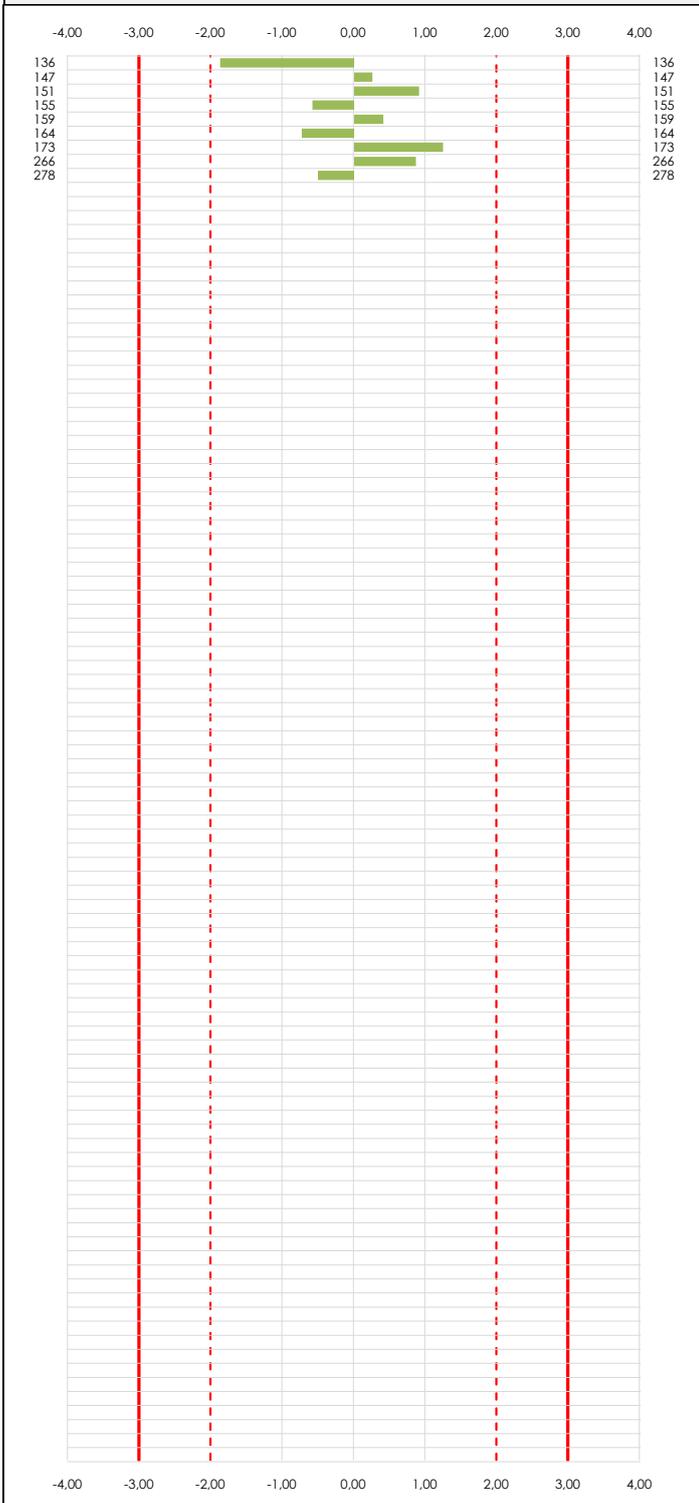


# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ (dB)

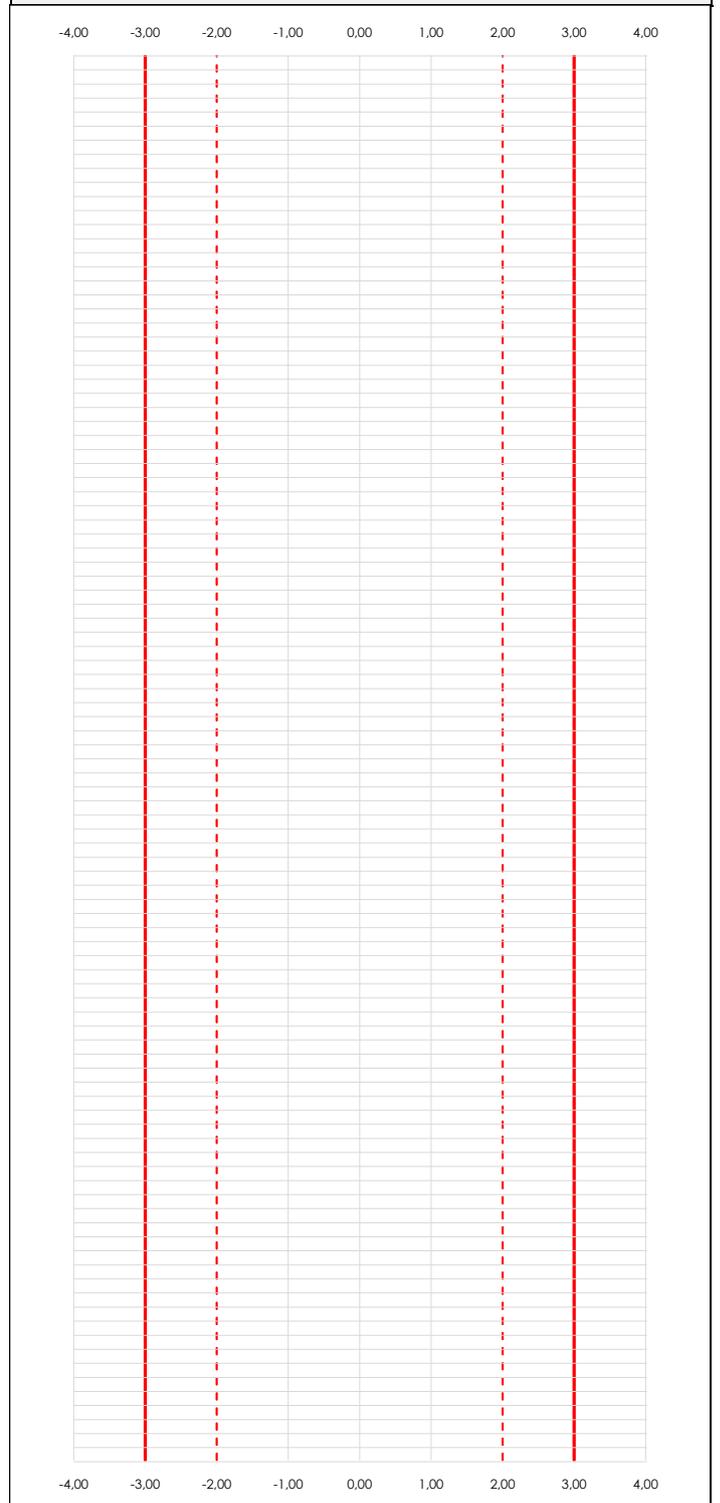
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr800 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr800 hz" (---; eje X)



#### 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. 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	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	45,30	44,30	45,10	45,50	45,20	45,08	0,460	-1,08	✓	✓	✓			-1,873	S
147	46,10	45,90	45,50	45,40	45,30	45,64	0,344	0,15	✓	✓	✓			0,257	S
151	45,18	46,54	46,72	45,78	44,84	45,81	0,821	0,53	✓	✓	✓			0,911	S
155	46,30	44,70	45,10	45,60	45,40	45,42	0,597	-0,33	✓	✓	✓			-0,580	S
159	45,60	44,80	45,40	46,70	45,90	45,68	0,698	0,24	✓	✓	✓			0,409	S
164	45,40	45,50	45,30	45,60	45,10	45,38	0,192	-0,42	✓	✓	✓			-0,732	S
173	46,10	45,20	46,10	46,80	45,30	45,90	0,660	0,72	✓	✓	✓			1,246	S
266	45,50	45,30	46,00	46,20	46,00	45,80	0,381	0,50	✓	✓	✓			0,866	S
278	46,10	45,20	46,10	45,60	44,20	45,44	0,789	-0,29	✓	✓	✓			-0,504	S

**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> 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]

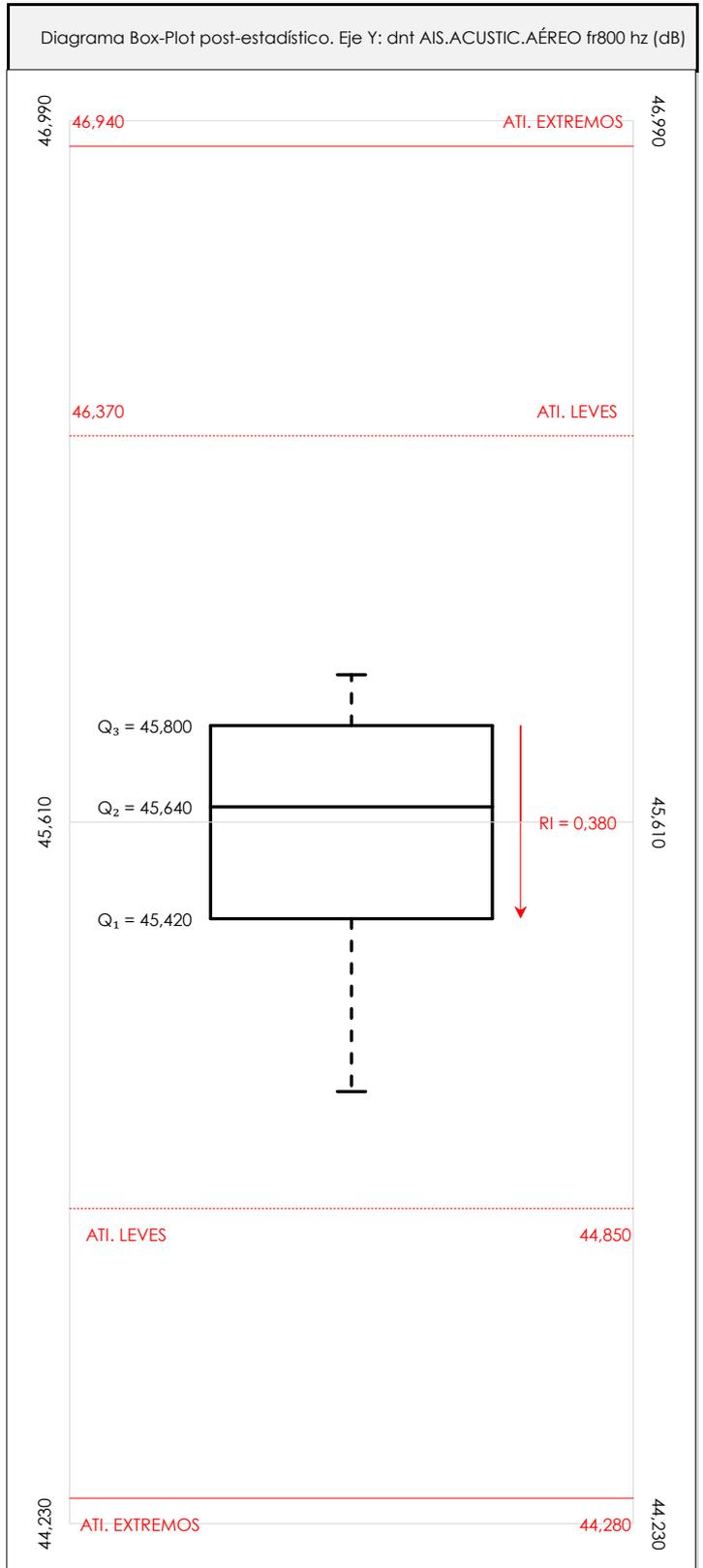
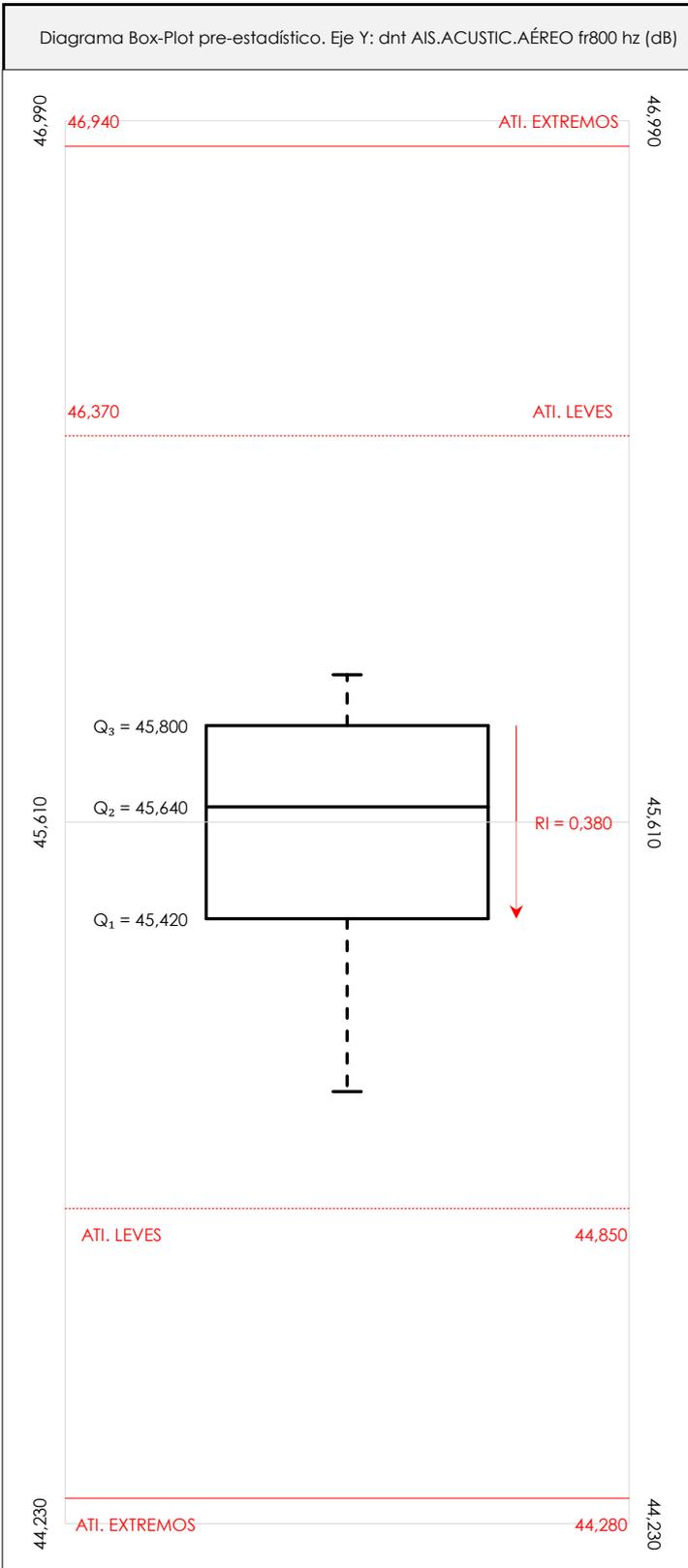
[insatisfactorio]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ (dB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR800 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	46,30	46,54	46,72	46,80	46,00	45,90	46,30	46,54	46,72	46,80	46,00	45,90
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	45,18	44,30	45,10	45,40	44,20	45,08	45,18	44,30	45,10	45,40	44,20	45,08
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	45,73	45,27	45,70	45,91	45,25	45,57	45,73	45,27	45,70	45,91	45,25	45,57
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,42	0,67	0,55	0,53	0,54	0,26	0,42	0,67	0,55	0,53	0,54	0,26
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	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	
<b>Valor Calculado</b>	0,343	1,623	0,000	0,344	1,625		0,343	1,623	0,000	0,344	1,625	
<b>Valor Referencia</b>												

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 " $G_{\text{sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " 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	$G_{\text{sim}}$	$G_{\text{Dob}}$	h	k	C	$G_{\text{sim}}$	$G_{\text{Dob}}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,78	1,50	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr1000 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

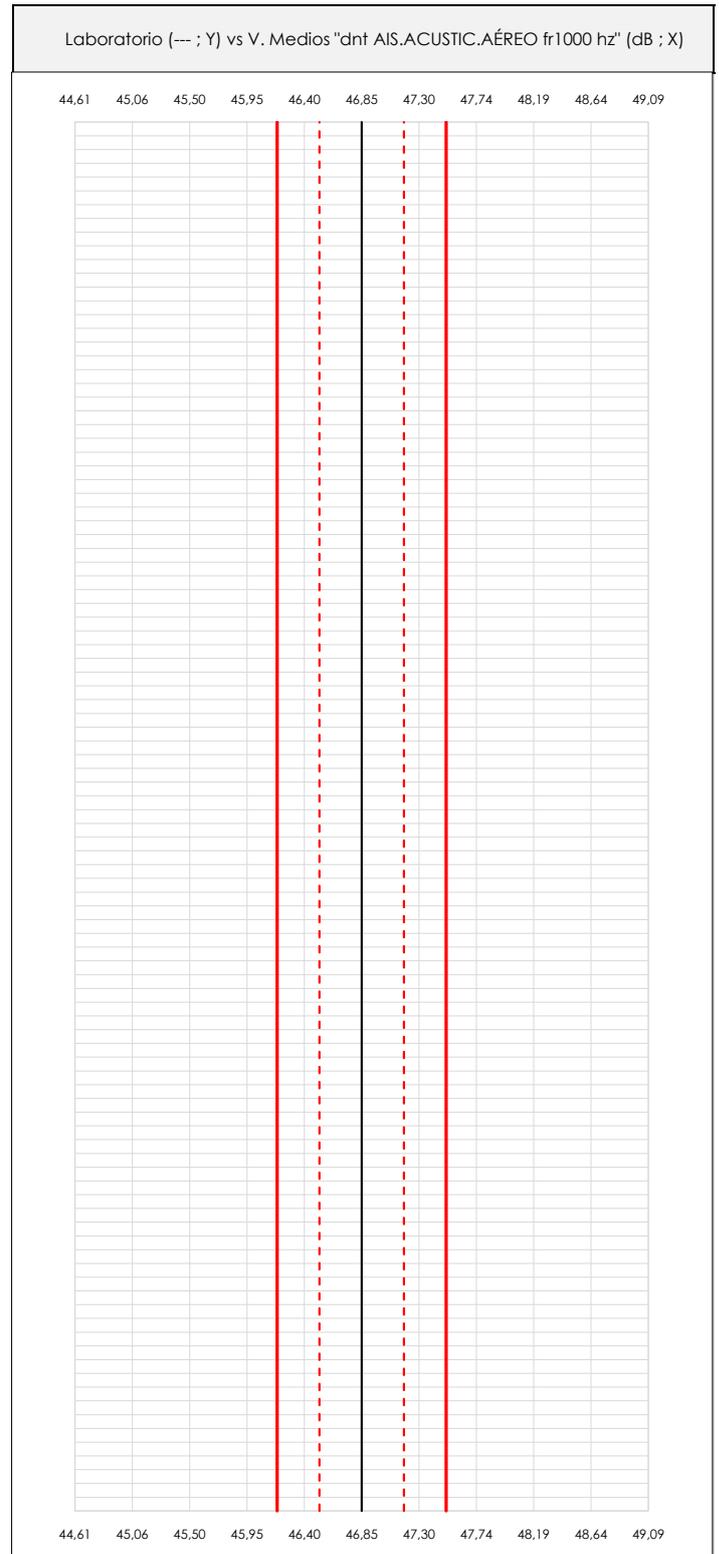
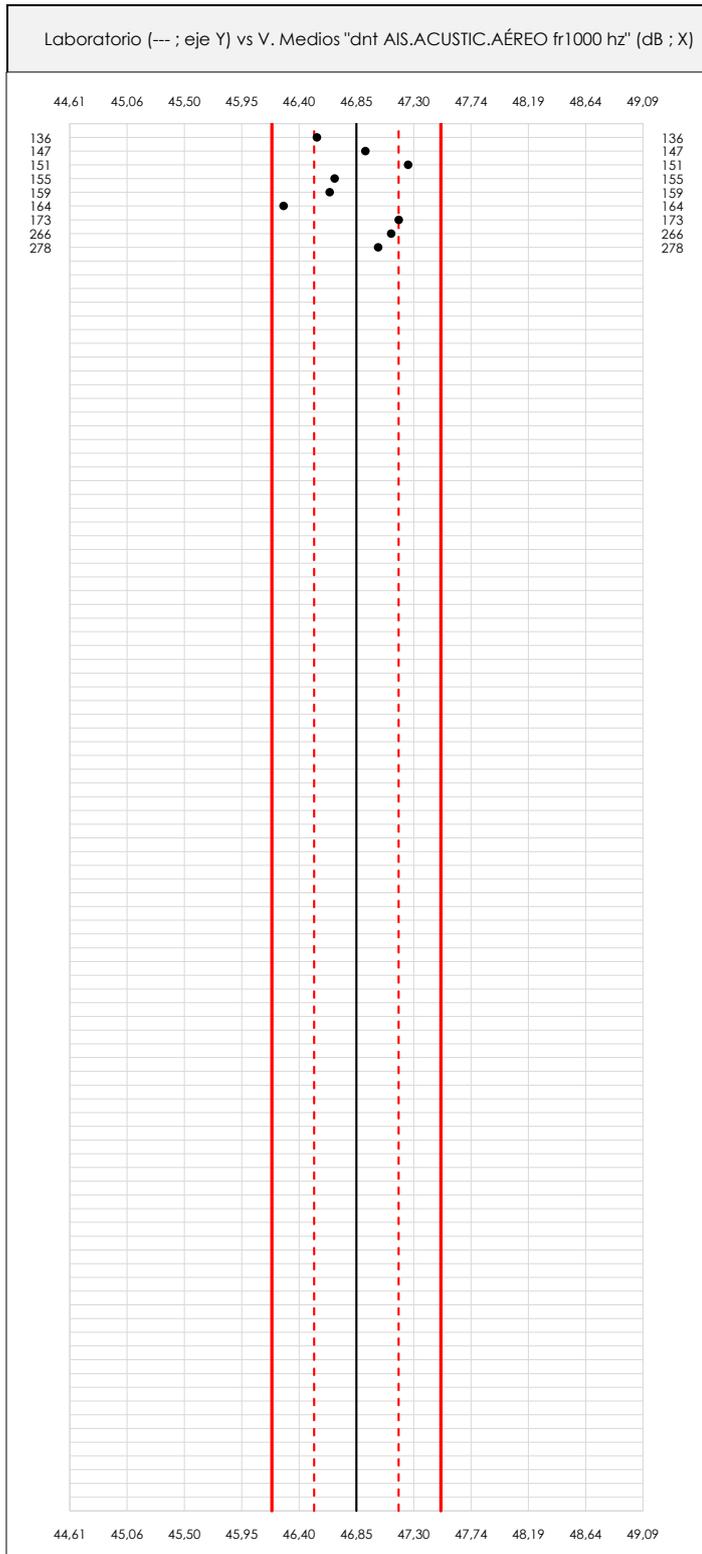
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

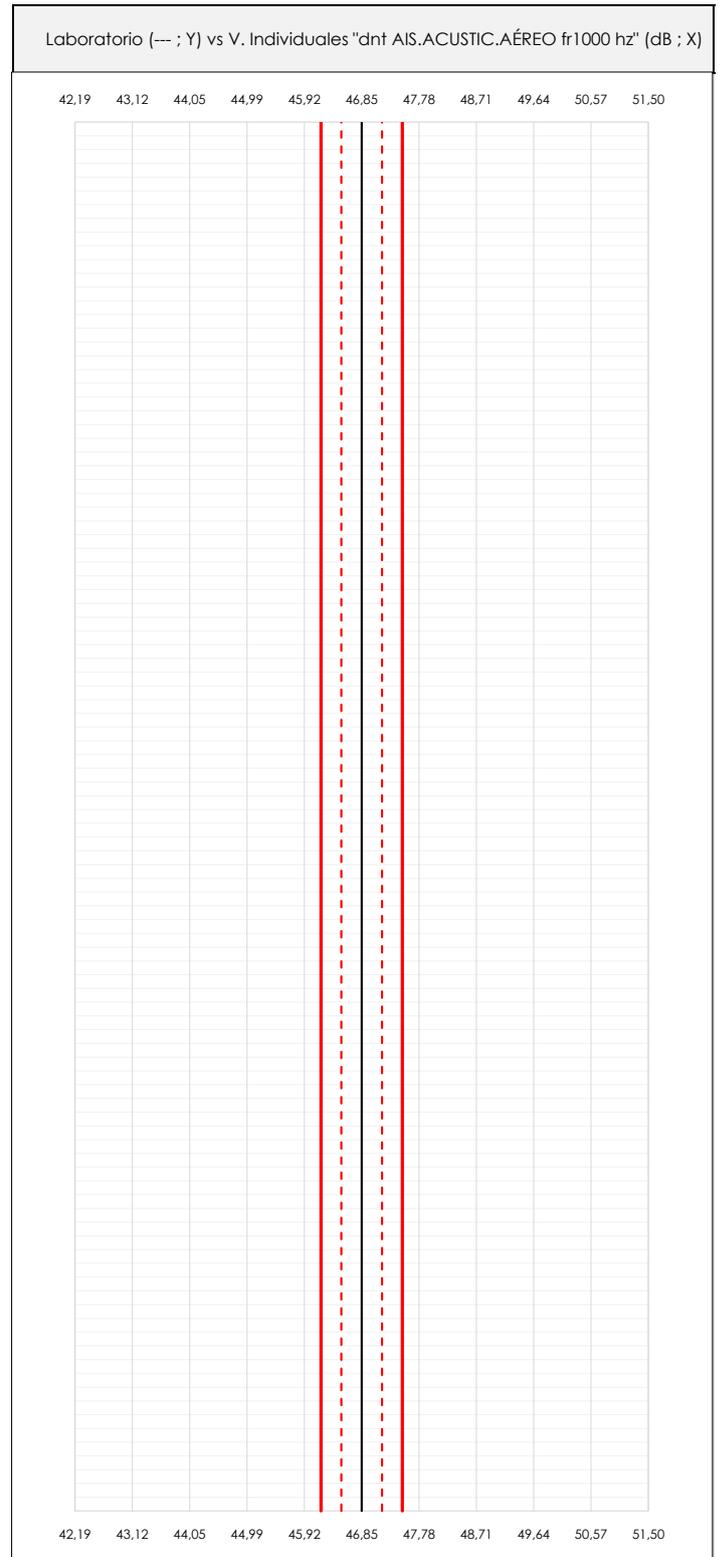
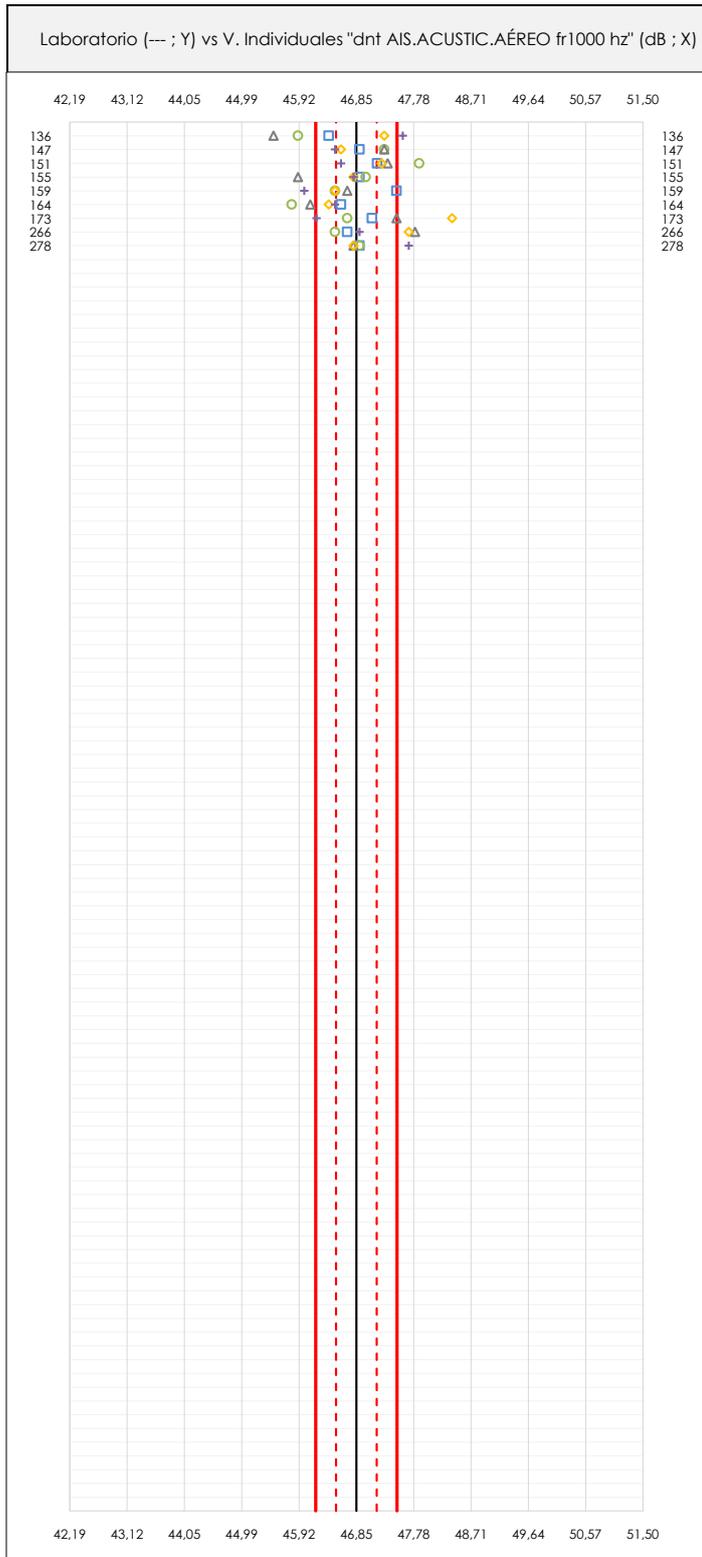
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (46,85 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,18/46,52 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (47,51/46,19 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (46,85 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,18/46,52 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (47,51/46,19 ; 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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	46,40	45,90	45,50	47,30	47,60	46,54	0,896	-0,66	✓	
147	46,90	47,30	47,30	46,60	46,50	46,92	0,377	0,15	✓	
151	47,19	47,87	47,36	47,26	46,60	47,25	0,454	0,86	✓	
155	46,90	47,00	45,90	46,80	46,80	46,68	0,444	-0,36	✓	
159	47,50	46,50	46,70	46,50	46,00	46,64	0,546	-0,44	✓	
164	46,60	45,80	46,10	46,40	46,50	46,28	0,327	-1,21	✓	
173	47,10	46,70	47,50	48,40	46,20	47,18	0,835	0,71	✓	
266	46,70	46,50	47,80	47,70	46,90	47,12	0,593	0,58	✓	
278	46,90	46,90	46,80	46,80	47,70	47,02	0,383	0,37	✓	

**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]

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

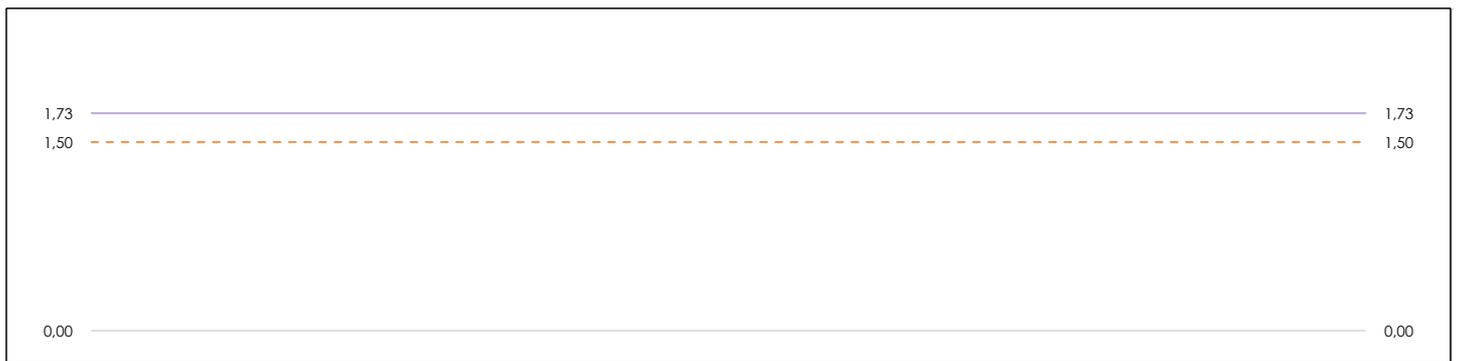
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ (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
136	46,40	45,900	45,500	47,300	47,600	46,540	0,896	-0,66	-0,93	1,57*	0,272			0,3953		✓
147	46,90	47,300	47,300	46,600	46,500	46,920	0,377	0,15	0,22	0,66						✓
151	47,19	47,868	47,356	47,259	46,597	47,253	0,454	0,86	1,23	0,79			1,227	0,5965		✓
155	46,90	47,000	45,900	46,800	46,800	46,680	0,444	-0,36	-0,51	0,78						✓
159	47,50	46,500	46,700	46,500	46,000	46,640	0,546	-0,44	-0,63	0,95						✓
164	46,60	45,800	46,100	46,400	46,500	46,280	0,327	-1,21	-1,72	0,57		1,721		0,3953		✓
173	47,10	46,700	47,500	48,400	46,200	47,180	0,835	0,71	1,01	1,46				0,5965		✓
266	46,70	46,500	47,800	47,700	46,900	47,120	0,593	0,58	0,82	1,04						✓
278	46,90	46,900	46,800	46,800	47,700	47,020	0,383	0,37	0,52	0,67						✓

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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:

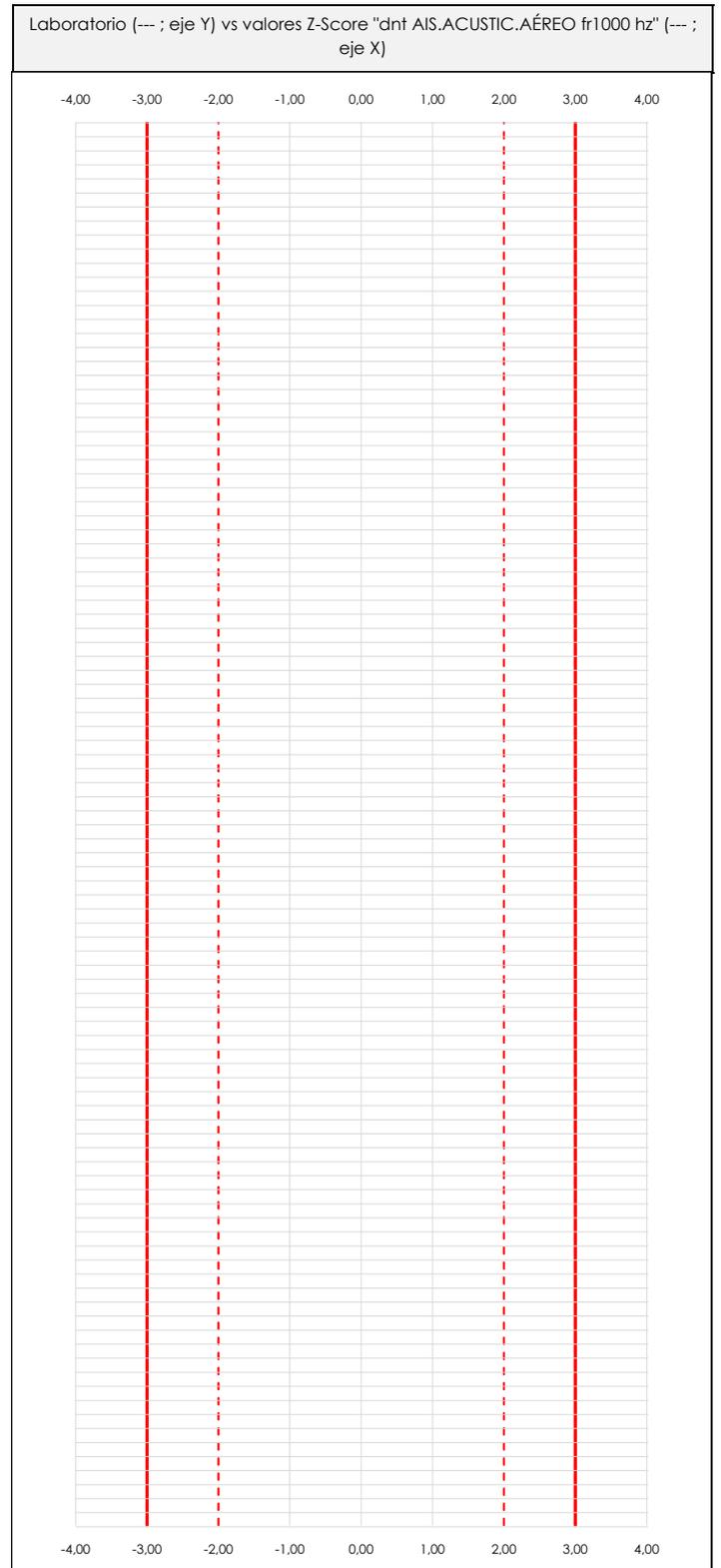
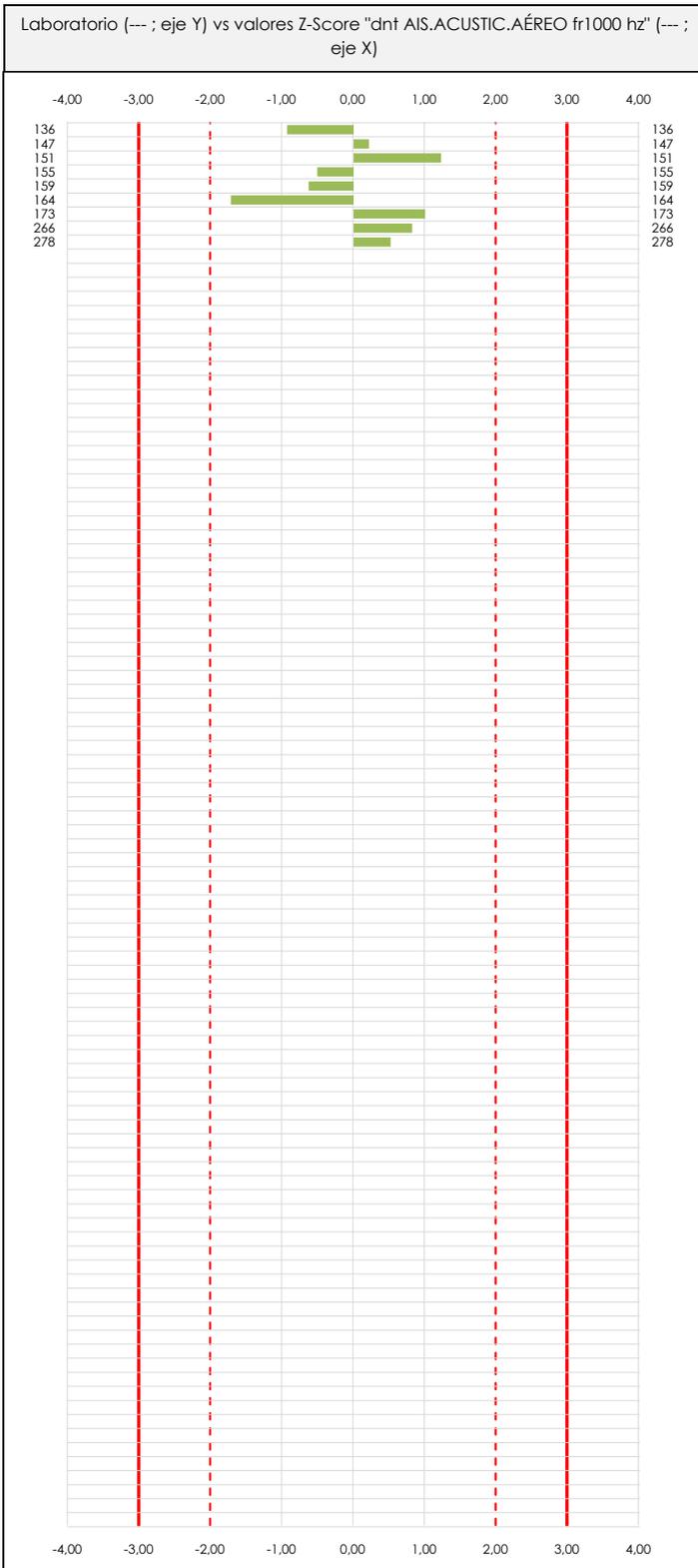
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	46,40	45,90	45,50	47,30	47,60	46,54	0,896	-0,66	✓	✓	✓			-0,933	S
147	46,90	47,30	47,30	46,60	46,50	46,92	0,377	0,15	✓	✓	✓			0,218	S
151	47,19	47,87	47,36	47,26	46,60	47,25	0,454	0,86	✓	✓	✓			1,227	S
155	46,90	47,00	45,90	46,80	46,80	46,68	0,444	-0,36	✓	✓	✓			-0,509	S
159	47,50	46,50	46,70	46,50	46,00	46,64	0,546	-0,44	✓	✓	✓			-0,630	S
164	46,60	45,80	46,10	46,40	46,50	46,28	0,327	-1,21	✓	✓	✓			-1,721	S
173	47,10	46,70	47,50	48,40	46,20	47,18	0,835	0,71	✓	✓	✓			1,005	S
266	46,70	46,50	47,80	47,70	46,90	47,12	0,593	0,58	✓	✓	✓			0,823	S
278	46,90	46,90	46,80	46,80	47,70	47,02	0,383	0,37	✓	✓	✓			0,520	S

**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, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>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]

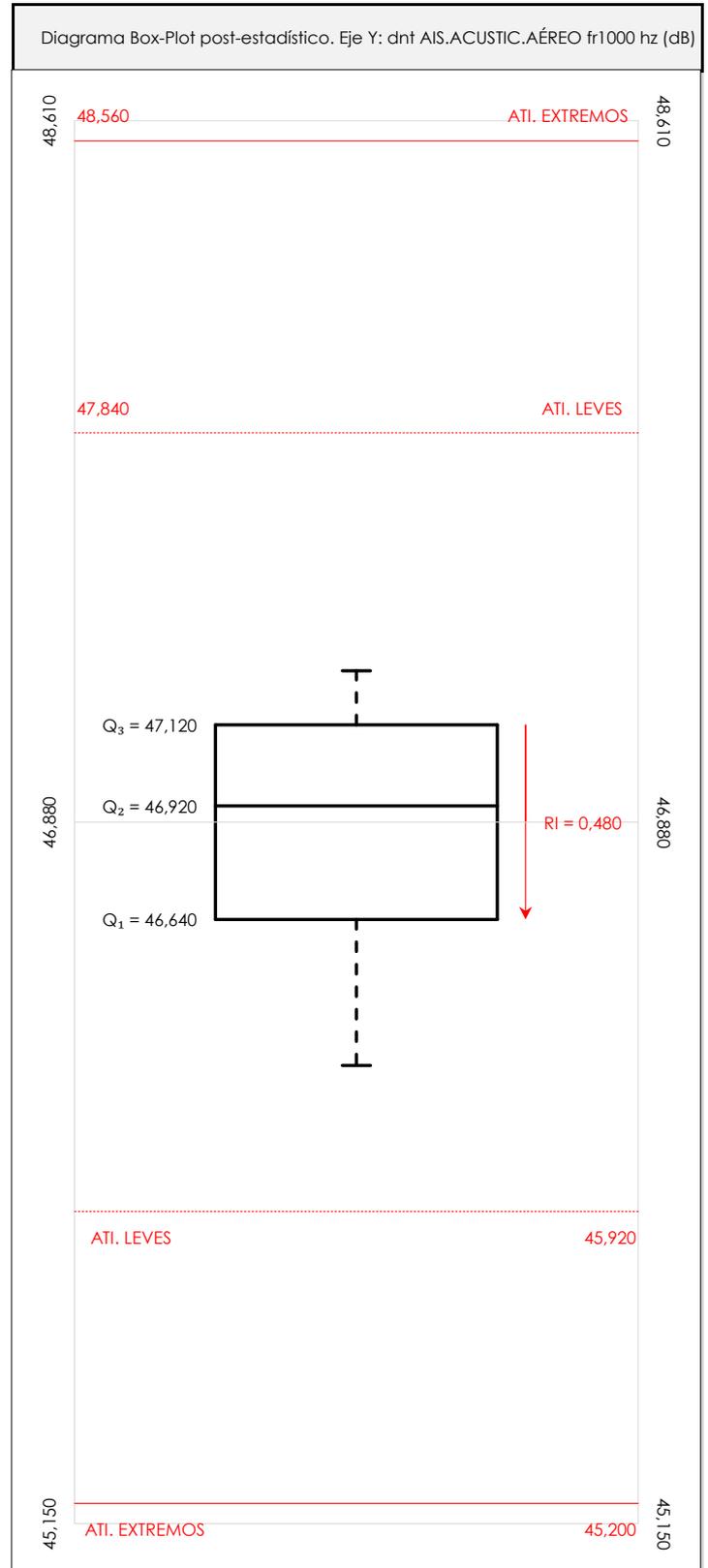
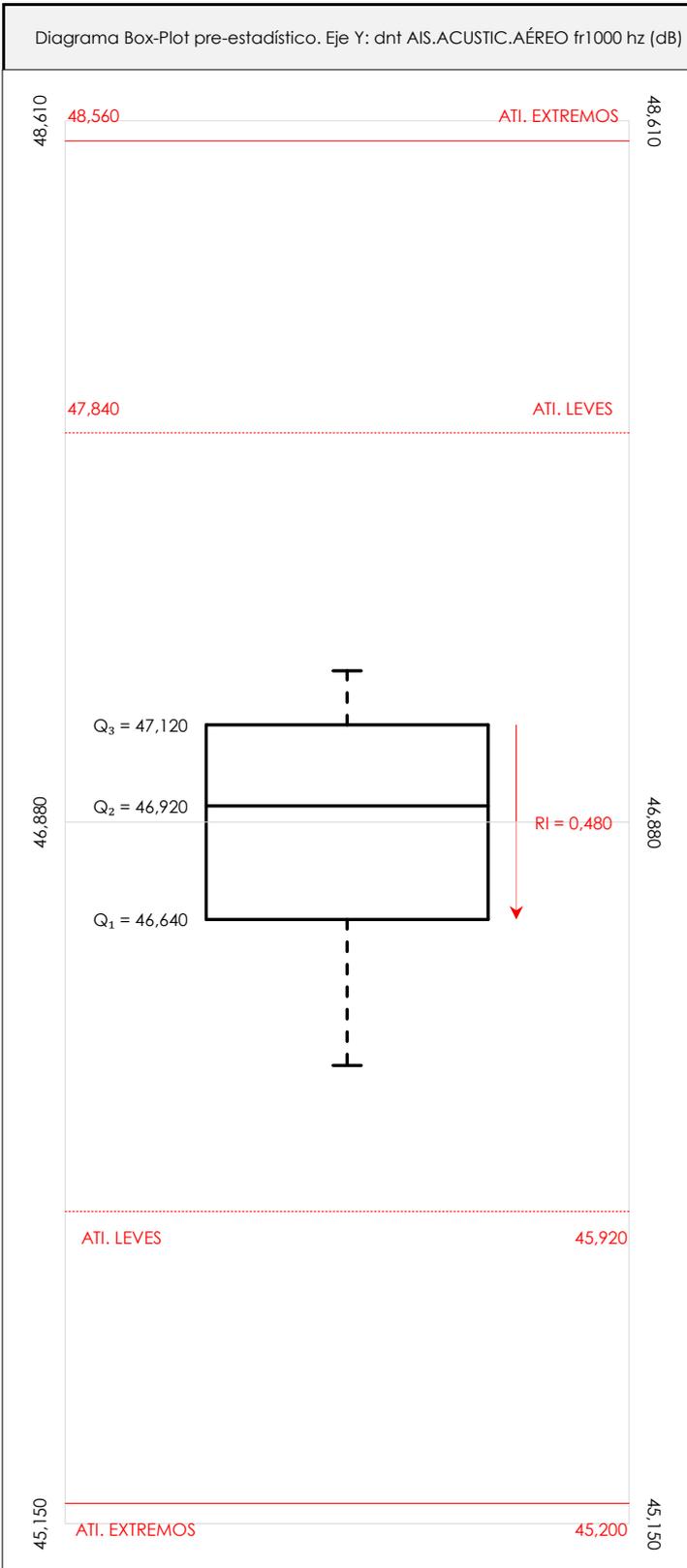
[insatisfactorio]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ (dB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1000 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	47,50	47,87	47,80	48,40	47,70	47,25	47,50	47,87	47,80	48,40	47,70	47,25
Valor Mínimo (min ; %)	46,40	45,80	45,50	46,40	46,00	46,28	46,40	45,80	45,50	46,40	46,00	46,28
Valor Promedio (M ; %)	46,91	46,72	46,77	47,08	46,76	46,85	46,91	46,72	46,77	47,08	46,76	46,85
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,33	0,65	0,79	0,65	0,58	0,33	0,33	0,65	0,79	0,65	0,58	0,33
Coef. Variación (CV ; ---)	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	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	0,328	1,587	0,043	0,371	1,689		0,328	1,587	0,043	0,371	1,689	
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	0,425	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
Nivel de Significación 5%	1,78	1,50	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr1250 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

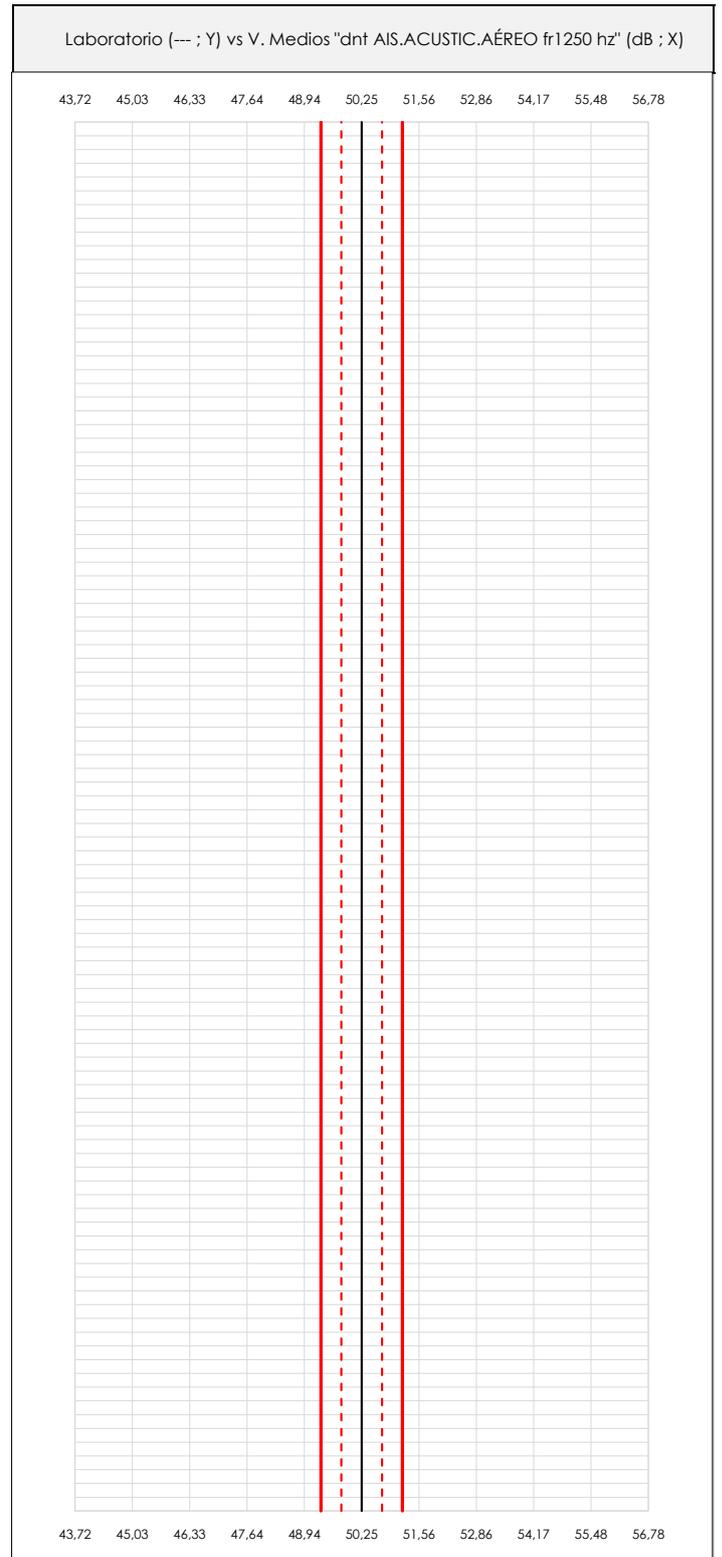
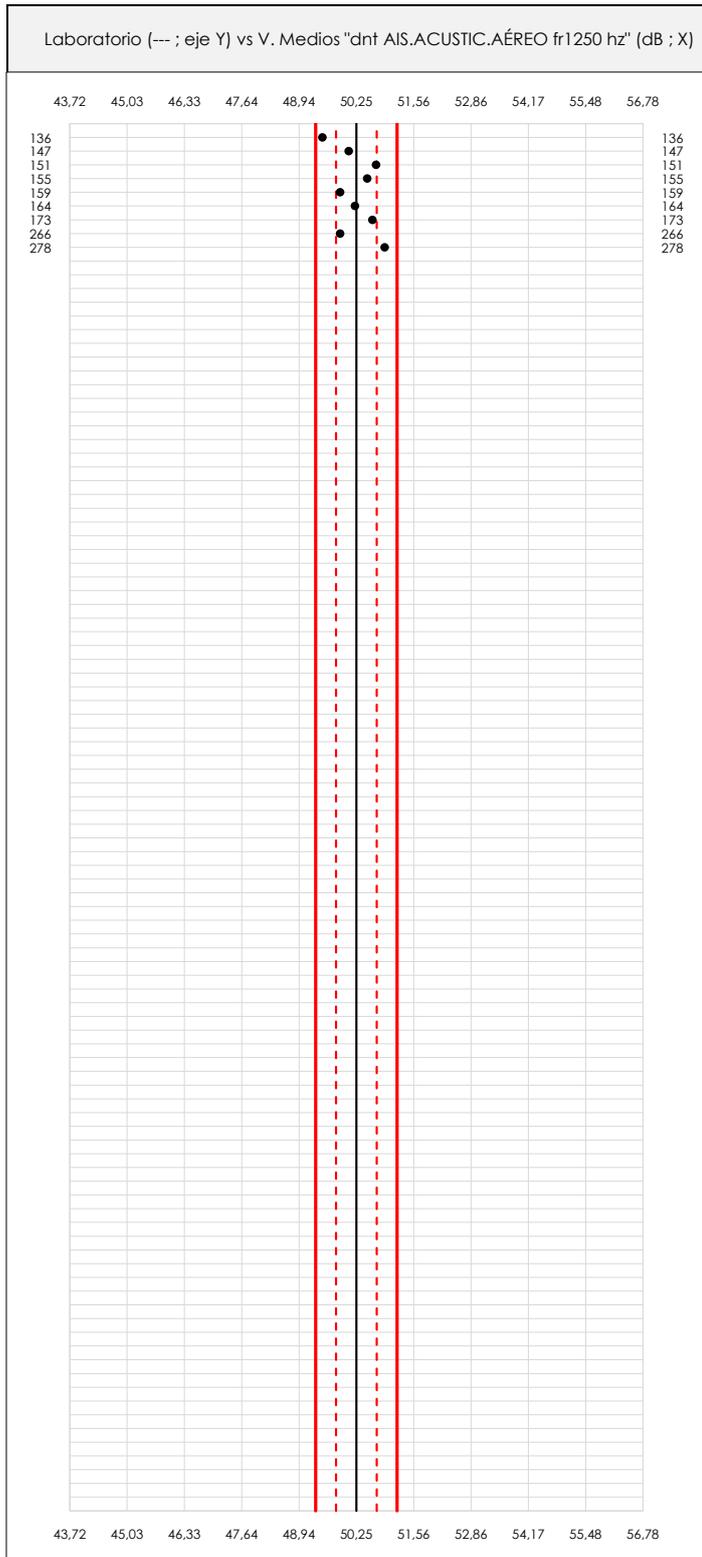
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

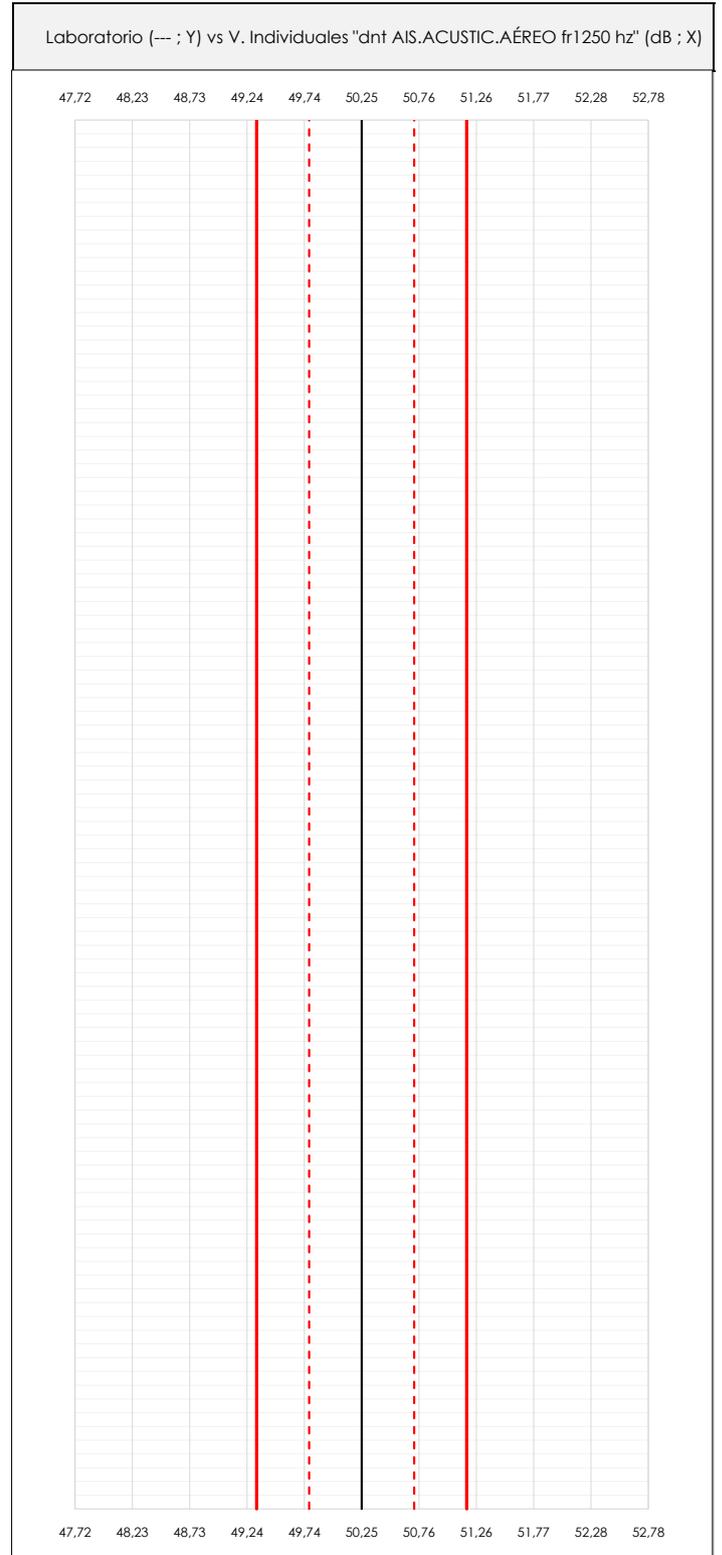
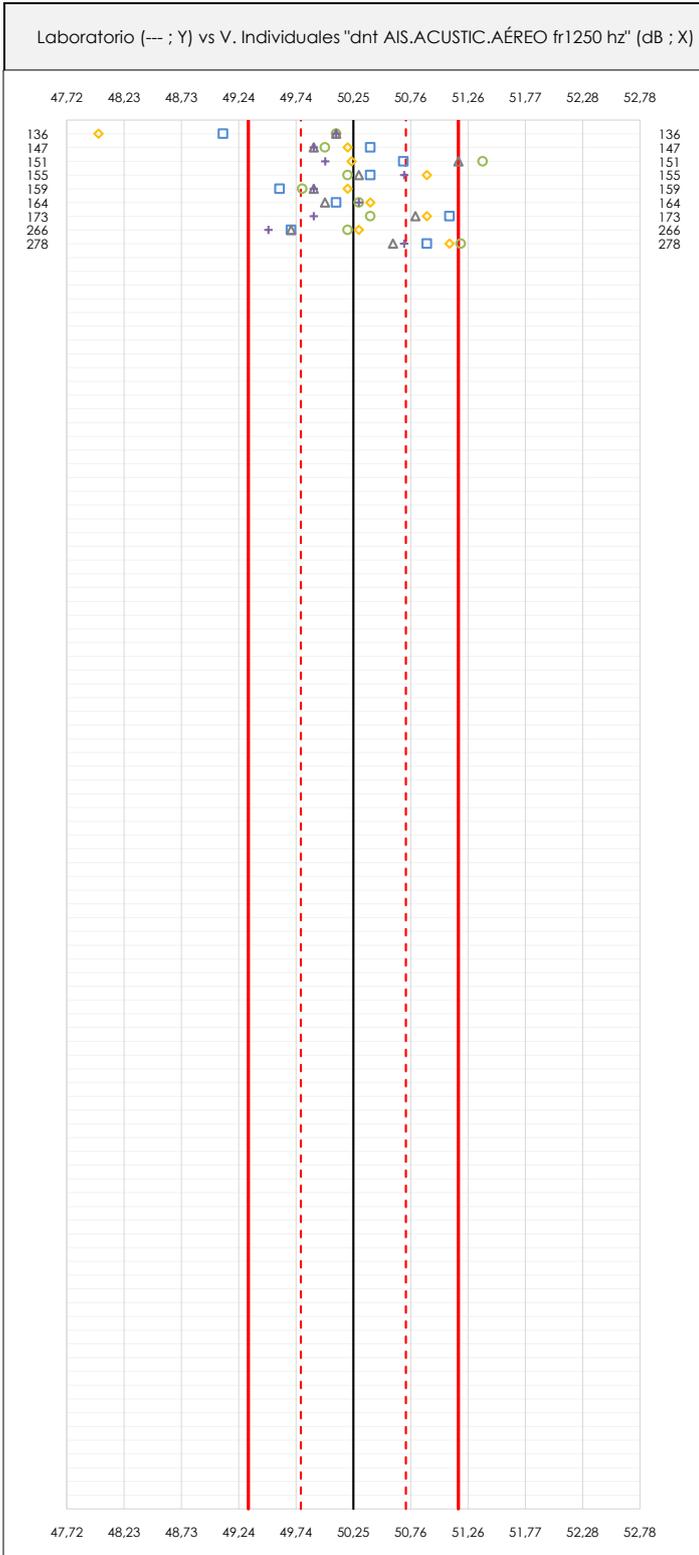
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (50,25 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (50,71/49,79 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,18/49,32 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (50,25 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (50,71/49,79 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,18/49,32 ; 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
136	49,10	50,10	50,10	48,00	50,10	49,48	0,934	-1,53	✓	
147	50,40	50,00	49,90	50,20	49,90	50,08	0,217	-0,34	✓	
151	50,69	51,39	51,18	50,23	50,00	50,70	0,595	0,89	✓	
155	50,40	50,20	50,30	50,90	50,70	50,50	0,292	0,50	✓	
159	49,60	49,80	49,90	50,20	49,90	49,88	0,217	-0,74	✓	
164	50,10	50,30	50,00	50,40	50,30	50,22	0,164	-0,06	✓	
173	51,10	50,40	50,80	50,90	49,90	50,62	0,476	0,73	✓	
266	49,70	50,20	49,70	50,30	49,50	49,88	0,349	-0,74	✓	
278	50,90	51,20	50,60	51,10	50,70	50,90	0,255	1,29	✓	

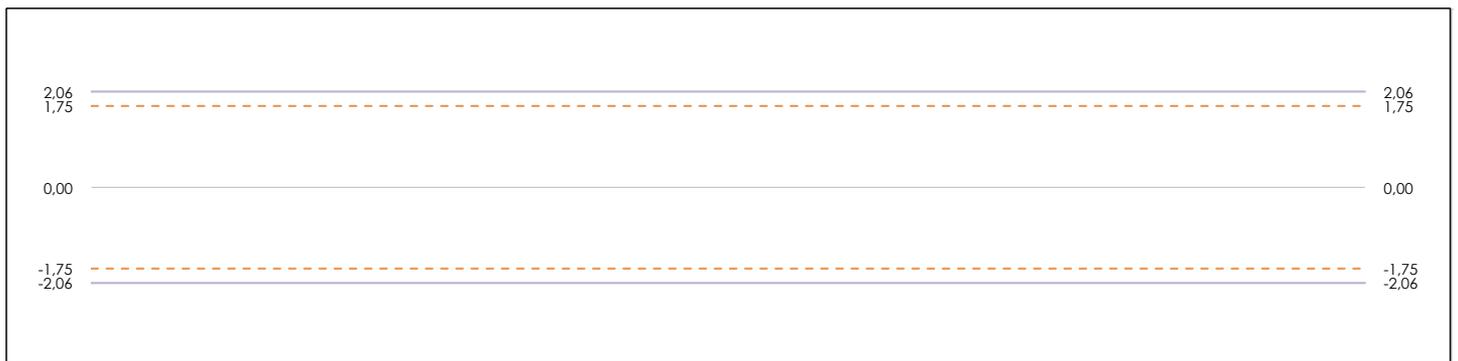
**NOTAS:**

- <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]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

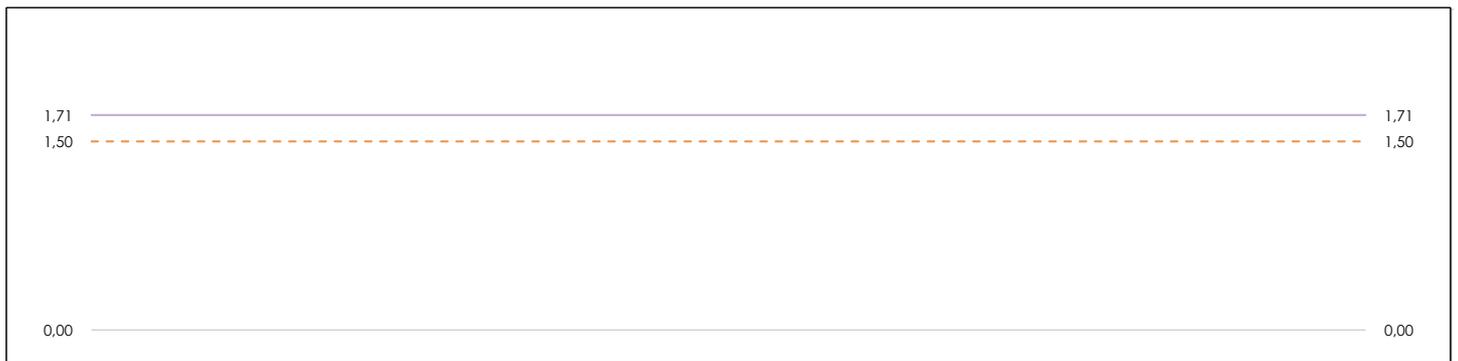
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ (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	
136	49,10	50,100	50,100	48,000	50,100	49,480	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
147	50,40	50,000	49,900	50,200	49,900	50,080	0,217	-0,53	-0,69	0,62							✓
151	50,69	51,393	51,179	50,234	50,002	50,700	0,595	0,70	0,91	1,70*	0,363				0,4619		✓
155	50,40	50,200	50,300	50,900	50,700	50,500	0,292	0,30	0,39	0,84							✓
159	49,60	49,800	49,900	50,200	49,900	49,880	0,217	-0,93	-1,21	0,62		1,206		0,4460			✓
164	50,10	50,300	50,000	50,400	50,300	50,220	0,164	-0,25	-0,33	0,47							✓
173	51,10	50,400	50,800	50,900	49,900	50,620	0,476	0,54	0,70	1,37							✓
266	49,70	50,200	49,700	50,300	49,500	49,880	0,349	-0,93	-1,21	1,00		1,206		0,4460			✓
278	50,90	51,200	50,600	51,100	50,700	50,900	0,255	1,10	1,43	0,73			1,425		0,4619		✓

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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:

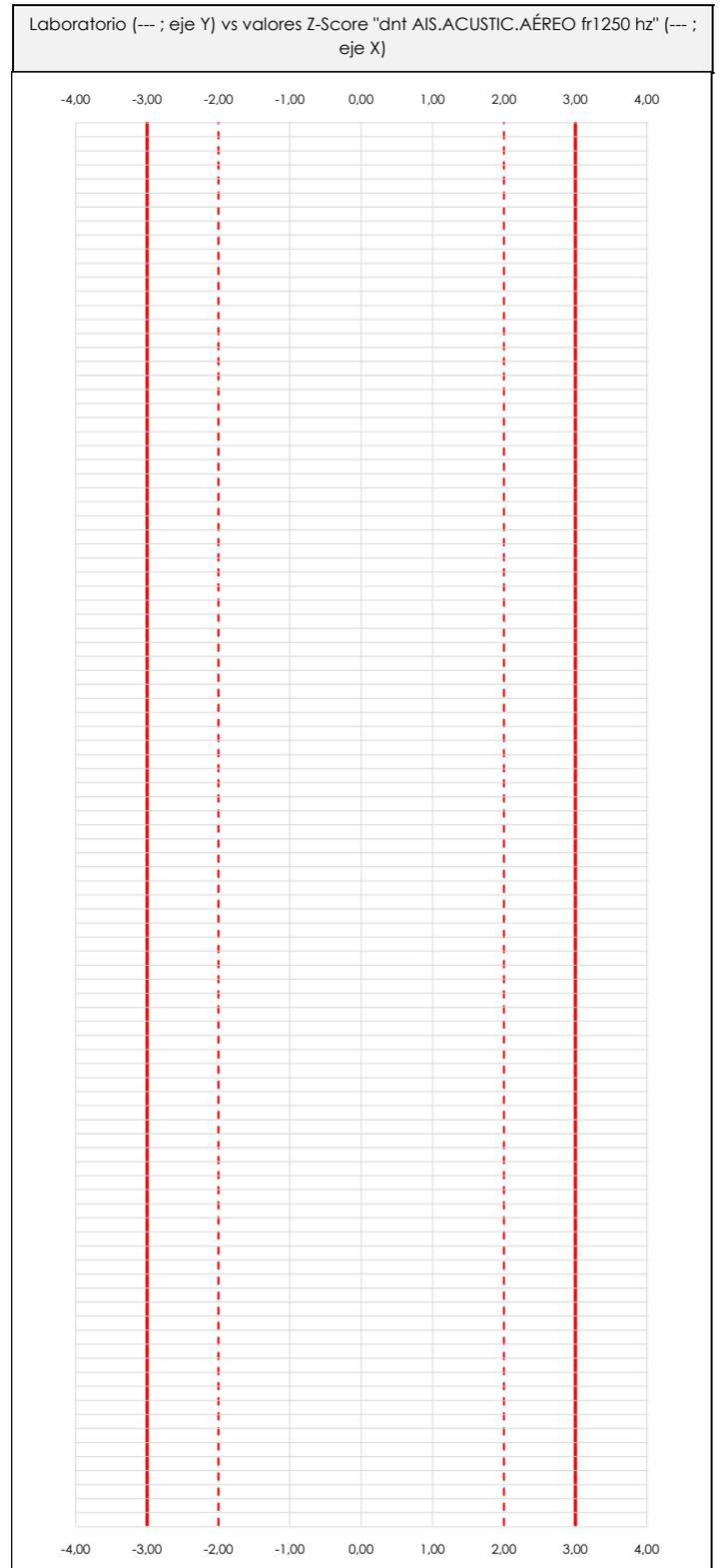
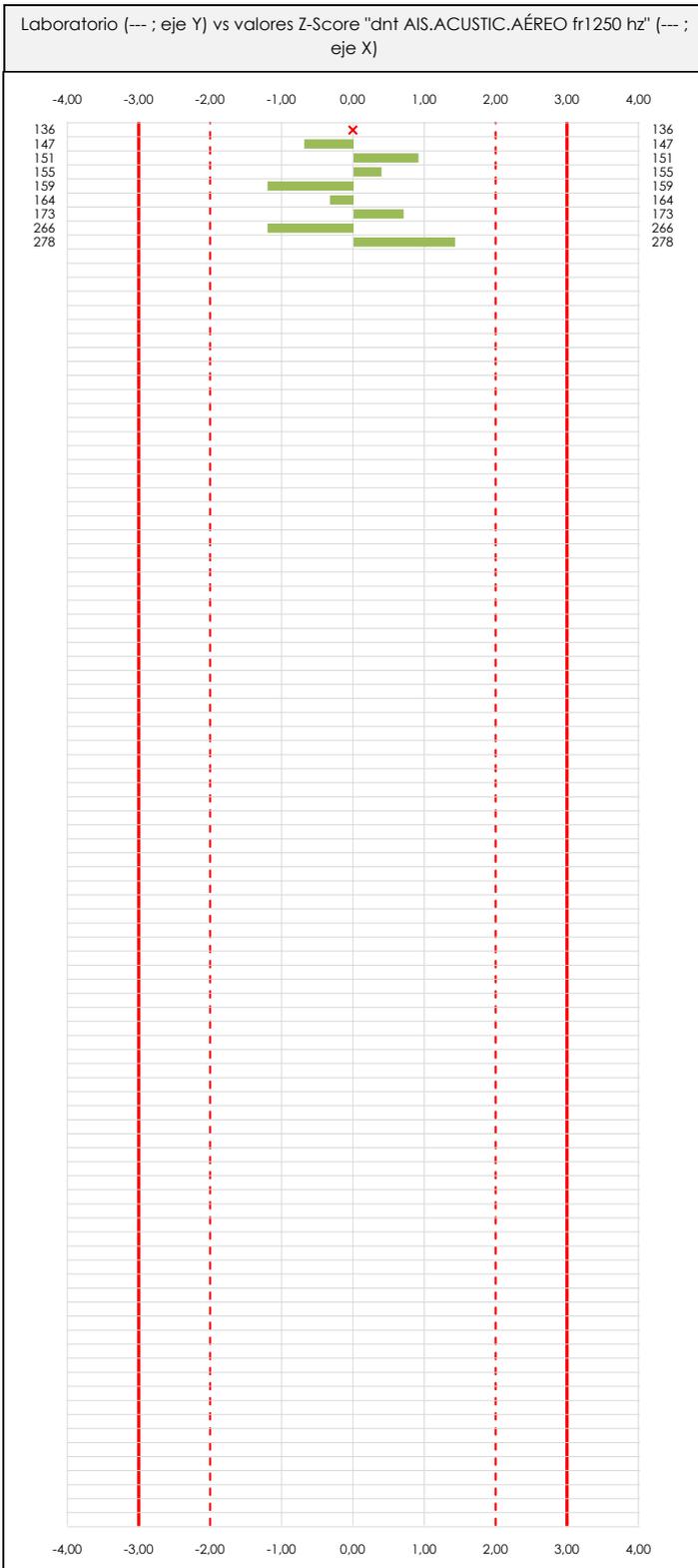
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_i$ crit	S <sub>Li</sub>	D <sub>i</sub> crit %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	49,10	50,10	50,10	48,00	50,10	49,48	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
147	50,40	50,00	49,90	50,20	49,90	50,08	0,217	-0,53	✓	✓	✓			-0,690	S
151	50,69	51,39	51,18	50,23	50,00	50,70	0,595	0,70	✓	✓	✓			0,910	S
155	50,40	50,20	50,30	50,90	50,70	50,50	0,292	0,30	✓	✓	✓			0,393	S
159	49,60	49,80	49,90	50,20	49,90	49,88	0,217	-0,93	✓	✓	✓			-1,206	S
164	50,10	50,30	50,00	50,40	50,30	50,22	0,164	-0,25	✓	✓	✓			-0,329	S
173	51,10	50,40	50,80	50,90	49,90	50,62	0,476	0,54	✓	✓	✓			0,703	S
266	49,70	50,20	49,70	50,30	49,50	49,88	0,349	-0,93	✓	✓	✓			-1,206	S
278	50,90	51,20	50,60	51,10	50,70	50,90	0,255	1,10	✓	✓	✓			1,425	S

**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, " $\bar{X}_i$  crit" es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</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> 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]

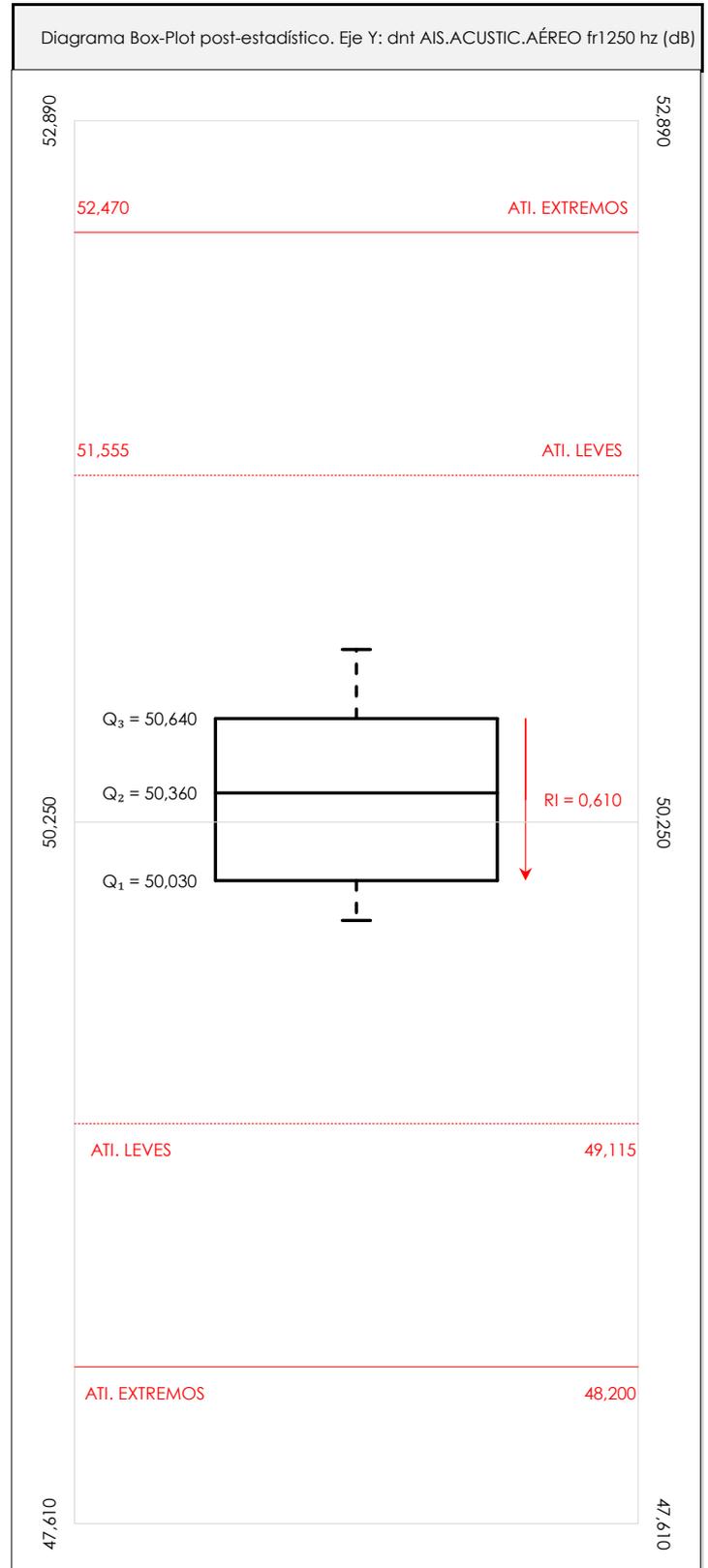
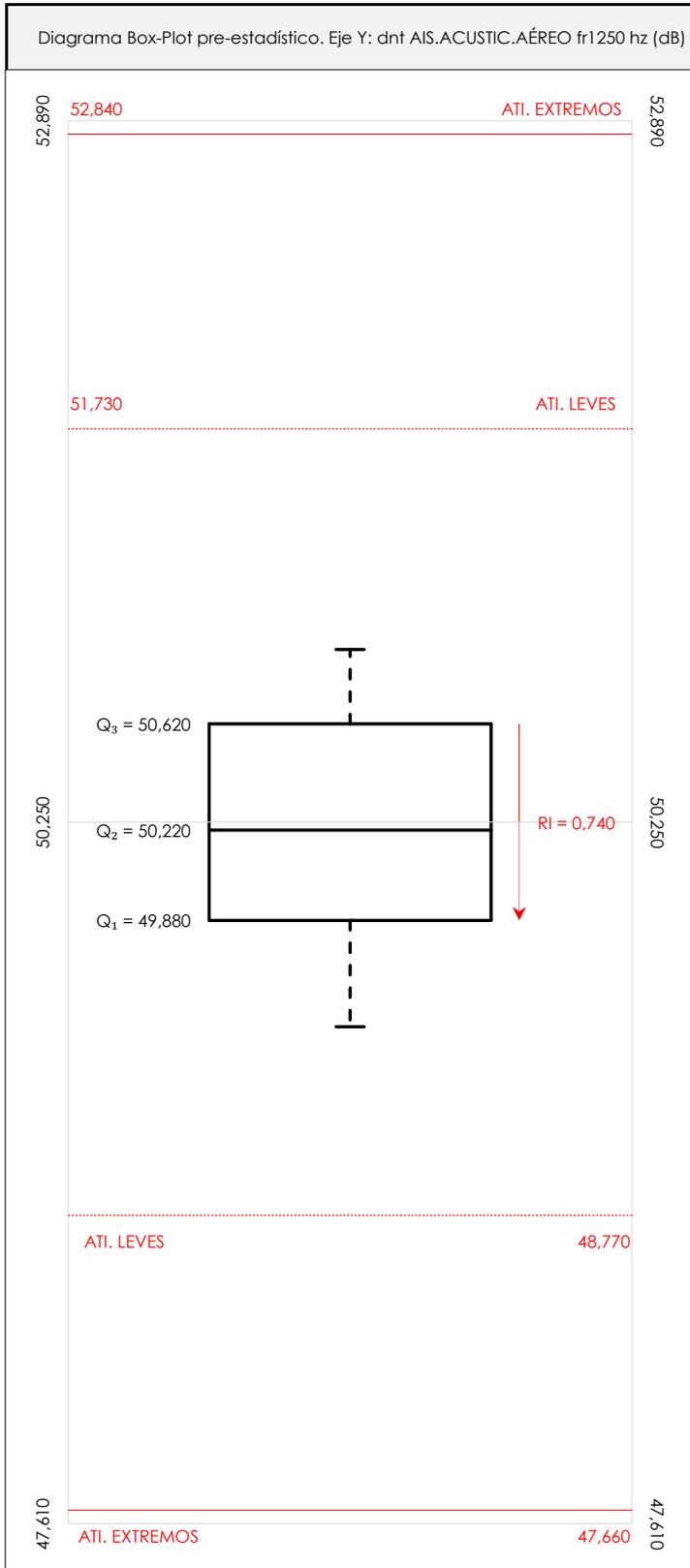
[insatisfactorio]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ (dB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1250 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 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	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	51,10	51,39	51,18	51,10	50,70	50,90	51,10	51,39	51,18	51,10	50,70	50,90
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	49,10	49,80	49,70	48,00	49,50	49,48	49,60	49,80	49,70	50,20	49,50	49,88
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	50,22	50,40	50,28	50,25	50,11	50,25	50,36	50,44	50,30	50,53	50,11	50,35
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,66	0,54	0,49	0,91	0,40	0,46	0,54	0,56	0,52	0,37	0,42	0,39
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	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	$S_r^2$	r
<b>Valor Calculado</b>	0,205	1,255	0,174	0,379	1,707	0,122	0,967	0,126	0,248	1,379	0,122	0,967
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,425	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr1600 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

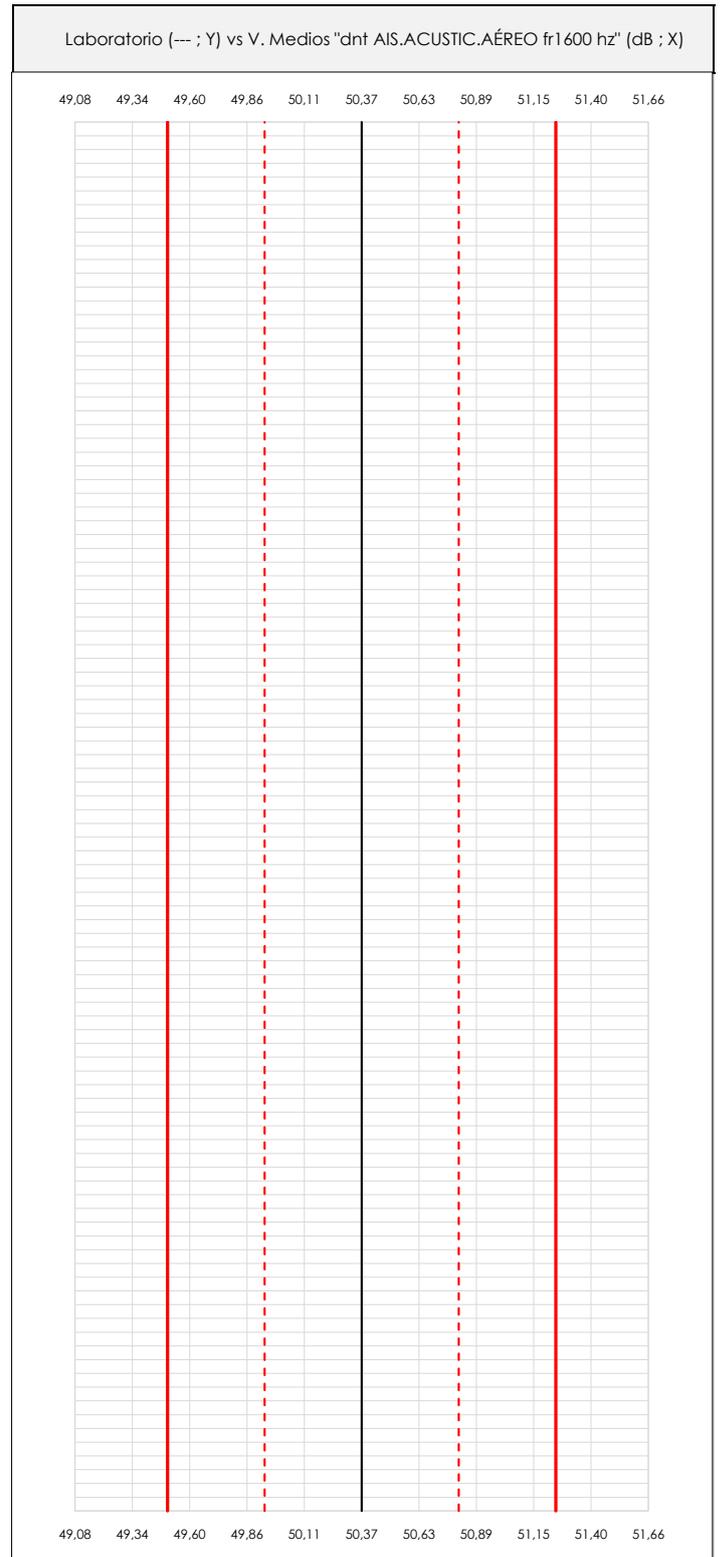
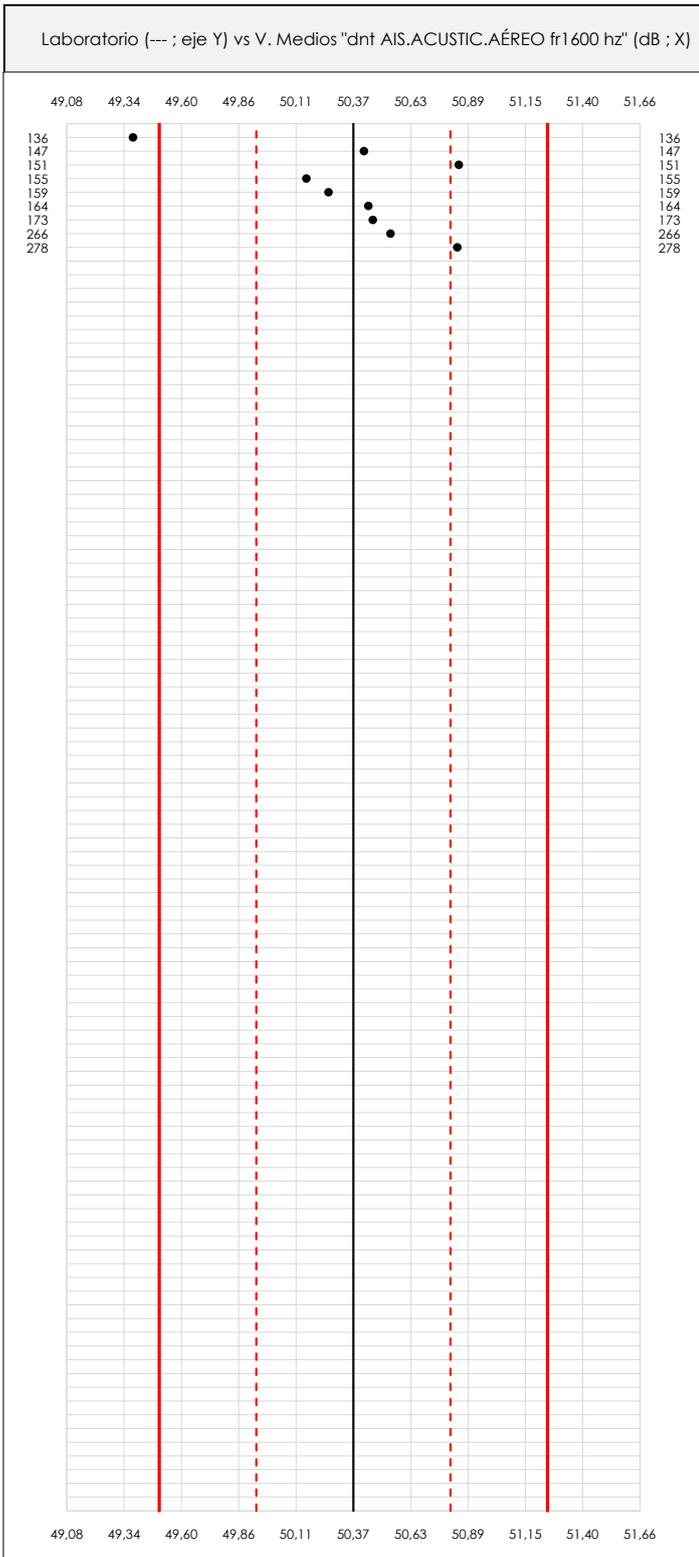
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

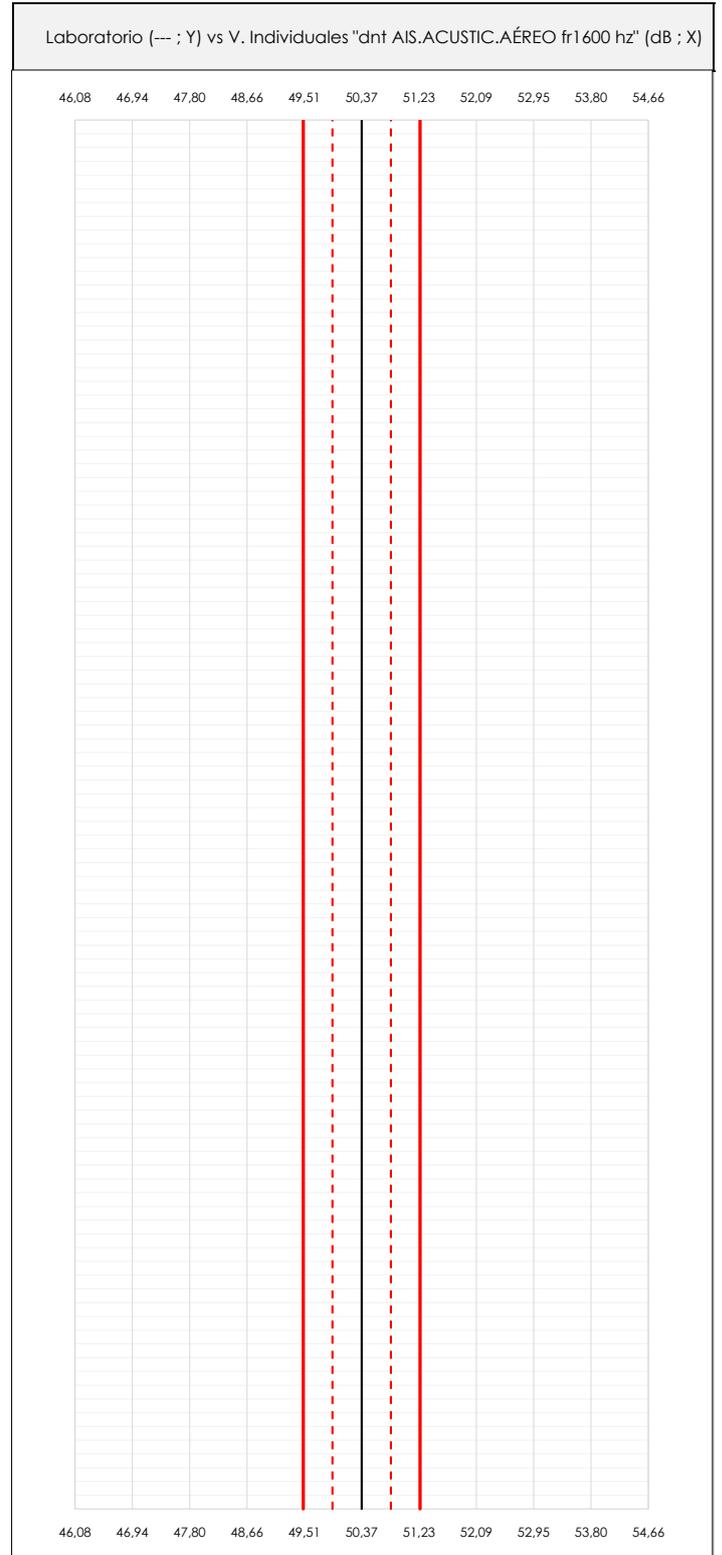
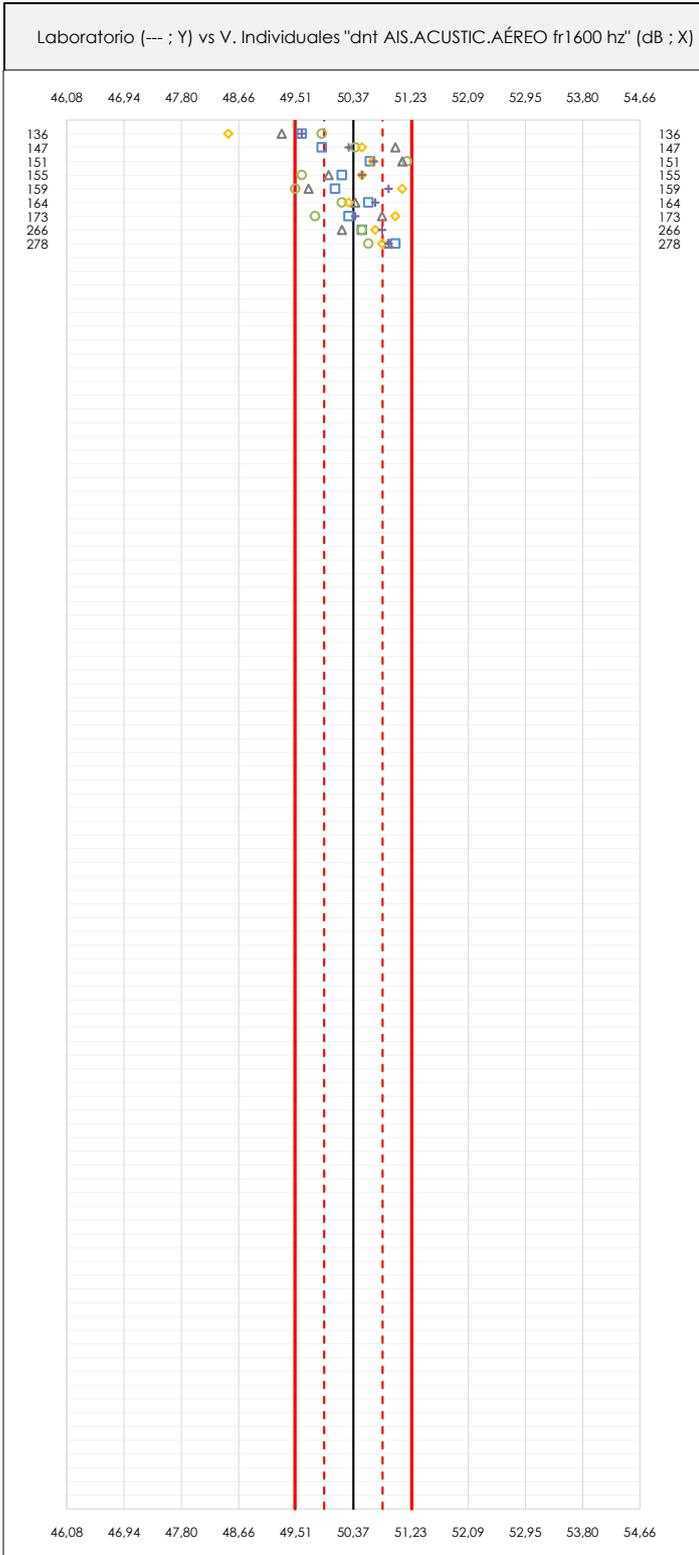
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (50,37 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (50,81/49,93 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,25/49,50 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (50,37 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (50,81/49,93 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,25/49,50 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	49,60	49,90	49,30	48,50	49,60	49,38	0,536	-1,97	✓	
147	49,90	50,40	51,00	50,50	50,30	50,42	0,396	0,10	✓	
151	50,62	51,17	51,11	50,66	50,68	50,85	0,269	0,94	✓	
155	50,20	49,60	50,00	50,50	50,50	50,16	0,378	-0,42	✓	
159	50,10	49,50	49,70	51,10	50,90	50,26	0,713	-0,22	✓	
164	50,60	50,20	50,40	50,30	50,70	50,44	0,207	0,14	✓	
173	50,30	49,80	50,80	51,00	50,40	50,46	0,467	0,17	✓	
266	50,50	50,50	50,20	50,70	50,80	50,54	0,230	0,33	✓	
278	51,00	50,60	50,90	50,80	50,90	50,84	0,152	0,93	✓	

**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]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ (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		
136	49,60	49,900	49,300	48,500	49,600	49,380	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X	
147	49,90	50,400	51,000	50,500	50,300	50,420	0,396	-0,22	-0,45	1,24	---	---	---	0,4579	---	---	✓	
151	50,62	51,174	51,106	50,659	50,678	50,847	0,269	0,63	1,30	0,84	---	---	1,299	---	0,2305	---	✓	
155	50,20	49,600	50,000	50,500	50,500	50,160	0,378	-0,73	-1,51	1,19	---	1,511	---	0,4579	---	---	✓	
159	50,10	49,500	49,700	51,100	50,900	50,260	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
164	50,60	50,200	50,400	50,300	50,700	50,440	0,207	-0,18	-0,37	0,65	---	---	---	---	---	---	---	✓
173	50,30	49,800	50,800	51,000	50,400	50,460	0,467	-0,14	-0,28	1,47	---	---	---	---	---	---	---	✓
266	50,50	50,500	50,200	50,700	50,800	50,540	0,230	0,02	0,04	0,72	---	---	---	---	---	---	---	✓
278	51,00	50,600	50,900	50,800	50,900	50,840	0,152	0,61	1,27	0,48	---	---	---	---	0,2305	---	---	✓

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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:

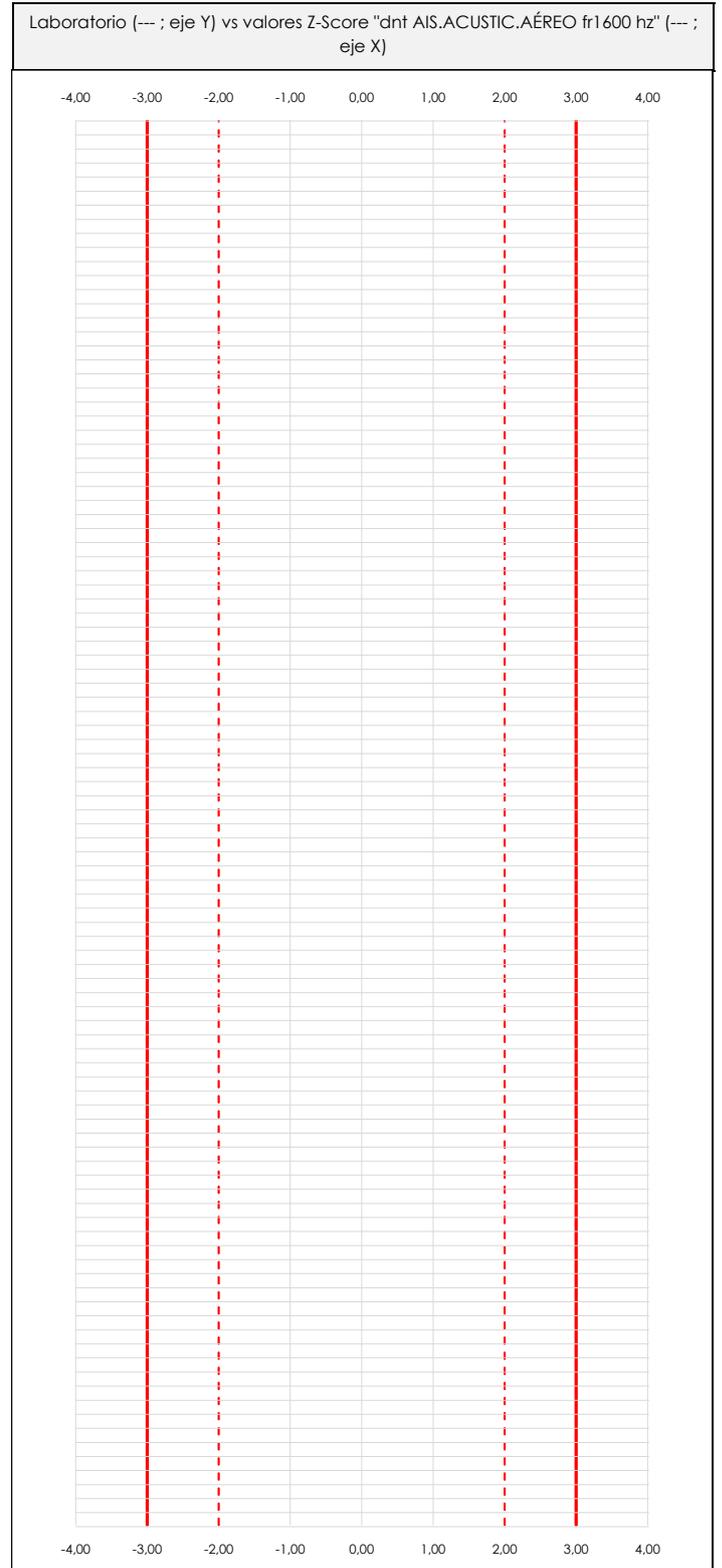
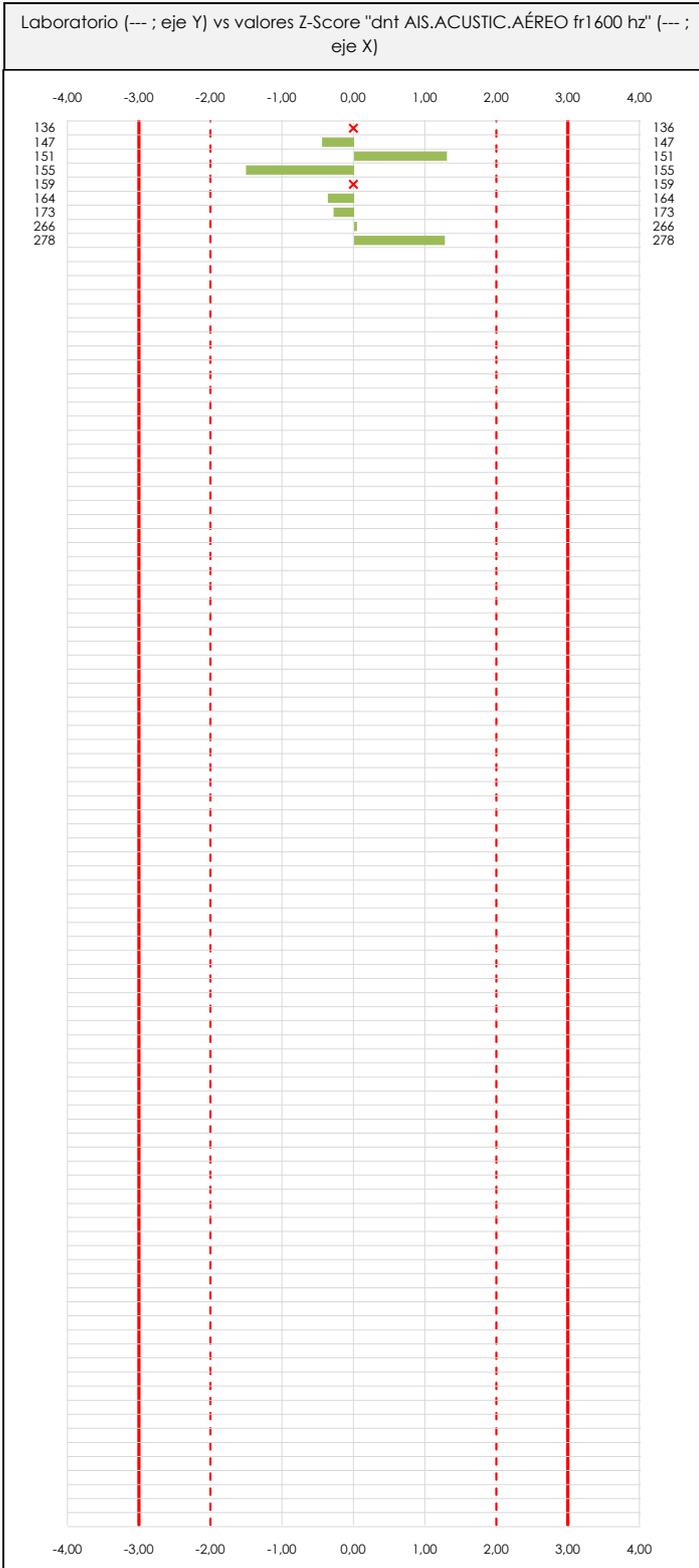
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	49,60	49,90	49,30	48,50	49,60	49,38	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
147	49,90	50,40	51,00	50,50	50,30	50,42	0,396	-0,22	✓	✓	✓			-0,448	S
151	50,62	51,17	51,11	50,66	50,68	50,85	0,269	0,63	✓	✓	✓			1,299	S
155	50,20	49,60	50,00	50,50	50,50	50,16	0,378	-0,73	✓	✓	✓			-1,511	S
159	50,10	49,50	49,70	51,10	50,90	50,26	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
164	50,60	50,20	50,40	50,30	50,70	50,44	0,207	-0,18	✓	✓	✓			-0,366	S
173	50,30	49,80	50,80	51,00	50,40	50,46	0,467	-0,14	✓	✓	✓			-0,285	S
266	50,50	50,50	50,20	50,70	50,80	50,54	0,230	0,02	✓	✓	✓			0,042	S
278	51,00	50,60	50,90	50,80	50,90	50,84	0,152	0,61	✓	✓	✓			1,269	S

**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, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>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]

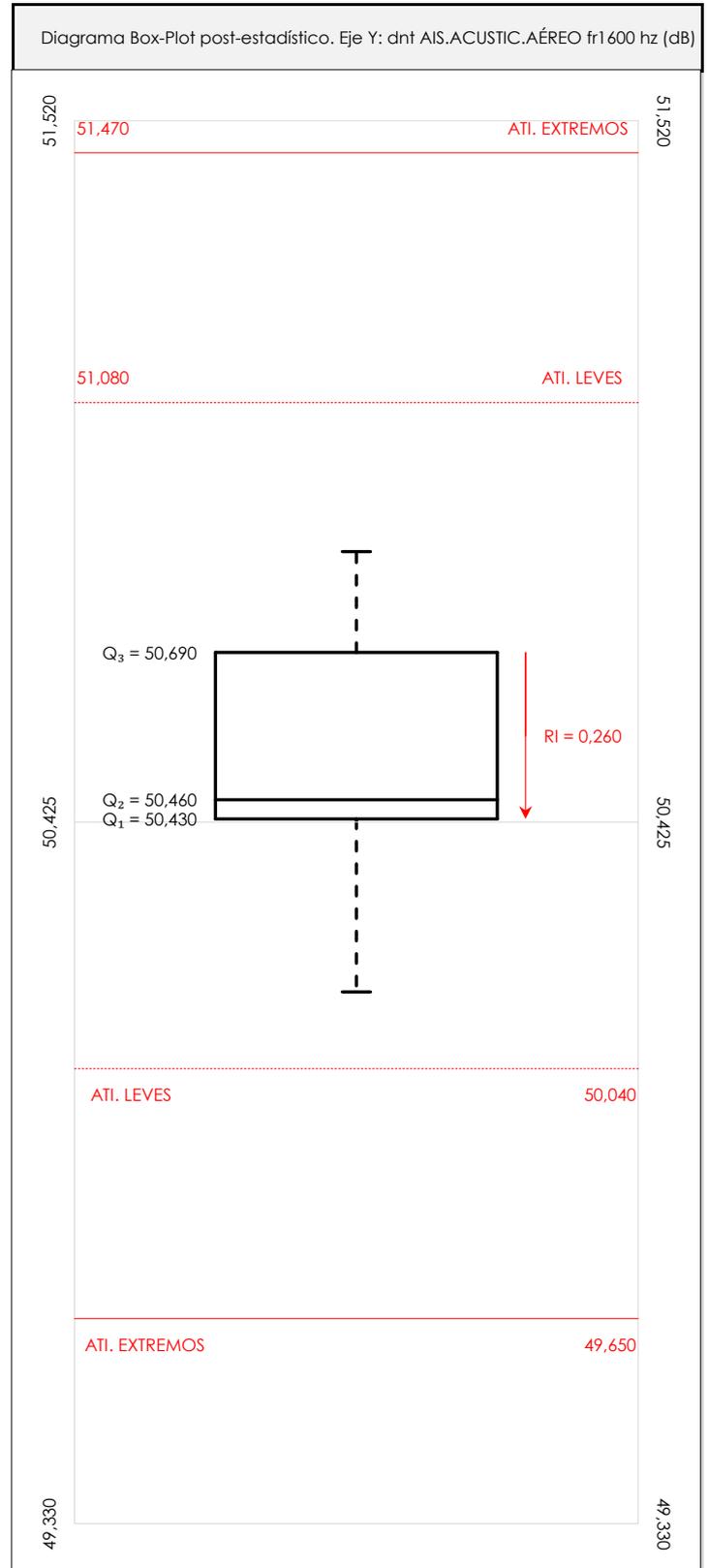
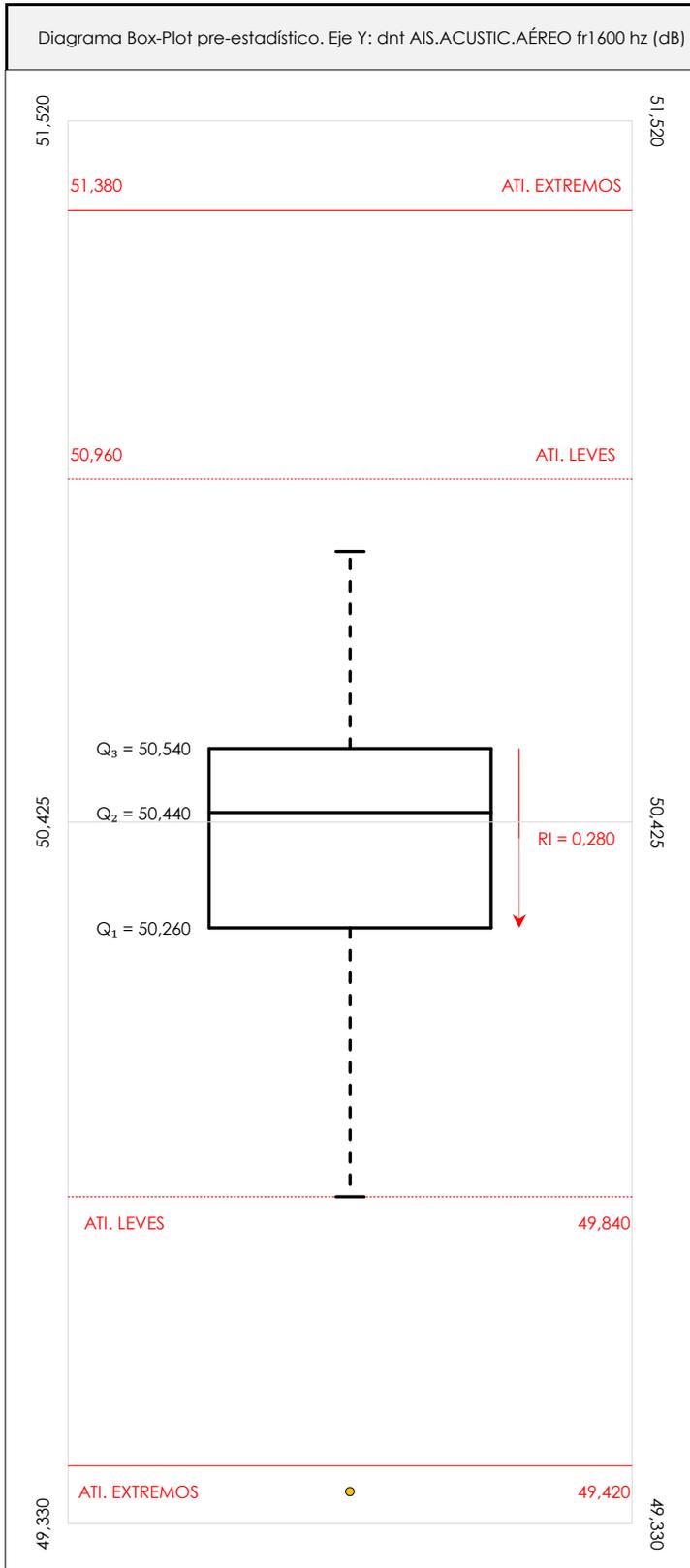
[insatisfactorio]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ (dB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR1600 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 2 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 3 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	51,00	51,17	51,11	51,10	50,90	50,85	51,00	51,17	51,11	51,00	50,90	50,85
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	49,60	49,50	49,30	48,50	49,60	49,38	49,90	49,60	50,00	50,30	50,30	50,16
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	50,31	50,19	50,38	50,45	50,53	50,37	50,45	50,32	50,63	50,64	50,61	50,53
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,42	0,54	0,63	0,77	0,41	0,44	0,35	0,52	0,43	0,23	0,22	0,24
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	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	
<b>Valor Calculado</b>	0,167	1,133	0,158	0,325	1,580		0,101	0,882	0,040	0,141	1,040	
<b>Valor Referencia</b>												

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 " $G_{\text{sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " 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	$G_{\text{sim}}$	$G_{\text{Dob}}$	h	k	C	$G_{\text{sim}}$	$G_{\text{Dob}}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,98	1,70	0,425	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,71	1,49	0,358	2,020	0,0708	1,71	1,49	0,431	2,020	0,0708

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

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr2000 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

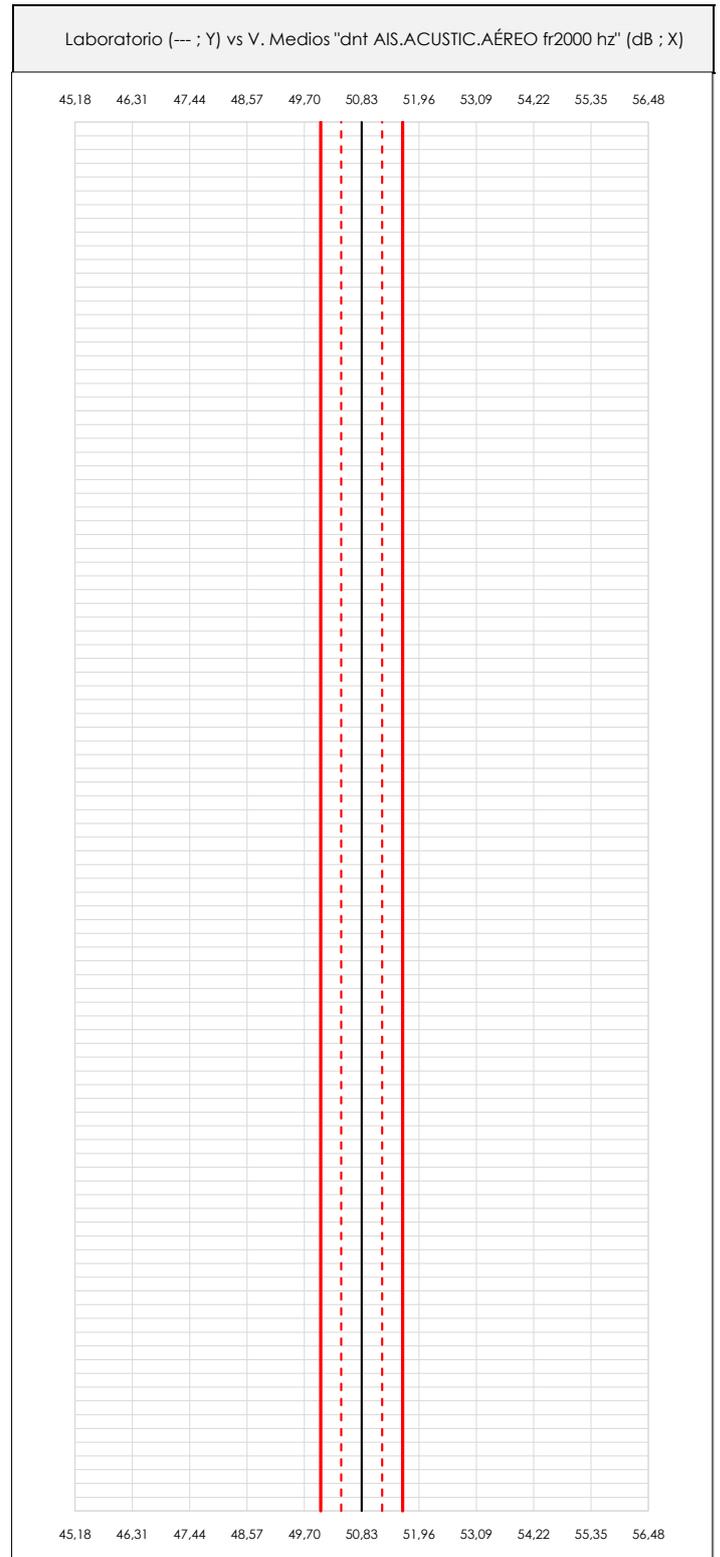
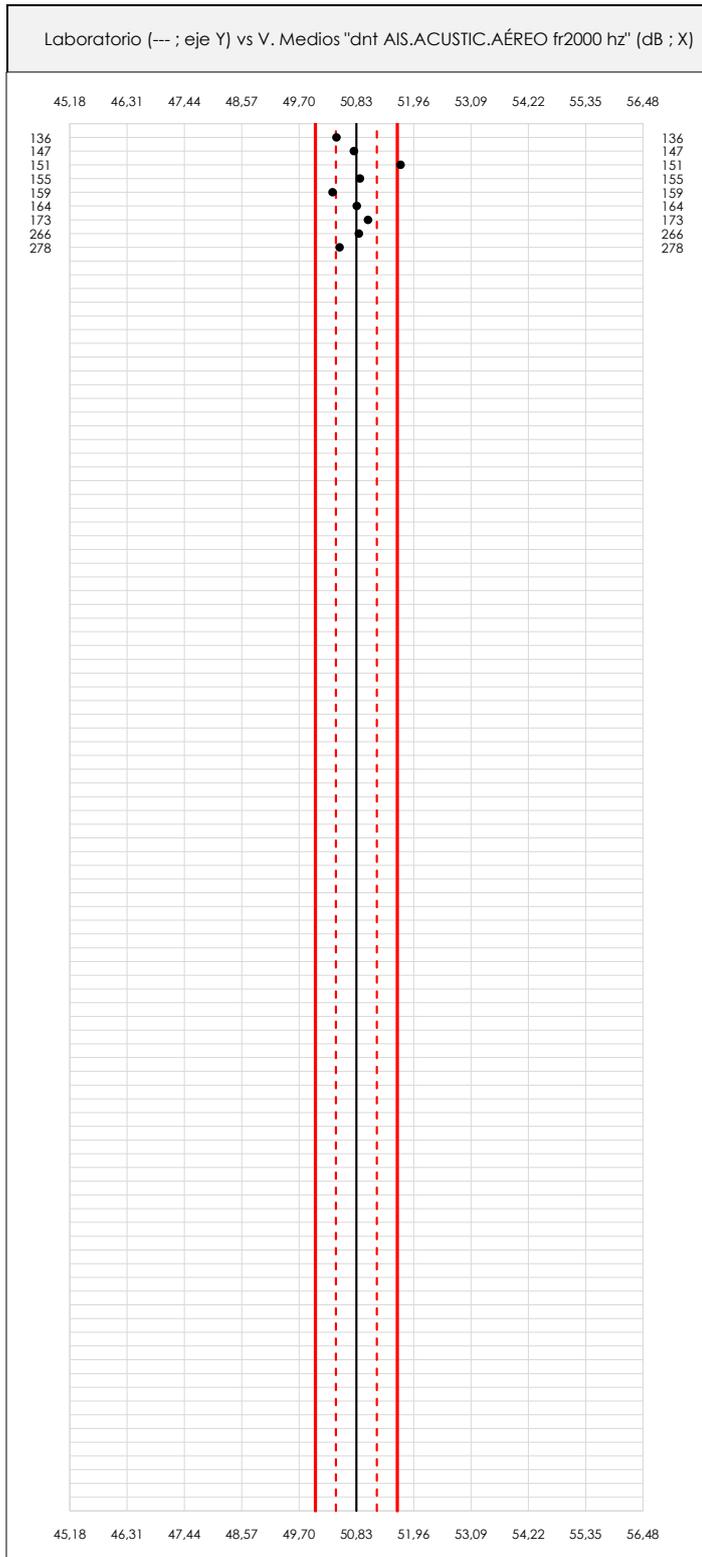
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

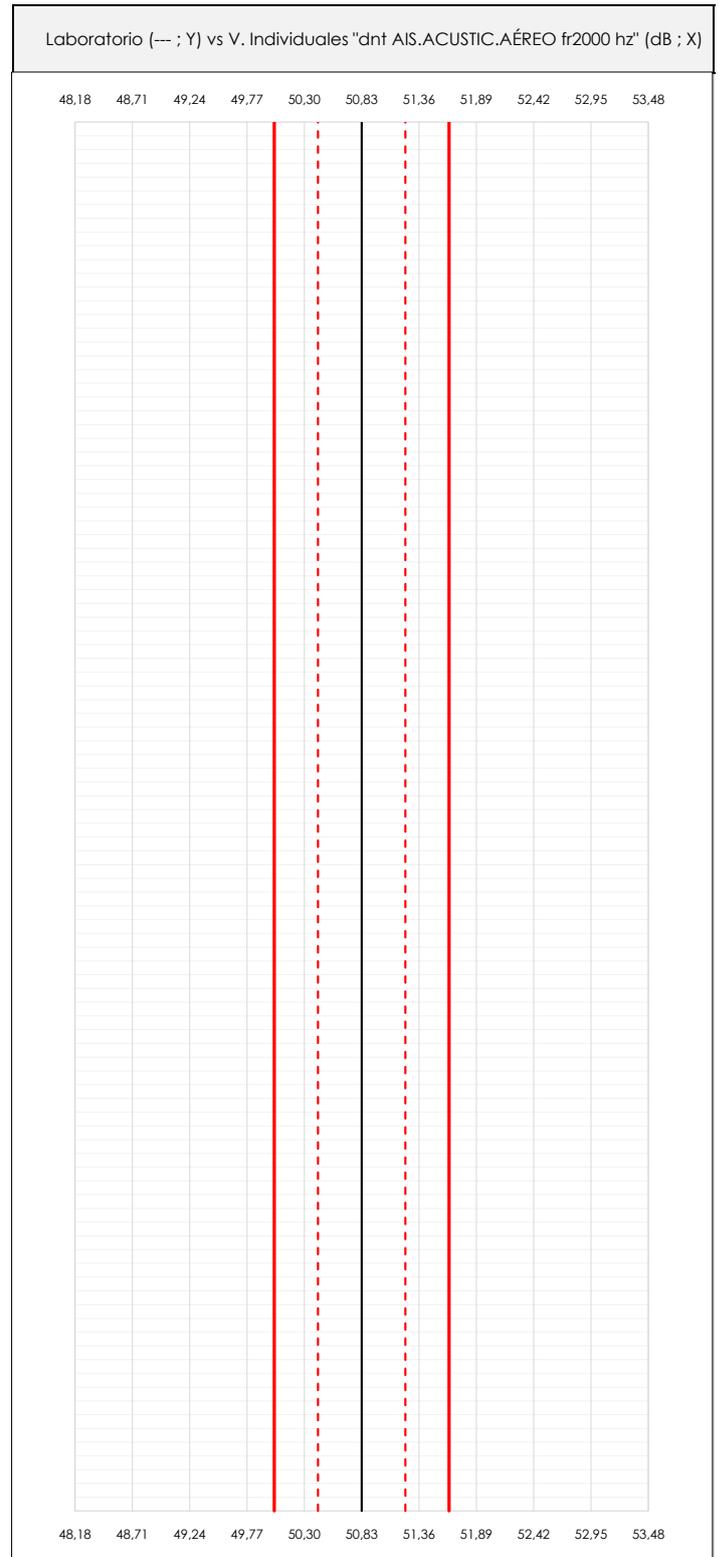
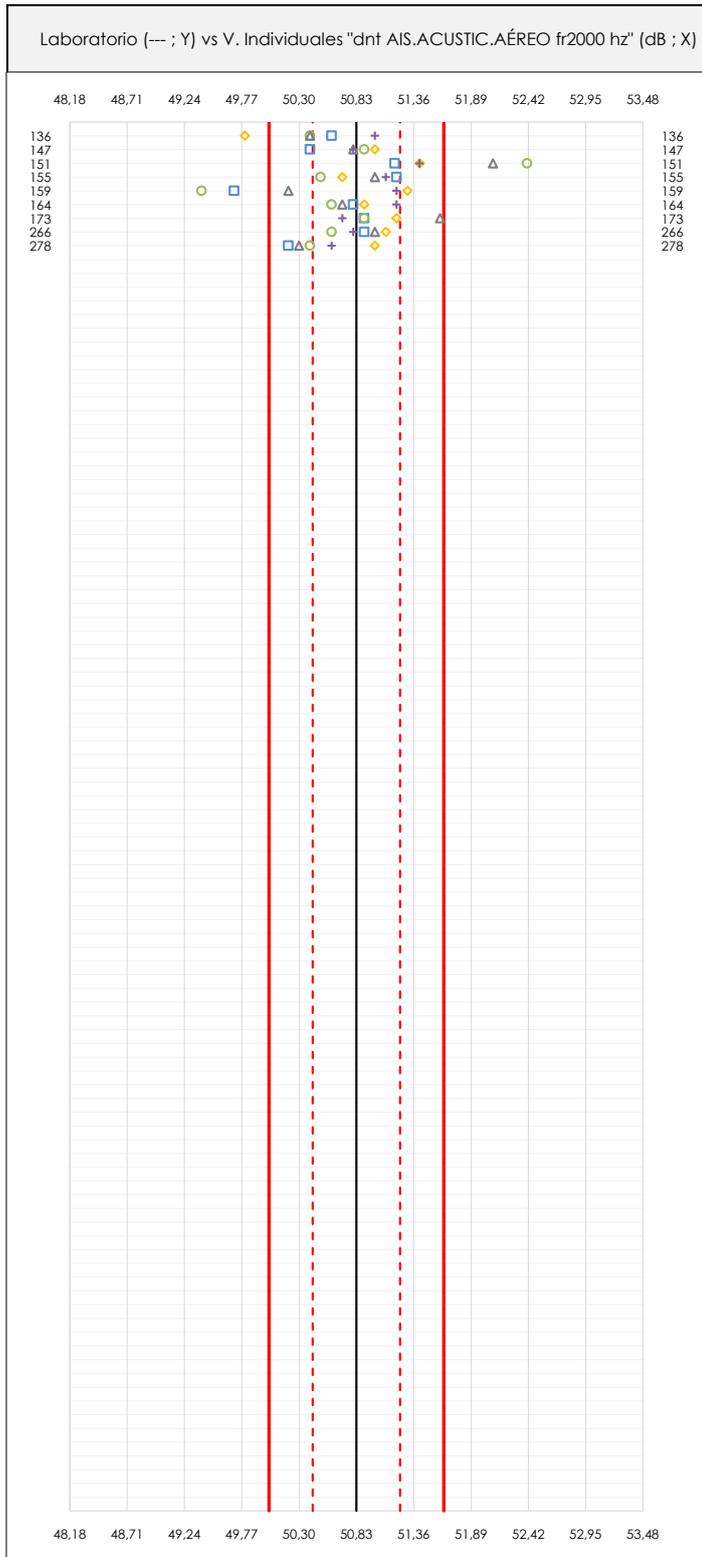
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (50,83 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,23/50,43 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,64/50,02 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (50,83 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,23/50,43 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,64/50,02 ; 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
136	50,60	50,40	50,40	49,80	51,00	50,44	0,434	-0,77	✓	
147	50,40	50,90	50,80	51,00	50,80	50,78	0,228	-0,10	✓	
151	51,18	52,41	52,09	51,41	51,41	51,70	0,521	1,71	✓	
155	51,20	50,50	51,00	50,70	51,10	50,90	0,292	0,14	✓	
159	49,70	49,40	50,20	51,30	51,20	50,36	0,862	-0,92	✓	
164	50,80	50,60	50,70	50,90	51,20	50,84	0,230	0,02	✓	
173	50,90	50,90	51,60	51,20	50,70	51,06	0,351	0,45	✓	
266	50,90	50,60	51,00	51,10	50,80	50,88	0,192	0,10	✓	
278	50,20	50,40	50,30	51,00	50,60	50,50	0,316	-0,65	✓	

**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]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ (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 Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
136	50,60	50,400	50,400	49,800	51,000	50,440	0,434	-0,65	-1,48	1,44		1,482		0,1457		✓
147	50,40	50,900	50,800	51,000	50,800	50,780	0,228	0,02	0,04	0,76						✓
151	51,18	52,406	52,089	51,414	51,410	51,700	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
155	51,20	50,500	51,000	50,700	51,100	50,900	0,292	0,25	0,58	0,97				0,5511		✓
159	49,70	49,400	50,200	51,300	51,200	50,360	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
164	50,80	50,600	50,700	50,900	51,200	50,840	0,230	0,14	0,31	0,76						✓
173	50,90	50,900	51,600	51,200	50,700	51,060	0,351	0,57	1,29	1,16		1,291		0,5511		✓
266	50,90	50,600	51,000	51,100	50,800	50,880	0,192	0,21	0,49	0,64						✓
278	50,20	50,400	50,300	51,000	50,600	50,500	0,316	-0,53	-1,21	1,05				0,1457		✓

**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 airtmética 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:

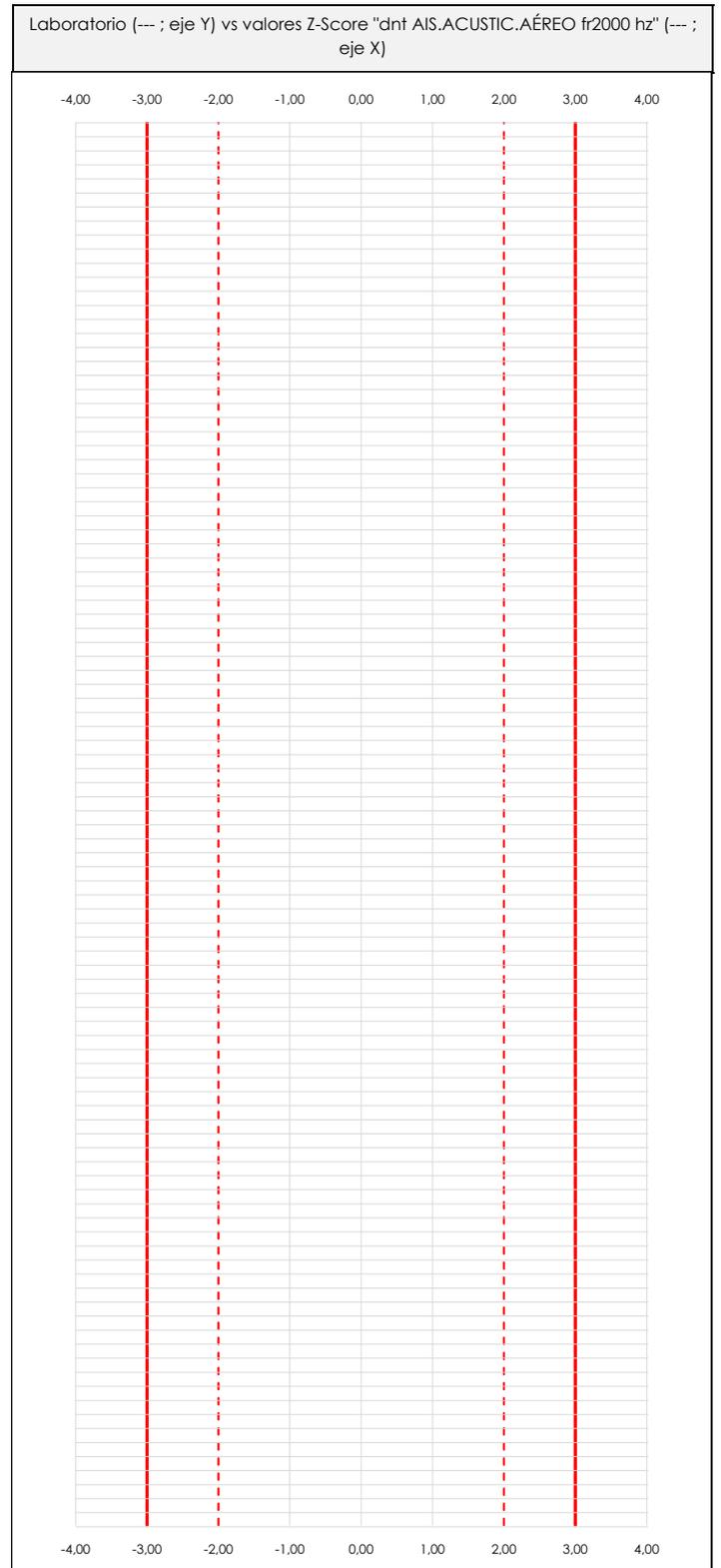
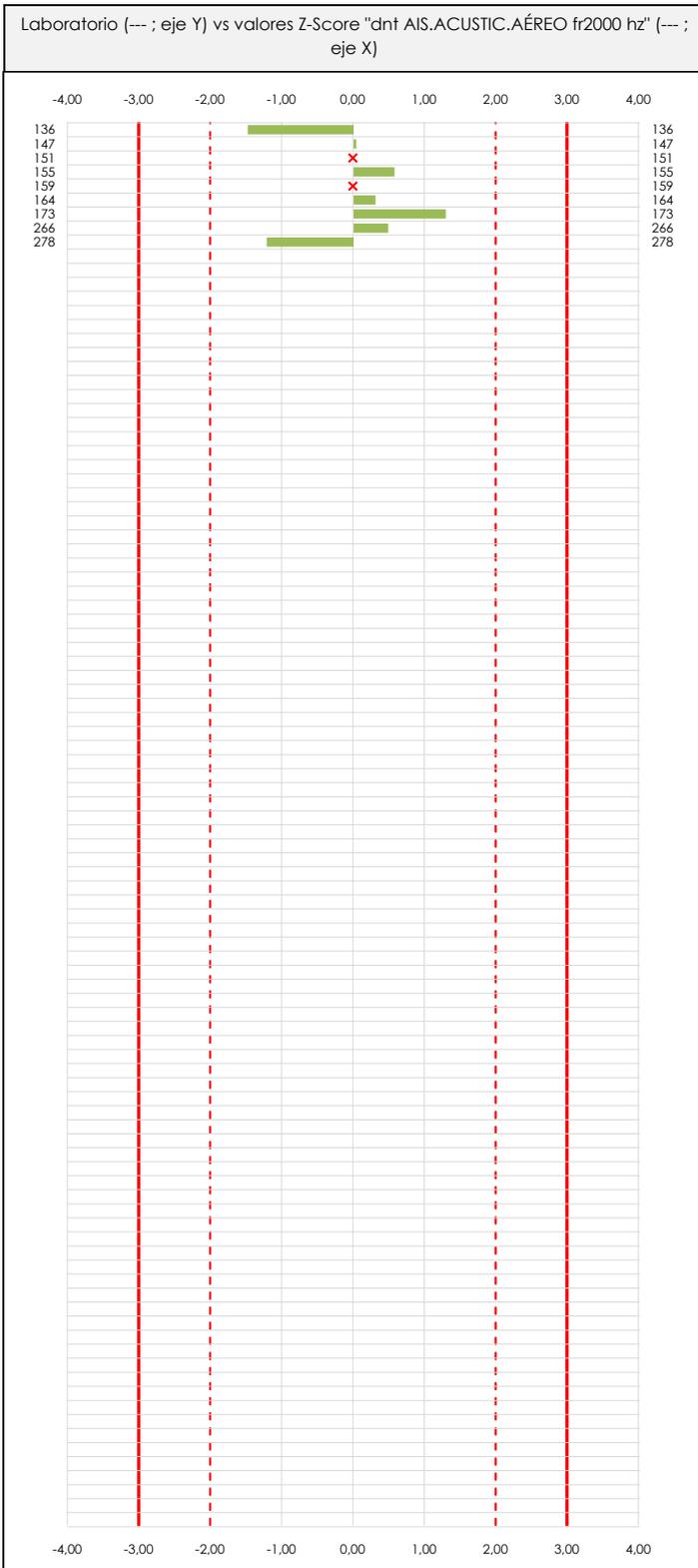
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	50,60	50,40	50,40	49,80	51,00	50,44	0,434	-0,65	✓	✓	✓			-1,482	S
147	50,40	50,90	50,80	51,00	50,80	50,78	0,228	0,02	✓	✓	✓			0,038	S
151	51,18	52,41	52,09	51,41	51,41	51,70	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
155	51,20	50,50	51,00	50,70	51,10	50,90	0,292	0,25	✓	✓	✓			0,575	S
159	49,70	49,40	50,20	51,30	51,20	50,36	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
164	50,80	50,60	50,70	50,90	51,20	50,84	0,230	0,14	✓	✓	✓			0,307	S
173	50,90	50,90	51,60	51,20	50,70	51,06	0,351	0,57	✓	✓	✓			1,291	S
266	50,90	50,60	51,00	51,10	50,80	50,88	0,192	0,21	✓	✓	✓			0,486	S
278	50,20	50,40	50,30	51,00	50,60	50,50	0,316	-0,53	✓	✓	✓			-1,214	S

**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, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>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].

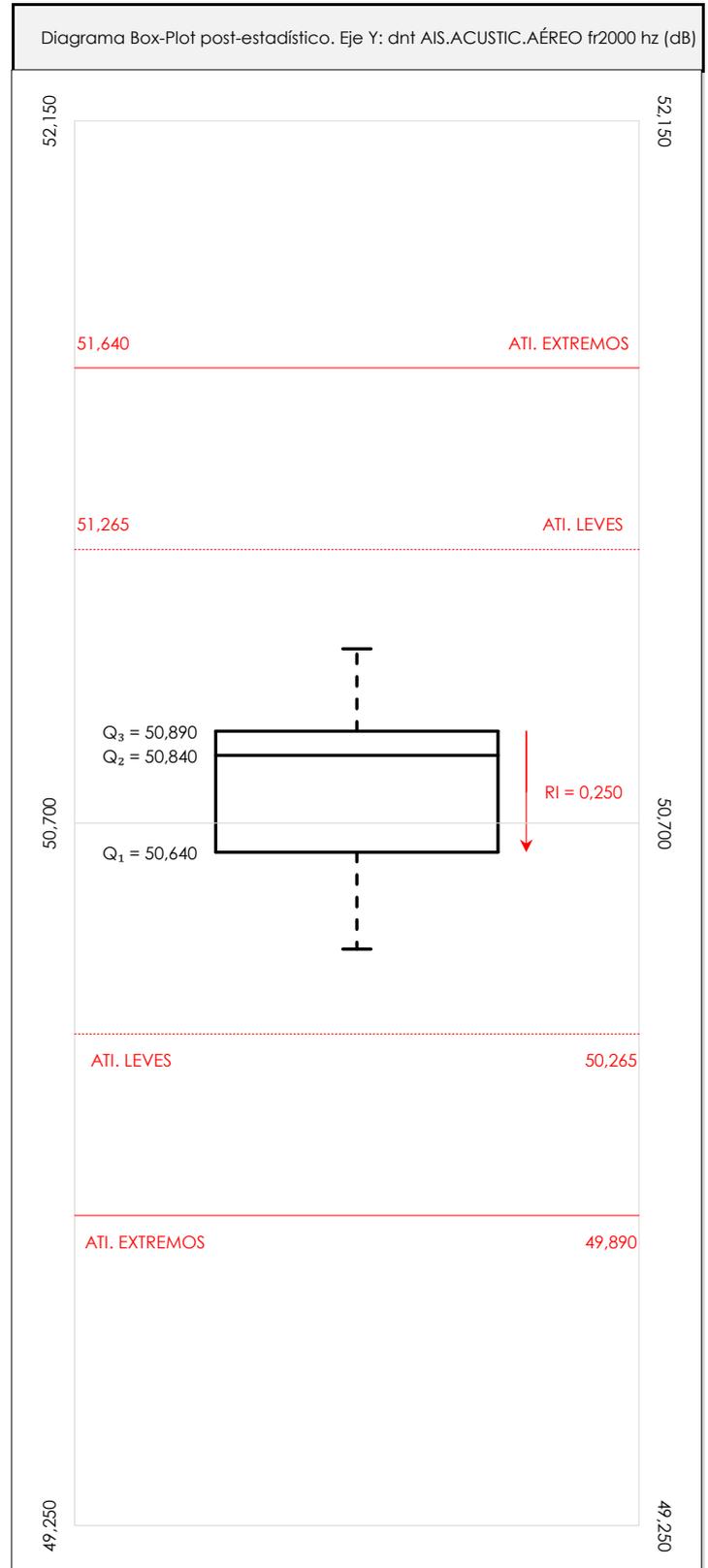
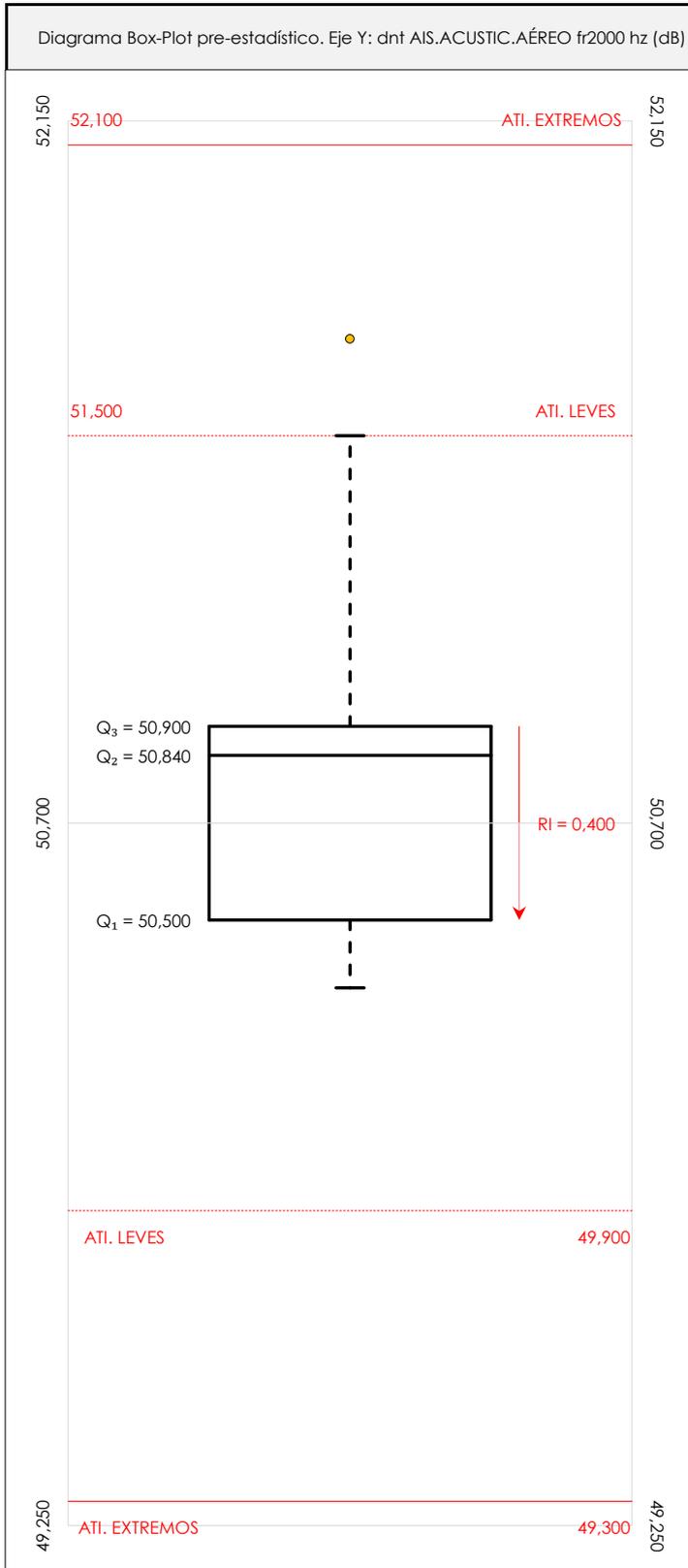
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ (dB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2000 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 2 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	51,20	52,41	52,09	51,41	51,41	51,70	51,20	50,90	51,60	51,20	51,20	51,06
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	49,70	49,40	50,20	49,80	50,60	50,36	50,20	50,40	50,30	49,80	50,60	50,44
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	50,65	50,68	50,90	50,93	50,98	50,83	50,71	50,61	50,83	50,81	50,89	50,77
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,49	0,78	0,62	0,48	0,27	0,40	0,34	0,21	0,43	0,47	0,22	0,22
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	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	
<b>Valor Calculado</b>	0,184	1,188	0,126	0,310	1,542		0,091	0,837	0,032	0,123	0,972	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,98	1,70	0,425	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,71	1,49	0,358	2,020	0,0708	1,71	1,49	0,431	2,020	0,0708

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

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr2500 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

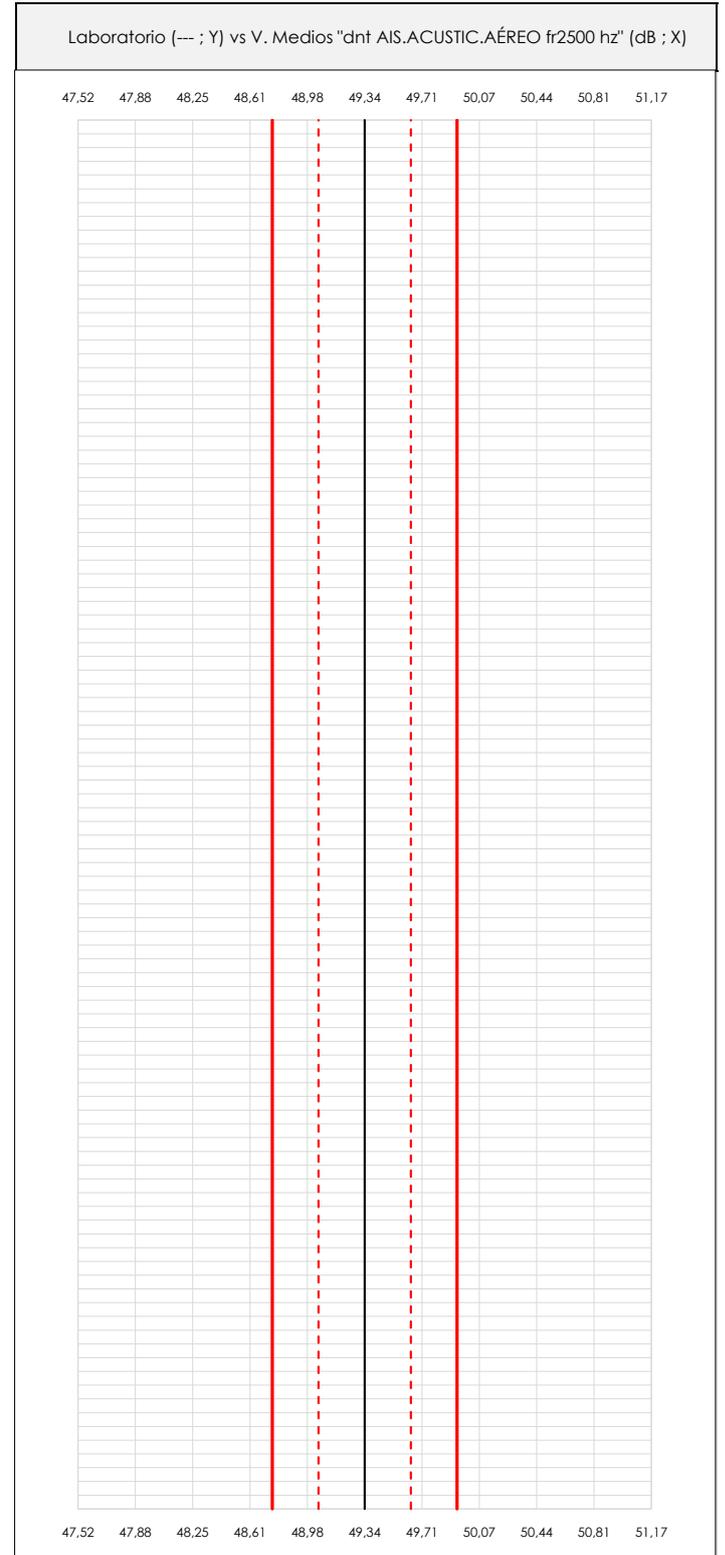
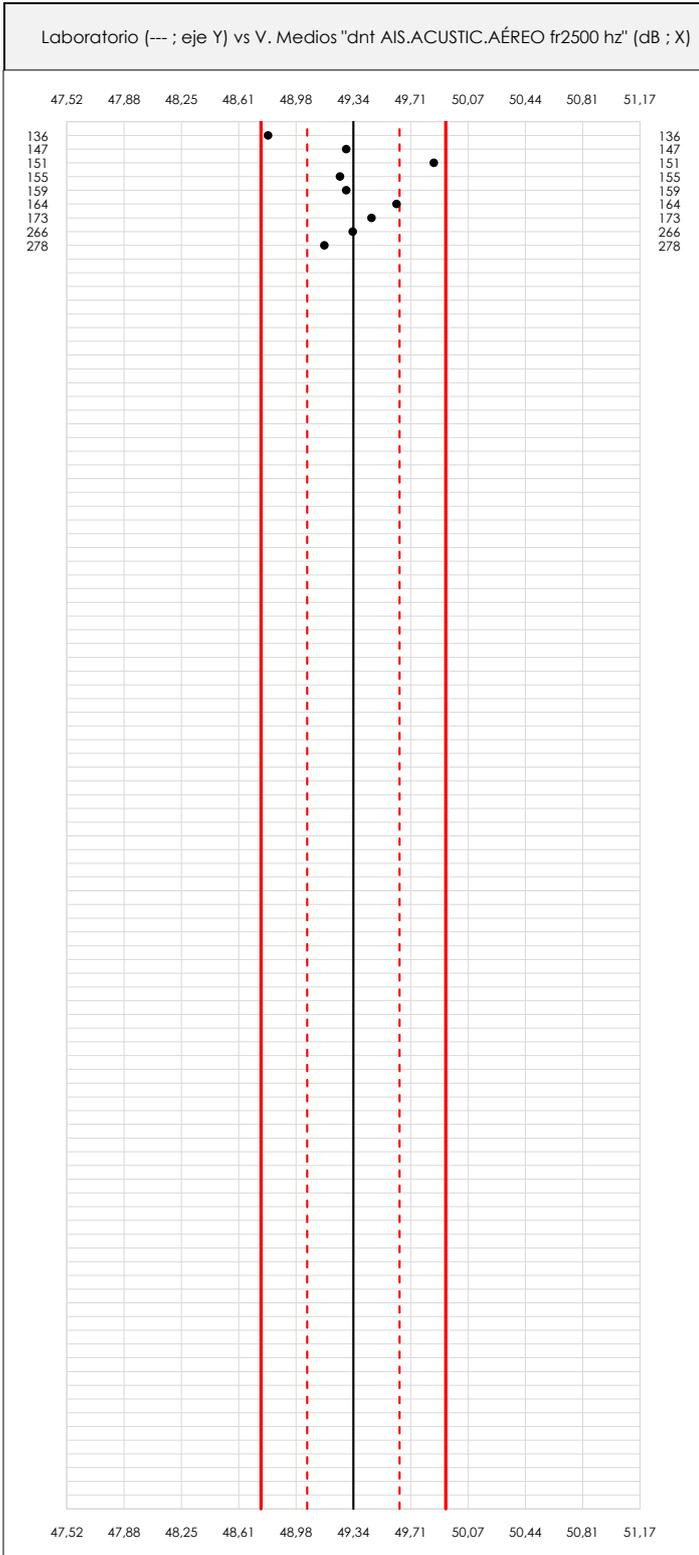
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

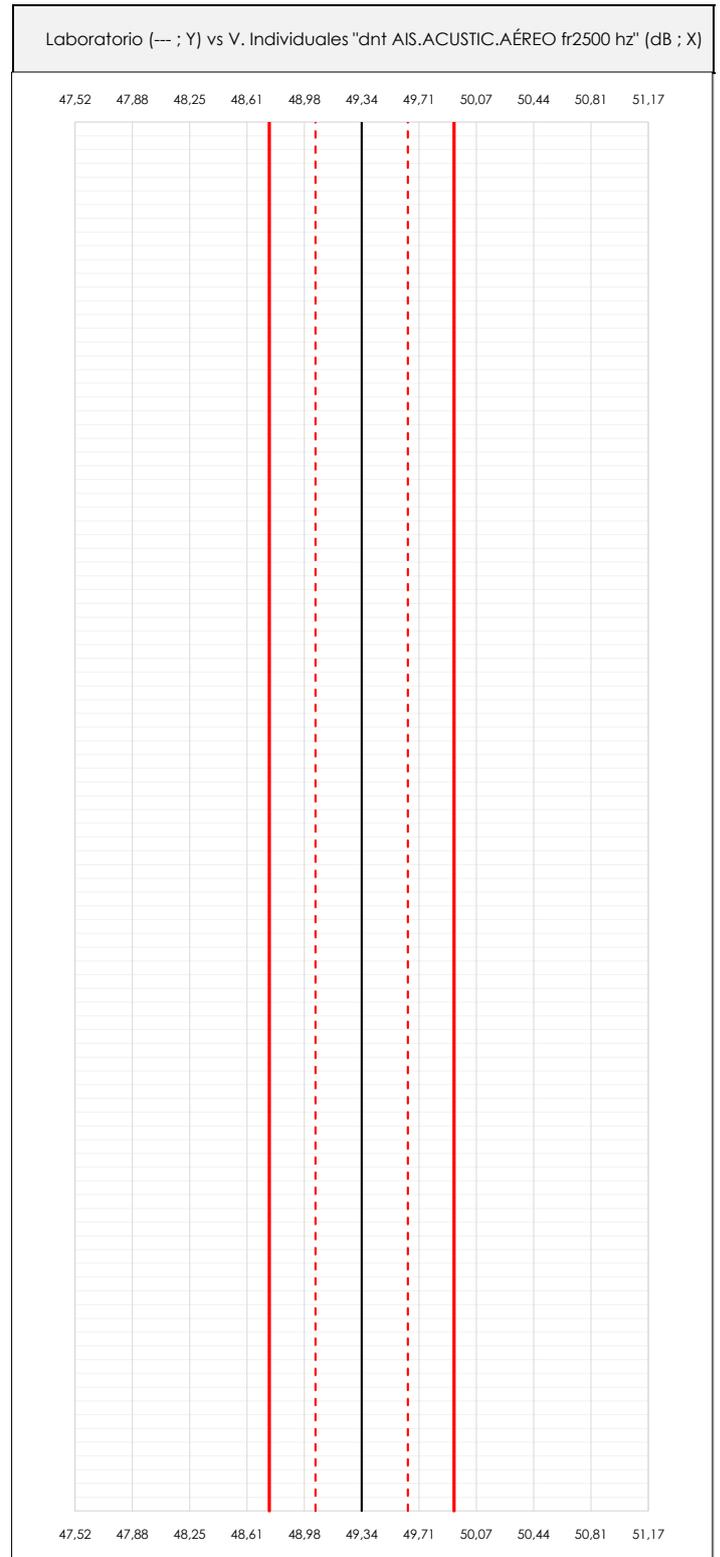
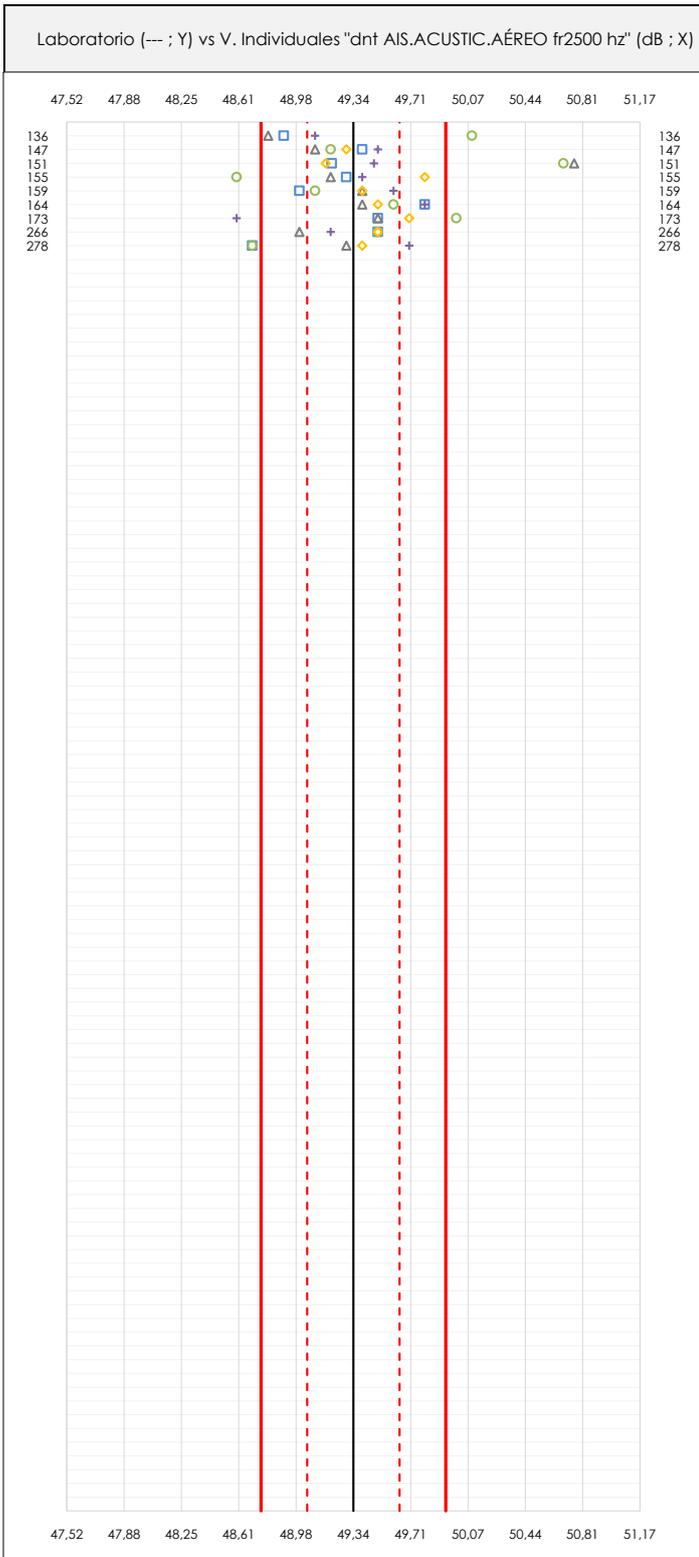
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (49,34 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,64/49,05 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,93/48,76 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (49,34 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,64/49,05 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,93/48,76 ; 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
136	48,90	50,10	48,80	47,10	49,10	48,80	1,082	-1,10	✓	
147	49,40	49,20	49,10	49,30	49,50	49,30	0,158	-0,09	✓	
151	49,21	50,68	50,75	49,17	49,48	49,86	0,795	1,04	✓	
155	49,30	48,60	49,20	49,80	49,40	49,26	0,434	-0,17	✓	
159	49,00	49,10	49,40	49,40	49,60	49,30	0,245	-0,09	✓	
164	49,80	49,60	49,40	49,50	49,80	49,62	0,179	0,56	✓	
173	49,50	50,00	49,50	49,70	48,60	49,46	0,522	0,23	✓	
266	49,50	49,50	49,00	49,50	49,20	49,34	0,230	-0,01	✓	
278	48,70	48,70	49,30	49,40	49,70	49,16	0,445	-0,37	✓	

**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]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ (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 Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
136	48,90	50,100	48,800	47,100	49,100	48,800	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
147	49,40	49,200	49,100	49,300	49,500	49,300	0,158	-0,10	-0,32	0,46						✓
151	49,21	50,683	50,752	49,168	49,476	49,857	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
155	49,30	48,600	49,200	49,800	49,400	49,260	0,434	-0,18	-0,59	1,26				0,5624		✓
159	49,00	49,100	49,400	49,400	49,600	49,300	0,245	-0,10	-0,32	0,71						✓
164	49,80	49,600	49,400	49,500	49,800	49,620	0,179	0,55	1,81*	0,52	0,329		1,814		0,1406	✓
173	49,50	50,000	49,500	49,700	48,600	49,460	0,522	0,23	0,74	1,52*	0,329				0,1406	✓
266	49,50	49,500	49,000	49,500	49,200	49,340	0,230	-0,02	-0,06	0,67						✓
278	48,70	48,700	49,300	49,400	49,700	49,160	0,445	-0,38	-1,26	1,29		1,260		0,5624		✓

**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 airtmética 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.

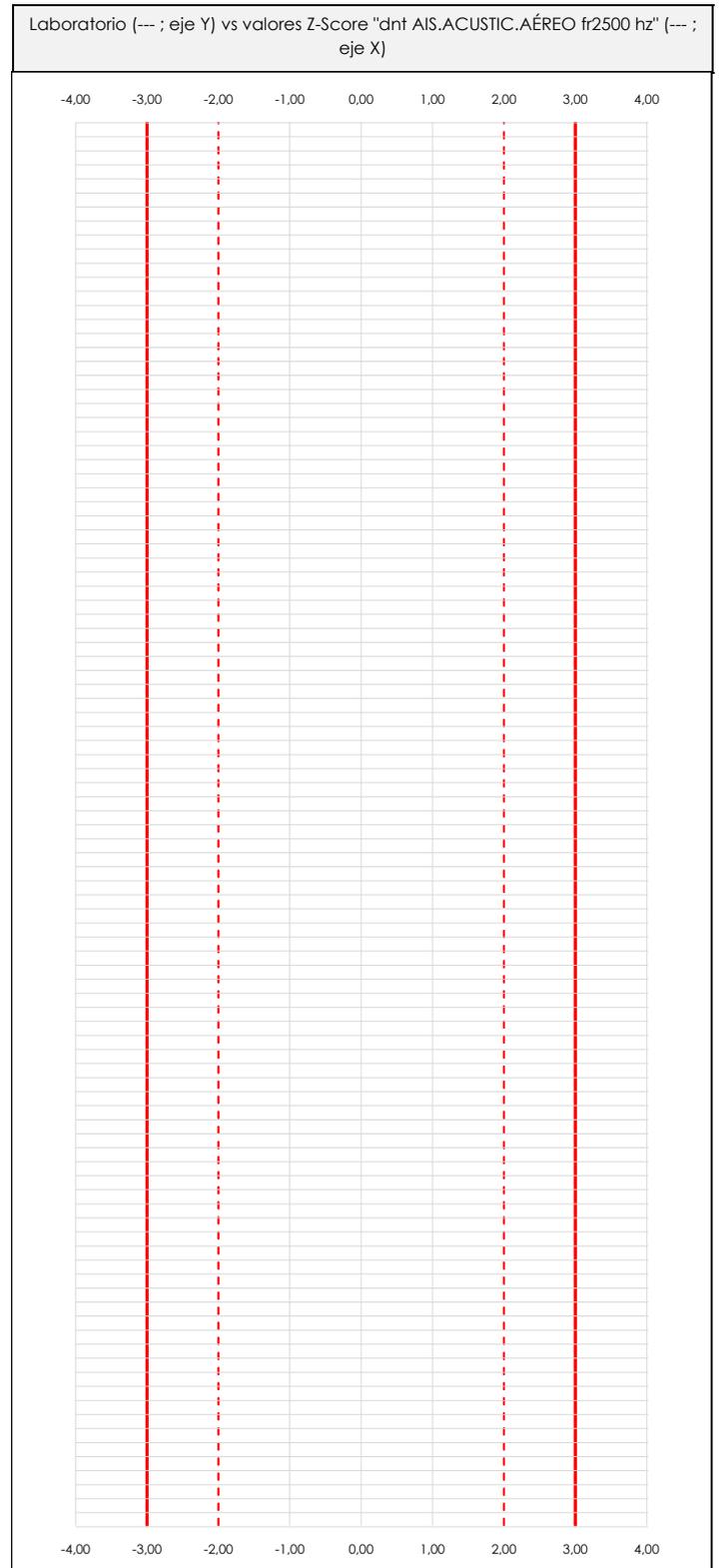
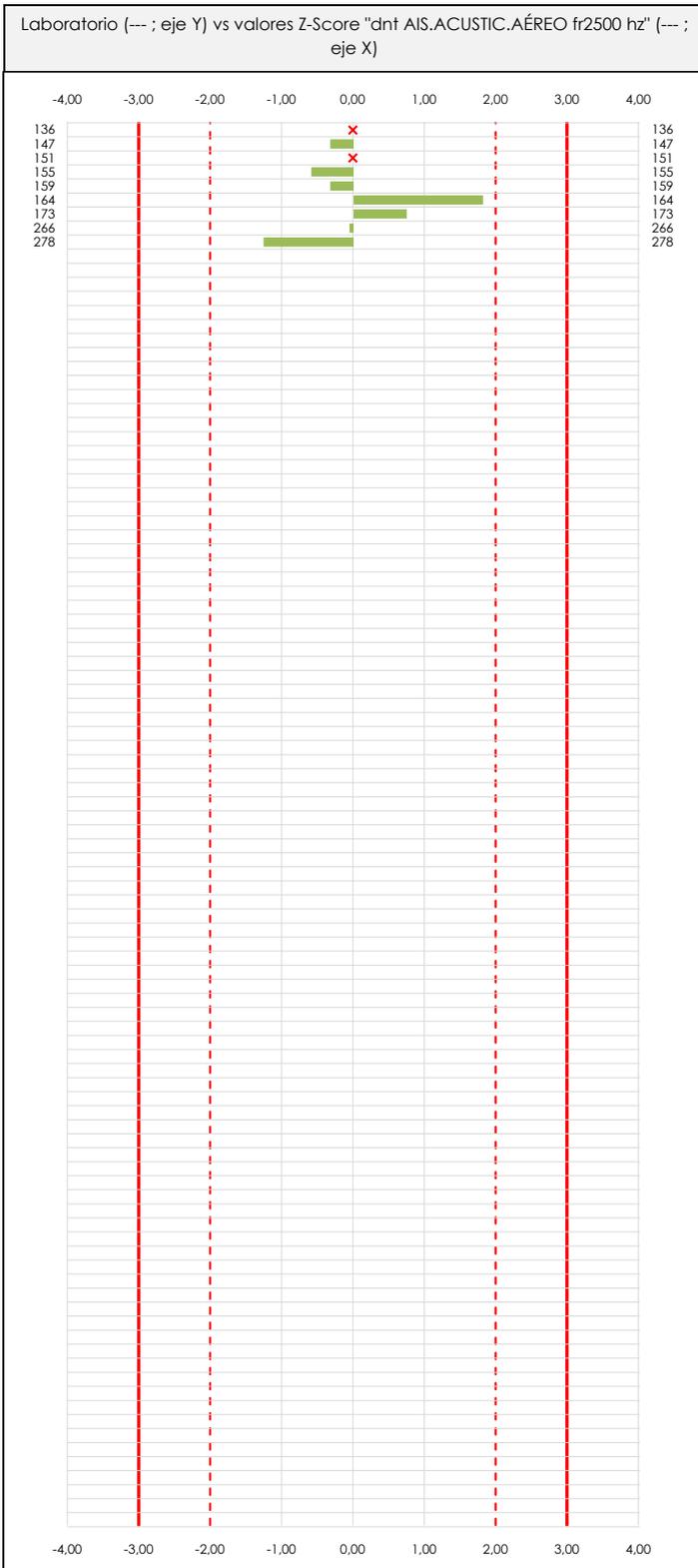
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_i$ crit	S <sub>Li</sub>	D <sub>i</sub> crit %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	48,90	50,10	48,80	47,10	49,10	48,80	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
147	49,40	49,20	49,10	49,30	49,50	49,30	0,158	-0,10	✓	✓	✓			-0,325	S
151	49,21	50,68	50,75	49,17	49,48	49,86	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
155	49,30	48,60	49,20	49,80	49,40	49,26	0,434	-0,18	✓	✓	✓			-0,592	S
159	49,00	49,10	49,40	49,40	49,60	49,30	0,245	-0,10	✓	✓	✓			-0,325	S
164	49,80	49,60	49,40	49,50	49,80	49,62	0,179	0,55	✓	✓	✓			1,814	S
173	49,50	50,00	49,50	49,70	48,60	49,46	0,522	0,23	✓	✓	✓			0,745	S
266	49,50	49,50	49,00	49,50	49,20	49,34	0,230	-0,02	✓	✓	✓			-0,057	S
278	48,70	48,70	49,30	49,40	49,70	49,16	0,445	-0,38	✓	✓	✓			-1,260	S

**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, " $\bar{X}_i$  crit" es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</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> 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]

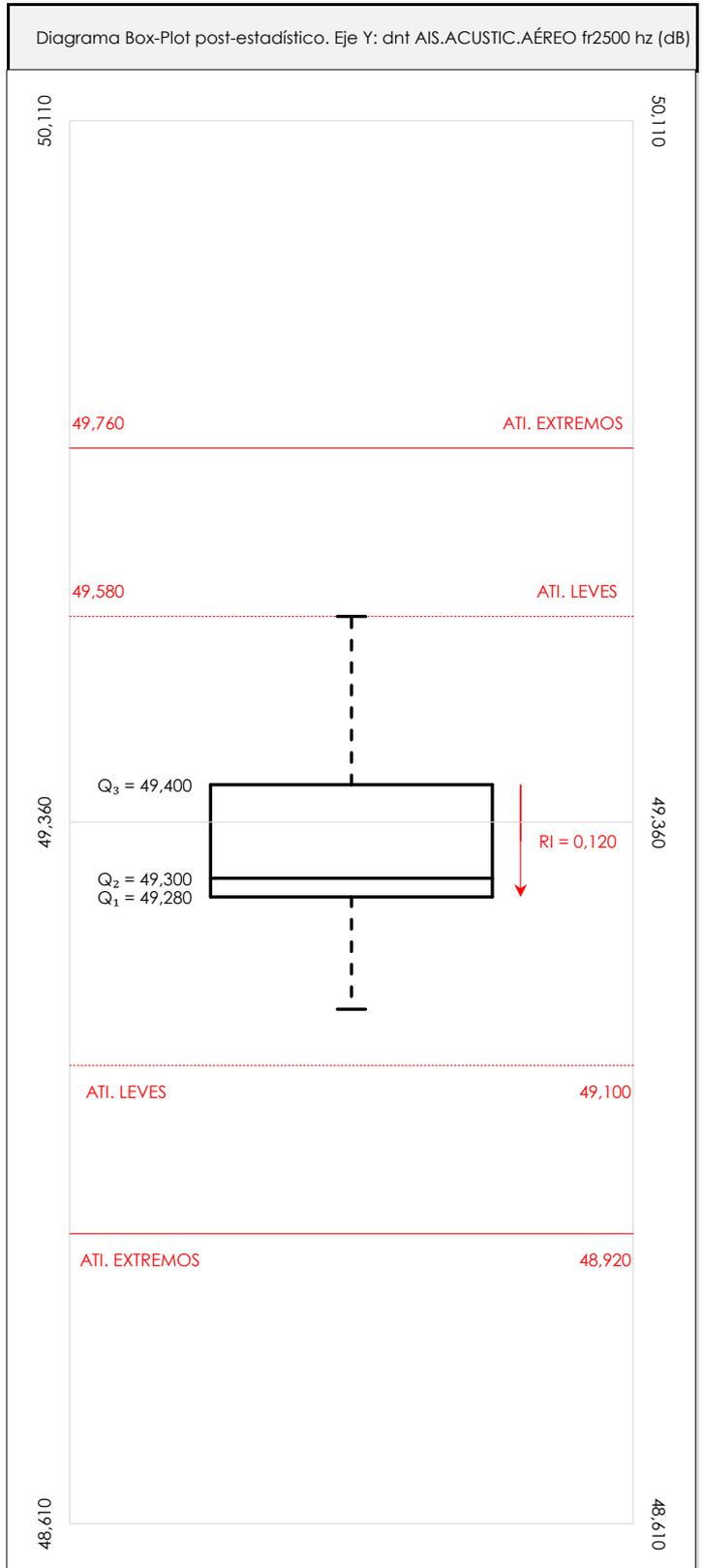
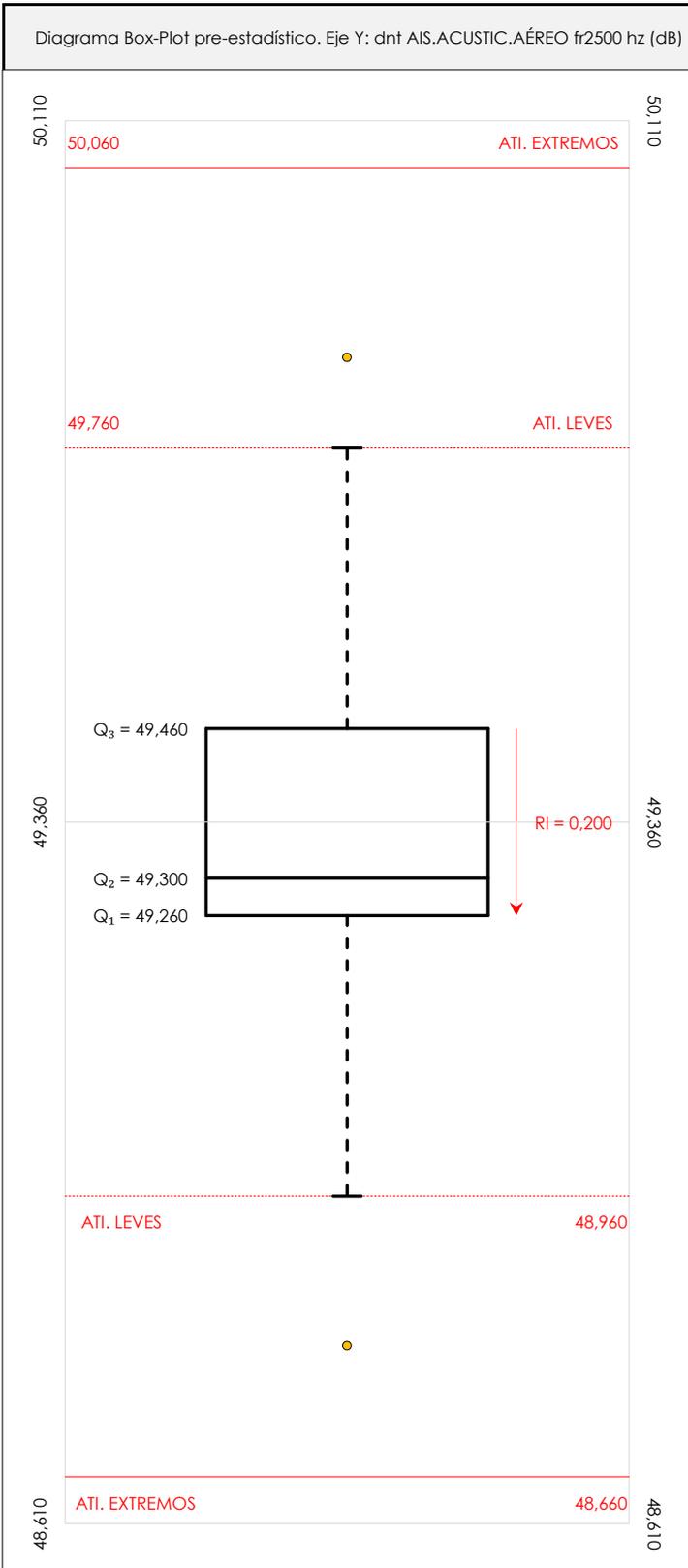
[insatisfactorio]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ (dB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR2500 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 2 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 3 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	49,80	50,68	50,75	49,80	49,80	49,86	49,80	50,00	49,50	49,80	49,80	49,62
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	48,70	48,60	48,80	47,10	48,60	48,80	48,70	48,60	49,00	49,30	48,60	49,16
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	49,26	49,50	49,38	49,21	49,38	49,34	49,31	49,24	49,27	49,51	49,40	49,35
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,34	0,68	0,56	0,81	0,37	0,29	0,36	0,50	0,18	0,18	0,40	0,15
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		
<b>Valor Calculado</b>	0,292	1,499	0,028	0,320	1,569	0,118	0,954	-0,001	0,117	0,949		
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,98	1,70	0,425	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,71	1,49	0,358	2,020	0,0708	1,71	1,49	0,431	2,020	0,0708

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

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr3150 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

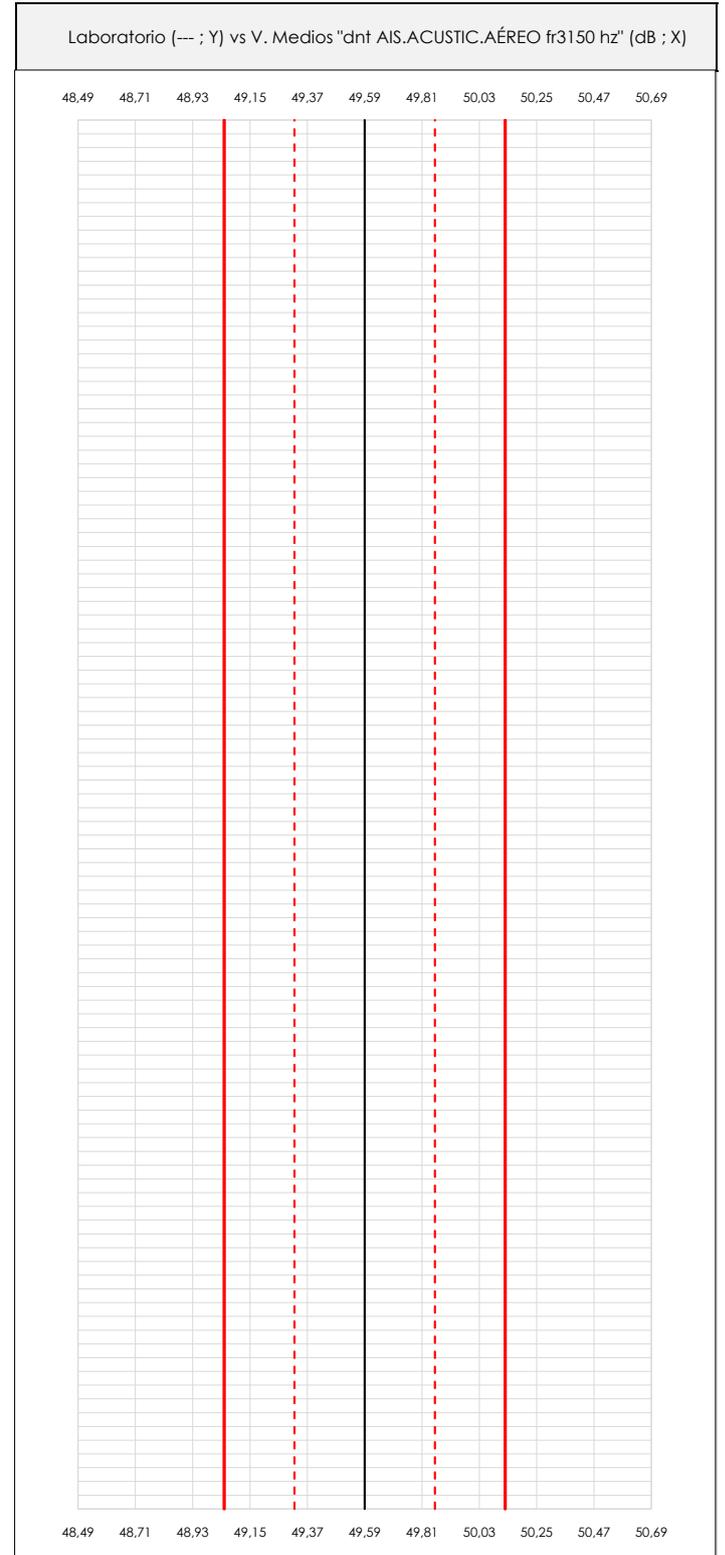
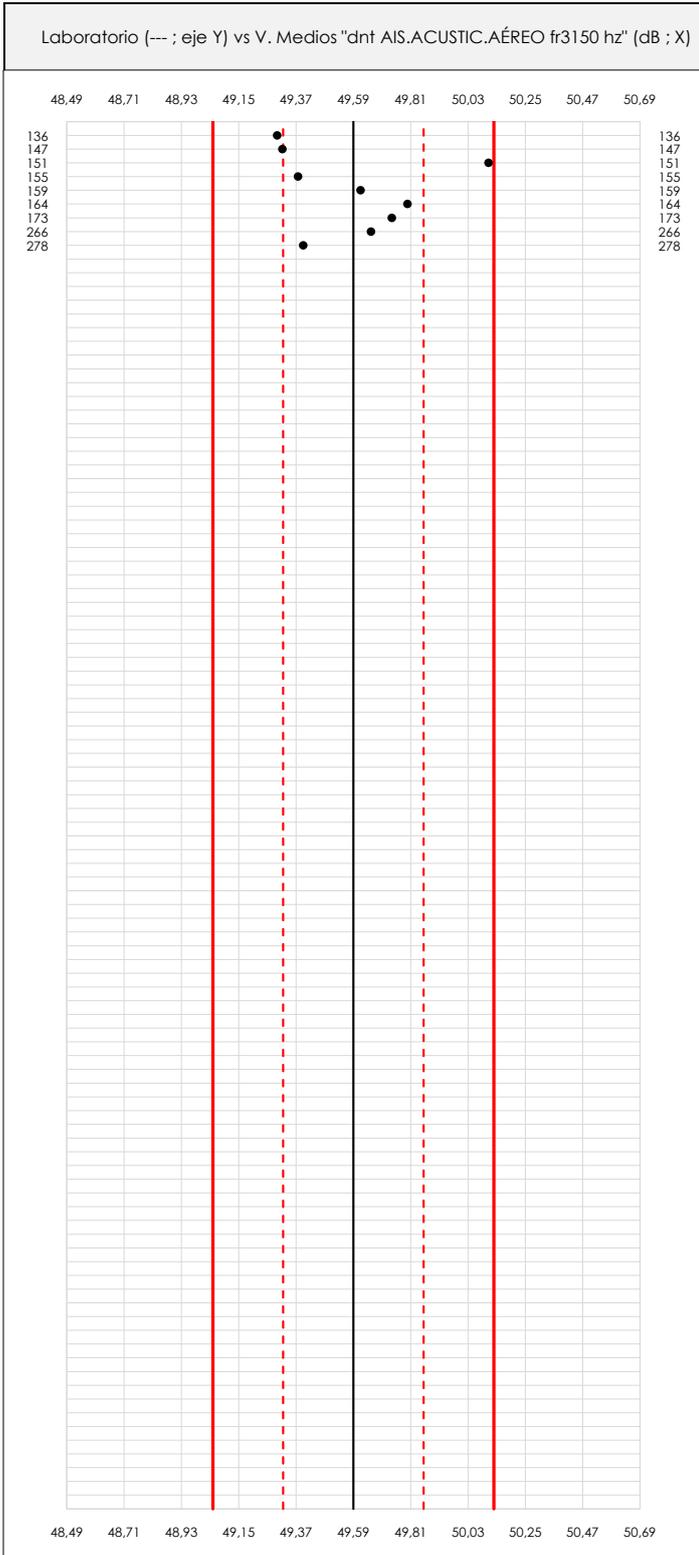
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

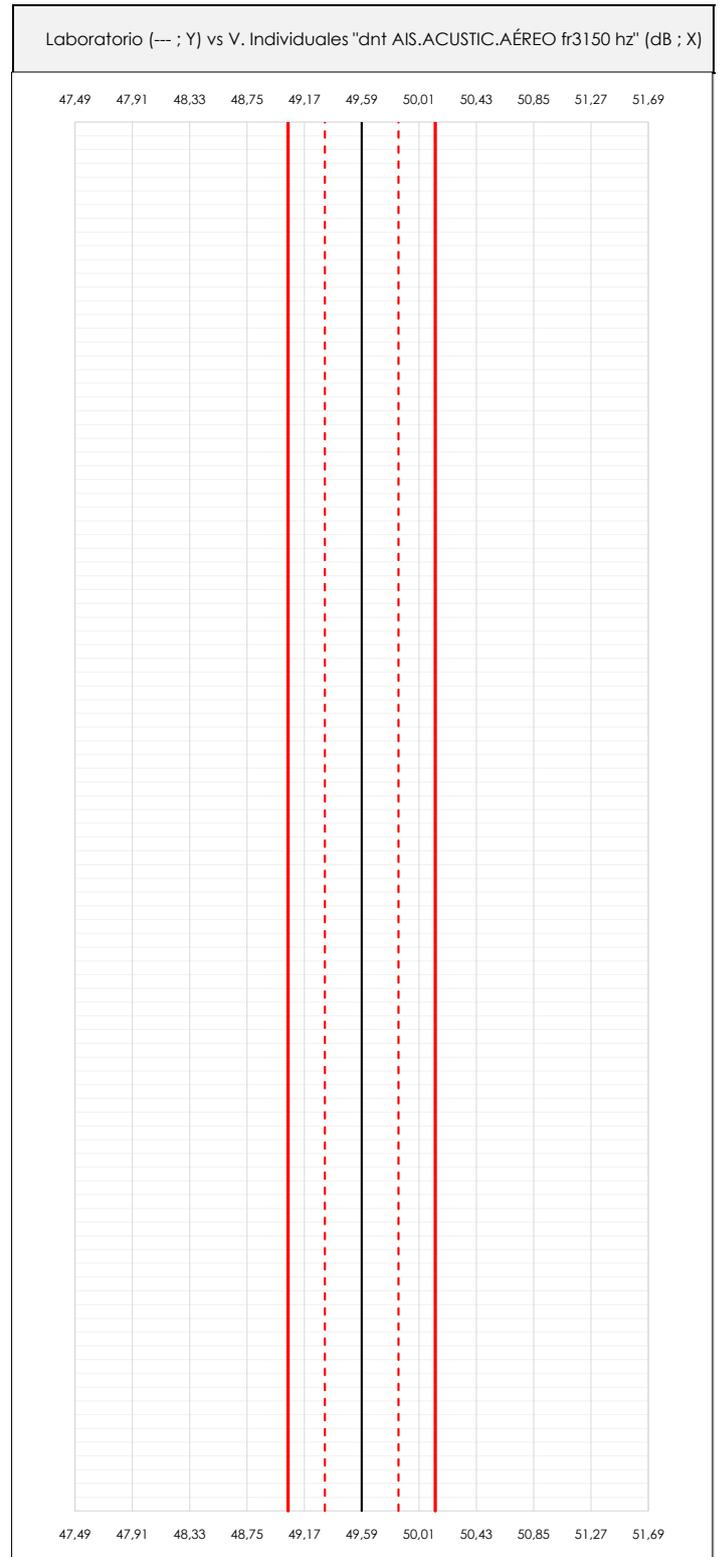
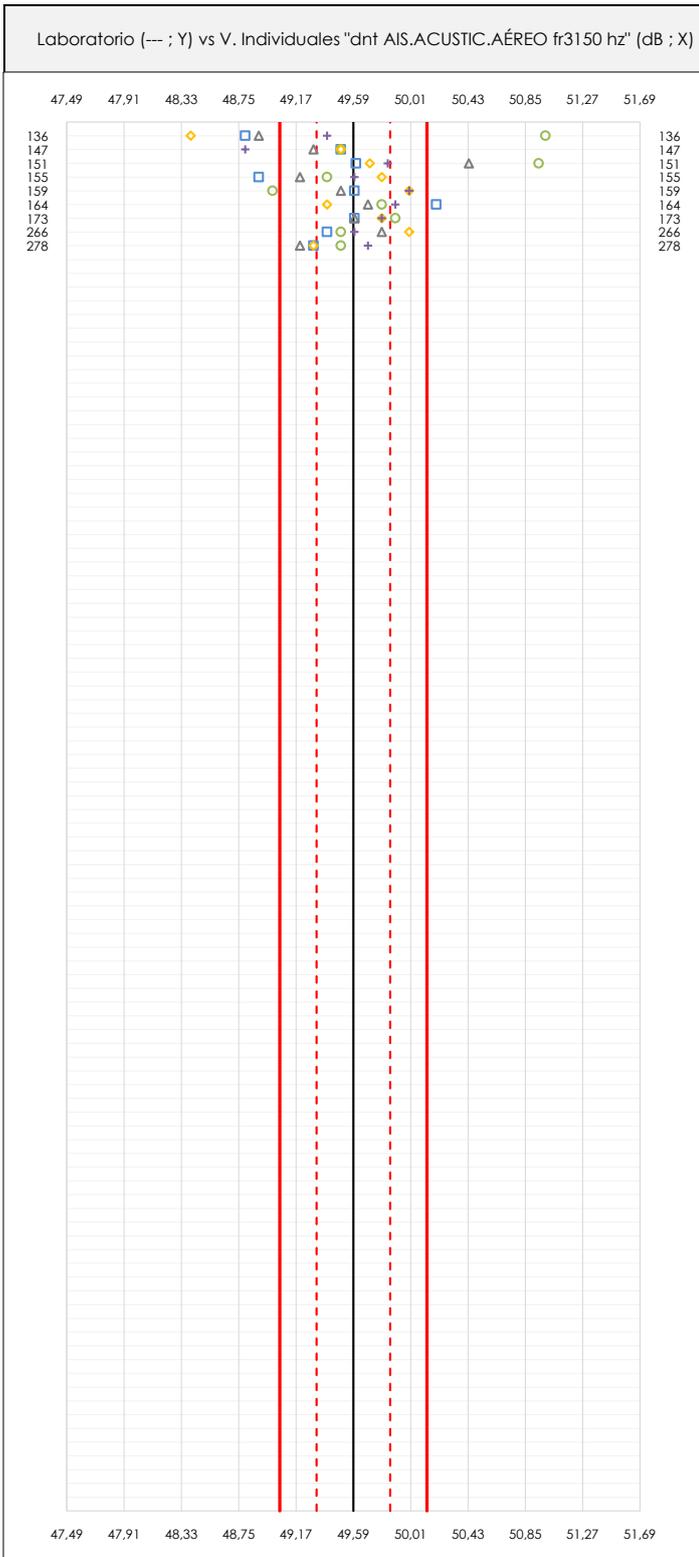
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (49,59 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,86/49,32 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (50,13/49,05 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (49,59 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,86/49,32 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (50,13/49,05 ; 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.



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
136	48,80	51,00	48,90	48,40	49,40	49,30	1,015	-0,59	✓	
147	49,50	49,50	49,30	49,50	48,80	49,32	0,303	-0,55	✓	
151	49,61	50,95	50,44	49,71	49,84	50,11	0,568	1,05	✓	
155	48,90	49,40	49,20	49,80	49,60	49,38	0,349	-0,43	✓	
159	49,60	49,00	49,50	50,00	50,00	49,62	0,415	0,06	✓	
164	50,20	49,80	49,70	49,40	49,90	49,80	0,292	0,42	✓	
173	49,60	49,90	49,60	49,80	49,80	49,74	0,134	0,30	✓	
266	49,40	49,50	49,80	50,00	49,60	49,66	0,241	0,14	✓	
278	49,30	49,50	49,20	49,30	49,70	49,40	0,200	-0,39	✓	

**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]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ (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 Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
136	48,80	51,000	48,900	48,400	49,400	49,300	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
147	49,50	49,500	49,300	49,500	48,800	49,320	0,303	-0,48	-1,26	1,05	---	1,256	---	0,4285	---	---	✓
151	49,61	50,950	50,437	49,713	49,844	50,111	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
155	48,90	49,400	49,200	49,800	49,600	49,380	0,349	-0,36	-0,94	1,21	---	---	---	0,4285	---	---	✓
159	49,60	49,000	49,500	50,000	50,000	49,620	0,415	0,12	0,31	1,43	---	---	---	---	---	---	✓
164	50,20	49,800	49,700	49,400	49,900	49,800	0,292	0,48	1,26	1,01	---	1,256	---	0,4285	---	---	✓
173	49,60	49,900	49,600	49,800	49,800	49,740	0,134	0,36	0,94	0,46	---	---	---	0,4285	---	---	✓
266	49,40	49,500	49,800	50,000	49,600	49,660	0,241	0,20	0,52	0,83	---	---	---	---	---	---	✓
278	49,30	49,500	49,200	49,300	49,700	49,400	0,200	-0,32	-0,84	0,69	---	---	---	---	---	---	✓

**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 airtmética 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:

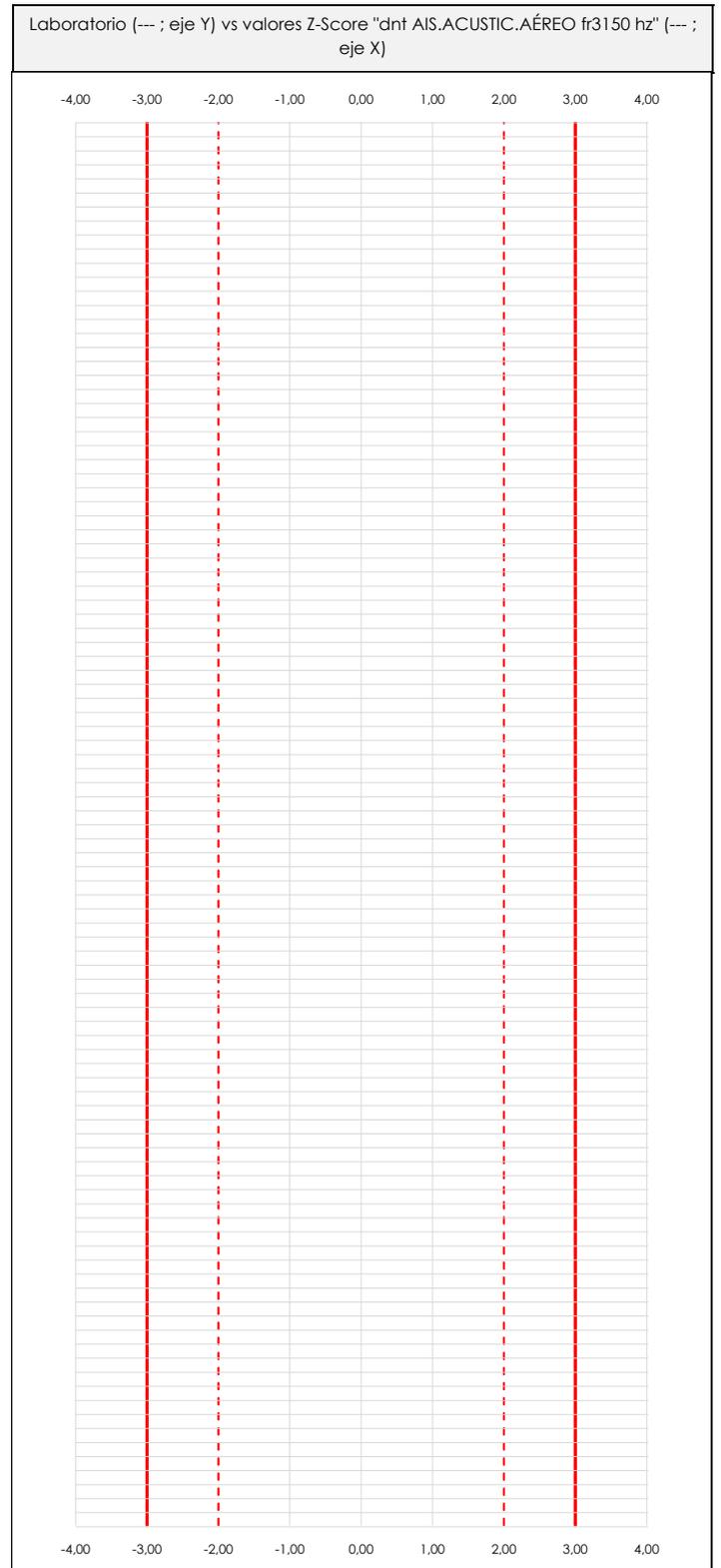
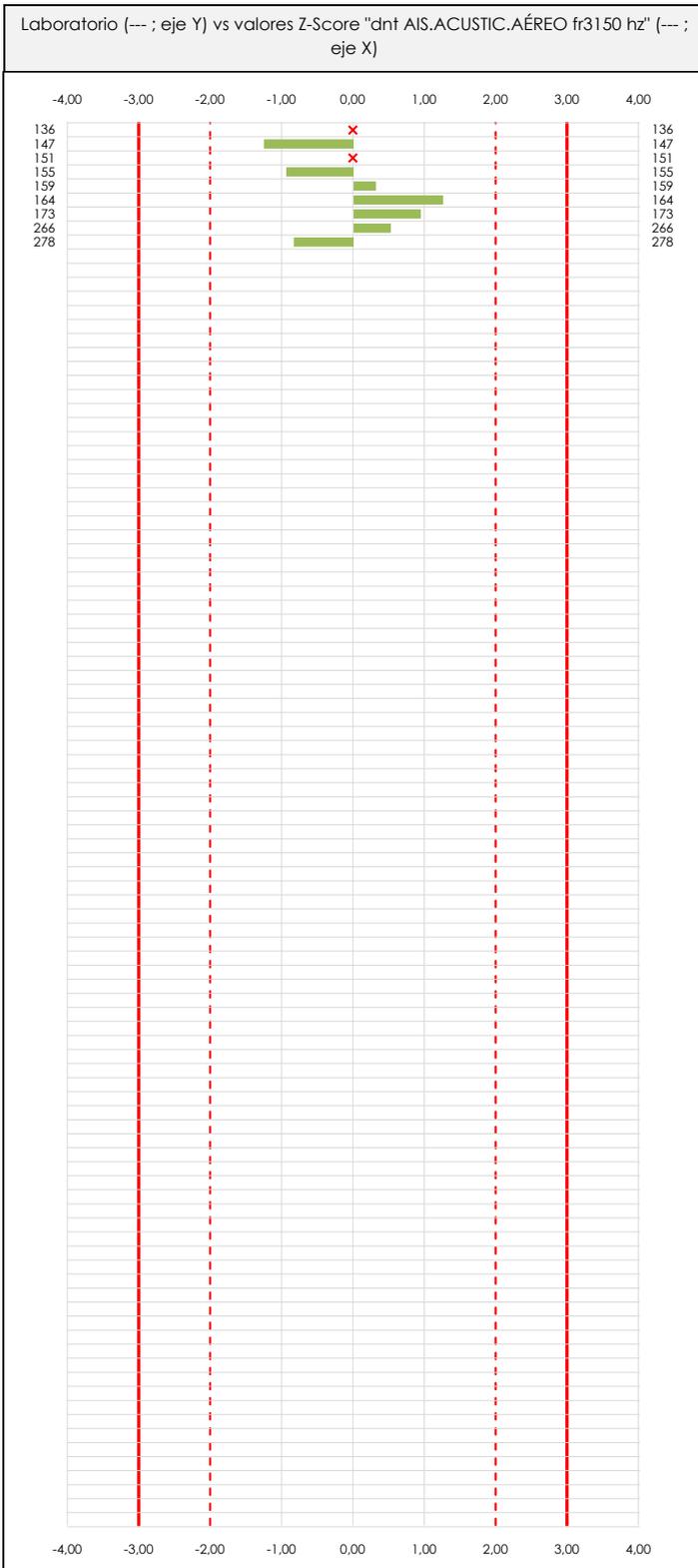
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. 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	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	48,80	51,00	48,90	48,40	49,40	49,30	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
147	49,50	49,50	49,30	49,50	48,80	49,32	0,303	-0,48	✓	✓	✓			-1,256	S
151	49,61	50,95	50,44	49,71	49,84	50,11	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
155	48,90	49,40	49,20	49,80	49,60	49,38	0,349	-0,36	✓	✓	✓			-0,942	S
159	49,60	49,00	49,50	50,00	50,00	49,62	0,415	0,12	✓	✓	✓			0,314	S
164	50,20	49,80	49,70	49,40	49,90	49,80	0,292	0,48	✓	✓	✓			1,256	S
173	49,60	49,90	49,60	49,80	49,80	49,74	0,134	0,36	✓	✓	✓			0,942	S
266	49,40	49,50	49,80	50,00	49,60	49,66	0,241	0,20	✓	✓	✓			0,523	S
278	49,30	49,50	49,20	49,30	49,70	49,40	0,200	-0,32	✓	✓	✓			-0,837	S

**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> 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]

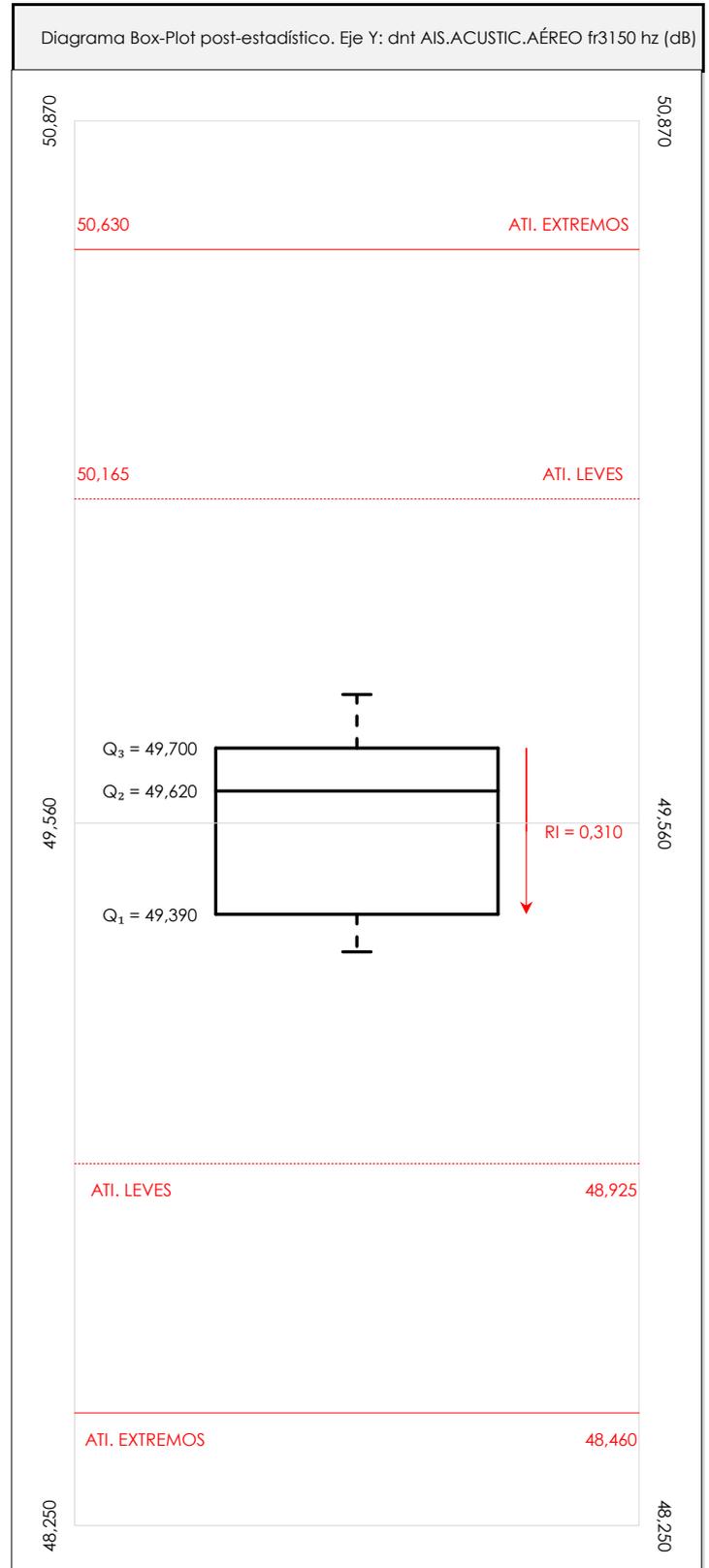
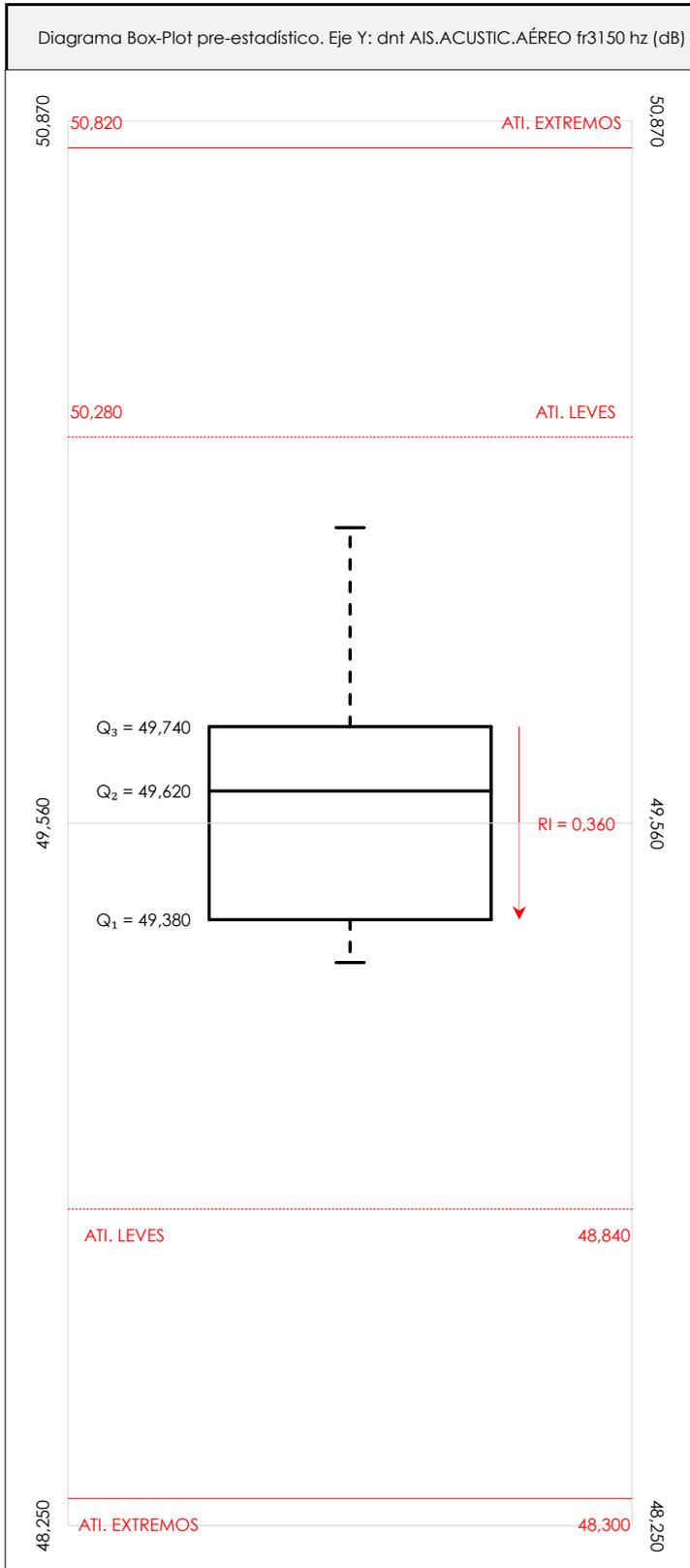
[insatisfactorio]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ (dB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR3150 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 2 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	50,20	51,00	50,44	50,00	50,00	50,11	50,20	49,90	49,80	50,00	50,00	49,80
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	48,80	49,00	48,90	48,40	48,80	49,30	48,90	49,00	49,20	49,30	48,80	49,32
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	49,43	49,84	49,52	49,55	49,63	49,59	49,50	49,51	49,47	49,69	49,63	49,56
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,42	0,69	0,45	0,50	0,36	0,27	0,39	0,29	0,24	0,29	0,39	0,19
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	0,215	1,287	0,030	0,245	1,372		0,084	0,803	0,020	0,104	0,892	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,98	1,70	0,425	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,71	1,49	0,358	2,020	0,0708	1,71	1,49	0,431	2,020	0,0708

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

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr4000 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

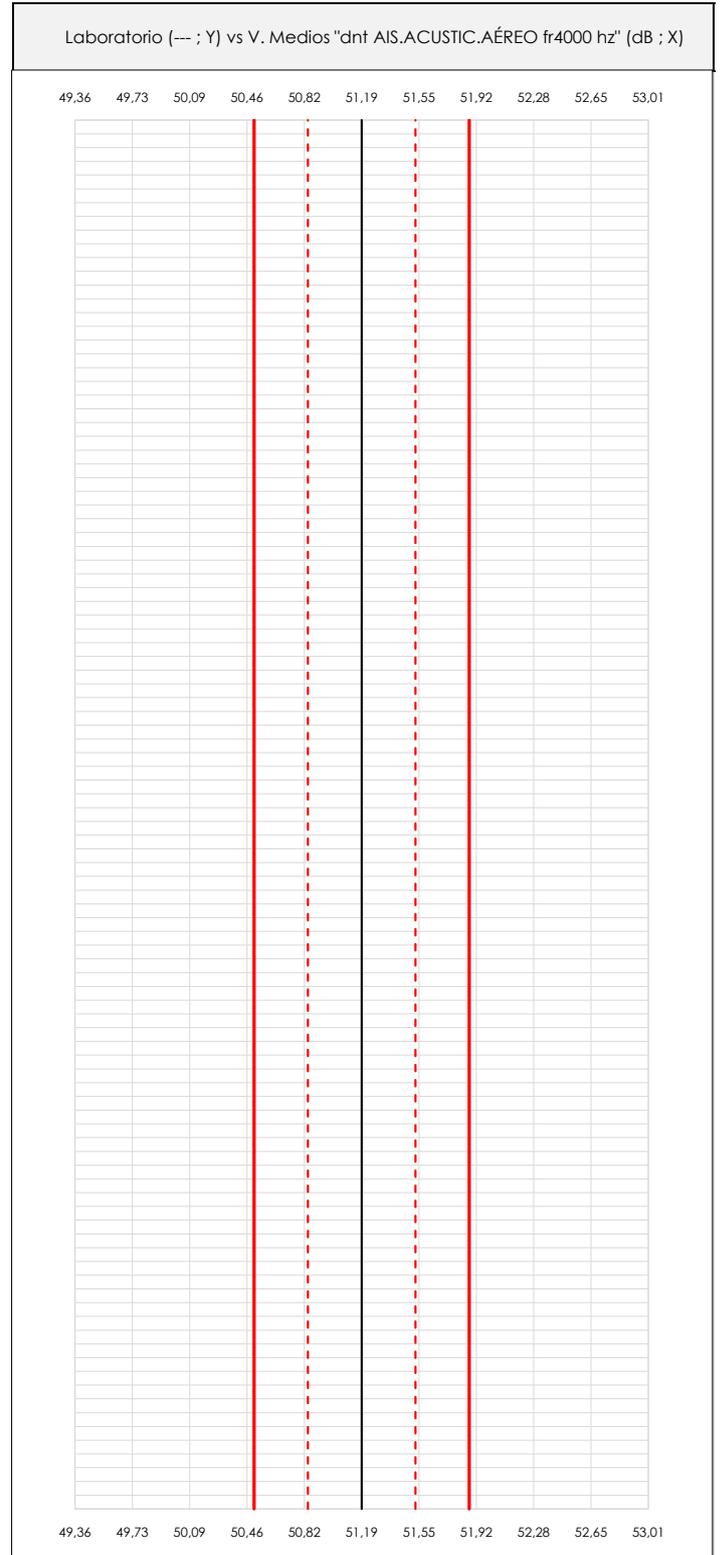
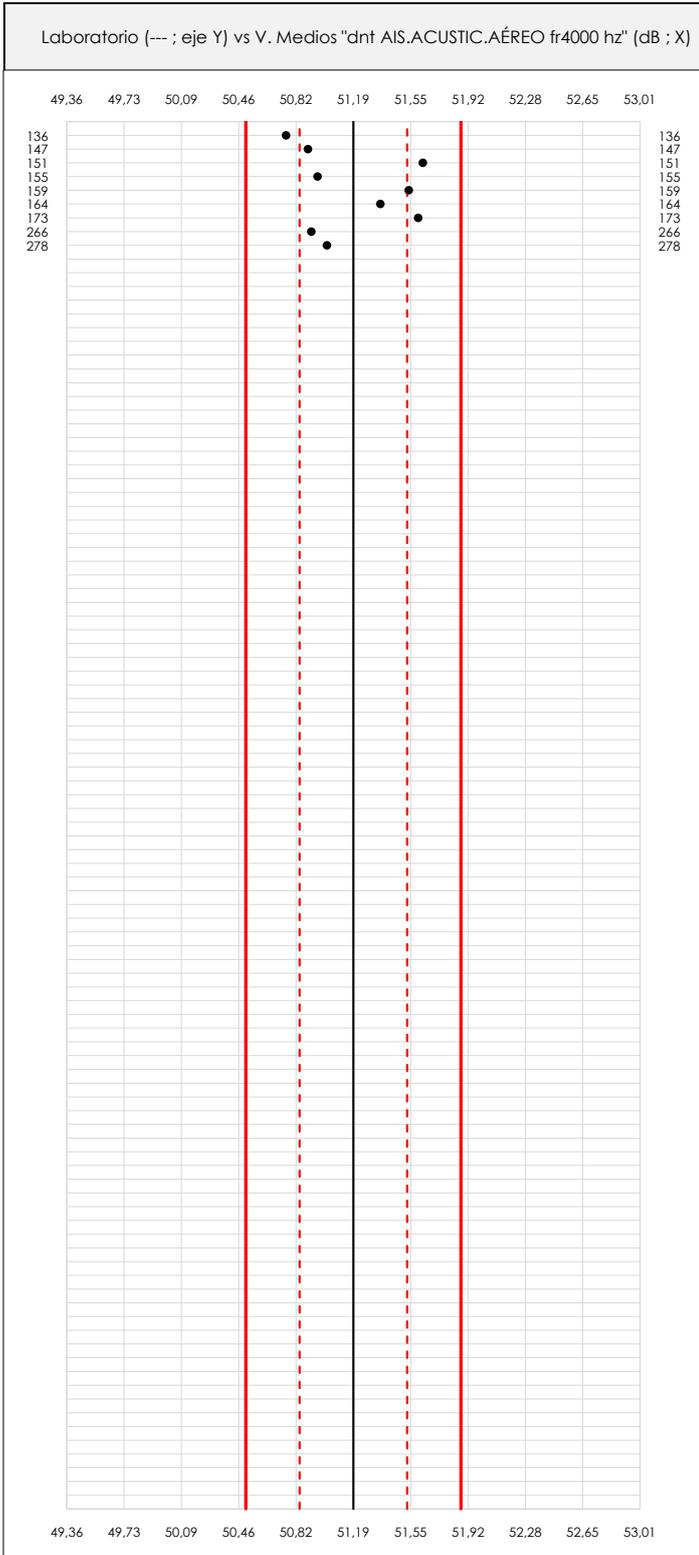
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

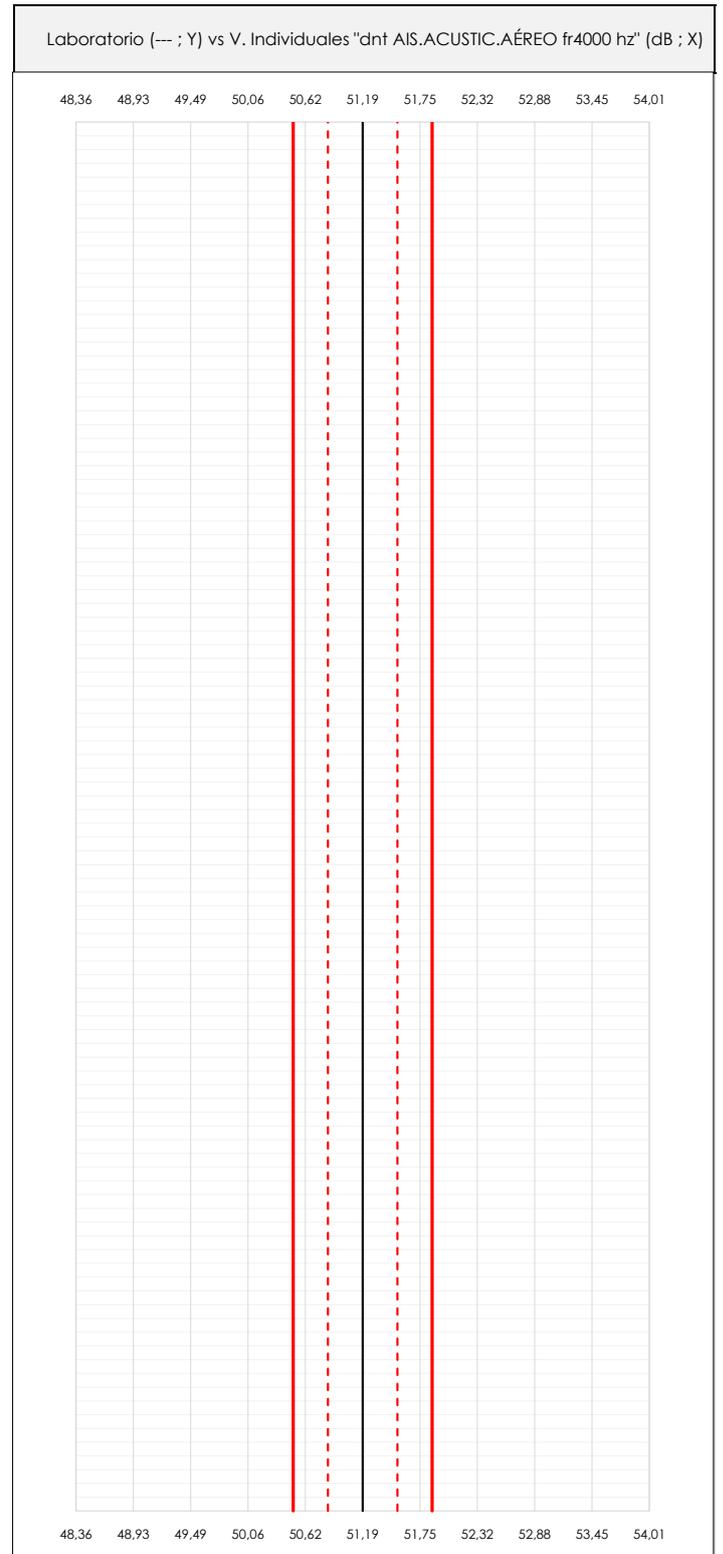
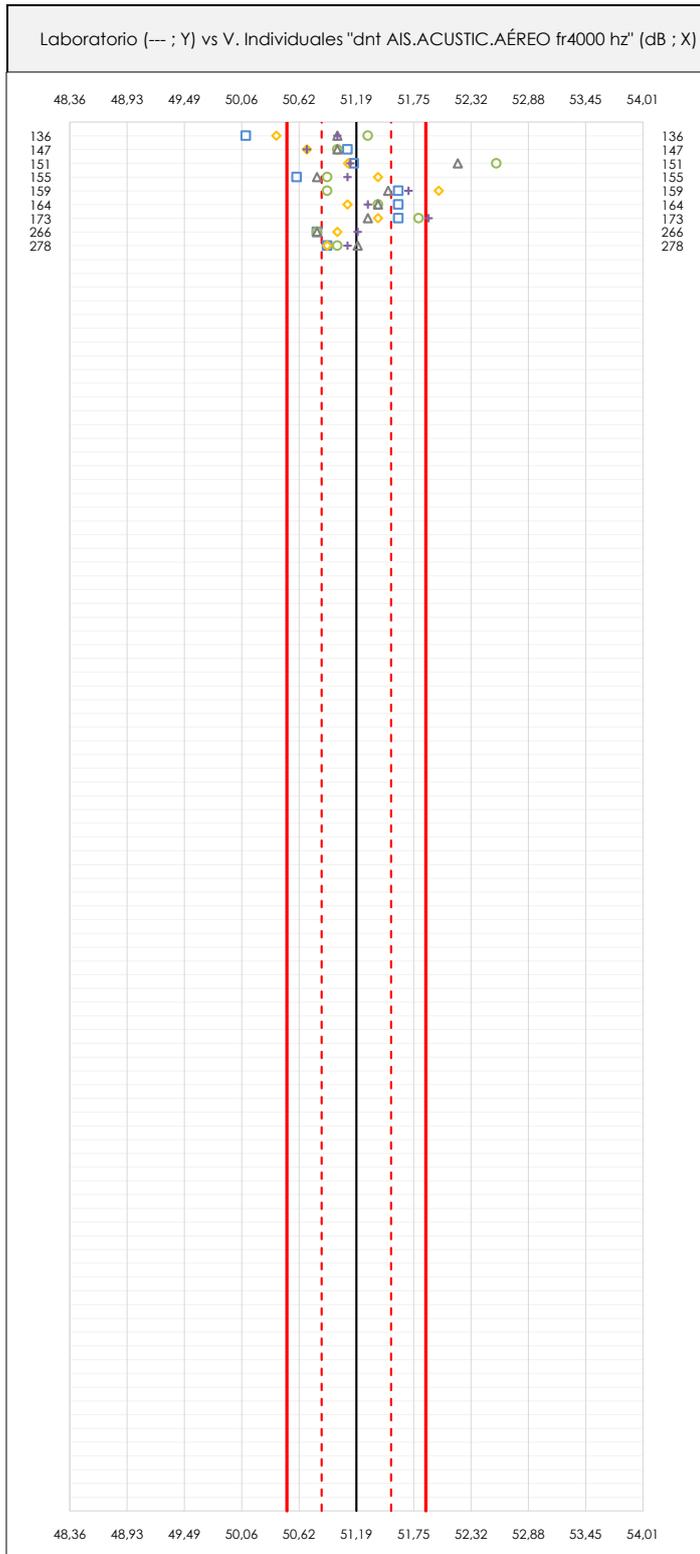
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (51,19 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,53/50,85 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,87/50,50 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (51,19 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,53/50,85 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,87/50,50 ; 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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	50,10	51,30	51,00	50,40	51,00	50,76	0,493	-0,84	✓	
147	51,10	51,00	51,00	50,70	50,70	50,90	0,187	-0,56	✓	
151	51,16	52,57	52,19	51,11	51,13	51,63	0,695	0,86	✓	
155	50,60	50,90	50,80	51,40	51,10	50,96	0,305	-0,44	✓	
159	51,60	50,90	51,50	52,00	51,70	51,54	0,404	0,69	✓	
164	51,60	51,40	51,40	51,10	51,30	51,36	0,182	0,34	✓	
173	51,60	51,80	51,30	51,40	51,90	51,60	0,255	0,81	✓	
266	50,80	50,80	50,80	51,00	51,20	50,92	0,179	-0,52	✓	
278	50,90	51,00	51,20	50,90	51,10	51,02	0,130	-0,33	✓	

**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]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

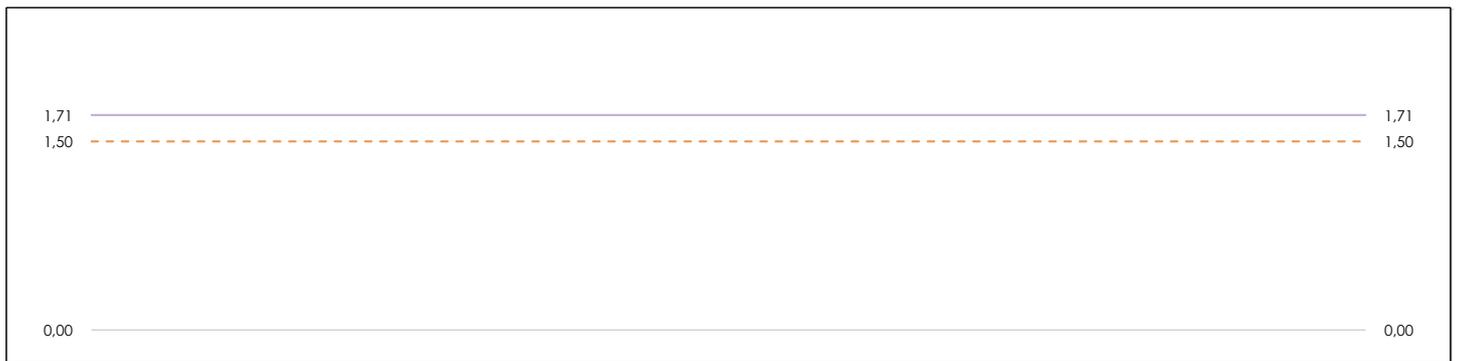
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ (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 Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
136	50,10	51,300	51,000	50,400	51,000	50,760	0,493	-0,73	-1,16	1,69*	0,357	1,164		0,6459		✓
147	51,10	51,000	51,000	50,700	50,700	50,900	0,187	-0,45	-0,73	0,64				0,6459		✓
151	51,16	52,567	52,186	51,106	51,128	51,630	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
155	50,60	50,900	50,800	51,400	51,100	50,960	0,305	-0,34	-0,54	1,05						✓
159	51,60	50,900	51,500	52,000	51,700	51,540	0,404	0,80	1,27	1,38				0,2854		✓
164	51,60	51,400	51,400	51,100	51,300	51,360	0,182	0,44	0,71	0,62						✓
173	51,60	51,800	51,300	51,400	51,900	51,600	0,255	0,91	1,46	0,87			1,461	0,2854		✓
266	50,80	50,800	50,800	51,000	51,200	50,920	0,179	-0,42	-0,66	0,61						✓
278	50,90	51,000	51,200	50,900	51,100	51,020	0,130	-0,22	-0,35	0,45						✓

**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 airtmética 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:

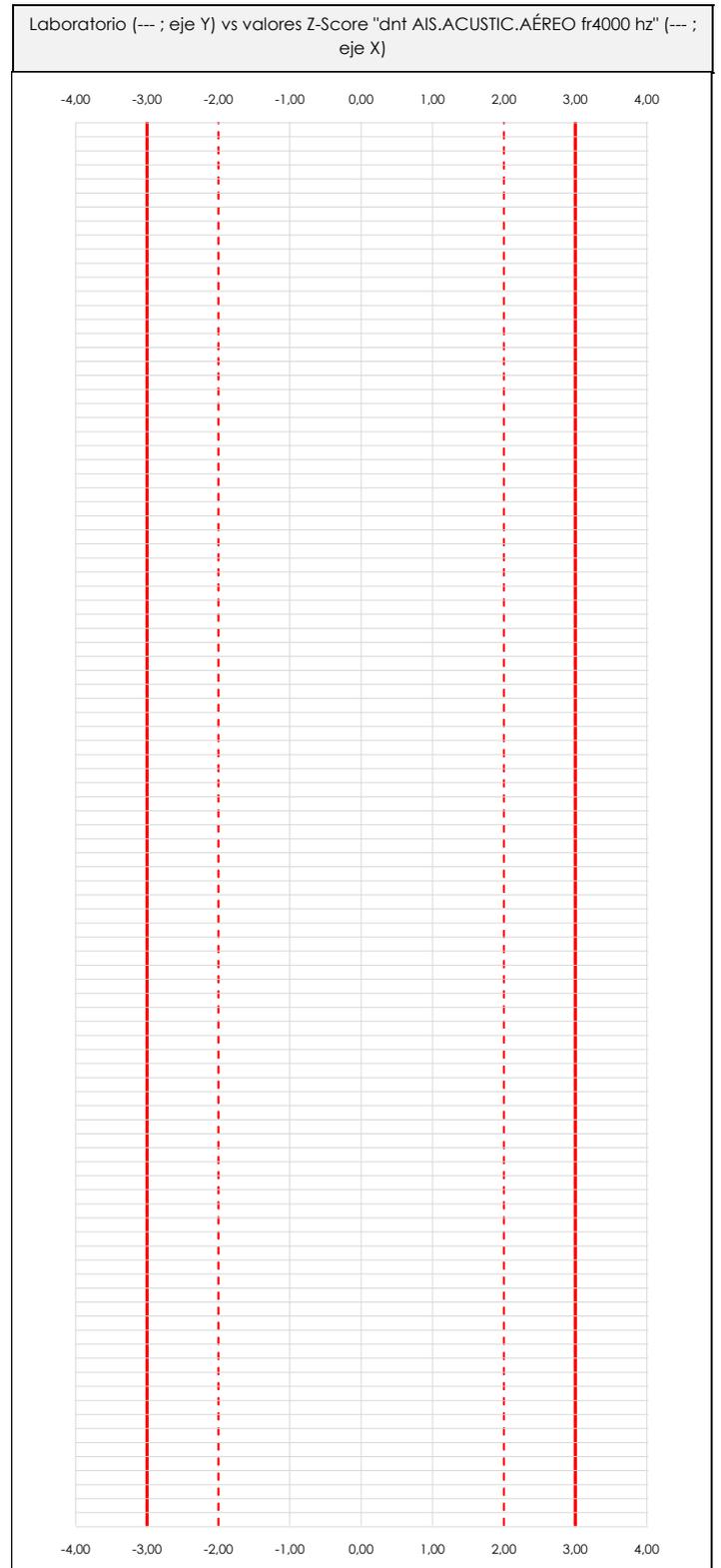
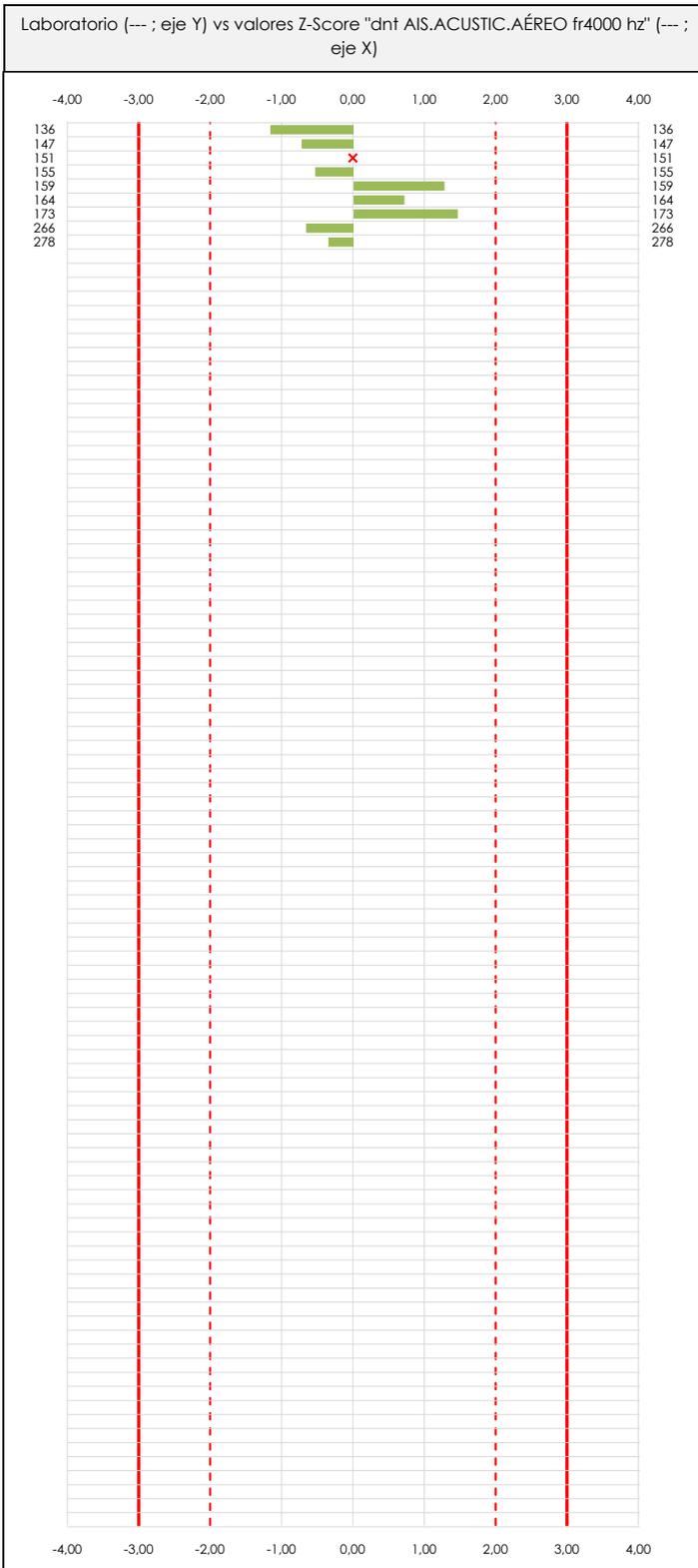
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. 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	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	50,10	51,30	51,00	50,40	51,00	50,76	0,493	-0,73	✓	✓	✓			-1,164	S
147	51,10	51,00	51,00	50,70	50,70	50,90	0,187	-0,45	✓	✓	✓			-0,727	S
151	51,16	52,57	52,19	51,11	51,13	51,63	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
155	50,60	50,90	50,80	51,40	51,10	50,96	0,305	-0,34	✓	✓	✓			-0,539	S
159	51,60	50,90	51,50	52,00	51,70	51,54	0,404	0,80	✓	✓	✓			1,273	S
164	51,60	51,40	51,40	51,10	51,30	51,36	0,182	0,44	✓	✓	✓			0,711	S
173	51,60	51,80	51,30	51,40	51,90	51,60	0,255	0,91	✓	✓	✓			1,461	S
266	50,80	50,80	50,80	51,00	51,20	50,92	0,179	-0,42	✓	✓	✓			-0,664	S
278	50,90	51,00	51,20	50,90	51,10	51,02	0,130	-0,22	✓	✓	✓			-0,352	S

**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> 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:

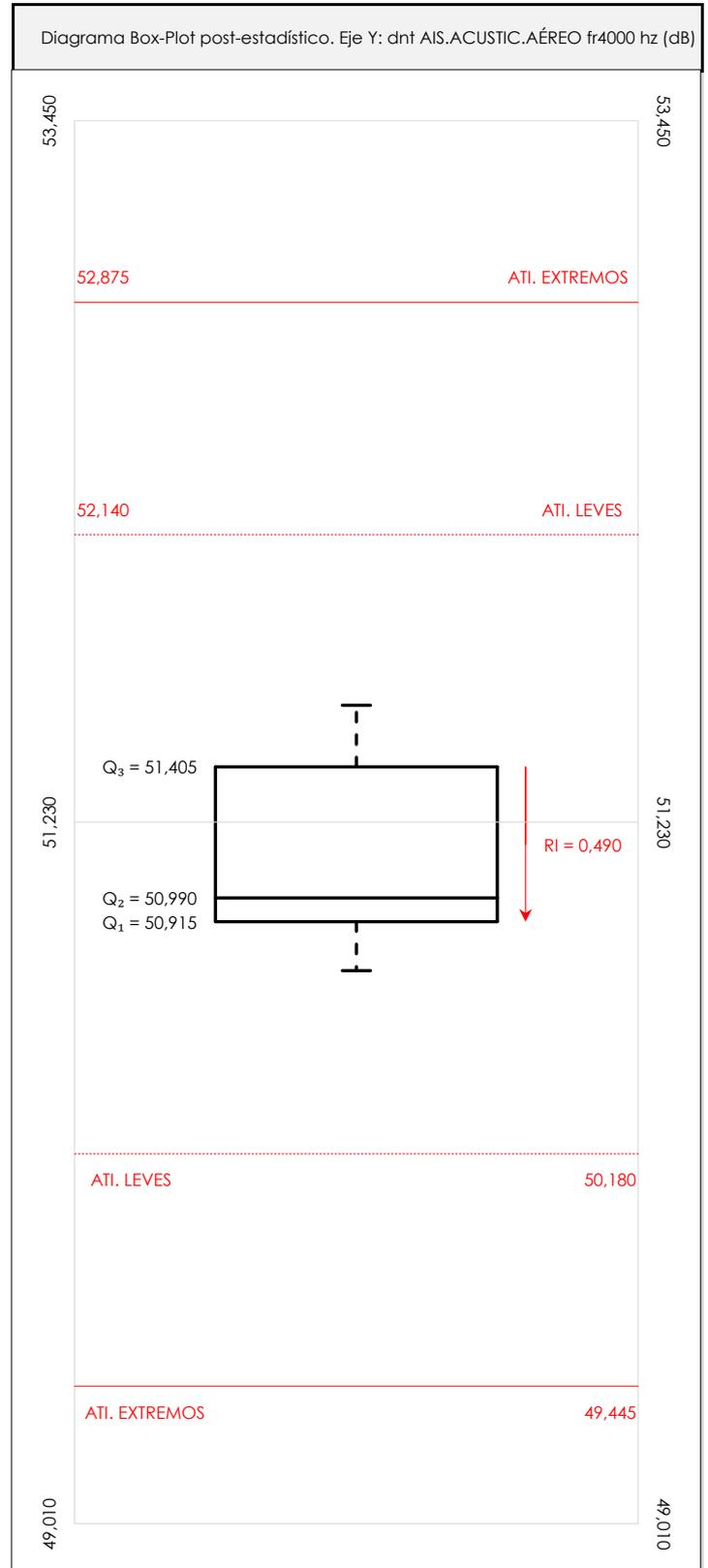
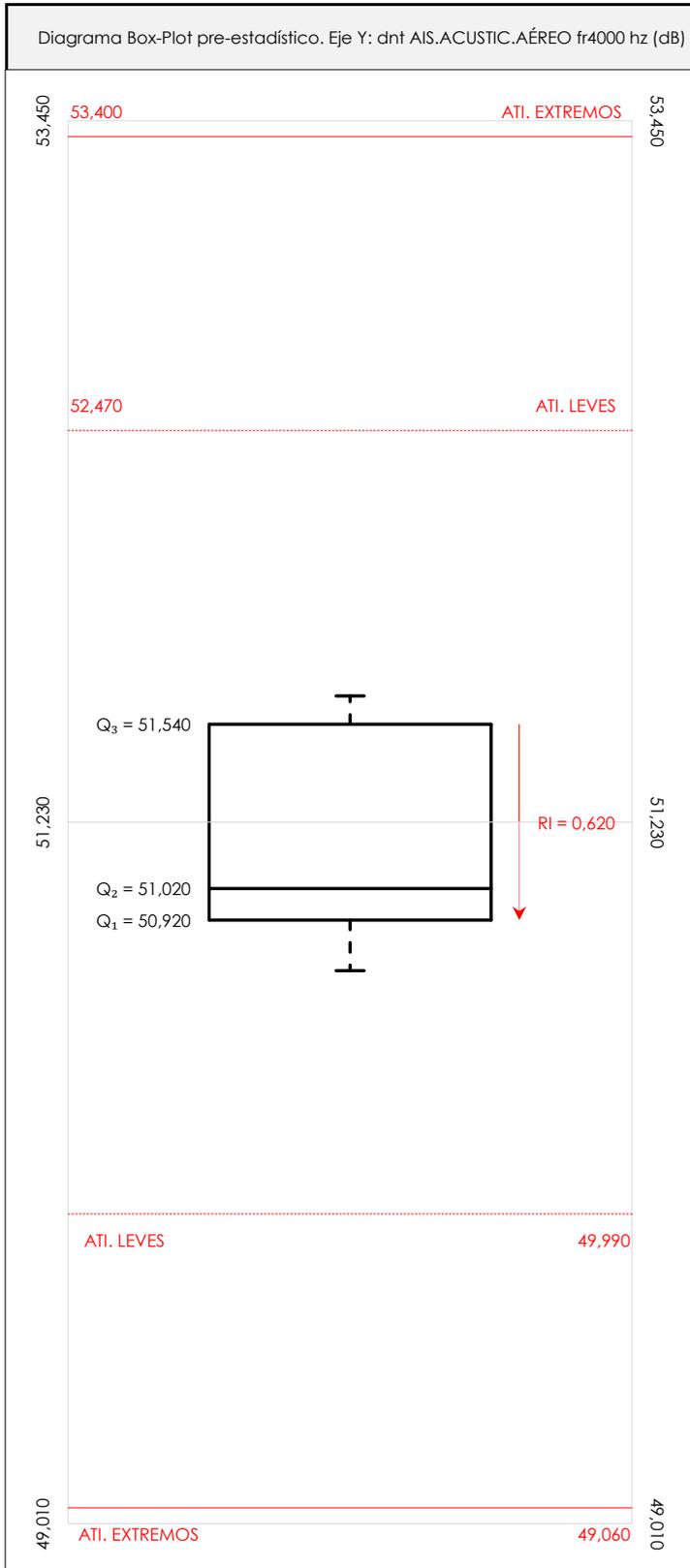
[dudoso]

[insatisfactorio]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ (dB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR4000 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 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	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	51,60	52,57	52,19	52,00	51,90	51,63	51,60	51,80	51,50	52,00	51,90	51,60
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	50,10	50,80	50,80	50,40	50,70	50,76	50,10	50,80	50,80	50,40	50,70	50,76
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	51,05	51,30	51,24	51,11	51,24	51,19	51,04	51,14	51,13	51,11	51,25	51,13
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,51	0,57	0,43	0,46	0,36	0,34	0,55	0,34	0,27	0,49	0,39	0,32
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	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	
<b>Valor Calculado</b>	0,129	0,997	0,091	0,221	1,302		0,085	0,809	0,085	0,170	1,145	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,425	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,358	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.

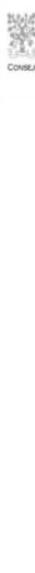
Respecto a los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones se van a basar en la evaluación estadística recogida en la ISO 17025, sobre las dispersiones de los resultados individuales y su media, en forma de varianzas o desviaciones estándar, también conocida como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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt AIS.ACUSTIC.AÉREO fr5000 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

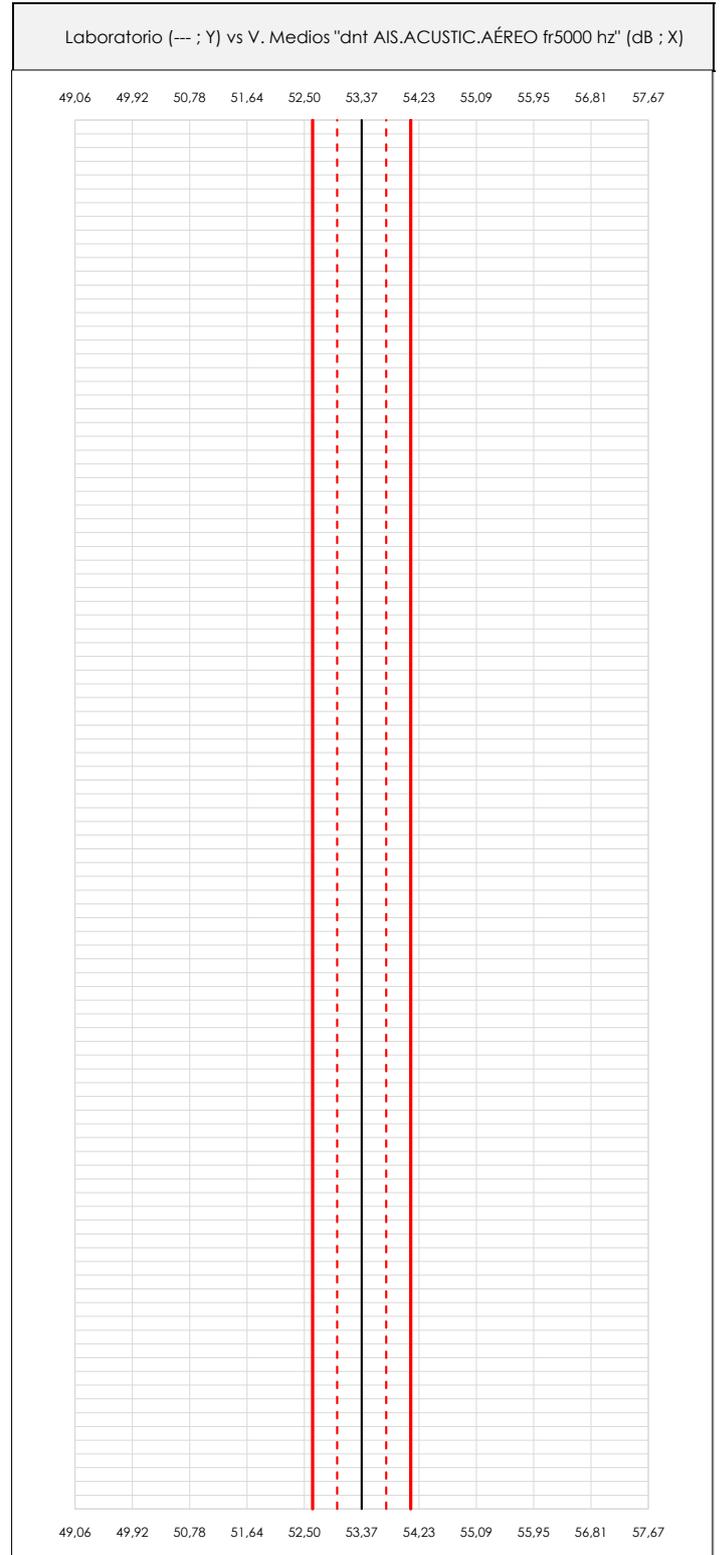
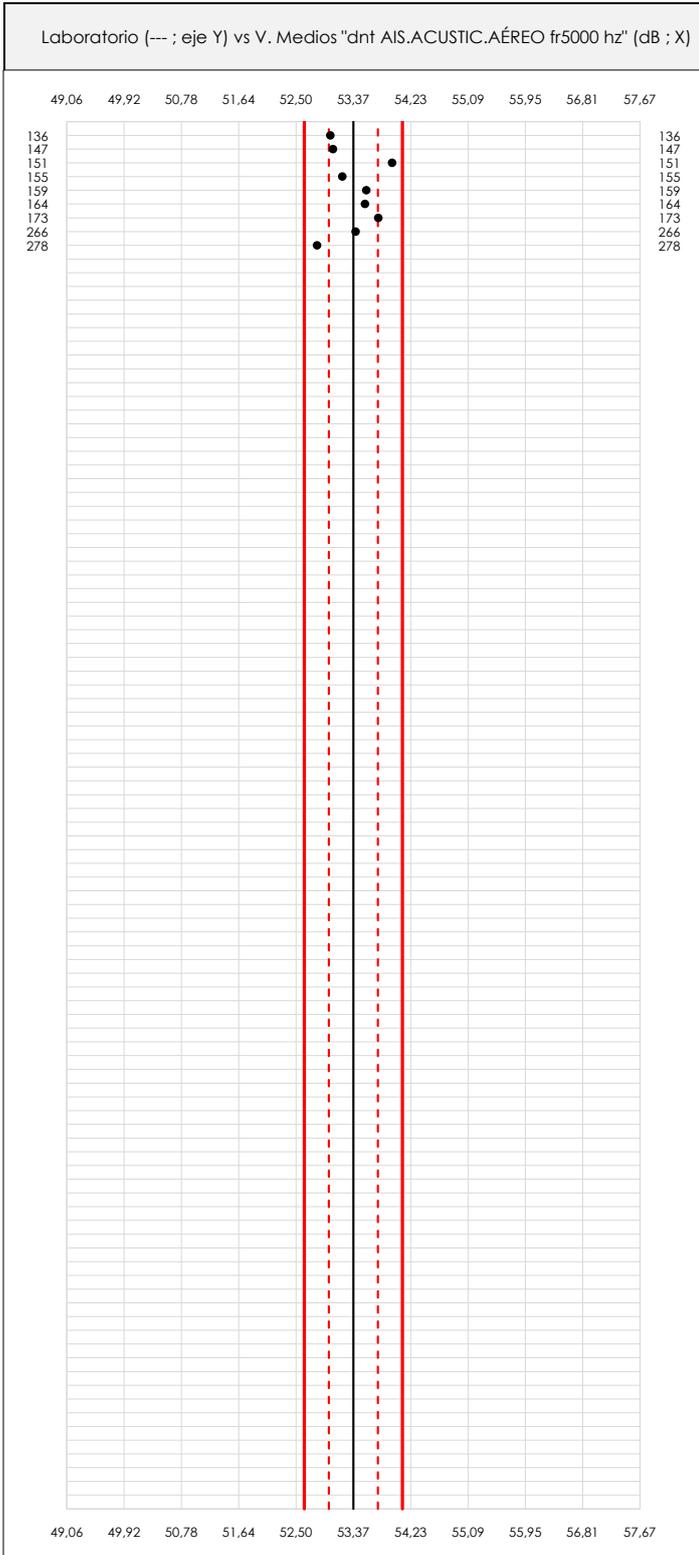
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

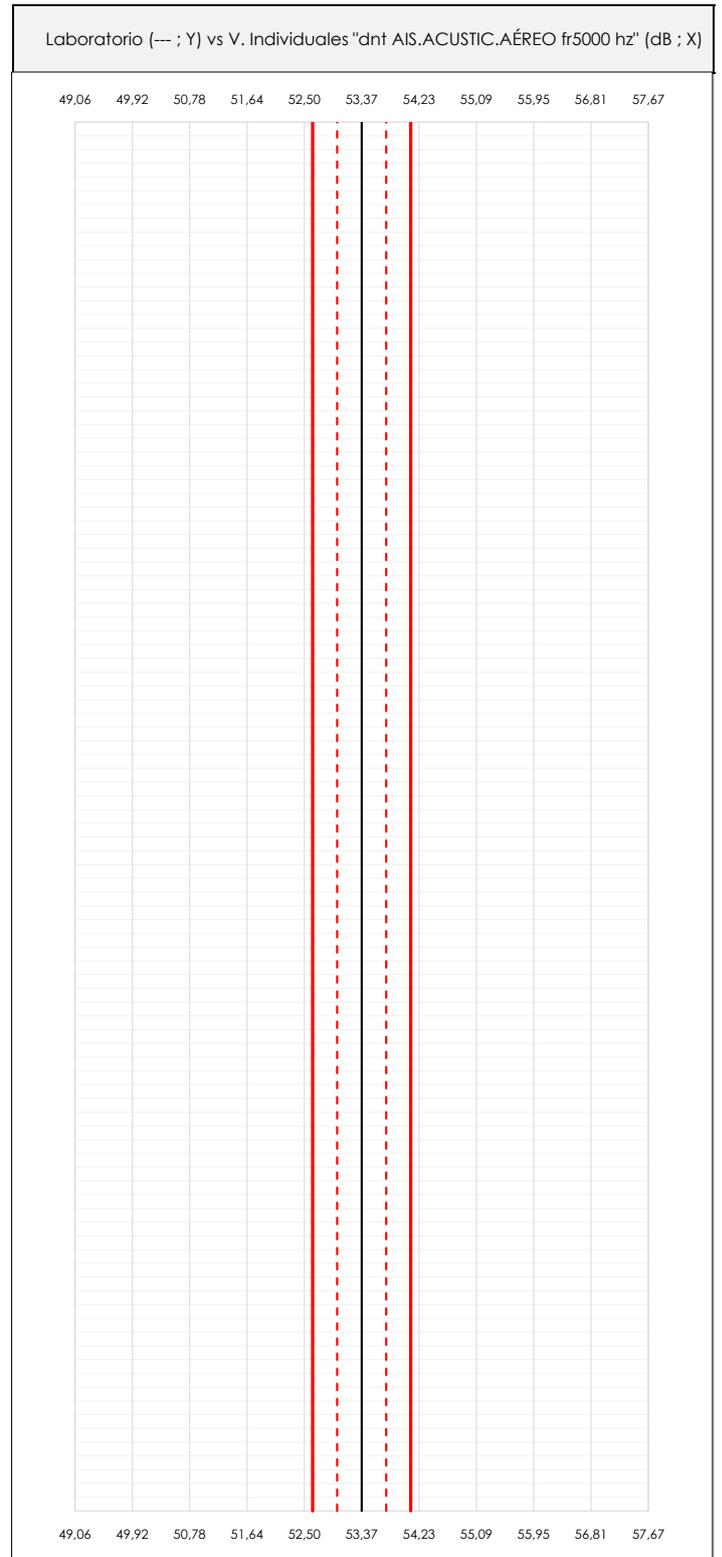
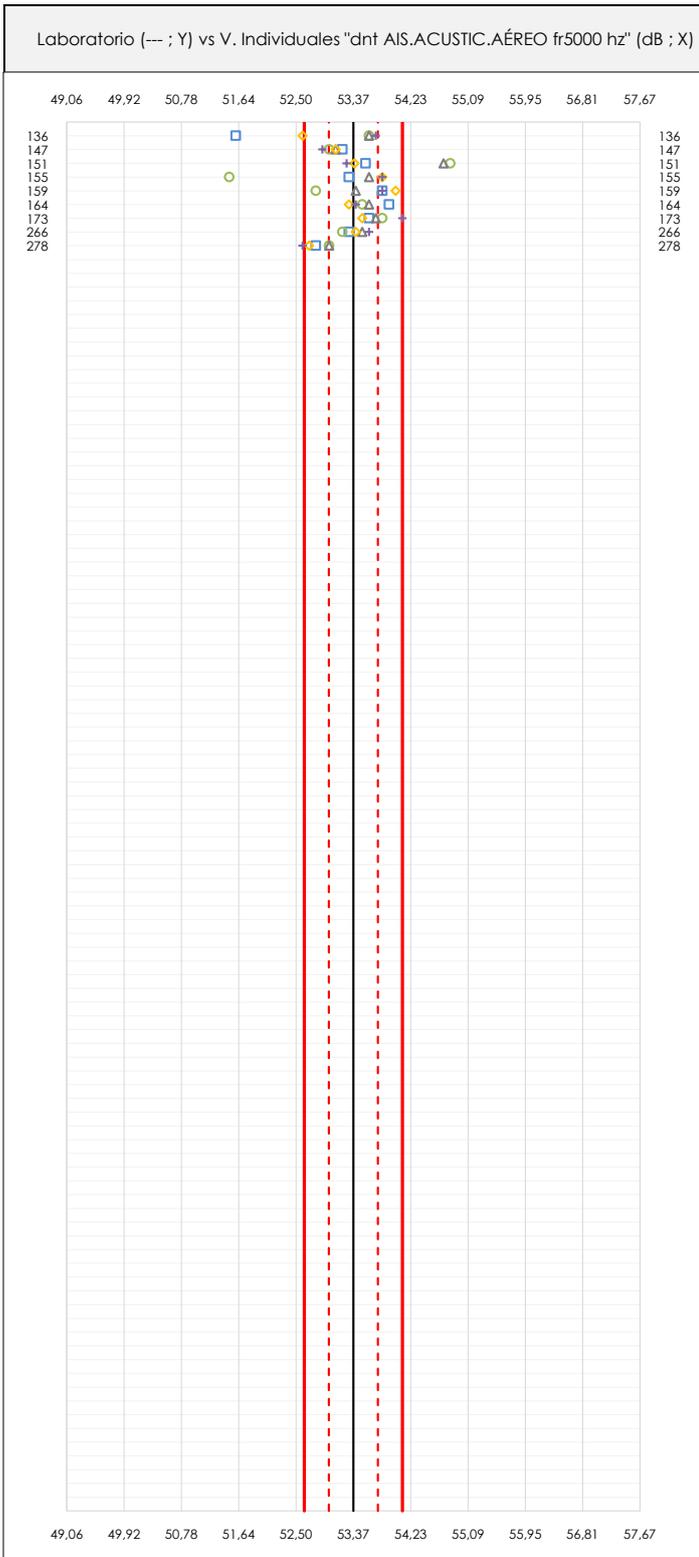
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (53,37 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,73/53,00 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (54,10/52,63 ; 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.

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (53,37 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,73/53,00 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (54,10/52,63 ; 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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	51,60	53,60	53,60	52,60	53,70	53,02	0,912	-0,65	✓	
147	53,20	53,00	53,10	53,10	52,90	53,06	0,114	-0,57	✓	
151	53,55	54,82	54,72	53,38	53,26	53,95	0,760	1,09	✓	
155	53,30	51,50	53,60	53,80	53,80	53,20	0,972	-0,31	✓	
159	53,80	52,80	53,40	54,00	53,80	53,56	0,477	0,36	✓	
164	53,90	53,50	53,60	53,30	53,40	53,54	0,230	0,33	✓	
173	53,60	53,80	53,70	53,50	54,10	53,74	0,230	0,70	✓	
266	53,30	53,20	53,50	53,40	53,60	53,40	0,158	0,07	✓	
278	52,80	53,00	53,00	52,70	52,60	52,82	0,179	-1,02	✓	

**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:

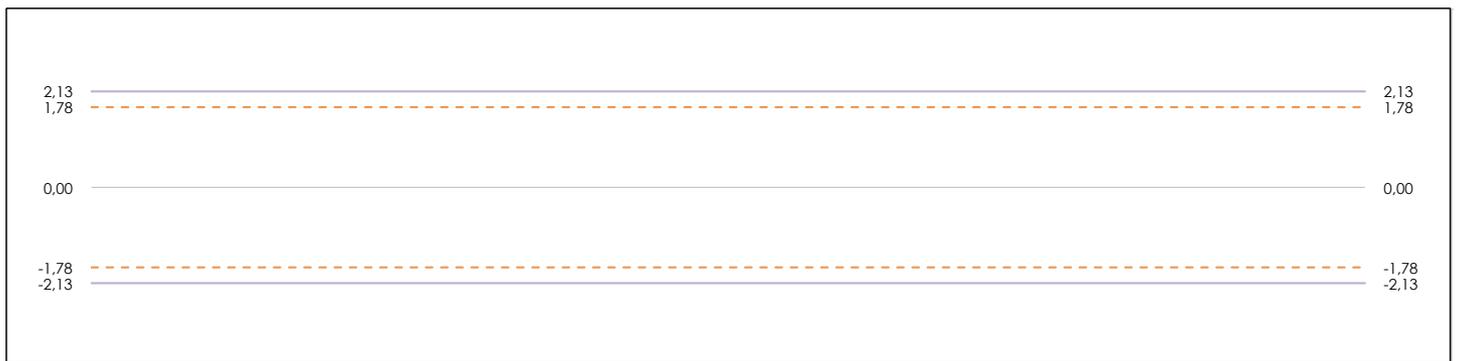
[máximo]

[mínimo]

# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

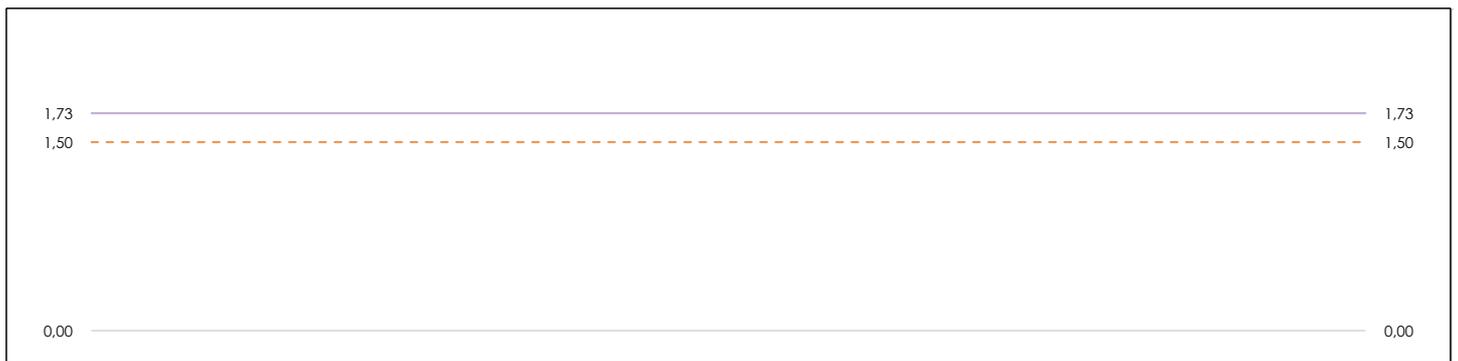
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ (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
136	51,60	53,600	53,600	52,600	53,700	53,020	0,912	-0,65	-0,94	1,65*	0,343			0,5121		✓
147	53,20	53,000	53,100	53,100	52,900	53,060	0,114	-0,57	-0,83	0,21						✓
151	53,55	54,823	54,720	53,381	53,265	53,947	0,760	1,09	1,58	1,37			1,580	0,4382		✓
155	53,30	51,500	53,600	53,800	53,800	53,200	0,972	-0,31	-0,45	1,76**	0,343					✓
159	53,80	52,800	53,400	54,000	53,800	53,560	0,477	0,36	0,53	0,86						✓
164	53,90	53,500	53,600	53,300	53,400	53,540	0,230	0,33	0,47	0,42						✓
173	53,60	53,800	53,700	53,500	54,100	53,740	0,230	0,70	1,02	0,42				0,4382		✓
266	53,30	53,200	53,500	53,400	53,600	53,400	0,158	0,07	0,09	0,29						✓
278	52,80	53,000	53,000	52,700	52,600	52,820	0,179	-1,02	-1,48	0,32			1,480	0,5121		✓

**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 arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética 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:

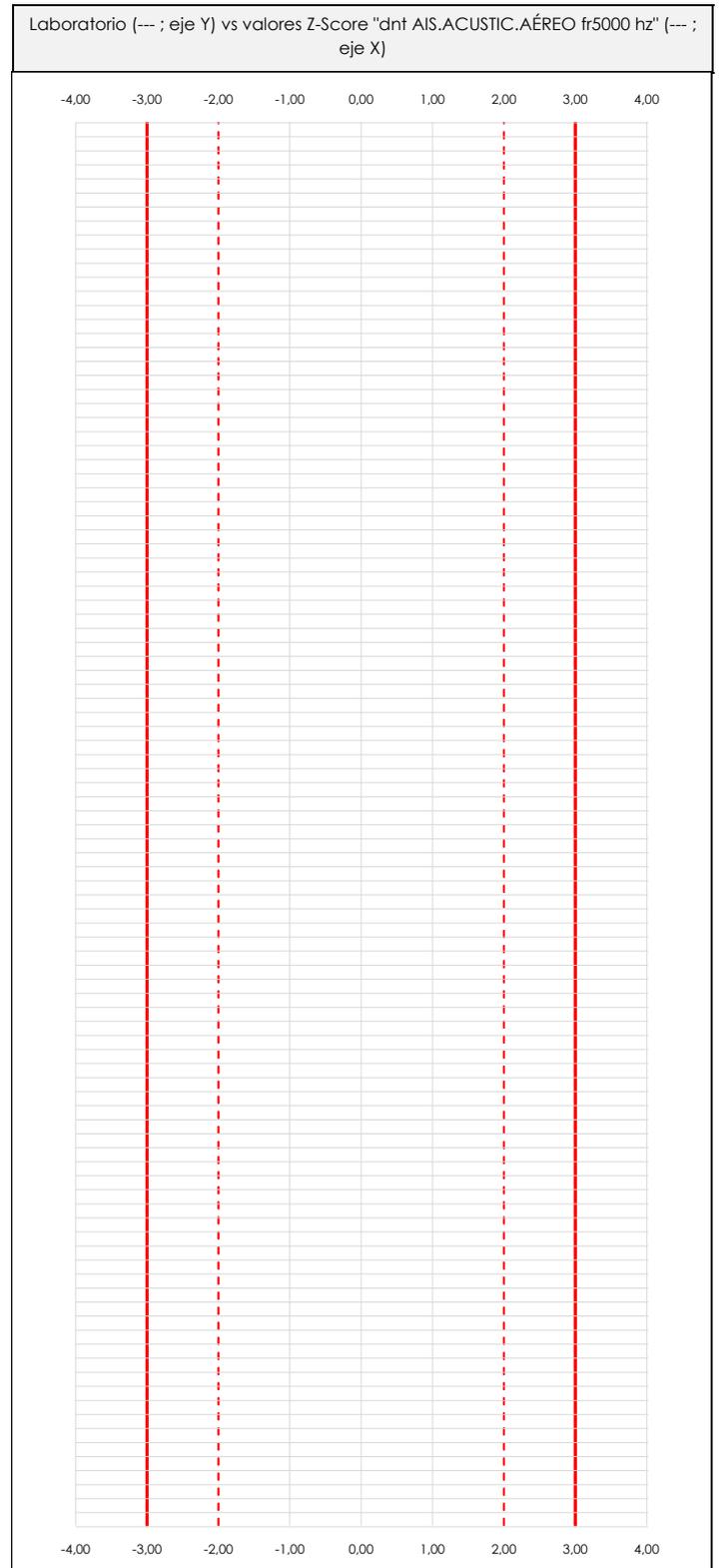
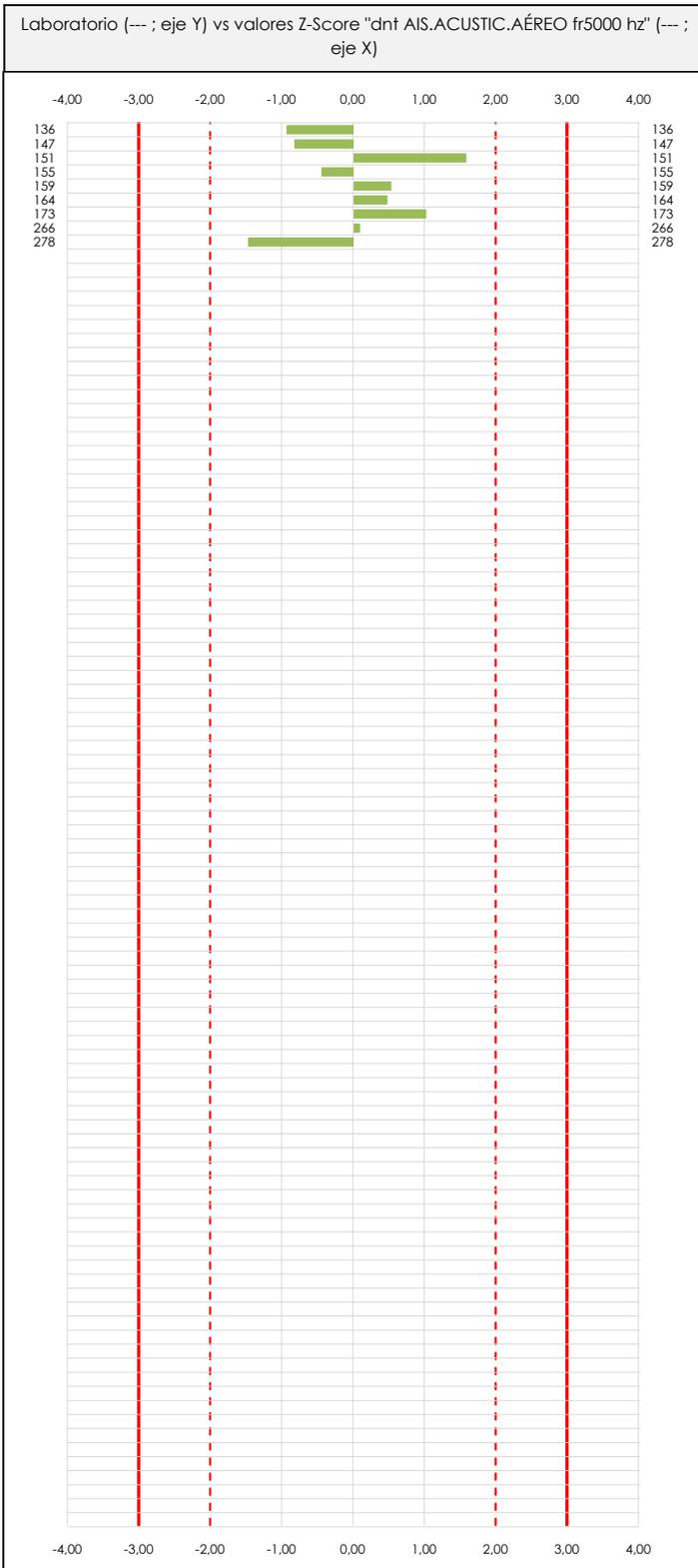
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. 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	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	51,60	53,60	53,60	52,60	53,70	53,02	0,912	-0,65	✓	✓	✓			-0,937	S
147	53,20	53,00	53,10	53,10	52,90	53,06	0,114	-0,57	✓	✓	✓			-0,829	S
151	53,55	54,82	54,72	53,38	53,26	53,95	0,760	1,09	✓	✓	✓			1,580	S
155	53,30	51,50	53,60	53,80	53,80	53,20	0,972	-0,31	✓	✓	✓			-0,449	S
159	53,80	52,80	53,40	54,00	53,80	53,56	0,477	0,36	✓	✓	✓			0,529	S
164	53,90	53,50	53,60	53,30	53,40	53,54	0,230	0,33	✓	✓	✓			0,474	S
173	53,60	53,80	53,70	53,50	54,10	53,74	0,230	0,70	✓	✓	✓			1,017	S
266	53,30	53,20	53,50	53,40	53,60	53,40	0,158	0,07	✓	✓	✓			0,094	S
278	52,80	53,00	53,00	52,70	52,60	52,82	0,179	-1,02	✓	✓	✓			-1,480	S

**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> 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].

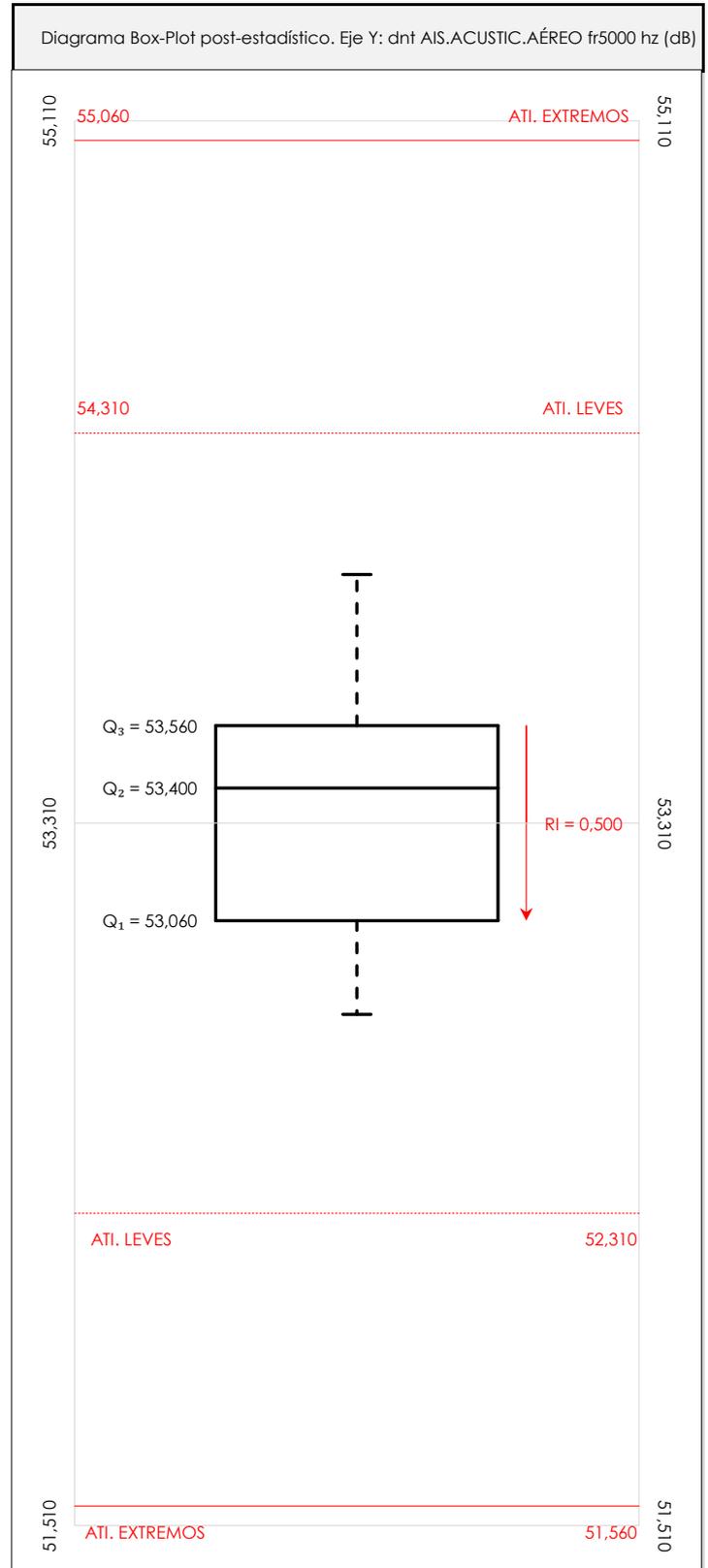
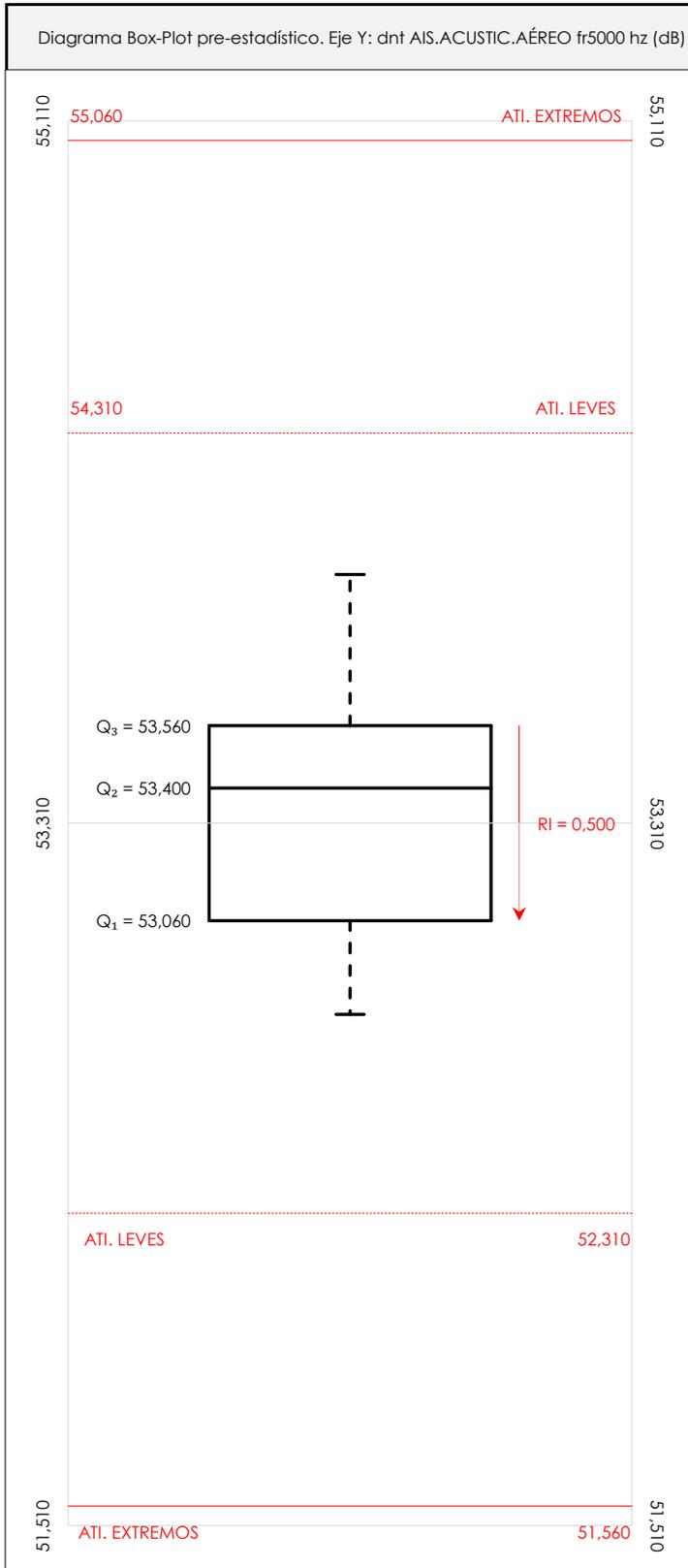
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ (dB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

**ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)**

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT AIS.ACUSTIC.AÉREO FR5000 HZ", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO								
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$			
Valor Máximo (max ; %)	53,90	54,82	54,72	54,00	54,10	53,95	53,90	54,82	54,72	54,00	54,10	53,95			
Valor Mínimo (min ; %)	51,60	51,50	53,00	52,60	52,60	52,82	51,60	51,50	53,00	52,60	52,60	52,82			
Valor Promedio (M ; %)	53,23	53,25	53,58	53,31	53,46	53,37	53,23	53,25	53,58	53,31	53,46	53,37			
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,70	0,89	0,49	0,46	0,48	0,37	0,70	0,89	0,49	0,46	0,48	0,37			
Coef. Variación (CV ; ---)	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	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	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R
Valor Calculado	0,307	1,535	0,074	0,381	1,711	0,307	1,535	0,074	0,381	1,711	0,307	1,535	0,074	0,381	1,711
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	0,425	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
Nivel de Significación 5%	1,78	1,50	0,358	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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT W VALOR GLOBAL



# DNT W VALOR GLOBAL (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt w valor global", está basado en los protocolos EILA22 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.

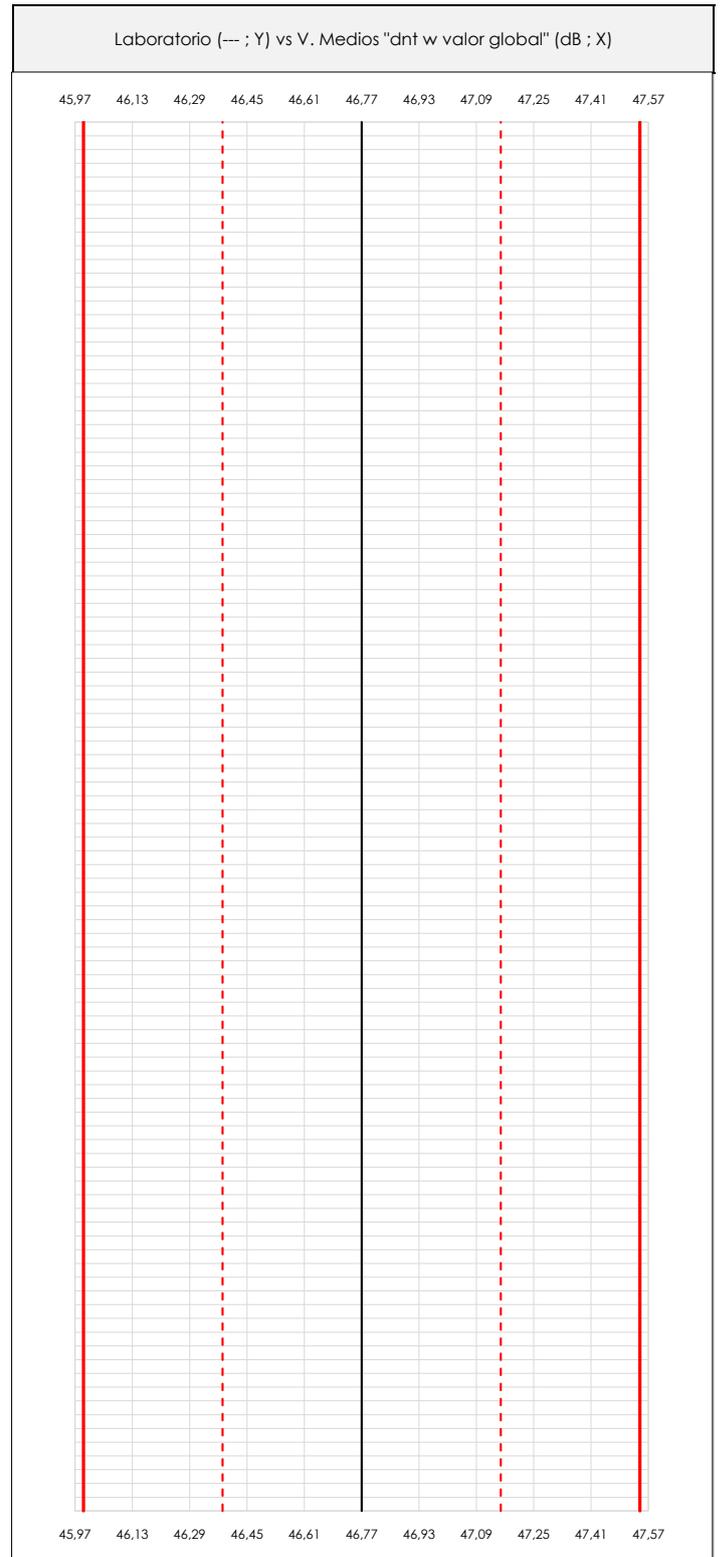
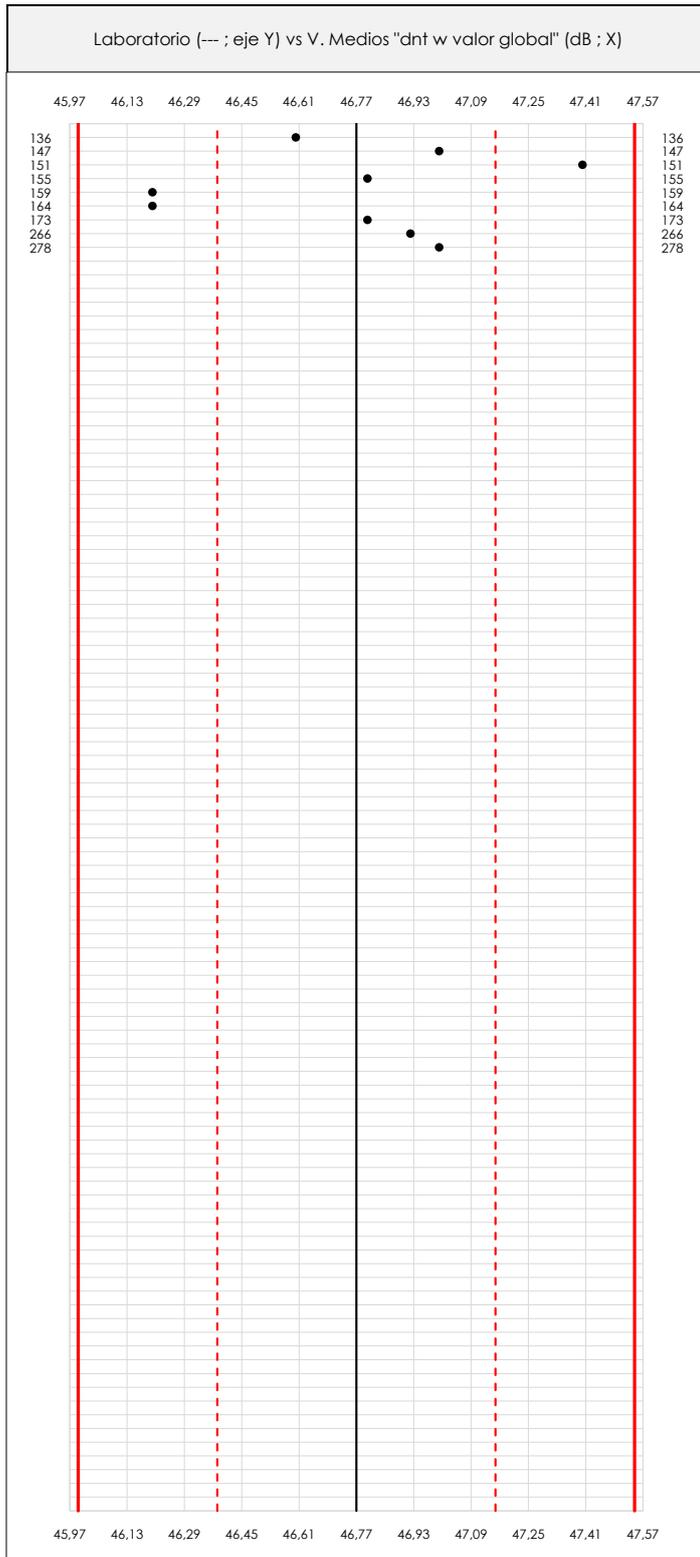
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DNT W VALOR GLOBAL (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

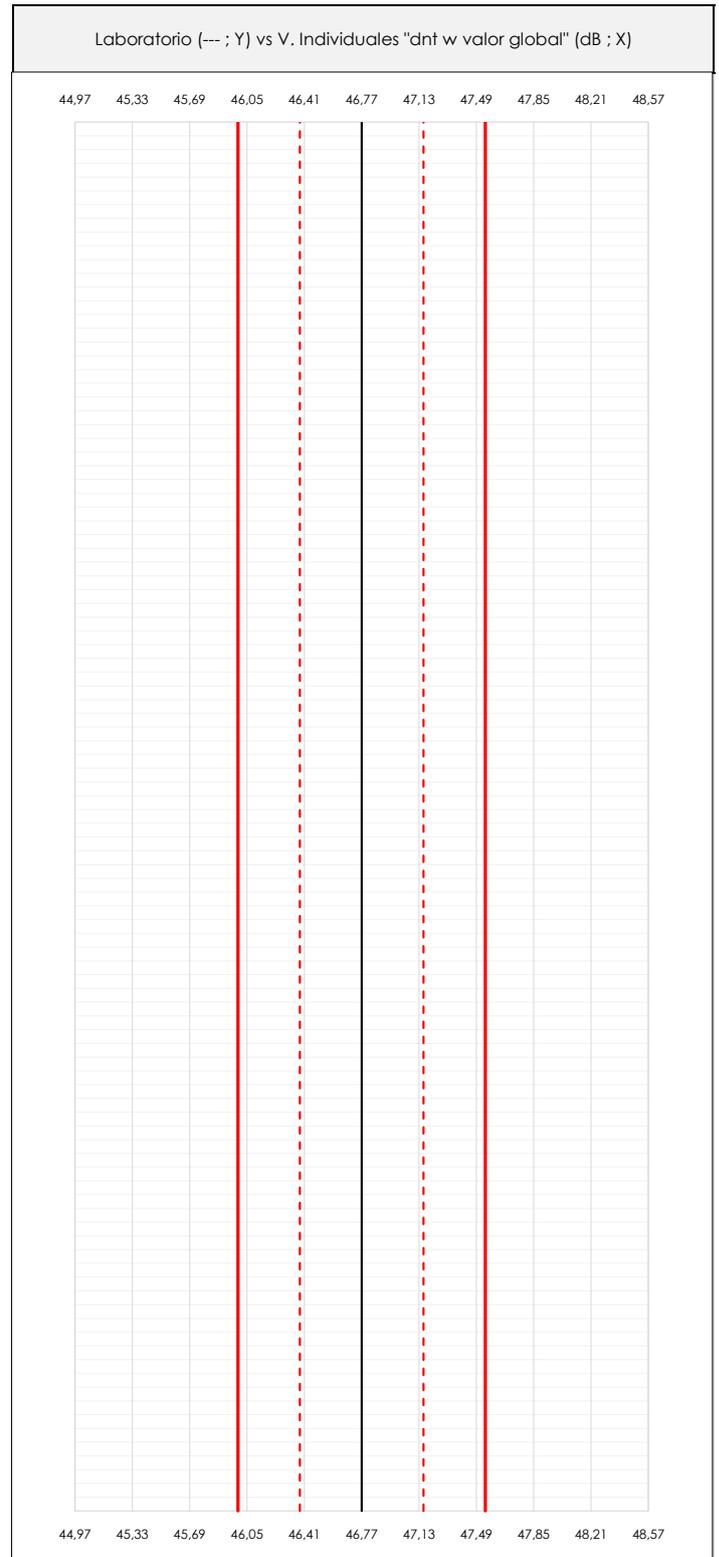
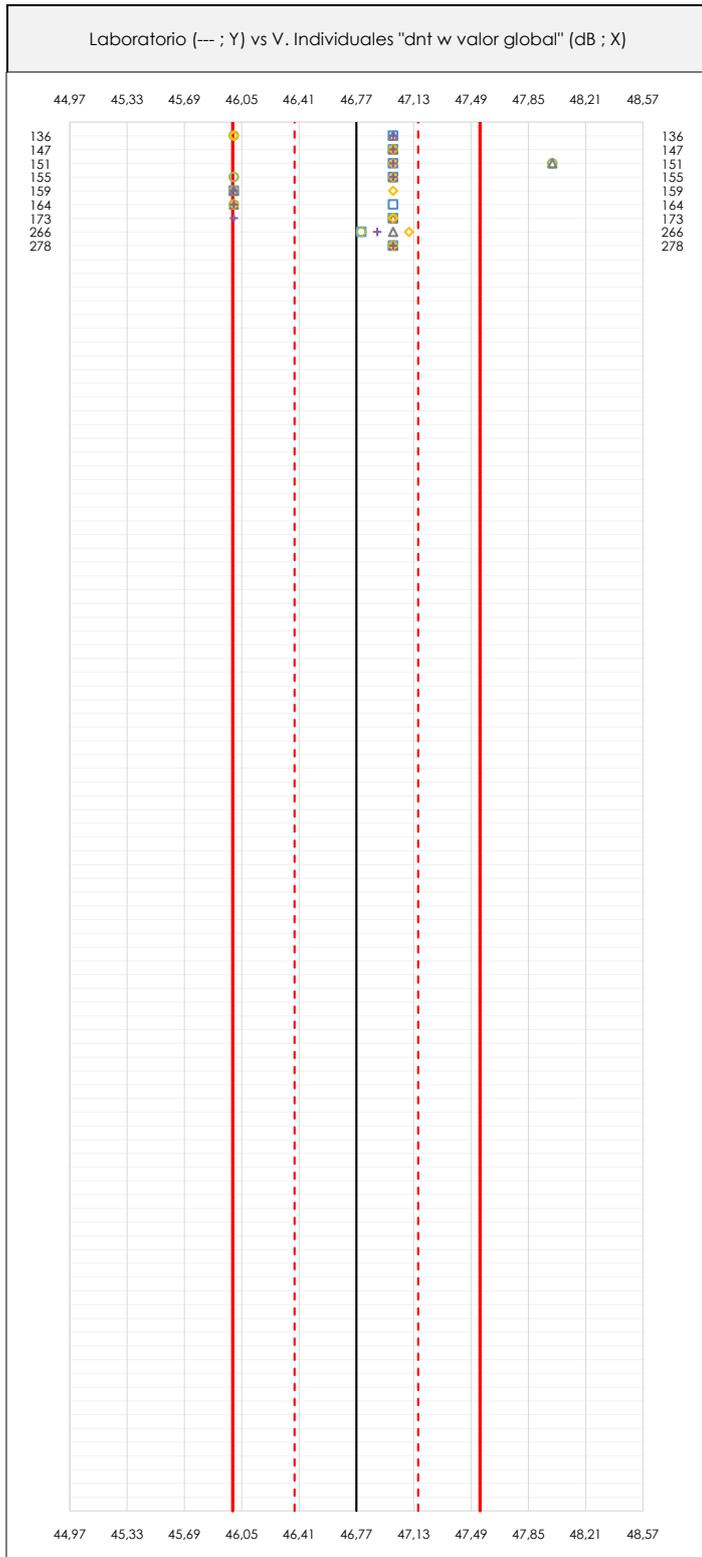
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (46,77 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,16/46,38 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (47,55/45,99 ; 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.

# DNT W VALOR GLOBAL (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 (46,77 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,16/46,38 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (47,55/45,99 ; 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.



# DNT W VALOR GLOBAL (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

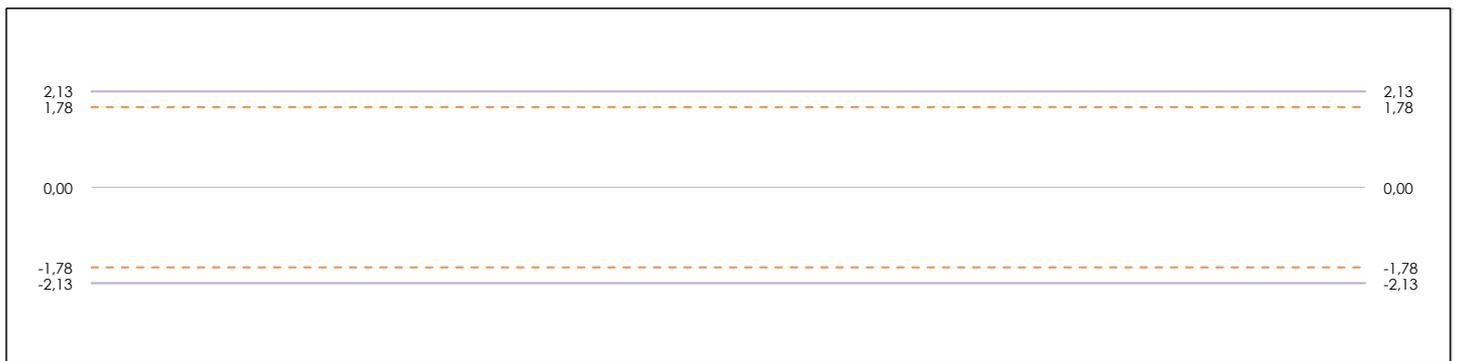
Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
136	47,00	46,00	47,00	46,00	47,00	46,60	0,548	-0,36	✓	
147	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	0,000	0,49	✓	
151	47,00	48,00	48,00	47,00	47,00	47,40	0,548	1,35	✓	
155	47,00	46,00	47,00	47,00	47,00	46,80	0,447	0,07	✓	
159	46,00	46,00	46,00	47,00	46,00	46,20	0,447	-1,22	✓	
164	47,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,20	0,447	-1,22	✓	
173	47,00	47,00	47,00	47,00	46,00	46,80	0,447	0,07	✓	
266	46,80	46,80	47,00	47,10	46,90	46,92	0,130	0,32	✓	
278	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	0,000	0,49	✓	

**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 " $D_{i \text{ arit}} \%$ " 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]

**DNT W VALOR GLOBAL (dB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

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

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

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

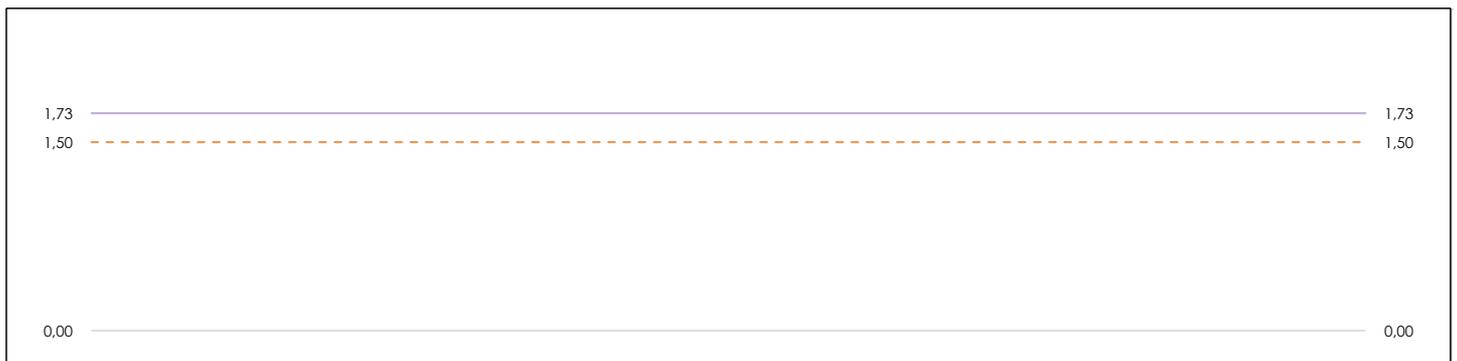
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



## DNT W VALOR GLOBAL (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.



## DNT W VALOR GLOBAL (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 Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
136	47,00	46,000	47,000	46,000	47,000	46,600	0,548	-0,36	-0,44	1,38						✓
147	47,00	47,000	47,000	47,000	47,000	47,000	0,000	0,49	0,60	0,00					0,5373	✓
151	47,00	48,000	48,000	47,000	47,000	47,400	0,548	1,35	1,63	1,38			1,626		0,5373	✓
155	47,00	46,000	47,000	47,000	47,000	46,800	0,447	0,07	0,08	1,13						✓
159	46,00	46,000	46,000	47,000	46,000	46,200	0,447	-1,22	-1,47	1,13		1,465		0,3098		✓
164	47,00	46,000	46,000	46,000	46,000	46,200	0,447	-1,22	-1,47	1,13		1,465		0,3098		✓
173	47,00	47,000	47,000	47,000	46,000	46,800	0,447	0,07	0,08	1,13						✓
266	46,80	46,800	47,000	47,100	46,900	46,920	0,130	0,32	0,39	0,33						✓
278	47,00	47,000	47,000	47,000	47,000	47,000	0,000	0,49	0,60	0,00					0,5373	✓

**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 airtmética 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:

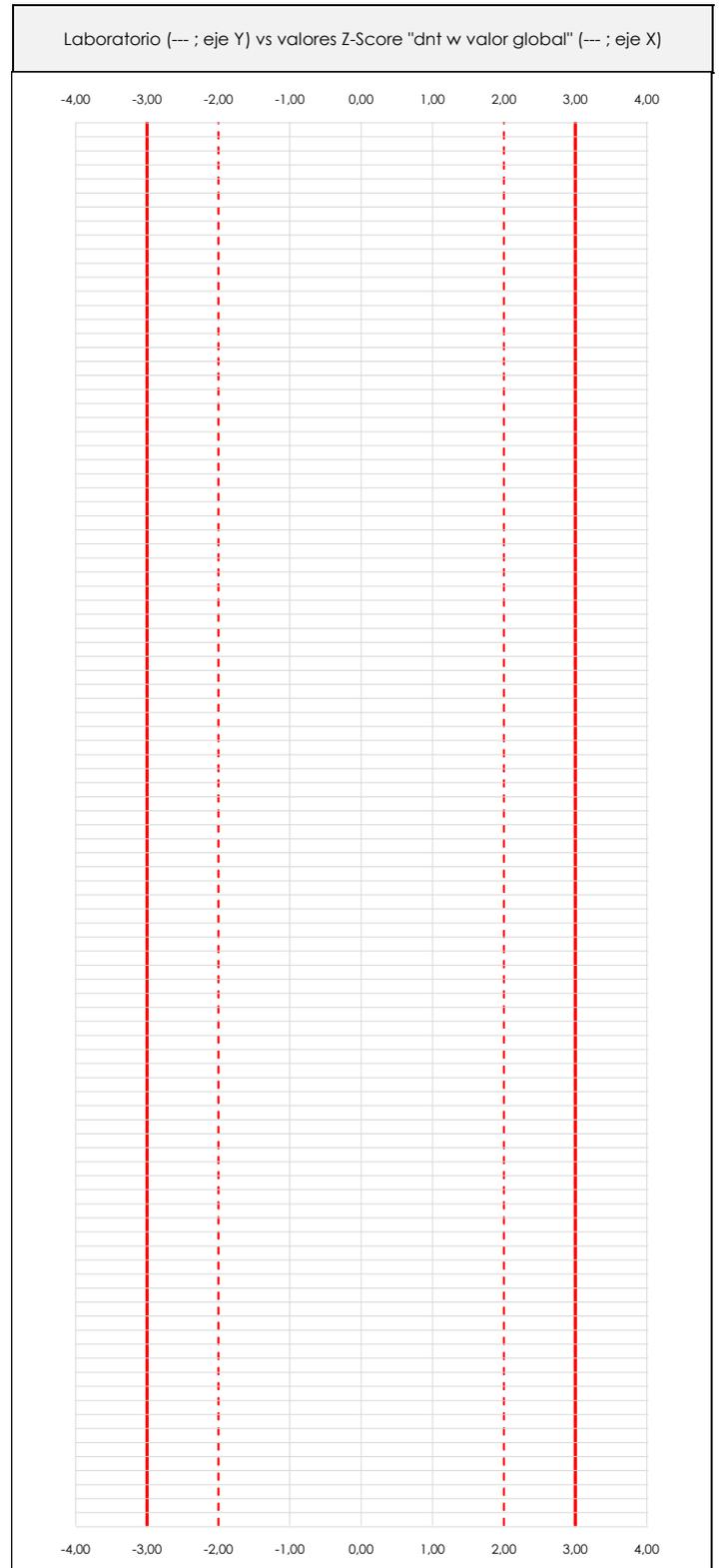
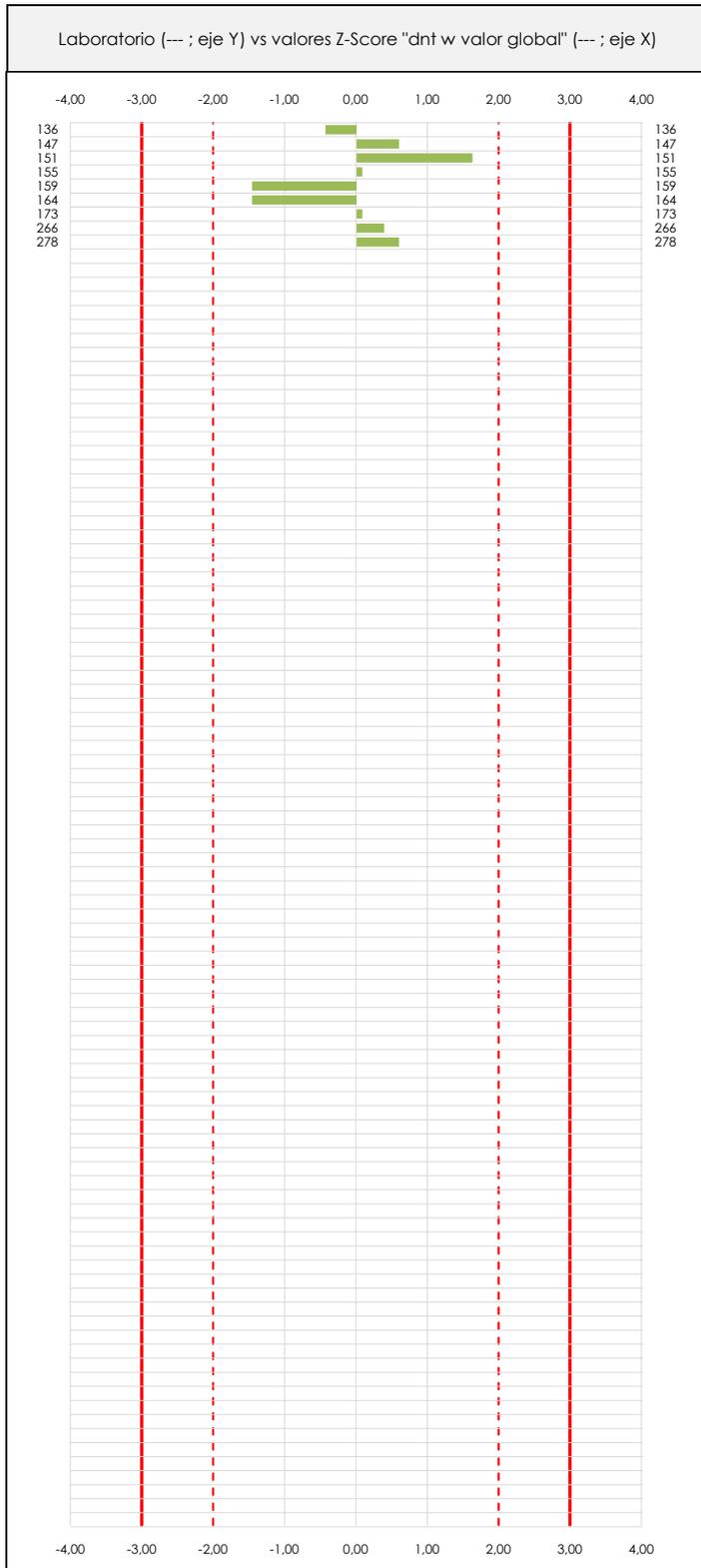
[aberrante]	[anómalo]	[máximo]	[mínimo]
-------------	-----------	----------	----------



# DNT W VALOR GLOBAL (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.



# DNT W VALOR GLOBAL (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
136	47,00	46,00	47,00	46,00	47,00	46,60	0,548	-0,36	✓	✓	✓			-0,435	S
147	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	0,000	0,49	✓	✓	✓			0,595	S
151	47,00	48,00	48,00	47,00	47,00	47,40	0,548	1,35	✓	✓	✓			1,626	S
155	47,00	46,00	47,00	47,00	47,00	46,80	0,447	0,07	✓	✓	✓			0,080	S
159	46,00	46,00	46,00	47,00	46,00	46,20	0,447	-1,22	✓	✓	✓			-1,465	S
164	47,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,20	0,447	-1,22	✓	✓	✓			-1,465	S
173	47,00	47,00	47,00	47,00	46,00	46,80	0,447	0,07	✓	✓	✓			0,080	S
266	46,80	46,80	47,00	47,10	46,90	46,92	0,130	0,32	✓	✓	✓			0,389	S
278	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	0,000	0,49	✓	✓	✓			0,595	S

**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, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>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].

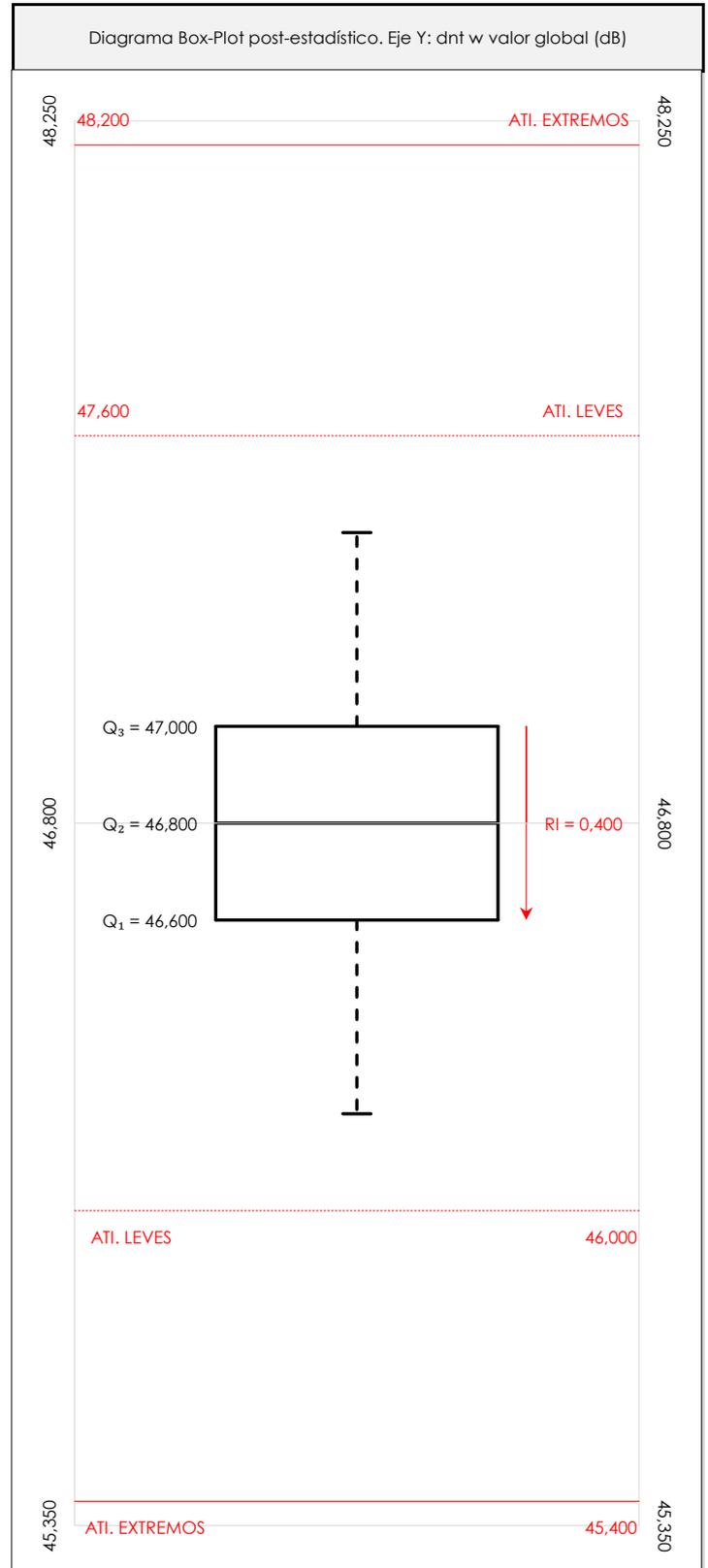
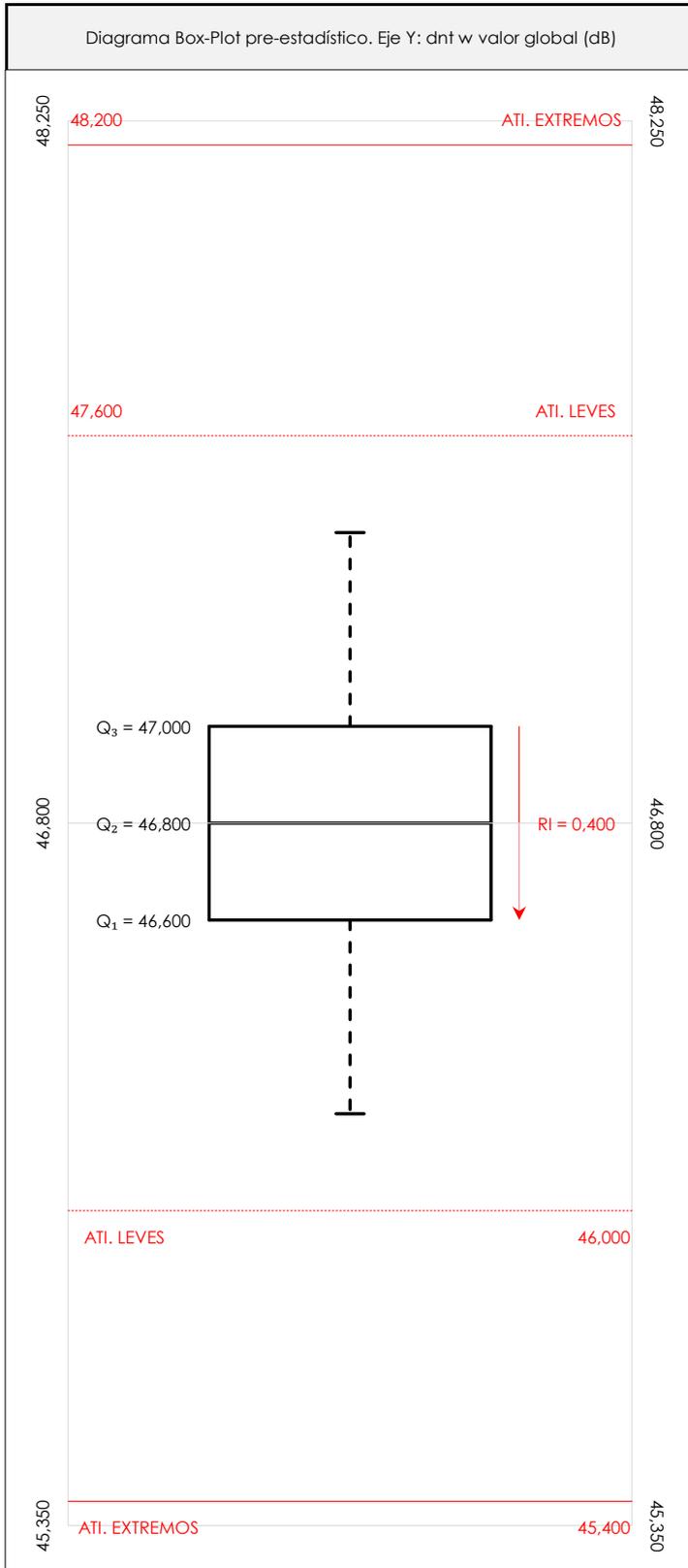
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT W VALOR GLOBAL (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).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT W VALOR GLOBAL (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT W VALOR GLOBAL", 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	47,00	48,00	48,00	47,10	47,00	47,40	47,00	48,00	48,00	47,10	47,00	47,40
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,20	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,20
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	46,87	46,64	46,89	46,79	46,66	46,77	46,87	46,64	46,89	46,79	46,66	46,77
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,33	0,70	0,60	0,45	0,49	0,39	0,33	0,70	0,60	0,45	0,49	0,39
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	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		
<b>Valor Calculado</b>	0,157	1,100	0,119	0,277	1,458	0,157	1,100	0,119	0,277	1,458		
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,78	1,50	0,358	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.