

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

AISLAMIENTO ACÚSTICO AEREO ENTRE LOCALES- ZONA 03

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT FRECUENCIA 100 HZ (DB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "AISLAMIENTO ACUSTICO AEREO ENTRE LOCALES" está basado en los protocolos EILA20 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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

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

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

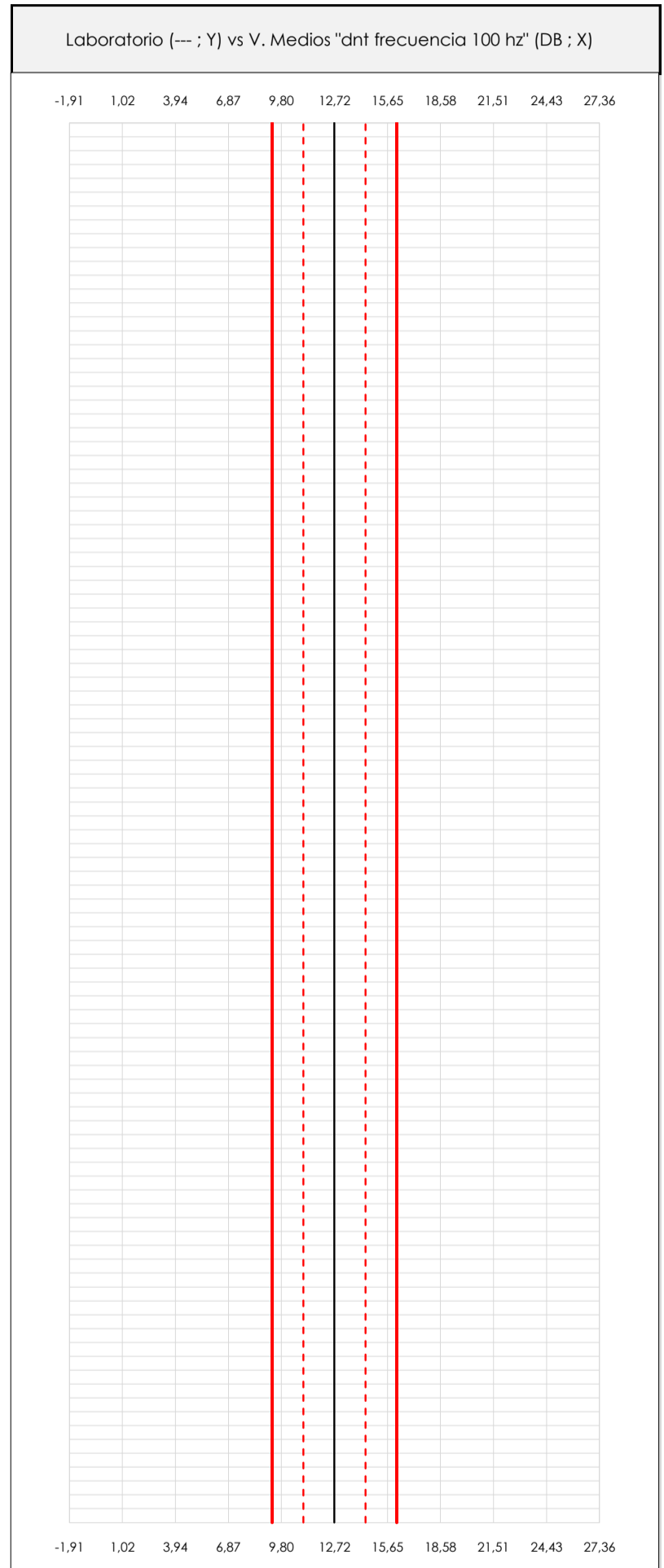
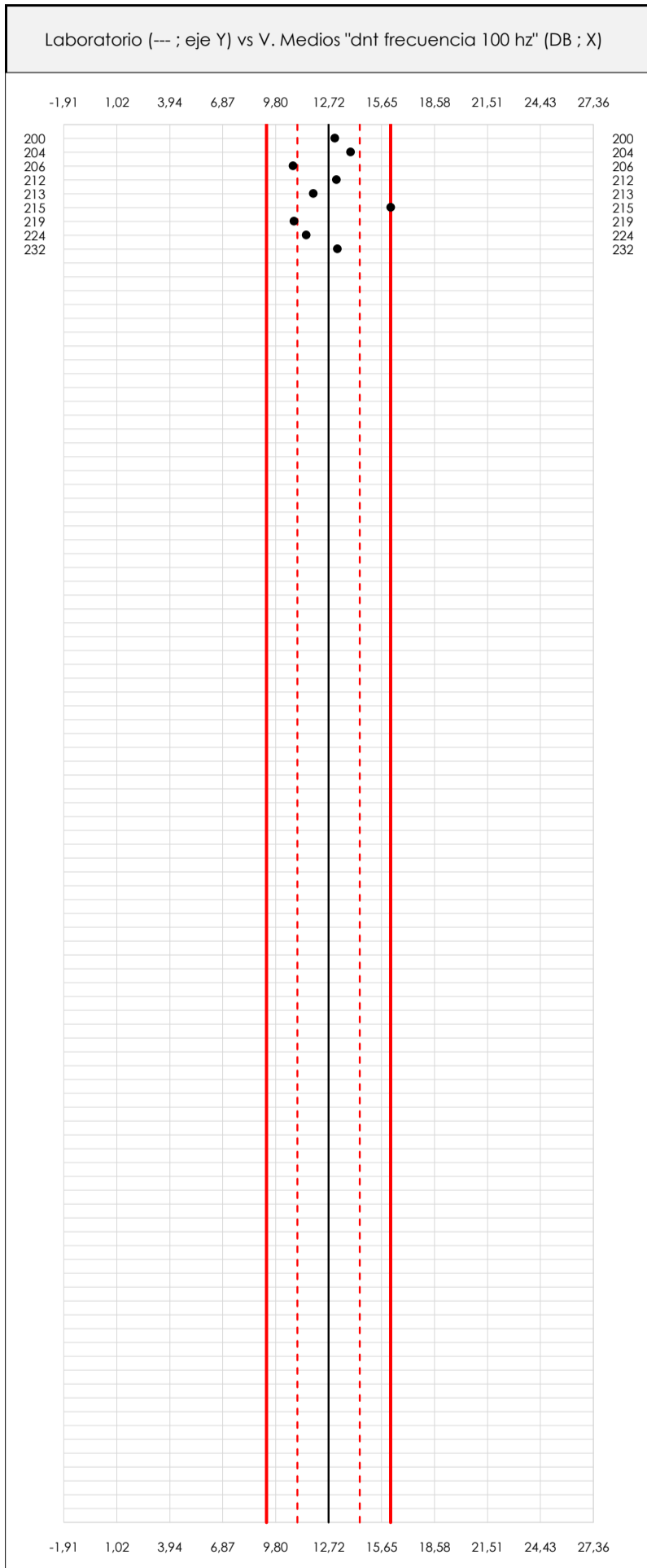
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

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

# DNT FRECUENCIA 100 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 (12,72 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (14,44/11,01 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (16,16/9,29 ; líneas rojas de trazo continuo).

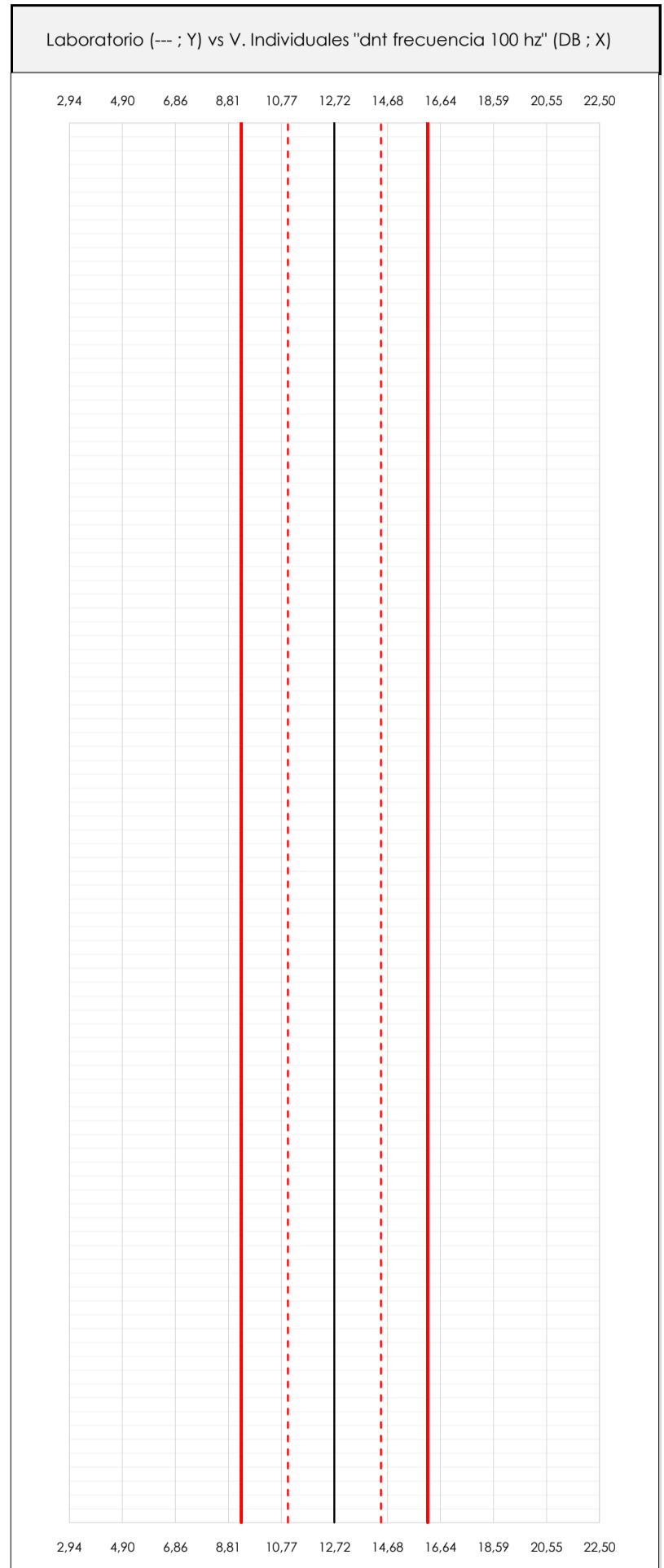
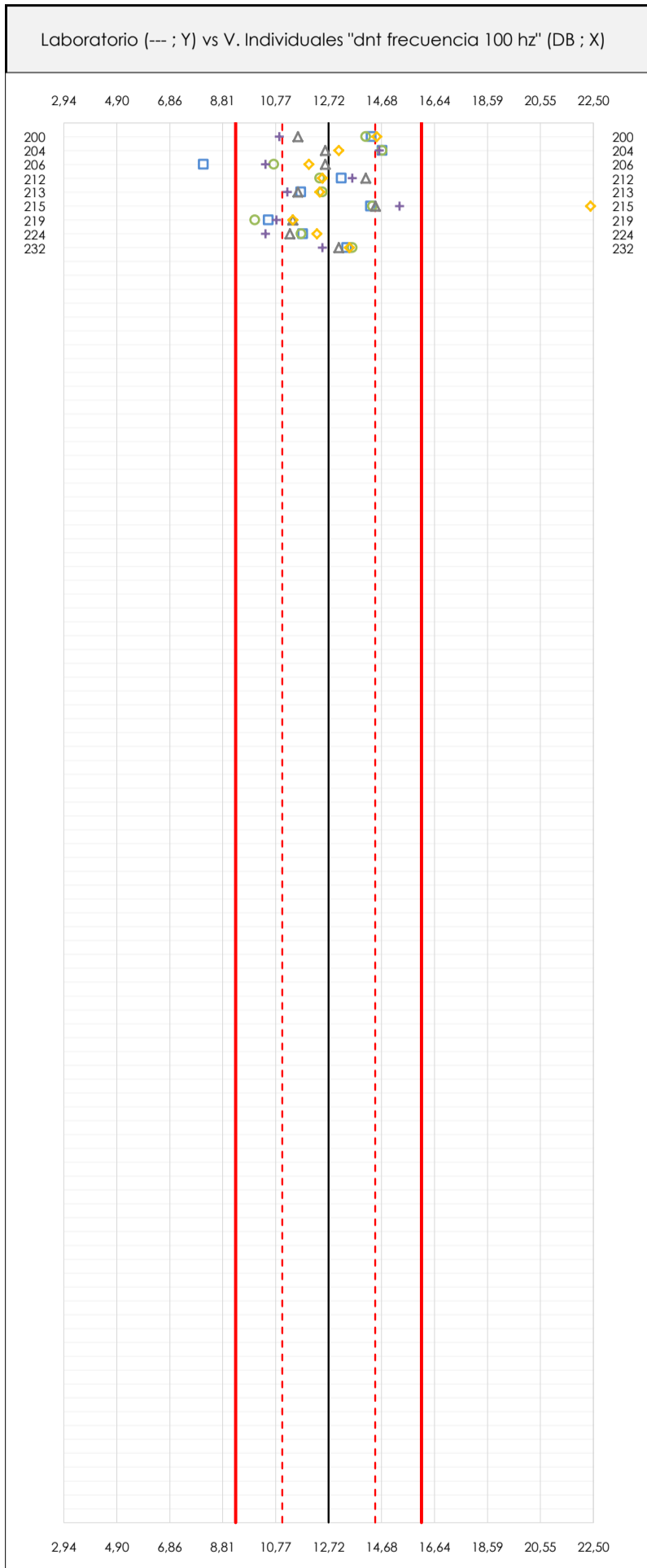
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 100 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 (12,72 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (14,44/11,01 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (16,16/9,29 ; 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 FRECUENCIA 100 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{crit}} \%$	Pasa A	Observaciones
200	14,30	14,10	11,60	14,50	10,90	13,08	1,695	2,79	✓	
204	14,70	14,70	12,60	13,10	14,60	13,94	1,011	9,55	✓	
206	8,10	10,70	12,60	12,00	10,40	10,76	1,742	-15,44	✓	
212	13,20	12,40	14,10	12,50	13,60	13,16	0,723	3,42	✓	
213	11,70	12,50	11,60	12,40	11,20	11,88	0,554	-6,64	✓	
215	14,27	14,35	14,46	22,40	15,34	16,16	3,511	27,03	✓	
219	10,50	10,00	11,40	11,40	10,80	10,82	0,602	-14,97	✓	
224	11,77	11,71	11,30	12,30	10,40	11,50	0,708	-9,65	✓	
232	13,40	13,60	13,10	13,50	12,50	13,22	0,444	3,89	✓	

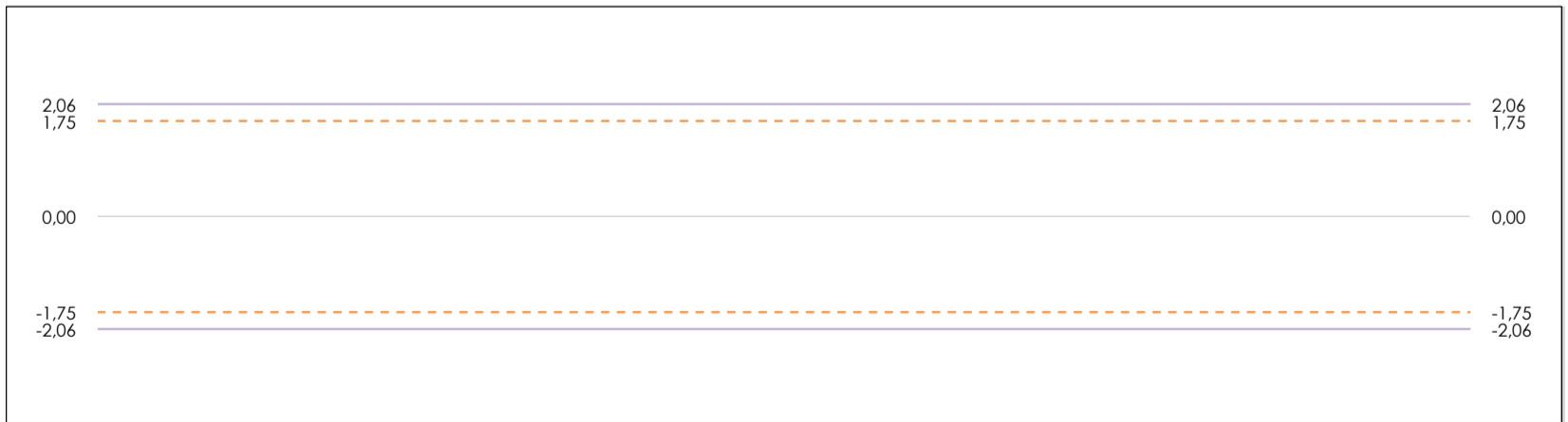
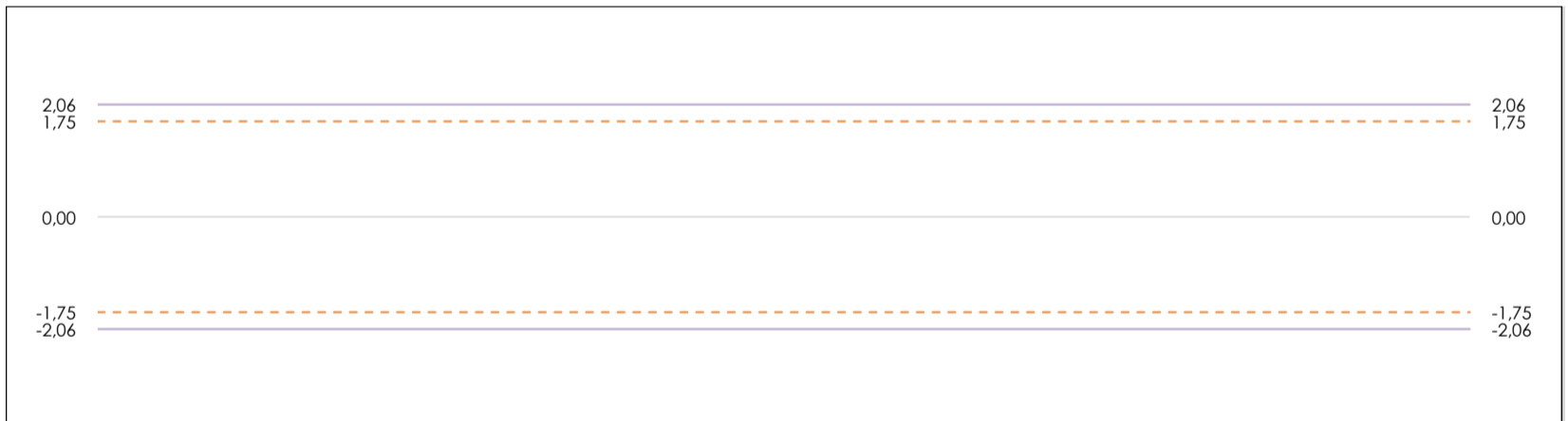
**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.  
<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i \text{crit}} \%$ " 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 (✗) 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 FRECUENCIA 100 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

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



# DNT FRECUENCIA 100 HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT FRECUENCIA 100 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>	$\bar{X}_i$ crit	S <sub>Li</sub>	D <sub>i</sub> crit %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim</sub> Inf	G <sub>Sim</sub> Sup	G <sub>Dob</sub> Inf	G <sub>Dob</sub> Sup	Pasa B
200	14,300	14,100	11,600	14,500	10,900	13,080	1,695	6,39	0,65	1,61*	0,344					✓
204	14,70	14,700	12,600	13,100	14,600	13,940	1,011	13,38	1,36	0,96			1,359		0,5456	✓
206	8,10	10,700	12,600	12,000	10,400	10,760	1,742	-12,48	-1,27	1,66*	0,344	1,267		0,4120		✓
212	13,20	12,400	14,100	12,500	13,600	13,160	0,723	7,04	0,71	0,69						✓
213	11,70	12,500	11,600	12,400	11,200	11,880	0,554	-3,37	-0,34	0,53						✓
215	14,27	14,349	14,457	22,396	15,342	16,164	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
219	10,50	10,000	11,400	11,400	10,800	10,820	0,602	-11,99	-1,22	0,57				0,4120		✓
224	11,77	11,710	11,300	12,300	10,400	11,496	0,708	-6,49	-0,66	0,67						✓
232	13,40	13,600	13,100	13,500	12,500	13,220	0,444	7,53	0,76	0,42					0,5456	✓

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio. " $\bar{X}_i$  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> "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]

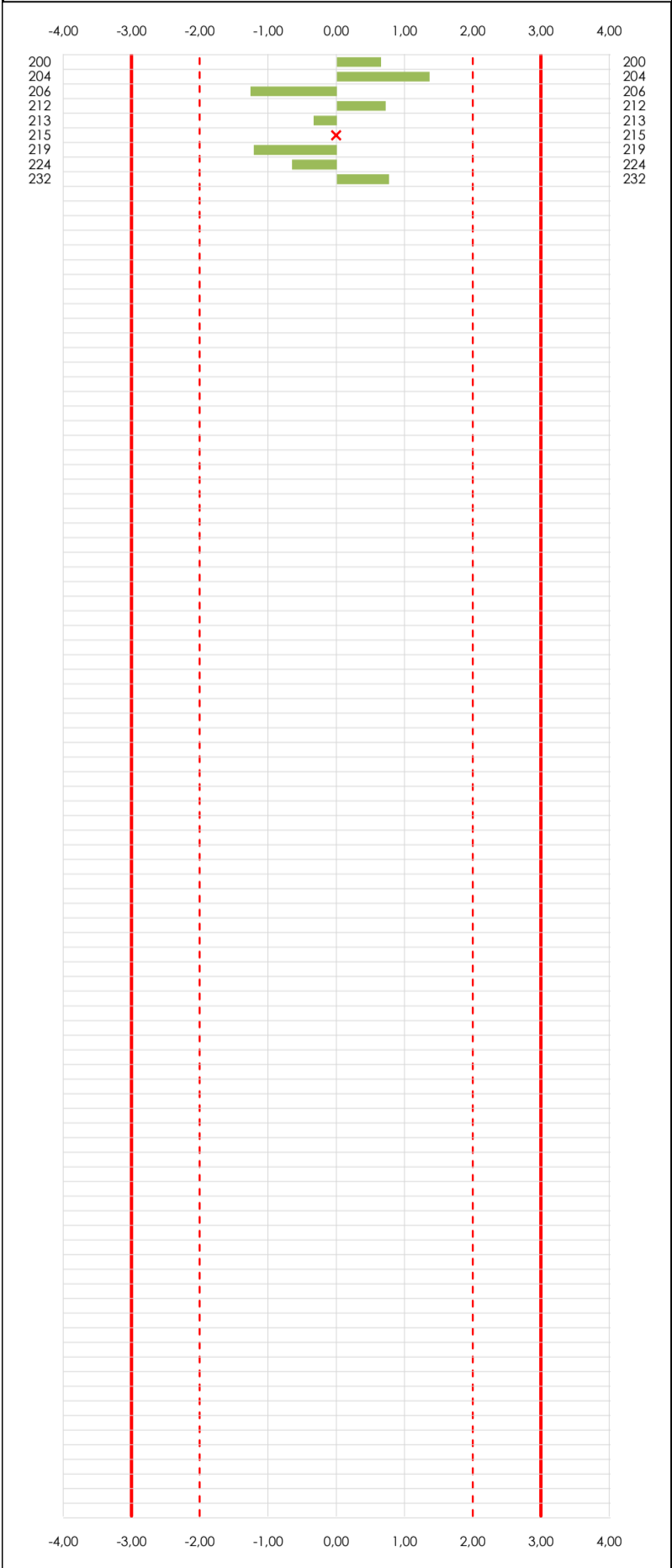


# DNT FRECUENCIA 100 HZ (DB)

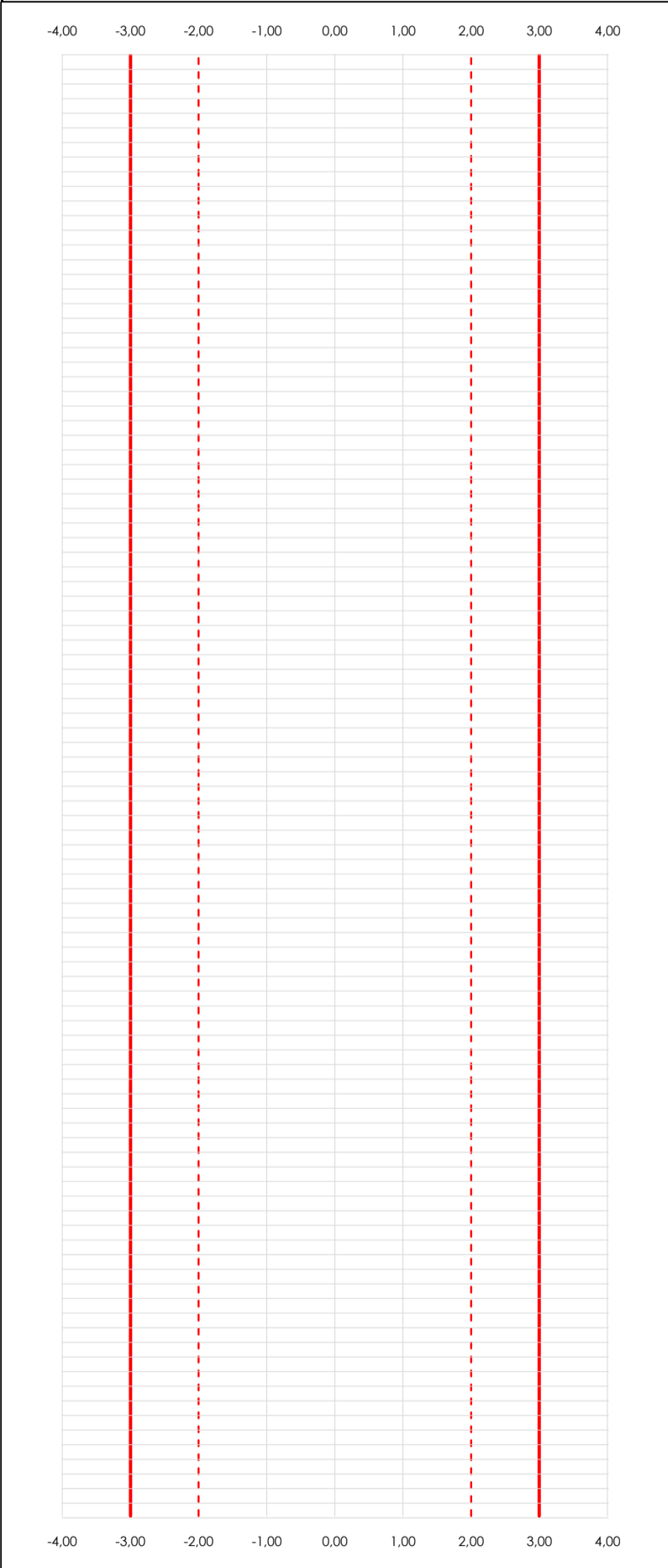
## Análisis C. Evaluación Z-Score

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

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 100 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 100 hz" (--- ; eje X)



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 100 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
200	14,30	14,10	11,60	14,50	10,90	13,08	1,695	6,39	✓	✓	✓			0,649	S
204	14,70	14,70	12,60	13,10	14,60	13,94	1,011	13,38	✓	✓	✓			1,359	S
206	8,10	10,70	12,60	12,00	10,40	10,76	1,742	-12,48	✓	✓	✓			-1,267	S
212	13,20	12,40	14,10	12,50	13,60	13,16	0,723	7,04	✓	✓	✓			0,715	S
213	11,70	12,50	11,60	12,40	11,20	11,88	0,554	-3,37	✓	✓	✓			-0,342	S
215	14,27	14,35	14,46	22,40	15,34	16,16	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
219	10,50	10,00	11,40	11,40	10,80	10,82	0,602	-11,99	✓	✓	✓			-1,217	S
224	11,77	11,71	11,30	12,30	10,40	11,50	0,708	-6,49	✓	✓	✓			-0,659	S
232	13,40	13,60	13,10	13,50	12,50	13,22	0,444	7,53	✓	✓	✓			0,764	S

**NOTAS:**

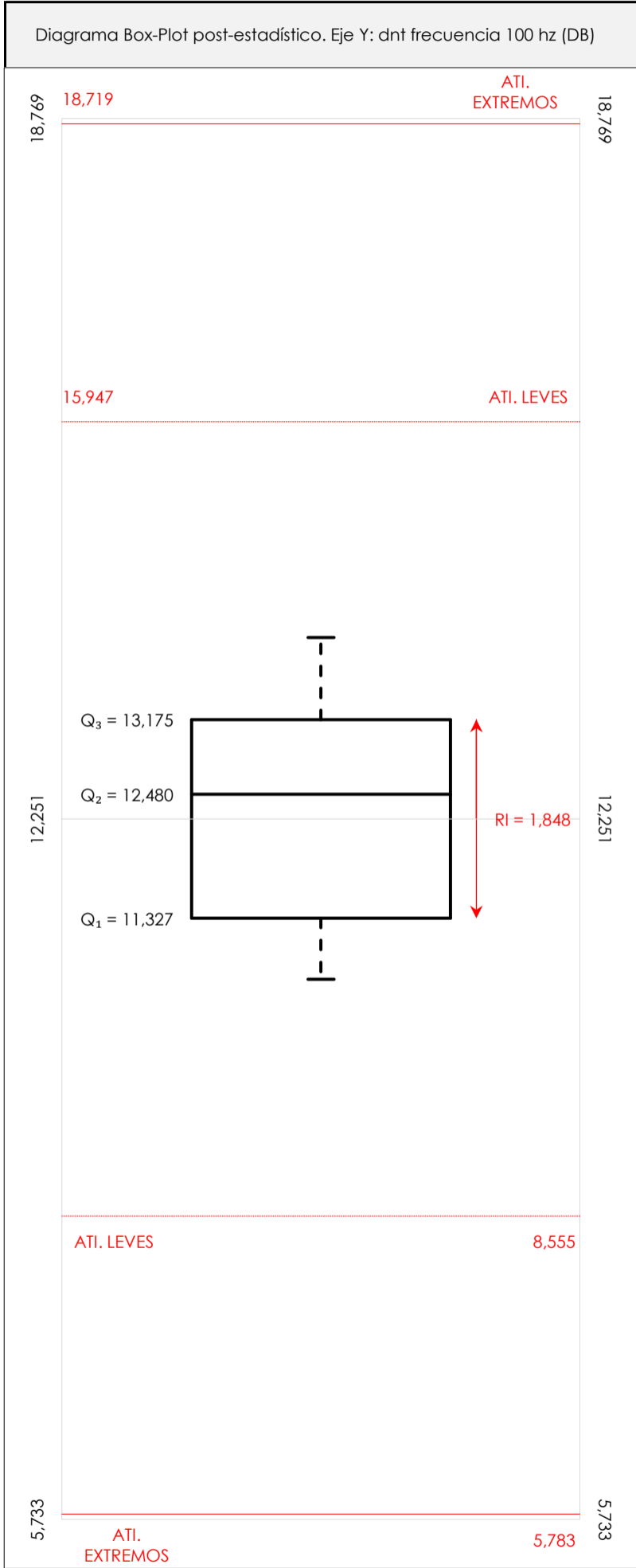
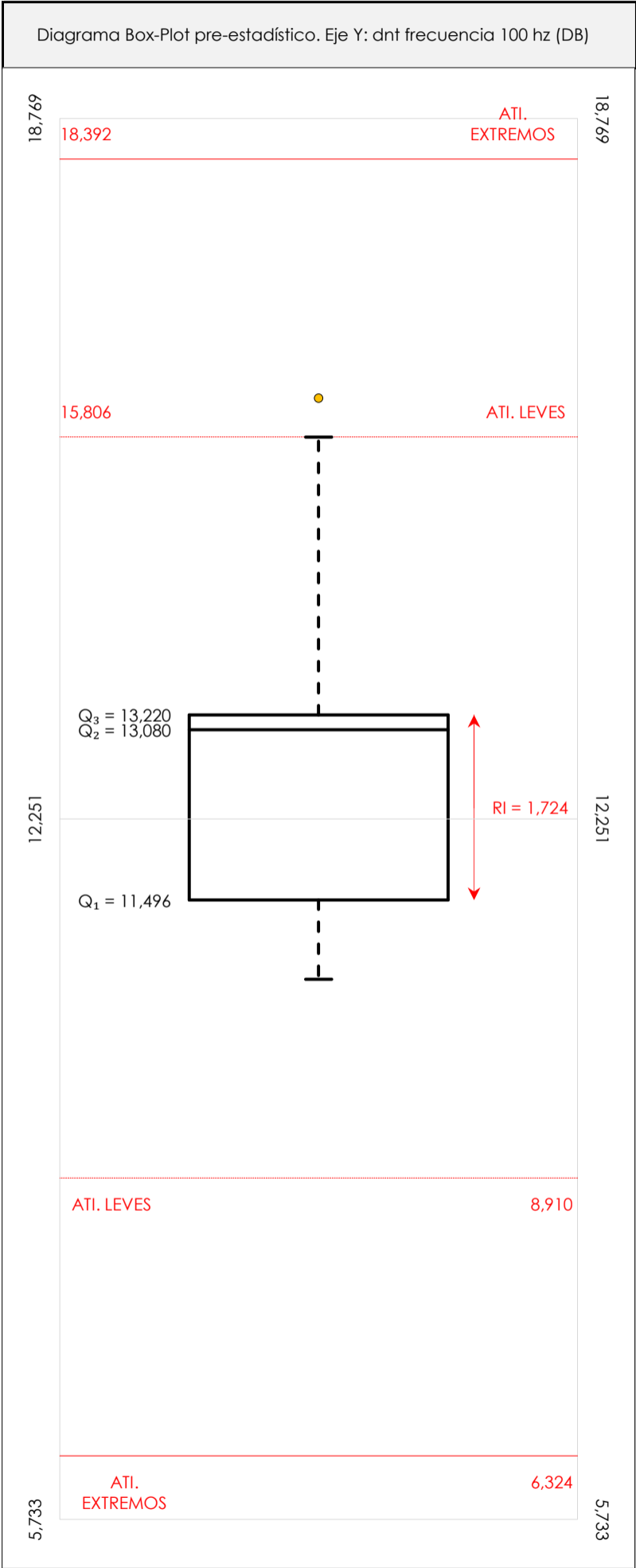
<sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.  
<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<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 FRECUENCIA 100 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).



## DNT FRECUENCIA 100 HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 100 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	14,70	14,70	14,46	22,40	15,34	16,16	14,70	14,70	14,10	14,50	14,60	13,94
Valor Mínimo (min ; %)	8,10	10,00	11,30	11,40	10,40	10,76	8,10	10,00	11,30	11,40	10,40	10,76
Valor Promedio (M ; %)	12,44	12,67	12,53	13,79	12,19	12,72	12,21	12,46	12,29	12,71	11,80	12,29
Desviación Típica (SDL ; ---)	2,15	1,65	1,17	3,35	1,90	1,72	2,18	1,64	0,99	0,96	1,59	1,21
Coef. Variación (CV ; ---)	0,17	0,13	0,09	0,24	0,16	0,13	0,18	0,13	0,08	0,08	0,13	0,10
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	2,349	4,249	2,477	4,826	6,090		1,102	2,910	1,246	2,349	4,248	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,06	1,71	0,425	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 análisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

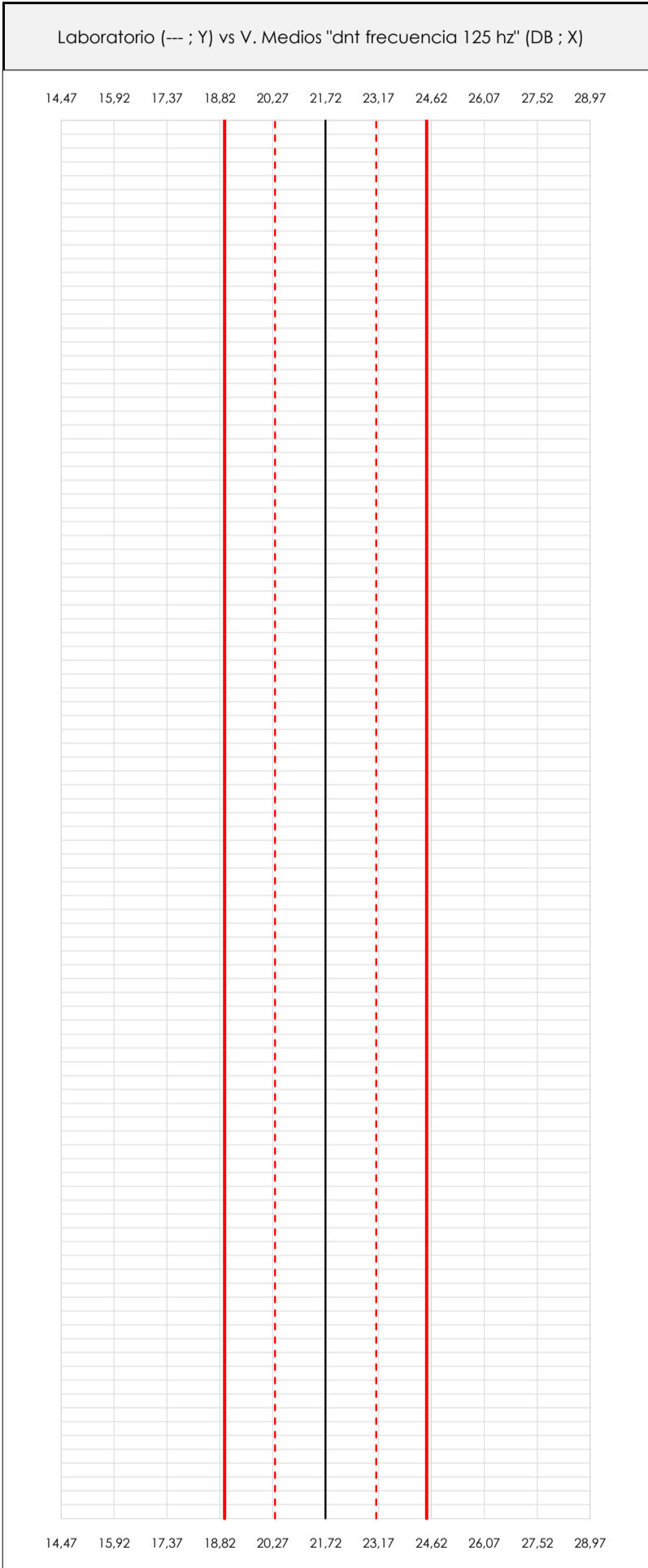
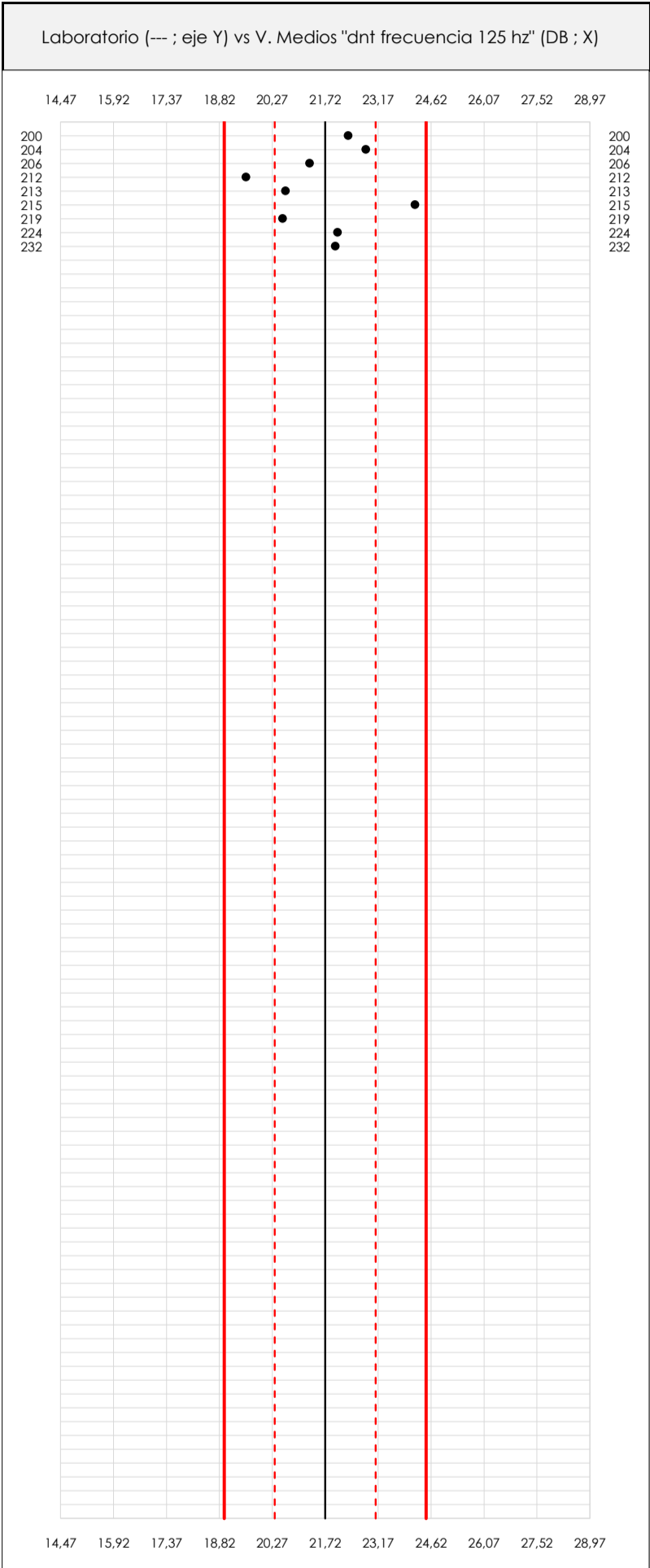
DNT FRECUENCIA 125 HZ



# DNT FRECUENCIA 125 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (21,72 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (23,11/20,34 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (24,49/18,96 ; líneas rojas de trazo continuo).

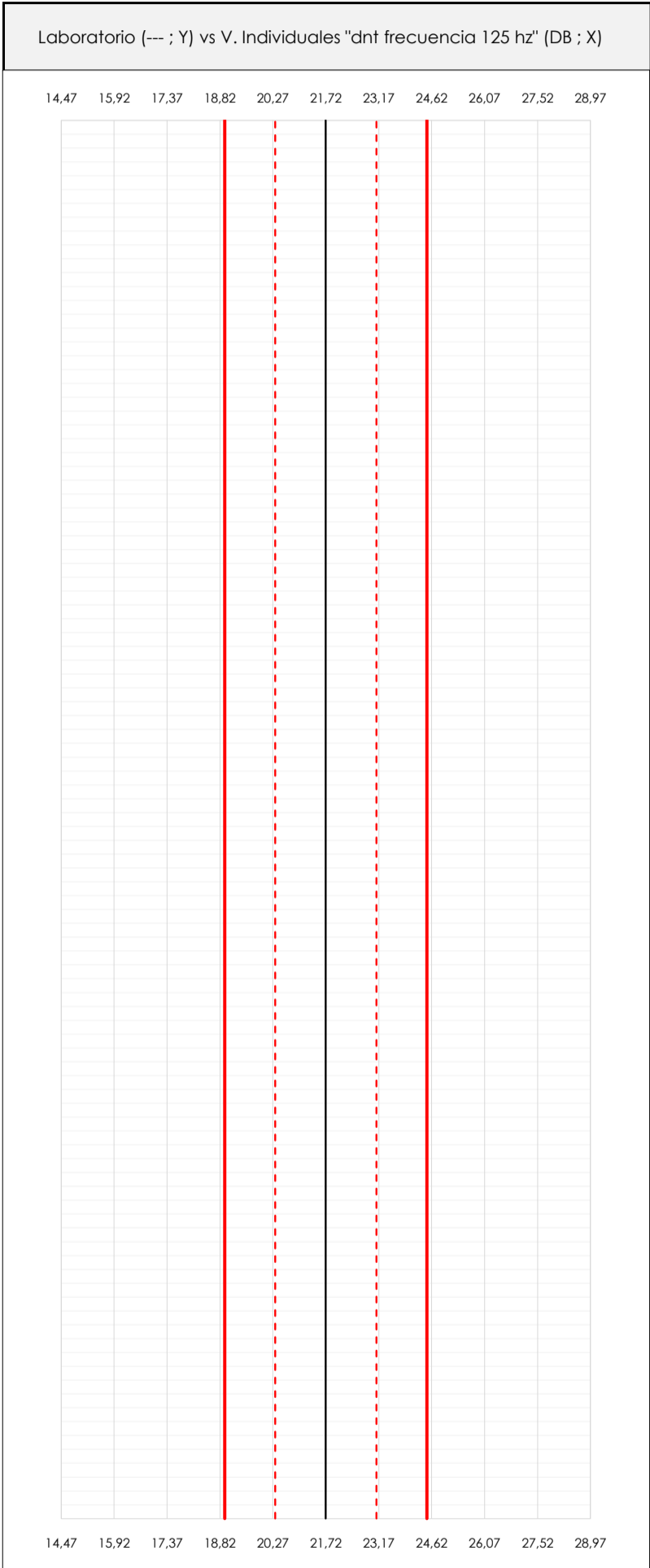
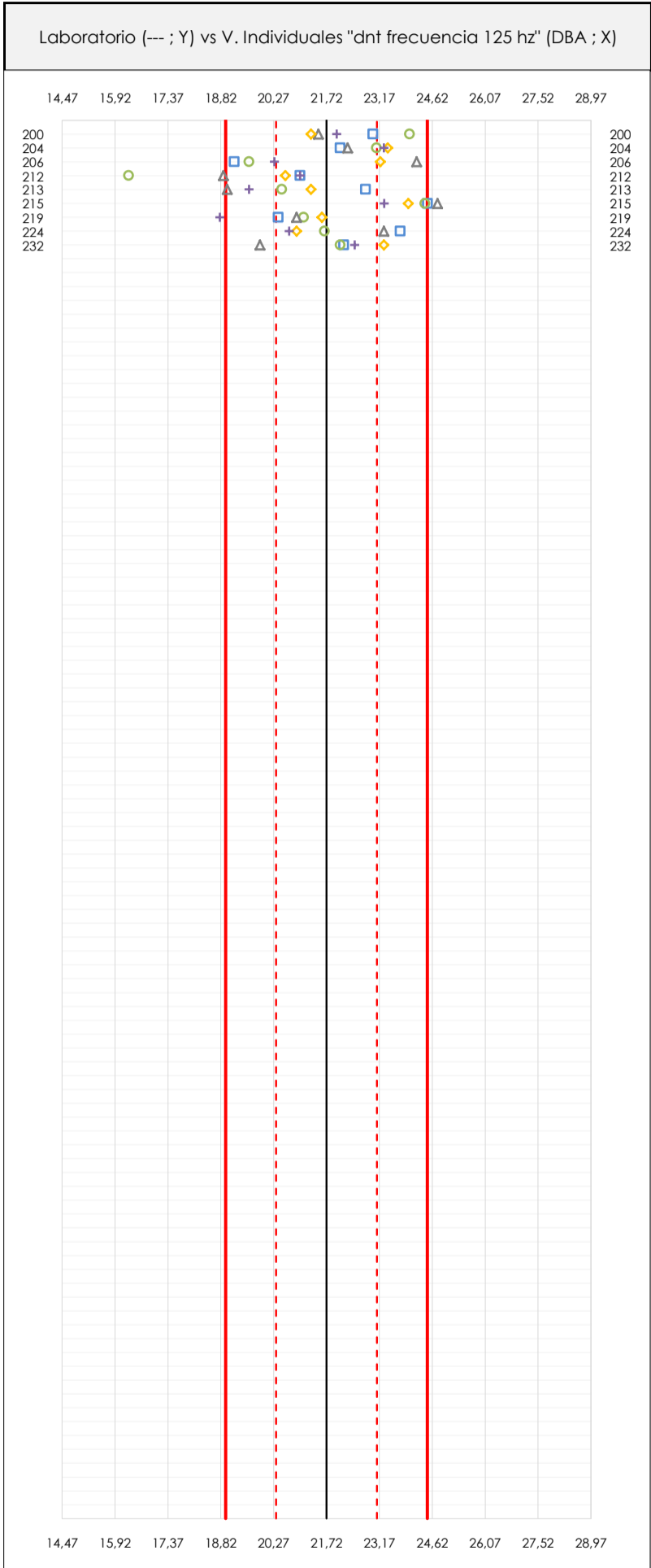
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 125 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (21,72 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (23,11/20,34 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (24,49/18,96 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i_1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i_2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i_3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i_4}$ ) con un rombo amarillo.



# DNT FRECUENCIA 125 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	23,00	24,00	21,50	21,30	22,00	22,36	1,128	2,93	✓	
204	22,10	23,10	22,30	23,40	23,30	22,84	0,598	5,14	✓	
206	19,20	19,60	24,20	23,20	20,30	21,30	2,254	-1,95	✓	
212	21,00	16,30	18,90	20,60	21,00	19,56	2,018	-9,96	✓	
213	22,80	20,50	19,00	21,30	19,60	20,64	1,491	-4,99	✓	
215	24,49	24,43	24,77	23,96	23,30	24,19	0,574	11,36	✓	
219	20,40	21,10	20,90	21,60	18,80	20,56	1,074	-5,36	✓	
224	23,75	21,67	23,30	20,90	20,70	22,06	1,391	1,57	✓	
232	22,20	22,10	19,90	23,30	22,50	22,00	1,265	1,27	✓	

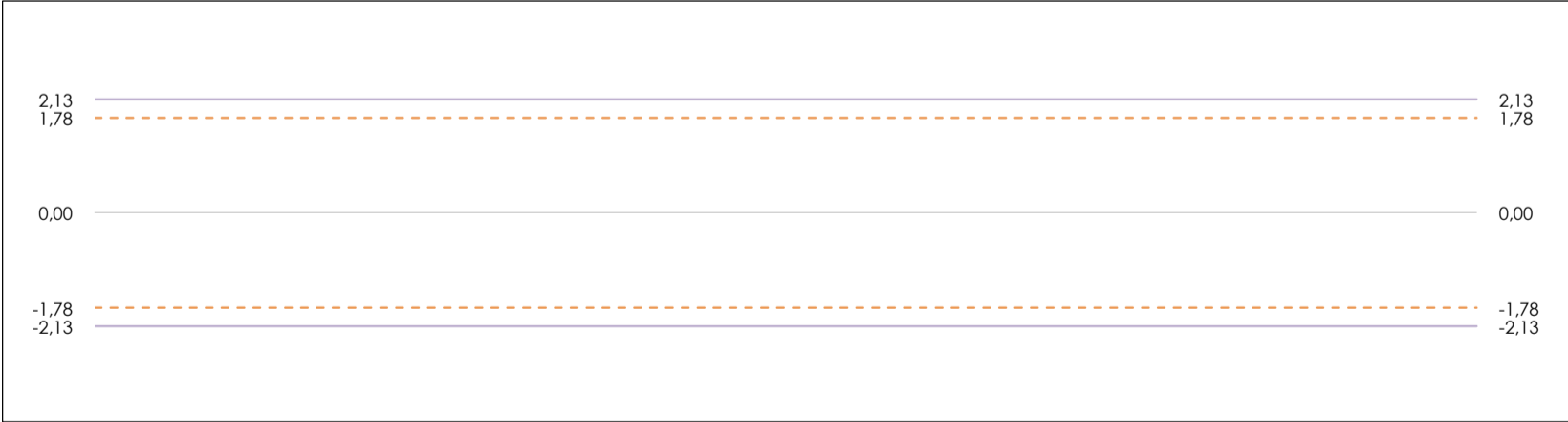
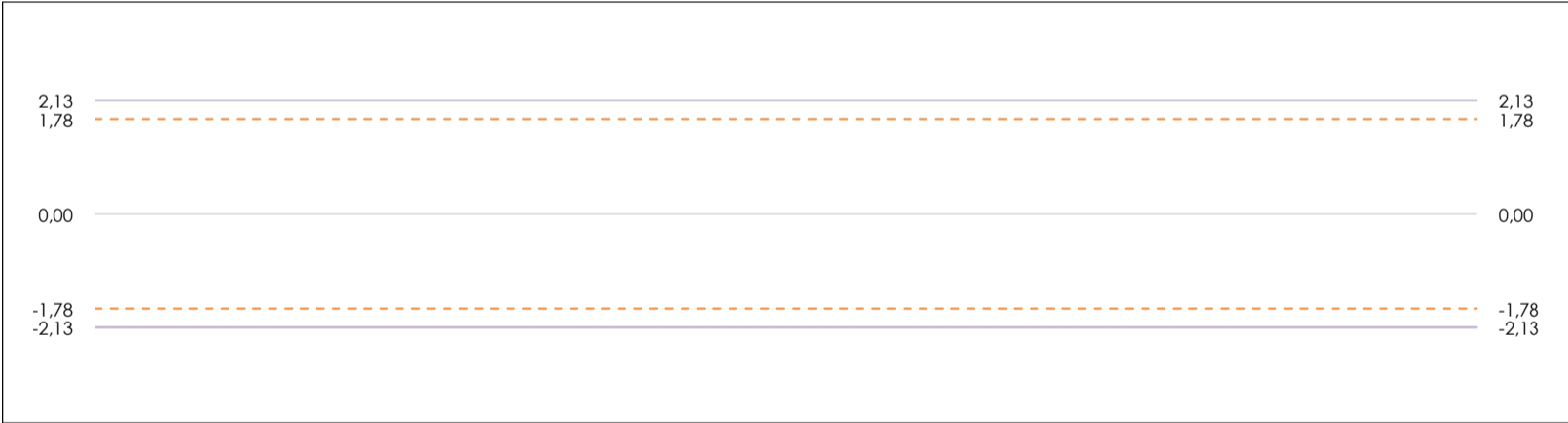
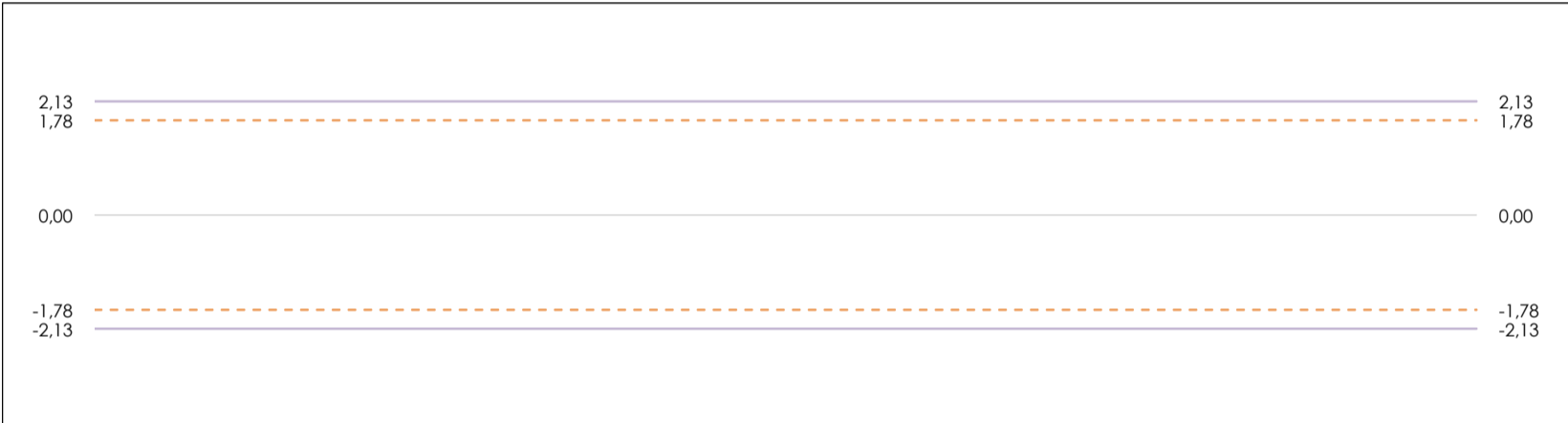
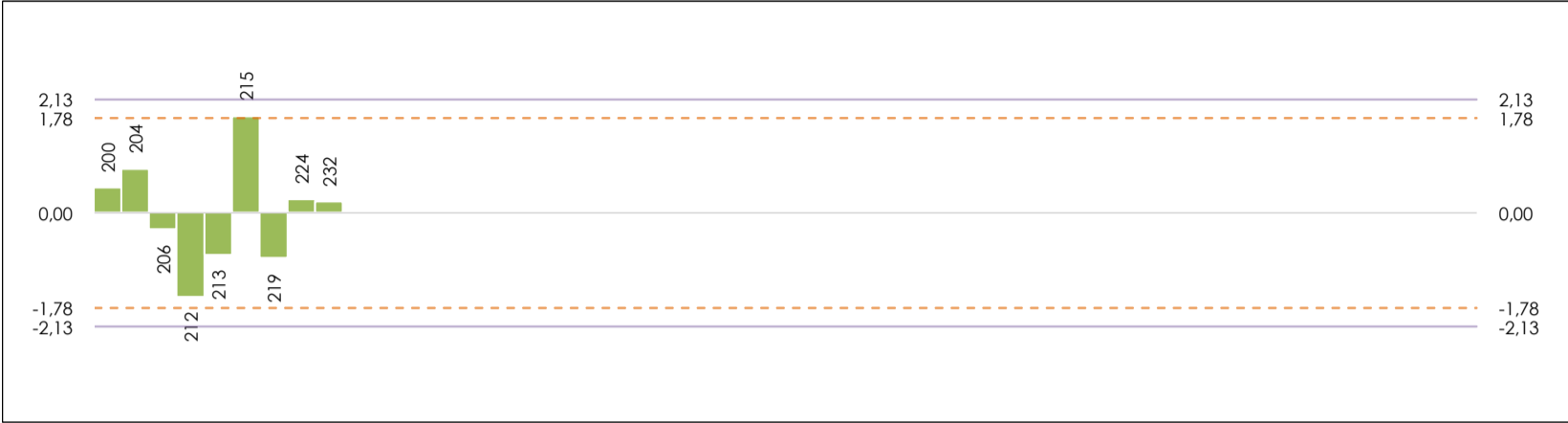
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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 airtmética interlaboratorios.
- <sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) 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 FRECUENCIA 125 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

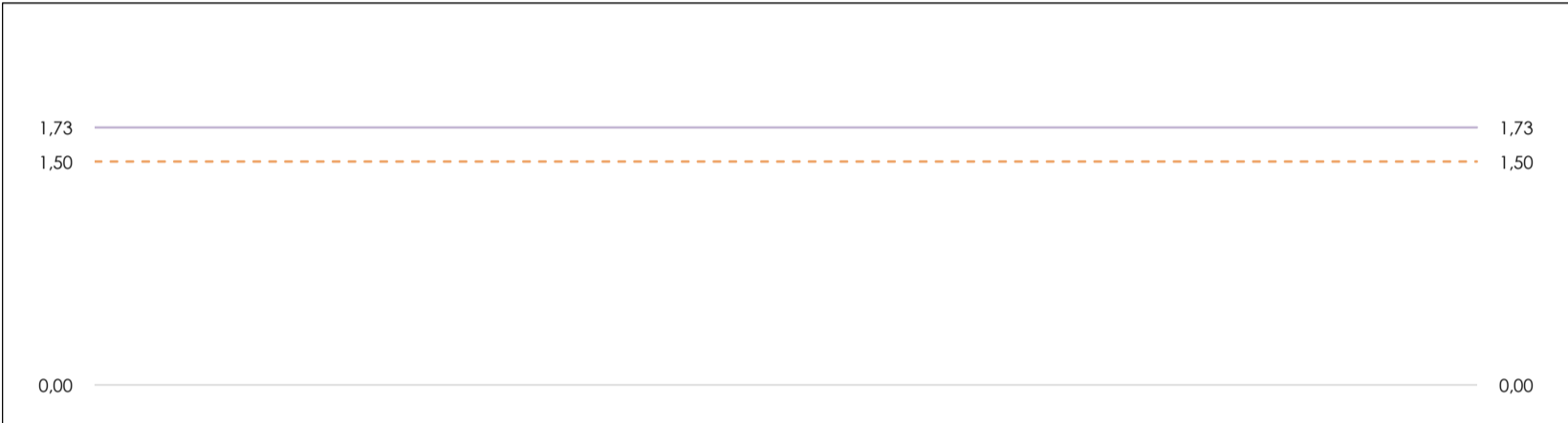
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 125 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 FRECUENCIA 125 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
200	23,000	24,000	21,500	21,300	22,000	22,360	1,128	2,93	0,46	0,80						✓
204	22,10	23,100	22,300	23,400	23,300	22,840	0,598	5,14	0,81	0,42				0,4016		✓
206	19,20	19,600	24,200	23,200	20,300	21,300	2,254	-1,95	-0,31	1,59*	0,282					✓
212	21,00	16,300	18,900	20,600	21,000	19,560	2,018	-9,96	-1,56	1,43		1,564		0,5027		✓
213	22,80	20,500	19,000	21,300	19,600	20,640	1,491	-4,99	-0,78	1,05						✓
215	24,49	24,426	24,772	23,964	23,305	24,192	0,574	11,36	1,78*	0,41	0,282		1,783		0,4016	✓
219	20,40	21,100	20,900	21,600	18,800	20,560	1,074	-5,36	-0,84	0,76				0,5027		✓
224	23,75	21,670	23,300	20,900	20,700	22,064	1,391	1,57	0,25	0,98						✓
232	22,20	22,100	19,900	23,300	22,500	22,000	1,265	1,27	0,20	0,89						✓

**NOTAS:**

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

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

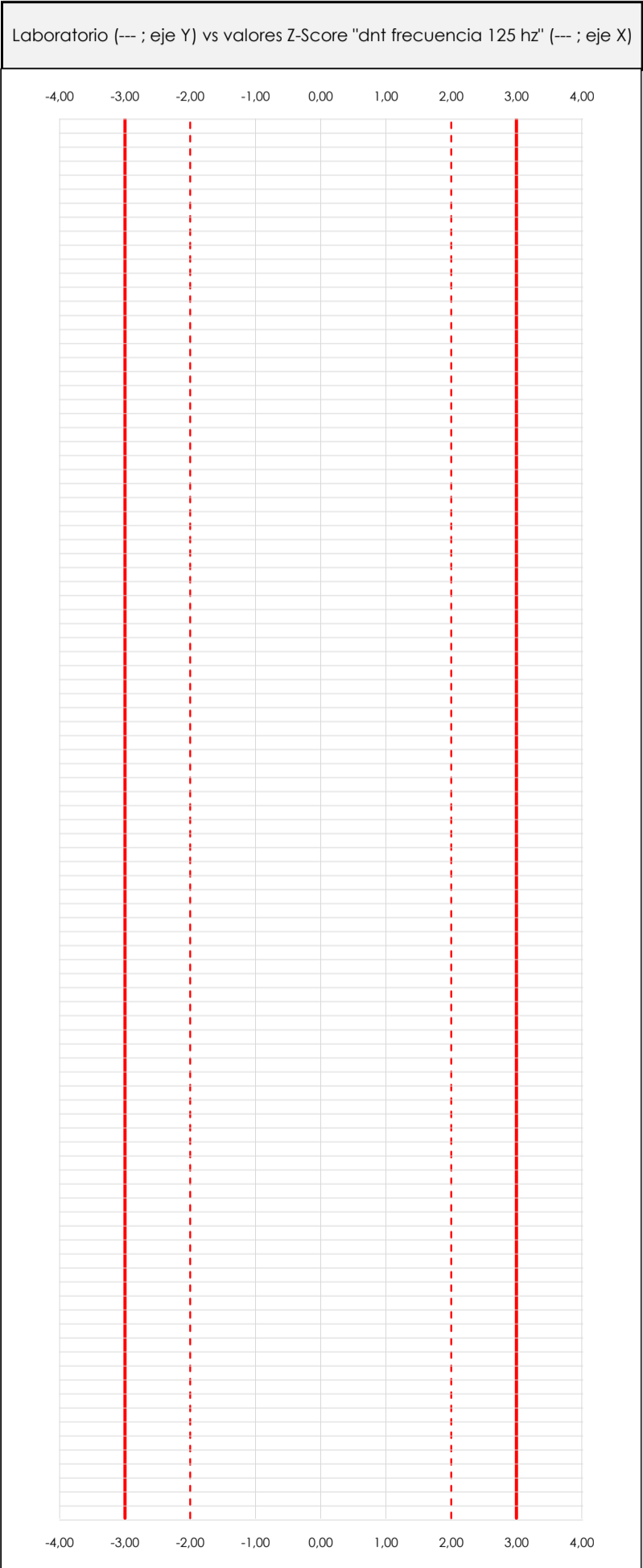
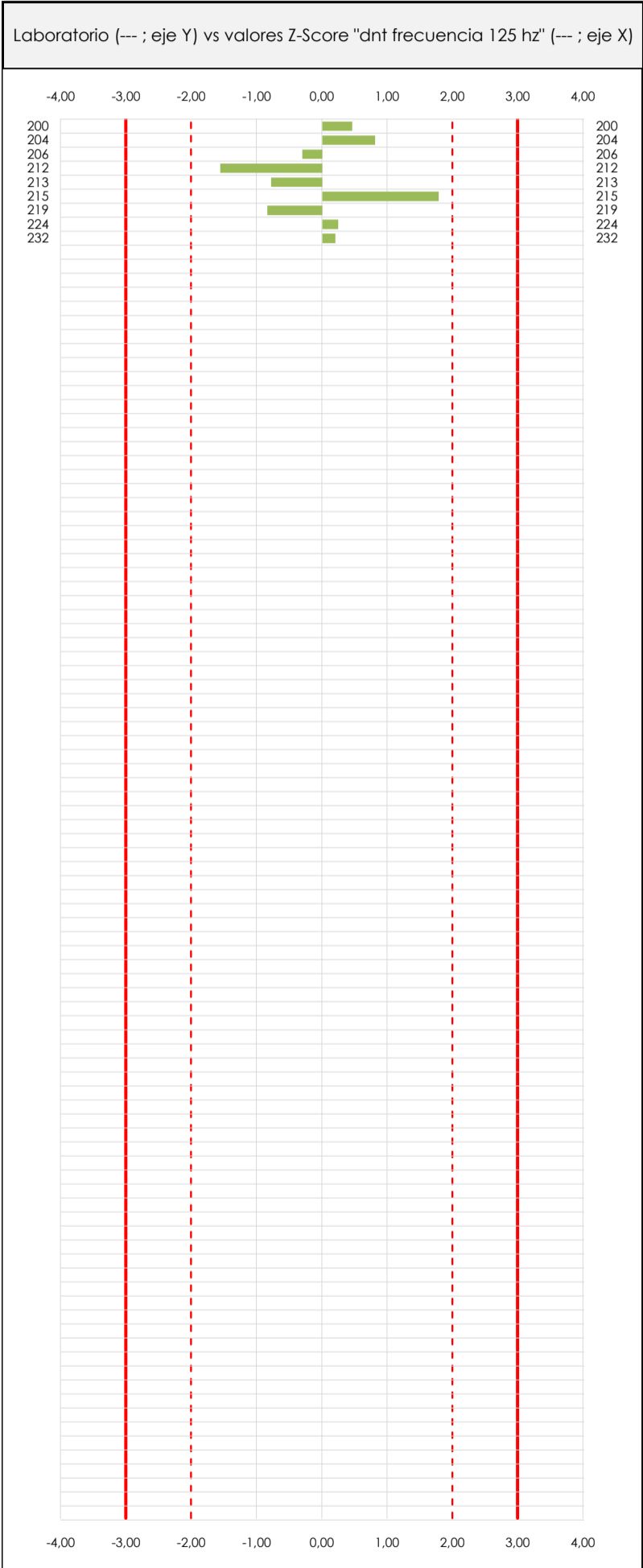
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 125 HZ (DB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

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



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 125 HZ (DB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</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
200	23,00	24,00	21,50	21,30	22,00	22,36	1,128	2,93	✓	✓	✓			0,460	S
204	22,10	23,10	22,30	23,40	23,30	22,84	0,598	5,14	✓	✓	✓			0,806	S
206	19,20	19,60	24,20	23,20	20,30	21,30	2,254	-1,95	✓	✓	✓			-0,306	S
212	21,00	16,30	18,90	20,60	21,00	19,56	2,018	-9,96	✓	✓	✓			-1,564	S
213	22,80	20,50	19,00	21,30	19,60	20,64	1,491	-4,99	✓	✓	✓			-0,783	S
215	24,49	24,43	24,77	23,96	23,30	24,19	0,574	11,36	✓	✓	✓			1,783	S
219	20,40	21,10	20,90	21,60	18,80	20,56	1,074	-5,36	✓	✓	✓			-0,841	S
224	23,75	21,67	23,30	20,90	20,70	22,06	1,391	1,57	✓	✓	✓			0,246	S
232	22,20	22,10	19,90	23,30	22,50	22,00	1,265	1,27	✓	✓	✓			0,199	S

**NOTAS:**

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

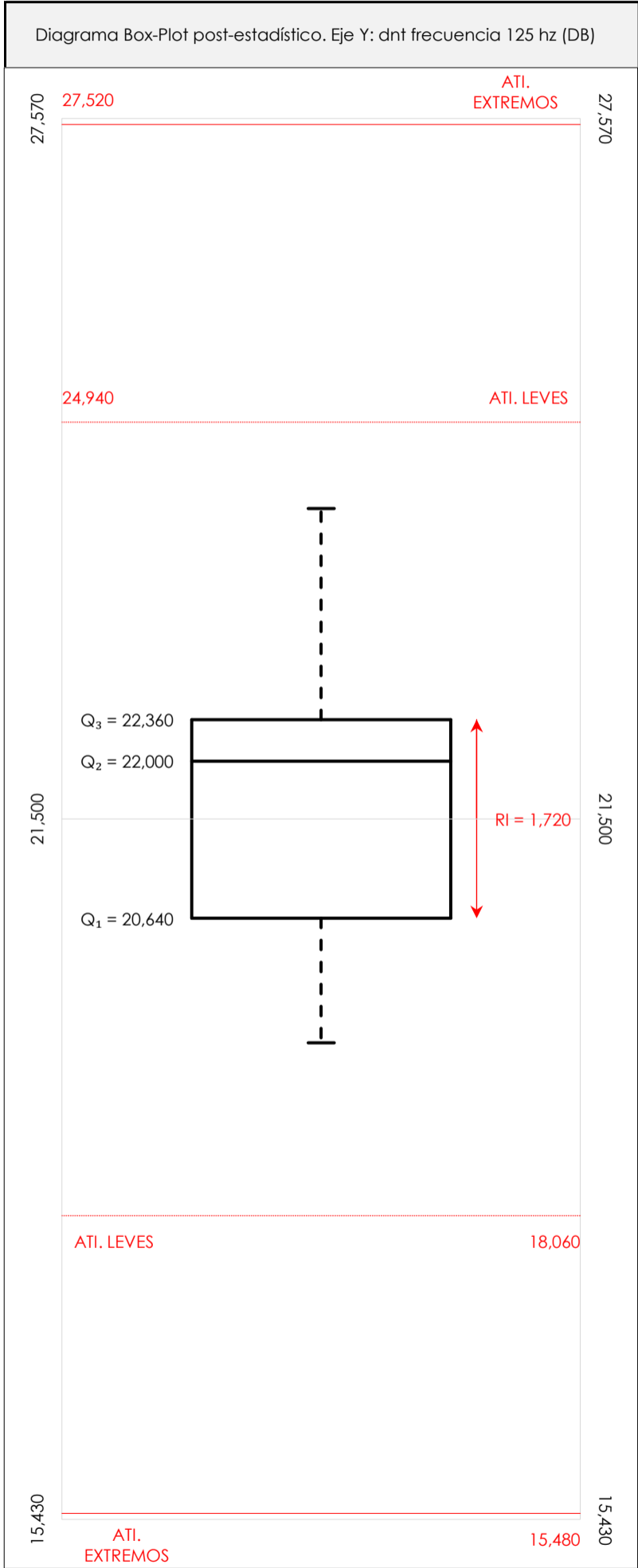
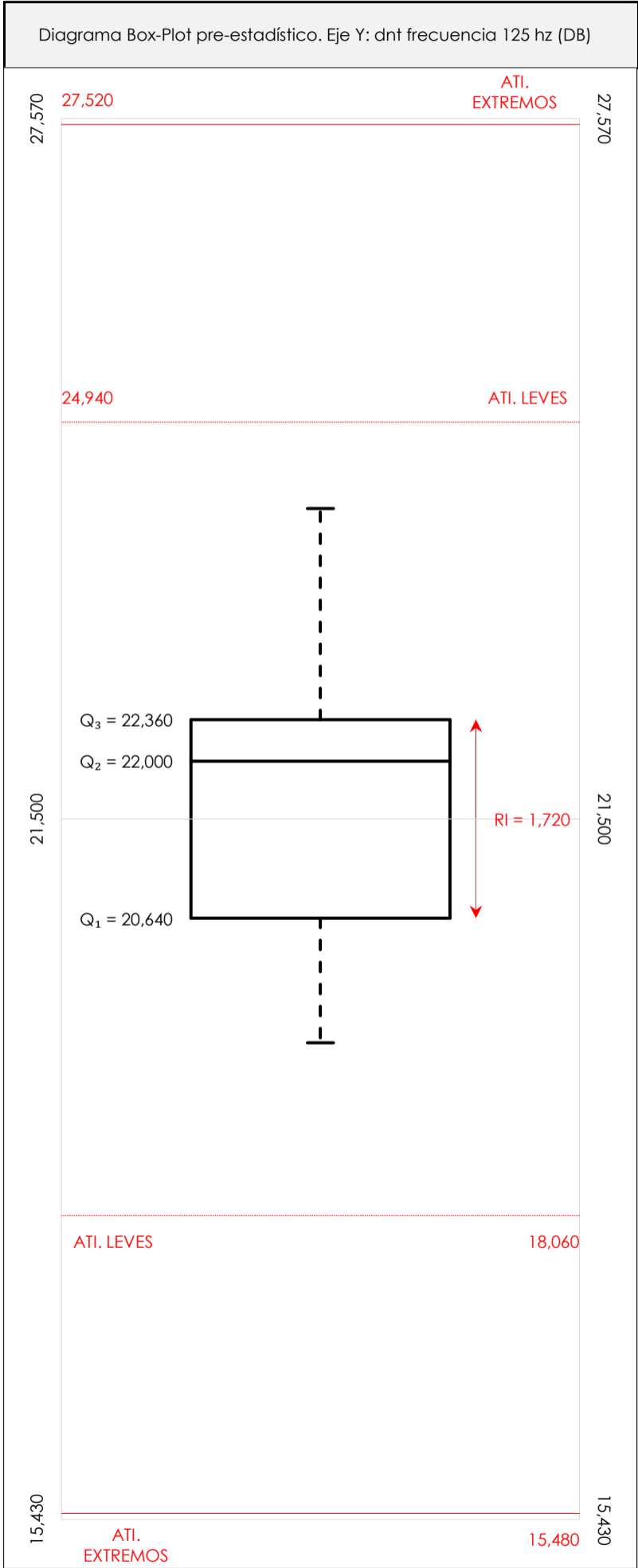
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 125 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).



## DNT FRECUENCIA 125 HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 125 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	24,49	24,43	24,77	23,96	23,30	24,19	24,49	24,43	24,77	23,96	23,30	24,19
Valor Mínimo (min ; %)	19,20	16,30	18,90	20,60	18,80	19,56	19,20	16,30	18,90	20,60	18,80	19,56
Valor Promedio (M ; %)	22,10	21,42	21,64	22,17	21,28	21,72	22,10	21,42	21,64	22,17	21,28	21,72
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,67	2,49	2,17	1,27	1,60	1,38	1,67	2,49	2,17	1,27	1,60	1,38
Coef. Variación (CV ; ---)	0,08	0,12	0,10	0,06	0,08	0,06	0,08	0,12	0,10	0,06	0,08	0,06
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		
Valor Calculado	2,003	3,923	1,515	3,518	5,199	2,003	3,923	1,515	3,518	5,199		
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,13	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 análisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

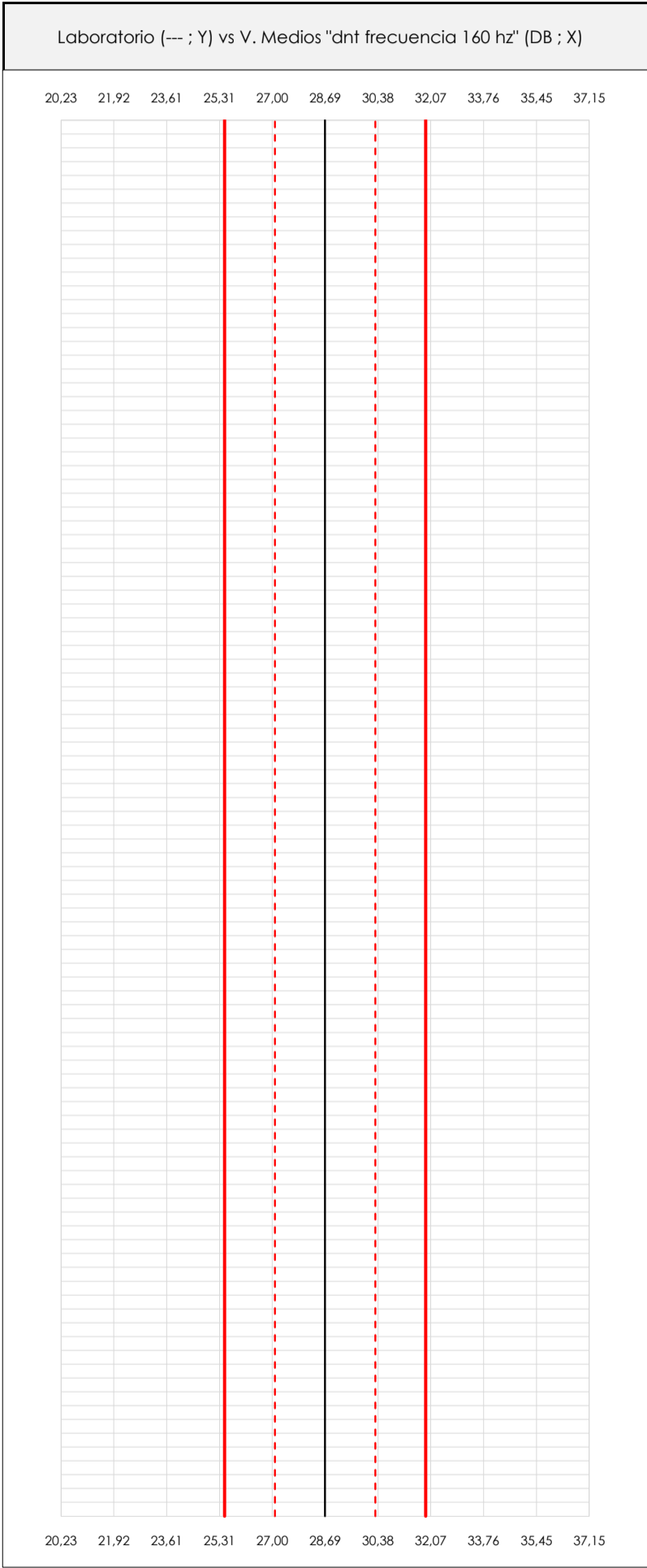
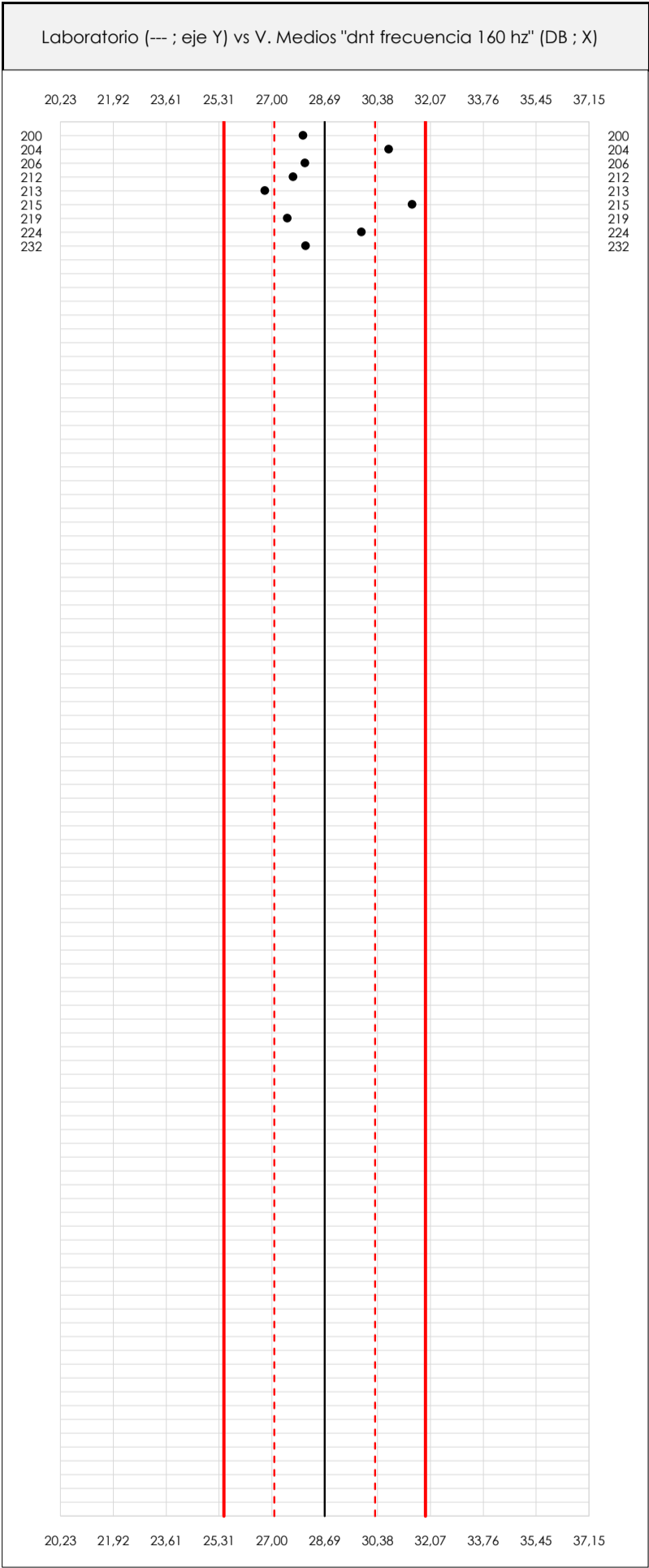
DNT FRECUENCIA 160 HZ



# DNT FRECUENCIA 160 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (28,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (30,30/27,08 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (31,91/25,47 ; líneas rojas de trazo continuo).

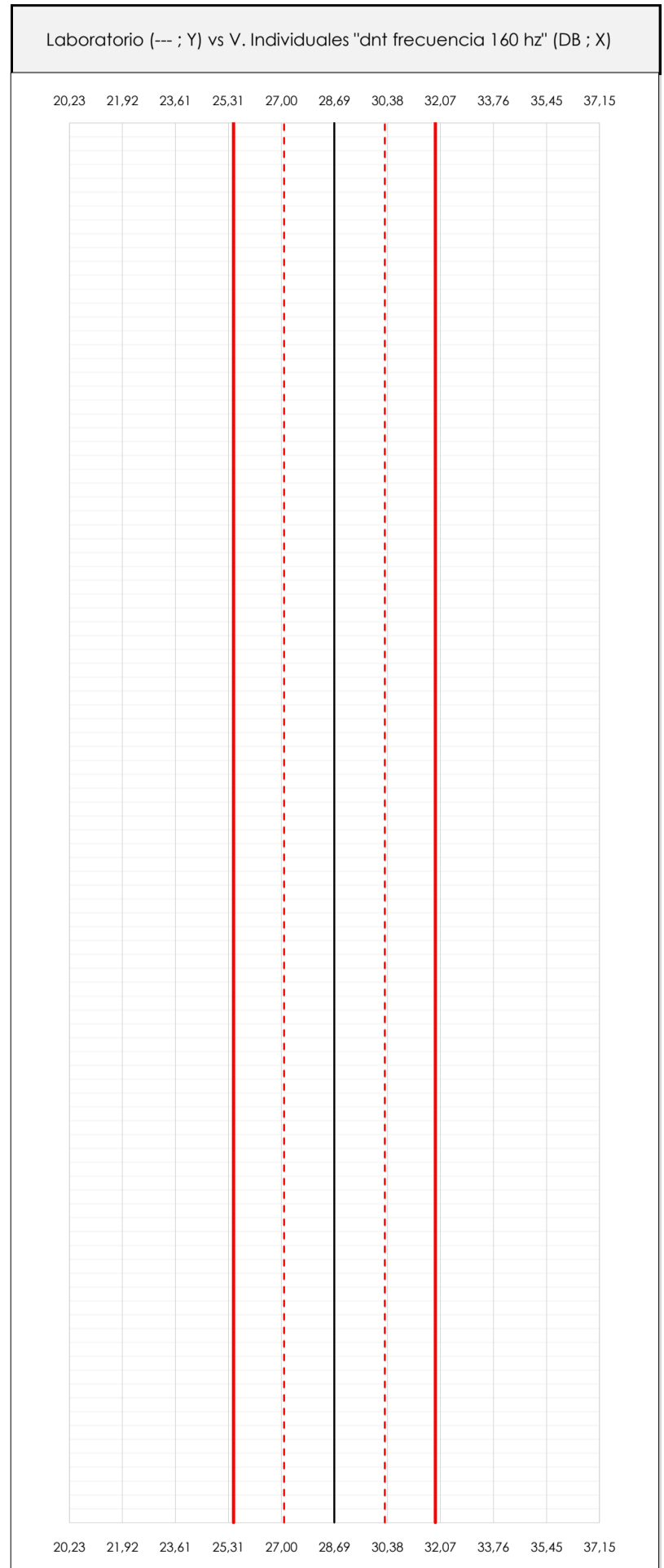
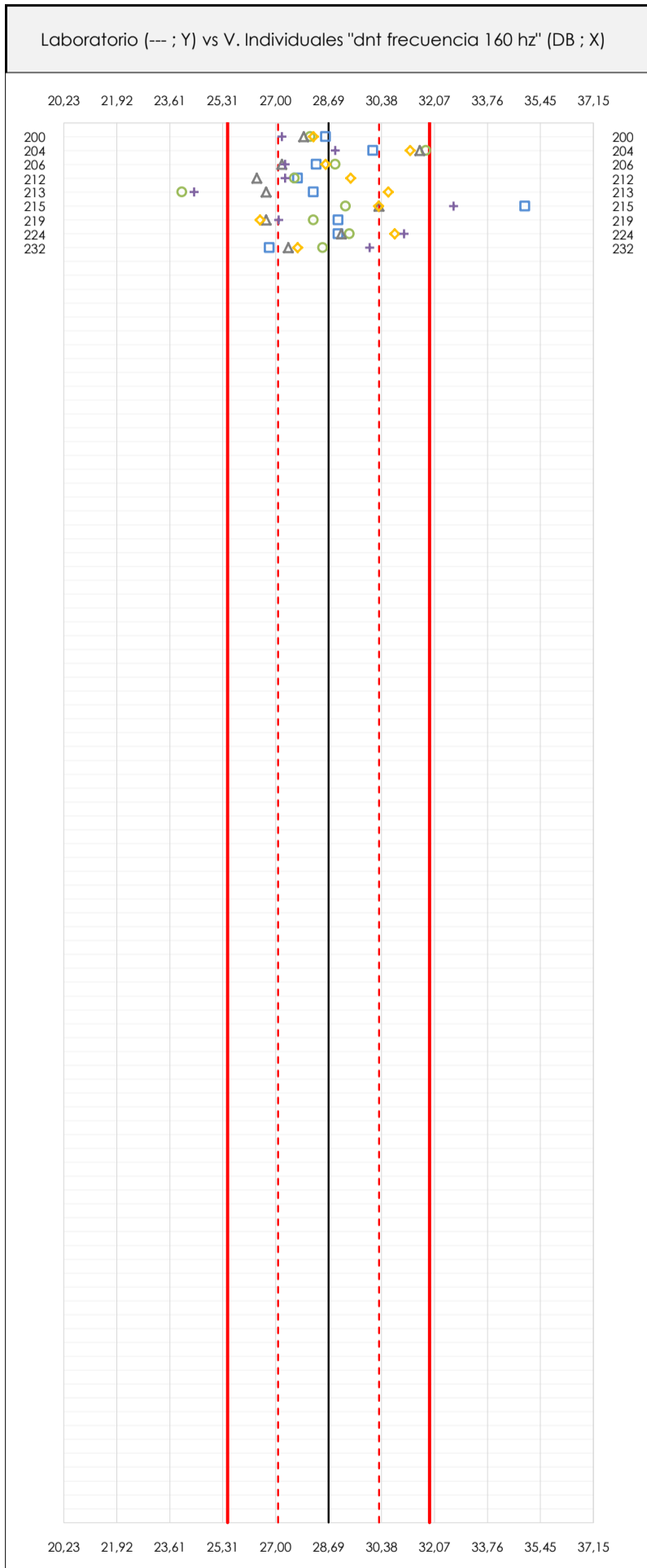
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 160 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 (28,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (30,30/27,08 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (31,91/25,47 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i_1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i_2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i_3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i_4}$ ) con un rombo amarillo.



# DNT FRECUENCIA 160 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ crit}} \%$	Pasa A	Observaciones
200	28,60	28,10	27,90	28,20	27,20	28,00	0,515	-2,40	✓	
204	30,10	31,80	31,60	31,30	28,90	30,74	1,222	7,15	✓	
206	28,30	28,90	27,20	28,60	27,30	28,06	0,770	-2,19	✓	
212	27,70	27,60	26,40	29,40	27,30	27,68	1,089	-3,52	✓	
213	28,20	24,00	26,70	30,60	24,40	26,78	2,739	-6,65	✓	
215	34,96	29,23	30,30	30,29	32,68	31,49	2,314	9,77	✓	
219	29,00	28,20	26,70	26,50	27,10	27,50	1,065	-4,14	✓	
224	29,00	29,35	29,10	30,80	31,10	29,87	1,000	4,12	✓	
232	26,80	28,50	27,40	27,70	30,00	28,08	1,236	-2,12	✓	

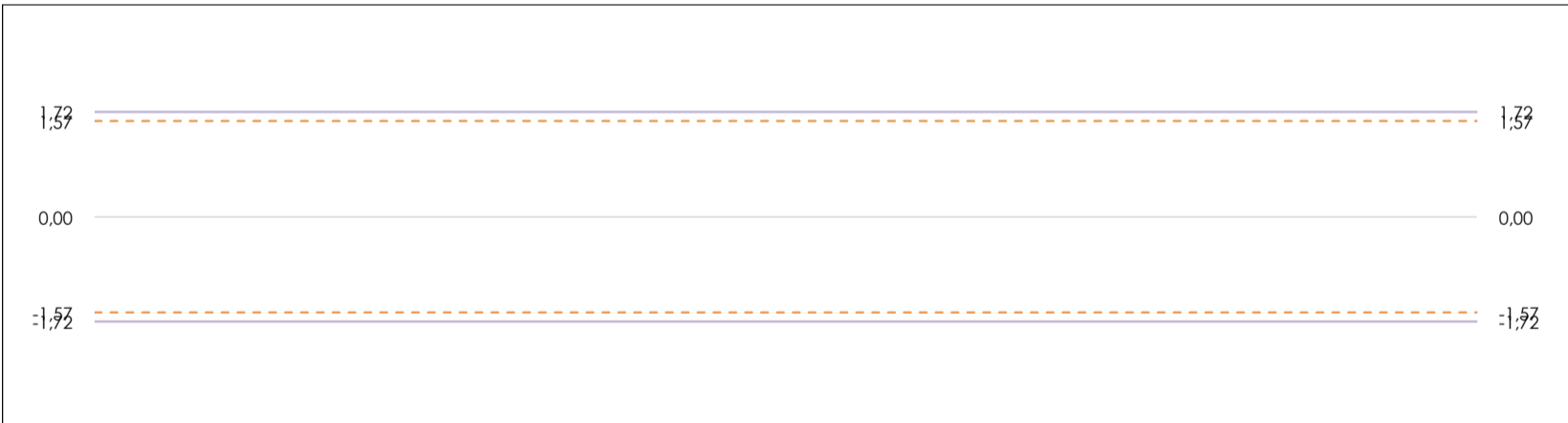
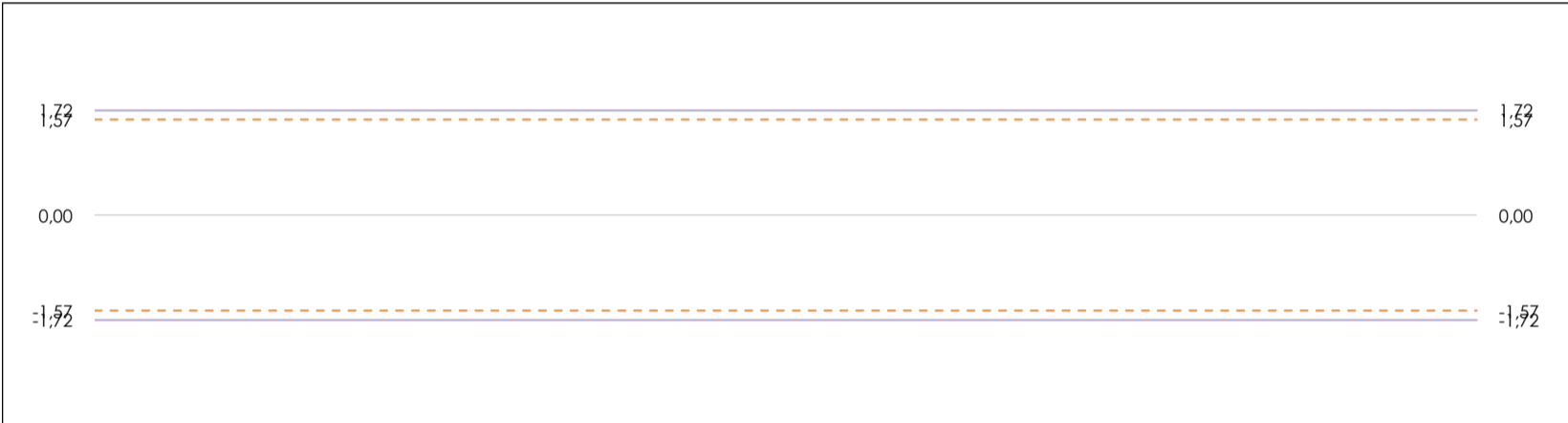
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> " $X_{ij}$  con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i \text{ crit}} \%$ " 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 (✗) 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 FRECUENCIA 160 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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



# DNT FRECUENCIA 160 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT FRECUENCIA 160 HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>L i</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
200	28,600	28,100	27,900	28,200	27,200	28,000	0,515	0,49	0,52	0,53						✓
204	30,10	31,800	31,600	31,300	28,900	30,740	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
206	28,30	28,900	27,200	28,600	27,300	28,060	0,770	0,70	0,75	0,79					0,4752	✓
212	27,70	27,600	26,400	29,400	27,300	27,680	1,089	-0,66	-0,71	1,12				0,0128		✓
213	28,20	24,000	26,700	30,600	24,400	26,780	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
215	34,96	29,230	30,301	30,289	32,678	31,492	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
219	29,00	28,200	26,700	26,500	27,100	27,500	1,065	-1,31	-1,40	1,10		1,401		0,0128		✓
224	29,00	29,350	29,100	30,800	31,100	29,870	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
232	26,80	28,500	27,400	27,700	30,000	28,080	1,236	0,78	0,83	1,27			0,832		0,4752	✓

**NOTAS:**

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

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

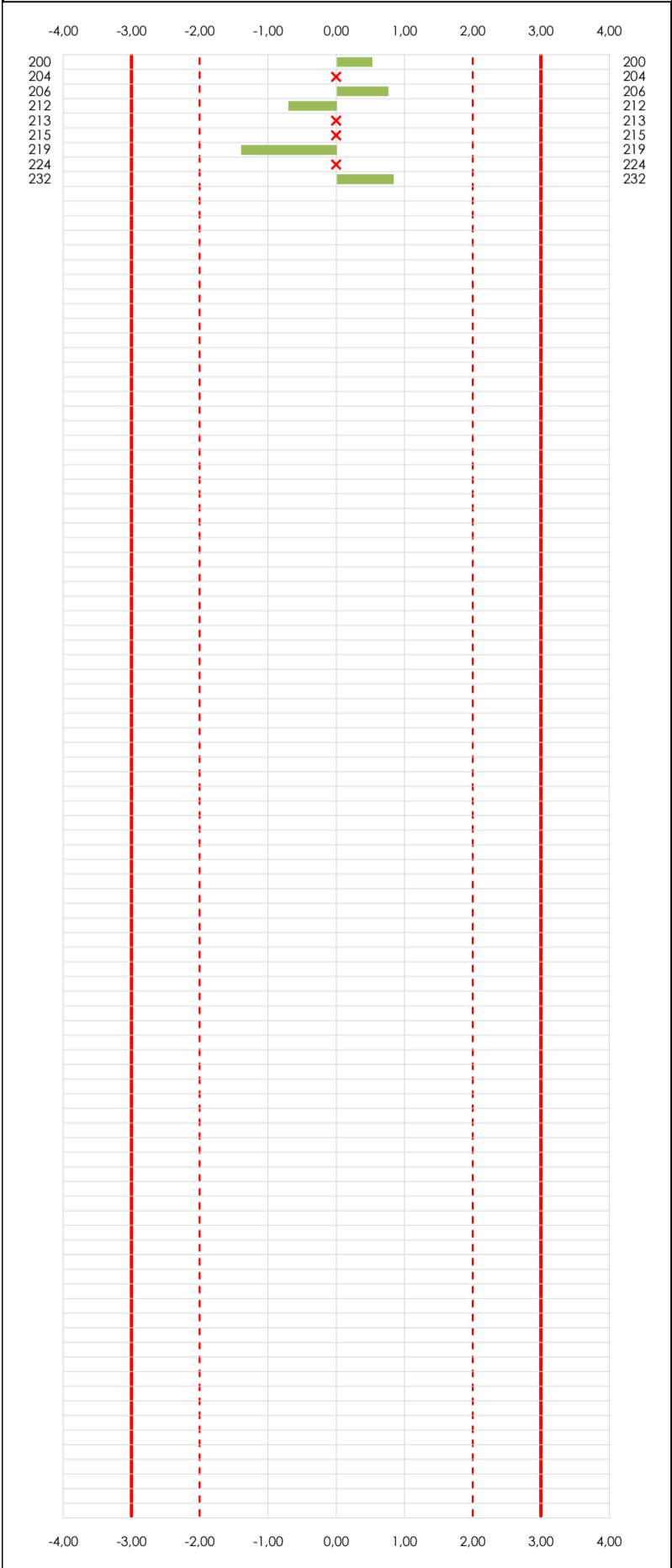


# DNT FRECUENCIA 160 HZ (DB)

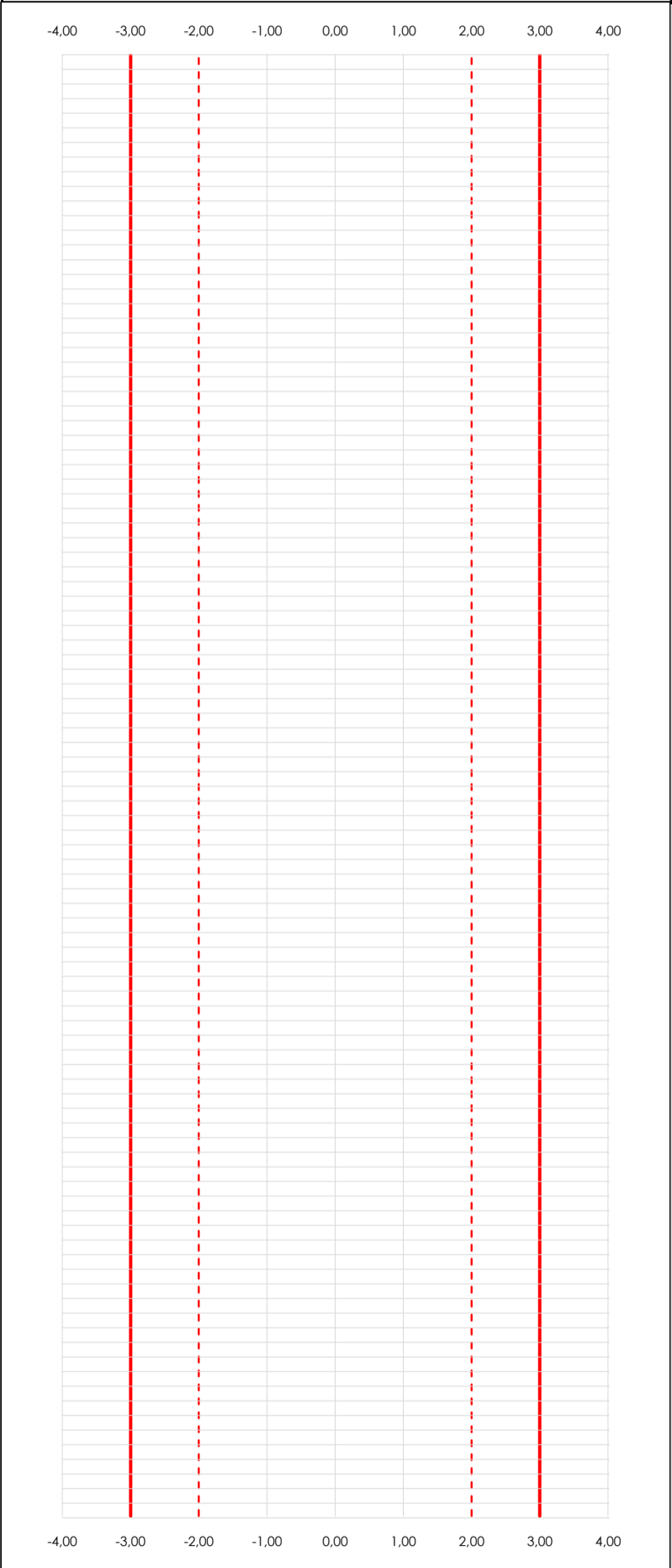
## Análisis C. Evaluación Z-Score

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

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 160 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 160 hz" (--- ; eje X)



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 160 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
200	28,60	28,10	27,90	28,20	27,20	28,00	0,515	0,49	✓	✓	✓			0,524	S
204	30,10	31,80	31,60	31,30	28,90	30,74	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
206	28,30	28,90	27,20	28,60	27,30	28,06	0,770	0,70	✓	✓	✓			0,755	S
212	27,70	27,60	26,40	29,40	27,30	27,68	1,089	-0,66	✓	✓	✓			-0,708	S
213	28,20	24,00	26,70	30,60	24,40	26,78	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
215	34,96	29,23	30,30	30,29	32,68	31,49	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
219	29,00	28,20	26,70	26,50	27,10	27,50	1,065	-1,31	✓	✓	✓			-1,401	S
224	29,00	29,35	29,10	30,80	31,10	29,87	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
232	26,80	28,50	27,40	27,70	30,00	28,08	1,236	0,78	✓	✓	✓			0,832	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].

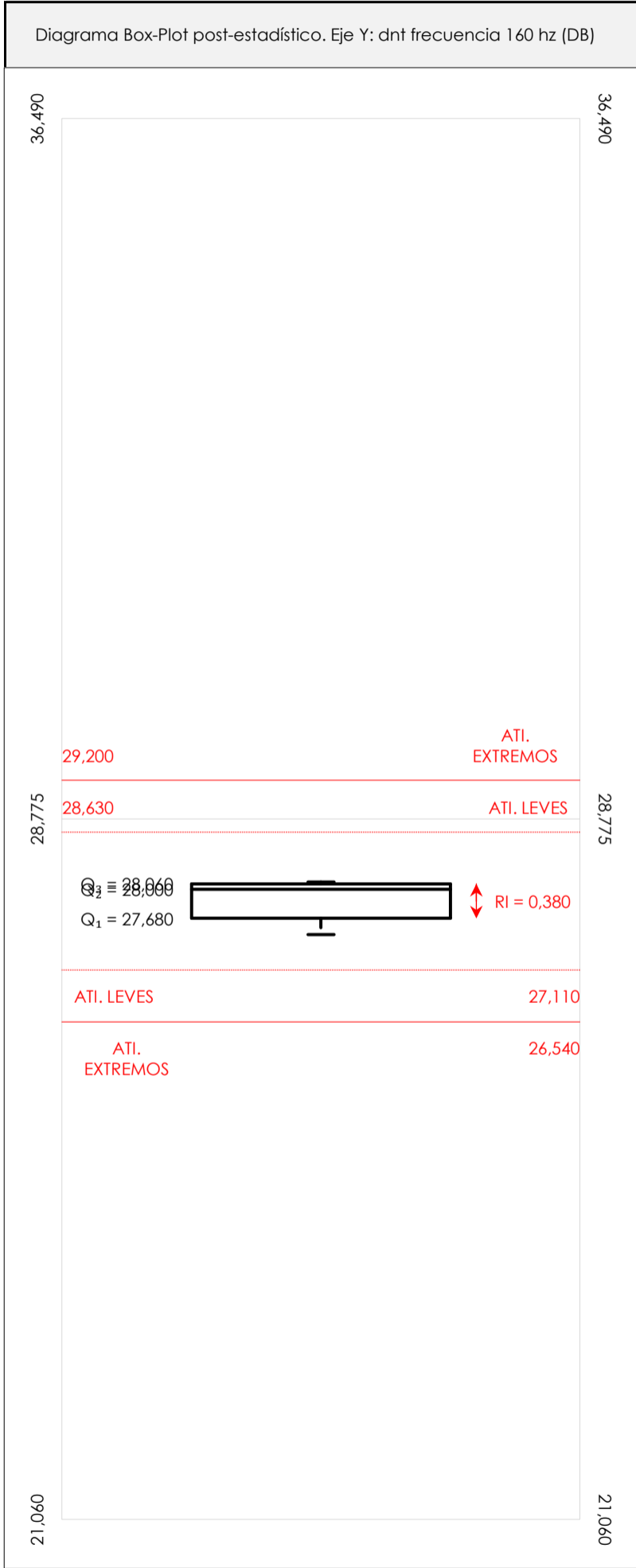
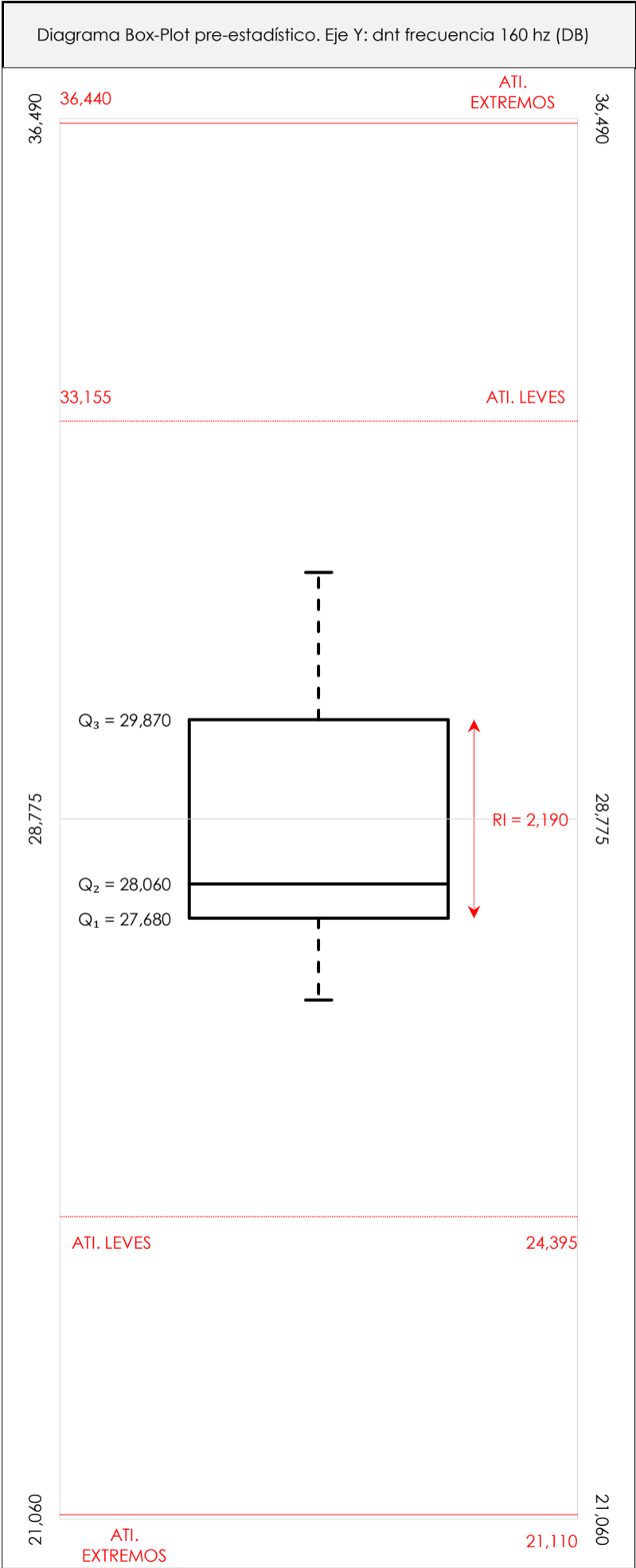
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 160 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).



## DNT FRECUENCIA 160 HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 160 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 4 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 4 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	34,96	31,80	31,60	31,30	32,68	31,49	29,00	28,90	27,90	29,40	30,00	28,08
Valor Mínimo (min ; %)	26,80	24,00	26,40	26,50	24,40	26,78	26,80	27,60	26,40	26,50	27,10	27,50
Valor Promedio (M ; %)	29,18	28,41	28,14	29,27	28,44	28,69	28,08	28,26	27,12	28,08	27,78	27,86
Desviación Típica (SDL ; ---)	2,35	2,05	1,81	1,62	2,50	1,61	0,86	0,48	0,59	1,08	1,24	0,26
Coef. Variación (CV ; ---)	0,08	0,07	0,06	0,06	0,09	0,06	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,01
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	2,229	4,138	2,151	4,379	5,801		0,941	2,689	-0,121	0,821	2,511	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	1,72	1,65	0,425	1,764	0,0018	1,72	1,65	0,633	1,764	0,0018
Nivel de Significación 5%	1,57	1,46	0,358	1,715	0,0090	1,57	1,46	0,544	1,715	0,0090

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

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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

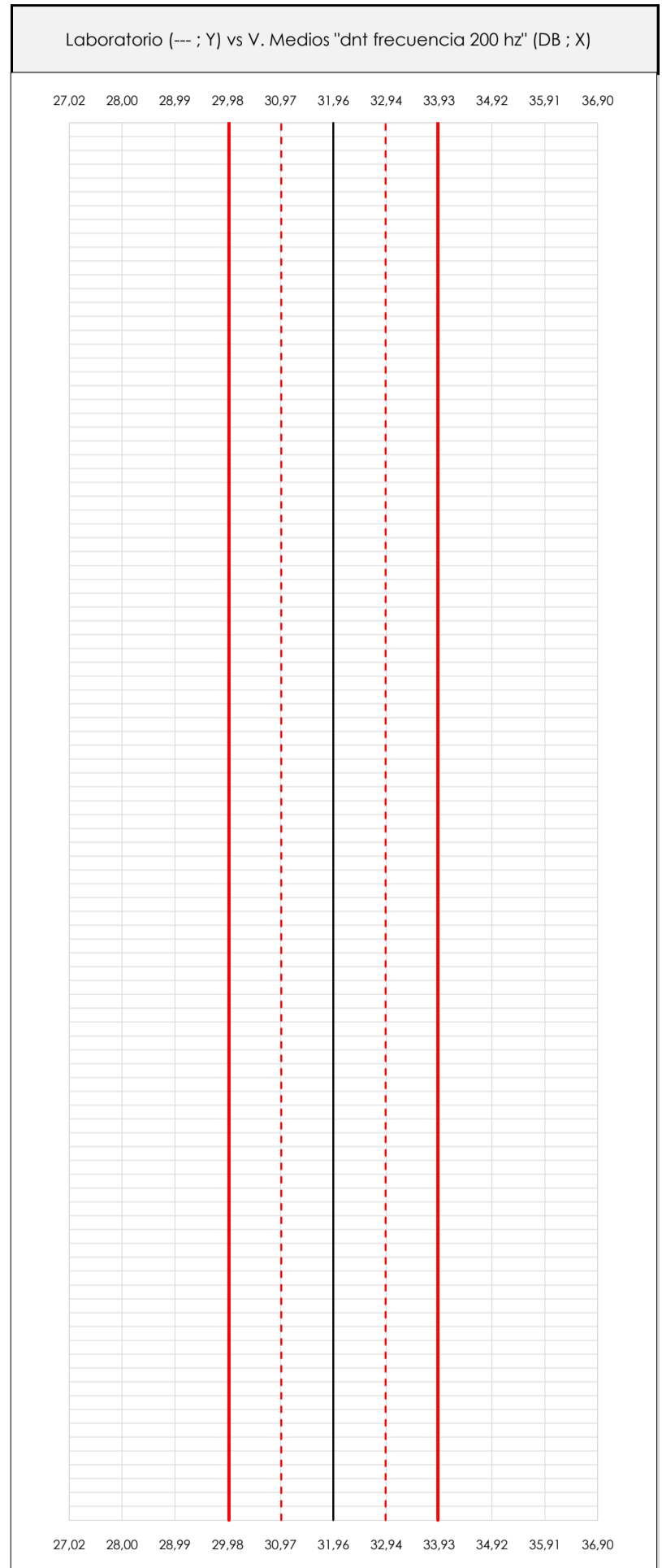
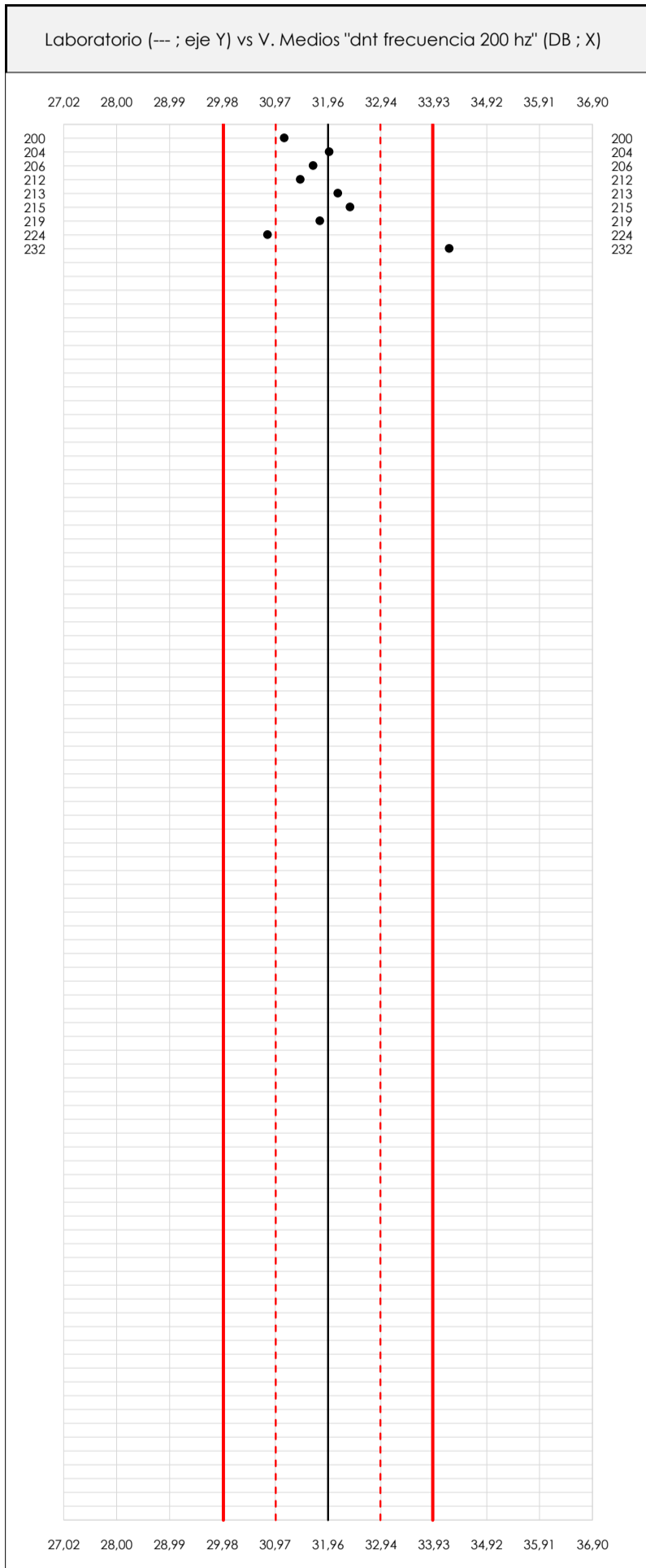
DNT FRECUENCIA 200 HZ



# DNT FRECUENCIA 200 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 (31,96 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (32,93/30,98 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (33,91/30,00 ; líneas rojas de trazo continuo).

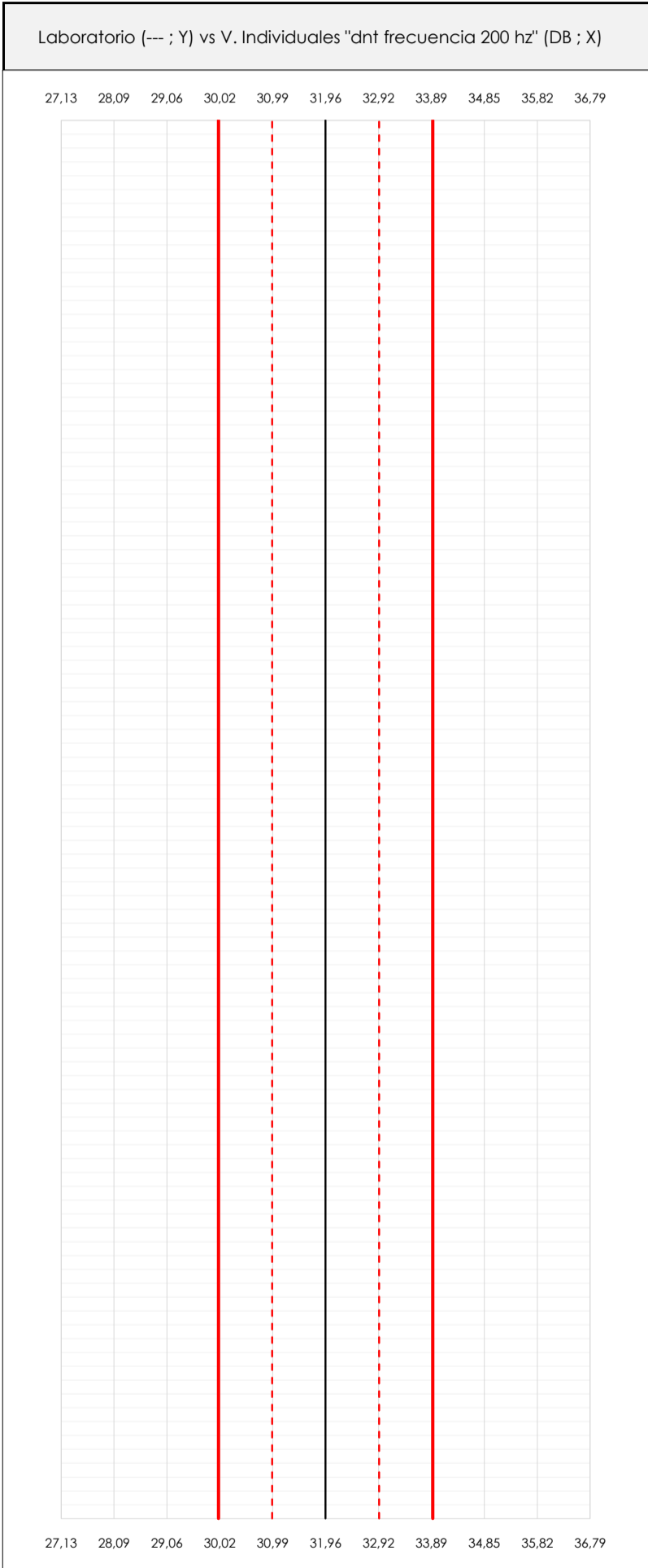
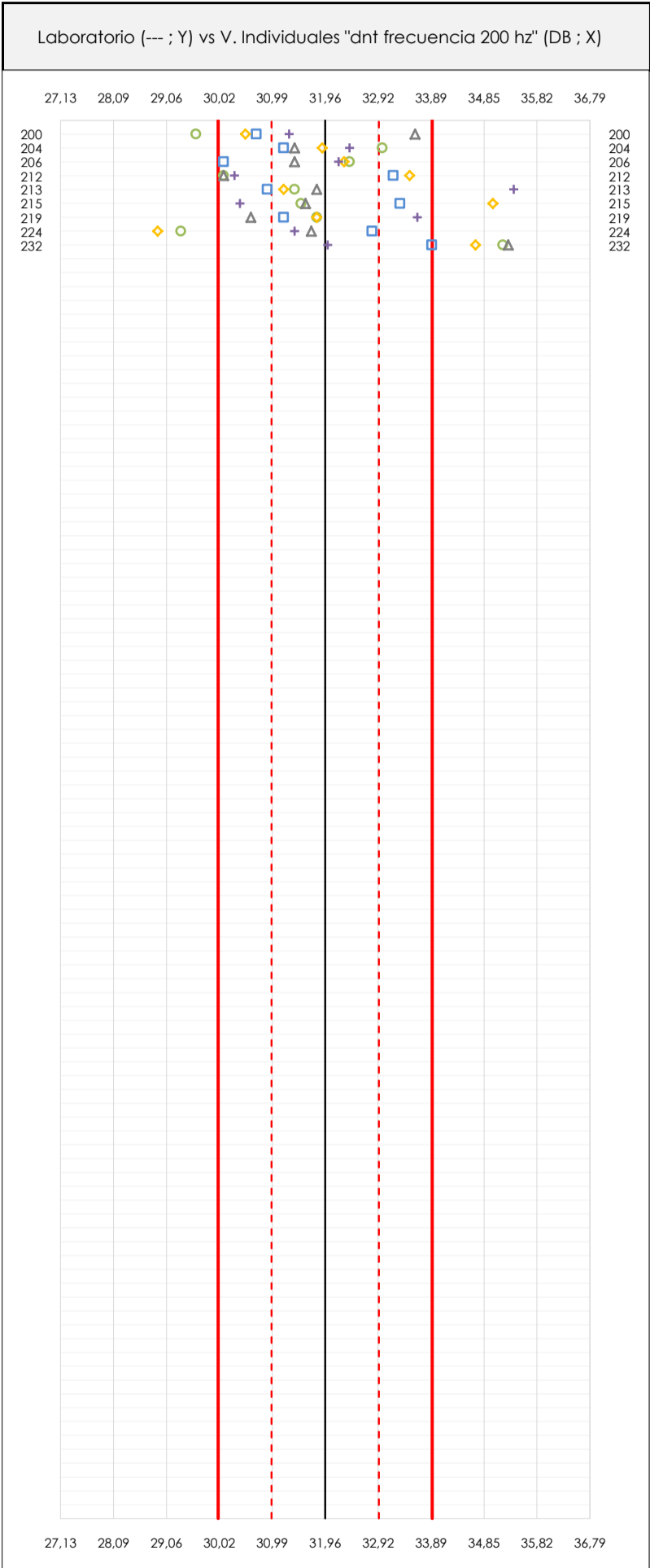
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 200 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (31,96 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (32,93/30,98 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (33,91/30,00 ; 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 FRECUENCIA 200 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	30,70	29,60	33,60	30,50	31,30	31,14	1,504	-2,55	✓	
204	31,20	33,00	31,40	31,90	32,40	31,98	0,736	0,08	✓	
206	30,10	32,40	31,40	32,30	32,20	31,68	0,968	-0,86	✓	
212	33,20	30,10	30,10	33,50	30,30	31,44	1,749	-1,61	✓	
213	30,90	31,40	31,80	31,20	35,40	32,14	1,851	0,58	✓	
215	33,32	31,51	31,60	35,01	30,40	32,37	1,811	1,29	✓	
219	31,20	31,80	30,60	31,80	33,64	31,81	1,137	-0,47	✓	
224	32,81	29,32	31,70	28,90	31,40	30,83	1,659	-3,54	✓	
232	33,90	35,20	35,30	34,70	32,00	34,22	1,359	7,09	✓	

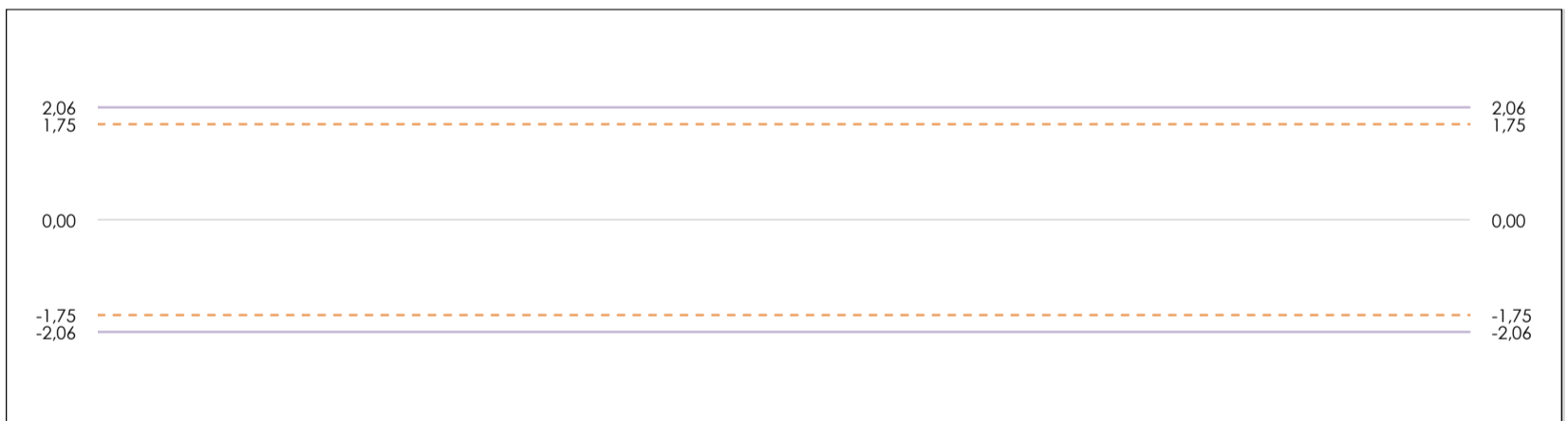
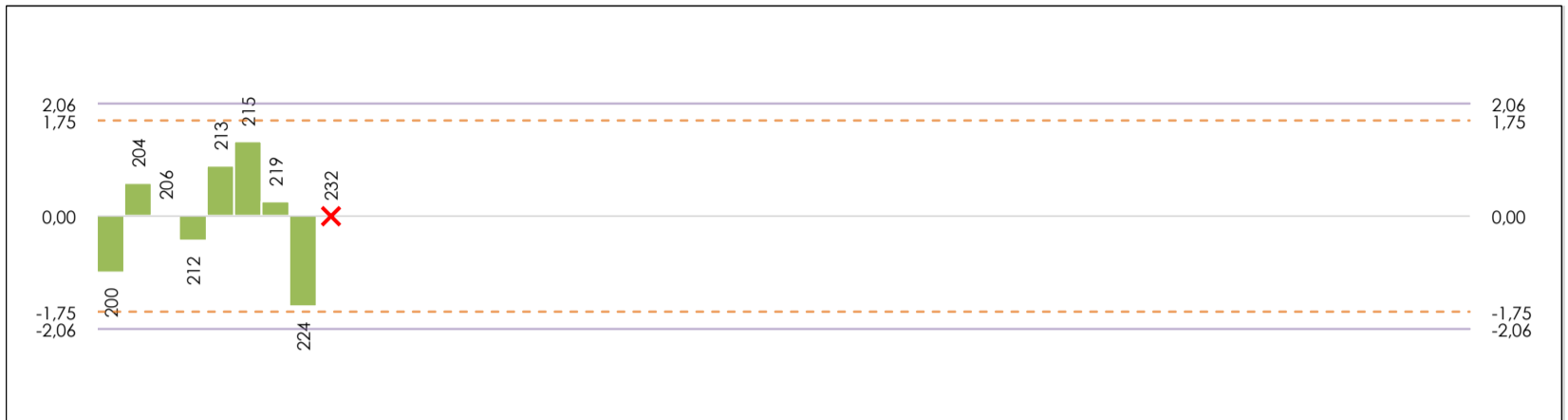
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> 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 FRECUENCIA 200 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

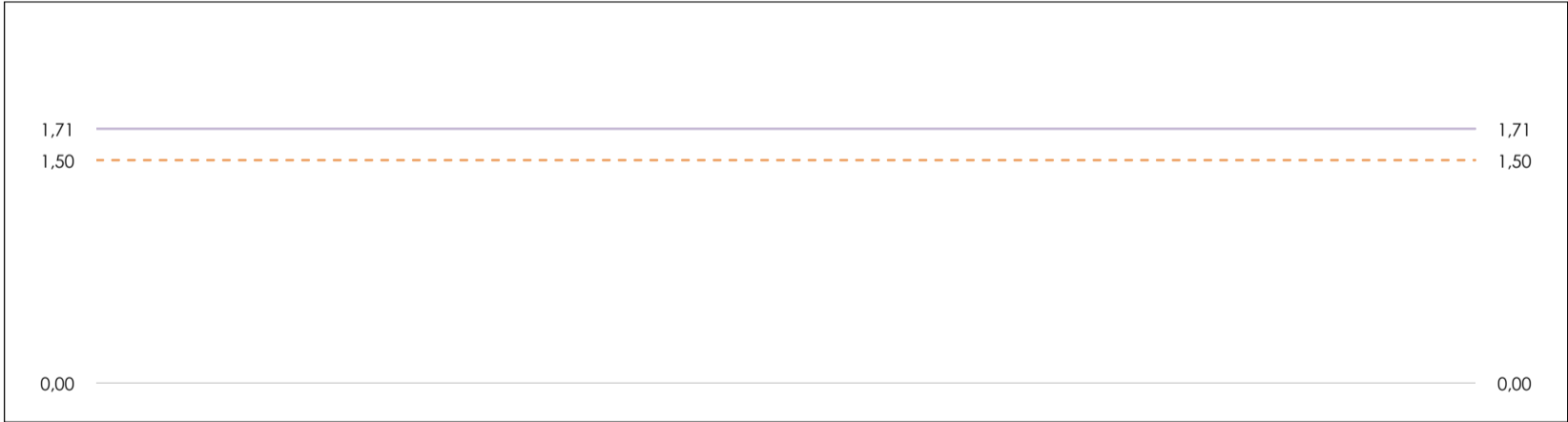
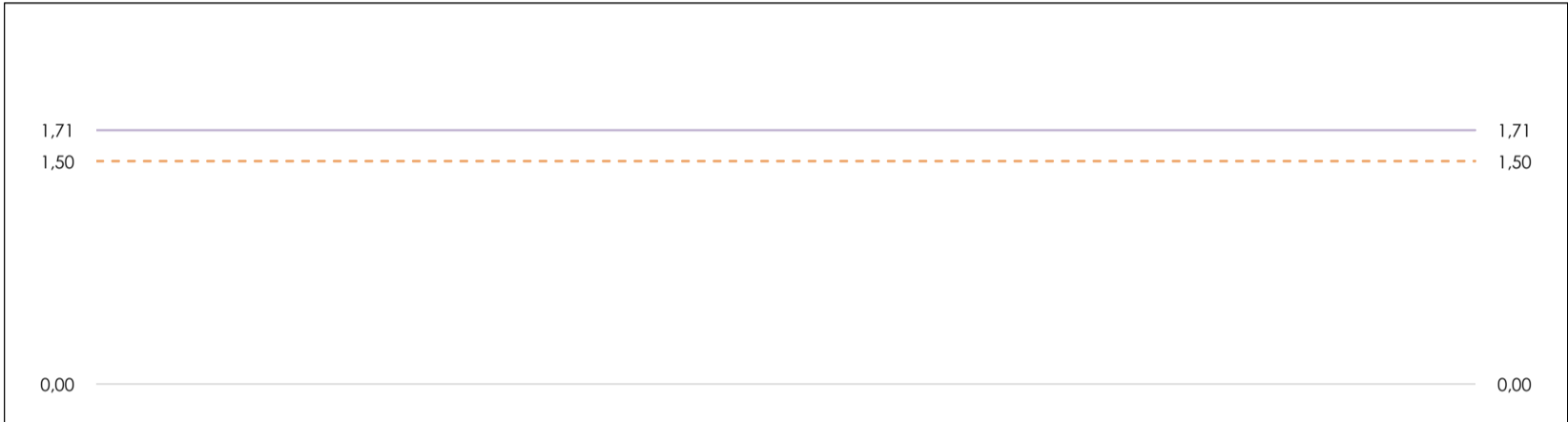
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 200 HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT FRECUENCIA 200 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
200	30,700	29,600	33,600	30,500	31,300	31,140	1,504	-1,68	-1,03	1,02				0,2955		✓
204	31,20	33,000	31,400	31,900	32,400	31,980	0,736	0,97	0,59	0,50						✓
206	30,10	32,400	31,400	32,300	32,200	31,680	0,968	0,02	0,01	0,65						✓
212	33,20	30,100	30,100	33,500	30,300	31,440	1,749	-0,74	-0,45	1,18						✓
213	30,90	31,400	31,800	31,200	35,400	32,140	1,851	1,47	0,90	1,25				0,5033		✓
215	33,32	31,514	31,596	35,015	30,400	32,370	1,811	2,20	1,35	1,22			1,348	0,5033		✓
219	31,20	31,800	30,600	31,800	33,636	31,807	1,137	0,42	0,26	0,77						✓
224	32,81	29,320	31,700	28,900	31,400	30,826	1,659	-2,67	-1,64	1,12		1,638		0,2955		✓
232	33,90	35,200	35,300	34,700	32,000	34,220	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗

**NOTAS:**

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

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

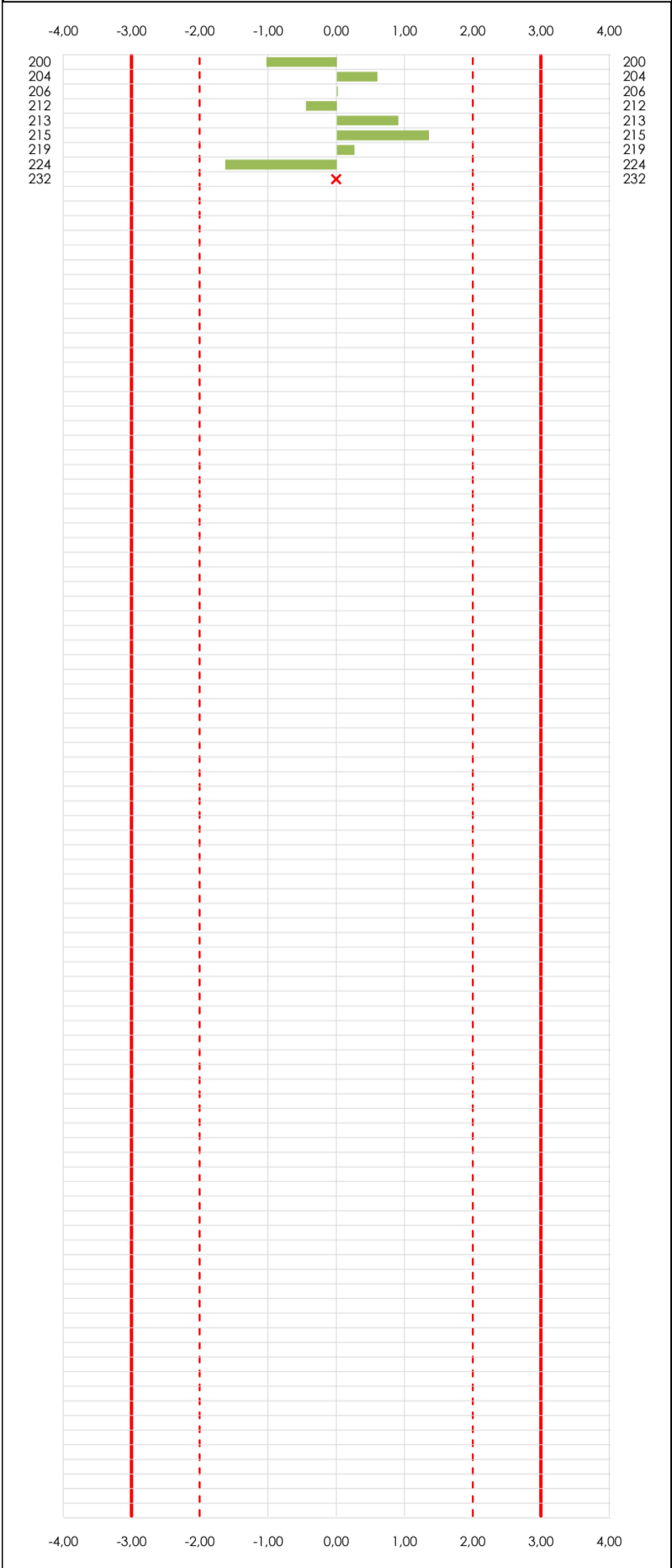


# DNT FRECUENCIA 200 HZ (DB)

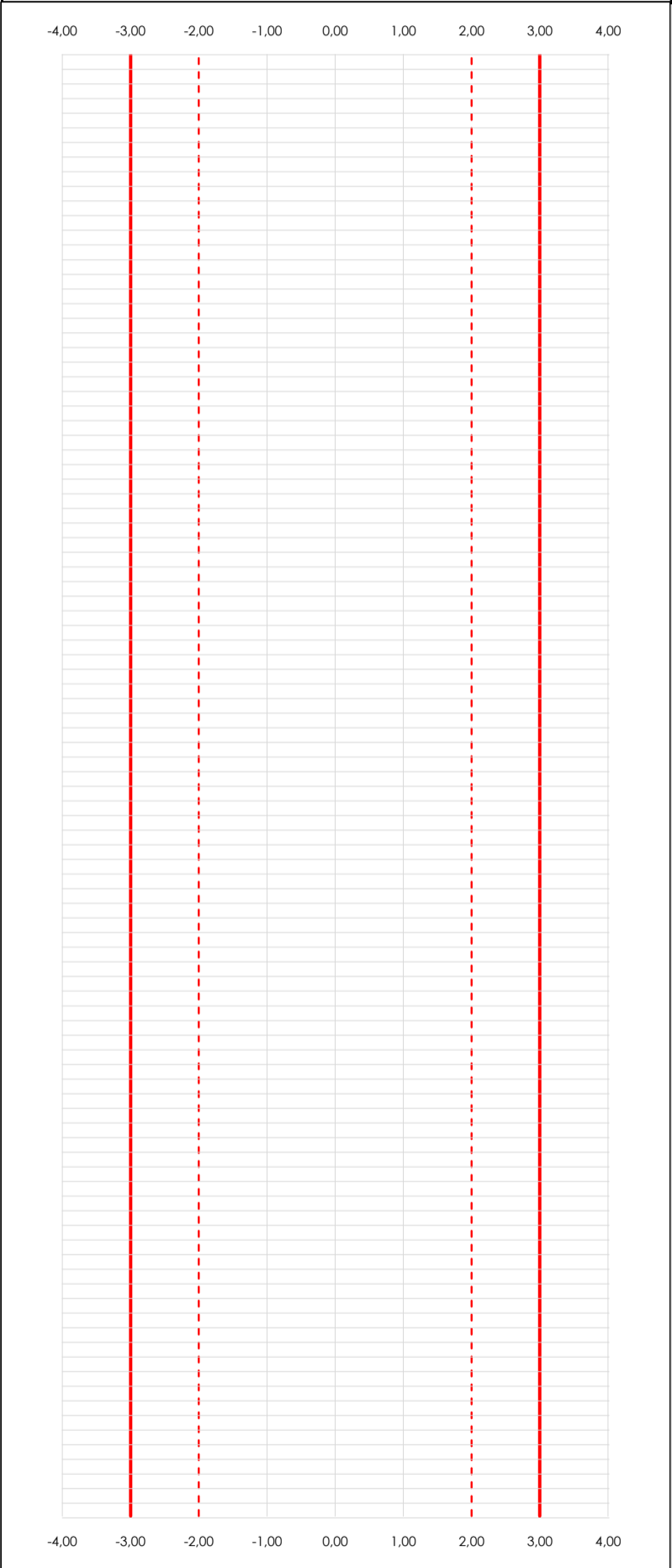
## Análisis C. Evaluación Z-Score

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

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 200 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 200 hz" (--- ; eje X)



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 200 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
200	30,70	29,60	33,60	30,50	31,30	31,14	1,504	-1,68	✓	✓	✓			-1,031	S
204	31,20	33,00	31,40	31,90	32,40	31,98	0,736	0,97	✓	✓	✓			0,594	S
206	30,10	32,40	31,40	32,30	32,20	31,68	0,968	0,02	✓	✓	✓			0,014	S
212	33,20	30,10	30,10	33,50	30,30	31,44	1,749	-0,74	✓	✓	✓			-0,450	S
213	30,90	31,40	31,80	31,20	35,40	32,14	1,851	1,47	✓	✓	✓			0,903	S
215	33,32	31,51	31,60	35,01	30,40	32,37	1,811	2,20	✓	✓	✓			1,348	S
219	31,20	31,80	30,60	31,80	33,64	31,81	1,137	0,42	✓	✓	✓			0,260	S
224	32,81	29,32	31,70	28,90	31,40	30,83	1,659	-2,67	✓	✓	✓			-1,638	S
232	33,90	35,20	35,30	34,70	32,00	34,22	---	---	✓	✗	✗	AN	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, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " 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].

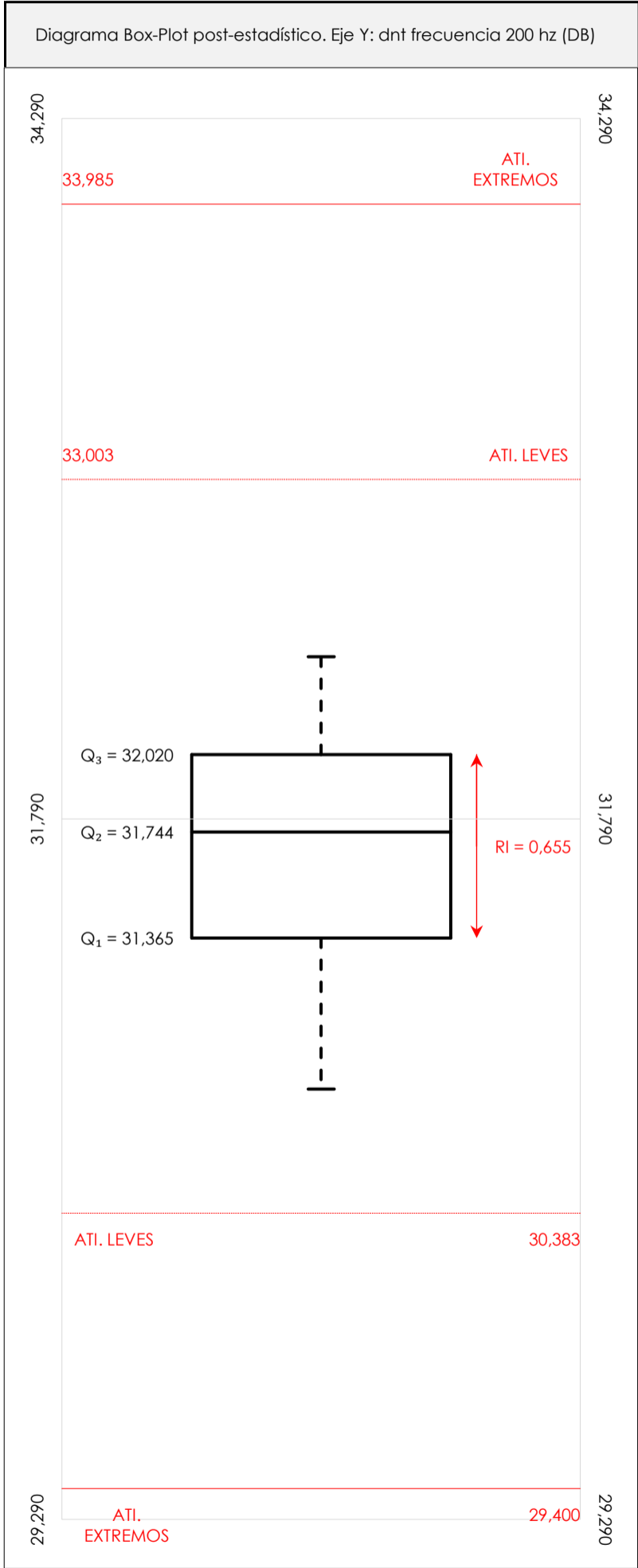
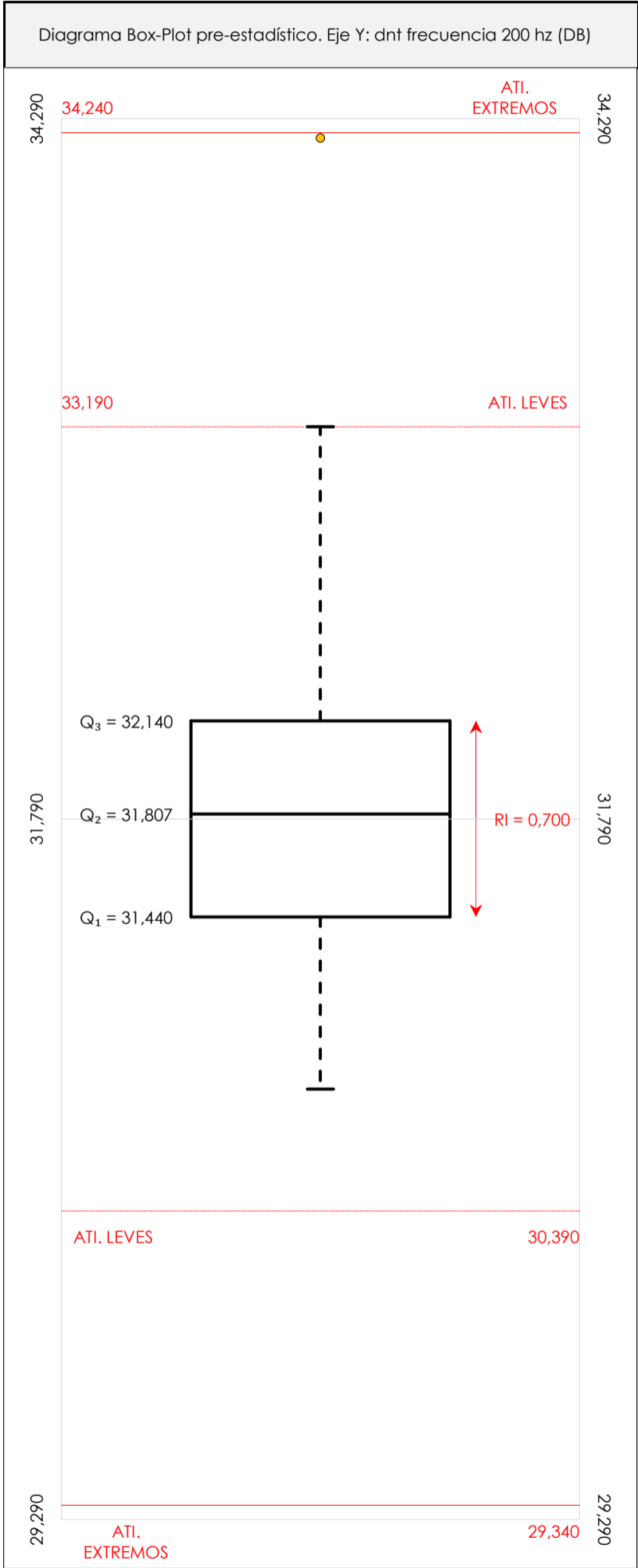
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 200 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 intercuartil (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).



## DNT FRECUENCIA 200 HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 200 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	33,90	35,20	35,30	35,01	35,40	34,22	33,32	33,00	33,60	35,01	35,40	32,37
Valor Mínimo (min ; %)	30,10	29,32	30,10	28,90	30,30	30,83	30,10	29,32	30,10	28,90	30,30	30,83
Valor Promedio (M ; %)	31,93	31,59	31,94	32,20	32,12	31,96	31,68	31,14	31,52	31,89	32,13	31,67
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,38	1,84	1,58	1,97	1,61	0,98	1,24	1,33	1,02	1,85	1,72	0,52
Coef. Variación (CV ; ---)	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05	0,03	0,04	0,04	0,03	0,06	0,05	0,02
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	2,155	4,069	0,524	2,679	4,537		2,194	4,106	-0,171	2,023	3,942	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,06	1,71	0,425	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 análisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

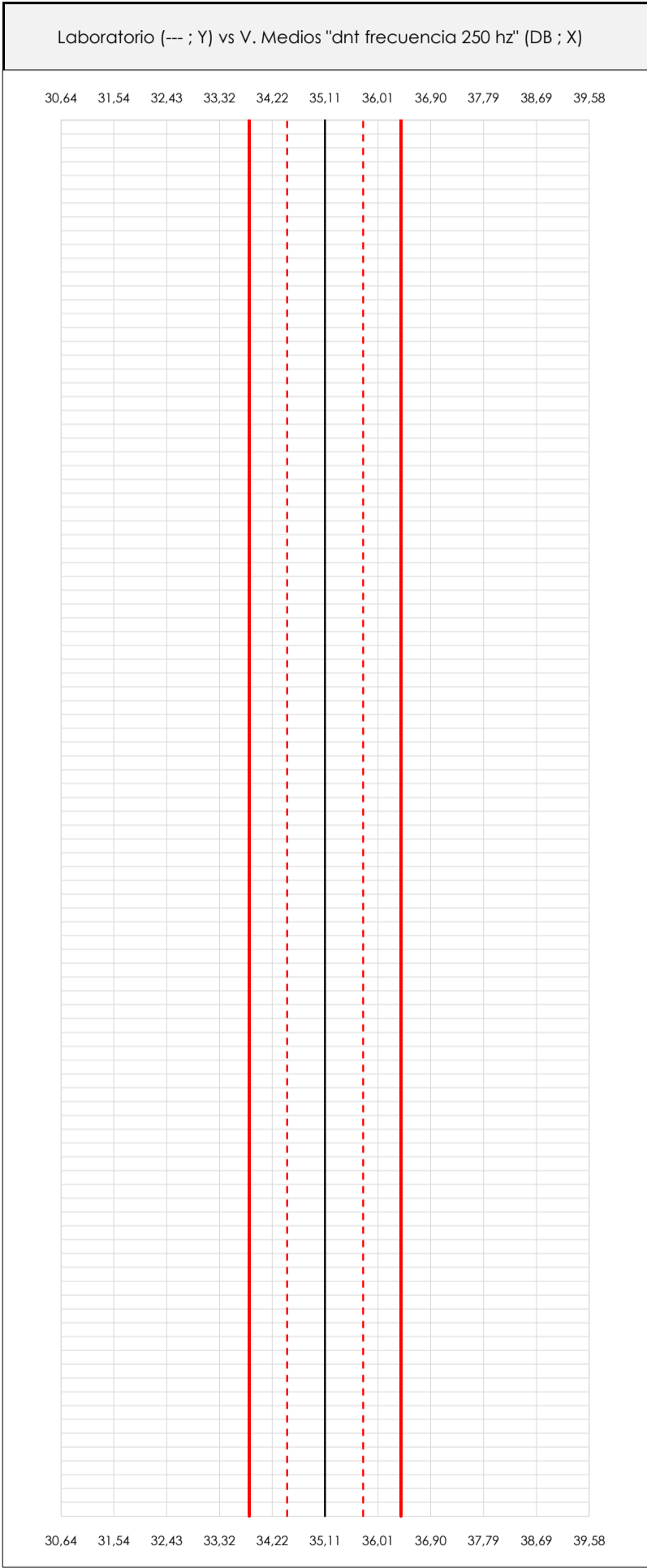
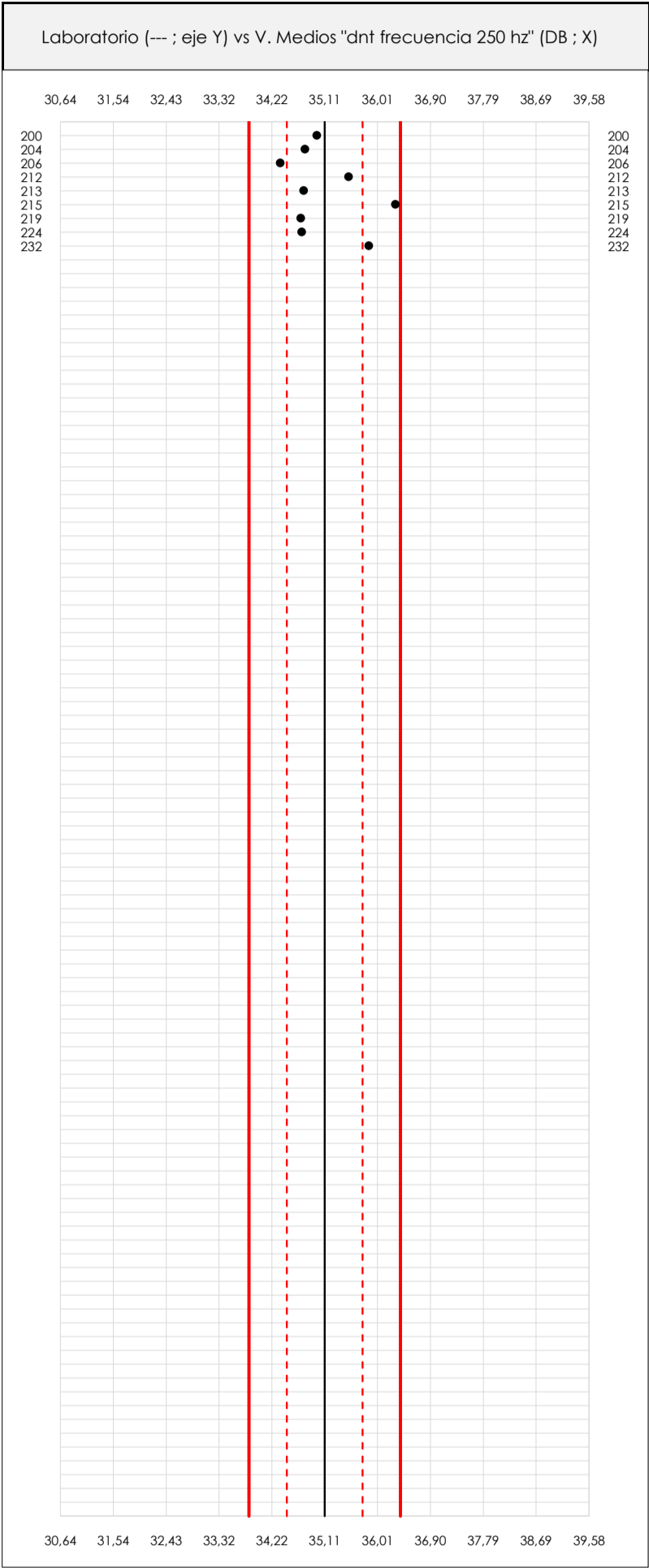
DNT FRECUENCIA 250 HZ



# DNT FRECUENCIA 250 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (35,11 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,75/34,47 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (36,39/33,83 ; líneas rojas de trazo continuo).

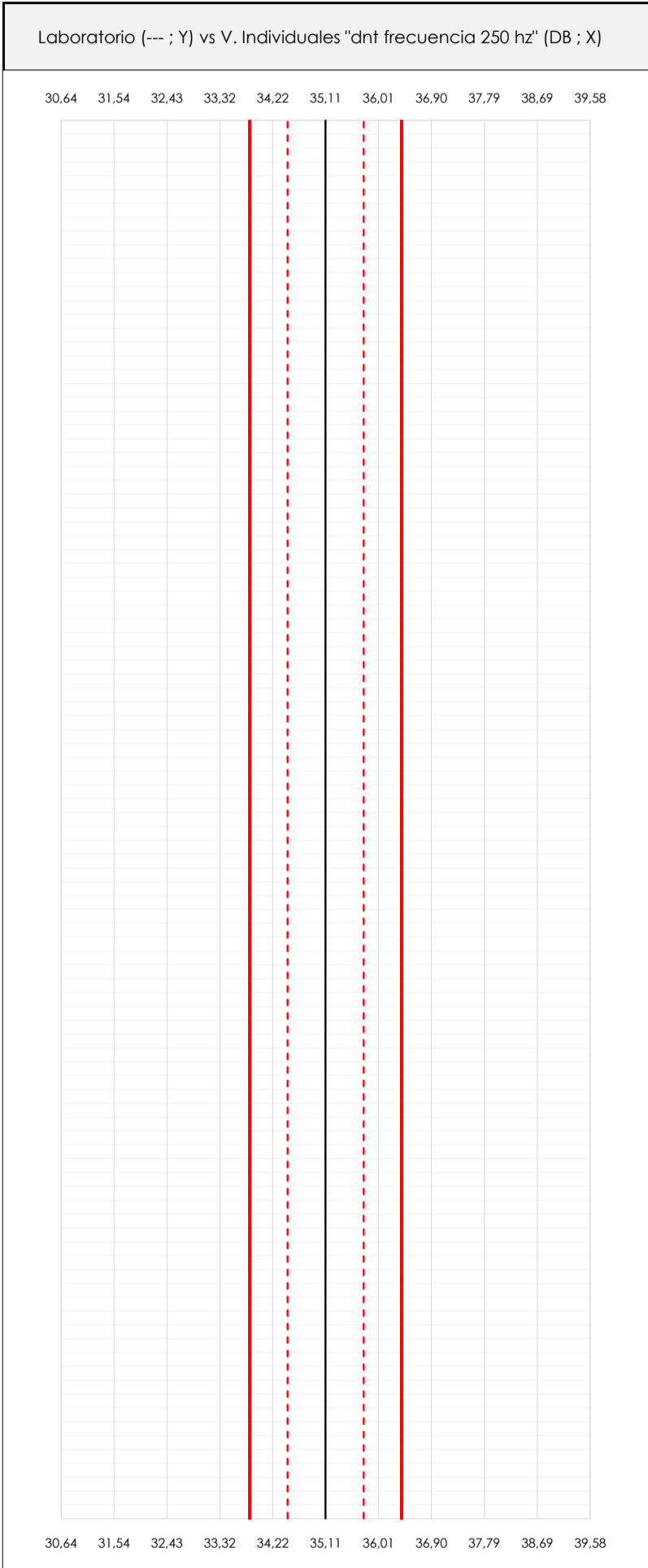
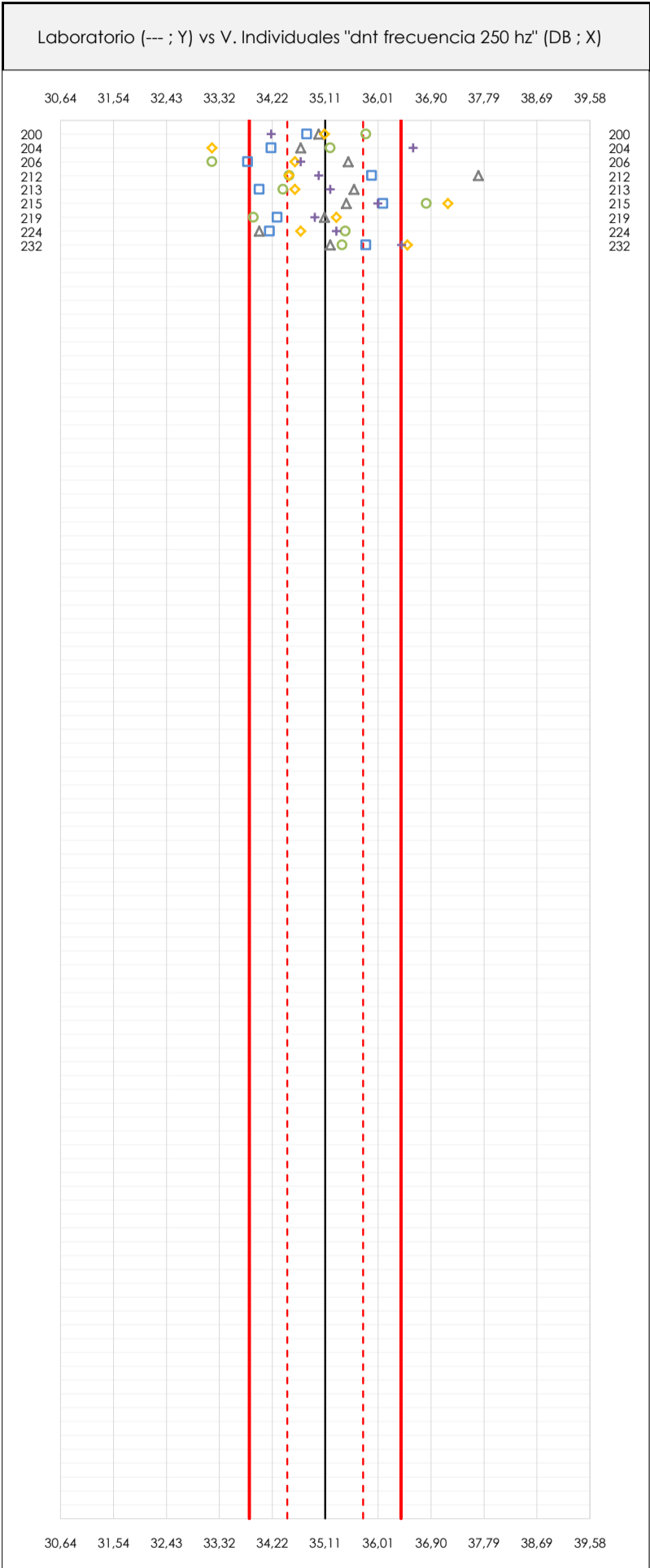
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 250 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (35,11 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,75/34,47 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (36,39/33,83 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i_1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i_2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i_3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i_4}$ ) con un rombo amarillo.



# DNT FRECUENCIA 250 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	Pasa A	Observaciones
200	34,80	35,80	35,00	35,10	34,20	34,98	0,576	-0,37	✓	
204	34,20	35,20	34,70	33,20	36,60	34,78	1,258	-0,94	✓	
206	33,80	33,20	35,50	34,60	34,70	34,36	0,885	-2,14	✓	
212	35,90	34,50	37,70	34,50	35,00	35,52	1,346	1,16	✓	
213	34,00	34,40	35,60	34,60	35,20	34,76	0,639	-1,00	✓	
215	36,08	36,82	35,47	37,18	36,00	36,31	0,685	3,42	✓	
219	34,30	33,90	35,10	35,30	34,93	34,71	0,586	-1,15	✓	
224	34,17	35,45	34,00	34,70	35,30	34,72	0,650	-1,10	✓	
232	35,80	35,40	35,20	36,50	36,40	35,86	0,581	2,13	✓	

**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> 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 FRECUENCIA 250 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

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



# DNT FRECUENCIA 250 HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



**ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS**

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

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



# DNT FRECUENCIA 250 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
200	34,800	35,800	35,000	35,100	34,200	34,980	0,576	-0,37	-0,20	0,68						✓
204	34,20	35,200	34,700	33,200	36,600	34,780	1,258	-0,94	-0,52	1,48						✓
206	33,80	33,200	35,500	34,600	34,700	34,360	0,885	-2,14	-1,17	1,04		1,171		0,7212		✓
212	35,90	34,500	37,700	34,500	35,000	35,520	1,346	1,16	0,64	1,59*	0,279					✓
213	34,00	34,400	35,600	34,600	35,200	34,760	0,639	-1,00	-0,55	0,75						✓
215	36,08	36,821	35,468	37,182	36,000	36,311	0,685	3,42	1,87*	0,81	0,279		1,869		0,2286	✓
219	34,30	33,900	35,100	35,300	34,935	34,707	0,586	-1,15	-0,63	0,69				0,7212		✓
224	34,17	35,450	34,000	34,700	35,300	34,724	0,650	-1,10	-0,60	0,77						✓
232	35,80	35,400	35,200	36,500	36,400	35,860	0,581	2,13	1,17	0,68					0,2286	✓

**NOTAS:**

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

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

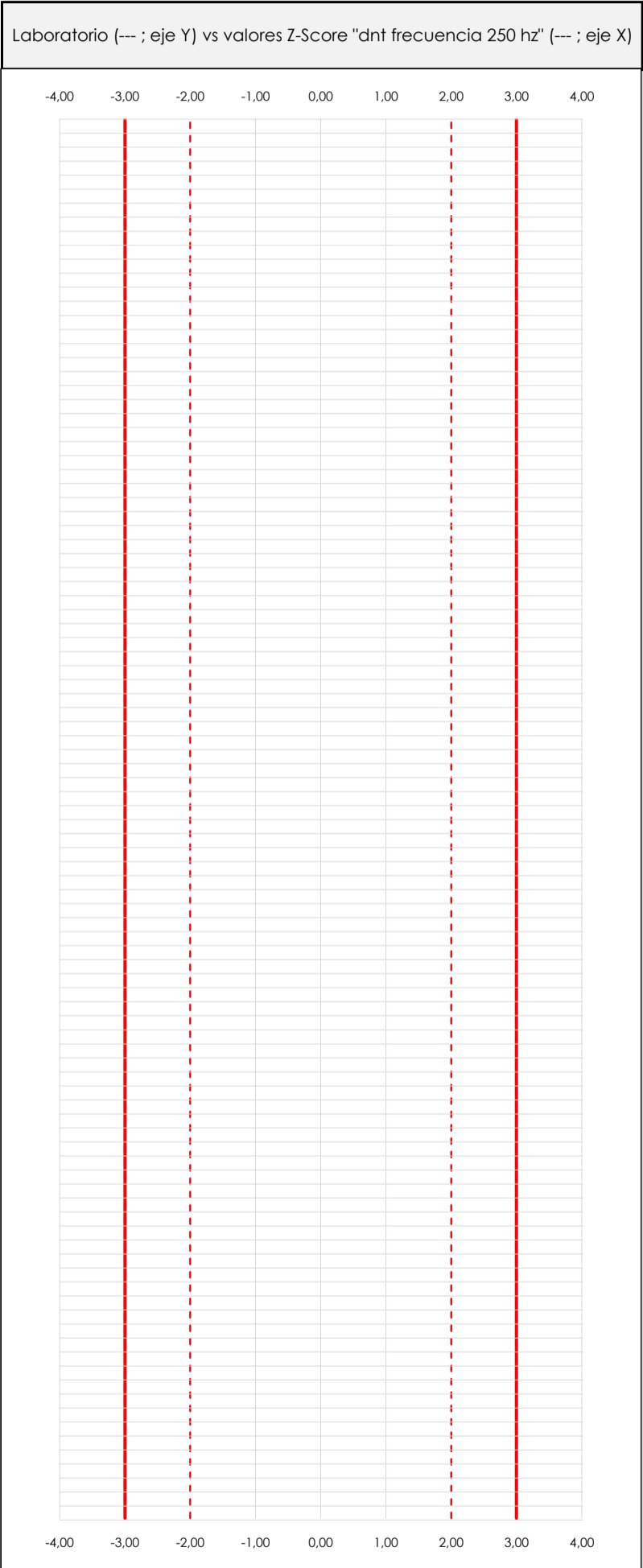
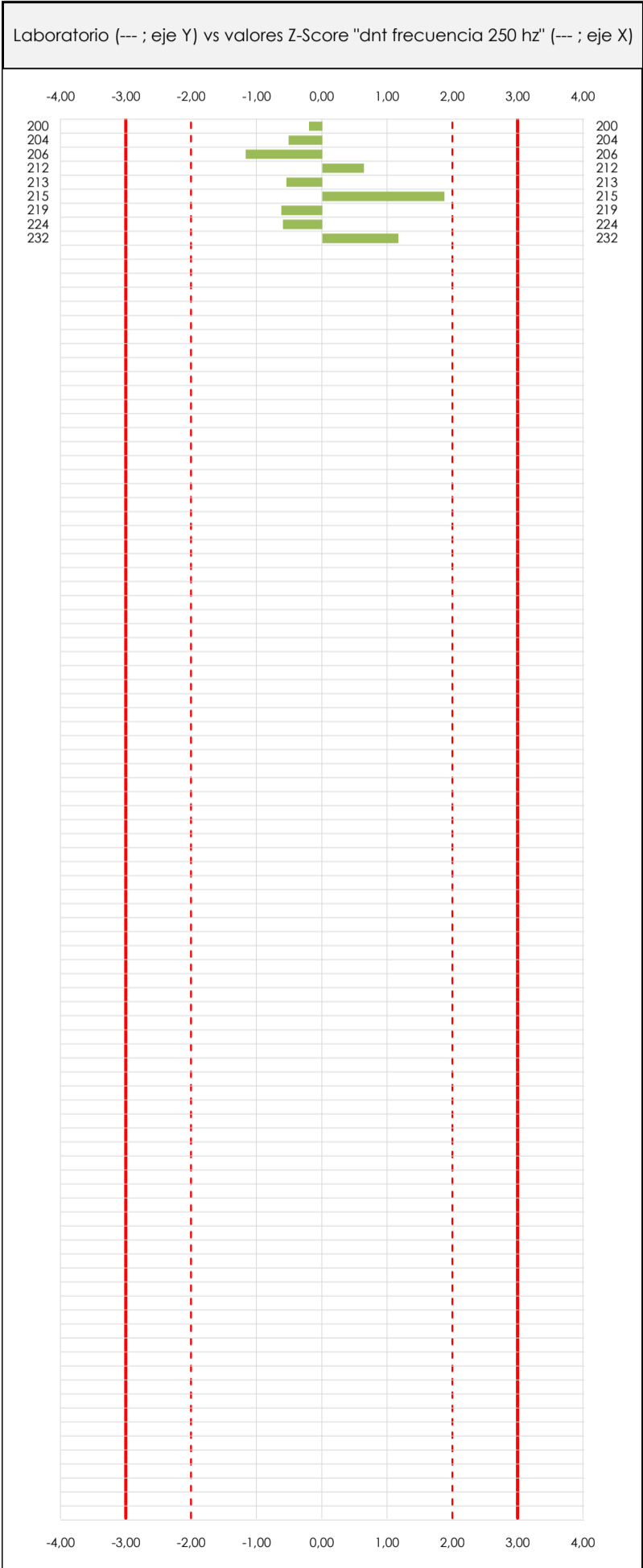
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 250 HZ (DB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

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



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 250 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
200	34,80	35,80	35,00	35,10	34,20	34,98	0,576	-0,37	✓	✓	✓			-0,205	S
204	34,20	35,20	34,70	33,20	36,60	34,78	1,258	-0,94	✓	✓	✓			-0,516	S
206	33,80	33,20	35,50	34,60	34,70	34,36	0,885	-2,14	✓	✓	✓			-1,171	S
212	35,90	34,50	37,70	34,50	35,00	35,52	1,346	1,16	✓	✓	✓			0,637	S
213	34,00	34,40	35,60	34,60	35,20	34,76	0,639	-1,00	✓	✓	✓			-0,547	S
215	36,08	36,82	35,47	37,18	36,00	36,31	0,685	3,42	✓	✓	✓			1,869	S
219	34,30	33,90	35,10	35,30	34,93	34,71	0,586	-1,15	✓	✓	✓			-0,630	S
224	34,17	35,45	34,00	34,70	35,30	34,72	0,650	-1,10	✓	✓	✓			-0,603	S
232	35,80	35,40	35,20	36,50	36,40	35,86	0,581	2,13	✓	✓	✓			1,166	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].

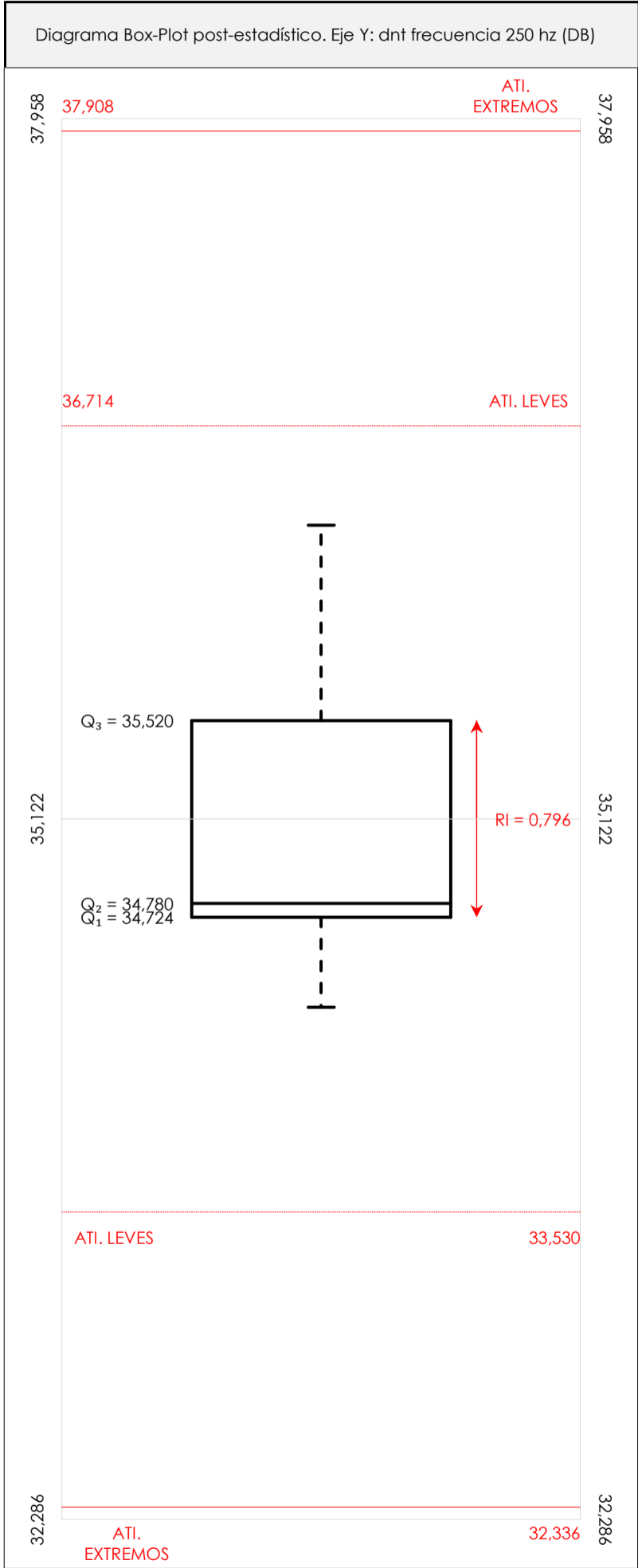
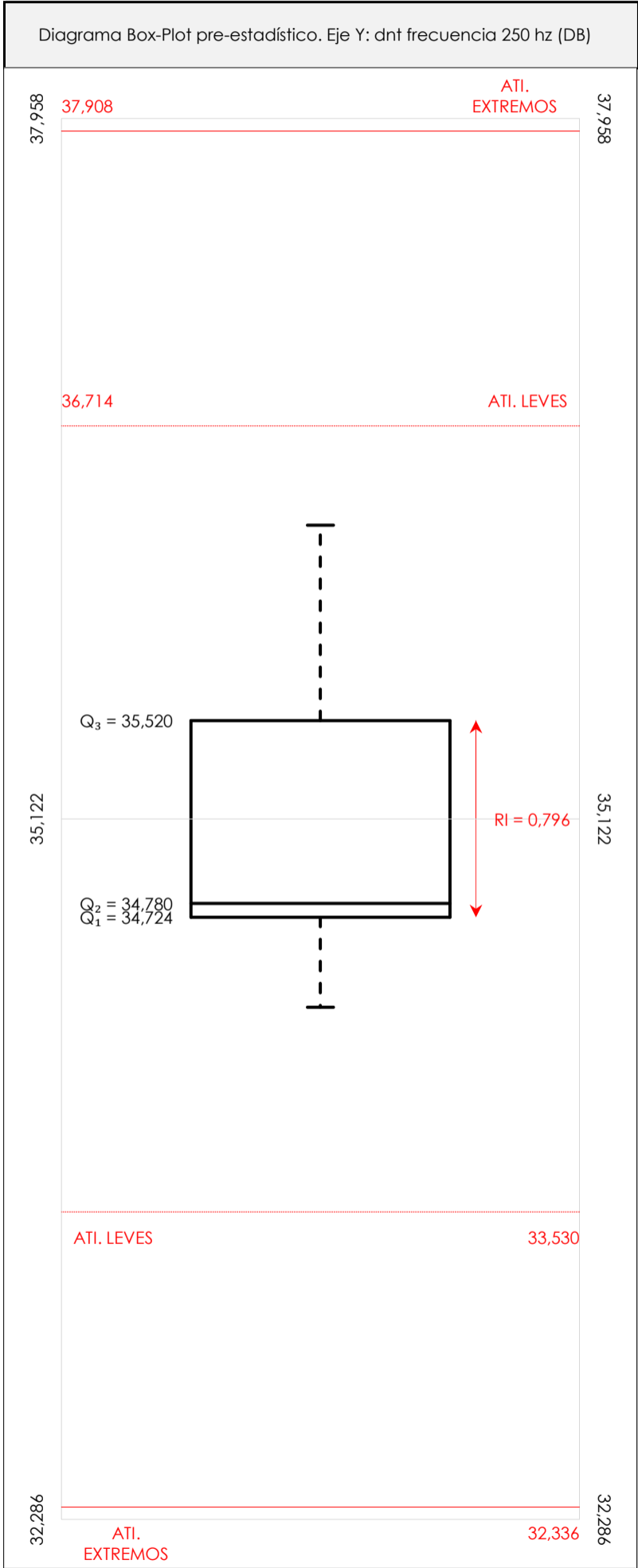
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 250 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).



# DNT FRECUENCIA 250 HZ (DB)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 250 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	36,08	36,82	37,70	37,18	36,60	36,31	36,08	36,82	37,70	37,18	36,60	36,31
Valor Mínimo (min ; %)	33,80	33,20	34,00	33,20	34,20	34,36	33,80	33,20	34,00	33,20	34,20	34,36
Valor Promedio (M ; %)	34,78	34,96	35,36	35,08	35,37	35,11	34,78	34,96	35,36	35,08	35,37	35,11
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,90	1,08	1,00	1,17	0,80	0,64	0,90	1,08	1,00	1,17	0,80	0,64
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,721	2,354	0,268	0,989	2,756		0,721	2,354	0,268	0,989	2,756	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,13	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 analisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

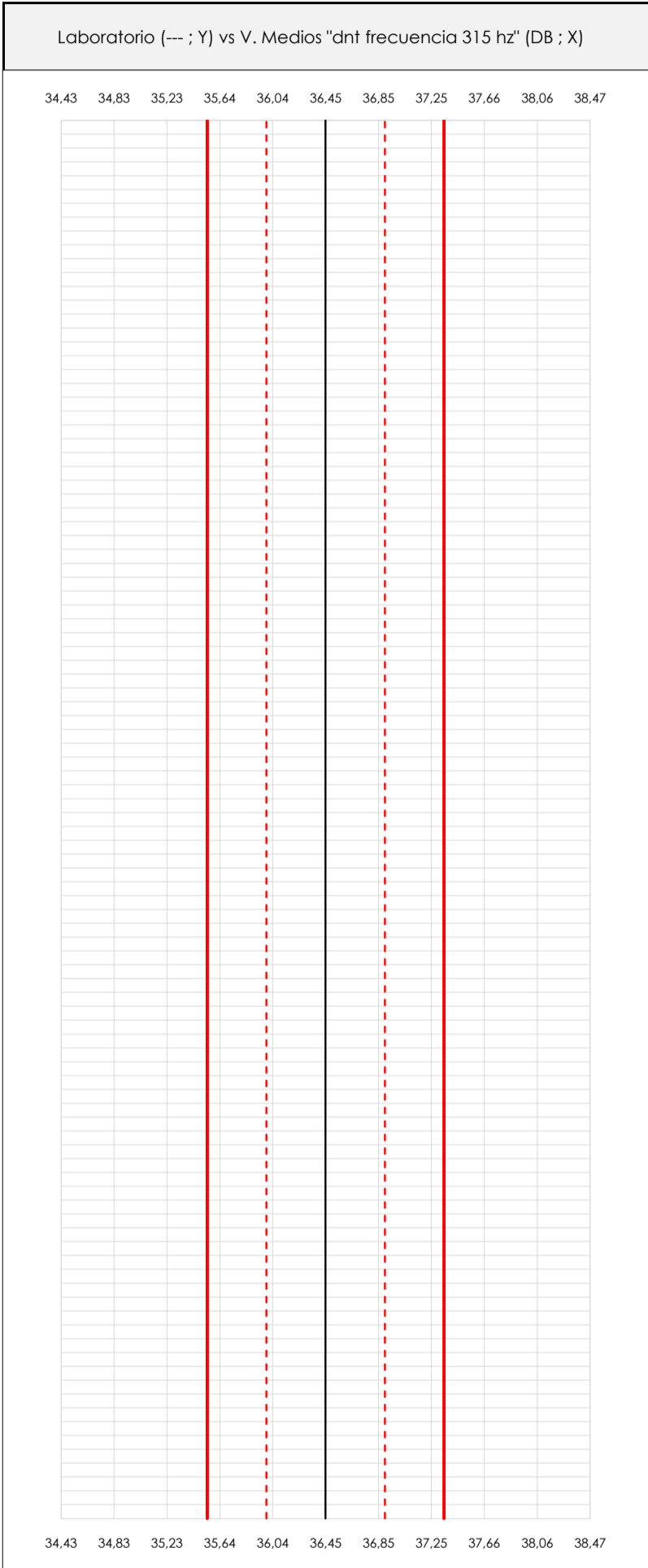
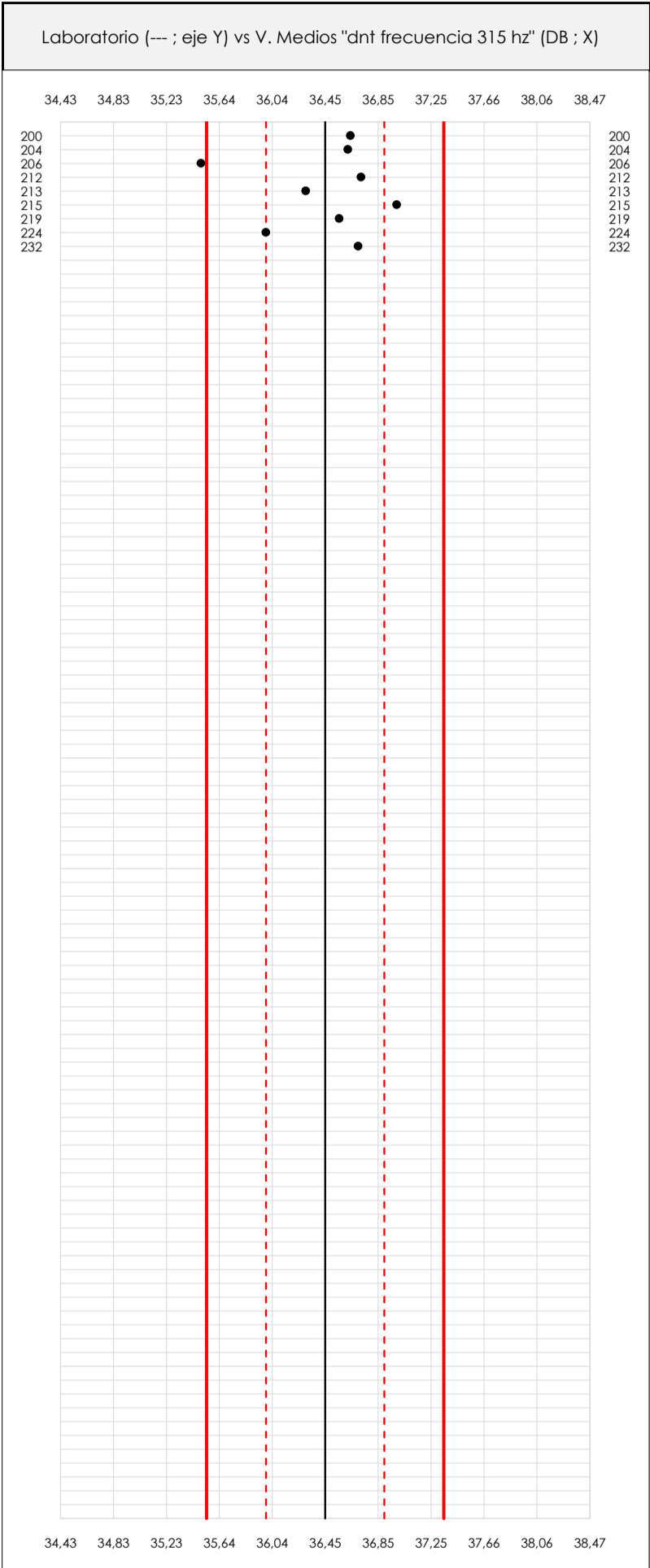
DNT FRECUENCIA 315 HZ



# DNT FRECUENCIA 315 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (36,45 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,90/35,99 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,35/35,54 ; líneas rojas de trazo continuo).

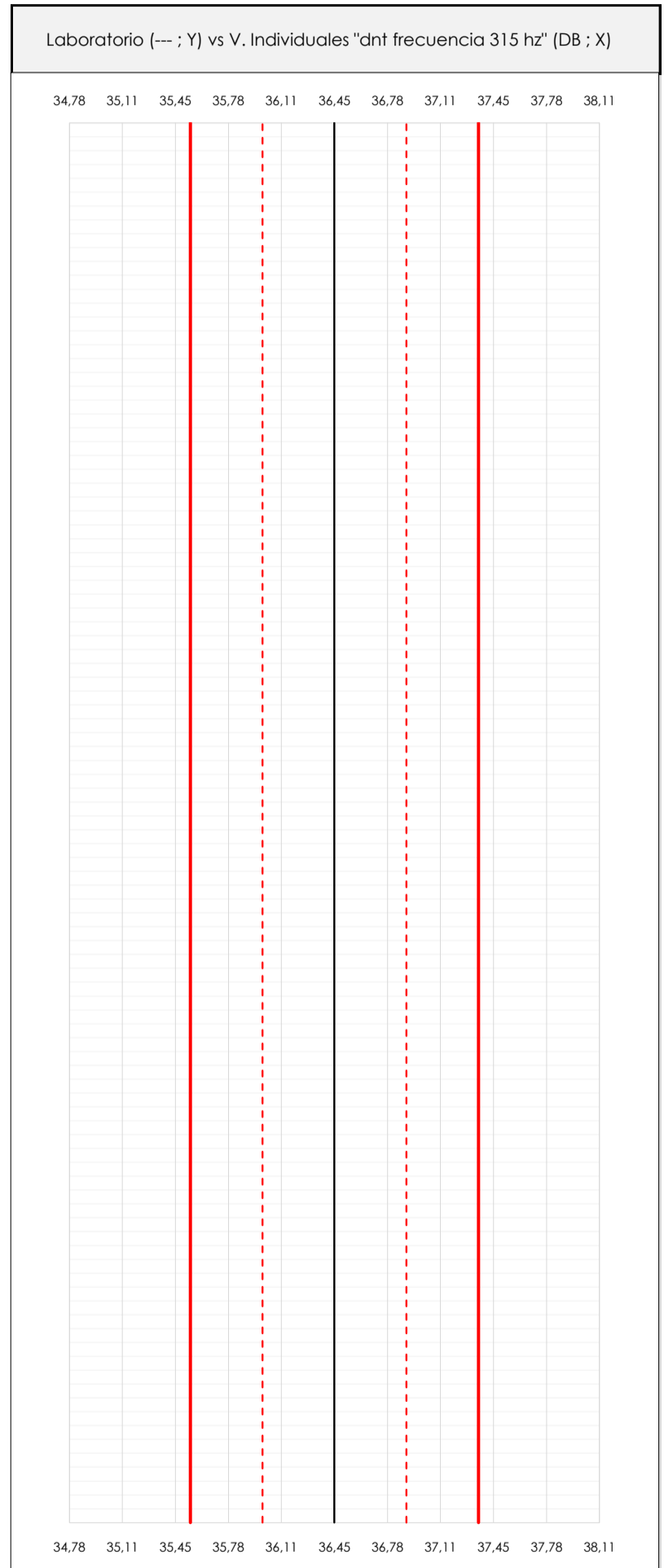
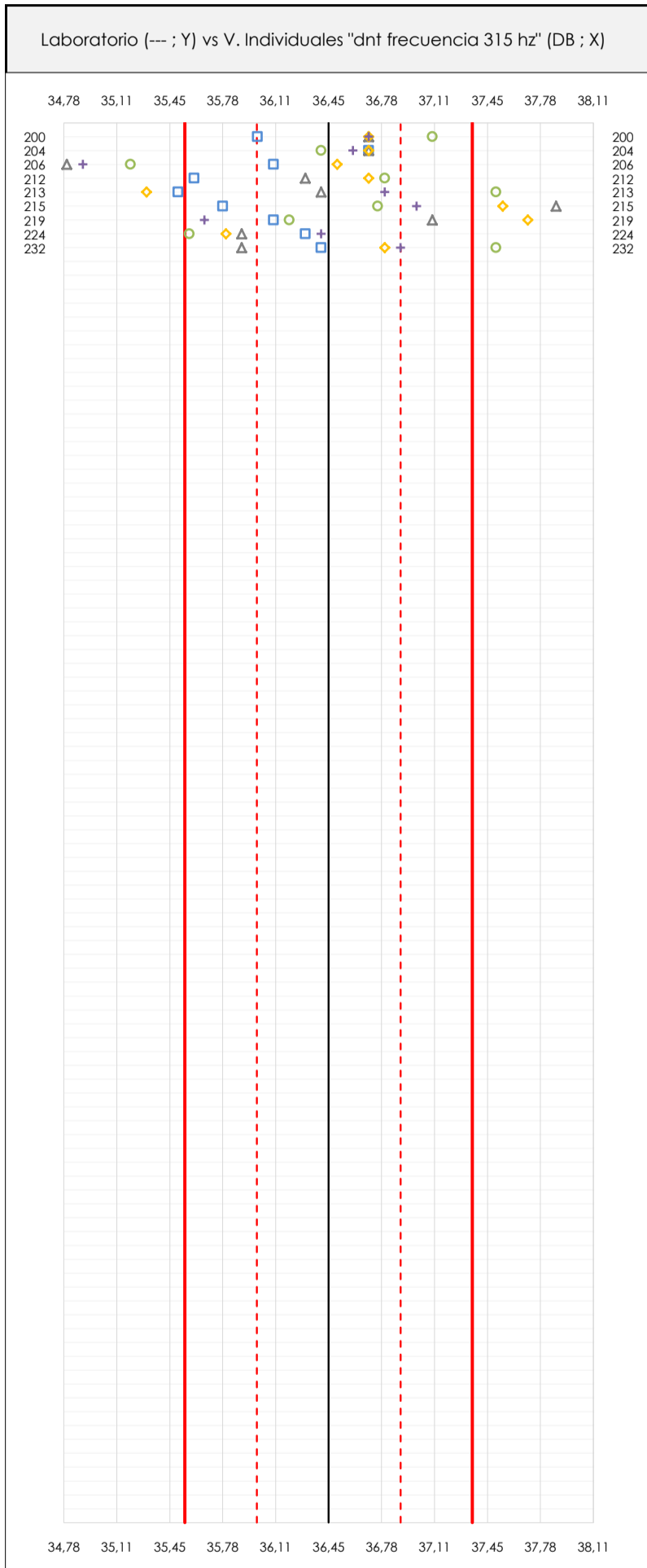
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 315 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 (36,45 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,90/35,99 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,35/35,54 ; 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 FRECUENCIA 315 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	36,00	37,10	36,70	36,70	36,70	36,64	0,397	0,53	✓	
204	36,70	36,40	36,70	36,70	36,60	36,62	0,130	0,48	✓	
206	36,10	35,20	34,80	36,50	34,90	35,50	0,758	-2,60	✓	
212	35,60	36,80	36,30	36,70	38,20	36,72	0,952	0,75	✓	
213	35,50	37,50	36,40	35,30	36,80	36,30	0,914	-0,40	✓	
215	35,78	36,76	37,88	37,54	37,00	36,99	0,808	1,50	✓	
219	36,10	36,20	37,10	37,70	35,67	36,55	0,827	0,29	✓	
224	36,30	35,57	35,90	35,80	36,40	35,99	0,348	-1,24	✓	
232	36,40	37,50	35,90	36,80	36,90	36,70	0,596	0,70	✓	

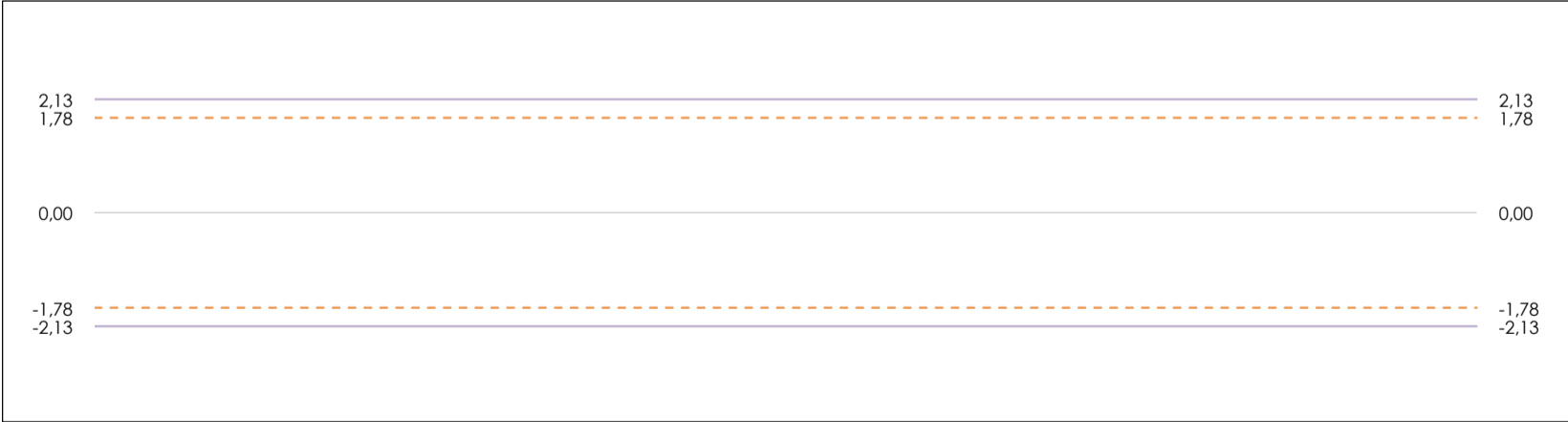
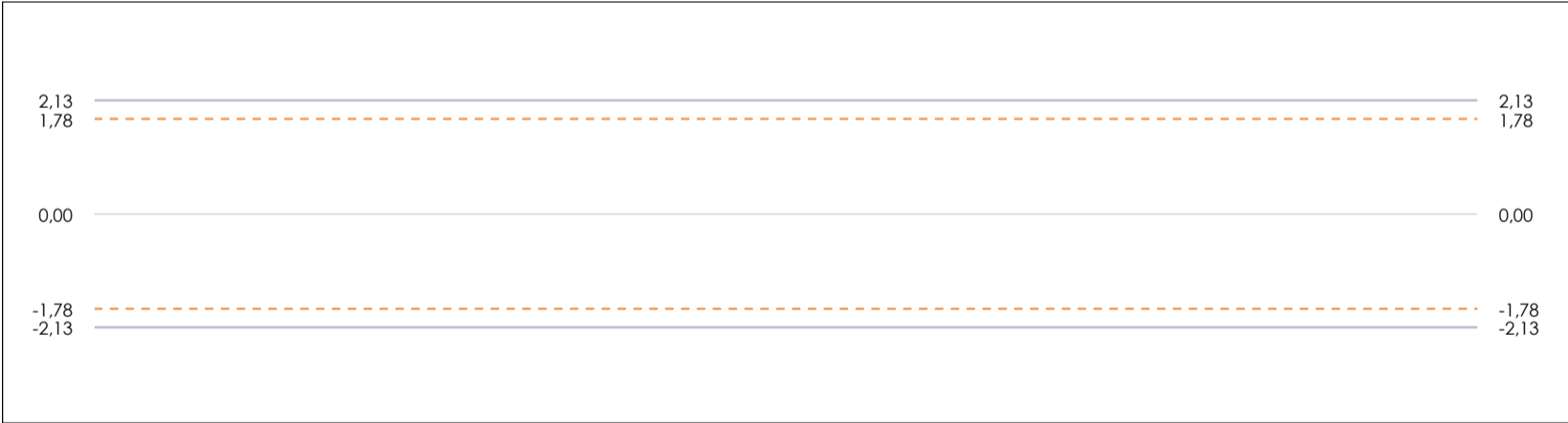
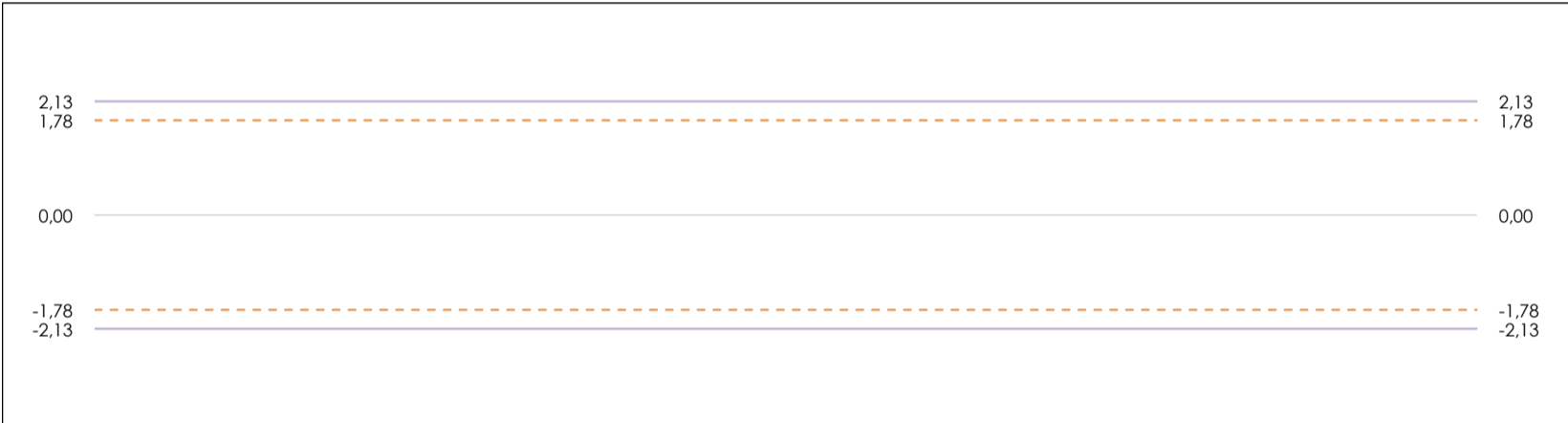
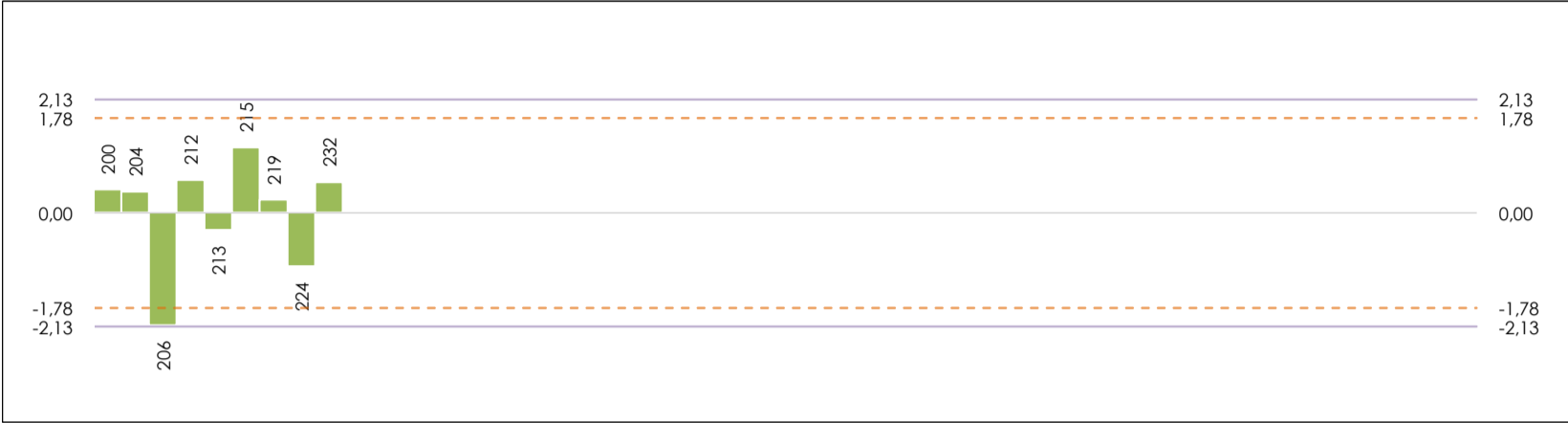
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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 airtmética interlaboratorios.
- <sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) 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 FRECUENCIA 315 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

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



# DNT FRECUENCIA 315 HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT FRECUENCIA 315 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
200	36,000	37,100	36,700	36,700	36,700	36,640	0,397	0,53	0,43	0,57						✓
204	36,70	36,400	36,700	36,700	36,600	36,620	0,130	0,48	0,38	0,19						✓
206	36,10	35,200	34,800	36,500	34,900	35,500	0,758	-2,60	-2,09*	1,10	0,211	2,092		0,1570		✓
212	35,60	36,800	36,300	36,700	38,200	36,720	0,952	0,75	0,60	1,38					0,7142	✓
213	35,50	37,500	36,400	35,300	36,800	36,300	0,914	-0,40	-0,32	1,32						✓
215	35,78	36,756	37,879	37,543	37,000	36,992	0,808	1,50	1,21	1,17			1,205		0,7142	✓
219	36,10	36,200	37,100	37,700	35,665	36,553	0,827	0,29	0,24	1,20						✓
224	36,30	35,570	35,900	35,800	36,400	35,994	0,348	-1,24	-1,00	0,50				0,1570		✓
232	36,40	37,500	35,900	36,800	36,900	36,700	0,596	0,70	0,56	0,86						✓

**NOTAS:**

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

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

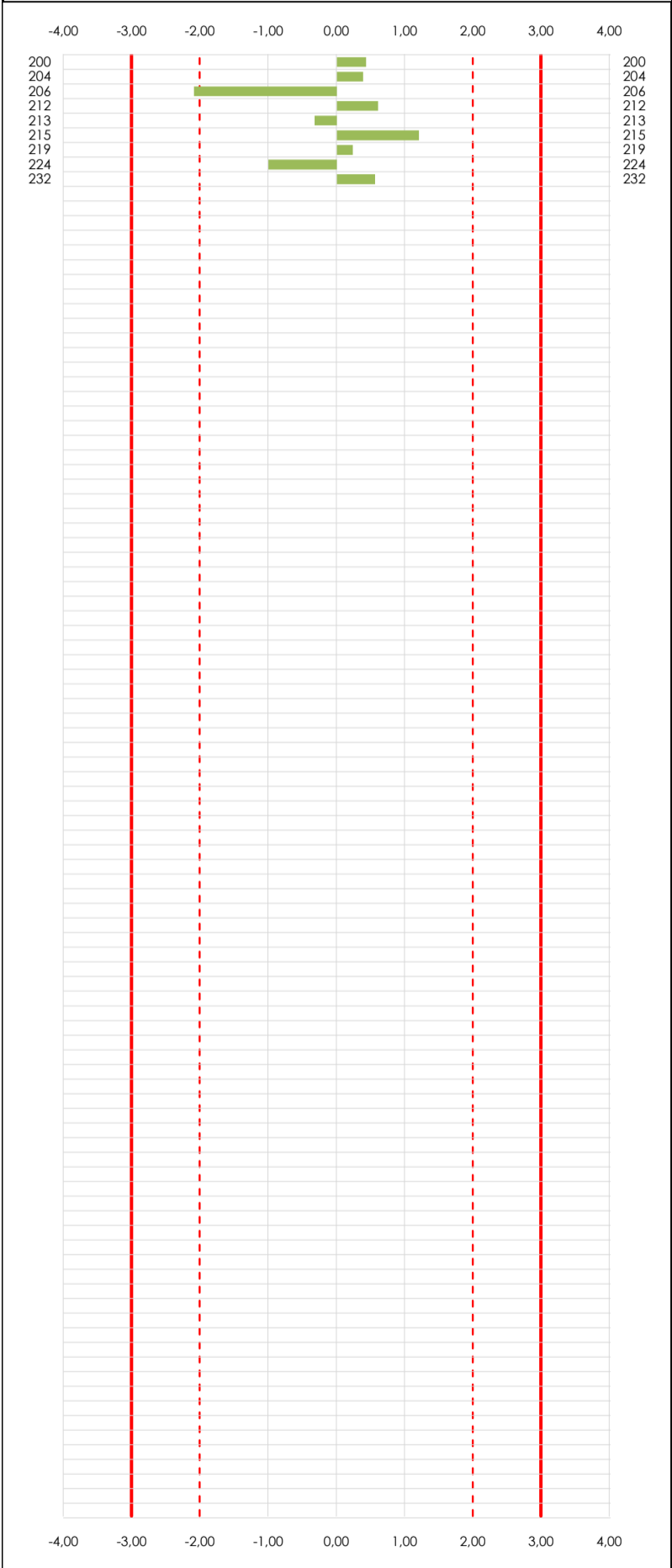


# DNT FRECUENCIA 315 HZ (DB)

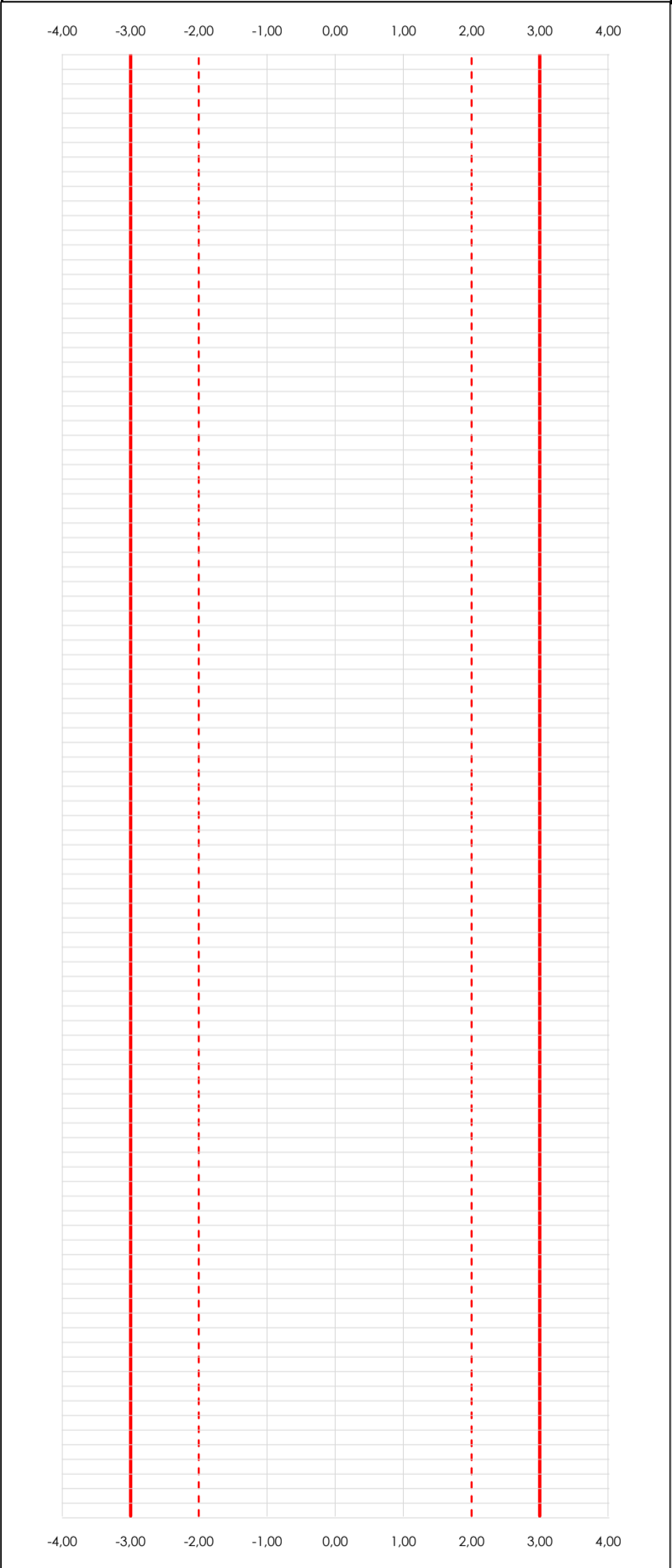
## Análisis C. Evaluación Z-Score

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

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 315 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 315 hz" (--- ; eje X)



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 315 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
200	36,00	37,10	36,70	36,70	36,70	36,64	0,397	0,53	✓	✓	✓			0,428	S
204	36,70	36,40	36,70	36,70	36,60	36,62	0,130	0,48	✓	✓	✓			0,383	S
206	36,10	35,20	34,80	36,50	34,90	35,50	0,758	-2,60	✓	✓	✓			-2,092	D
212	35,60	36,80	36,30	36,70	38,20	36,72	0,952	0,75	✓	✓	✓			0,604	S
213	35,50	37,50	36,40	35,30	36,80	36,30	0,914	-0,40	✓	✓	✓			-0,324	S
215	35,78	36,76	37,88	37,54	37,00	36,99	0,808	1,50	✓	✓	✓			1,205	S
219	36,10	36,20	37,10	37,70	35,67	36,55	0,827	0,29	✓	✓	✓			0,235	S
224	36,30	35,57	35,90	35,80	36,40	35,99	0,348	-1,24	✓	✓	✓			-1,000	S
232	36,40	37,50	35,90	36,80	36,90	36,70	0,596	0,70	✓	✓	✓			0,560	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].

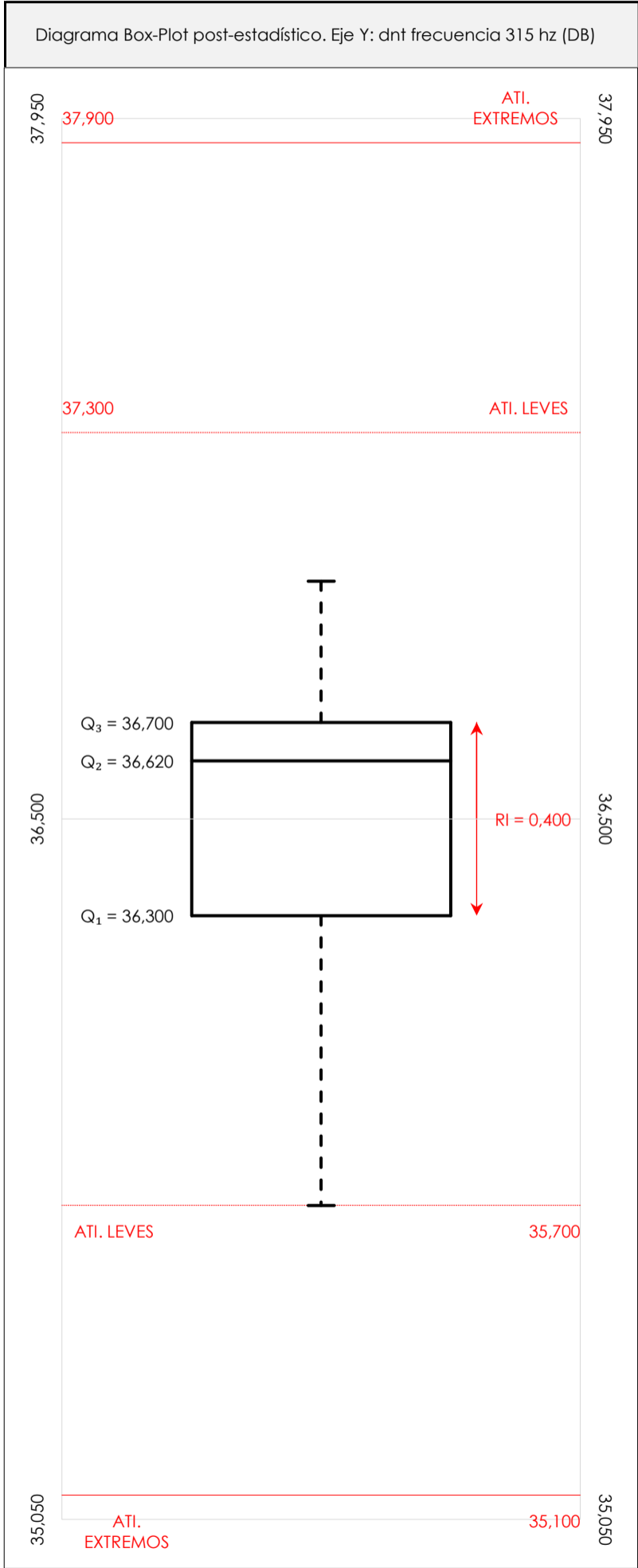
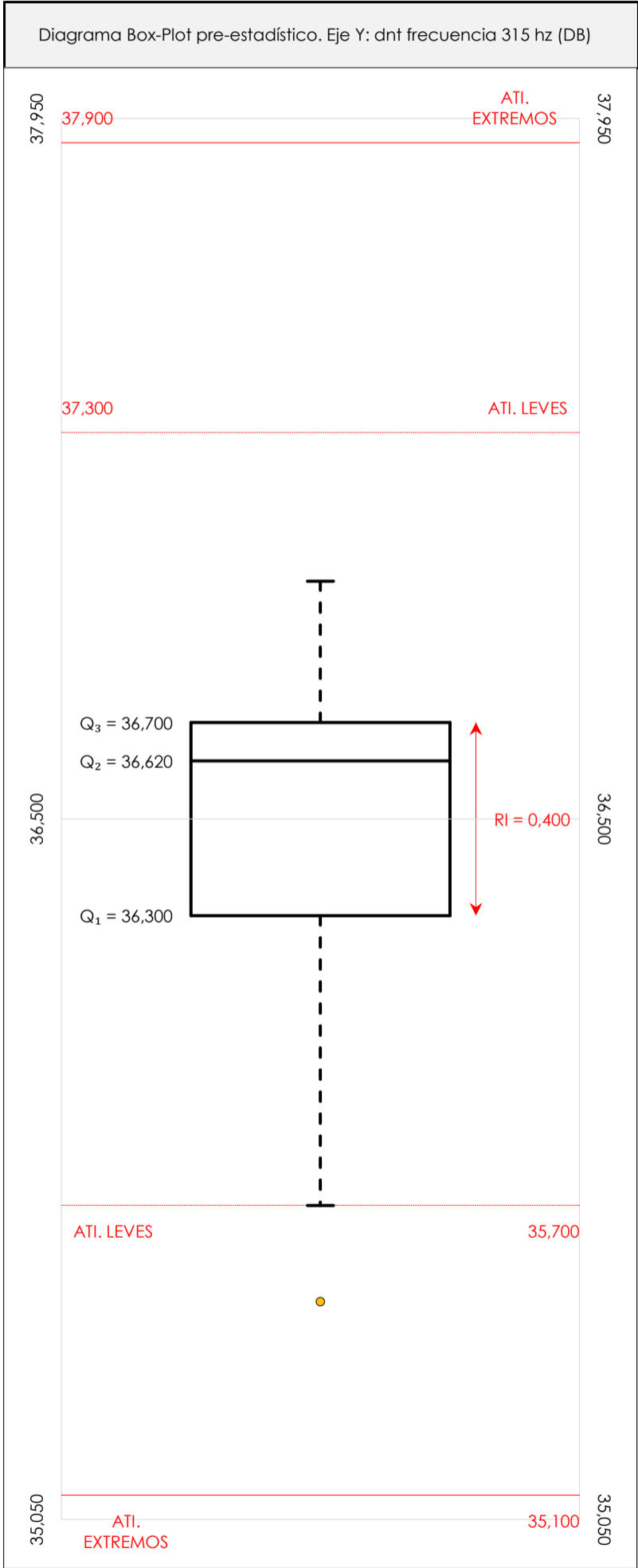
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 315 HZ (DB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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



# DNT FRECUENCIA 315 HZ (DB)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 315 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	36,70	37,50	37,88	37,70	38,20	36,99	36,70	37,50	37,88	37,70	38,20	36,99
Valor Mínimo (min ; %)	35,50	35,20	34,80	35,30	34,90	35,50	35,50	35,20	34,80	35,30	34,90	35,50
Valor Promedio (M ; %)	36,05	36,56	36,41	36,64	36,57	36,45	36,05	36,56	36,41	36,64	36,57	36,45
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,39	0,80	0,86	0,75	0,91	0,45	0,39	0,80	0,86	0,75	0,91	0,45
Coef. Variación (CV ; ---)	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,478	1,917	0,109	0,587	2,124		0,478	1,917	0,109	0,587	2,124	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,13	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: 8 resultados satisfactorios, 1 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

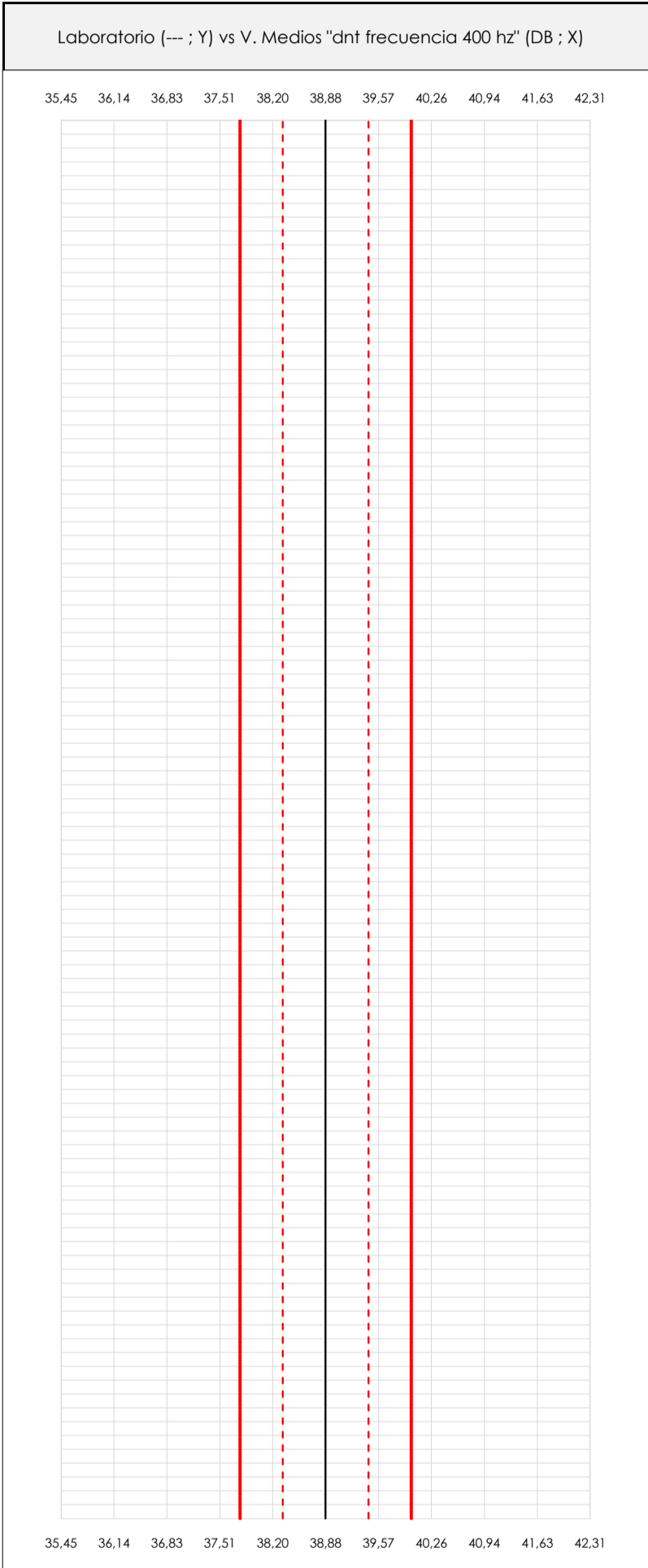
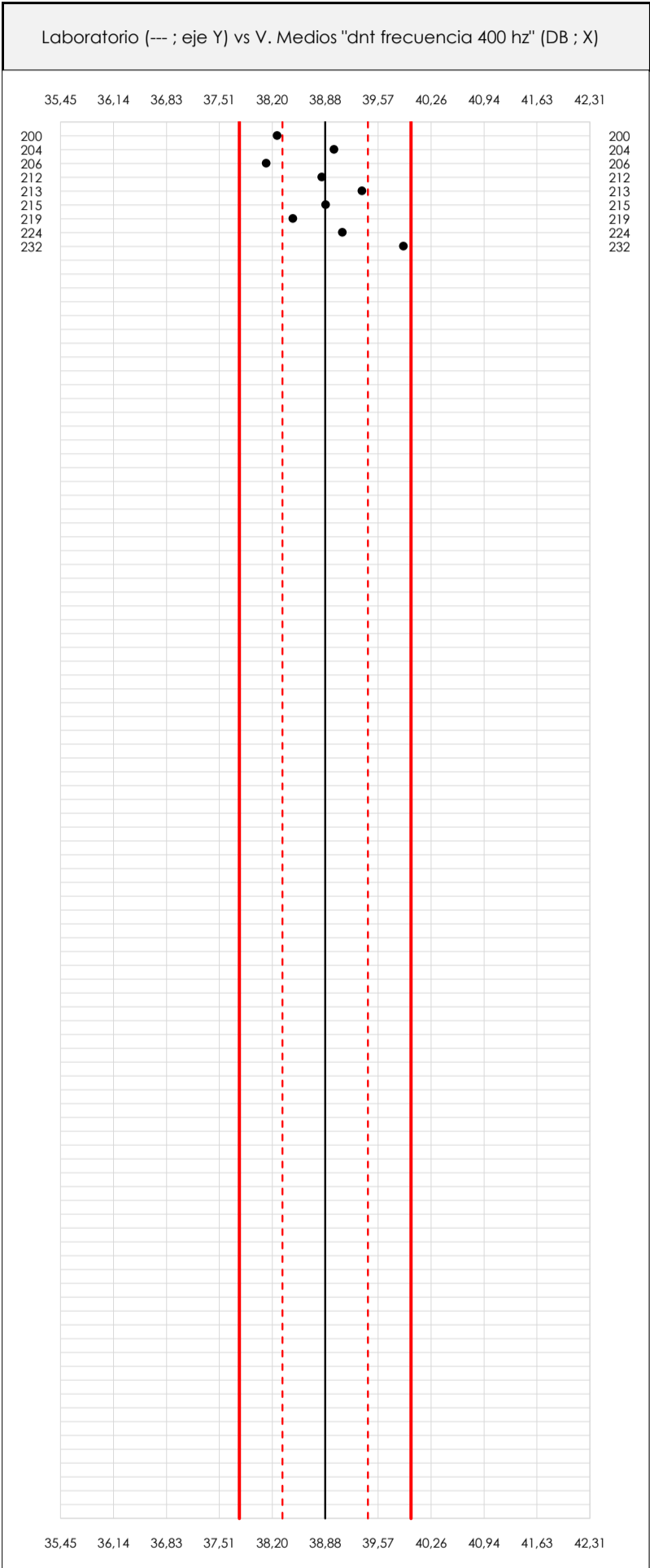
DNT FRECUENCIA 400 HZ



# DNT FRECUENCIA 400 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (38,88 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,44/38,33 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,99/37,77 ; líneas rojas de trazo continuo).

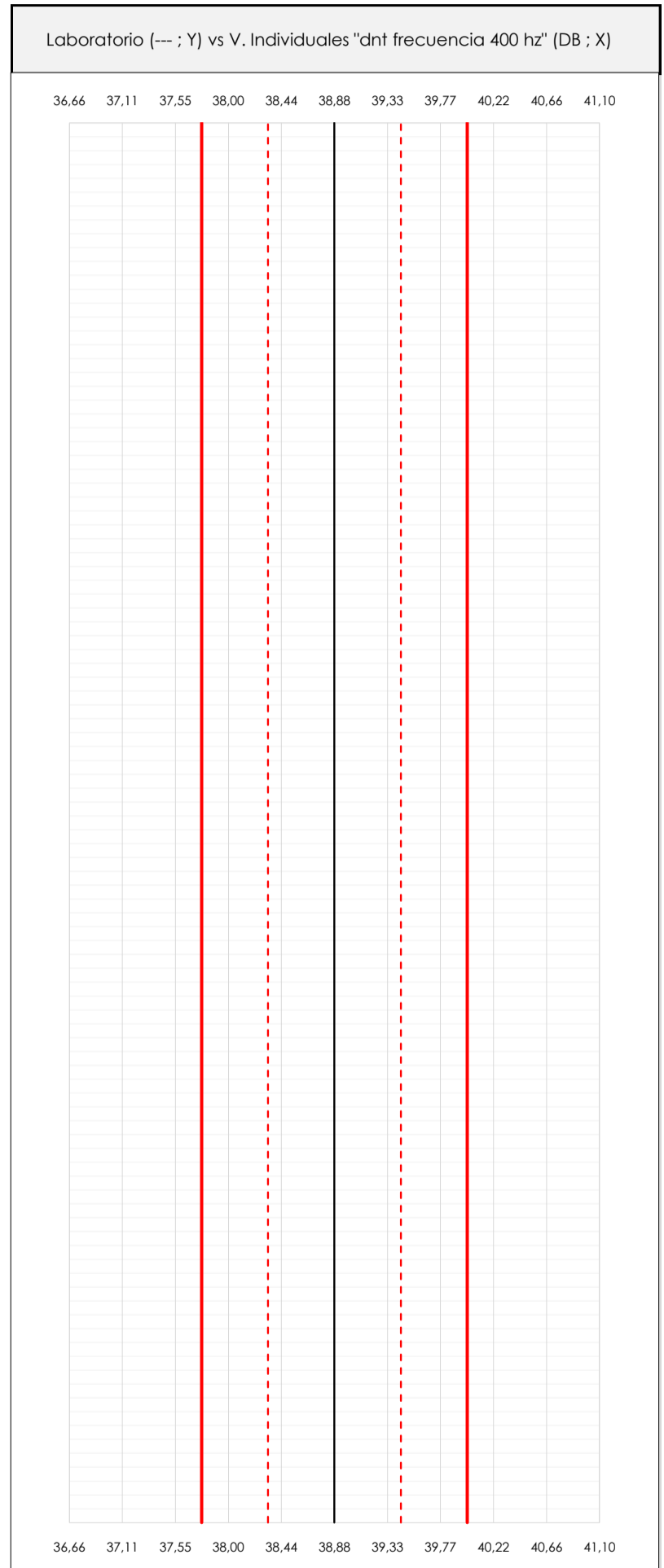
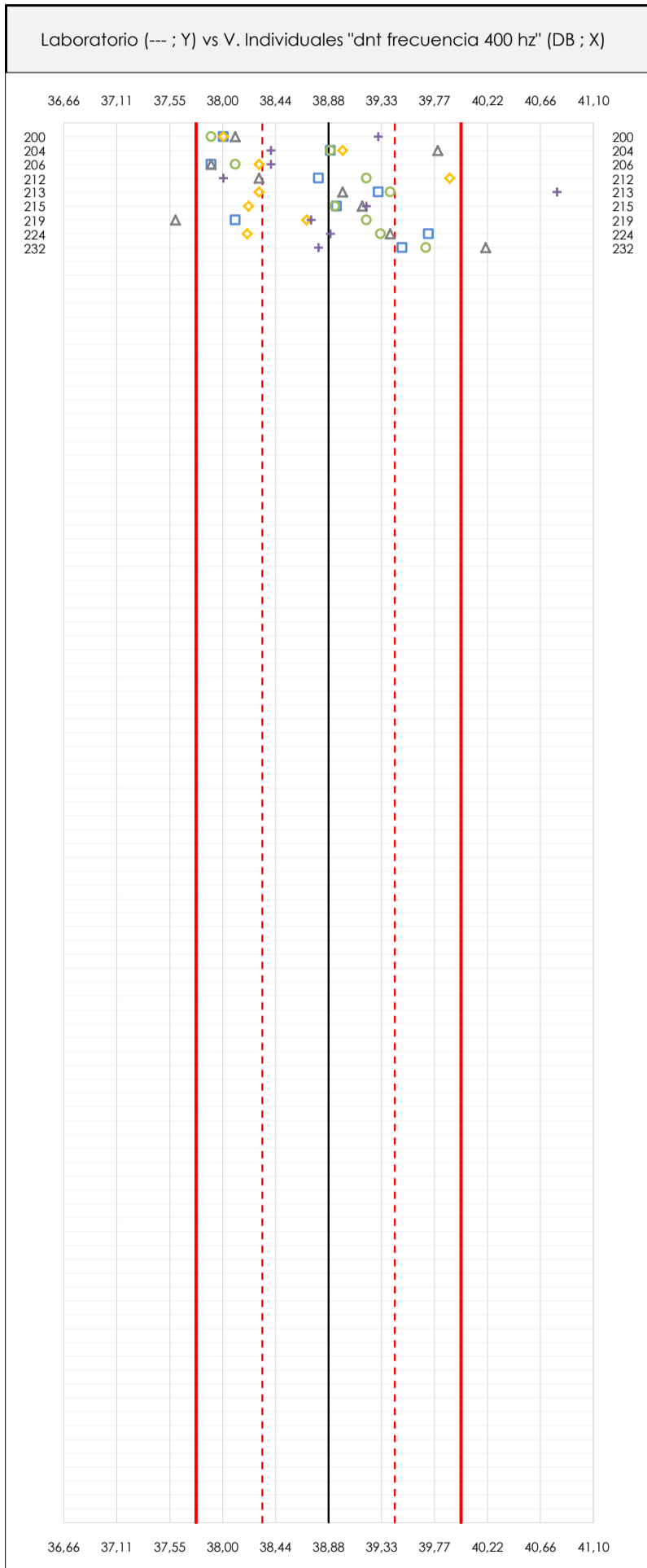
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 400 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 (38,88 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,44/38,33 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,99/37,77 ; 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 FRECUENCIA 400 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	38,00	37,90	38,10	38,00	39,30	38,26	0,586	-1,60	✓	
204	38,90	38,90	39,80	39,00	38,40	39,00	0,505	0,30	✓	
206	37,90	38,10	37,90	38,30	38,40	38,12	0,228	-1,96	✓	
212	38,80	39,20	38,30	39,90	38,00	38,84	0,750	-0,11	✓	
213	39,30	39,40	39,00	38,30	40,80	39,36	0,913	1,23	✓	
215	38,95	38,94	39,17	38,21	39,20	38,89	0,400	0,02	✓	
219	38,10	39,20	37,60	38,70	38,74	38,47	0,623	-1,07	✓	
224	39,72	39,32	39,40	38,20	38,90	39,11	0,586	0,58	✓	
232	39,50	39,70	40,20	41,30	38,80	39,90	0,930	2,62	✓	

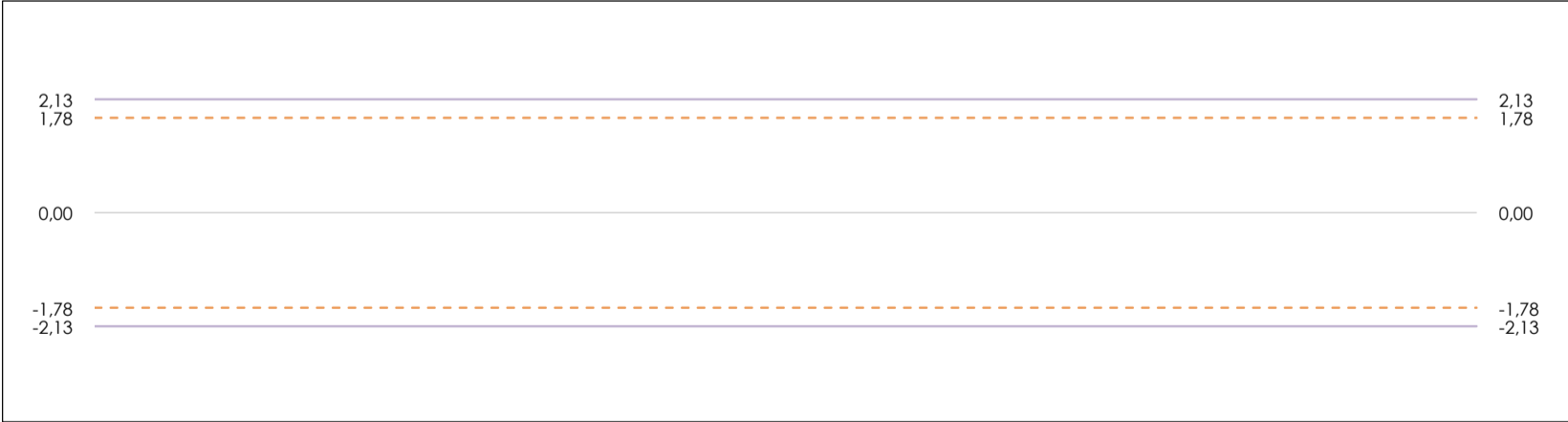
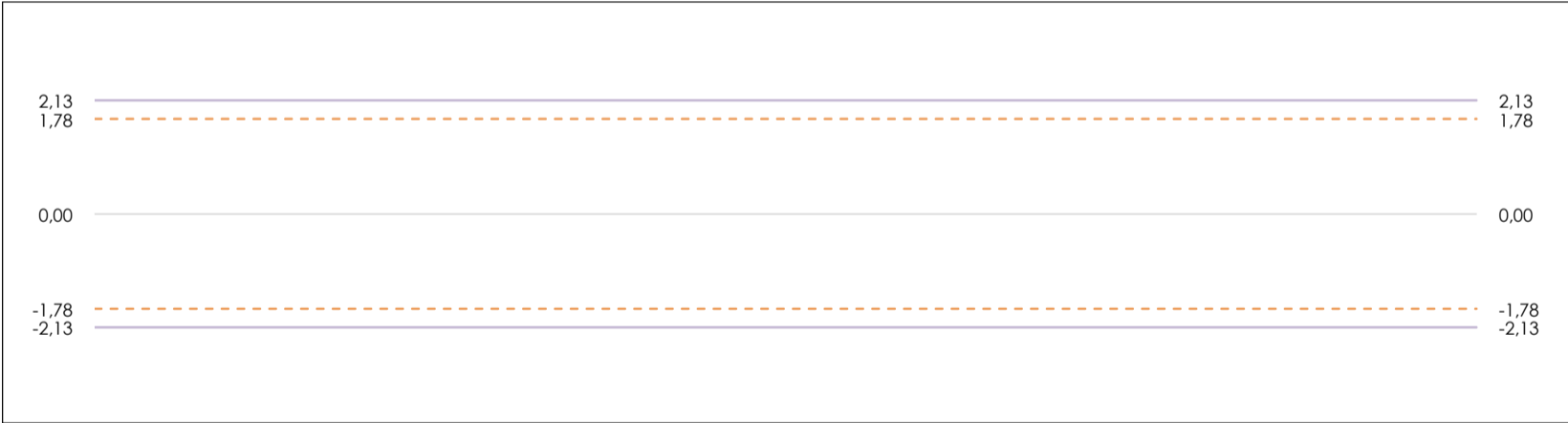
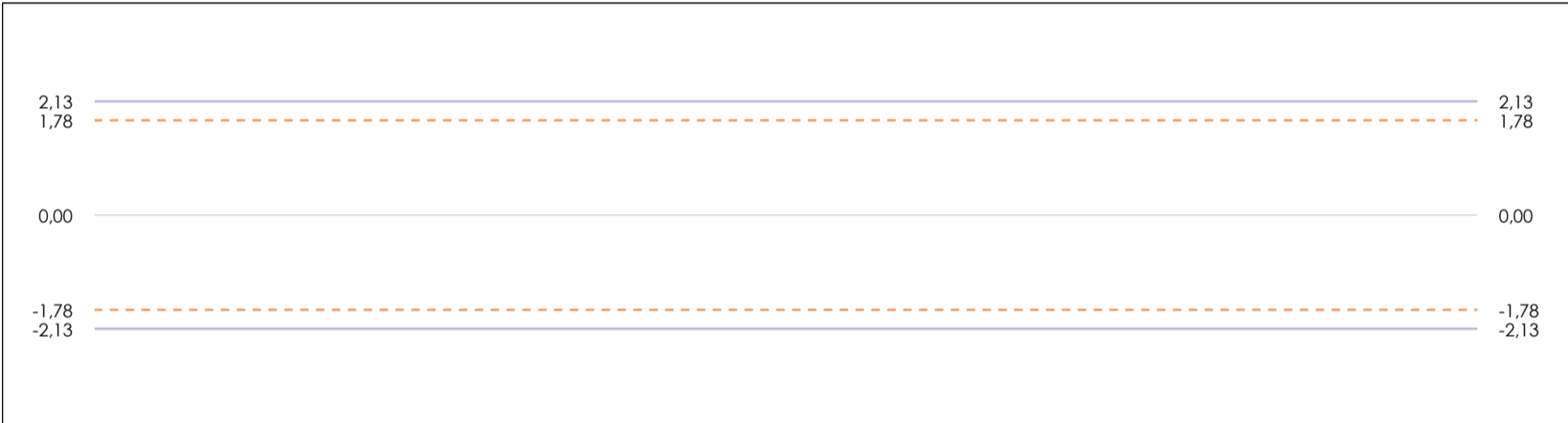
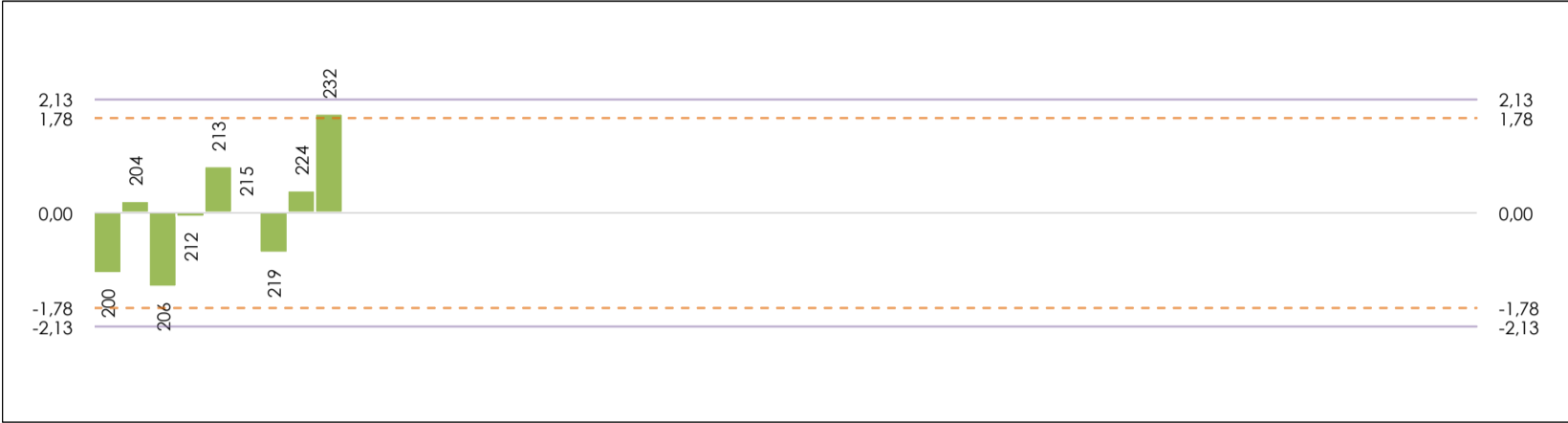
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> 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 FRECUENCIA 400 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

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



# DNT FRECUENCIA 400 HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



**ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS**

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

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



# DNT FRECUENCIA 400 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>	$\bar{X}_i$ crit	S <sub>Li</sub>	D <sub>i</sub> crit %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim</sub> Inf	G <sub>Sim</sub> Sup	G <sub>Dob</sub> Inf	G <sub>Dob</sub> Sup	Pasa B
200	38,000	37,900	38,100	38,000	39,300	38,260	0,586	-1,60	-1,12	0,90				0,4961		✓
204	38,90	38,900	39,800	39,000	38,400	39,000	0,505	0,30	0,21	0,78						✓
206	37,90	38,100	37,900	38,300	38,400	38,120	0,228	-1,96	-1,37	0,35		1,373		0,4961		✓
212	38,80	39,200	38,300	39,900	38,000	38,840	0,750	-0,11	-0,08	1,15						✓
213	39,30	39,400	39,000	38,300	40,800	39,360	0,913	1,23	0,86	1,40				0,3605		✓
215	38,95	38,937	39,166	38,210	39,200	38,893	0,400	0,02	0,02	0,62						✓
219	38,10	39,200	37,600	38,700	38,737	38,467	0,623	-1,07	-0,75	0,96						✓
224	39,72	39,320	39,400	38,200	38,900	39,108	0,586	0,58	0,40	0,90						✓
232	39,50	39,700	40,200	41,300	38,800	39,900	0,930	2,62	1,83*	1,43	0,228		1,830		0,3605	✓

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio. " $\bar{X}_i$  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 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.

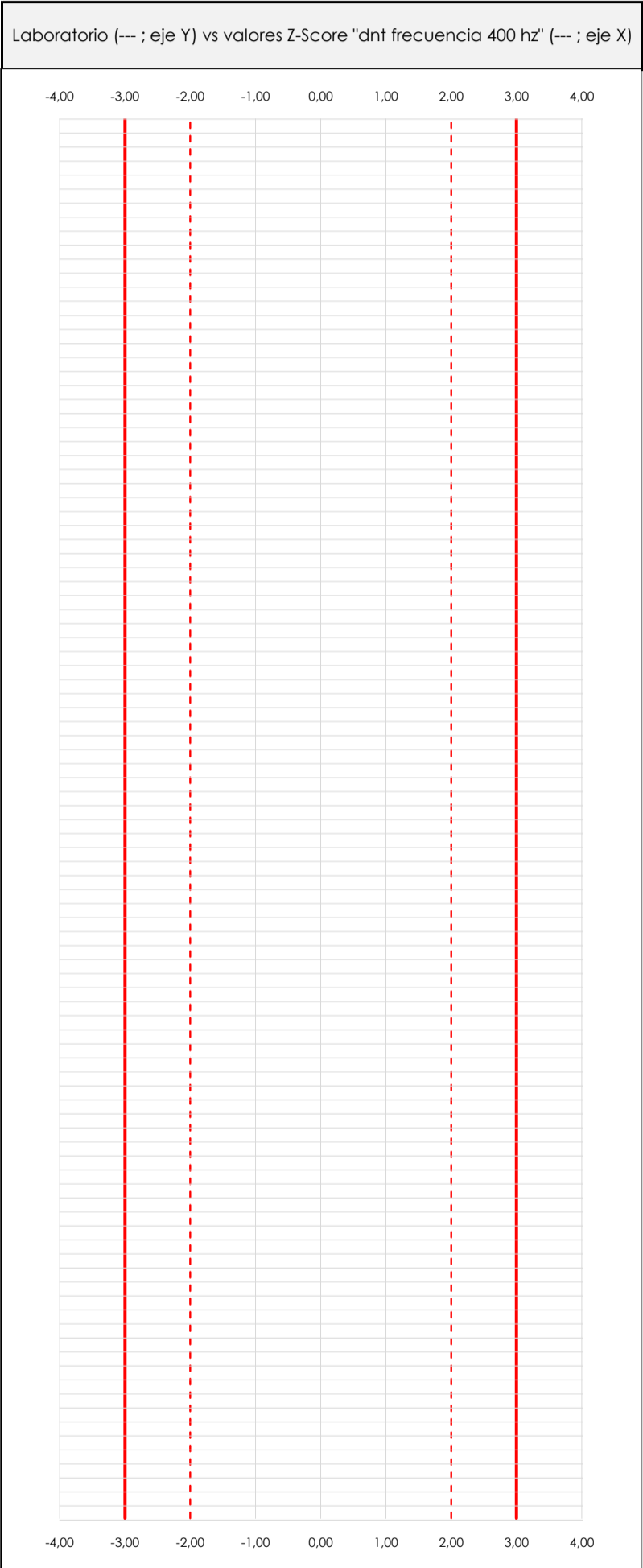
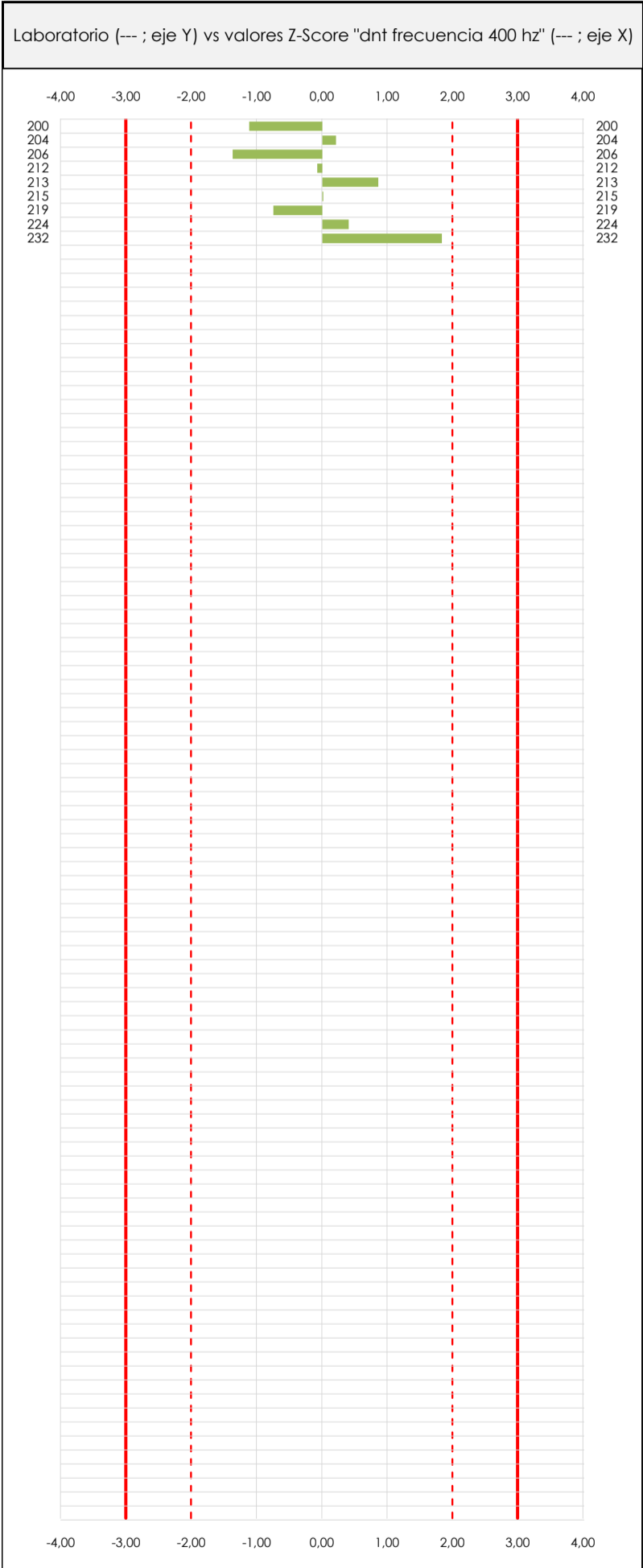
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 400 HZ (DB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

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



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 400 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
200	38,00	37,90	38,10	38,00	39,30	38,26	0,586	-1,60	✓	✓	✓			-1,121	S
204	38,90	38,90	39,80	39,00	38,40	39,00	0,505	0,30	✓	✓	✓			0,210	S
206	37,90	38,10	37,90	38,30	38,40	38,12	0,228	-1,96	✓	✓	✓			-1,373	S
212	38,80	39,20	38,30	39,90	38,00	38,84	0,750	-0,11	✓	✓	✓			-0,078	S
213	39,30	39,40	39,00	38,30	40,80	39,36	0,913	1,23	✓	✓	✓			0,858	S
215	38,95	38,94	39,17	38,21	39,20	38,89	0,400	0,02	✓	✓	✓			0,017	S
219	38,10	39,20	37,60	38,70	38,74	38,47	0,623	-1,07	✓	✓	✓			-0,748	S
224	39,72	39,32	39,40	38,20	38,90	39,11	0,586	0,58	✓	✓	✓			0,405	S
232	39,50	39,70	40,20	41,30	38,80	39,90	0,930	2,62	✓	✓	✓			1,830	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].

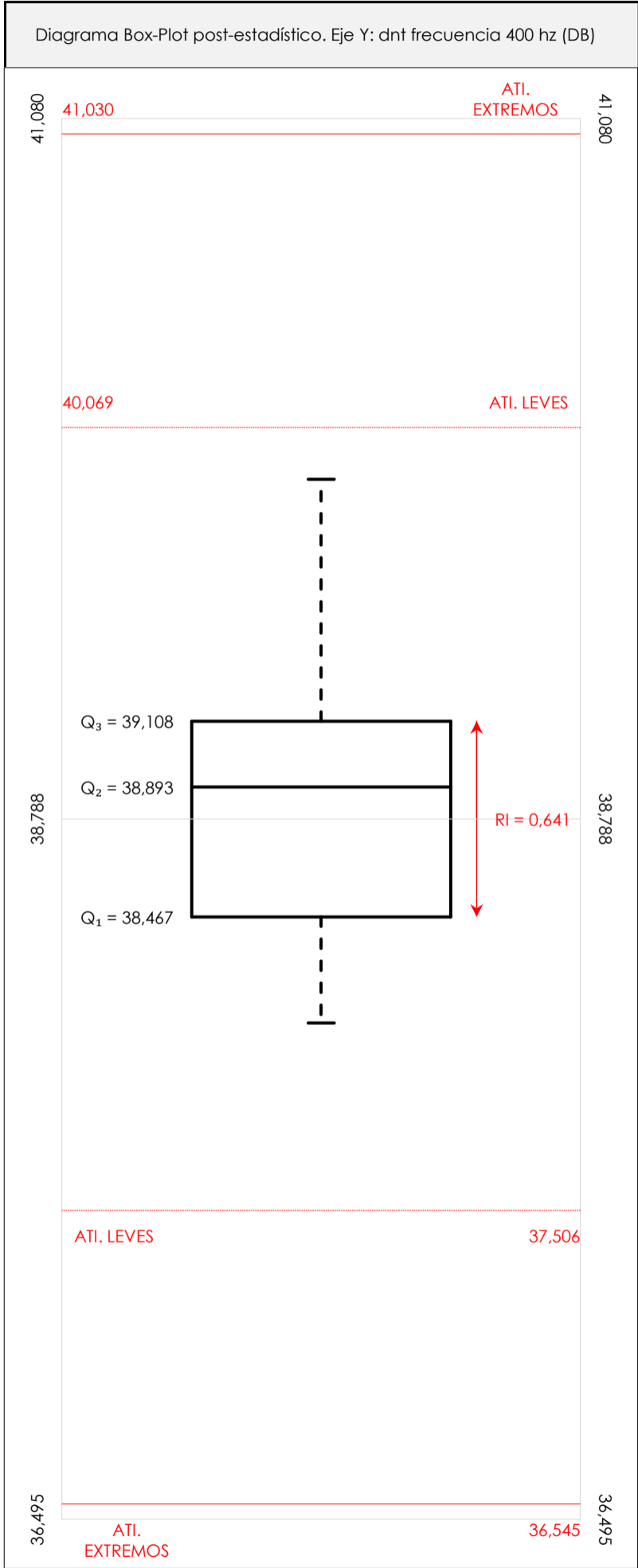
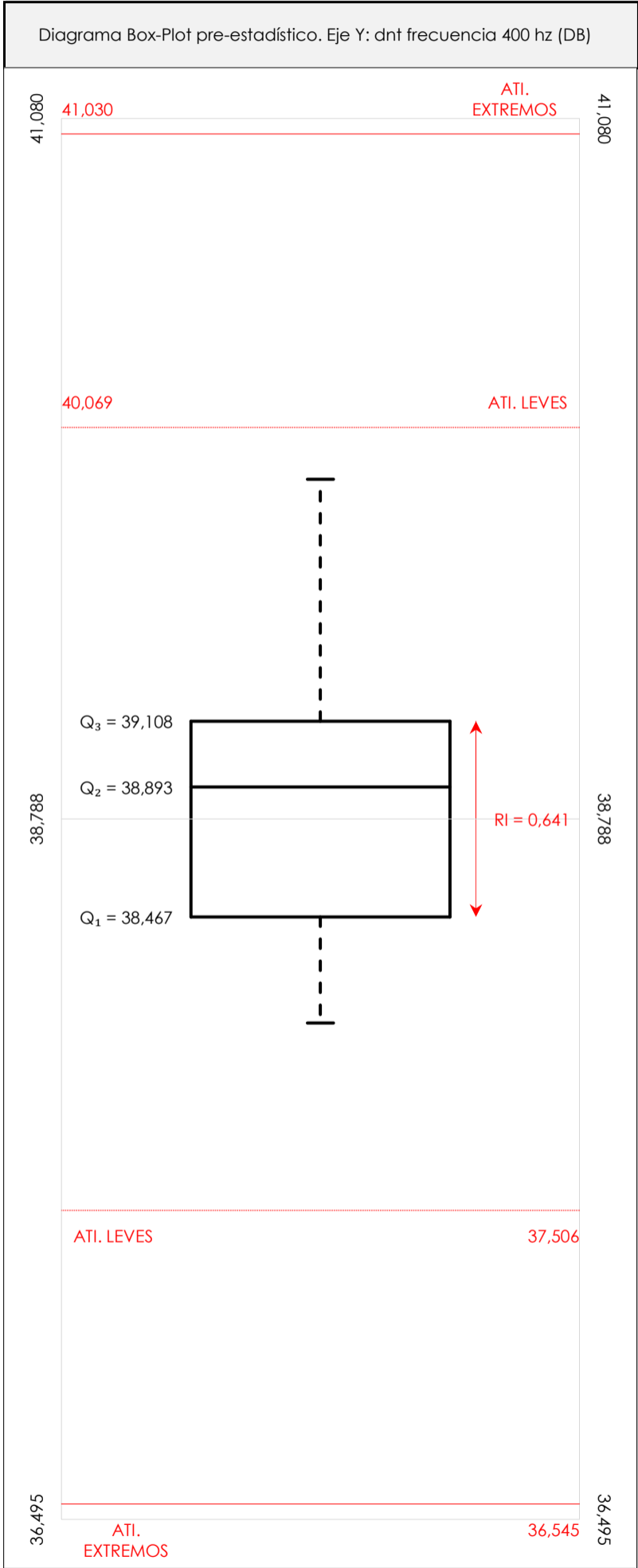
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 400 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).



# DNT FRECUENCIA 400 HZ (DB)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 400 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	39,72	39,70	40,20	41,30	40,80	39,90	39,72	39,70	40,20	41,30	40,80	39,90
Valor Mínimo (min ; %)	37,90	37,90	37,60	38,00	38,00	38,12	37,90	37,90	37,60	38,00	38,00	38,12
Valor Promedio (M ; %)	38,80	38,96	38,83	38,88	38,95	38,88	38,80	38,96	38,83	38,88	38,95	38,88
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,67	0,60	0,90	1,08	0,81	0,56	0,67	0,60	0,90	1,08	0,81	0,56
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,422	1,802	0,224	0,647	2,229		0,422	1,802	0,224	0,647	2,229	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,13	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 análisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

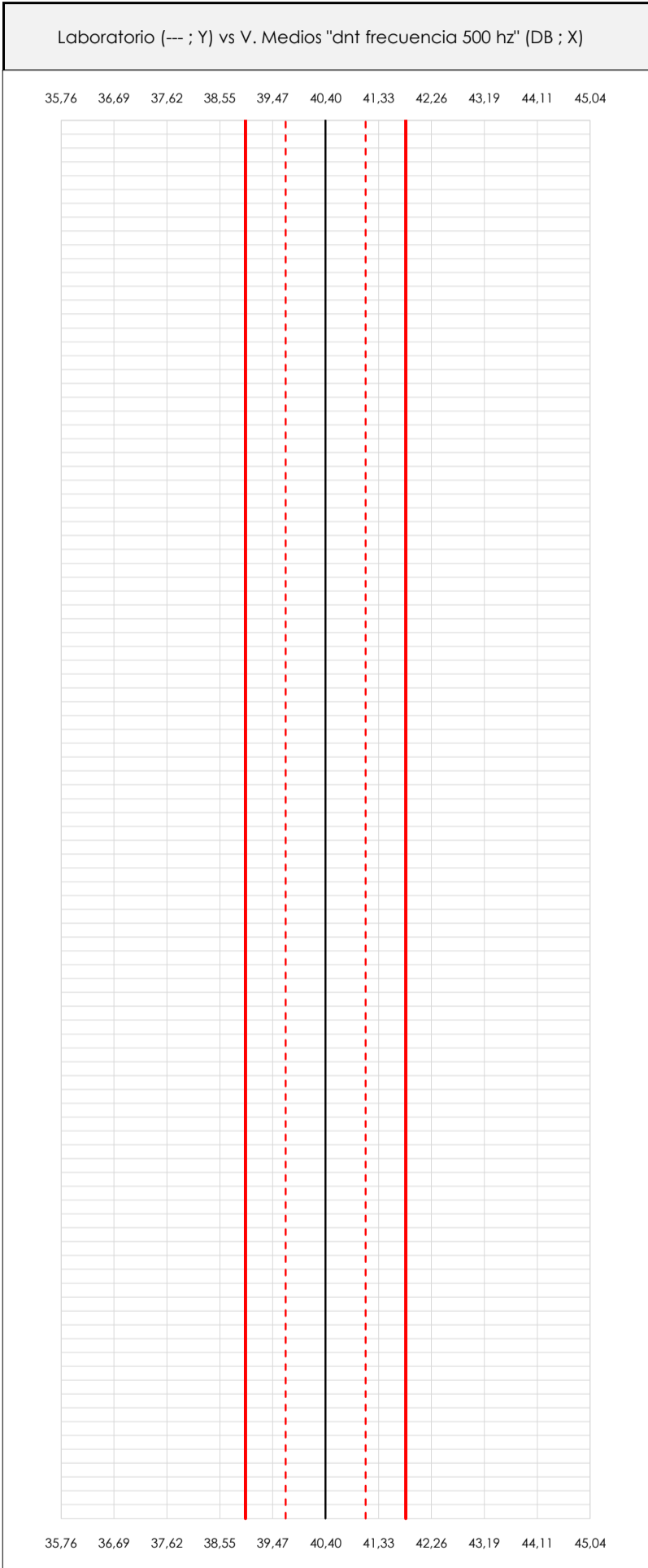
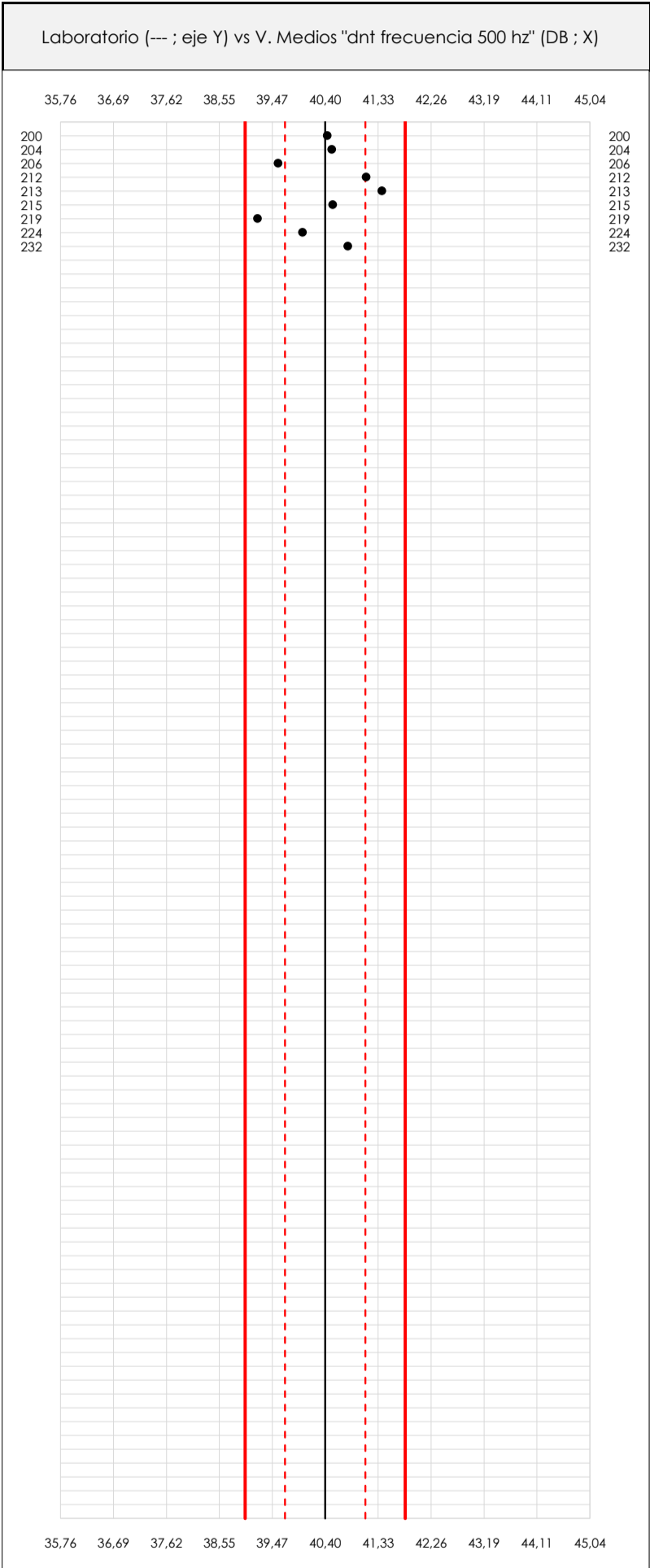
DNT FRECUENCIA 500 HZ



# DNT FRECUENCIA 500 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (40,40 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (41,10/39,70 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (41,81/39,00 ; líneas rojas de trazo continuo).

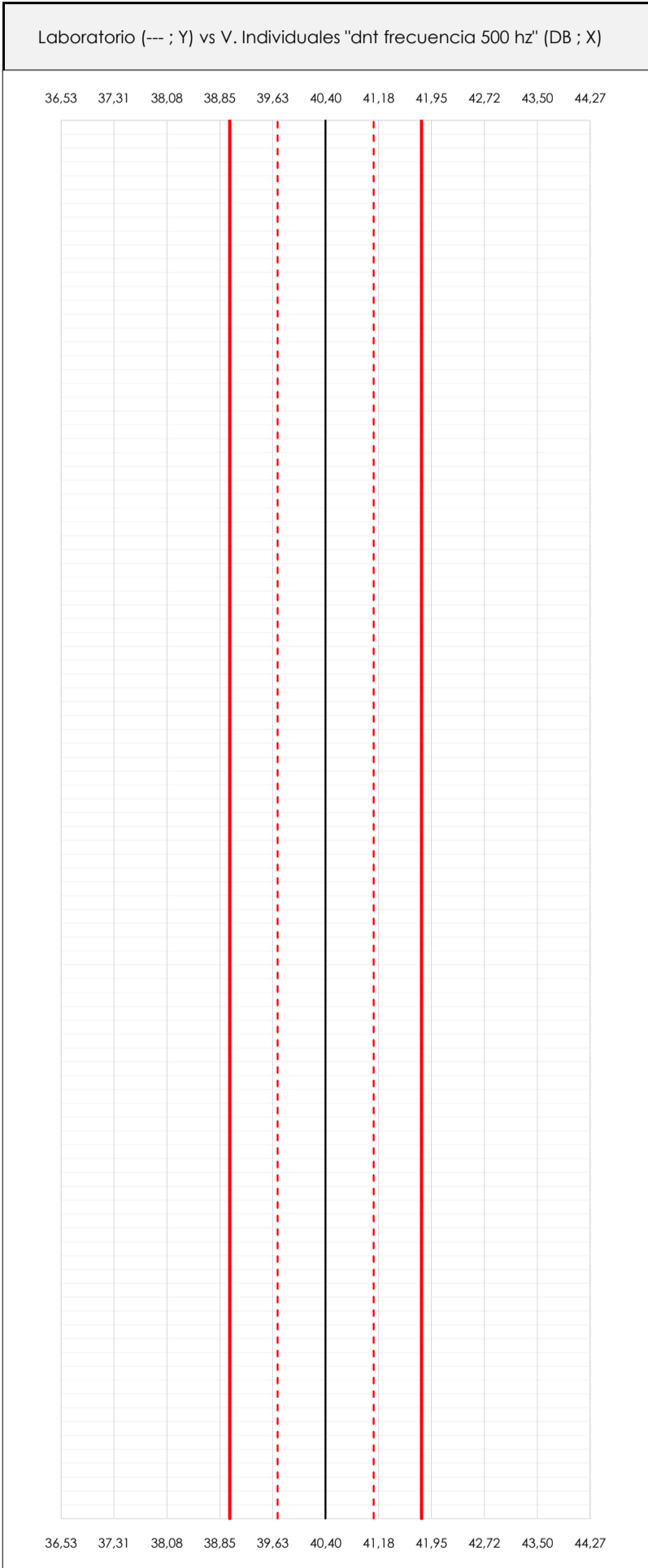
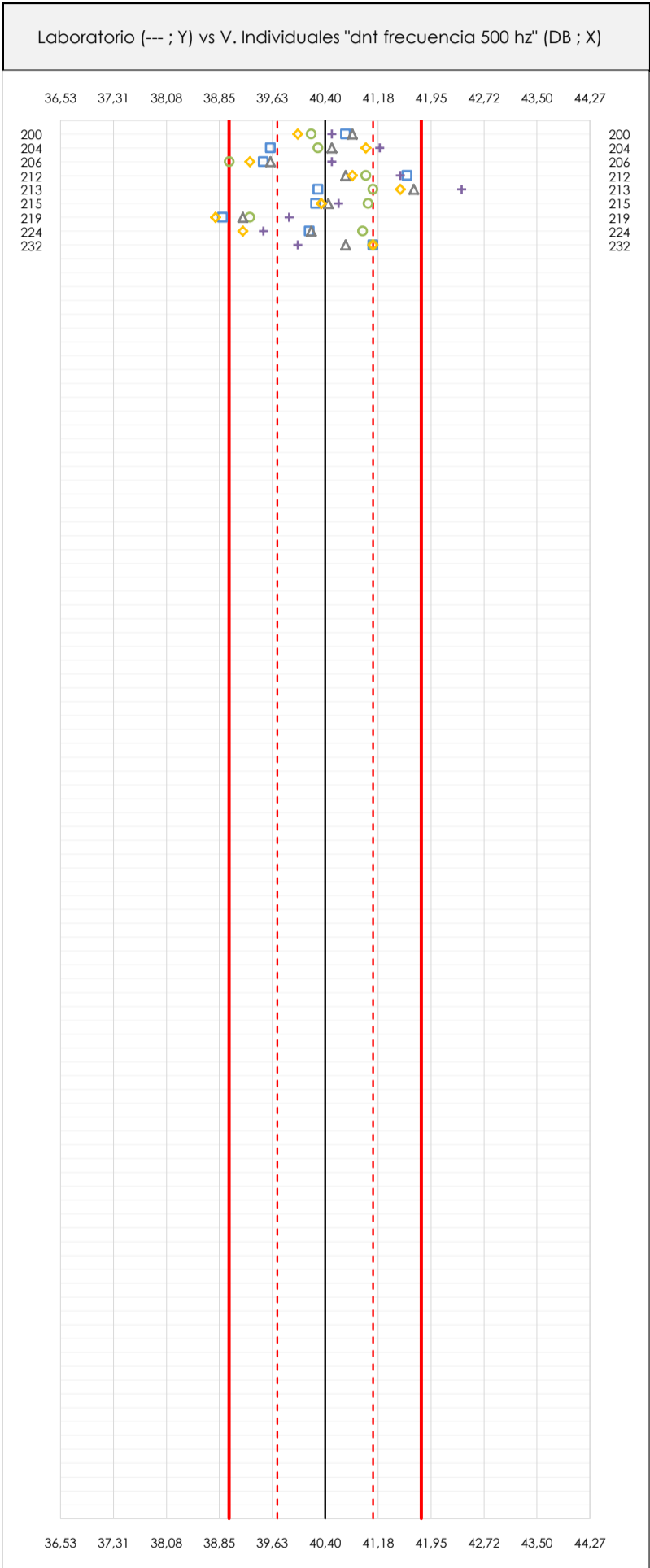
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 500 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (40,40 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (41,10/39,70 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (41,81/39,00 ; 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 FRECUENCIA 500 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	40,70	40,20	40,80	40,00	40,50	40,44	0,336	0,09	✓	
204	39,60	40,30	40,50	41,00	41,20	40,52	0,630	0,29	✓	
206	39,50	39,00	39,60	39,30	40,50	39,58	0,563	-2,03	✓	
212	41,60	41,00	40,70	40,80	41,50	41,12	0,409	1,78	✓	
213	40,30	41,10	41,70	41,50	42,40	41,40	0,775	2,47	✓	
215	40,26	41,03	40,45	40,34	40,60	40,54	0,302	0,34	✓	
219	38,90	39,30	39,20	38,80	39,88	39,22	0,423	-2,94	✓	
224	40,17	40,95	40,20	39,20	39,50	40,00	0,682	-0,98	✓	
232	41,10	41,10	40,70	41,10	40,00	40,80	0,480	0,99	✓	

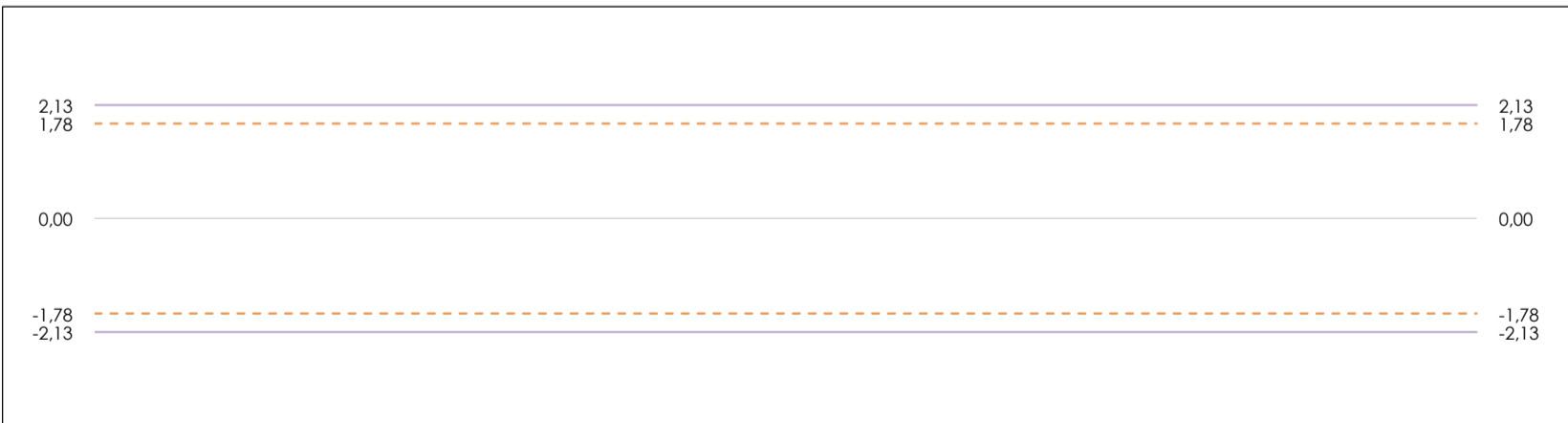
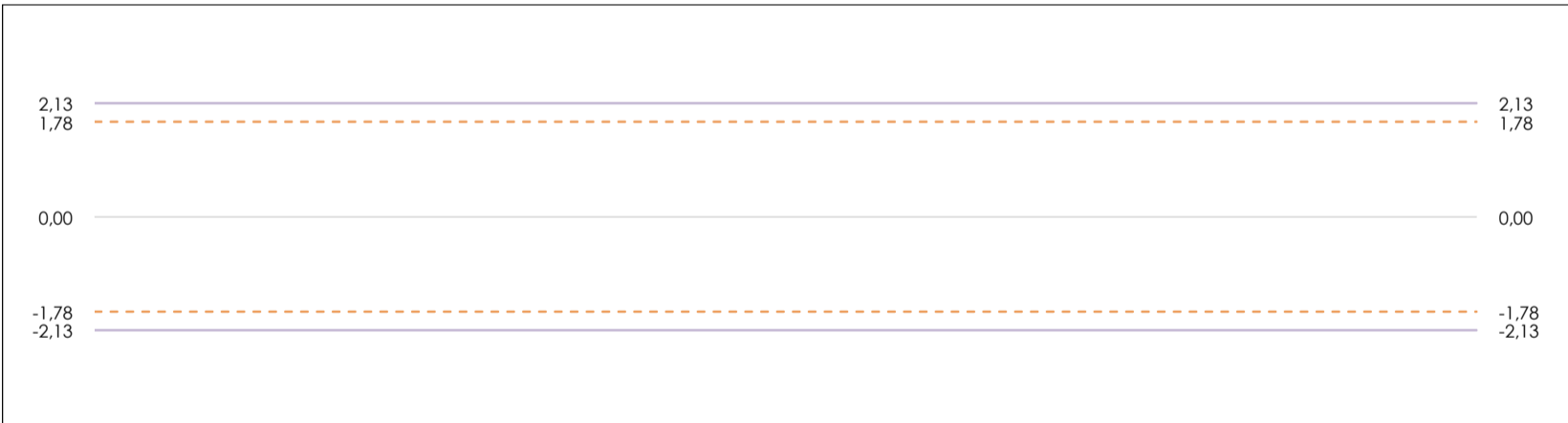
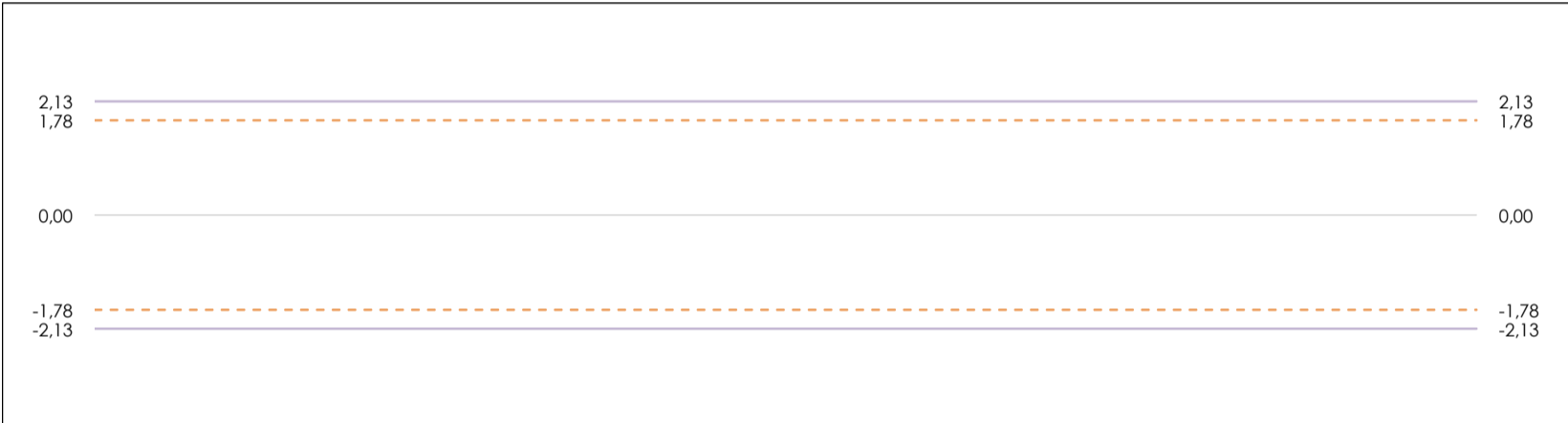
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> 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 FRECUENCIA 500 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 FRECUENCIA 500 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 FRECUENCIA 500 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
200	40,700	40,200	40,800	40,000	40,500	40,440	0,336	0,09	0,05	0,63						✓
204	39,60	40,300	40,500	41,000	41,200	40,520	0,630	0,29	0,17	1,18						✓
206	39,50	39,000	39,600	39,300	40,500	39,580	0,563	-2,03	-1,17	1,06				0,3260		✓
212	41,60	41,000	40,700	40,800	41,500	41,120	0,409	1,78	1,02	0,77					0,5102	✓
213	40,30	41,100	41,700	41,500	42,400	41,400	0,775	2,47	1,42	1,45			1,421		0,5102	✓
215	40,26	41,029	40,450	40,344	40,600	40,537	0,302	0,34	0,19	0,57						✓
219	38,90	39,300	39,200	38,800	39,876	39,215	0,423	-2,94	-1,69	0,79		1,690		0,3260		✓
224	40,17	40,950	40,200	39,200	39,500	40,004	0,682	-0,98	-0,57	1,28						✓
232	41,10	41,100	40,700	41,100	40,000	40,800	0,480	0,99	0,57	0,90						✓

**NOTAS:**

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

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

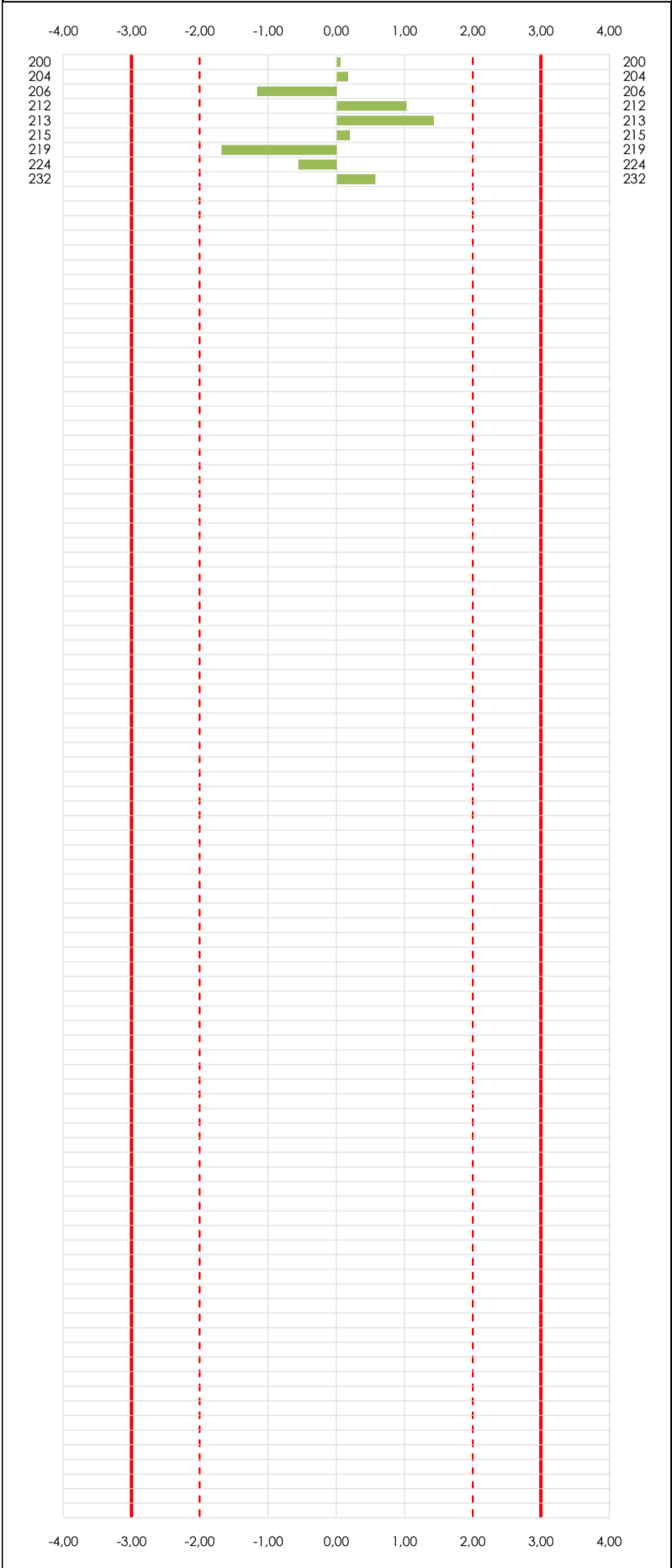


# DNT FRECUENCIA 500 HZ (DB)

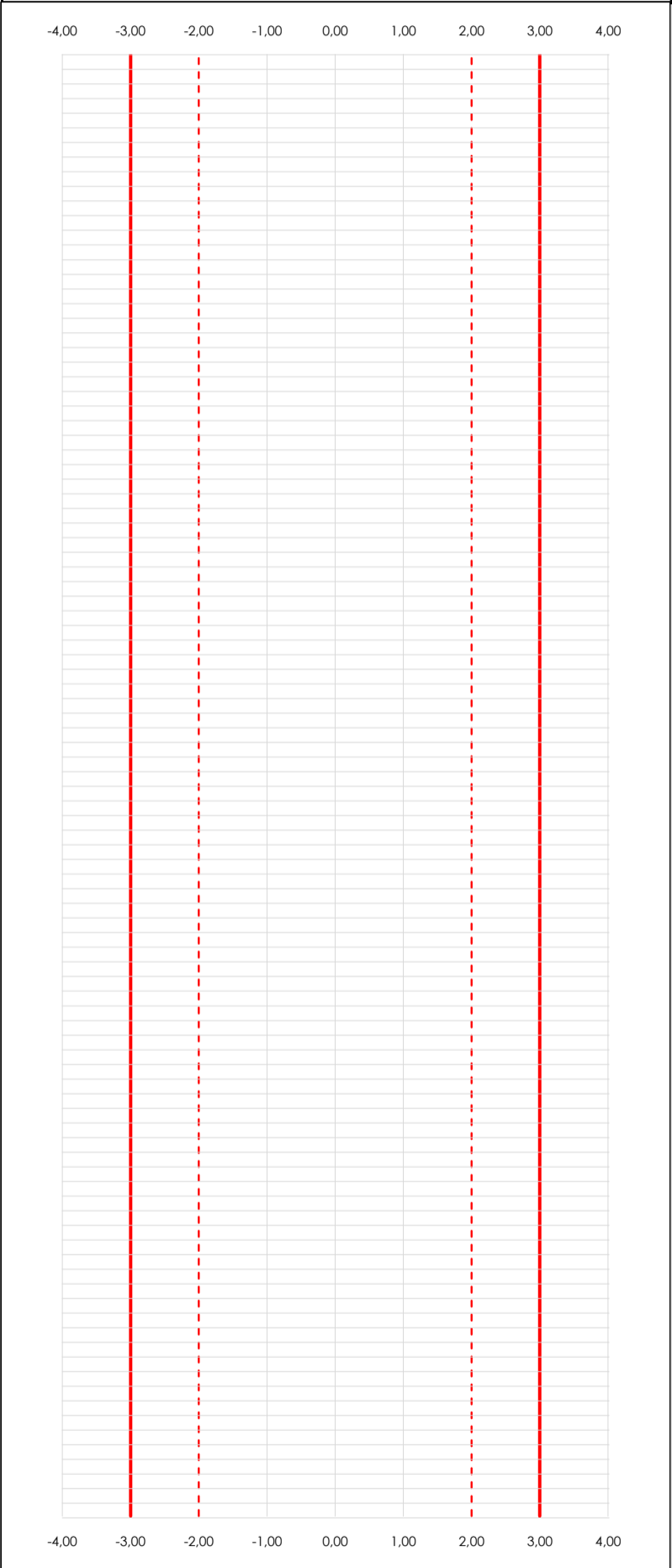
## Análisis C. Evaluación Z-Score

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

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 500 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 500 hz" (--- ; eje X)



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 500 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
200	40,70	40,20	40,80	40,00	40,50	40,44	0,336	0,09	✓	✓	✓			0,054	S
204	39,60	40,30	40,50	41,00	41,20	40,52	0,630	0,29	✓	✓	✓			0,168	S
206	39,50	39,00	39,60	39,30	40,50	39,58	0,563	-2,03	✓	✓	✓			-1,170	S
212	41,60	41,00	40,70	40,80	41,50	41,12	0,409	1,78	✓	✓	✓			1,023	S
213	40,30	41,10	41,70	41,50	42,40	41,40	0,775	2,47	✓	✓	✓			1,421	S
215	40,26	41,03	40,45	40,34	40,60	40,54	0,302	0,34	✓	✓	✓			0,193	S
219	38,90	39,30	39,20	38,80	39,88	39,22	0,423	-2,94	✓	✓	✓			-1,690	S
224	40,17	40,95	40,20	39,20	39,50	40,00	0,682	-0,98	✓	✓	✓			-0,566	S
232	41,10	41,10	40,70	41,10	40,00	40,80	0,480	0,99	✓	✓	✓			0,567	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].

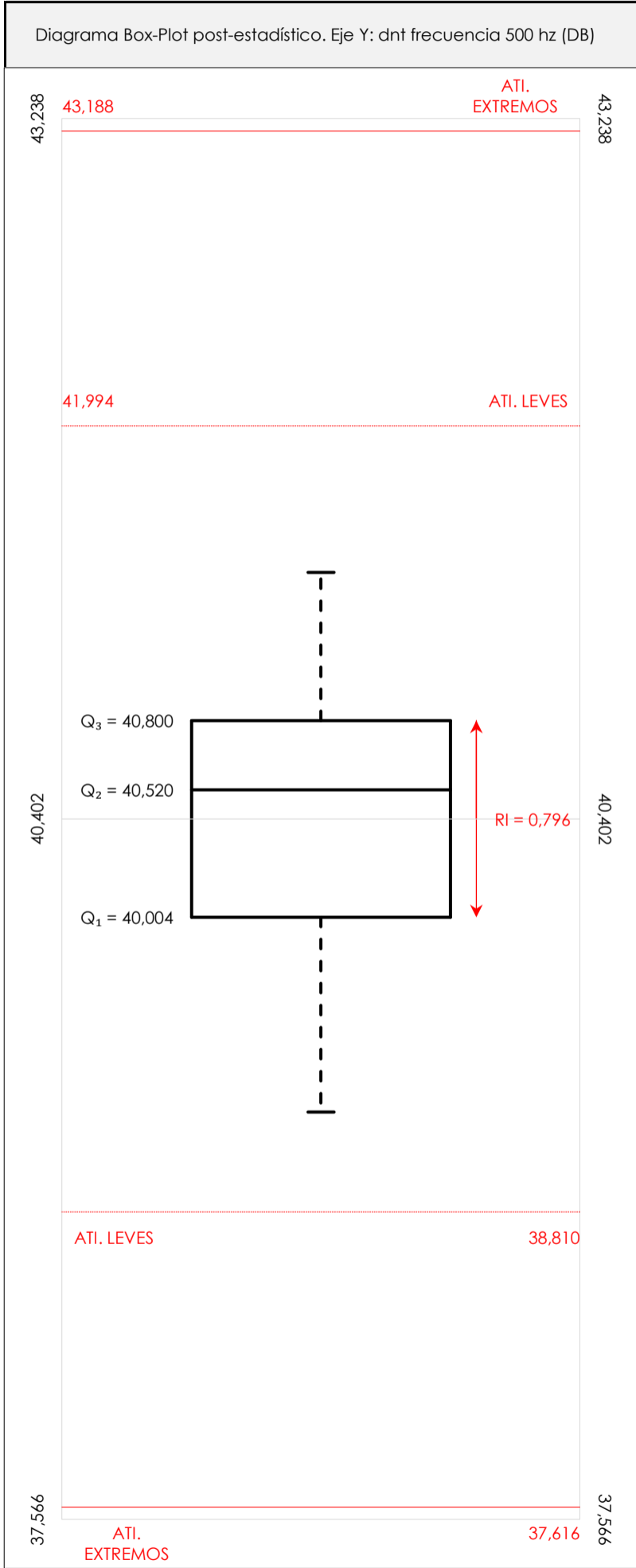
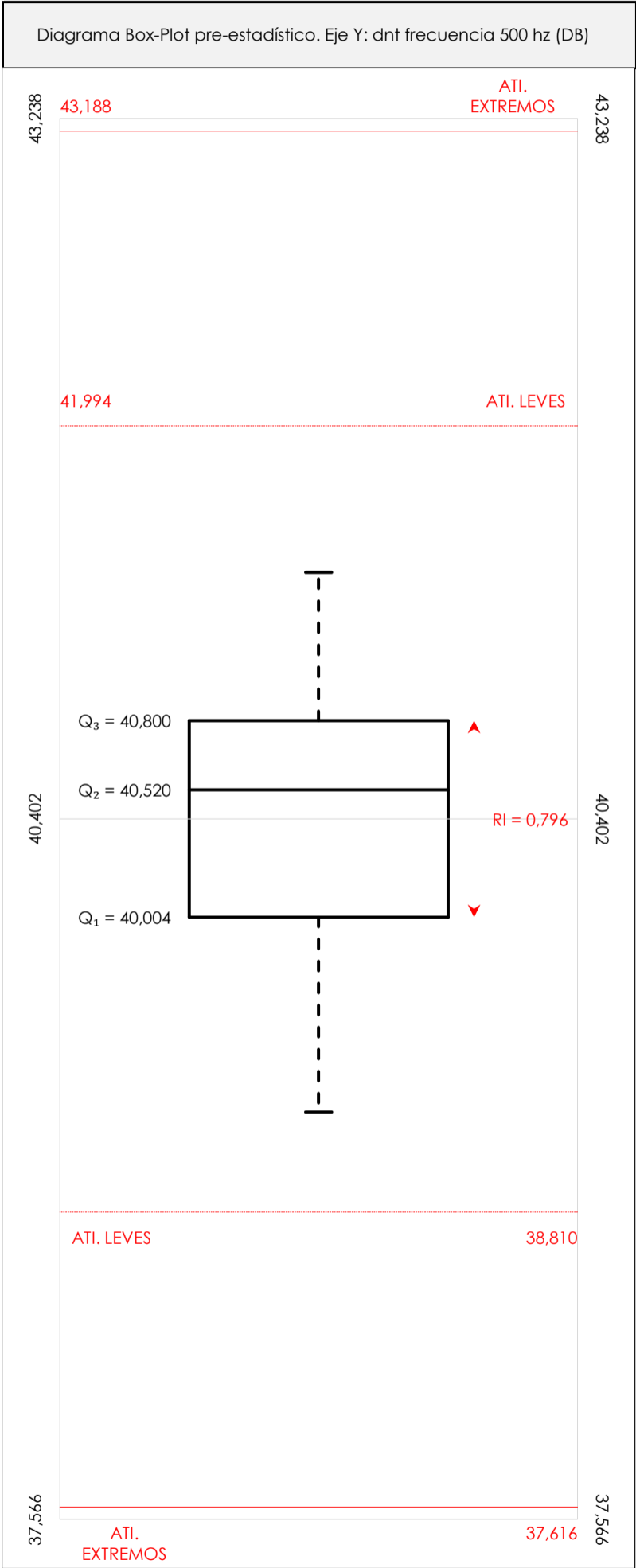
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 500 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).



# DNT FRECUENCIA 500 HZ (DB)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 500 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	41,60	41,10	41,70	41,50	42,40	41,40	41,60	41,10	41,70	41,50	42,40	41,40
Valor Mínimo (min ; %)	38,90	39,00	39,20	38,80	39,50	39,22	38,90	39,00	39,20	38,80	39,50	39,22
Valor Promedio (M ; %)	40,24	40,44	40,43	40,23	40,68	40,40	40,24	40,44	40,43	40,23	40,68	40,40
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,83	0,81	0,72	0,96	0,90	0,70	0,83	0,81	0,72	0,96	0,90	0,70
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,284	1,478	0,436	0,721	2,353		0,284	1,478	0,436	0,721	2,353	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,13	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 análisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

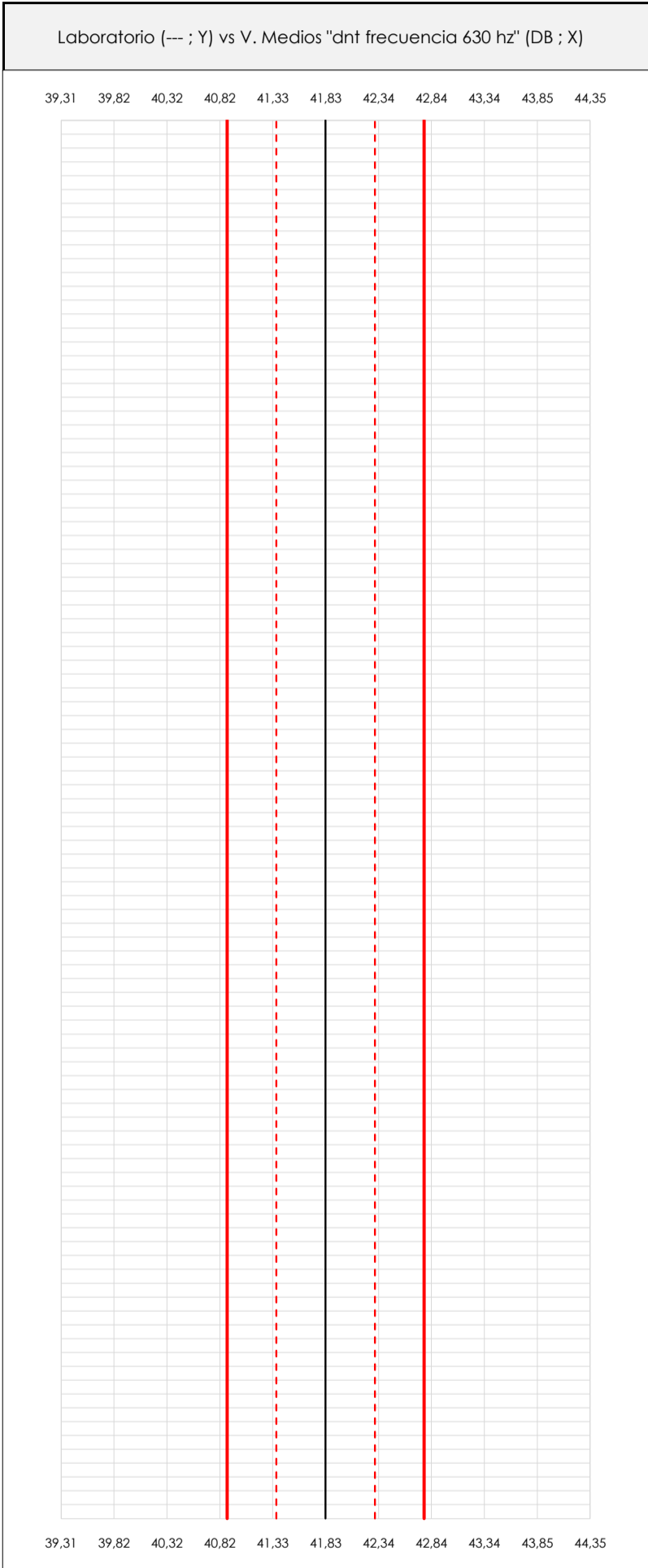
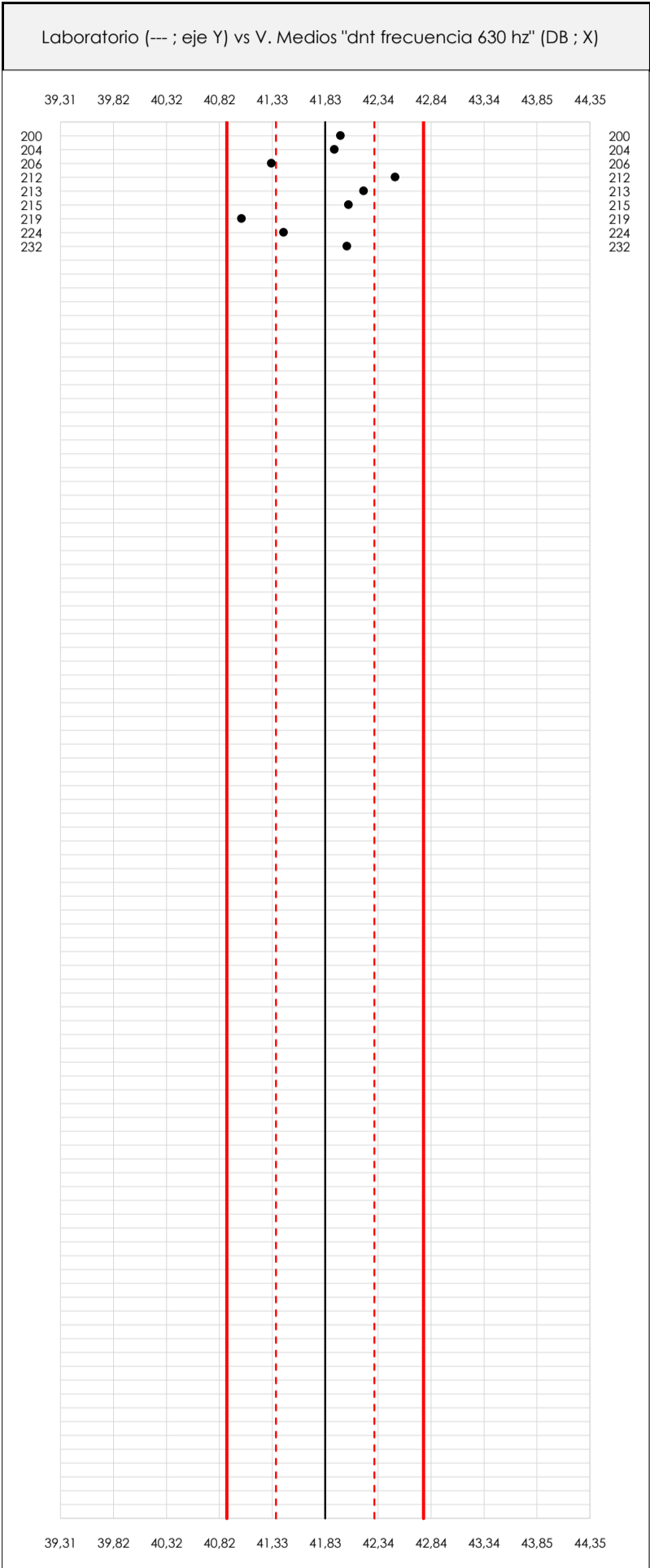
DNT FRECUENCIA 630 HZ



# DNT FRECUENCIA 630 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (41,83 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (42,30/41,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,77/40,90 ; líneas rojas de trazo continuo).

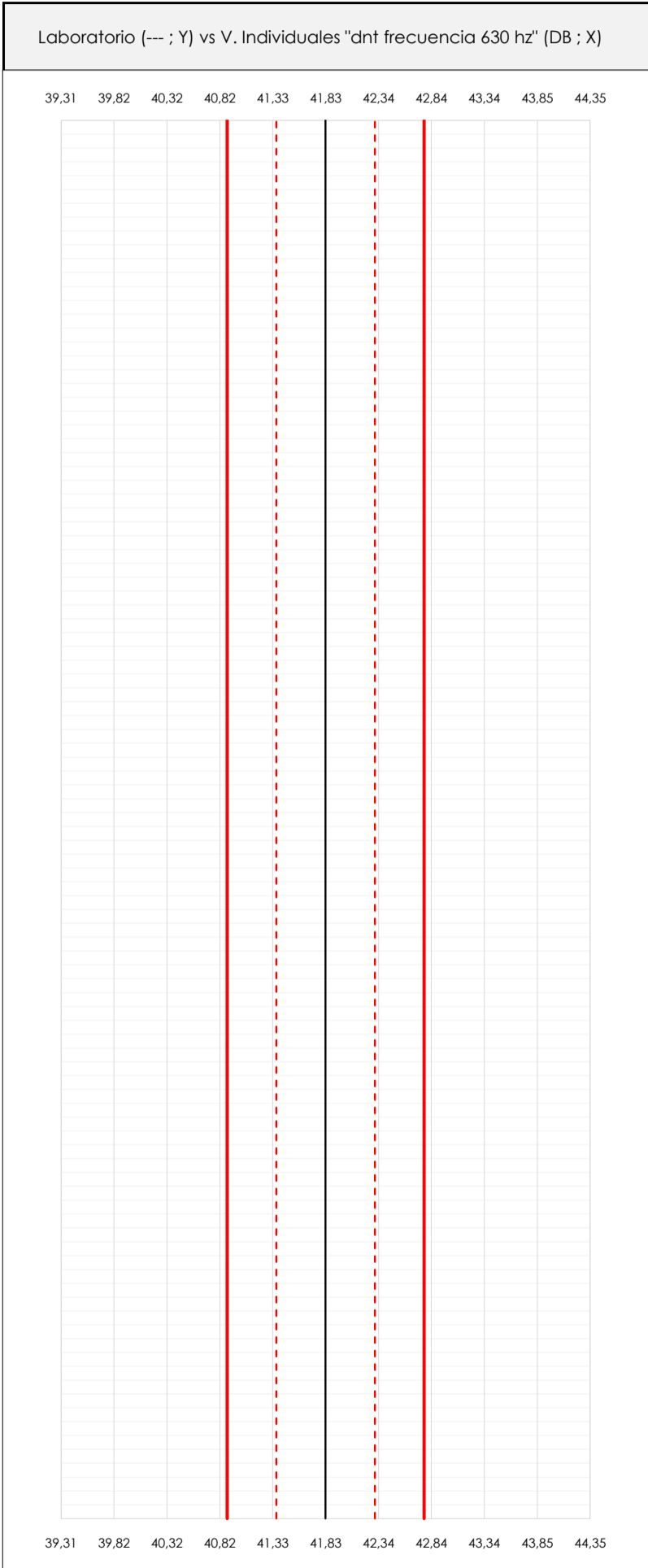
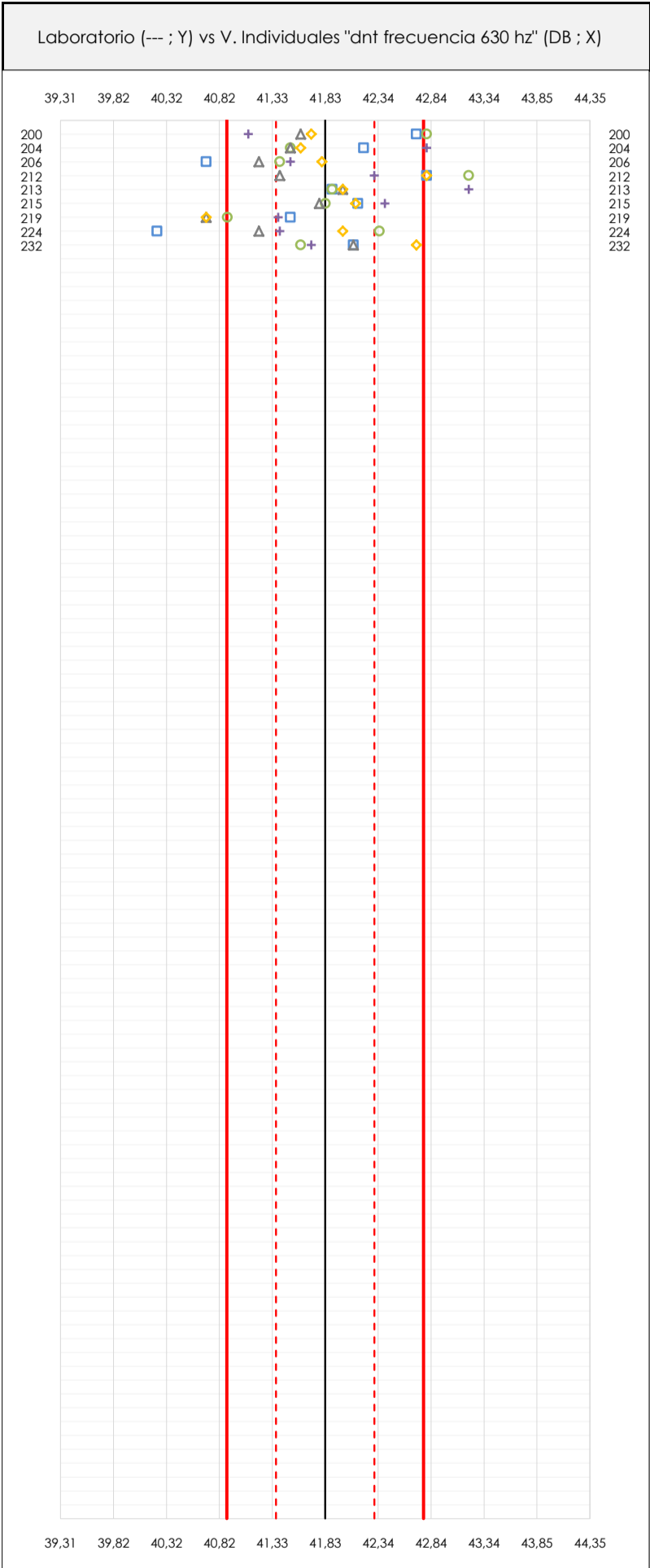
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 630 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (41,83 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (42,30/41,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,77/40,90 ; 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 FRECUENCIA 630 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	42,70	42,80	41,60	41,70	41,10	41,98	0,740	0,35	✓	
204	42,20	41,50	41,50	41,60	42,80	41,92	0,572	0,21	✓	
206	40,70	41,40	41,20	41,80	41,50	41,32	0,409	-1,22	✓	
212	42,80	43,20	41,40	42,80	42,30	42,50	0,693	1,60	✓	
213	41,90	41,90	42,00	42,00	43,20	42,20	0,561	0,88	✓	
215	42,14	41,83	41,78	42,12	42,40	42,06	0,254	0,53	✓	
219	41,50	40,90	40,70	40,70	41,39	41,04	0,382	-1,90	✓	
224	40,23	42,35	41,20	42,00	41,40	41,44	0,816	-0,95	✓	
232	42,10	41,60	42,10	42,70	41,70	42,04	0,434	0,50	✓	

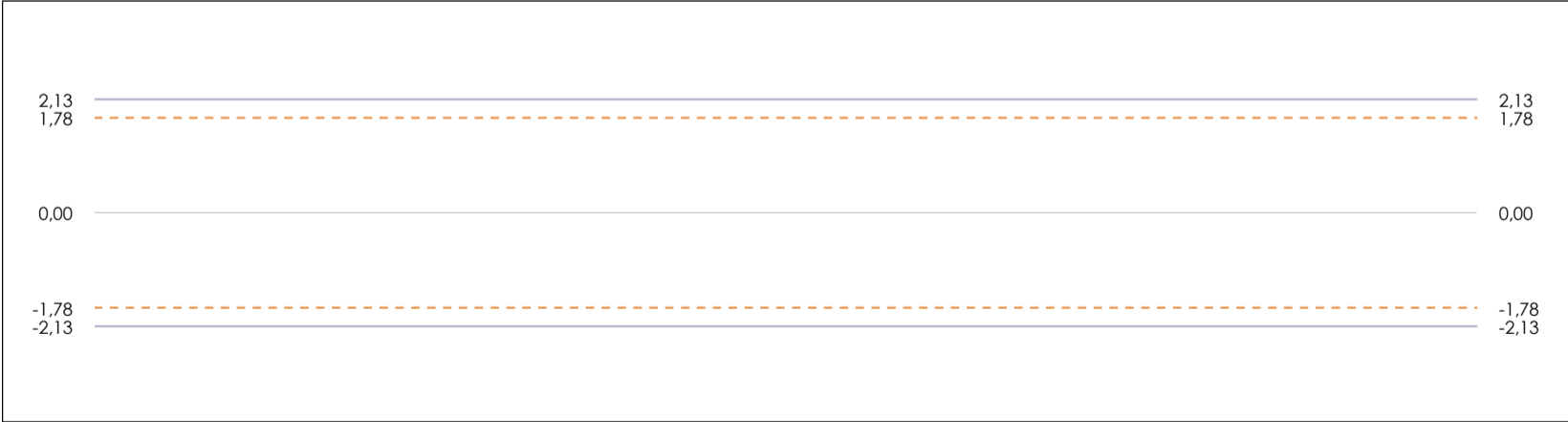
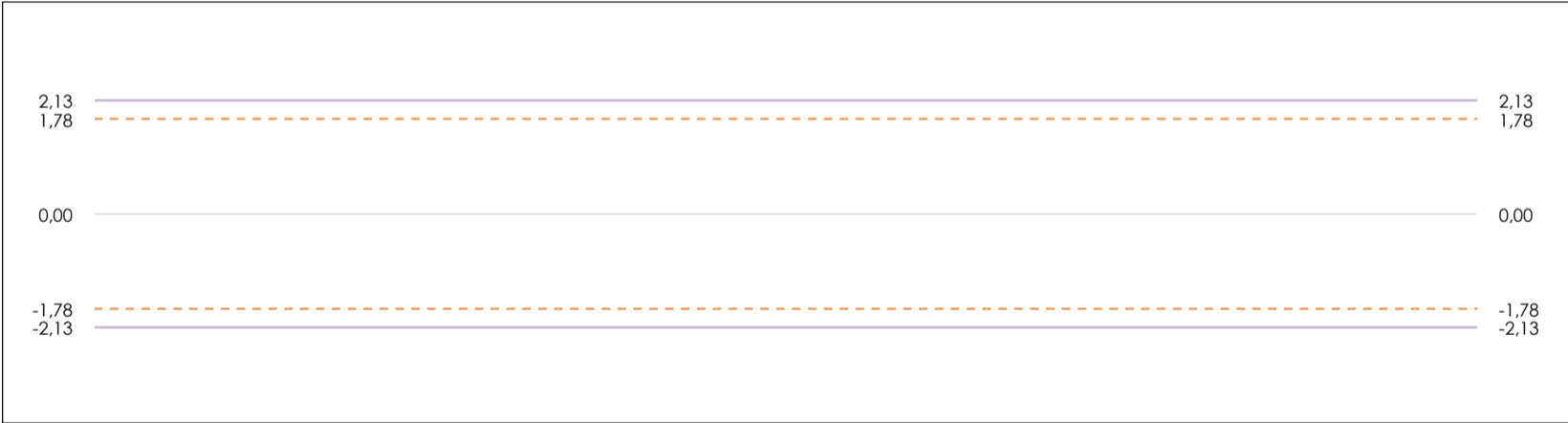
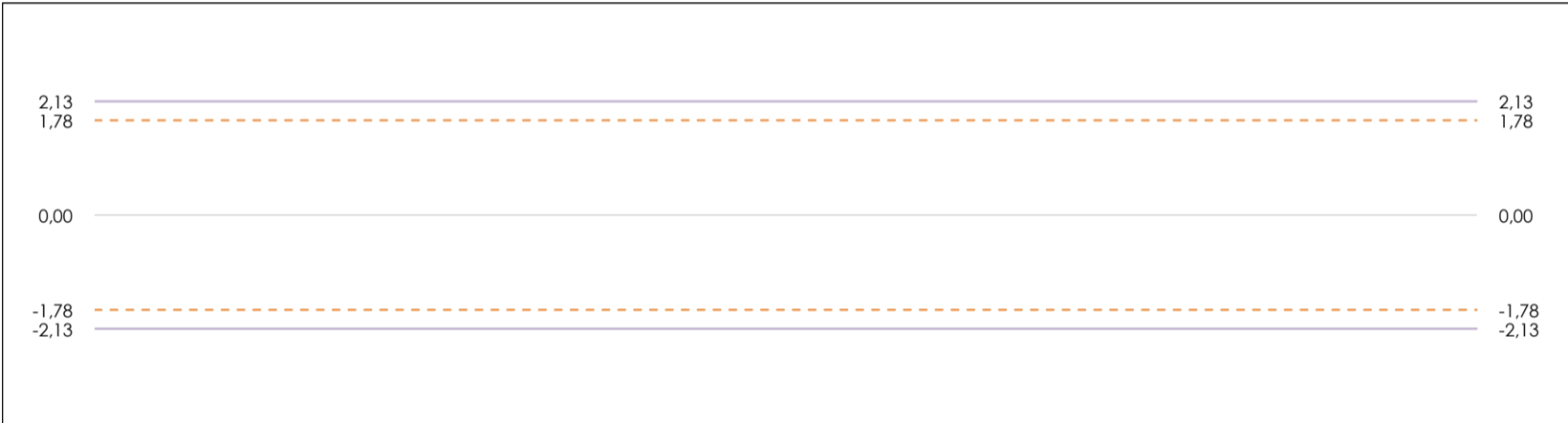
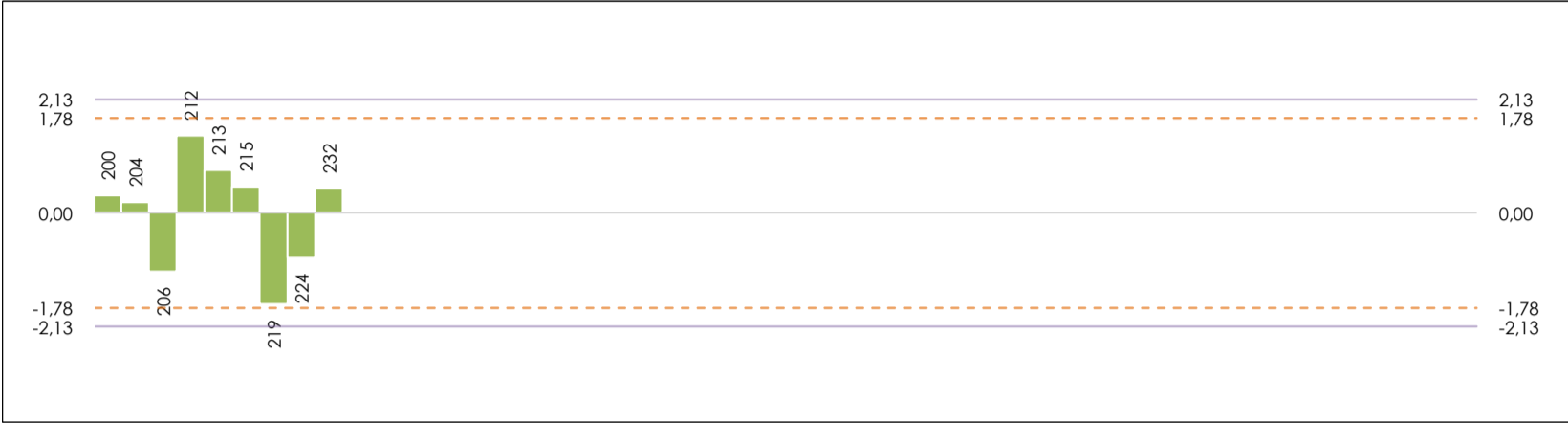
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> 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 FRECUENCIA 630 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

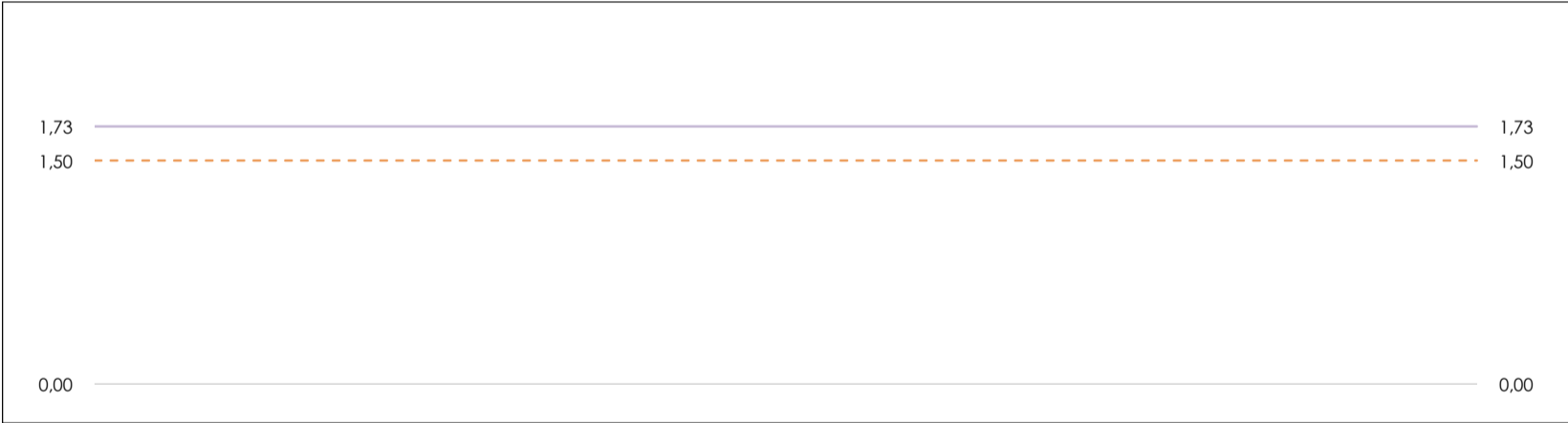
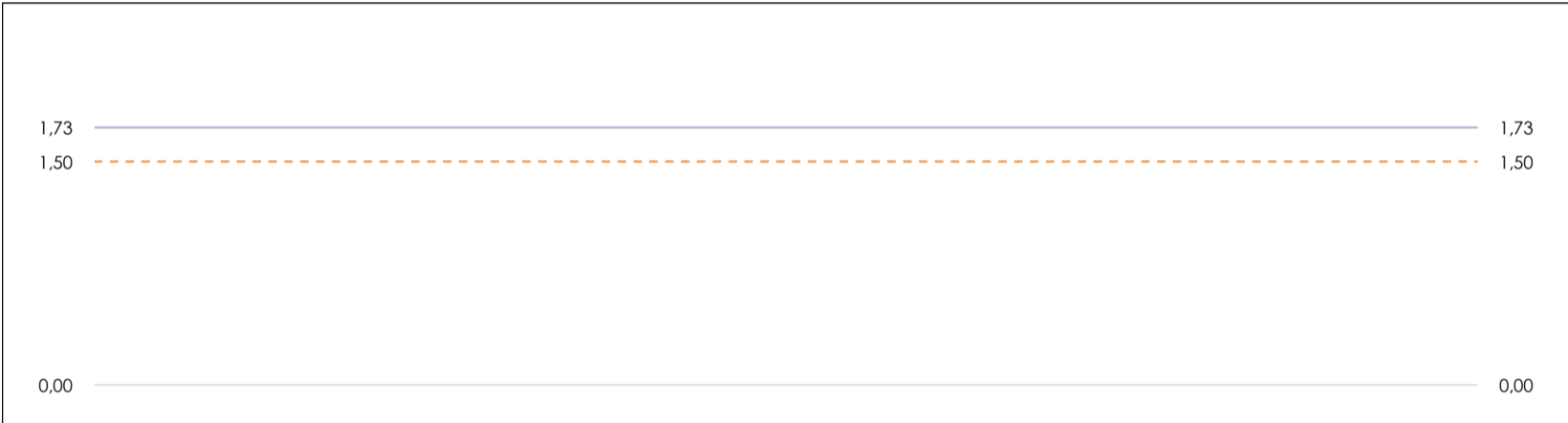
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 630 HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



**ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS**

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

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



# DNT FRECUENCIA 630 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>	$\bar{X}_i$ crit	S <sub>Li</sub>	D <sub>i</sub> crit %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim</sub> Inf	G <sub>Sim</sub> Sup	G <sub>Dob</sub> Inf	G <sub>Dob</sub> Sup	Pasa B
200	42,700	42,800	41,600	41,700	41,100	41,980	0,740	0,35	0,32	1,30						✓
204	42,20	41,500	41,500	41,600	42,800	41,920	0,572	0,21	0,19	1,01						✓
206	40,70	41,400	41,200	41,800	41,500	41,320	0,409	-1,22	-1,09	0,72				0,3516		✓
212	42,80	43,200	41,400	42,800	42,300	42,500	0,693	1,60	1,43	1,22			1,426		0,5814	✓
213	41,90	41,900	42,000	42,000	43,200	42,200	0,561	0,88	0,79	0,99					0,5814	✓
215	42,14	41,834	41,778	42,121	42,400	42,056	0,254	0,53	0,48	0,45						✓
219	41,50	40,900	40,700	40,700	41,386	41,037	0,382	-1,90	-1,70	0,67		1,697			0,3516	✓
224	40,23	42,350	41,200	42,000	41,400	41,436	0,816	-0,95	-0,85	1,44						✓
232	42,10	41,600	42,100	42,700	41,700	42,040	0,434	0,50	0,44	0,76						✓

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio. " $\bar{X}_i$  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> "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.

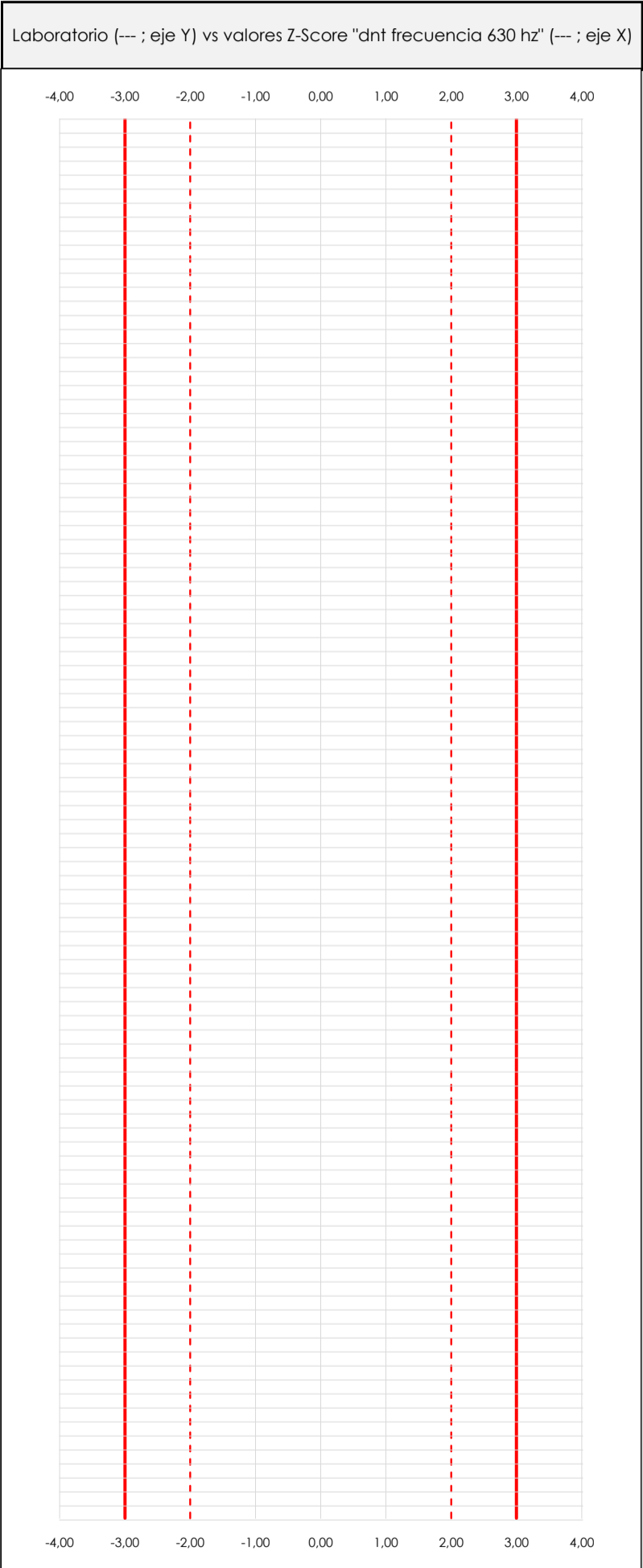
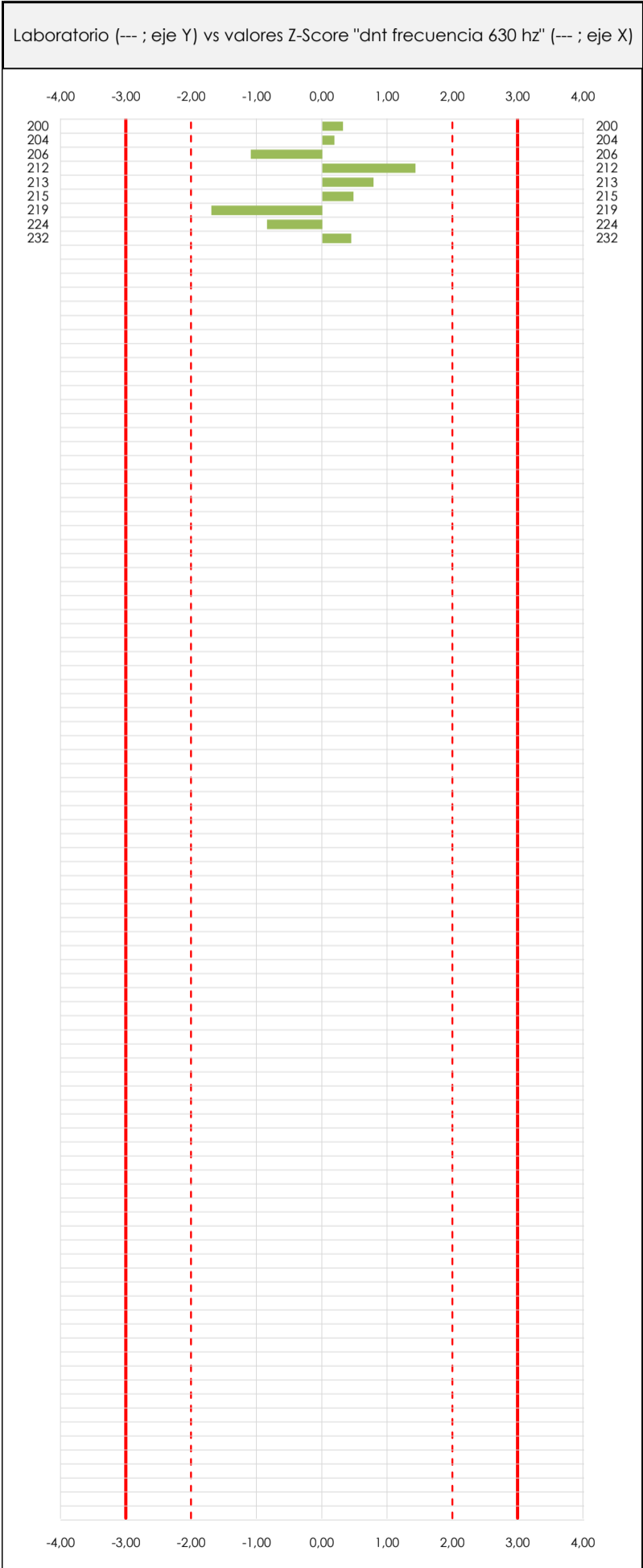
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 630 HZ (DB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

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



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 630 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
200	42,70	42,80	41,60	41,70	41,10	41,98	0,740	0,35	✓	✓	✓			0,316	S
204	42,20	41,50	41,50	41,60	42,80	41,92	0,572	0,21	✓	✓	✓			0,188	S
206	40,70	41,40	41,20	41,80	41,50	41,32	0,409	-1,22	✓	✓	✓			-1,093	S
212	42,80	43,20	41,40	42,80	42,30	42,50	0,693	1,60	✓	✓	✓			1,426	S
213	41,90	41,90	42,00	42,00	43,20	42,20	0,561	0,88	✓	✓	✓			0,785	S
215	42,14	41,83	41,78	42,12	42,40	42,06	0,254	0,53	✓	✓	✓			0,477	S
219	41,50	40,90	40,70	40,70	41,39	41,04	0,382	-1,90	✓	✓	✓			-1,697	S
224	40,23	42,35	41,20	42,00	41,40	41,44	0,816	-0,95	✓	✓	✓			-0,846	S
232	42,10	41,60	42,10	42,70	41,70	42,04	0,434	0,50	✓	✓	✓			0,444	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].

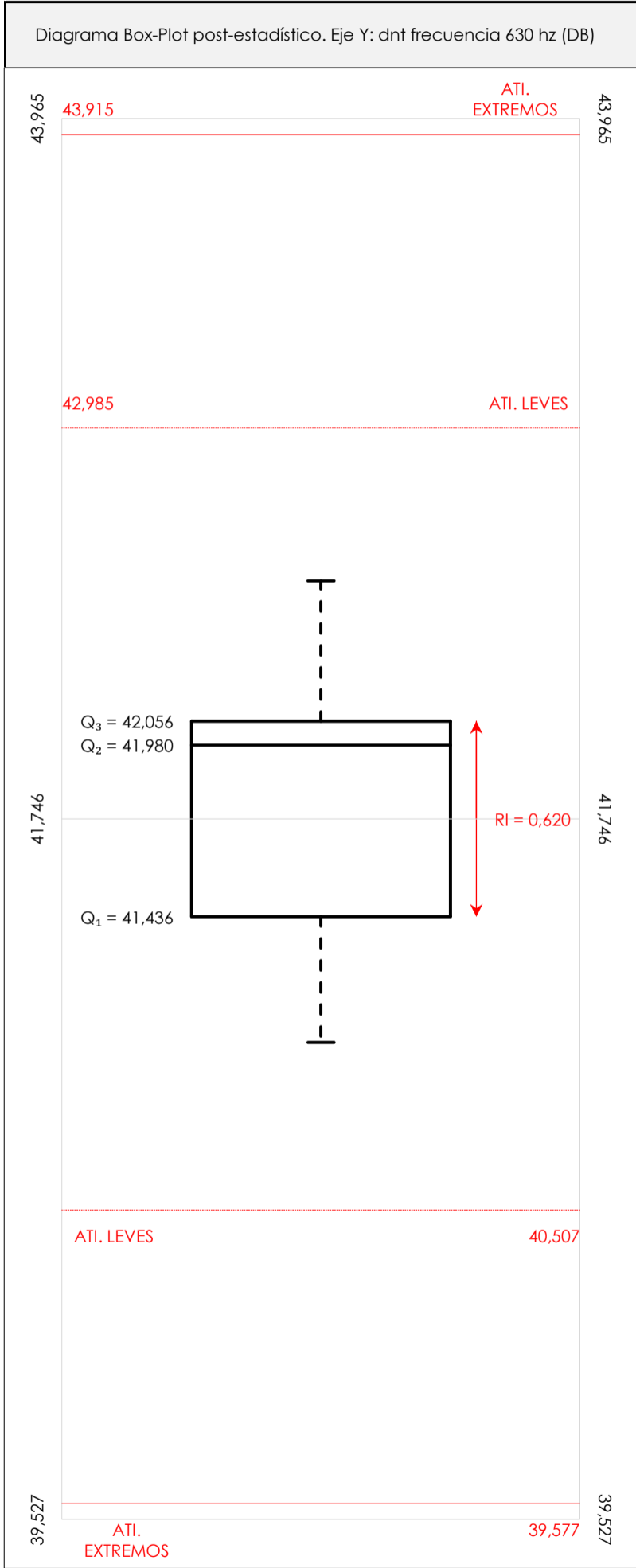
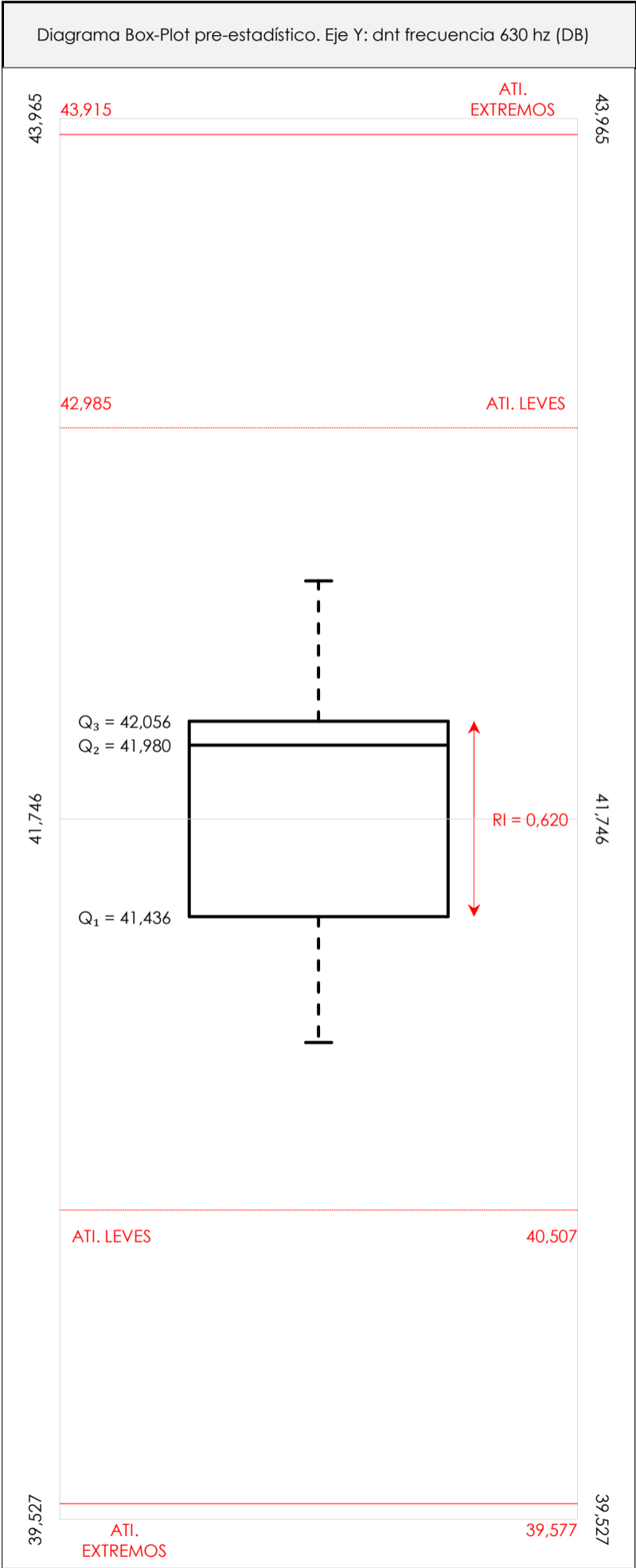
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 630 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).



## DNT FRECUENCIA 630 HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 630 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	42,80	43,20	42,10	42,80	43,20	42,50	42,80	43,20	42,10	42,80	43,20	42,50
Valor Mínimo (min ; %)	40,23	40,90	40,70	40,70	41,10	41,04	40,23	40,90	40,70	40,70	41,10	41,04
Valor Promedio (M ; %)	41,81	41,94	41,50	41,94	41,98	41,83	41,81	41,94	41,50	41,94	41,98	41,83
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,86	0,72	0,44	0,62	0,73	0,47	0,86	0,72	0,44	0,62	0,73	0,47
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,322	1,573	0,155	0,477	1,915		0,322	1,573	0,155	0,477	1,915	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,13	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 análisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

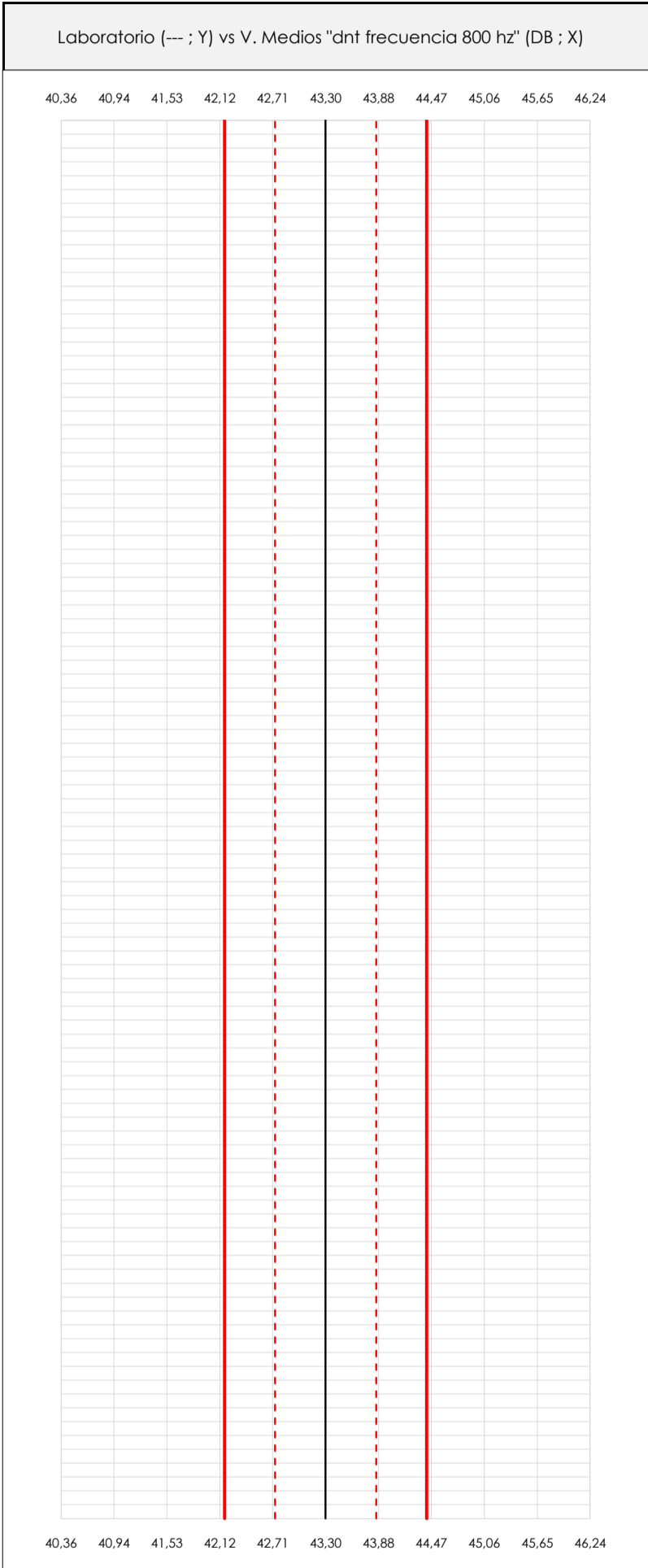
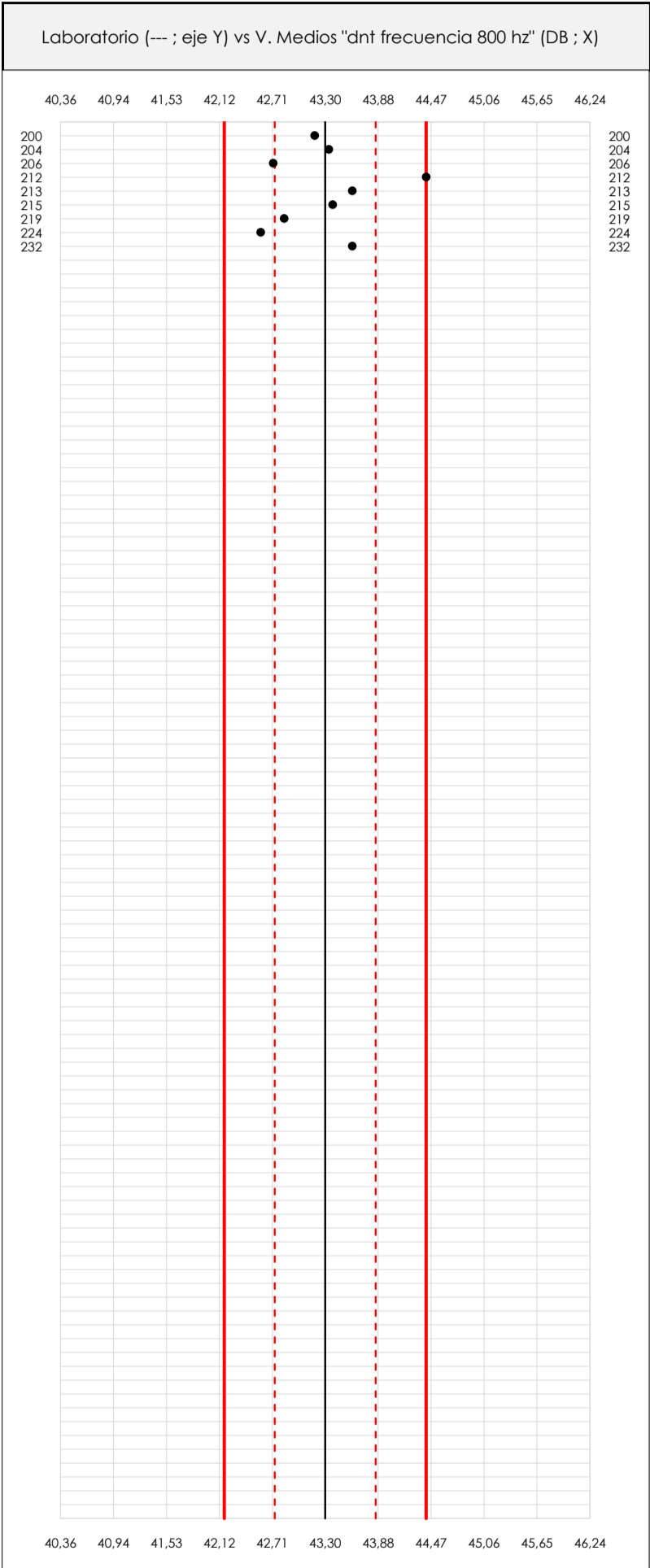
DNT FRECUENCIA 800 HZ



# DNT FRECUENCIA 800 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (43,30 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (43,86/42,74 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,42/42,17 ; líneas rojas de trazo continuo).

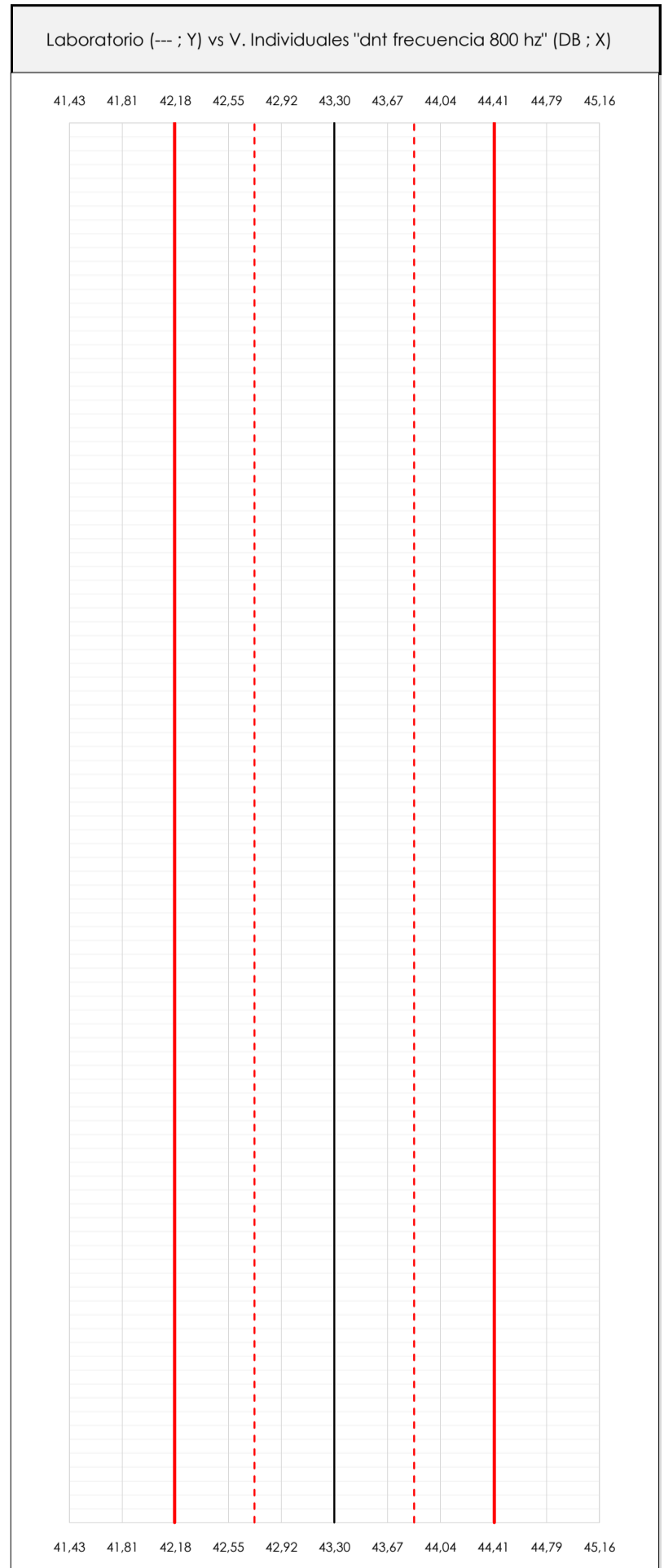
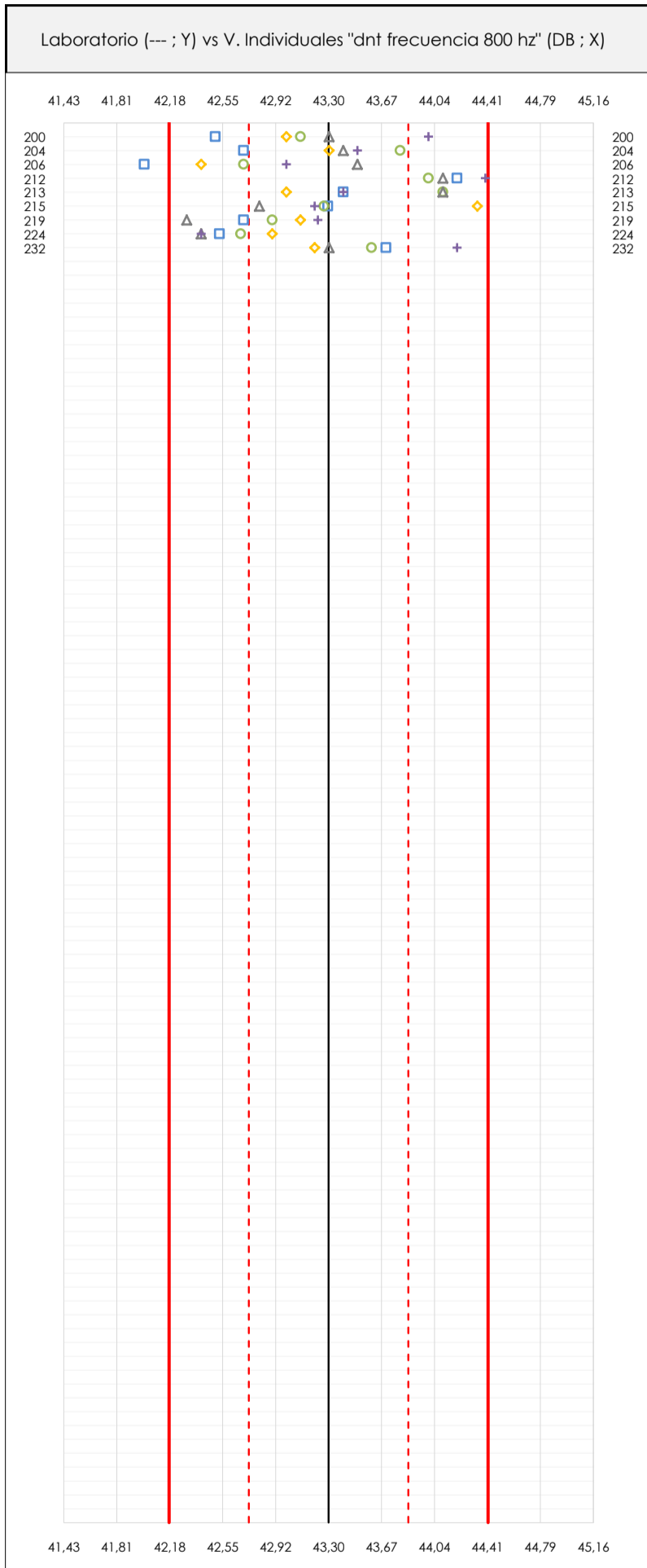
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 800 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 (43,30 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (43,86/42,74 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,42/42,17 ; 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 FRECUENCIA 800 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i\text{crit}}\%</sub>	Pasa A	Observaciones
200	42,50	43,10	43,30	43,00	44,00	43,18	0,545	-0,27	✓	
204	42,70	43,80	43,40	43,30	43,50	43,34	0,404	0,10	✓	
206	42,00	42,70	43,50	42,40	43,00	42,72	0,572	-1,33	✓	
212	44,20	44,00	44,10	45,40	44,40	44,42	0,567	2,59	✓	
213	43,40	44,10	44,10	43,00	43,40	43,60	0,485	0,70	✓	
215	43,29	43,27	42,81	44,34	43,20	43,38	0,572	0,20	✓	
219	42,70	42,90	42,30	43,10	43,22	42,84	0,363	-1,04	✓	
224	42,53	42,68	42,40	42,90	42,40	42,58	0,212	-1,65	✓	
232	43,70	43,60	43,30	43,20	44,20	43,60	0,394	0,70	✓	

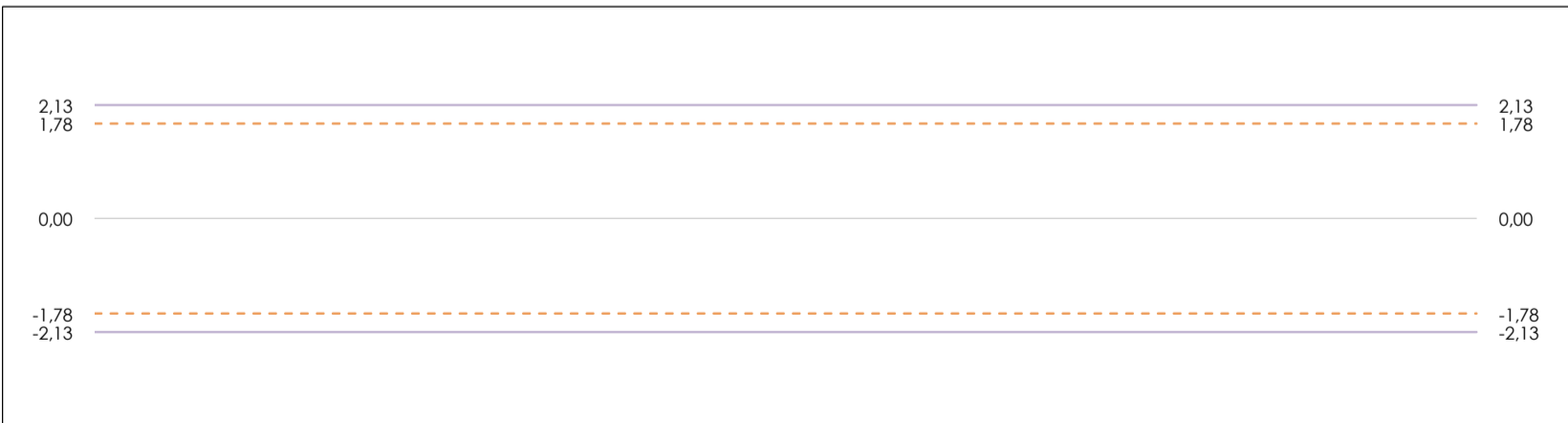
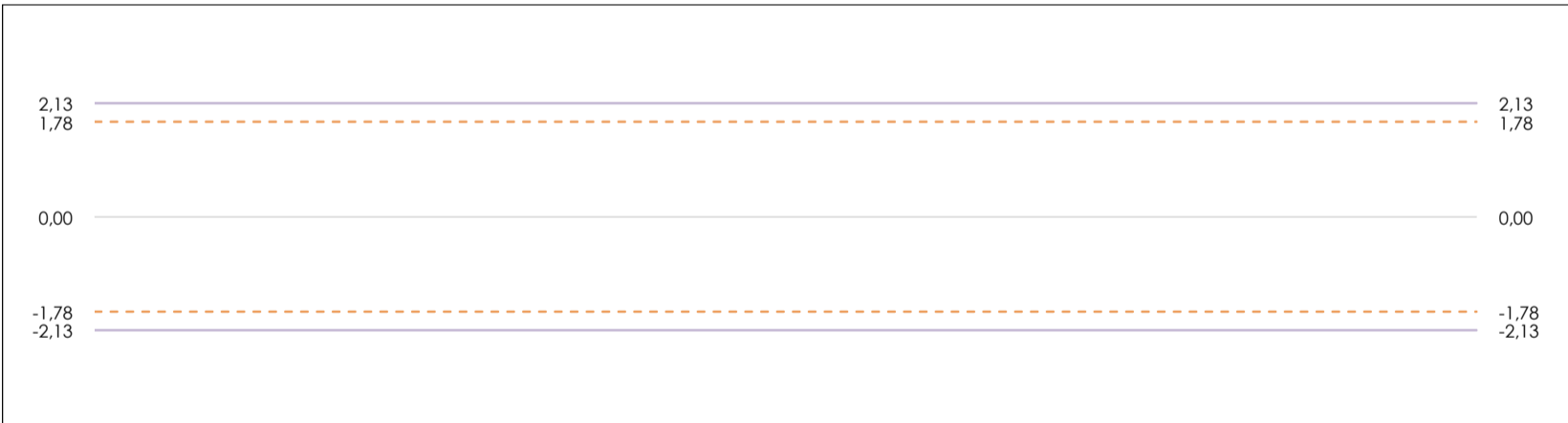
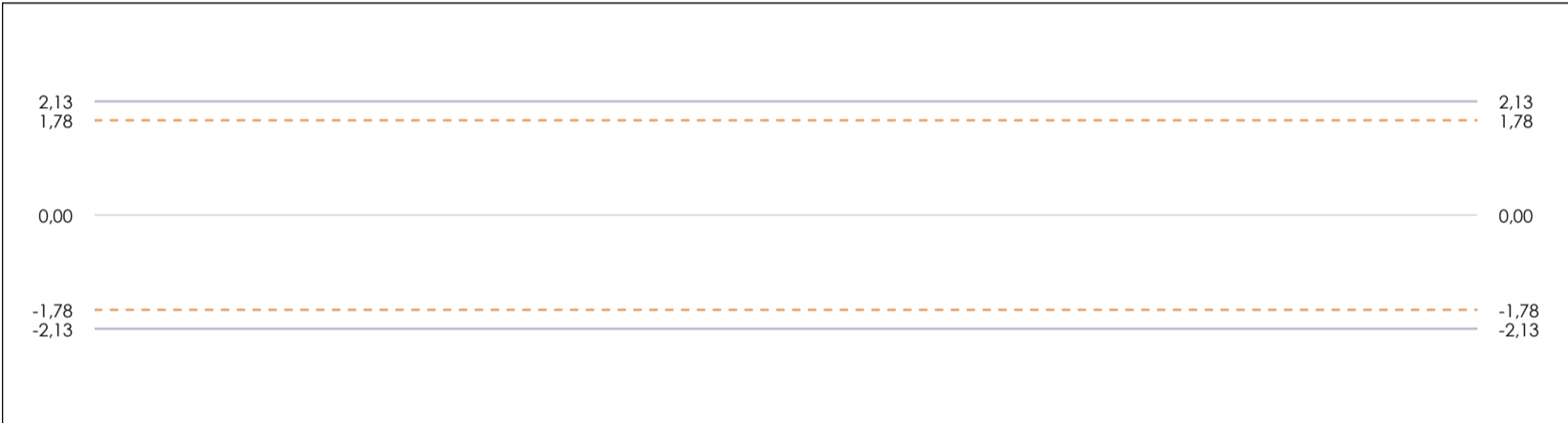
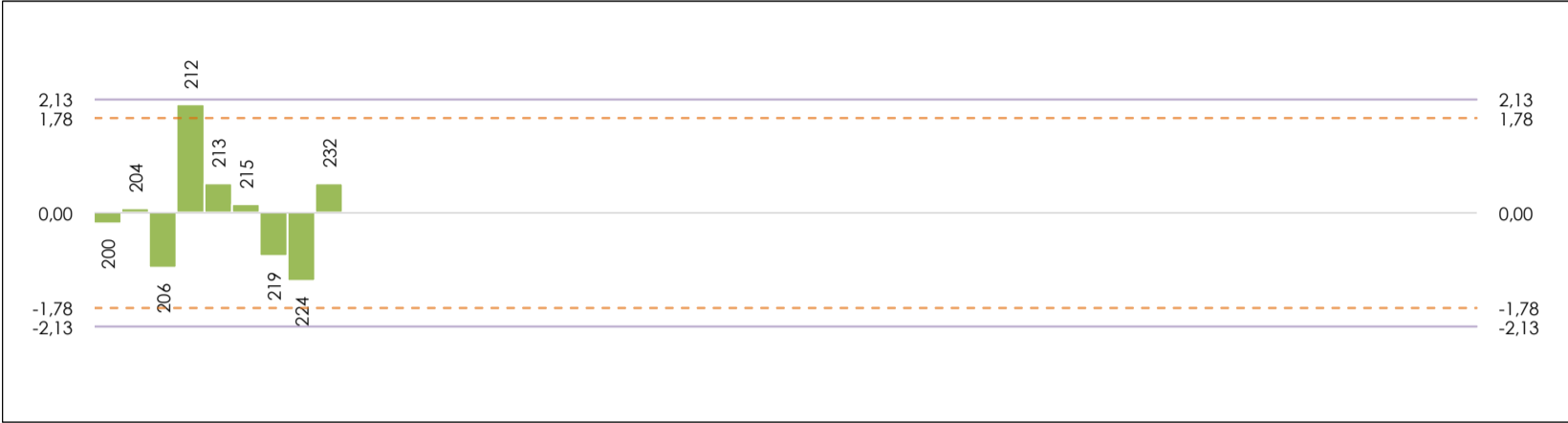
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio. " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i\text{crit}}\%" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.</sub>
- <sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) 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 FRECUENCIA 800 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

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



## DNT FRECUENCIA 800 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 FRECUENCIA 800 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
200	42,500	43,100	43,300	43,000	44,000	43,180	0,545	-0,27	-0,21	1,16						✓
204	42,70	43,800	43,400	43,300	43,500	43,340	0,404	0,10	0,08	0,86						✓
206	42,00	42,700	43,500	42,400	43,000	42,720	0,572	-1,33	-1,03	1,21				0,5705		✓
212	44,20	44,000	44,100	45,400	44,400	44,420	0,567	2,59	2,00*	1,20	0,163		2,003		0,3462	✓
213	43,40	44,100	44,100	43,000	43,400	43,600	0,485	0,70	0,54	1,03					0,3462	✓
215	43,29	43,266	42,810	44,344	43,200	43,382	0,572	0,20	0,15	1,21						✓
219	42,70	42,900	42,300	43,100	43,221	42,844	0,363	-1,04	-0,81	0,77						✓
224	42,53	42,680	42,400	42,900	42,400	42,582	0,212	-1,65	-1,27	0,45		1,274		0,5705		✓
232	43,70	43,600	43,300	43,200	44,200	43,600	0,394	0,70	0,54	0,83					0,3462	✓

**NOTAS:**

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

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

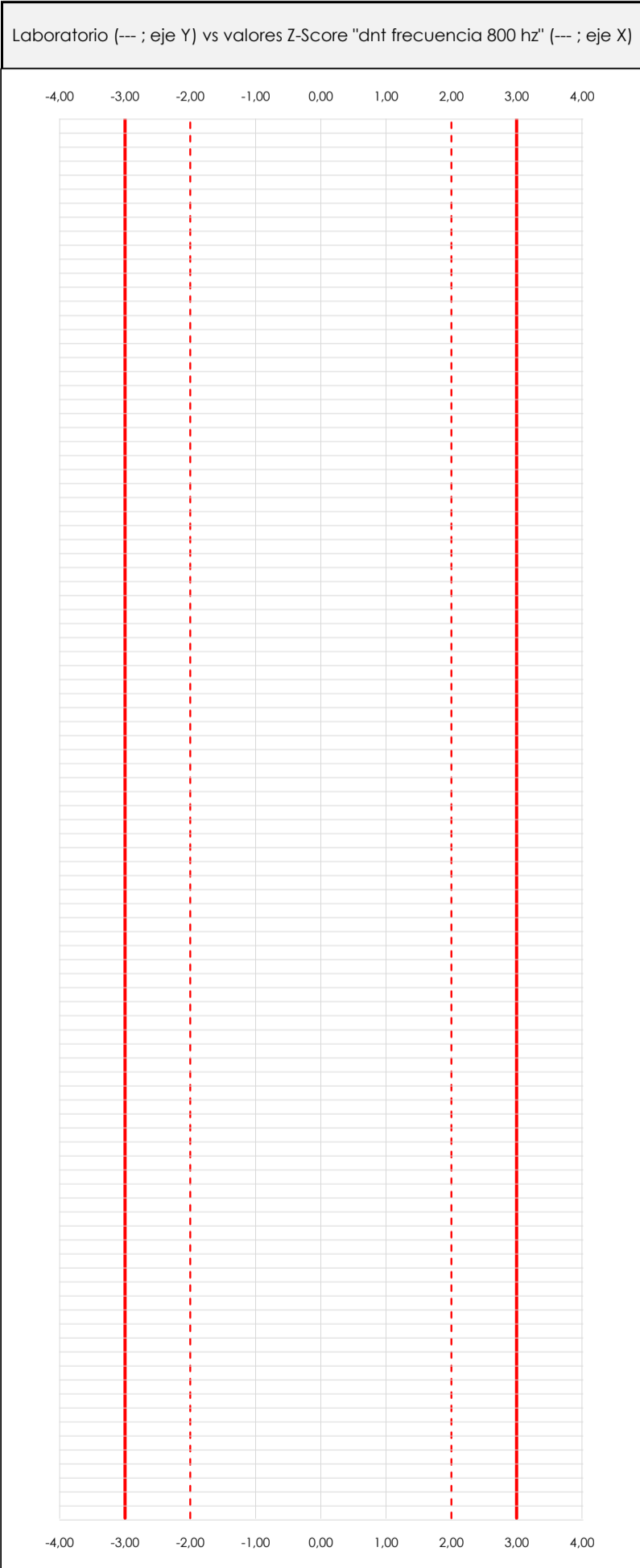
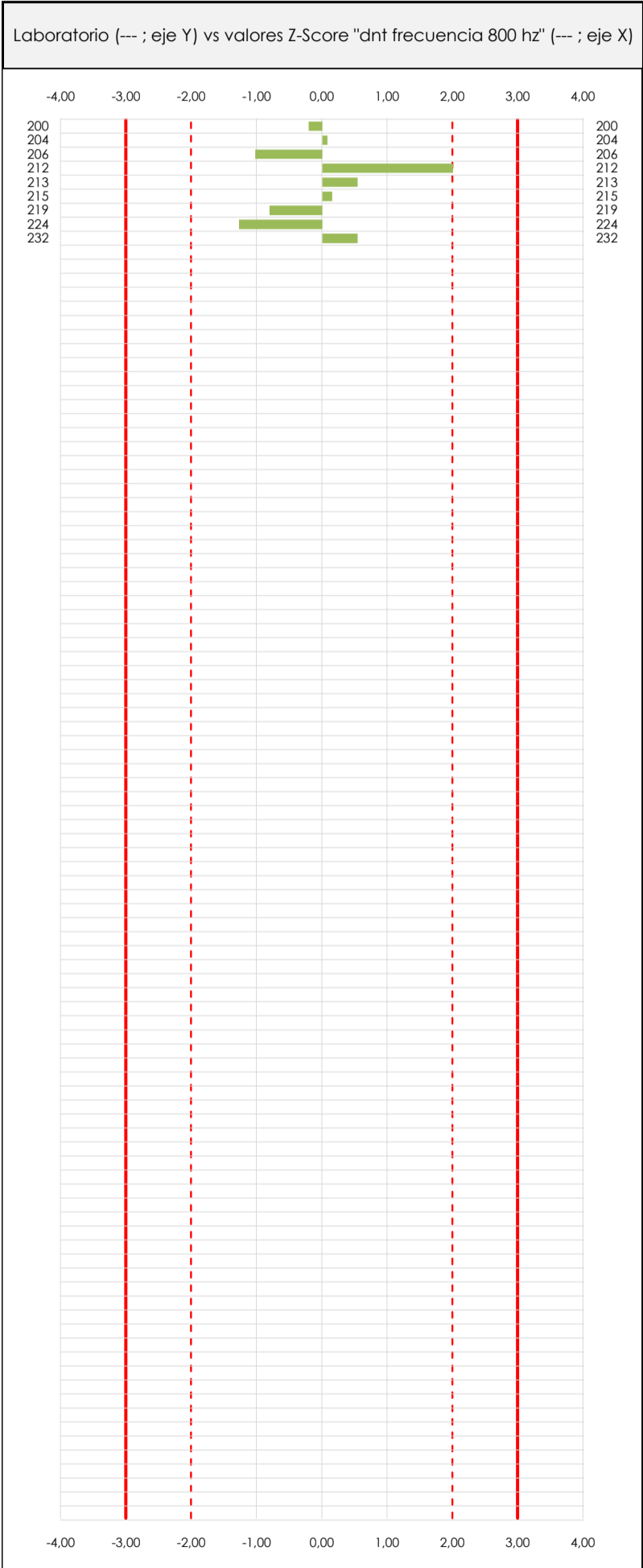
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 800 HZ (DB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

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



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 800 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
200	42,50	43,10	43,30	43,00	44,00	43,18	0,545	-0,27	✓	✓	✓			-0,208	S
204	42,70	43,80	43,40	43,30	43,50	43,34	0,404	0,10	✓	✓	✓			0,078	S
206	42,00	42,70	43,50	42,40	43,00	42,72	0,572	-1,33	✓	✓	✓			-1,028	S
212	44,20	44,00	44,10	45,40	44,40	44,42	0,567	2,59	✓	✓	✓			2,003	D
213	43,40	44,10	44,10	43,00	43,40	43,60	0,485	0,70	✓	✓	✓			0,541	S
215	43,29	43,27	42,81	44,34	43,20	43,38	0,572	0,20	✓	✓	✓			0,153	S
219	42,70	42,90	42,30	43,10	43,22	42,84	0,363	-1,04	✓	✓	✓			-0,806	S
224	42,53	42,68	42,40	42,90	42,40	42,58	0,212	-1,65	✓	✓	✓			-1,274	S
232	43,70	43,60	43,30	43,20	44,20	43,60	0,394	0,70	✓	✓	✓			0,541	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].

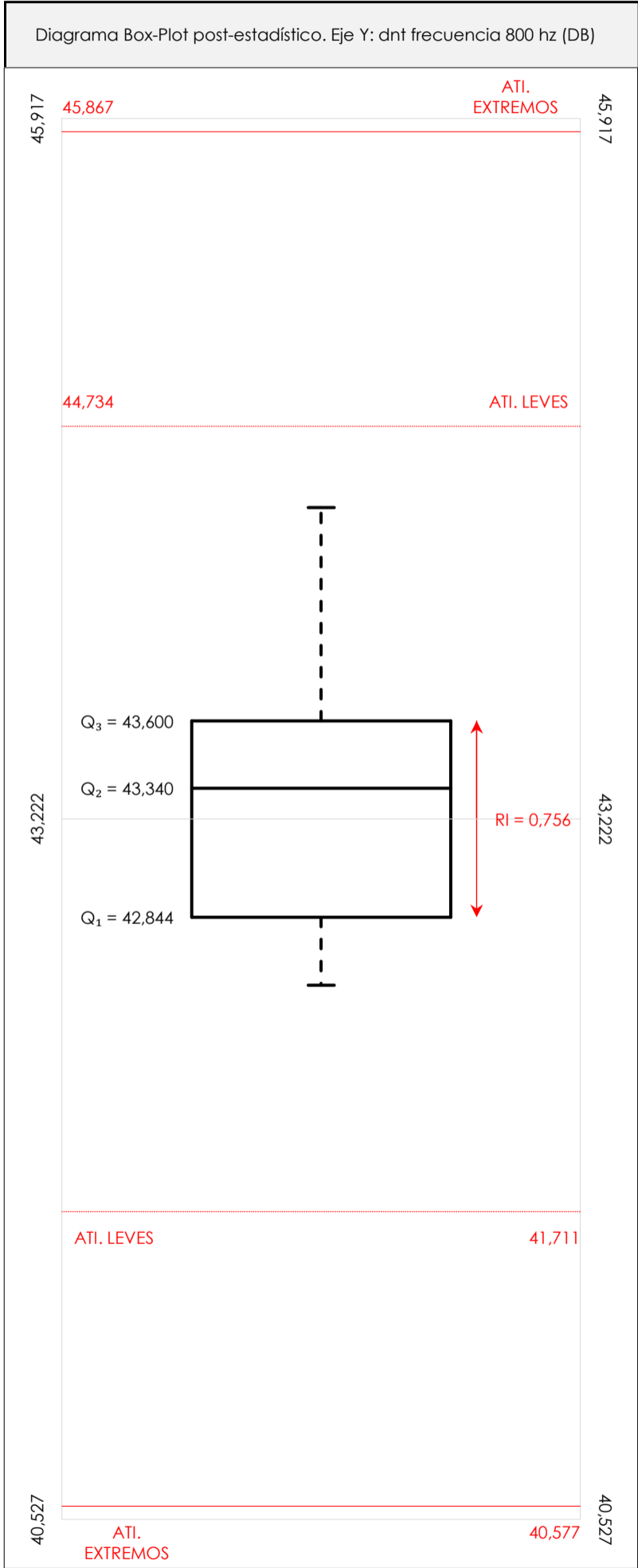
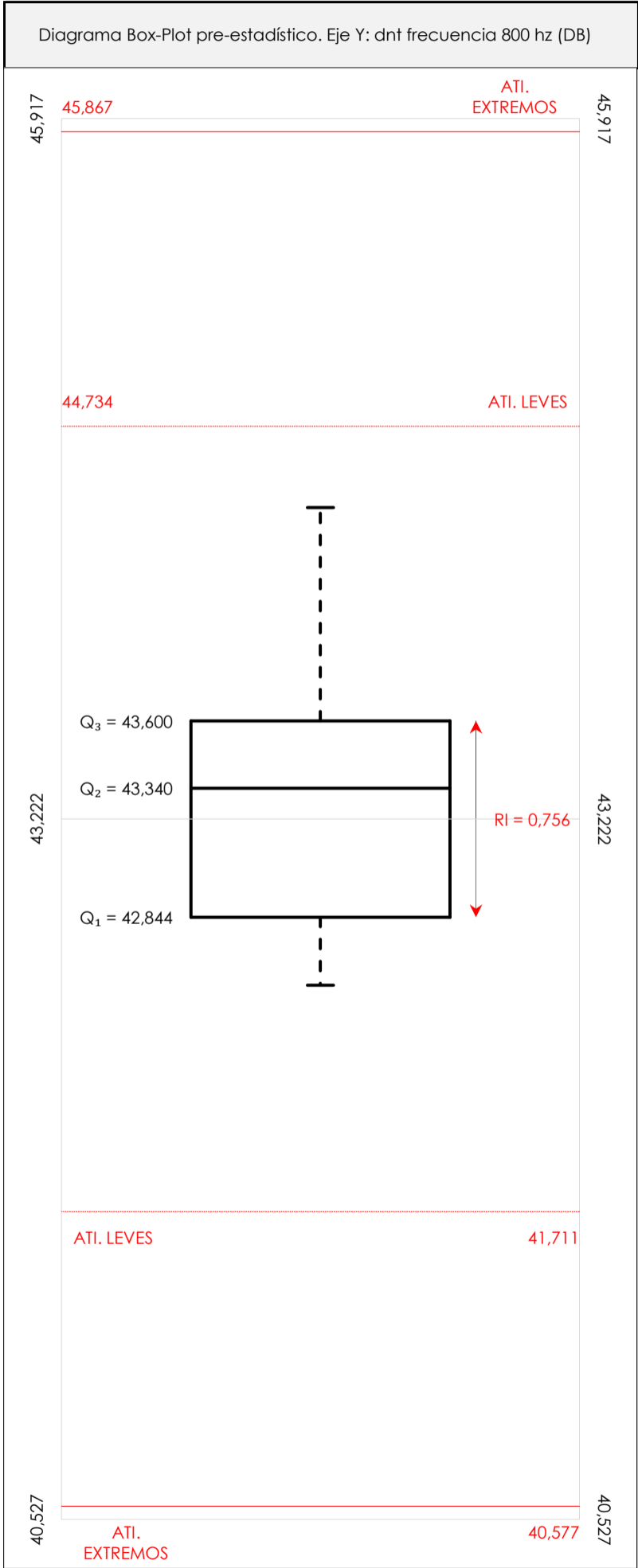
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 800 HZ (DB)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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



## DNT FRECUENCIA 800 HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 800 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	44,20	44,10	44,10	45,40	44,40	44,42	44,20	44,10	44,10	45,40	44,40	44,42
Valor Mínimo (min ; %)	42,00	42,68	42,30	42,40	42,40	42,58	42,00	42,68	42,30	42,40	42,40	42,58
Valor Promedio (M ; %)	43,00	43,35	43,25	43,40	43,48	43,30	43,00	43,35	43,25	43,40	43,48	43,30
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,69	0,55	0,65	0,91	0,63	0,56	0,69	0,55	0,65	0,91	0,63	0,56
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,223	1,308	0,270	0,493	1,945		0,223	1,308	0,270	0,493	1,945	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,13	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: 8 resultados satisfactorios, 1 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

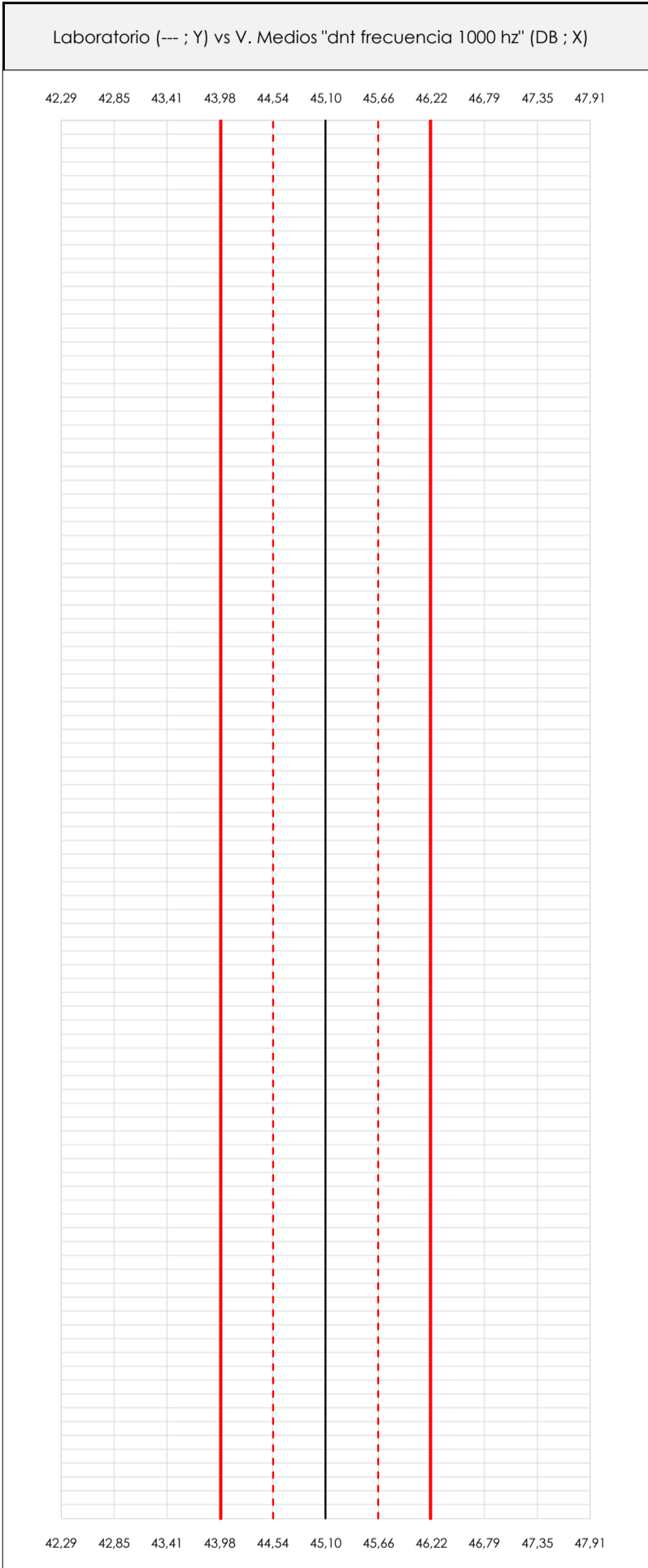
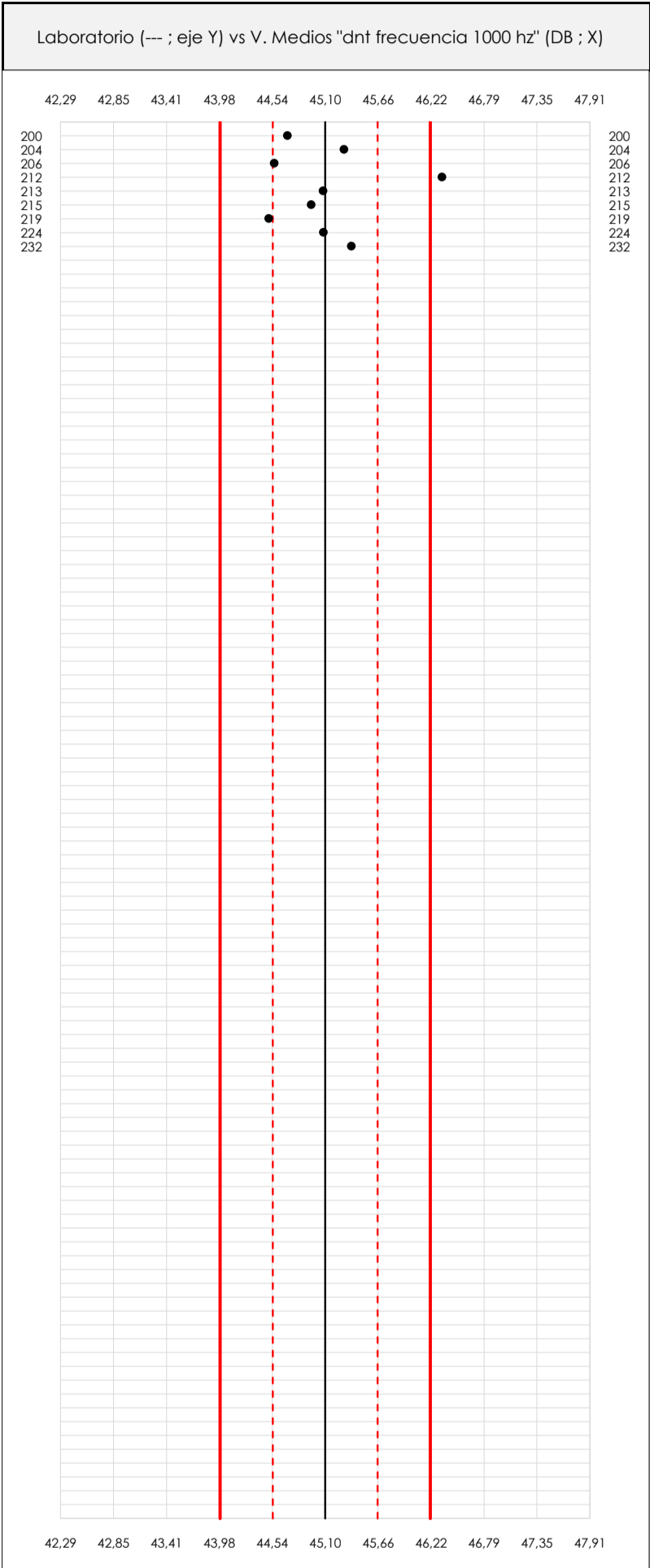
DNT FRECUENCIA 1000 HZ



# DNT FRECUENCIA 1000 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (45,10 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,66/44,54 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,21/43,98 ; líneas rojas de trazo continuo).

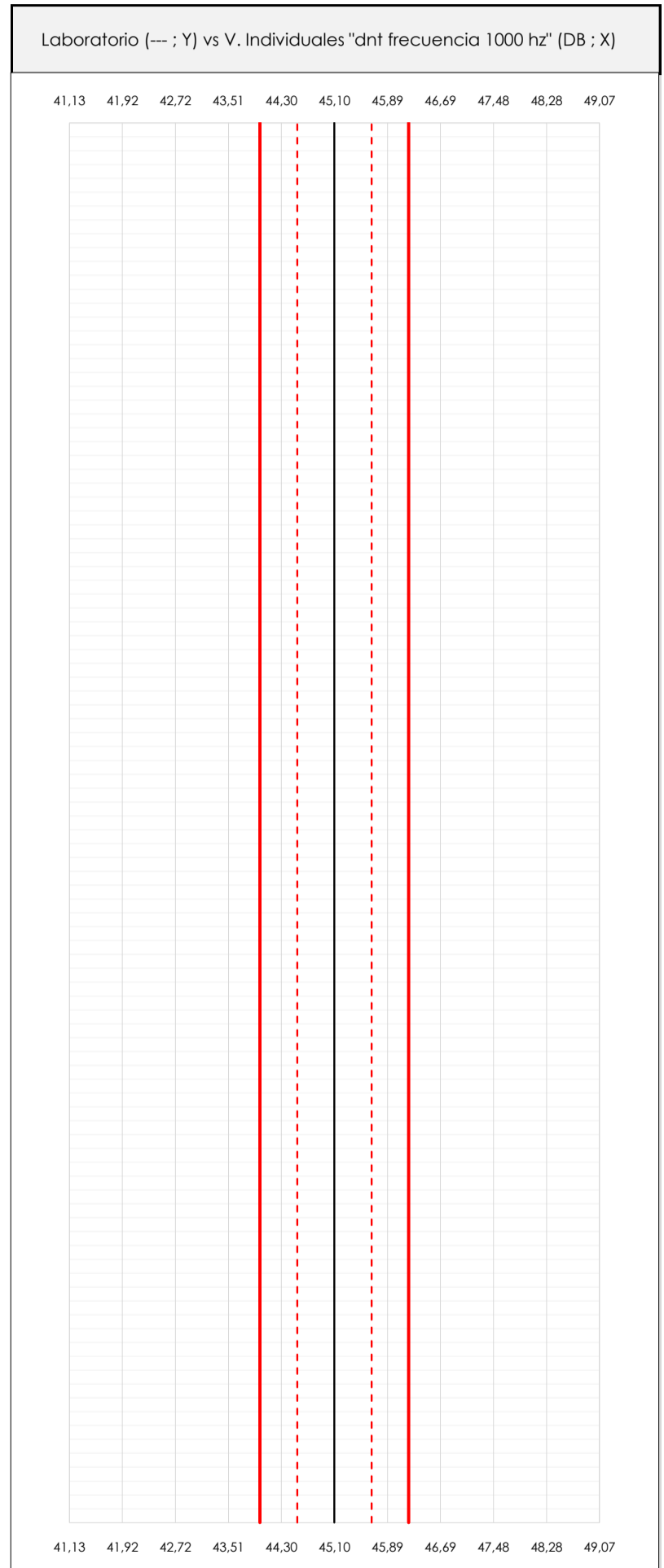
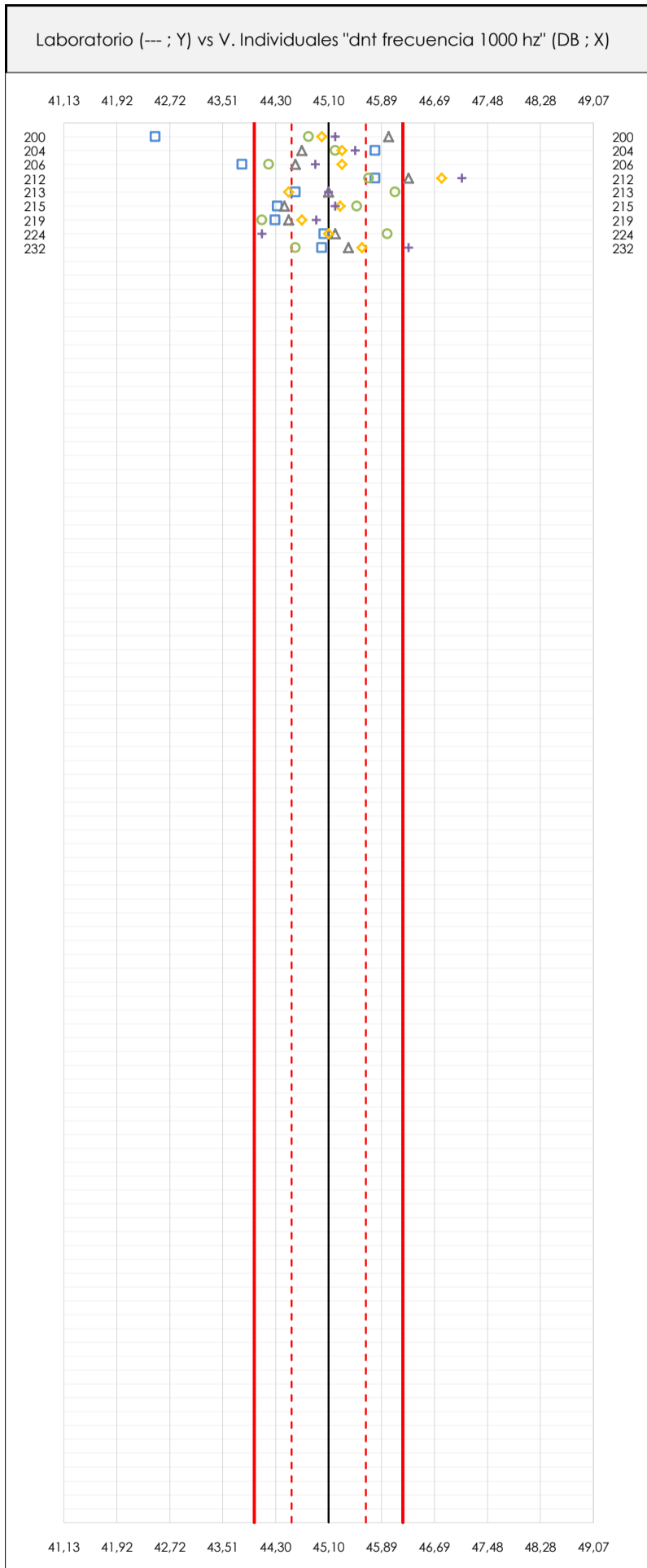
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 1000 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 (45,10 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,66/44,54 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,21/43,98 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i_1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i_2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i_3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i_4}$ ) con un rombo amarillo.



# DNT FRECUENCIA 1000 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	42,50	44,80	46,00	45,00	45,20	44,70	1,311	-0,89	✓	
204	45,80	45,20	44,70	45,30	45,50	45,30	0,406	0,44	✓	
206	43,80	44,20	44,60	45,30	44,90	44,56	0,586	-1,20	✓	
212	45,80	45,70	46,30	46,80	47,10	46,34	0,611	2,75	✓	
213	44,60	46,10	45,10	44,50	45,10	45,08	0,634	-0,04	✓	
215	44,33	45,52	44,44	45,27	45,20	44,95	0,535	-0,33	✓	
219	44,30	44,10	44,50	44,70	44,92	44,50	0,322	-1,32	✓	
224	45,03	45,98	45,20	45,10	44,10	45,08	0,669	-0,04	✓	
232	45,00	44,60	45,40	45,60	46,30	45,38	0,642	0,62	✓	

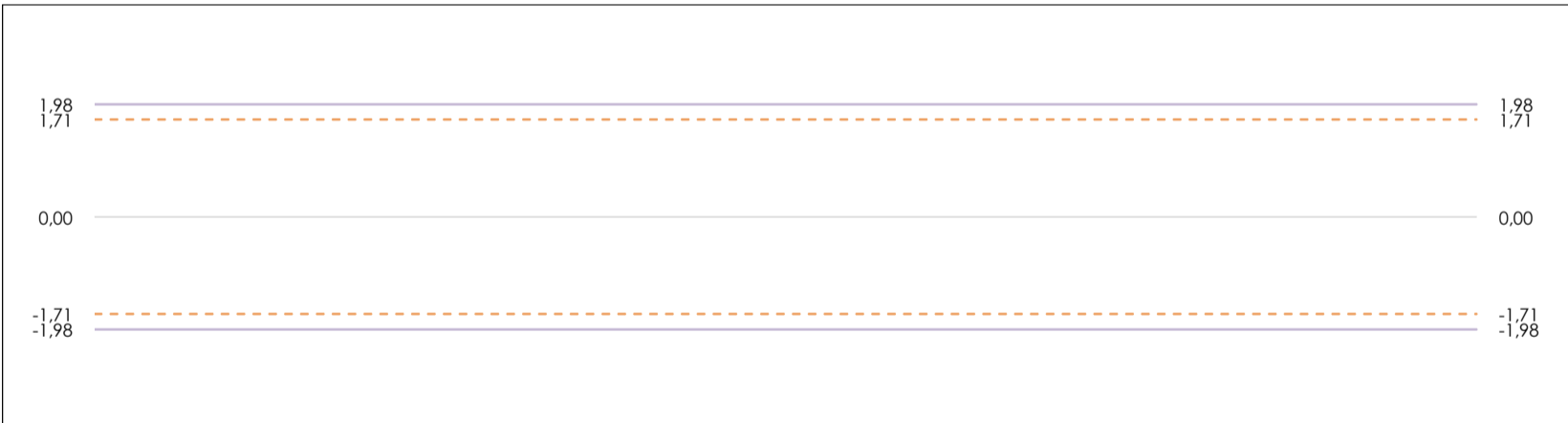
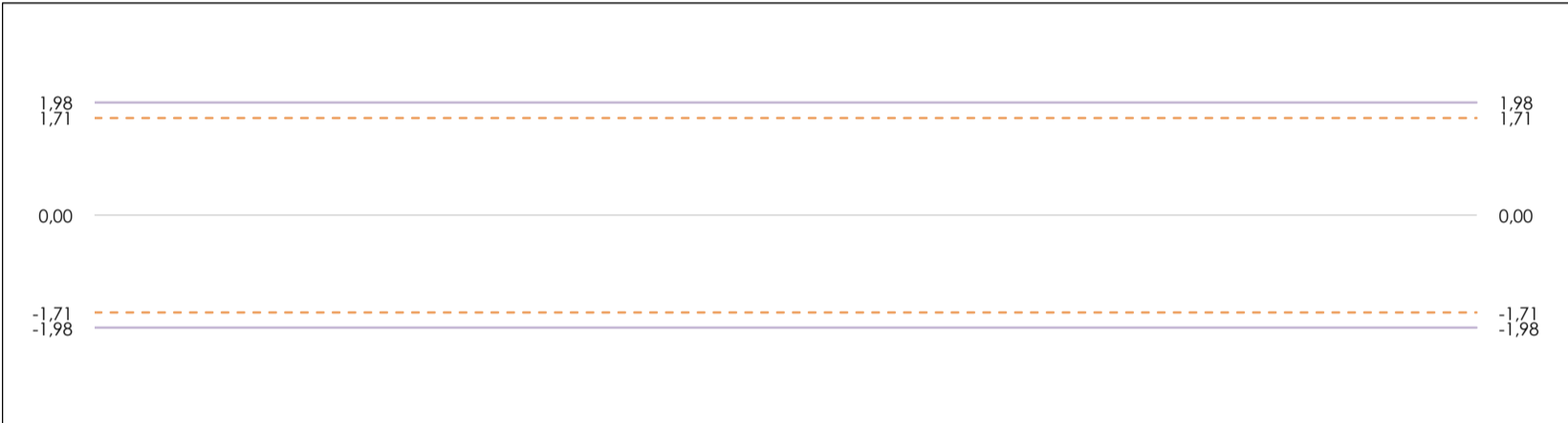
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> 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 FRECUENCIA 1000 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

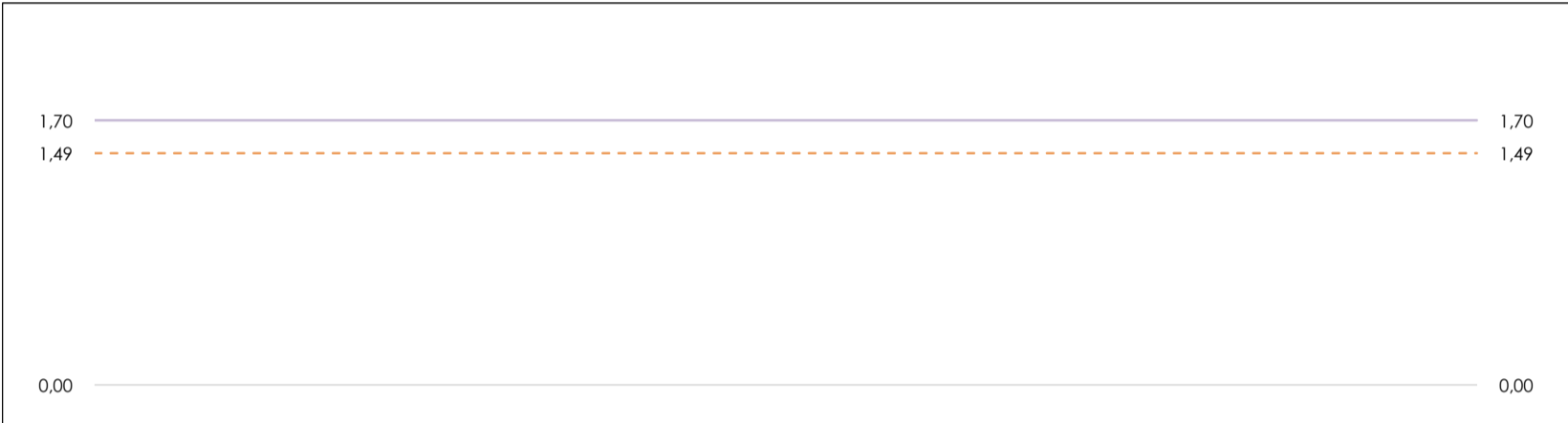
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 1000 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 FRECUENCIA 1000 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
200	42,500	44,800	46,000	45,000	45,200	44,700	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	45,80	45,200	44,700	45,300	45,500	45,300	0,406	0,71	0,95	0,73						0,4665	✓
206	43,80	44,200	44,600	45,300	44,900	44,560	0,586	-0,93	-1,24	1,05				0,1796			✓
212	45,80	45,700	46,300	46,800	47,100	46,340	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
213	44,60	46,100	45,100	44,500	45,100	45,080	0,634	0,22	0,30	1,14							✓
215	44,33	45,524	44,438	45,272	45,200	44,953	0,535	-0,06	-0,08	0,96							✓
219	44,30	44,100	44,500	44,700	44,917	44,503	0,322	-1,06	-1,41	0,58		1,408		0,1796			✓
224	45,03	45,980	45,200	45,100	44,100	45,082	0,669	0,23	0,30	1,20							✓
232	45,00	44,600	45,400	45,600	46,300	45,380	0,642	0,89	1,18	1,16			1,183		0,4665		✓

**NOTAS:**

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

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

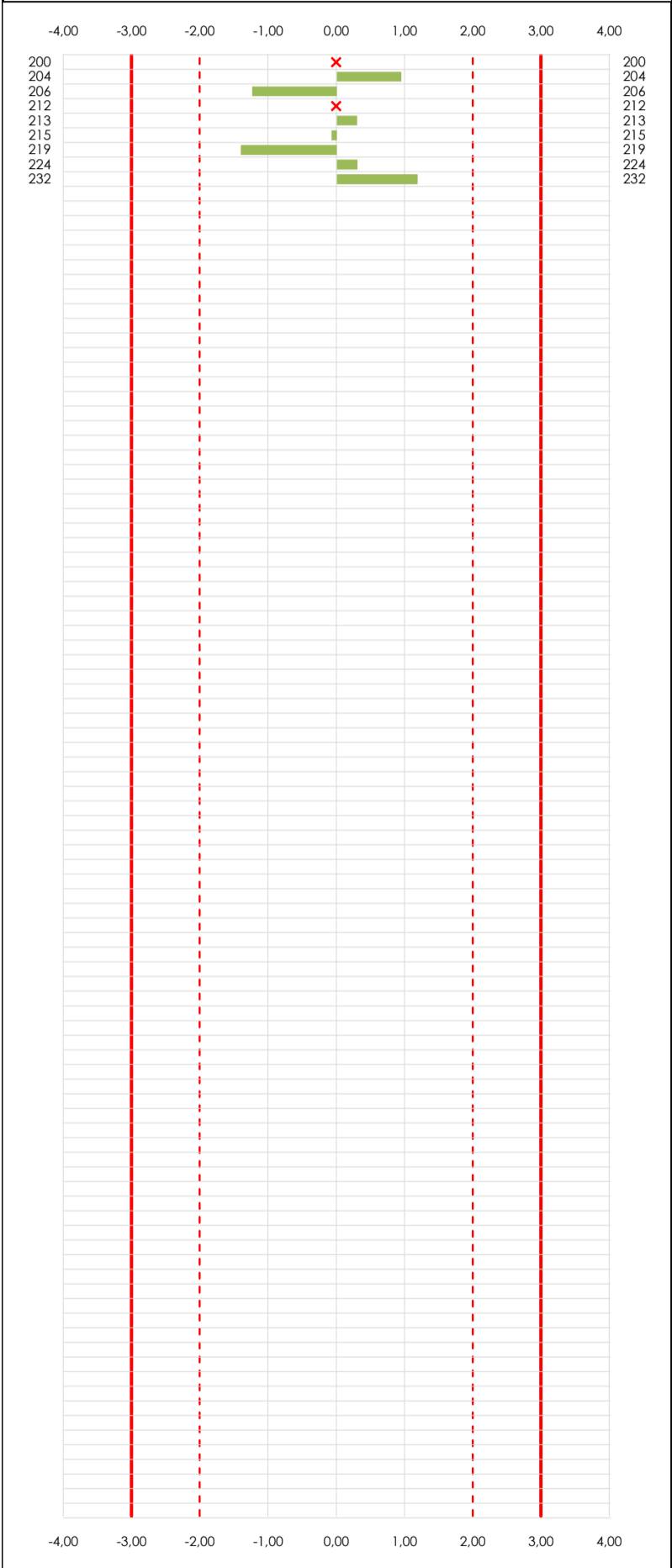


# DNT FRECUENCIA 1000 HZ (DB)

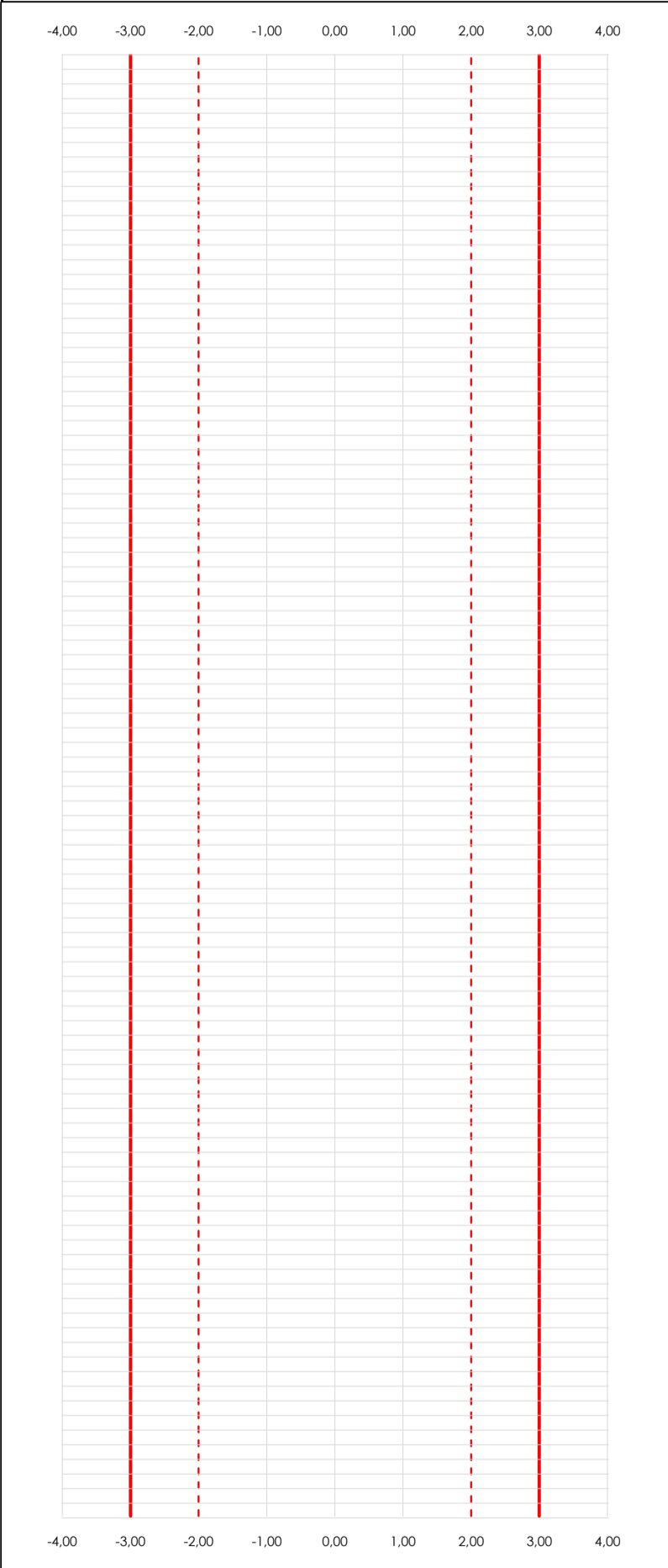
## Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 1000 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 1000 hz" (--- ; eje X)



### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 1000 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
200	42,50	44,80	46,00	45,00	45,20	44,70	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
204	45,80	45,20	44,70	45,30	45,50	45,30	0,406	0,71	✓	✓	✓			0,946	S
206	43,80	44,20	44,60	45,30	44,90	44,56	0,586	-0,93	✓	✓	✓			-1,240	S
212	45,80	45,70	46,30	46,80	47,10	46,34	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
213	44,60	46,10	45,10	44,50	45,10	45,08	0,634	0,22	✓	✓	✓			0,296	S
215	44,33	45,52	44,44	45,27	45,20	44,95	0,535	-0,06	✓	✓	✓			-0,079	S
219	44,30	44,10	44,50	44,70	44,92	44,50	0,322	-1,06	✓	✓	✓			-1,408	S
224	45,03	45,98	45,20	45,10	44,10	45,08	0,669	0,23	✓	✓	✓			0,302	S
232	45,00	44,60	45,40	45,60	46,30	45,38	0,642	0,89	✓	✓	✓			1,183	S

**NOTAS:**

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

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

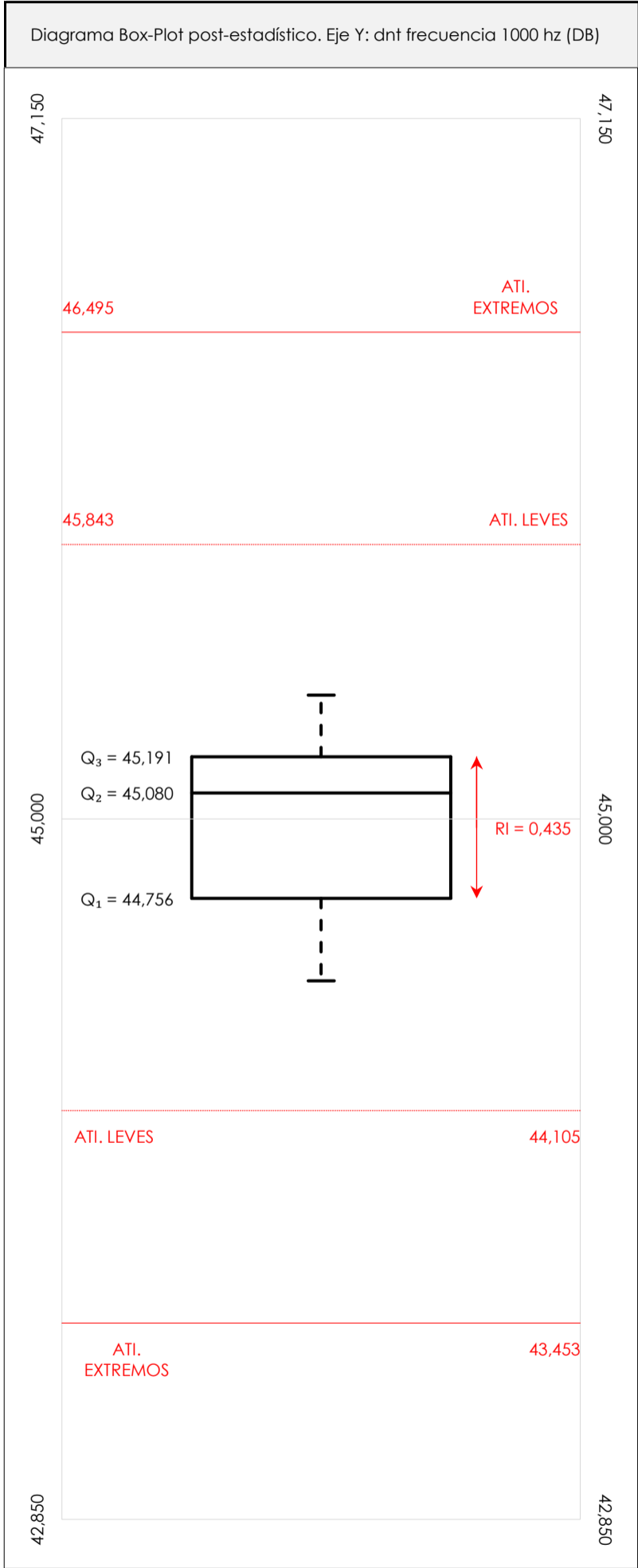
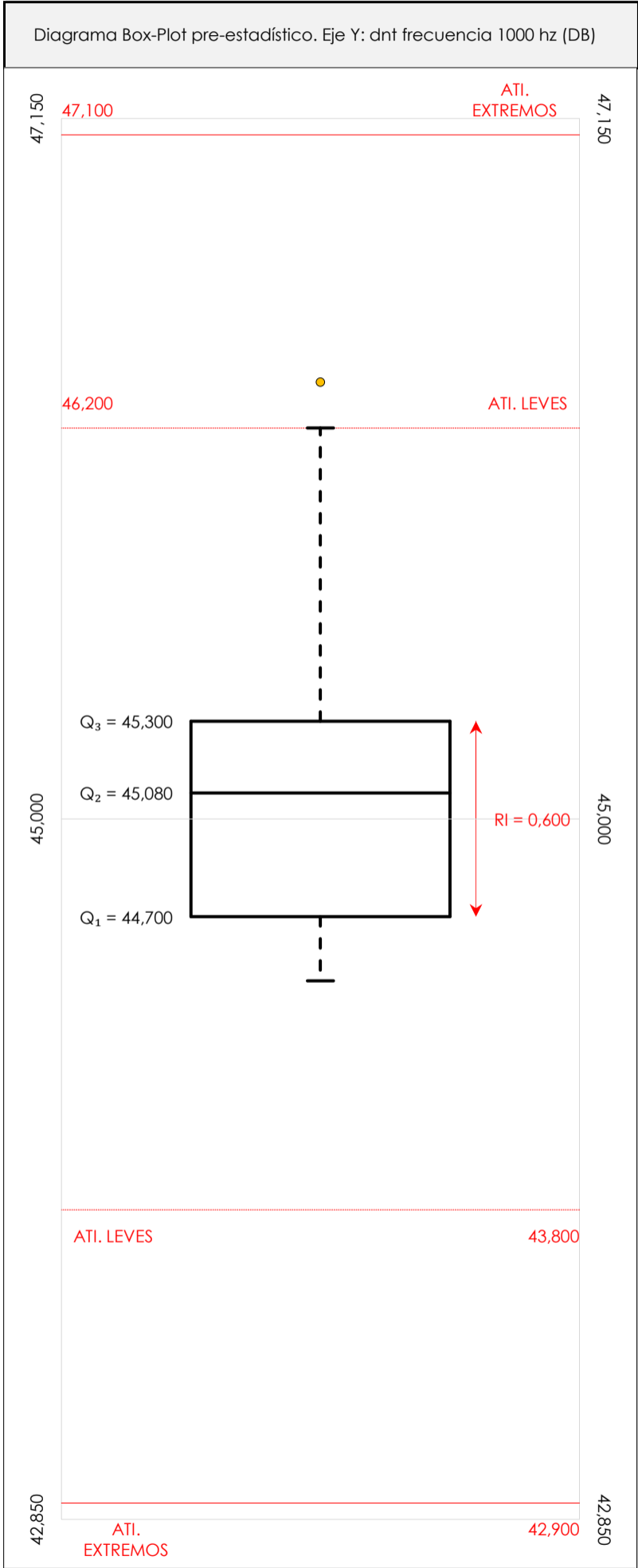
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 1000 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 intercuartil (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).



## DNT FRECUENCIA 1000 HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 1000 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	45,80	46,10	46,30	46,80	47,10	46,34	45,80	46,10	45,40	45,60	46,30	45,38
Valor Mínimo (min ; %)	42,50	44,10	44,44	44,50	44,10	44,50	43,80	44,10	44,44	44,50	44,10	44,50
Valor Promedio (M ; %)	44,57	45,13	45,14	45,29	45,37	45,10	44,69	45,10	44,85	45,11	45,15	44,98
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,03	0,75	0,67	0,66	0,87	0,56	0,65	0,82	0,38	0,38	0,67	0,34
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,472	1,905	0,216	0,689	2,300		0,308	1,539	0,053	0,361	1,666	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	1,98	1,70	0,425	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
Nivel de Significación 5%	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 análisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

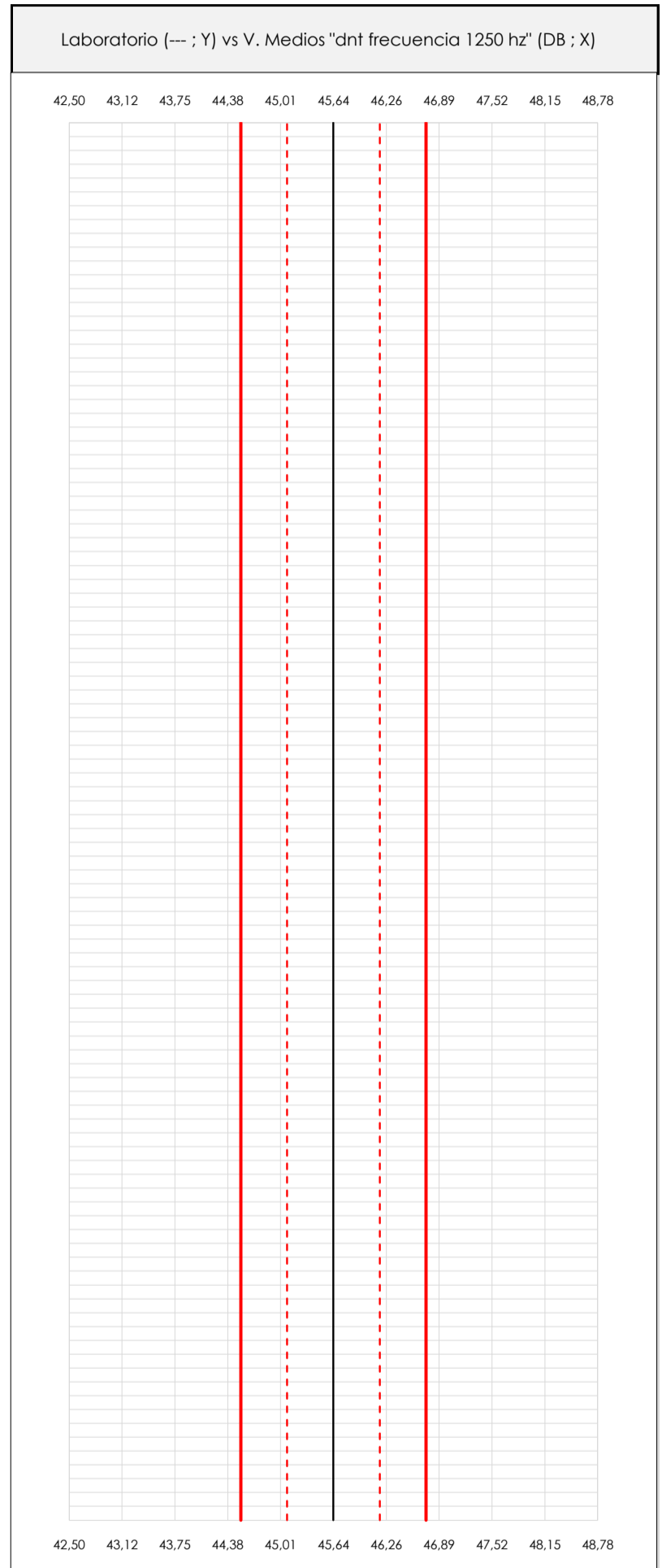
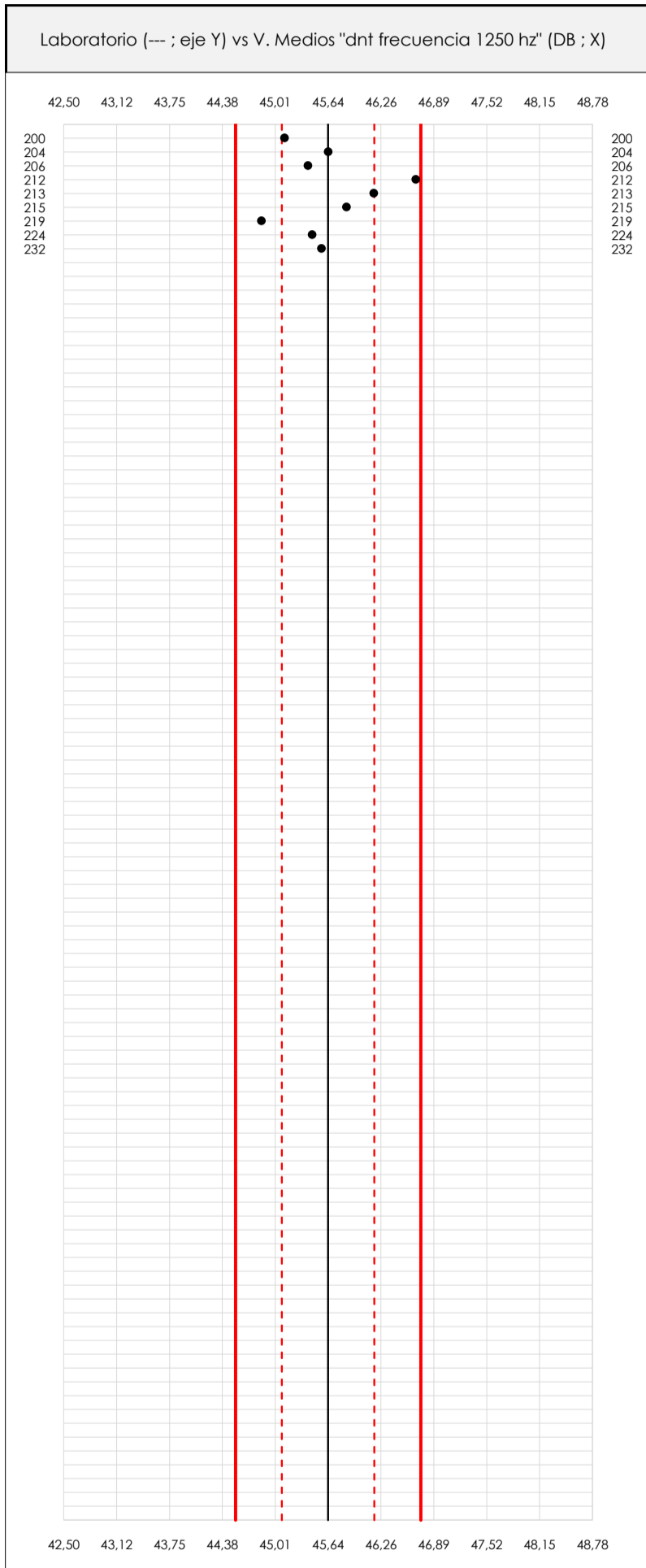
DNT FRECUENCIA 1250 HZ



# DNT FRECUENCIA 1250 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 (45,64 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (46,19/45,09 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,74/44,54 ; líneas rojas de trazo continuo).

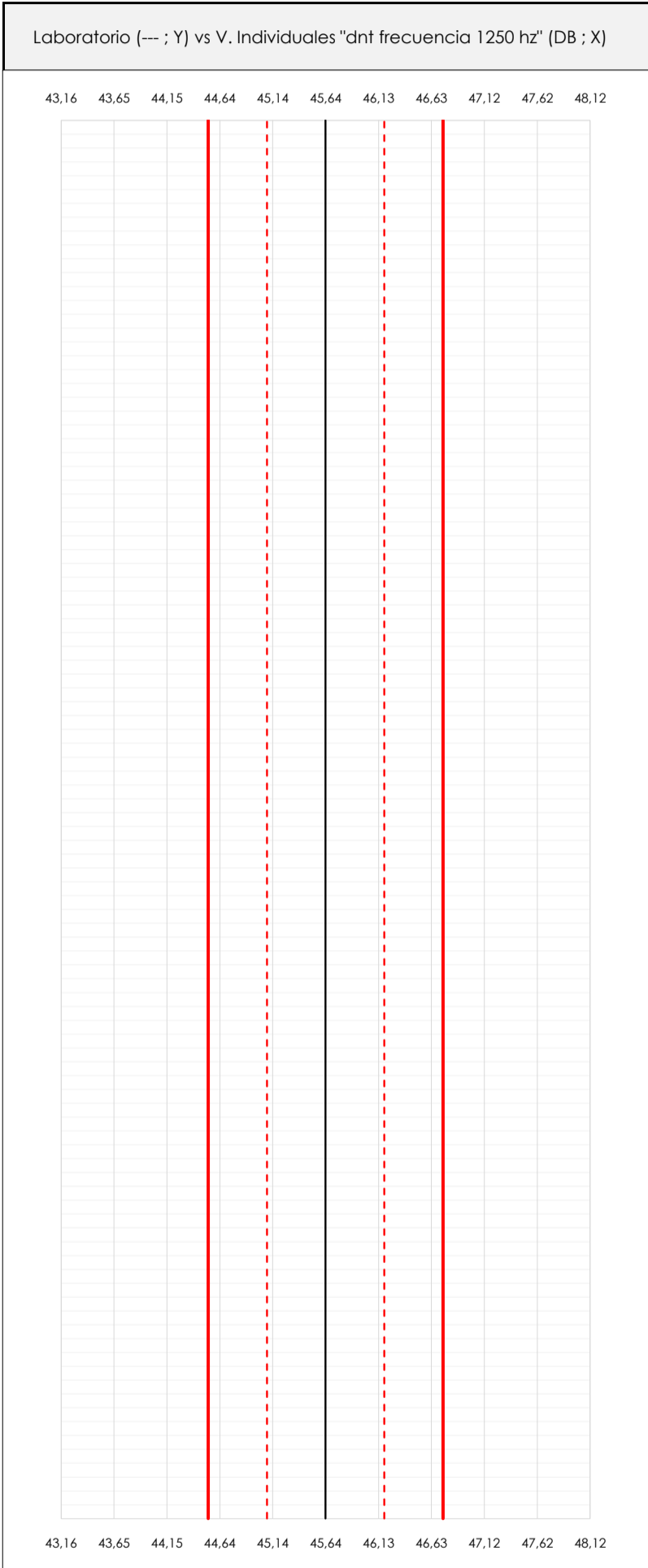
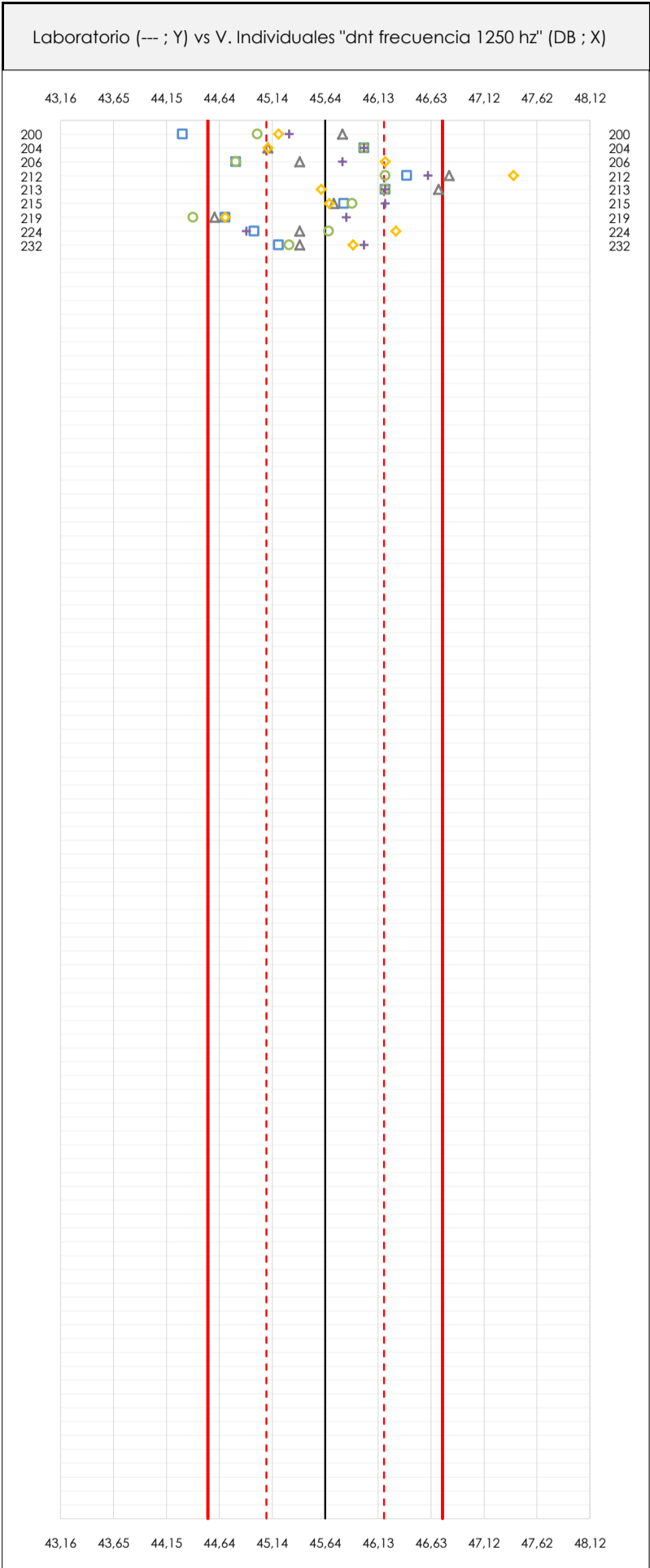
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 1250 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (45,64 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (46,19/45,09 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,74/44,54 ; 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 FRECUENCIA 1250 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	44,30	45,00	45,80	45,20	45,30	45,12	0,545	-1,13	✓	
204	46,00	46,00	45,10	45,10	46,00	45,64	0,493	0,01	✓	
206	44,80	44,80	45,40	46,20	45,80	45,40	0,616	-0,52	✓	
212	46,40	46,20	46,80	47,40	46,60	46,68	0,460	2,29	✓	
213	46,20	46,20	46,70	45,60	46,20	46,18	0,390	1,19	✓	
215	45,81	45,89	45,72	45,67	46,20	45,86	0,208	0,48	✓	
219	44,70	44,40	44,60	44,70	45,83	44,85	0,566	-1,73	✓	
224	44,97	45,67	45,40	46,30	44,90	45,45	0,571	-0,41	✓	
232	45,20	45,30	45,40	45,90	46,00	45,56	0,365	-0,17	✓	

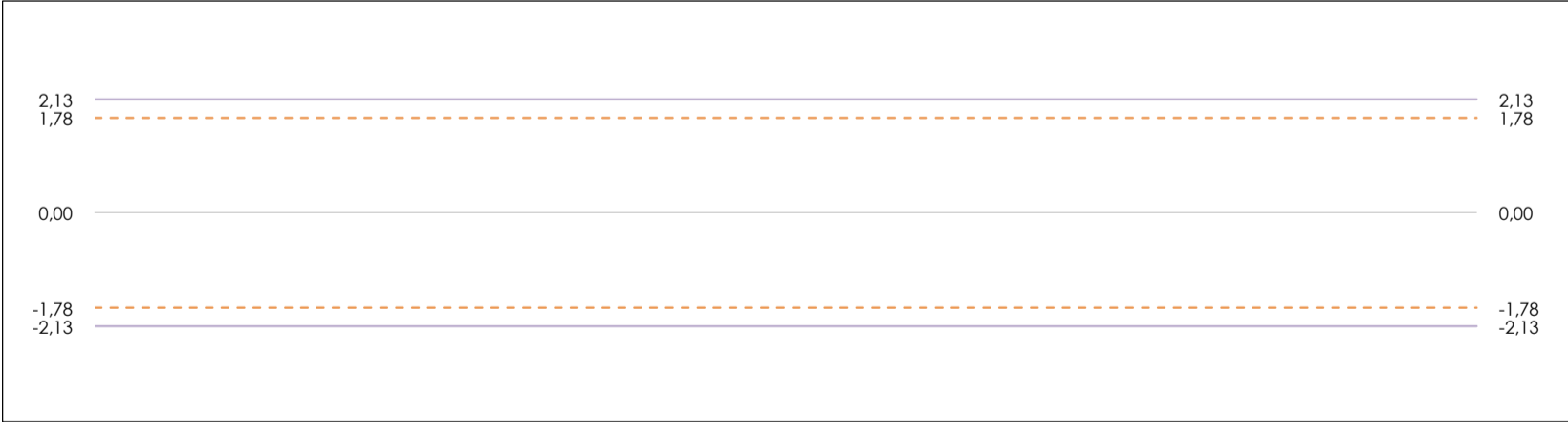
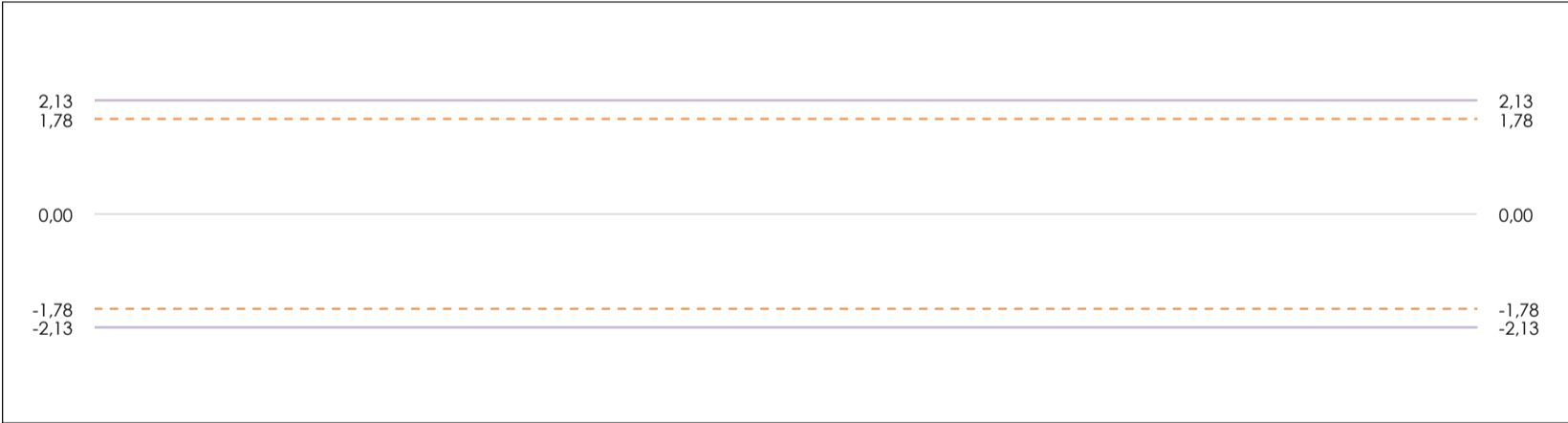
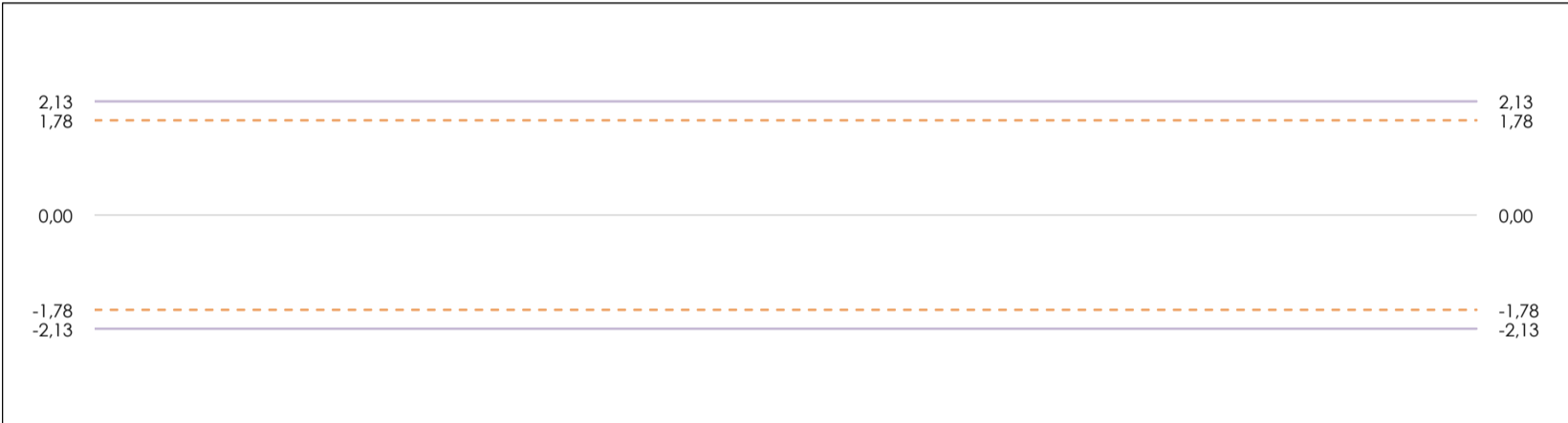
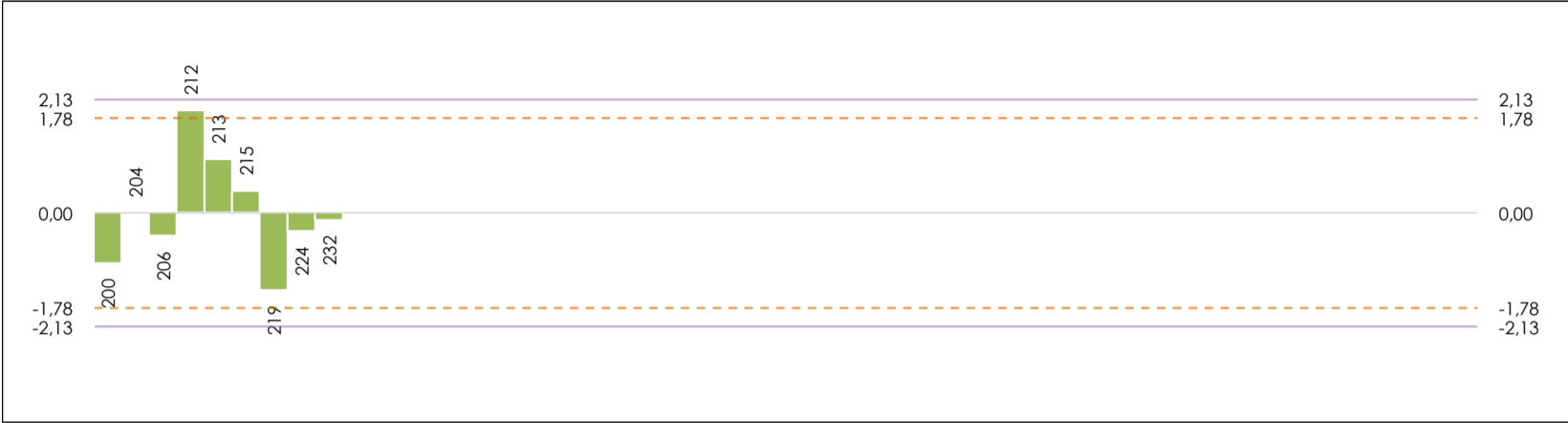
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) 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 FRECUENCIA 1250 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

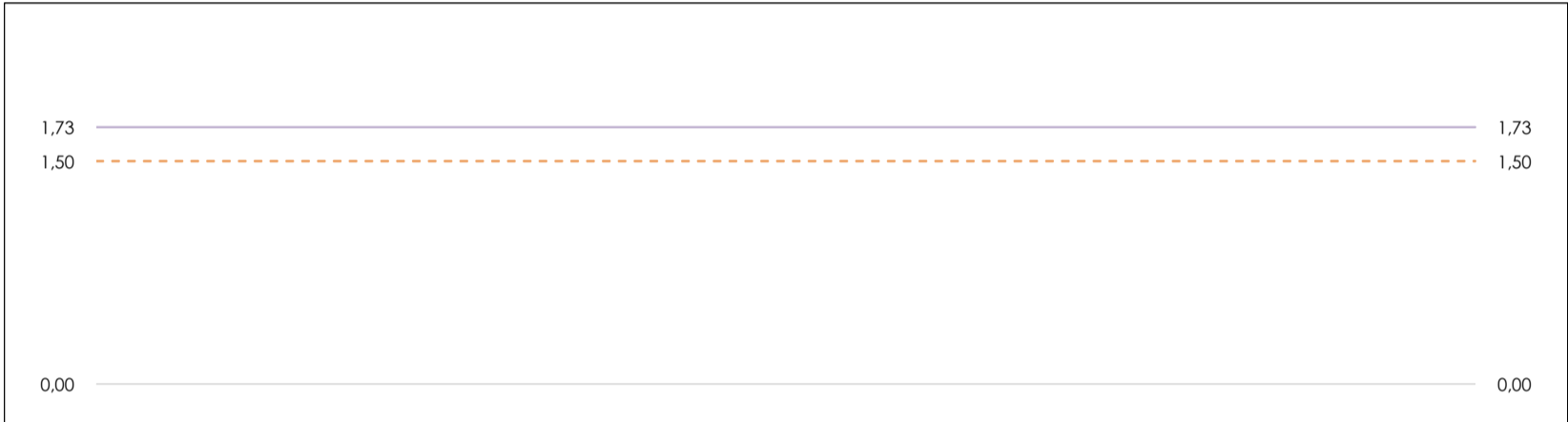
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 1250 HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



**ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS**

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

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



# DNT FRECUENCIA 1250 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
200	44,300	45,000	45,800	45,200	45,300	45,120	0,545	-1,13	-0,94	1,13				0,5309		✓
204	46,00	46,000	45,100	45,100	46,000	45,640	0,493	0,01	0,01	1,02						✓
206	44,80	44,800	45,400	46,200	45,800	45,400	0,616	-0,52	-0,43	1,27						✓
212	46,40	46,200	46,800	47,400	46,600	46,680	0,460	2,29	1,90*	0,95	0,180		1,896		0,2804	✓
213	46,20	46,200	46,700	45,600	46,200	46,180	0,390	1,19	0,99	0,81					0,2804	✓
215	45,81	45,888	45,717	45,675	46,200	45,858	0,208	0,48	0,40	0,43						✓
219	44,70	44,400	44,600	44,700	45,835	44,847	0,566	-1,73	-1,44	1,17		1,436		0,5309		✓
224	44,97	45,670	45,400	46,300	44,900	45,448	0,571	-0,41	-0,34	1,18						✓
232	45,20	45,300	45,400	45,900	46,000	45,560	0,365	-0,17	-0,14	0,75						✓

**NOTAS:**

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

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

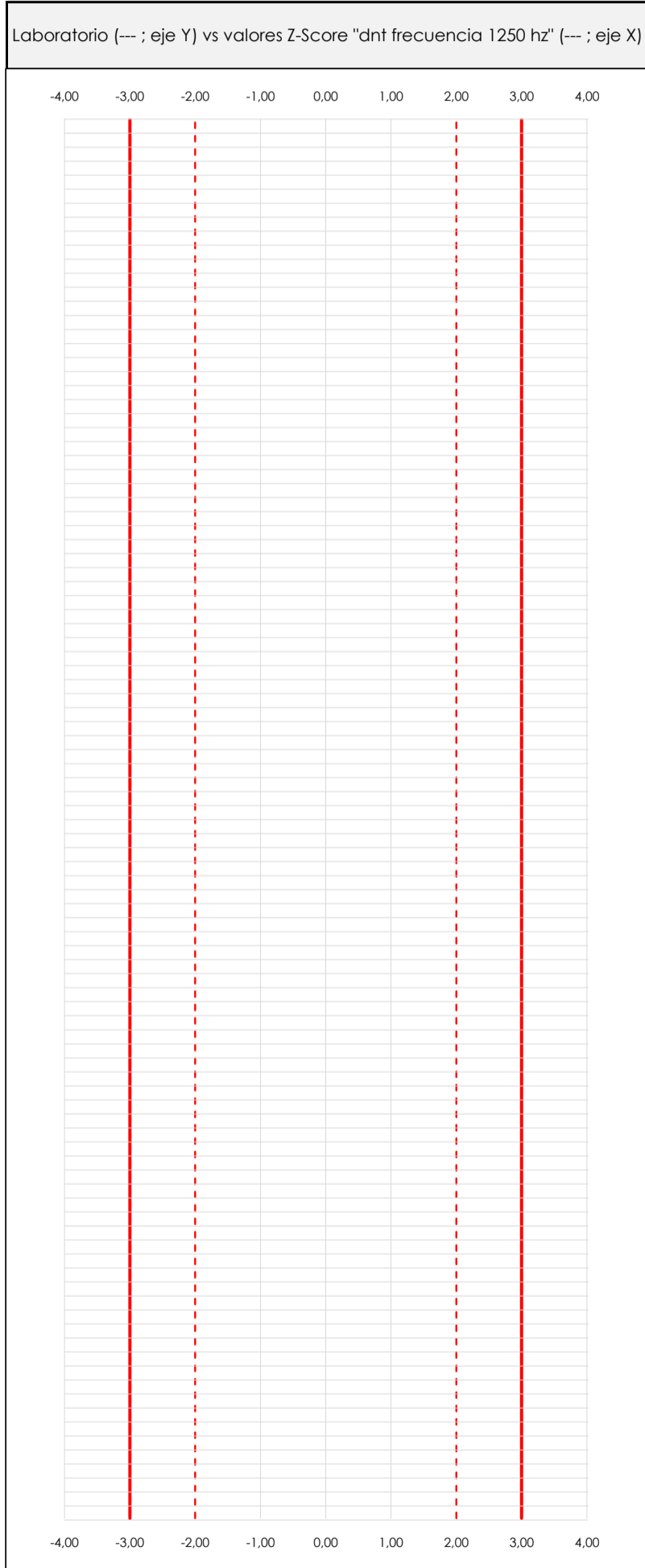
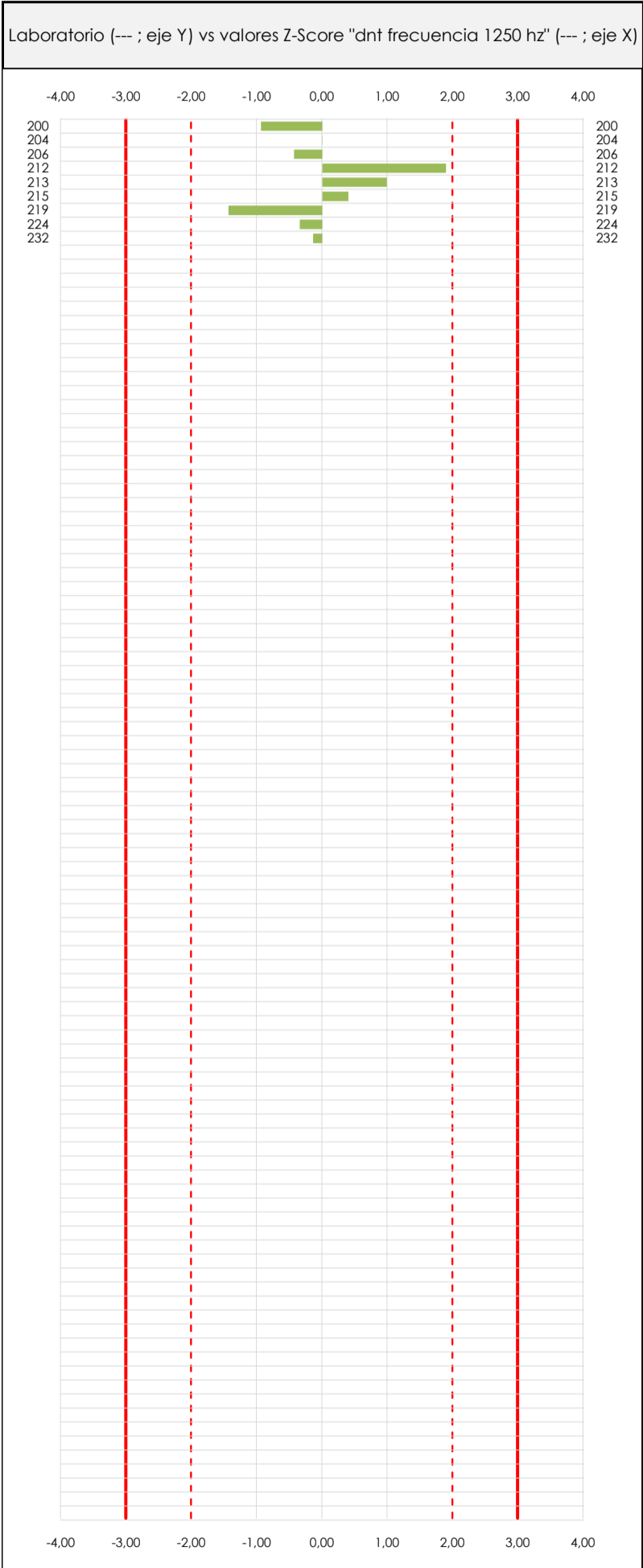
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 1250 HZ (DB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 1250 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
200	44,30	45,00	45,80	45,20	45,30	45,12	0,545	-1,13	✓	✓	✓			-0,940	S
204	46,00	46,00	45,10	45,10	46,00	45,64	0,493	0,01	✓	✓	✓			0,005	S
206	44,80	44,80	45,40	46,20	45,80	45,40	0,616	-0,52	✓	✓	✓			-0,431	S
212	46,40	46,20	46,80	47,40	46,60	46,68	0,460	2,29	✓	✓	✓			1,896	S
213	46,20	46,20	46,70	45,60	46,20	46,18	0,390	1,19	✓	✓	✓			0,987	S
215	45,81	45,89	45,72	45,67	46,20	45,86	0,208	0,48	✓	✓	✓			0,402	S
219	44,70	44,40	44,60	44,70	45,83	44,85	0,566	-1,73	✓	✓	✓			-1,436	S
224	44,97	45,67	45,40	46,30	44,90	45,45	0,571	-0,41	✓	✓	✓			-0,344	S
232	45,20	45,30	45,40	45,90	46,00	45,56	0,365	-0,17	✓	✓	✓			-0,140	S

**NOTAS:**

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

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

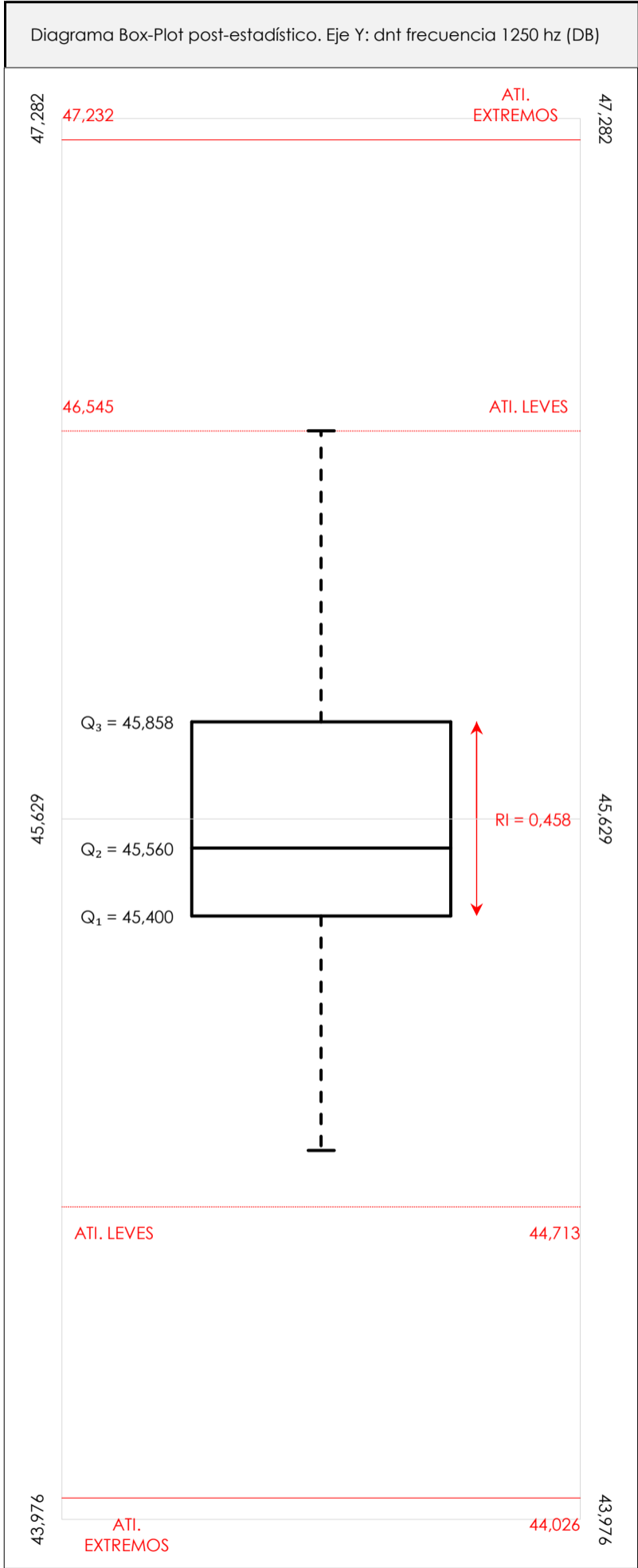
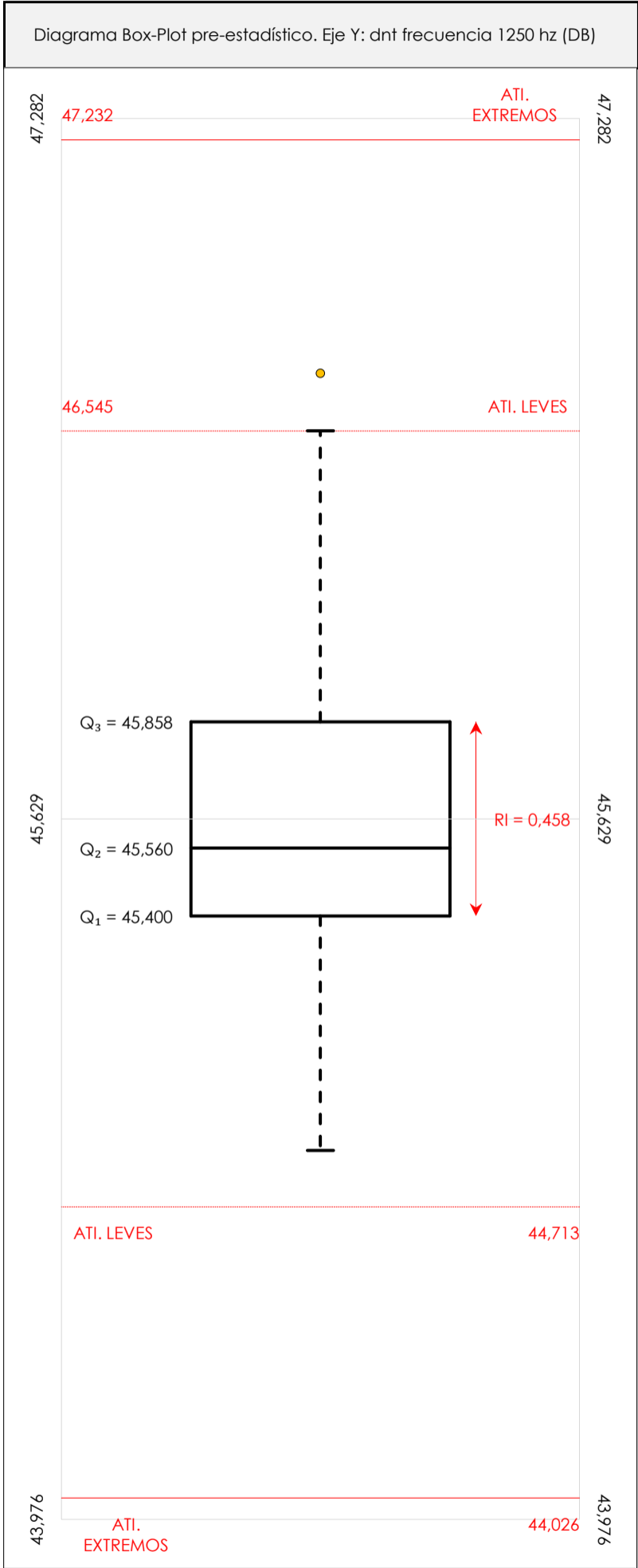
<sup>03</sup> La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si | ZS | ≤ 2] [Dudoso (D) - si 2 < | ZS | ≤ 3] [Insatisfactorio (I) - si | ZS | > 3].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 1250 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).



# DNT FRECUENCIA 1250 HZ (DB)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 1250 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	46,40	46,20	46,80	47,40	46,60	46,68	46,40	46,20	46,80	47,40	46,60	46,68
Valor Mínimo (min ; %)	44,30	44,40	44,60	44,70	44,90	44,85	44,30	44,40	44,60	44,70	44,90	44,85
Valor Promedio (M ; %)	45,38	45,50	45,66	45,79	45,87	45,64	45,38	45,50	45,66	45,79	45,87	45,64
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,75	0,65	0,71	0,80	0,51	0,55	0,75	0,65	0,71	0,80	0,51	0,55
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,234	1,341	0,256	0,490	1,940		0,234	1,341	0,256	0,490	1,940	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,13	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 analisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

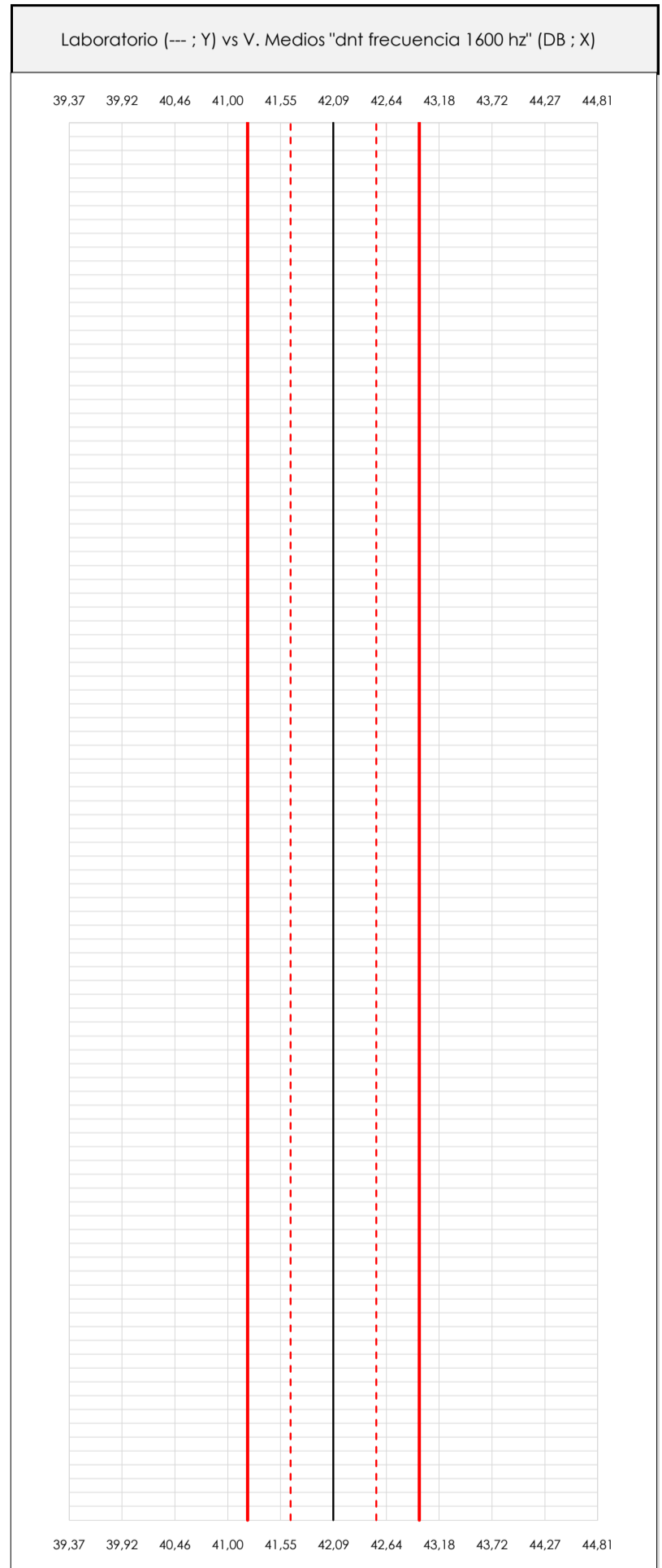
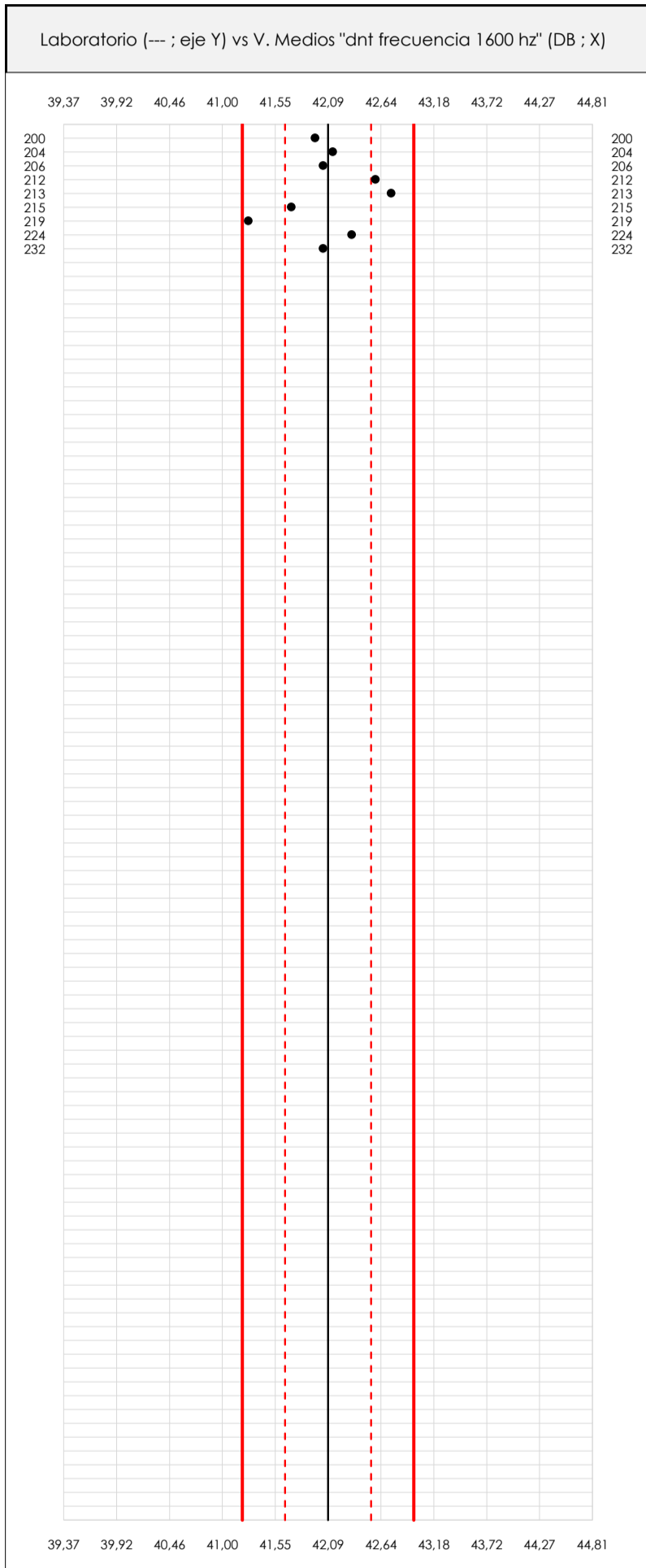
DNT FRECUENCIA 1600 HZ



# DNT FRECUENCIA 1600 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 (42,09 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (42,53/41,65 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,97/41,21 ; líneas rojas de trazo continuo).

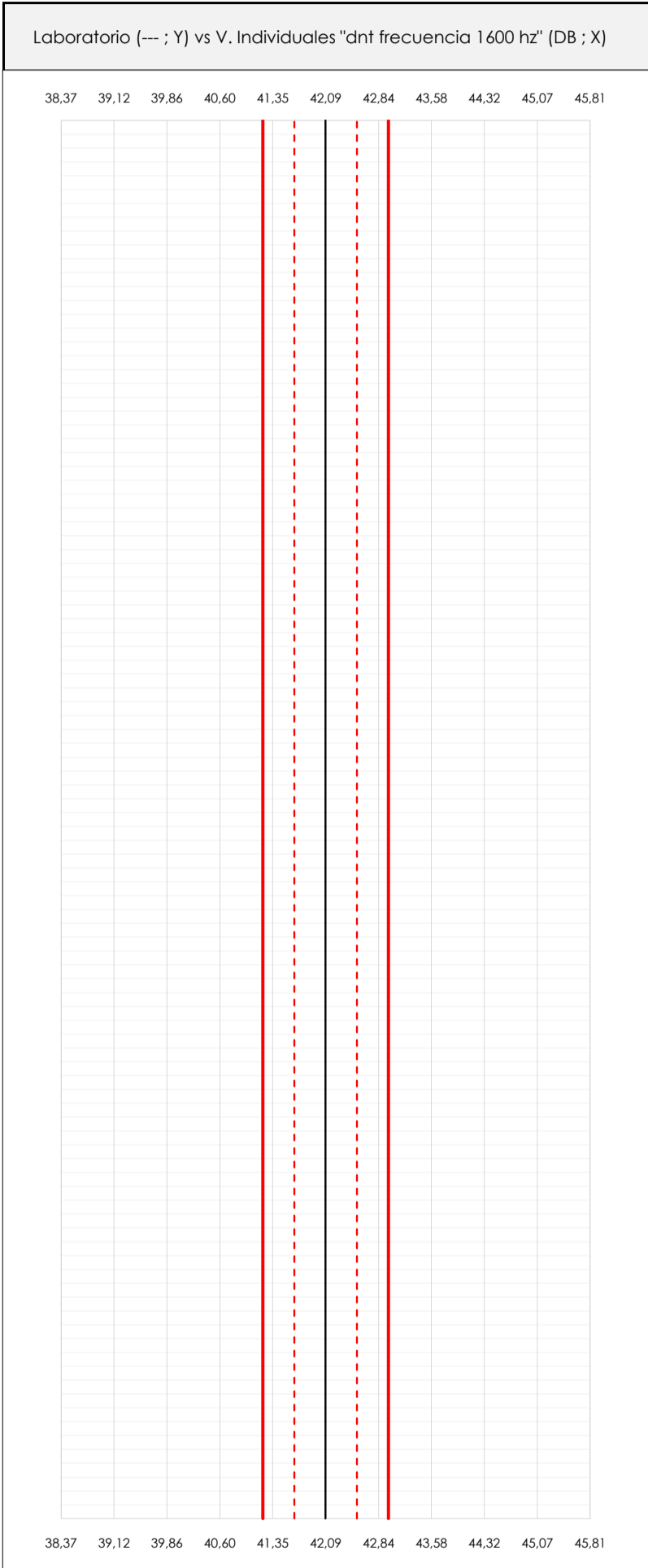
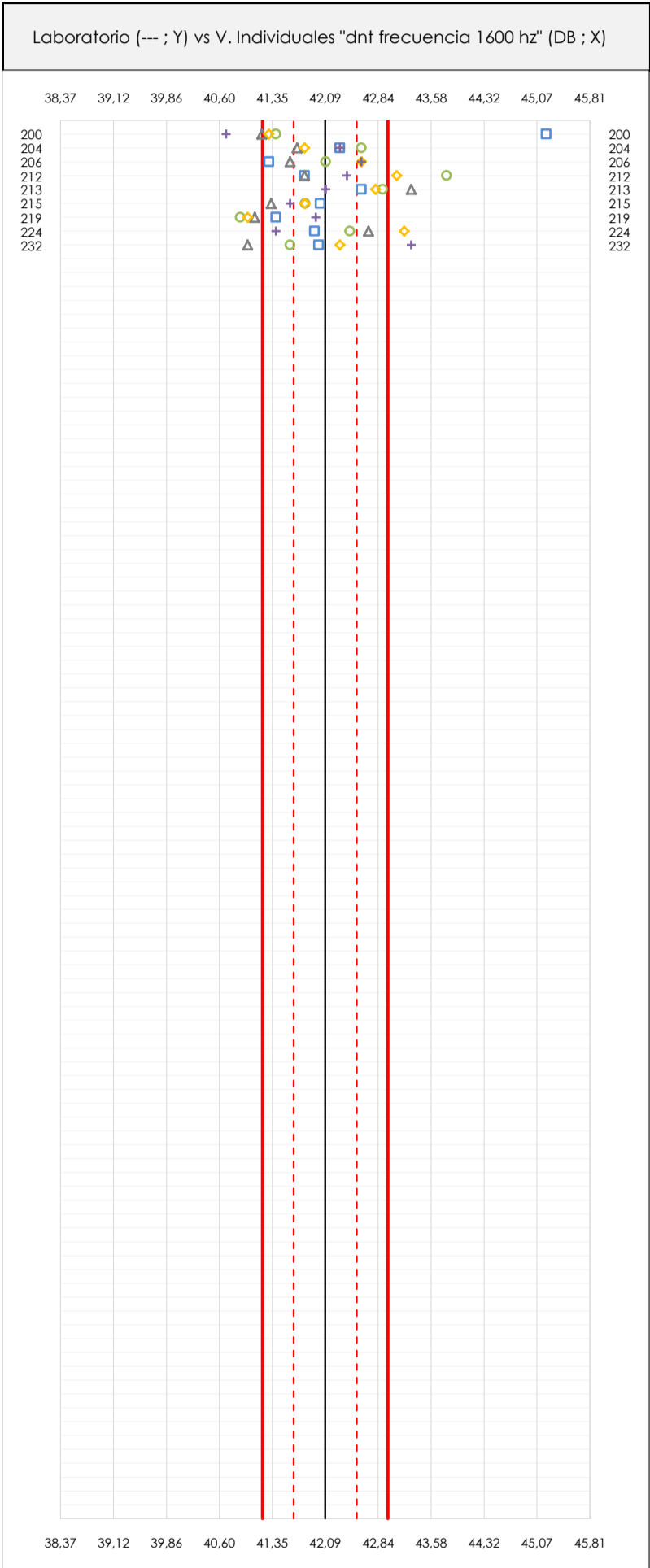
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 1600 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (42,09 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (42,53/41,65 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,97/41,21 ; 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 FRECUENCIA 1600 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	45,20	41,40	41,20	41,30	40,70	41,96	1,831	-0,31	✓	
204	42,30	42,60	41,70	41,80	42,30	42,14	0,378	0,12	✓	
206	41,30	42,10	41,60	42,60	42,60	42,04	0,586	-0,12	✓	
212	41,80	43,80	41,80	43,10	42,40	42,58	0,867	1,16	✓	
213	42,60	42,90	43,30	42,80	42,10	42,74	0,439	1,54	✓	
215	42,02	41,81	41,33	41,81	41,60	41,72	0,261	-0,89	✓	
219	41,40	40,90	41,10	41,00	41,96	41,27	0,427	-1,95	✓	
224	41,94	42,44	42,70	43,20	41,40	42,34	0,693	0,58	✓	
232	42,00	41,60	41,00	42,30	43,30	42,04	0,856	-0,12	✓	

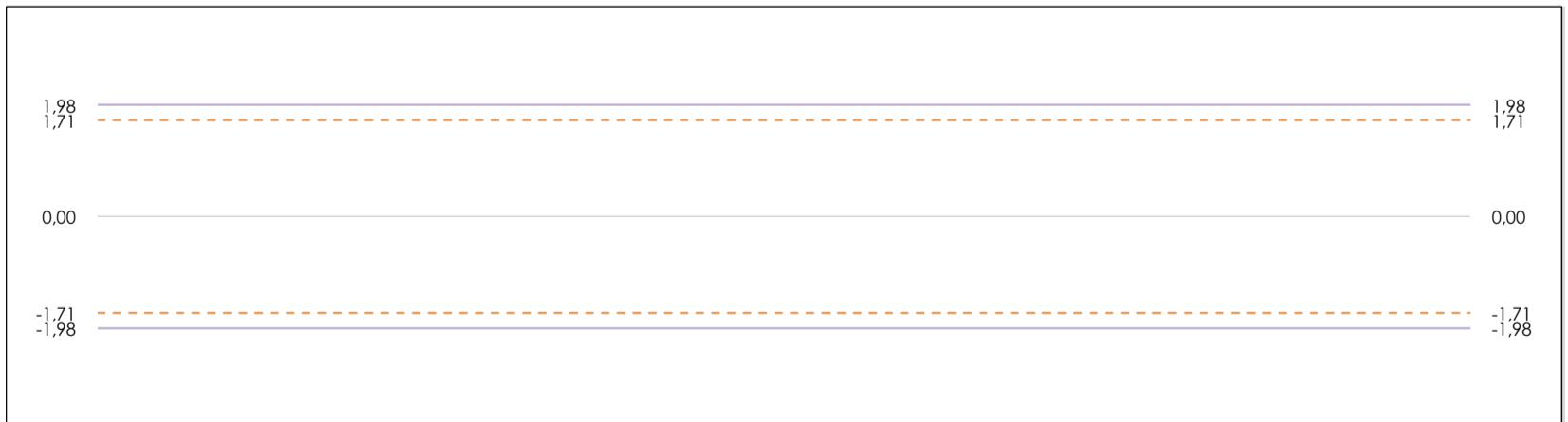
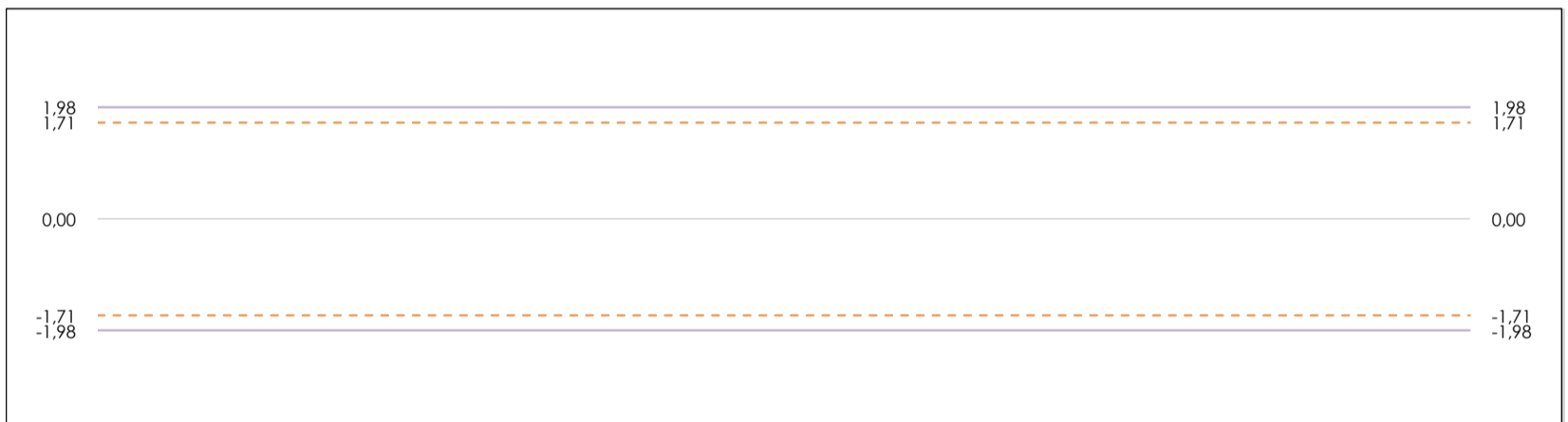
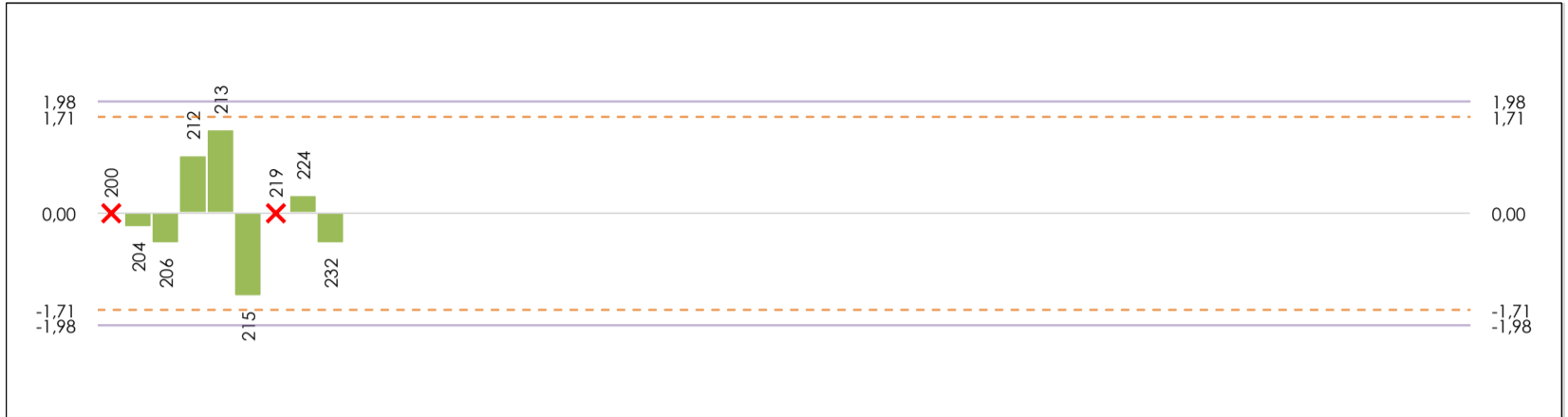
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> 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 FRECUENCIA 1600 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

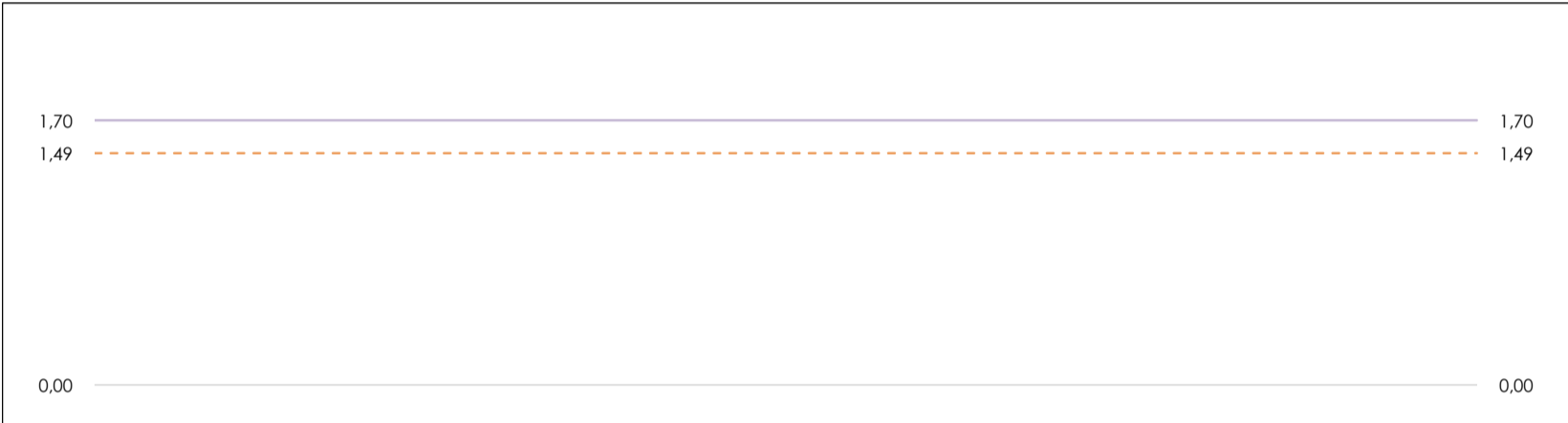
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 1600 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 FRECUENCIA 1600 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>	$\bar{X}_i$ crit	S <sub>Li</sub>	D <sub>i</sub> crit %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim</sub> Inf	G <sub>Sim</sub> Sup	G <sub>Dob</sub> Inf	G <sub>Dob</sub> Sup	Pasa B	
200	45,200	41,400	41,200	41,300	40,700	41,960	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	42,30	42,600	41,700	41,800	42,300	42,140	0,378	-0,21	-0,25	0,61							✓
206	41,30	42,100	41,600	42,600	42,600	42,040	0,586	-0,44	-0,53	0,94				0,4653			✓
212	41,80	43,800	41,800	43,100	42,400	42,580	0,867	0,84	1,00	1,39					0,2734		✓
213	42,60	42,900	43,300	42,800	42,100	42,740	0,439	1,21	1,46	0,71			1,461		0,2734		✓
215	42,02	41,813	41,333	41,808	41,600	41,715	0,261	-1,21	-1,46	0,42		1,459		0,4653			✓
219	41,40	40,900	41,100	41,000	41,959	41,272	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
224	41,94	42,440	42,700	43,200	41,400	42,336	0,693	0,26	0,31	1,11							✓
232	42,00	41,600	41,000	42,300	43,300	42,040	0,856	-0,44	-0,53	1,38				0,4653			✓

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio. " $\bar{X}_i$  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> "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]

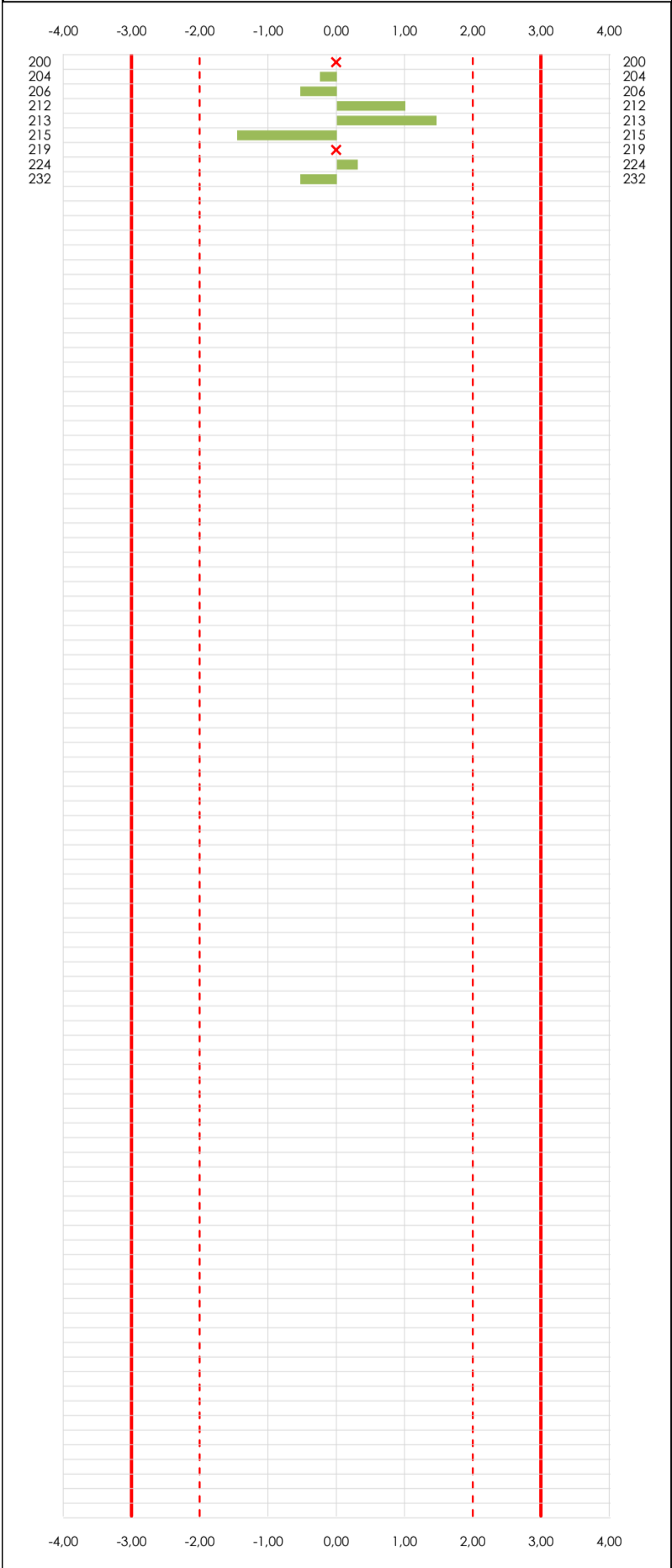


# DNT FRECUENCIA 1600 HZ (DB)

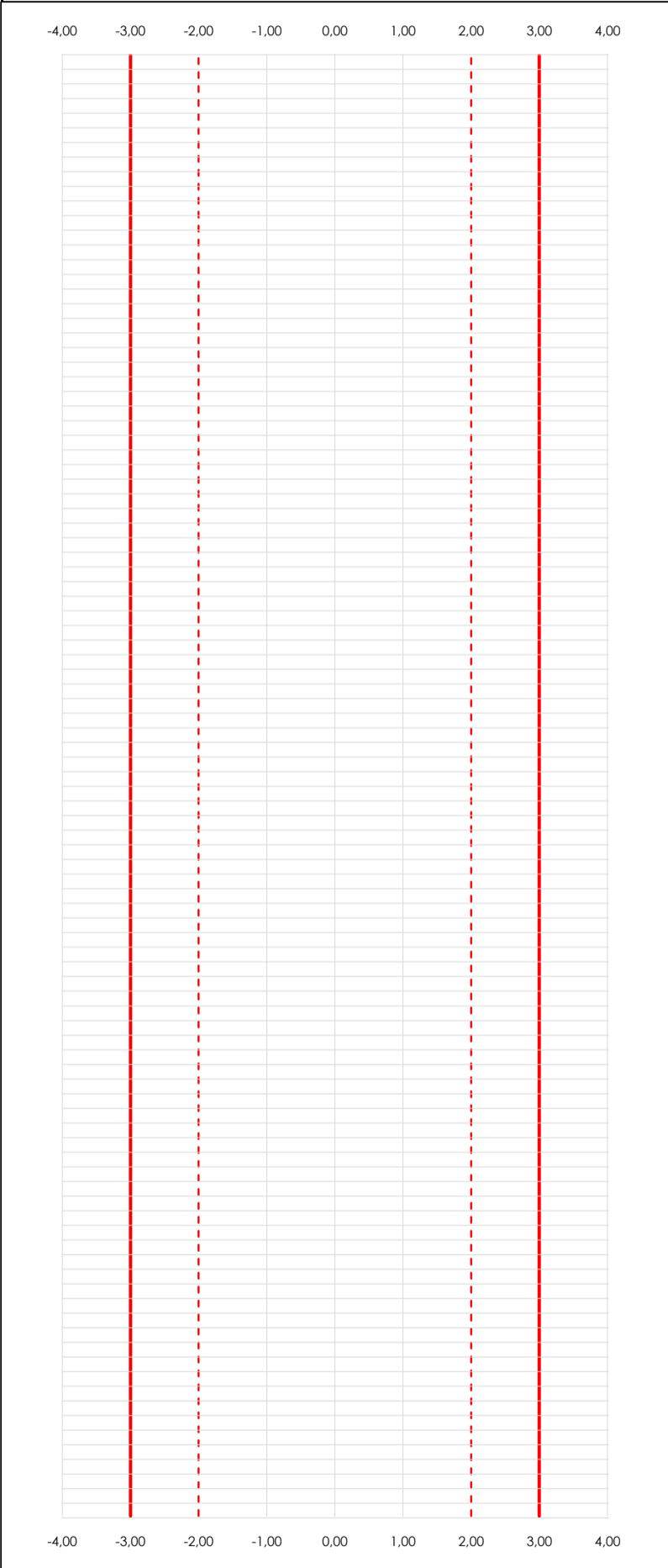
## Análisis C. Evaluación Z-Score

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

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 1600 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 1600 hz" (--- ; eje X)



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 1600 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
200	45,20	41,40	41,20	41,30	40,70	41,96	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
204	42,30	42,60	41,70	41,80	42,30	42,14	0,378	-0,21	✓	✓	✓			-0,249	S
206	41,30	42,10	41,60	42,60	42,60	42,04	0,586	-0,44	✓	✓	✓			-0,534	S
212	41,80	43,80	41,80	43,10	42,40	42,58	0,867	0,84	✓	✓	✓			1,005	S
213	42,60	42,90	43,30	42,80	42,10	42,74	0,439	1,21	✓	✓	✓			1,461	S
215	42,02	41,81	41,33	41,81	41,60	41,72	0,261	-1,21	✓	✓	✓			-1,459	S
219	41,40	40,90	41,10	41,00	41,96	41,27	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
224	41,94	42,44	42,70	43,20	41,40	42,34	0,693	0,26	✓	✓	✓			0,310	S
232	42,00	41,60	41,00	42,30	43,30	42,04	0,856	-0,44	✓	✓	✓			-0,534	S

**NOTAS:**

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

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

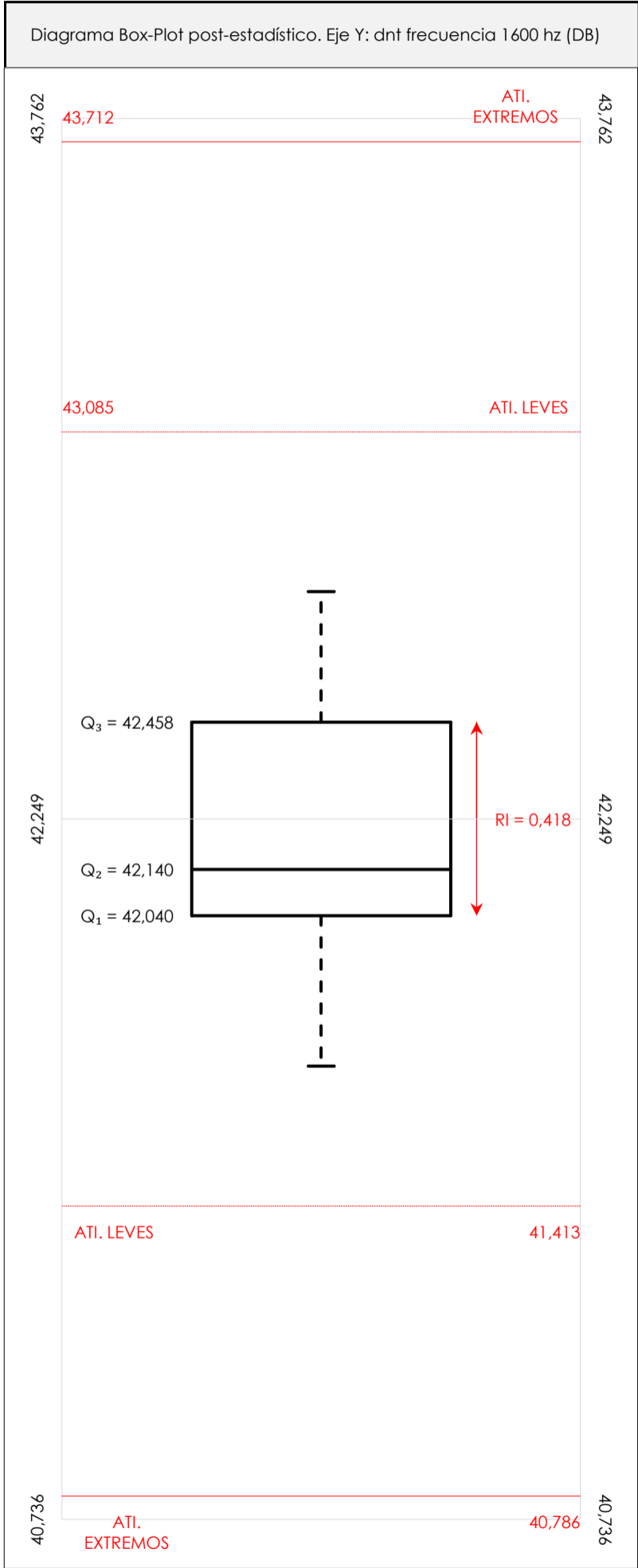
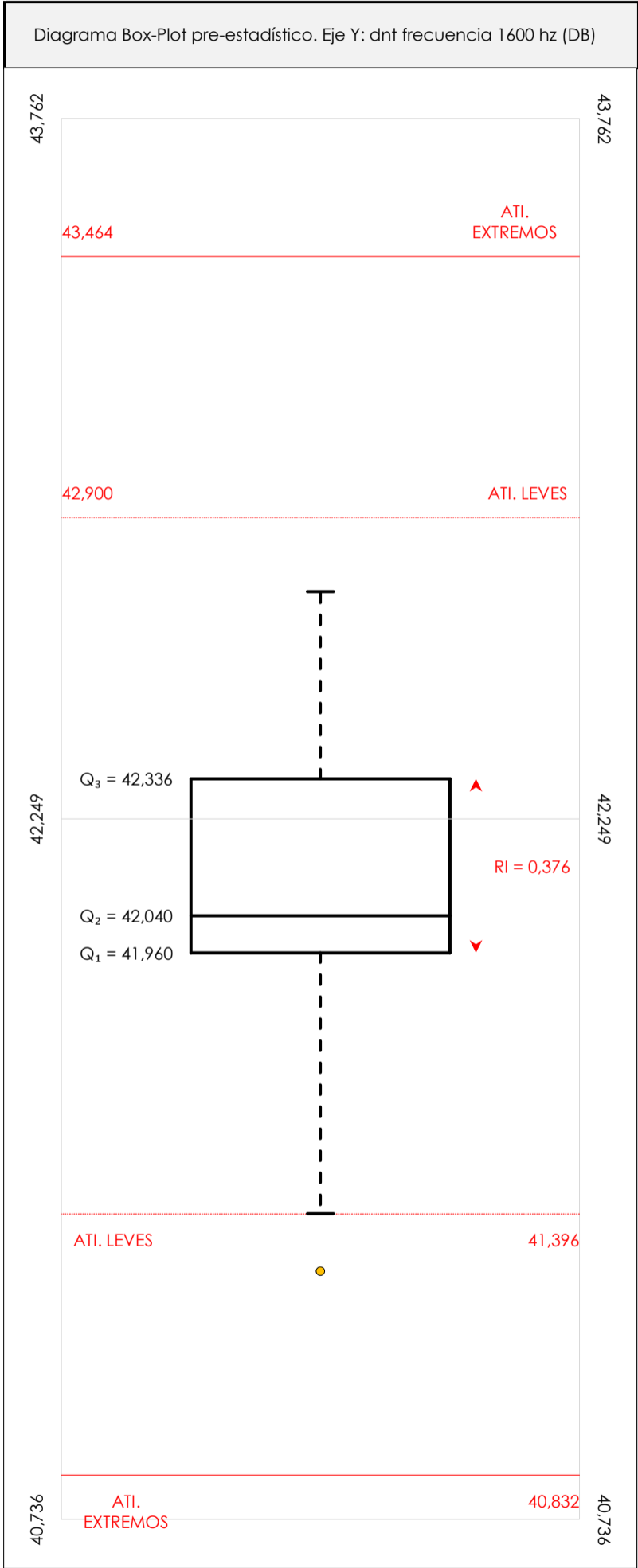
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 1600 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).



# DNT FRECUENCIA 1600 HZ (DB)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 1600 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	45,20	43,80	43,30	43,20	43,30	42,74	42,60	43,80	43,30	43,20	43,30	42,74
Valor Mínimo (min ; %)	41,30	40,90	41,00	41,00	40,70	41,27	41,30	41,60	41,00	41,80	41,40	41,72
Valor Promedio (M ; %)	42,28	42,17	41,75	42,21	42,04	42,09	41,99	42,46	41,92	42,52	42,24	42,23
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,16	0,87	0,77	0,78	0,75	0,44	0,40	0,74	0,80	0,57	0,63	0,35
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,694	2,310	0,056	0,750	2,401		0,388	1,726	0,046	0,433	1,824	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	1,98	1,70	0,425	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
Nivel de Significación 5%	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 análisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

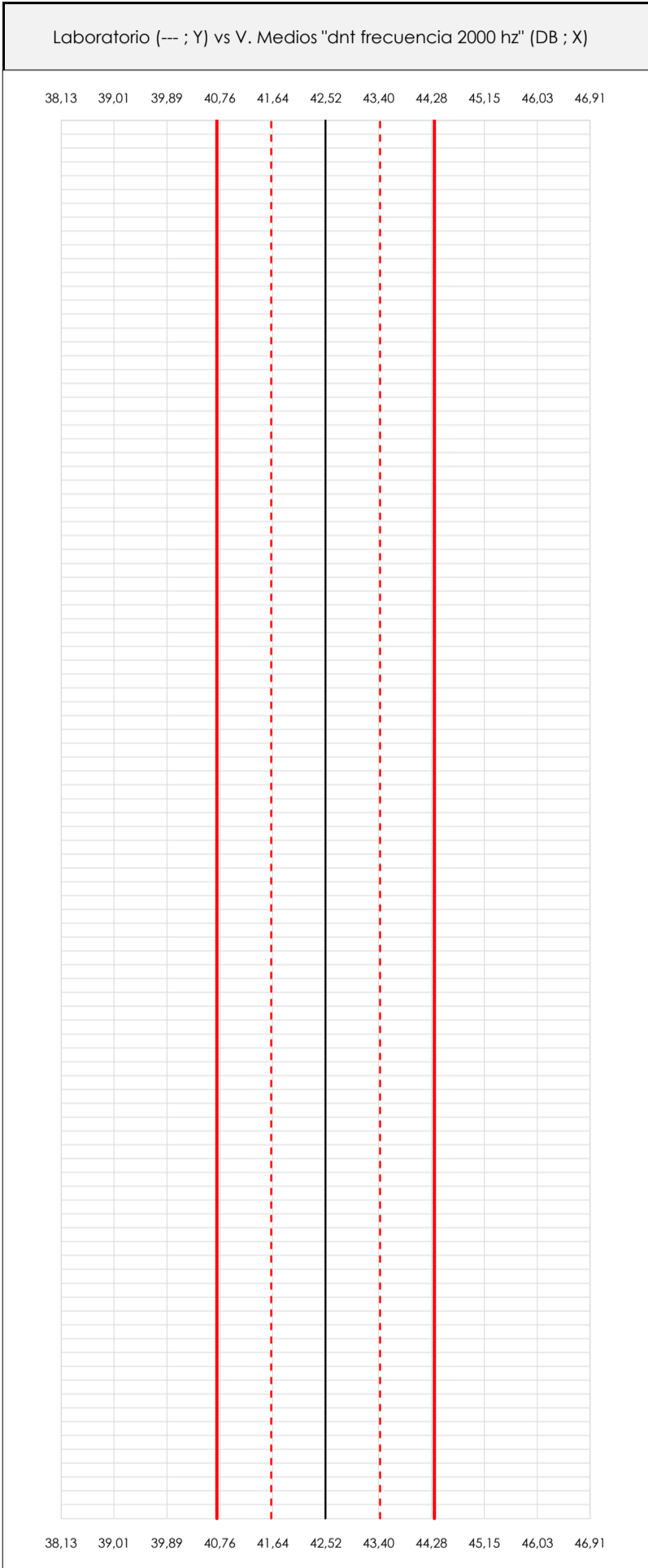
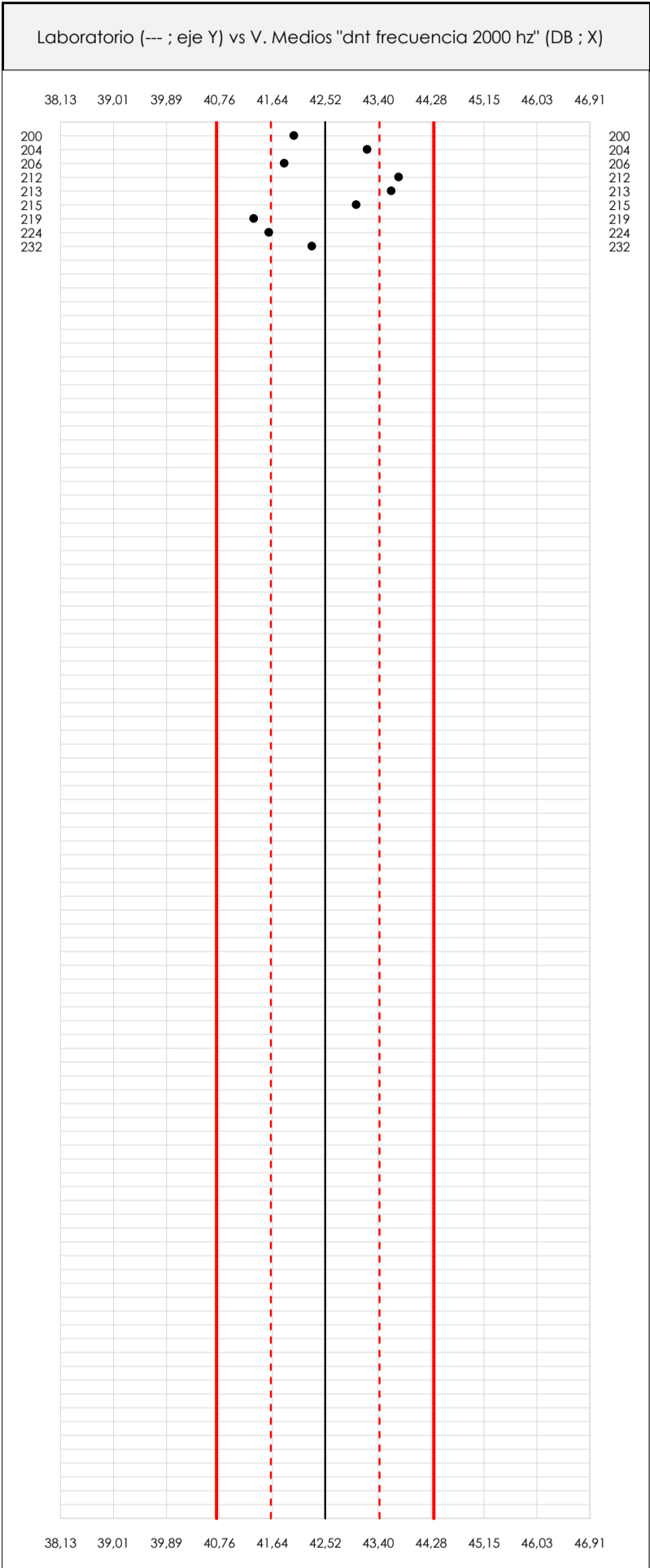
DNT FRECUENCIA 2000 HZ



# DNT FRECUENCIA 2000 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (42,52 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (43,42/41,62 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,32/40,72 ; líneas rojas de trazo continuo).

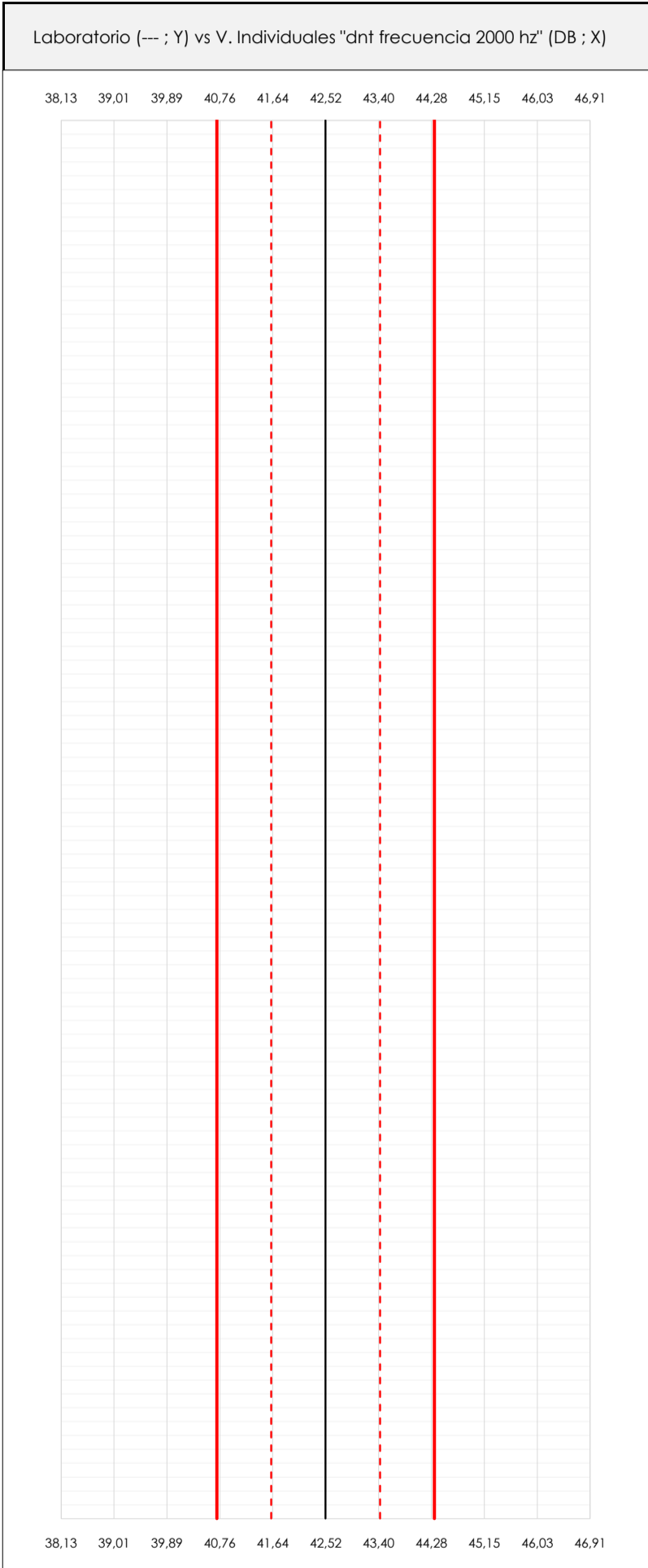
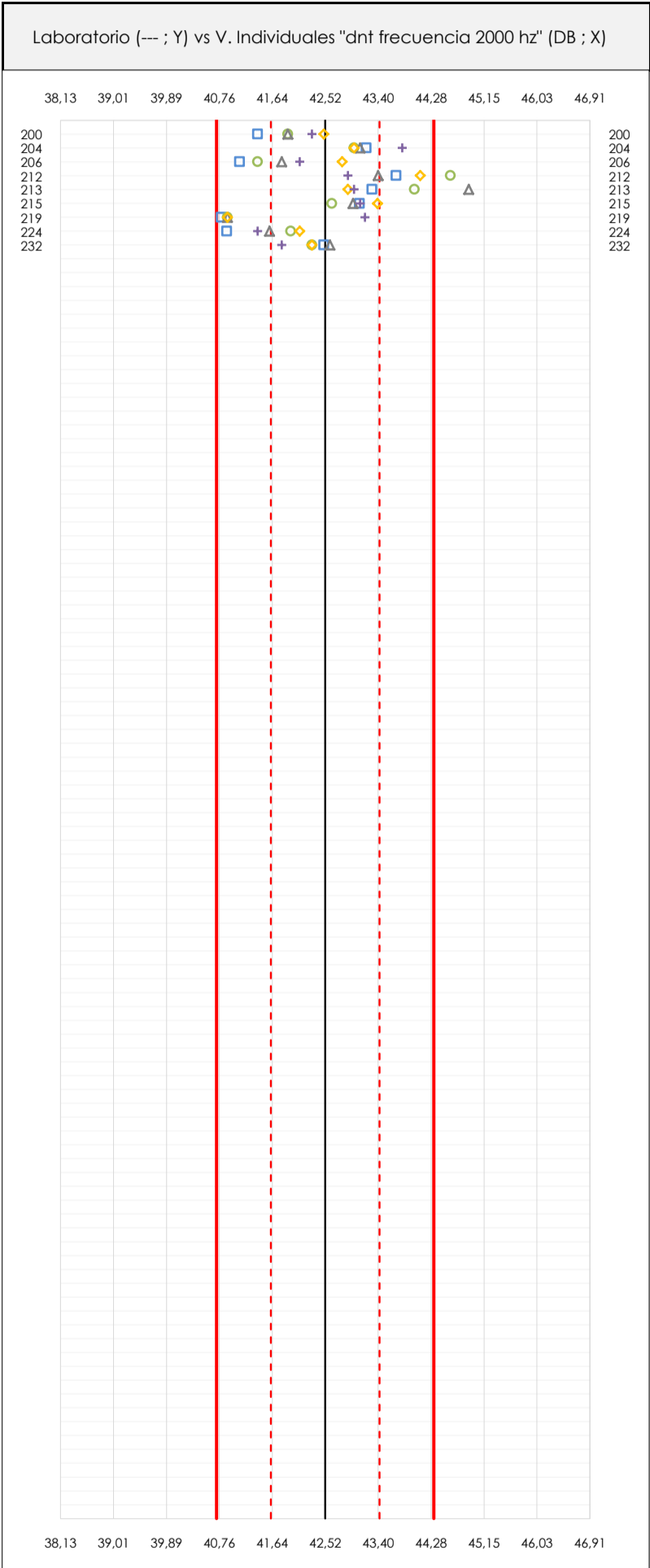
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 2000 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (42,52 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (43,42/41,62 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,32/40,72 ; 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 FRECUENCIA 2000 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	41,40	41,90	41,90	42,50	42,30	42,00	0,424	-1,22	✓	
204	43,20	43,00	43,10	43,00	43,80	43,22	0,335	1,65	✓	
206	41,10	41,40	41,80	42,80	42,10	41,84	0,658	-1,60	✓	
212	43,70	44,60	43,40	44,10	42,90	43,74	0,650	2,87	✓	
213	43,30	44,00	44,90	42,90	43,00	43,62	0,835	2,59	✓	
215	43,09	42,63	42,98	43,39	43,10	43,04	0,273	1,22	✓	
219	40,80	40,90	40,90	40,90	43,18	41,34	1,031	-2,79	✓	
224	40,89	41,95	41,60	42,10	41,40	41,59	0,479	-2,19	✓	
232	42,50	42,30	42,60	42,30	41,80	42,30	0,308	-0,52	✓	

**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> 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 FRECUENCIA 2000 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

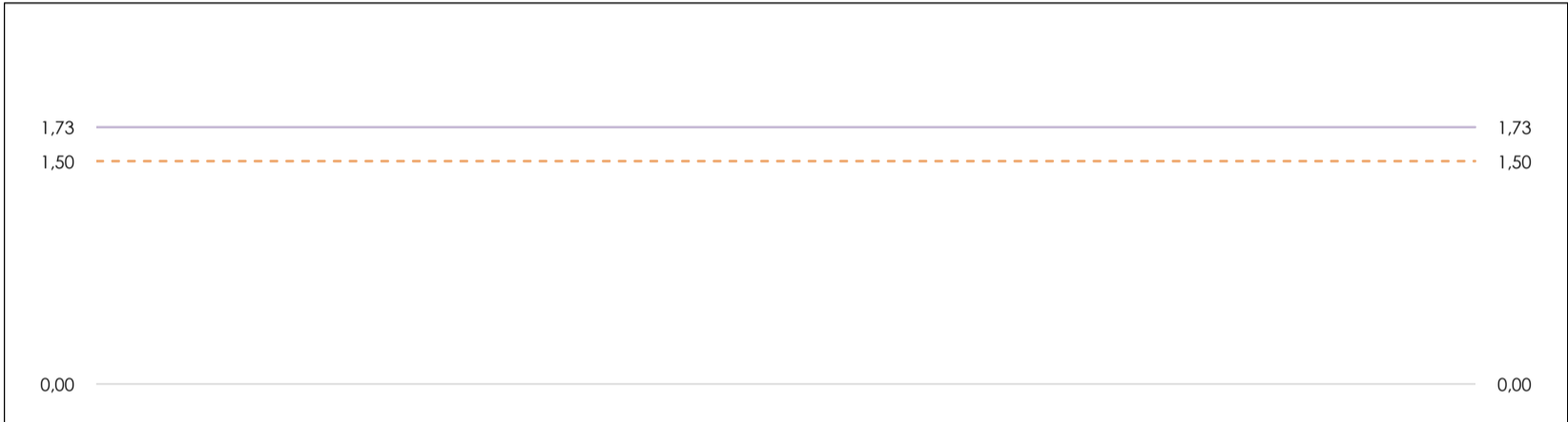
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 2000 HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



**ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS**

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

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



# DNT FRECUENCIA 2000 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
200	41,400	41,900	41,900	42,500	42,300	42,000	0,424	-1,22	-0,58	0,70						✓
204	43,20	43,000	43,100	43,000	43,800	43,220	0,335	1,65	0,78	0,55						✓
206	41,10	41,400	41,800	42,800	42,100	41,840	0,658	-1,60	-0,75	1,09						✓
212	43,70	44,600	43,400	44,100	42,900	43,740	0,650	2,87	1,35	1,07			1,352		0,4677	✓
213	43,30	44,000	44,900	42,900	43,000	43,620	0,835	2,59	1,22	1,38					0,4677	✓
215	43,09	42,632	42,984	43,390	43,100	43,039	0,273	1,22	0,58	0,45						✓
219	40,80	40,900	40,900	40,900	43,179	41,336	1,031	-2,79	-1,31	1,70*	0,322	1,313		0,5526		✓
224	40,89	41,950	41,600	42,100	41,400	41,588	0,479	-2,19	-1,03	0,79				0,5526		✓
232	42,50	42,300	42,600	42,300	41,800	42,300	0,308	-0,52	-0,24	0,51						✓

**NOTAS:**

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

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

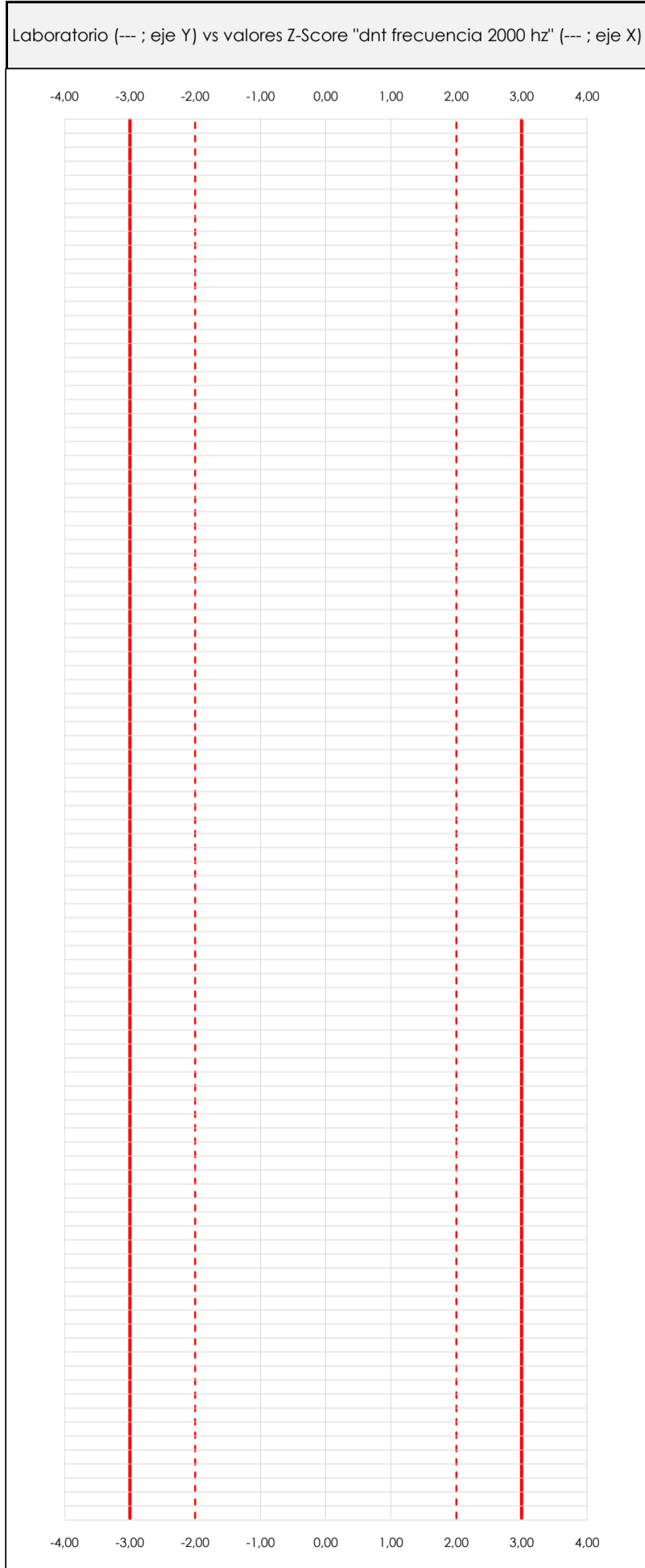
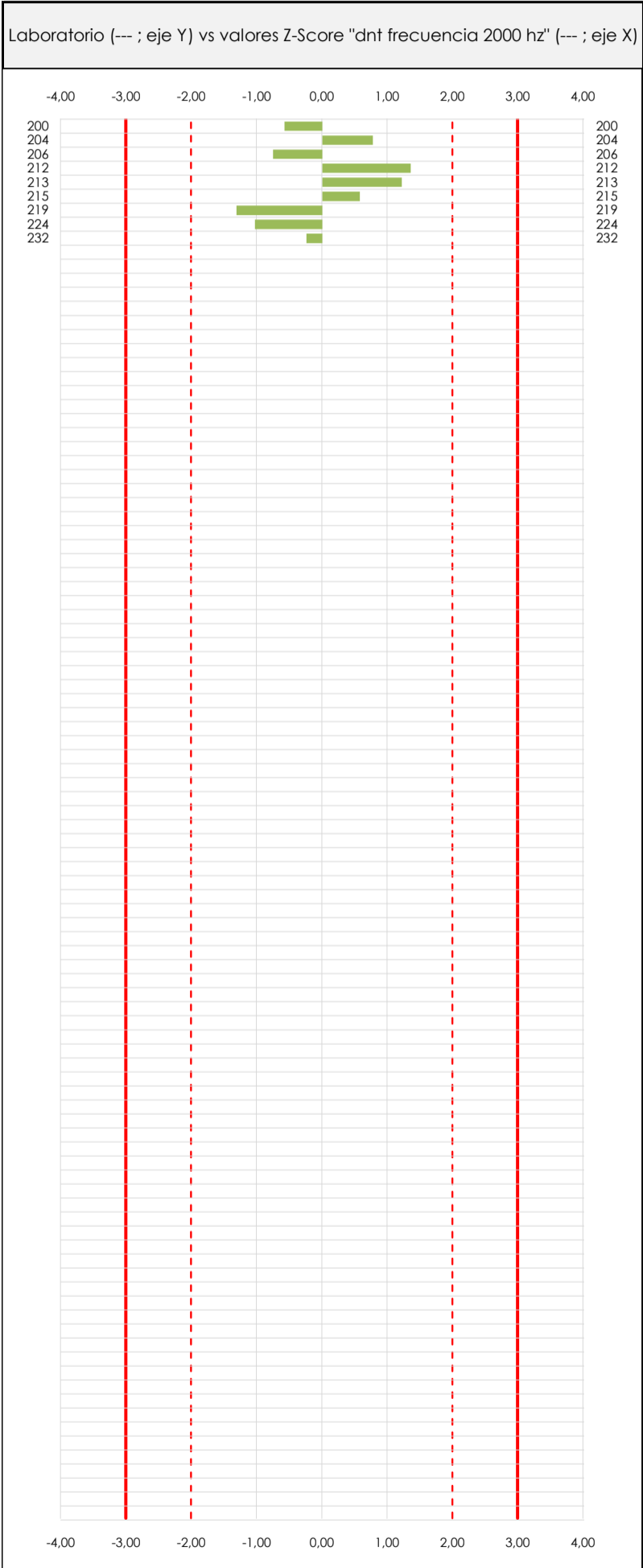
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 2000 HZ (DB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 2000 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
200	41,40	41,90	41,90	42,50	42,30	42,00	0,424	-1,22	✓	✓	✓			-0,577	S
204	43,20	43,00	43,10	43,00	43,80	43,22	0,335	1,65	✓	✓	✓			0,776	S
206	41,10	41,40	41,80	42,80	42,10	41,84	0,658	-1,60	✓	✓	✓			-0,754	S
212	43,70	44,60	43,40	44,10	42,90	43,74	0,650	2,87	✓	✓	✓			1,352	S
213	43,30	44,00	44,90	42,90	43,00	43,62	0,835	2,59	✓	✓	✓			1,219	S
215	43,09	42,63	42,98	43,39	43,10	43,04	0,273	1,22	✓	✓	✓			0,575	S
219	40,80	40,90	40,90	40,90	43,18	41,34	1,031	-2,79	✓	✓	✓			-1,313	S
224	40,89	41,95	41,60	42,10	41,40	41,59	0,479	-2,19	✓	✓	✓			-1,034	S
232	42,50	42,30	42,60	42,30	41,80	42,30	0,308	-0,52	✓	✓	✓			-0,244	S

**NOTAS:**

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

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

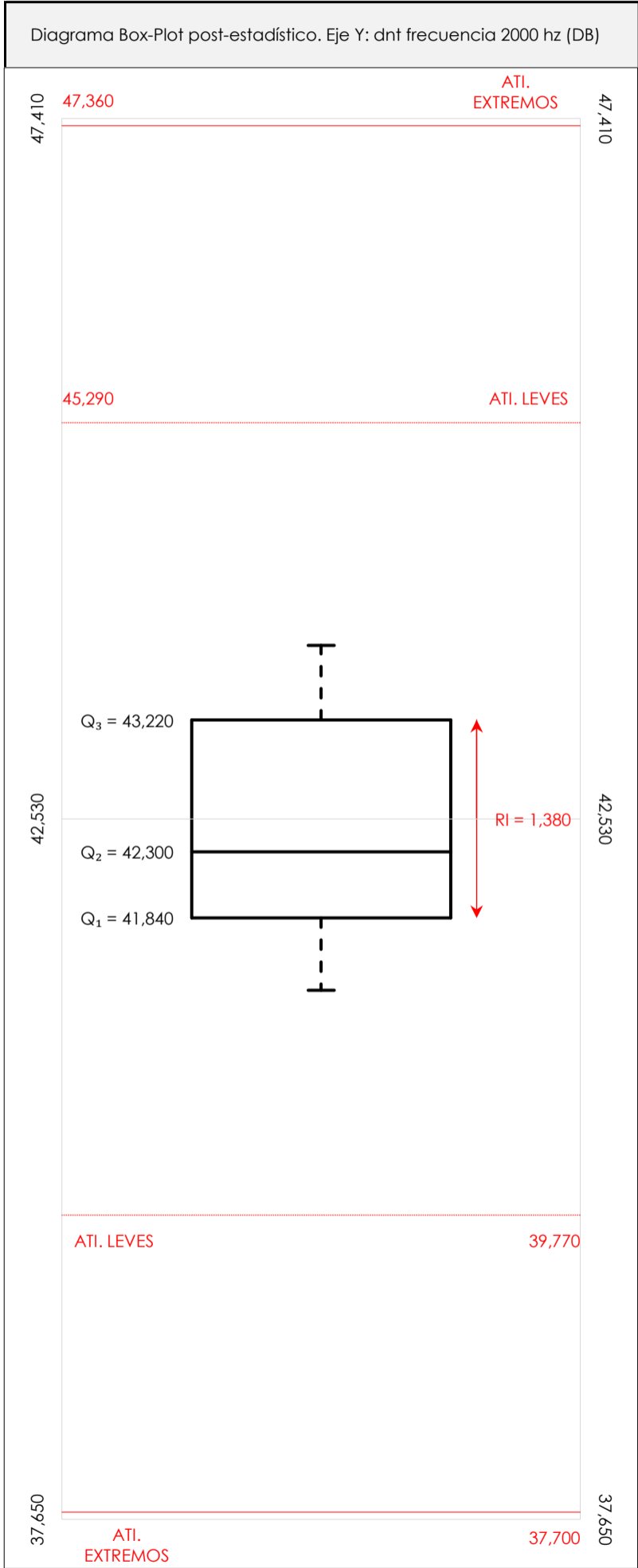
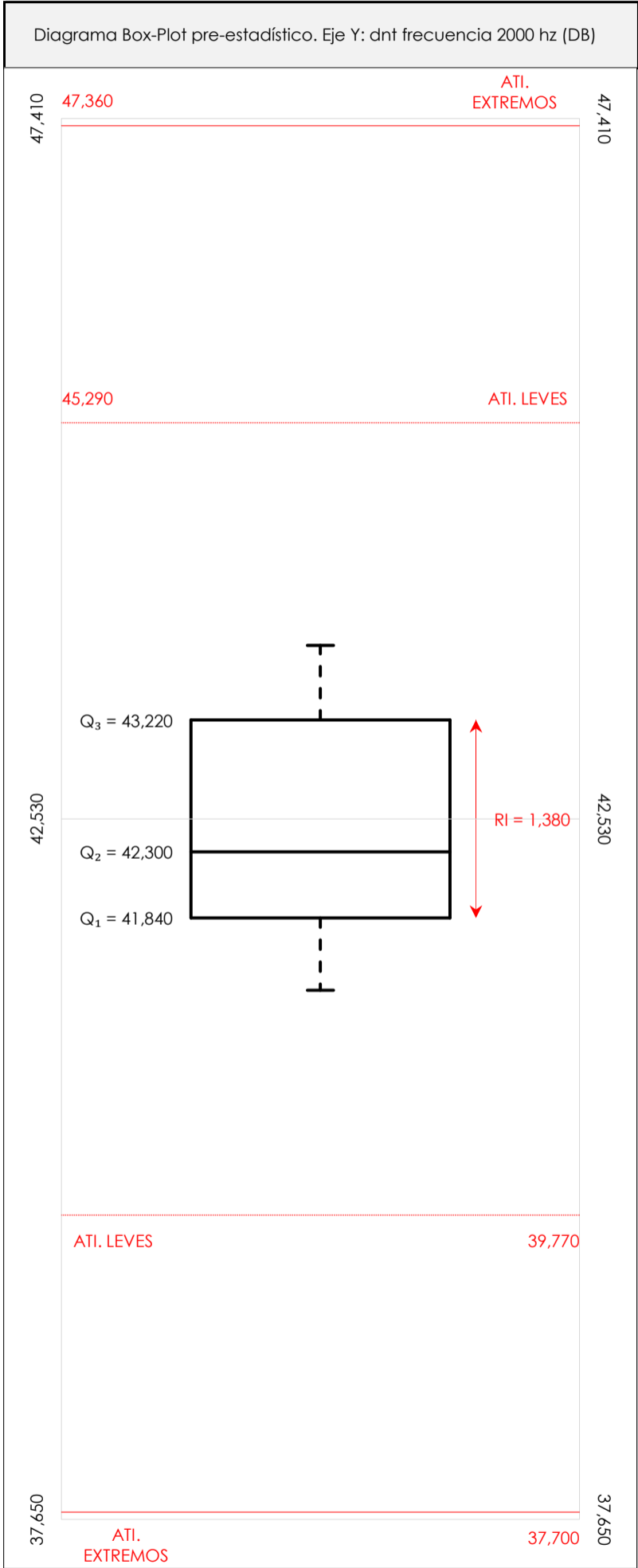
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 2000 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).



# DNT FRECUENCIA 2000 HZ (DB)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 2000 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	43,70	44,60	44,90	44,10	43,80	43,74	43,70	44,60	44,90	44,10	43,80	43,74
Valor Mínimo (min ; %)	40,80	40,90	40,90	40,90	41,40	41,34	40,80	40,90	40,90	40,90	41,40	41,34
Valor Promedio (M ; %)	42,22	42,52	42,58	42,67	42,62	42,52	42,22	42,52	42,58	42,67	42,62	42,52
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,17	1,19	1,19	0,89	0,77	0,90	1,17	1,19	1,19	0,89	0,77	0,90
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		
Valor Calculado	0,367	1,680	0,740	1,108	2,917	0,367	1,680	0,740	1,108	2,917		
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,13	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 análisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

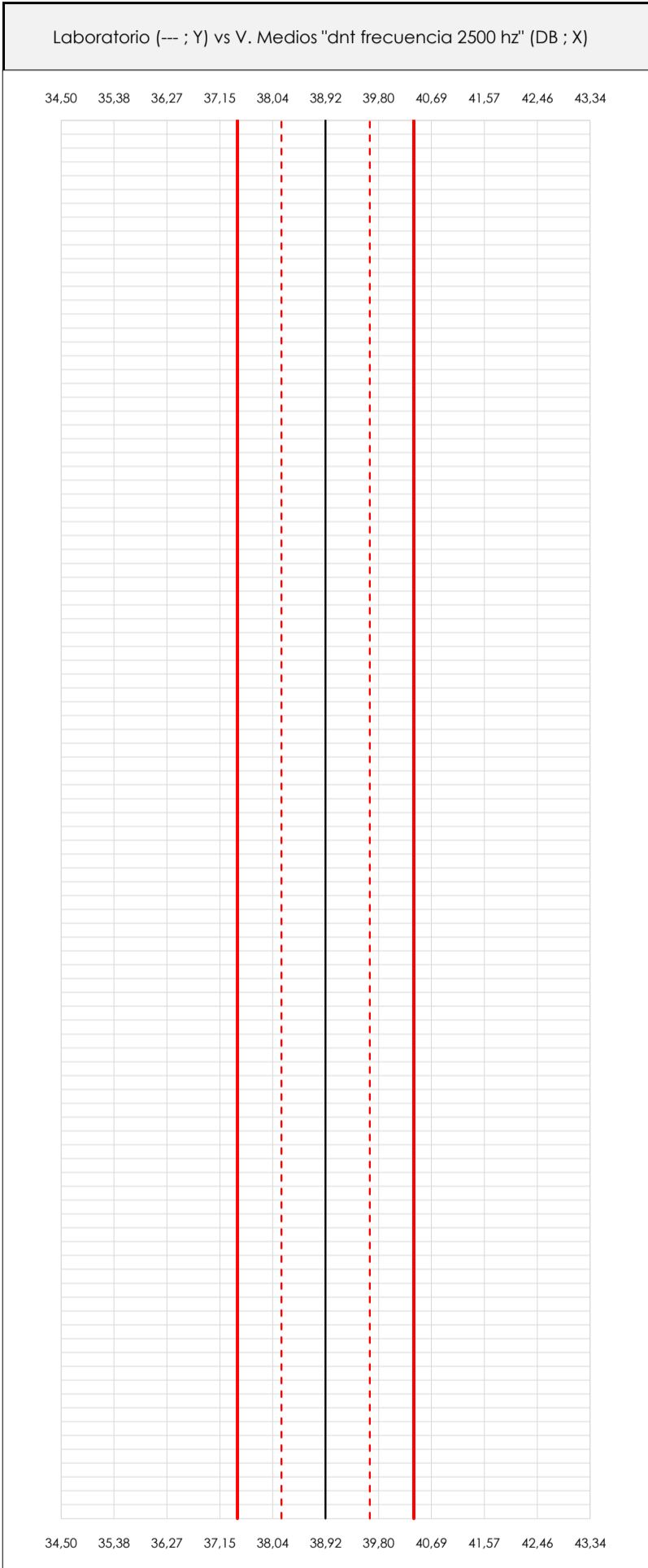
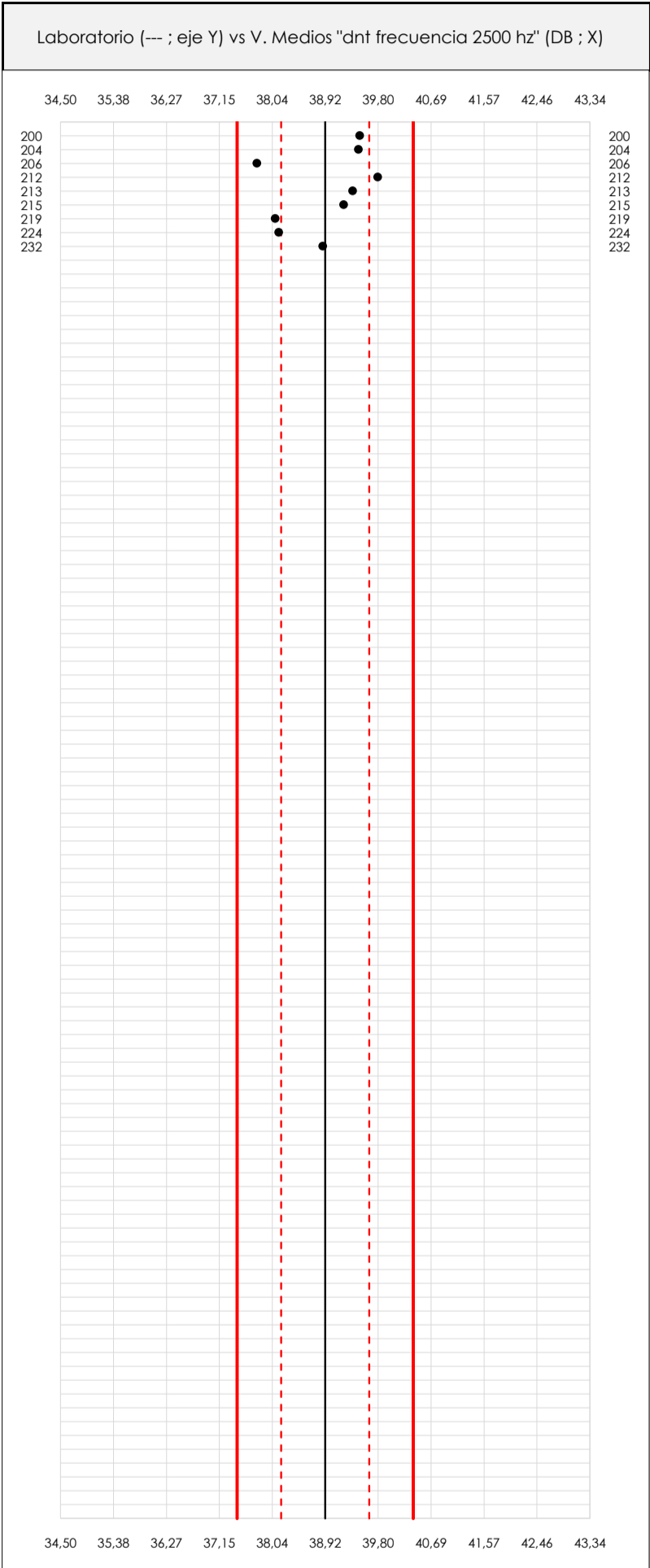
DNT FRECUENCIA 2500 HZ



# DNT FRECUENCIA 2500 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (38,92 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,66/38,18 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (40,39/37,45 ; líneas rojas de trazo continuo).

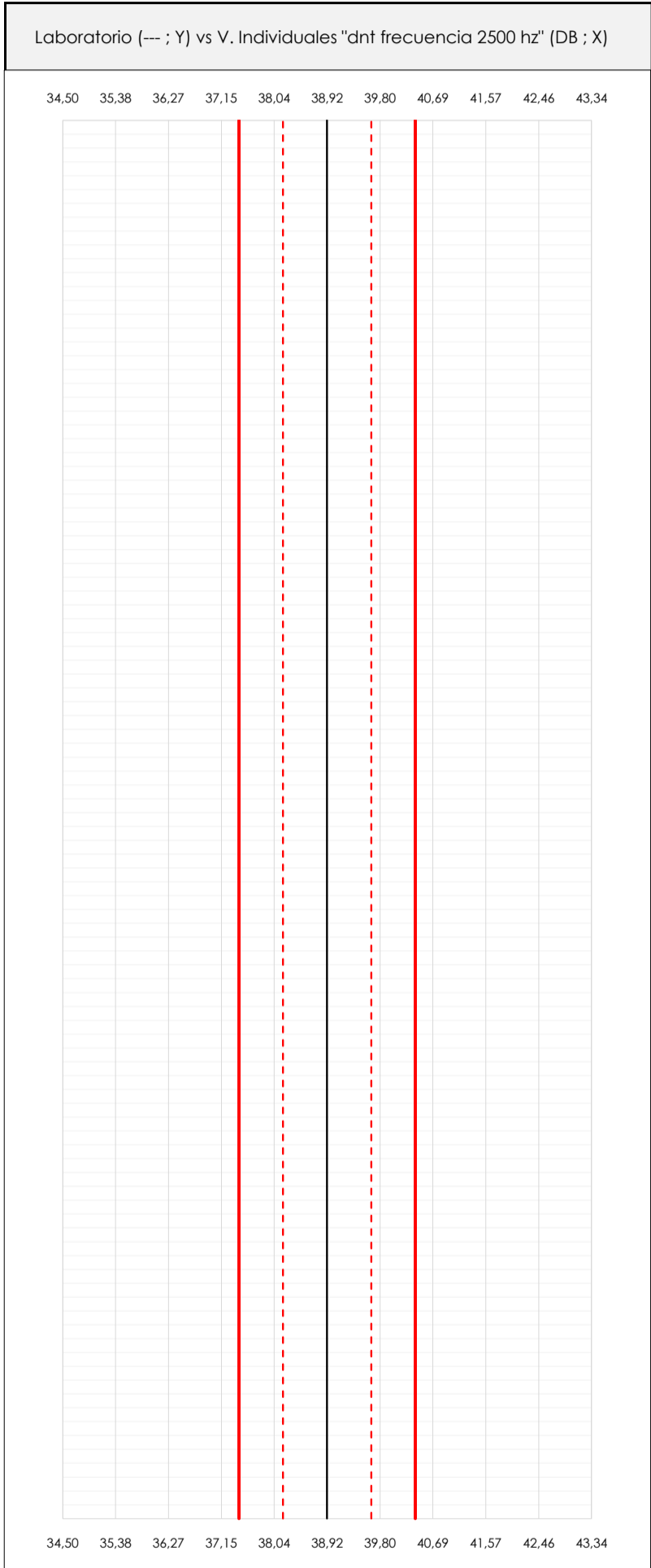
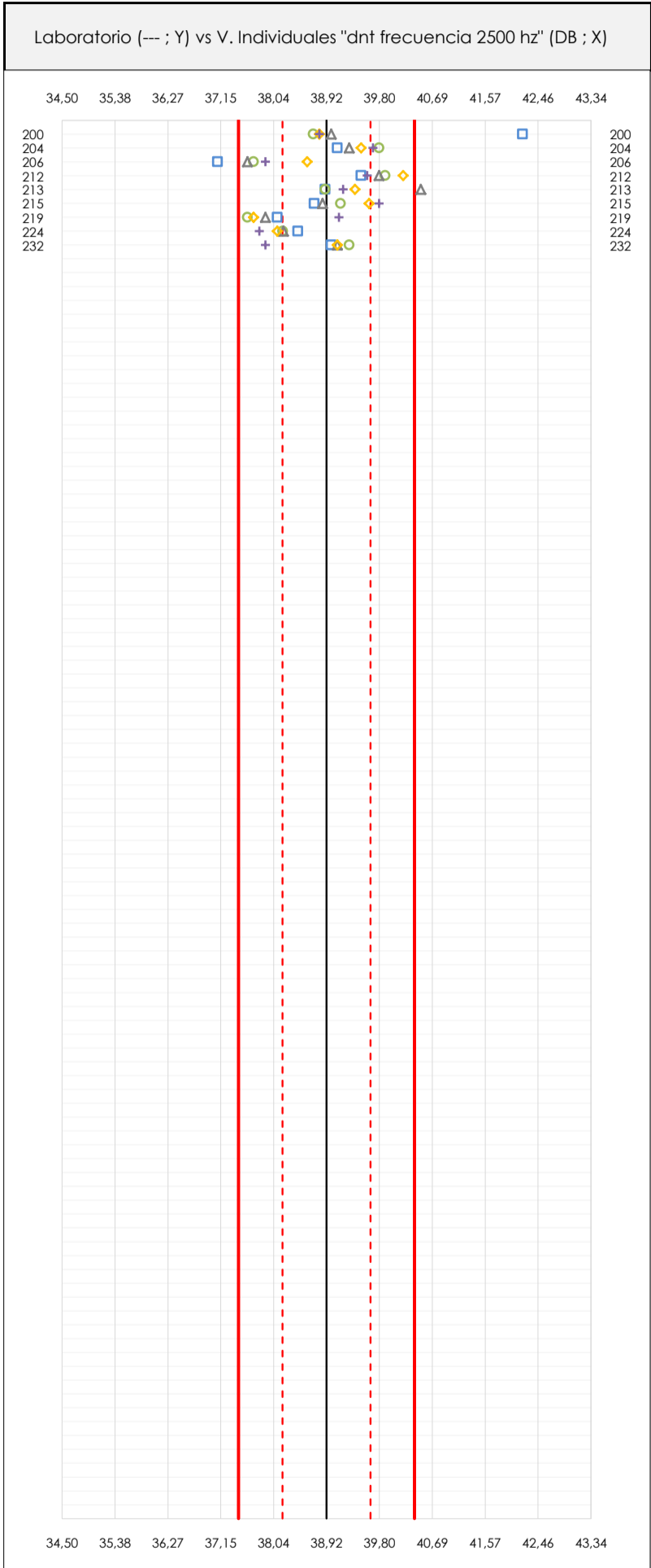
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 2500 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (38,92 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,66/38,18 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (40,39/37,45 ; 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 FRECUENCIA 2500 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	42,20	38,70	39,00	38,80	38,80	39,50	1,513	1,49	✓	
204	39,10	39,80	39,30	39,50	39,70	39,48	0,286	1,44	✓	
206	37,10	37,70	37,60	38,60	37,90	37,78	0,545	-2,93	✓	
212	39,50	39,90	39,80	40,20	39,60	39,80	0,274	2,26	✓	
213	38,90	38,90	40,50	39,40	39,20	39,38	0,661	1,18	✓	
215	38,72	39,15	38,86	39,63	39,80	39,23	0,473	0,80	✓	
219	38,10	37,60	37,90	37,70	39,13	38,09	0,613	-2,15	✓	
224	38,44	38,19	38,20	38,10	37,80	38,15	0,231	-1,99	✓	
232	39,00	39,30	39,10	39,10	37,90	38,88	0,559	-0,10	✓	

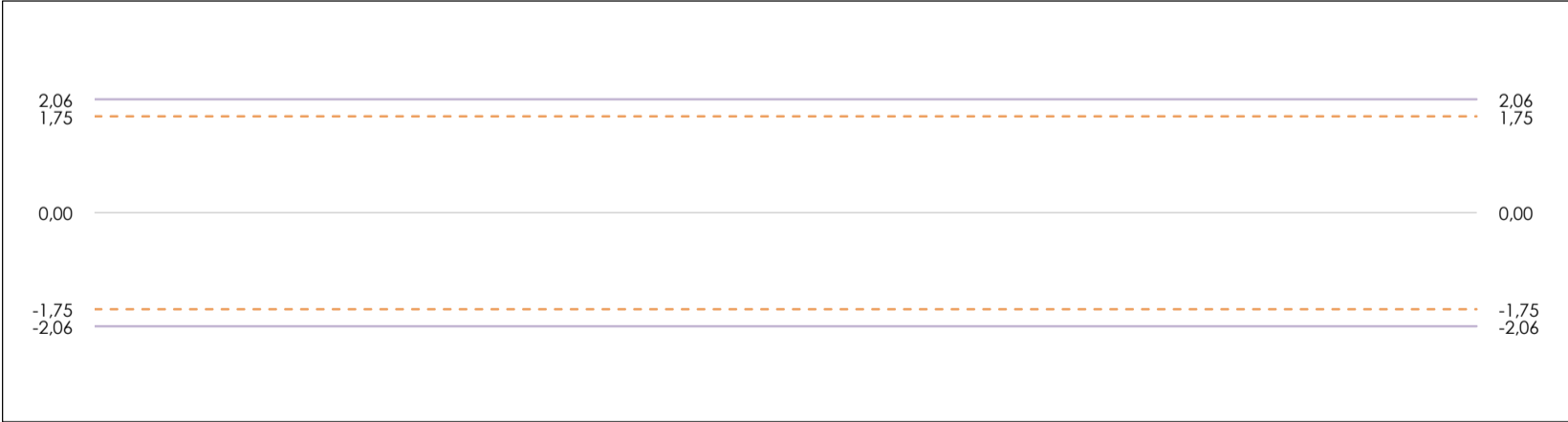
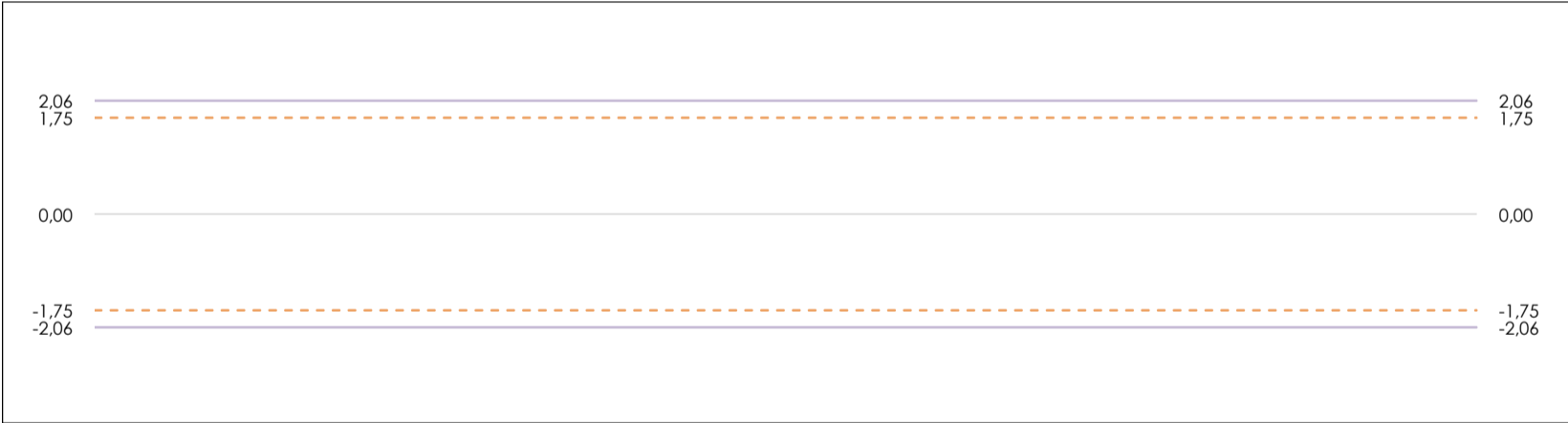
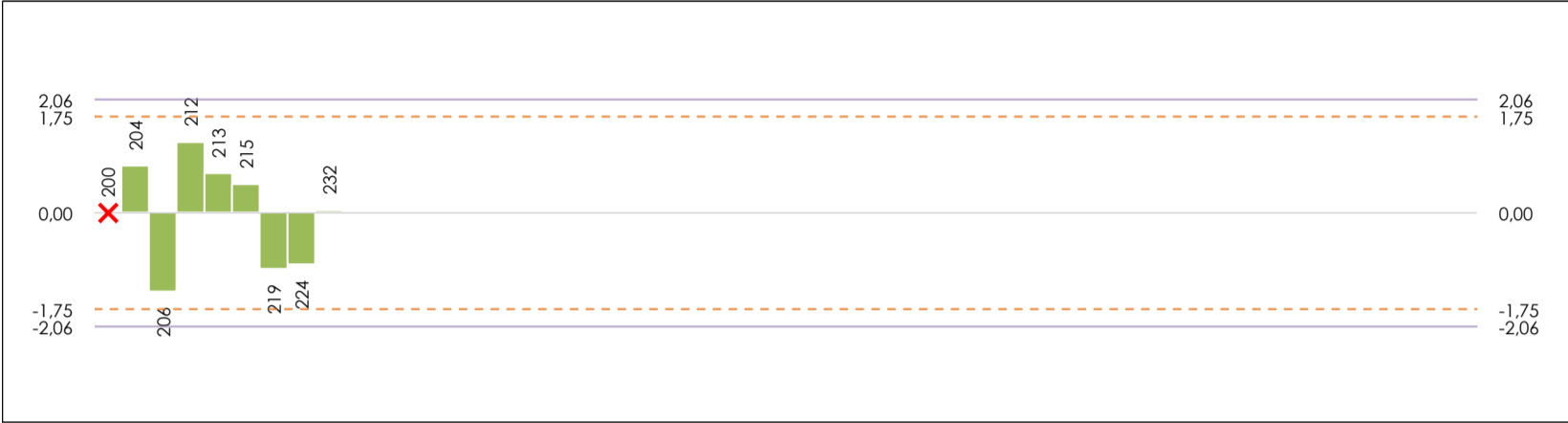
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> 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 FRECUENCIA 2500 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

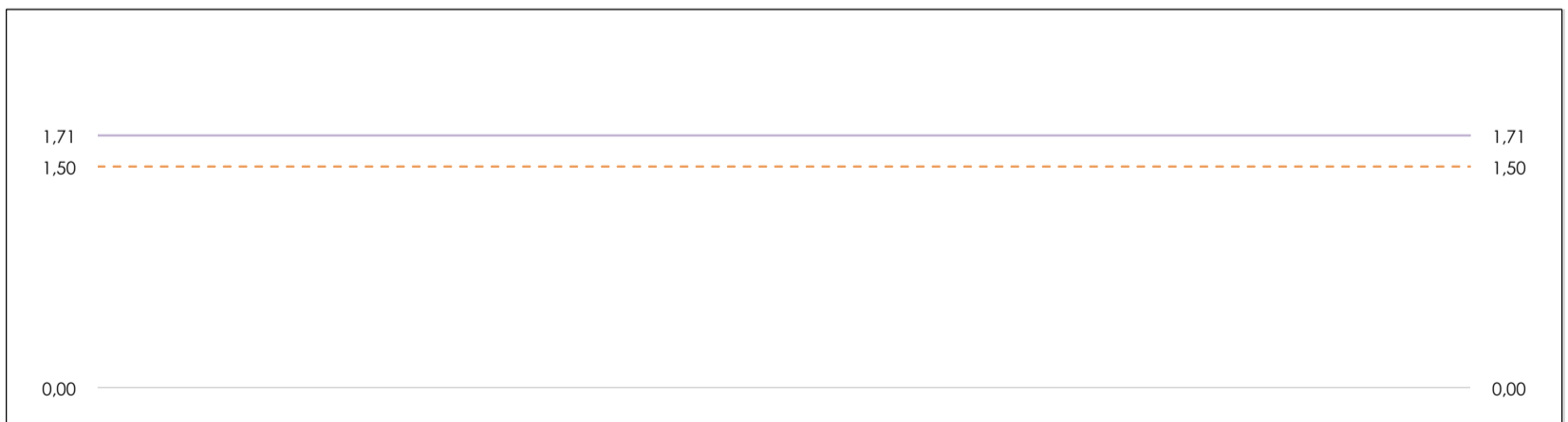
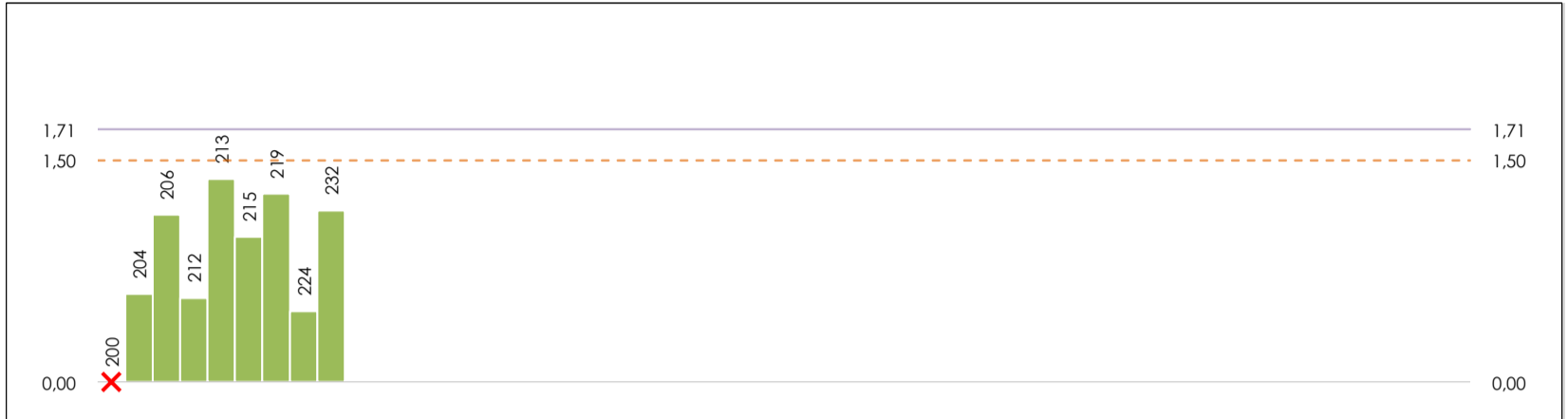
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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



## DNT FRECUENCIA 2500 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 FRECUENCIA 2500 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
200	42,200	38,700	39,000	38,800	38,800	39,500	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	39,10	39,800	39,300	39,500	39,700	39,480	0,286	1,63	0,84	0,59						0,5639	✓
206	37,10	37,700	37,600	38,600	37,900	37,780	0,545	-2,75	-1,42	1,13		1,421		0,4230			✓
212	39,50	39,900	39,800	40,200	39,600	39,800	0,274	2,45	1,27	0,57			1,267			0,5639	✓
213	38,90	38,900	40,500	39,400	39,200	39,380	0,661	1,37	0,71	1,37							✓
215	38,72	39,155	38,857	39,634	39,800	39,233	0,473	0,99	0,51	0,98							✓
219	38,10	37,600	37,900	37,700	39,128	38,086	0,613	-1,96	-1,01	1,27				0,4230			✓
224	38,44	38,190	38,200	38,100	37,800	38,146	0,231	-1,81	-0,93	0,48							✓
232	39,00	39,300	39,100	39,100	37,900	38,880	0,559	0,08	0,04	1,16							✓

**NOTAS:**

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

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

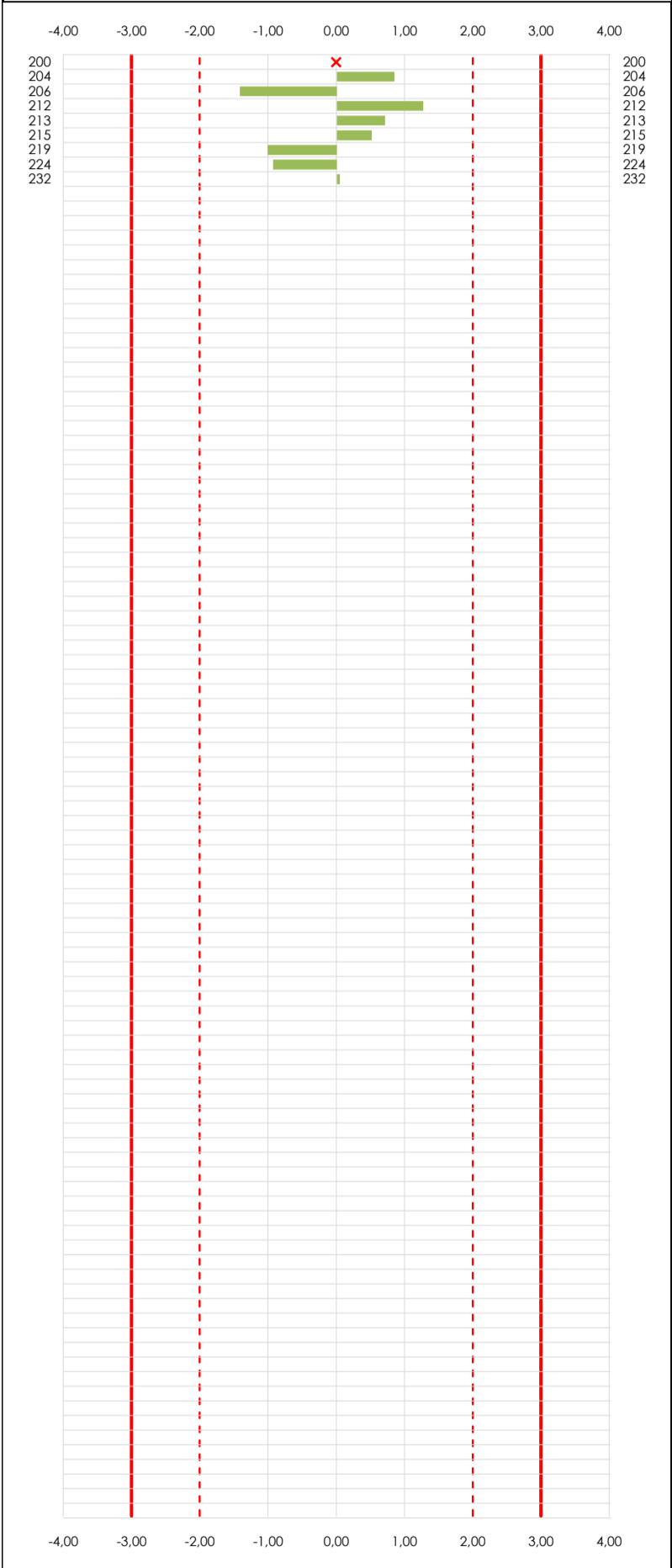


# DNT FRECUENCIA 2500 HZ (DB)

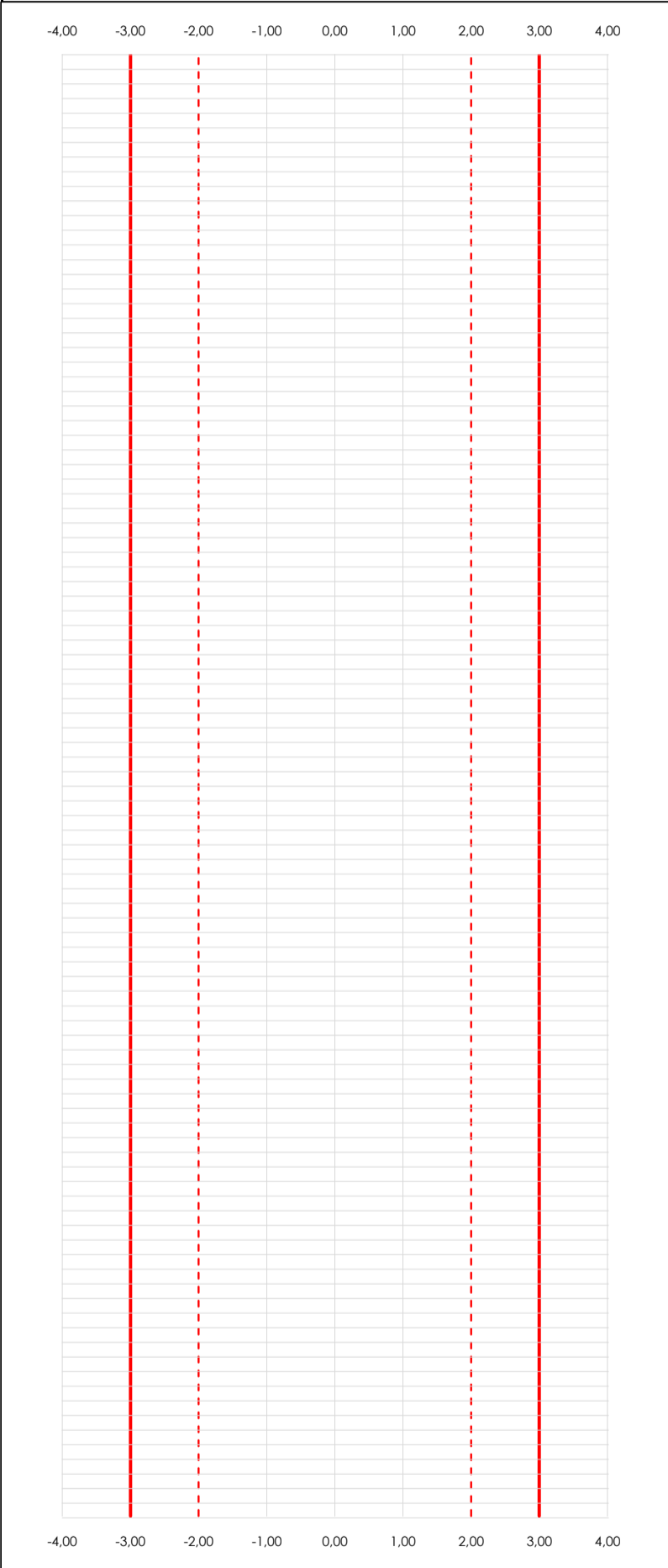
## Análisis C. Evaluación Z-Score

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

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 2500 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 2500 hz" (--- ; eje X)



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 2500 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
200	42,20	38,70	39,00	38,80	38,80	39,50	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
204	39,10	39,80	39,30	39,50	39,70	39,48	0,286	1,63	✓	✓	✓			0,841	S
206	37,10	37,70	37,60	38,60	37,90	37,78	0,545	-2,75	✓	✓	✓			-1,421	S
212	39,50	39,90	39,80	40,20	39,60	39,80	0,274	2,45	✓	✓	✓			1,267	S
213	38,90	38,90	40,50	39,40	39,20	39,38	0,661	1,37	✓	✓	✓			0,708	S
215	38,72	39,15	38,86	39,63	39,80	39,23	0,473	0,99	✓	✓	✓			0,512	S
219	38,10	37,60	37,90	37,70	39,13	38,09	0,613	-1,96	✓	✓	✓			-1,015	S
224	38,44	38,19	38,20	38,10	37,80	38,15	0,231	-1,81	✓	✓	✓			-0,934	S
232	39,00	39,30	39,10	39,10	37,90	38,88	0,559	0,08	✓	✓	✓			0,043	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].

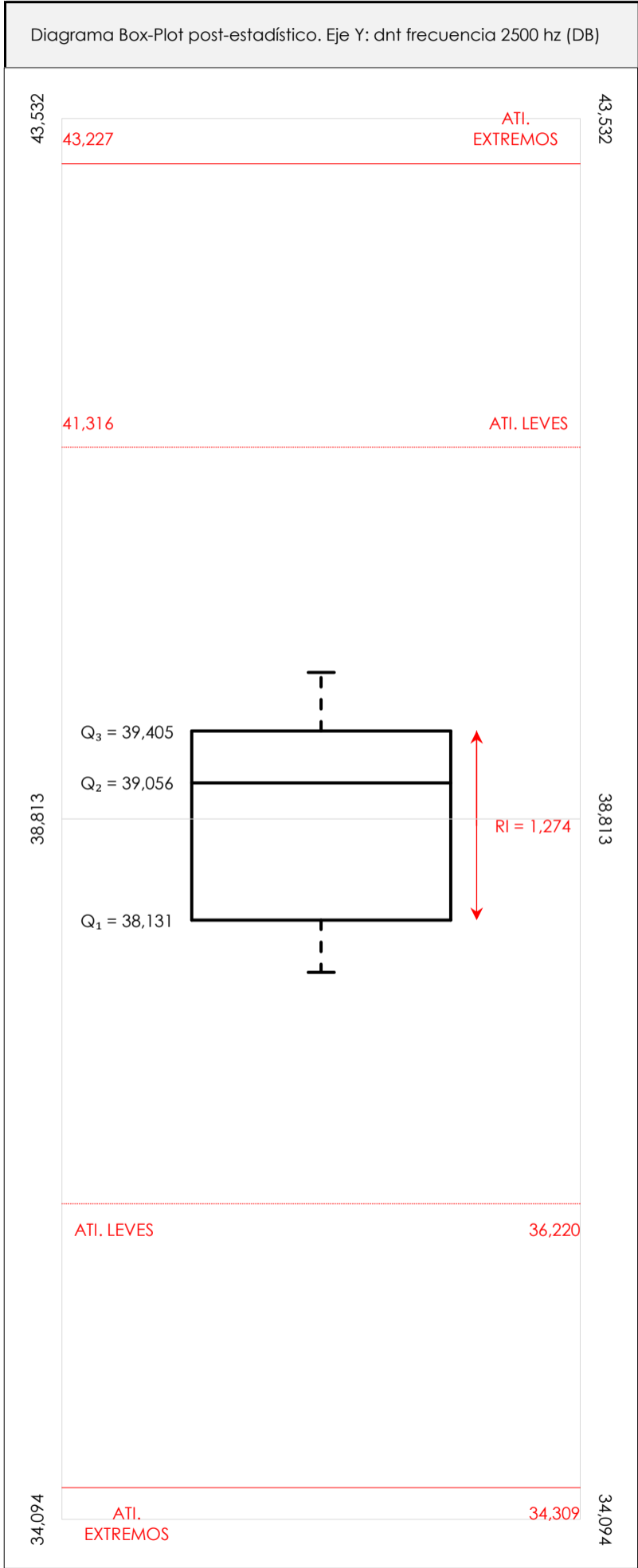
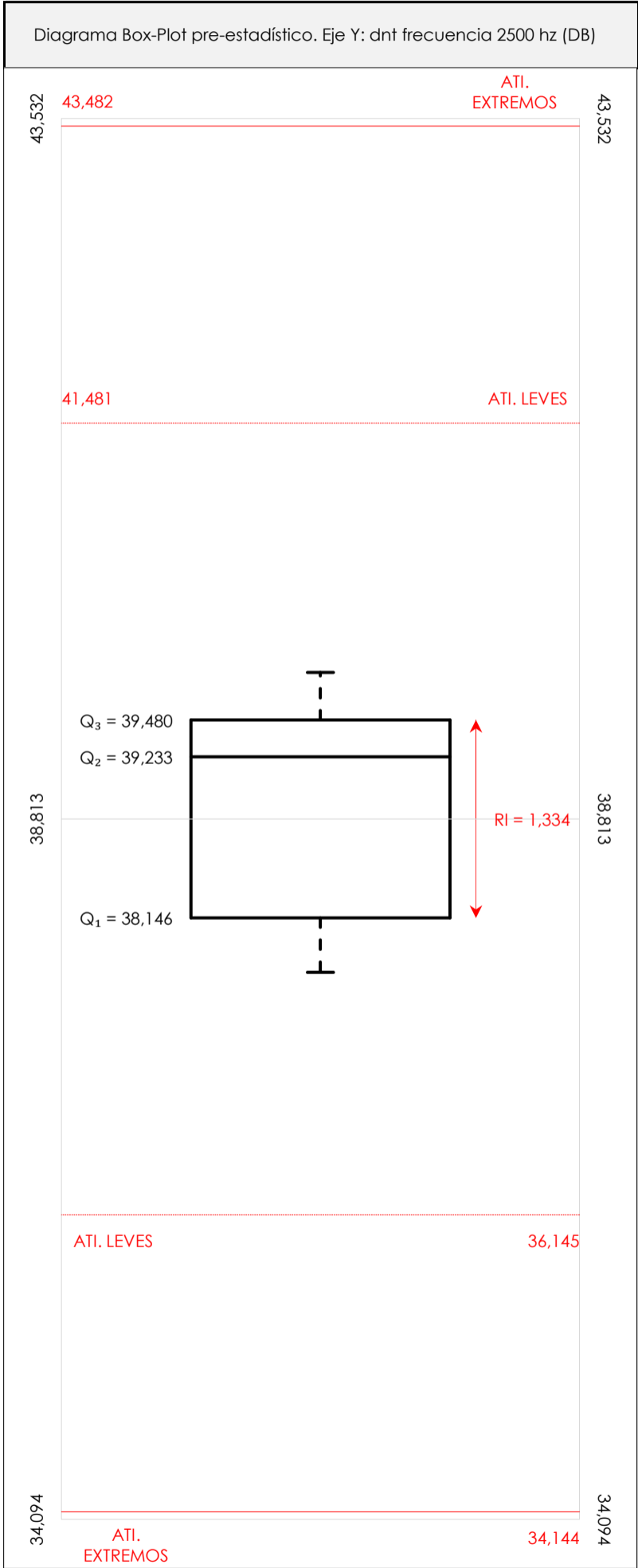
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 2500 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).



## DNT FRECUENCIA 2500 HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 2500 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	42,20	39,90	40,50	40,20	39,80	39,80	39,50	39,90	40,50	40,20	39,80	39,80
Valor Mínimo (min ; %)	37,10	37,60	37,60	37,70	37,80	37,78	37,10	37,60	37,60	37,70	37,80	37,78
Valor Promedio (M ; %)	39,01	38,80	38,92	39,00	38,87	38,92	38,61	38,82	38,91	39,03	38,88	38,85
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,38	0,84	0,92	0,79	0,81	0,74	0,74	0,90	0,98	0,84	0,87	0,75
Coef. Variación (CV ; ---)	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,461	1,881	0,449	0,910	2,644		0,232	1,335	0,518	0,750	2,401	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,06	1,71	0,425	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 análisis 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

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



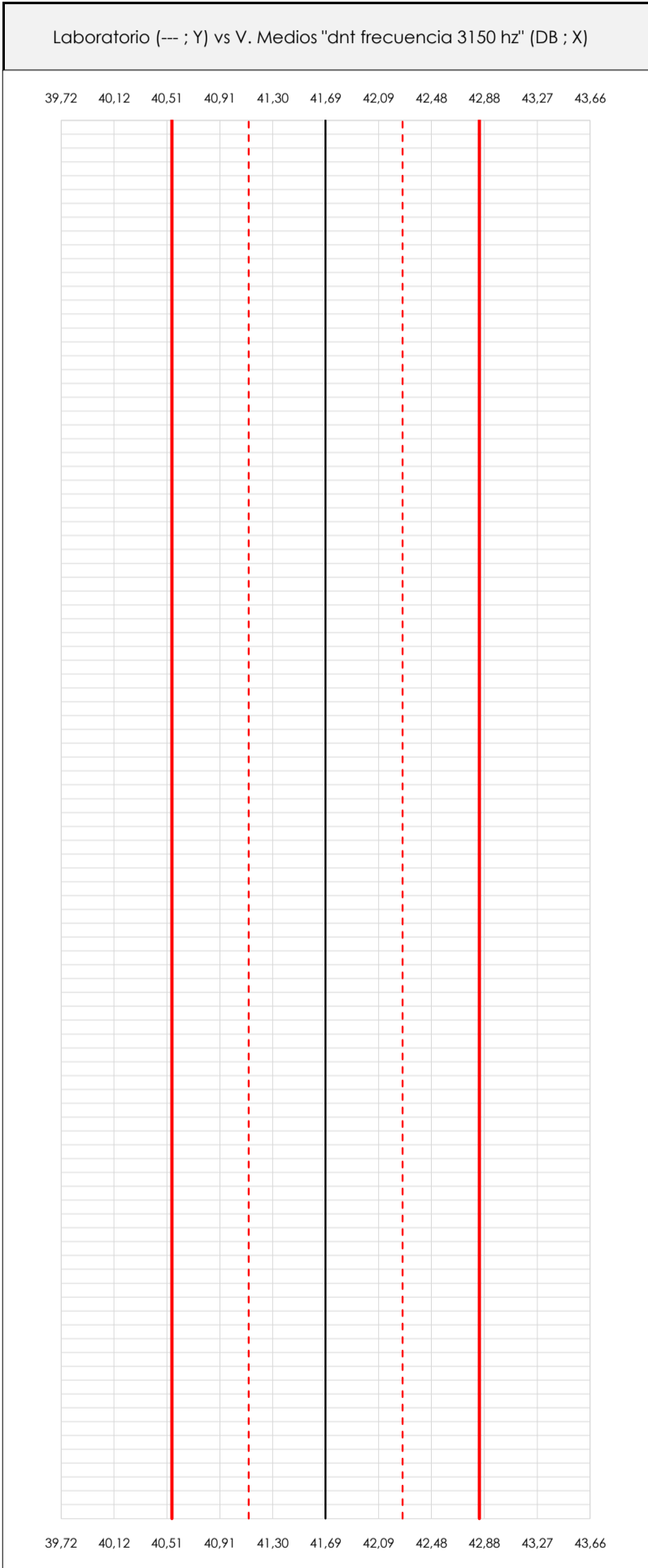
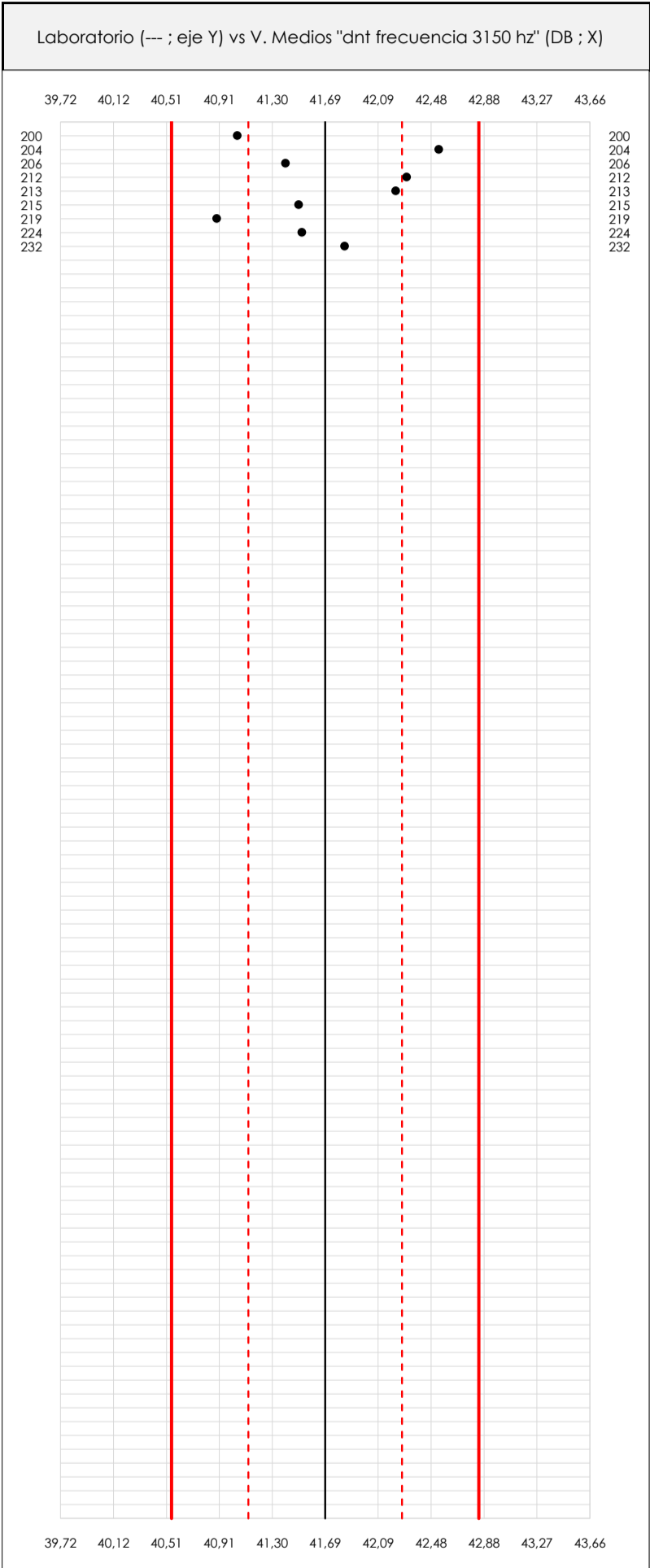
# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

DNT FRECUENCIA 3150 HZ



# DNT FRECUENCIA 3150 HZ (DB) Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (41,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (42,27/41,12 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,84/40,51 ; líneas rojas de trazo continuo).

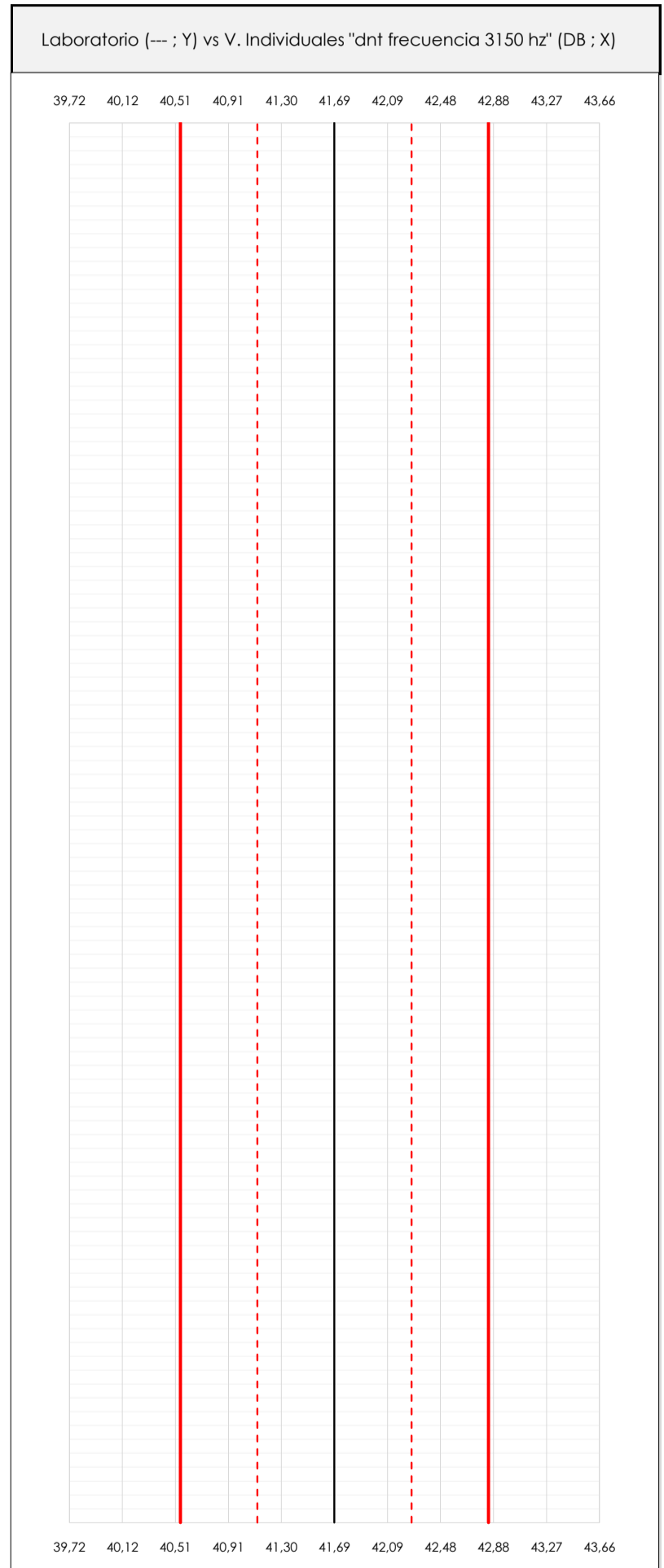
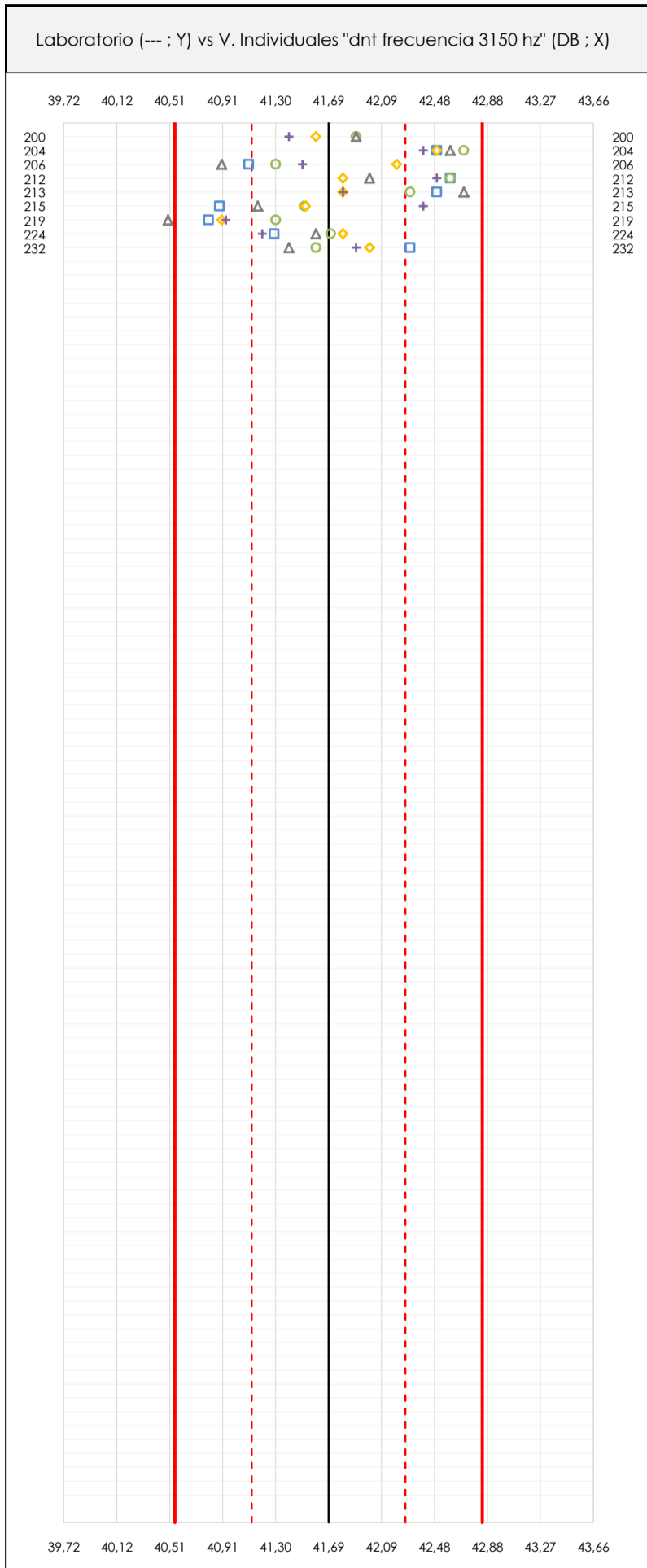
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 3150 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (41,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (42,27/41,12 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,84/40,55 ; 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 FRECUENCIA 3150 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	38,40	41,90	41,90	41,60	41,40	41,04	1,491	-1,57	✓	
204	42,50	42,70	42,60	42,50	42,40	42,54	0,114	2,03	✓	
206	41,10	41,30	40,90	42,20	41,50	41,40	0,500	-0,70	✓	
212	42,60	42,60	42,00	41,80	42,50	42,30	0,374	1,45	✓	
213	42,50	42,30	42,70	41,80	41,80	42,22	0,409	1,26	✓	
215	40,88	41,52	41,17	41,52	42,40	41,50	0,571	-0,47	✓	
219	40,80	41,30	40,50	40,90	40,93	40,89	0,287	-1,94	✓	
224	41,29	41,71	41,60	41,80	41,20	41,52	0,263	-0,42	✓	
232	42,30	41,60	41,40	42,00	41,90	41,84	0,351	0,35	✓	

**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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 airtmética interlaboratorios.
- <sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) 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]

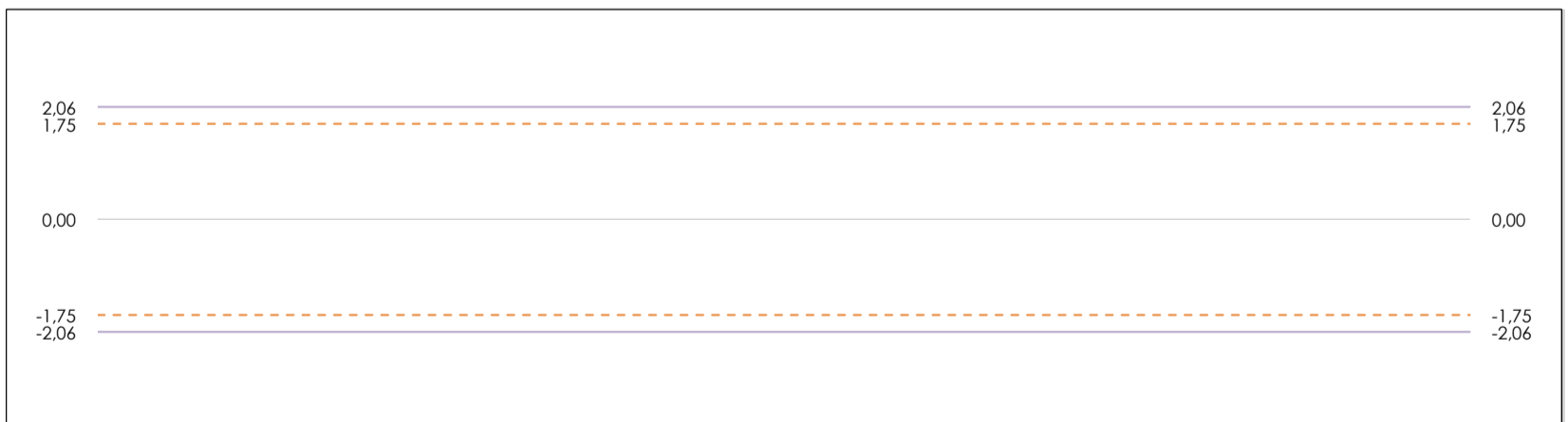
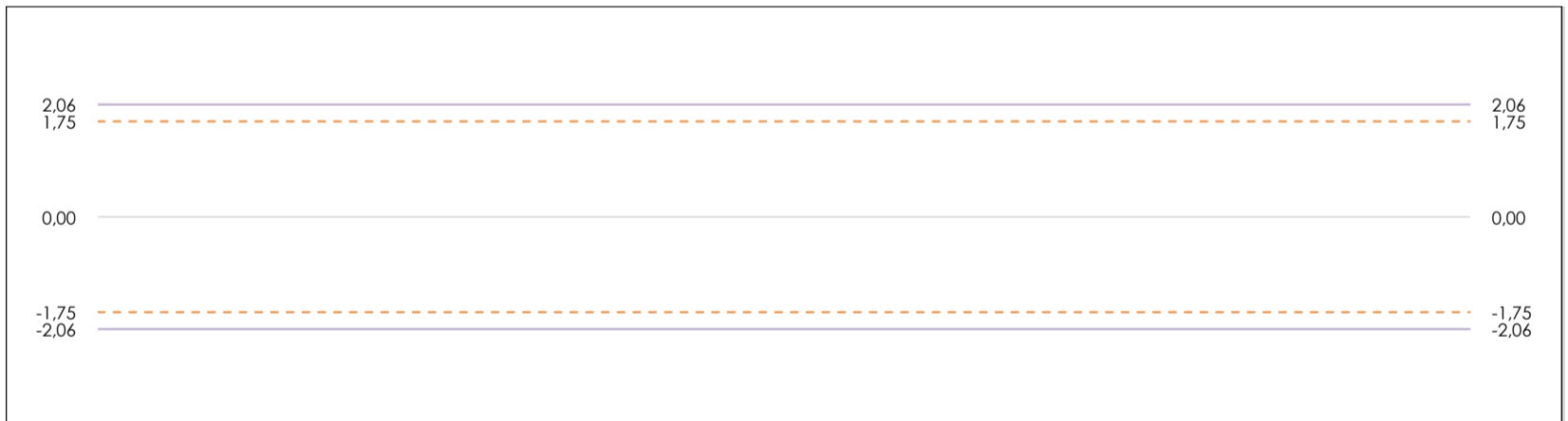
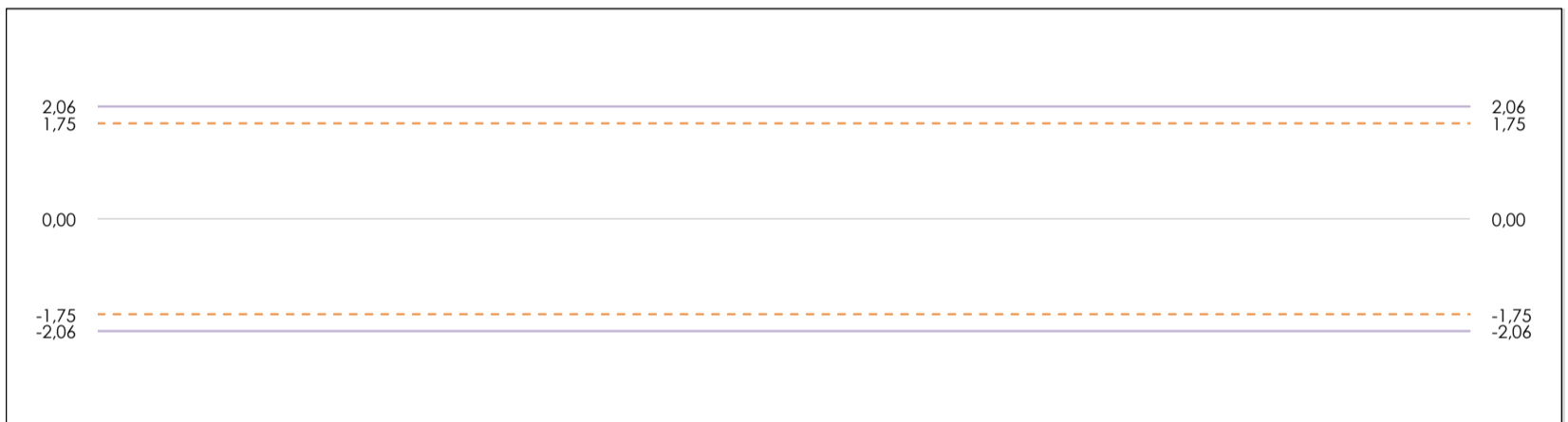
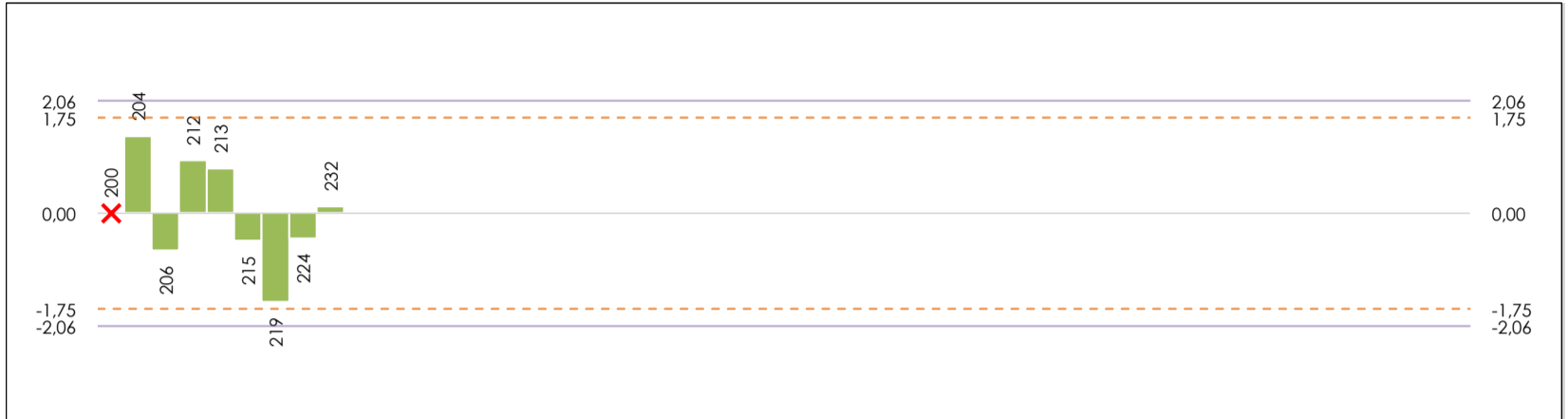
**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

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



## DNT FRECUENCIA 3150 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

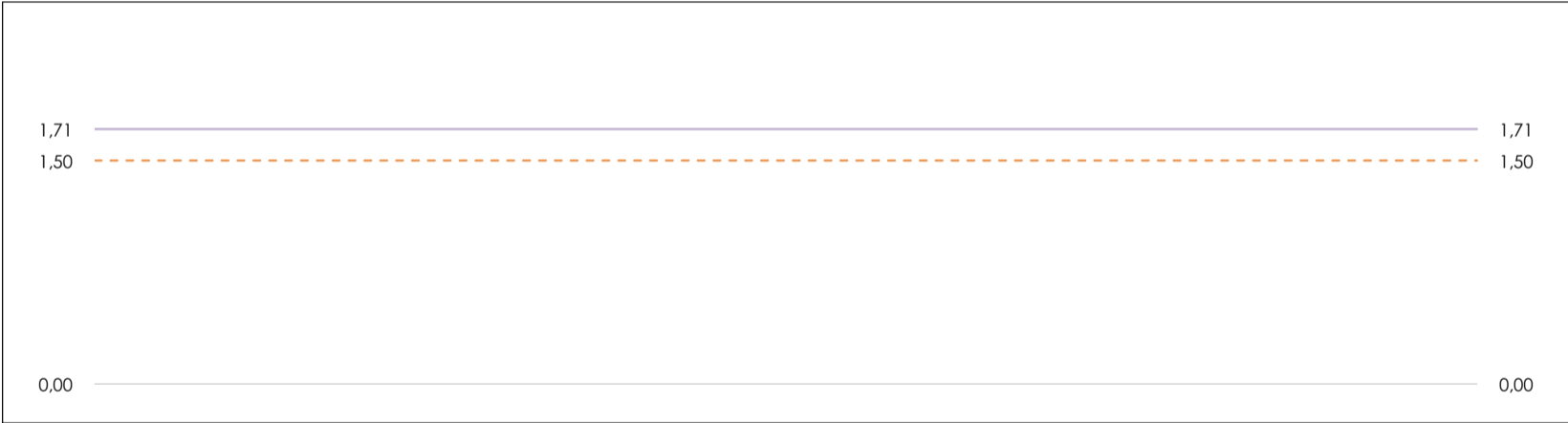
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 3150 HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT FRECUENCIA 3150 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
200	38,400	41,900	41,900	41,600	41,400	41,040	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	42,50	42,700	42,600	42,500	42,400	42,540	0,114	1,83	1,38	0,30			1,384		0,4678		✓
206	41,10	41,300	40,900	42,200	41,500	41,400	0,500	-0,90	-0,68	1,31				0,4391			✓
212	42,60	42,600	42,000	41,800	42,500	42,300	0,374	1,26	0,95	0,98					0,4678		✓
213	42,50	42,300	42,700	41,800	41,800	42,220	0,409	1,06	0,80	1,07							✓
215	40,88	41,516	41,166	41,521	42,400	41,497	0,571	-0,67	-0,50	1,49							✓
219	40,80	41,300	40,500	40,900	40,931	40,886	0,287	-2,13	-1,61	0,75		1,610		0,4391			✓
224	41,29	41,710	41,600	41,800	41,200	41,520	0,263	-0,61	-0,46	0,69							✓
232	42,30	41,600	41,400	42,000	41,900	41,840	0,351	0,15	0,12	0,92							✓

**NOTAS:**

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

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

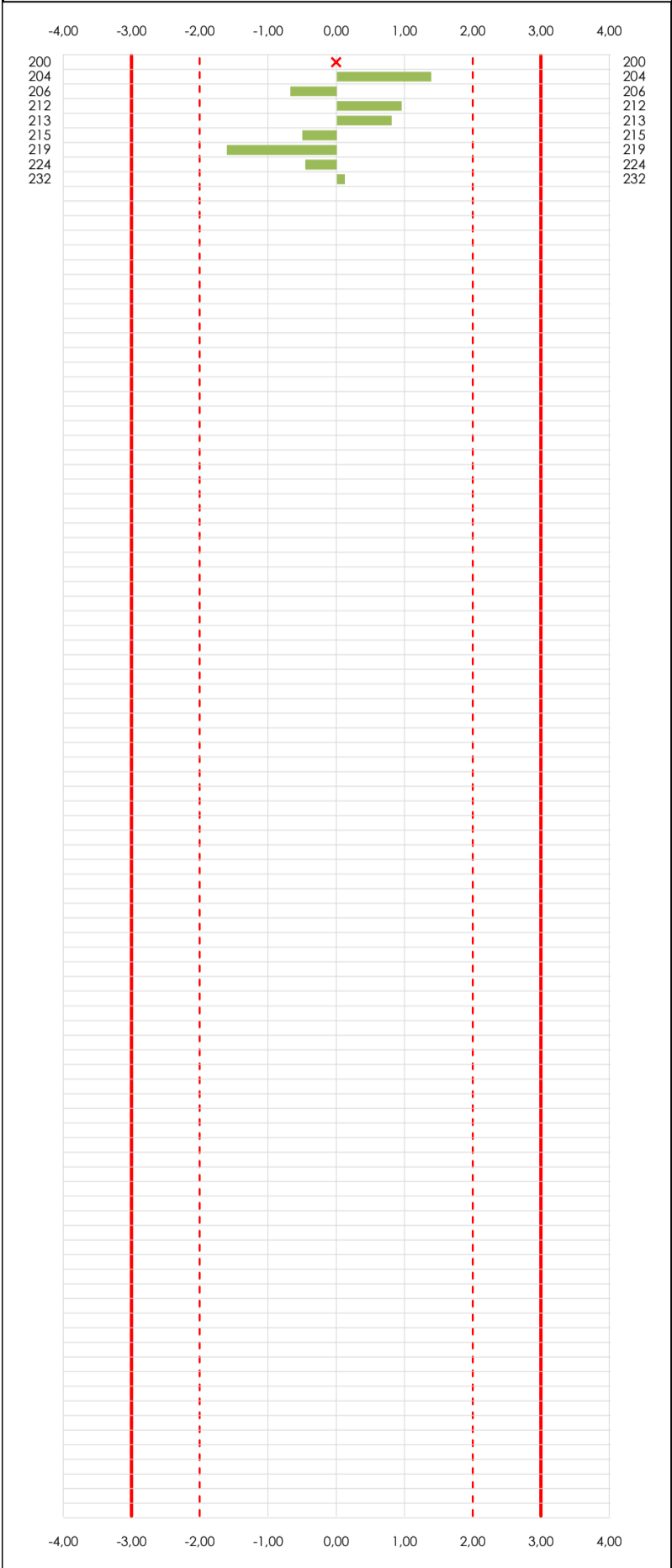


# DNT FRECUENCIA 3150 HZ (DB)

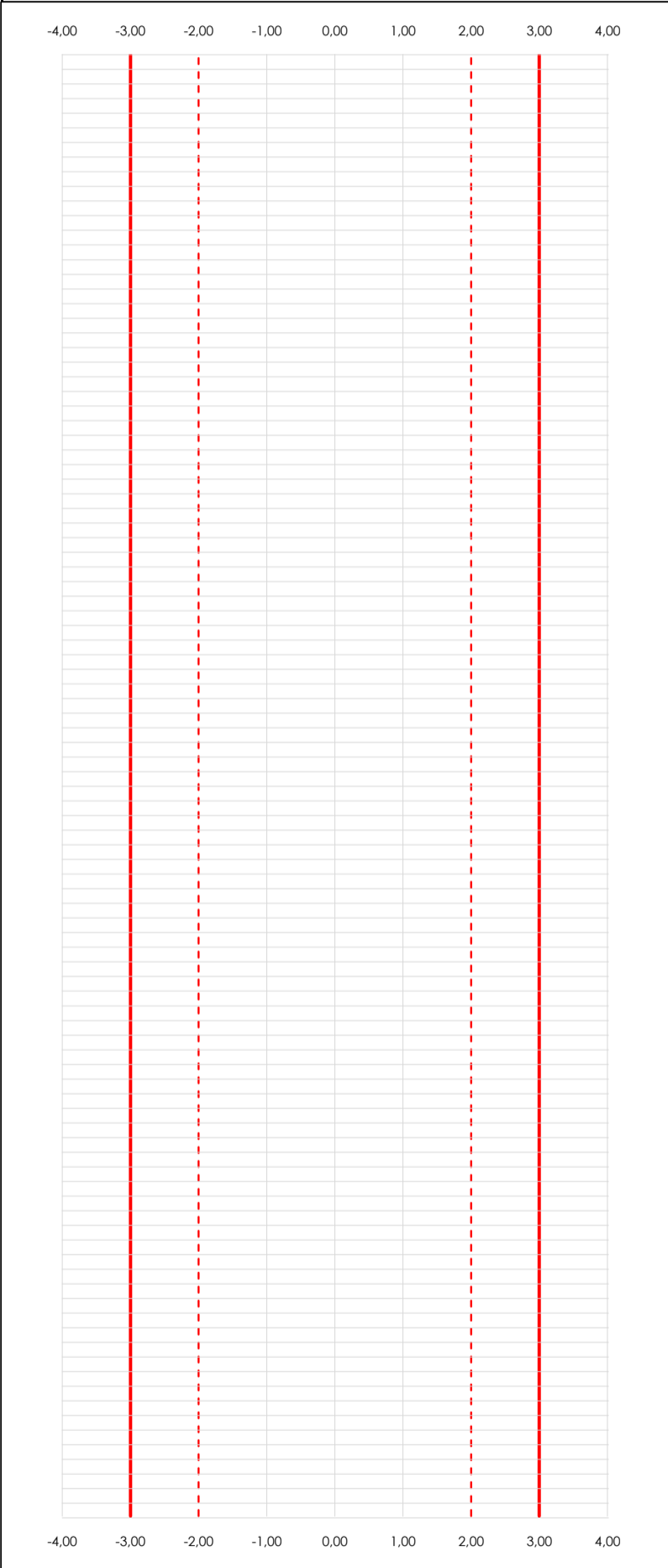
## Análisis C. Evaluación Z-Score

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

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 3150 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 3150 hz" (--- ; eje X)



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 3150 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
200	38,40	41,90	41,90	41,60	41,40	41,04	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
204	42,50	42,70	42,60	42,50	42,40	42,54	0,114	1,83	✓	✓	✓			1,384	S
206	41,10	41,30	40,90	42,20	41,50	41,40	0,500	-0,90	✓	✓	✓			-0,680	S
212	42,60	42,60	42,00	41,80	42,50	42,30	0,374	1,26	✓	✓	✓			0,950	S
213	42,50	42,30	42,70	41,80	41,80	42,22	0,409	1,06	✓	✓	✓			0,805	S
215	40,88	41,52	41,17	41,52	42,40	41,50	0,571	-0,67	✓	✓	✓			-0,504	S
219	40,80	41,30	40,50	40,90	40,93	40,89	0,287	-2,13	✓	✓	✓			-1,610	S
224	41,29	41,71	41,60	41,80	41,20	41,52	0,263	-0,61	✓	✓	✓			-0,462	S
232	42,30	41,60	41,40	42,00	41,90	41,84	0,351	0,15	✓	✓	✓			0,117	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].

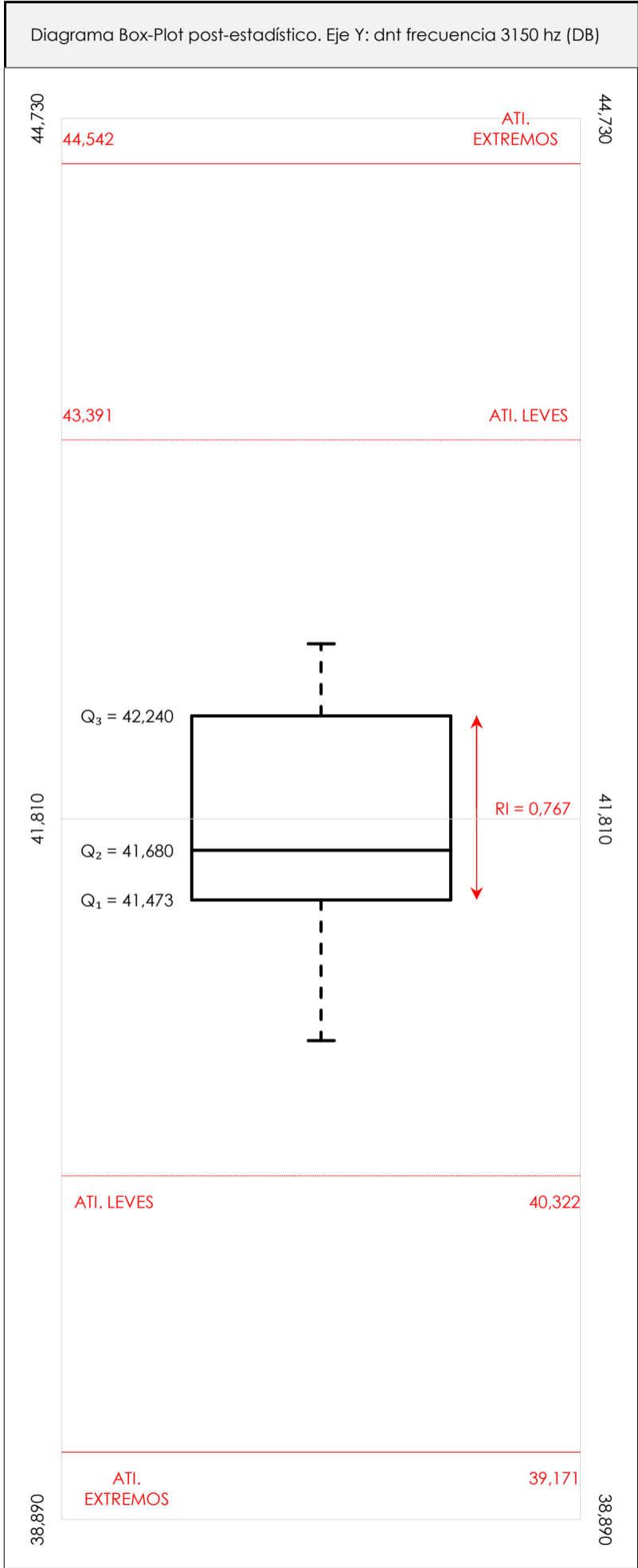
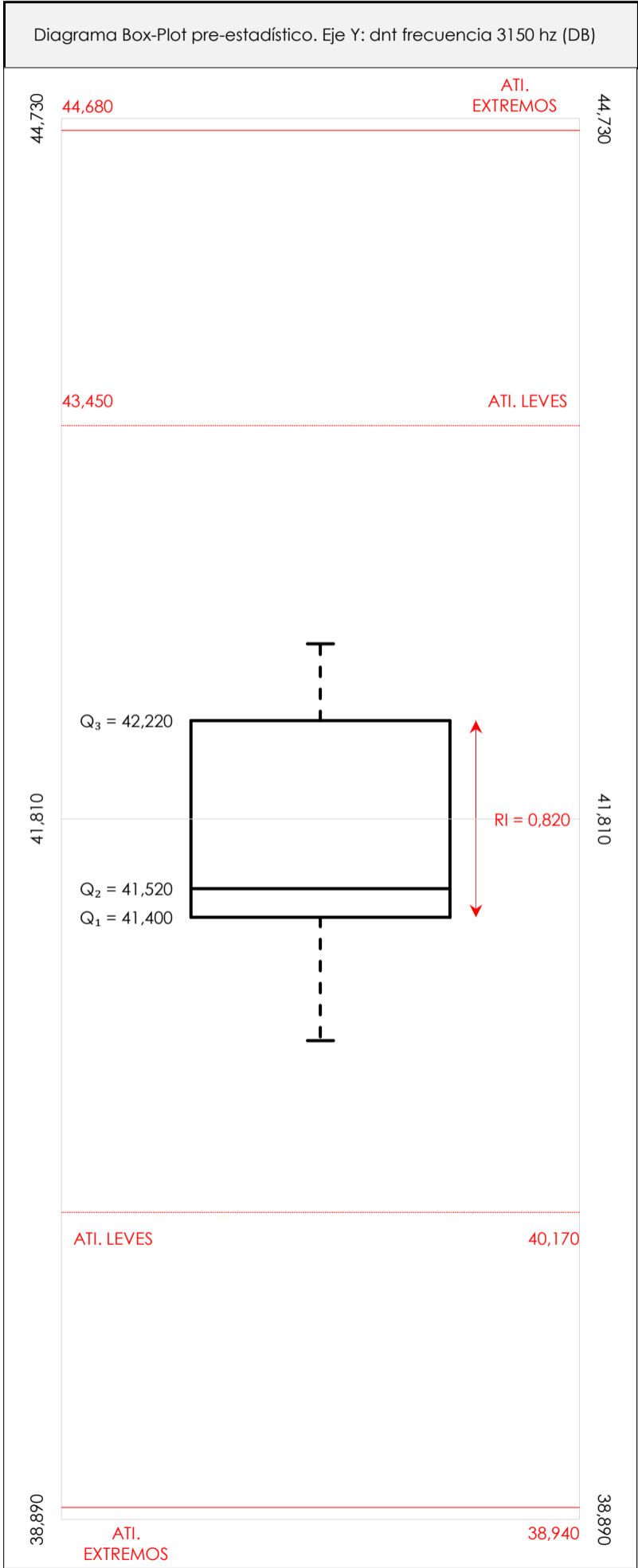
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 3150 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).



# DNT FRECUENCIA 3150 HZ (DB)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 3150 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	42,60	42,70	42,70	42,50	42,50	42,54	42,60	42,70	42,70	42,50	42,50	42,54
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	38,40	41,30	40,50	40,90	40,93	40,89	40,80	41,30	40,50	40,90	40,93	40,89
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	41,37	41,88	41,64	41,79	41,78	41,69	41,75	41,88	41,61	41,82	41,83	41,78
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,34	0,53	0,74	0,45	0,57	0,57	0,80	0,57	0,78	0,47	0,59	0,55
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
<b>Valor Calculado</b>	0,377	1,702	0,252	0,629	2,198		0,146	1,060	0,276	0,422	1,801	
<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<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" de Grubbs, todos ellos adimensionales, obtenidos de las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios y del número de ensayos efectuados por cada uno de ellos:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
<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 análisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

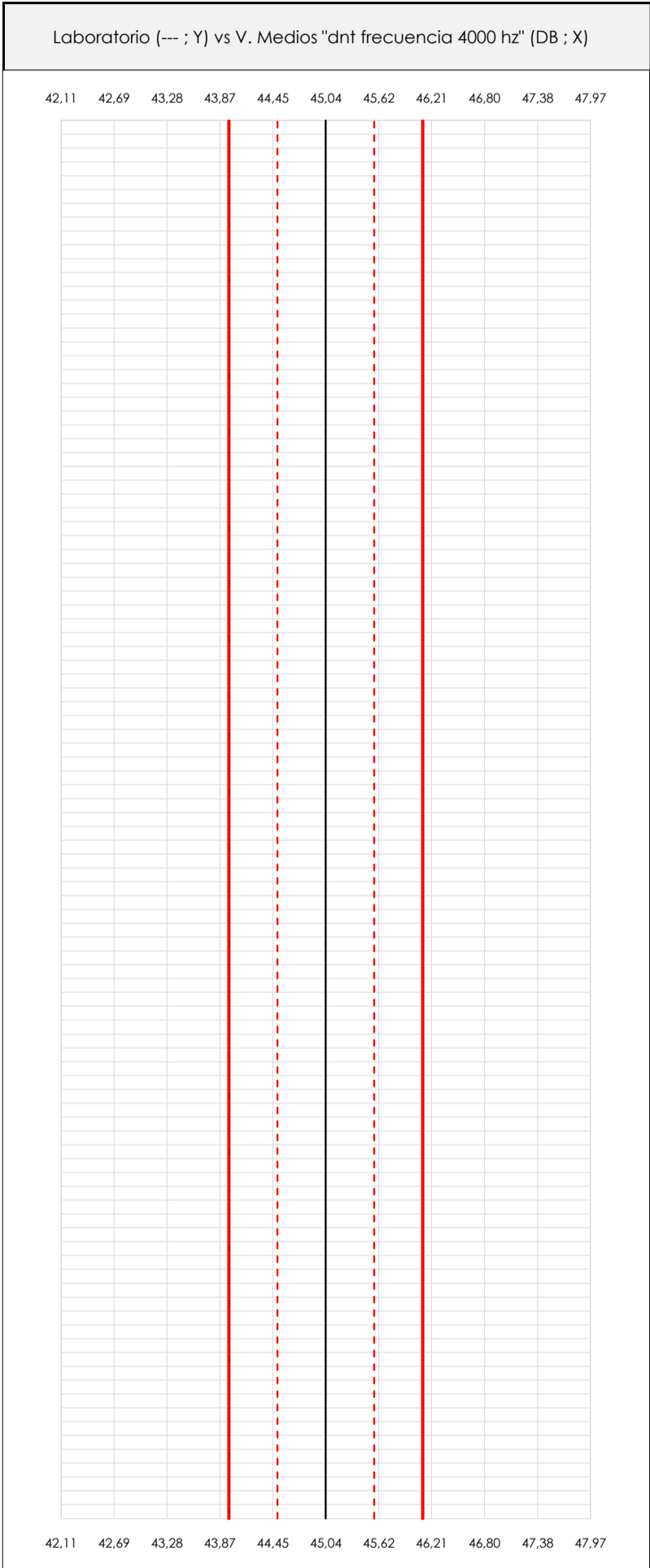
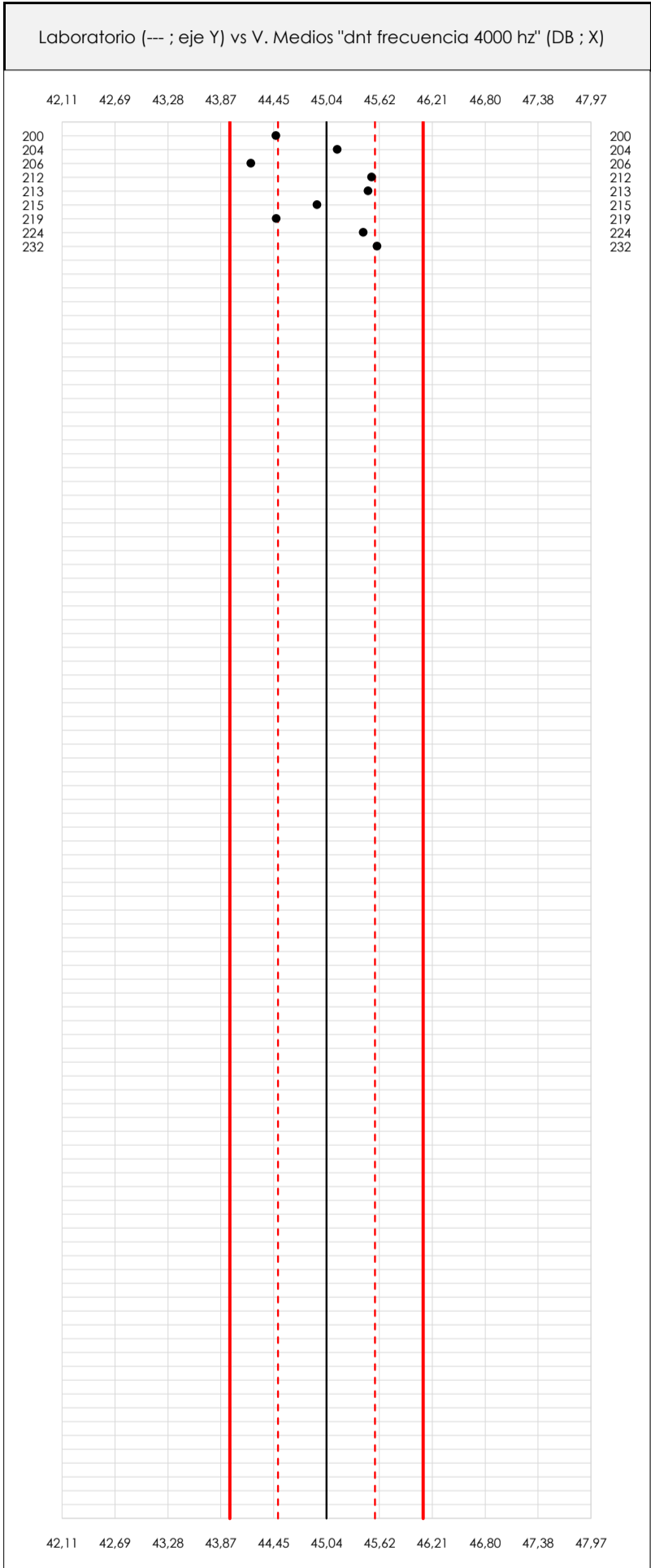
DNT FRECUENCIA 4000 HZ



# DNT FRECUENCIA 4000 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (45,04 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,57/44,50 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,11/43,97 ; líneas rojas de trazo continuo).

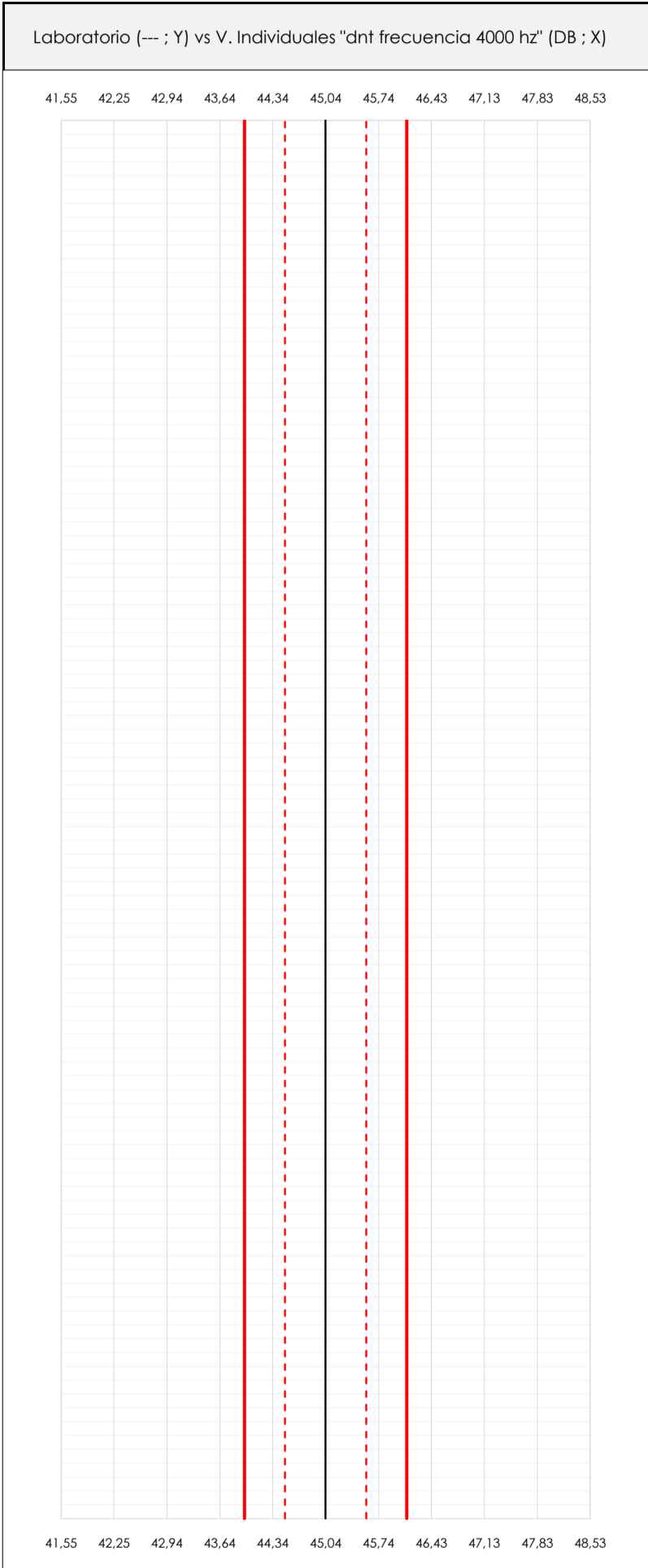
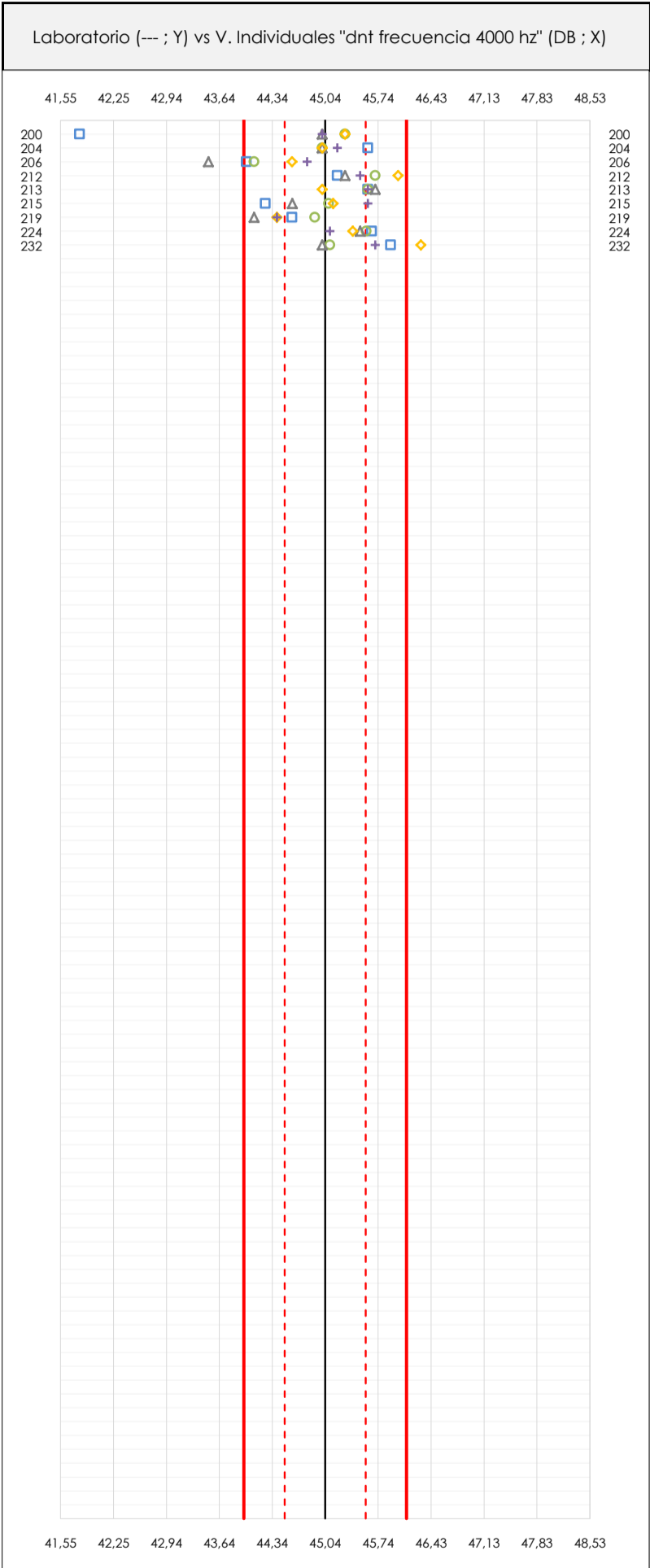
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 4000 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (45,04 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,57/44,50 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,11/43,97 ; 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 FRECUENCIA 4000 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	41,80	45,30	45,00	45,30	45,00	44,48	1,506	-1,24	✓	
204	45,60	45,00	45,00	45,00	45,20	45,16	0,261	0,27	✓	
206	44,00	44,10	43,50	44,60	44,80	44,20	0,515	-1,86	✓	
212	45,20	45,70	45,30	46,00	45,50	45,54	0,321	1,11	✓	
213	45,60	45,60	45,70	45,00	45,60	45,50	0,283	1,03	✓	
215	44,25	45,08	44,60	45,14	45,60	44,94	0,522	-0,23	✓	
219	44,60	44,90	44,10	44,40	44,40	44,48	0,295	-1,24	✓	
224	45,65	45,58	45,50	45,40	45,10	45,45	0,215	0,91	✓	
232	45,90	45,10	45,00	46,30	45,70	45,60	0,548	1,25	✓	

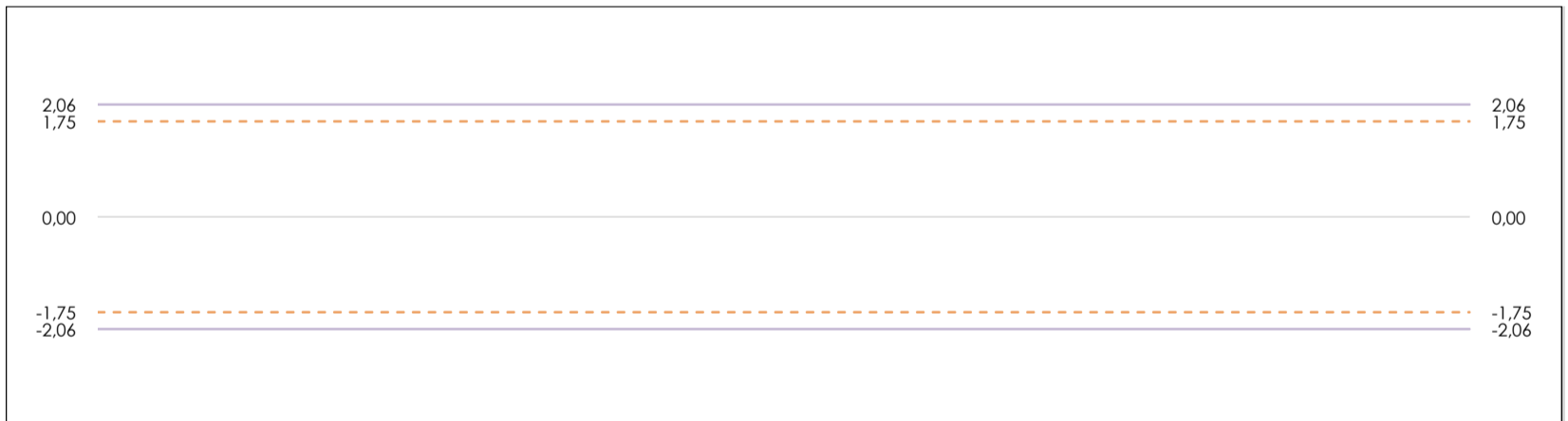
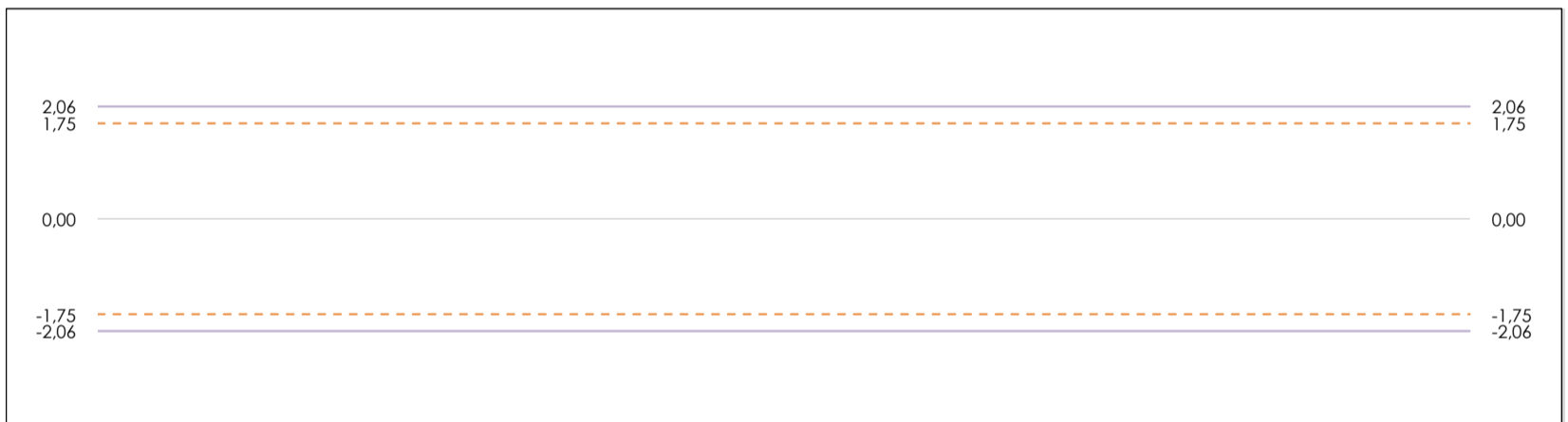
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> 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 FRECUENCIA 4000 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

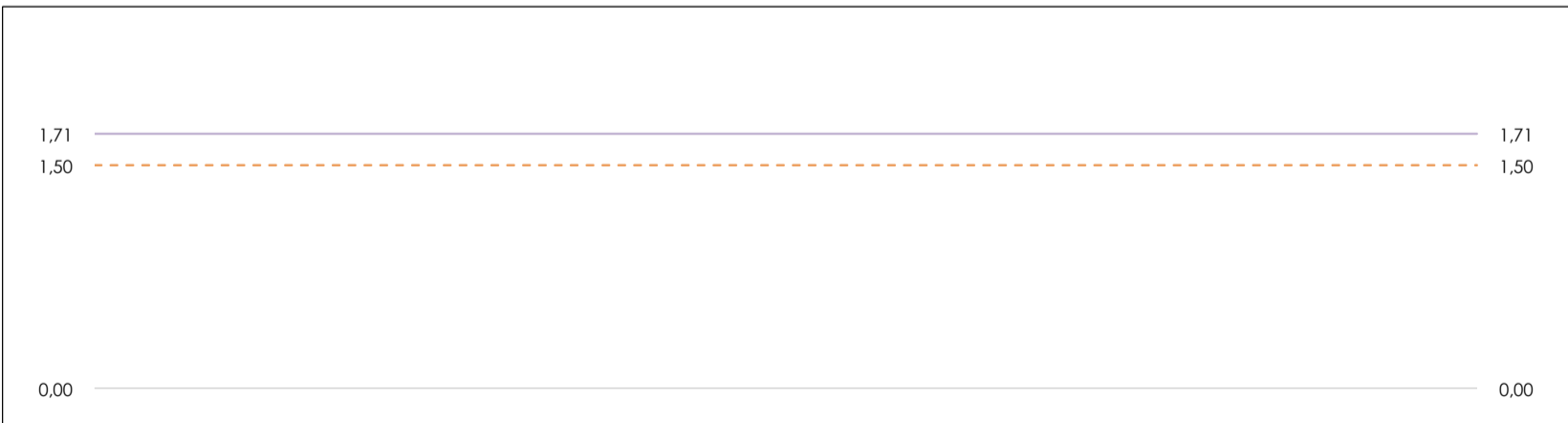
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 4000 HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# DNT FRECUENCIA 4000 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
200	41,800	45,300	45,000	45,300	45,000	44,480	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	45,60	45,000	45,000	45,000	45,200	45,160	0,261	0,12	0,10	0,67							✓
206	44,00	44,100	43,500	44,600	44,800	44,200	0,515	-2,01	-1,72	1,32		1,721		0,1733			✓
212	45,20	45,700	45,300	46,000	45,500	45,540	0,321	0,96	0,82	0,82					0,7064		✓
213	45,60	45,600	45,700	45,000	45,600	45,500	0,283	0,87	0,74	0,72							✓
215	44,25	45,082	44,604	45,142	45,600	44,935	0,522	-0,38	-0,33	1,34							✓
219	44,60	44,900	44,100	44,400	44,403	44,481	0,295	-1,39	-1,19	0,75				0,1733			✓
224	45,65	45,580	45,500	45,400	45,100	45,446	0,215	0,75	0,64	0,55							✓
232	45,90	45,100	45,000	46,300	45,700	45,600	0,548	1,09	0,93	1,40			0,933		0,7064		✓

**NOTAS:**

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

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

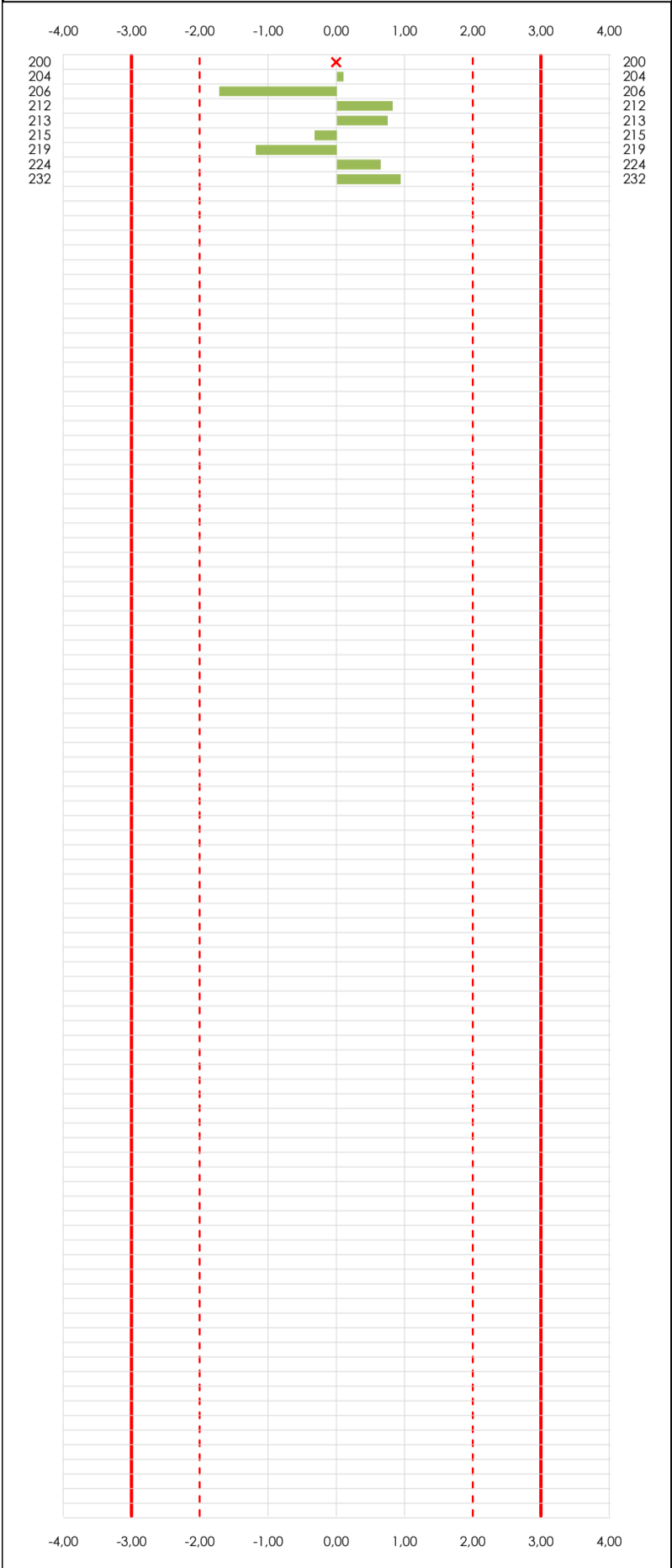


# DNT FRECUENCIA 4000 HZ (DB)

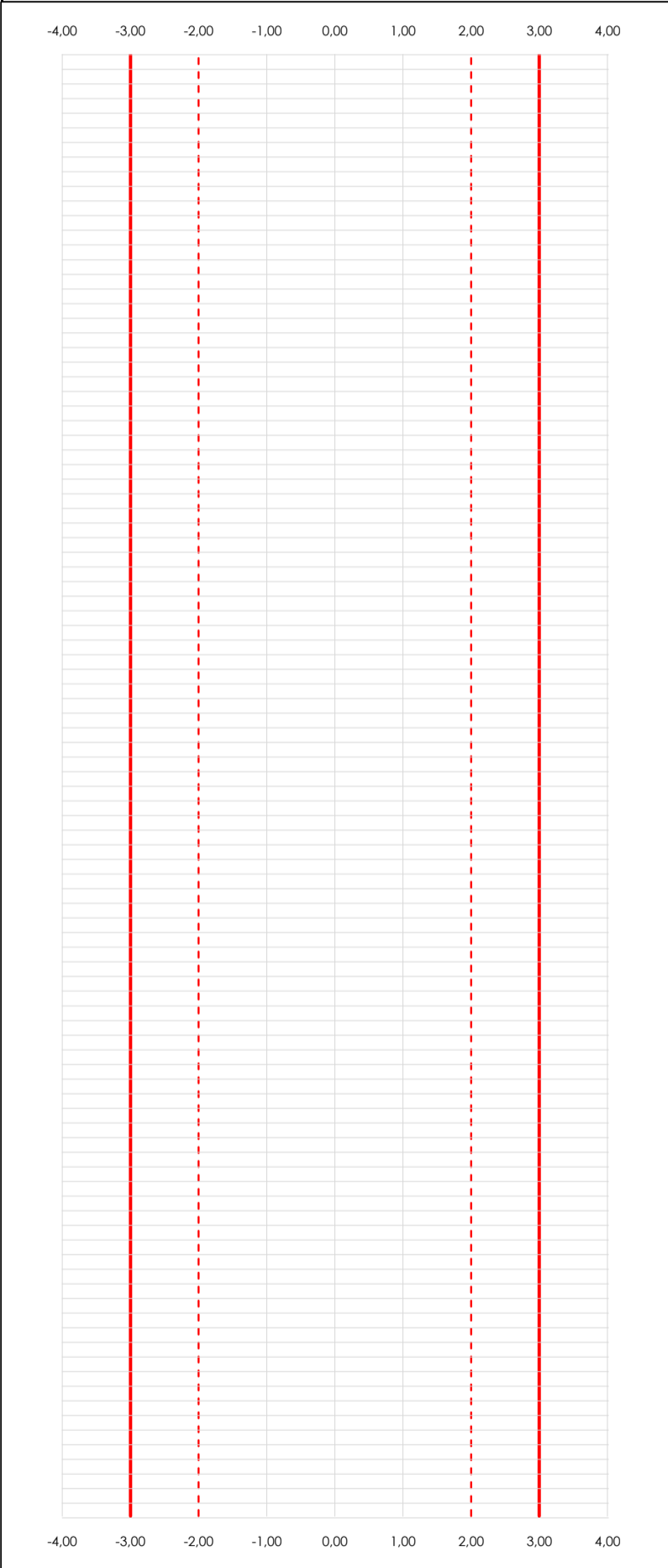
## Análisis C. Evaluación Z-Score

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

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 4000 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt frecuencia 4000 hz" (--- ; eje X)



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 4000 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
200	41,80	45,30	45,00	45,30	45,00	44,48	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
204	45,60	45,00	45,00	45,00	45,20	45,16	0,261	0,12	✓	✓	✓			0,099	S
206	44,00	44,10	43,50	44,60	44,80	44,20	0,515	-2,01	✓	✓	✓			-1,721	S
212	45,20	45,70	45,30	46,00	45,50	45,54	0,321	0,96	✓	✓	✓			0,820	S
213	45,60	45,60	45,70	45,00	45,60	45,50	0,283	0,87	✓	✓	✓			0,744	S
215	44,25	45,08	44,60	45,14	45,60	44,94	0,522	-0,38	✓	✓	✓			-0,327	S
219	44,60	44,90	44,10	44,40	44,40	44,48	0,295	-1,39	✓	✓	✓			-1,189	S
224	45,65	45,58	45,50	45,40	45,10	45,45	0,215	0,75	✓	✓	✓			0,641	S
232	45,90	45,10	45,00	46,30	45,70	45,60	0,548	1,09	✓	✓	✓			0,933	S

**NOTAS:**

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

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

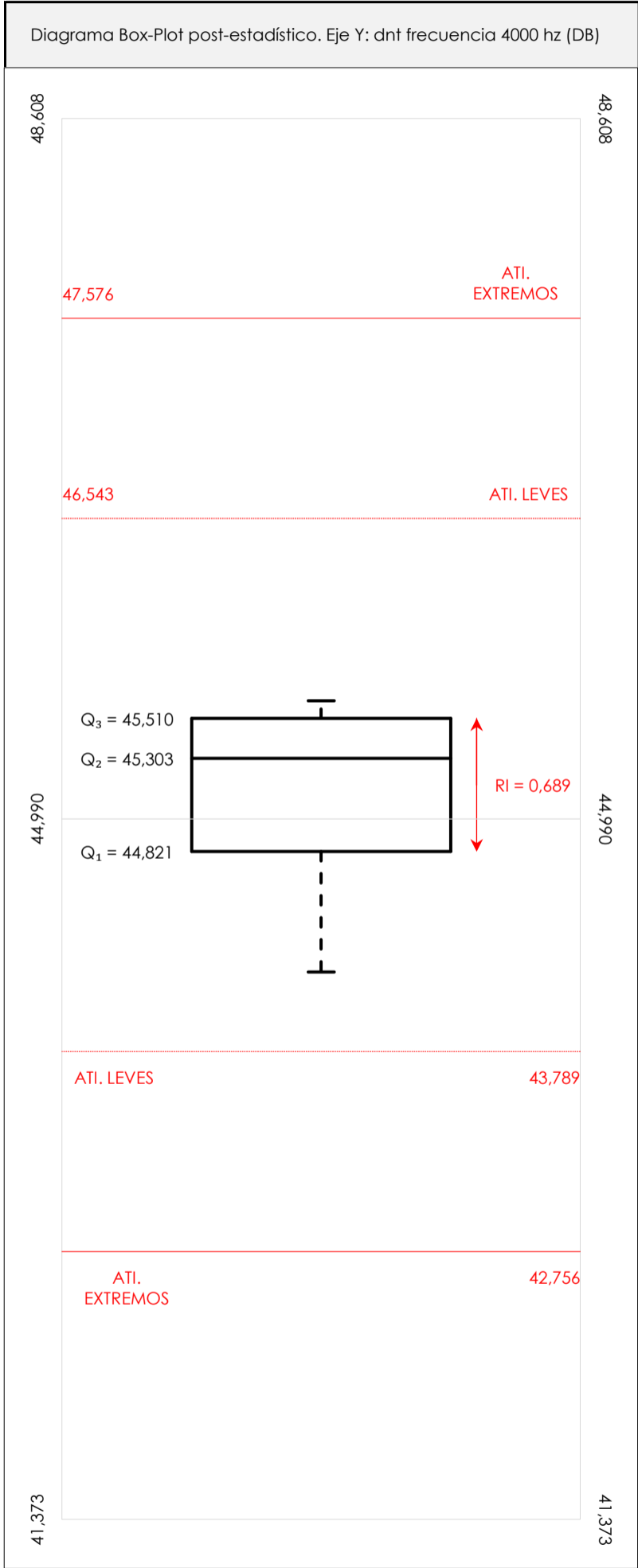
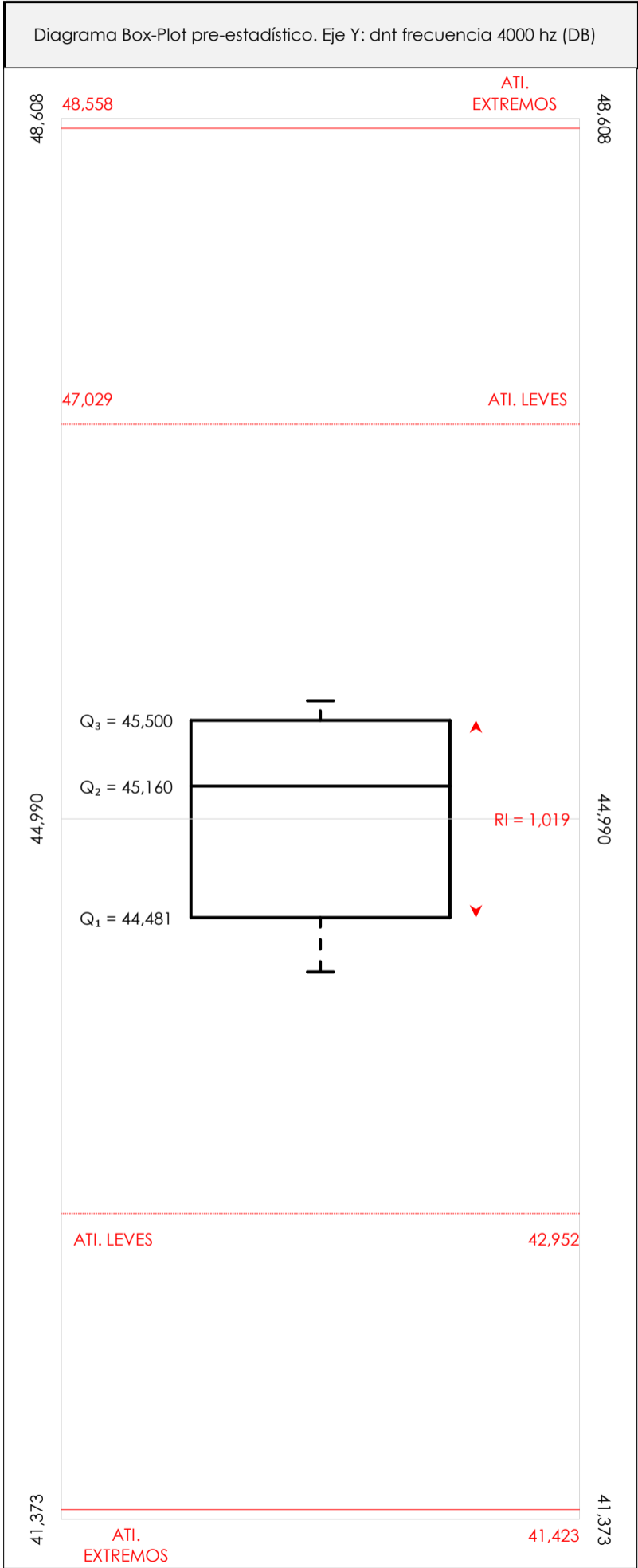
<sup>03</sup> La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si | ZS | ≤ 2] [Dudoso (D) - si 2 < | ZS | ≤ 3] [Insatisfactorio (I) - si | ZS | > 3].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 4000 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).



## DNT FRECUENCIA 4000 HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 4000 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	45,90	45,70	45,70	46,30	45,70	45,60	45,90	45,70	45,70	46,30	45,70	45,60
Valor Mínimo (min ; %)	41,80	44,10	43,50	44,40	44,40	44,20	44,00	44,10	43,50	44,40	44,40	44,20
Valor Promedio (M ; %)	44,73	45,15	44,86	45,24	45,21	45,04	45,10	45,13	44,84	45,23	45,24	45,11
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,29	0,49	0,69	0,61	0,43	0,54	0,72	0,52	0,74	0,65	0,46	0,53
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,388	1,726	0,210	0,597	2,142		0,153	1,083	0,248	0,400	1,754	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,06	1,71	0,425	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 análisis 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

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



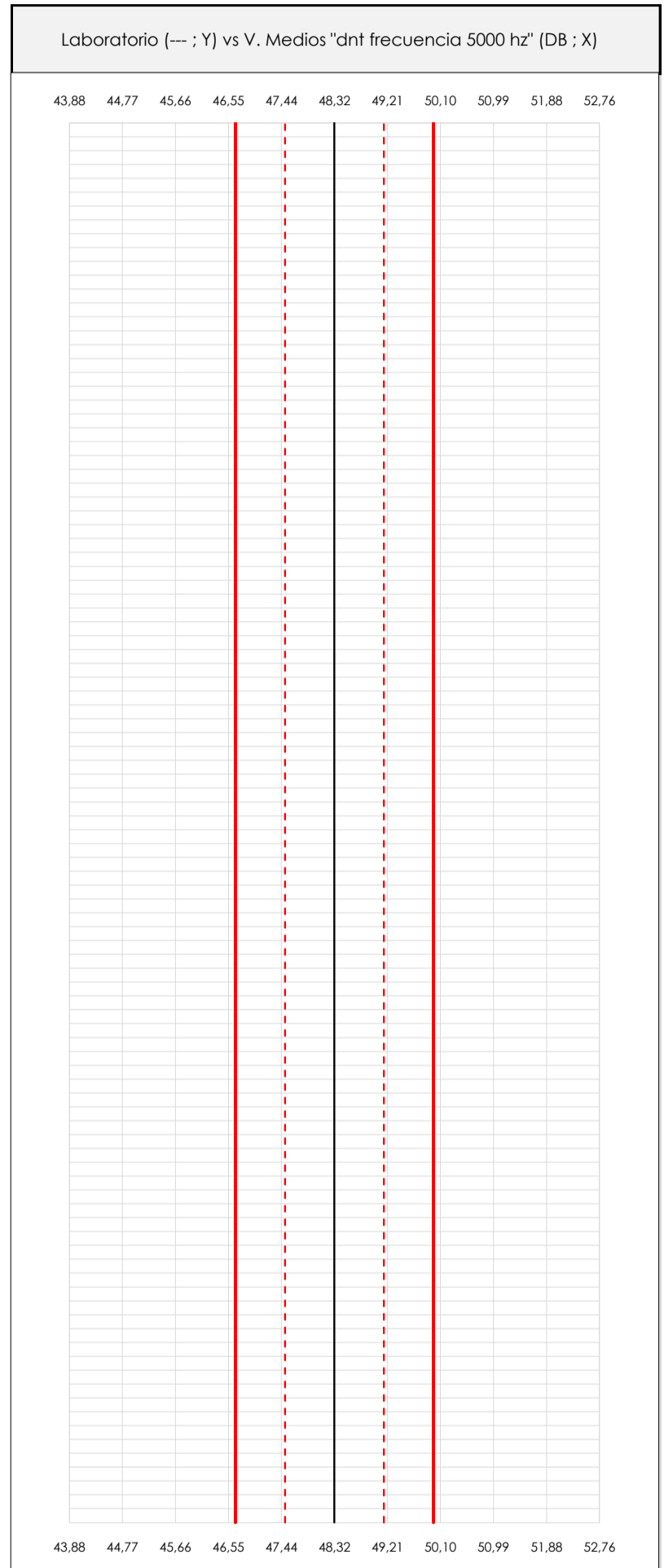
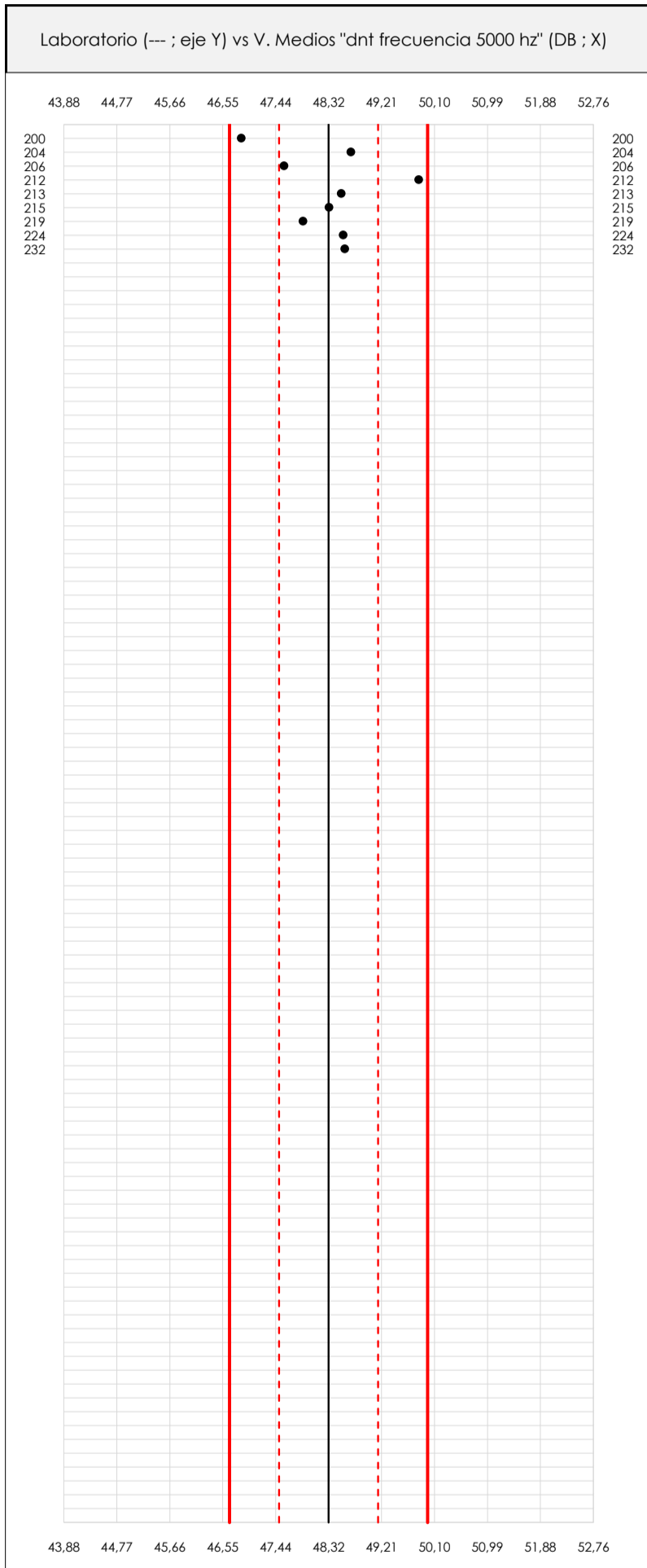
# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

DNT FRECUENCIA 5000 HZ

# DNT FRECUENCIA 5000 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (48,32 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,15/47,49 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,98/46,67 ; líneas rojas de trazo continuo).

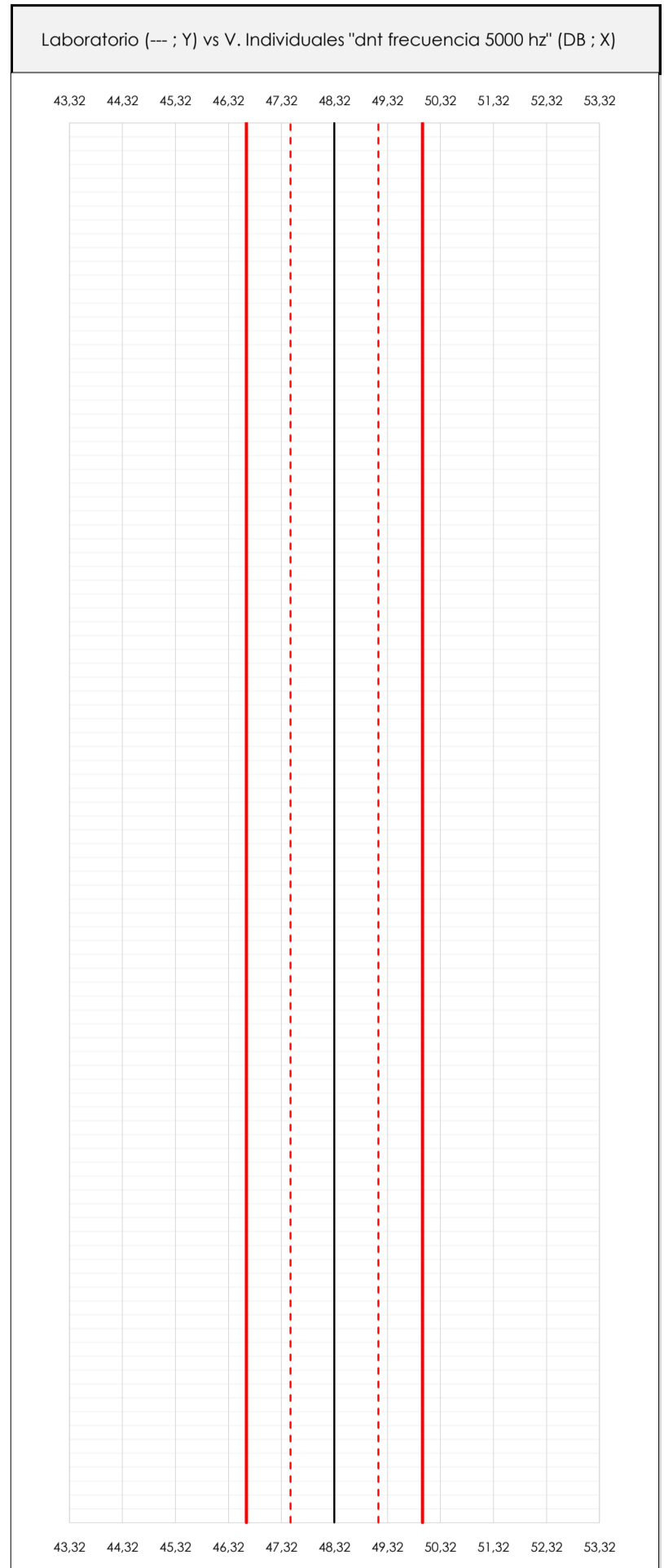
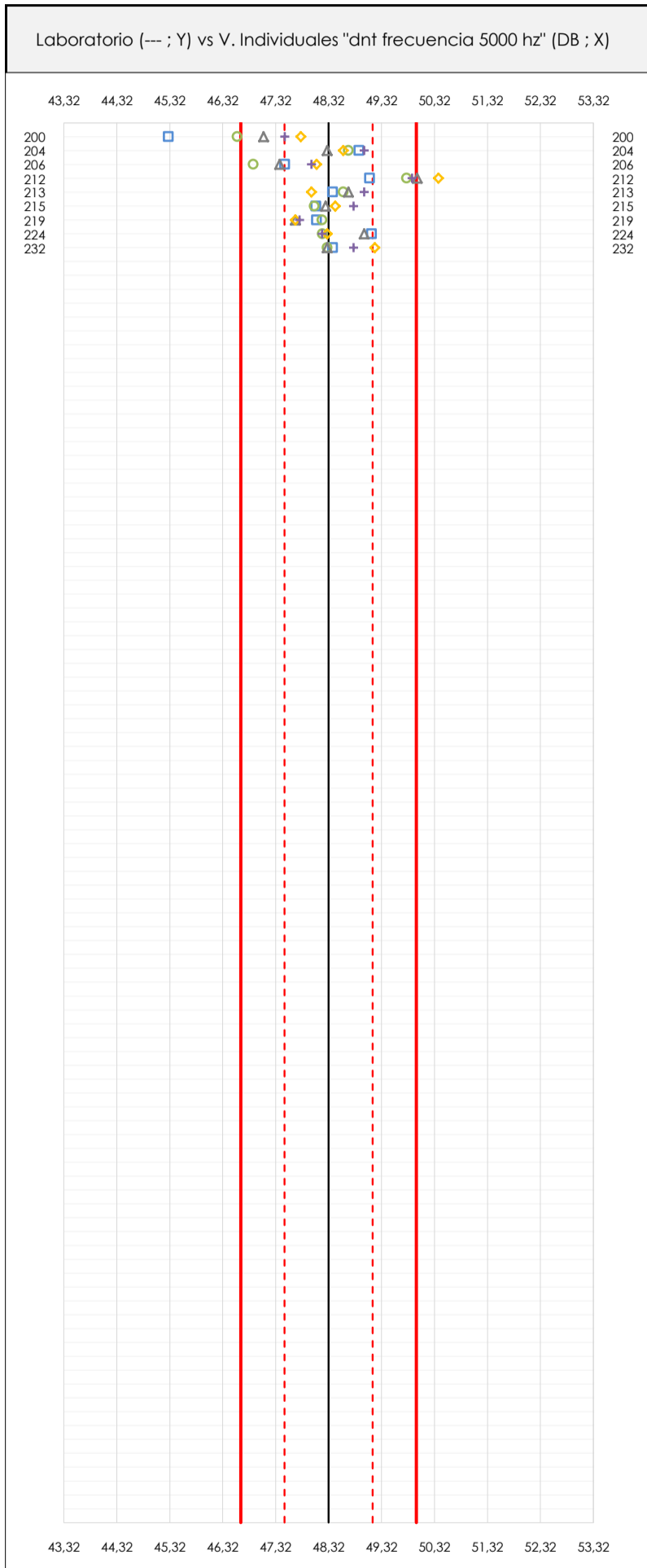
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 5000 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (48,32 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,15/47,49 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,98/46,67 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i_1}$ ) 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 FRECUENCIA 5000 HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Observaciones
200	45,30	46,60	47,10	47,80	47,50	46,86	0,981	-3,03	✓	
204	48,90	48,70	48,30	48,60	49,00	48,70	0,274	0,78	✓	
206	47,50	46,90	47,40	48,10	48,00	47,58	0,487	-1,54	✓	
212	49,10	49,80	50,00	50,40	49,90	49,84	0,472	3,14	✓	
213	48,40	48,60	48,70	48,00	49,00	48,54	0,371	0,45	✓	
215	48,09	48,06	48,27	48,45	48,80	48,33	0,306	0,02	✓	
219	48,10	48,20	47,70	47,70	47,78	47,90	0,237	-0,89	✓	
224	49,14	48,21	49,00	48,30	48,20	48,57	0,461	0,51	✓	
232	48,40	48,30	48,30	49,20	48,80	48,60	0,394	0,57	✓	

**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>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> 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

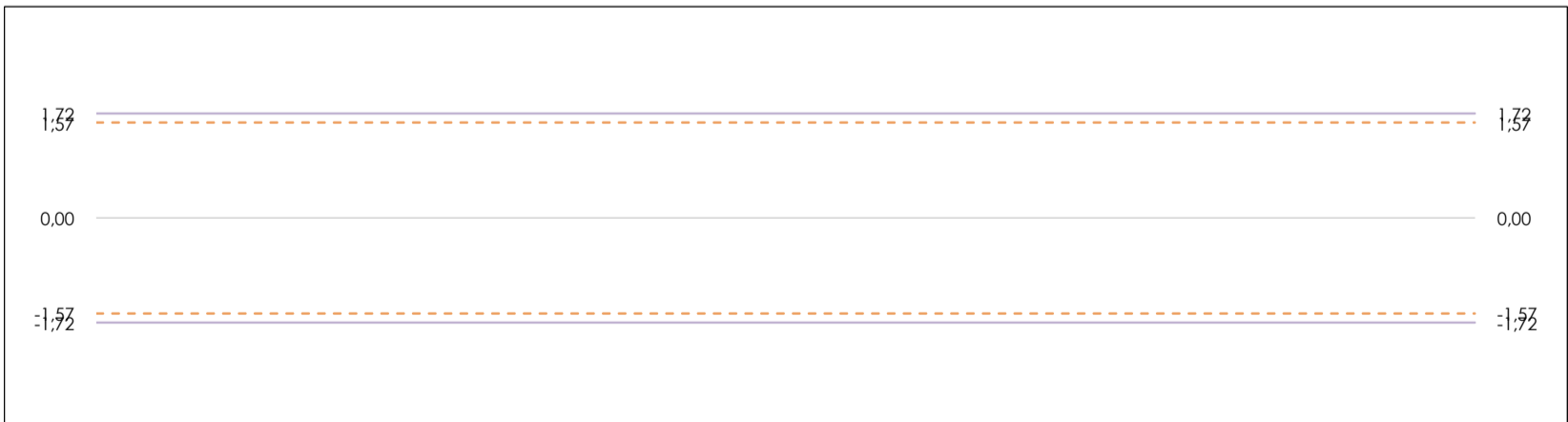
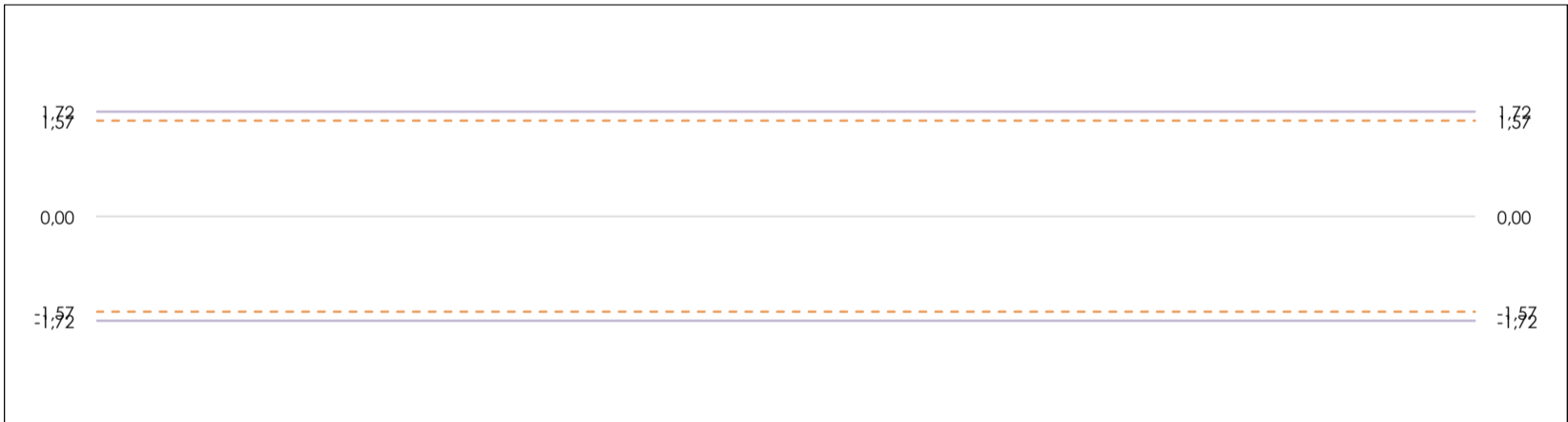
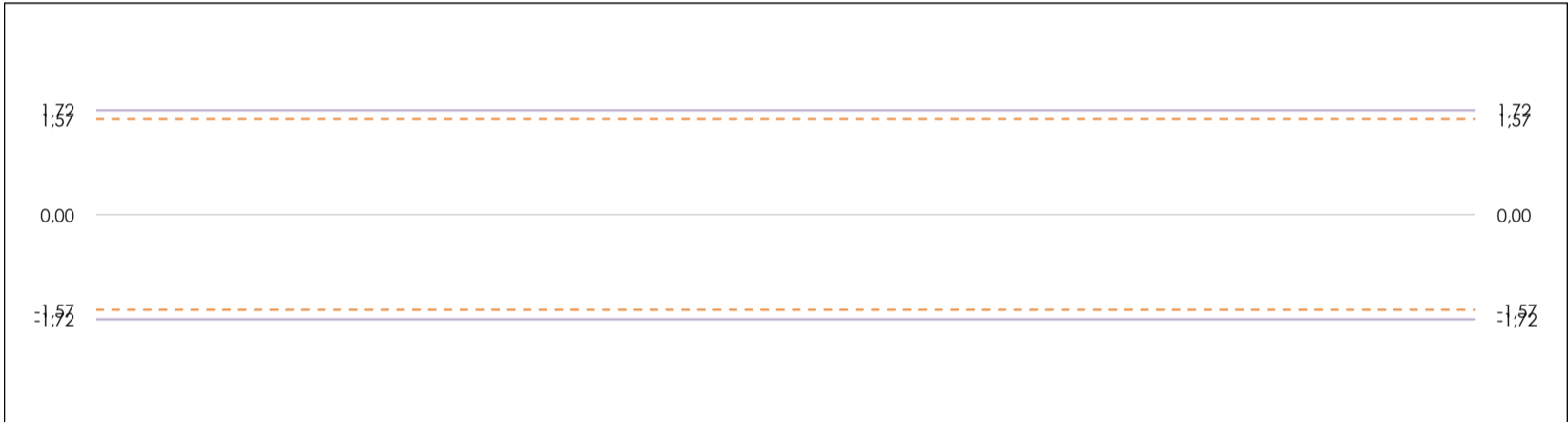
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 5000 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 FRECUENCIA 5000 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 FRECUENCIA 5000 HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

#### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>L i</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B		
200	45,300	46,600	47,100	47,800	47,500	46,860	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗	
204	48,90	48,700	48,300	48,600	49,000	48,700	0,274	0,31	1,12	0,75			1,124		0,4588		✓	
206	47,50	46,900	47,400	48,100	48,000	47,580	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
212	49,10	49,800	50,000	50,400	49,900	49,840	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
213	48,40	48,600	48,700	48,000	49,000	48,540	0,371	-0,02	-0,06	1,01				0,1277			✓	
215	48,09	48,055	48,269	48,453	48,800	48,333	0,306	-0,44	-1,60*	0,83	0,315	1,600		0,1277			✓	
219	48,10	48,200	47,700	47,700	47,778	47,896	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
224	49,14	48,210	49,000	48,300	48,200	48,570	0,461	0,04	0,16	1,26							✓	
232	48,40	48,300	48,300	49,200	48,800	48,600	0,394	0,11	0,38	1,07					0,4588		✓	

**NOTAS:**

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

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

<sup>03</sup> "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.

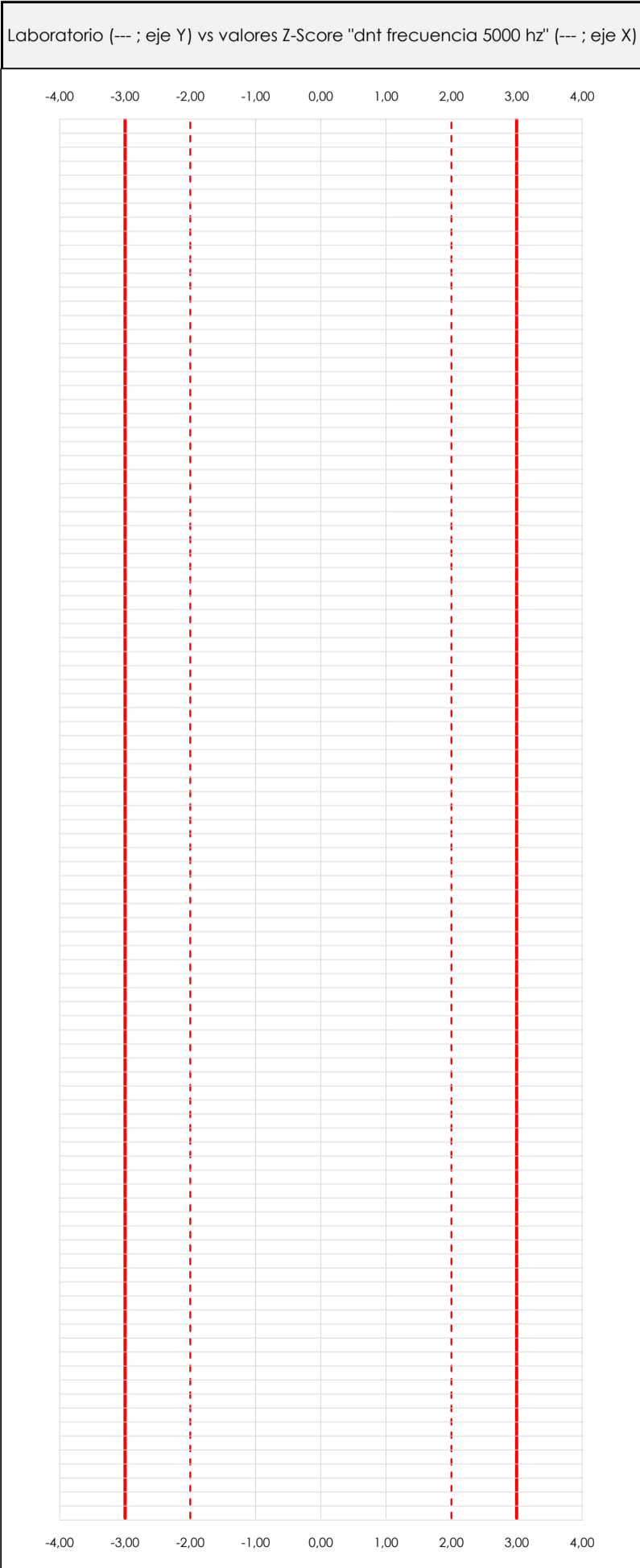
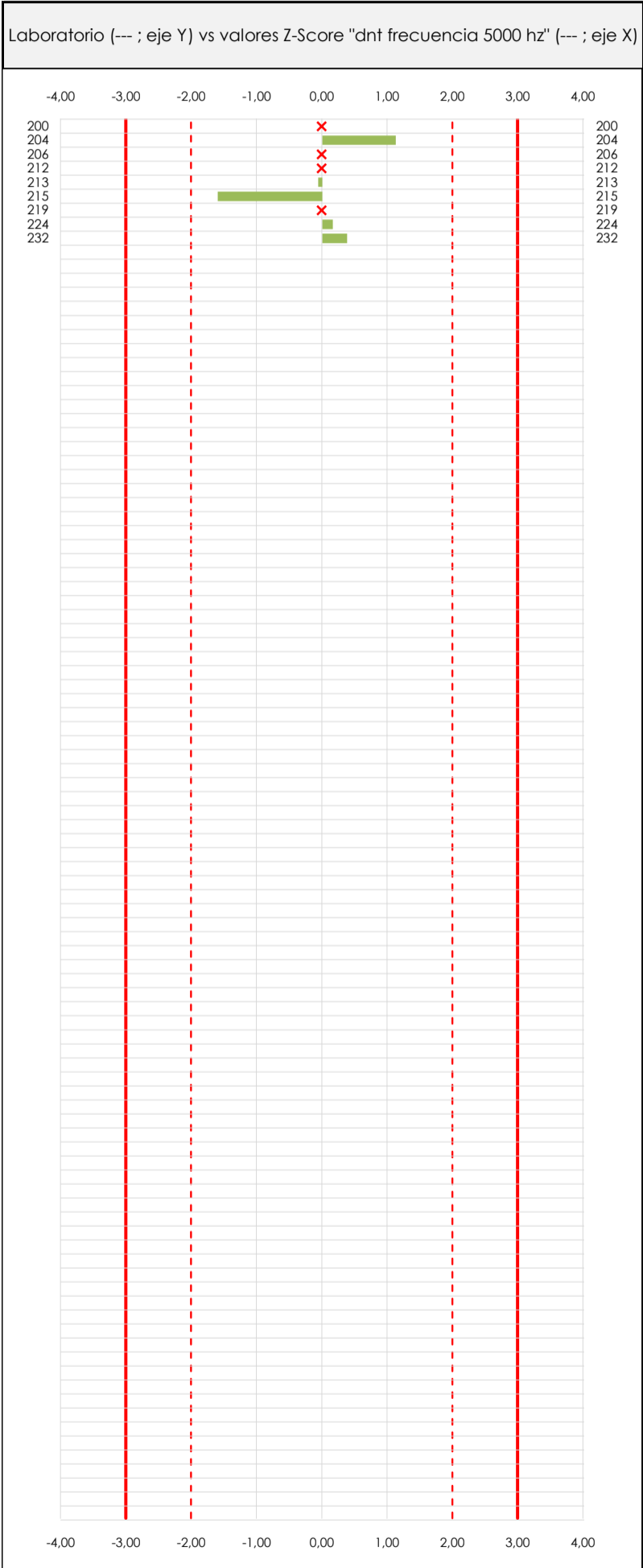
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 5000 HZ (DB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

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



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 5000 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
200	45,30	46,60	47,10	47,80	47,50	46,86	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
204	48,90	48,70	48,30	48,60	49,00	48,70	0,274	0,31	✓	✓	✓			1,124	S
206	47,50	46,90	47,40	48,10	48,00	47,58	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
212	49,10	49,80	50,00	50,40	49,90	49,84	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
213	48,40	48,60	48,70	48,00	49,00	48,54	0,371	-0,02	✓	✓	✓			-0,064	S
215	48,09	48,06	48,27	48,45	48,80	48,33	0,306	-0,44	✓	✓	✓			-1,600	S
219	48,10	48,20	47,70	47,70	47,78	47,90	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
224	49,14	48,21	49,00	48,30	48,20	48,57	0,461	0,04	✓	✓	✓			0,159	S
232	48,40	48,30	48,30	49,20	48,80	48,60	0,394	0,11	✓	✓	✓			0,382	S

**NOTAS:**

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

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

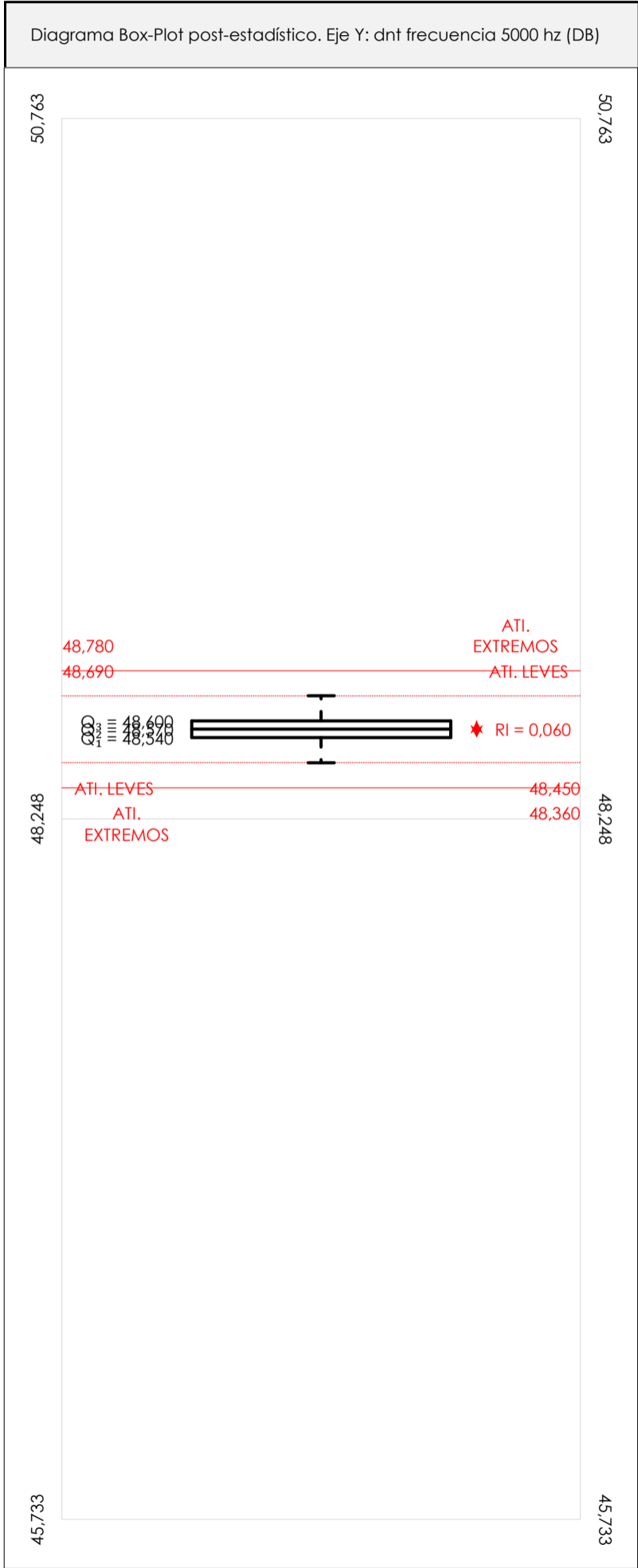
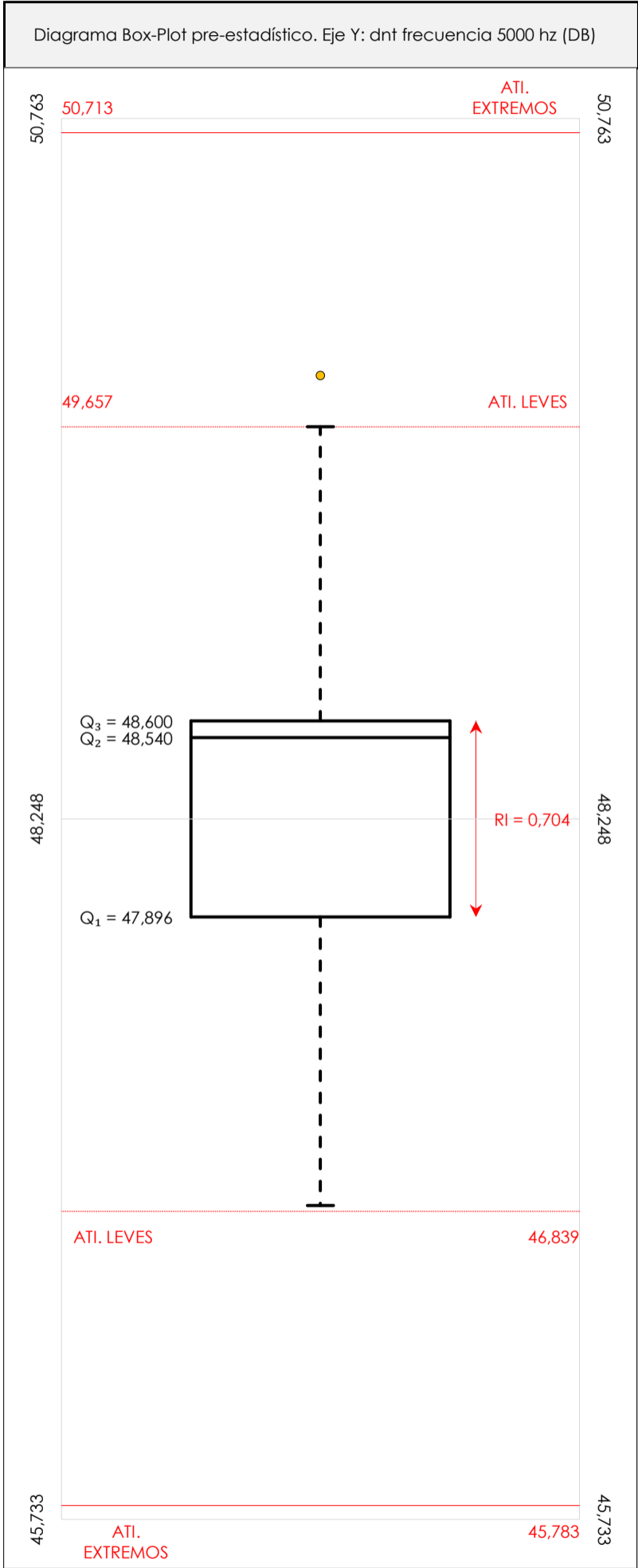
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 5000 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).



# DNT FRECUENCIA 5000 HZ (DB)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 5000 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 4 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 4 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	49,14	49,80	50,00	50,40	49,90	49,84	49,14	48,70	49,00	49,20	49,00	48,70
Valor Mínimo (min ; %)	45,30	46,60	47,10	47,70	47,50	46,86	48,09	48,06	48,27	48,00	48,20	48,33
Valor Promedio (M ; %)	48,10	48,15	48,31	48,51	48,55	48,32	48,59	48,37	48,51	48,51	48,76	48,55
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,18	0,95	0,88	0,84	0,75	0,83	0,43	0,27	0,32	0,44	0,33	0,13
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,239	1,356	0,640	0,879	2,599		0,135	1,018	-0,009	0,126	0,984	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	1,72	1,65	0,425	1,764	0,0018	1,72	1,65	0,633	1,764	0,0018
Nivel de Significación 5%	1,57	1,46	0,358	1,715	0,0090	1,57	1,46	0,544	1,715	0,0090

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

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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

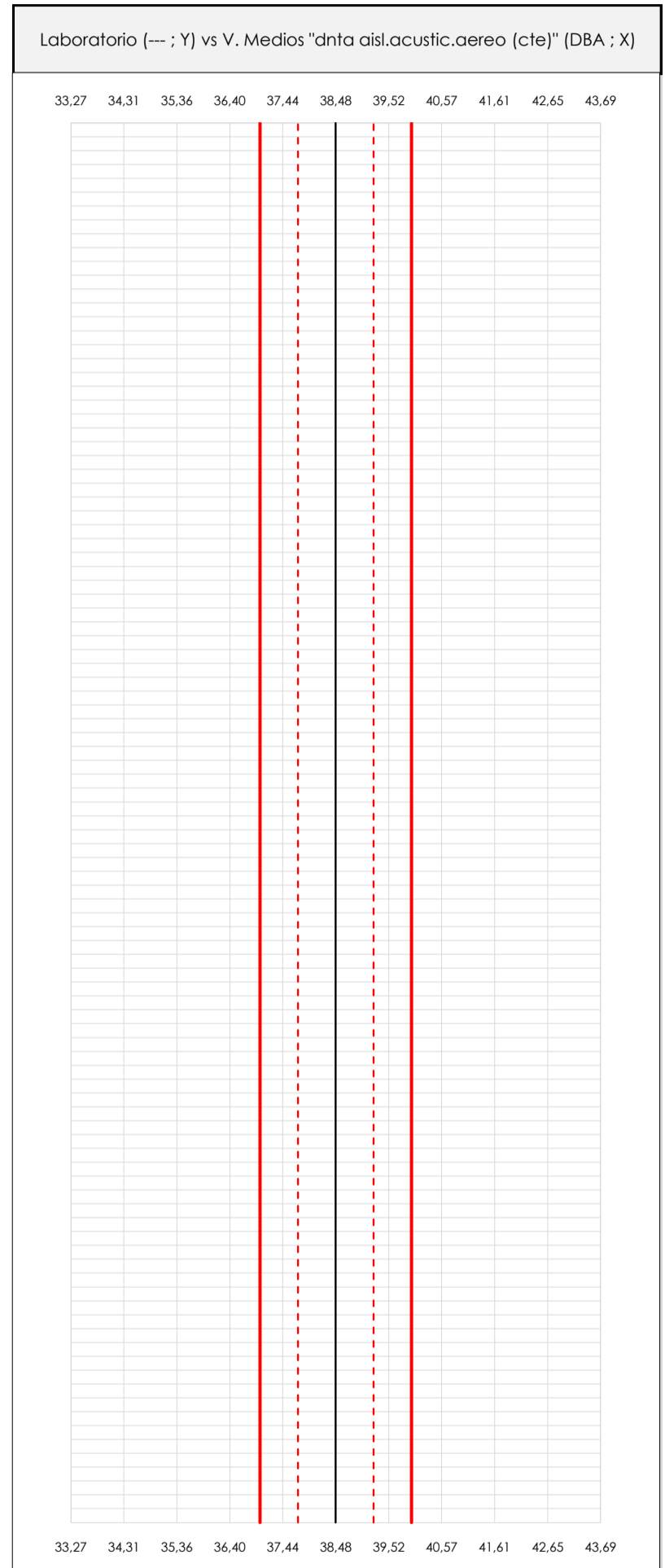
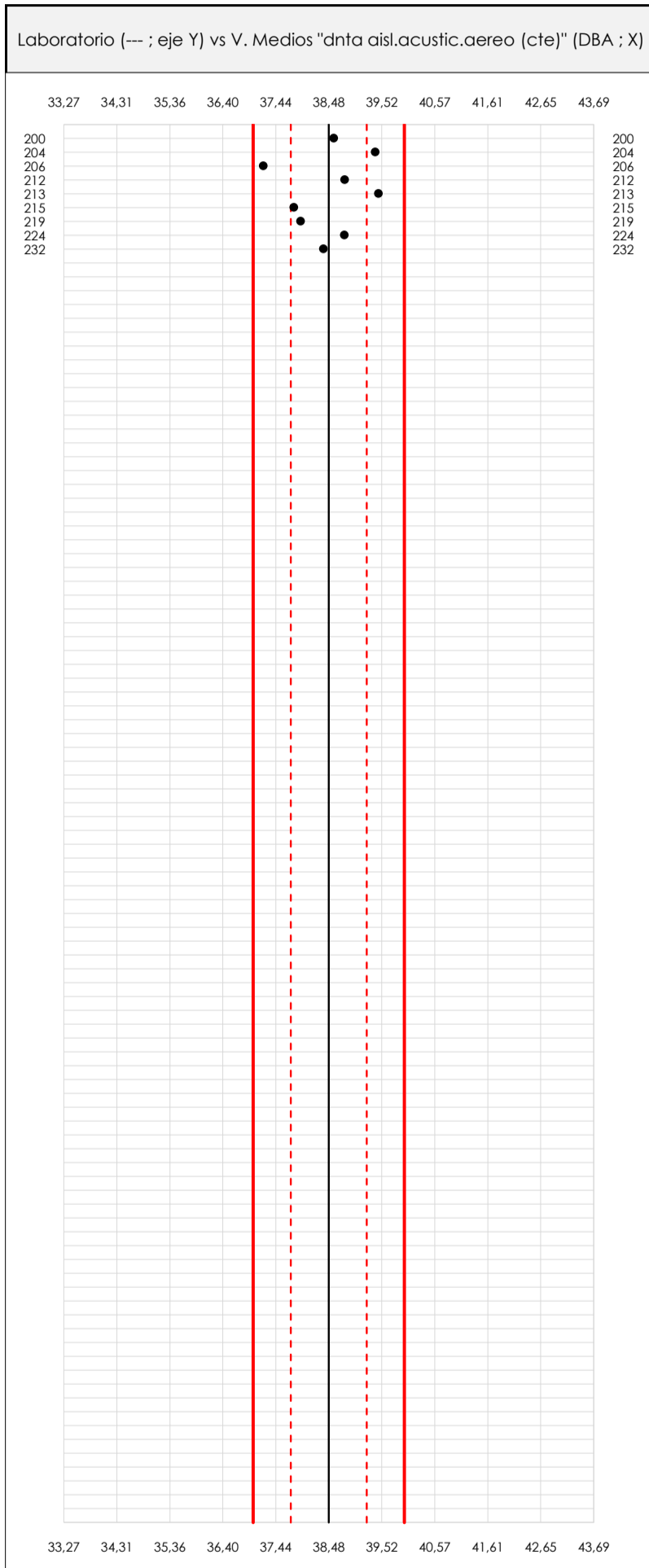
DNTA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE)



# DNTA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (38,48 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,23/37,74 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,97/36,99 ; líneas rojas de trazo continuo).

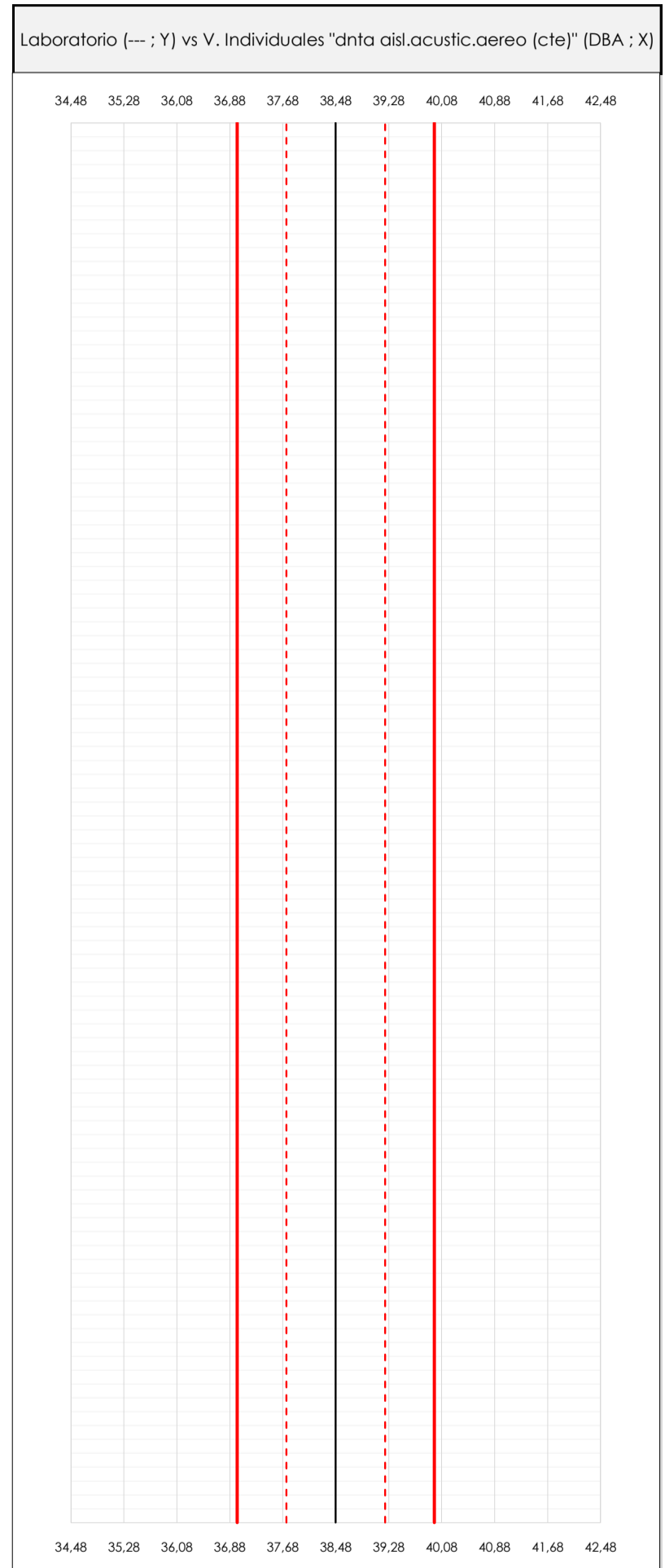
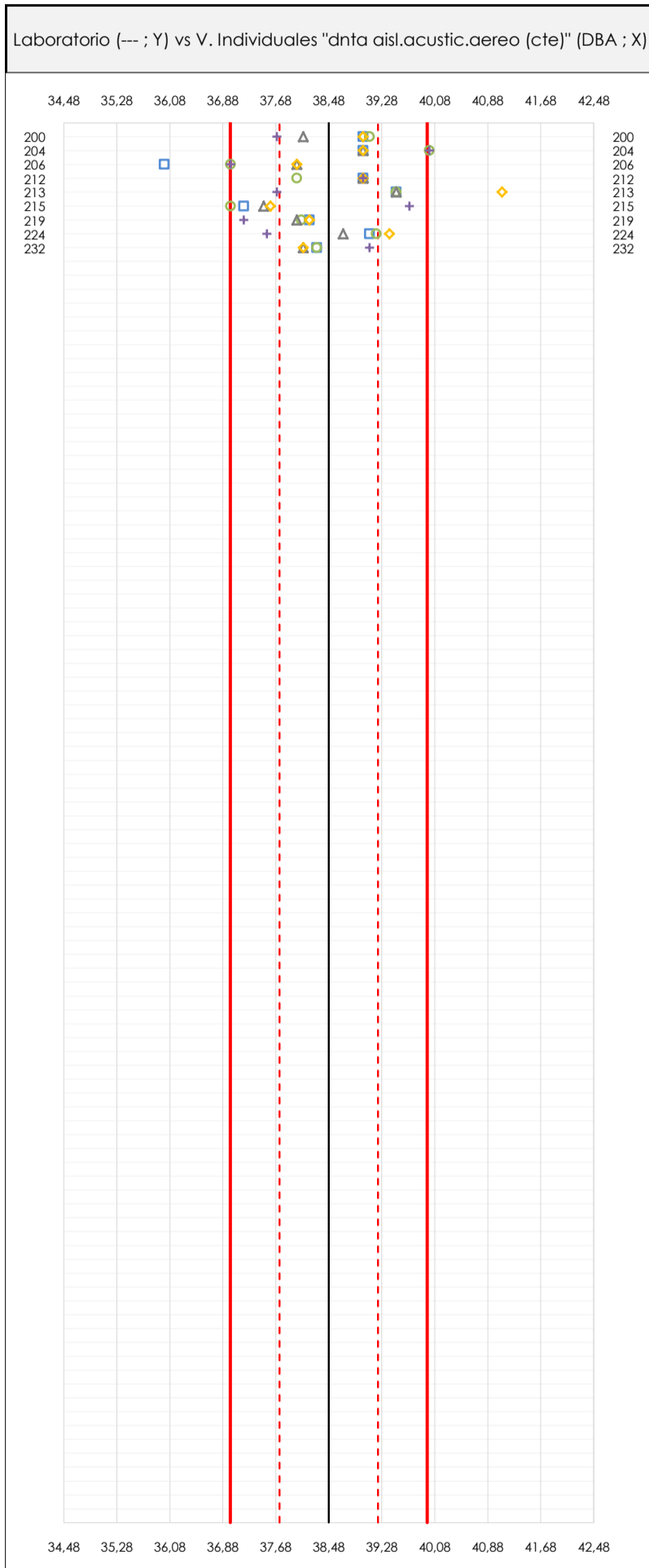
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNTA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (38,48 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,23/37,74 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,97/36,99 ; 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 ( $X_{i_1}$ ) 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.



# DNTA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ crit}} \%$	Pasa A	Observaciones
200	39,00	39,10	38,10	39,00	37,70	38,58	0,638	0,25	✓	
204	39,00	40,00	39,00	39,00	40,00	39,40	0,548	2,38	✓	
206	36,00	37,00	38,00	38,00	37,00	37,20	0,837	-3,33	✓	
212	39,00	38,00	39,00	39,00	39,00	38,80	0,447	0,83	✓	
213	39,50	39,50	39,50	41,10	37,70	39,46	1,203	2,54	✓	
215	37,20	37,00	37,50	37,60	39,70	37,80	1,089	-1,77	✓	
219	38,19	38,07	38,00	38,19	37,20	37,93	0,416	-1,44	✓	
224	39,10	39,20	38,70	39,40	37,55	38,79	0,739	0,80	✓	
232	38,30	38,30	38,10	38,10	39,10	38,38	0,415	-0,27	✓	

**NOTAS:**

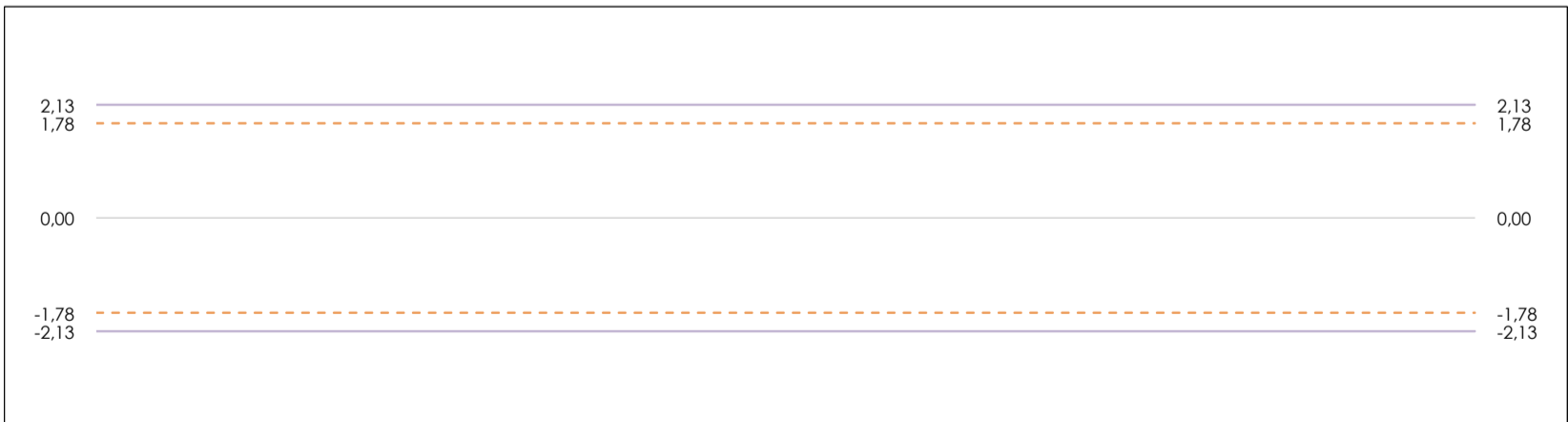
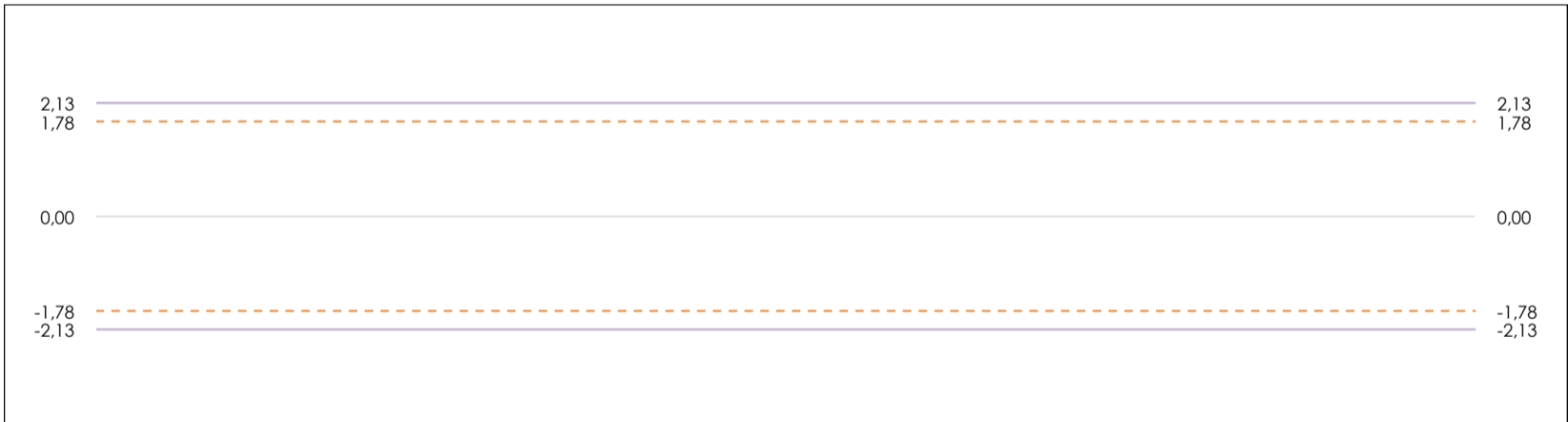
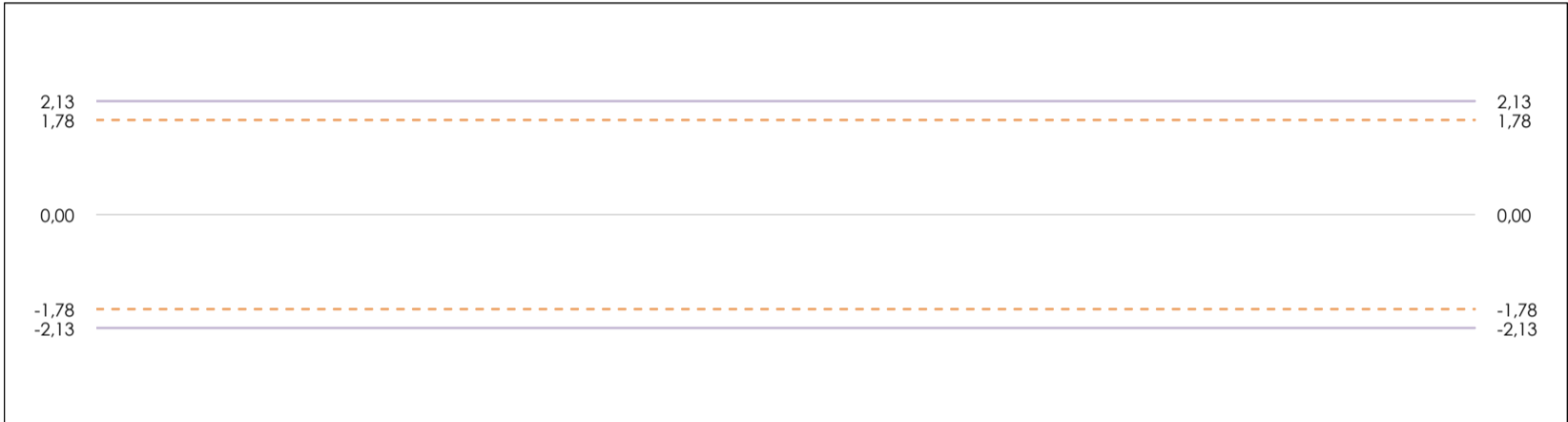
- <sup>01</sup> " $X_{ij}$  con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i \text{ crit}} \%$ " 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 (✗) 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]



# DNTA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

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

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



## DNTA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

### 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.



# DN TA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
200	39,000	39,100	38,100	39,000	37,700	38,580	0,638	0,25	0,13	0,84						✓
204	39,00	40,000	39,000	39,000	40,000	39,400	0,548	2,38	1,23	0,73					0,4780	✓
206	36,00	37,000	38,000	38,000	37,000	37,200	0,837	-3,33	-1,72	1,11		1,723		0,3992		✓
212	39,00	38,000	39,000	39,000	39,000	38,800	0,447	0,83	0,43	0,59						✓
213	39,50	39,500	39,500	41,100	37,700	39,460	1,203	2,54	1,31	1,59*	0,282		1,314		0,4780	✓
215	37,20	37,000	37,500	37,600	39,700	37,800	1,089	-1,77	-0,92	1,44				0,3992		✓
219	38,19	38,070	38,000	38,190	37,200	37,930	0,416	-1,44	-0,74	0,55						✓
224	39,10	39,200	38,700	39,400	37,550	38,790	0,739	0,80	0,41	0,98						✓
232	38,30	38,300	38,100	38,100	39,100	38,380	0,415	-0,27	-0,14	0,55						✓

**NOTAS:**

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

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

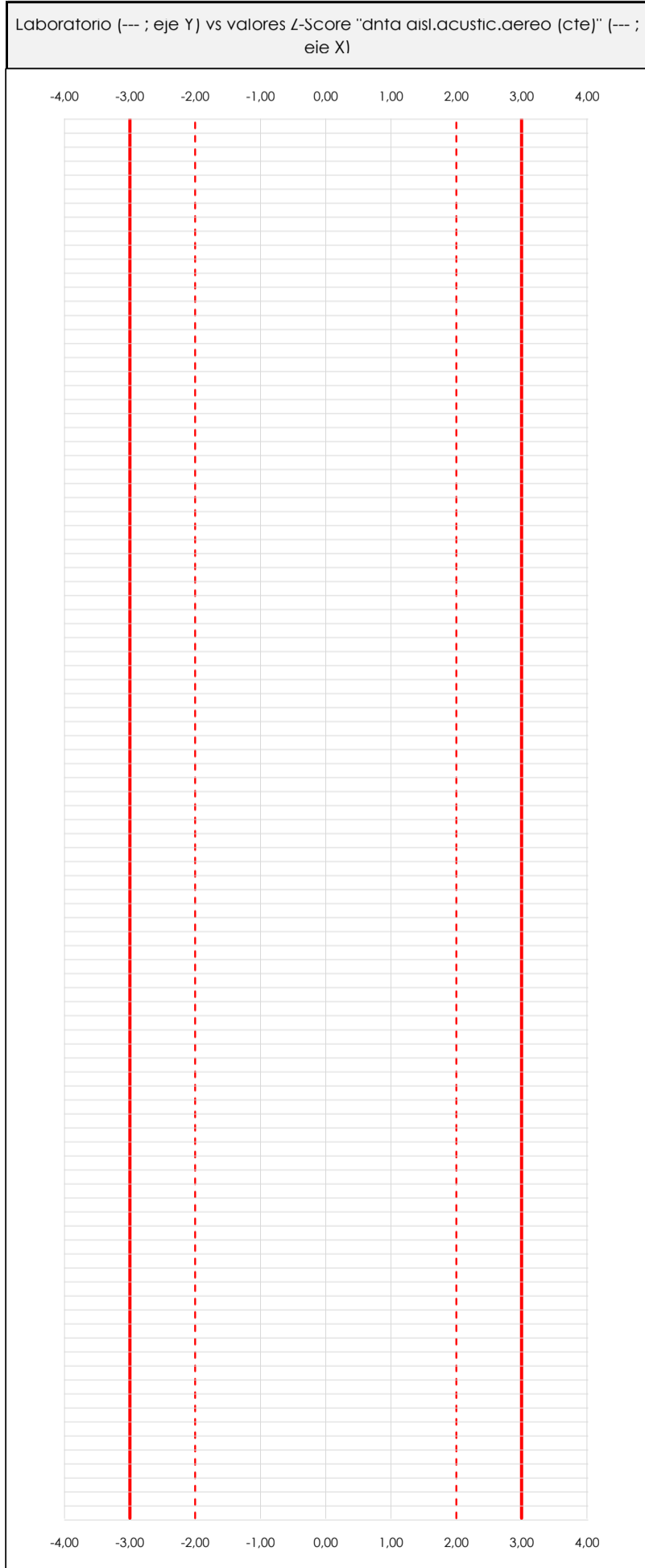
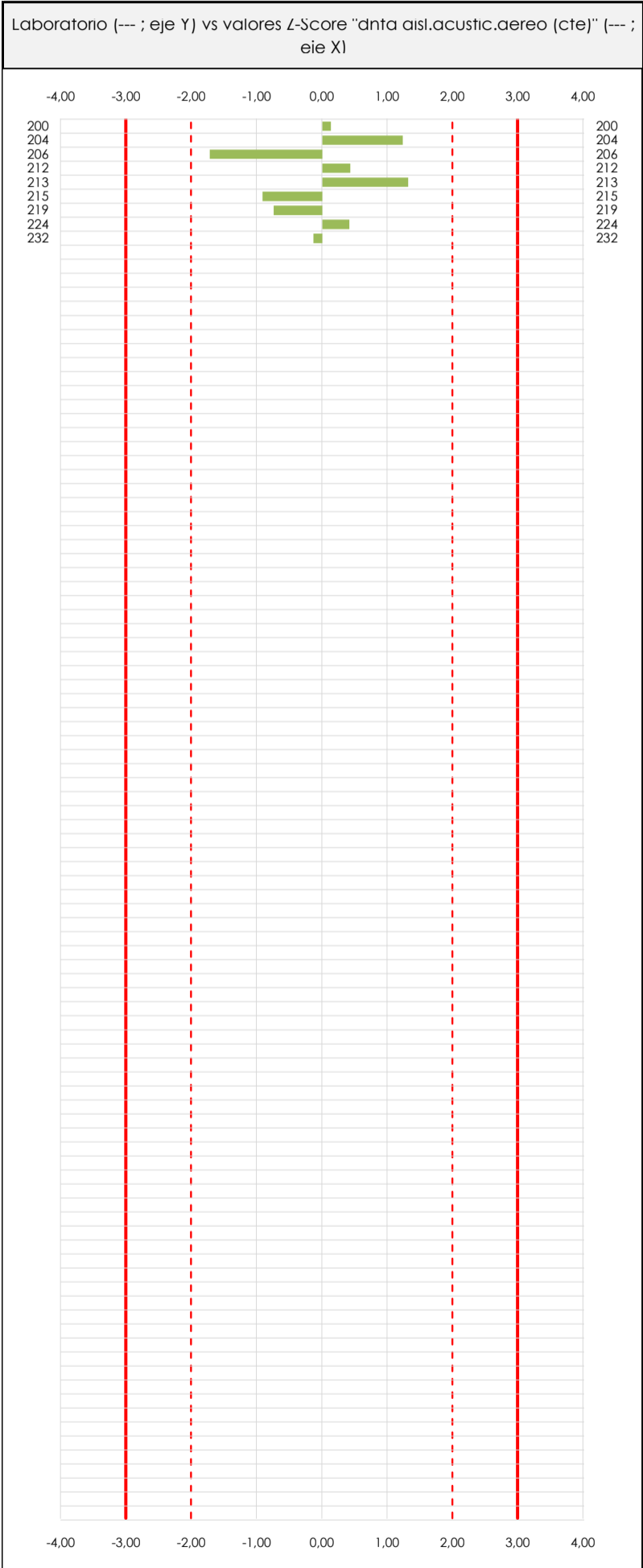
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNTA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNTA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## 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
200	39,00	39,10	38,10	39,00	37,70	38,58	0,638	0,25	✓	✓	✓			0,131	S
204	39,00	40,00	39,00	39,00	40,00	39,40	0,548	2,38	✓	✓	✓			1,234	S
206	36,00	37,00	38,00	38,00	37,00	37,20	0,837	-3,33	✓	✓	✓			-1,723	S
212	39,00	38,00	39,00	39,00	39,00	38,80	0,447	0,83	✓	✓	✓			0,427	S
213	39,50	39,50	39,50	41,10	37,70	39,46	1,203	2,54	✓	✓	✓			1,314	S
215	37,20	37,00	37,50	37,60	39,70	37,80	1,089	-1,77	✓	✓	✓			-0,917	S
219	38,19	38,07	38,00	38,19	37,20	37,93	0,416	-1,44	✓	✓	✓			-0,742	S
224	39,10	39,20	38,70	39,40	37,55	38,79	0,739	0,80	✓	✓	✓			0,414	S
232	38,30	38,30	38,10	38,10	39,10	38,38	0,415	-0,27	✓	✓	✓			-0,137	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].

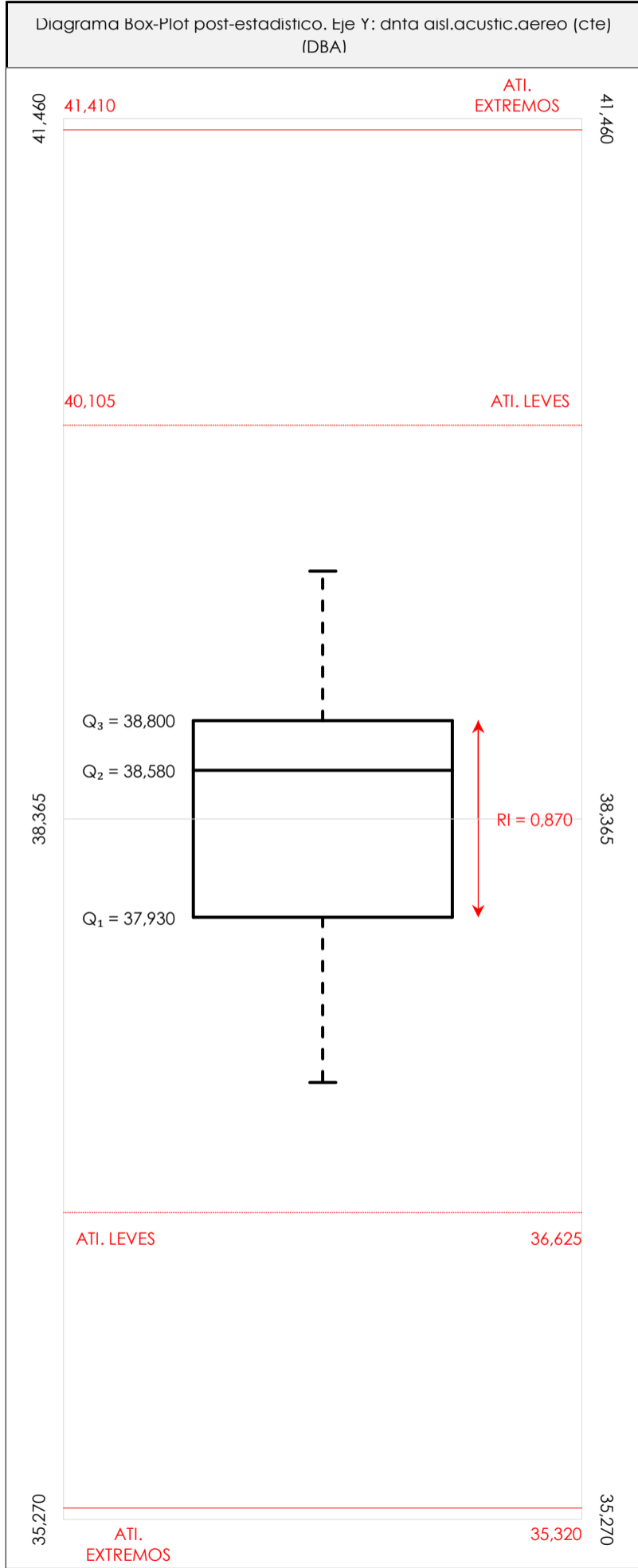
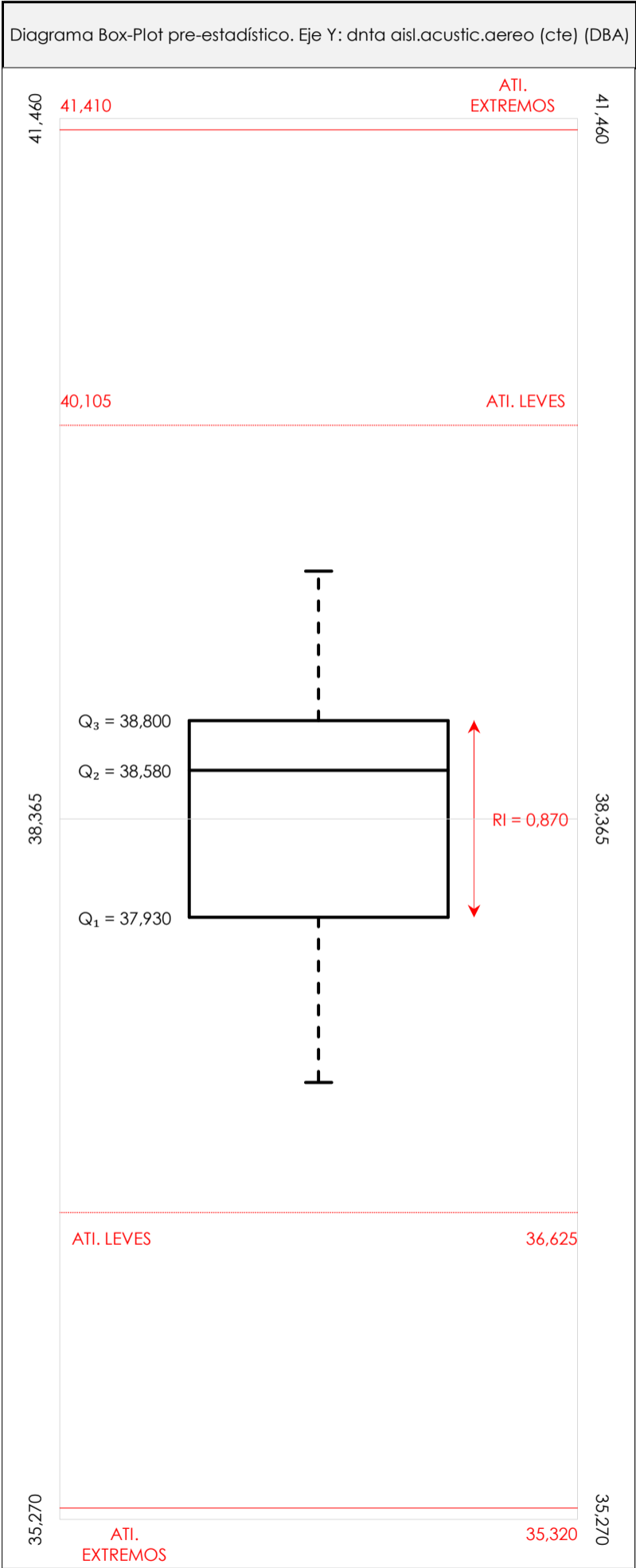
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



# DNTA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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



# DNTA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNTA AISL.ACUSTIC.AEREO (CTE)", 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 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	39,50	40,00	39,50	41,10	40,00	39,46	39,50	40,00	39,50	41,10	40,00	39,46
Valor Mínimo (min ; %)	36,00	37,00	37,50	37,60	37,00	37,20	36,00	37,00	37,50	37,60	37,00	37,20
Valor Promedio (M ; %)	38,37	38,46	38,43	38,82	38,33	38,48	38,37	38,46	38,43	38,82	38,33	38,48
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,12	1,06	0,64	1,04	1,13	0,74	1,12	1,06	0,64	1,04	1,13	0,74
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	
Valor Calculado	0,570	2,093	0,440	1,010	2,785		0,570	2,093	0,440	1,010	2,785	
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,13	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 análisis 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

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



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

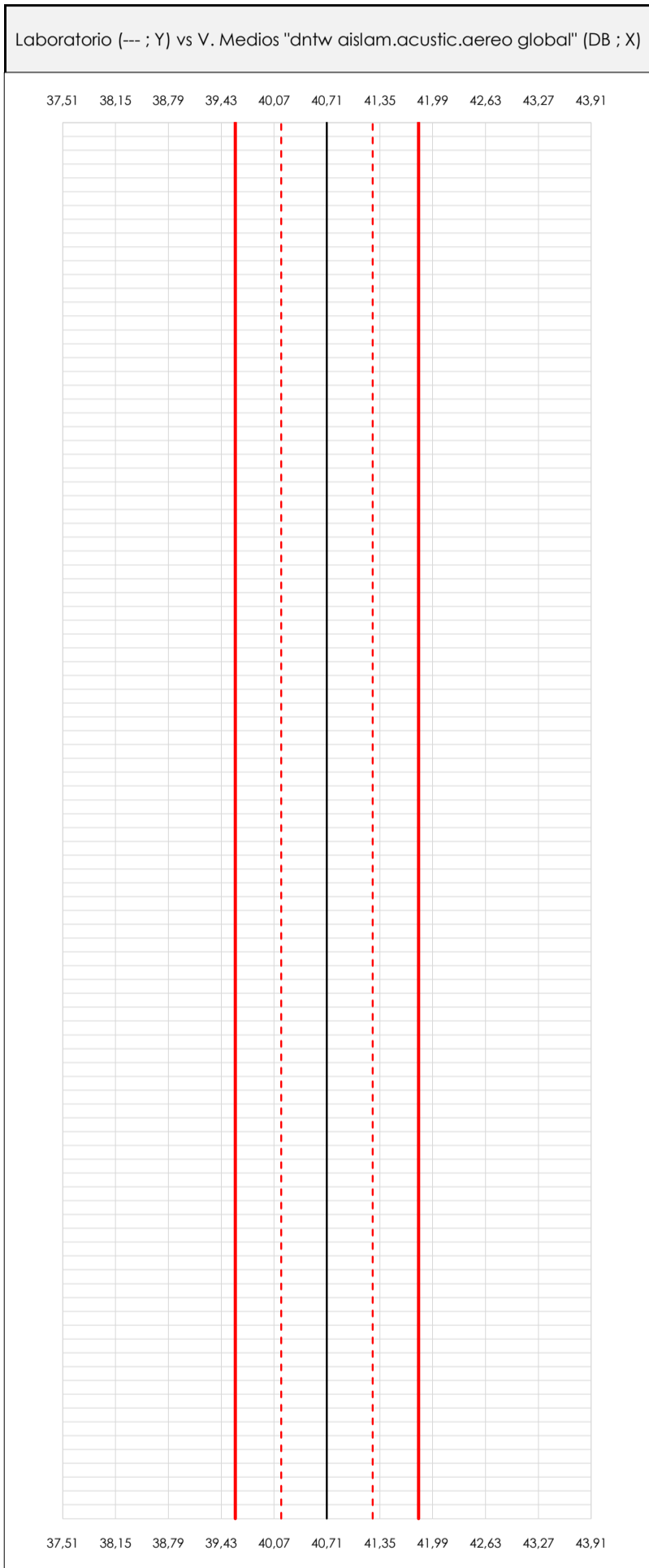
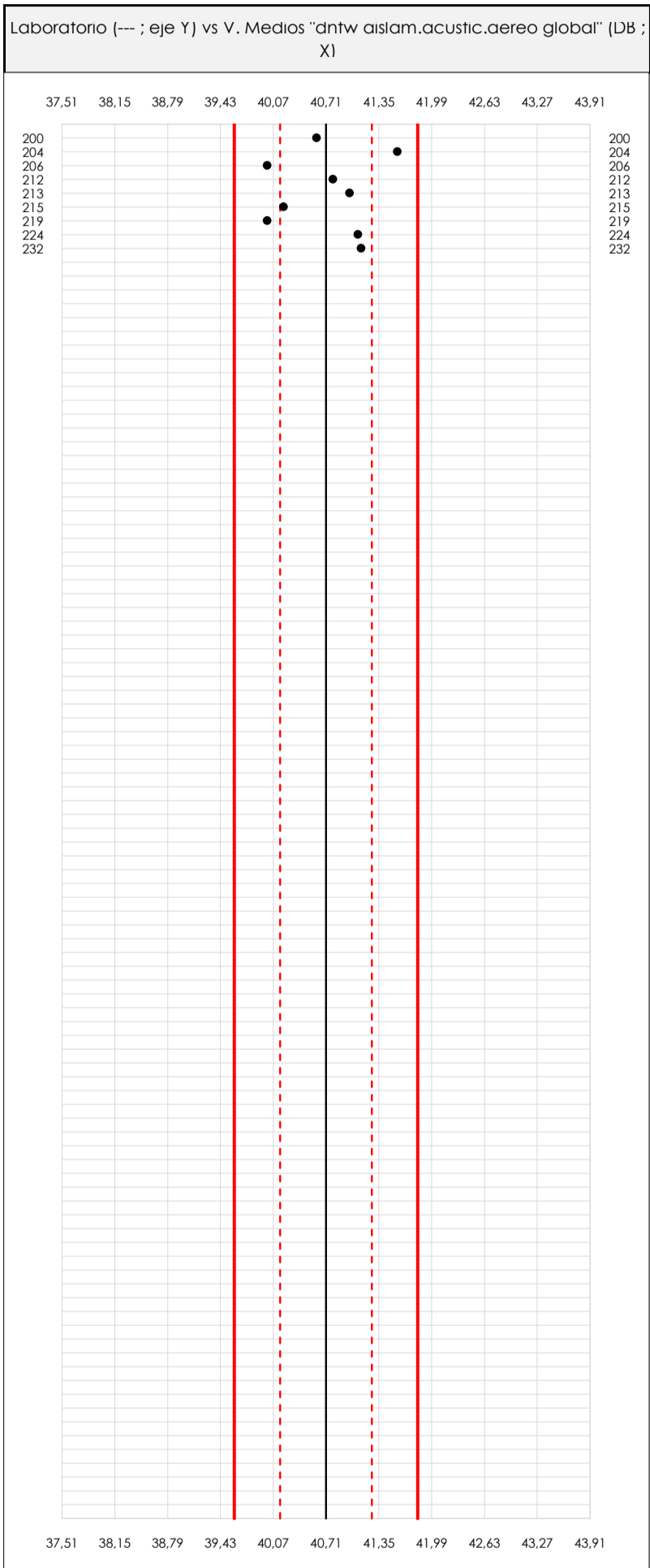
DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO GLOBAL



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO GLOBAL (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (40,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (41,27/40,16 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (41,82/39,60 ; líneas rojas de trazo continuo).

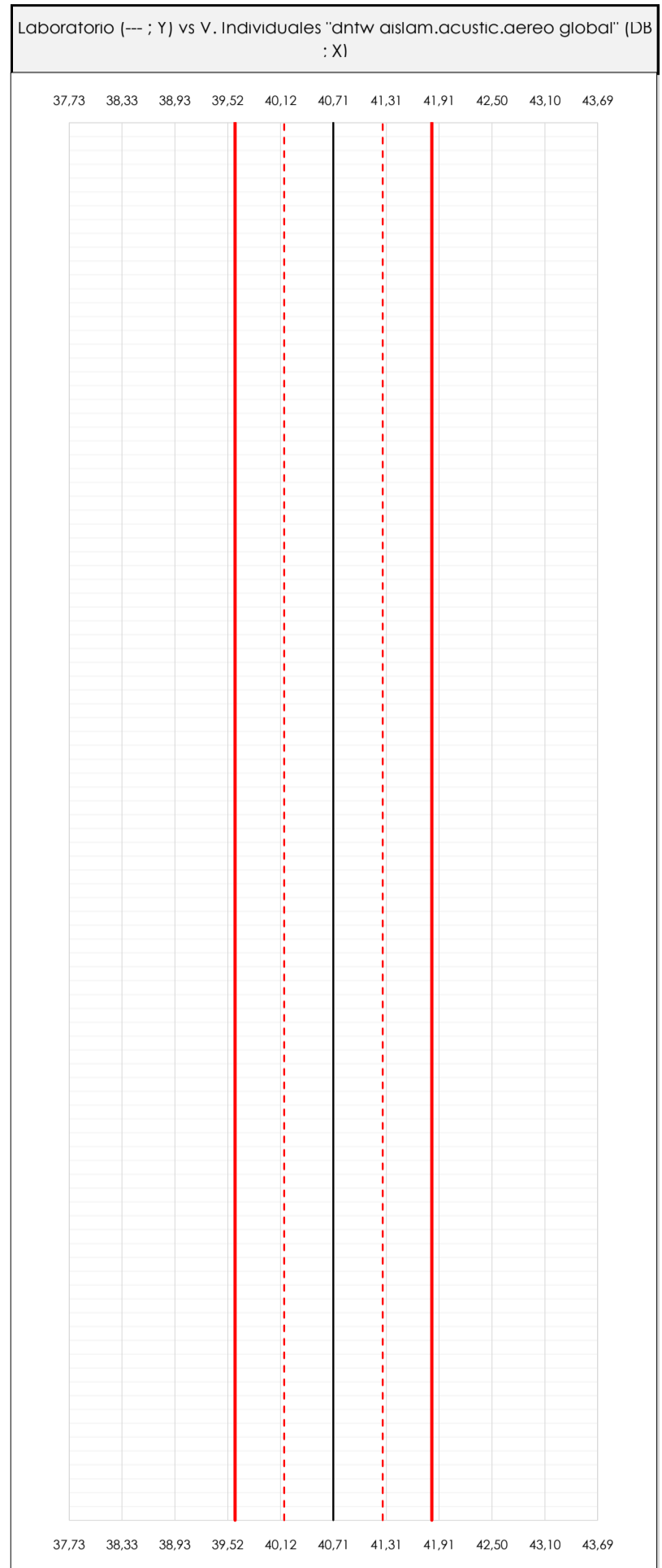
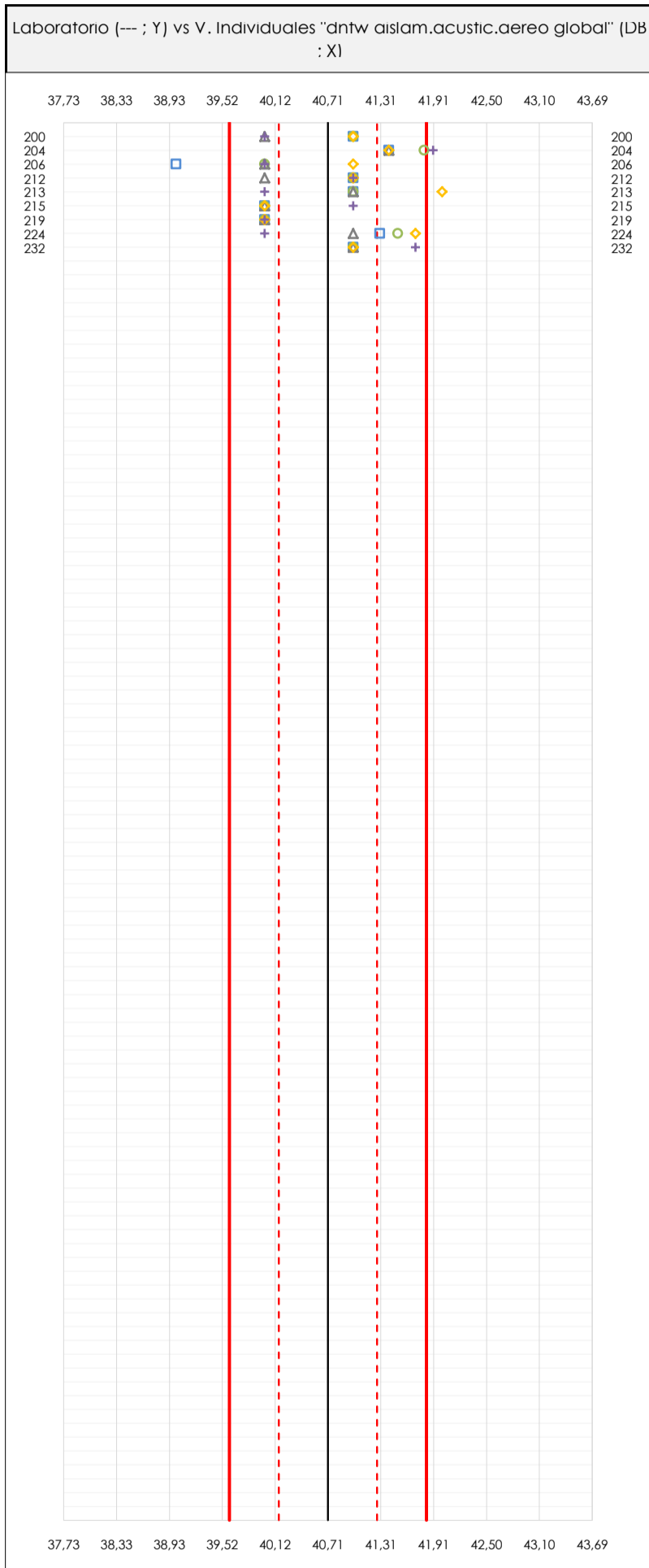
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO 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 (40,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (41,27/40,16 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (41,82/39,60 ; 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.



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO GLOBAL (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ crit}} \%$	Pasa A	Observaciones
200	41,00	41,00	40,00	41,00	40,00	40,60	0,548	-0,28	✓	
204	41,40	41,80	41,40	41,40	41,90	41,58	0,249	2,13	✓	
206	39,00	40,00	40,00	41,00	40,00	40,00	0,707	-1,75	✓	
212	41,00	41,00	40,00	41,00	41,00	40,80	0,447	0,21	✓	
213	41,00	41,00	41,00	42,00	40,00	41,00	0,707	0,70	✓	
215	40,00	40,00	40,00	40,00	41,00	40,20	0,447	-1,26	✓	
219	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	0,000	-1,75	✓	
224	41,30	41,50	41,00	41,70	40,00	41,10	0,667	0,95	✓	
232	41,00	41,00	41,00	41,00	41,70	41,14	0,313	1,05	✓	

**NOTAS:**

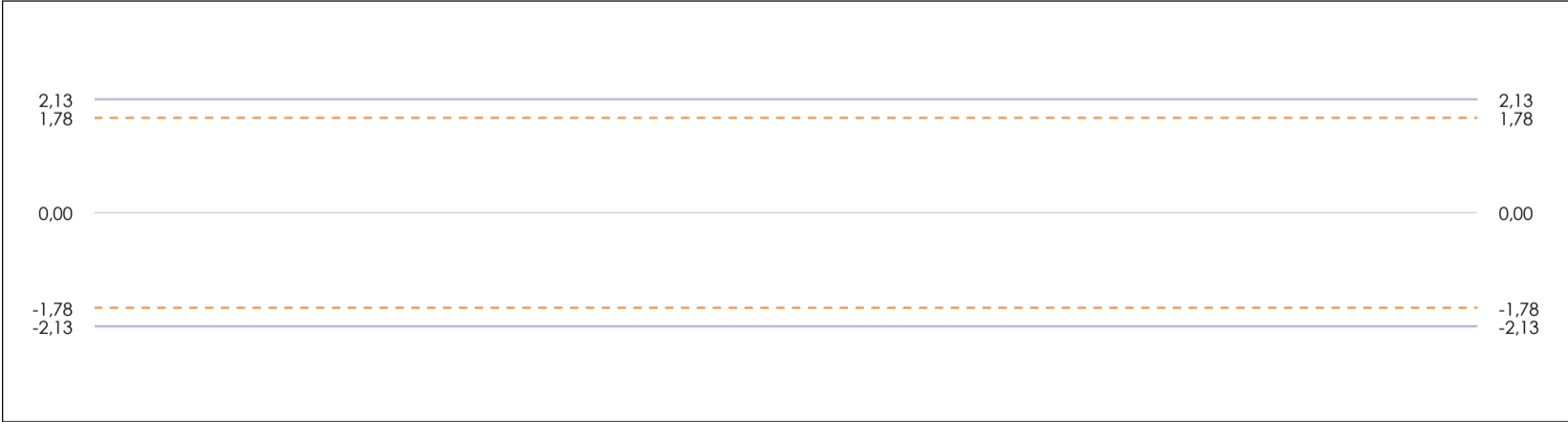
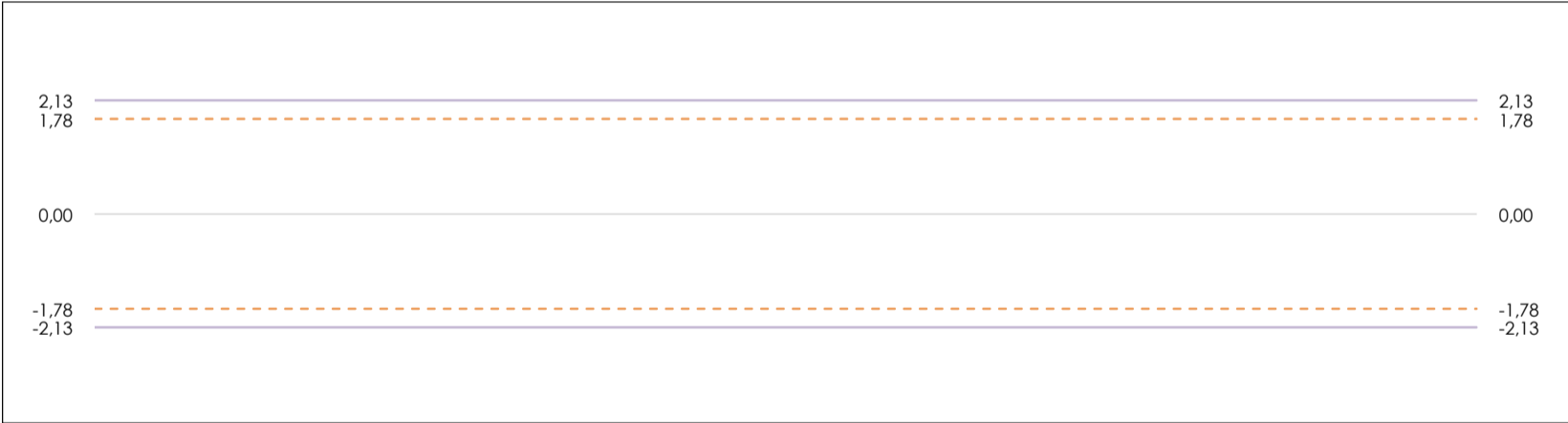
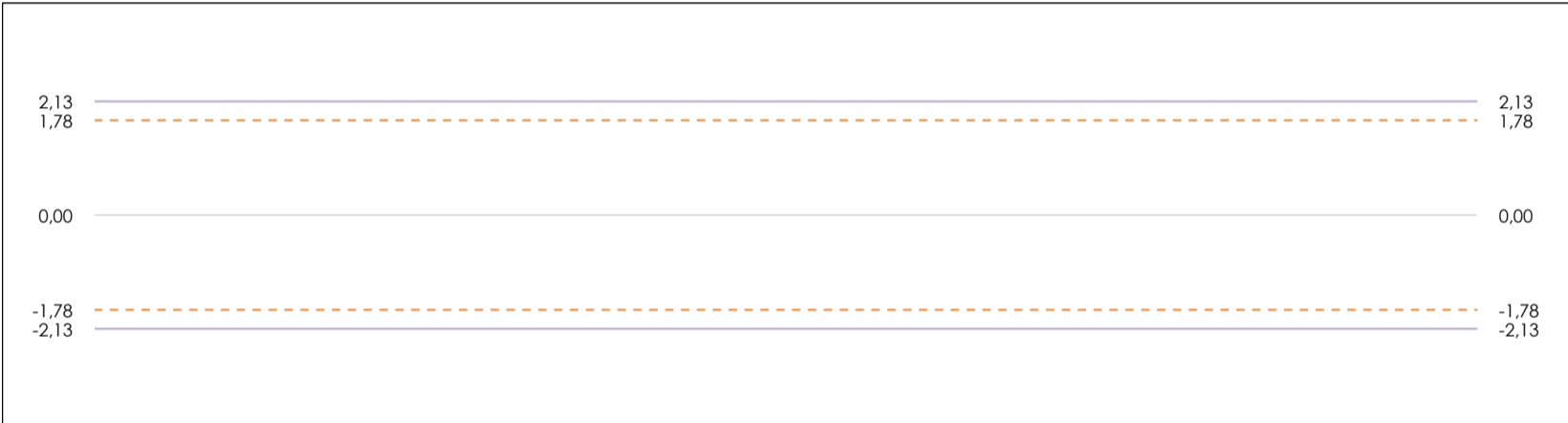
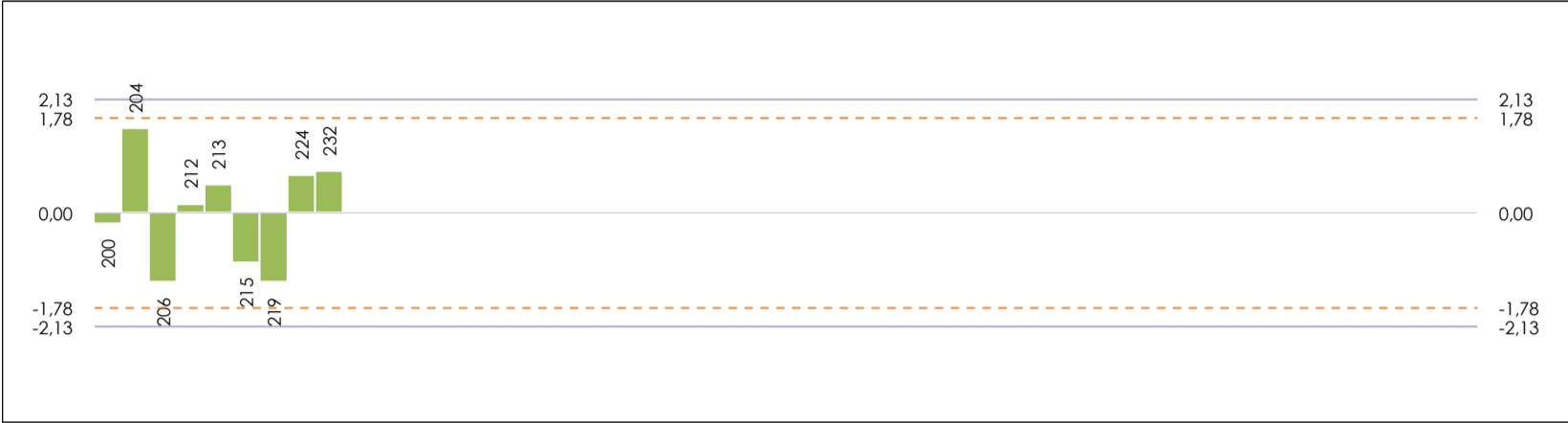
- <sup>01</sup> " $X_{ij}$  con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i \text{ crit}} \%$ " 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]



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO GLOBAL (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO 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.



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO 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>	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
200	41,000	41,000	40,000	41,000	40,000	40,600	0,548	-0,28	-0,20	1,08						✓
204	41,40	41,800	41,400	41,400	41,900	41,580	0,249	2,13	1,56	0,49			1,561		0,5248	✓
206	39,00	40,000	40,000	41,000	40,000	40,000	0,707	-1,75	-1,28	1,40		1,285		0,4695		✓
212	41,00	41,000	40,000	41,000	41,000	40,800	0,447	0,21	0,16	0,88						✓
213	41,00	41,000	41,000	42,000	40,000	41,000	0,707	0,70	0,52	1,40						✓
215	40,00	40,000	40,000	40,000	41,000	40,200	0,447	-1,26	-0,92	0,88						✓
219	40,00	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	0,000	-1,75	-1,28	0,00		1,285		0,4695		✓
224	41,30	41,500	41,000	41,700	40,000	41,100	0,667	0,95	0,70	1,32						✓
232	41,00	41,000	41,000	41,000	41,700	41,140	0,313	1,05	0,77	0,62					0,5248	✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>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 airtmética interlaboratorios.

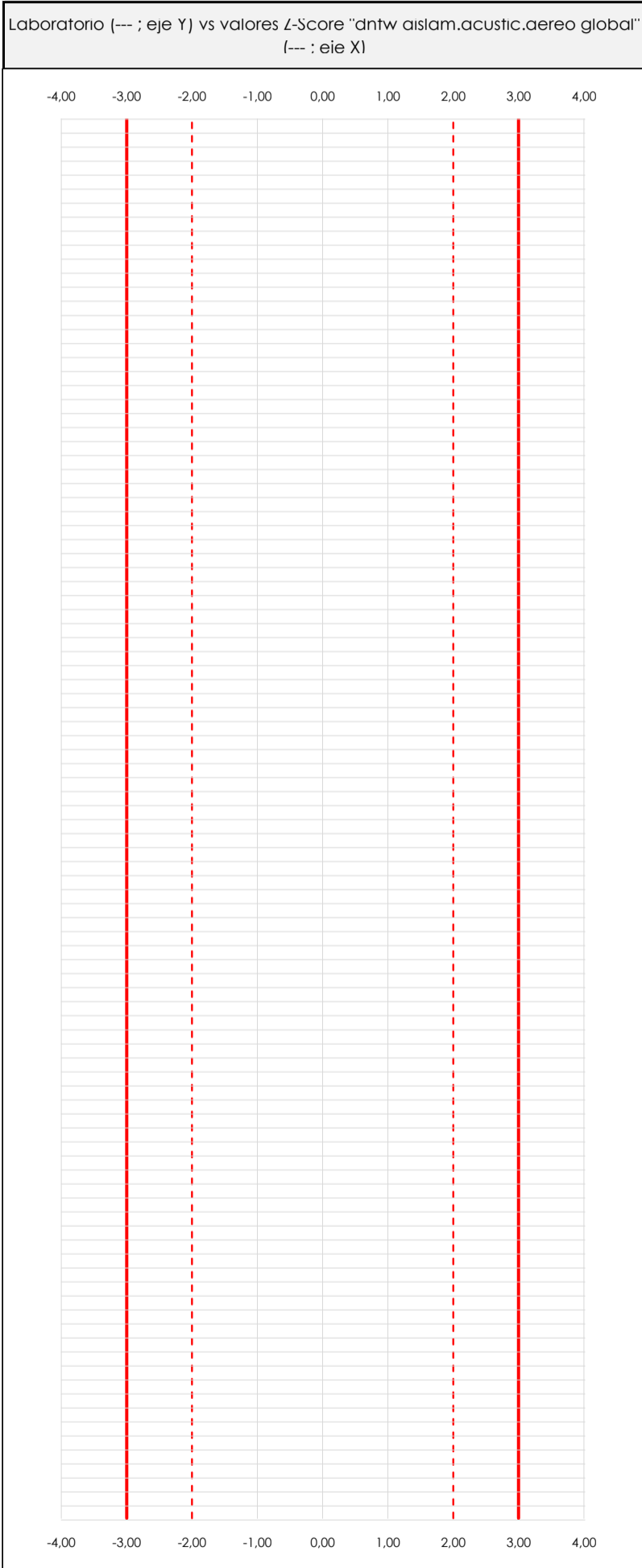
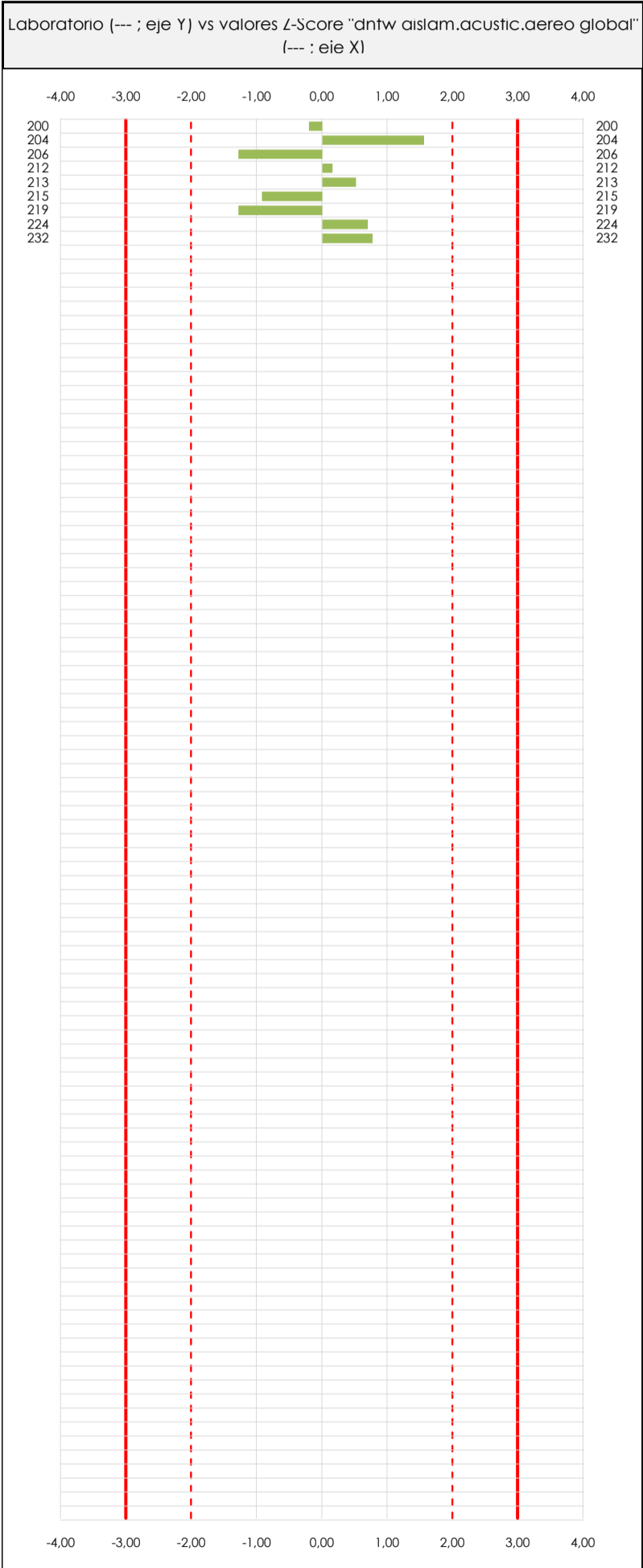
<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>Sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

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



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO GLOBAL (DB) Análisis C. Evaluación Z-Score

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



### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO 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
200	41,00	41,00	40,00	41,00	40,00	40,60	0,548	-0,28	✓	✓	✓			-0,204	S
204	41,40	41,80	41,40	41,40	41,90	41,58	0,249	2,13	✓	✓	✓			1,561	S
206	39,00	40,00	40,00	41,00	40,00	40,00	0,707	-1,75	✓	✓	✓			-1,285	S
212	41,00	41,00	40,00	41,00	41,00	40,80	0,447	0,21	✓	✓	✓			0,156	S
213	41,00	41,00	41,00	42,00	40,00	41,00	0,707	0,70	✓	✓	✓			0,516	S
215	40,00	40,00	40,00	40,00	41,00	40,20	0,447	-1,26	✓	✓	✓			-0,925	S
219	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	0,000	-1,75	✓	✓	✓			-1,285	S
224	41,30	41,50	41,00	41,70	40,00	41,10	0,667	0,95	✓	✓	✓			0,696	S
232	41,00	41,00	41,00	41,00	41,70	41,14	0,313	1,05	✓	✓	✓			0,768	S

**NOTAS:**

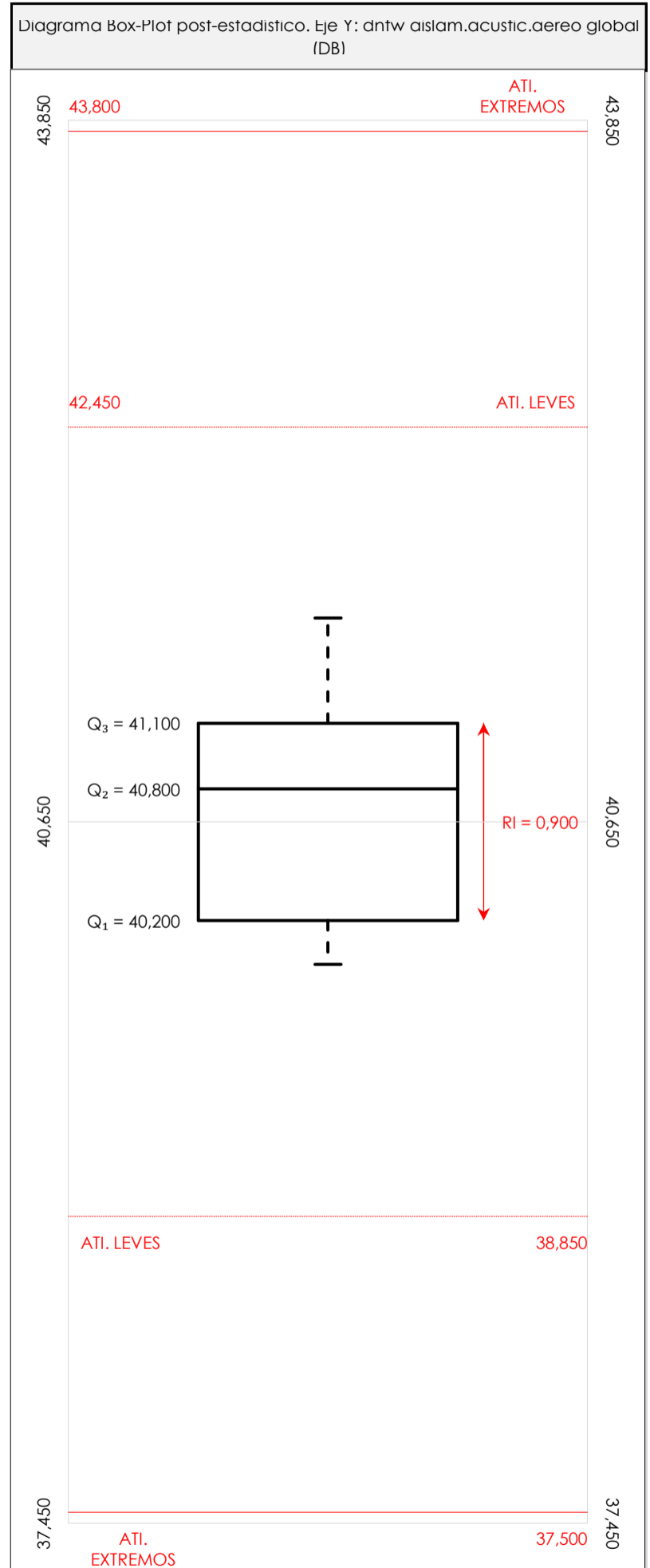
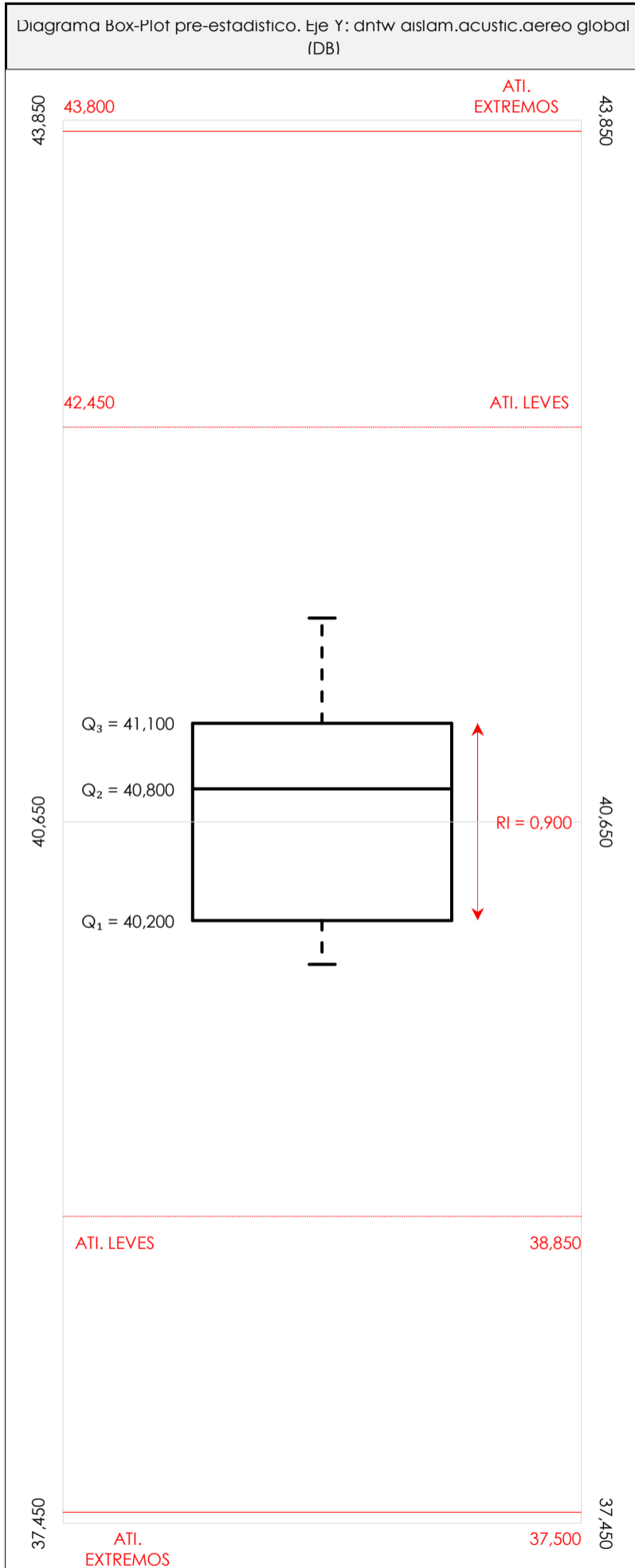
- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "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]



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO 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).



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO GLOBAL (DB)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO 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 <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	41,40	41,80	41,40	42,00	41,90	41,58	41,40	41,80	41,40	42,00	41,90	41,58
Valor Mínimo (min ; %)	39,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	39,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Valor Promedio (M ; %)	40,63	40,81	40,49	41,01	40,62	40,71	40,63	40,81	40,49	41,01	40,62	40,71
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,79	0,67	0,59	0,68	0,79	0,56	0,79	0,67	0,59	0,68	0,79	0,56
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R		
Valor Calculado	0,256	1,403	0,257	0,513	1,986	0,256	1,403	0,257	0,513	1,986		
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2,13	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 análisis 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

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.