

Intercomparación analítica entre laboratorios de radiactividad ambiental 2021 (filtros)

Mayo 2023

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN- CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL

(Muestras de filtros)

Dr. José Antonio Suárez Navarro (CIEMAT)

Dr. Anna Rigol Parera (UB)

D. José Antonio Trinidad Ruiz (CSN)

Dr. Joana Tent Petrus (UB)

Dr. Carmen Rey del Castillo (CSN)

Índice

1.	PRESENTACIÓN.....	7
2.	INTRODUCCIÓN.....	7
3.	OBJETO.....	9
4.	PARTICIPACIÓN.....	9
4.1.	CAPACIDAD DE RESPUESTA EN EL PERÍODO DE 72 HORAS.....	9
4.2.	DESCRIPCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DE LOS DIFERENTES LABORATORIOS.....	11
5.	DESCRIPCIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS MATRICES OBJETO.....	14
5.1.	INFORMACIÓN DE LA PREPARACIÓN DEL MATERIAL.....	14
5.2.	FILTROS DE 47 mm de diámetro: Determinación de emisores gamma, ⁸⁹ Sr y ⁹⁰ Sr...	14
5.3.	FILTROS DE 47 mm de diámetro: Determinación de emisores alfa.....	15
5.4.	FILTROS DE 47 mm de diámetro: Determinación de ⁵⁵ Fe y ⁶³ Ni.....	15
5.5.	FILTROS DE 47 mm de diámetro: Determinación de las actividades Alfa Total y Beta total	16
5.6.	FILTROS DE 44 cm x 44 cm: Determinación de emisores gamma y alfa.....	16
5.7.	FILTROS DE 44 cm x 44 cm: Determinación de ⁹⁰ Sr, ⁵⁵ Fe y ⁶³ Ni.....	17
5.8.	FILTROS DE 20 cm x 25 cm: Determinación de emisores gamma y ²³⁹ Pu.....	17
6.	DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS Y BASES TÉCNICAS.....	18
7.	RECEPCIÓN DE RESULTADOS. DETERMINACIONES A REALIZAR.....	18
8.	TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS.....	20
8.1.	IDENTIFICACIÓN DEL VALOR ASIGNADO Y SU INCERTIDUMBRE.....	20
8.2.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EJERCICIO.....	21
8.3.	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO.....	21
9.	EVALUACIÓN DEL EJERCICIO.....	23
10.	ESTADÍSTICA UTILIZADA PARA ESTUDIAR LOS RESULTADOS.....	24
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	25
12.	RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h (FILTRO DE 47 mm DE DIÁMETRO).....	26
12.1.	PARTICIPACIÓN.....	26
12.2.	⁸⁹ Sr+ ⁹⁰ Sr.....	27
12.3.	²¹⁰ Pb.....	29
12.4.	²²⁶ Ra.....	31
12.5.	⁵⁴ Mn.....	34
12.6.	⁶⁵ Zn.....	37
12.7.	¹⁰⁶ Ru.....	39

12.8.	⁶⁰ Co	42
12.9.	¹³⁴ Cs	44
12.10.	¹³⁷ Cs	47
12.11.	²⁴¹ Am	49
12.12.	Índice de actividad alfa total	52
12.13.	Índice de actividad beta total	54
12.14.	Resultados no solicitados y falsos positivos	56
13.	RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h (FILTRO DE 44 x 44 cm ² DE SUPERFICIE)	57
13.1.	PARTICIPACIÓN	57
13.2.	⁸⁹ Sr+ ⁹⁰ Sr	58
13.3.	²¹⁰ Pb	58
13.4.	²²⁶ Ra	60
13.5.	⁵⁴ Mn	63
13.6.	⁵⁷ Co	65
13.7.	⁶⁵ Zn	67
13.8.	⁶⁰ Co	69
13.9.	¹⁰⁶ Ru	71
13.10.	¹³⁴ Cs	73
13.11.	¹³⁷ Cs	75
13.12.	²⁴¹ Am	77
13.13.	Uranio Natural	78
13.14.	Resultados no solicitados	79
14.	RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h (FILTRO DE 20 x 25 cm ² DE SUPERFICIE)	80
14.1.	PARTICIPACIÓN	80
14.2.	⁶⁰ Co	81
14.3.	¹⁰⁶ Ru	82
14.4.	¹³⁴ Cs	83
14.5.	¹³⁷ Cs	84
14.6.	²⁴¹ Am	85
14.7.	Resultados no solicitados	86
15.	RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES (FILTRO DE 47 mm DE DIÁMETRO)	87
15.1.	PARTICIPACIÓN	87
15.2.	⁵⁵ Fe	88
15.3.	⁶³ Ni	89
15.4.	⁸⁹ Sr	90
15.5.	⁹⁰ Sr	92
15.6.	²³⁰ Th	94
15.7.	²³⁴ U	97
15.8.	²³⁵ U	100
15.9.	²³⁸ U	102
15.10.	U _{natural}	104

15.11.	²³⁹ Pu	106
15.12.	²⁴¹ Am.....	108
15.13.	²¹⁰ Pb	111
15.14.	²²⁶ Ra	115
15.15.	⁶⁰ Co	118
15.16.	⁵⁴ Mn.....	121
15.17.	⁶⁵ Zn	123
15.18.	¹⁰⁶ Ru.....	125
15.19.	¹³⁴ Cs.....	129
15.20.	¹³⁷ Cs.....	132
15.21.	Alfa total.....	135
15.22.	Beta total.....	137
15.23.	Resultados no solicitados y falsos positivos.....	138
16.	RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES (FILTRO DE 44 x 44 cm ² DE SUPERFICIE).....	140
16.1.	PARTICIPACIÓN	140
16.2.	⁵⁵ Fe	141
16.3.	⁶³ Ni.....	141
16.4.	⁹⁰ Sr	142
16.5.	²²⁶ Ra	143
16.6.	²¹⁰ Pb	145
16.7.	²³⁴ U.....	148
16.8.	²³⁵ U.....	149
16.9.	²³⁸ U.....	149
16.10.	Uranio natural.....	149
16.11.	²³⁹ Pu	150
16.12.	²⁴¹ Am.....	151
16.13.	⁵⁴ Mn.....	153
16.14.	⁵⁷ Co	155
16.15.	⁶⁵ Zn	159
16.16.	⁶⁰ Co	161
16.17.	¹⁰⁶ Ru.....	164
16.18.	¹³⁴ Cs.....	166
16.19.	¹³⁷ Cs.....	169
16.20.	Resultados no solicitados y falsos positivos.....	171
17.	RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES (FILTRO DE 20 x 25 cm ² DE SUPERFICIE).....	173
17.1.	PARTICIPACIÓN	173
17.2.	²³⁹ Pu	174
17.3.	⁶⁰ Co	174
17.4.	¹⁰⁶ Ru.....	177
17.5.	¹³⁴ Cs.....	178
17.6.	¹³⁷ Cs.....	181
17.7.	²⁴¹ Am.....	183
17.8.	Resultados no solicitados y falsos positivos.....	184

18. CONCLUSIONES	185
ANEXO I. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h (FILTRO DE 47 mm)	187
ANEXO II. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h.....	200
ANEXO III. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h.....	213
ANEXO IV. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h.....	226
ANEXO V. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h.....	237
ANEXO VI. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h.....	243
ANEXO VII. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES.....	249
ANEXO VIII. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES	272
ANEXO IX. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES	294
ANEXO X. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES	313
ANEXO XI. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES	332
ANEXO XII. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES	339
ANEXO XIII. GRÁFICOS RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE LOS DIFERENTES LABORATORIOS PARA LOS FILTRO DE 47 mm, 44 x 44 cm ² Y 20 x 25 cm ² PARA LOS PLAZOS DE 72 HORAS Y 2 MESES	346
ANEXO XIV. LABORATORIOS PARTICIPANTES	354

1. PRESENTACIÓN

Este informe recoge las actividades y resultados del ejercicio de intercomparación analítica entre los laboratorios de radiactividad ambiental correspondiente al ejercicio 2021.

Este ejercicio de intercomparación se enmarca dentro del programa periódico de intercomparaciones establecido por el Consejo de Seguridad Nuclear con la finalidad de: i) garantizar la calidad de los ensayos de determinación de radionucleidos de los laboratorios españoles que participan en las diferentes redes de control radiológico ambiental, tanto las de ámbito nacional como en el entorno de las instalaciones y ii) mejorar las capacidades nacionales en este campo.

Este documento describe la organización, ejecución y evaluación del ejercicio intercomparativo exponiendo las conclusiones más relevantes.

2. INTRODUCCIÓN

La vigilancia radiológica ambiental requiere la determinación de las concentraciones de actividad de los radionucleidos en los componentes bióticos y abióticos de los diversos ecosistemas, lo que implica el análisis de matrices de diversa naturaleza en la práctica del laboratorio.

Las posibles etapas que requiere el proceso analítico son: el pretratamiento, la digestión por vía húmeda o seca, la separación radioquímica del elemento contenido en la matriz de origen y la medida de las radiaciones ionizantes mediante diferentes técnicas instrumentales según sea el tipo de radiación que emite el elemento separado (alfa, beta y/o gamma).

El resultado final de una medida debe emitirse con un nivel de confianza y debe asegurarse, mediante ensayos de precisión y exactitud, que el método empleado por el laboratorio es adecuado al propósito.

Los procedimientos y resultados de los distintos laboratorios que realizan los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) deben ser comparables entre sí y trazables al sistema internacional de unidades de medida.

En el presente ejercicio se han seguido las recomendaciones indicadas en el documento de la IUPAC "*The International Harmonized Protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories*" así como en la norma UNE-EN ISO/IEC 17043:2010. "Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud".

El CSN, como organismo regulador en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, estableció un programa periódico de ejercicios de intercomparación en muestras análogas a las que se analizan en los diferentes PVRA, proporcionando así un medio adecuado para mantener la calidad de los análisis procedentes de los laboratorios de radiactividad ambiental. En estos programas de comparación interlaboratorios, la Unidad de Radiactividad Ambiental y Vigilancia Radiológica (URAyVR) del Departamento de Medio Ambiente (DMA) del CIEMAT actúa, junto con el *Laboratori de Radiologia Ambiental* y el *Laboratori de Preparació de Materials pel Control de la Qualitat* (Mat Control) de la Sección de Química Analítica del Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica de la *Universitat* de Barcelona, que realiza la preparación y distribución de las muestras objeto del estudio, como apoyo técnico al CSN en la organización, preparación y evaluación de los resultados emitidos por los laboratorios.

Para la campaña de 2021 se seleccionó como matrices 3 tipos de filtros con la finalidad de estudiar la ejecución de los laboratorios en la determinación de radionucleidos en estas matrices y de garantizar que están capacitados para la medida de radiactividad en las muestras que forman parte de los diferentes PVRA.

Los radionucleidos objeto de este ejercicio de intercomparación son tanto de origen natural como artificial.

Los radionucleidos naturales seleccionados para este ejercicio han sido:

- a) Filtro de 47 mm de diámetro:
 - Índices de actividad alfa y beta total (^{241}Am y $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$).
 - Emisores gamma: ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{54}Mn , ^{65}Zn , ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{210}Pb y ^{241}Am .
 - Emisores alfa: ^{226}Ra , ^{230}Th , $^{234}\text{U}+^{235}\text{U}+^{238}\text{U}$ y ^{239}Pu .
 - Emisores beta: ^{89}Sr , $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, ^{55}Fe y ^{63}Ni .
- b) Filtro de 44 x 44 cm²
 - Emisores gamma: ^{54}Mn , ^{57}Co , ^{65}Zn , ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs y ^{210}Pb .
 - Emisores alfa: ^{226}Ra , ^{241}Am , $^{234}\text{U}+^{235}\text{U}+^{238}\text{U}$ y ^{239}Pu .
 - Emisores beta: ^{90}Sr , ^{55}Fe y ^{63}Ni .
- c) Filtro de 20 x 25 cm²
 - Emisores gamma: ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{137}Cs y ^{134}Cs .
 - Emisores alfa: ^{241}Am y ^{239}Pu .

Como en los tres últimos ejercicios intercomparativos, en el presente ejercicio se volvió a pedir a los laboratorios que informasen de los resultados en dos plazos. El primer plazo o “rápido” fue voluntario y consistió en informar los resultados en un máximo de 72 horas. El objetivo de estas medidas fue la de evaluar la capacidad de los laboratorios para realizar determinados análisis en condiciones de urgencia. Por otra parte, tal y como se ha realizado habitualmente se requirió un segundo plazo denominado “normal” que finalizaba en un máximo de dos meses.

3. OBJETO

La finalidad del presente ejercicio de intercomparación analítica entre laboratorios de radiactividad ambiental es proporcionar una manera objetiva de evaluar y demostrar la validez de los datos realizados por los laboratorios participantes en las determinaciones de los índices de actividad α total y β totales y en la medida de los radionucleidos, tanto naturales como artificiales, que son objeto del presente estudio.

El método de evaluación empleado permite estimar la exactitud de un método analítico determinado o detectar posibles fallos en la ejecución rutinaria del mismo (precisión, cálculo de incertidumbres, cambio de analista, etc.).

El ejercicio de intercomparación evalúa la idoneidad de un método o de una técnica instrumental frente a otros para un mismo tipo de análisis y nivel de actividad.

La realización periódica de este tipo de ejercicios asegura la capacidad técnica de los laboratorios participantes, en las determinaciones objeto del estudio, y el correcto funcionamiento rutinario de los laboratorios.

4. PARTICIPACIÓN

4.1. CAPACIDAD DE RESPUESTA EN EL PERÍODO DE 72 HORAS

La figura 1 y figura 2 muestran el tiempo transcurrido entre el acuse de haber recibido la muestra y la entrega de los resultados de los diferentes laboratorios participantes. El número de laboratorios invitados por el CSN fue de 36, de los cuales únicamente 7 no entregaron resultados en el período de 72 horas, lo que supone una participación del 80,5%. El período exigido de 72 horas se representa en gris claro y en rojo se muestra el exceso de tiempo sobre las 72 horas. Los laboratorios que entregaron los resultados correctamente se representan en gris oscuro. La figura 1 no tiene en cuenta los días festivos (fines de semana) mientras que la figura 2 sólo considera los días laborables. Los laboratorios que entregaron estrictamente los resultados en el plazo de 72 horas fueron 5: 6, 8, 12, 29 y 32. Los restantes laboratorios se pueden dividir en aquellos cuya respuesta fue muy próxima a las 72 horas y en aquellos que superaron más ampliamente el período de 72 horas. El número de laboratorios que entregaron los resultados en el plazo de 72 horas teniendo en cuenta los días laborables fueron 11: 6, 8, 9, 11, 12, 13, 18, 26, 29, 32 y 33. Algunos laboratorios excedieron nuevamente el período de 72 horas por un corto período de tiempo.

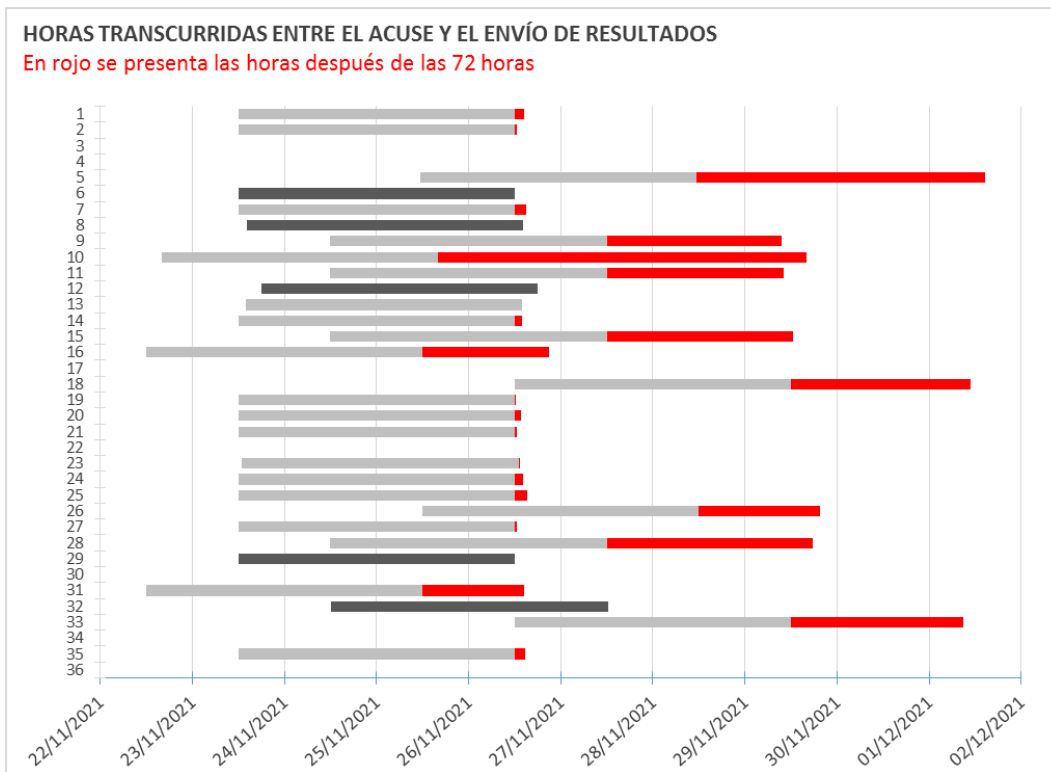


Figura 1. Periodos de entrega de resultados de los diferentes laboratorios en periodo de 72 horas sin contar los días festivos.

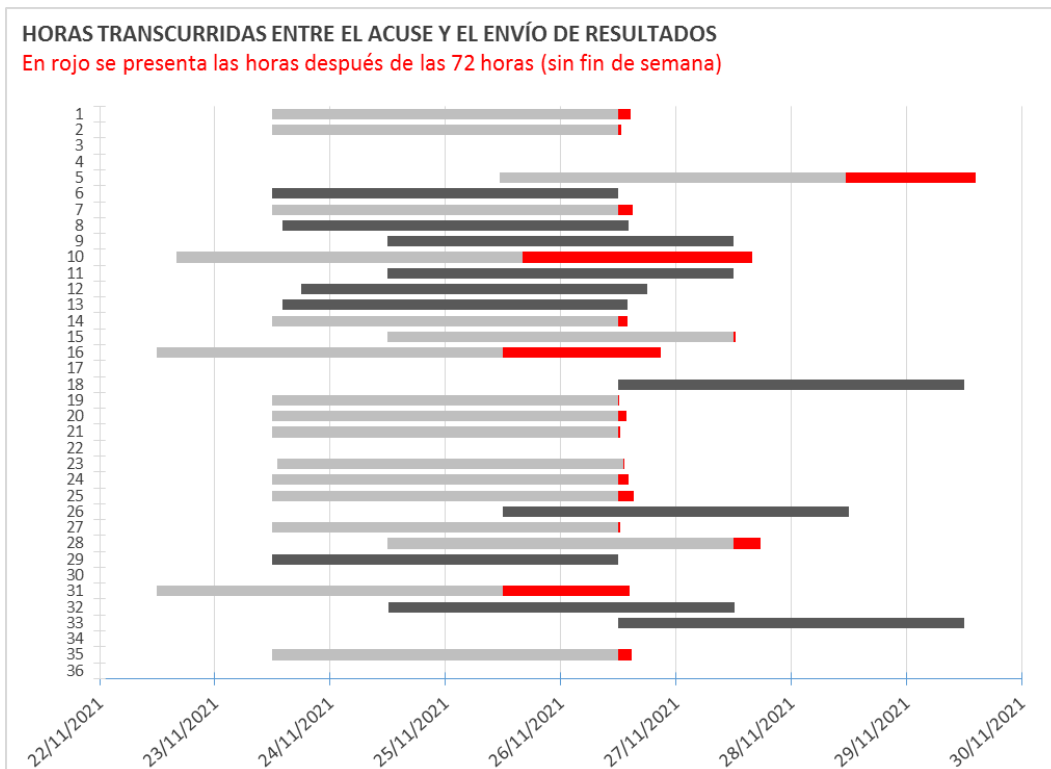


Figura 2. Periodos de entrega de resultados de los diferentes laboratorios en periodo de 72 horas teniendo en cuenta sólo los días laborables.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DE LOS DIFERENTES LABORATORIOS

En la figura 3, figura 4 y figura 5 se presentan los porcentajes de participación de cada laboratorio en las diferentes determinaciones requeridas para los filtros de 47 mm, 44 x 44 cm² y 20 x 25 cm² para el plazo máximo de 72 horas y para el plazo de 2 meses. Los 12 y 21 análisis para el plazo de 72 horas y 2 meses del filtro de 47 mm de diámetro fueron completados por los laboratorios 7, 15 y 23 y por los laboratorios 13, 15 y 33 respectivamente. El laboratorio 15 entregó los resultados del ²⁴¹Am tanto por espectrometría gamma y radioquímica en el plazo de 2 meses por lo que aparece en la gráfica como 22 análisis realizados. Los 11 análisis para el plazo de 72 horas fueron analizados únicamente por el laboratorio 15 y los 18 análisis para el plazo de 2 meses por los laboratorios 15 y 33. El laboratorio 15 envió los resultados del ²¹⁰Pb y ²⁴¹Am en el plazo de 2 meses tanto por espectrometría gamma como por radioquímica, por esta razón, aparece un total de 20 análisis. El laboratorio 13 también envió los resultados de las dos técnicas para el ²⁴¹Am. Finalmente, los resultados de los 5 análisis del plazo de 72 horas para el filtro de 20 x 25 cm² fueron completados por los laboratorios 6 y 21 y los del plazo de 2 meses fueron únicamente completados por el laboratorio 6.

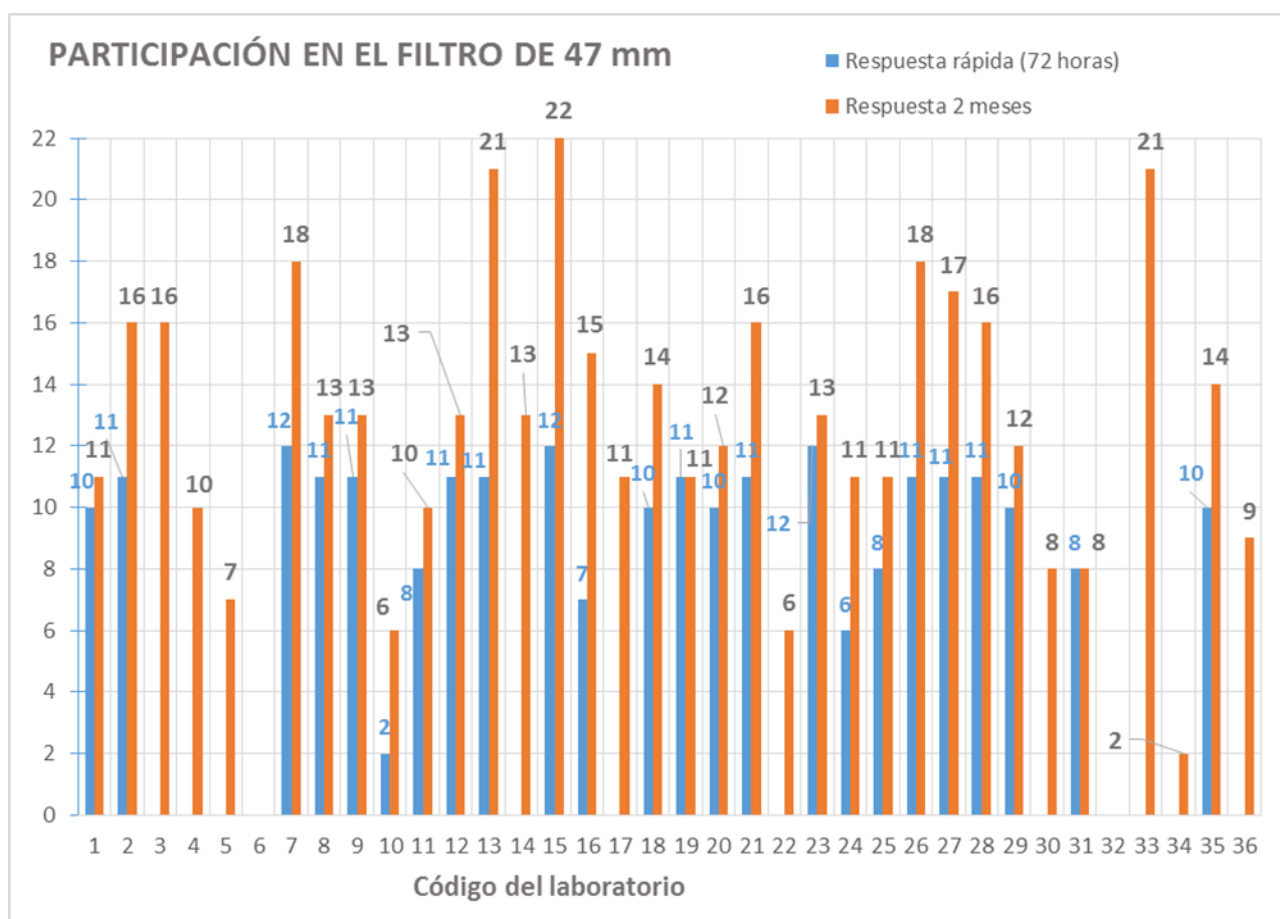


Figura 3. Participación de cada laboratorio en las diferentes determinaciones requeridas para el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo máximo de 72 horas y 2 meses.

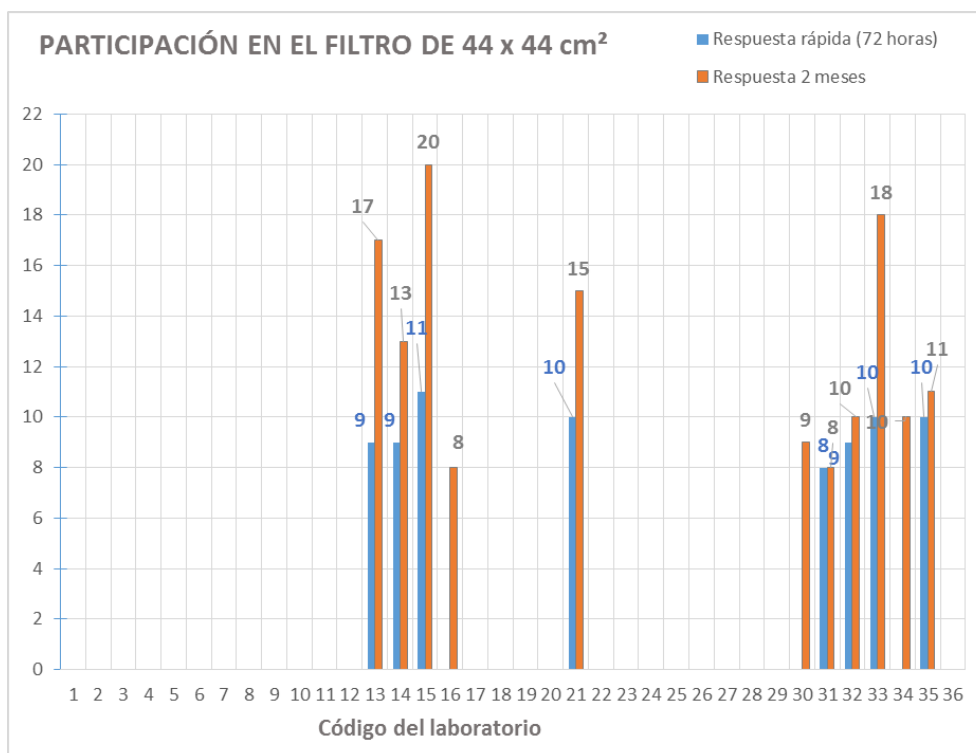


Figura 4. Participación de cada laboratorio en las diferentes determinaciones requeridas para el filtro de 44 x 44 cm² en el plazo máximo de 72 horas. y 2 meses

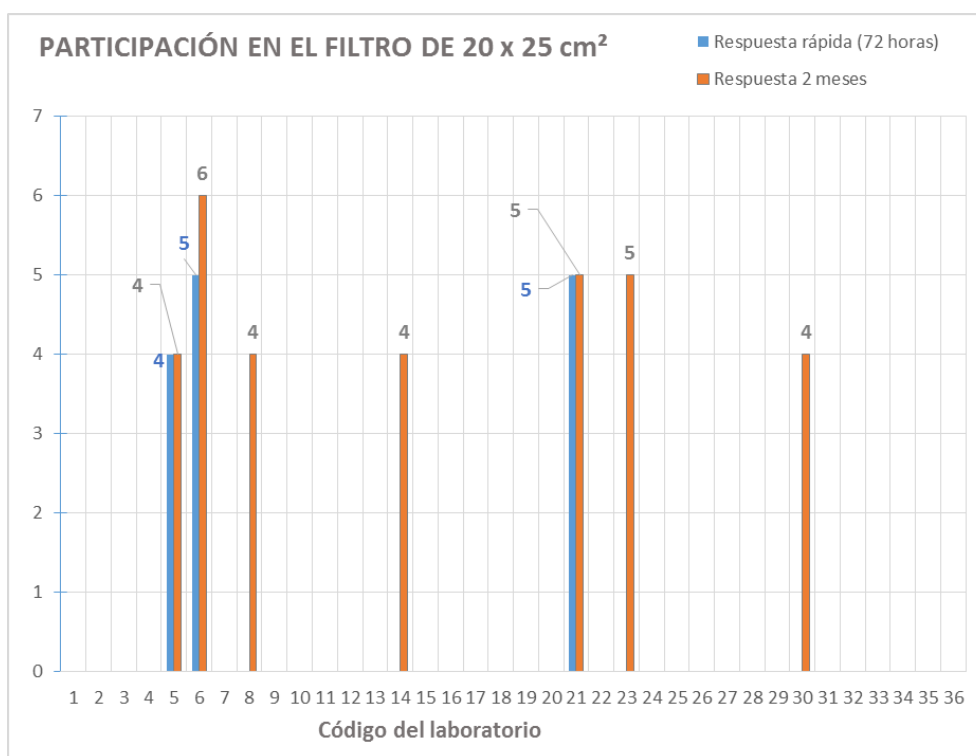


Figura 5. Participación de cada laboratorio en las diferentes determinaciones requeridas para el filtro de 20 x 25 cm² en el plazo máximo de 72 horas y 2 meses.

Por tanto, la participación en los tres filtros en estudio fue:

- a) Filtro de 47 mm de diámetro:
 - a. Plazo de 72 horas: 24 laboratorios (66,7% de participación).
 - b. Plazo de 2 meses: 34 laboratorios (94,4% de participación).
- b) Filtro de 44 x 44 cm² de superficie:
 - a. Plazo de 72 horas: 8 laboratorios (22,2% de participación).
 - b. Plazo de 2 meses: 11 laboratorios (30,6% de participación).
- c) Filtro de 20 x 25 cm² de superficie:
 - a. Plazo de 72 horas: 3 laboratorios (8,3% de participación).
 - b. Plazo de 2 meses: 7 laboratorios (19,4% de participación).

5. DESCRIPCIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS MATRICES OBJETO

5.1. INFORMACIÓN DE LA PREPARACIÓN DEL MATERIAL

La preparación de los filtros para el ejercicio de intercomparación ha sido realizada por el *Laboratori de Radiologia Ambiental (LRA)* y el *Laboratori de Preparació de Materials pel Control de la Qualitat (Mat Control)* del Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica de la UB.

A continuación, se describen los diferentes tipos de filtros preparados con el objetivo de llevar a cabo diferentes determinaciones. A partir de los estudios de homogeneidad realizados se puede considerar una heterogeneidad máxima del 8% con un nivel de confianza del 95% ($k=2$) para todos ellos.

5.2. FILTROS DE 47 mm de diámetro: Determinación de emisores gamma, ^{89}Sr y ^{90}Sr

La matriz objeto de estudio es un filtro de fibra de vidrio Whatman GF/C de 47 mm de diámetro para la determinación de radionucleidos emisores gamma y radioestroncio.

Los filtros se prepararon individualmente por adición de 150 μL de una disolución que contenía actividades conocidas de ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{241}Am , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{89}Sr y ^{90}Sr . Los filtros marcados se secaron al aire a temperatura ambiente durante toda una noche. Después de la etapa de secado a temperatura ambiente, cada filtro se dispuso en un portafiltro.

El estudio de homogeneidad del material se llevó a cabo a partir de la medida de ^{137}Cs por espectrometría gamma del 100% de los filtros durante 10.000 s. Este tiempo de medida garantizaba una incertidumbre de medida inferior al 10%.

Los resultados obtenidos indicaron un coeficiente de variación entre filtros para ^{137}Cs inferior a la incertidumbre de medida y se consideró que los filtros eran suficientemente homogéneos siendo la heterogeneidad del material del 8% con un nivel de confianza del 95% ($k=2$).

Por último, se analizaron 4 filtros representativos del proceso de preparación por espectrometría gamma durante 80.000 s. Los resultados obtenidos para todos los emisores gamma se muestran en la tabla 1. Como puede observarse, se confirmaron los resultados del estudio de homogeneidad realizado a partir de la medida de todos los filtros durante 10.000s.

Tabla 1. Resultados del estudio de homogeneidad. Coeficientes de variación entre filtros ($CV_{\text{entre filtros}}$) y coeficientes de variación asociados a la medida (CV_{medida}). Espectrometría gamma. Tiempo de medida: 80.000 s

Radionucleido	$CV_{\text{entre filtros}}$ n=4, k=2	CV_{medida} 80.000s, k=2	Nivel de actividad vs AMD
^{54}Mn	8%	4%	$\approx 26\text{AMD}$
^{60}Co	8%	8%	$\approx 13\text{AMD}$
^{65}Zn	8%	8%	$\approx 14\text{AMD}$
^{106}Ru	10%	10%	$\approx 9\text{AMD}$

Radionucleido	CV_{entre filtros} n=4, k=2	CV_{medida} 80.000s, k=2	Nivel de actividad vs AMD
¹³⁴ Cs	8%	8%	≈ 12MD
¹³⁷ Cs	2%	4%	≈ 23MD
²¹⁰ Pb	10%	12%	≈ 6AMD
²⁴¹ Am	4%	8%	≈ 9AMD

5.3. FILTROS DE 47 mm de diámetro: Determinación de emisores alfa

La matriz objeto de estudio es un filtro de fibra de vidrio Whatman GF/C de 47 mm de diámetro para la determinación de radionucleidos emisores alfa.

Los filtros se prepararon individualmente por adición de 150 µL de una disolución que contenía actividades conocidas de ²³⁰Th, ²³⁹Pu, Uranio natural (²³⁸U, ²³⁴U y ²³⁵U), y un emisor gamma para el estudio de homogeneidad. El radionucleido gamma seleccionado fue ¹³⁷Cs. Los filtros marcados se secaron al aire a temperatura ambiente durante toda una noche. Después de la etapa de secado a temperatura ambiente, cada filtro se dispuso en un portafiltro.

El estudio de homogeneidad del material se llevó a cabo a partir de la medida de ¹³⁷Cs por espectrometría gamma del 100% de los filtros. Un tiempo de medida de 10.000 s para cada filtro fue suficiente para obtener una incertidumbre de medida inferior al 10%.

Los resultados obtenidos indicaron un coeficiente de variación entre filtros para ¹³⁷Cs inferior a la incertidumbre de medida y se consideró que los filtros eran suficientemente homogéneos siendo la heterogeneidad del material del 8% con un nivel de confianza del 95% (k=2).

5.4. FILTROS DE 47 mm de diámetro: Determinación de ⁵⁵Fe y ⁶³Ni

La matriz objeto de estudio es un filtro de fibra de vidrio Whatman GF/C de 47 mm de diámetro para la determinación de ⁵⁵Fe y ⁶³Ni.

Los filtros se prepararon individualmente por adición de 150 µL de una disolución que contenía actividades conocidas de ⁵⁵Fe, ⁶³Ni y un emisor gamma para el estudio de homogeneidad. El radionucleido gamma seleccionado fue ¹³⁷Cs. Los filtros marcados se secaron al aire a temperatura ambiente durante toda una noche. Después de la etapa de secado a temperatura ambiente, cada filtro se dispuso en un portafiltro.

El estudio de homogeneidad del material se llevó a cabo a partir de la medida de ¹³⁷Cs por espectrometría gamma del 100% de los filtros. Un tiempo de medida de 10.000 s para cada filtro fue el suficiente para obtener una incertidumbre de medida inferior al 10%.

Los resultados obtenidos indicaron un coeficiente de variación entre filtros para ¹³⁷Cs inferior a la incertidumbre de medida y se consideró que los filtros eran suficientemente homogéneos siendo la heterogeneidad del material del 8% con un nivel de confianza del 95% (k=2).

5.5. FILTROS DE 47 mm de diámetro: Determinación de las actividades Alfa Total y Beta total

La matriz objeto de estudio es un filtro de fibra de vidrio Whatman GF/C de 47 mm de diámetro para la determinación de los índices alfa total y beta total.

Los filtros se prepararon individualmente por adición de 150 μ L de una disolución que contenía actividades conocidas de ^{241}Am y ^{90}Sr en equilibrio secular con ^{90}Y . Los filtros marcados se secaron al aire a temperatura ambiente durante toda una noche. Después de la etapa de secado a temperatura ambiente, cada filtro se dispuso en un portafiltro.

El estudio de homogeneidad del material se llevó a cabo a partir de la determinación de los índices alfa total y beta total por medida en contador proporcional de 4 filtros representativos del proceso de preparación.

Tabla 2. Resultados del estudio de homogeneidad. Coeficientes de variación entre filtros ($CV_{\text{entre filtros}}$) y coeficientes de variación asociados a la medida (CV_{medida}). Contador proporcional. Tiempo de medida: 400 min

Parámetro	$CV_{\text{entre filtros}}$ n=4, k=2	CV_{medida} 400 min, k=2
Índice alfa total	5%	4%
Índice beta total	8%	11%

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos indicando una heterogeneidad del 5% para el índice alfa total y del 8% para el índice beta total por lo que se consideró que los filtros eran homogéneos con un nivel de confianza del 95%.

5.6. FILTROS DE 44 cm x 44 cm: Determinación de emisores gamma y alfa

La matriz objeto de estudio es un filtro de fibra de vidrio tipo G3 marca PTI de 44 cm x 44 cm para la determinación de emisores gamma y alfa.

Los filtros se prepararon individualmente por adiciones de 150 μ L, distribuidas uniformemente en la superficie total del filtro, de una disolución que contenía actividades conocidas de ^{57}Co , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{65}Zn , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{241}Am , ^{239}Pu y Uranio natural (^{238}U , ^{234}U y ^{235}U). Los filtros marcados con la disolución se secaron al aire durante una noche. Después de la etapa de secado se doblaron los filtros hasta obtener unas dimensiones aproximadas de 8 cm x 22 cm x 1 cm.

Se controló la homogeneidad de la preparación de los filtros por espectrometría gamma en el 100% de los filtros con un tiempo de medida de 30.000 s. El radionucleido considerado para el estudio fue ^{60}Co . El coeficiente de variación entre filtros fue similar al coeficiente de variación asociado a la medida y se consideró que los filtros eran suficientemente homogéneos siendo la heterogeneidad del material del 10% con un nivel de confianza del 95% (k=2).

5.7. FILTROS DE 44 cm x 44 cm: Determinación de ^{90}Sr , ^{55}Fe y ^{63}Ni

La matriz objeto de estudio es un filtro de fibra de vidrio tipo G3 marca PTI de 44 cm x 44 cm para la determinación de emisores beta.

Los filtros se prepararon individualmente por adiciones de 150 μL , distribuidas uniformemente en la superficie total del filtro, de una disolución que contenía actividades conocidas de ^{90}Sr , ^{55}Fe , ^{63}Ni y un emisor gamma para el estudio de homogeneidad. El radionucleido gamma seleccionado fue ^{57}Co . Los filtros se secaron al aire durante una noche, a continuación, se doblaron los filtros hasta obtener unas dimensiones aproximadas de 8 cm x 8 cm x 4 cm.

Se controló la homogeneidad de la preparación de los filtros a partir de la medida de ^{57}Co por espectrometría gamma del 100% de los filtros. La actividad añadida fue la adecuada para obtener una incertidumbre de medida inferior al 10% en 10.000 s.

Los resultados obtenidos indicaron que el coeficiente de variación entre filtros para ^{57}Co inferior a la incertidumbre de medida y se consideró que los filtros eran suficientemente homogéneos siendo la heterogeneidad del material del 6% con un nivel de confianza del 95% ($k=2$).

5.8. FILTROS DE 20 cm x 25 cm: Determinación de emisores gamma y ^{239}Pu

La matriz objeto de estudio es un filtro de fibra de vidrio Whatman GF/A de 20 cm x 25 cm para la determinación de emisores gamma y ^{239}Pu .

Los filtros se prepararon individualmente por adiciones de 150 μL , distribuidas uniformemente en la superficie total del filtro, de una disolución que contenía actividades conocidas de ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{241}Am y ^{239}Pu . Los filtros se secaron al aire durante una noche, a continuación, se doblaron los filtros hasta obtener unas dimensiones aproximadas de 6,5 cm x 7 cm x 0,3 cm.

Se controló la homogeneidad de los filtros a partir de la medida por espectrometría gamma del 100% de los filtros. El tiempo de medida fue de 25.000 s y las incertidumbres de medida inferiores al 10%.

Los resultados obtenidos indicaron que los coeficientes de variación entre filtros para ^{241}Am y ^{137}Cs inferiores a la incertidumbre de medida por lo que se consideró que los filtros eran suficientemente homogéneos con una heterogeneidad del 8% con un nivel de confianza del 95% ($k=2$).

6. DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS Y BASES TÉCNICAS

Las muestras objeto de estudio fueron enviadas desde la *Universitat de Barcelona* a los laboratorios que decidieron participar. Las 36 muestras (según los tipos de filtros solicitados por los laboratorios) fueron enviadas utilizando servicios de mensajería para asegurar a recepción en la fecha prevista. 36 laboratorios recibieron alguno de los 3 filtros de los que consta este ejercicio intercomparativo.

La documentación relativa al ejercicio incluía las plantillas de resultados denominadas “Int_2021_72h.xlsx” y “Int_2021_normal.xlsx” junto con el documento PDF que recogía las bases técnicas (“Bases técnicas.pdf”).

7. RECEPCIÓN DE RESULTADOS. DETERMINACIONES A REALIZAR

En este ejercicio de intercomparación se solicitaron a los laboratorios los resultados e información relativa a los mismos para las siguientes determinaciones:

- a) Filtro de 47 mm de diámetro:
 - Índices de actividad alfa y beta total (^{241}Am y $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$).
 - Emisores gamma: ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{54}Mn , ^{65}Zn , ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{210}Pb y ^{241}Am .
 - Emisores alfa: ^{226}Ra , ^{230}Th , $^{234}\text{U}+^{235}\text{U}+^{238}\text{U}$ y ^{239}Pu .
 - Emisores beta: ^{89}Sr , $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, ^{55}Fe y ^{63}Ni .
- b) Filtro de 44 x 44 cm²
 - Emisores gamma: ^{54}Mn , ^{57}Co , ^{65}Zn , ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs y ^{210}Pb .
 - Emisores alfa: ^{226}Ra , ^{241}Am , $^{234}\text{U}+^{235}\text{U}+^{238}\text{U}$ y ^{239}Pu .
 - Emisores beta: ^{90}Sr , ^{55}Fe y ^{63}Ni .
- c) Filtro de 20 x 25 cm²
 - Emisores gamma: ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{137}Cs y ^{134}Cs .
 - Emisores alfa: ^{241}Am y ^{239}Pu .

Los resultados obtenidos por cada laboratorio fueron enviados al CSN mediante el empleo de las plantillas correspondientes (apartado 6). El CSN recopiló todos los resultados y los envió al CIEMAT para su tratamiento y evaluación guardándose el anonimato en todo momento a través de los códigos asignados por el CSN a cada laboratorio.

En aquellos casos en los que el laboratorio realizaba varias determinaciones de la concentración de actividad de un radionucleido o análisis se debía informar un valor medio de la concentración de actividad. Este valor medio se debía calcular mediante la media ponderada de los diferentes valores obtenidos y la incertidumbre asociada expandida para un factor de cobertura $k=2$. El laboratorio debía indicar si para el cálculo de la incertidumbre se había utilizado el criterio de la incertidumbre interna o externa según las siguientes expresiones:

$$I(x) = \sqrt{\frac{1}{\sum_i \left(\frac{1}{I(a_i)^2} \right)}} \quad , \quad s(x) = \sqrt{\frac{\sum_i \left(\frac{(a_i - x_i)^2}{I(a_i)^2} \right)}{(n-1) \sum_i \left(\frac{1}{I(a_i)^2} \right)}} \quad (1)$$

donde,

$s(x)$ es la incertidumbre expresada como varianza externa;

$I(a_i)$ es la incertidumbre asociada a cada medida;

n es el número de medidas;

a_i es el valor de la concentración de actividad;

x_i es la media de las concentraciones de actividad consideradas.

En la tabla 3 se recoge la codificación de la metodología y detector utilizado que deben ser utilizadas para cumplimentar las plantillas entregadas a cada laboratorio.

Tabla 3. Códigos empleados para la identificación de métodos y detectores.

Método empleado	Detector empleado
Separación radioquímica = SR	Centelleo Líquido = CL
Espectrometría Gamma = EG	Centelleo Líquido Cerenkov = CLC
Fosforimetría Láser = KPA	Centelleo Sólido = CS
ICP-masas = ICP	Contador Proporcional = CP
Método de separación:	E. Alfa detector de Si barrera superficie = SiB
Precipitación = PP	E. Alfa detector de Si implantación iónica = PIPS
Extracción = EX	E. gamma detector de Ge inespecífico = Ge
Cromatografía Iónica = CI	E. gamma detector de Ge tipo reverse = ReGe
Extracción cromatográfica = EC	E. gamma detector de Ge hiperpuro = HpGe
Tipo de columna: (DOWEX AG 1x8, Sr spec, TEVA, UTEVA, TRU...)	E. gamma detector de Ge Broad Energy Ge = BEGe
Para el ²²⁶ Ra:	Detector coaxial de Ge de rango extendido = XtRa
Separación radioquímica = SR	E. gamma detector de INa = INa
Deconvolución multiplete Ra-U-Th = EGRaU	Otros. Indicar tipo de detector
Equilibrio secular = EGEQ	
Otros:	
Referencia bibliográfica o Normativa	

8. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

El tratamiento estadístico de los resultados de cada laboratorio en este ejercicio de intercomparación se basa en los siguientes supuestos:

1. Los resultados siguen una distribución normal o al menos una distribución unimodal.
2. Los resultados siguen una distribución razonablemente simétrica.
3. El empleo de estimadores estadísticos robustos hacen que no sea necesario el estudio de los valores *outliers*.

Las expresiones matemáticas y definiciones utilizadas para realizar la evaluación de los resultados se presentan a continuación.

8.1. IDENTIFICACIÓN DEL VALOR ASIGNADO Y SU INCERTIDUMBRE

El valor asignado del ejercicio se ha determinado considerando el número de laboratorios que informaron resultado. La casuística fue la siguiente:

- a) Cuando el número de laboratorios que informaron resultados de actividad fue igual o superior a 10, el valor asignado se determinó como la Mediana (ML) y la desviación estándar del ejercicio con la Desviación Absoluta de la Mediana (MAD).
- b) Cuando el número de laboratorios que informaron resultados de actividad fue inferior a 10 se utilizó como valor asignado la actividad añadida.
- c) En caso de no cumplirse ni a) ni b) no se asignó ninguna actividad estableciéndose dicho isótopo como "NO EVALUABLE".

La mediana (ML) se determinó mediante la siguiente expresión:

$$ML = \begin{cases} x_{\left\{\frac{p+1}{2}\right\}} & \text{para } p \text{ impar} \\ \frac{x_{\{p/2\}} + x_{\{1+p/2\}}}{2} & \text{para } p \text{ par} \end{cases} \quad (2)$$

donde,

x es el valor que ocupa la posición que resulta de dividir entre dos el número de valores a considerar siendo estos un número impar y $x_{\{p\}}$ la secuencia ordenada de los valores considerados;

p es el número de posiciones totales, en este caso, número de resultados de actividad enviados por los laboratorios participantes.

La incertidumbre de la mediana se determinó mediante la desviación absoluta de la mediana ($MADe(x)$), según la expresión (4):

$$d_i = |x_i - ML| \quad (3)$$

$$MADe(x) = 1,483 ML(d_i) \quad (4)$$

donde,

d_i es la diferencia absoluta entre la concentración de actividad i y la mediana;

x_i es la concentración de actividad de cada valor;

ML es la mediana de las concentraciones de actividad considerados;

$ML(d_i)$ es la mediana de las diferencias absolutas.

8.2. DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EJERCICIO

La desviación estándar del ejercicio se ha determinado utilizando un valor “adecuado al fin” que fue establecido en función de los ejercicios intercomparativos realizados en matrices similares (2013 y 2017), teniendo en cuenta las diferencias en el nivel de actividad y que el plazo para realizar los análisis era más reducido. Asimismo, para el cálculo de la desviación estándar se ha tenido como referencia los valores de MAB (*Maximum Acceptable Bias*) utilizados por el OIEA en ejercicios similares. En la tabla 4 se recogen las desviaciones estándar contempladas para cada radionucleido.

Tabla 4. Desviaciones estándar del ejercicio intercomparativo.

Radionucleido/Índice	σ_p “adecuada al fin” (expresado en %)
Emisores gamma (excepto ^{241}Am , ^{235}U y ^{210}Pb)	15%
Isótopos cuyo análisis habitual implica radioquímica (incluidos ^{235}U y ^{241}Am) y ^{210}Pb . Índice de actividad beta total	20%
Índices de actividad alfa total	30%

8.3. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

La evaluación del desempeño se realizó a partir del valor del estadístico z_{score} , calculado según las expresiones (5) y (6), en función de si se ha utilizado el valor de referencia o bien mediana con la desviación absoluta de la mediana.

$$Z_{score} = \frac{x_i - ML}{\sigma_p \cdot ML} \quad (5)$$

$$Z_{score} = \frac{x_i - A_{añadida}}{\sigma_p \cdot A_{añadida}} \quad (6)$$

donde,

x_i es la concentración de actividad informado por cada laboratorio;

ML es la mediana;

$A_{añadida}$ es la actividad añadida;

σ_p es la desviación estándar del ejercicio establecida como “adecuada al fin”.

En este ejercicio intercomparativo se ha evaluado la precisión de los resultados (expresión 7) de los participantes mediante el estadístico P que se determina mediante la siguiente expresión:

$$P = 100 \cdot \sqrt{\left(\frac{u(A_{ref})}{A_{ref}}\right)^2 + \left(\frac{u(A_{lab})}{A_{lab}}\right)^2} \quad (7)$$

donde $u(A_{ref})$ es la incertidumbre de la actividad de referencia, que se determina según el número de laboratorios participantes:

a) Número de laboratorios superior a 10:

$$u(A_{ref}) = 1,483 \cdot \text{mediana}|A_{lab} - A_{ref}| \quad (8)$$

b) Número de laboratorios menor o igual a 10: incertidumbre de la actividad añadida, teniendo en cuenta la contribución de la homogeneización.

La precisión se considerará «Satisfactoria» cuando se cumpla que $|SR(\%)| \leq k \cdot P$, donde k es el factor de cobertura para un nivel de significación del 99%, $k = 2,58$. Por otra parte, $SR(\%)$ corresponde al sesgo relativo en tanto por ciento que viene dado por la siguiente expresión:

$$SR(\%) = 100 \cdot \frac{A_{lab} - A_{ref}}{A_{ref}} \quad (9)$$

Los anexos I, III, V, VII, IX y XI contienen las tablas con los resultados informados por los laboratorios participantes para las determinaciones informadas en el plazo máximo de 72 horas de los tres filtros analizados junto con las entregadas en el plazo máximo de 2 meses (47 mm de diámetro, superficie de 44 x 44 cm² y superficie de 20 x 25 cm²)

Las tablas contienen los parámetros considerados como más relevantes para cada determinación. Esta información permitirá a cada participante extraer la información necesaria para tener una visión de conjunto de todas las técnicas y tipos de medidas empleadas por los diferentes laboratorios. Esta información permitiría la toma de futuras decisiones o simplemente su conocimiento.

Los anexos II, IV, VI, VIII, X y XII recogen las gráficas para los valores informados en el plazo de 72 horas y las informadas para el plazo máximo de 2 meses para los tres filtros. Asimismo se recogen las gráficas del parámetro de evaluación del desempeño de cada determinación. La gráfica superior contiene los valores de concentración de actividad, su incertidumbre asociada y el LID informados por cada laboratorio. En la gráfica se ha representado la actividad asignada (mediana o actividad añadida) determinada según los criterios descritos en este apartado. Los límites inferior y superior de la actividad asignada se han determinado como 2 veces la desviación típica multiplicada por la mediana. En el caso de las evaluaciones realizadas con la actividad añadida los límites se determinaron como 2 veces la desviación típica por el valor de la actividad añadida.

En las gráficas descritas anteriormente no se han representado ni evaluado los resultados de los laboratorios que únicamente han informado el LID. Sin embargo, esta información queda reflejada en las tablas de los diferentes anexos. Por otra parte, en la gráfica inferior se han representado los estimadores z-score para cada determinación en función del número de participantes. En ambas gráficas se han representado en amarillo los aceptables y en rojo los no satisfactorios. Los valores satisfactorios se han representado en negro en la gráfica superior y en verde en la inferior.

9. EVALUACIÓN DEL EJERCICIO

La evaluación del ejercicio se realizó según lo descrito en el apartado 8.3. utilizando las expresiones 5 y 6 para evaluar la exactitud y la expresión 7 para evaluar la precisión. La evaluación de cada análisis reportado por los laboratorios se establece en base a la casuística descrita en la tabla 5.

Tabla 5. Criterios de evaluación del ejercicio intercomparativo.

z-score	EVALUACIÓN
$-2 \leq z\text{-score} \leq 2$ $ SR(\%) \leq k \cdot P$	SATISFACTORIA
$-2 \leq z\text{-score} \leq 2$ $ SR(\%) > k \cdot P$	DUDOSA
$-2 > z\text{-score} > 2$	NO SATISFACTORIA

10. ESTADÍSTICA UTILIZADA PARA ESTUDIAR LOS RESULTADOS

El análisis de los resultados de los diferentes laboratorios se ha realizado utilizando la estadística descriptiva de MS Excel y el software estadístico STATGRAPHICS Centurión XVII versión 17.0.16. Los parámetros numéricos de cada distribución: media aritmética, error típico de la media, mediana, desviación estándar, varianza muestral, curtosis, coeficiente de asimetría, rango de actividades, actividad mínima, actividad máxima y número de laboratorios, también fueron determinados mediante este software estadístico. Los gráficos que se han utilizaron fueron de 4 tipos: i) histograma, ii) gráfico de frecuencia, iii) gráfico de caja y bigotes y iv) dendograma con el método del vecino más cercano euclidiana cuadrada. Los resultados de la curtosis y coeficiente de asimetría dentro del intervalo -2 y +2 indicarían un comportamiento de distribución normal. De forma visual se han representado el histograma y gráfico de densidad suavizada de forma superpuesta y la gráfica de caja y bigotes estableciéndose la posible asimetría y la forma de la distribución. En el caso de la simetría o asimetría se contemplarían 3 posibles casos de distribución: asimétrica negativa, simétrica y asimétrica positiva (figura 6).

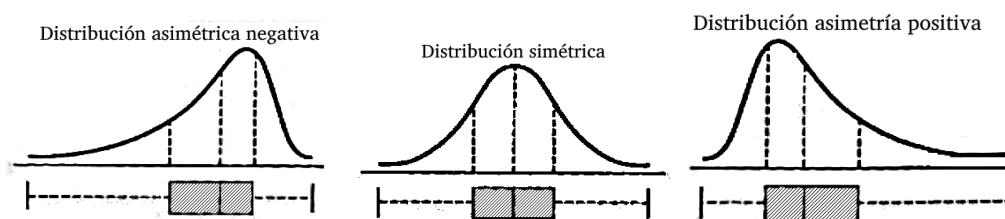


Figura 6. Tipos de distribución: asimétrica negativa, simétrica y asimétrica positiva.

En el caso de la forma de la distribución se consideran 3 posibles casos: mesocúrtica, leptocúrtica y platicúrtica (figura 7).

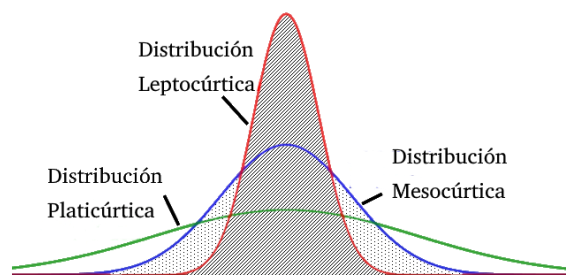


Figura 7. Tipos de distribución: asimétrica negativa, simétrica y asimétrica positiva.

El dendograma se utilizó en aquellos casos en los que fue necesario conocer las agrupaciones de resultados para poder estudiar posibles influencias de factores experimentales. Es importante tener en cuenta que los resultados de algunos de los filtros son escasos, distorsionando los resultados del análisis estadístico. Sin embargo, de alguna manera informan de los resultados y se han realizado salvo que los resultados fueran mínimos. Esta circunstancia será mencionada en cada apartado que así lo requiera.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. The International Harmonized Protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories (IUPAC Technical Report). Michael Thompson, Stephen L. R. Ellison, and Roger Word. Pure Appl. Chem. 78(1), 145-196, 2006.
2. ISO 13528:2022. "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons".
3. UNE-EN ISO/IEC 17043:2010. "Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud".
4. UNE-EN ISO/IEC 17000:2020. "Evaluación de la conformidad. Vocabulario y principios generales".
5. ISO/IEC 21748:2017. Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation.
6. ISO/IEC Guide 98-3:2008. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. (GUM:1995).
7. Guía sobre la participación en programas de intercomparación. G-ENAC-14 Rev. 1. 2008.
8. Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida.
9. Vocabulario internacional de metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados. Tercera edición electrónica. Centro Español de Metrología. 2012.

12. RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h (FILTRO DE 47 mm DE DIÁMETRO)

12.1. PARTICIPACIÓN

En la figura 8 se presentan para el filtro de 47 mm de diámetro la participación para cada uno de los análisis solicitados indicándose:

- Número total de laboratorios que han participado para cada uno de los análisis.
- Número de resultados Satisfactorios para cada análisis.
- Número de resultados Dudosos para cada análisis.
- Número de resultados No Satisfactorios para cada análisis.
- Número de análisis no evaluados.

Los laboratorios 7, 15 y 23 reportaron los 12 análisis que tenía el filtro de 47 mm.

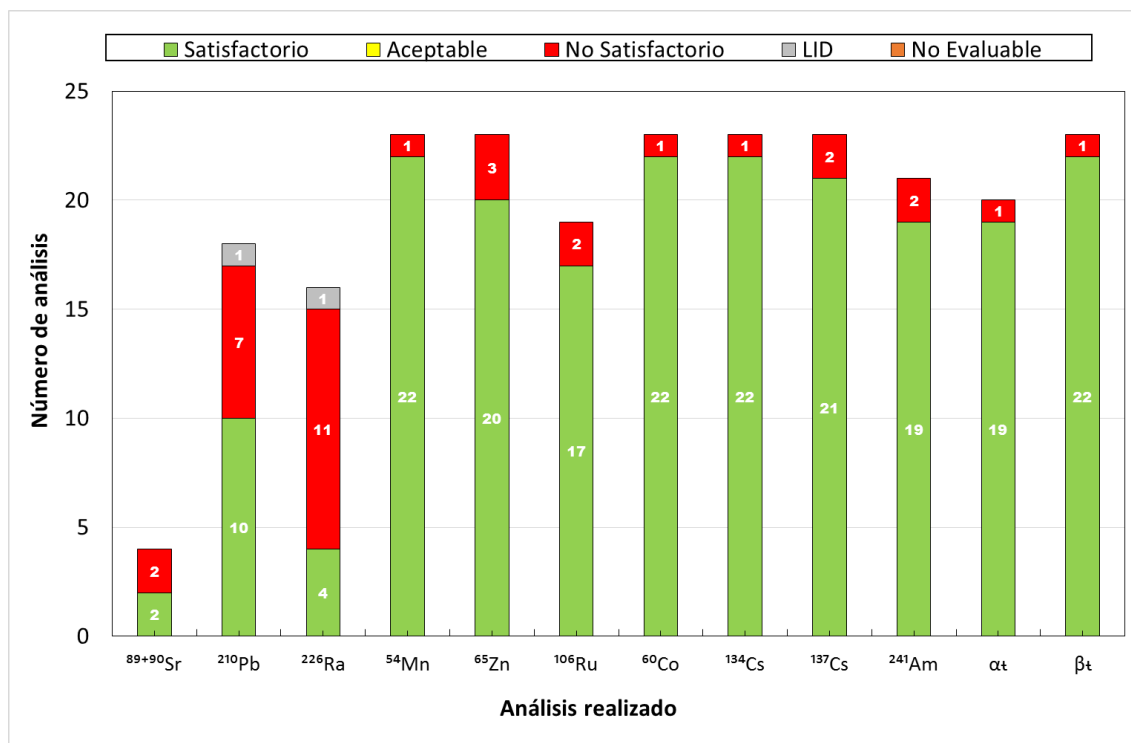


Figura 8. Resultados informados en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

12.2. $^{89}\text{Sr}+^{90}\text{Sr}$

Los resultados obtenidos en la evaluación de $^{89}\text{Sr}+^{90}\text{Sr}$ se presentan en la Figura 9. En la Figura 10 se presentan los métodos y detectores utilizados para la determinación de $^{89}\text{Sr}+^{90}\text{Sr}$. El número de laboratorios que enviaron resultados fue 4, obteniendo 2 laboratorios resultados satisfactorios (50%) y 2 laboratorios resultados no satisfactorios (50%). Los laboratorios realizaron únicamente una determinación y todos ellos utilizaron una alícuota de la muestra. Los tiempos de recuento oscilaron entre 3600 s y 60000 s siendo el tiempo medio de 29576 s. El rango de los límites de detección estuvieron comprendidos entre 0,03 y 1,76 Bq Filtro⁻¹. Las relaciones entre la concentración de actividad y el LID osciló entre 1,0 y 96,6 Bq Filtro⁻¹. La Figura 10 muestra cómo los 4 análisis fueron realizados mediante métodos radioquímicos, realizando la medida un laboratorio mediante contador proporcional y los 3 restantes mediante centelleo líquido.

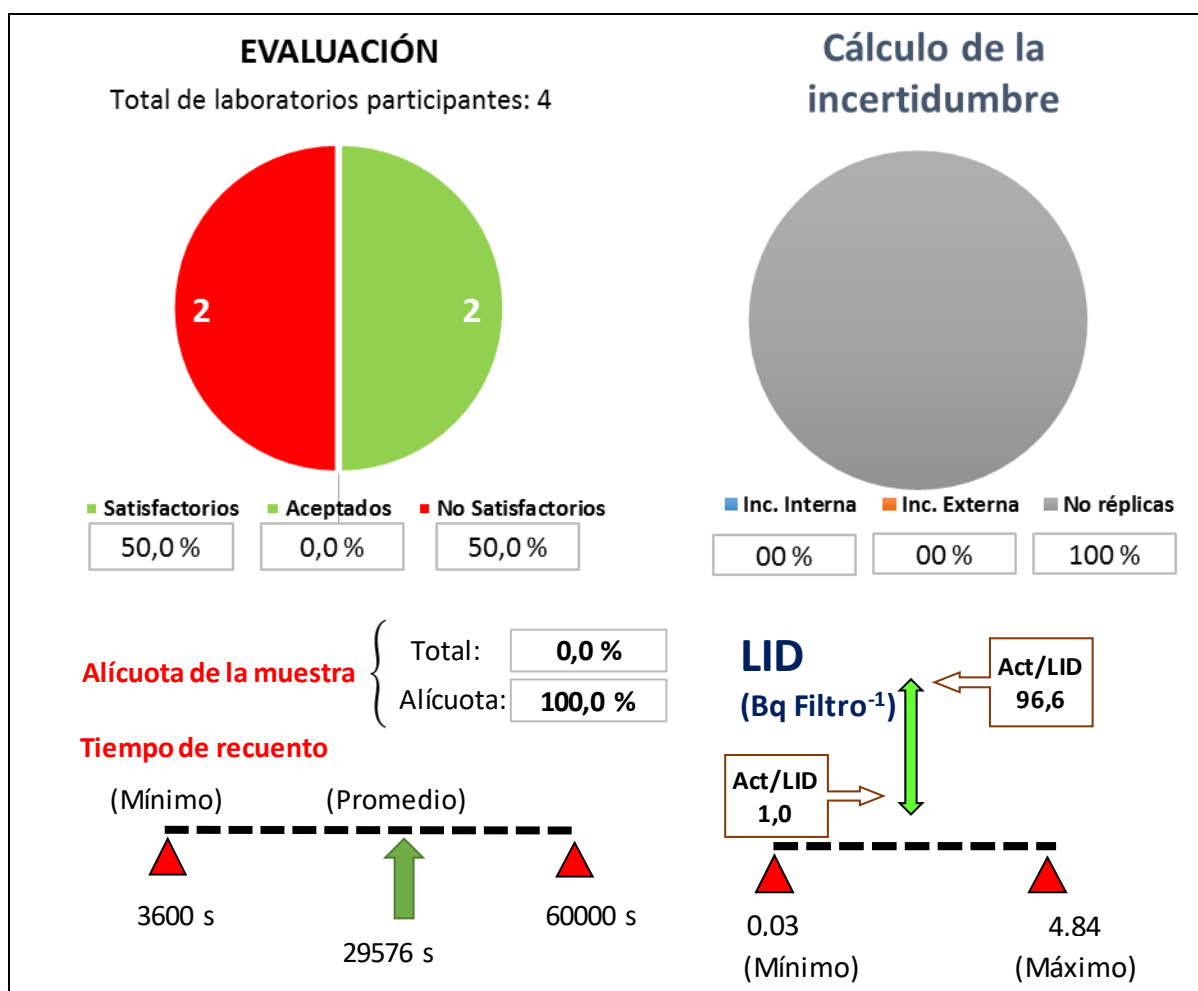


Figura 9. Evaluación de la determinación de $^{89}\text{Sr}+^{90}\text{Sr}$ en el filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.

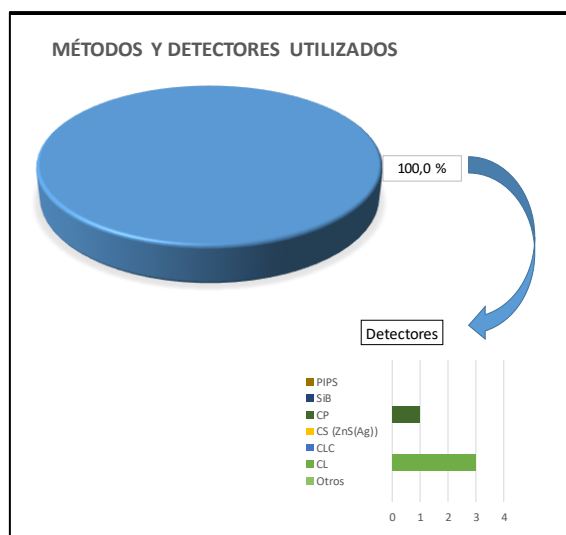


Figura 10. Métodos y detectores utilizados para la determinación del $^{89}\text{Sr}+^{90}\text{Sr}$ en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

En la Figura 11 se presentan los parámetros estadísticos, el histograma con la frecuencia de los datos, el diagrama de caja y bigotes y el dendograma. Este análisis tiene poca reproducibilidad al haberse realizado sólo para 4 muestras. Los resultados tuvieron una variabilidad muy elevada (96,69%). El laboratorio 7 obtuvo un resultado diferente al de los laboratorios 15, 23 y 26 como se observa en el dendograma.

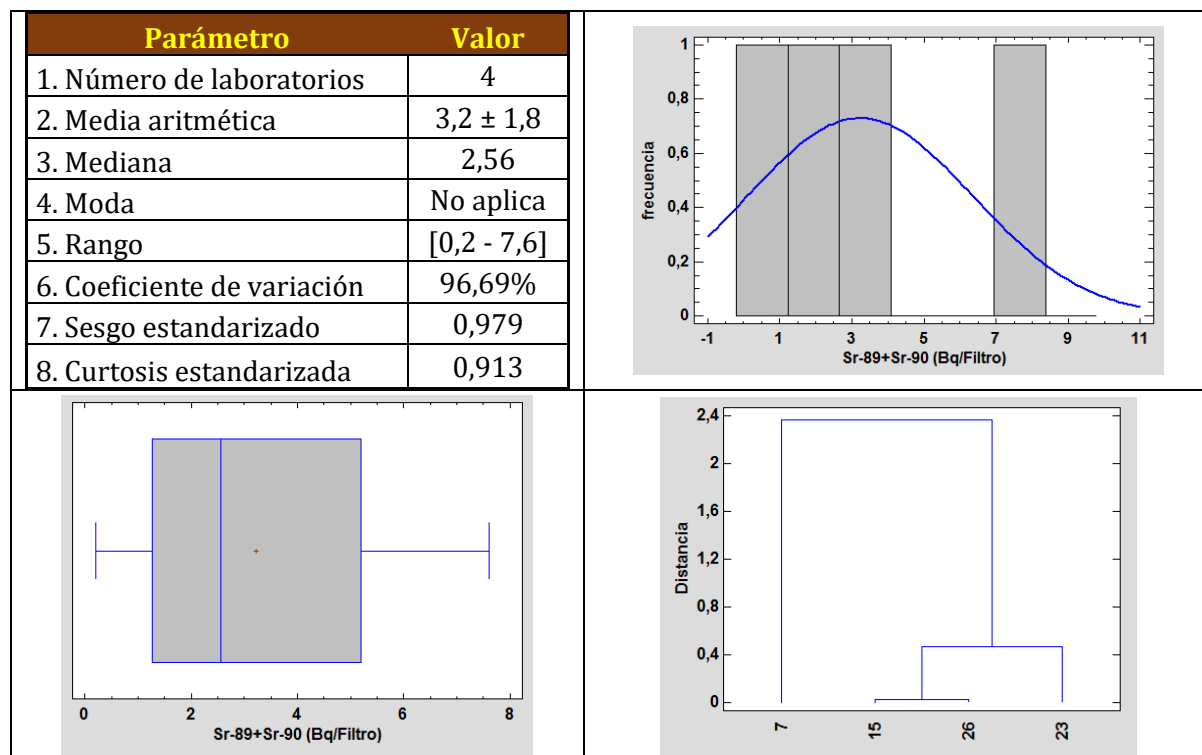


Figura 11. Parámetros estadísticos obtenidos para el análisis estadístico de los resultados del $^{89}\text{Sr}+^{90}\text{Sr}$ en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

12.3. ^{210}Pb

La Figura 12 muestra la evaluación del análisis de la concentración de actividad del ^{210}Pb . La evaluación de la concentración de actividad del ^{210}Pb se realizó utilizando la mediana al haberse incrementado el valor de la actividad añadida por la presencia de ^{210}Pb en la disolución utilizada para adicionar ^{226}Ra en los filtros. El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{210}Pb fue de 18, obteniendo 10 resultados satisfactorios (55,6%) y 7 resultados no satisfactorios (38,9%). El número de laboratorios que reportaron más de un resultado fue de 7 (39%). El 83,3 % de los laboratorios utilizaron el filtro entero. El rango de los tiempos de medida fue de 81329 s y el rango fue de 55868 s y 165600 s. El laboratorio 19 sólo entregó el LID. El LID obtenido por los laboratorios varió entre 0,03 y 4,84 Bq Filtro⁻¹ oscilando la relación entre la concentración de actividad y el LID entre 1,0 y 96,6. El laboratorio 18 tuvo un LID muy cercano a la concentración de actividad que quedó reflejado en el valor de 1,0 de la relación Act/LID. En la Figura 13 se presentan los métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{210}Pb . El número de laboratorios que realizó la medida por espectrometría gamma fue de 17 (94,4%) y 1 laboratorio determinó la concentración de actividad del ^{210}Pb mediante radioquímica (5,6%). Sin embargo, los 18 laboratorios realizaron la determinación mediante espectrometría gamma utilizando los detectores que muestra la gráfica de la Figura 13.

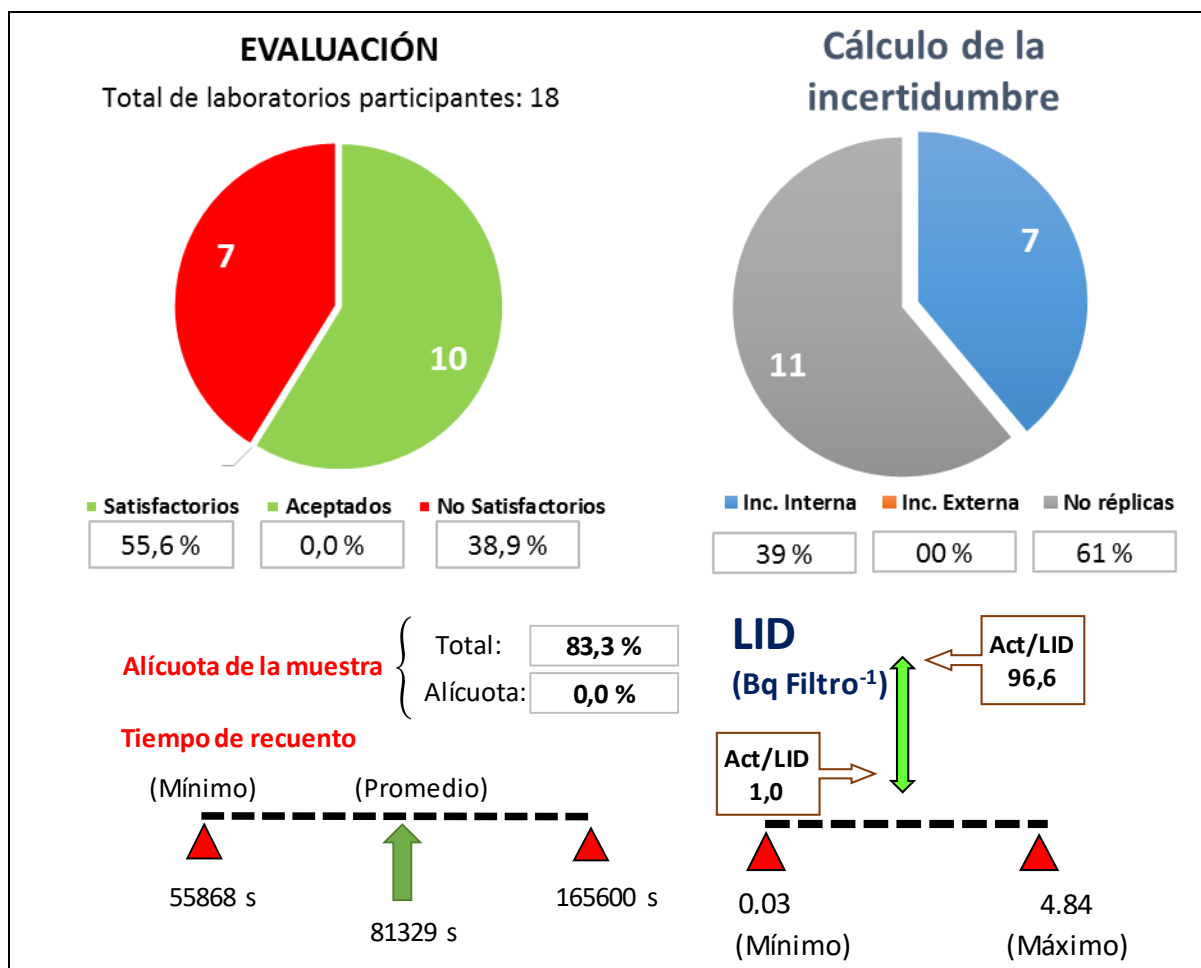


Figura 12. Evaluación de la determinación del ^{210}Pb en el filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.

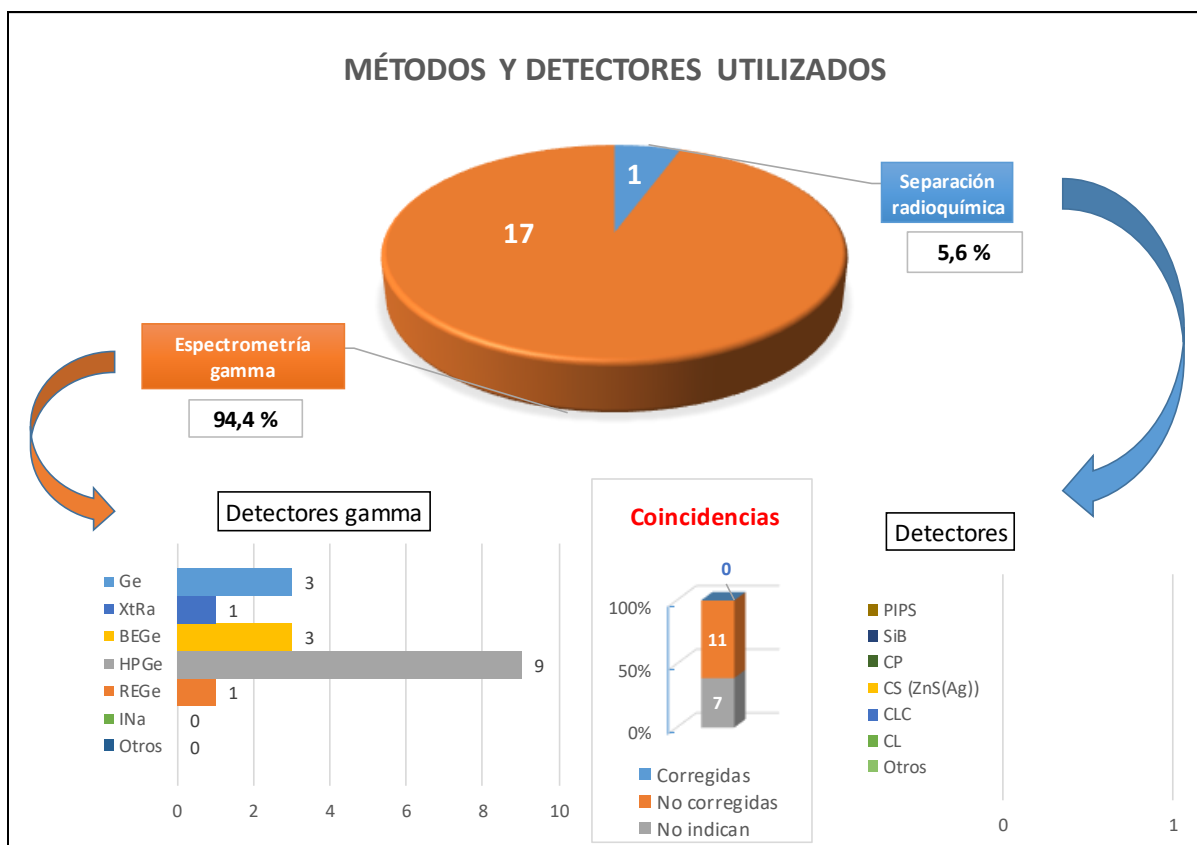


Figura 13. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{210}Pb en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

En la Figura 14 se presentan los parámetros estadísticos y las representaciones gráficas que describen la distribución de los resultados de la concentración de actividad del ^{210}Pb . La media aritmética y la mediana son diferentes observándose un sesgo hacia la derecha (asimetría positiva) como pone de manifiesto la dispersión de los cuartiles 3 y 4 del gráfico de caja y bigotes. La distribución es platicúrtica debido a la variabilidad observada (42,41%). Sin embargo, la distribución se puede considerar normal ya que los valores de curtosis y sesgos estandarizados fueron menores de 2. El dendograma muestra como el resultado de concentración de actividad dado por el laboratorio 1 fue superior al resto. Asimismo, las concentraciones de actividad dadas por el laboratorio 7 y 18 fueron diferentes a los restantes laboratorios. La gráfica de densidad suavizada muestra como los resultados están distribuidos siguiendo una distribución normal.

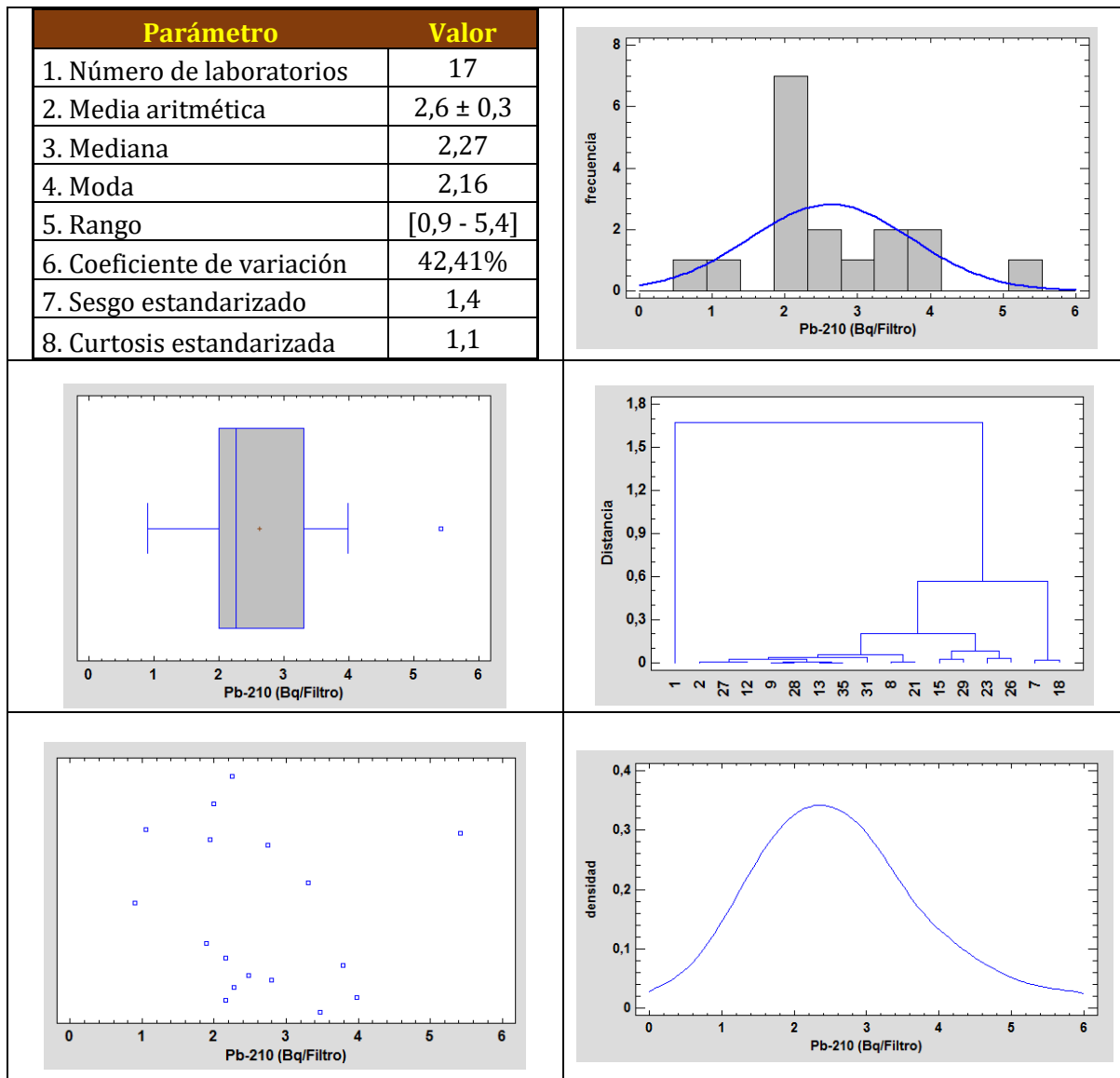


Figura 14. Parámetros estadísticos obtenidos para el análisis estadístico de los resultados del ^{210}Pb en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

La diferencia entre la concentración de actividad añadida y la medida de los valores de referencia alcanzó un valor del 45,51% que fue muy elevada. La diferencia fue causada por la presencia de ^{210}Pb contenido en la disolución de ^{226}Ra ya que transcurrió el tiempo necesario para que el crecimiento del ^{210}Pb fuera significativo.

12.4. ^{226}Ra

El número de laboratorios que entregaron resultados de la concentración de actividad del ^{226}Ra fue 16 (Figura 15). Los laboratorios con una evaluación satisfactoria fue de 4 (25,0%) mientras que los obtuvieron una evaluación no satisfactoria fue de 11 (68,8%). Los laboratorios que realizaron más de una determinación fue 5 (31%). El 75% de los laboratorios reportó el uso de

todo el filtro. Por otra parte, el rango de tiempos de medida osciló entre 55868 s y 165600 s, siendo el tiempo de medida medio de 85558 s. Los límites de detección variaron entre 0,05 y 2,08 Bq Filtro⁻¹ y la relación entre la concentración de actividad y el LID varió entre 1,4 y 12,8. Esta relación reflejó como la concentración de actividad reportada por muchos de los laboratorios estaban próximas al LID por lo que la incertidumbre de sus medidas es mayor. El laboratorio 28 reportó únicamente el LID.

Los 16 laboratorios utilizaron la espectrometría gamma para determinar la concentración de actividad del ²²⁶Ra, de los cuales, 8 lo hicieron “esperando” a alcanzar el equilibrio secular, 4 resolviendo el fotopico de 186 keV y los restante 3 mediante espectrometría gamma. Los 8 laboratorios que indicaron la medida esperando al equilibrio secular entre el ²²⁶Ra y sus descendientes gamma de vida corta no realizaron dicha determinación ya que el tiempo de 72 horas impide alcanzarlo, al ser necesario esperar un mínimo de 21 días para que el 99% de dichos descendientes alcanzasen la actividad de la madre. En la Figura 16 se presentan los resultados de los laboratorios para la concentración de actividad del ²²⁶Ra. Los resultados que se obtuvieron mediante la resolución del fotopico de 186 keV se han rodeado con una línea de puntos rojos. El resto de resultados son los realizados mediante el falso equilibrio secular comentado anteriormente. Estos resultados están por debajo de los obtenidos por resolución del fotopico de 186 keV, lo que pone de manifiesto que no se alcanzó el equilibrio secular. Por esta razón, la evaluación de la concentración de actividad del ²²⁶Ra se realizó a partir de la actividad añadida.

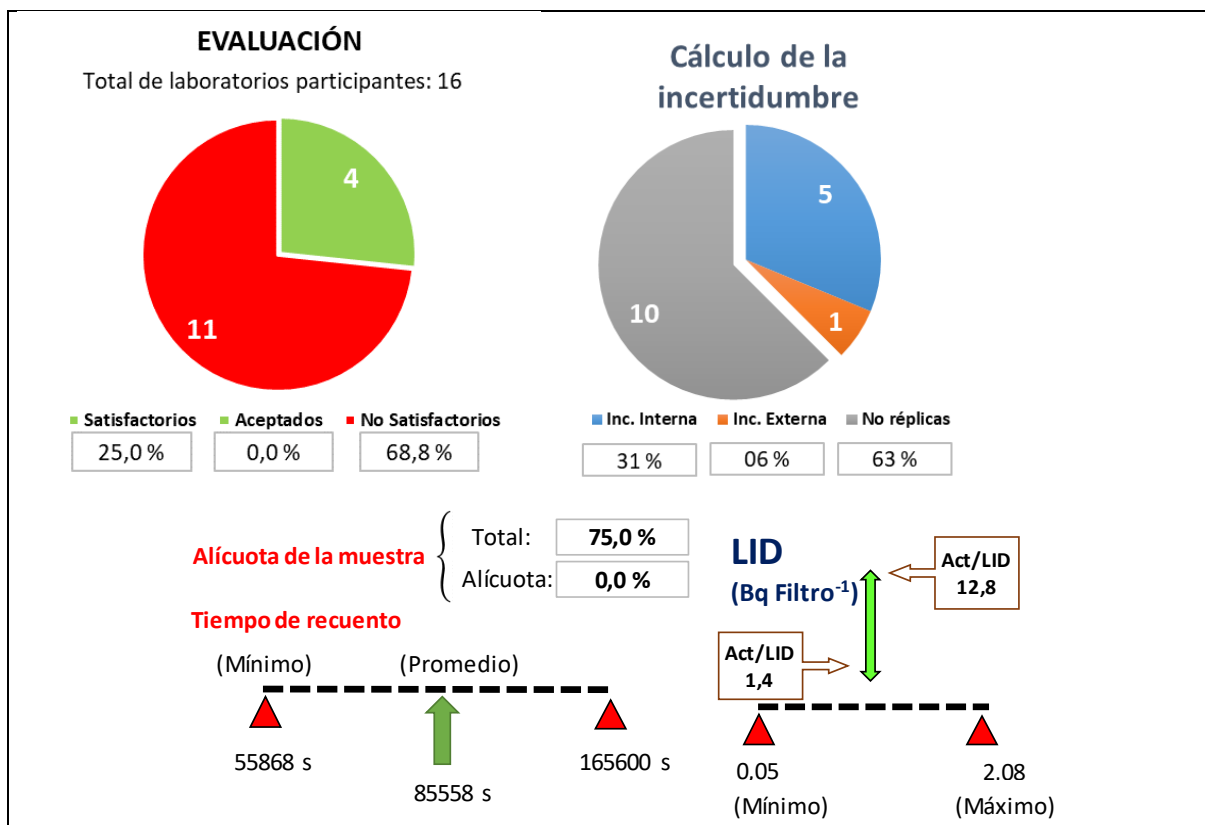


Figura 15. Evaluación de la determinación del ²²⁶Ra para el filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.

La Figura 17 muestra el esquema de los métodos y resultados utilizados por los diferentes laboratorios. Los 16 laboratorios realizaron las determinaciones empleando la técnica de espectrometría gamma sin realizar ninguno de ellos la corrección por suma de coincidencias.

La Figura 18 muestra los resultados numéricos y gráficos del estudio estadístico de los resultados de la concentración de actividad del ^{226}Ra . Los resultados indican una distribución bimodal que es debida a la diferencia en la determinación mediante el fotopico de 186 keV y mediante el equilibrio secular. El dendograma muestra como los laboratorios 2, 7, 20 y 21, que son los que utilizaron el fotopico de 186 keV, eran diferentes al resto. Esta observación se repite en el gráfico de densidad suavizada y en el de dispersión de los resultados. La distribución, aunque es mesocúrtica según el valor de la curtosis y la gráfica de frecuencias (histograma), tiene una asimetría positiva tal y como muestra la gráfica de caja y bigotes y el valor obtenido para el sesgo estandarizado.

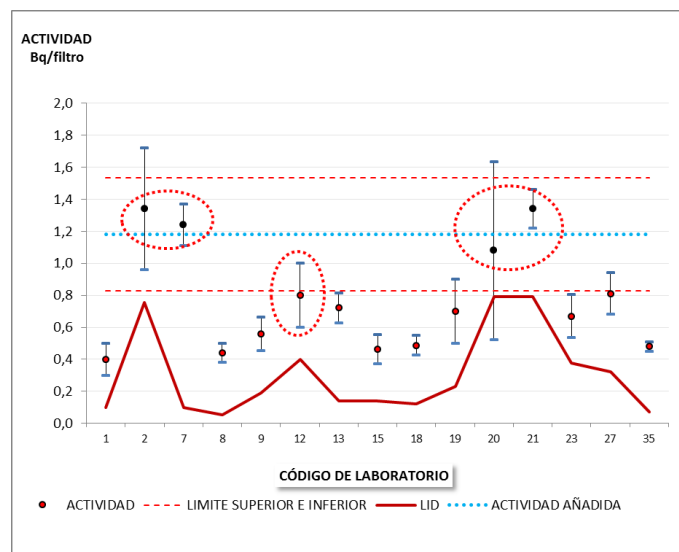


Figura 16. Resultados obtenidos por los diferentes laboratorios en la concentración de actividad del ^{226}Ra .

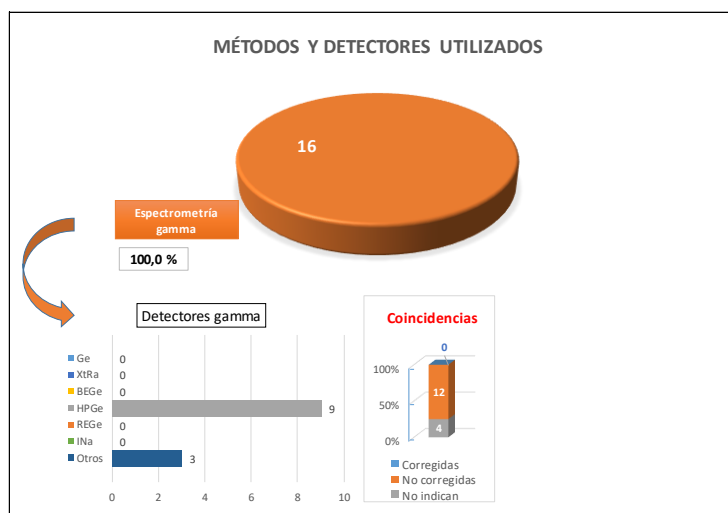


Figura 17. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{226}Ra en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

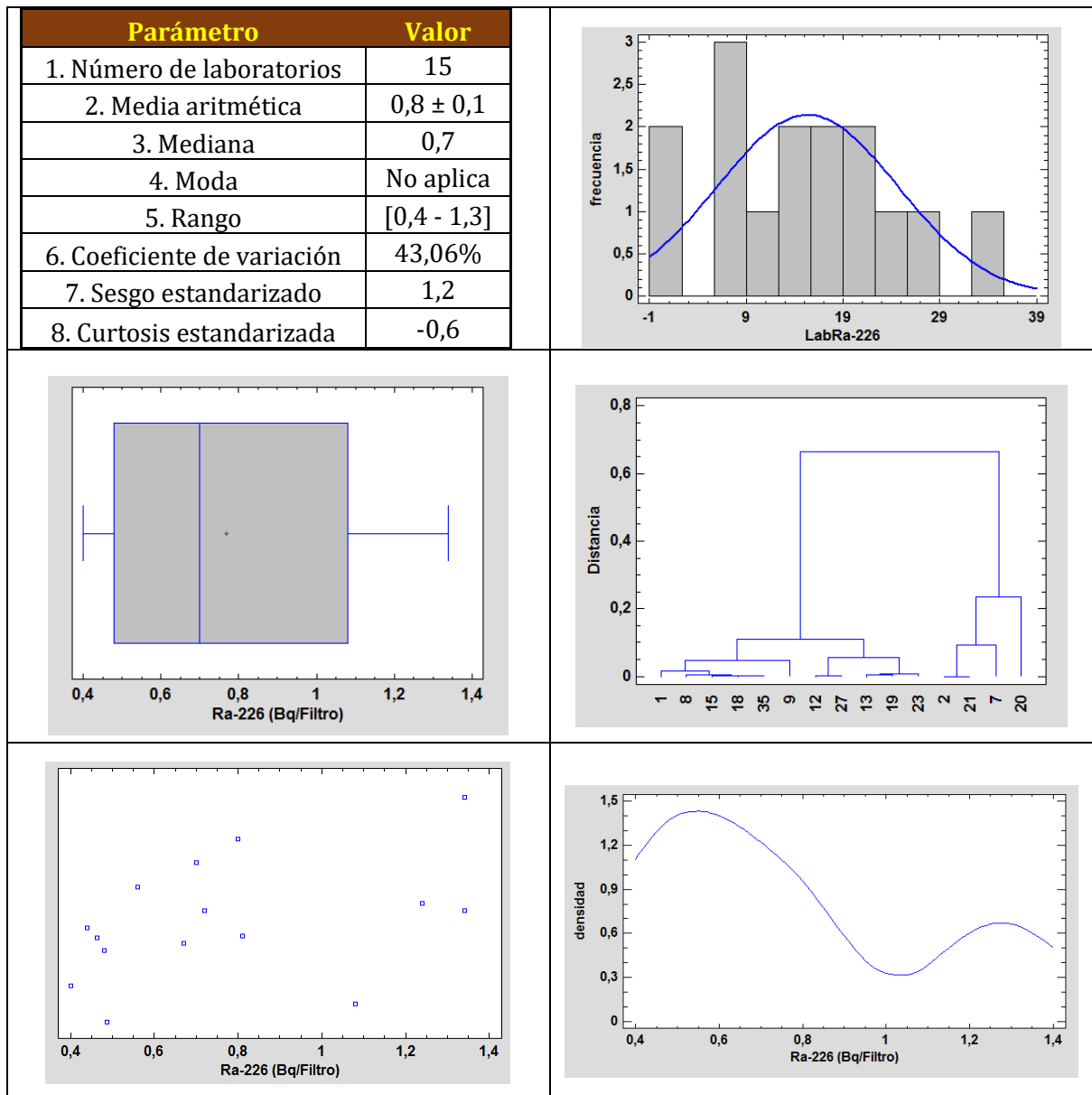


Figura 18. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{226}Ra para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

12.5. ^{54}Mn

El número de laboratorios que participaron en la determinación del ^{54}Mn fue de 23 (Figura 19). El número de laboratorios con una evaluación satisfactoria fue de 22 (95,7%) y no satisfactoria fue de 1 (4,3%). Los laboratorios que realizaron varias réplicas fueron 7: 6 utilizaron la incertidumbre interna y 1 la externa. El 82,6% de los laboratorios indicaron que utilizaron todo el filtro. El tiempo de media medio fue de 80708 s. Los LID oscilaron entre 0,01 y 0,18 Bq Filtro⁻¹ con una relación entre la concentración de actividad y LID que varió entre 6,5 y 88,9.

La totalidad de los laboratorios utilizaron la espectrometría gamma con los detectores que se muestran en la Figura 20. La corrección por suma de coincidencias fue realizada por 2 laboratorios.

La distribución de las concentraciones de actividad fue platicúrtica por los valores extremos reportados por el laboratorio 21, cuya diferencia fue significativa respecto a los restantes laboratorios, como muestra el dendograma. Los valores tanto del laboratorio 21 como del laboratorio 13 provocaron un sesgo positivo de la distribución, así como una marcada asimetría, resultando unos valores de sesgo y curtosis estandarizada elevadas (Figura 21).

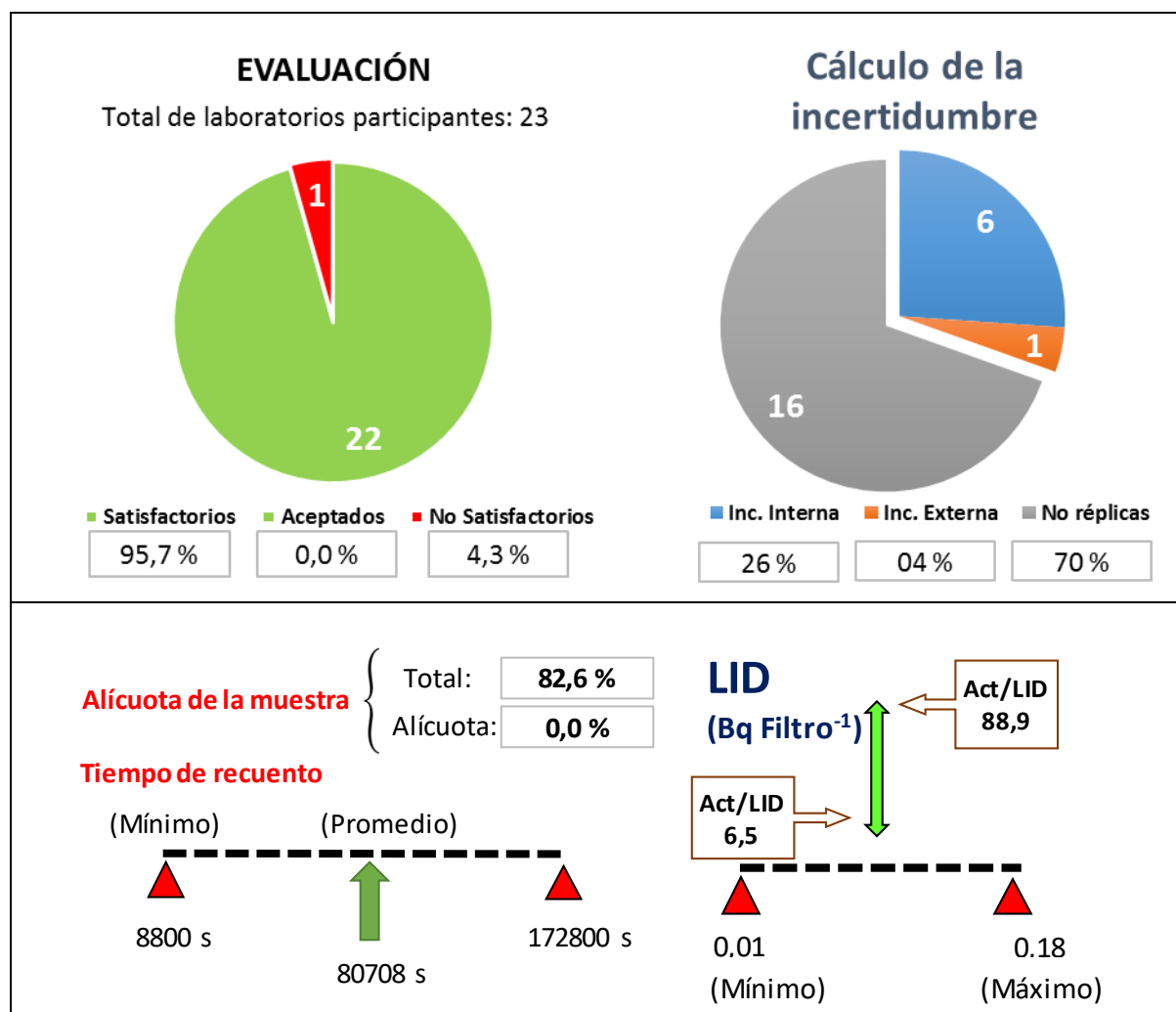


Figura 19. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ⁵⁴Mn del filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.

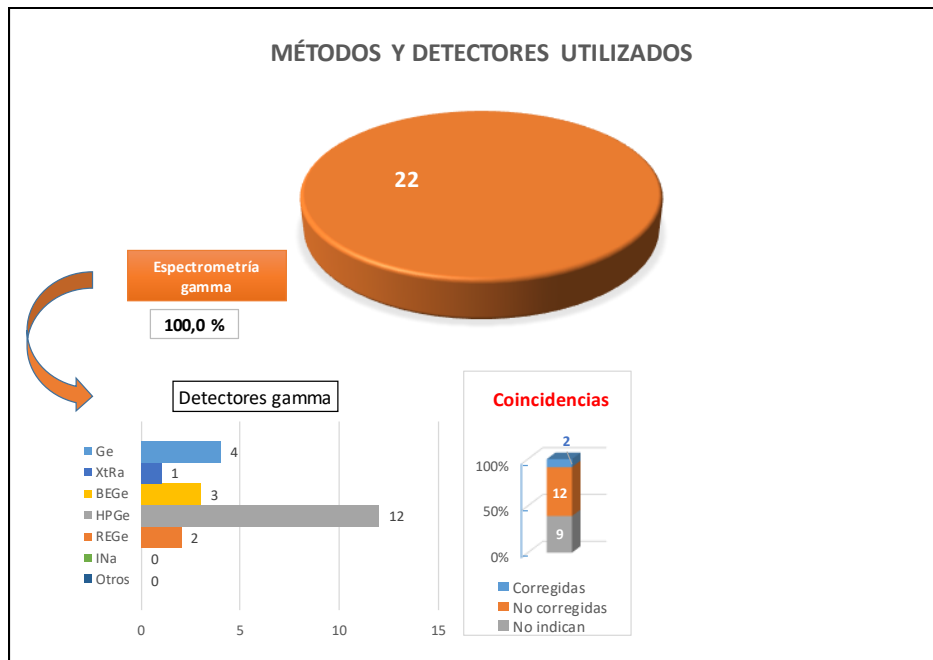


Figura 20. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{54}Mn en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

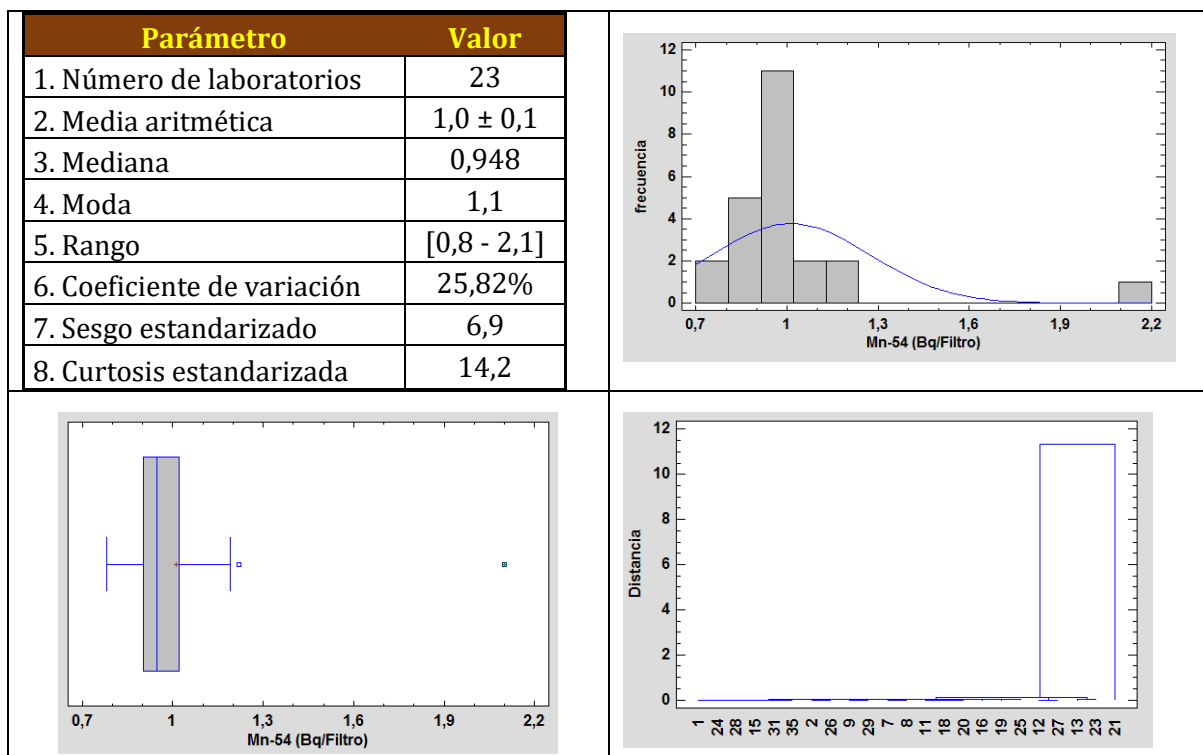


Figura 21. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{54}Mn para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

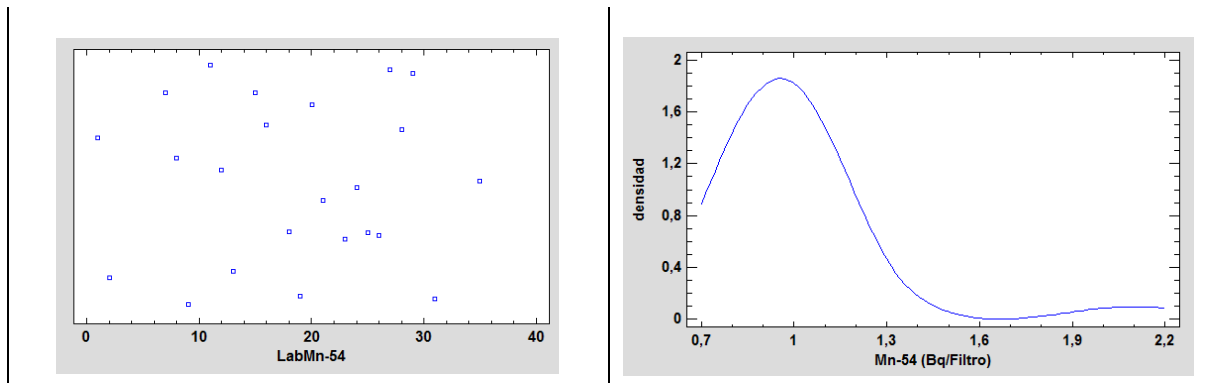


Figura 21 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{54}Mn para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

12.6. ^{65}Zn

La Figura 22 muestra la evaluación de los 23 laboratorios que reportaron resultados de ^{65}Zn . El número de laboratorios que obtuvieron una evaluación satisfactoria fue de 20 (87,0%) y una evaluación no satisfactoria 3 (13,0%). Los laboratorios que realizaron varias determinaciones fueron 7, utilizando 6 la incertidumbre externa y 1 la interna. El 82,6% de los laboratorios indicaron el uso de todo el filtro. El tiempo de medida promedio fue de 80708 s.

El LID osciló entre 0,01 y 0,34 Bq Filtro⁻¹ siendo el rango de la relación entre la concentración de actividad y el LID entre 2,7 y 95,5.

Los 22 laboratorios utilizaron como técnica de medida la espectrometría gamma utilizando los detectores que muestra la Figura 23. La corrección por suma de coincidencias fue realizada por 2 laboratorios.

La distribución de las concentraciones de actividad del ^{65}Zn tuvo una asimetría acusada debido a los resultados reportados por los laboratorios 21 y 25 junto con el 29 (Figura 24). La gráfica de caja y bigotes muestra como los laboratorios 25 y 29 están por encima de 1,5 veces el rango intercuartílico y el laboratorio 21 3 veces por encima. La gráfica de dispersión muestra que el resto de valores están agrupados como también se refleja en la anchura de los cuartiles 2 y 3 del gráfico de caja y bigotes. Esta sería la razón de que aparentemente tanto la densidad suavizada como la frecuencia muestren una distribución mesocúrtica.

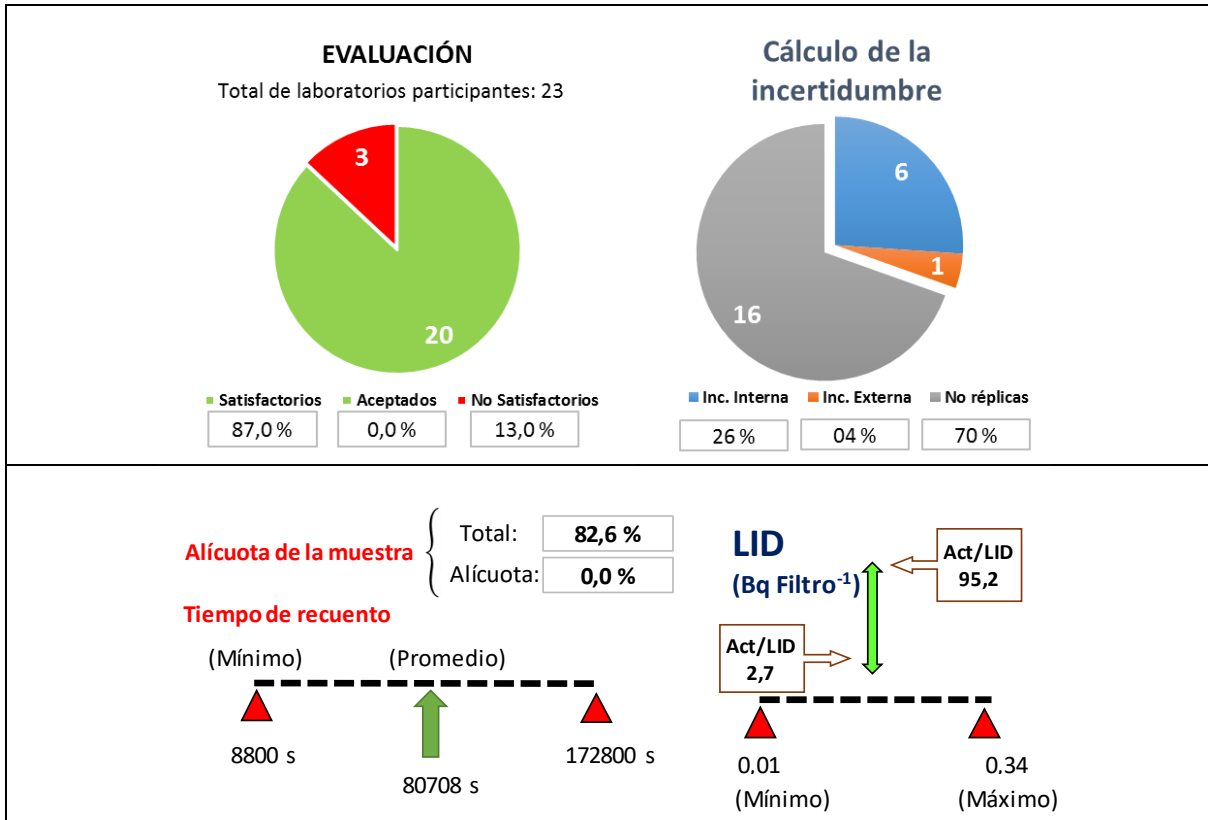


Figura 22. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ⁶⁵Zn del filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.



Figura 23. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ⁵⁴Mn en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

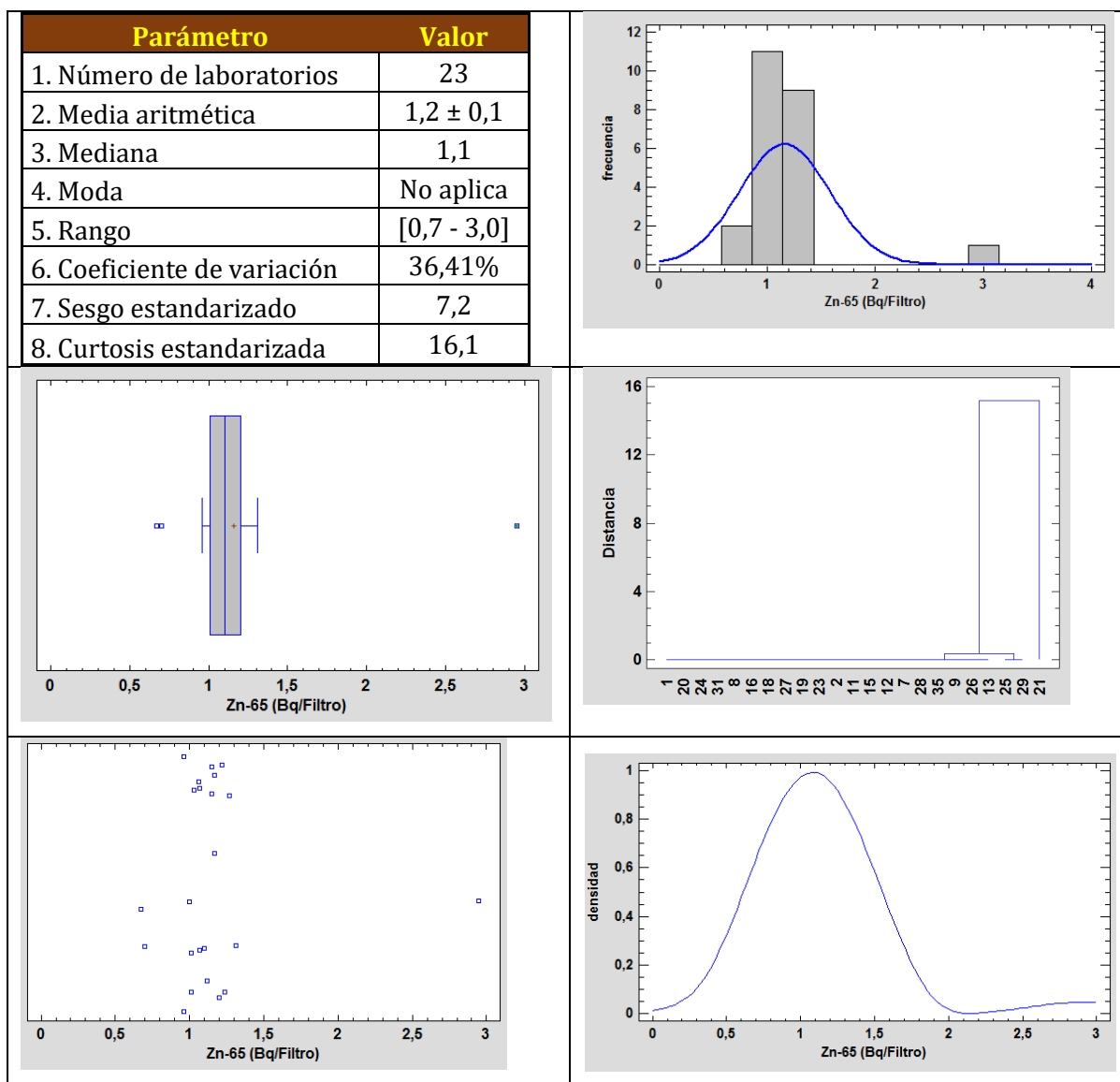


Figura 24. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{65}Zn para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

12.7. ^{106}Ru

El número de laboratorios que participaron en el análisis del ^{106}Ru fue de 19 consiguiendo una evaluación satisfactoria 17 laboratorios (89,5%) y 2 no satisfactoria (10,5%) (Figura 25). Los laboratorios que realizaron más de un análisis fueron 6 (31%). El tiempo medio de recuento fue de 82968 s. El rango de LID varió entre 0,03 y 1,70 Bq Filtro⁻¹ y la relación entre la concentración de actividad y LID osciló entre 1,90 y 101,7.

Los 18 laboratorios emplearon la espectrometría gamma como técnica de medida, utilizando los tipos de detectores que se muestran en la Figura 26. Las correcciones por suma de coincidencias fueron realizadas por 5 laboratorios.

La distribución de las concentraciones de actividad fue asimétrica y platicúrtica debido a los resultados que estuvieron por debajo de 1,5 veces el rango intercuartílico (Figura 27). Sin embargo, la dispersión de los restantes valores fue baja por lo mostrado en la gráfica de dispersión y en la achura de los cuartiles 2 y 3 de la gráfica de caja y bigotes.

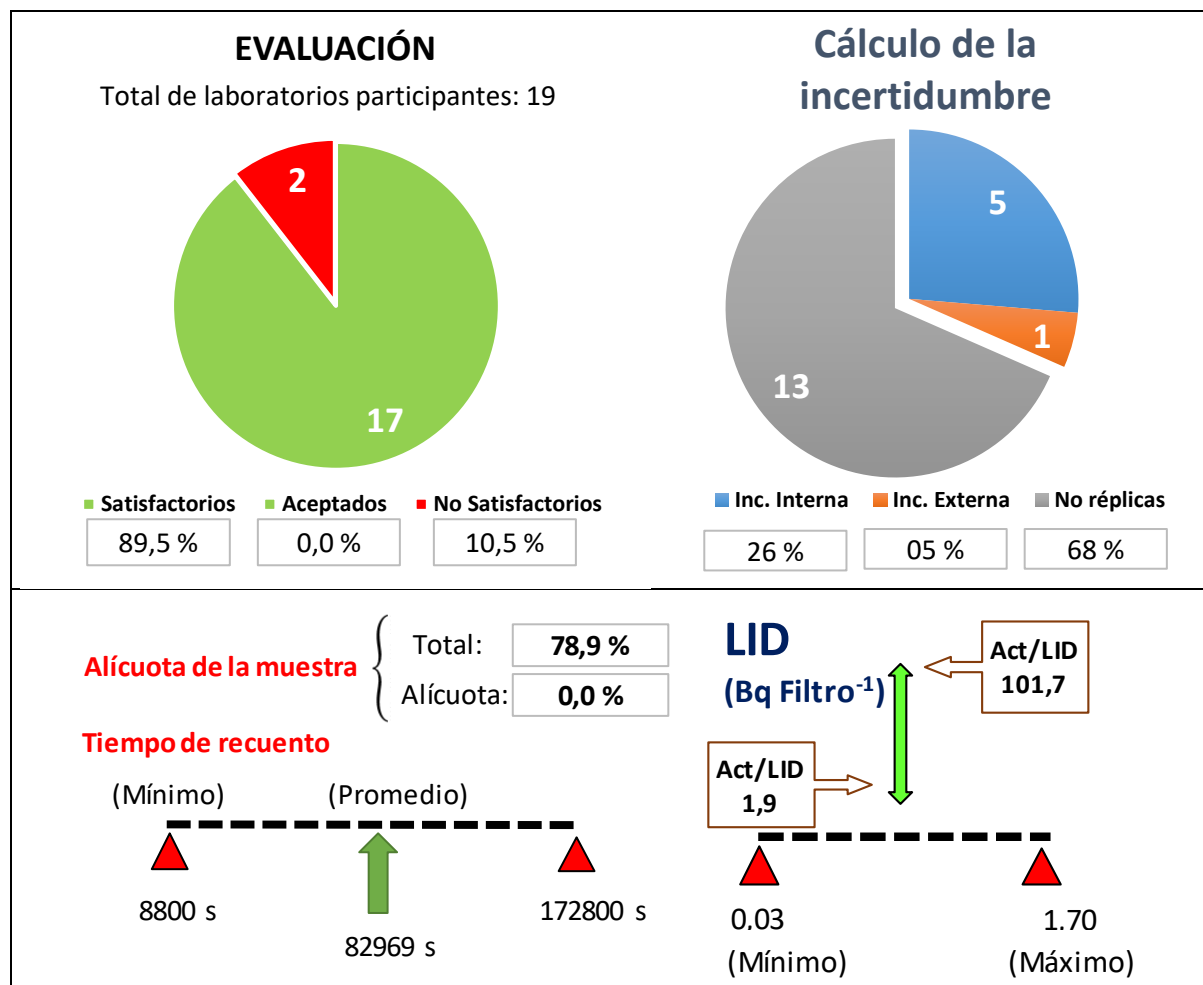


Figura 25. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ¹⁰⁶Ru del filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.

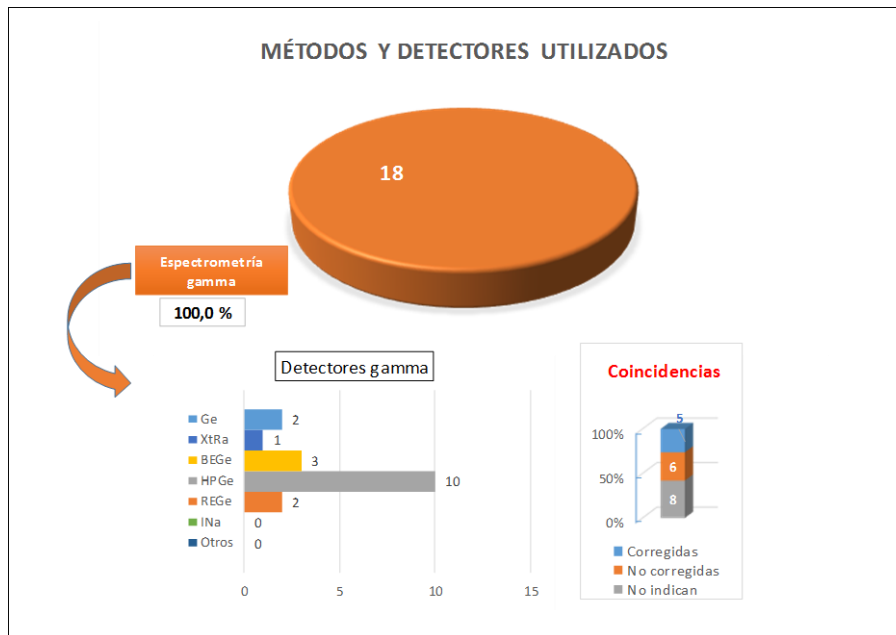


Figura 26. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{106}Ru en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

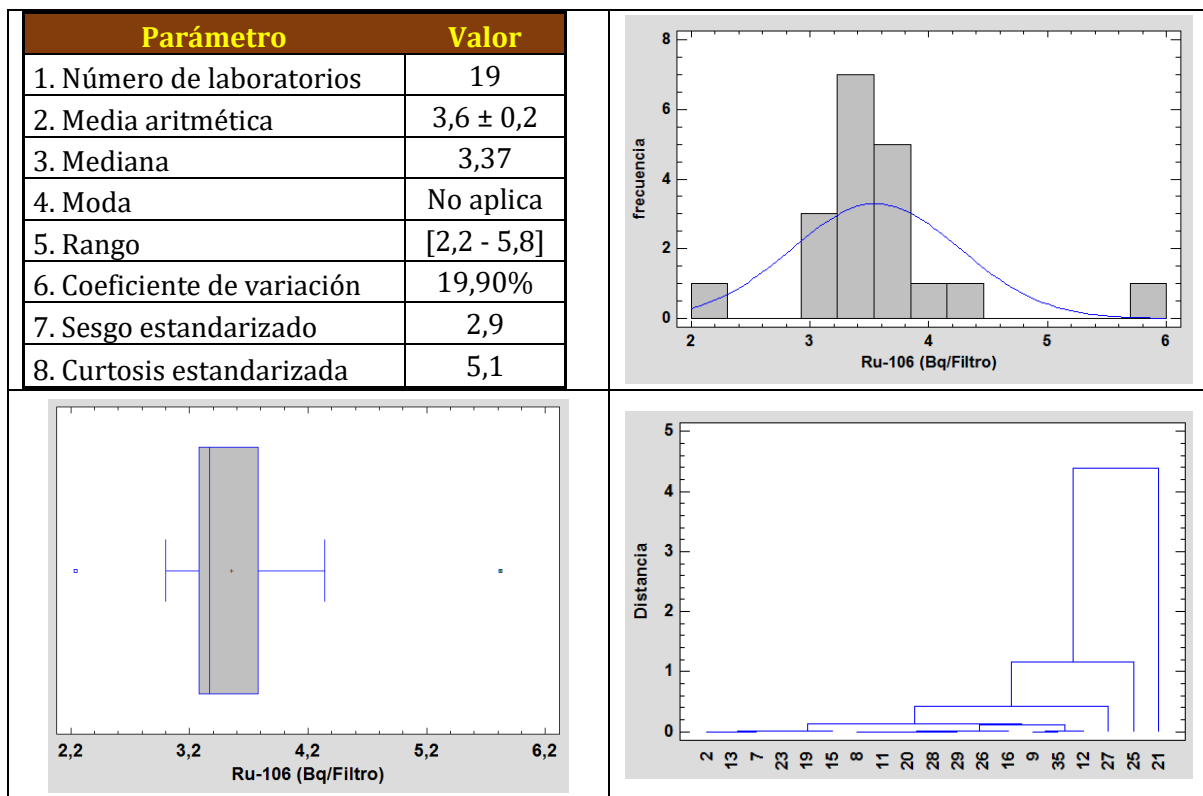


Figura 27. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{226}Ra para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

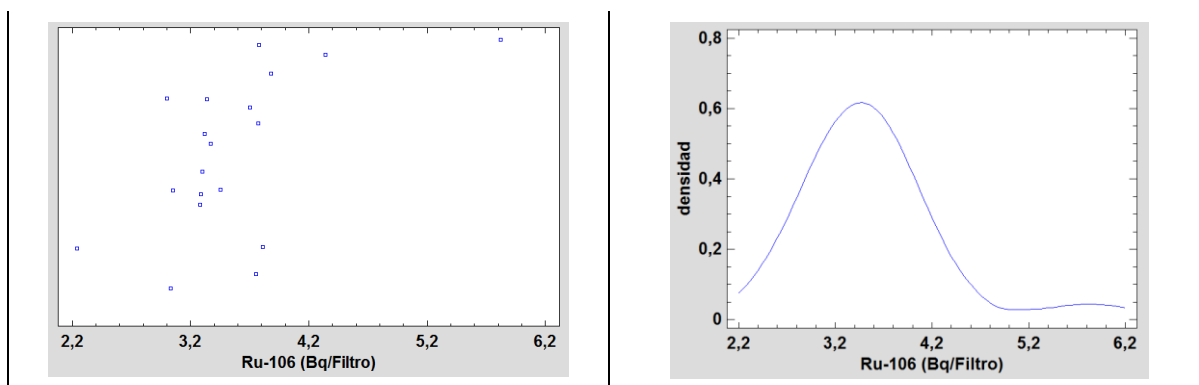


Figura 27 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{226}Ra para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

12.8. ^{60}Co

La evaluación de los 23 laboratorios que reportaron resultados de la concentración de actividad del ^{60}Co fue satisfactoria para 22 laboratorios (65,7%) y no satisfactoria para 1 laboratorio (4,3%) (Figura 28). Un total de 8 laboratorios realizaron varios análisis. El 82,6% de los laboratorios informaron de que utilizaron el filtro completo. Los LID oscilaron entre el 0,01 y 0,15 Bq Filtro⁻¹ con un rango de relaciones entre la concentración de actividad y LID entre 3,7 y 47,9. El tiempo de medida medio fue de 80756 s.

El número de laboratorios que emplearon espectrometría gamma fue de 22 utilizando los detectores que figuran en la Figura 29. El laboratorio 20 no informó que técnica de medida utilizó. Un total de 5 laboratorios realizó la corrección por suma de coincidencias.

La distribución de las concentraciones de actividad fue mesocúrtica según los valores de curtosis y sesgo estandarizados (Figura 30). La mediana está ligeramente a la izquierda de la media ya que, como muestra el gráfico de dispersión, la mayoría de los valores están agrupados entre 0,5 y 0,6 Bq Filtro⁻¹.

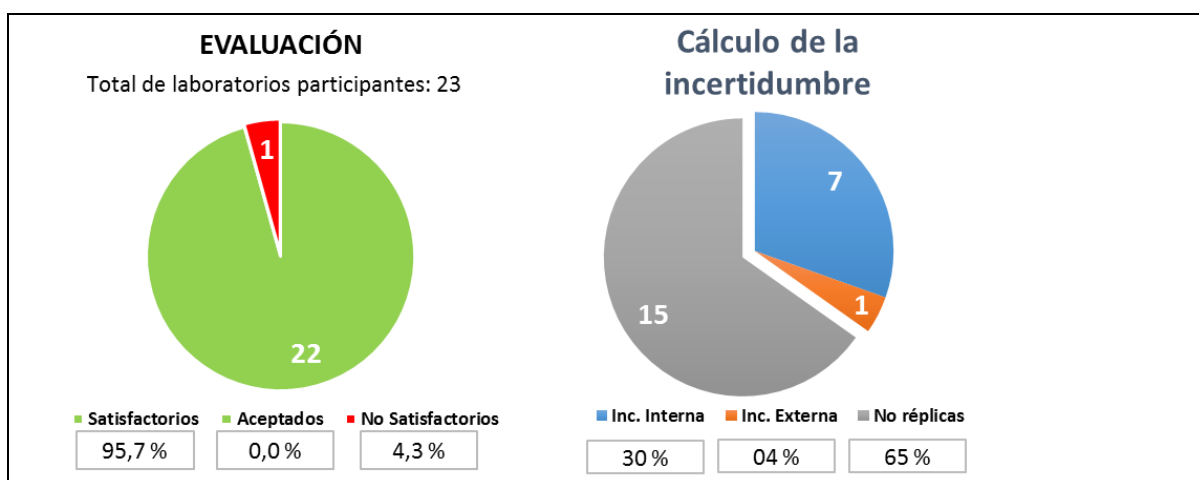


Figura 28. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{60}Co del filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.

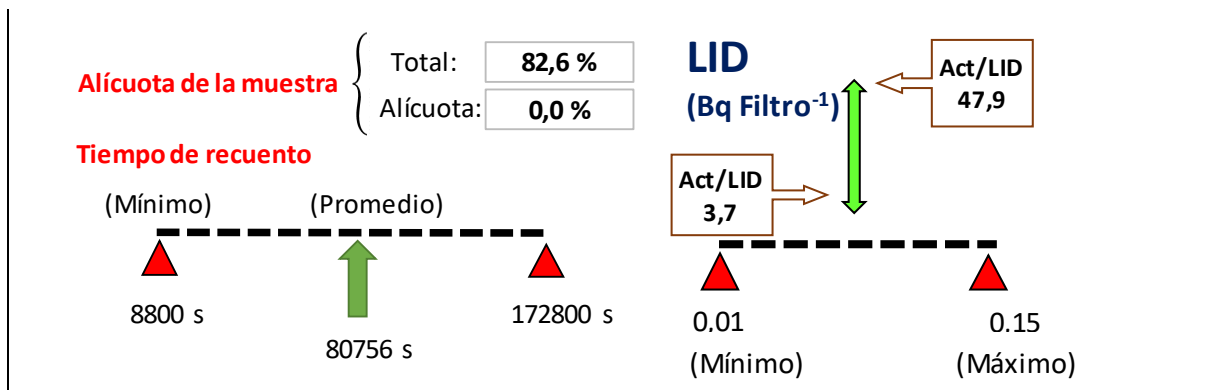


Figura 28 (cont.). Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ⁶⁰Co del filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.

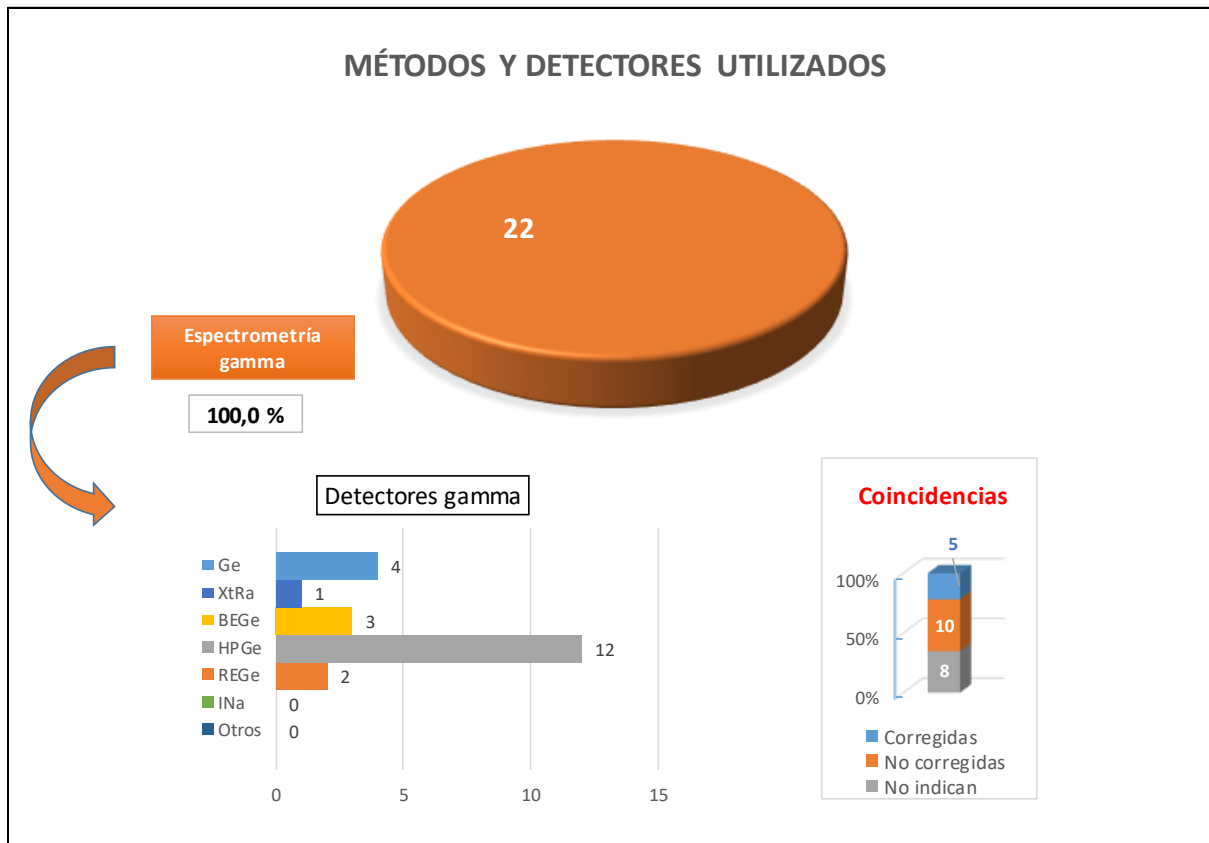


Figura 29. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ⁶⁰Co en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

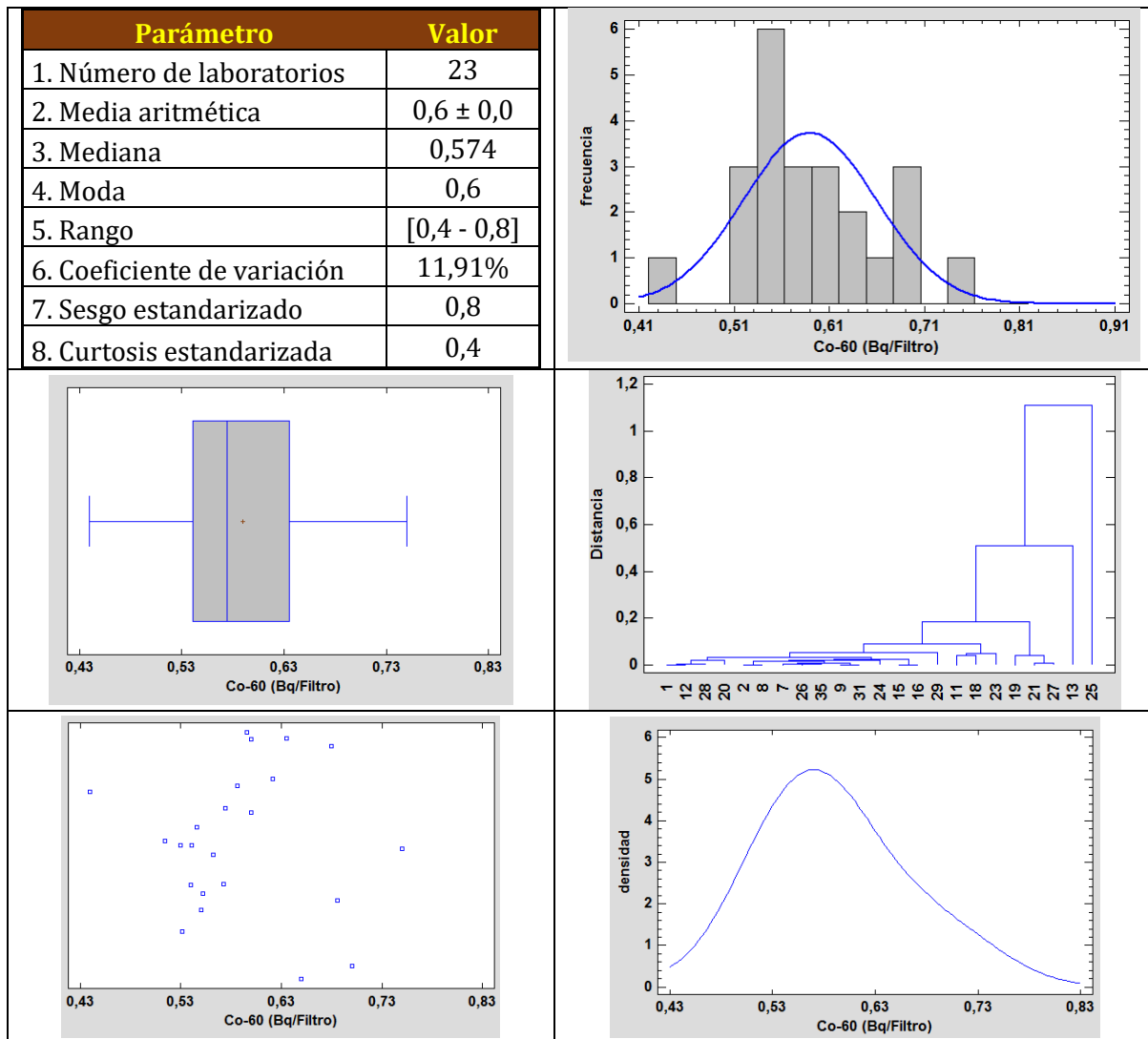


Figura 30. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{60}Co para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

12.9. ^{134}Cs

En la Figura 31 se presenta la evaluación de la concentración de actividad del ^{134}Cs . La evaluación fue satisfactoria para 22 laboratorios (95,7%) y no satisfactoria para 1 laboratorio (4,3%). Un total de 8 laboratorios realizaron varias determinaciones de la muestra. El 86,6% de los laboratorios indicaron que utilizaron todo el filtro para realizar el análisis de la muestra. El tiempo de medida medio fue de 80708 s. El rango de LID varió entre 0,01 y 0,20 Bq Filtro $^{-1}$ y la relación entre la concentración de actividad y el LID varió entre 2,7 y 59,4.

Los 22 laboratorios utilizaron como técnica de media la espectrometría gamma realizando 8 de ellos las correcciones por suma de coincidencias (Figura 32).

La distribución de concentraciones de actividad del ^{134}Cs tuvo una asimetría negativa indicada por el valor del sesgo relativo (Figura 33). Los valores con menor dispersión fueron los pertenecientes al tercer cuartil. Este sesgo también se reflejó en el gráfico de densidad suavizada, en la que se observa una asimetría negativa en los valores por debajo de la mediana debido a la mayor dispersión y al valor obtenido por el laboratorio 25.

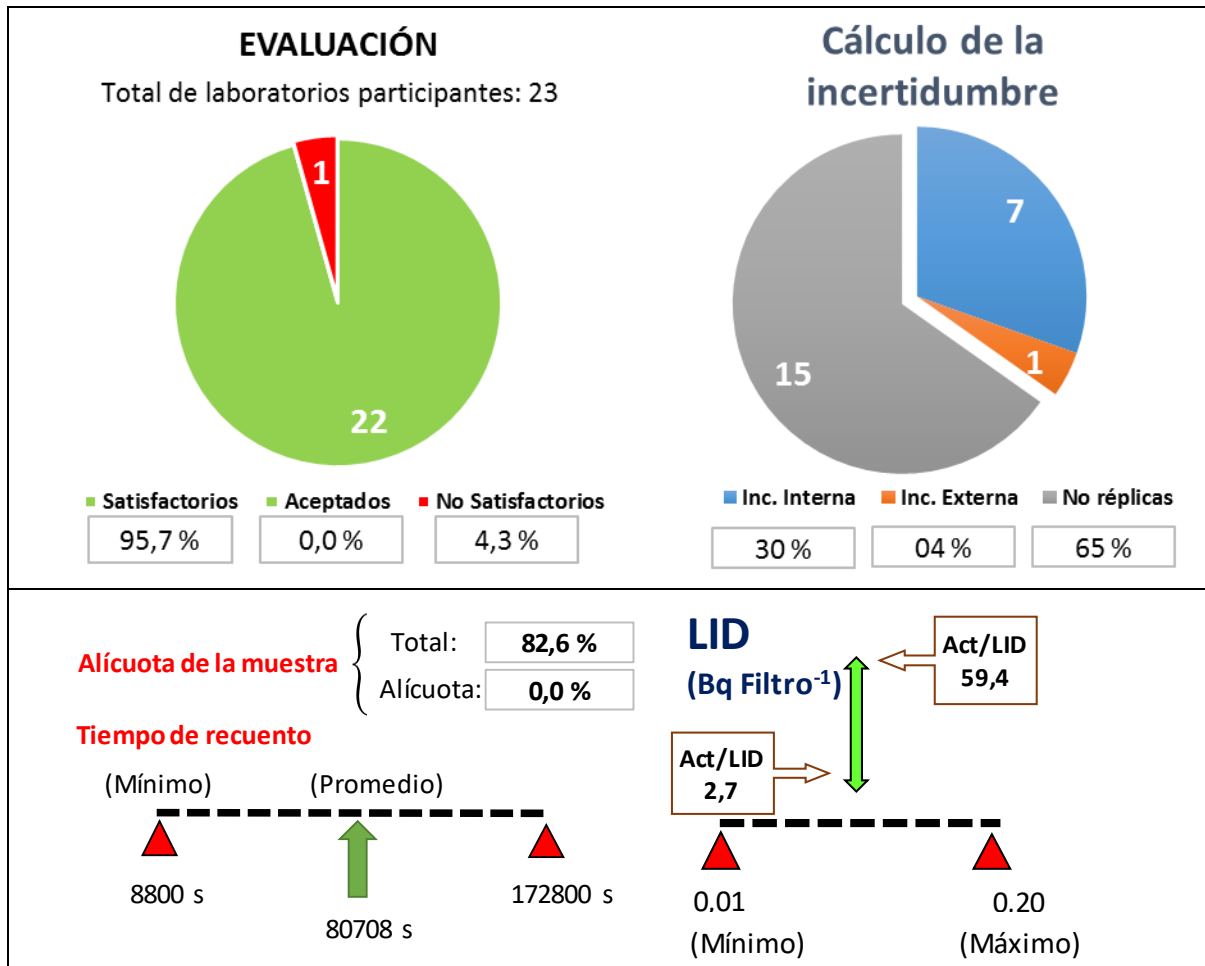


Figura 31. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{134}Cs del filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.



Figura 32. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{134}Cs en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

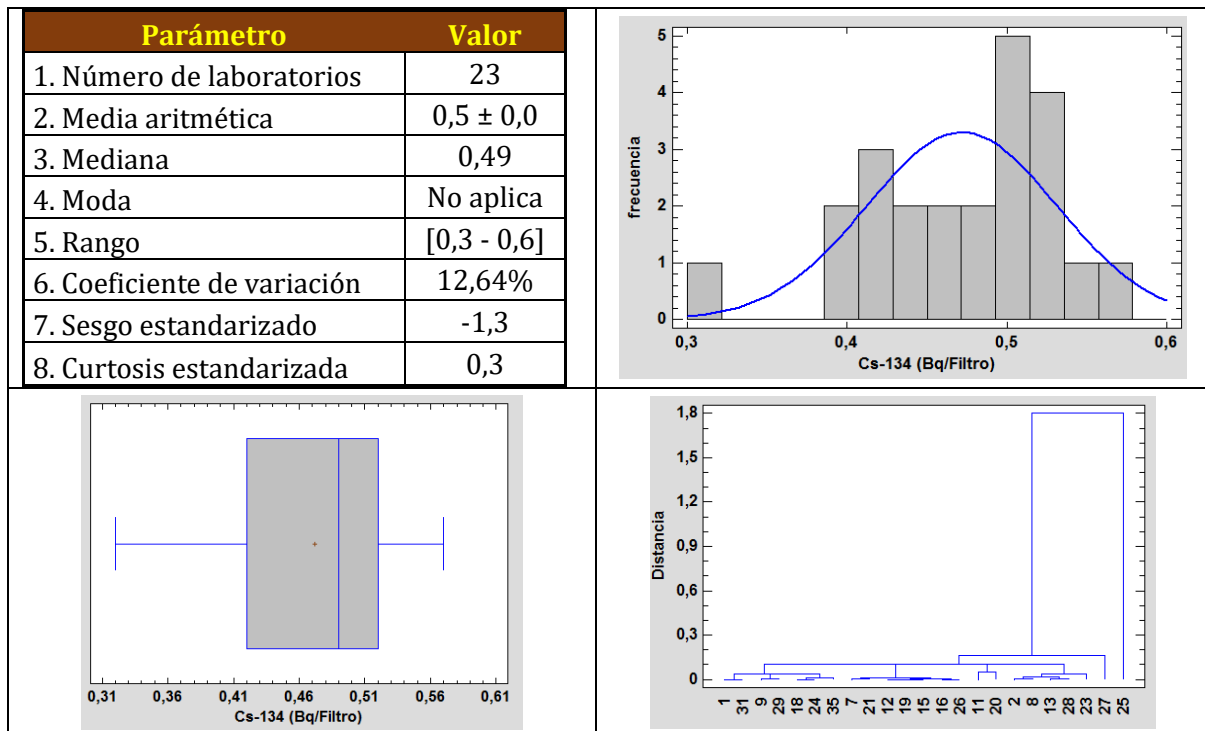


Figura 33. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{134}Cs para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

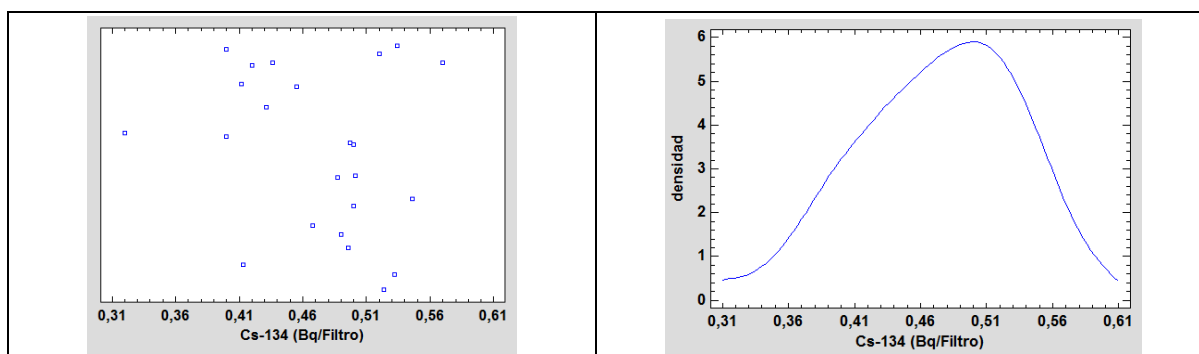


Figura 34. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{134}Cs para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

12.10. ^{137}Cs

La evaluación de la concentración de actividad del ^{137}Cs fue satisfactoria para 21 de los 23 laboratorios que reportaron resultados (91,3%) y no satisfactorios para 2 laboratorios (8,7%) (Figura 35). El 30% de los laboratorios realizaron más de una determinación. El 82,6% de los laboratorios indicaron que utilizaron el filtro completo. El tiempo de medida medio fue de 80708 s. Los LID oscilaron entre 0,01 y 0,21 Bq Filtro⁻¹ y estuvieron como mínimo 4,7 veces por debajo de la concentración de actividad.

Los 22 laboratorios utilizaron la espectrometría gamma como técnica de medida utilizando diferentes detectores Figura 36. Únicamente 1 laboratorio realizó la corrección por suma de coincidencias aunque en el ^{137}Cs no se produzcan.

El elevado valor de la curtosis estandarizada fue consecuencia de los valores de los laboratorios 32 (por encima de 1,5 veces el valor del rango intercuartílico) y 11 (es superior a 3 veces el valor del rango intercuartílico). La elevada variabilidad indicada por el coeficiente de variación, cuyo valor fue de 141,99%, fue consecuencia del resultado atípico reportado por el laboratorio 11 (véanse las diferentes gráficas de la Figura 37).

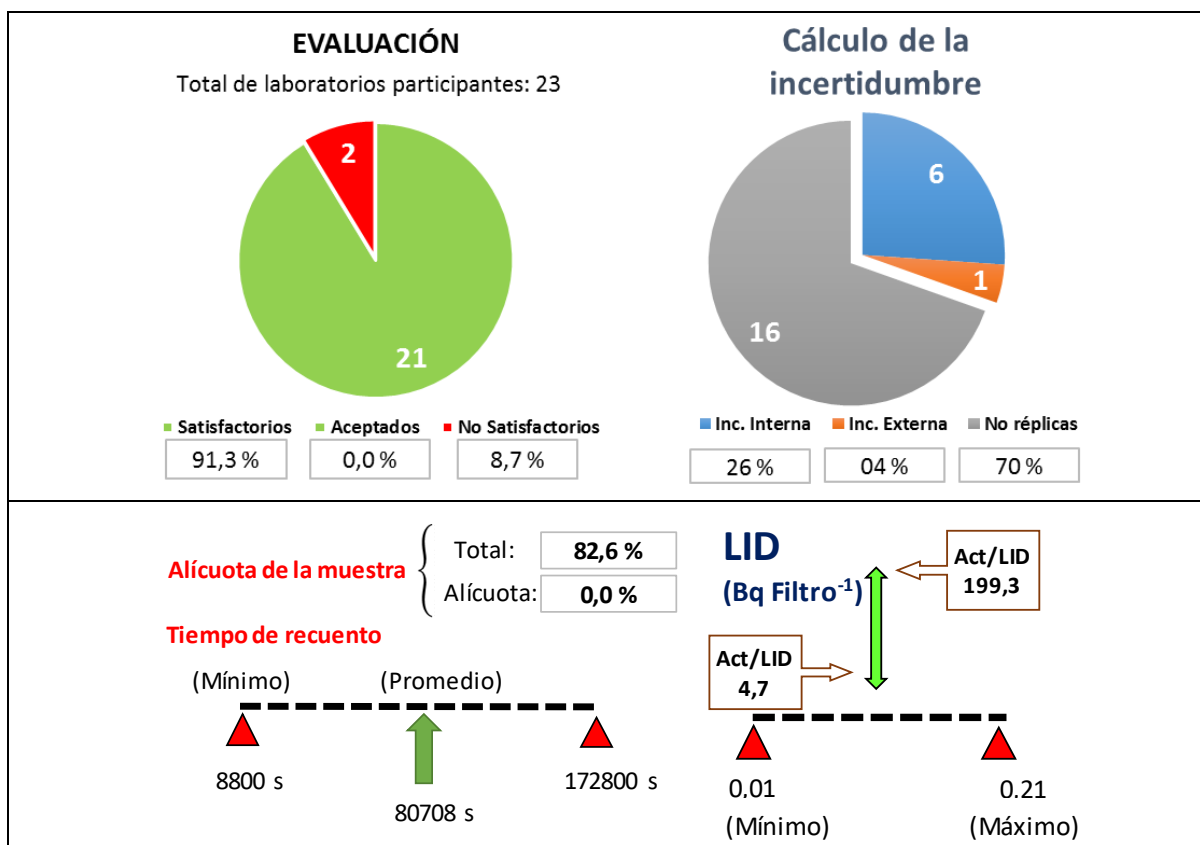


Figura 35. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ¹³⁷Cs del filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.

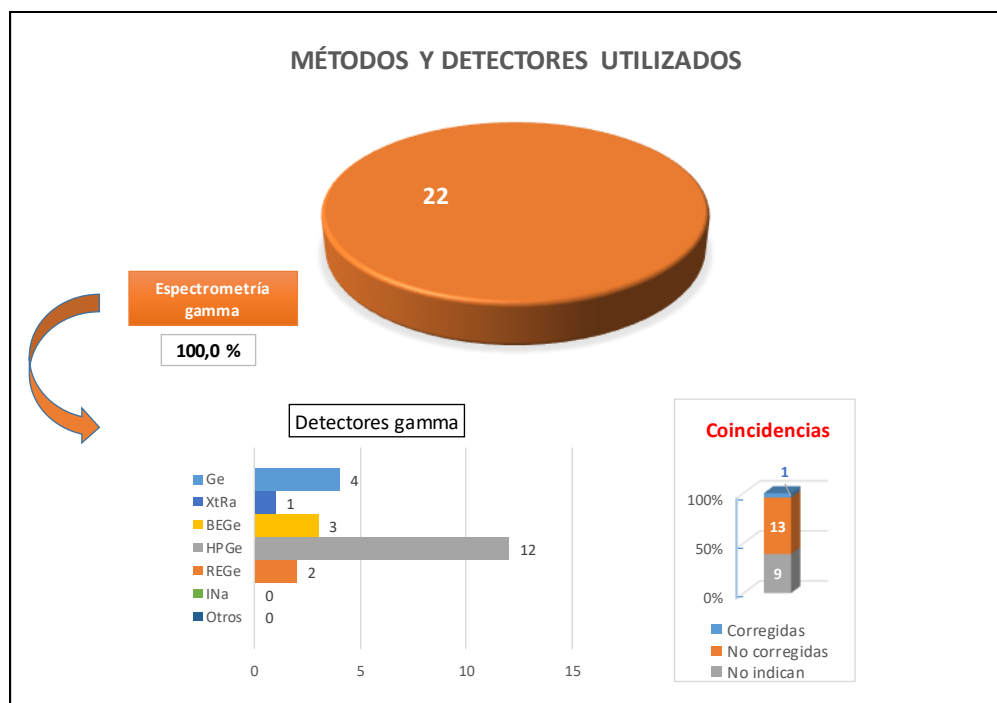


Figura 36. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ¹³⁷Cs en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

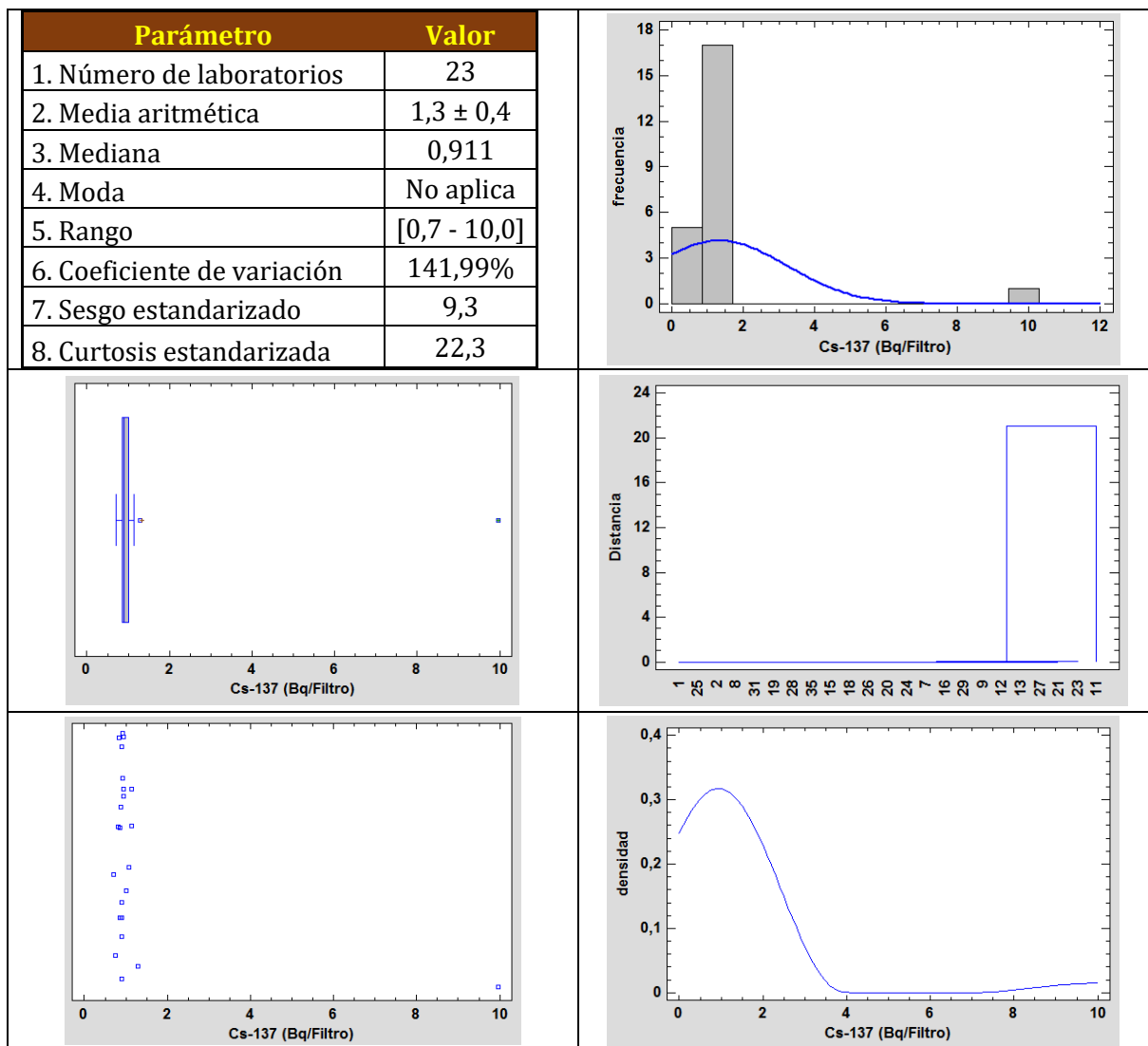


Figura 37. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{226}Ra para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

12.11. ^{241}Am

La participación de los laboratorios en la determinación de la concentración de actividad del ^{241}Am fue de 21, de los cuales 19 (90,5%) obtuvo una evaluación satisfactoria y 2 (9,5%) una evaluación no satisfactoria (Figura 38). El 34% de los laboratorios realizaron más de 1 determinación. El 81% de los laboratorios indicaron que utilizaron todo el filtro. El tiempo medio de medida fue de 77109 s. El rango del LID estuvo comprendido entre 0,01 y 0,34 Bq Filtro⁻¹. El laboratorio 19 tuvo un LID 1,5 veces inferior al valor de la concentración de actividad informada.

La técnica de medida mayoritaria fue la espectrometría gamma (Figura 39). El laboratorio 20 no indicó la técnica de media utilizada.

Aunque el valor de la curtosis reflejaba que la distribución era mesocúrtica, se observó una elevada dispersión de los resultados (Figura 40). Los resultados de los laboratorios 19 y 23 provocaron la asimetría positiva que se observa en el gráfico de densidad suavizada y en el dendograma.

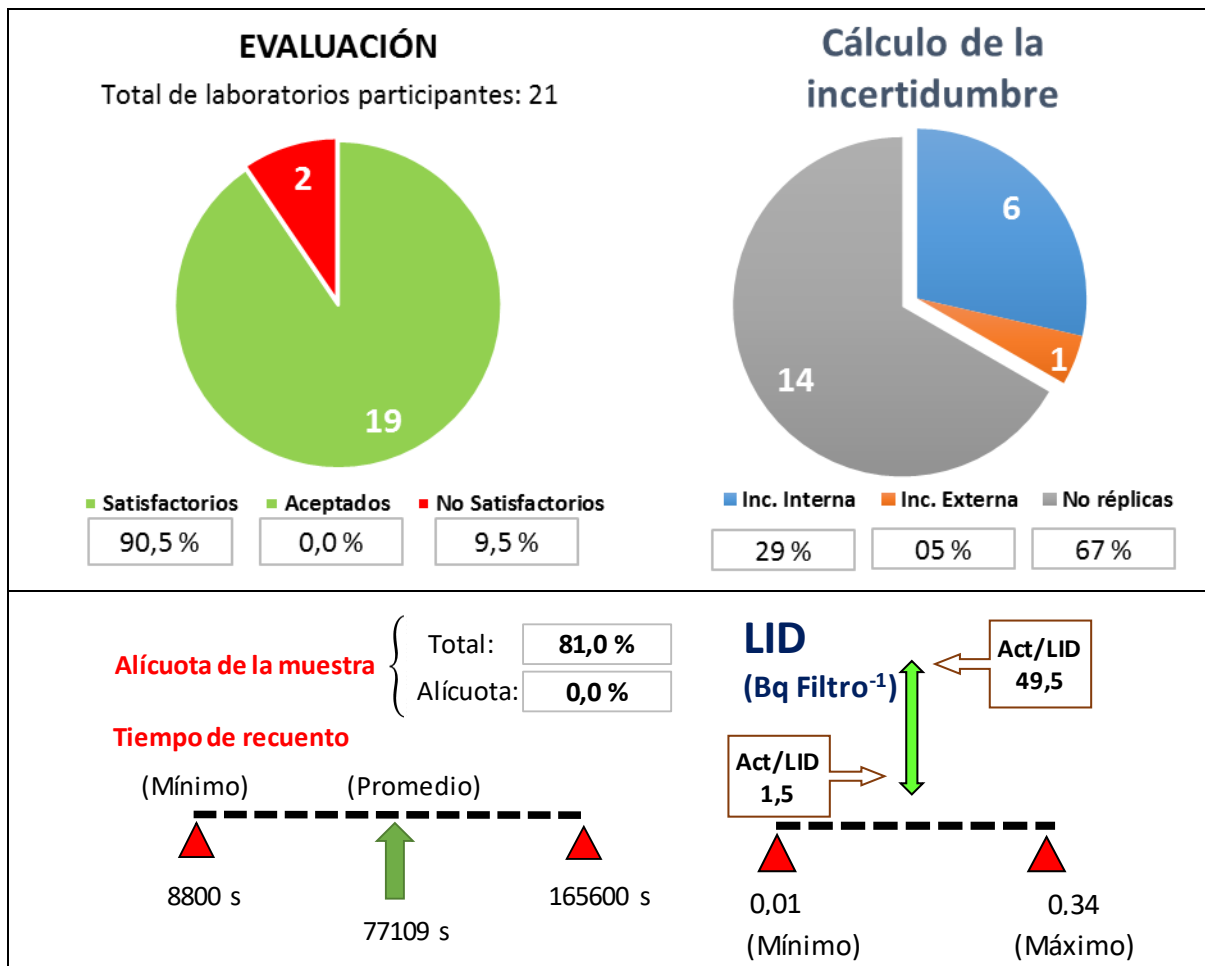


Figura 38. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{241}Am del filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.

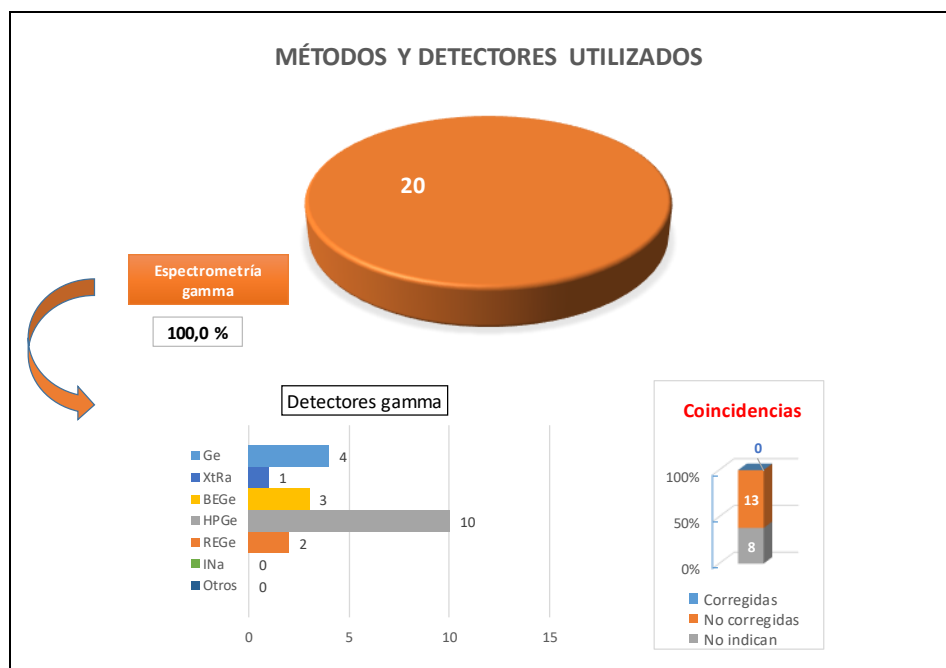


Figura 39. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{241}Am en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 72 horas.

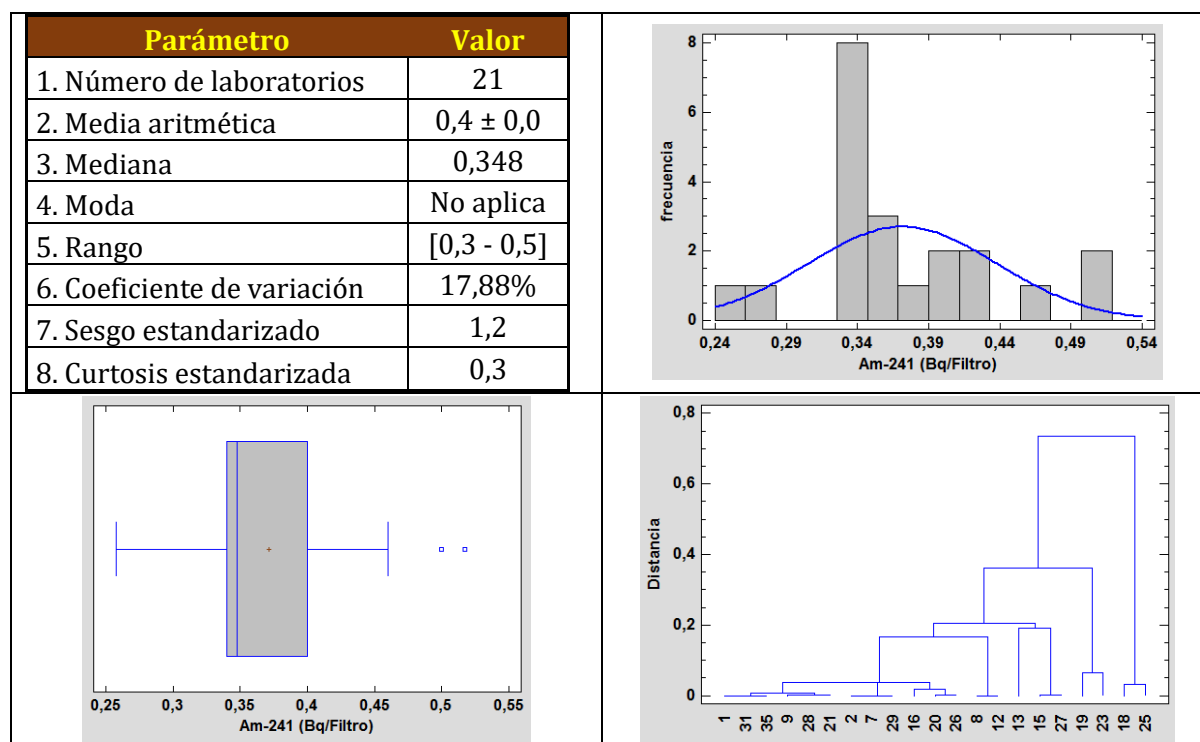


Figura 39. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{226}Ra para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

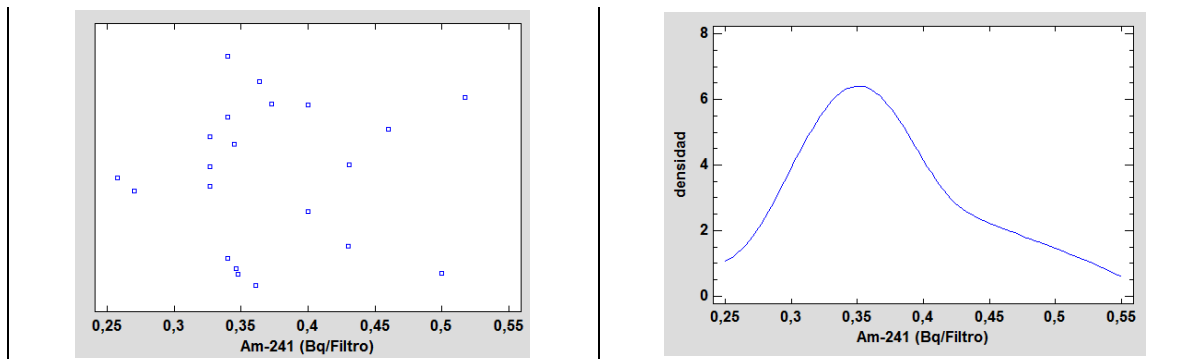


Figura 40 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{226}Ra para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

12.12. Índice de actividad alfa total

El índice de actividad alfa total fue analizado por 20 laboratorios de los cuales 19 obtuvieron una evaluación satisfactoria y 1 no satisfactoria. El 30% de los laboratorios realizó más de una determinación utilizando la incertidumbre interna para expresar sus resultados. El 80% de los laboratorios informó que utilizó la totalidad del filtro para sus determinaciones. El tiempo de recuento medio fue de 73259 s oscilando entre 1000 s y 165600 s. La relación entre el LID y la concentración de actividad fue como mínimo de 3,4 veces por lo que las medidas estaban alejadas del LID.

Los detectores utilizados para la determinación del índice de actividad alfa total fueron: 3 centelleos sólidos de ZnS(Ag) y 15 contadores proporcionales de flujo continuo de gas.

La distribución de las concentraciones de actividad se vio afectada por el resultado que entregó el laboratorio 18 cuya diferencia fue muy elevada respecto al resto de laboratorios (véase dendograma de la Figura 42). El resultado del laboratorio 18 se puede considerar como anómalo ya que está fuera del rango intercuartílico (gráfica de caja y bigotes).

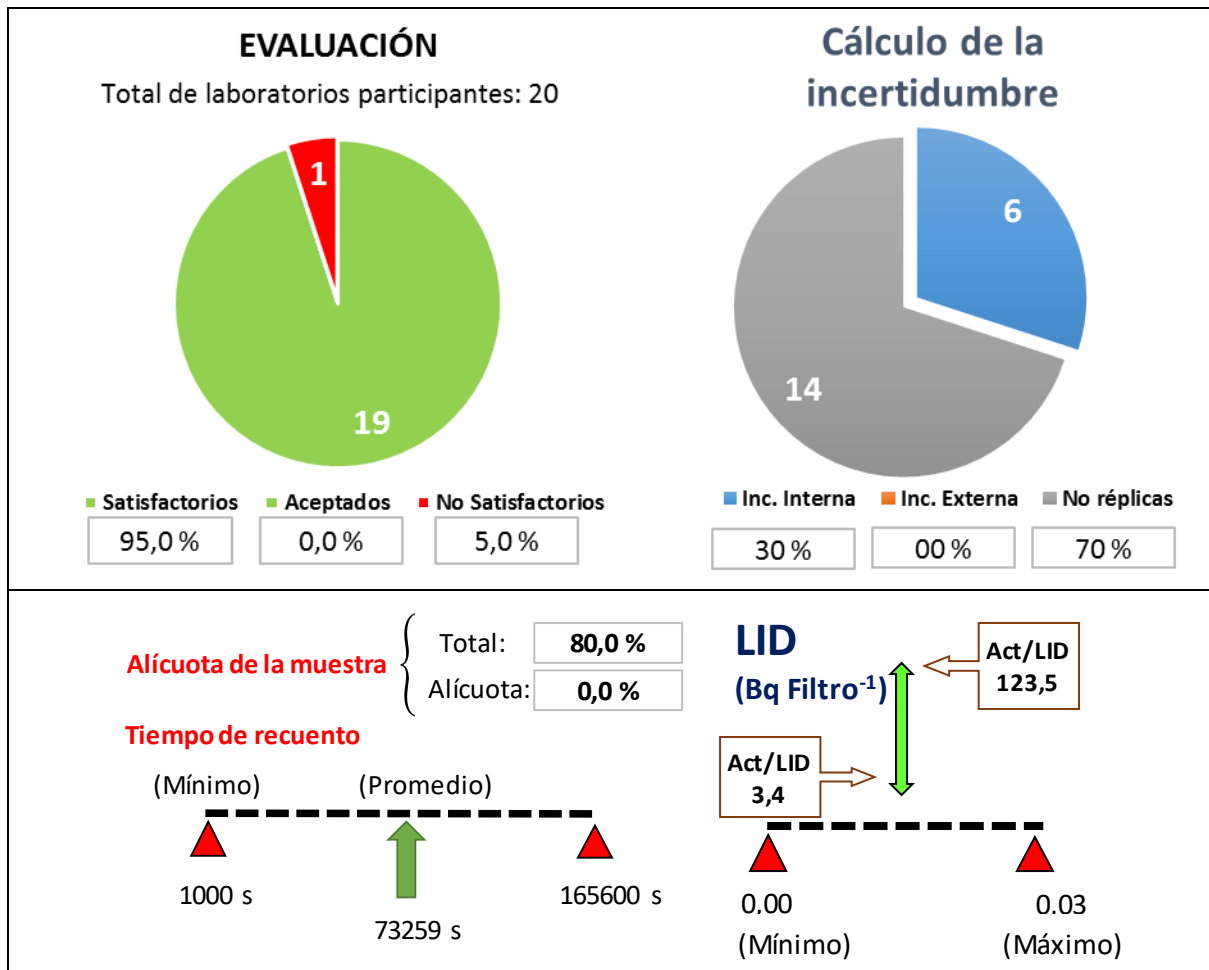


Figura 41. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del Índice de actividad alfa total del filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.

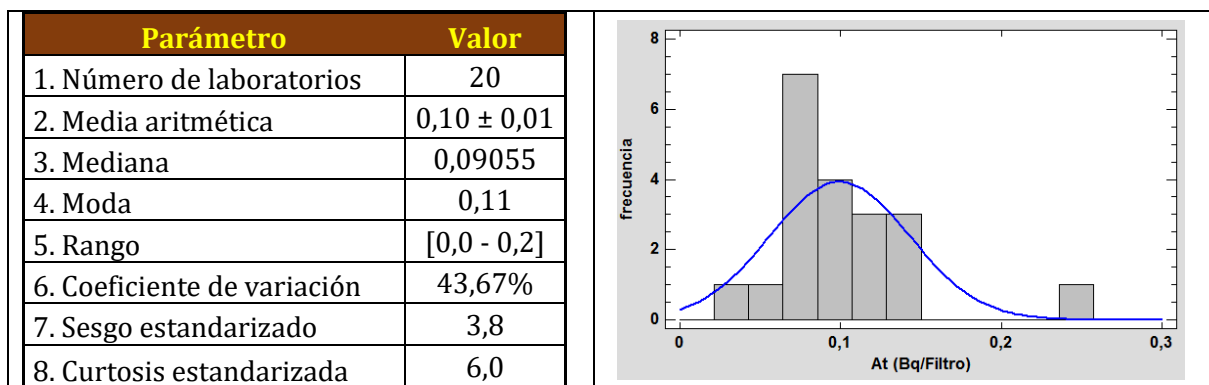


Figura 41. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del índice de actividad alfa total para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias de los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

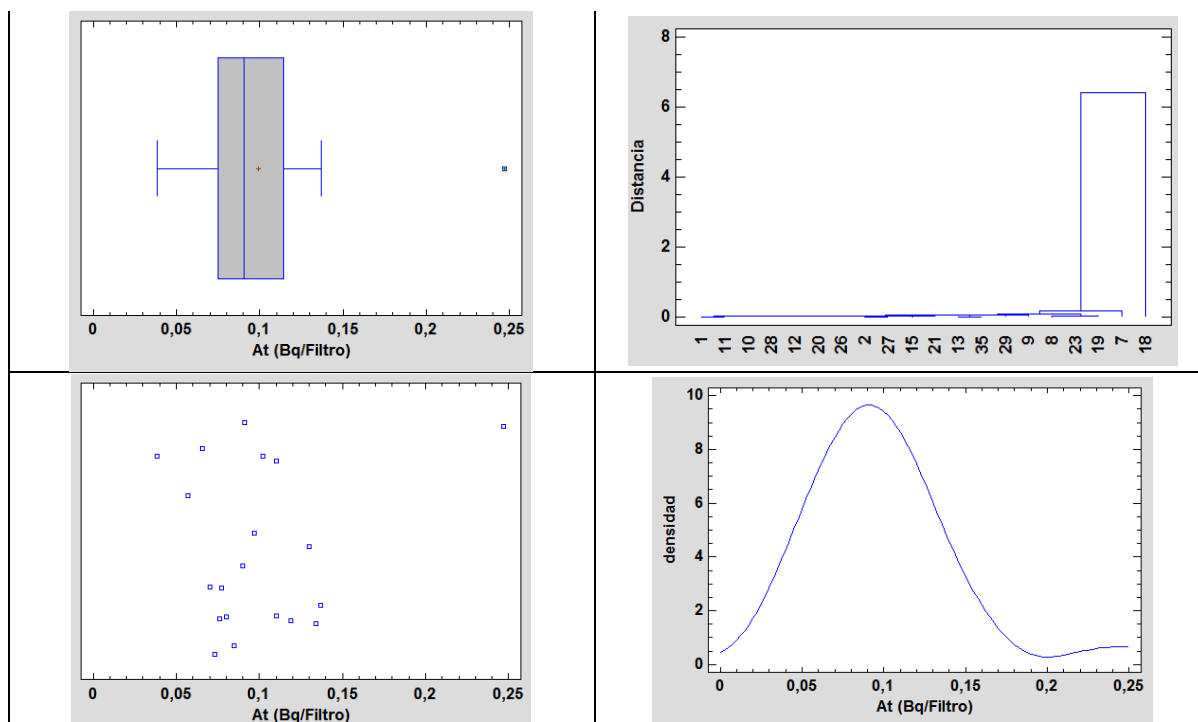


Figura 42 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del índice de actividad alfa total para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

12.13. Índice de actividad beta total

El número de laboratorios que participó en la determinación del índice de actividad beta total fue de 23. Los laboratorios que obtuvieron una evaluación satisfactoria fue de 22 (95,7%) mientras que 1 laboratorio obtuvo una evaluación no satisfactoria (4,3%) (Figura 43). El 30% de los laboratorios realizó más de una determinación utilizando la incertidumbre interna para expresar sus resultados. El 78,3% de los laboratorios informó que utilizó todo el filtro para el análisis. Los tiempos de recuento oscilaron entre 1000s y 165600s y el LID fue superior a la actividad 3,9 veces por lo que estuvo alejado de este. Todos los laboratorios utilizaron el contador proporcional de flujo continuo de gas para poder realizar sus medidas.

La distribución de los índices de actividad beta total tuvieron un sesgo positivo y una marcada simetría según los valores del sesgo y curtosis estandarizados (véase Figura 44). El valor informado por el laboratorio 23 fue muy diferente al resto y superior a 1,5 veces el valor del rango intercuartílico (véase gráfica de caja y bigotes y el gráfico de dispersión).

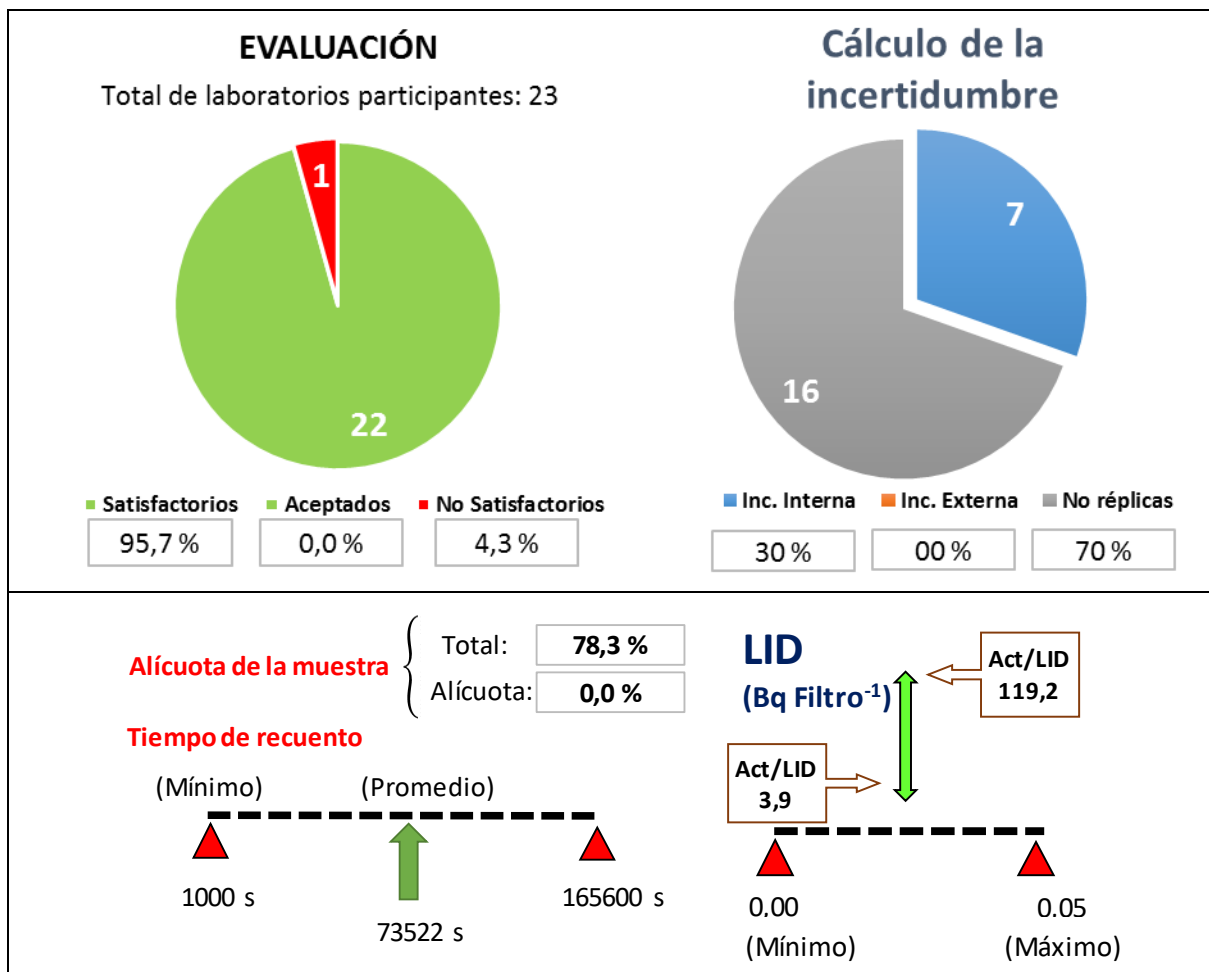


Figura 43. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del índice de actividad beta total del filtro de 47 mm de diámetro para el plazo de 72 horas.

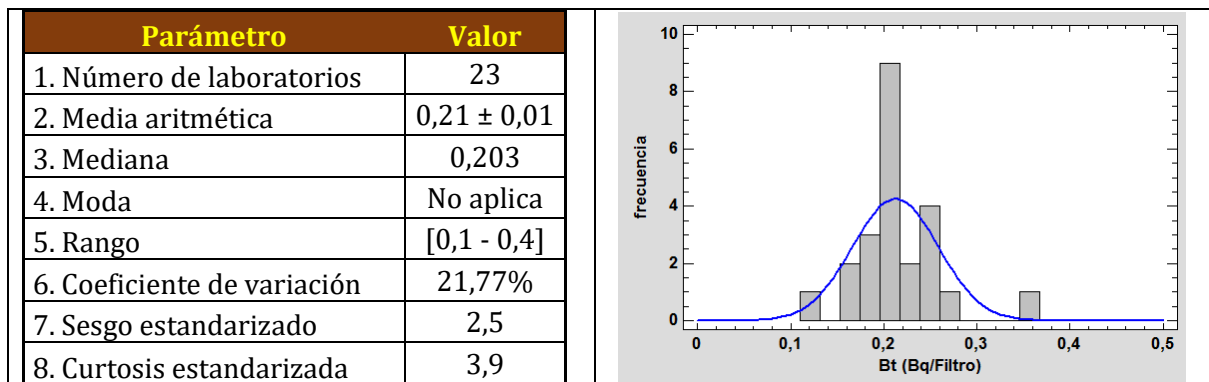


Figura 43. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del índice de actividad beta total para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

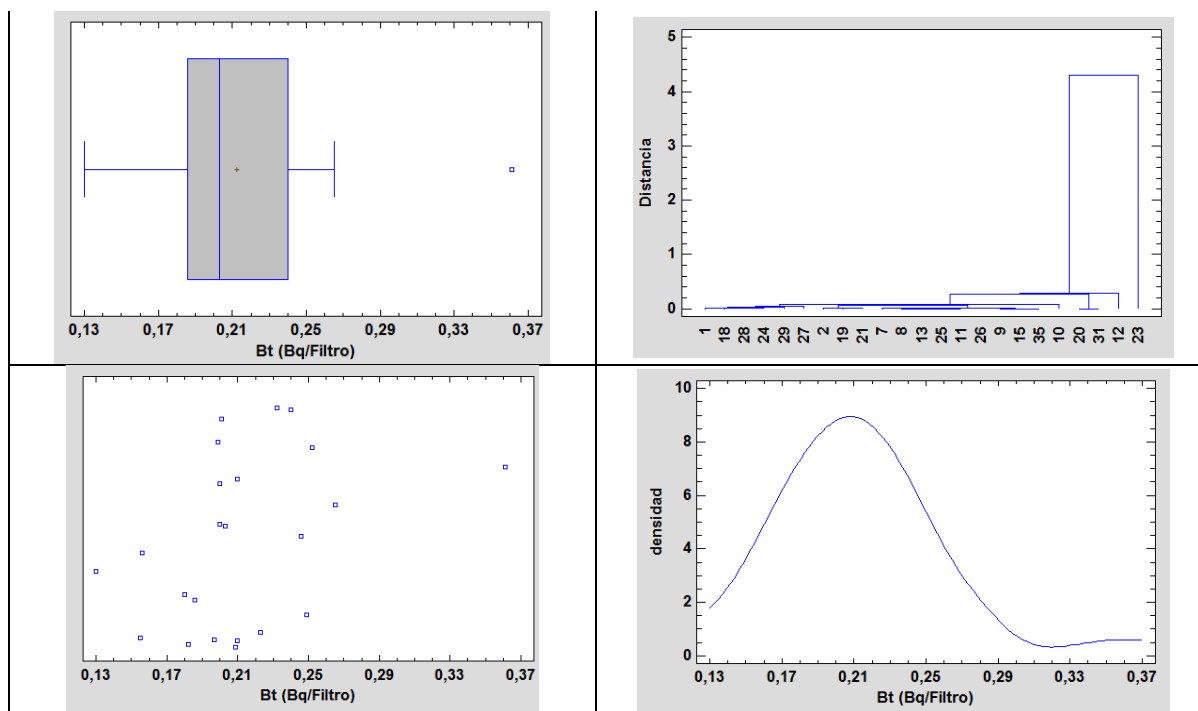


Figura 44 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del índice de actividad beta total para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

12.14. Resultados no solicitados y falsos positivos

Los laboratorios 7, 15, 21, 26 y 27 informaron falsos positivos y la concentración de actividad de radionucleidos no solicitados. Los laboratorios 7, 15 y 21 tuvieron falsos positivos para el ^{57}Co . Los laboratorios 26 y 27 informaron las concentraciones de actividad del ^{241}Pb y ^{214}Bi que no fueron solicitados (Tabla 6).

Tabla 6. Falsos positivos y resultados no solicitados reportados por los laboratorios para el filtro de 47 mm en el plazo de 72 horas.

MATRIZ: Filtro de 47 mm					
CÓDIGO Laboratorio	Isótopo informado	RESULTADOS			
		Actividad (Bq/Filtro)	U (k=2) (Bq/Filtro)	LID (Bq/Filtro)	TIPO
7	Co-57	1,10E-02	3,6e+3	2,90E-03	Falso positivo
15	Co-57	2,21E-02	1,33E-03	2,14E-02	Falso positivo
21	Co-57	4,88E-02	5,70E-03	2,70E-02	Falso positivo
26	Pb-214	7,29E-01	9,10E-02	1,05E-01	No solicitado
26	Bi-214	6,07E-01	8,10E-02	1,17E-01	No solicitado
27	Bi-214	7,40E-01	2,00E-01	2,80E-01	No solicitado
27	Pb-214	8,70E-01	1,70E-01	3,60E-01	No solicitado

13. RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h (FILTRO DE 44 x 44 cm² DE SUPERFICIE)

13.1. PARTICIPACIÓN

En la Figura 44 se presentan para el filtro de 44 x 44 cm² de diámetro la participación para cada uno de los análisis solicitados indicándose:

- Número total de laboratorios que han participado para cada uno de los análisis.
- Número de resultados Satisfactorios para cada análisis.
- Número de resultados Dudosos para cada análisis.
- Número de resultados No Satisfactorios para cada análisis.
- Número de análisis no evaluados.

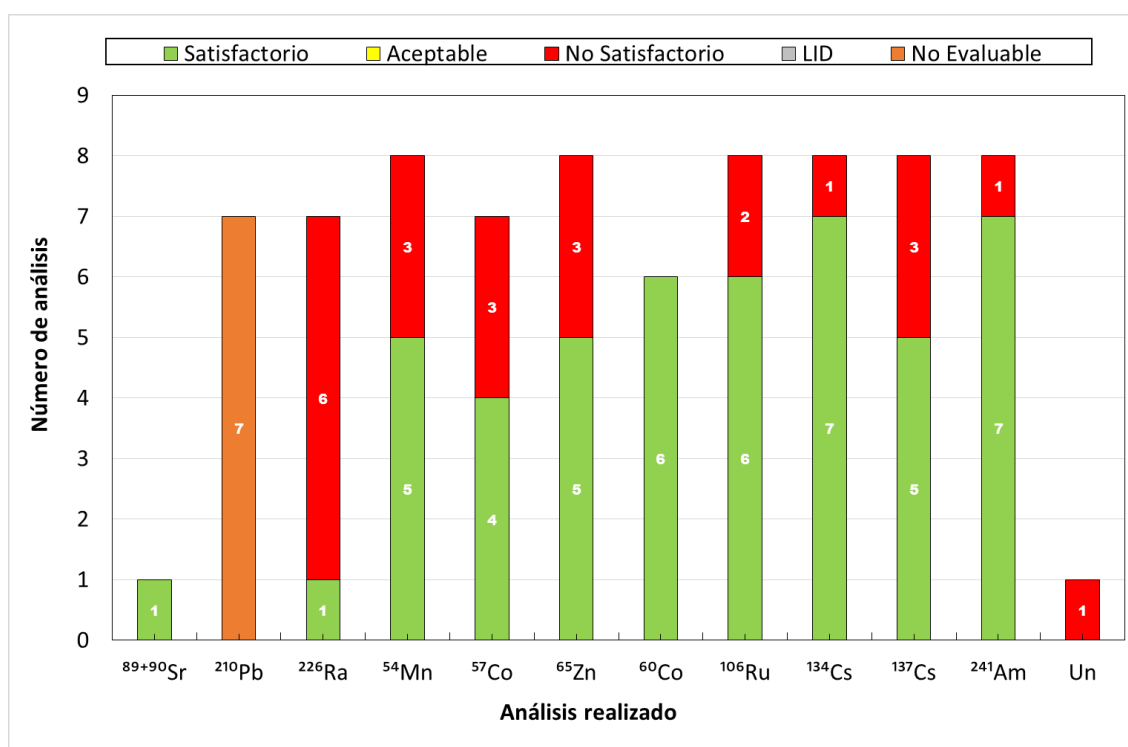


Figura 45. Resultados informados en el filtro de 44 X 44 cm² de superficie en el plazo de 72 horas.

La Figura 45 muestra como en todos los análisis se enviaron resultados. El ²¹⁰Pb no fue evaluado ya que la disolución de referencia utilizada para el ²²⁶Ra contenía también ²¹⁰Pb y el número de laboratorios participantes fue inferior a 10. El análisis estadístico no incluyó en este caso las gráficas del histograma con la frecuencia, ni el gráfico de densidad suavizada, ya que tendrían poca “resolución” en sus representaciones al no tener un número suficiente de datos para representar.

13.2. $^{89}\text{Sr}+^{90}\text{Sr}$

El laboratorio 15 fue el único que envió los resultados de la concentración de actividad del $^{89}\text{Sr}+^{90}\text{Sr}$ en la muestra del filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie. El análisis obtuvo una calificación de satisfactorio respecto a la actividad añadida.

13.3. ^{210}Pb

El ^{210}Pb no fue evaluado en este filtro ya que la disolución de ^{226}Ra utilizada como referencia tenía la antigüedad suficiente para que se hubiera generado ^{210}Pb . Esta presencia de ^{210}Pb junto que el número de laboratorios que participaron fue inferior a 10 hizo que no se pudiera realizar la evaluación de este radionucleido. El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad fue de 7.

El 71,4% de los laboratorios informaron que habían utilizado todo el filtro para sus determinaciones. El tiempo de muestreo varió entre 60000 s y 232854 s. La relación entre el LID y la concentración de actividad fue de 4,1 veces siendo el valor mínimo del LID de $0,55 \text{ Ba Filtro}^{-1}$ (Figura 46).

Los 7 laboratorios realizaron sus determinaciones utilizando la espectrometría gamma como técnica de medida, utilizando los detectores que se muestran en la Figura 47. Las correcciones por suma de coincidencias no fueron realizadas por ningún laboratorio, como era de esperar ya que el ^{210}Pb no sufre suma por coincidencias.

Las concentraciones de actividad tuvieron una dispersión elevada según muestran los diferentes gráficos y valores de la Figura 48. Los resultados de los laboratorios 14, 31 y 35 fueron mayores a los restantes y sus diferencias también fueron más grandes entre sí y los restantes valores.

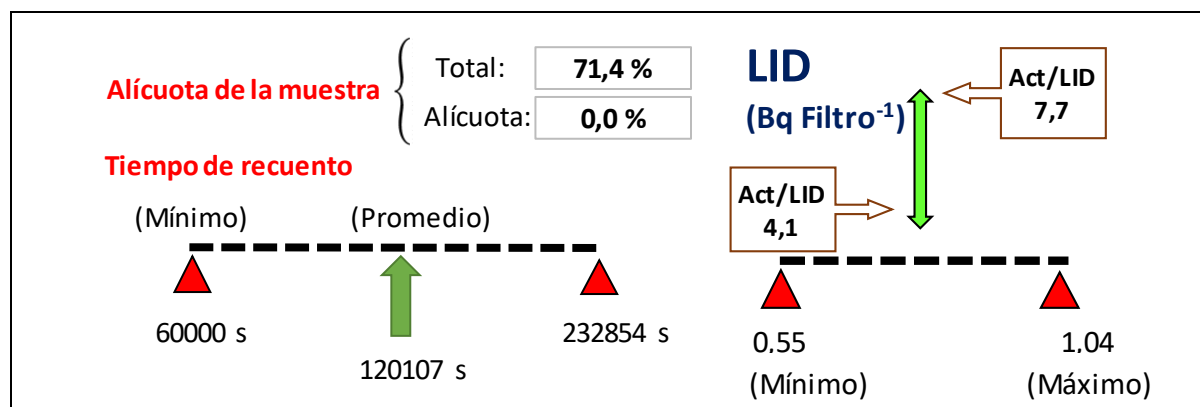


Figura 46. Parámetros necesarios para la evaluación de la concentración de actividad del ^{210}Pb en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie.

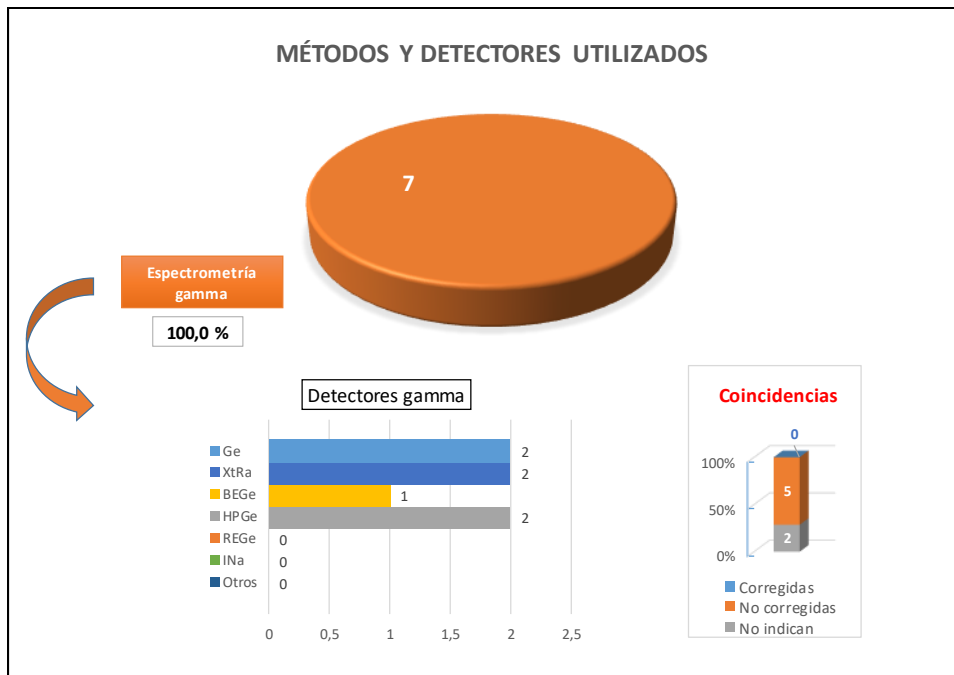


Figura 47. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{210}Pb en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

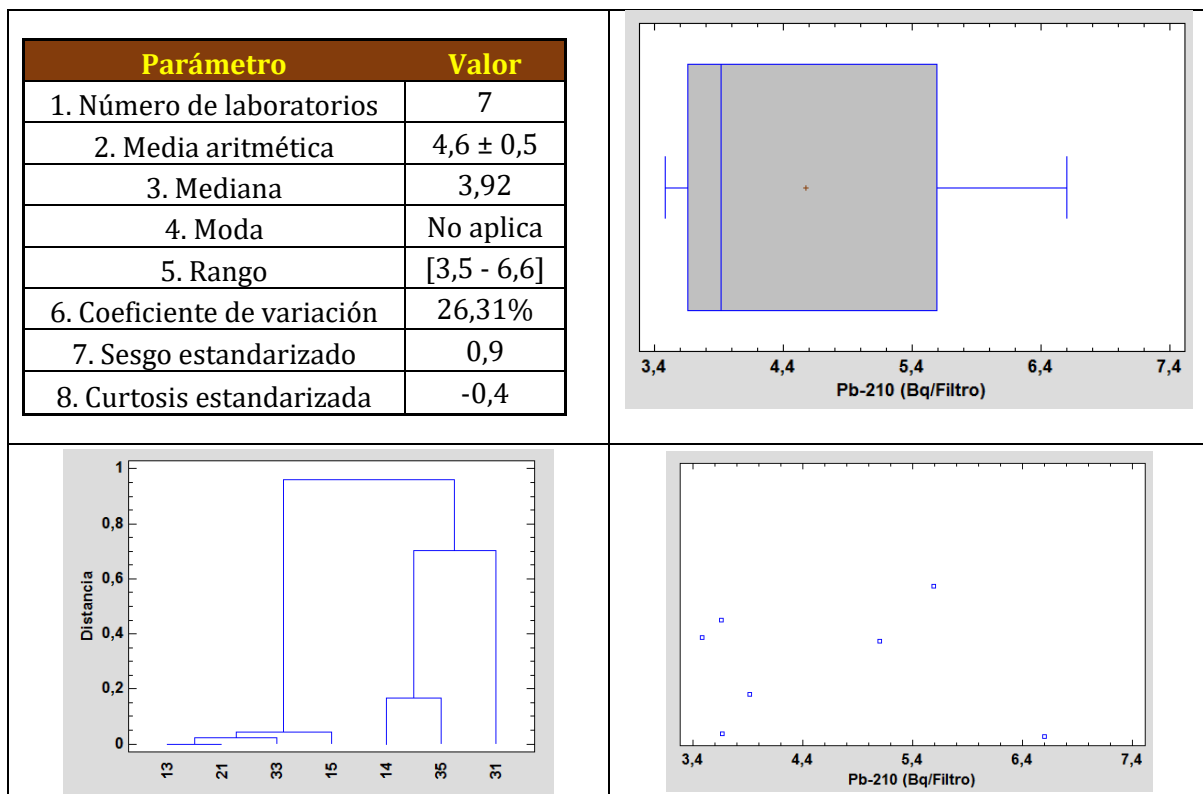


Figura 48. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{210}Pb para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

13.4. ²²⁶Ra

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ²²⁶Ra fue de 7. La evaluación fue satisfactoria sólo para un laboratorio y los restantes 6 obtuvieron una evaluación no satisfactoria (Figura 49). La evaluación fue realizada con la actividad añadida ya que el número de laboratorios participantes fue inferior a 10. El 28% de los laboratorios, que corresponde a un total de 2, realizaron más de una determinación, informando uno de ellos con la incertidumbre interna y otro con la externa. El 71,4% de los laboratorios informaron que utilizaron todo el filtro en sus determinaciones. El tiempo medio de medida fue de 120332 s oscilando entre 61351 s y 232854 s. Por otra parte, en este caso los LID y las actividades estuvieron muy próximo (entre 1,1 y 5,3 veces), lo que podría explicar la evaluación negativa de este radionucleido. Los detectores utilizados se muestran en la Figura 50, en la que se observa como sólo un laboratorio realizó la corrección por suma de coincidencias. Esta corrección sería importante en el caso de utilizar el fotopico de 609 keV del ²¹⁴Bi, ya que sufre suma de coincidencias. En la Figura 51 se presentan la distribución de las concentraciones de actividad en función del laboratorio. Los laboratorios que determinaron la concentración de actividad utilizando el fotopico de 186 keV, corrigiendo la interferencia del ²³⁵U, se han destacado rodeándolos con un círculo punteado de color rojo. Los laboratorios que informaron que su determinación la realizaron esperando al equilibrio secular no pudieron cumplir esta condición en el tiempo de respuesta de 72 horas, por lo que sus resultados quedan por debajo del valor de referencia.

La dispersión de las concentraciones de actividad del ²²⁶Ra se refleja también en las diferentes pruebas estadísticas reflejadas en la Figura 52, en la que nuevamente se observa la diferencia de resultados entre los laboratorios que realizaron su determinación con el fotopico de 186 keV (laboratorios 14 y 21) y el resto de laboratorios.

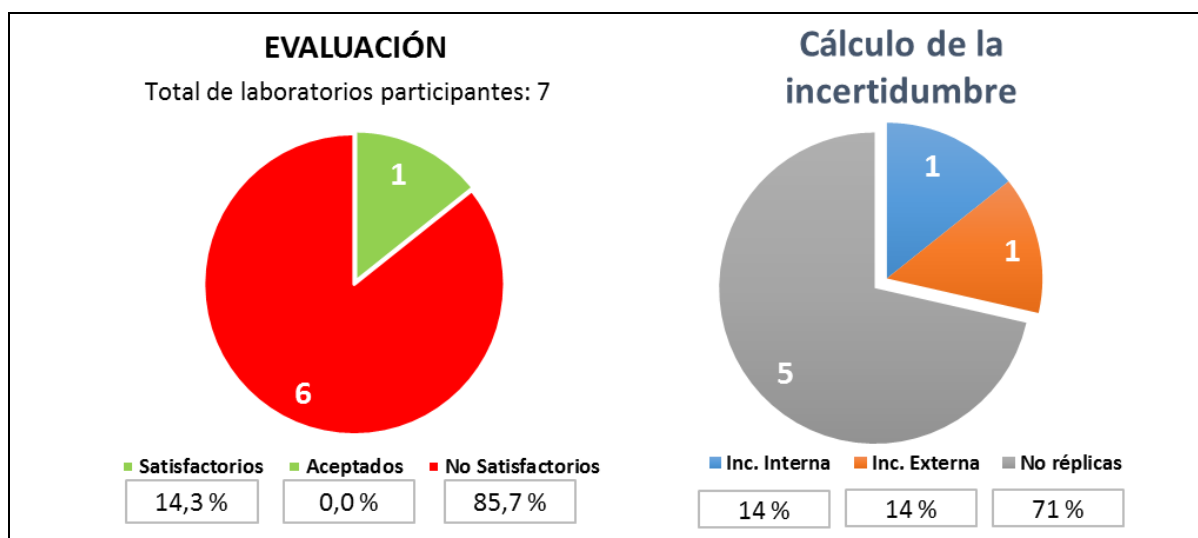


Figura 48. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ²²⁶Ra del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 72 horas.

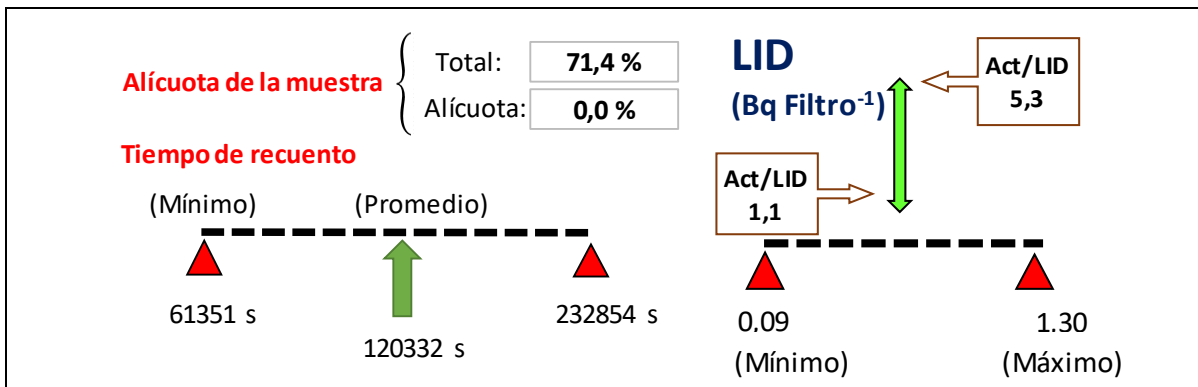


Figura 49 (cont.). Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ²²⁶Ra del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 72 horas.

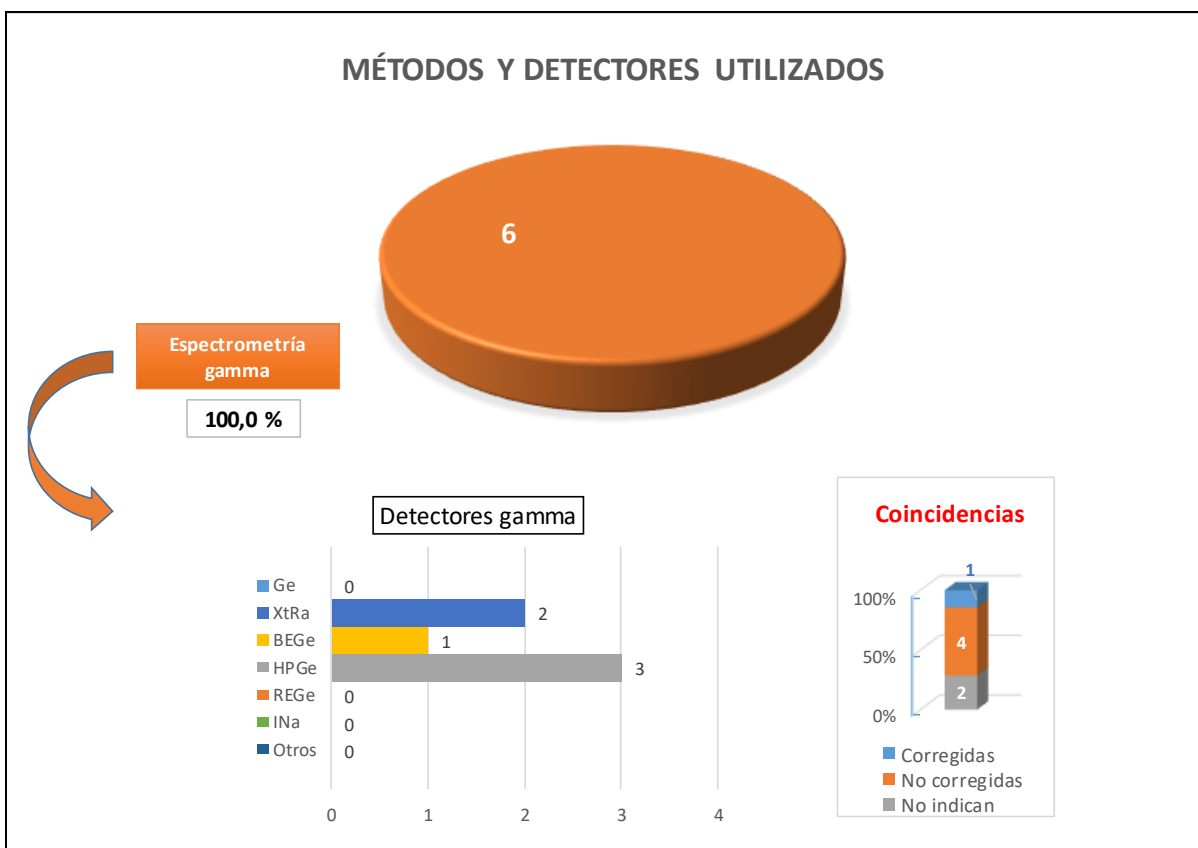


Figura 50. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ⁵⁴Mn en el filtro de 44 x 44 cm² de superficie en el plazo de 72 horas.

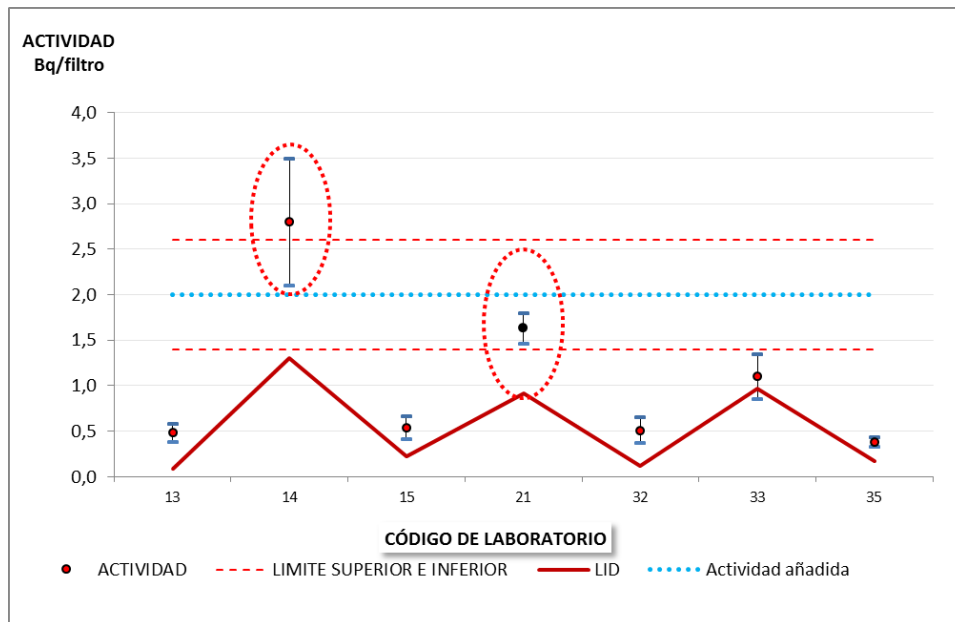


Figura 51. Distribución de los resultados de la concentración de actividad del ^{226}Ra en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

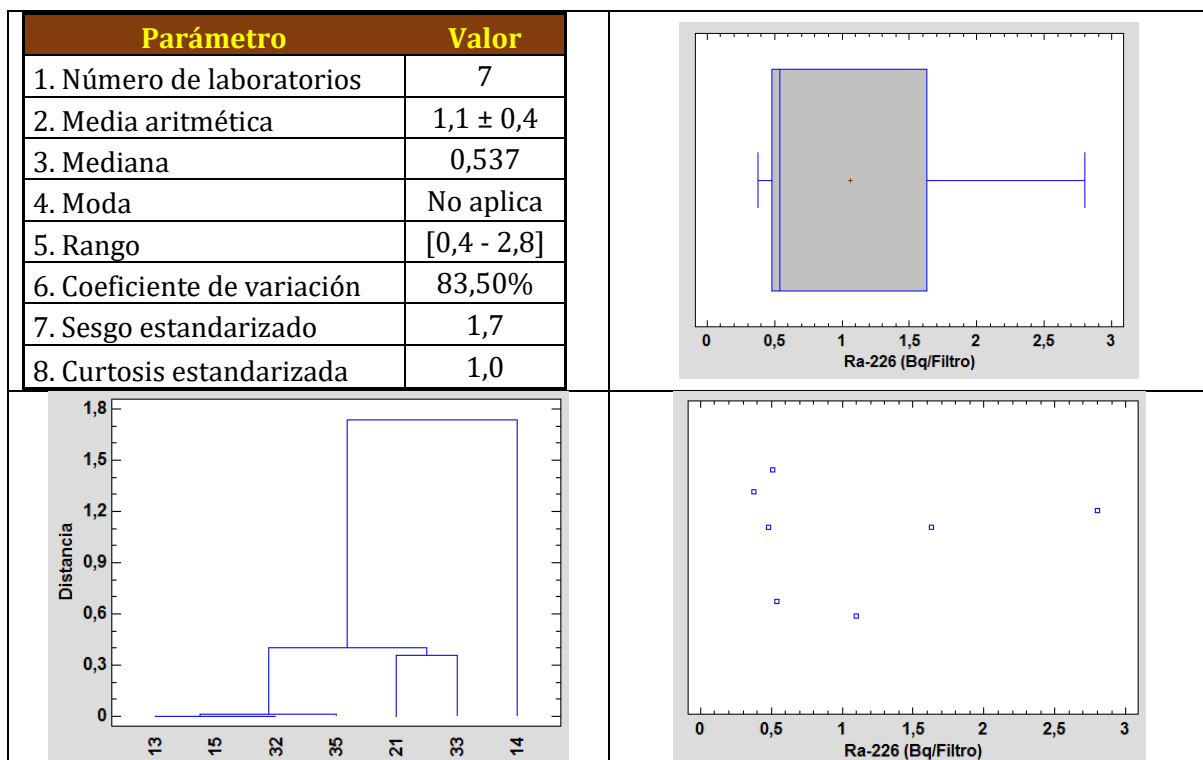


Figura 52. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{226}Ra para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

13.5. ⁵⁴Mn

El número de laboratorios que participó en la determinación de la concentración de actividad del ⁵⁴Mn fue de 8, obteniendo 5 una evaluación satisfactoria (62,5%) y 3 una evaluación no satisfactoria (37,5%) (véase Figura 53). El número de laboratorios que realizó más de una determinación fue de 3 (38%) utilizando la incertidumbre interna 2 laboratorios y 1 la incertidumbre externa. El 75% de los laboratorios informó que había utilizado todo el filtro para realizar sus determinaciones. El tiempo de recuento osciló entre 60000s y 232854 s con un tiempo medio de 111713 s. Los LID fueron como mínimo 6,6 veces de la concentración de actividad ya que en este caso no existiría fondo que suprimir.

Los 8 laboratorios realizaron la determinación de la concentración de actividad del ⁵⁴Mn mediante espectrometría gamma utilizando los detectores reflejados en la Figura 54. Los laboratorios que realizaron la corrección por suma de coincidencias fue de 2, aunque el ⁵⁴Mn no sufra este tipo de fenómeno. Los dos laboratorios realizaron la corrección en la calibración y no en la medida.

Las concentraciones de actividad del ⁵⁴Mn tuvieron una elevada dispersión, como ponen de manifiesto los gráficos de dispersión, caja y bigotes y dendograma recogidos en la Figura 55. Esta dispersión explicaría en parte la evaluación del 62,5% de valores aceptados.

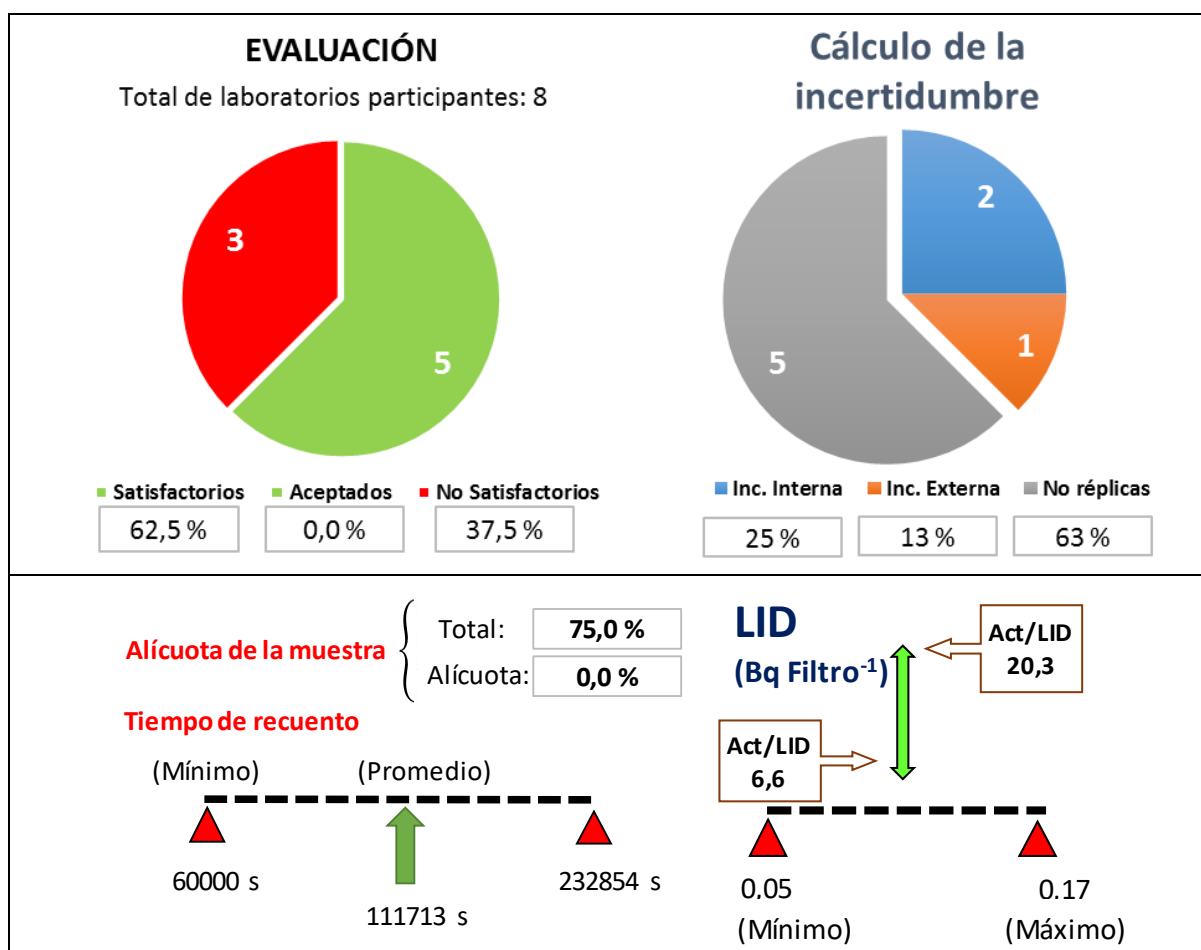


Figura 53. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ⁵⁴Mn del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 72 horas.



Figura 54. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{54}Mn en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

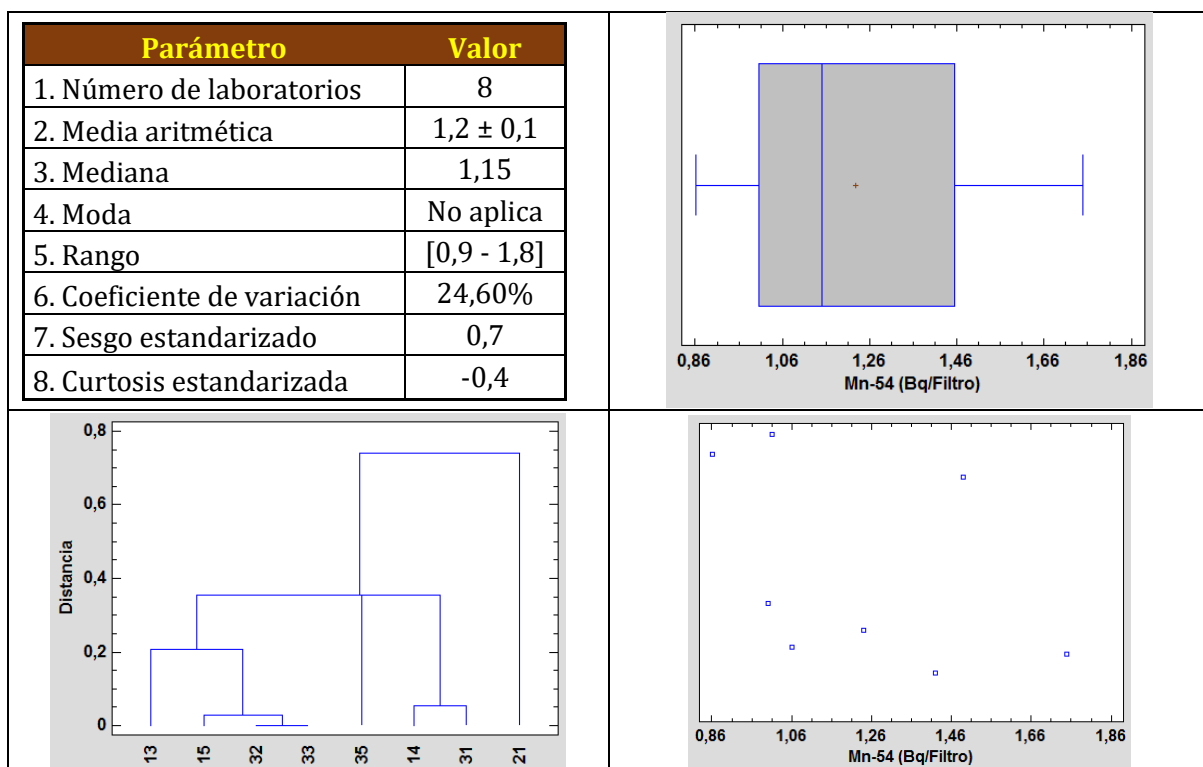


Figura 55. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{54}Mn para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

13.6. ^{57}Co

El número de laboratorios que participó en la determinación de la concentración de actividad del ^{57}Co fue de 7. El 57,1%, esto es, 4 laboratorios obtuvieron una evaluación satisfactoria y otros 3 laboratorios obtuvieron una evaluación no satisfactoria (42,9%) (véase Figura 56). El 28% de los laboratorios realizaron más de una determinación determinando estos 2 laboratorios la incertidumbre tanto interna como externa. El 85,7% de los laboratorios informaron que utilizaron la totalidad del filtro para determinar la concentración de actividad. El tiempo de recuento osciló entre 60000 s y 232854 s con un tiempo de medida promedio de 116547 s. La relación entre el LID y la concentración de actividad osciló entre 2,1 veces y 7,7 veces dicha relación.

Los detectores utilizados así como los laboratorios que realizaron la suma de coincidencias se resumen en la Figura 57.

Los gráficos mostrados en la Figura 58 reflejan la heterogeneidad de los valores reportados por los diferentes laboratorios para el ^{57}Co . El número de laboratorios que participaron no permiten poder obtener conclusiones y serán analizados en profundidad en los datos del período de 2 meses.

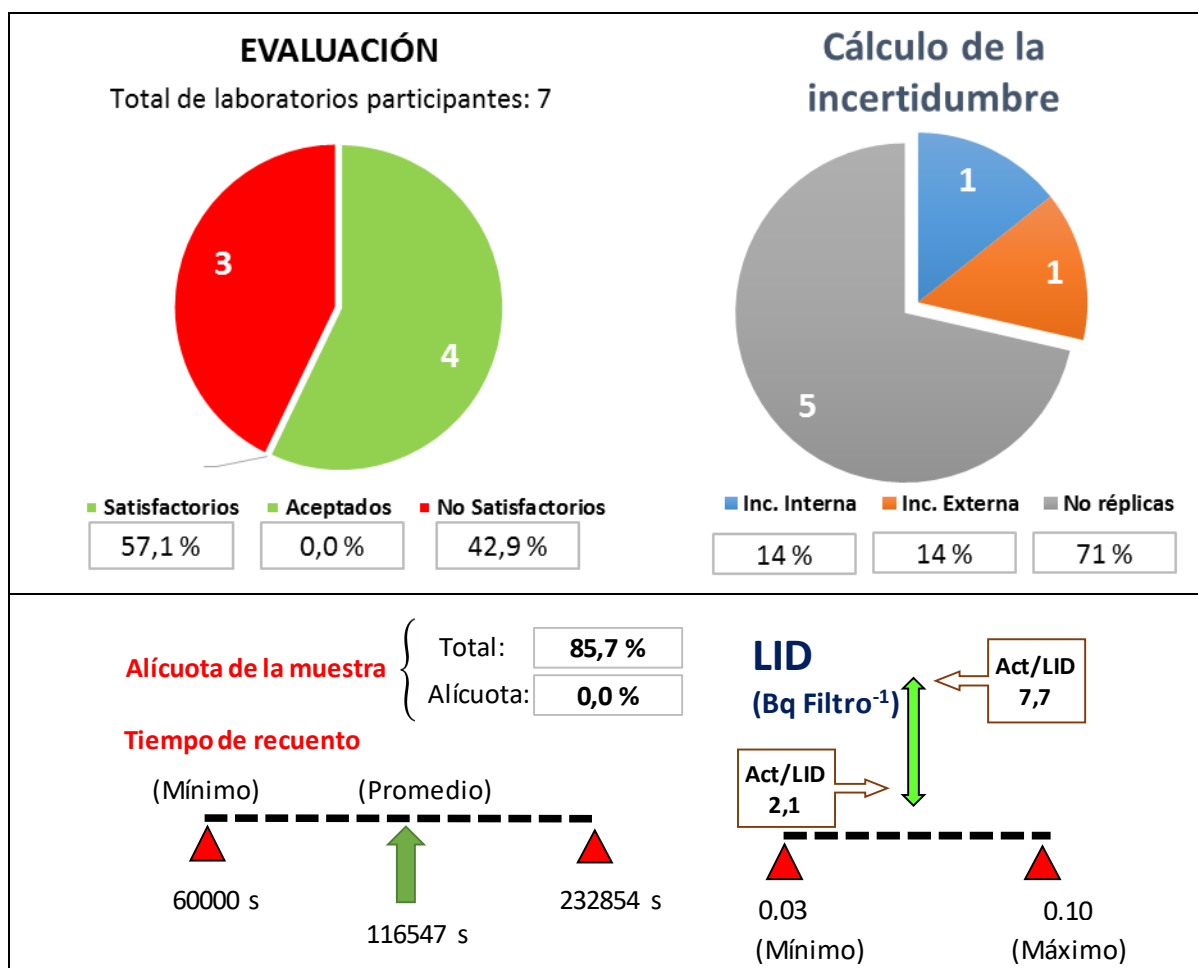


Figura 56. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{57}Co del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 72 horas.



Figura 57. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{57}Co en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

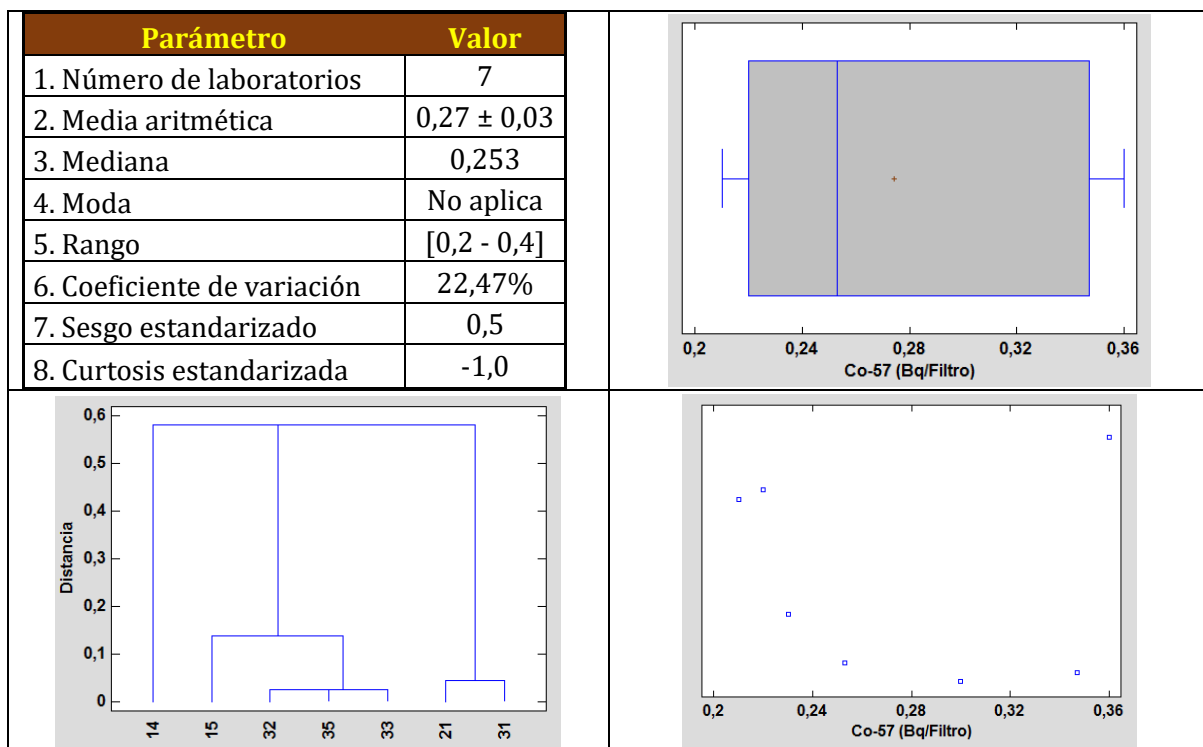


Figura 58. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{57}Co para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

13.7. ⁶⁵Zn

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ⁶⁵Zn fue de 8, de los cuales 5 (62,5%) obtuvieron una evaluación satisfactoria y 3 no satisfactoria Figura 59. El número de laboratorios que realizó la corrección por coincidencias fue de 3 que representa el 38% de los laboratorios. El 75% de los laboratorios informaron de que usaron la totalidad del filtro. Los LID estuvieron por encima de la concentración de actividad de las muestras ya que oscilaron entre 7,8 y 21,7 veces siendo el rango de LID entre 0,09 y 0,31 Bq Filtro⁻¹.

Todos los laboratorios realizaron la determinación de la concentración de actividad del ⁶⁵Zn mediante espectrometría gamma corrigiendo 2 de ellos las posibles coincidencias, aunque en el caso el ⁶⁵Zn prácticamente no se produzcan. Los detectores utilizados se muestran en la Figura 60.

La distribución de los resultados mostró un conjunto de laboratorios (13, 15, 32, 33 y 35) que obtuvieron una evaluación satisfactoria y los restantes 3 estuvieron más alejados. La gráfica de caja y bigotes muestra esta agrupación y heterogeneidad, al igual que el diagrama de dispersión Figura 61. El laboratorio 21 estuvo fuera de 1,5 veces el rango intercuartílico.

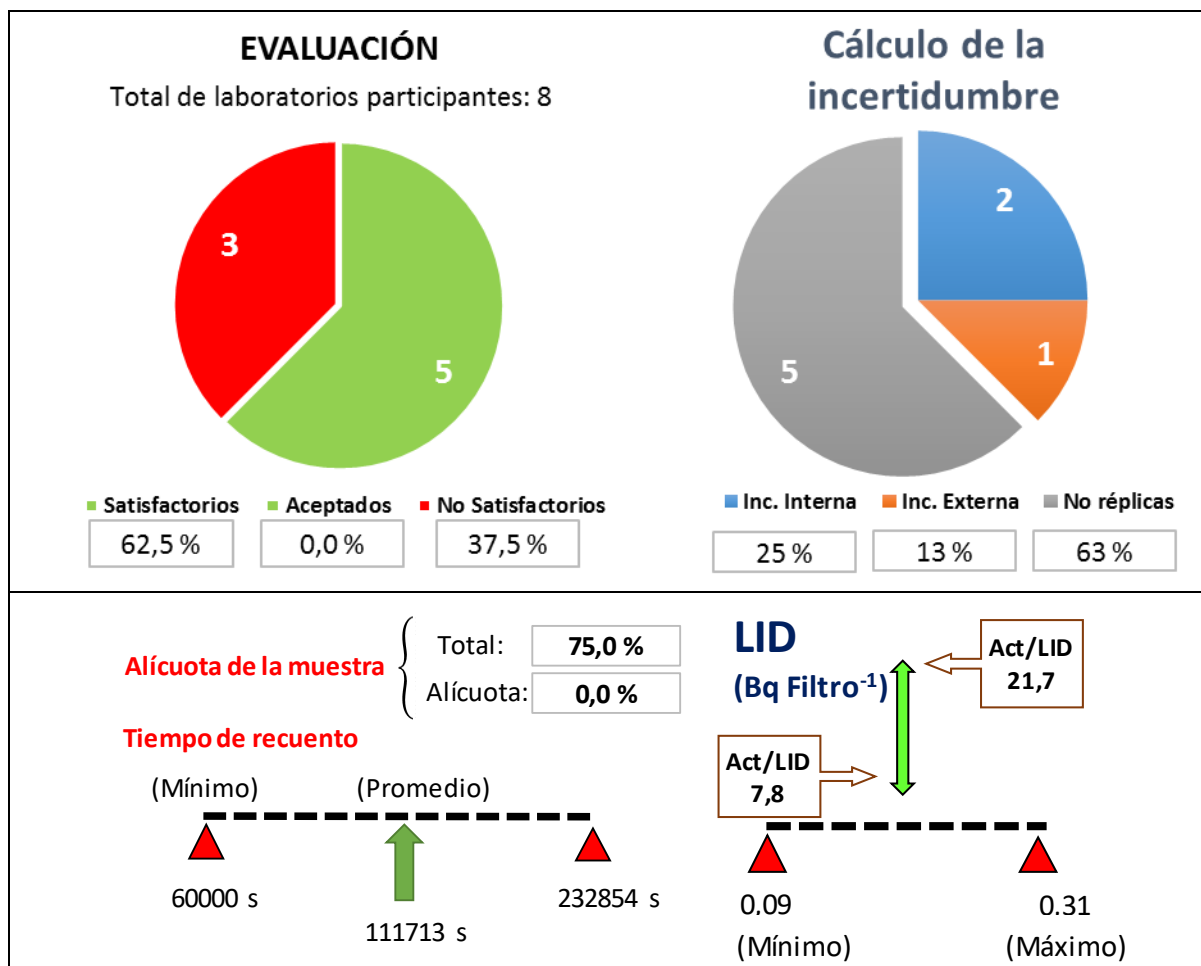


Figura 59. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ⁶⁵Zn del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 72 horas.

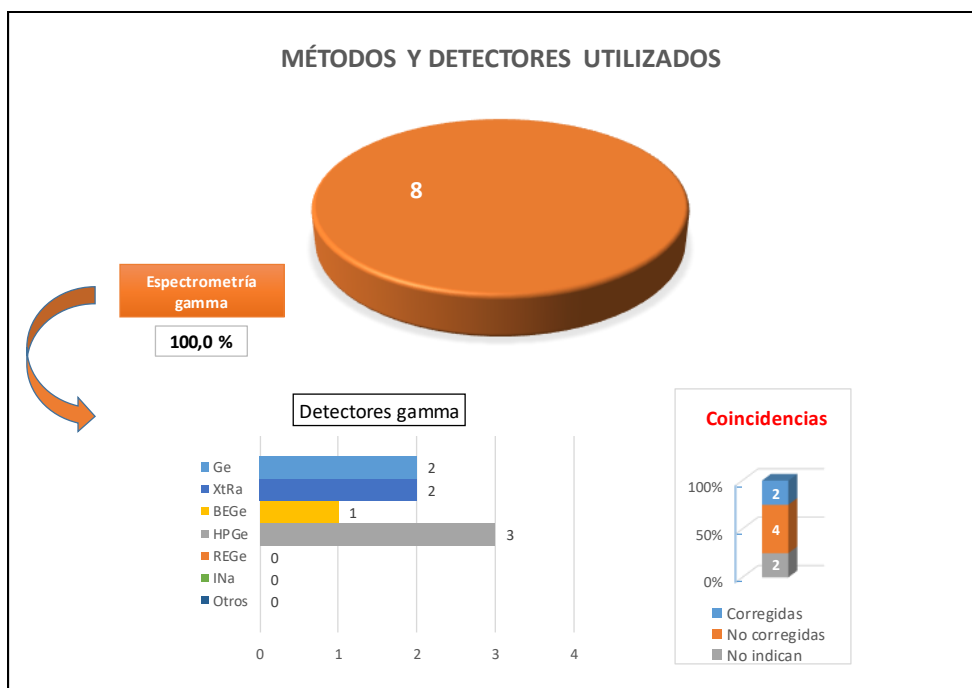


Figura 60. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{65}Zn en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

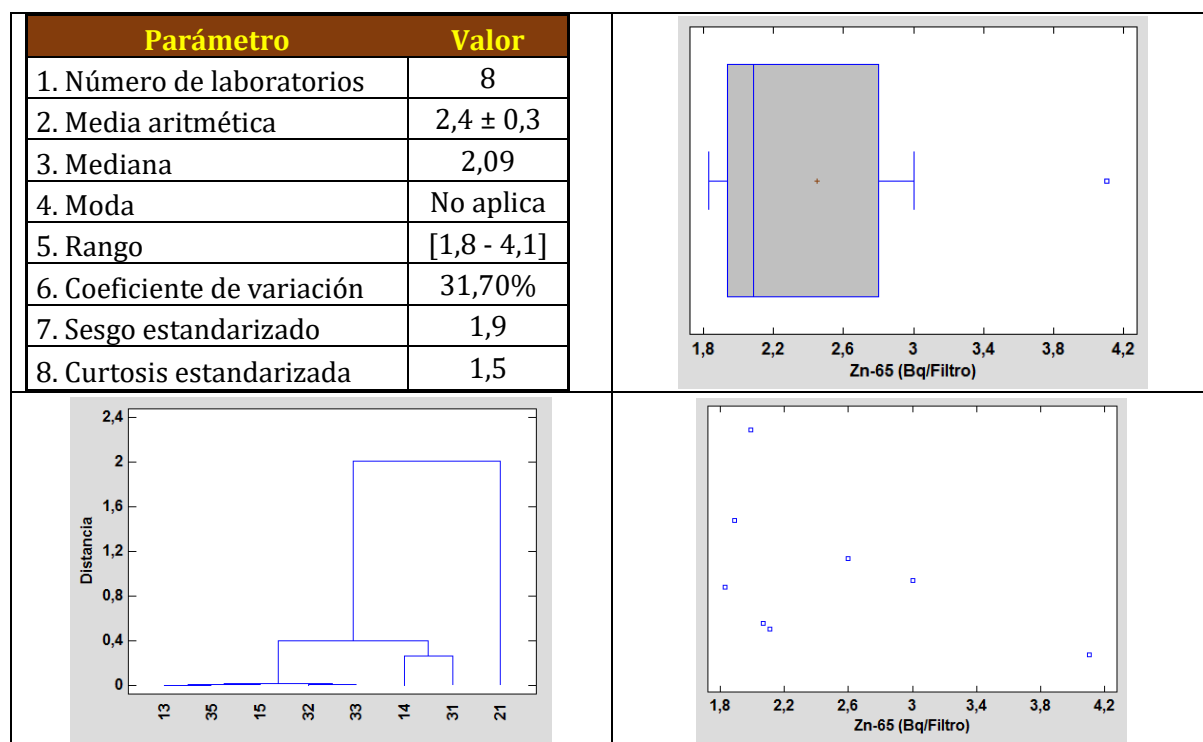


Figura 61. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{65}Zn para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

13.8. ^{60}Co

El número de laboratorios que participó en la determinación de la concentración de actividad del ^{60}Co fue de 8 (Figura 62). El 75% de los laboratorios (un total de 6 laboratorios) obtuvieron una evaluación satisfactoria, mientras que 2 laboratorios obtuvieron una evaluación no satisfactoria. El 38% de los laboratorios realizaron más de una determinación, informando 2 laboratorios la incertidumbre interna y 1 la incertidumbre externa. El 75% de los laboratorios informaron que utilizaron todo el filtro para realizar sus determinaciones. El tiempo de recuento osciló entre 60000 s y 232854 s con un valor medio de 111713 s. El valor mínimo de la relación entre el LID y la concentración de actividad fue de 15 veces por lo que las actividades reportadas estaban muy alejadas del LID.

Los 8 laboratorios realizaron la determinación de la concentración de actividad del ^{60}Co mediante espectrometría gamma utilizando los detectores que se muestran en la Figura 63. El número de laboratorios que realizaron la corrección por coincidencias fue de 3, que son muy acusadas para el caso particular del ^{60}Co .

La distribución de las concentraciones de actividad del ^{60}Co fue semejante a la del ^{65}Zn , observándose un conjunto de valores de los laboratorios 13, 15, 21, 32, 33 y 53, que son los que obtuvieron una evaluación satisfactoria y los laboratorios 14 y 31 que obtuvieron una evaluación no satisfactoria. Sin embargo, el sesgo positivo observado no se puede justificar estadísticamente al ser muy pocos valores a analizar para el ^{60}Co . Las diferencias tampoco se pudieron justificar en base a la corrección por suma de coincidencias ya que, aunque los laboratorios que las realizaron (15, 31 y 32) obtuvieron resultados satisfactorios, hay otros 3 con resultados que muestran muy poca diferencia con ellos.

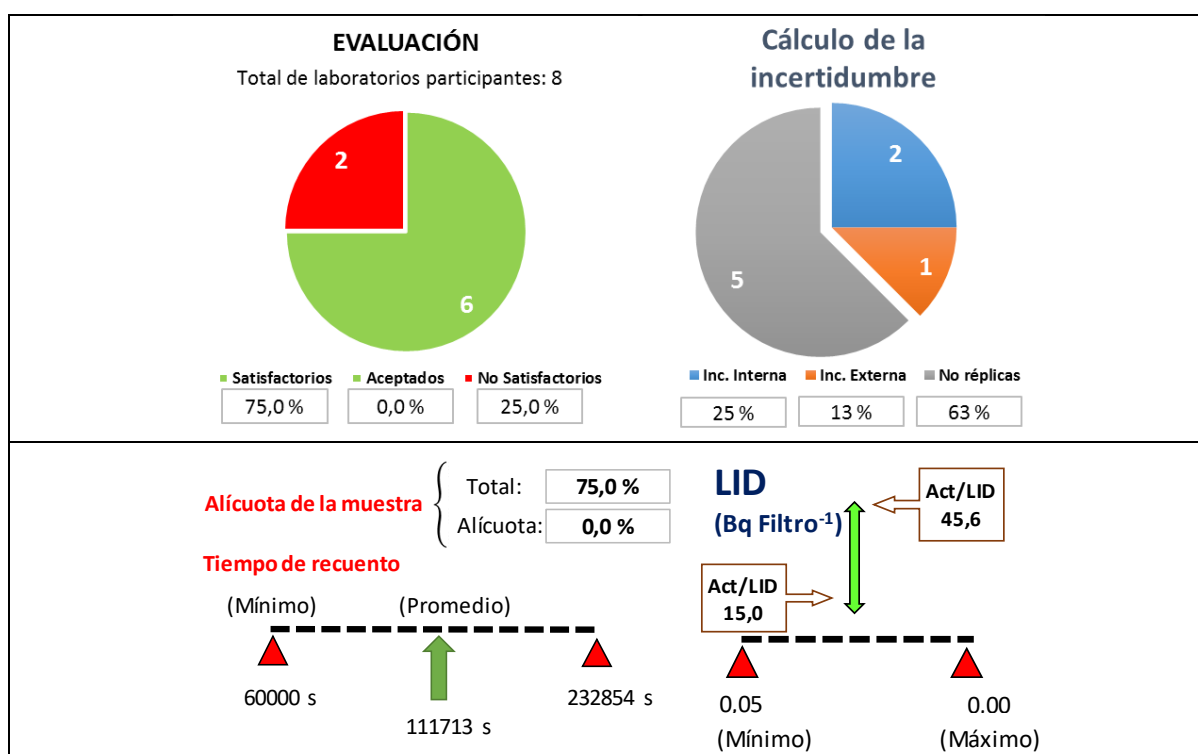


Figura 62. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{60}Co del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 72 horas.

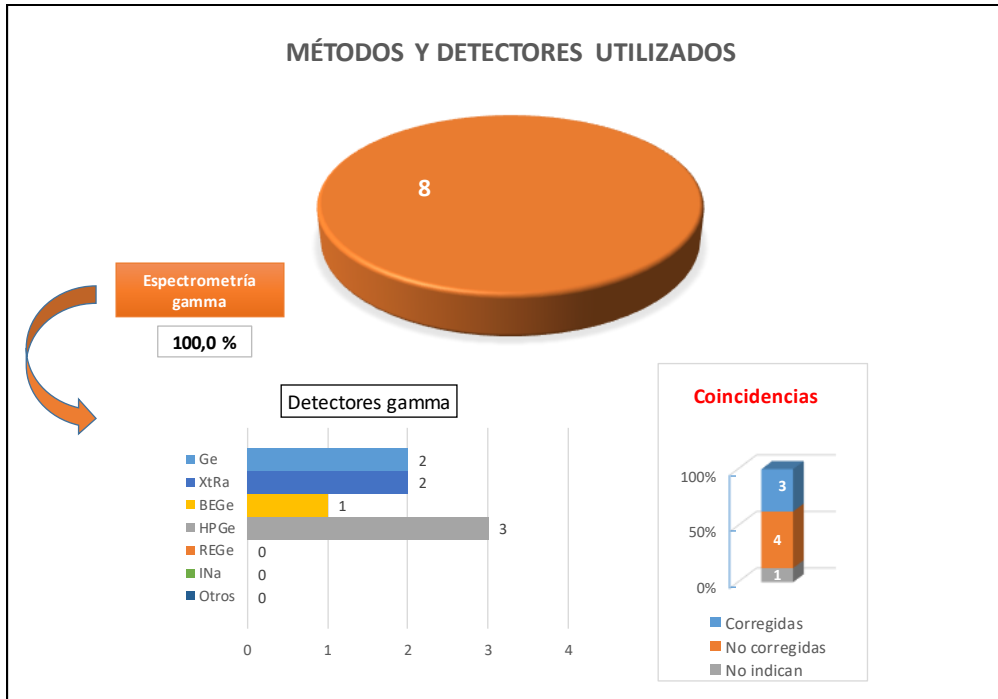


Figura 63. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{60}Co en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

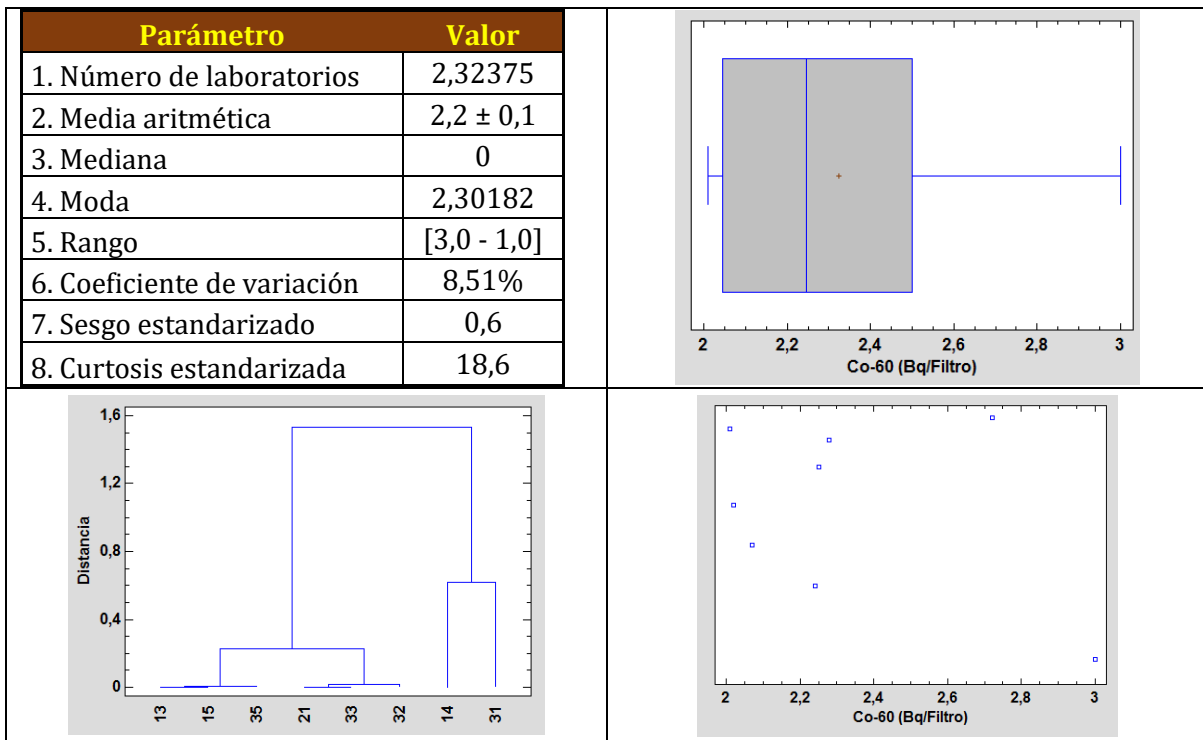


Figura 64. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{60}Co para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

13.9. ^{106}Ru

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{106}Ru fue 6, obteniendo el 100% una evaluación satisfactoria (Figura 65). El 33% de los laboratorios realizaron más de una determinación expresando sus resultados con la incertidumbre interna. El 66,7% de los laboratorios utilizó el total del filtro para realizar sus análisis. El tiempo medio de medida fue de 108663 s con un rango comprendido entre 61351 s y 232854 s. La relación entre el LID y la concentración de actividad mostró que el LID era 4,9 más bajo en el peor de los casos.

Los 6 laboratorios que participaron realizaron sus medida mediante la técnica de espectrometría gamma utilizando los detectores mostrados en la Figura 66. Tres laboratorios realizaron la corrección por suma de coincidencias.

La distribución de los resultados mostró como el resultado del laboratorio 21 estaba más alejado del resto (dendograma de la Figura 66). Los resultados de los restantes laboratorios estaban agrupados según se observa en el gráfico de dispersión y en el gráfico de caja y bigotes.

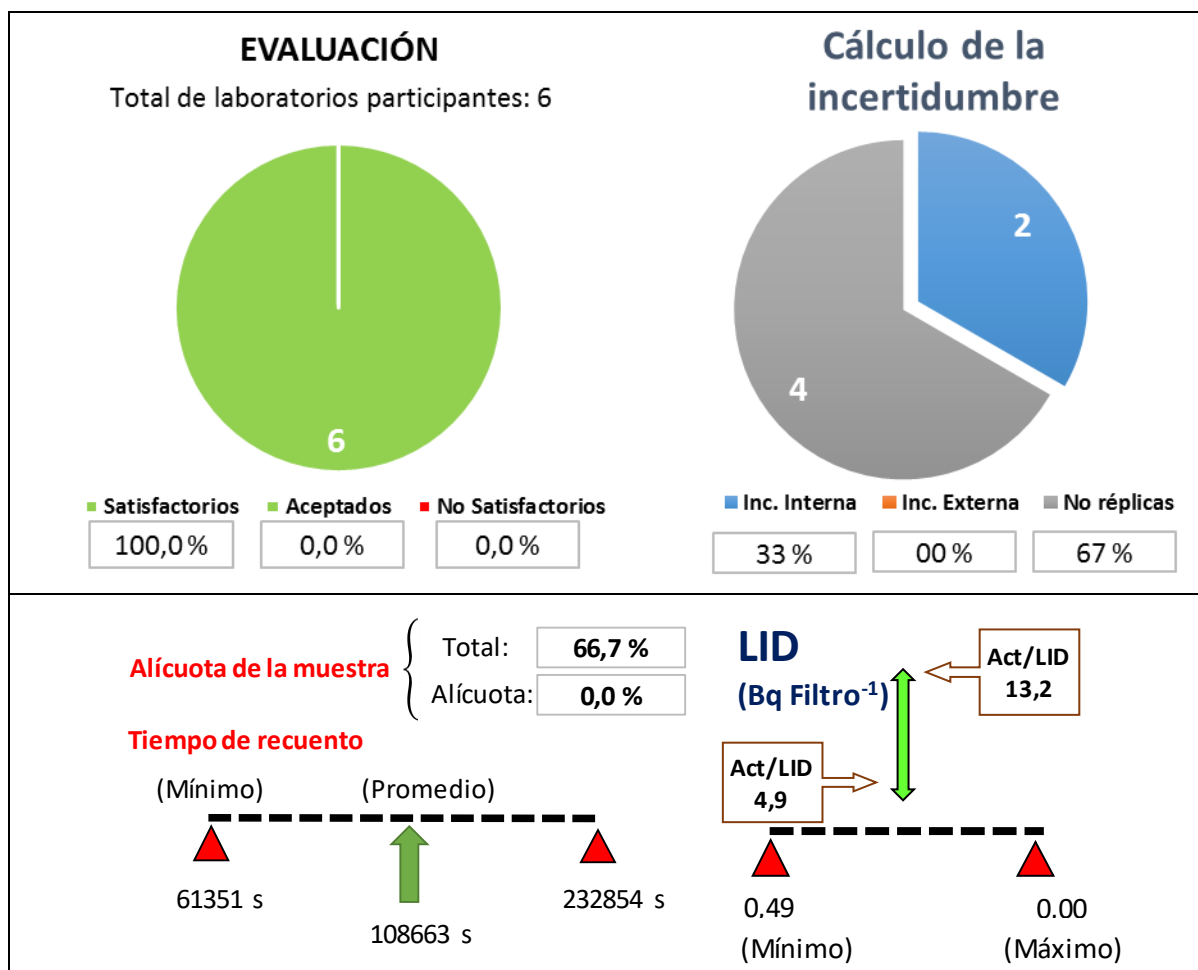


Figura 65. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{106}Ru del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 72 horas.

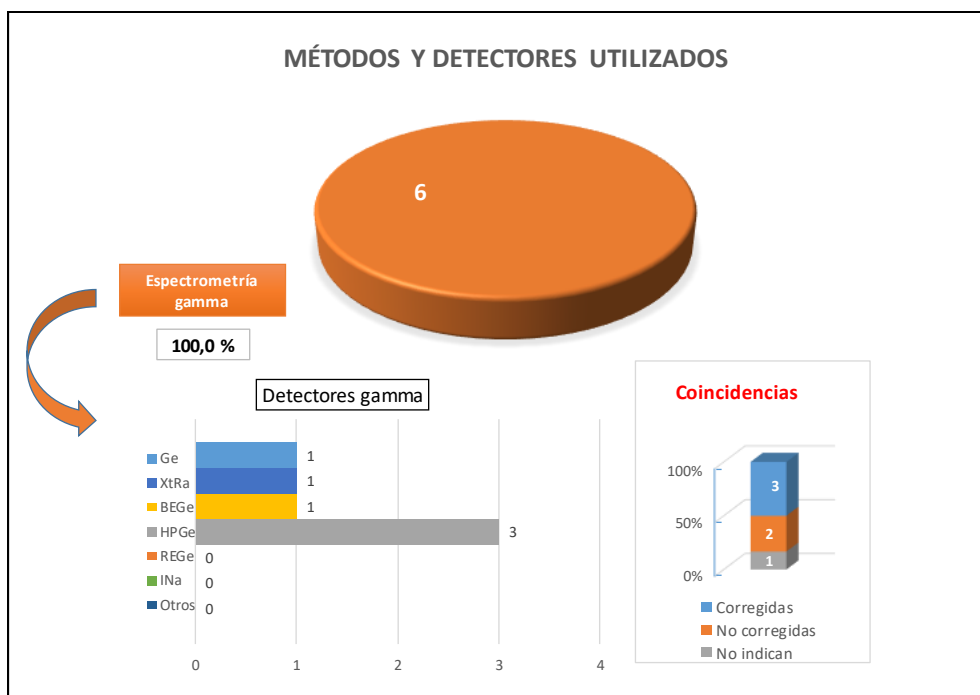


Figura 66. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{106}Ru en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

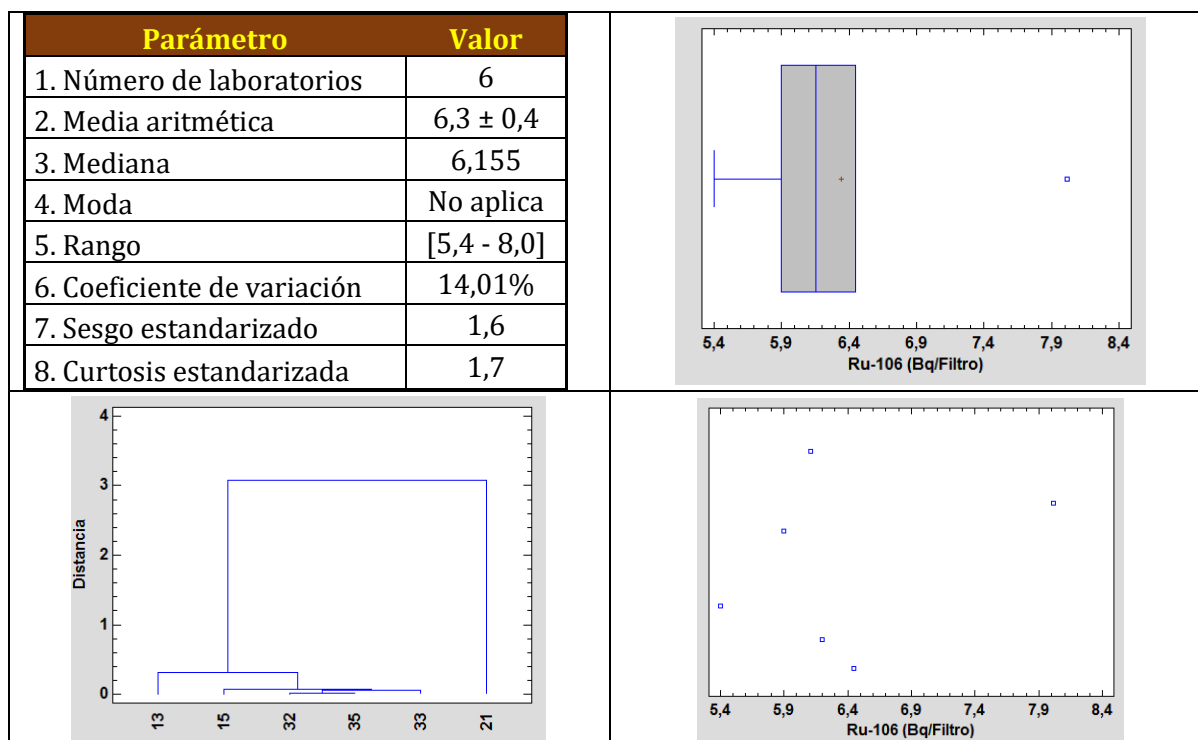


Figura 67. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{106}Ru para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

13.10. ^{134}Cs

La concentración de actividad del ^{134}Cs fue realizada por 8 laboratorios, obteniendo una evaluación satisfactoria 7 de ellos y no satisfactoria sólo un laboratorio (Figura 68). El 38% de los laboratorios que corresponde a 3 laboratorios, realizaron más de una determinación. El 75% de los laboratorios indicaron que utilizaron todo el filtro para realizar sus determinaciones. El tiempo medio de medida fue de 111713 s oscilando entre 60000 s y 232854 s. La relación entre la concentración de actividad y el LID osciló entre 3,1 y 8,4 veces por lo que el LID fue como mínimo 3,1 veces la concentración de actividad. Los 8 laboratorios realizaron la medida de las muestras utilizando espectrometría gamma y 3 de ellos realizaron las correcciones por suma de coincidencias. Los laboratorios 15, 32 y 33 realizaron la corrección pos suma de coincidencias, sin embargo este hecho no se vio reflejado en los resultados finales de los laboratorios.

La distribución de los resultados mostró cómo los laboratorios cuya evaluación fue satisfactoria estaban agrupados entre el primer y segundo cuartil, según muestra la gráfica de caja y bigotes, el gráfico de dispersión y el dendograma (Figura 70).

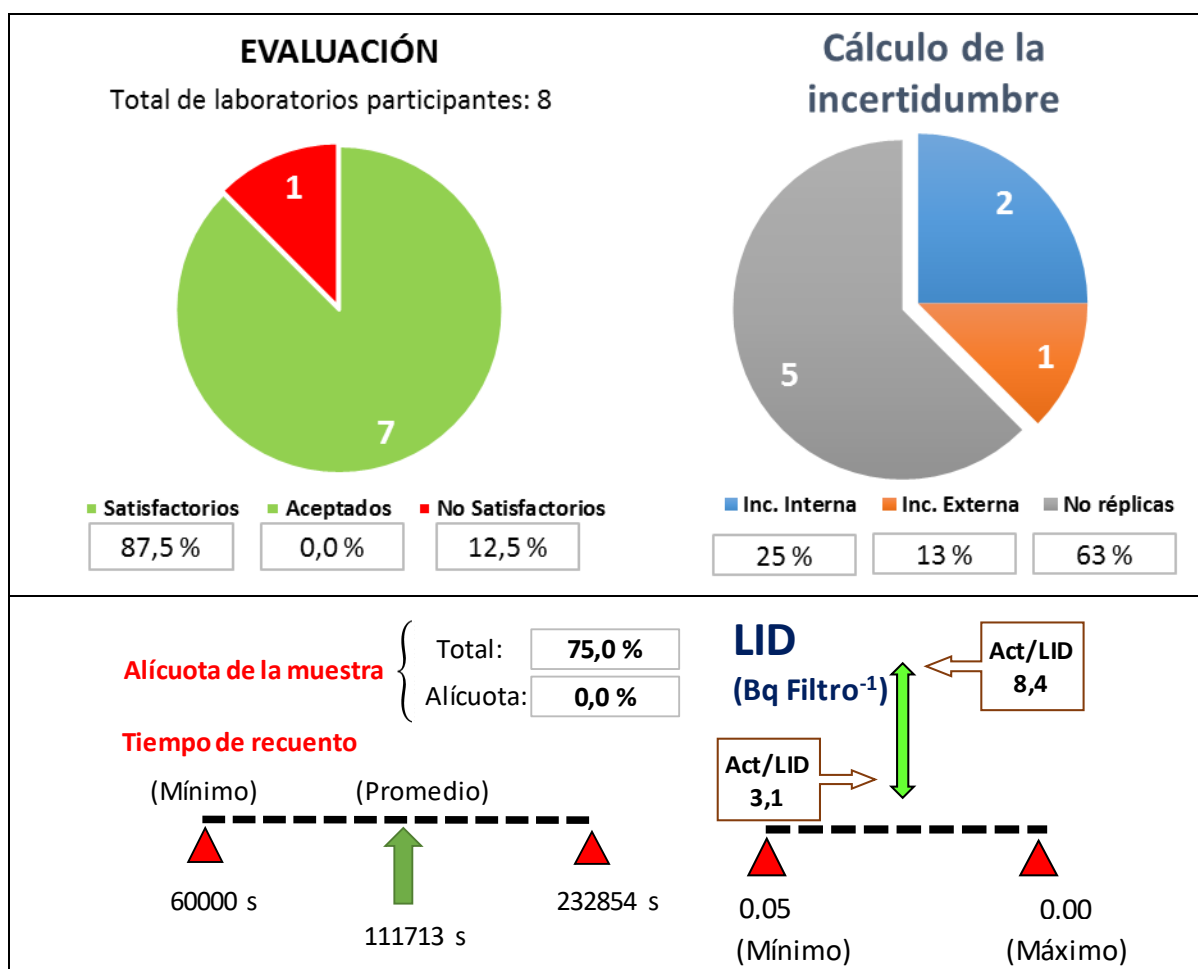


Figura 68. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{134}Cs del filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie para el plazo de 72 horas.

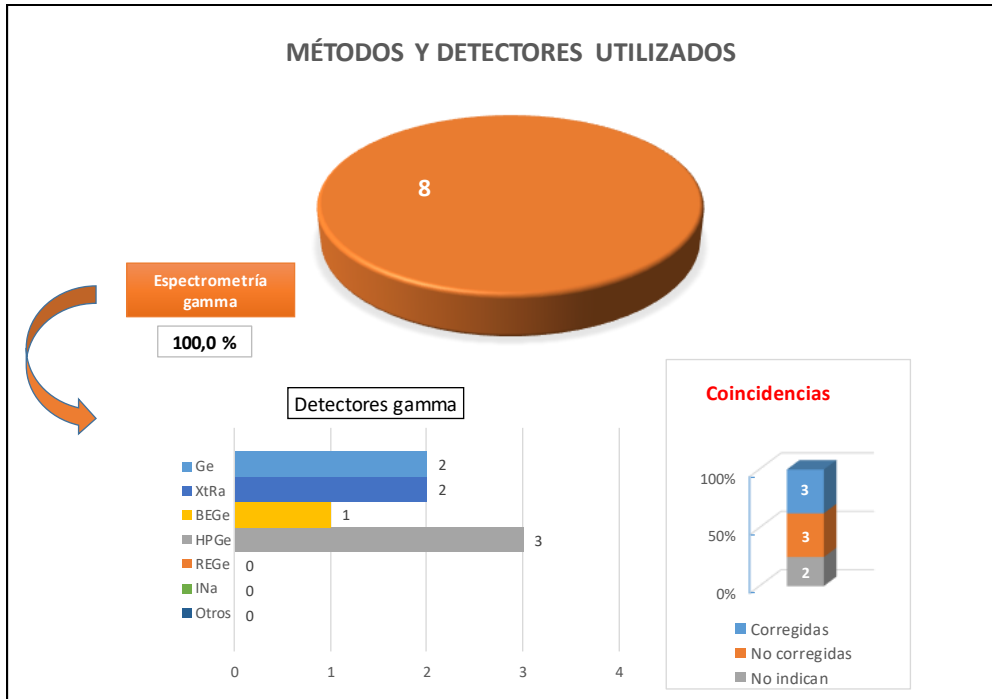


Figura 69. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{134}Cs en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

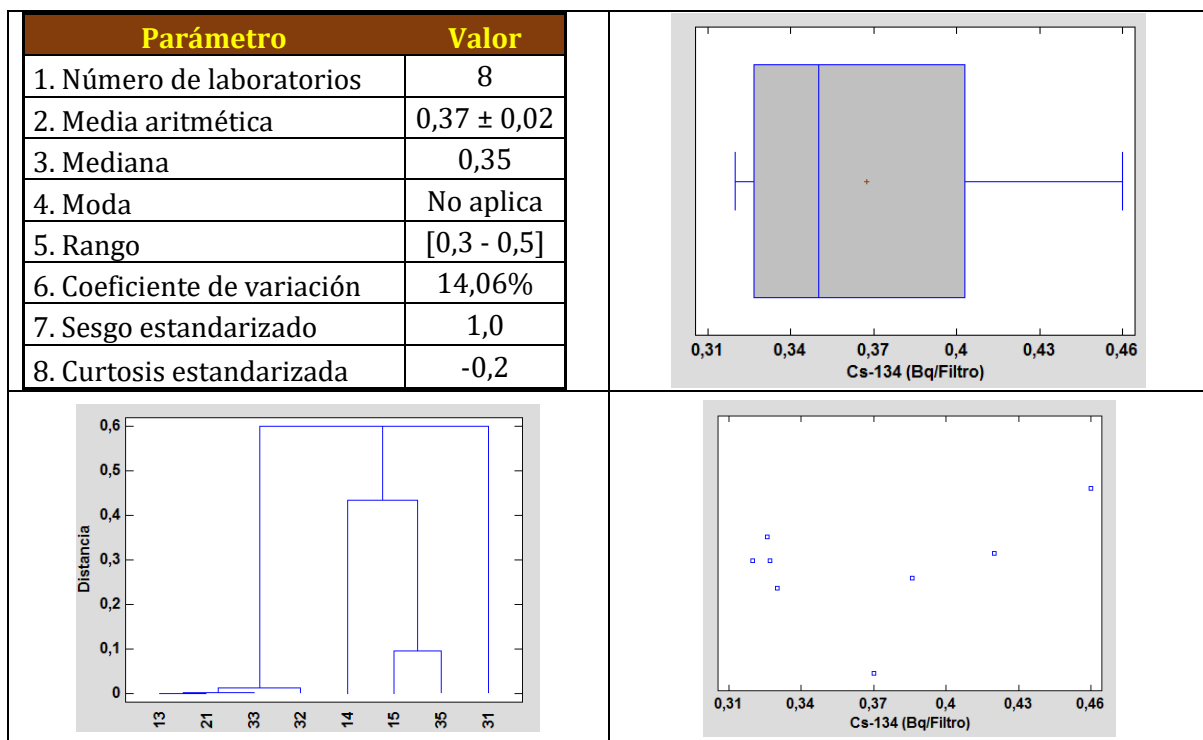


Figura 70. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{134}Cs para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

13.11. ¹³⁷Cs

El número de laboratorios que participó en la determinación de la concentración de actividad del ¹³⁷Cs fue de 8, obteniendo 5 de ellos una evaluación satisfactoria (62,5%) y 3 no satisfactoria (37,5%) (Figura 71). El 38% de los laboratorios realizó más de una determinación, utilizando 2 la incertidumbre interna y 1 la externa para expresar sus resultados de concentración de actividad. El tiempo de medida medio de las muestras fue de 111713 s, oscilando entre 60000 s y 232854 s. La relación entre la concentración de actividad y el LID fue sólo de 1,6 veces para el laboratorio 33, que se vio reflejado en su menor exactitud al estar la concentración de actividad muy cerca del LID. La evaluación de este laboratorio fue no satisfactoria.

Los 8 laboratorios realizaron la determinación de la concentración de actividad del ¹³⁷Cs mediante espectrometría gamma. Aunque un laboratorio indicó que realizó la corrección por suma de coincidencias, en el caso del ¹³⁷Cs no sería necesaria dicha determinación. Los detectores utilizados en la espectrometría gamma se presentan en la Figura 72.

Las diferencias entre las concentraciones de actividad del ¹³⁷Cs reportadas por los diferentes laboratorios fue baja, observándose una diferencia significativa para el caso del laboratorio 33 (véase Figura 73). Todos los resultados (menos el del laboratorio 33) estuvieron agrupados como se reflejan los diferentes gráficos de la Figura 73.

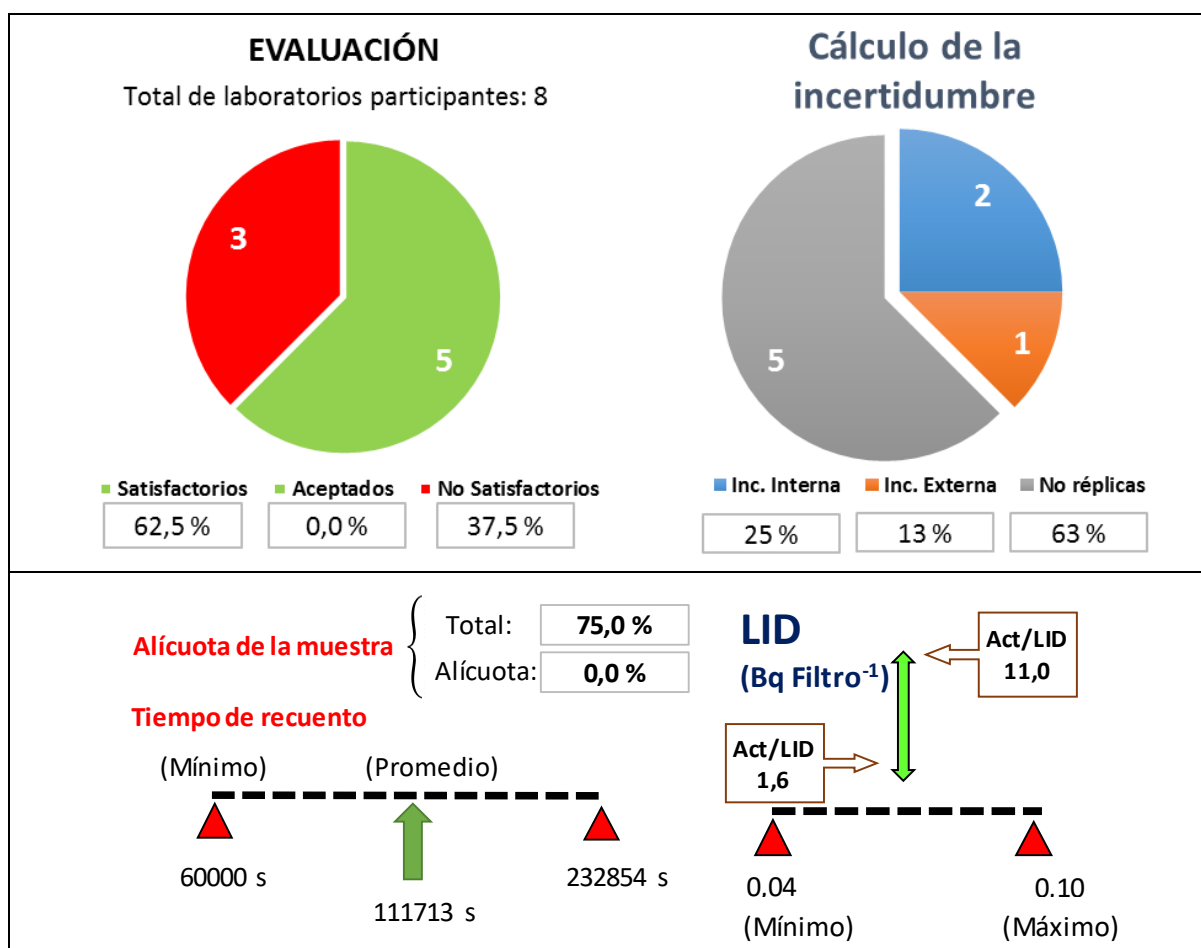


Figura 71. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ¹³⁷Cs del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 72 horas.

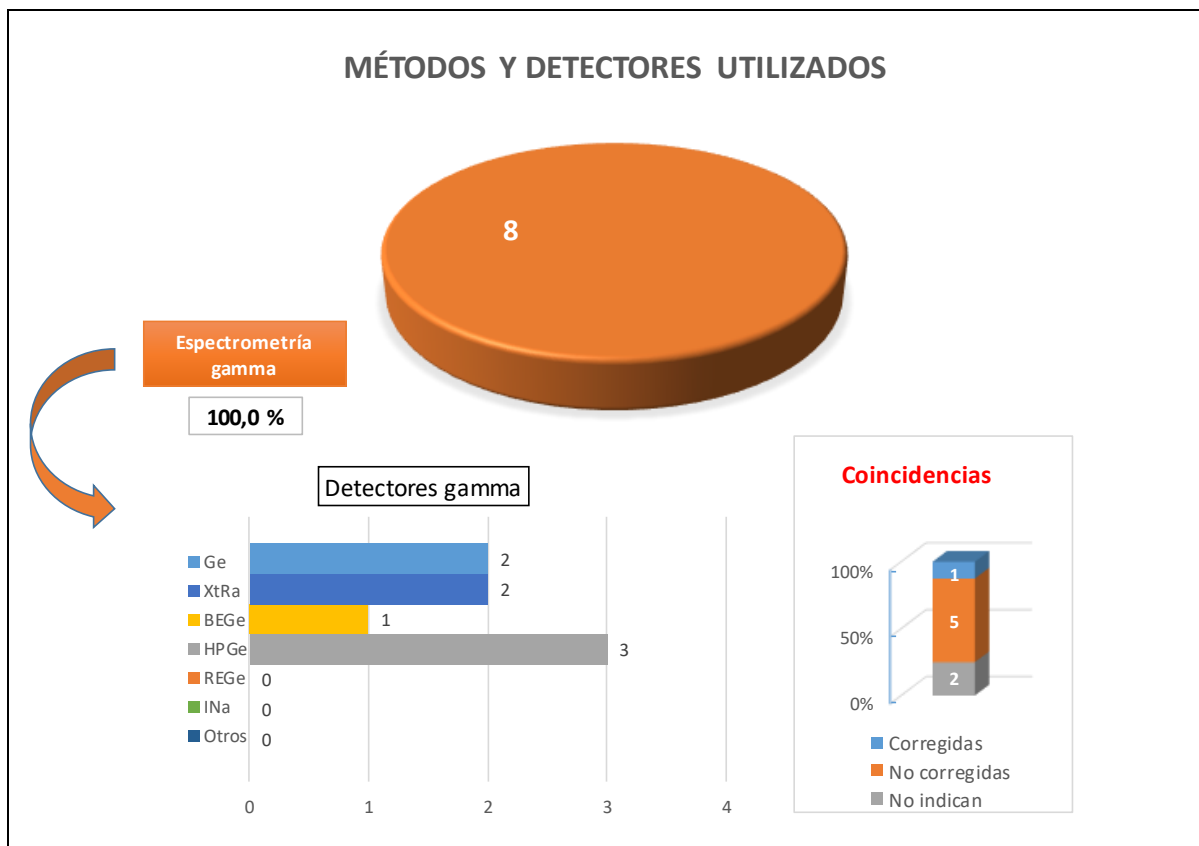


Figura 72. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{137}Cs en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

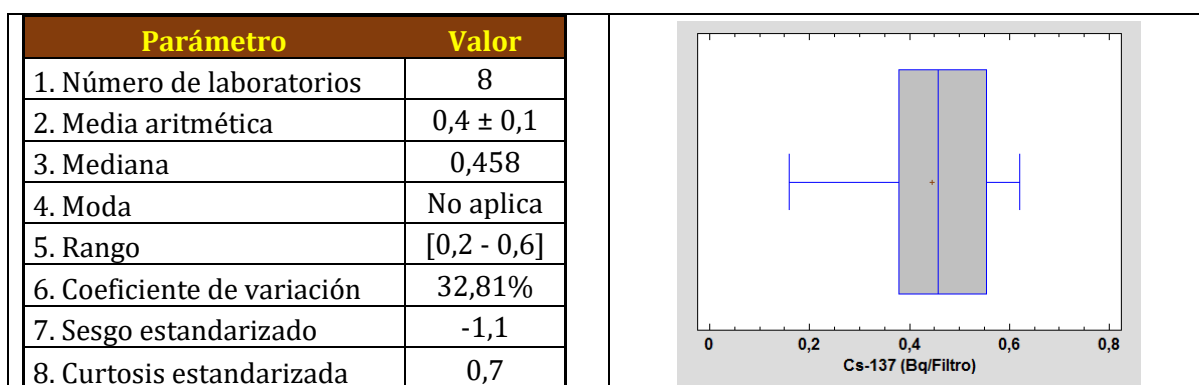


Figura 73. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{137}Cs para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

13.12. ²⁴¹Am

La participación en la determinación de la concentración de actividad del ²⁴¹Am fue de 8 laboratorios (Figura 74). Los laboratorios que obtuvieron una evaluación satisfactoria fueron 7 y no satisfactoria fue 1 (laboratorio 21). El 38% de los laboratorios indicaron que realizaron más de una determinación. El 75% de los laboratorios informaron que utilizaron el filtro entero para determinar la concentración de actividad del ²⁴¹Am. El tiempo medio de medida fue de 111713 s oscilando entre 60000s y 232854 s. La relación entre la concentración de actividad y el LID mostraba la suficiente diferencia para que las medidas no tuvieran excesiva incertidumbre.

Todos los laboratorios realizaron sus determinaciones mediante la técnica de medida de espectrometría gamma utilizando los detectores mostrados en la Figura 75. La corrección por suma de coincidencias no fue realizada por ninguno de los laboratorios.

La distribución de las concentraciones de actividad del ²⁴¹Am reflejó un conjunto de 6 resultados con poca diferencia entre ellos y dos valores alejados de este conjunto. El laboratorio 31 obtuvo un resultado fuera del límite de 3 veces el rango intercuartílico, por lo que se podría considerar como un valor anómalo. El laboratorio 21, aunque obtuvo una evaluación satisfactoria, reportó un resultado por debajo de los valores agrupados mencionados anteriormente (Figura 76).

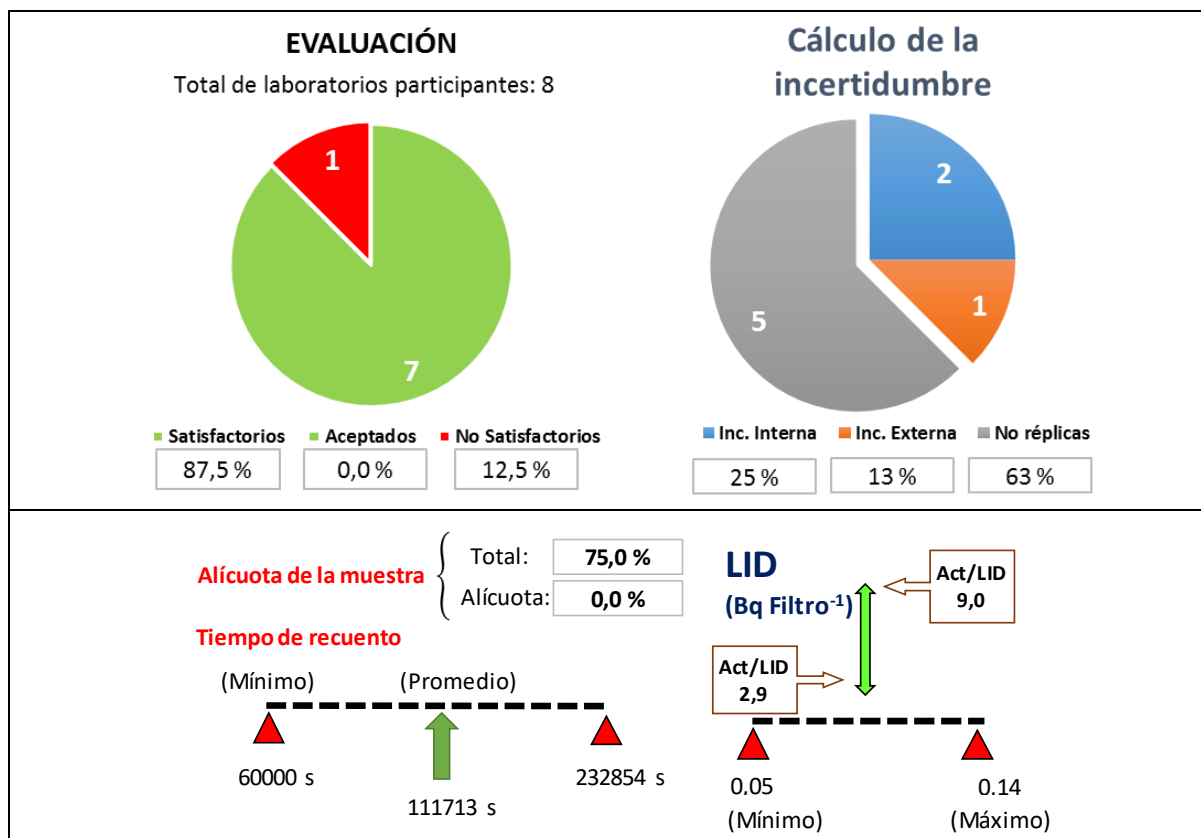


Figura 74. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ²⁴¹Am del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 72 horas.

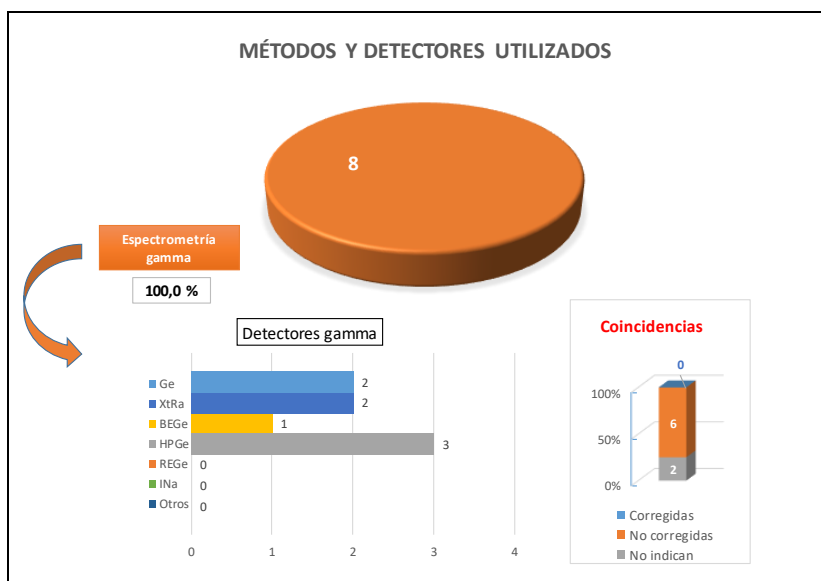


Figura 75. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{241}Am en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

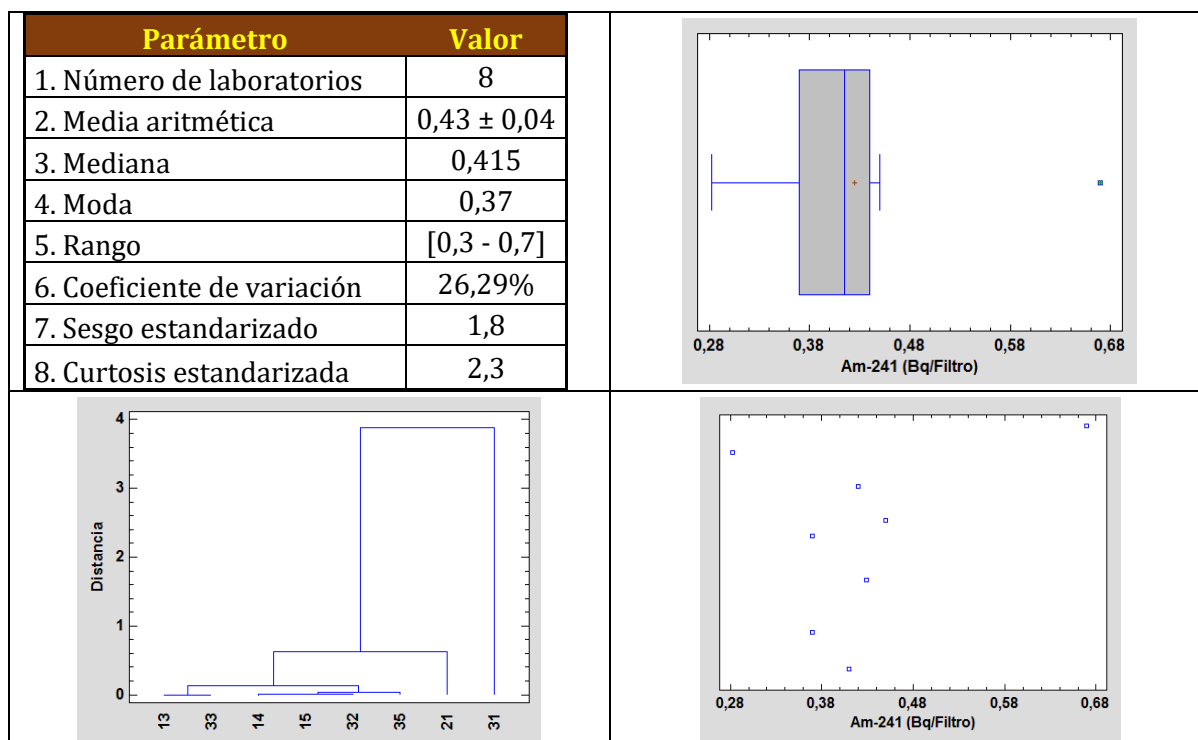


Figura 76. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{241}Am para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 72 horas. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

13.13. Uranio Natural

La concentración de actividad del uranio natural fue únicamente reportada por el laboratorio 14, obteniendo una evaluación no satisfactoria.

13.14. Resultados no solicitados

El laboratorio 21 informó de la concentración de actividad del ⁴⁰K, sin que fuera solicitada por el organizador (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados no solicitados

MATRIZ: Filtro de 20 X 25 cm ²					
CÓDIGO Laboratorio	Isótopo informado	RESULTADOS			
		Actividad (Bq/Filtro)	U (k=2) (Bq/Filtro)	LID (Bq/Filtro)	TIPO
21	K-40	2,15E+00	1,50E-01	1,35E+00	No solicitado

14. RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h (FILTRO DE 20 x 25 cm² DE SUPERFICIE)

14.1. PARTICIPACIÓN

En Figura 76 se presentan para el filtro de 20 x 25 cm² la participación para cada uno de los análisis solicitados indicándose:

- Número total de laboratorios que han participado para cada uno de los análisis.
- Número de resultados Satisfactorios para cada análisis.
- Número de resultados Dudosos para cada análisis.
- Número de resultados No Satisfactorios para cada análisis.
- Número de análisis no evaluados.

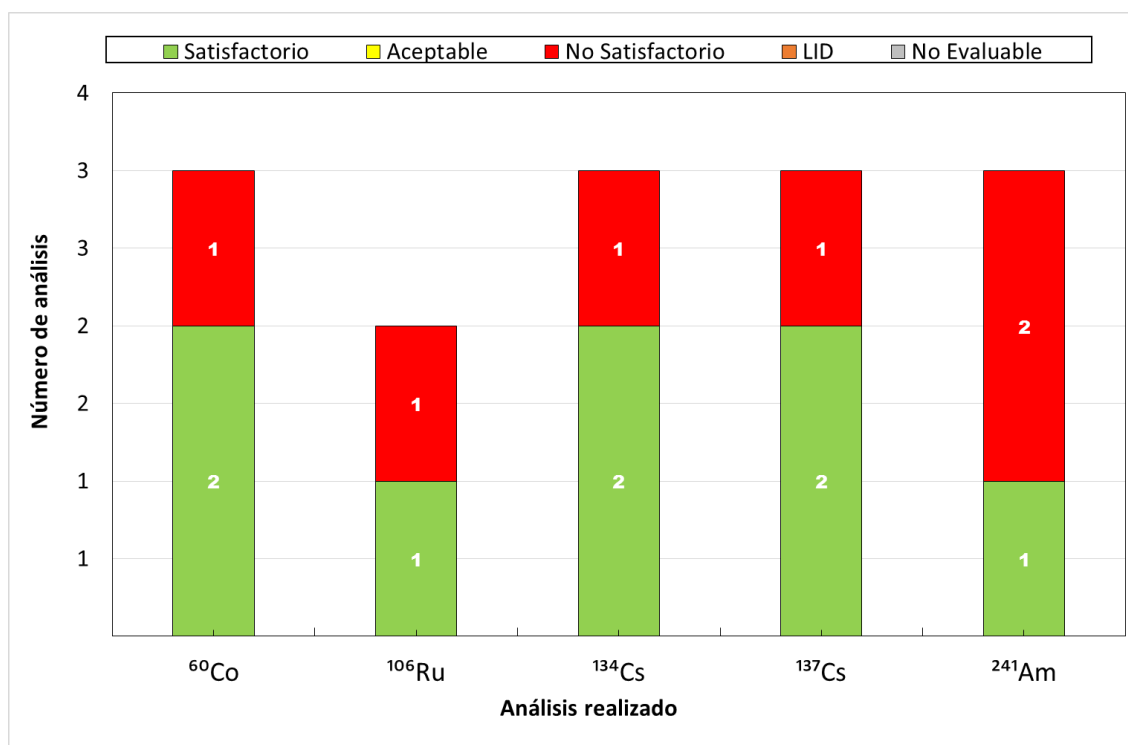


Figura 77. Resultados informados en el filtro de 20 x 25 cm² de diámetro en el plazo de 72 horas.

La evaluación estadística no se realizó para el filtro de 20 x 25 cm² de superficie en el período de 72 horas ya que el número de resultados a evaluar fue igual o menor a 3.

14.2. ^{60}Co

La concentración de actividad del ^{60}Co fue reportada por 3 laboratorios, 2 laboratorios obtuvieron una evaluación satisfactoria y otro no satisfactoria (Figura 78). El laboratorio 21 utilizó la incertidumbre externa para expresar la incertidumbre de sus valores. Los 3 laboratorios informaron que utilizaron la totalidad del filtro para determinar la concentración de actividad del ^{60}Co . Los tiempos de medida oscilaron entre 76924 s y 80000 s con un tiempo medio de medida de 78705 s. La relación entre la concentración de actividad y el LID osciló entre 12,3 y 14,5 veces. Todas las concentraciones de actividad fueron determinadas utilizando la espectrometría gamma con los detectores que se muestran en la Figura 79. Uno de los laboratorios realizó la corrección por suma de coincidencias.

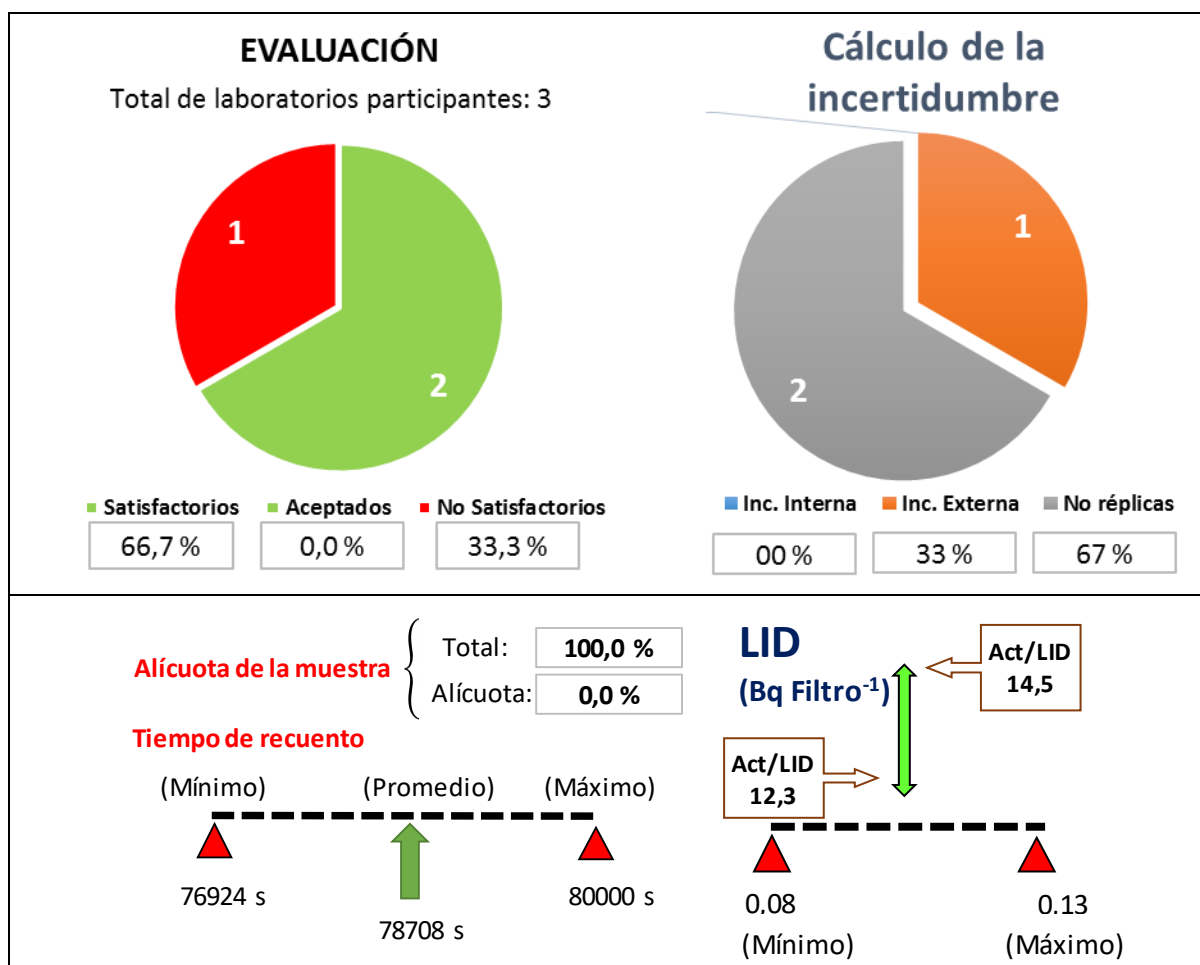


Figura 78. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{60}Co del filtro de 20 x 25 cm² de superficie para el plazo de 72 horas.

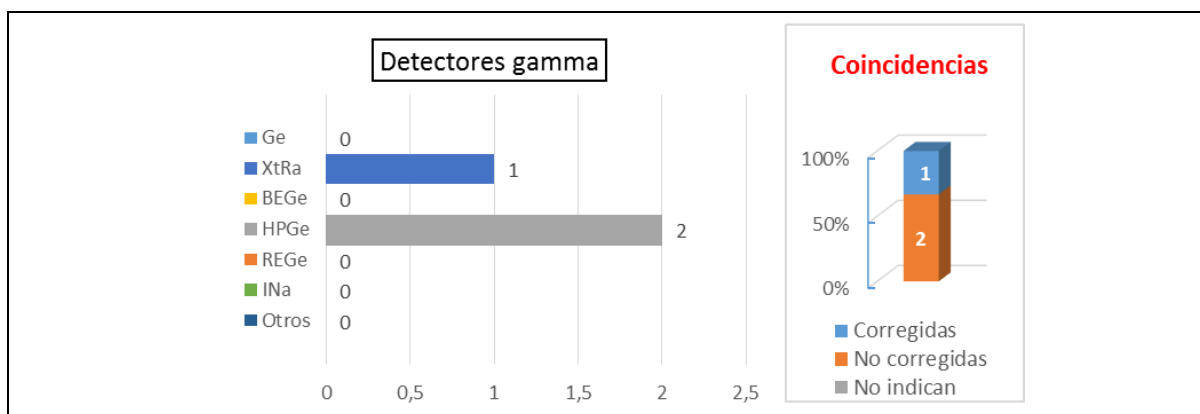


Figura 79. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{60}Co en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

14.3. ^{106}Ru

La participación en la determinación de la concentración de actividad del ^{106}Ru fue de 2 laboratorios, obteniendo una evaluación aceptable uno de ellos y el otro una no satisfactoria. Uno de los laboratorios utilizó la incertidumbre externa para expresar sus resultados. La relación entre la concentración de actividad y el LID indicó que los valores determinados estaban muy por encima de dicho LID. Uno de los dos laboratorios realizó la corrección por suma de coincidencias.

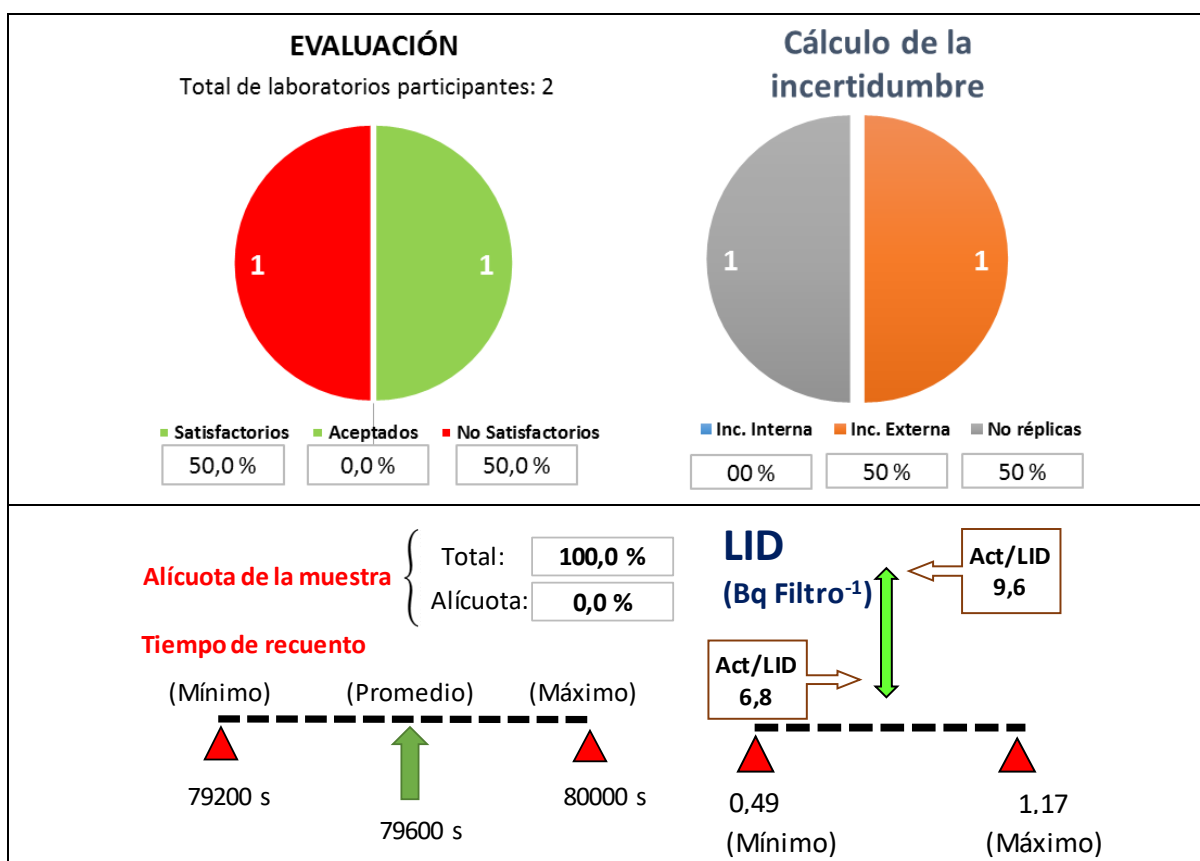


Figura 80. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{106}Ru en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

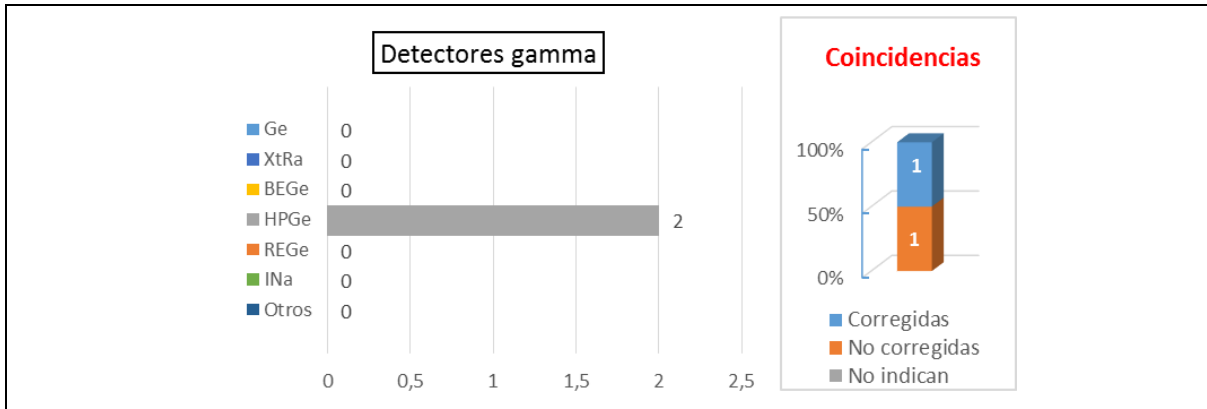


Figura 81. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{106}Ru en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

14.4. ^{134}Cs

El número de laboratorios que participó en la determinación de la concentración del ^{134}Cs fue de 3, obteniendo 2 una evaluación satisfactoria y el otro laboratorio no satisfactoria. El laboratorio 21 utilizó la incertidumbre externa para expresar sus resultados. La relación entre la concentración de actividad y LID mostraba una relación mínima de 7,9 veces (Figura 82). Uno de los laboratorios que obtuvo la evaluación satisfactoria utilizó la corrección por suma de coincidencias (Figura 83).

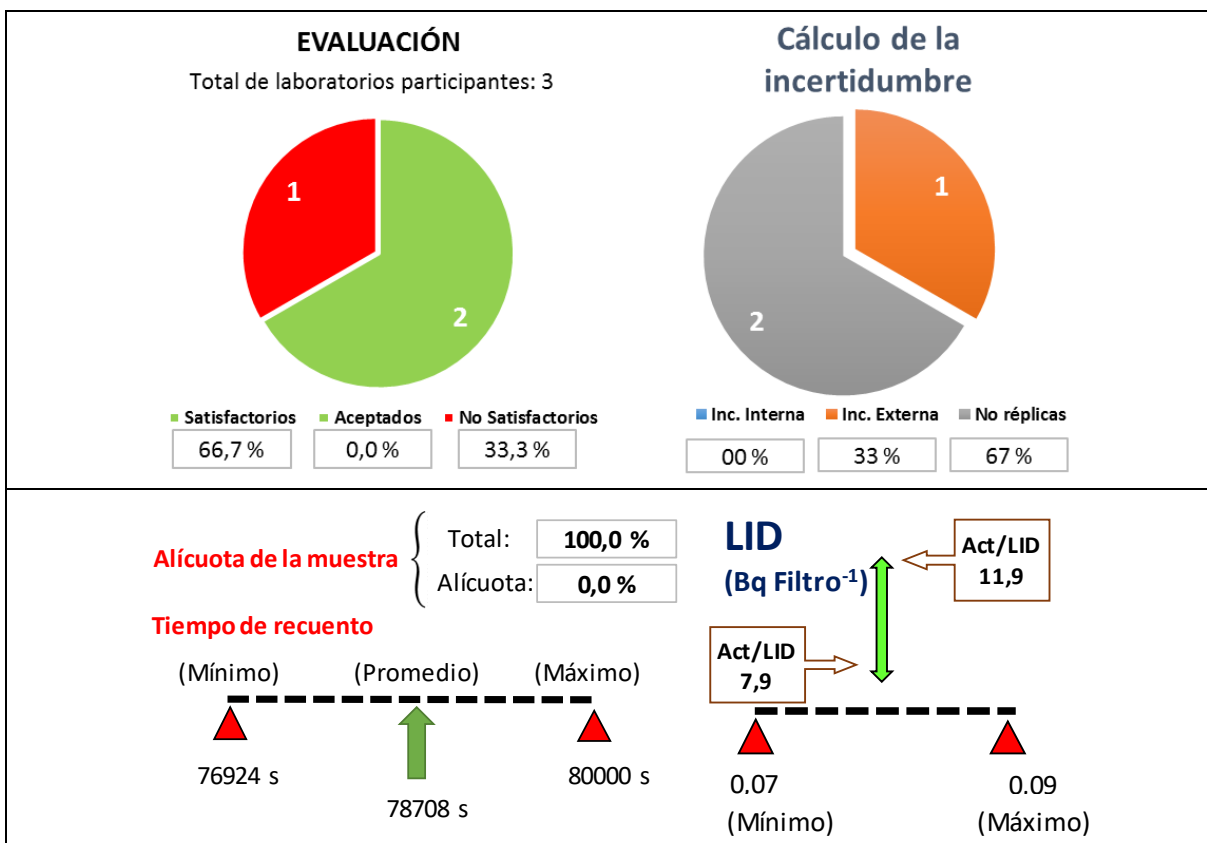


Figura 82. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{134}Cs del filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie para el plazo de 72 horas.

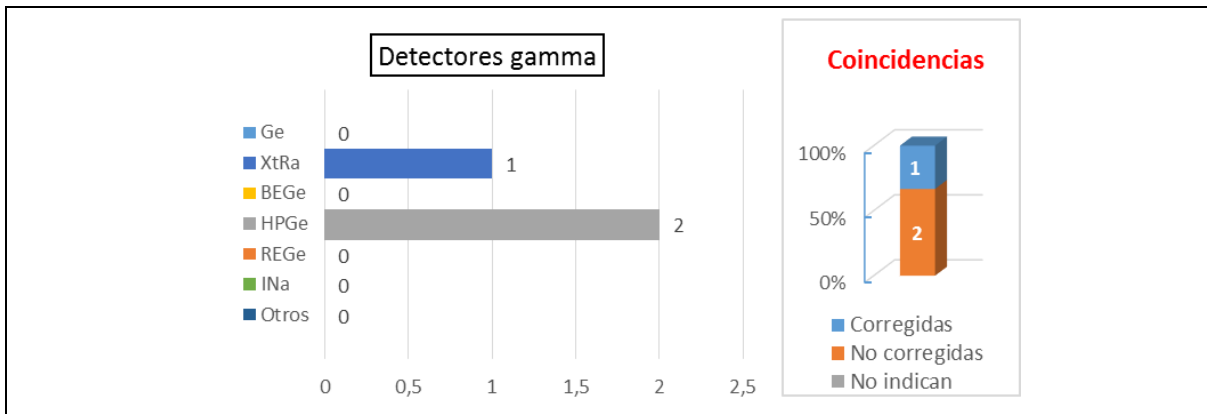


Figura 83. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{134}Cs en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

14.5. ^{137}Cs

Los laboratorios 5, 6 y 21 participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{137}Cs , los laboratorios 5 y 6 obtuvieron una evaluación satisfactoria mientras que el laboratorio 21 una evaluación no satisfactoria (Figura 84). El laboratorio 21 utilizó la incertidumbre externa para expresar los resultados. El tiempo medio de medida fue de 78708 s con un rango de la relación entre la concentración de actividad y LID que osciló entre 7,1 y 9,3 veces.

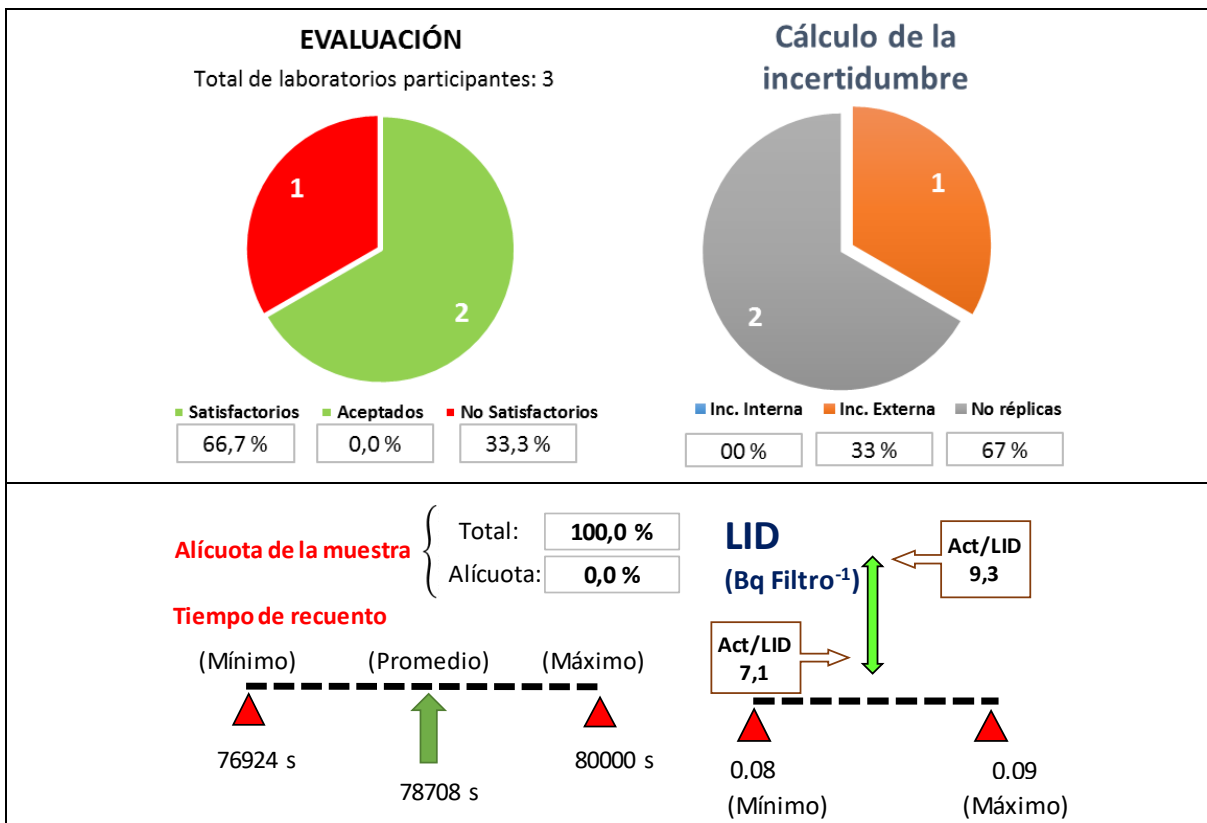


Figura 84. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{137}Cs del filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie para el plazo de 72 horas.

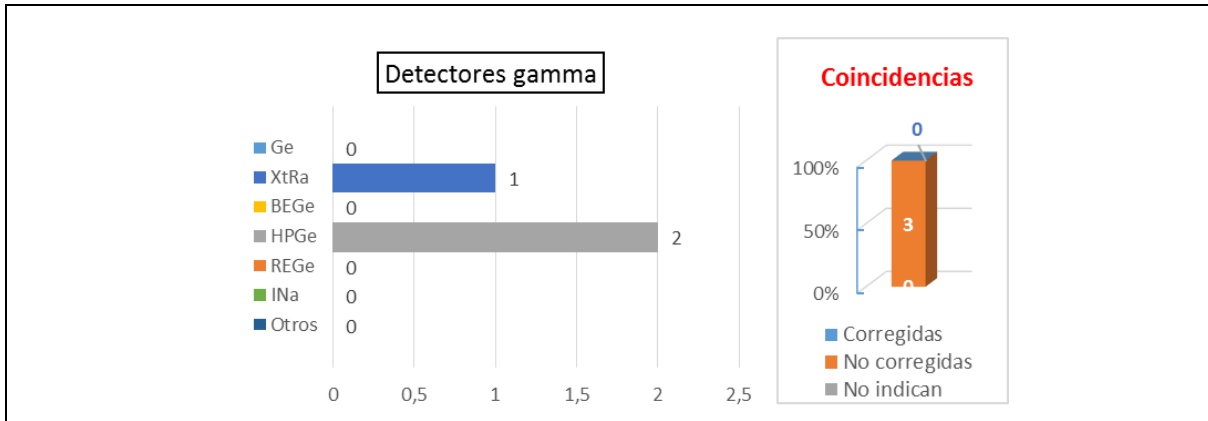


Figura 85. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{137}Cs en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

14.6. ^{241}Am

Los laboratorios que participaron en la determinación de concentración de actividad del ^{241}Am fueron: 5, 6 y 21 (Figura 86). El laboratorio 6 obtuvo una evaluación satisfactoria mientras que los laboratorios 5 y 21 obtuvieron una evaluación no satisfactoria. El laboratorio 21 empleó la incertidumbre externa para expresar sus resultados. El tiempo medio de medida fue de 78708 s y la relación entre la concentración de actividad y LID osciló en el rango comprendido entre 7,5 y 11,8 veces (Figura 87).

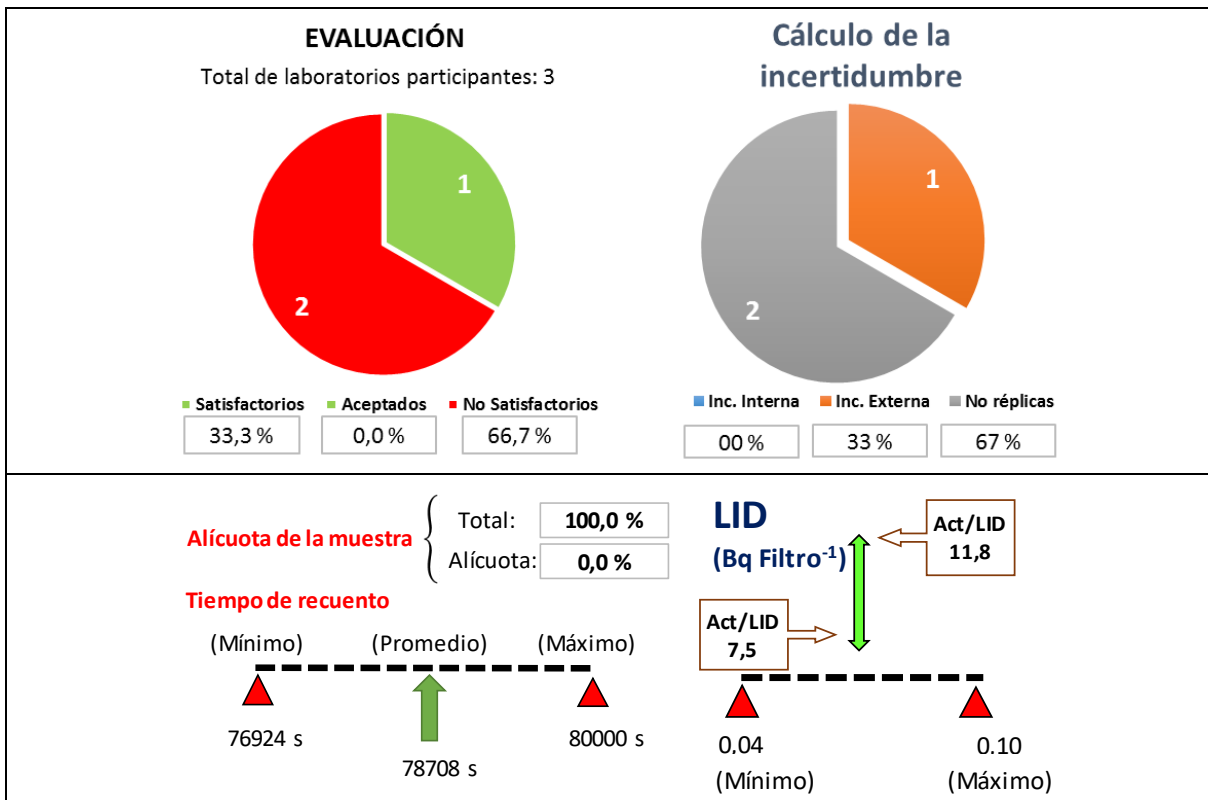


Figura 86. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{241}Am del filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie para el plazo de 72 horas.

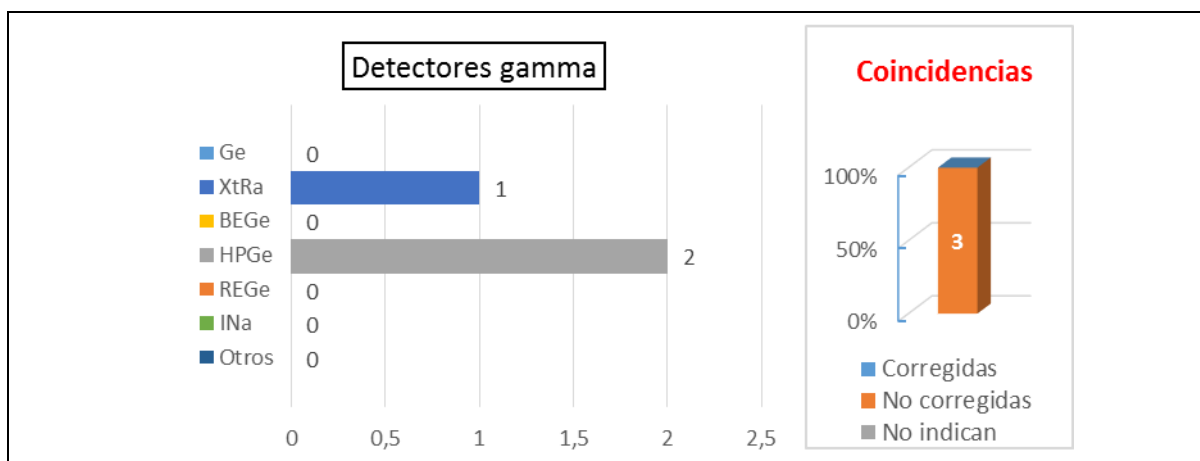


Figura 87. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{241}Am en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 72 horas.

14.7. Resultados no solicitados

El laboratorio 21 informó la concentración de actividad del ^{40}K , que no estaba incluido entre los radionucleidos solicitados.

Tabla 8. Resultados no solicitados y reportados por los laboratorios en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$.

MATRIZ: Filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$					
CÓDIGO Laboratorio	Isótopo informado	RESULTADOS			
		Actividad (Bq/Filtro)	U (k=2) (Bq/Filtro)	LID (Bq/Filtro)	TIPO
21	K-40	2,15E+00	1,50E-01	1,35E+00	No solicitado

15. RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES (FILTRO DE 47 mm DE DIÁMETRO)

15.1. PARTICIPACIÓN

En la Figura 87 se presentan para el filtro de 47 mm de diámetro la participación para cada uno de los análisis solicitados indicándose:

- f) Número total de laboratorios que han participado para cada uno de los análisis.
- g) Número de resultados Satisfactorios para cada análisis.
- h) Número de resultados Dudosos para cada análisis.
- i) Número de resultados No Satisfactorios para cada análisis.
- j) Número de análisis no evaluados.

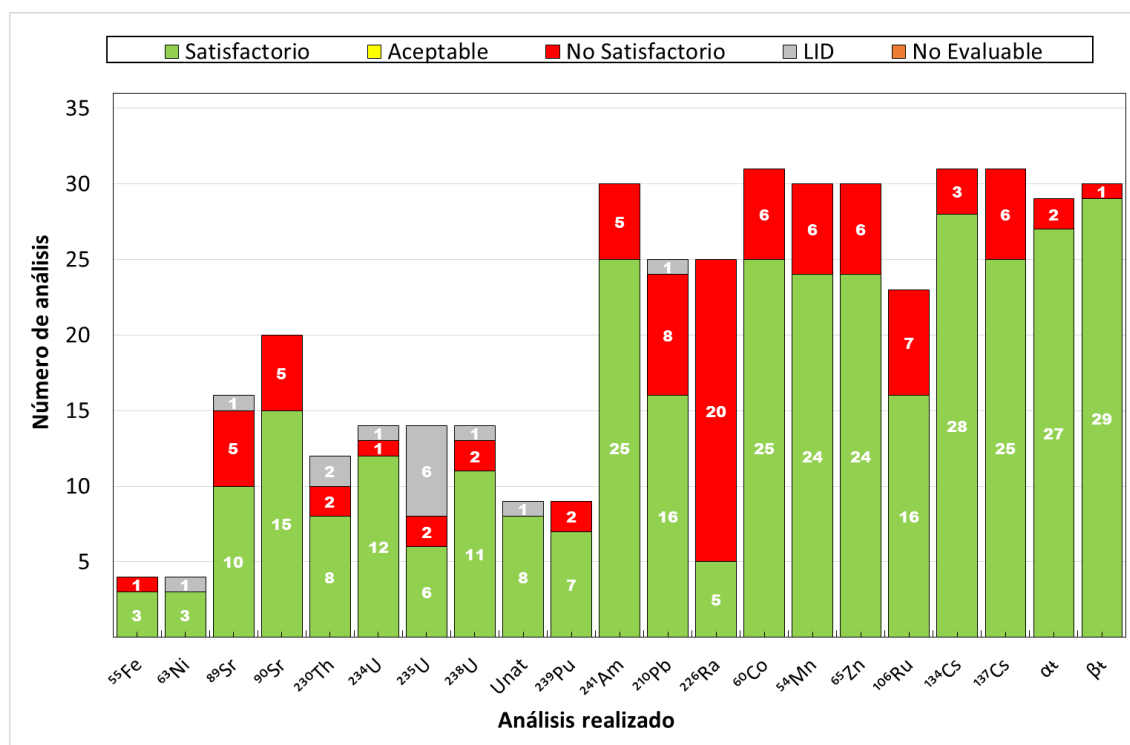


Figura 88. Participación en los diferentes análisis del filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

15.2. ⁵⁵Fe

El número de laboratorios que participó en la determinación de la concentración de actividad del ⁵⁵Fe fue de 4, obteniendo 3 de ellos (75%) una evaluación satisfactoria mientras que uno de los laboratorios obtuvo una evaluación no satisfactoria (Figura 89). El laboratorio 13 realizó más de una determinación, sin embargo, el laboratorio 15 indicó que utilizó la incertidumbre interna cuando en realidad sólo indicó una determinación, de ahí que en la gráfica aparezca que el 50% informó utilizando la incertidumbre interna. Los laboratorios 13 y 20 utilizaron toda la muestra mientras que los laboratorios 15 y 33 utilizaron una alícuota. Los tiempos de recuento variaron entre 8400s y 48000s. El laboratorio 33 fue el que midió menos tiempo y por tanto la relación entre la concentración de actividad y el LID fueron cercanos entre sí (1,2 veces), esto pudo ser la causa del valor no satisfactorio obtenido.

La Figura 90 muestra cómo los 4 laboratorios utilizaron métodos radioquímicos y todos ellos utilizaron el detector de centelleo líquido como sistema de medida.

La distribución de los resultados que se presenta en la Figura 91 muestra cómo la concentración de actividad del laboratorio 33 era menor que la de los restantes laboratorios.

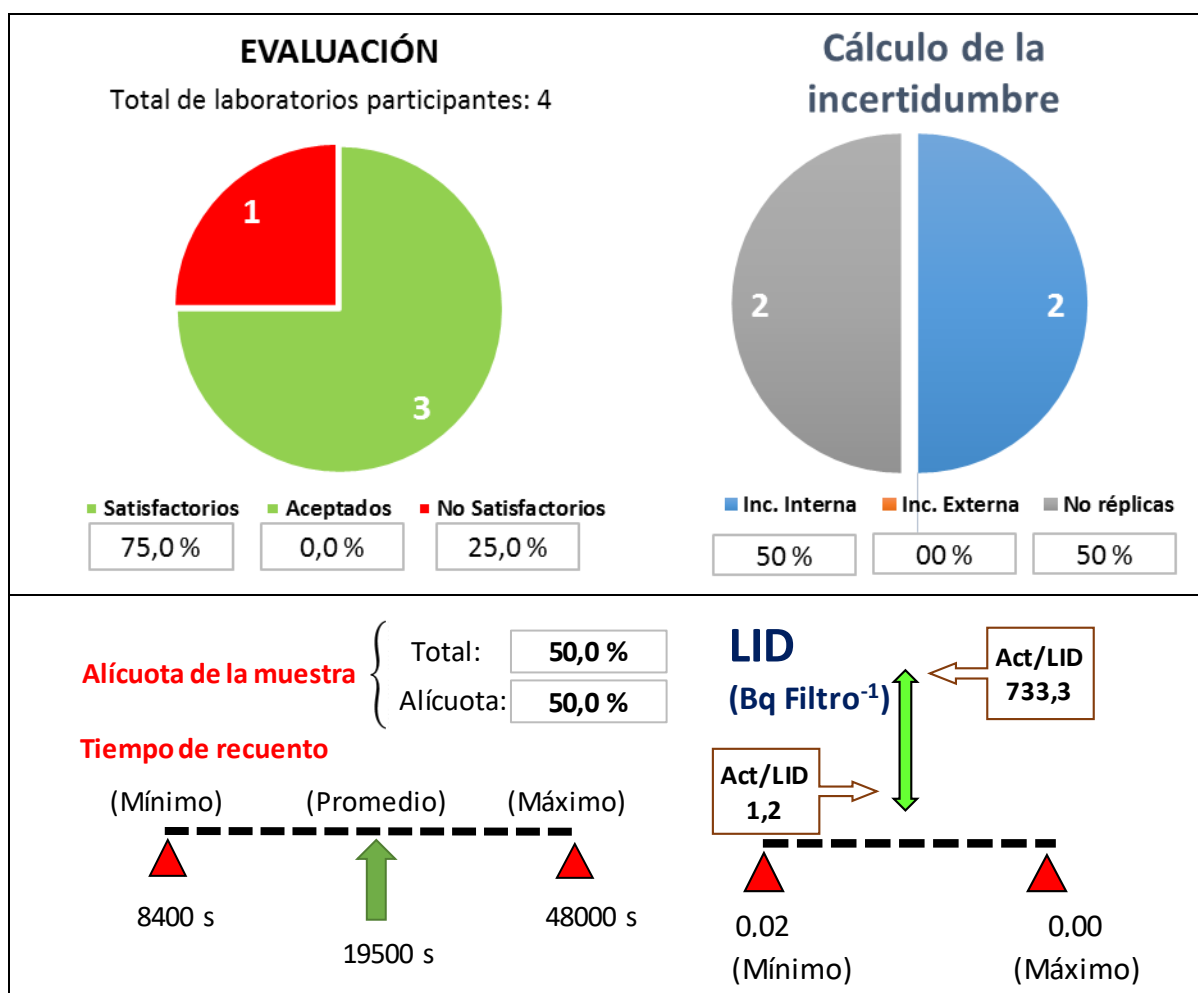


Figura 89. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ⁵⁵Fe del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

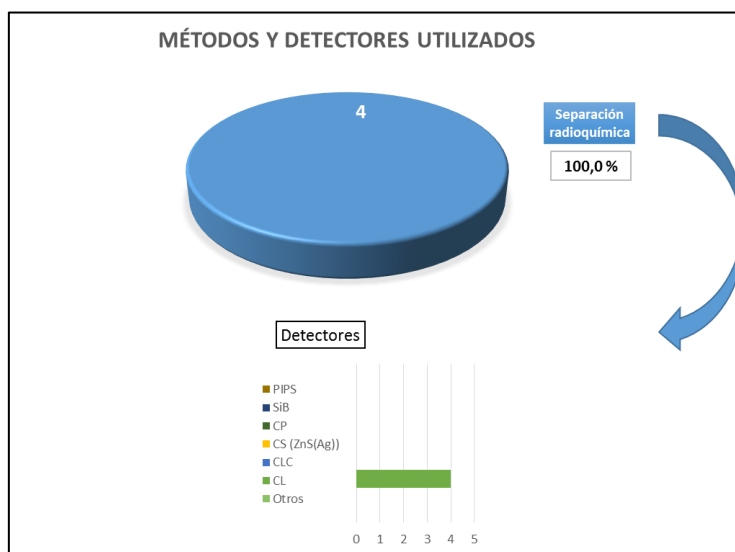


Figura 90. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{55}Fe en el filtro de 47 cm de diámetro en el plazo de 2 meses.

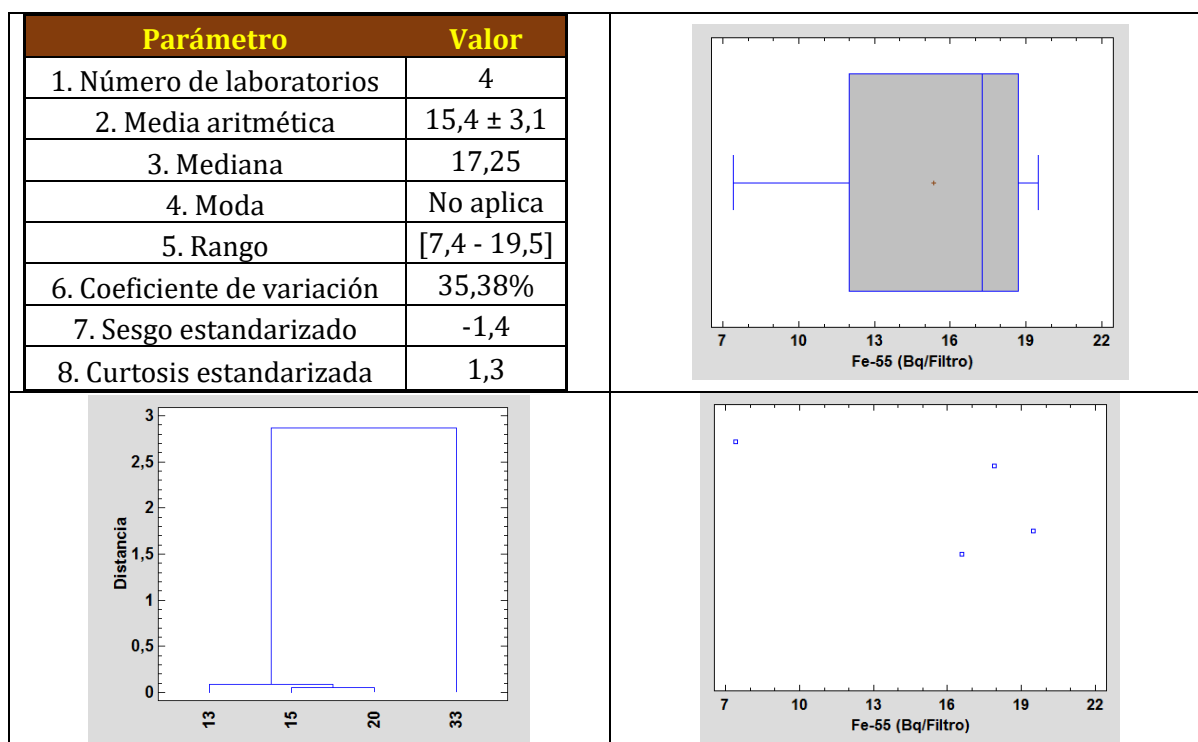


Figura 91. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{55}Fe para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

15.3. ^{63}Ni

La concentración de actividad del ^{63}Ni fue reportada por los laboratorios 13, 15, 20 y 33. El laboratorio 33 informó LID ya que el tiempo de recuento utilizado fue muy bajo, de 4800 s, respecto al de los otros laboratorios que osciló entre 10800 s y 48000 s. Los LID alcanzados por los laboratorios no son coherentes con los datos suministrados por los mismos, ya que en el caso del laboratorio 20 usando la totalidad del filtro, su LID fue superior al del laboratorio 15, que utilizó una alícuota pero el mismo tiempo de recuento. La evaluación de los 3 laboratorios fue satisfactoria.

15.4. ^{89}Sr

El número de laboratorios que participó en la determinación de la concentración de actividad del ^{89}Sr fue de 16, de los cuales el laboratorio 11 informó LID (Figura 92). El número de laboratorios con una evaluación satisfactoria fue de 10 (62,5%) y 5 con evaluación no satisfactoria (31,3%). El 38% de los laboratorios informaron que realizaron más de una determinación indicando que utilizaron la incertidumbre interna para expresar sus resultados. Los laboratorios que utilizaron todo el filtro para realizar su determinación fue de 56,3% y el 43,7% indicó que había tomado una alícuota de la muestra. El rango de tiempos de medida osciló entre 14400 s y 2040000 s. El tiempo de medida aportado por el laboratorio 7 supone un total de 23 días por lo que se supone una errata al transcribir los resultados. La relación entre la concentración de actividad y el LID fue como mínimo 7,5 veces. Los 15 laboratorios que informaron los datos de la medida indicaron que realizaron la concentración de actividad del ^{89}Sr radioquímicamente, utilizando mayoritariamente el contador proporcional para realizar las medidas (13) y 2 laboratorios el centelleo líquido (Figura 93).

Las concentraciones de actividad del ^{89}Sr siguen una distribución normal, tal y como muestran los valores de curtosis y sesgo estandarizado. Sin embargo, se observó una elevada dispersión que se refleja en la anchura de los cuartiles del gráfico de caja y bigotes, la gráfica de dispersión y del dendograma (Figura). Aunque la moda se centró en 3,15, el gráfico de densidad suavizada mostraba la existencia de dos modos que concuerda con la elevada dispersión de los valores.

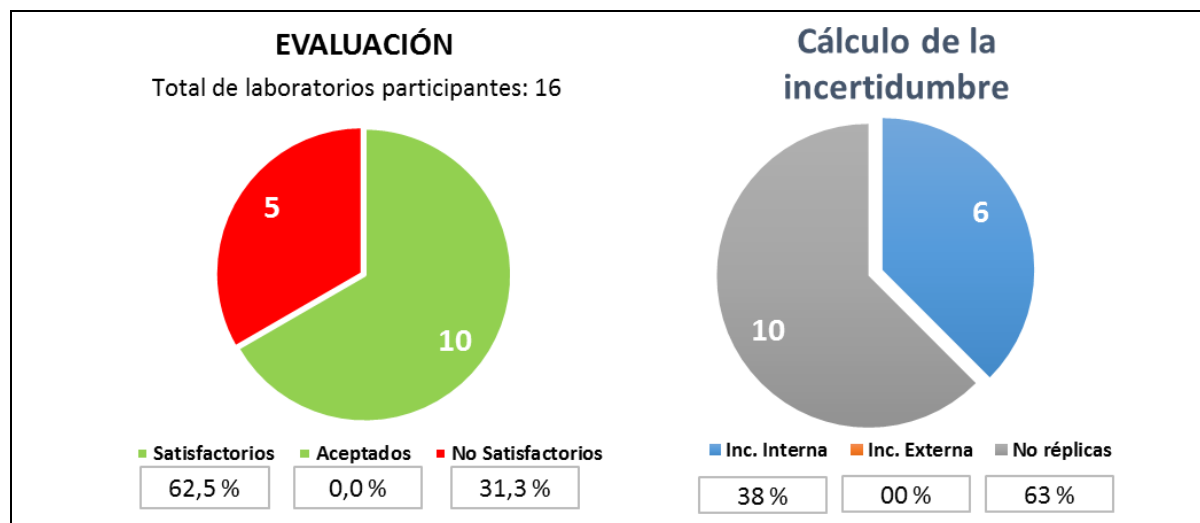


Figura 91. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{89}Sr del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

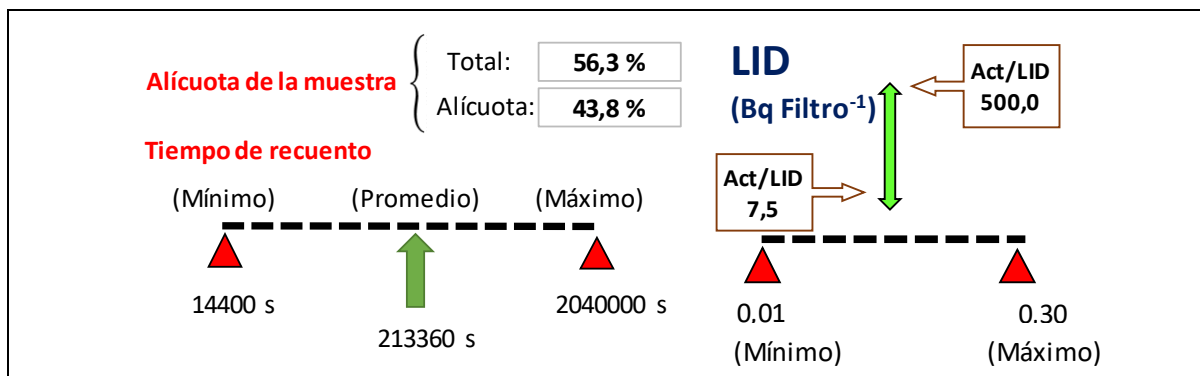


Figura 92 (cont.). Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ⁸⁹Sr del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

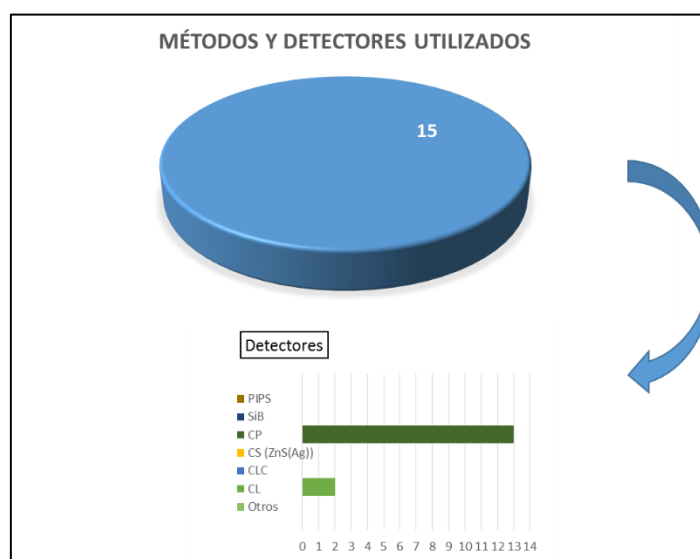


Figura 93. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ⁸⁹Sr en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

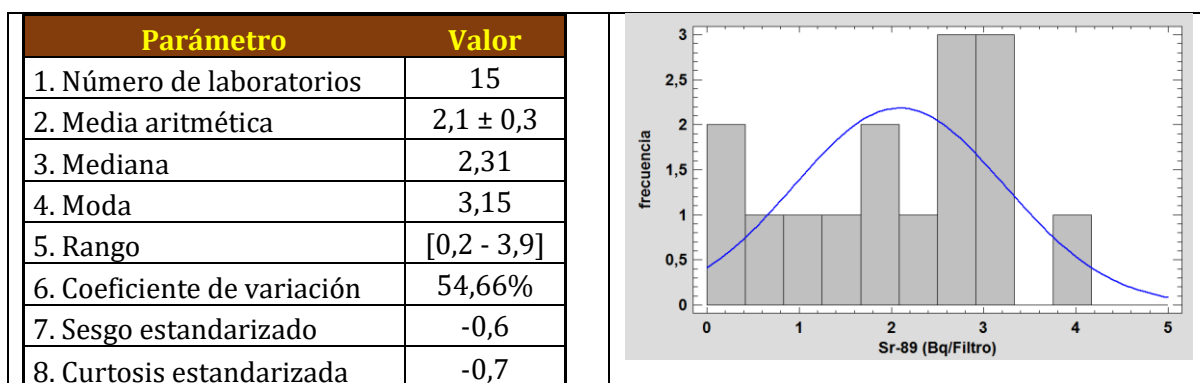


Figura 94. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ⁸⁹Sr para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

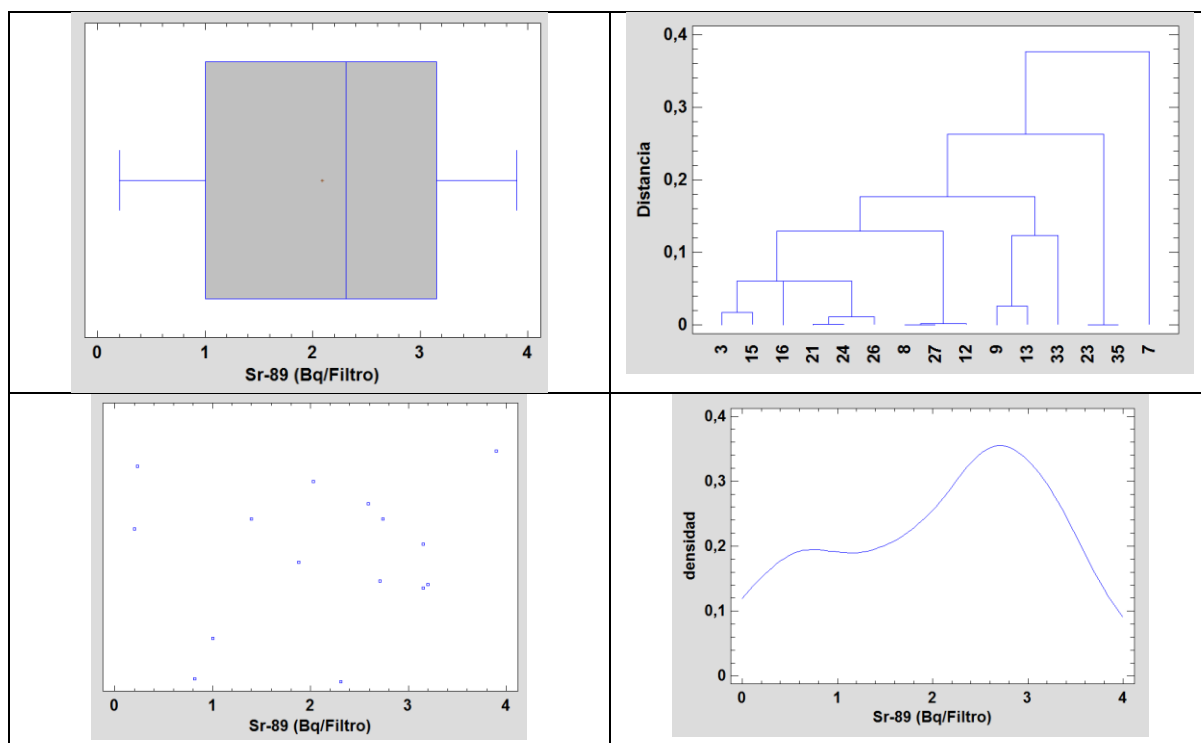


Figura 93 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{89}Sr para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

15.5. ^{90}Sr

El número de participantes en la determinación de actividad del ^{90}Sr fue 20, de los cuales 15 (75%) obtuvieron una evaluación satisfactoria y 5 no satisfactoria (25%) (Figura 95). El 35% de los laboratorios realizaron más de una determinación expresando la incertidumbre de su media con la incertidumbre interna. El tiempo de medida mínimo fue de 10800 s y se volvió a observar lo comentado para el caso del ^{89}Sr respecto al tiempo mayor. La relación entre la concentración de actividad del ^{90}Sr y el LID fue de 2,4. Los 19 laboratorios que informaron sus datos de preparación y medida realizaron la separación radioquímica utilizando el 55,0% todo el filtro y el 45% una alícuota del mismo. La relación entre la concentración de actividad y el LID fue como mínimo de 2,4 veces y los LID variaron entre 0,0002 y 0,17 Bq Filtro⁻¹.

Los 19 laboratorios que informaron de sus parámetros de preparación y medida realizaron la separación radioquímica del ^{90}Sr , utilizado 16 el contador proporcional y 3 el centelleo líquido para realizar sus medidas.

Las concentraciones de actividad siguieron una distribución normal según los valores de la curtosis y sesgo estandarizado (Figura 97). Los 5 laboratorios que obtuvieron una evaluación no satisfactoria fueron los que son menores y mayores a 1,5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos son los que provocan que la curva de densidad suavizada muestre una marcada asimetría, tanto para los valores negativos como positivos. Los laboratorios que obtuvieron una

evaluación satisfactoria informaron resultados muy similares, como pone de manifiesto el gráfico de caja y bigotes y el de dispersión.

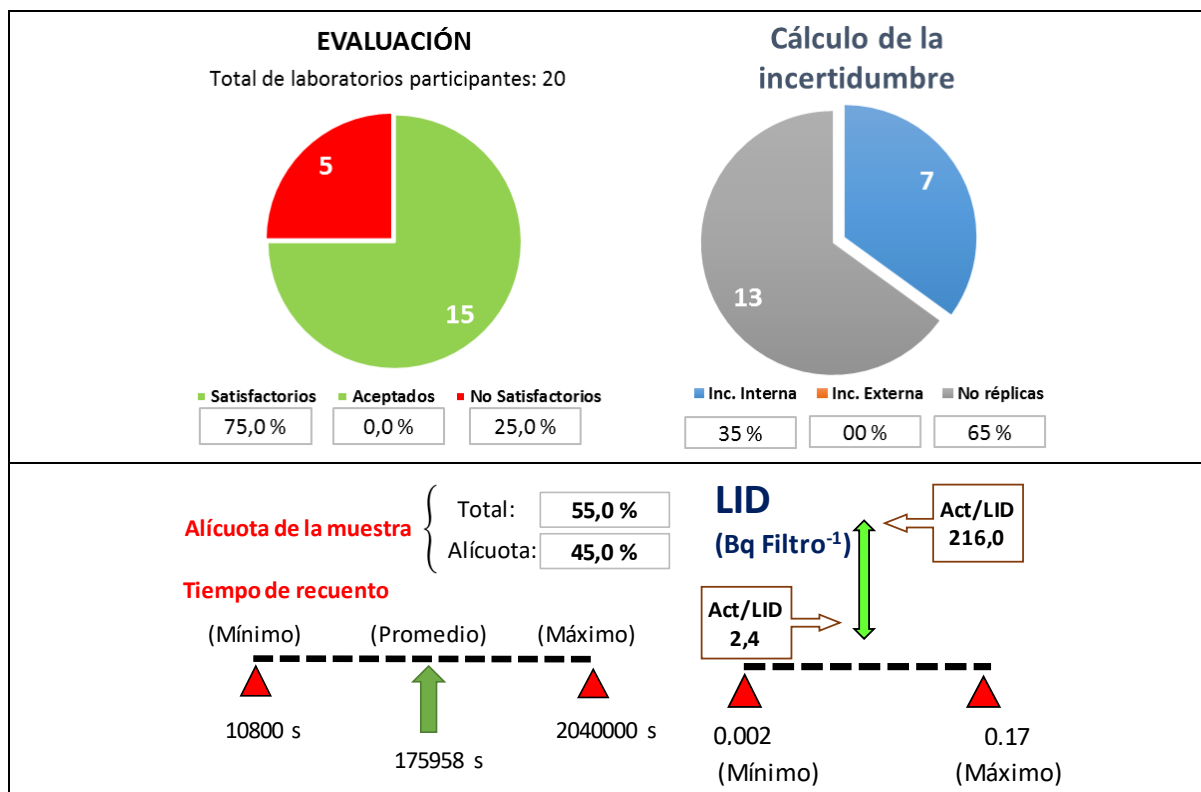


Figura 95. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{90}Sr del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

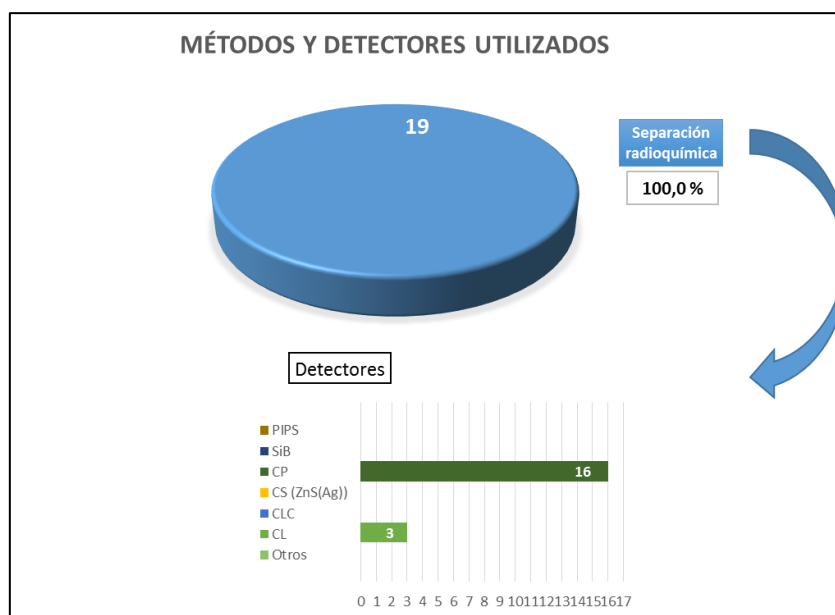


Figura 96. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{90}Sr en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

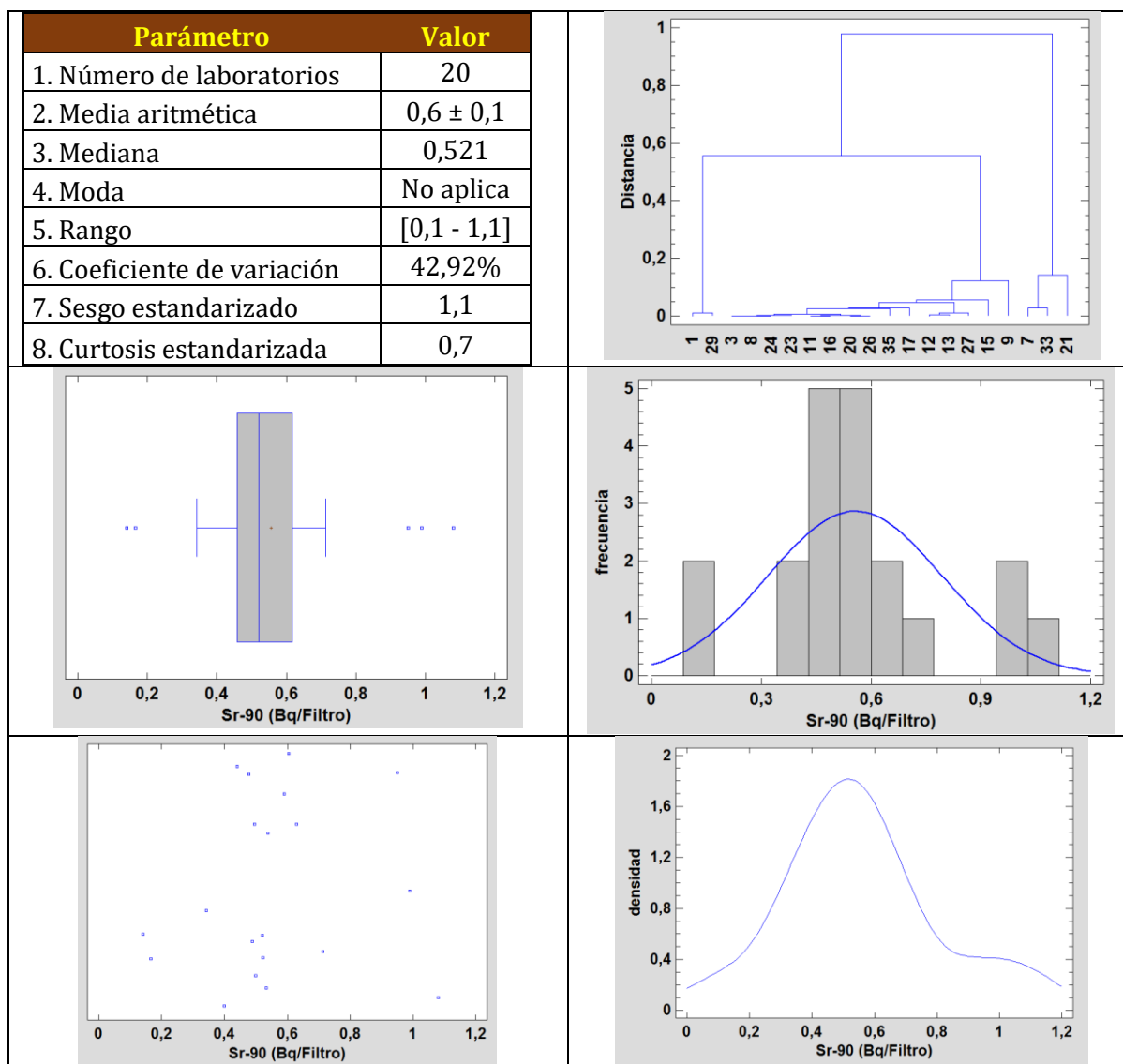


Figura 97. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{90}Sr para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

15.6. ^{230}Th

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{230}Th fue de 12 (Figura 97). Los laboratorios que obtuvieron una evaluación satisfactoria fueron 8 mientras que los que obtuvieron una evaluación no satisfactoria fueron 2. El 58% de los laboratorios realizaron más de una determinación utilizando la incertidumbre interna para expresar sus resultados. La muestra fue tratada en su totalidad por el 25% de los laboratorios, empleando el 75% restante una alícuota. El tiempo medio de medida fue de 375690 s, coherente con las medidas con detectores de semiconductor (PIPS). Los laboratorios 10 y 14 no informaron concentración de actividad, ya que no alcanzaron el LID (Figura 101). La espectrometría gamma fue utilizada por 11 laboratorios (Figura 99). El laboratorio 14 utilizó un detector XtRa para

determinar la concentración de actividad, aunque el tiempo de medida utilizado fue muy elevado 334606 s, dado que el fotopico de 63 keV del ^{230}Th tiene una intensidad muy baja no pudo alcanzar el LID y por ello tuvo que reportar este valor. El valor mínimo de la relación de la concentración de actividad y el LID fue de 0,2, que corresponde a la determinación por espectrometría gamma. Los detectores utilizados fueron en su mayoría PIPS (9) aunque también se utilizó un detector SiB y el contador proporcional por el laboratorio 10. Este último laboratorio informó también solo LID.

La distribución de las concentraciones de actividad obtuvo un valor de curtosis superior a 2, por lo que los resultados no seguirían una distribución normal. El acusado sesgo negativo que muestra el valor de sesgo estandarizado se debió al valor del laboratorio 22, que es inferior al valor de 3 veces el rango intercuartílico, lo que lo define como un valor anómalo. El resultado del laboratorio 13 superó el valor de 1,5 veces el rango intercuartílico y es por tanto un valor atípico. Los resultados de los restantes laboratorios estuvieron agrupados como muestra el gráfico de caja y bigotes y el gráfico de dispersión. El histograma muestra la distribución platicúrtica debido a estos valores anómalos (Figura 100).

Los laboratorios 13 y 22, que fueron los que obtuvieron la evaluación no satisfactoria, utilizaron la digestión total de la muestra por lo que este tipo de preparación pudo ser influyente en estos resultados. Los laboratorios 10 y 14 que tenían una menor sensibilidad también la utilizaron además del laboratorio 28, aunque este obtuvo una evaluación satisfactoria. El método radioquímico utilizado no permite realizar ninguna hipótesis ya que los resultados no satisfactorios y los satisfactorios se distribuyeron de forma adecuada (Figura 101).

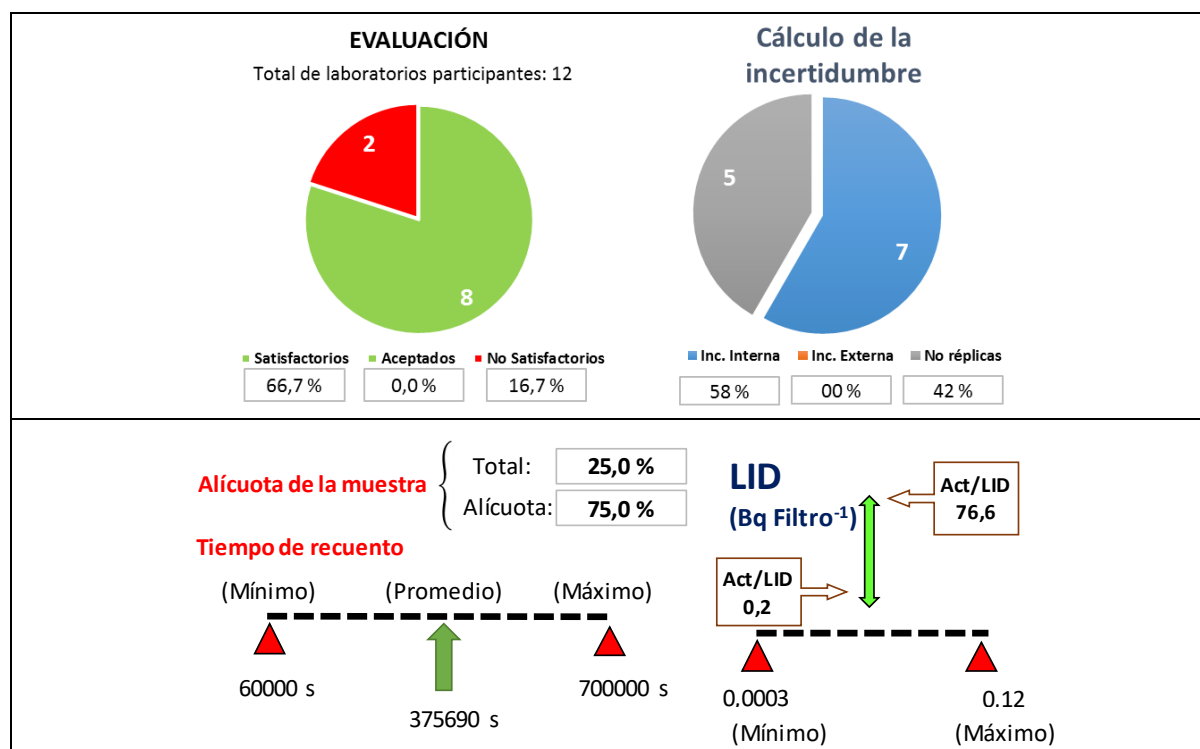


Figura 98. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{230}Th del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

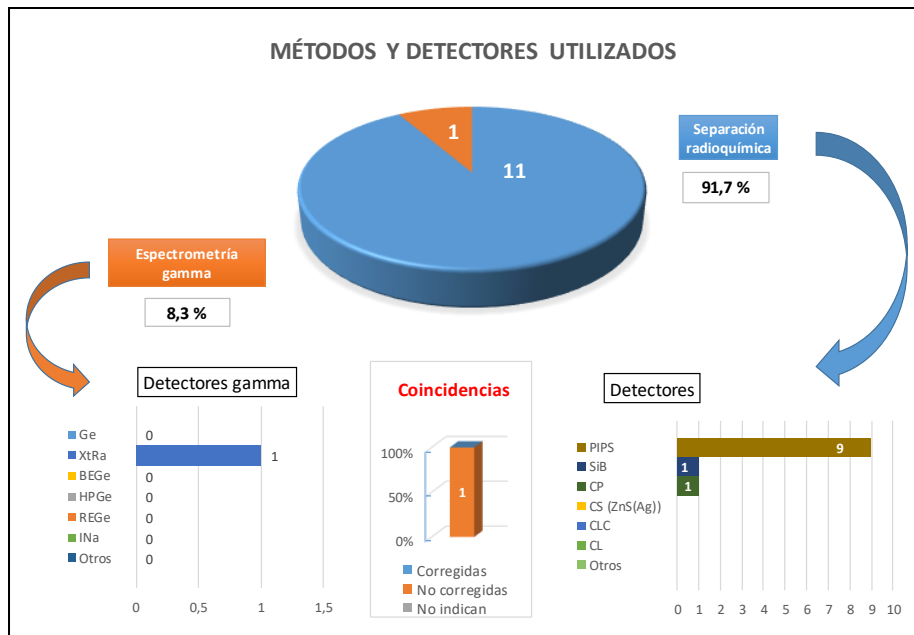


Figura 99. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{230}Th en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

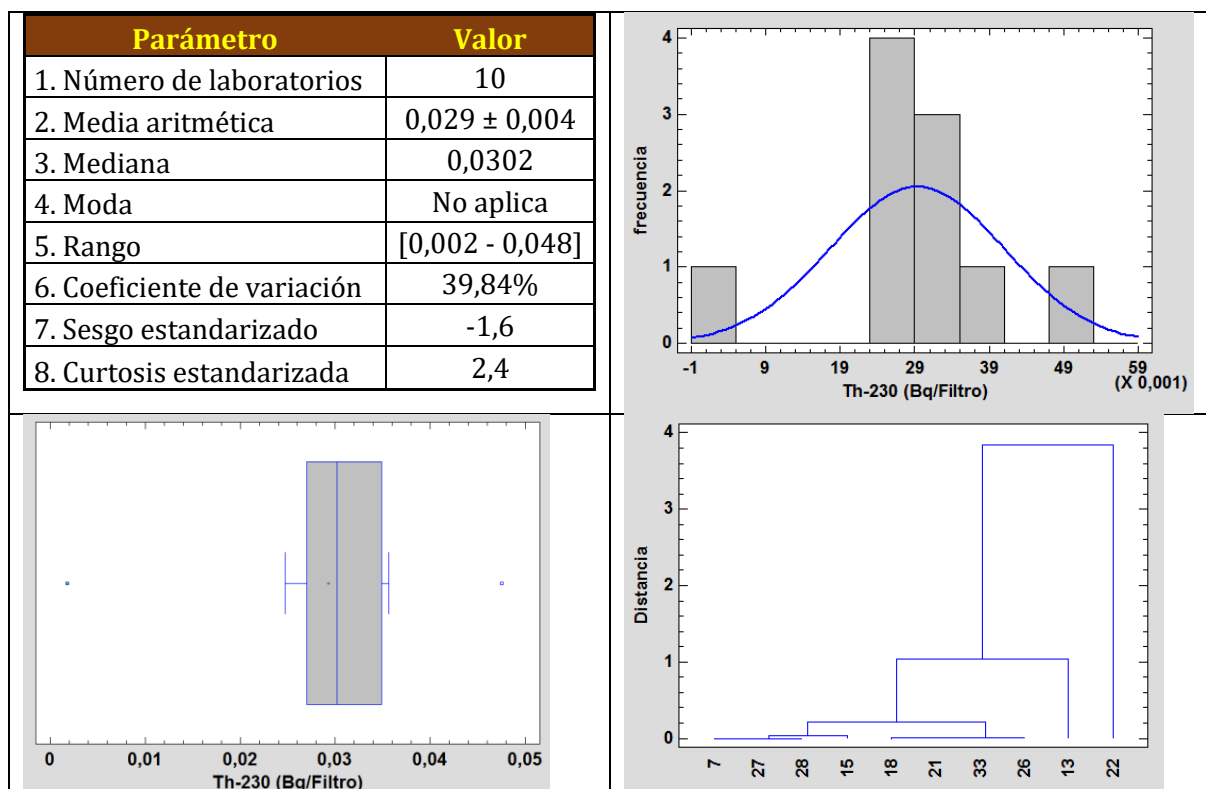


Figura 99. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{230}Th para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

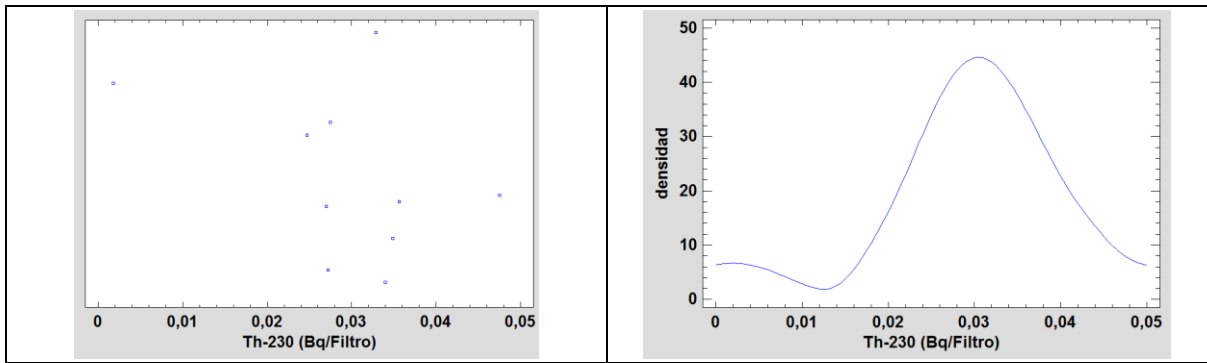


Figura 100. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{230}Th para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

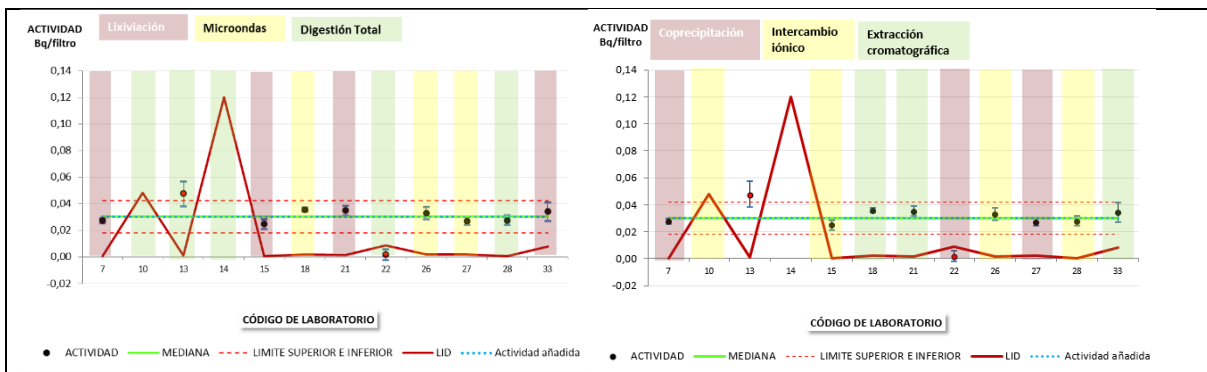


Figura 101. Evaluación de los resultados teniendo en cuenta la preparación de la muestra y el método radioquímico empleado.

15.7. ^{234}U

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{234}U fueron 14, de los cuales 12 obtuvieron una evaluación satisfactoria y 1 no satisfactoria (Figura 102). El 57% de los laboratorios realizaron más de una determinación, expresando 6 de ellos su resultado con la incertidumbre interna y 2 con la externa. El 35,7% de los laboratorios utilizaron toda la muestra mientras que el 64,3% utilizaron una alícuota del mismo. Los tiempos de recuento fueron los propios de la espectrometría alfa, siendo el tiempo medio de 352428 s. La relación entre la concentración de actividad y el LID fue de 2,1 veces. El laboratorio 14 midió la muestra mediante espectrometría gamma utilizando un detector Xtra e informó únicamente el LID (Figura 103). La distribución tuvo un sesgo positivo acusado y una elevada asimetría propia del valor reportado por el laboratorio 21, cuyo resultado estuvo fuera del valor de 3 veces el rango intercuartílico. El resto de valores estaban agrupados según indica la gráfica de caja y bigotes y el gráfico de dispersión (Figura 104). La Figura 105 muestra los resultados de los laboratorios destacando el tipo de preparación y el método radioquímico utilizado. La preparación utilizada no influyó en los resultados ni tampoco el método radioquímico utilizado ya que el 85,7% de los laboratorios obtuvo una evaluación positiva.

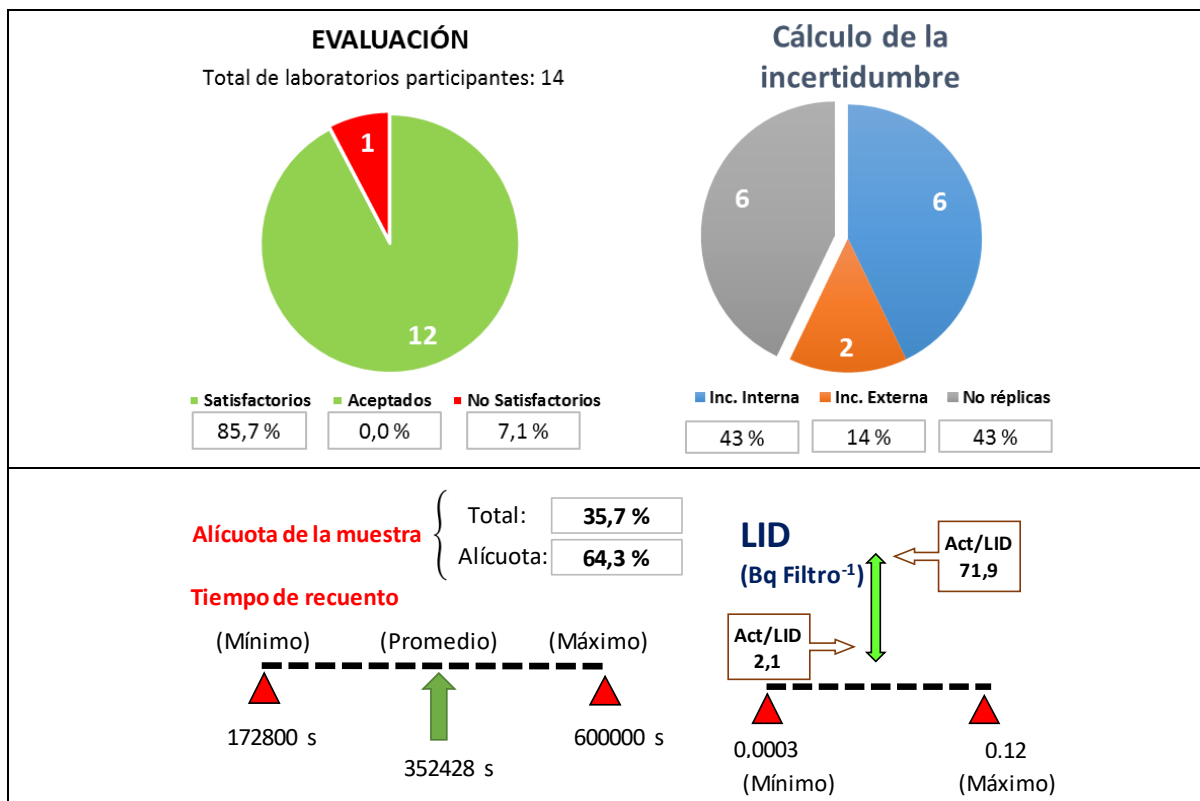


Figura 102. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ²³⁴U del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

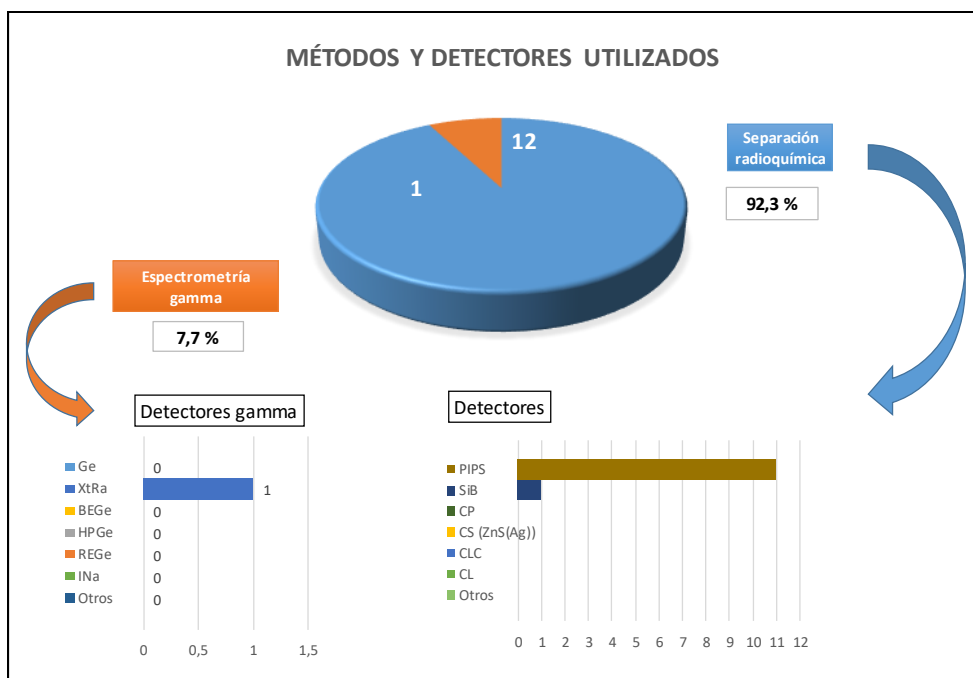


Figura 103. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ²³⁴U en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

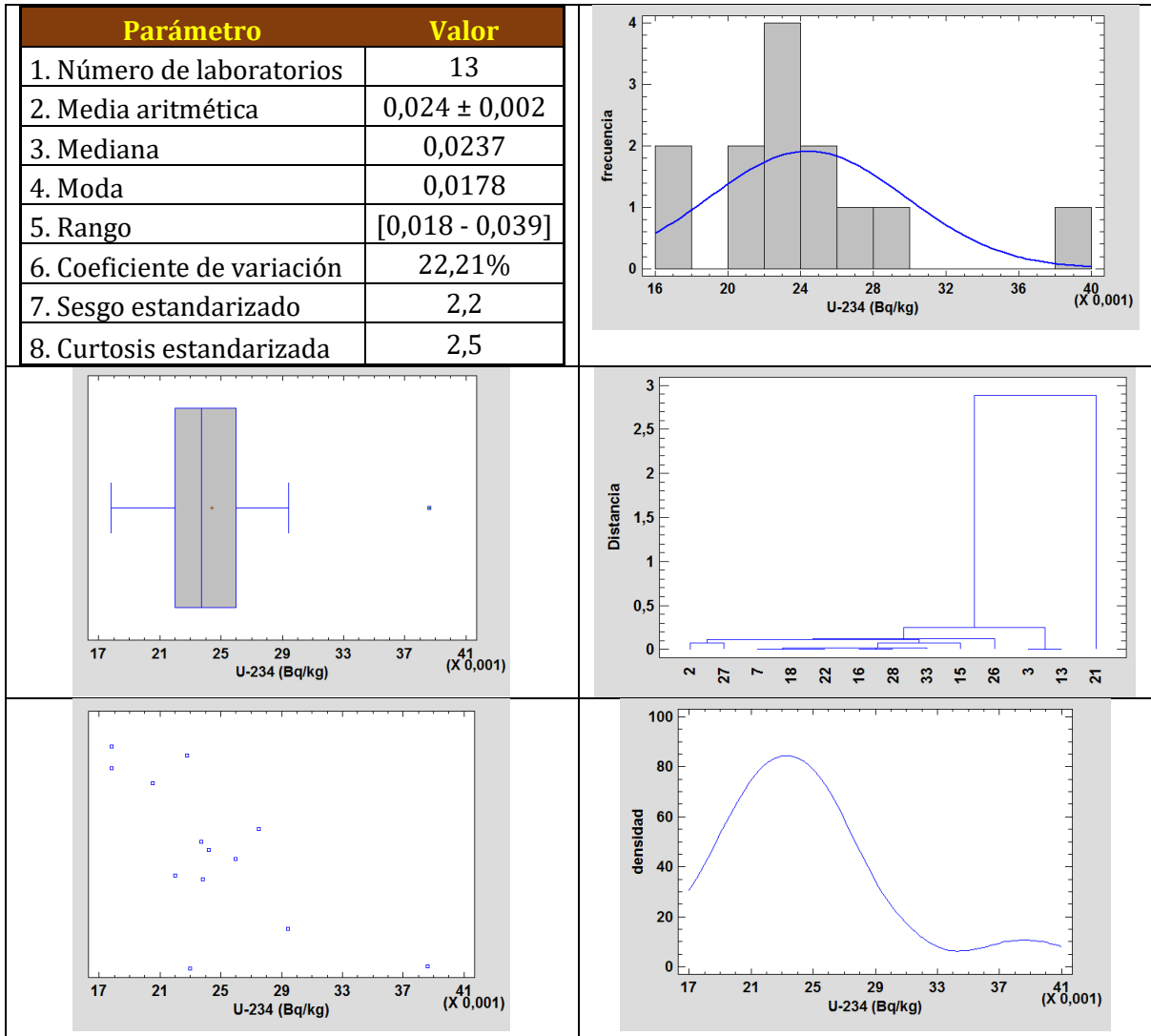


Figura 104. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{234}U para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

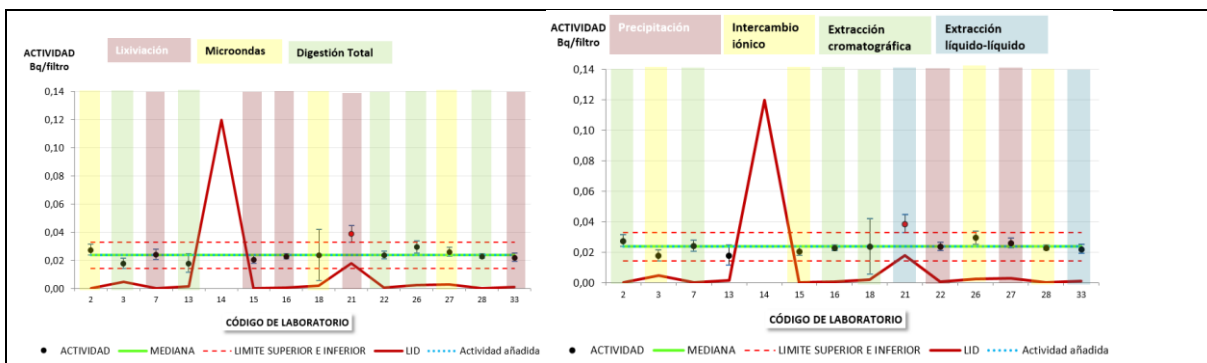


Figura 105. Tratamiento de la muestra y métodos radioquímicos utilizados para realizar la determinación de la concentración de actividad del ^{234}U .

15.8. ²³⁵U

El número de participantes en la determinación de la concentración de la concentración de actividad del ²³⁵U fue de 14. Los laboratorios que reportaron LID fueron: 13, 14, 16, 18, 21 y 33. Por tanto, los laboratorios con una evaluación satisfactoria fueron 6 mientras que no satisfactoria fue de 2 (Figura 106). El 57% de los laboratorios realizaron más de una determinación utilizando 7 de ellos la incertidumbre interna y 1 la incertidumbre externa para expresar sus resultados. El tiempo de medida fue el mismo que para el ²³⁴U. Las concentraciones de actividad estuvieron muy cercanas al LID, como indica la relación entre la concentración de actividad y el LID que varió entre 0,9 y 5,5 veces. El valor inferior a 0,9 fue debido a que el laboratorio 3 informó un valor de concentración de actividad de 0,00408 Bq/Filtro, que fue inferior a 0,0048 Bq/Filtro. Los detectores utilizados fueron lógicamente equivalentes a los del ²³⁴U (Figura 102 y Figura 106). Los resultados obtenidos por los laboratorios estuvieron agrupados según se muestra en el gráfico de dispersión y por consecuencia en el gráfico de caja y bigotes (Figura 108). El laboratorio 3 obtuvo un valor que estaba fuera del valor de 3 veces el rango intercuartílico.

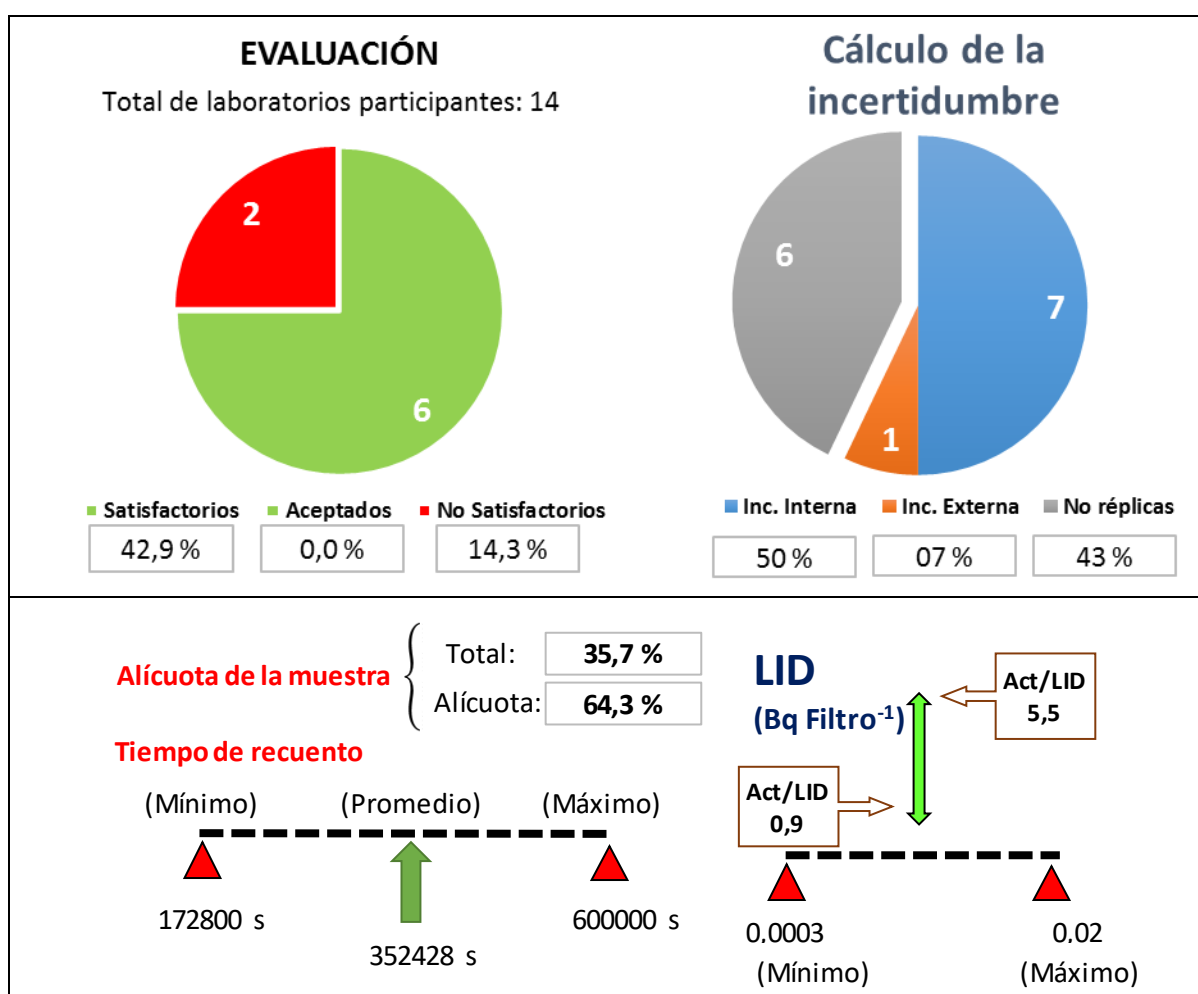


Figura 106. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ²³⁵U del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

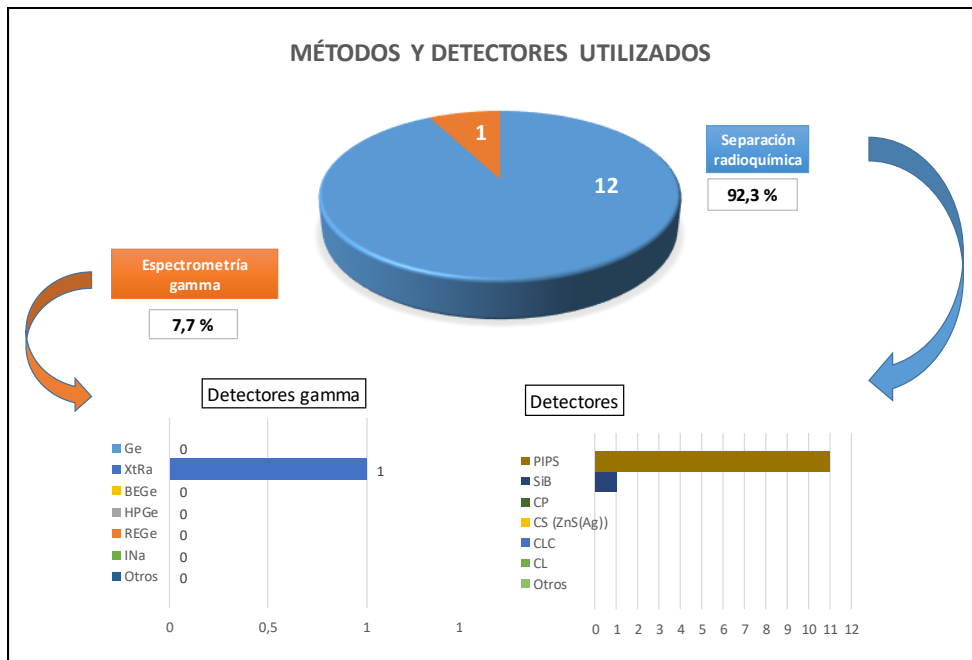


Figura 107. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{235}U en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

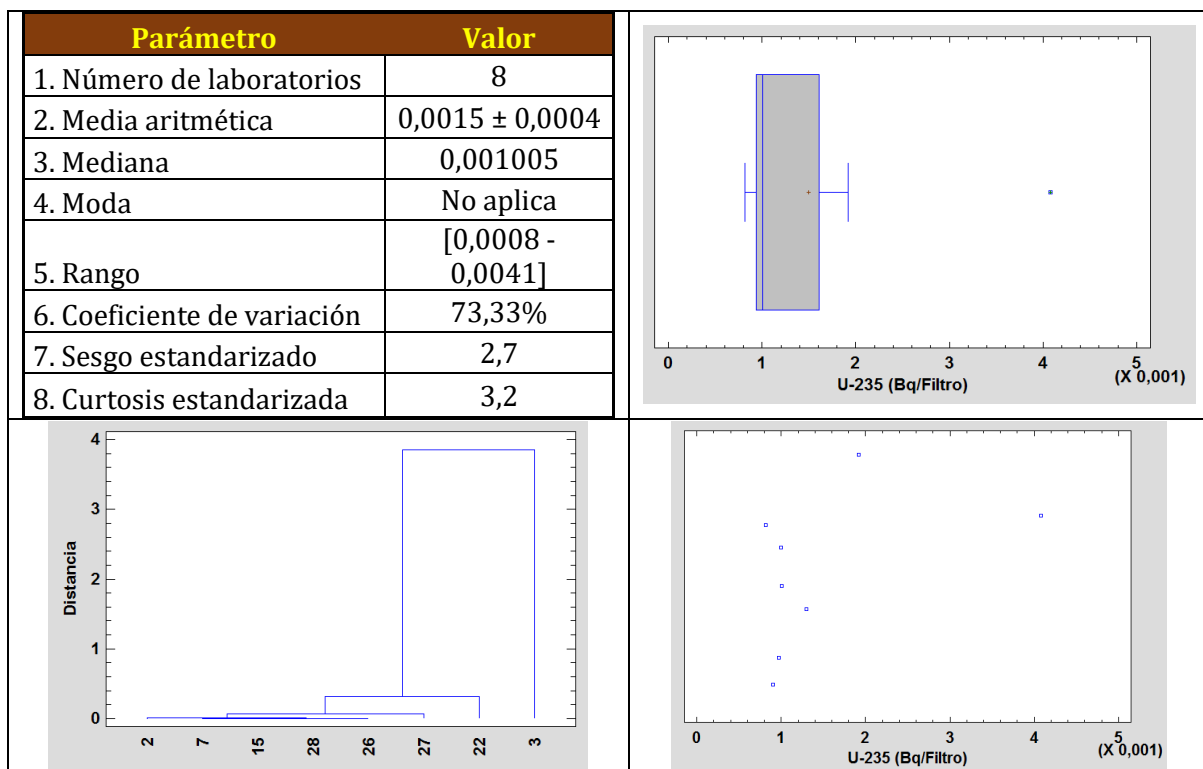


Figura 108. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{235}U para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendrograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

15.9. ²³⁸U

El número de laboratorios que participaron en la determinación del ²³⁸U fue de 14 como en el caso del ²³⁴Uy ²³⁵U, obteniendo una evaluación satisfactoria 11 y una evaluación no satisfactoria 2 de ellos (laboratorios 15 y 21) (Figura 109). Los laboratorios que realizaron más de una determinación fueron 8 utilizando 6 de ellos la incertidumbre interna y 2 la incertidumbre externa para expresar sus resultados. Los LID en este caso estuvieron más separados de la concentración de actividad ya que el valor menor de la relación entre la concentración de actividad y el LID fue de 2,5 veces. Los detectores utilizados fueron equivalentes los otros isótopos del uranio (Figura 110). La distribución de los resultados fue platicúrtica por los valores de los resultados 15 y 21. El 50% de los resultados (cuartiles 2 y 3 de la gráfica de caja y bigotes) mostraron que los resultados tuvieron en general una diferencia baja entre ellos (Figura 111).

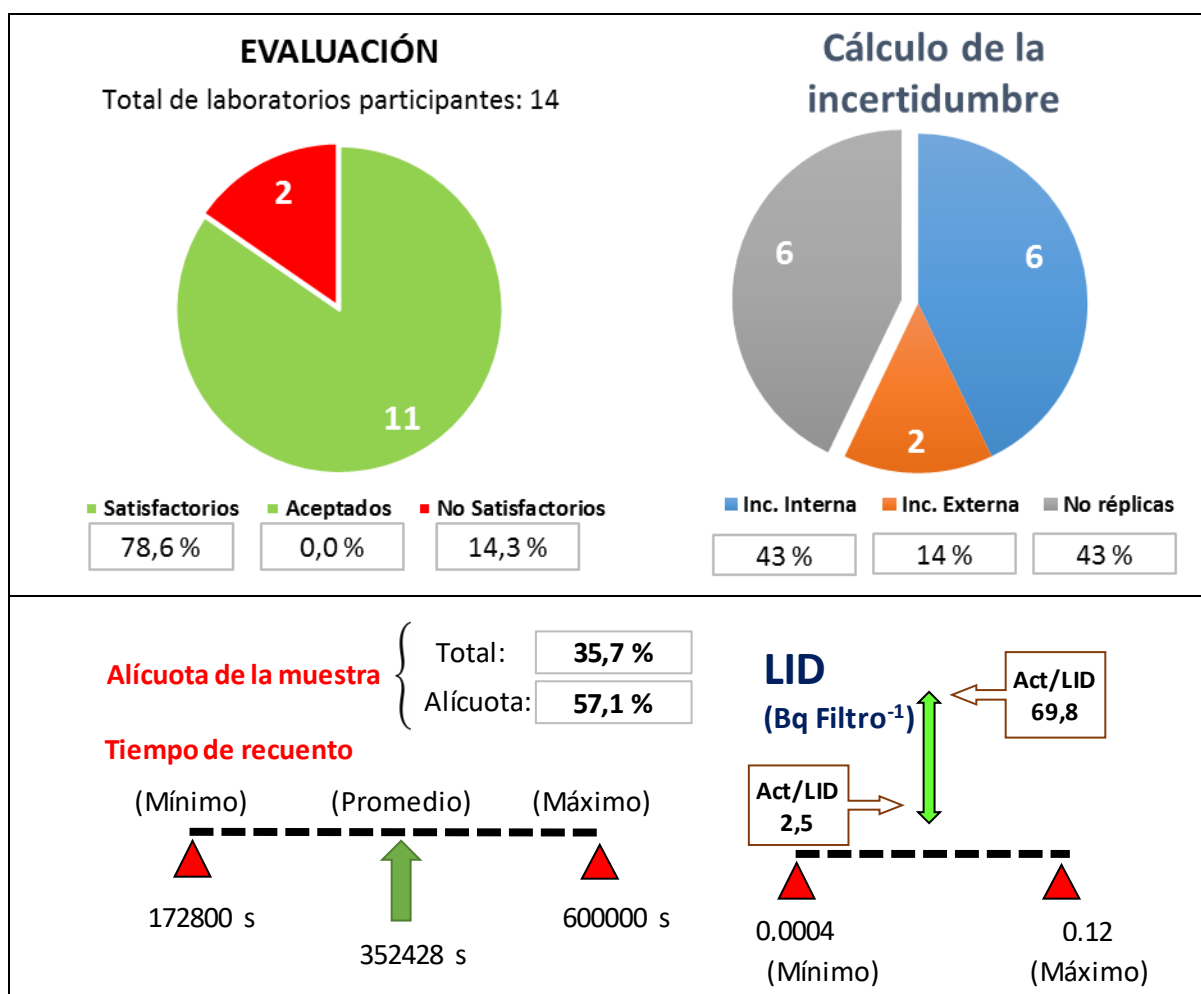


Figura 109. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ²³⁸U del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

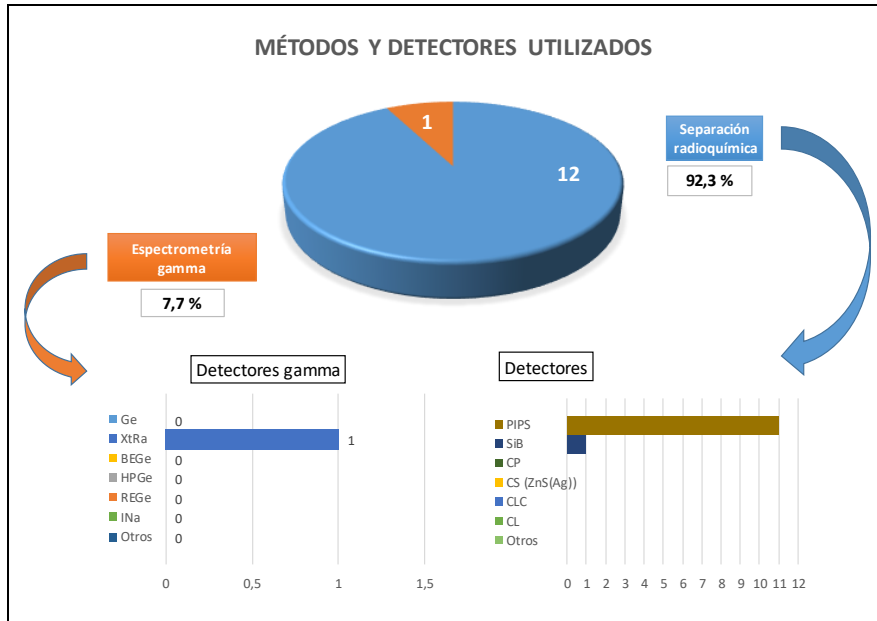


Figura 110. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{238}U en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

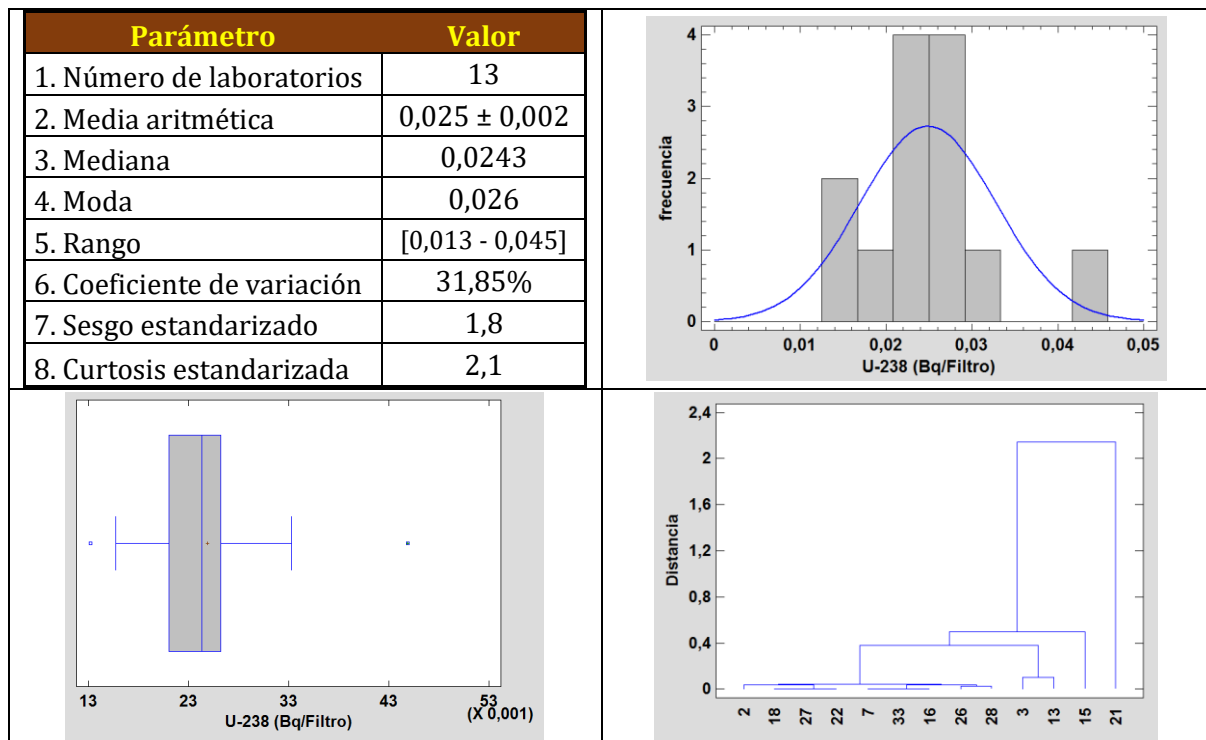


Figura 110. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{238}U para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

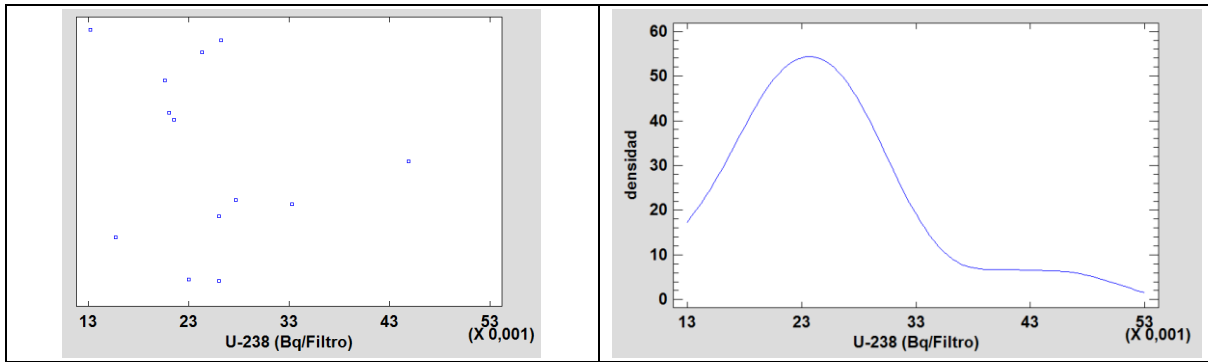


Figura 111 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{238}U para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

15.10. U_{natural}

Los 8 laboratorios que participaron en la determinación e informaron una actividad por encima del LID obtuvieron una evaluación satisfactoria (Figura 111). El laboratorio Los laboratorios que realizaron más de una determinación fueron 3 utilizando 2 de ellos la incertidumbre interna para expresar sus resultados. El 66,7% de los laboratorios utilizaron una alícuota de la muestra mientras que el 11,1% utilizó una alícuota. Los tiempos de medida que se reflejan en la Figura 111 corresponden a los laboratorios que utilizaron espectrometría alfa y gamma para informar sus resultados. Los LID estuvieron por debajo de las concentraciones de actividad como indica la relación entre ellos que varió entre 1,7 y 378,9 veces. La incertidumbre informada por el laboratorio 7 fue excesivamente elevada por lo que debería revisar el valor enviado. La Figura 113 muestra los diferentes detectores utilizados por los laboratorios. La variabilidad de los resultados de los laboratorios fue elevada como muestran las diferentes gráficas de la Figura 113.

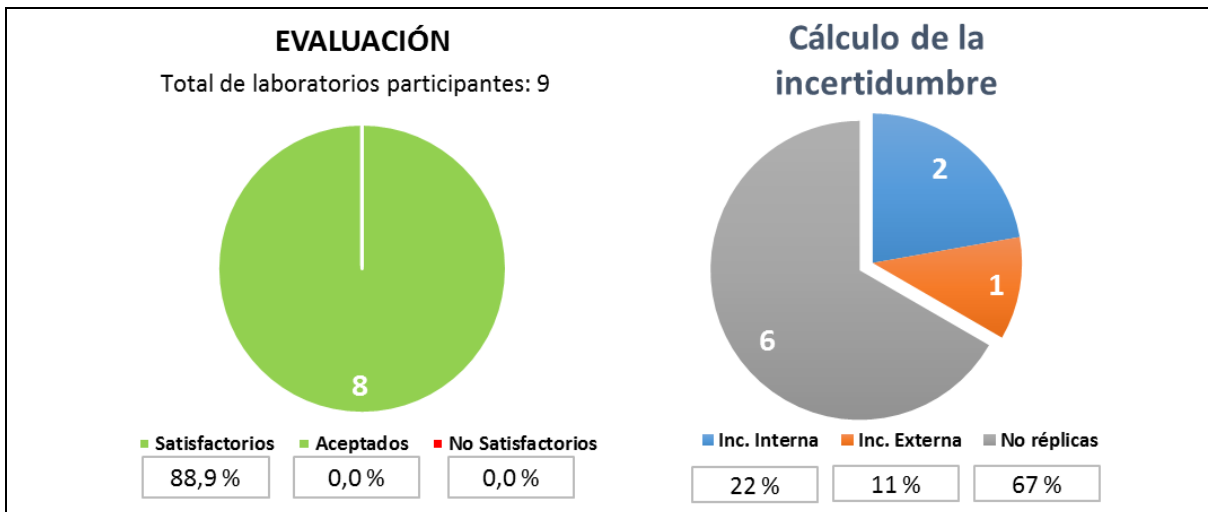


Figura 111. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del U_{nat} del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

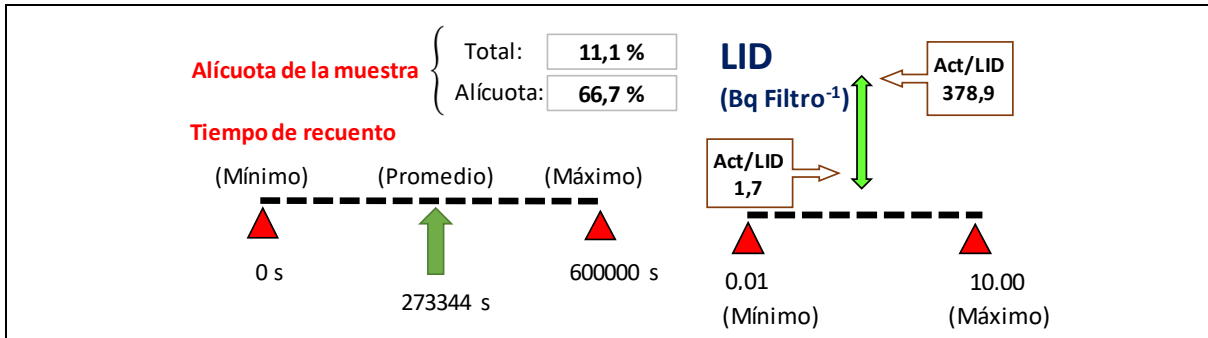


Figura 112 (cont.). Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del U_{nat} del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

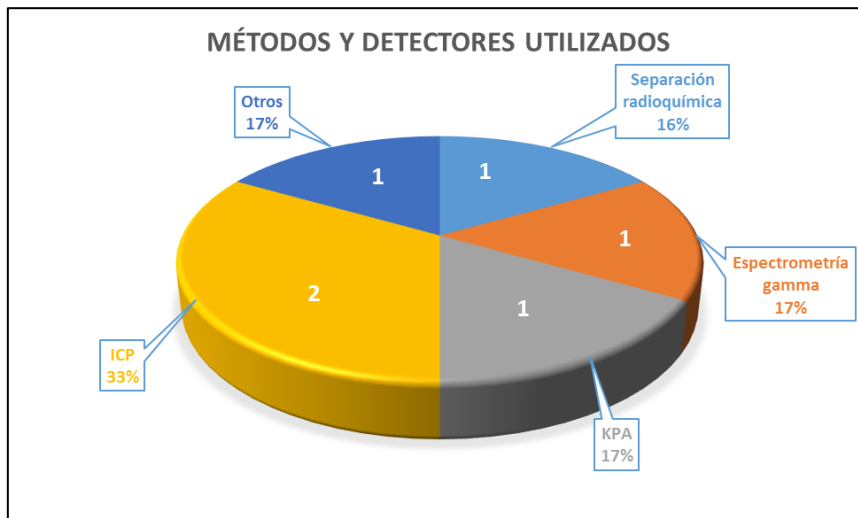


Figura 113. Métodos utilizados para la determinación del U_{nat} en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

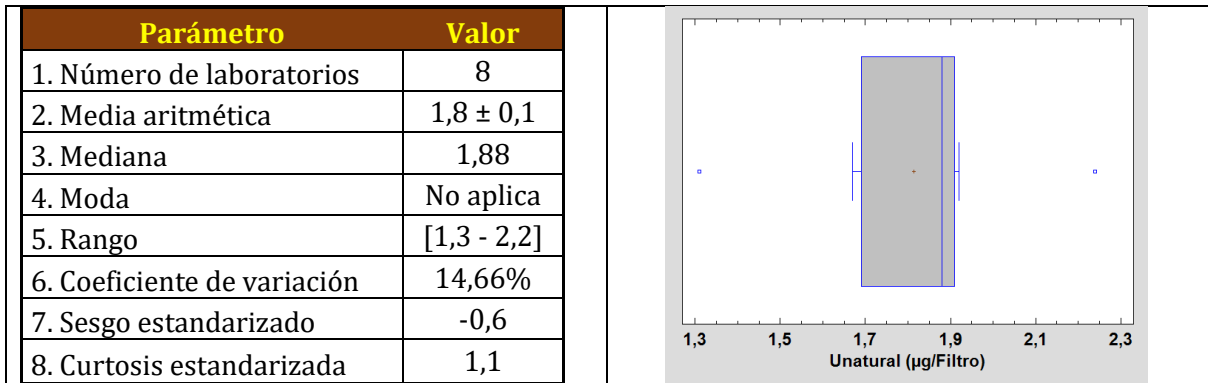


Figura 113. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del U_{nat} para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

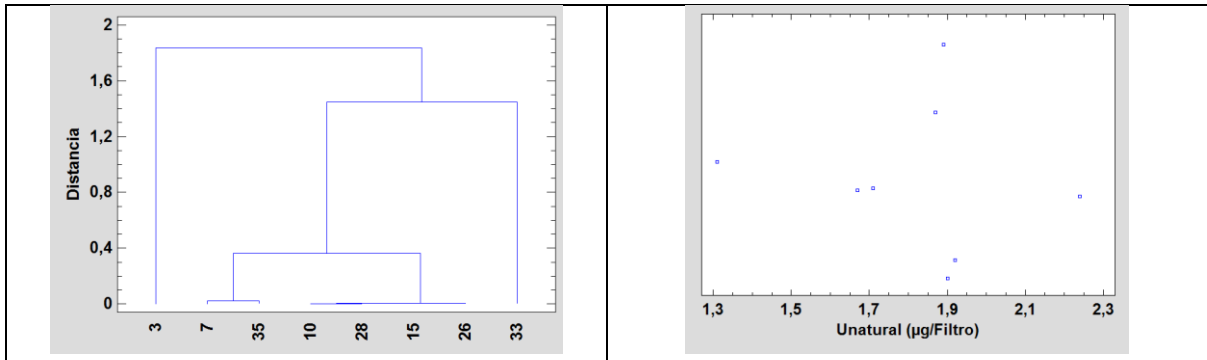


Figura 114 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del U_{nat} para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

15.11. ^{239}Pu

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{239}Pu fue de 9, obteniendo una evaluación satisfactoria 7 y no satisfactoria 2 (Figura 115). Los laboratorios que realizaron más de una determinación fueron 6 utilizando todos ellos la incertidumbre externa para expresar sus resultados. El 33,3% de los laboratorios participantes utilizaron todo el filtro mientras que el 66,7% utilizaron una alícuota. El tiempo de medida medio fue de 626501 s, que es coherente con la técnica de medida (Figura 116). Aunque el número de laboratorios participantes fue de 9, las gráficas de la Figura 117 muestran la distribución de los resultados. Los laboratorios 3 y 21 informaron resultados diferentes al resto de los laboratorios, que fueron inferiores al valor del rango intercuartílico (gráfico de caja y bigotes). El resto de valores estuvieron agrupados según muestra el gráfico de dispersión. La Figura 118 muestra como el tratamiento de la muestra no fue un factor influyente en la determinación de la concentración de actividad del ^{239}Pu . Por otra parte, el método radioquímico utilizado por los laboratorios tampoco fue un factor influyente en los resultados anómalos de los laboratorios 3 y 21, ya que los restantes laboratorios obtuvieron evaluaciones satisfactorias y utilizaron también el intercambio iónico. Este método fue el más utilizado para la determinación de la concentración de actividad del ^{239}Pu .

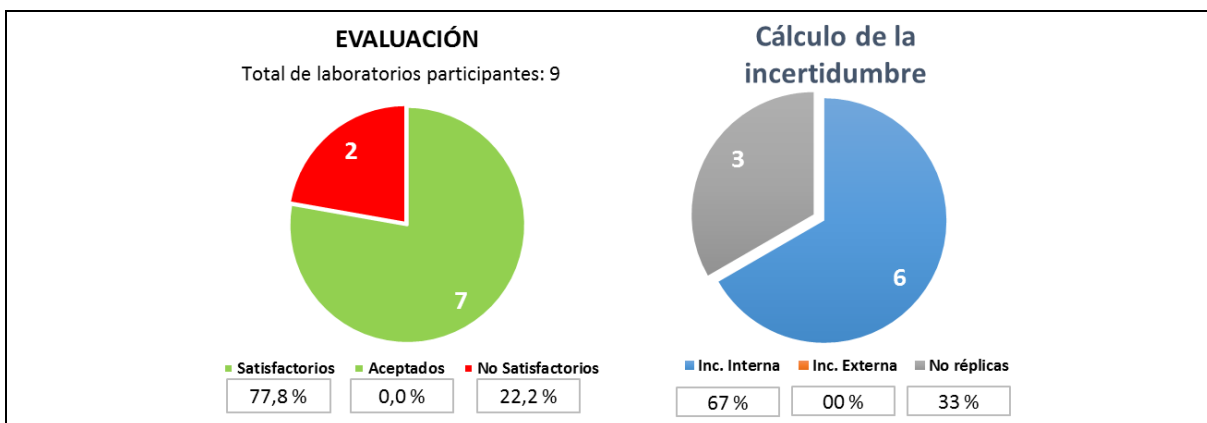


Figura 115. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{239}Pu del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

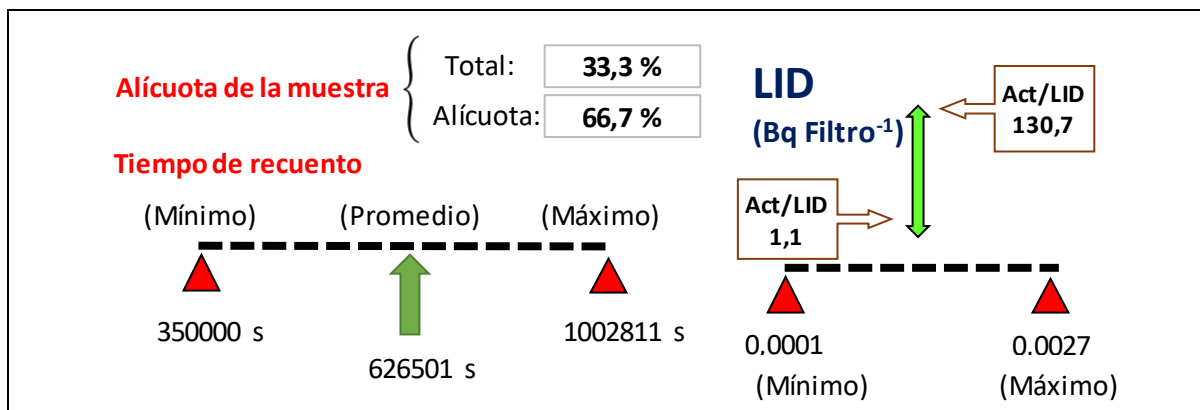


Figura 114 (cont.). Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ²³⁹Pu del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

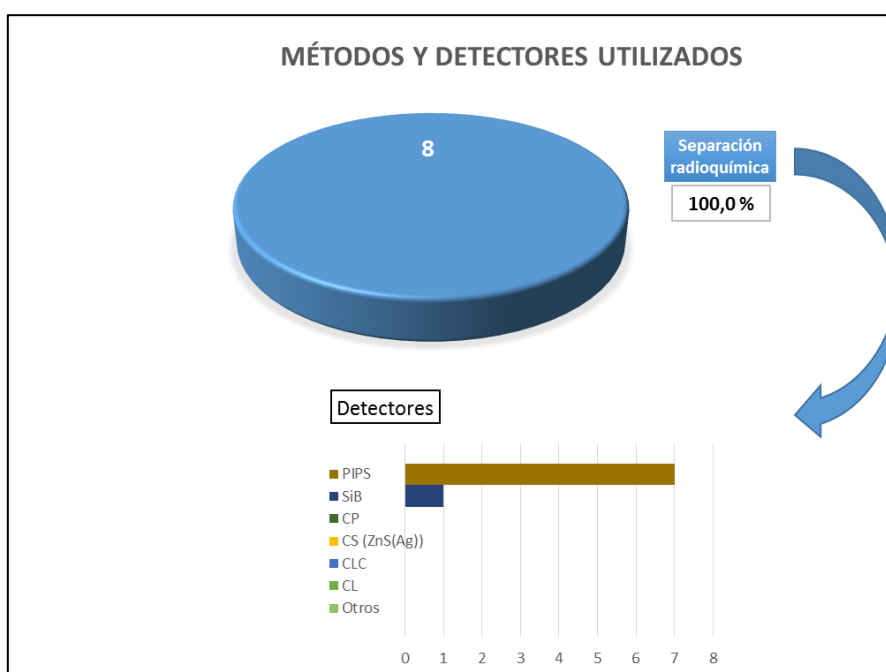


Figura 116. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ²³⁹Pu en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

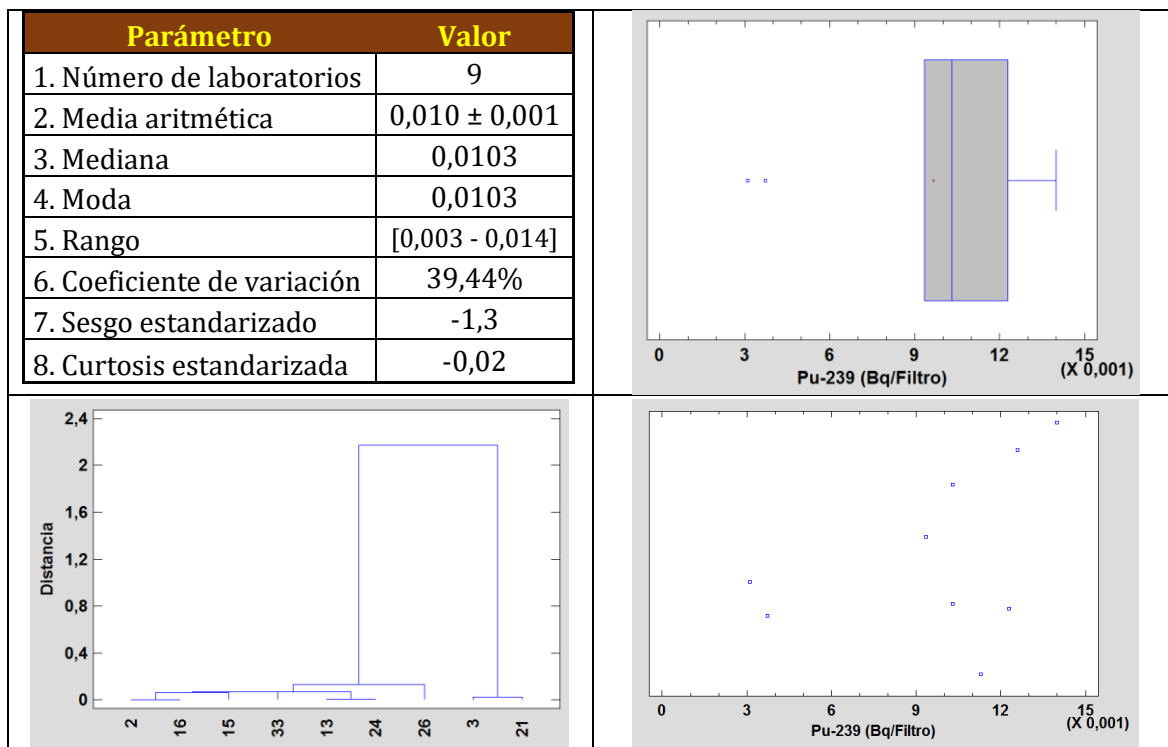


Figura 117. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{239}Pu para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

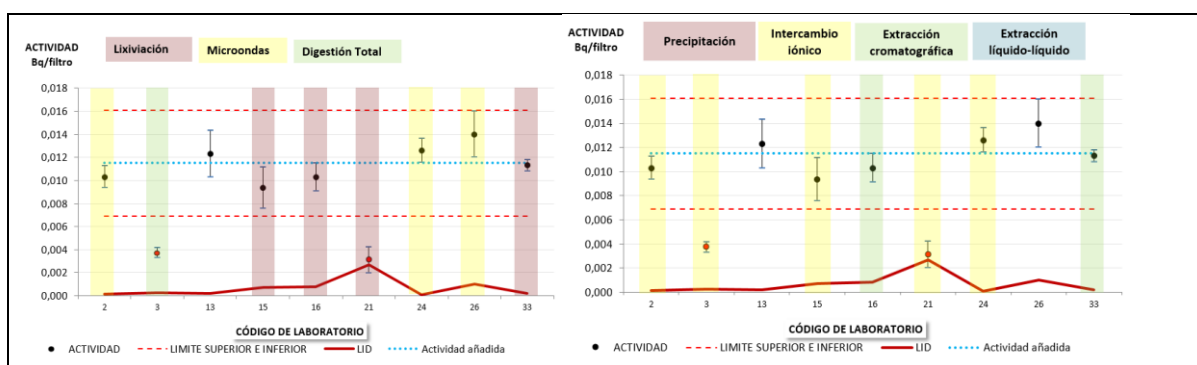


Figura 118. Tratamientos y métodos radioquímicos utilizados para la determinación de la concentración de actividad del ^{239}Pu en el filtro de 47 mm de diámetro.

15.12. ^{241}Am

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{241}Am fue de 30, de estos laboratorios 25 obtuvieron una evaluación satisfactoria y 5 una evaluación no satisfactoria (Figura 119). El 37 % de los laboratorios participantes realizó más de una determinación utilizando la incertidumbre interna para expresar sus resultados de concentración de actividad. Por otra parte, el 90,9% de los laboratorios utilizó toda la muestra, mientras que el 6,1% utilizó una alícuota. El tiempo de medida osciló entre 55868 s (propio de la medida por espectrometría gamma) y 600000 s (propio de la medida de espectrometría alfa). Los laboratorios 2, 13 y 15 realizaron sus determinaciones utilizando tanto la espectrometría gamma

como la espectrometría alfa. La relación Act/LID mostraba que los valores de concentración de actividad estaban por lo menos 2,1 veces por encima del LID. La técnica utilizada mayoritariamente por los laboratorios fue la espectrometría gamma (28 laboratorios), mientras que 4 laboratorios (12,5%) utilizaron la separación radioquímica utilizando detectores PIPS para realizar sus medidas por espectrometría alfa (Figura 120). La distribución de los resultados se vio influida por los resultados más desplazados como son 4, 21 y 36 (Figura 121). El resultado del laboratorio 36 se podría considerar como un valor anómalo ya que es superior a 3 veces el valor del rango intercuartílico. Los restantes laboratorios obtuvieron valores más homogéneos como pone de manifiesto la gráfica de caja y bigotes y el gráfico de dispersión.

Los laboratorios que realizaron las determinaciones mediante separación radioquímica fueron el 2, 13, 15 y 21. Los tres primeros informaron solo el LID y el 21 sí que informó la concentración de actividad. Al ser el valor de $0,3 \text{ Bq Filtro}^{-1}$ y dar los laboratorios un LID del orden de $10^{-4} \text{ Bq Filtro}^{-1}$ la evaluación de sus resultados debería ser no satisfactoria ya que la actividad añadida fue de varios órdenes de magnitud superior. Por otra parte, el laboratorio 21 informó una concentración de actividad muy inferior a la informada mediante espectrometría gamma. Por tanto, dado que los laboratorios utilizaron los 3 tratamientos posibles y no se pudo detectar correctamente el ^{241}Am se podría pensar en que el ^{241}Am no se haya podido recuperar del filtro correctamente.

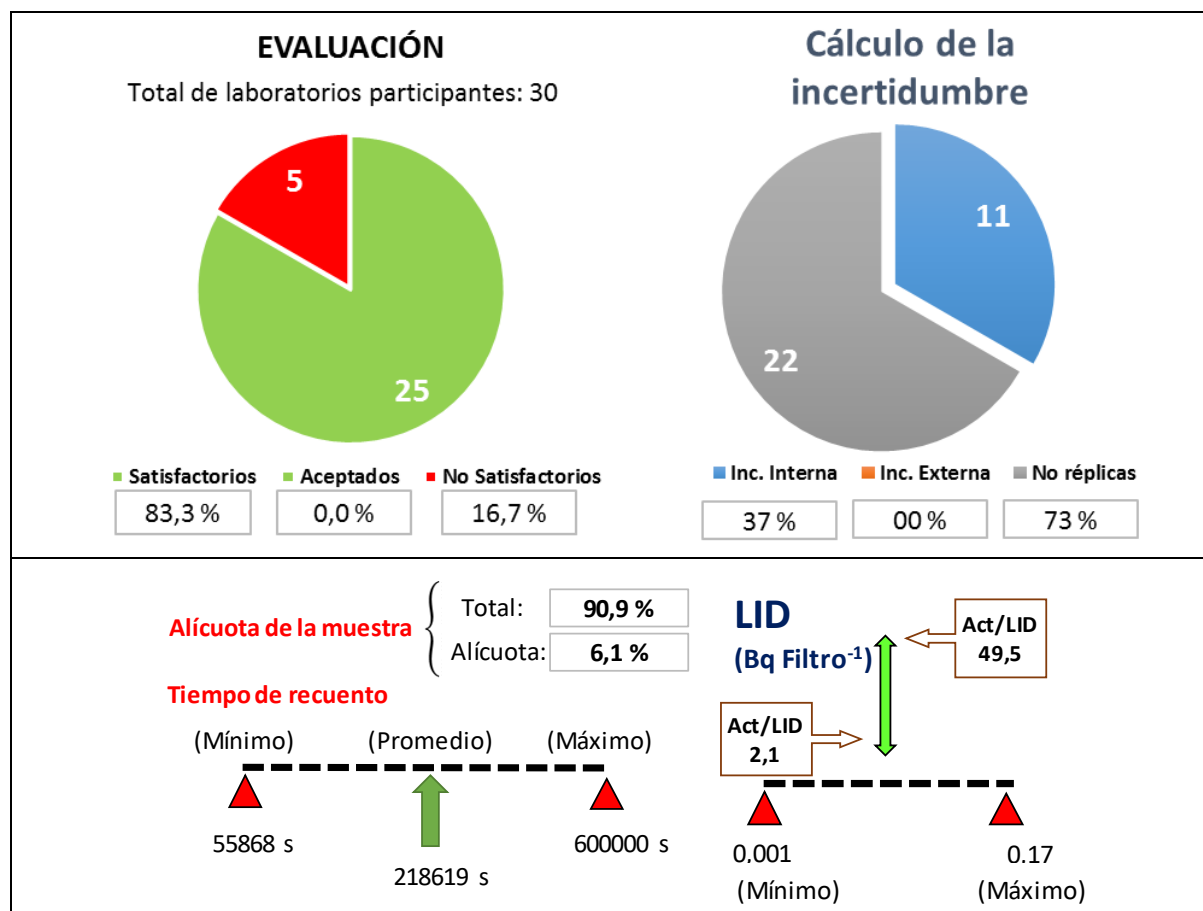


Figura 119. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{241}Am del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

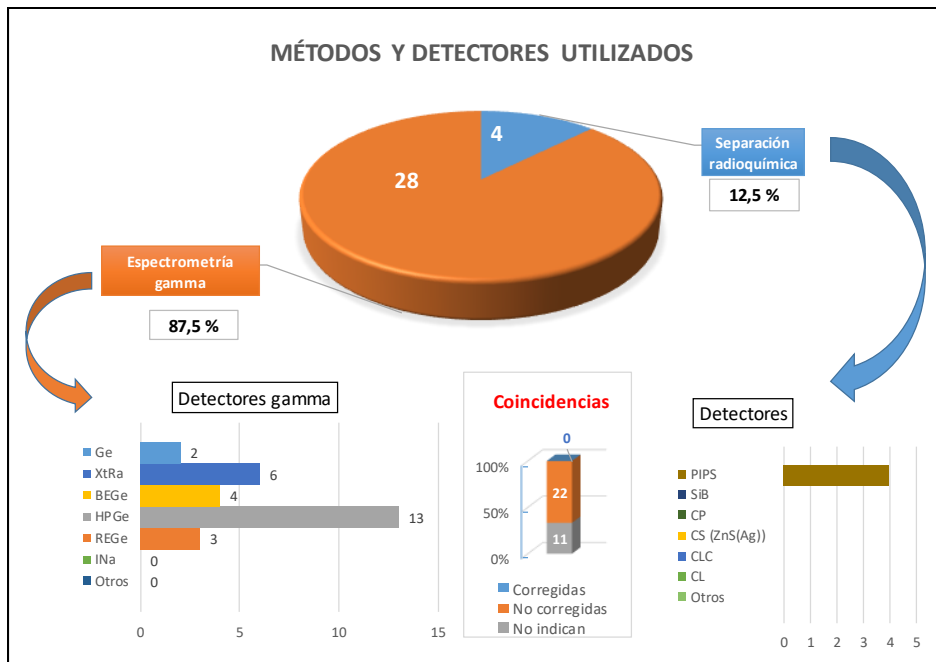


Figura 120. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{241}Am en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

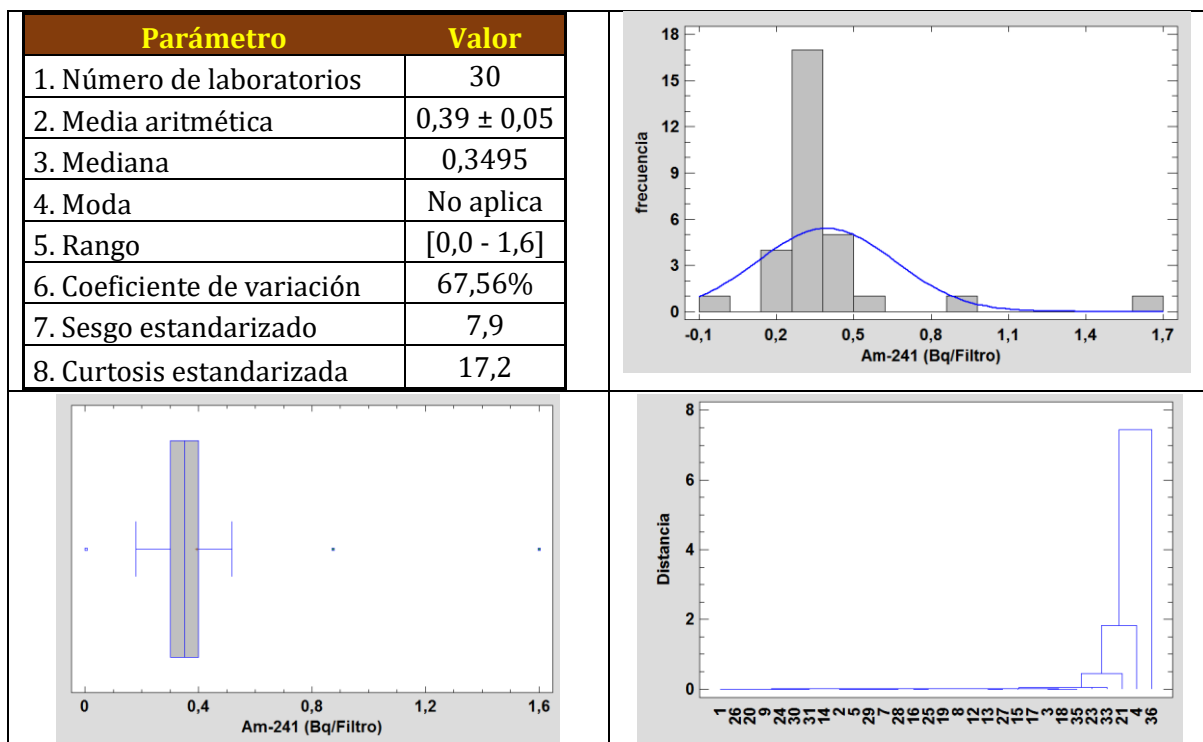


Figura 121. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{241}Am para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

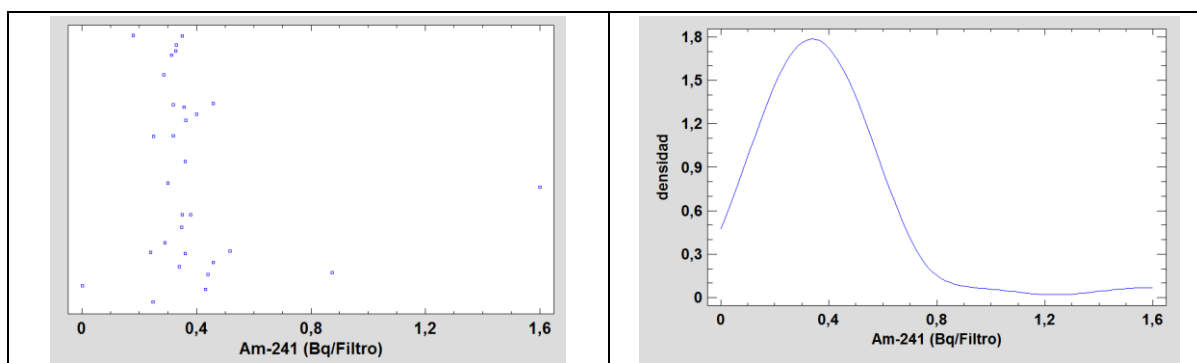


Figura 120 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{241}Am para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

15.13. ^{210}Pb

La participación en la determinación de la concentración de actividad del ^{210}Pb fue de 25 laboratorios obteniendo 16 de ellos una evaluación satisfactoria y 8 de ellos una evaluación no satisfactoria (Figura 122). La evaluación del ^{210}Pb se realizó mediante la mediana por las mismas razones que las expuestas en el apartado 12.3. El laboratorio 19 envió el valor del LID y no informó la concentración de actividad. Los laboratorios que realizaron más de una determinación fueron 11, utilizando 10 de ellos la incertidumbre interna y 1 la incertidumbre externa para expresar sus resultados. El 92,0% de los resultados utilizaron el total del filtro para realizar sus determinaciones. El tiempo medio de medida fue de 191620 s que osciló entre 60000 s, habitual para espectrometría gamma, y 500000 s propio de la espectrometría alfa. El LID del laboratorio 12 informado fue de 2,0 Bq/Filtro que fue superior a la concentración de actividad de 1,70 Bq/Filtro, de ahí el valor de 0,9 de la relación Act/LID. La espectrometría gamma fue utilizada por el 88,0% de los laboratorios frente al 12,0% de los que utilizaron separación radioquímica, los cuales realizaron las medidas por contador proporcional (Figura 123).

La mediana de los valores obtenidos por los laboratorios fue un 40,38% superior al valor añadido. Este incremento se debió al exceso de ^{210}Pb proveniente de la disolución de ^{226}Ra utilizada, tal y como ha sido explicado anteriormente. La distribución de los resultados fue complicada de interpretar debido al valor informado por el laboratorio 15 que estaba muy alejado del resto (Figura 124). Por esta razón, la Figura 125 muestra el mismo estudio estadístico sin considerar el resultado del laboratorio 15. El 50% de los resultados de los laboratorios estuvieron agrupados (cuartiles 2 y 3 de la gráfica de caja y bigotes). Sin embargo, la gráfica de dispersión muestra cierta heterogeneidad en los resultados de los laboratorios. La distribución sin considerar el laboratorio 15 fue platicúrtica, con un marcado sesgo positivo, al ser mayores que el resto los valores más desplazados de la distribución. La Figura 126 muestra los resultados de los laboratorios destacando los dos laboratorios que utilizaron métodos radioquímicos e informaron actividad. El laboratorio 10, que utilizó la digestión total y una columna de intercambio iónico, obtuvo unos resultados no satisfactorios mientras que el laboratorio 13 si obtuvo un valor satisfactorio.

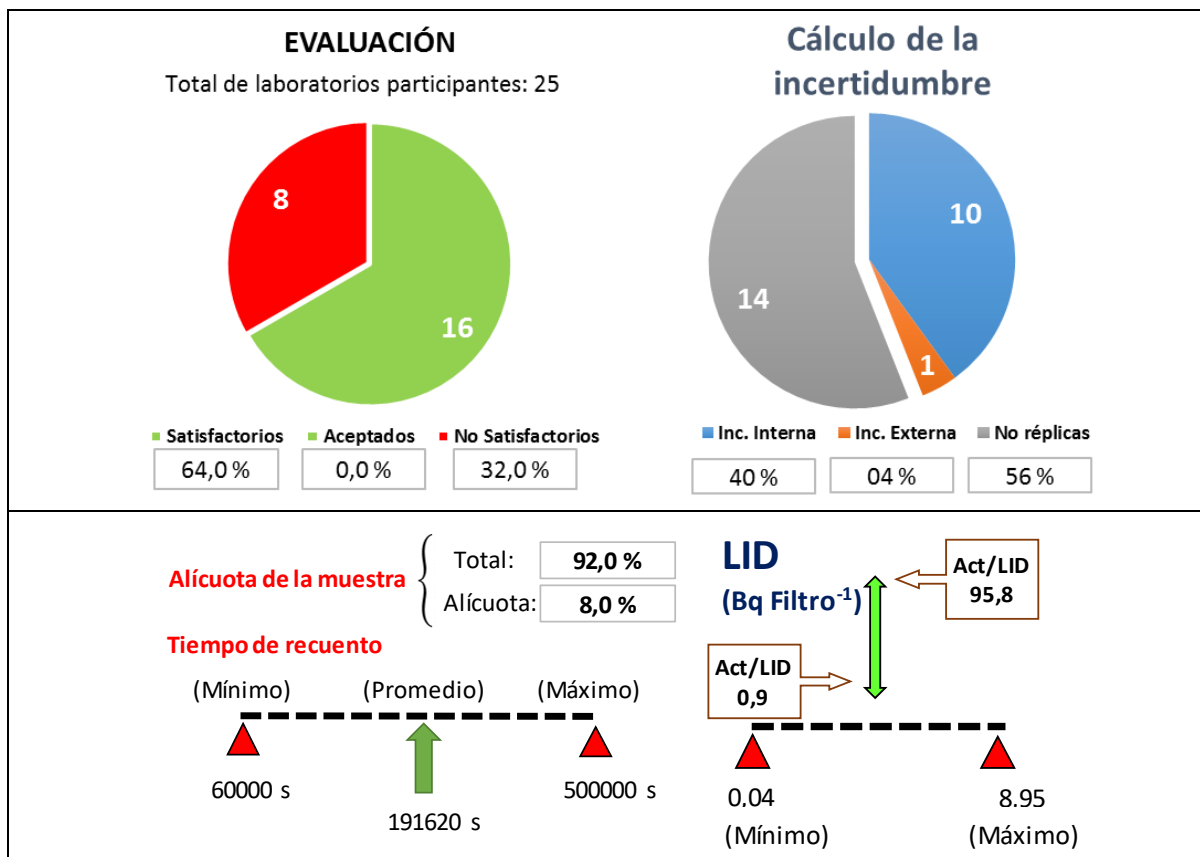


Figura 122. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ²¹⁰Pb del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

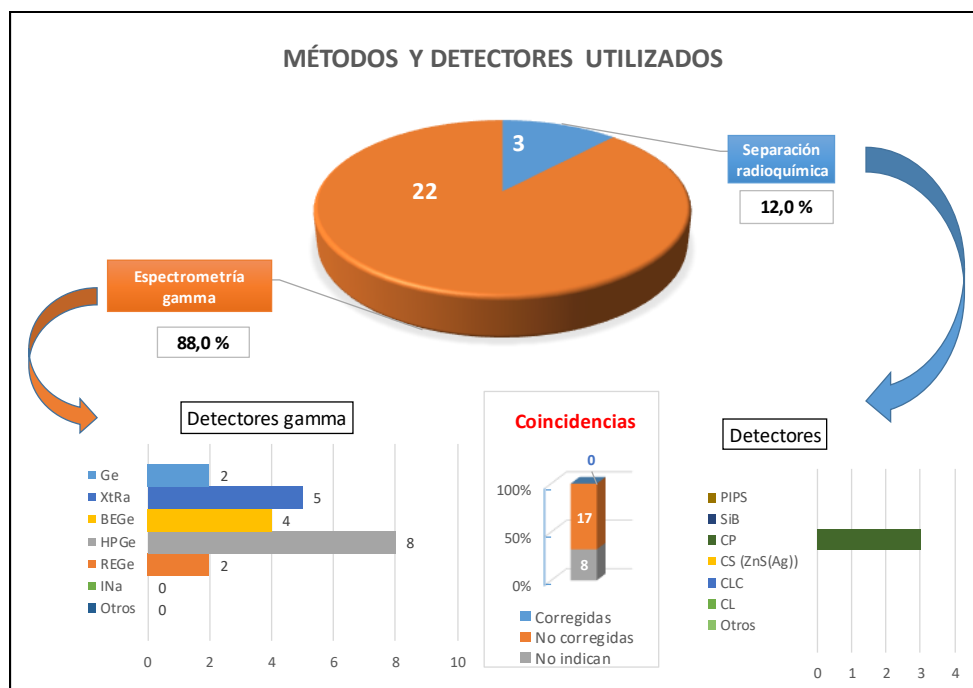


Figura 123. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ²¹⁰Pb en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

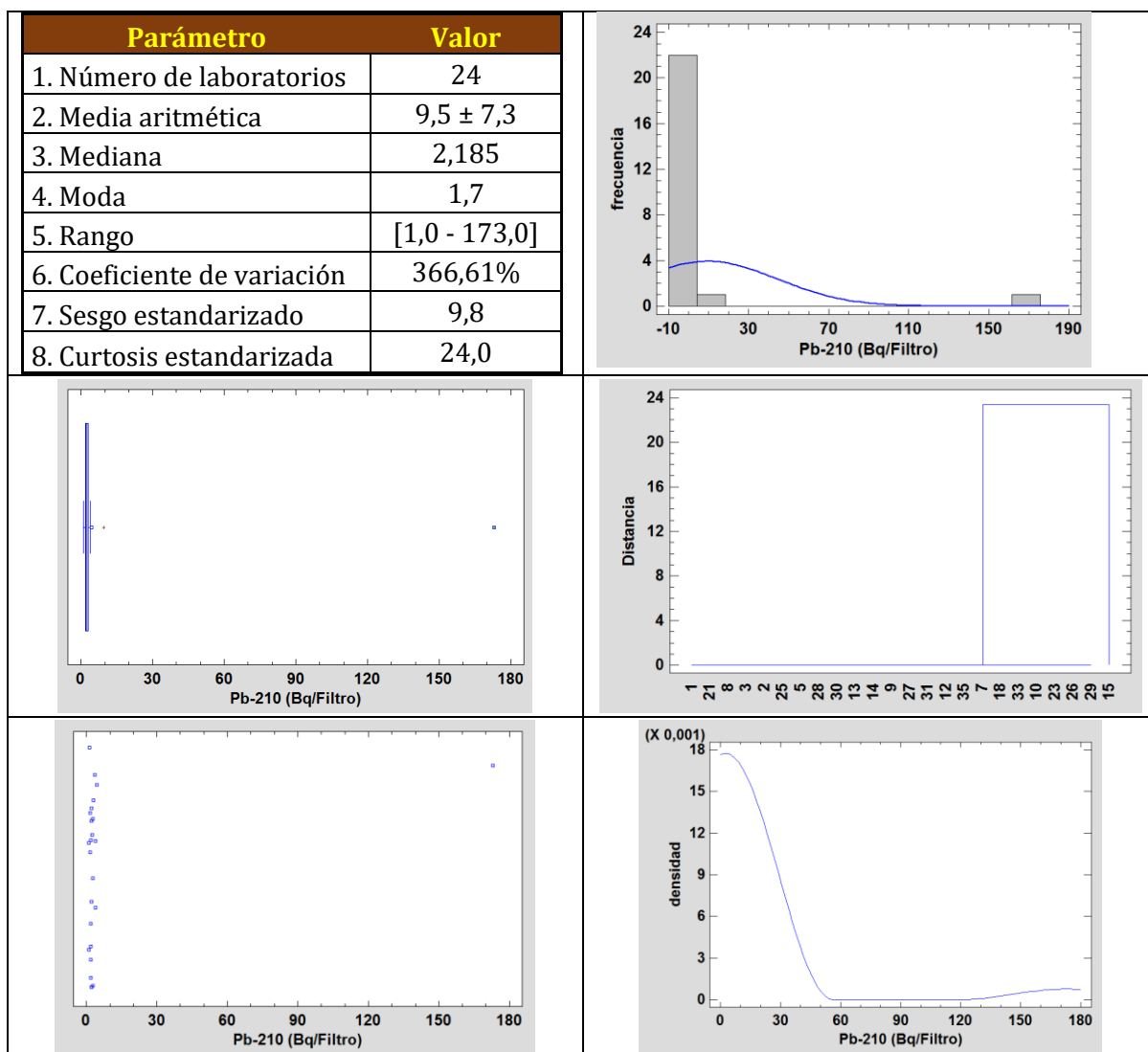


Figura 124. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{210}Pb para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

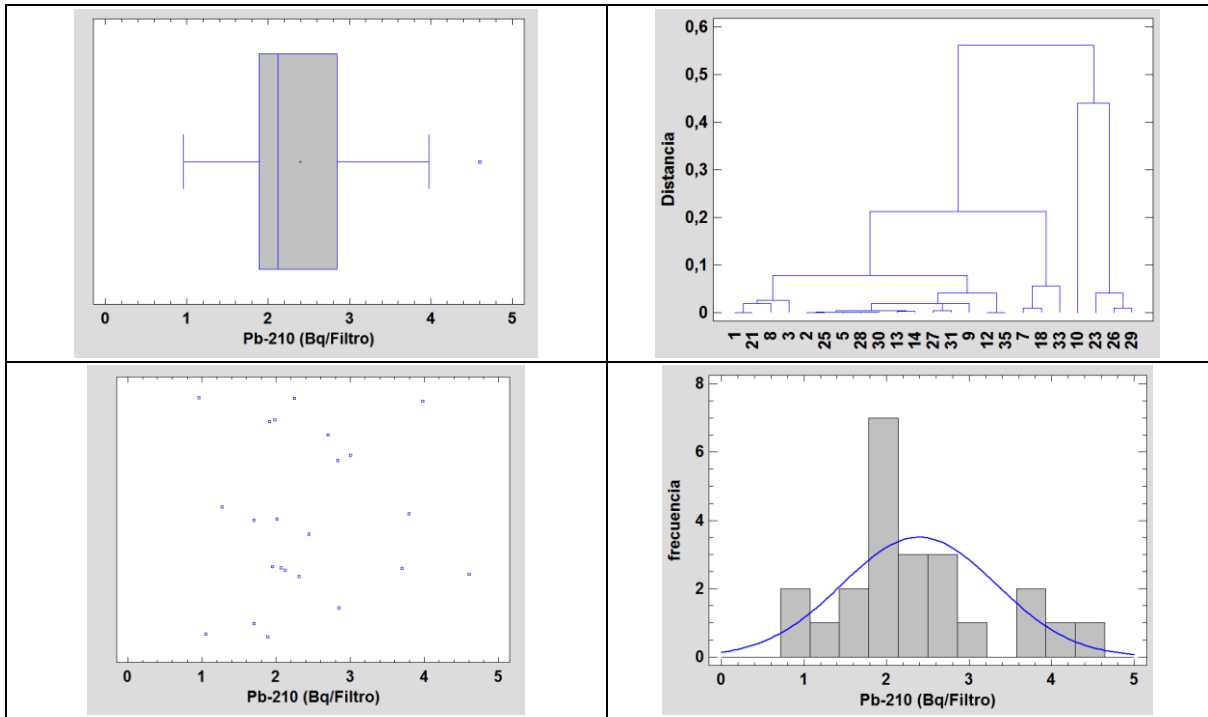


Figura 125. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{210}Pb para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses sin contar el resultado del laboratorio 15. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) gráfico de caja y bigotes, b) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, c) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y d) histograma con la frecuencia suavizada de los valores.

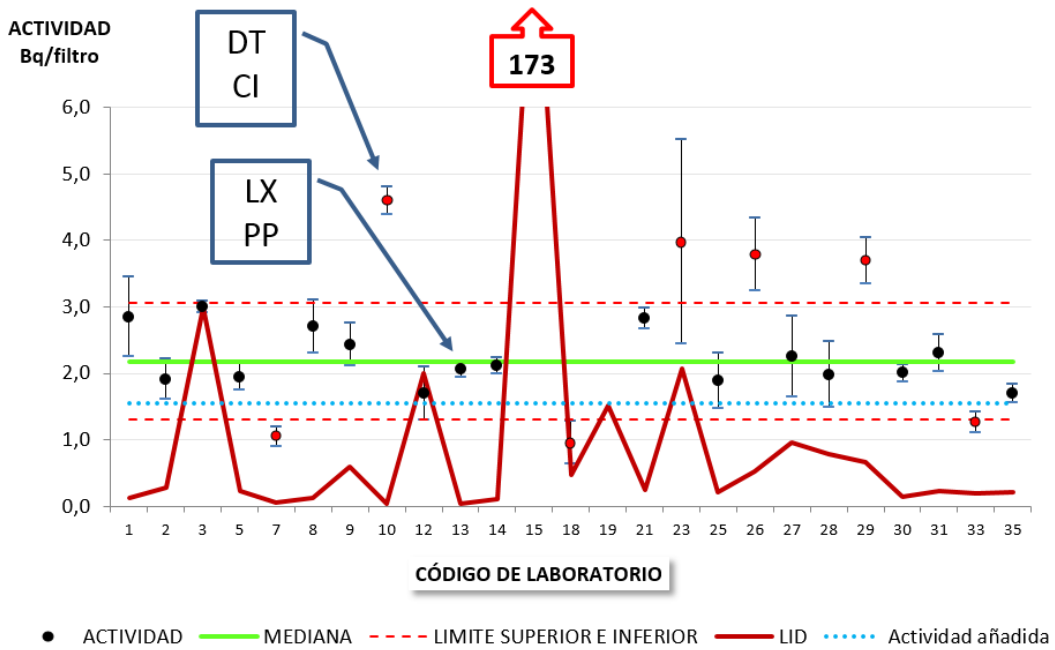


Figura 126. Resultados de los laboratorios destacando los laboratorios que determinaron la concentración de actividad del ^{226}Ra mediante análisis radioquímicos.

15.14. ^{226}Ra

Los laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{226}Ra fue de 25, obteniendo 20 de ellos una evaluación no satisfactoria y 5 de ellos una evaluación satisfactoria (Figura 127). El 40% de los laboratorios realizó más de una determinación utilizando 9 de ellos la incertidumbre interna y 1 la externa para expresar sus resultados. El 92% de los laboratorios utilizaron todo el filtro mientras que el 8,0% utilizó una alícuota. La relación Act/LID fue superior a 1,8 por lo que la actividad era suficientemente superior al LID. La espectrometría gamma fue utilizada por 22 laboratorios y la separación radioquímica por 3 laboratorios.

La distribución de los resultados obtenidos por los diferentes laboratorios se muestra en las diferentes gráficas de la Figura 129. Los valores obtenidos en la curtosis y sesgo estandarizados muestran que la distribución fue mesocúrtica. Sin embargo, la mayoría de los resultados eran no satisfactorios. La gráfica de dispersión muestra una elevada heterogeneidad de los valores que se reflejada en el resto de las gráficas. Los resultados obtenidos mediante separación radioquímica fueron satisfactorios para los laboratorios 10 y 15 representando el 40% de los valores satisfactorios lo que pone de manifiesto la mejora de la determinación de la concentración de actividad del ^{226}Ra utilizando métodos radioquímicos aunque sea más costoso en tiempo y esfuerzo. La Figura 131 muestra los resultados de los laboratorios destacando los laboratorios que determinaron el ^{226}Ra a partir del crecimiento de sus hijas (^{214}Pb y ^{214}Bi) y los que determinaron la concentración de actividad mediante el fotopico de 186 keV, eliminando la interferencia del ^{235}U . Aunque los resultados no permiten concluir la mejora o no de uno u otro método, reflejan que los peores resultados se obtuvieron para el método basado en el equilibrio secular. La evaluación fue realizada utilizando la actividad añadida.

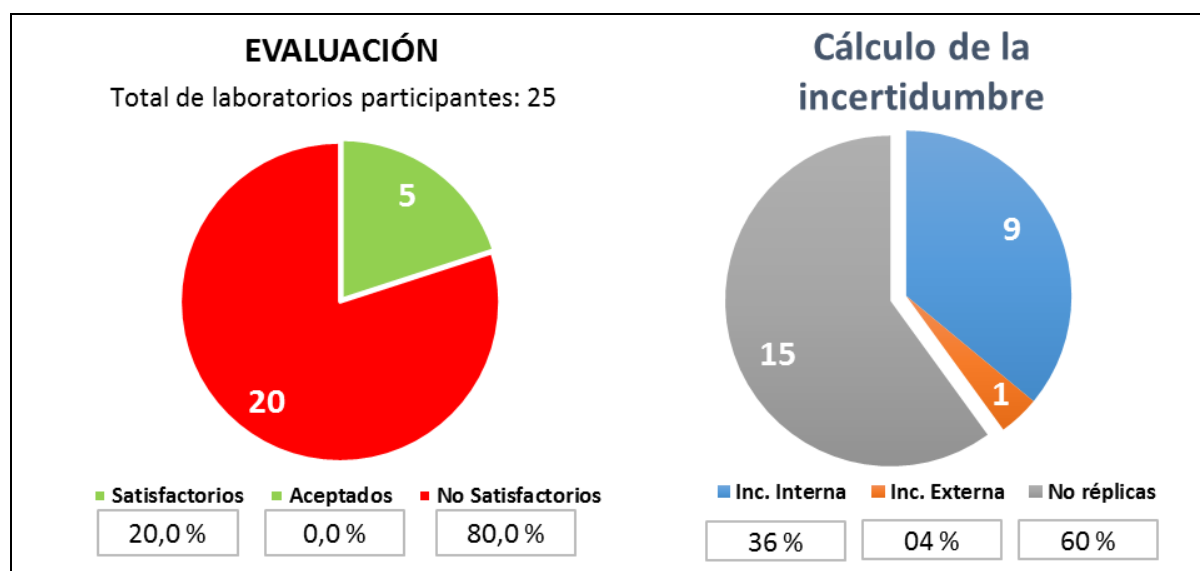


Figura 127. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{226}Ra del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

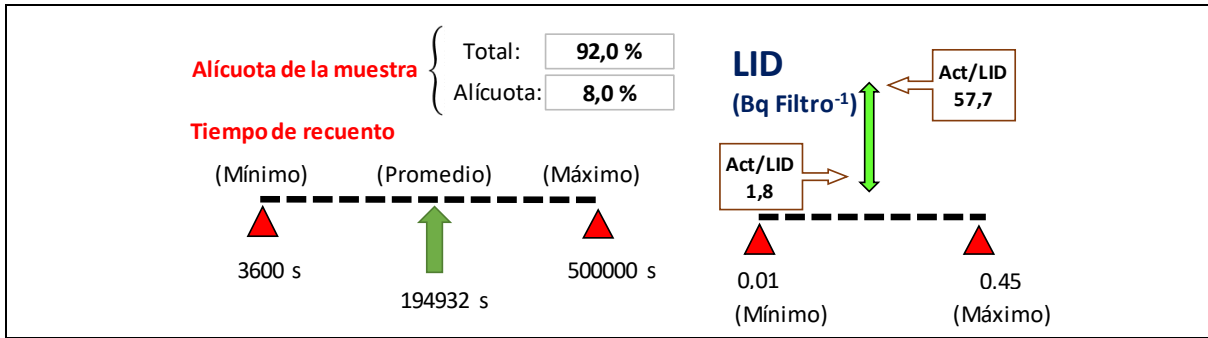


Figura 126 (cont.). Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{226}Ra del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

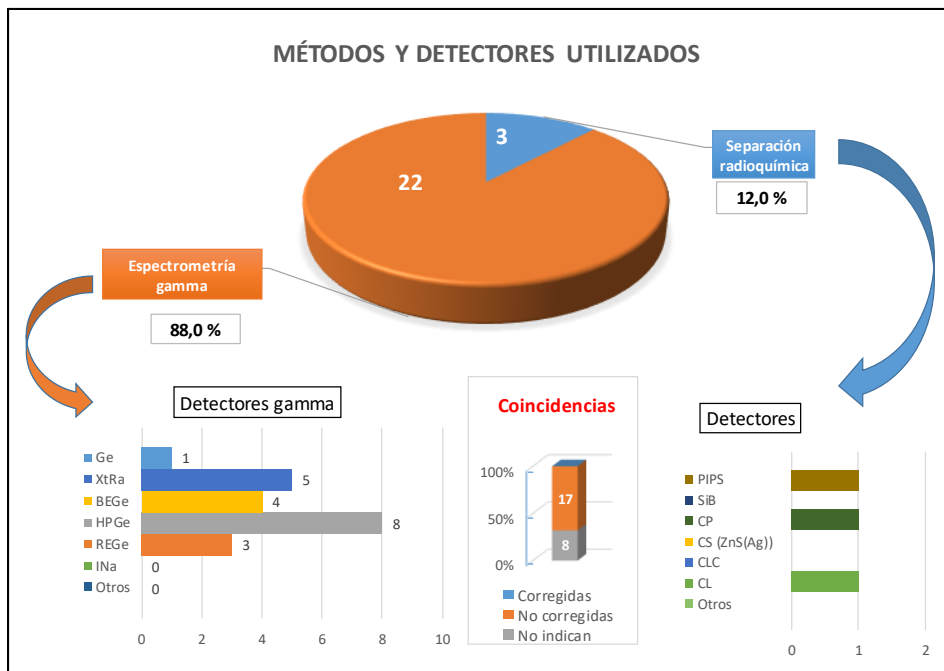


Figura 128. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{226}Ra en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

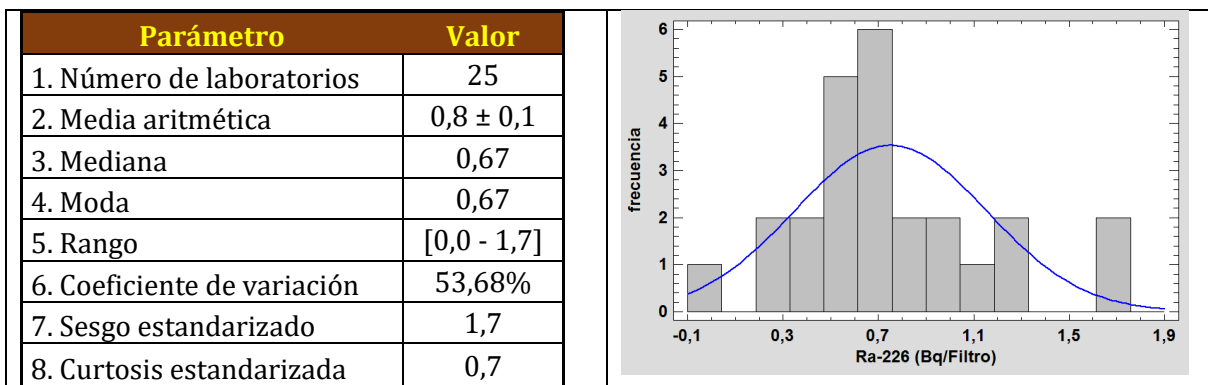


Figura 129. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{226}Ra para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de

caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

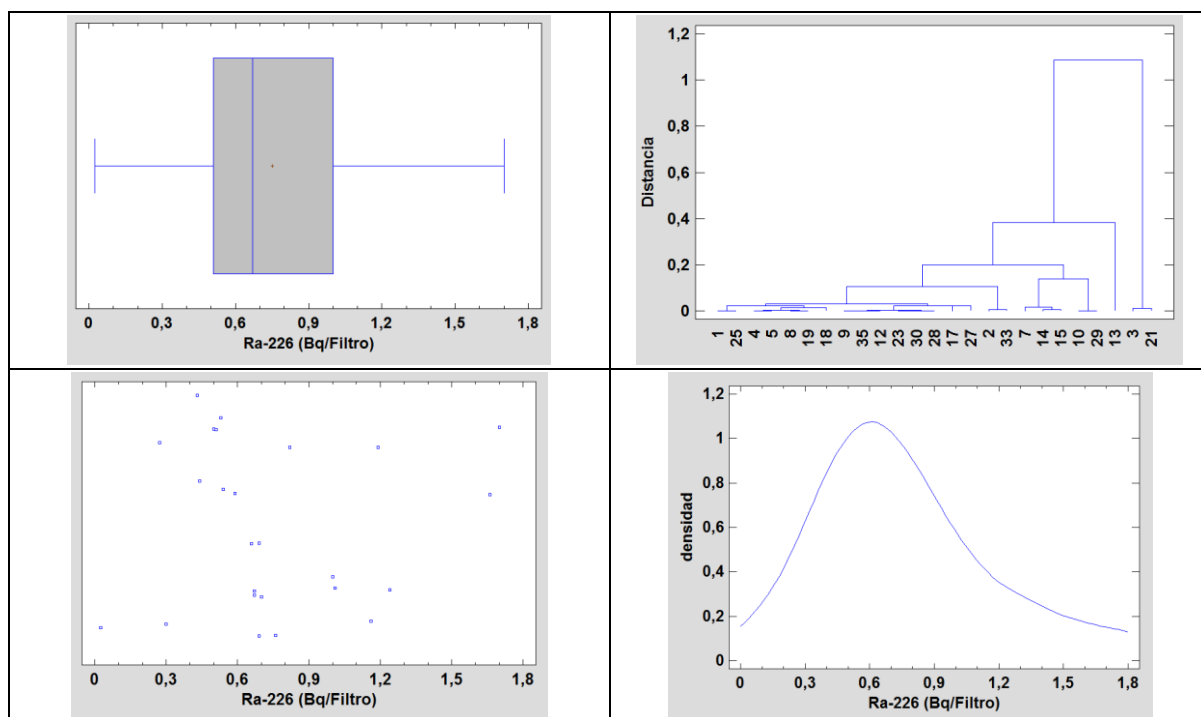


Figura 128 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{226}Ra para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

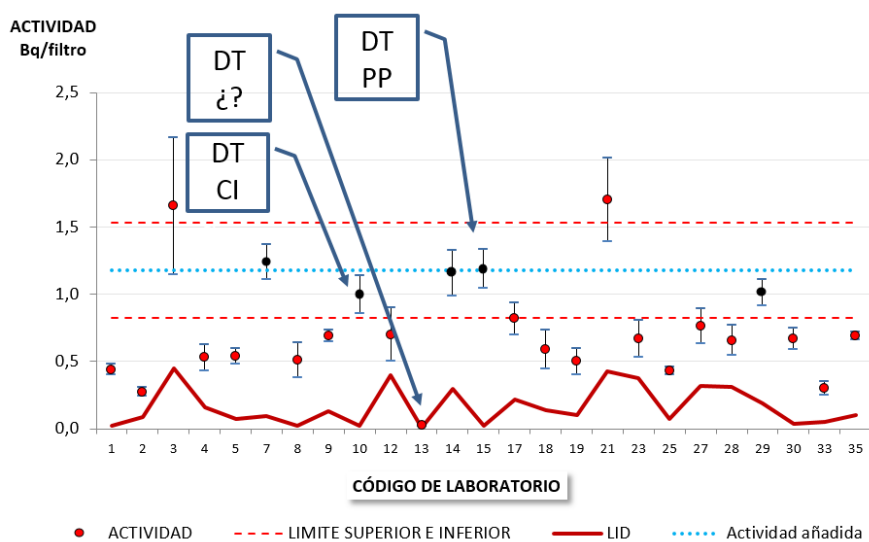


Figura 130. Resultados y evaluación de la concentración de actividad del ^{226}Ra en el filtro de 47 mm en el plazo de 2 meses destacando los laboratorios que realizaron la separación radioquímica.

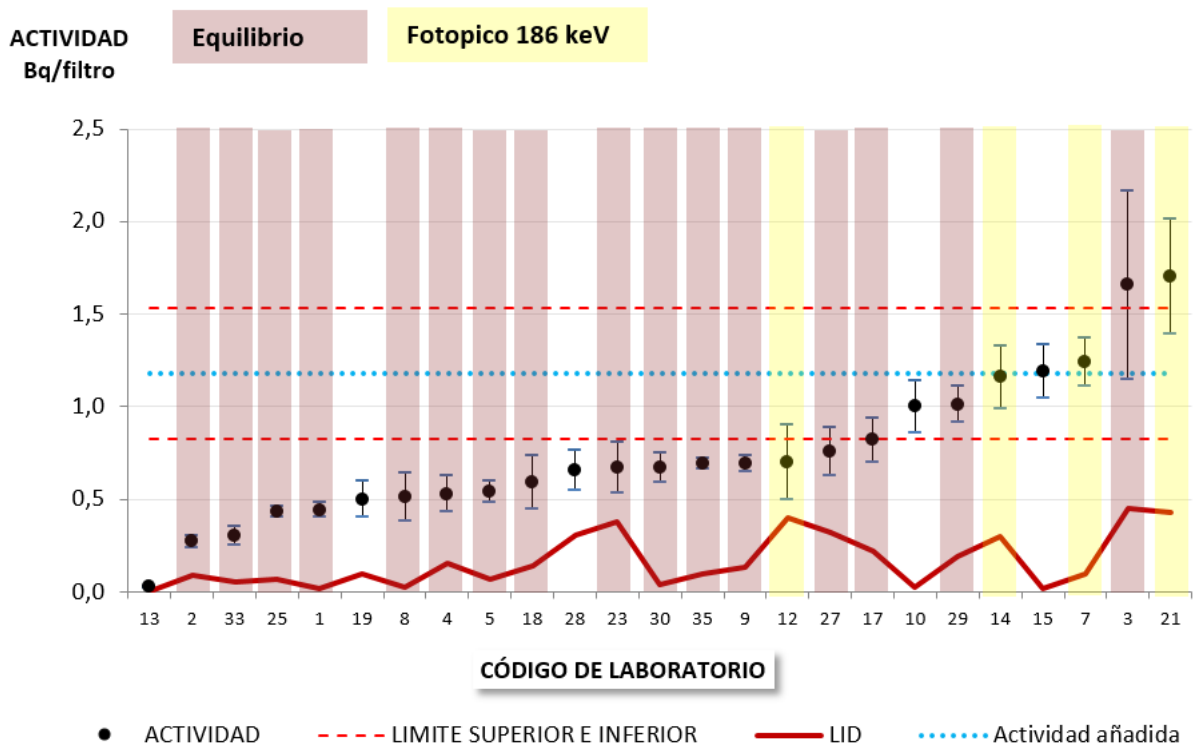


Figura 131. Resultados de la concentración de actividad del ^{226}Ra destacando los laboratorios que han utilizado el equilibrio secular y los que han utilizado el fotopico de 186 keV.

15.15. ^{60}Co

Los laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{60}Co fue de 31, 25 de los cuales obtuvieron una evaluación satisfactoria mientras que 6 obtuvieron una evaluación no satisfactoria (Figura 132). Un total de 12 laboratorios realizaron más de una determinación utilizando la incertidumbre interna 11 y 1 la incertidumbre externa para expresar sus resultados de concentración de actividad. El rango de medida de las muestras fue muy superior al habitual por espectrometría gamma, utilizándose un tiempo de hasta 500000 s resultando un tiempo medio de medida de 189786 s. La relación Act/LID indicó que las concentraciones de actividad del ^{60}Co estaban por encima del valor del LID para todos los laboratorios llegando a valores de 62,5 veces debidos al elevado tiempo de recuento y al consecuente LID. Todos los laboratorios utilizaron la espectrometría gamma para determinar la concentración de actividad del ^{60}Co utilizando los detectores que se muestran en la Figura 133. La corrección por suma de coincidencias la realizaron 6 laboratorios de los 30 participantes, siendo muy importante para este tipo de geometría y radionucleido, su influencia será comentada posteriormente. La distribución de los resultados de los laboratorios fue platicúrtica, como muestran los valores de curtosis estandarizadas con un sesgo positivo que se debe a los resultados informados por los laboratorios 36 y 35 que estuvieron más alejados del resto. La Figura 135 muestra los resultados de los laboratorios destacando los que utilizaron la suma de coincidencias. Los resultados muestran cómo, salvo para el caso del laboratorio 33, que realizó las coincidencias tanto en la medida como en la calibración, los restantes laboratorios que realizaron la corrección obtuvieron resultados satisfactorios. El sesgo positivo que se observa tanto en los gráficos de la distribución (Figura 134) como en este gráfico mostrarían la necesidad de realizar este tipo de correcciones. La suma de coincidencias produciría una disminución de la

eficiencia de recuento por la suma de los fotopicos de 1173 keV y 1333 keV, que provocaría que la actividad sea mayor de la real. La suma de coincidencias en la muestra sería menor al ser la tasa de recuento menor que en el caso de un patrón.

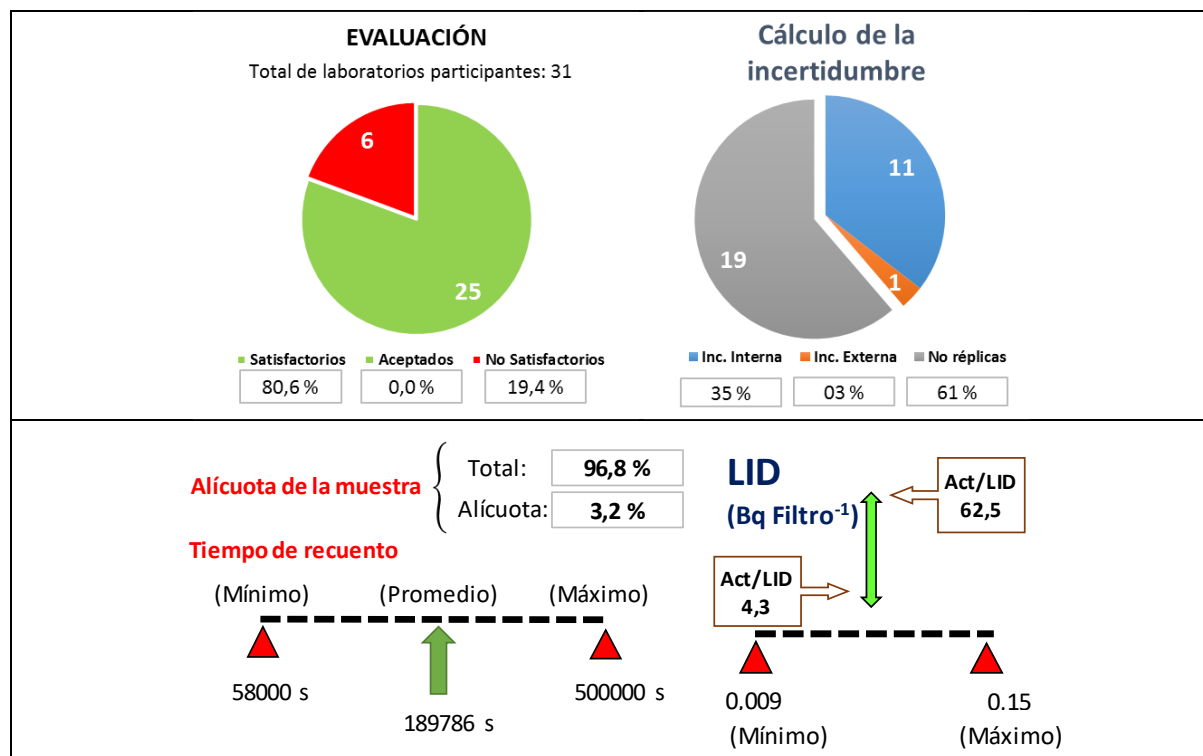


Figura 132. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{60}Co del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

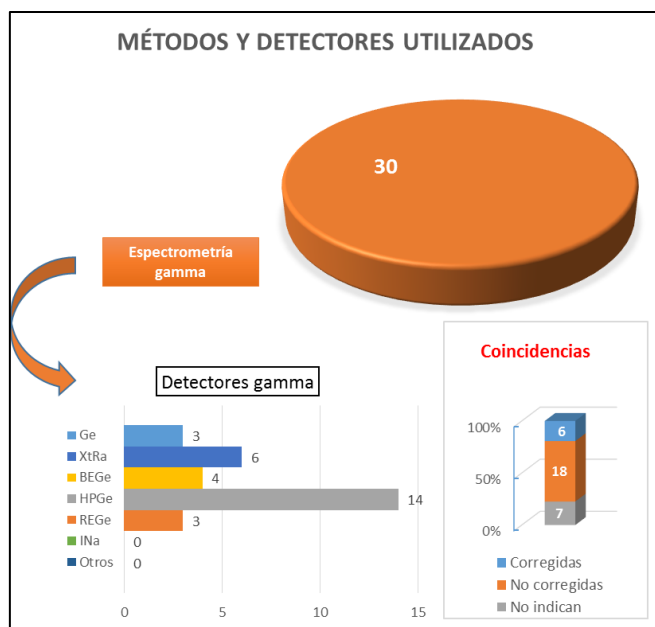


Figura 133. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{60}Co en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

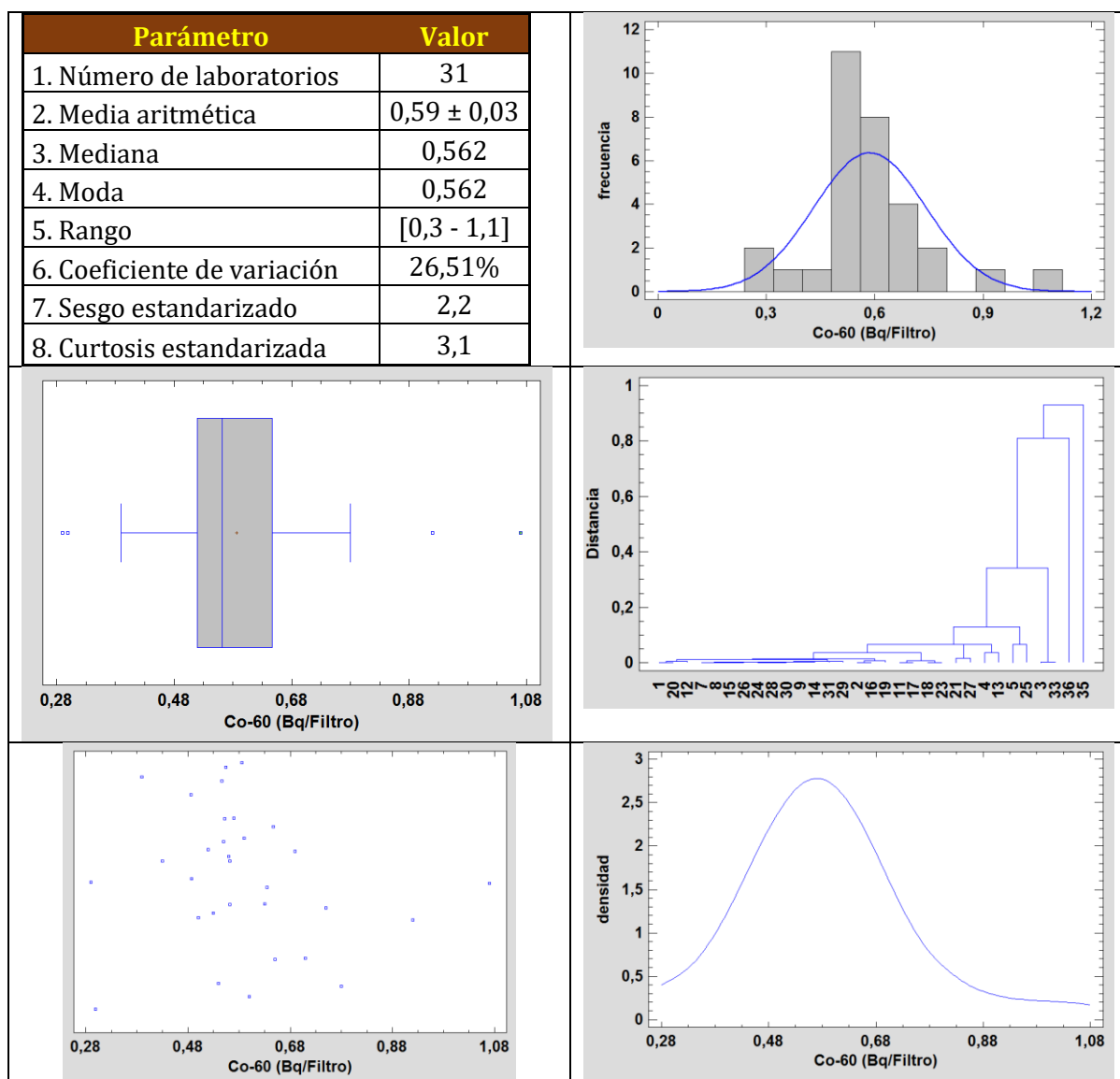


Figura 134. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{60}Co para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

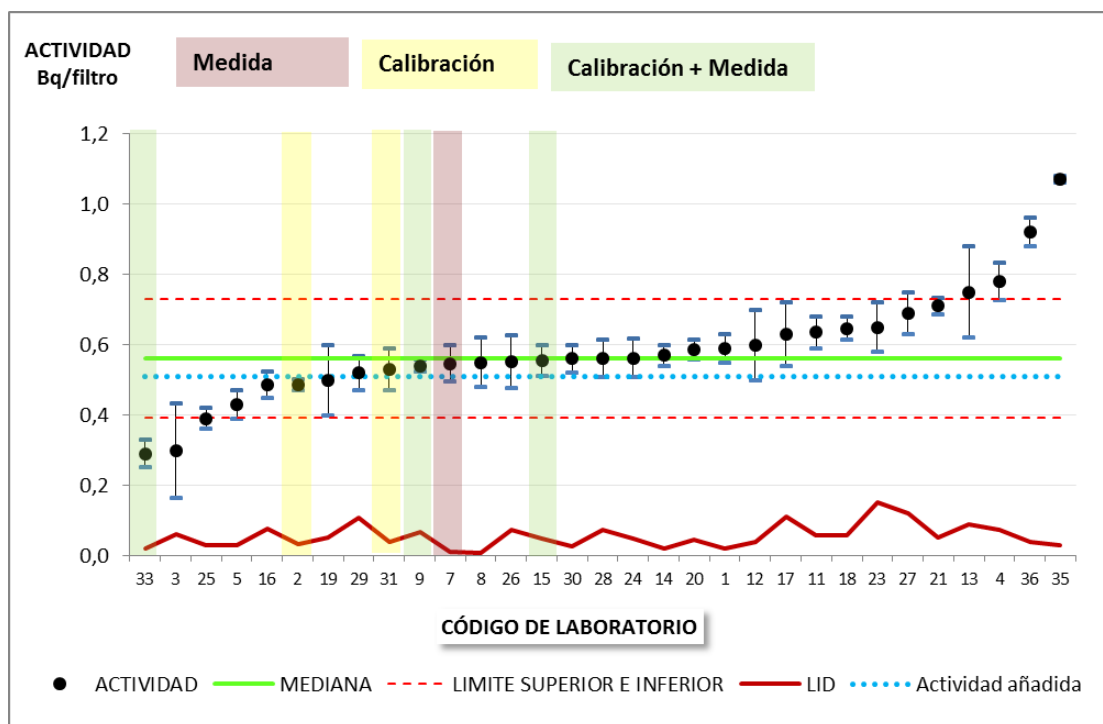


Figura 135. Resultados de la concentración de actividad

15.16. ^{54}Mn

Los laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{54}Mn fue 30, de los cuales, 24 obtuvieron una evaluación satisfactoria y 6 no satisfactoria. Los laboratorios que realizaron más de una determinación fueron 11, utilizando 10 de ellos la incertidumbre interna para expresar sus resultados. El 96,7% de los laboratorios utilizaron todo el filtro para realizar sus determinaciones. El tiempo de recuento varió entre 57000 s (el habitual de la espectrometría gamma) y 500000 s (el habitual de la espectrometría alfa). La relación Act/LID varió entre 5,9 y 95,0 por lo que las concentraciones de actividad estaban suficientemente por encima del LID.

Un total de 29 laboratorios utilizó la espectrometría gamma para determinar la concentración de actividad del ^{54}Mn con los detectores que muestra la Figura 137. La suma de coincidencias fue utilizada por 3 laboratorios (1 en la medida y 2 en la calibración) aunque en el caso del ^{54}Mn no se produzcan.

La distribución de los valores obtenidos por los laboratorios muestra una marcada asimetría y sesgo positivo (Figura 138). La razón de esta asimetría son los resultados de los laboratorios 4, 21, 35 y 36 que fueron superiores al resto de laboratorios. Este hecho se ve reflejado en la asimetría del gráfico de densidad. Por otra parte, el gráfico de dispersión y el de caja y bigotes muestran como los valores de los restantes laboratorios estaban agrupados.

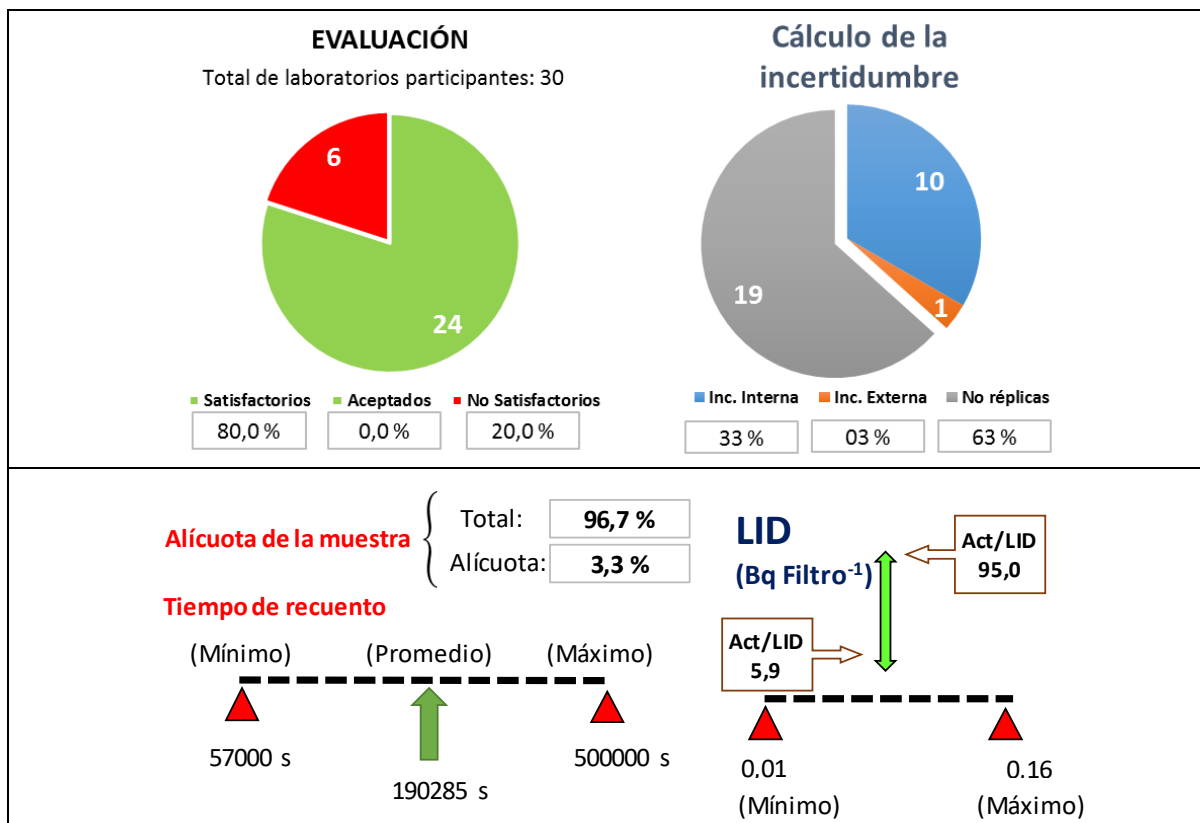


Figura 136. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ⁵⁴Mn del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

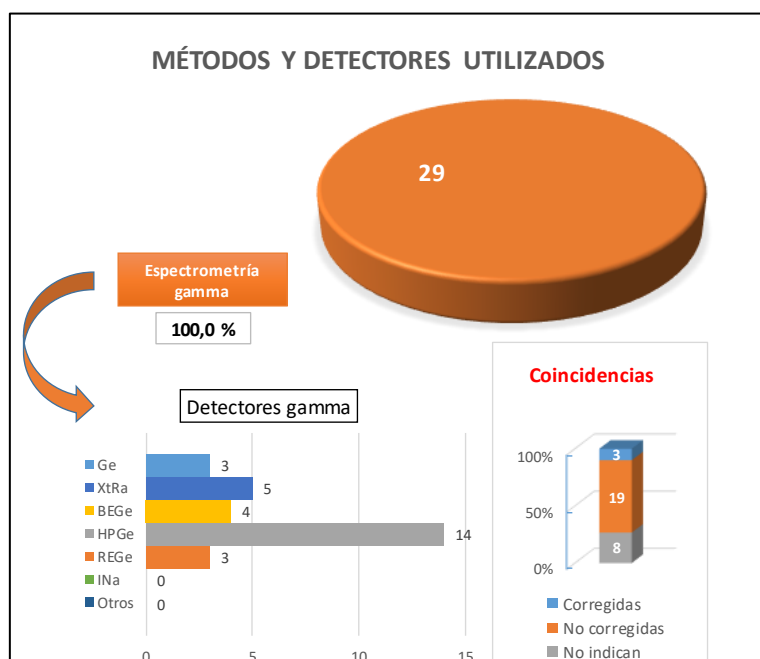


Figura 137. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ⁵⁴Mn en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

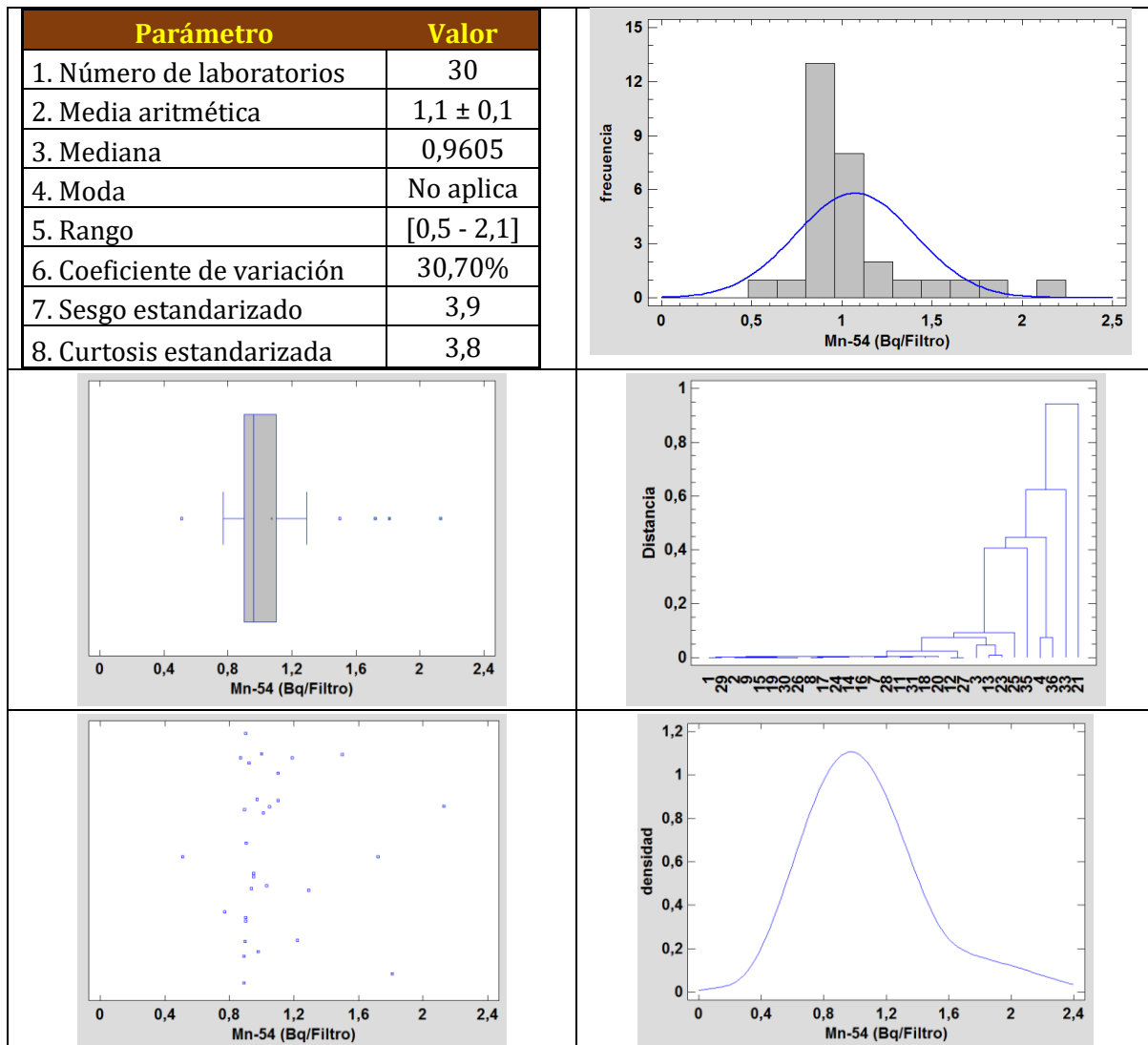


Figura 138. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{54}Mn para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad. ^{65}Zn

El número de laboratorios participantes en la determinación de la concentración de actividad del ^{65}Zn fue de 30, obteniendo 24 de ellos una evaluación satisfactoria y 6 no satisfactoria (Figura 139). Los laboratorios que realizaron más de una determinación fueron 10, 9 de ellos utilizando la incertidumbre interna para expresar sus resultados. El 96,7% de los laboratorios utilizaron todo el filtro para realizar la medida de la muestra por espectrometría gamma, ya que como muestra la Figura 140 todos los laboratorios utilizaron esta técnica para medir las muestras (el laboratorio 15, que figura como Otros sin especificar el método, también realizó las medidas con esta técnica de medida). El tiempo de medida fue muy superior al utilizado habitualmente en las medidas por espectrometría gamma. La relación Act/LID fue como mínimo de 2,9 por lo que las concentraciones de actividad estaban suficientemente separadas del LID. La corrección por suma de coincidencias fue realizada por 3 laboratorios (laboratorio 7 en la medida y laboratorios 15 y 33 en la calibración). Esta corrección aunque es necesaria no es demasiado elevada ya que la

emisión gamma entre los niveles 2 y 0 de 1115,5 keV tendría una suma por coincidencias de las emisiones $\gamma_{2,1}$ (344,95 keV - 0,00254%) y $\gamma_{1,0}$ (770,64 keV - 0,000269%) que son muy poco probables.

La distribución de los resultados fue muy asimétrica con un acusado sesgo positivo (véanse los valores de sesgo y curtosis estandarizada de la Figura 141). Esta asimetría fue producida por los resultados de los laboratorios 4, 21, 35 y 36, cuyas diferencias se reflejan claramente el dendograma. Los restantes valores estaban agrupados, como se observa en las gráficas de caja y bigotes y de dispersión.

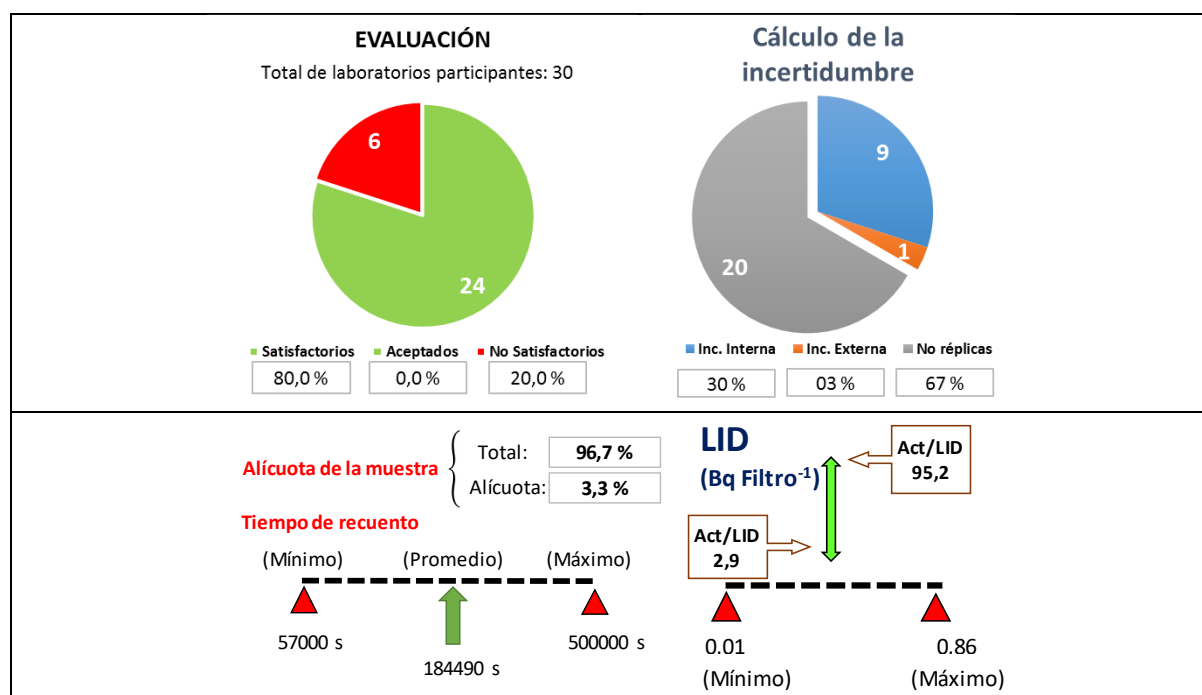


Figura 139. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{65}Zn del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

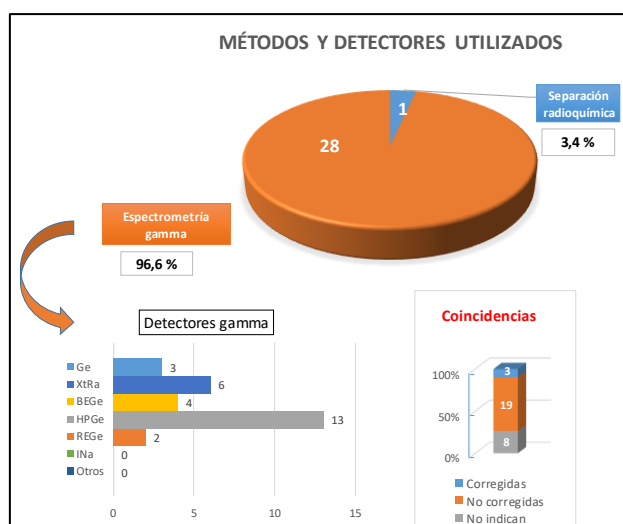


Figura 140. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{65}Zn en el filtro de 47mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

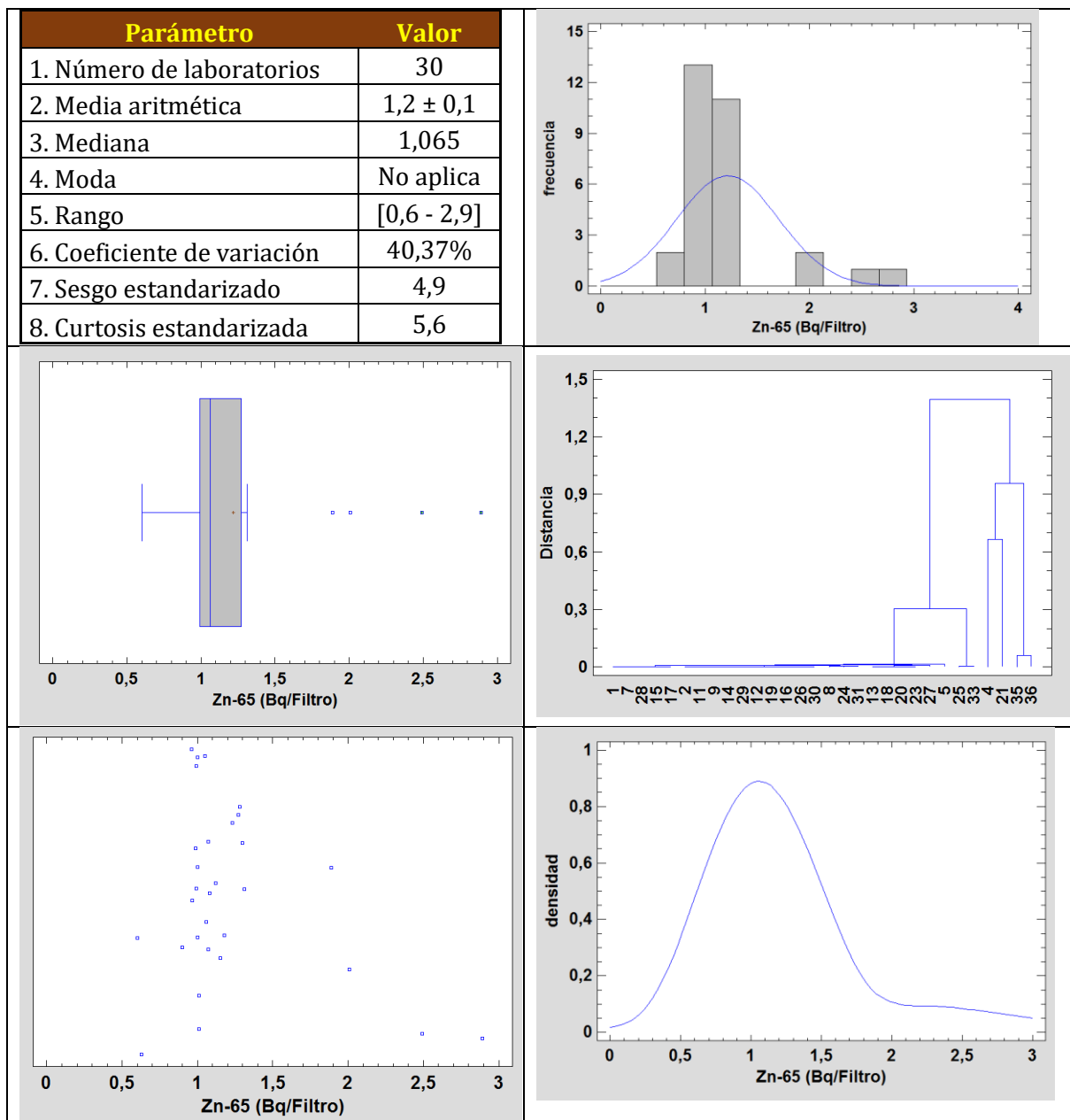


Figura 141. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{65}Zn para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

15.17. ^{106}Ru

Los laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{106}Ru fueron 23, 16 de ellos con una evaluación satisfactoria y 7 no satisfactoria. El 34% de los laboratorios realizaron más de una determinación, utilizando 7 laboratorios la incertidumbre interna y 1 la externa para expresar sus resultados. La espectrometría gamma fue utilizada por 22 laboratorios, siendo el tiempo de medida muy superior al habitual de esta técnica. La suma de coincidencias fue realizada por 6 laboratorios aunque en realidad no se produzca, ya que aunque

podría existir debido a la suma de los niveles $\gamma_{3,1}$ correspondiente 621,90 keV (de la diferencia entre los niveles $\gamma_{3,1}$ 1133,76 keV y $\gamma_{1,0}$ 511,8547 keV) y $\gamma_{1,0}$ 511,8547 keV, no existe una emisión entre los niveles $\gamma_{3,0}$ (véase Figura 145).

La distribución de los resultados mostró un sesgo negativo y una acusada asimetría, debido principalmente a los resultados informados por los laboratorios 29 y 33 (Figura 144). Asimismo, los laboratorios 21 y 36 obtuvieron resultados superiores a 3 veces el valor del rango intercuartílico lo que indicaría que los valores son anómalos (véase el dendograma). Los laboratorios 4, 25 y 35 aunque fueron diferentes al resto eran atípicos (fuera del rango de 1,5 veces el rango intercuartílico). Las gráficas de dispersión y caja y bigotes muestran como los valores del resto de los laboratorios estaban agrupados en los cuartiles 2 y 3 que representan el 50% del total de valores). La Figura 146 muestra los resultados de los laboratorios destacando aquellos que realizaron corrección por coincidencias.

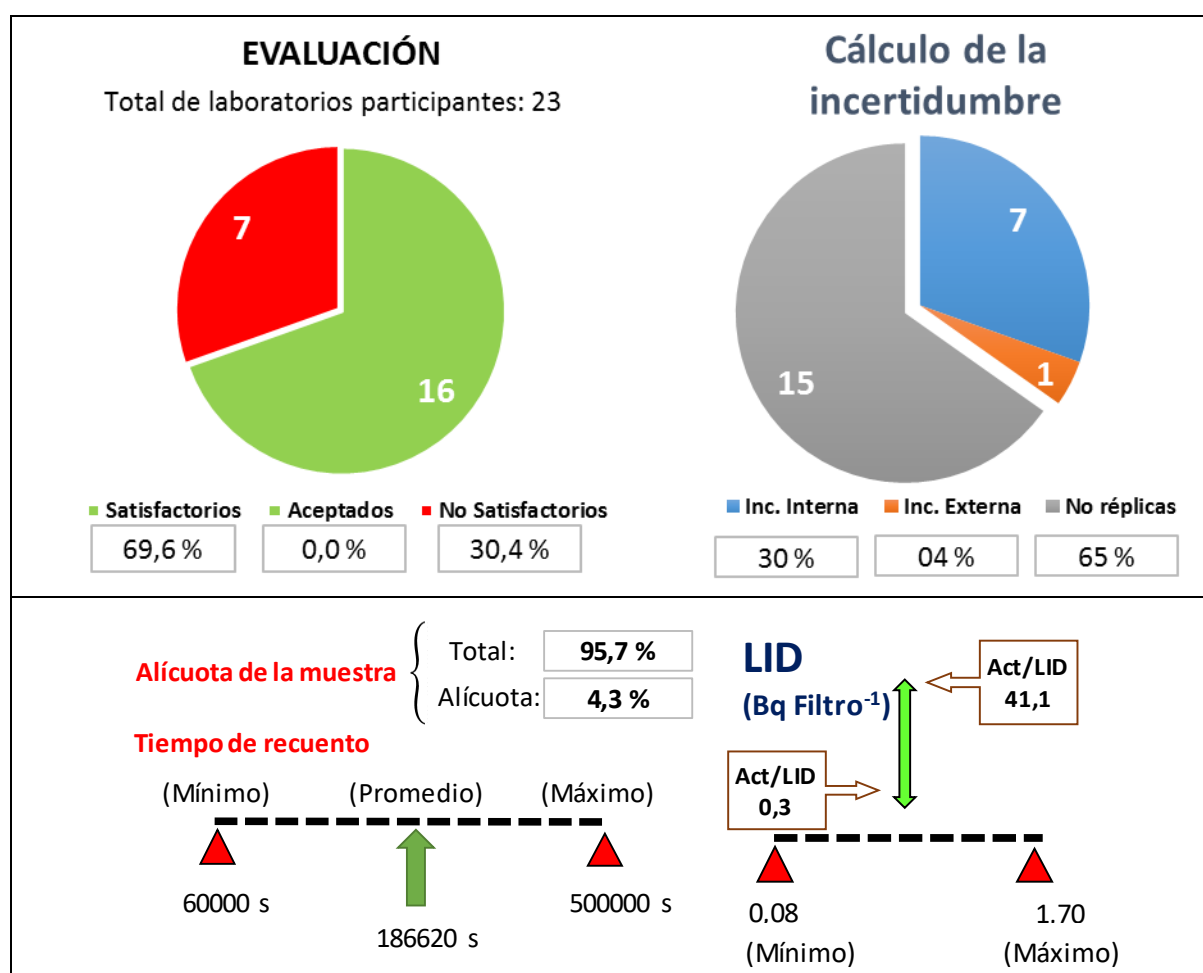


Figura 142. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{106}Ru del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

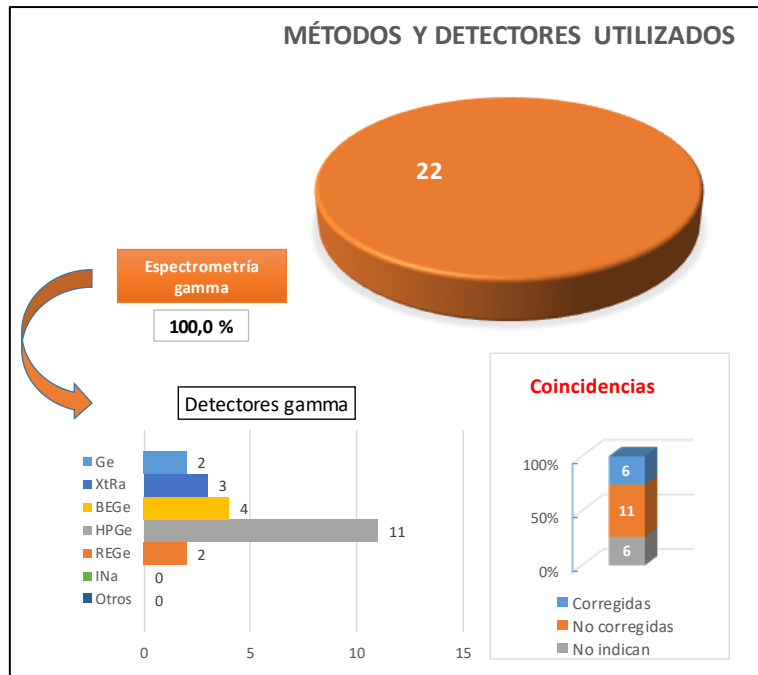


Figura 143. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{106}Ru en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

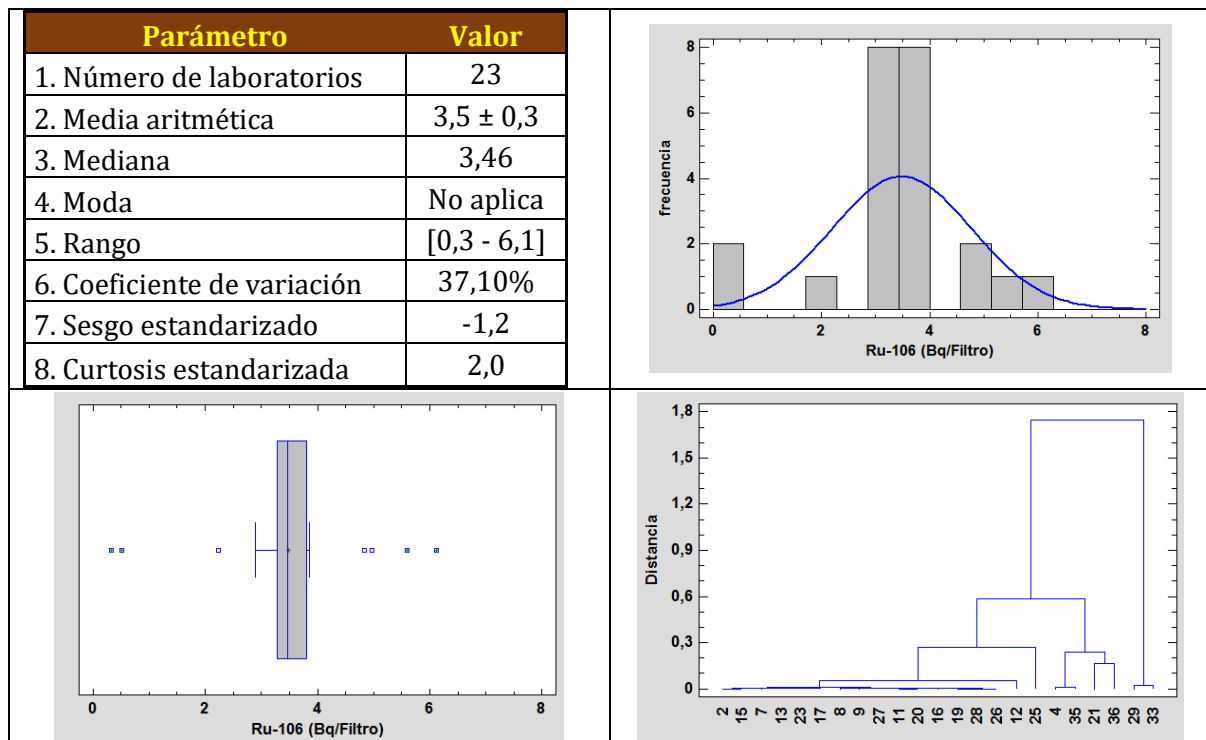


Figura 144. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{106}Ru para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

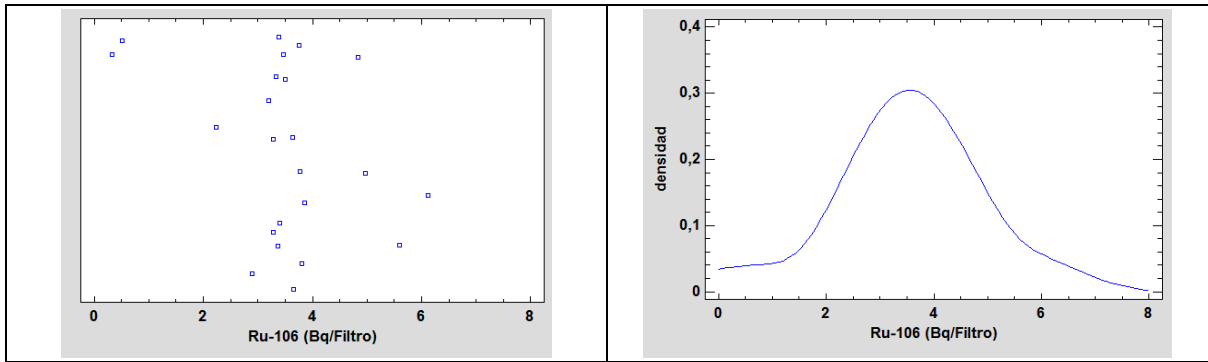


Figura 143 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{106}Ru para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

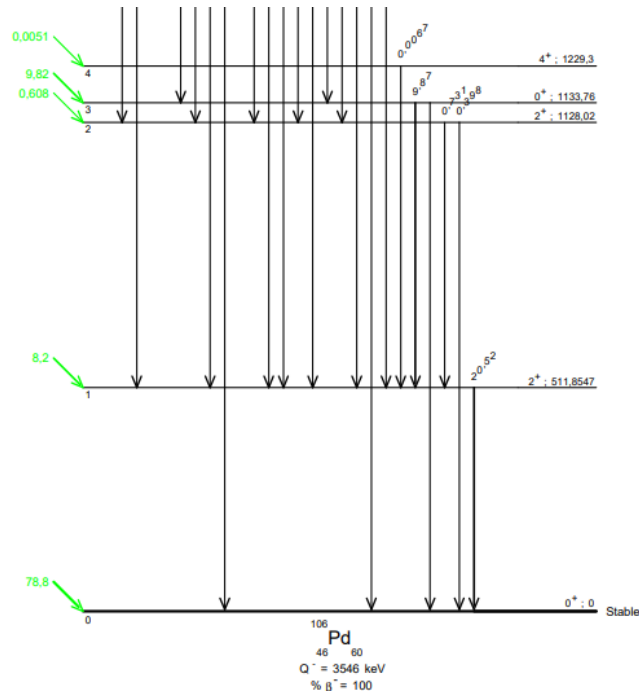


Figura 145. Niveles energéticos del Rh-106 (http://www.lnhb.fr/nuclides/Rh-106_tables.pdf).

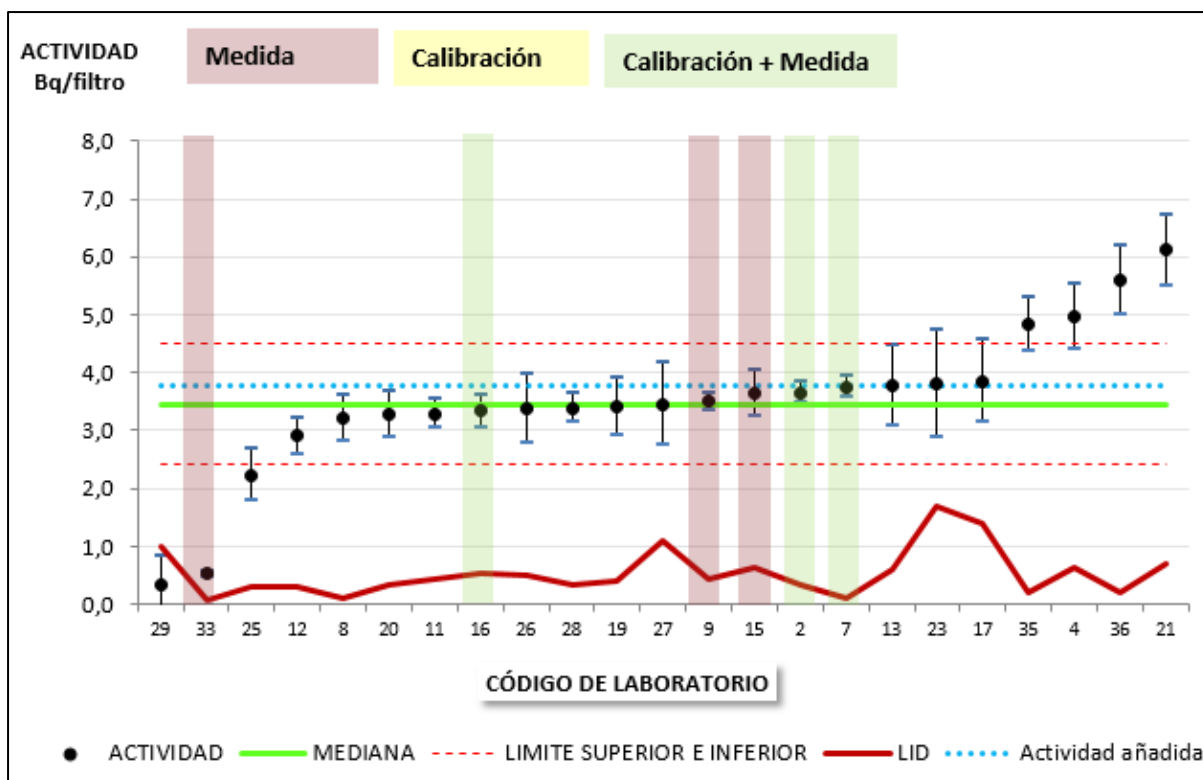


Figura 146. Resultados de los laboratorios para la concentración de actividad del ¹⁰⁶Ru para el filtro de 47 mm en el plazo de 2 meses destacando los laboratorios que utilizaron suma de coincidencias.

15.18. ¹³⁴Cs

El total de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ¹³⁴Cs fue 31, obteniendo 28 de ellos una evaluación satisfactoria y 3 de ellos una evaluación no satisfactoria (Figura 147). El número de laboratorios que realizó más de una determinación fue de 12, utilizando 11 de ellos la incertidumbre interna para expresar sus resultados. El 96,8% de los laboratorios utilizó todo el filtro para realizar la determinación del ¹³⁴Cs. El tiempo máximo de medida fue muy superior al empleado habitualmente para las medidas por espectrometría gamma. La relación Act/LID más baja fue de 3,8 veces por lo que las concentraciones de actividad estaban por encima de los valores del LID. Los 30 laboratorios que participaron en la determinación del ¹³⁴Cs utilizaron la espectrometría gamma para medir las muestras utilizando los diferentes detectores que se muestran en la Figura 148. La suma de coincidencias fue corregida por 10 laboratorios, cuyos resultados estuvieron más centrados sobre la mediana y el valor de referencia como se muestra en la Figura 150.

La distribución de los resultados presentó una elevada dispersión, como muestran los diferentes gráficos de la Figura 149, obteniéndose una distribución platicúrtica como muestra el histograma con la frecuencia de los datos. El laboratorio 36 obtuvo un resultado por encima del valor de 1,5 veces el rango intercuartílico que se refleja en la asimetría positiva que muestra el gráfico de densidad.

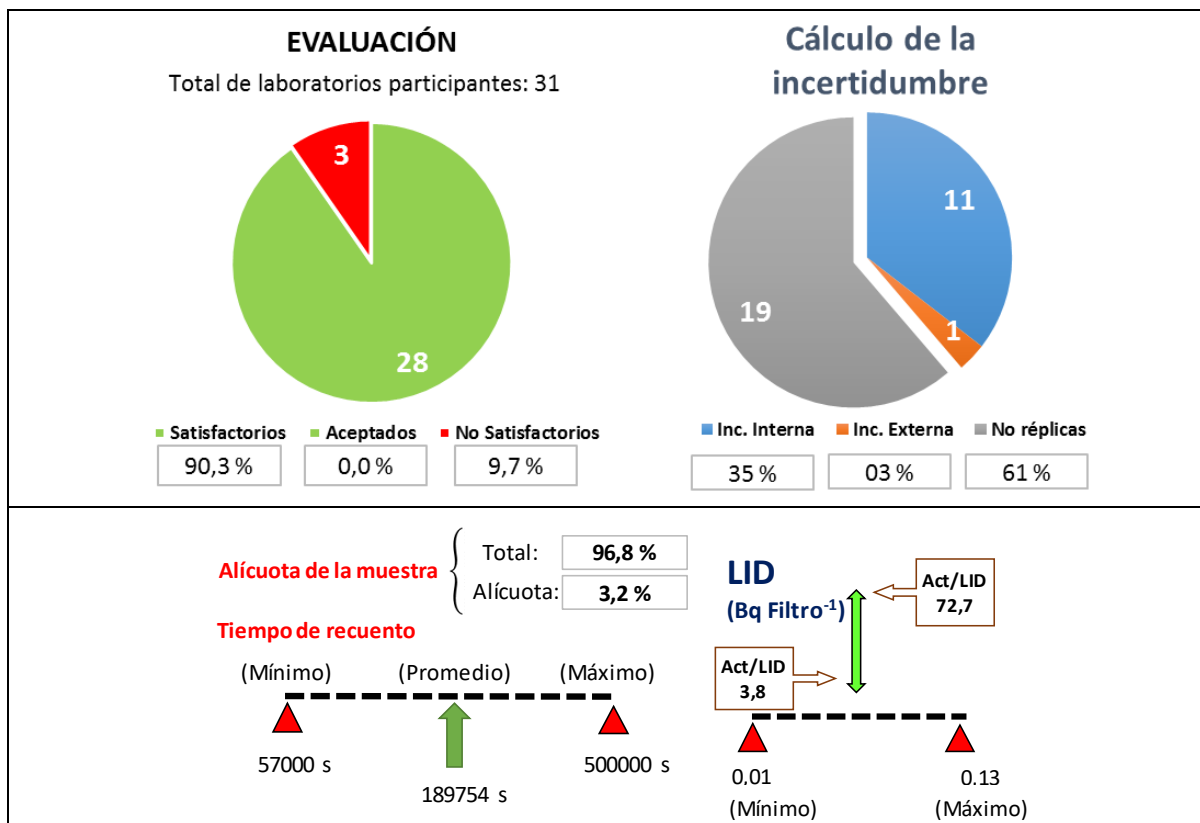


Figura 147. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ¹³⁴Cs del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

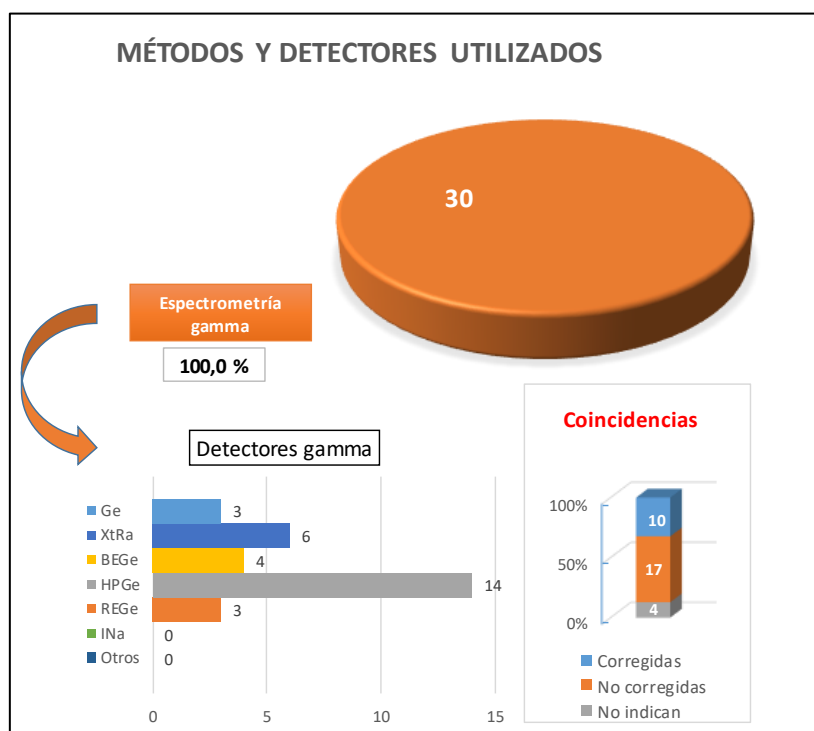


Figura 148. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ¹³⁴Cs en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

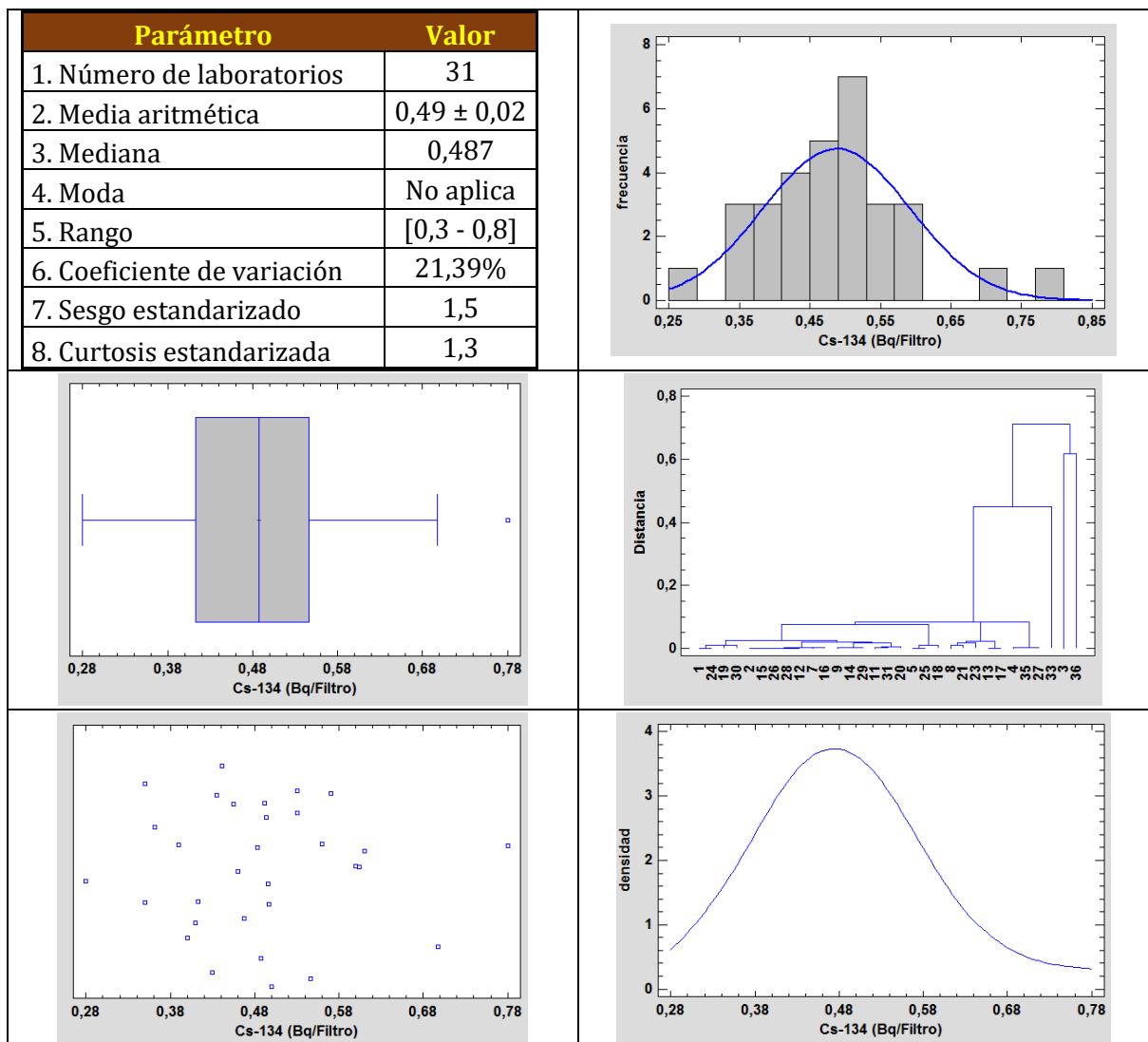


Figura 149. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{134}Cs para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

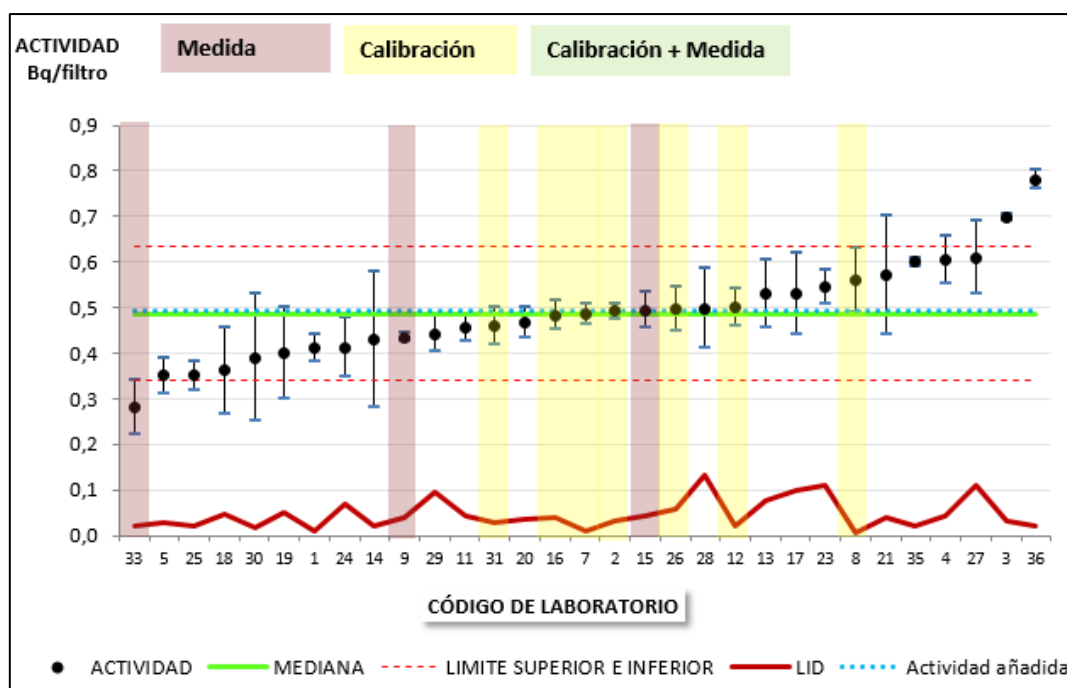


Figura 150. Resultados de los laboratorios para la concentración de actividad del ^{134}Cs para el filtro de 47 mm en el plazo de 2 meses destacando los laboratorios que utilizaron suma de coincidencias.

15.19. ^{137}Cs

El número de laboratorios que realizaron la determinación de la concentración de actividad del ^{137}Cs fue 31, de los cuales 25 obtuvieron una evaluación satisfactoria y 6 no satisfactoria (Figura 151). Once laboratorios realizaron más de una determinación, utilizando 10 de ellos la incertidumbre interna para expresar sus resultados. El 93,5% de los laboratorios utilizó la totalidad del filtro para medir la muestra. La relación Act/LID fue superior como mínimo a 6,2 veces por lo que las concentraciones de actividad estaban muy por encima del LID. Los 30 laboratorios utilizaron la espectrometría gamma como técnica de medida, utilizando los detectores que muestra la Figura 152. Dos laboratorios realizaron la corrección por suma de coincidencias en la calibración (laboratorios 15 y 33), aunque no sea necesario en el caso del ^{137}Cs .

La Figura 153 muestra los diferentes gráficos de la distribución de los resultados de la concentración de actividad del ^{137}Cs . El laboratorio 11 informó una actividad muy por encima del valor de referencia por lo que la mediana incrementó su valor. Por esta razón, el estudio de la distribución se repitió suprimiendo el valor del laboratorio 11, al no poderse observar si los restantes laboratorios estaban o no agrupados (Figura 154). El gráfico de dispersión y gráfico de caja y bigotes mostraron como los resultados de los laboratorios estaban agrupados como muestran los cuartiles 2 y 3 del gráfico de caja y bigotes.

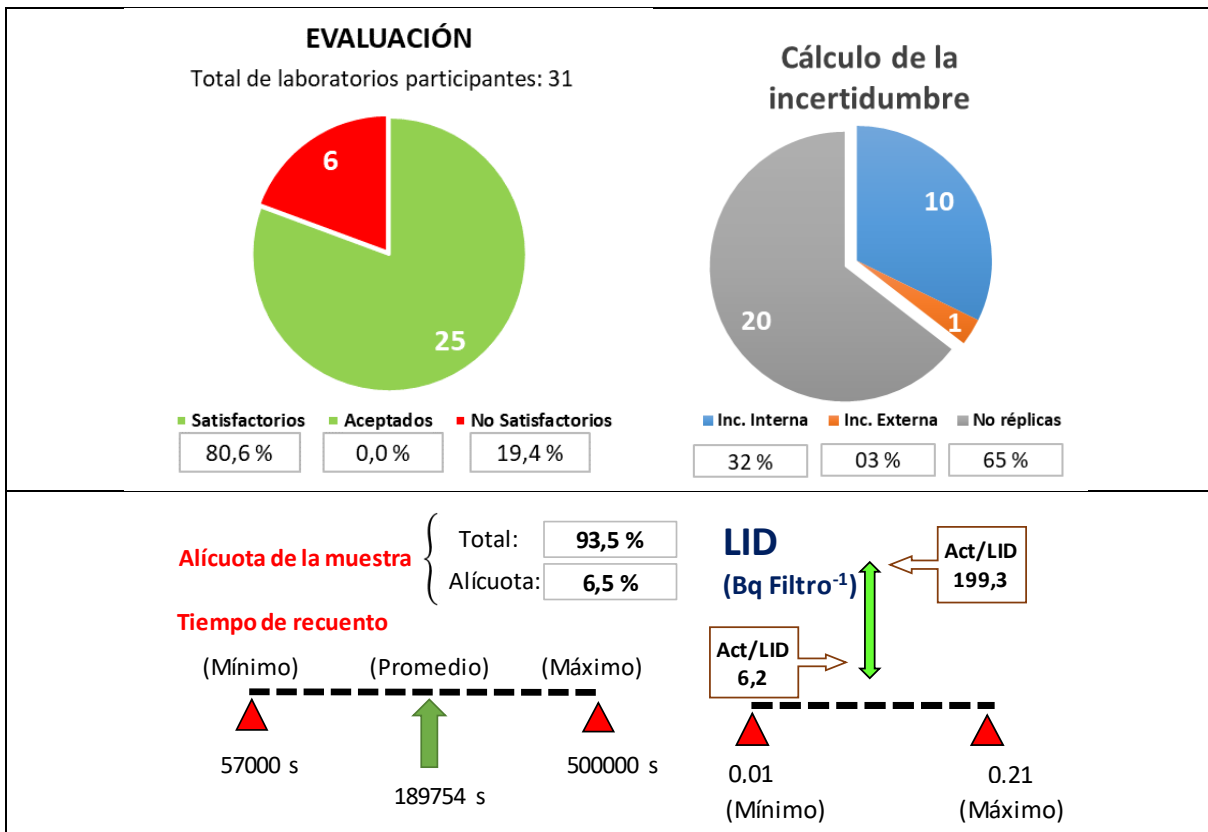


Figura 151. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ¹³⁷Cs del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

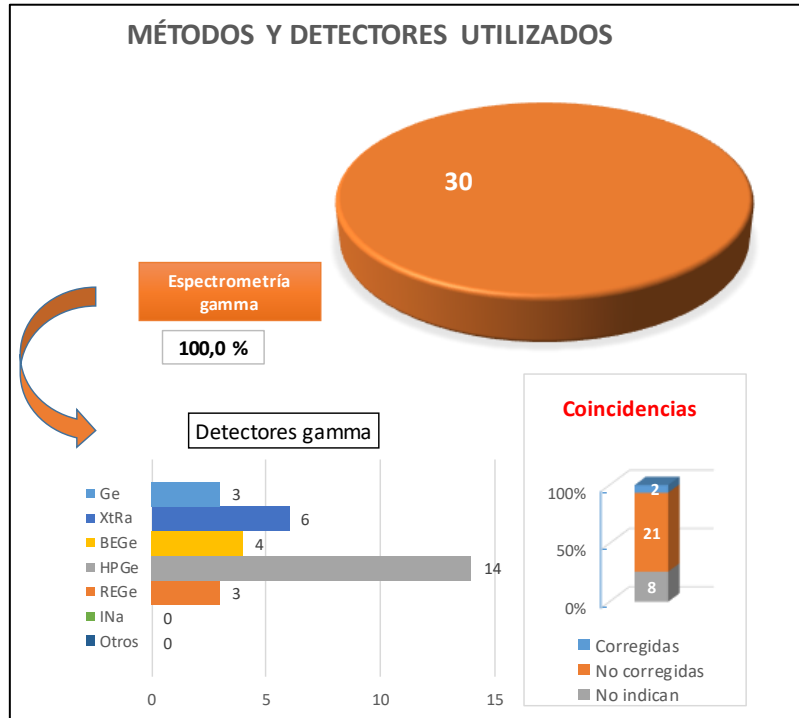


Figura 152. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ¹³⁷Cs en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo de 2 meses.

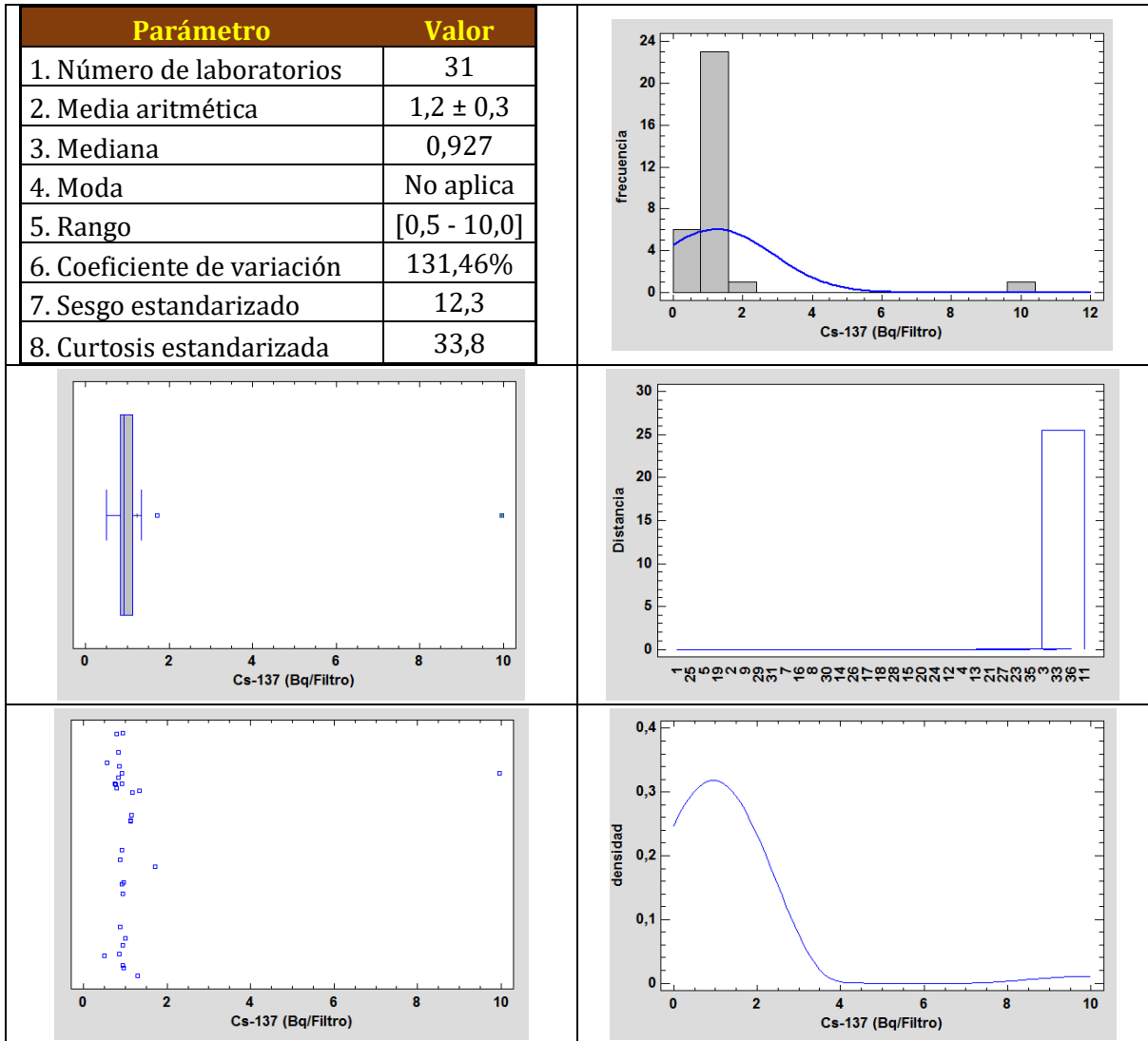


Figura 153. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{137}Cs para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

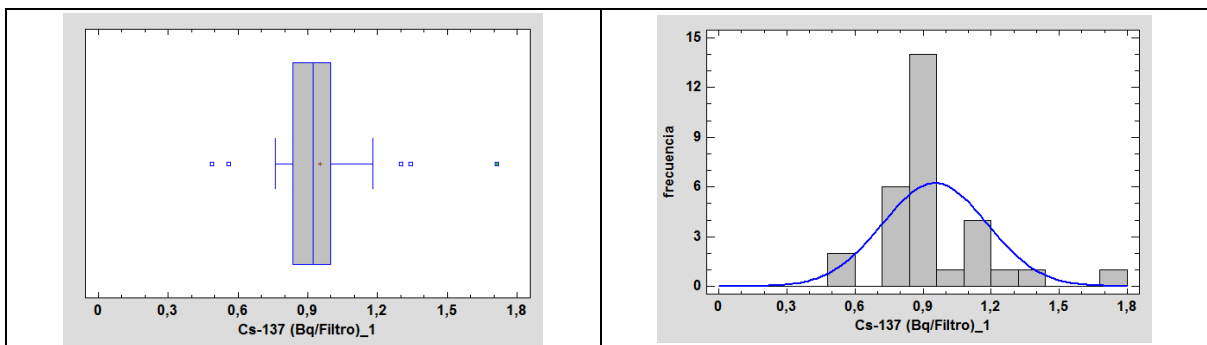


Figura 154. Reevaluación de la concentración de actividad del ^{137}Cs sin tener en cuenta el resultado del laboratorio 11. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: a) gráfico de caja y bigotes, b) histograma con frecuencia suavizada, d) gráfico de dispersión y d) dendograma.

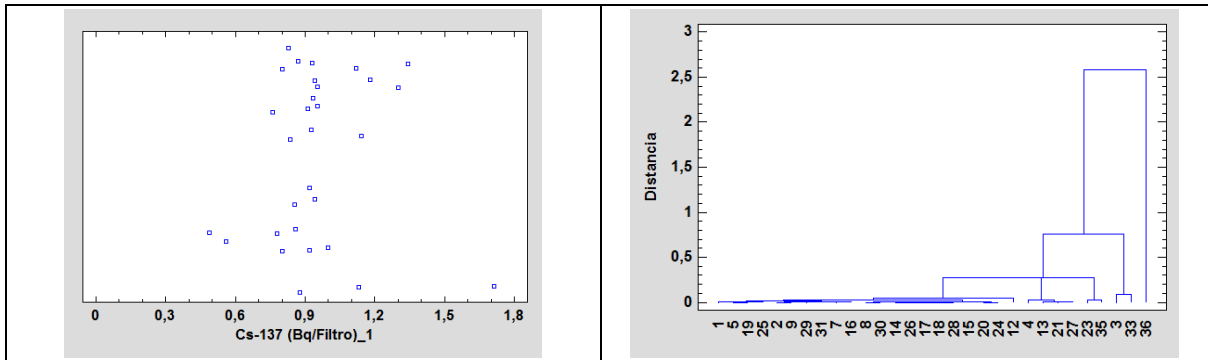


Figura 153 (cont.). Reevaluación de la concentración de actividad del ^{137}Cs sin tener en cuenta el resultado del laboratorio 11. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: a) gráfico de caja y bigotes, b) histograma con frecuencia suavizada, c) gráfico de dispersión y d) dendograma.

15.20. Alfa total

El número de laboratorios que participó en la determinación del índice de actividad alfa total fue de 29, obteniendo un alto porcentaje (93,1% correspondiente a 27 laboratorios) una evaluación positiva y sólo 2 laboratorios una evaluación negativa (Figura 155). Ocho laboratorios realizaron más de una determinación utilizando la incertidumbre interna para expresar sus resultados. El 96,6% de los laboratorios utilizó la totalidad del filtro para informar los resultados, el 3,4% que corresponde a 1 laboratorio utilizó una alícuota sin indicar el tipo de tratamiento utilizado. Sin embargo este laboratorio (número 15) obtuvo una evaluación satisfactoria. El tiempo promedio de la determinación fue de 90081 s. La relación Act/LID fue de 1,6 veces que fue la obtenida por el laboratorio 25, cuyo valor de LID fue superior al del resto sin que se pueda hacer ninguna hipótesis en base a la información que aportó.

La distribución de los resultados del índice de actividad alfa total fue asimétrica debido al sesgo positivo (Figura 156). Este sesgo fue debido al resultado del laboratorio 18, cuyo valor era superior a 3 veces el valor del rango intercuartílico, como se observa en la gráfica de caja y bigotes. El gráfico de densidad muestra el sesgo descrito anteriormente. Los restantes valores mostraron una dispersión moderada, según muestra el gráfico de dispersión y el dendograma.

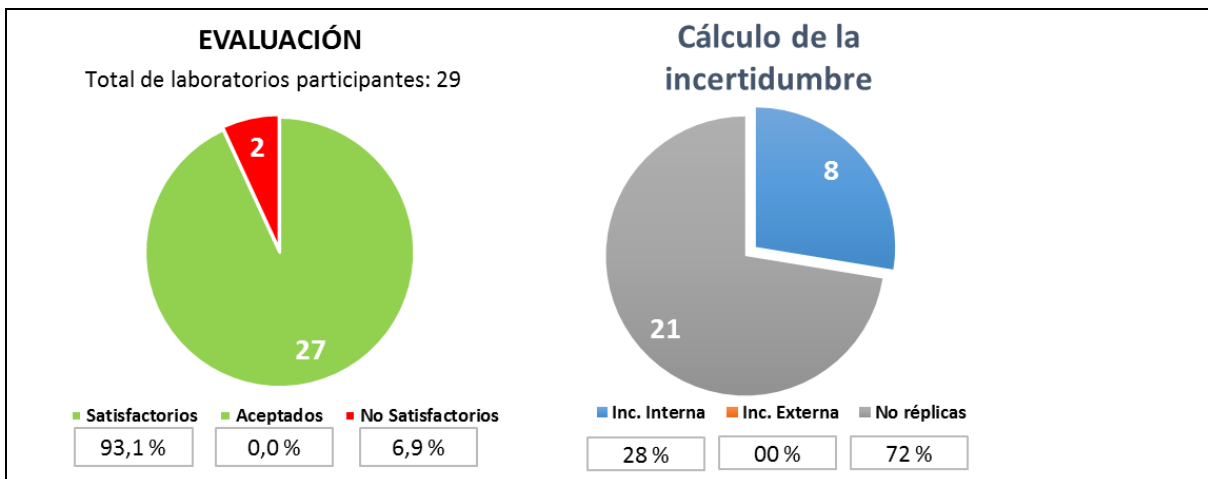


Figura 155. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del Alfa total del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

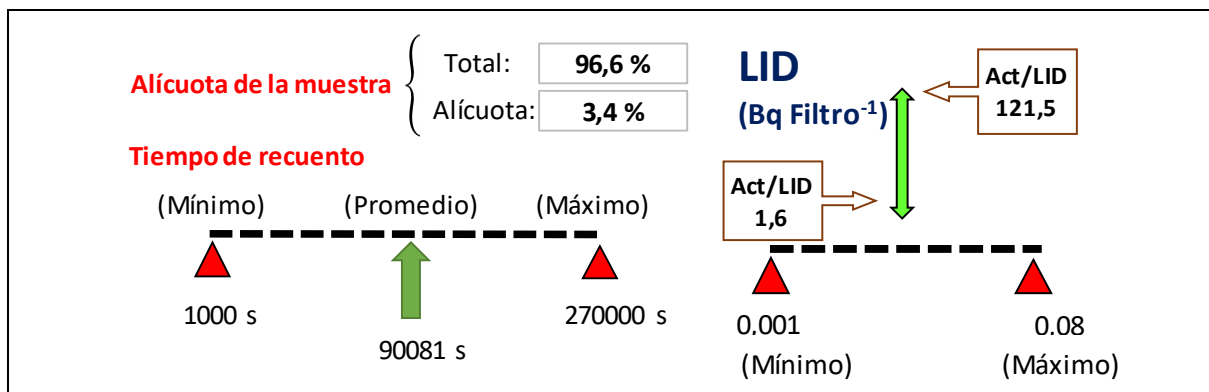


Figura 154 (cont.). Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del Alfa total del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

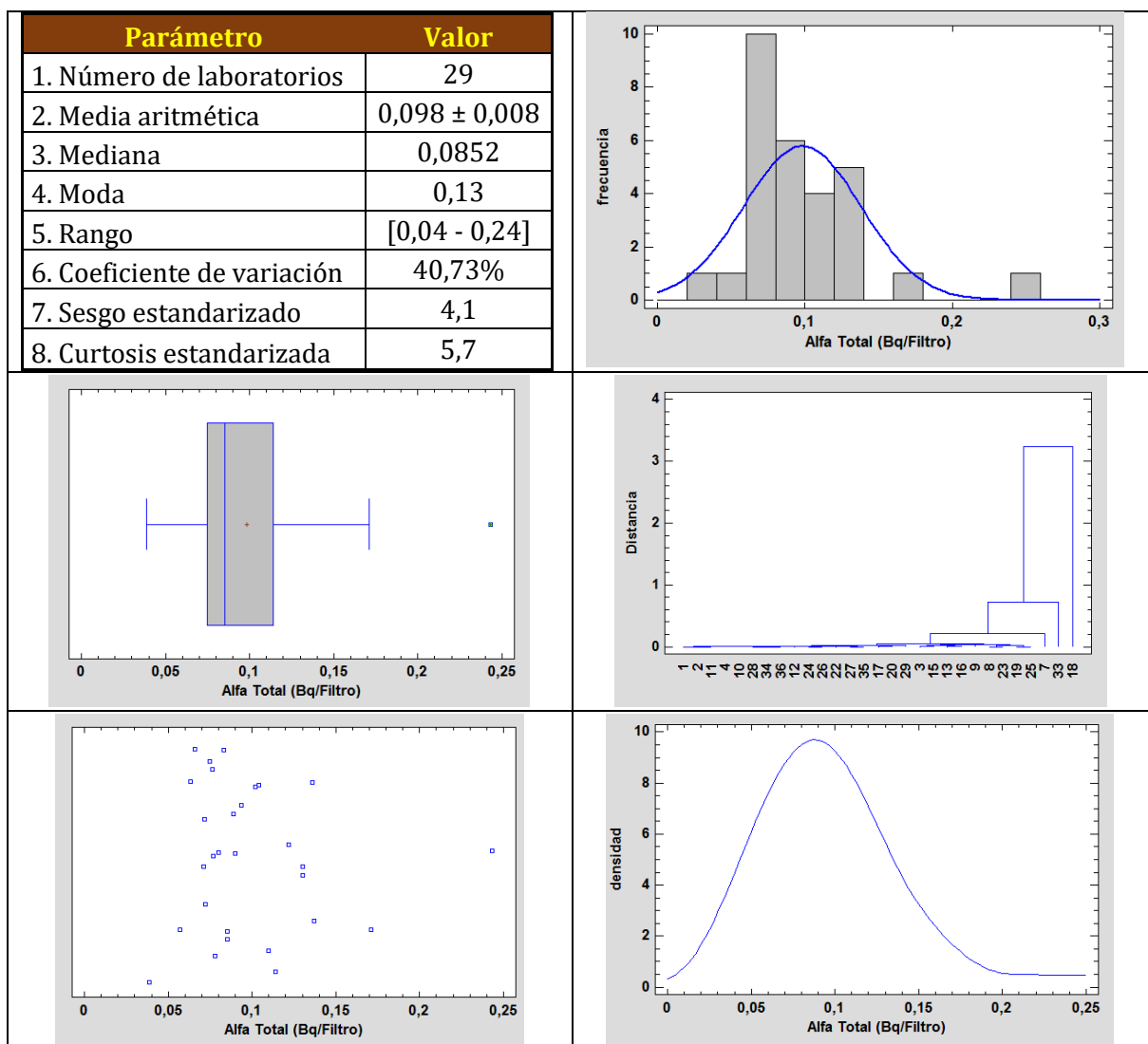


Figura 156. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del Alfa total para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

15.21. Beta total

El número de laboratorios que participó en la determinación del índice de actividad beta total en el filtro de 47 mm de diámetro fueron 30, 29 de los cuales obtuvieron una evaluación satisfactoria y 1 no satisfactoria (Figura 157). Nueve laboratorios realizaron más de una determinación, utilizando la incertidumbre interna para expresar sus resultados. El 93,3% de los laboratorios utilizaron todo el filtro y el 3,3% una alícuota del filtro. La relación Act/LID fue superior a 2,6 veces, por lo que la concentración de actividad era suficientemente superior al LID. Todos los laboratorios utilizaron el contador continuo de gas para realizar sus medidas, salvo el laboratorio 16 que utilizó del centelleo líquido.

La distribución de los resultados tuvo una asimetría y sesgos elevado. La asimetría dio lugar a una distribución platicúrtica reflejada en el valor de la curtosis. El sesgo positivo se vio también influenciado por el resultado del laboratorio 23, que estaba muy alejado del resto como muestra el dendograma (Figura 158). El gráfico de dispersión muestra la heterogeneidad de los resultados del índice de actividad beta total al igual que el gráfico de caja y bigotes.

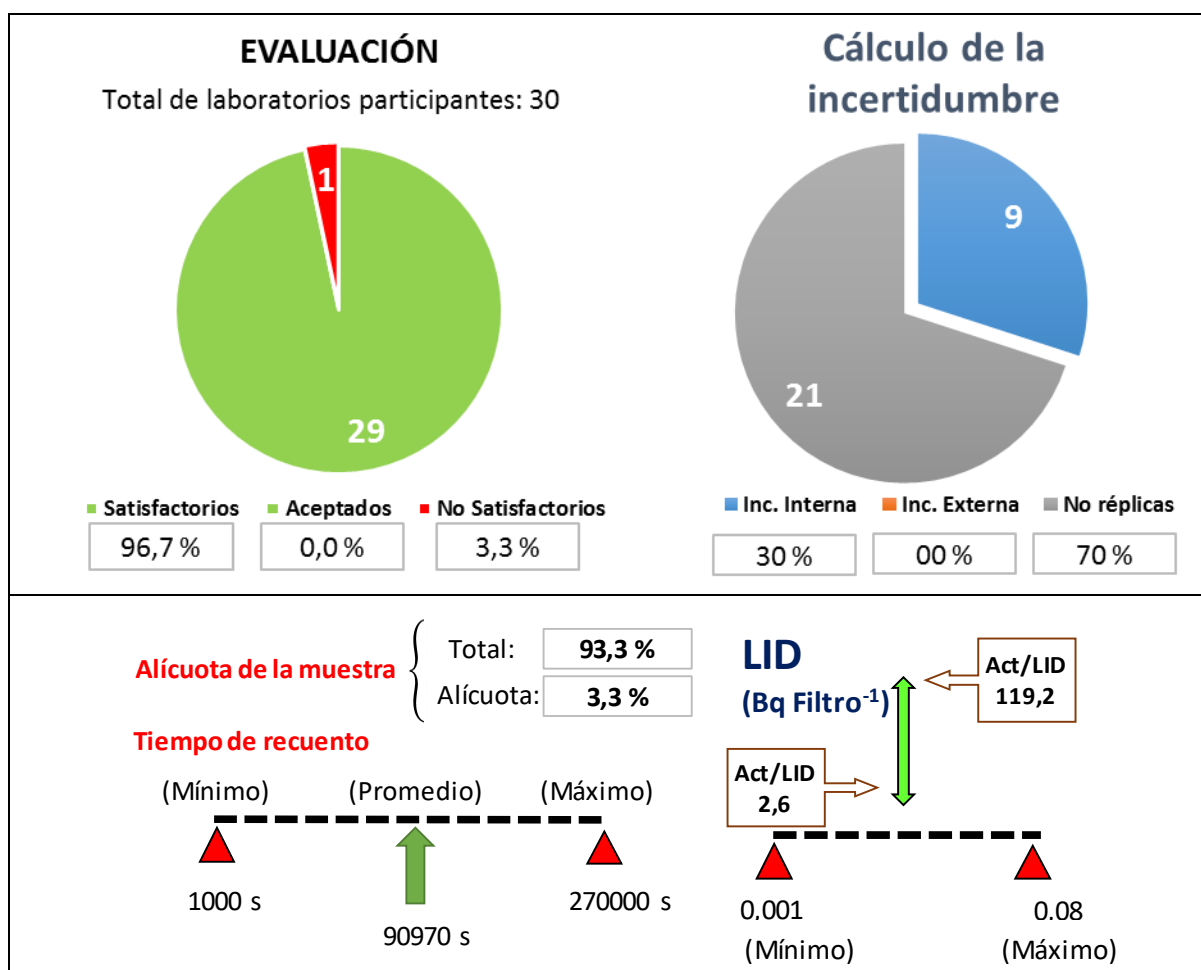


Figura 157. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del Beta total del filtro de 47 mm de diámetro de superficie para el plazo de 2 meses.

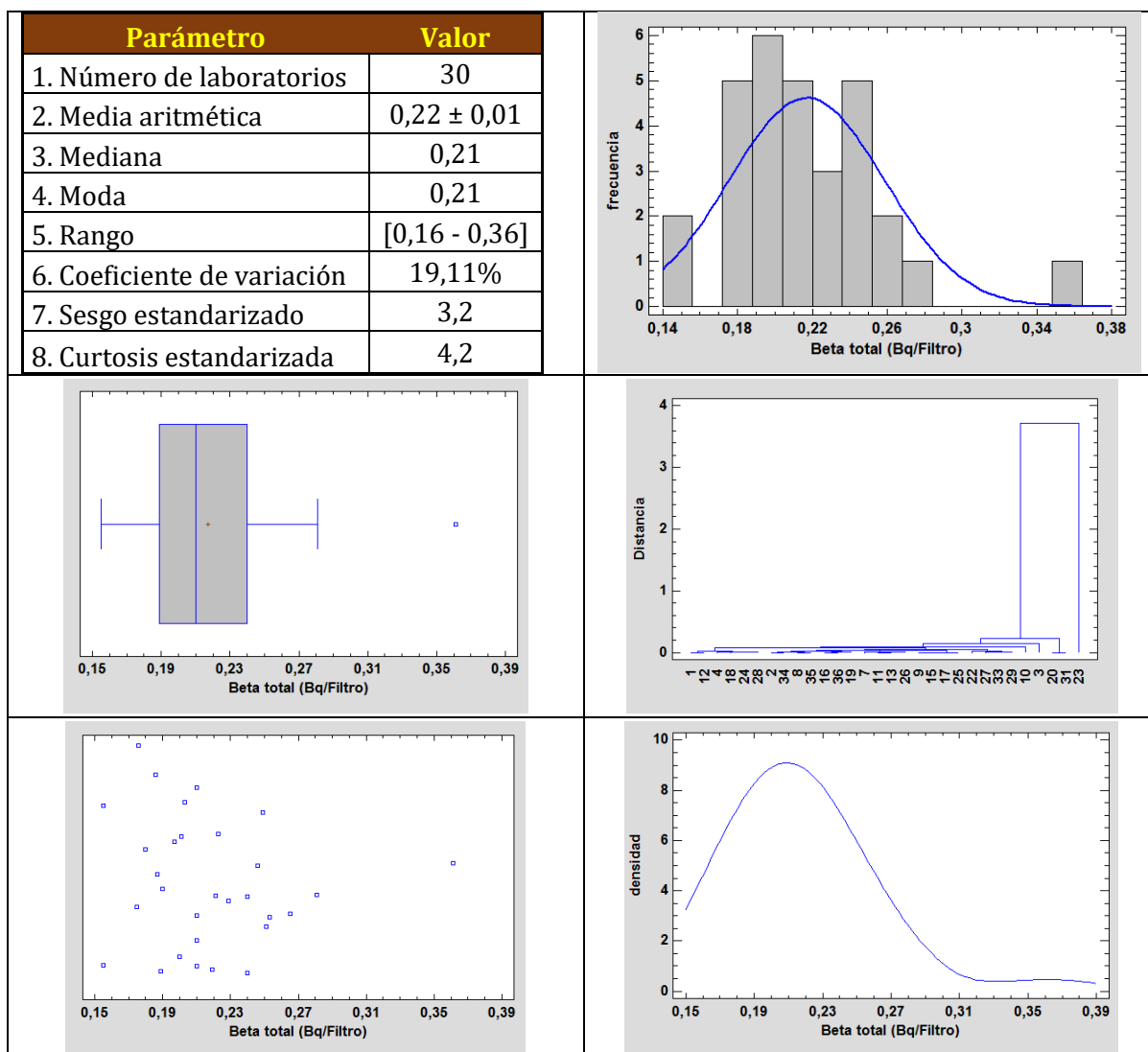


Figura 158. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del Beta total para el filtro de 47 mm de diámetro en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad. Resultados no solicitados y falsos positivos

La Tabla 9 muestra los resultados no solicitados y falsos positivos del filtro de 47 mm en el plazo de 2 meses.

Tabla 9. Resultados no solicitados y falsos positivos del filtro de 47 mm en el plazo de 2 meses.

MATRIZ: Filtro de 47 mm de diámetro					
CÓDIGO Laboratorio	Isótopo informado	RESULTADOS			
		Actividad (Bq/Filtro)	U (k=2) (Bq/Filtro)	LID (Bq/Filtro)	TIPO
4	Co-57	4,03E-02	2,42E-02	3,92E-02	Falso positivo
7	Co-57	1,10E-02	3,60E-03	2,90E-03	Falso positivo
8	Co-57	2,90E-02	1,10E-02	7,50E-03	Falso positivo
14	Co-57	2,20E-02	4,00E-03	8,00E-03	Falso positivo
15	Co-57	6,40E-02	2,82E-02	5,60E-02	Falso positivo
26	Pb-214	7,29E-01	9,10E-02	1,05E-01	No solicitado
26	Bi-214	6,07E-01	8,10E-02	1,17E-01	No solicitado
27	Bi-214	6,80E-01	2,50E-01	2,80E-01	No solicitado
27	Pb-214	7,90E-01	1,60E-01	3,60E-01	No solicitado
30	Co-57	1,60E-02	5,00E-03	9,00E-03	Falso positivo
33	Co-57			2,00E-02	No solicitado
35	Eu-152	6,00E-02	1,00E-02	3,00E-02	Falso positivo

16. RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES (FILTRO DE 44 x 44 cm² DE SUPERFICIE)

16.1. PARTICIPACIÓN

En la Figura 159 se presentan, para el filtro de 44 x 44 cm² de superficie, la participación para cada uno de los análisis solicitados, indicándose:

- Número total de laboratorios que han participado para cada uno de los análisis.
- Número de resultados Satisfactorios para cada análisis.
- Número de resultados Dudosos para cada análisis.
- Número de resultados No Satisfactorios para cada análisis.
- Número de análisis no evaluados.

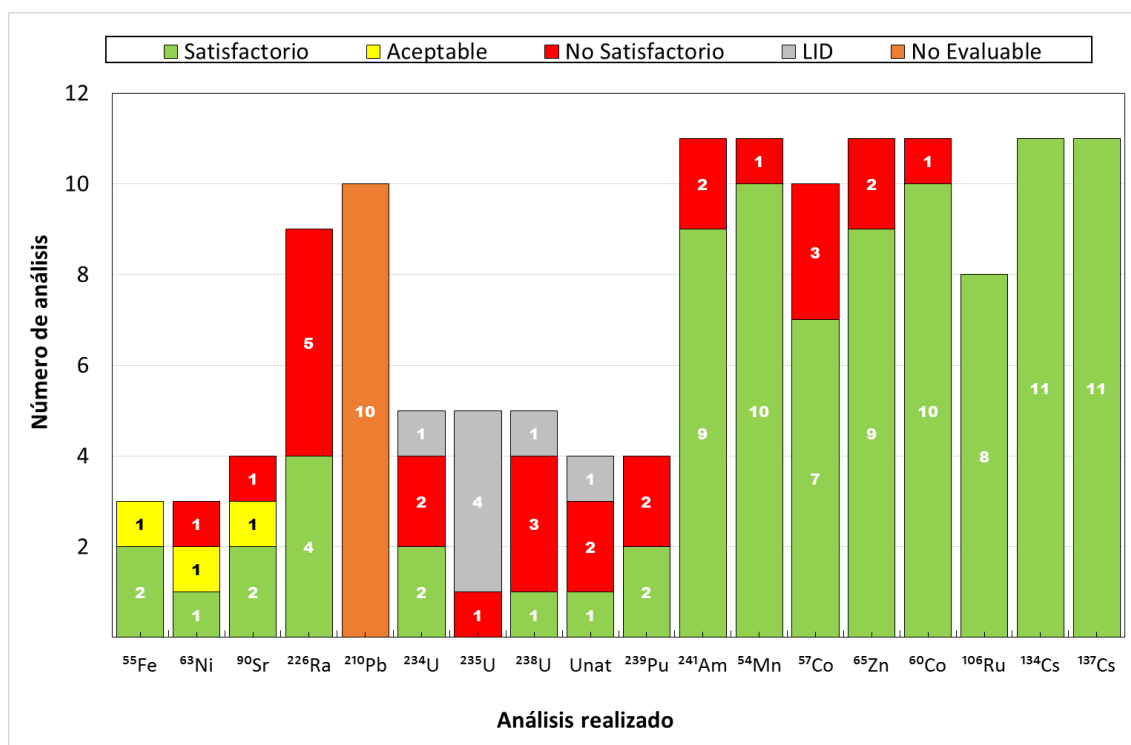


Figura 159. Número de laboratorios participantes en cada uno de los análisis del filtro de 44 x 44 cm².

16.2. ^{55}Fe

La determinación de la concentración de actividad del ^{55}Fe fue realizada por 3 laboratorios, obteniendo 2 una evaluación satisfactoria y uno dudosa (laboratorio 15) (Figura 160). El tiempo de medida varió entre 10800 s y 48000 s. Las relaciones Act/LID fueron superiores a 8,97 por lo que las concentraciones de actividad eran suficientemente superiores al LID. El laboratorio 13 empleó todo el filtro, mientras que los otros dos laboratorios utilizaron una alícuota del filtro. Los laboratorios 15 y 33 realizaron un tratamiento por lixiviación y utilizaron el método radioquímico de intercambio iónico. Los tres laboratorios utilizaron el centelleo líquido como técnica de medida.

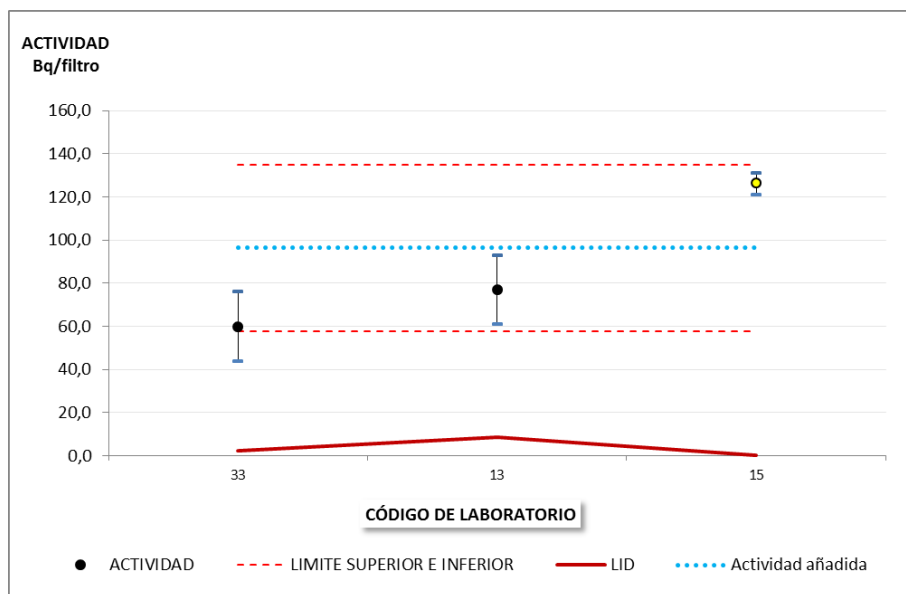


Figura 160. Resultados de menor a mayor informados por los laboratorios para la determinación de la concentración de actividad del ^{55}Fe .

16.3. ^{63}Ni

El número de laboratorios que informaron la actividad del ^{55}Fe fue de 3, obteniendo 1 una evaluación satisfactoria, otro una evaluación dudosa y otro una evaluación no satisfactoria (Figura 161). El laboratorio 13 realizó 2 determinaciones, mientras que los restantes laboratorios 1. Los tiempos de medida de las muestras mostraron como los laboratorios 15 y 33, cuyos tiempos de medida fueron 10800 s y 9600 s, obtuvieron las peores evaluaciones frente al laboratorio 13. Todos los laboratorios realizaron sus análisis mediante radioquímica, utilizando todos ellos el centelleo líquido como técnica de medida. La relación Act/LID obtenida por el laboratorio 15 de 974 evidenció que el LID informado por el laboratorio era excesivamente bajo. El tratamiento de la muestra se realizó en ambos casos mediante lixiviación y la técnica de medida fue el intercambio iónico.

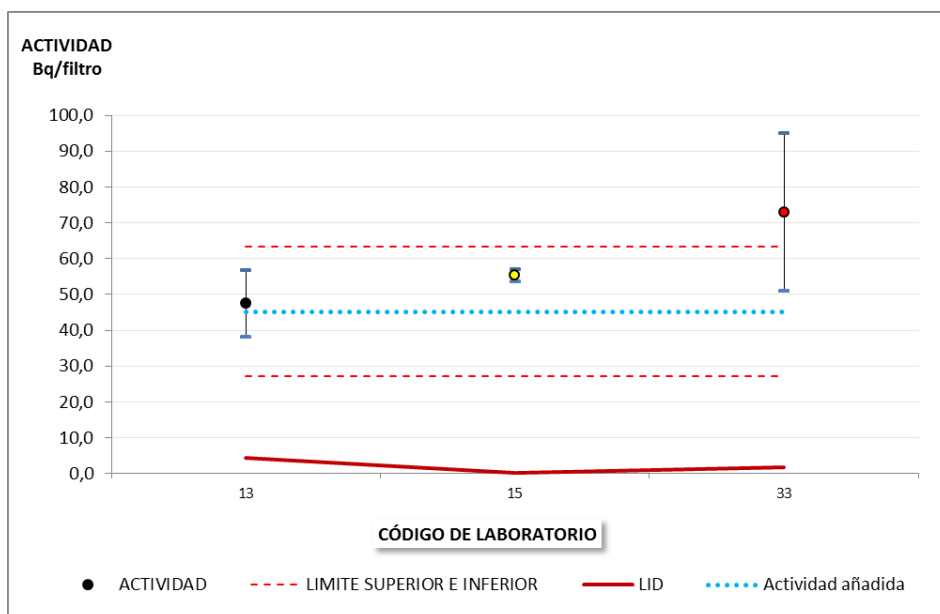


Figura 161. Resultados obtenidos por los diferentes laboratorios en la determinación de la concentración de actividad del ^{55}Fe .

16.4. ^{90}Sr

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{90}Sr fueron 4 obteniendo una evaluación satisfactoria 2 y uno dudosa (Figura 162). Los laboratorios 15 y 21 realizaron más de una determinación utilizando la incertidumbre interna para expresar sus resultados. Los cuatro laboratorios utilizaron la separación radioquímica utilizando: precipitación, intercambio iónico y extracción cromatográfica. Todos los laboratorios utilizaron el detector de contador proporcional de flujo continuo de gas para medir las muestras. El tratamiento utilizado en las muestras fue para todos laboratorios que lo indicaron la lixiviación ácida. Las relaciones Act/LID fueron superiores a 15, por lo que las concentraciones de actividad fueron suficientemente superiores al LID.

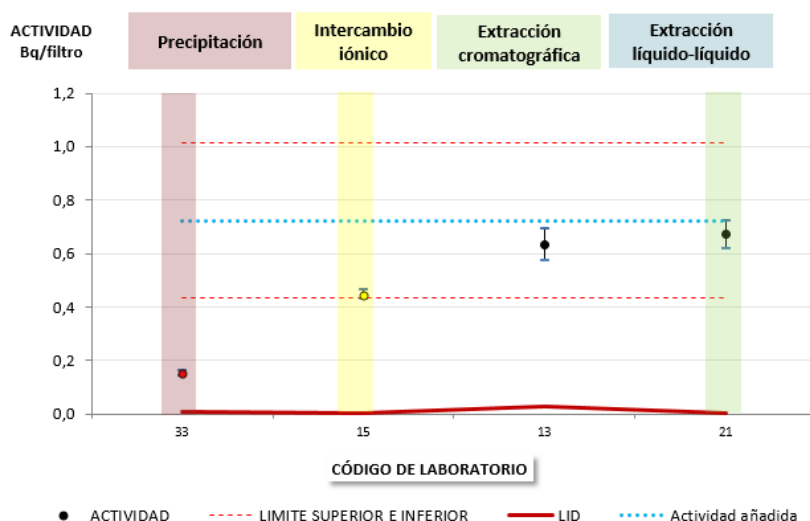


Figura 162. Resultados de menor a mayor obtenidos por los laboratorios en la determinación de la concentración de actividad del ^{90}Sr .

16.5. ^{226}Ra

El número de laboratorios que informaron resultados de la concentración de actividad del ^{226}Ra en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ fue 9, 4 de ellos obtuvieron una evaluación satisfactoria y 5 no satisfactoria (Figura 163). Tres laboratorios realizaron más de una determinación utilizando 2 de ellos la incertidumbre interna y 1 la incertidumbre externa para expresar sus resultados. El 77,8% de los laboratorios utilizó todo el filtro mientras que el 22,2% utilizó una alícuota del filtro en la determinación de la concentración de actividad del ^{226}Ra . El tiempo de recuento utilizado estuvo comprendido en el rango entre 60000 s y 365560 s. La relación Act/LID mínima fue de 2,6 veces y la máxima fue muy elevada (595,2 veces) debido a que el LID del laboratorio 15 fue muy bajo $2,31 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/Filtro}$ ya que utilizó la espectrometría alfa para determinar la concentración de actividad del ^{226}Ra . Seis laboratorios utilizaron la espectrometría gamma como técnica de medida y los que realizaron separación radioquímica utilizaron PIPS, contador proporcional y centelleo sólido de ZnS(Ag) (Figura 164).

La distribución de resultados, aunque tenía mucha dispersión, tuvo unos valores de curtosis y sesgo relativo en el rango de ± 2 , por lo que se podría considerar normal aunque el número de laboratorios fue 9, que no permite obtener una buena precisión en el estudio estadístico de los datos (Figura 165).

La Figura 166 muestra el tipo de análisis que utilizaron los diferentes laboratorios. El bajo número de laboratorios con una evaluación satisfactoria no puede ser explicado en este caso con los resultados obtenidos al no observarse ninguna sistematicidad por el bajo número de resultados.

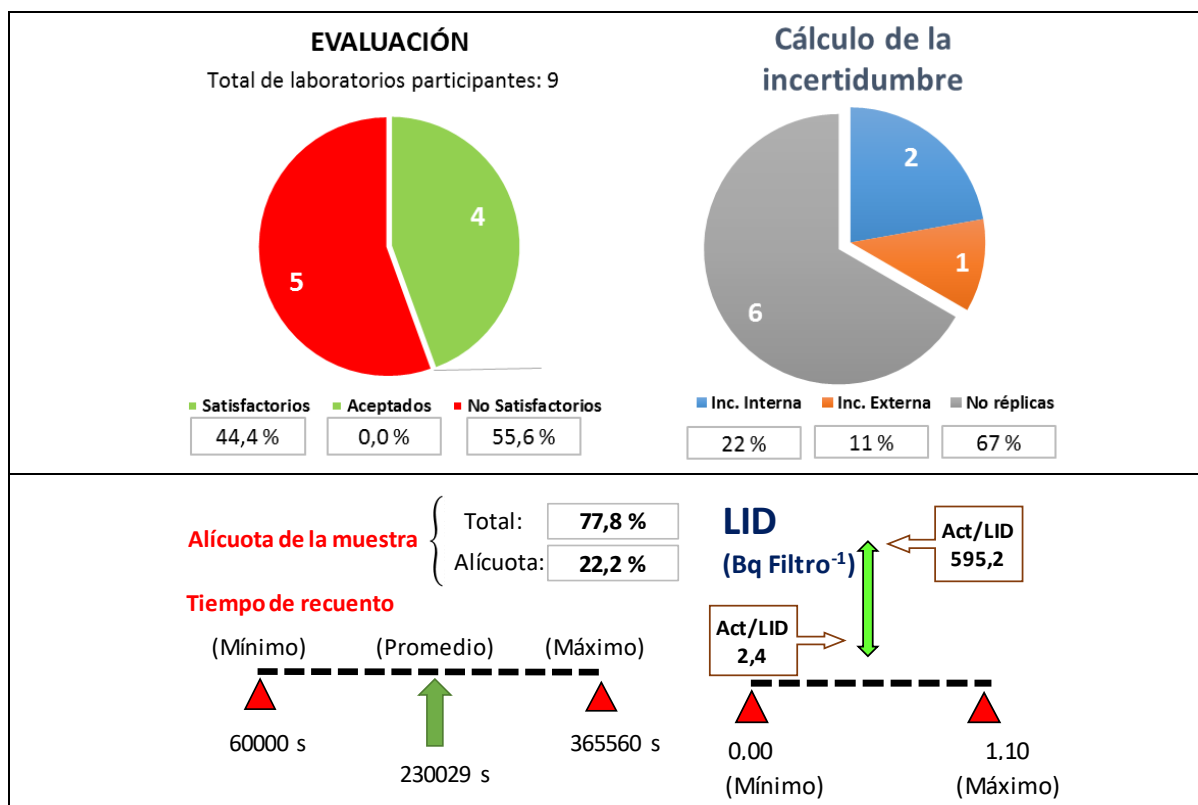


Figura 163. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{226}Ra del filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie para el plazo de 2 meses.

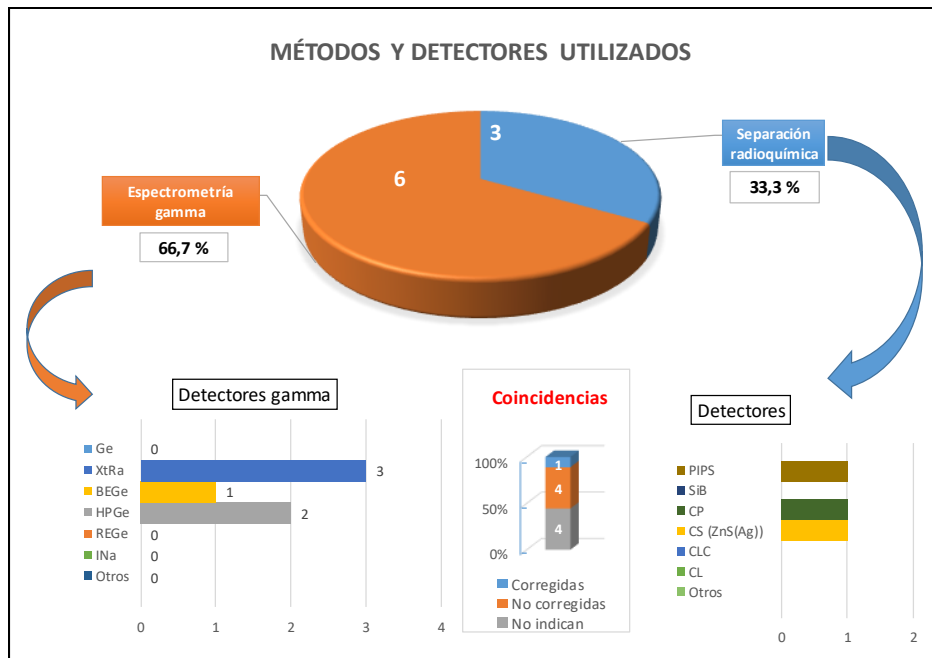


Figura 164. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{226}Ra en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 2 meses.

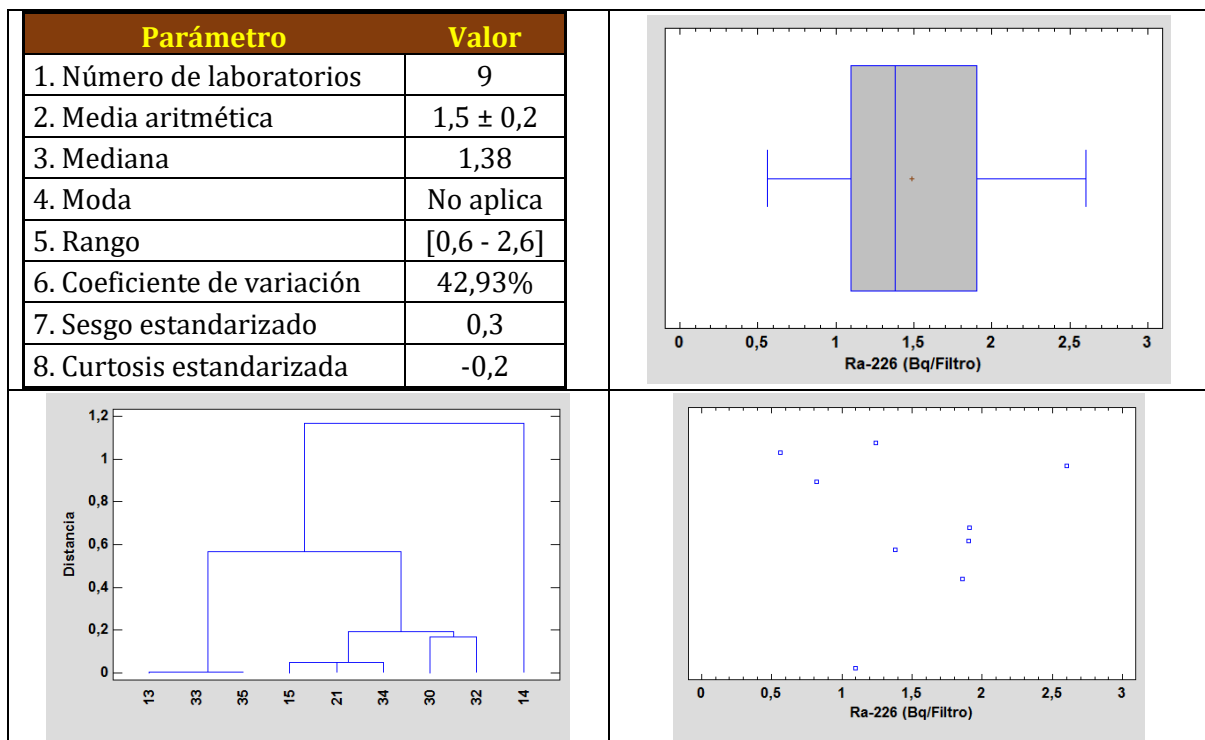


Figura 165. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{226}Ra para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

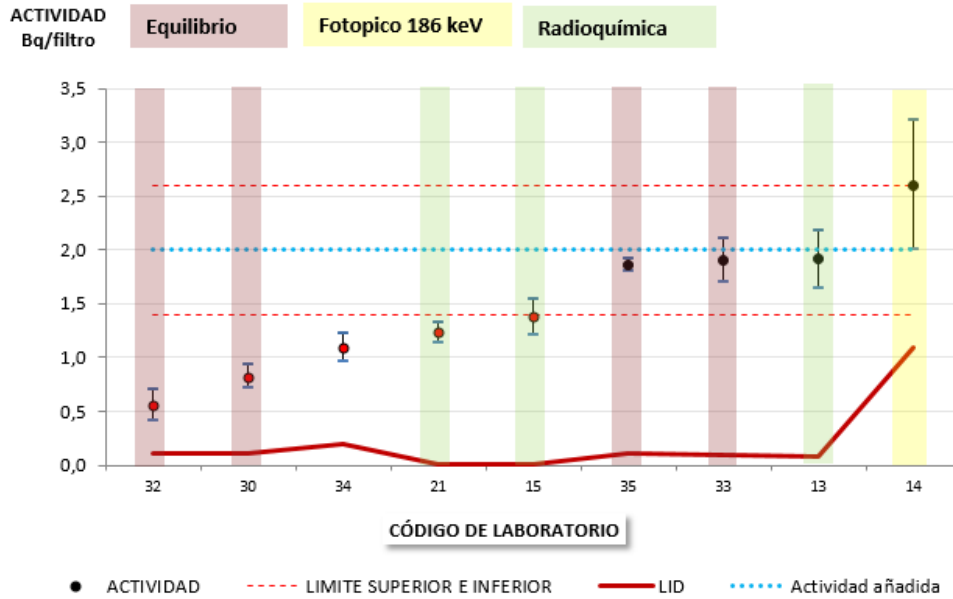


Figura 166. Resultados obtenidos por los laboratorios para el ^{226}Ra destacando los métodos utilizados para realizar su determinación.

16.6. ^{210}Pb

El ^{210}Pb no fue evaluado para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie, ya que la disolución de ^{226}Ra utilizada contenía ^{210}Pb y ser el número de laboratorios que informaron concentración de actividad de 10 ya que el laboratorio 32 informó el LID. Cinco laboratorios realizaron más de una determinación utilizando 4 de ellos la incertidumbre interna para expresar sus resultados y 1 la incertidumbre eón utilizando 4 de ellos la incertidumbre interna y 1 la incertidumbre externa para expresar sus resultados (Figura 167). El 90,9% de los laboratorios utilizó todo el filtro para realizar el análisis de la concentración de actividad del ^{210}Pb mientras que 9,1% utilizó una alícuota del mismo. La relación Act/LID fue superior a 5,7 por lo que la concentración de actividad estaba suficientemente separada del LID.

Ocho laboratorios utilizaron la espectrometría gamma como técnica de medida, 2 el contador proporcional y 1 indicó que lo hizo de otra forma (Figura 168). La distribución de los resultados tenía una elevada dispersión como muestran las gráficas de caja y vigores, dispersión y dendograma (Figura 169). La gráfica de densidad muestra como la distribución es bimodal debido a la dispersión observada.

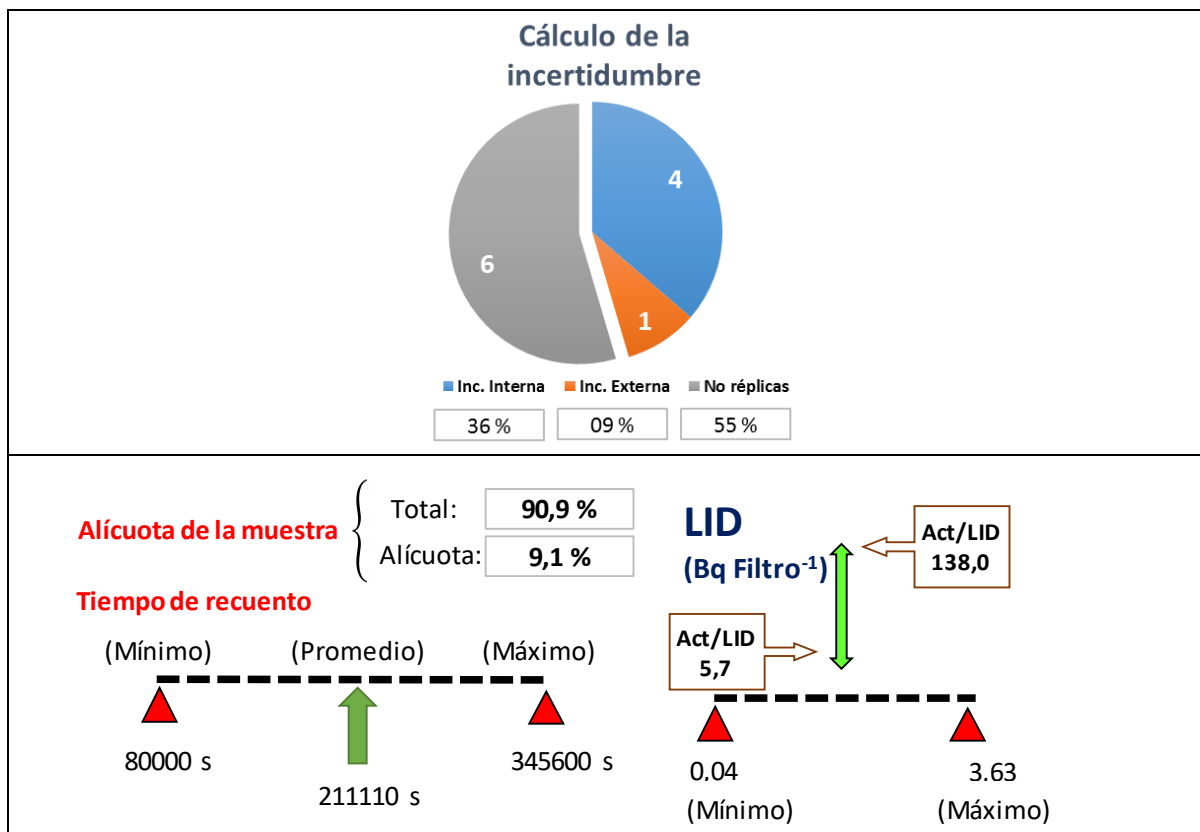


Figura 167. Incertidumbre y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ²¹⁰Pb del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 2 meses.

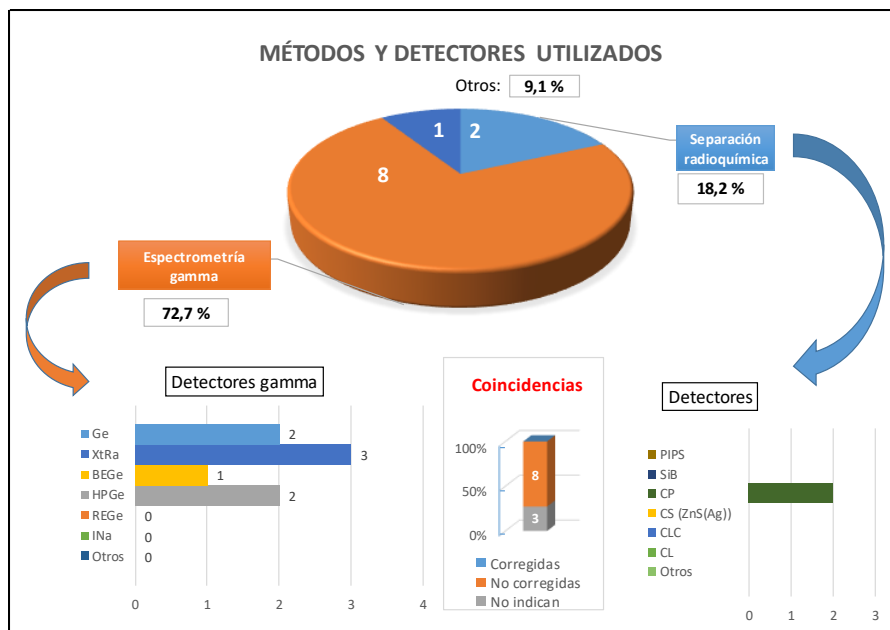


Figura 168. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ²¹⁰Pb en el filtro de 44 x 44 cm² de superficie en el plazo de 2 meses.

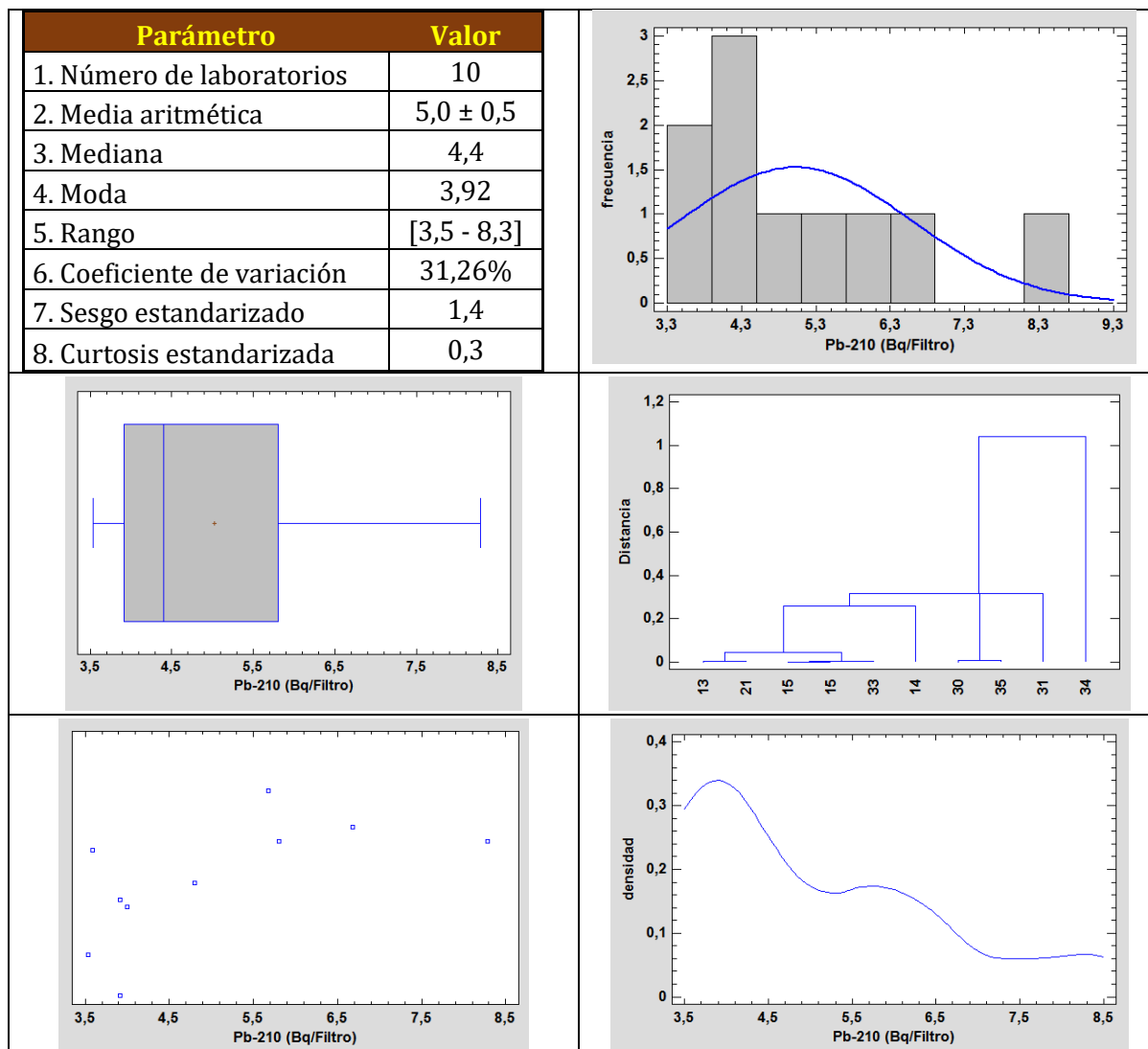


Figura 169. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{210}Pb para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

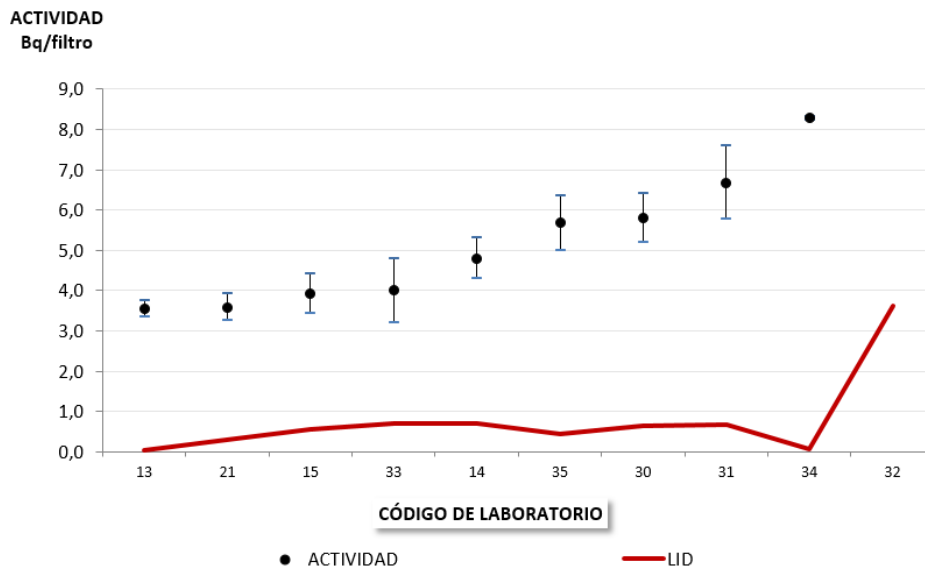


Figura 170. Resultados obtenidos por los diferentes laboratorios para el ^{210}Pb en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie.

16.7. ^{234}U

Cuatro laboratorios realizaron la determinación de la concentración de actividad del ^{234}U , obteniendo 2 de ellos una evaluación satisfactoria y los otros dos una evaluación no satisfactoria. La Figura 171 muestra los resultados obtenidos por los 4 laboratorios participantes indicando el tipo de tratamiento y método radioquímico utilizado (en caso haber sido informado). El bajo número de laboratorios no permite sacar conclusiones sobre la influencia de estos factores.

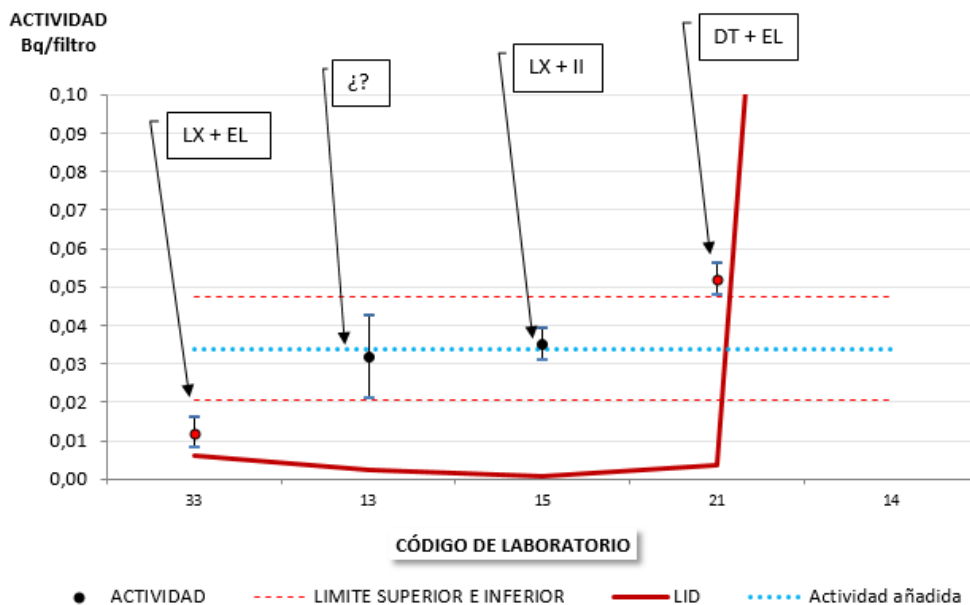


Figura 171. Resultados de los laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{234}U en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie.

16.8. ^{235}U

Únicamente el laboratorio 15 informó de la concentración de actividad del ^{235}U , obteniendo una evaluación no satisfactoria. Los restantes laboratorios (13, 21 y 33) informaron el LID. Los métodos radioquímicos y tratamientos de las muestras fueron los mismo que en el caso del ^{234}U .

16.9. ^{238}U

La Figura 172 muestra los resultados de los laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{238}U . Las observaciones sobre la evaluación son las mismas que las descritas en la sección 16.7 para el ^{234}U .

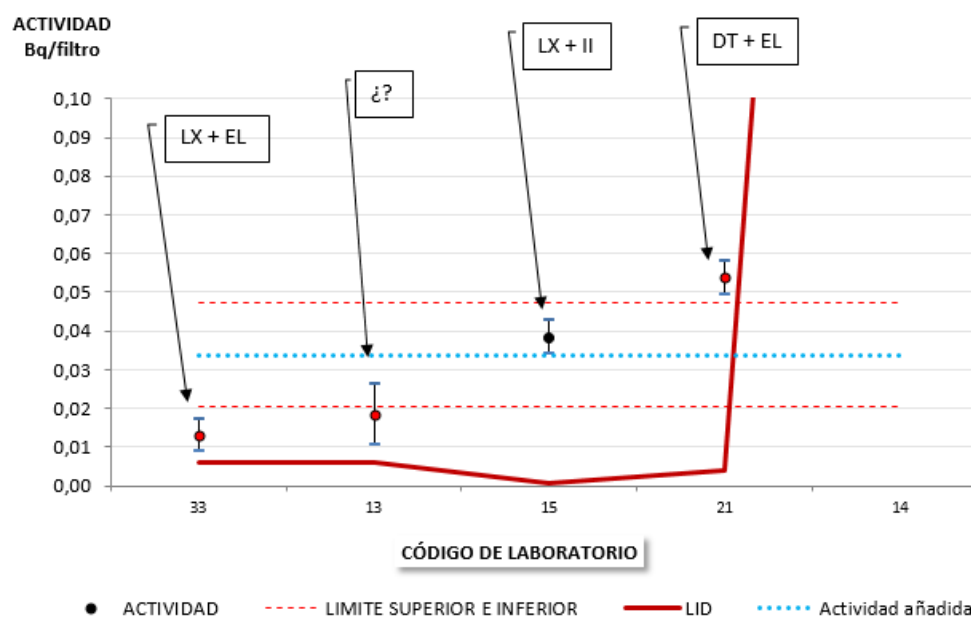


Figura 172. Resultados de los laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{238}U en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie.

16.10. Uranio natural

La Figura 173 muestra los resultados obtenidos por los 3 laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de uranio natural. La falta de información aportada por los laboratorios no permitió sacar ninguna conclusión sobre los 2 laboratorios que obtuvieron una evaluación no satisfactoria.

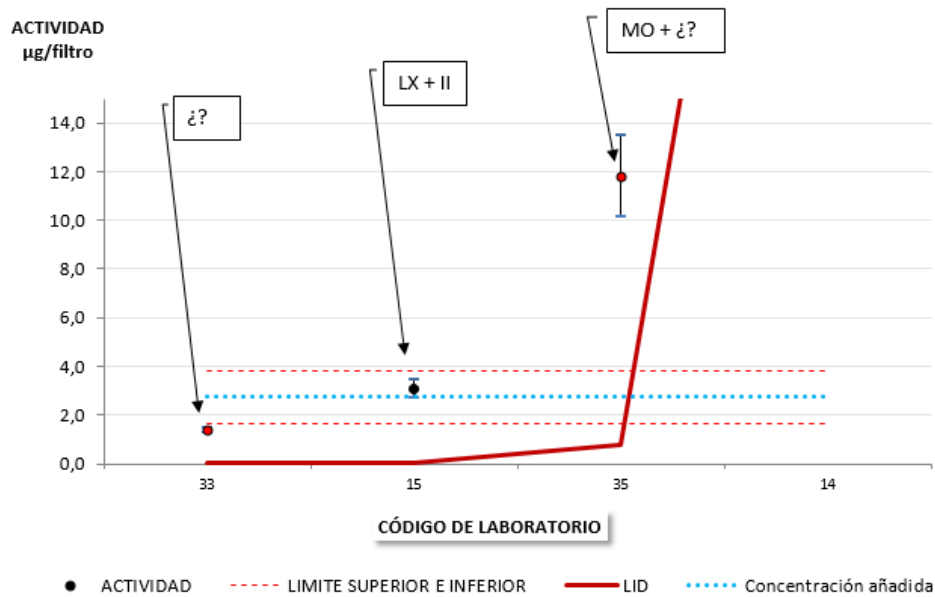


Figura 173. Resultados obtenidos por los 4 laboratorios participantes en la determinación de la concentración de uranio natural en el filtro de 44 x 44 cm² de superficie.

16.11. ²³⁹Pu

Cuatro laboratorios participaron en la determinación de la concentración de actividad del ²³⁹Pu en el filtro de 44 x 444 cm² de superficie (Figura 174). La relación Act/LID mínima fue de 8,44 por lo que los valores de concentración de actividad eran suficientemente superiores respecto del LID. Todos los laboratorios utilizaron detectores PIPS para realizar sus medidas. La Figura 174 muestra el tratamiento y método radioquímico utilizado sin que pueda sacarse ninguna conclusión sobre su influencia en los valores no satisfactorios.

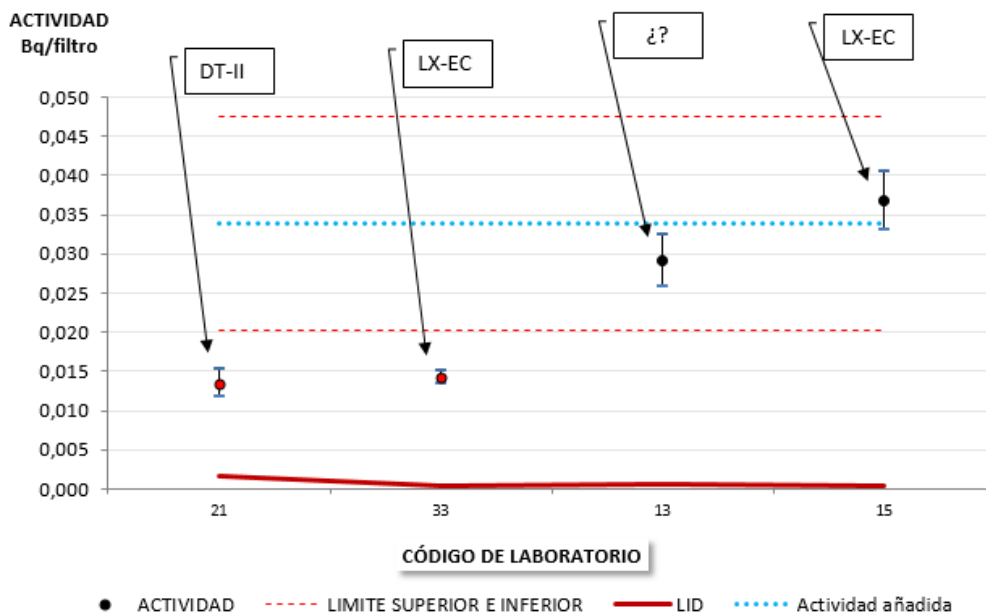


Figura 174. Resultados de los 4 laboratorios participantes en la determinación de la concentración de actividad del ²³⁹Pu en el filtro de 44 x 44 cm en el plazo de 2 meses.

16.12. ²⁴¹Am

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ²⁴¹Am fue 13, de ellos 11 obtuvieron una evaluación satisfactoria y 2 no satisfactoria (Figura 175). Seis laboratorios realizaron más de una determinación, utilizando la incertidumbre interna para expresar sus resultados. El tiempo de medida de las muestras fue el habitual para la espectrometría gamma y alfa, que fueron las técnicas de medida de las muestras que explica la máxima relación Act/LID de 278,1 veces.

Ocho laboratorios utilizaron la espectrometría gamma, utilizando los detectores que se muestran en la Figura 176. Los 3 laboratorios que determinaron la concentración de actividad del ²⁴¹Am mediante radioquímica utilizando detectores PIPS.

La distribución de los resultados tuvo un sesgo positivo debido a los resultados de los laboratorios 31 y 34, en especial el 31, cuyo valor de concentración de actividad estaba por encima de 1,5 veces el valor del rango intercuartílico (Figura 176). El sesgo que se observa en el gráfico de densidad provocó que la forma de la distribución fuera platicúrtico. La Figura 178 muestra los resultados de los laboratorios destacando el tratamiento de la muestra y el método radioquímico utilizado. La tendencia de los resultados muestra como los resultados determinados mediante espectrometría gamma eran superiores al resto desde el laboratorio 14, lo que pone de manifiesto que se podría haber subestimado la eficiencia de la medida que podría deberse a la baja energía del ²⁴¹Am. Este comportamiento fue semejante al del ²¹⁰Pb para prácticamente la totalidad de los laboratorios (14, 30, 31, 32, 34 y 35).

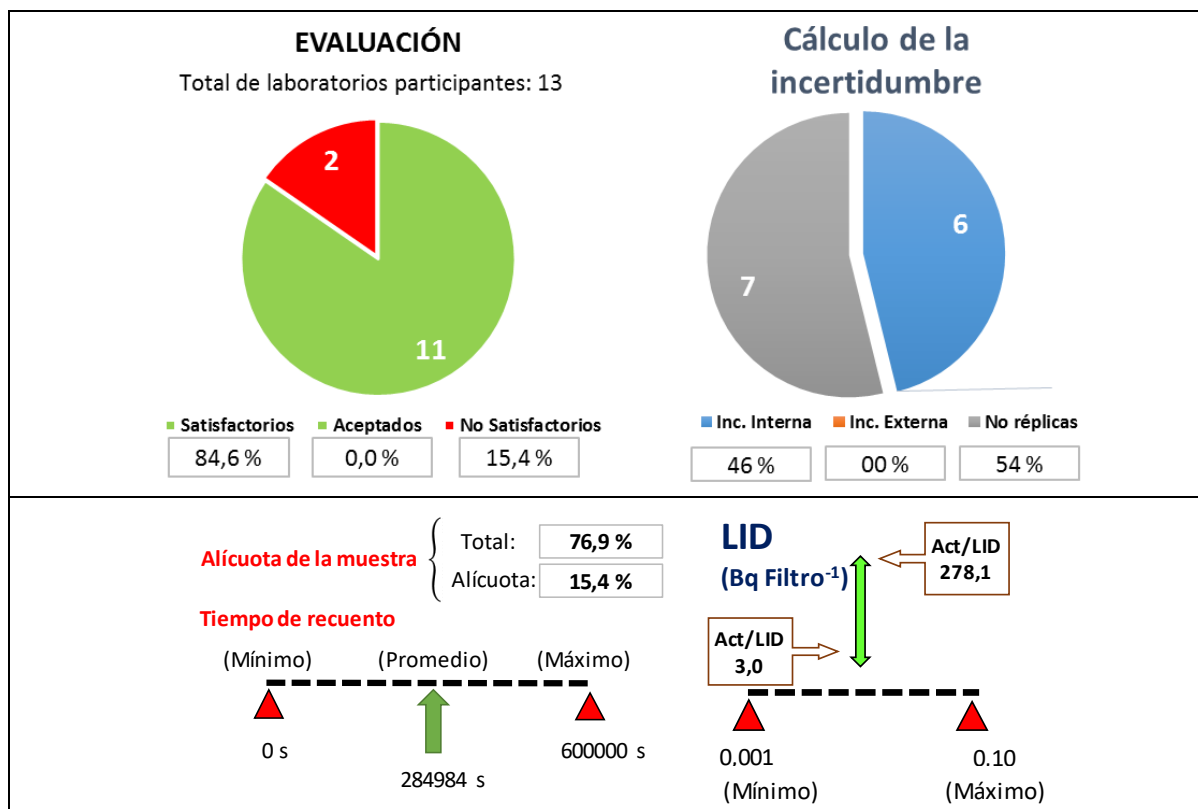


Figura 175. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ²⁴¹Am del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 2 meses.

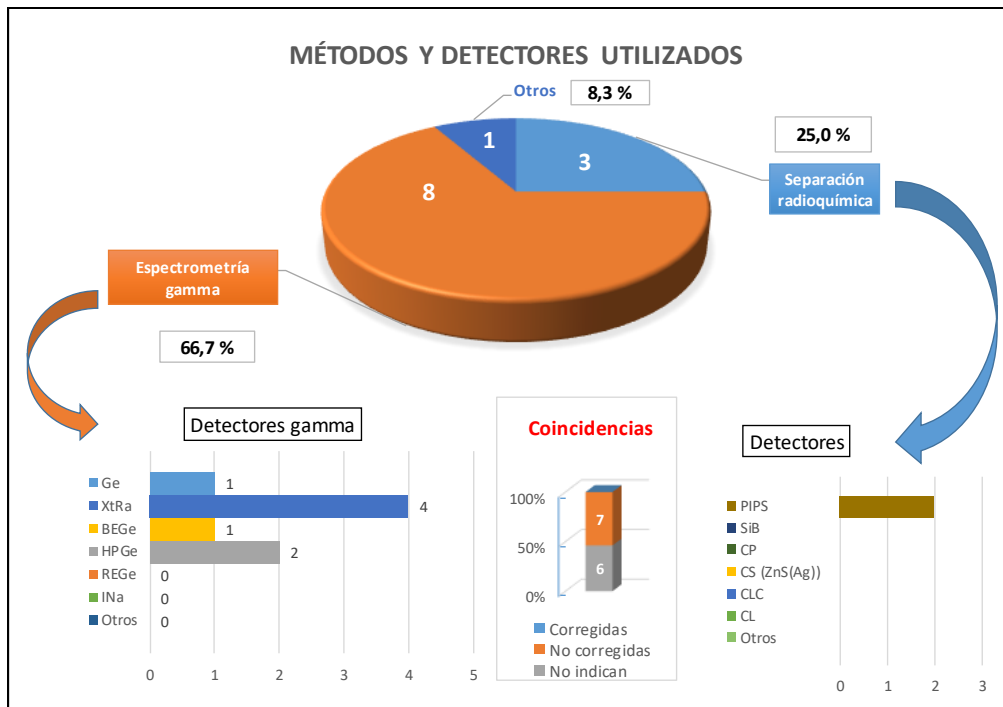


Figura 176. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{241}Am en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 2 meses.

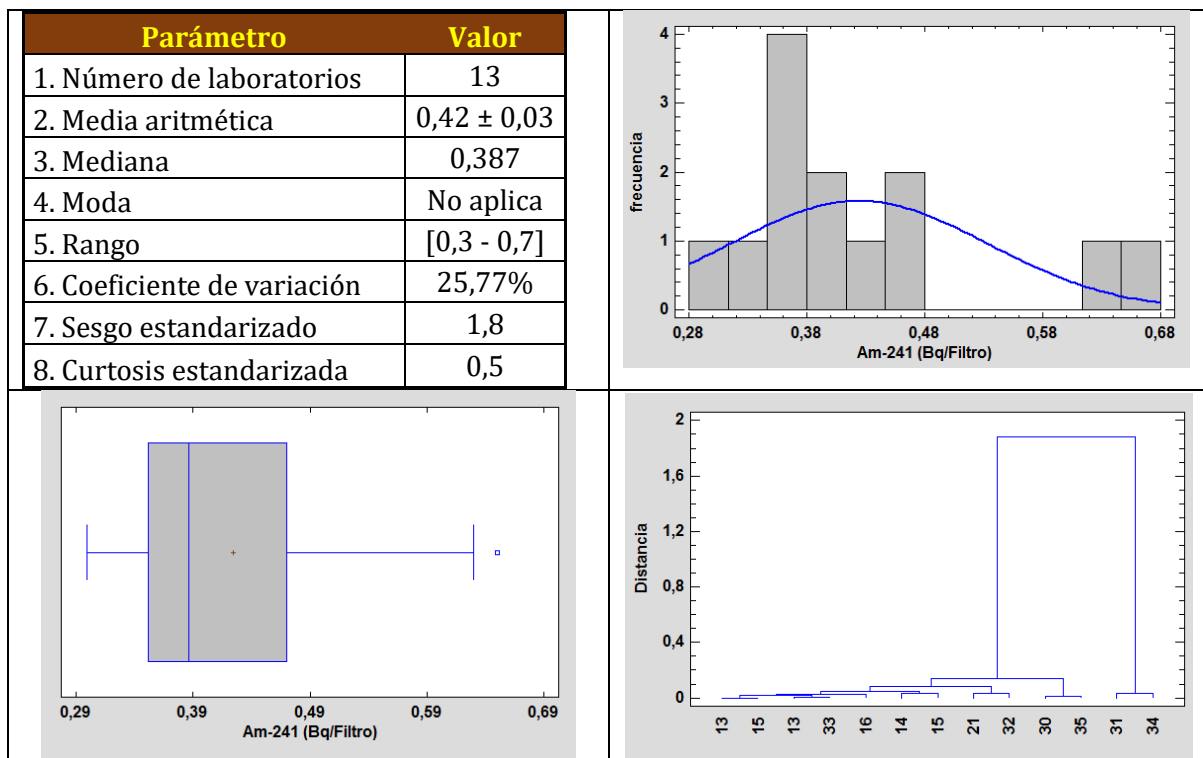


Figura 177. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{241}Am para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

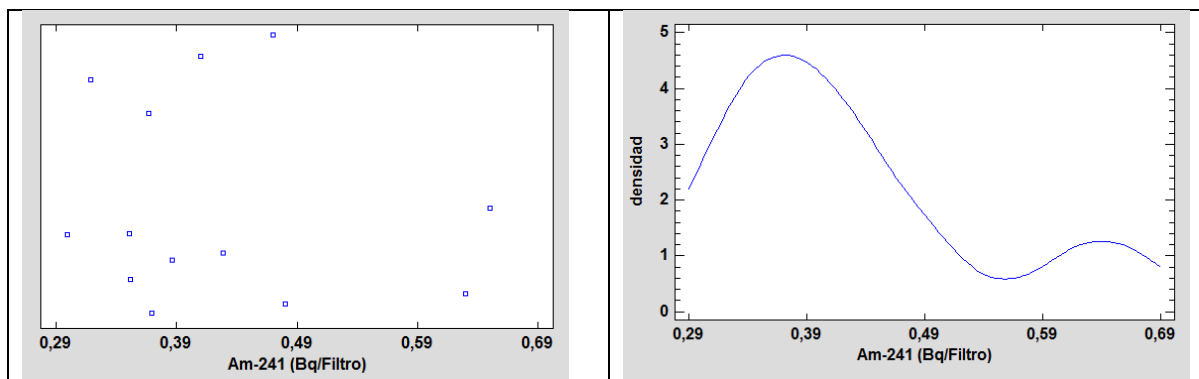


Figura 176 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{241}Am para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

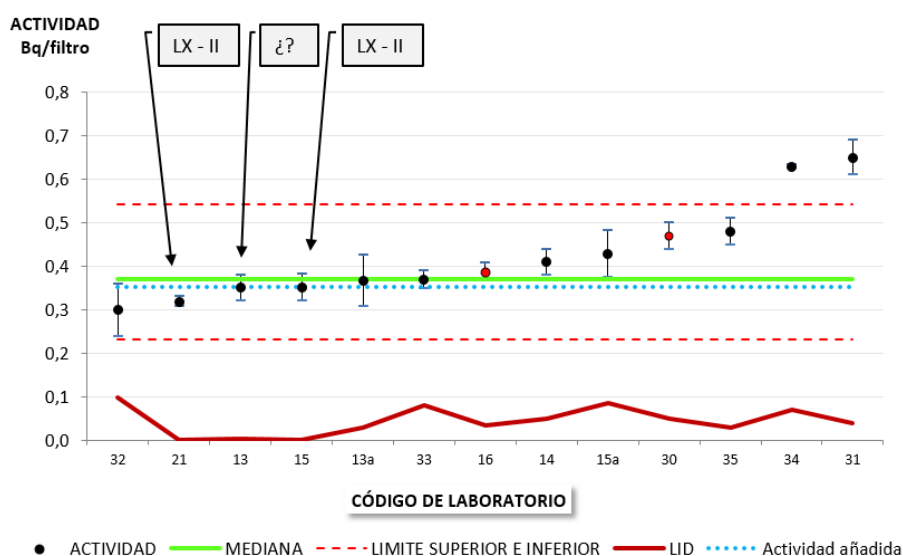


Figura 178. Resultados de los diferentes laboratorios para la concentración de actividad del ^{241}Am en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie destacando los laboratorios que realizaron separación radioquímica.

16.13. ^{54}Mn

El número de laboratorios que participó en la determinación de la concentración del ^{54}Mn fue de 11, obteniendo 10 una evaluación satisfactoria y 1 no satisfactoria (Figura 179). Cuatro laboratorios realizaron más de una determinación utilizando 3 la incertidumbre interna para expresar sus resultados. El 90,9% de los laboratorios utilizó la totalidad del filtro para la determinación de la concentración de actividad. El tiempo de media varió entre 80000 s y 350000 s siendo este último más elevado de lo habitual en la medida de las muestras por espectrometría gamma. Los elevados tiempos de medida redundaron en que las relaciones Act/LID fueran superior a 12,4 veces. La medida de la muestra se realizó por espectrometría gamma como muestra la Figura 180. La corrección por suma de coincidencias fue realizada por 2 laboratorios en la calibración (laboratorios 15 y 33), si bien en el caso del ^{54}Mn no es necesaria. La distribución de los valores se puede considerar mesocúrtica aunque se observe una elevada

dispersión como muestra el gráfico de densidad y de dispersión (Figura 181). El gráfico de caja y bigotes también muestra esta dispersión.

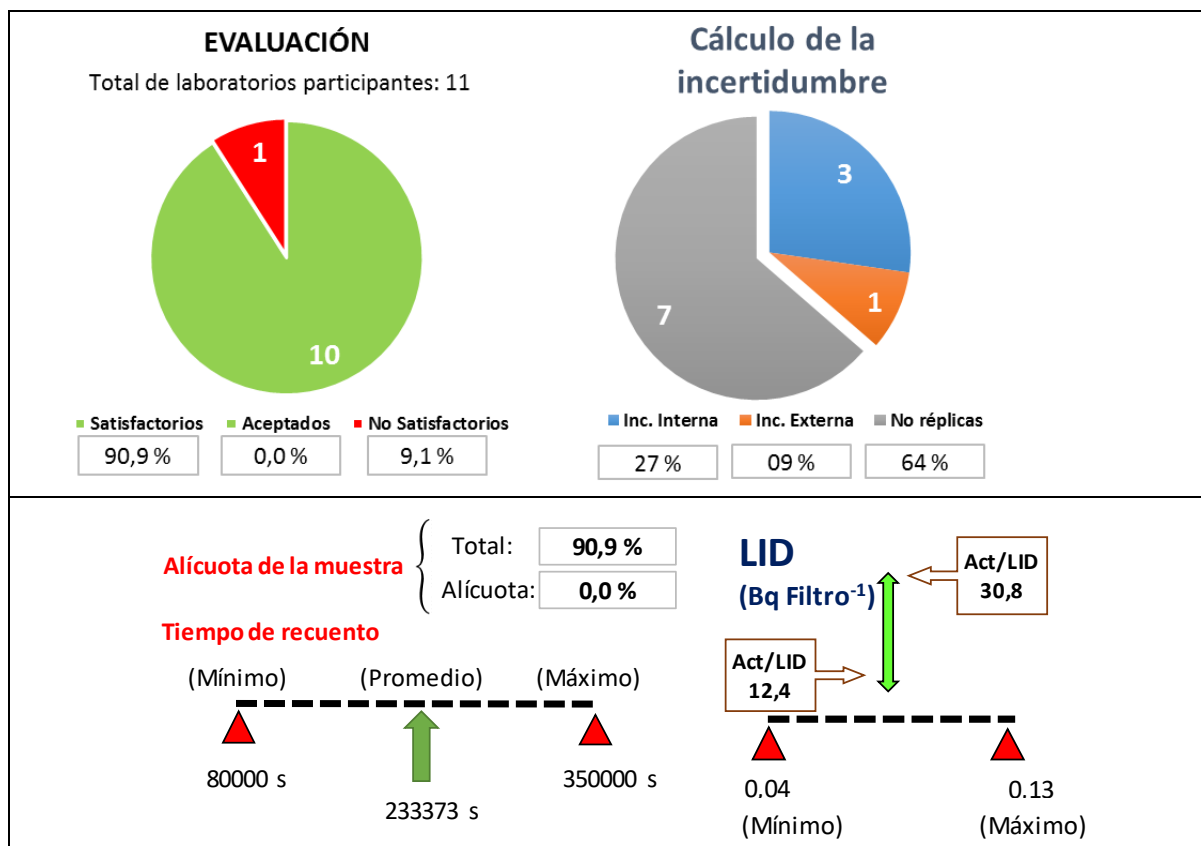


Figura 179. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ⁵⁴Mn del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 2 meses.

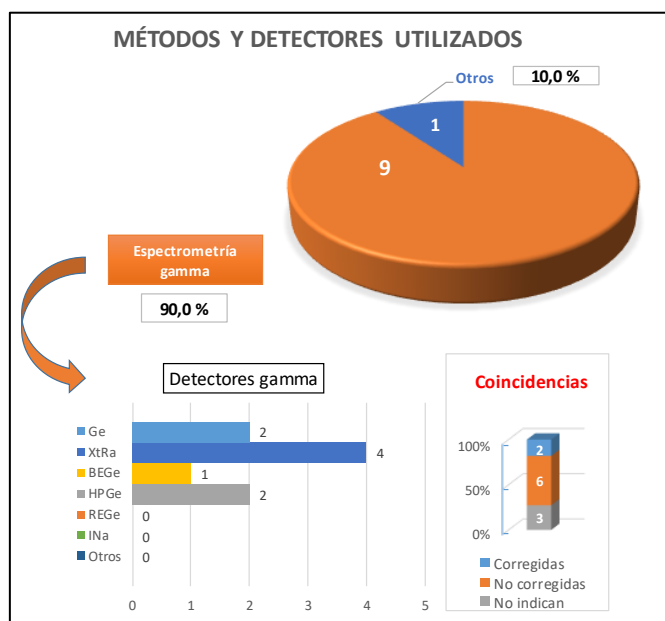


Figura 180. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ⁵⁴Mn en el filtro de 44 x 44 cm² de superficie en el plazo de 2 meses.

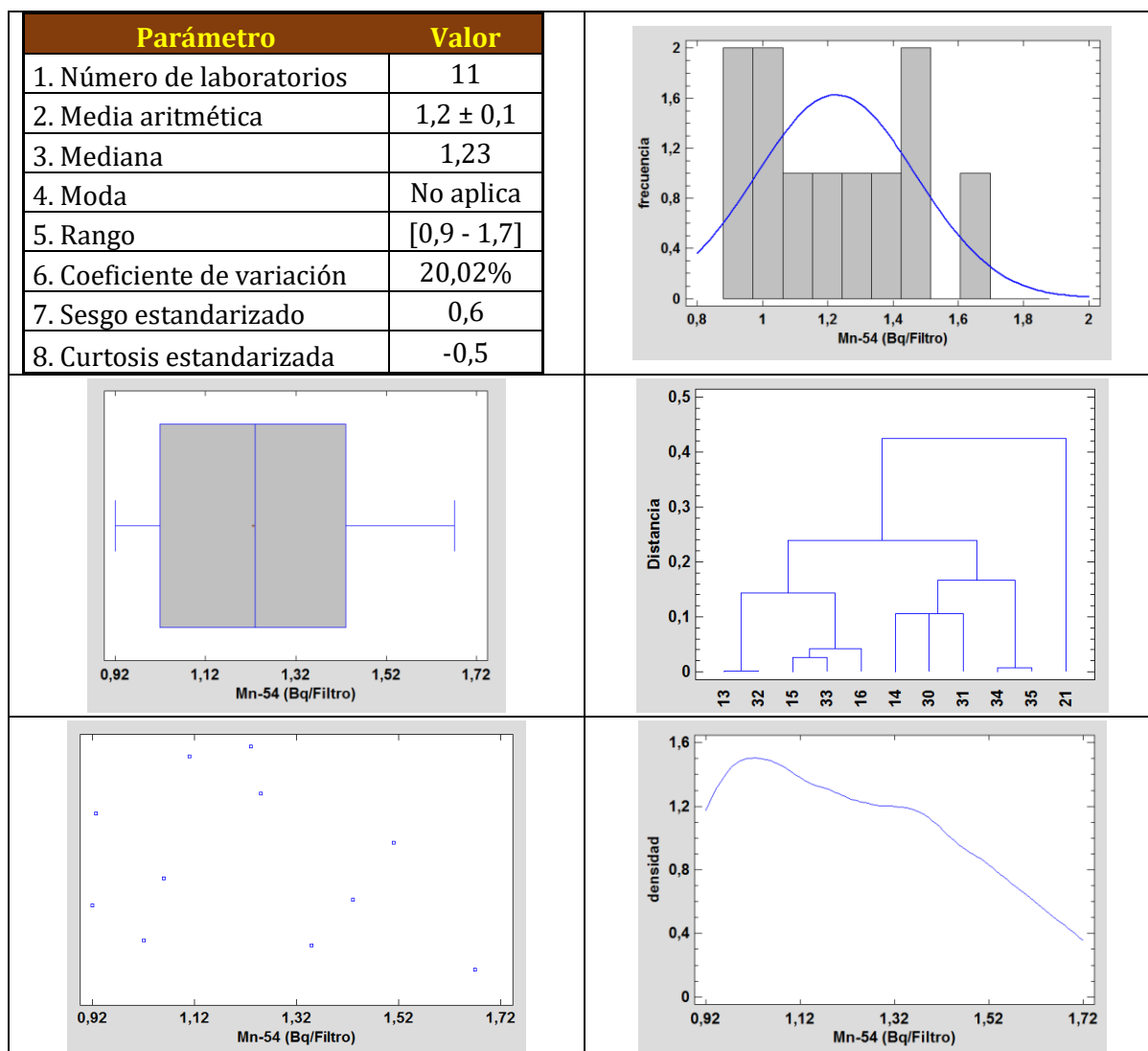


Figura 181. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{54}Mn para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

16.14. ^{57}Co

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración del ^{57}Co fueron 10, obteniendo 7 una evaluación satisfactoria y 3 no satisfactoria (Figura 181). Tres de los laboratorios realizaron más de una determinación, utilizado 2 la incertidumbre interna y 1 la externa para evaluar sus resultados (Figura 182). Todos los laboratorios utilizaron todo el filtro para realizar sus determinaciones. El tiempo de medida varió entre 80000 s y 345600 s que es un tiempo elevado considerando que las medias se realizaron por espectrometría gamma. La relación mínima Act/LID fue de 4,4 por lo que la concentración de actividad era suficientemente mayor que el LID.

Todos los laboratorios utilizaron la espectrometría gamma para realizar sus medidas (aunque los laboratorios 15 y 16 no lo indicaron). La suma de coincidencias fue corregida por 2 laboratorios.

Esta corrección es necesaria ya que la energía utilizada habitualmente $\gamma_{2,1}$ de 122,06 keV - 85,49% puede sufrir un summing-out con la $\gamma_{1,0}$ (14,41 keV - 9,18%) dando lugar a la $\gamma_{3,0}$ de 136,47 keV - 10,71% (véase Figura 184).

Los resultados obtenidos por los laboratorios tuvieron una elevada heterogeneidad, como ponen de manifiesto el dendograma, gráfico de caja y bigote y gráfico de dispersión (Figura 185). La Figura 186 muestra en amarillo los dos laboratorios que utilizaron la corrección por coincidencias. Las concentraciones de actividad de ambos laboratorios estuvieron muy próximas a la actividad añadida. Este efecto junto con el claro sesgo positivo de los resultados (gráfico de caja y bigotes en los cuartiles 3 y 4) indican que el no haber realizado la corrección por coincidencias puede ser la causa. La razón sería que al producirse un summing-out la eficiencia para el fotopico de 122 keV sería menor que la real y por tanto la actividad sería mayor. Las coincidencias se producirían de la misma manera en la calibración como en la medida, sin embargo, la tasa de emisión gamma sería muy superior en un patrón que en una muestra, lo que causaría ese incremento observado.

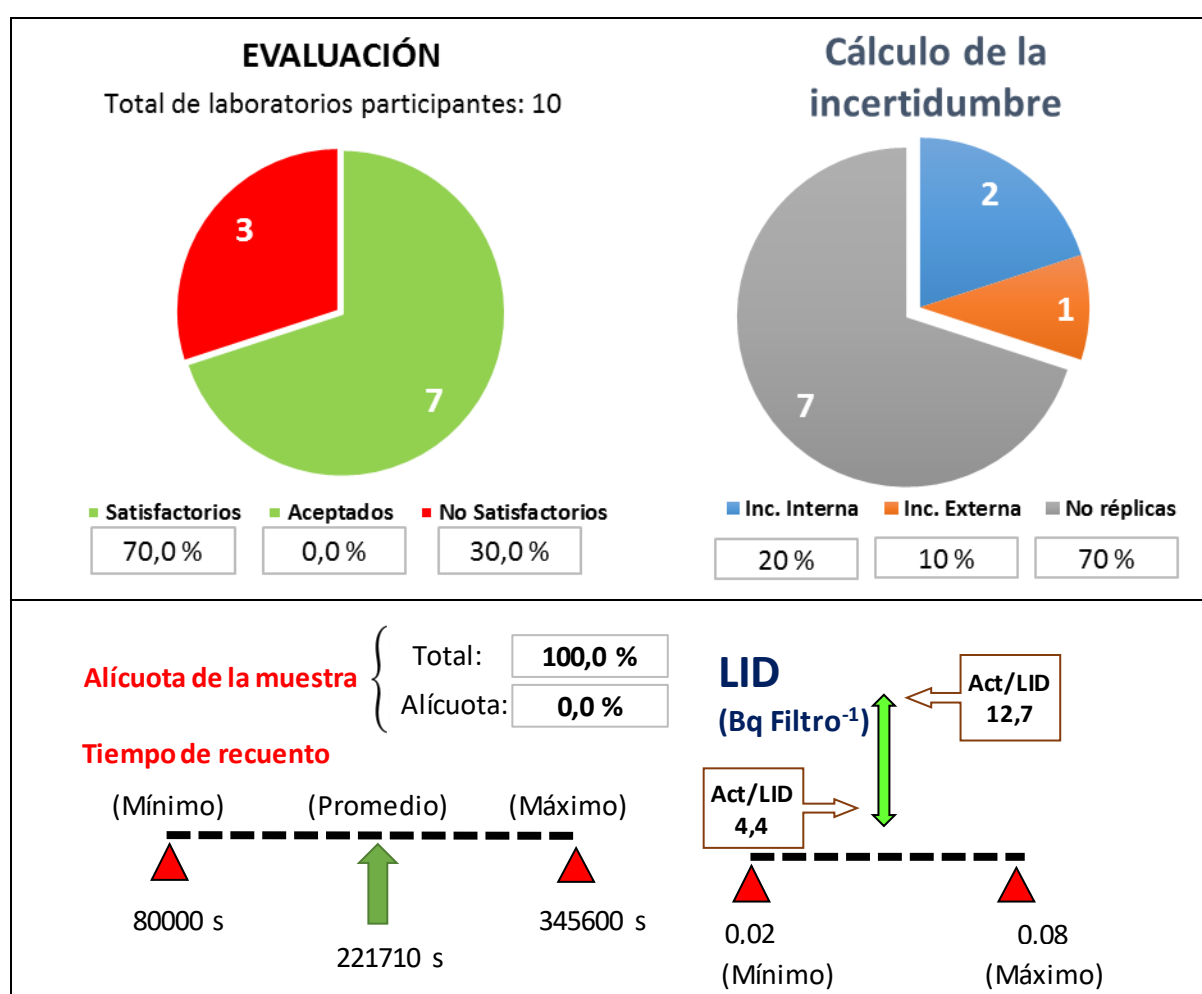


Figura 182. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{57}Co del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 2 meses.

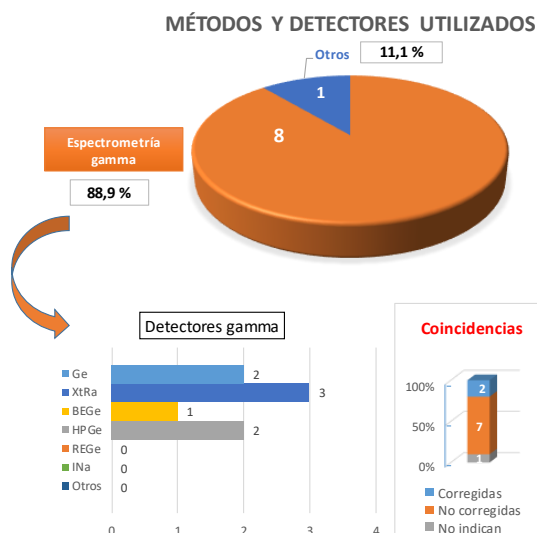


Figura 183. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{57}Co en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 2 meses.

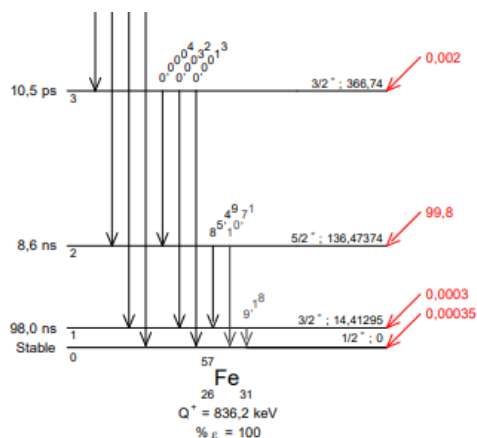


Figura 184. Niveles gamma del ^{57}Co (http://www.lnhb.fr/nuclides/Co-57_tables.pdf).

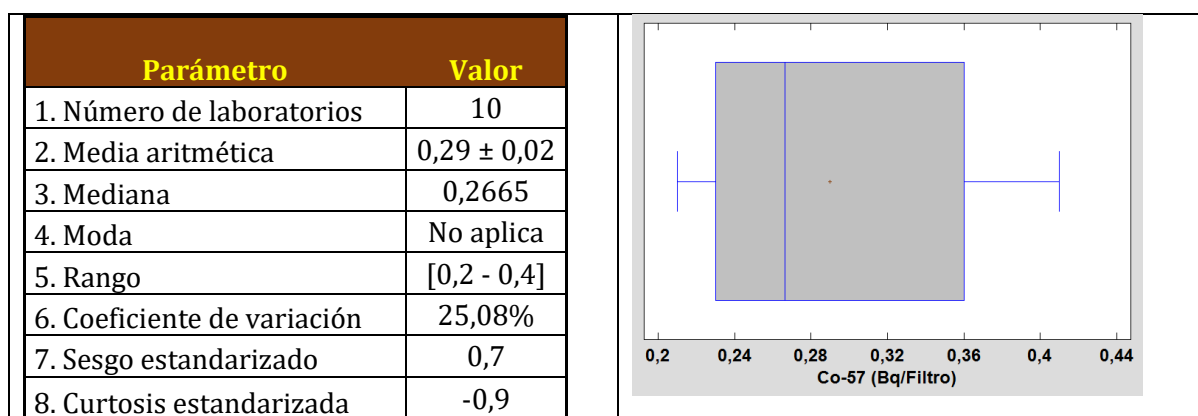


Figura 185. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{57}Co para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

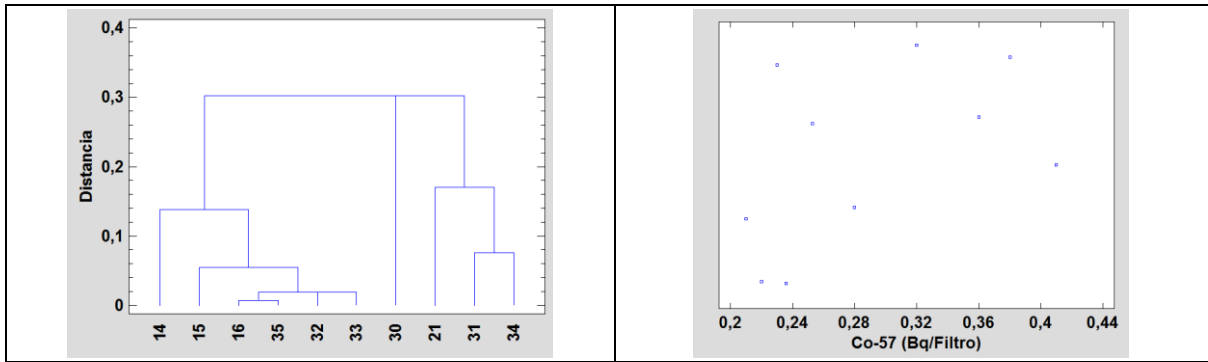


Figura 184 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{57}Co para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

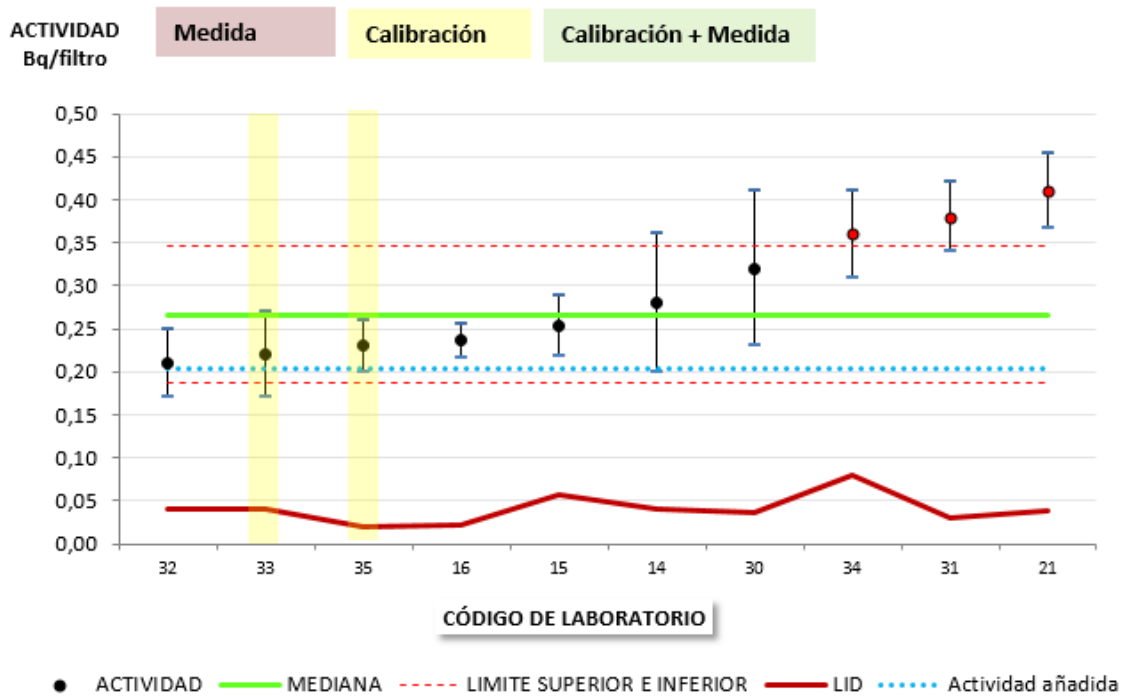


Figura 186. Resultados de los diferentes laboratorio para la concentración de actividad del ^{57}Co en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ en el plazo de 2 meses destacando los laboratorios que realizaron la corrección por suma de coincidencias.

16.15. ^{65}Zn

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{65}Zn fue 11, 9 de los cuales obtuvieron una evaluación satisfactoria y 2 no satisfactoria. Cuatro de estos laboratorios realizaron más de una determinación utilizando 3 la incertidumbre interna y 1 la externa para expresar sus resultados (Figura 186). El 90,9% de los laboratorios utilizó todo el filtro para determinar la concentración de actividad del ^{65}Zn . El ratio Act/LID varió entre 12,2 y 37,4 por lo que la concentración de actividad fue adecuadamente superior al LID. Los laboratorios utilizaron la espectrometría gamma como técnica de medida (el indicado como otros también utilizó la espectrometría gamma). Los laboratorios 15 y 33 realizaron la corrección por suma de coincidencias en la calibración, aunque en este caso no sea necesario (véase 0). El sesgo positivo observado en la distribución se debió principalmente al resultado del laboratorio 21 (Figura 189) junto con los laboratorios que informaron una concentración de actividad por encima de 2,4 Bq/Filtro que provocaron que la forma de la distribución fuera platicúrtica.

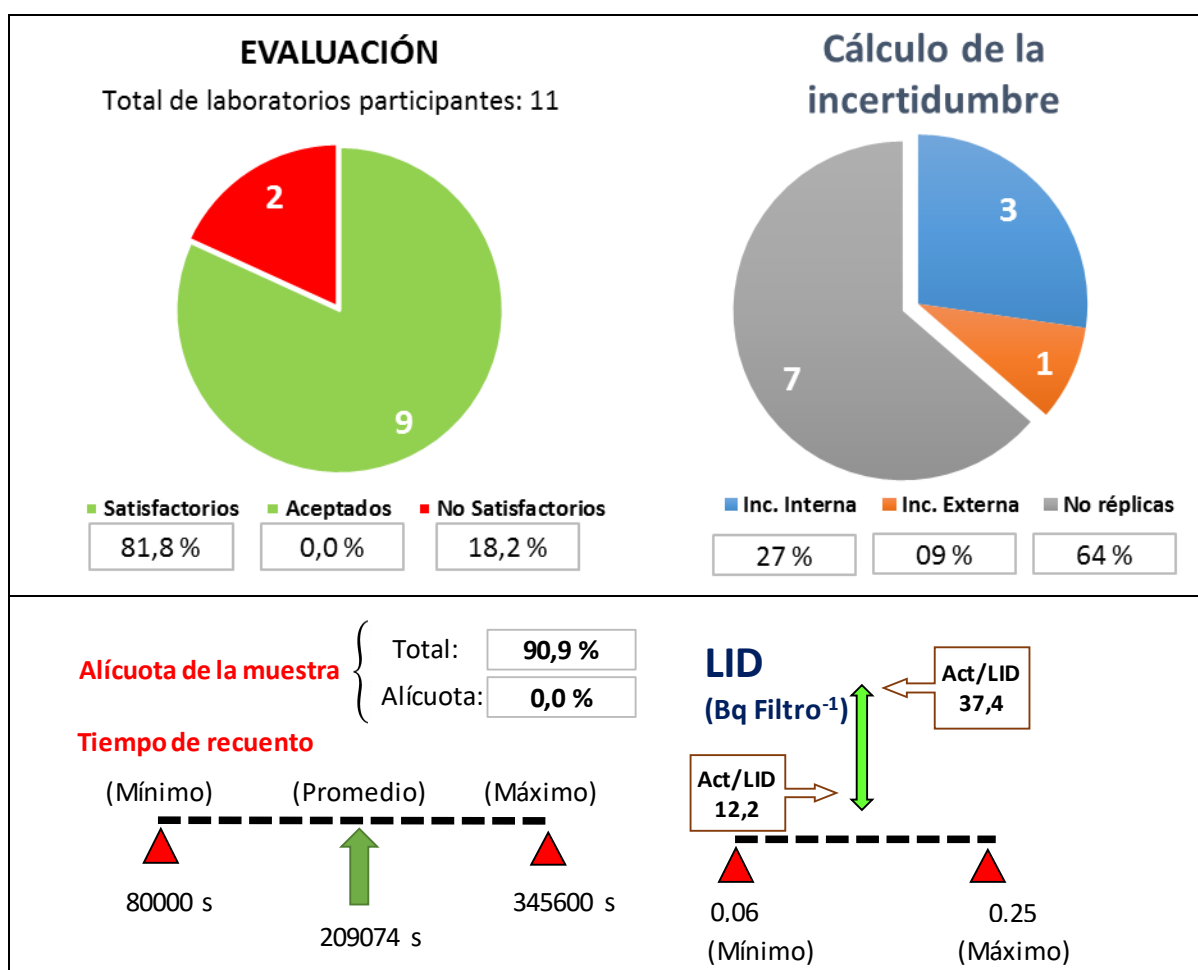


Figura 187. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{65}Zn del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 2 meses.

MÉTODOS Y DETECTORES UTILIZADOS

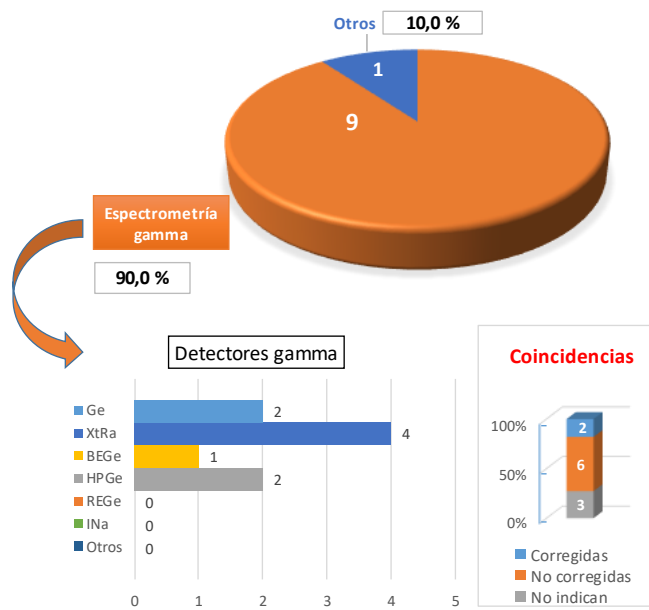


Figura 188. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ⁶⁵Zn en el filtro de 44 x 44 cm² de superficie en el plazo de 2 meses.

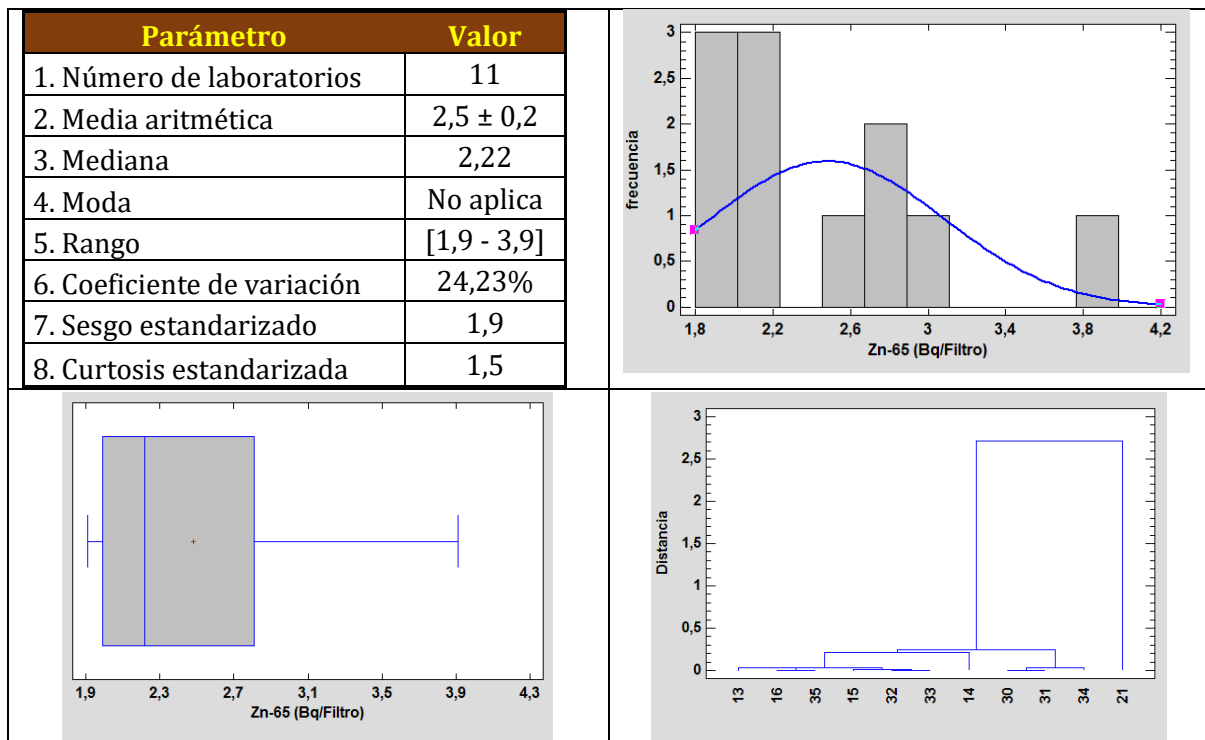


Figura 189. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ⁶⁵Zn para el filtro de 44 x 44 cm² de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

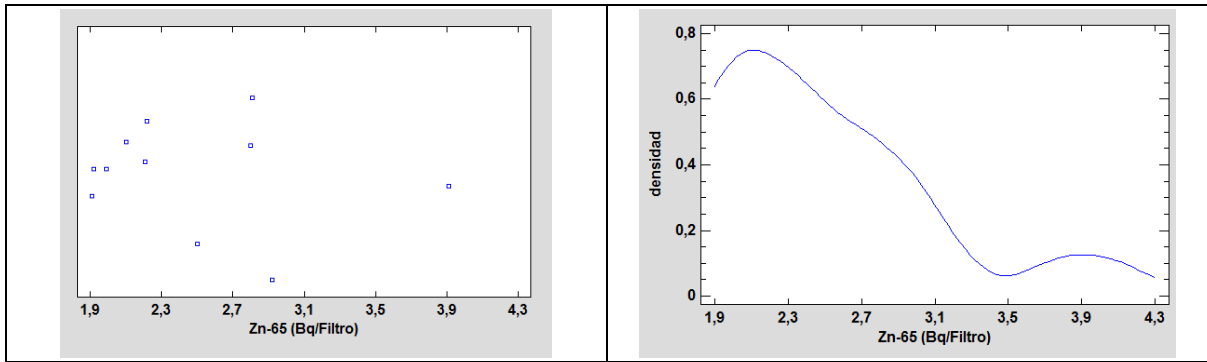


Figura 188 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{65}Zn para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

16.16. ^{60}Co

Once laboratorios participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{60}Co , de ellos, 10 obtuvieron una evaluación satisfactoria y 1 no satisfactoria (Figura 190). El 90,9% de los laboratorios utilizaron todo el filtro para realizar la determinación de la concentración de actividad. El tiempo de medida varió entre 80000 s y 500000 s que es muy elevado para una medida gamma. Todos los laboratorios utilizaron la espectrometría gamma aunque el laboratorio 15 indicase "Otros" sin especificar. Los elevados tiempos de medida se vieron reflejados en el valor del ratio Act/LID que varió entre 22,9 y 75,3. Tres de los laboratorios utilizaron la corrección por suma de coincidencias. Los laboratorios que realizaron la corrección tanto en la muestra como en la calibración obtuvieron unos valores solapados en el valor de la actividad añadida (Figura 192). Aunque los resultados muestran una posible tendencia o sesgo positivo propio de no haber realizado la corrección por suma de coincidencias, los resultados de los laboratorio 15 y 31, que sí la realizaron, no permite obtener una conclusión clara (Figura 191 y Figura 192).

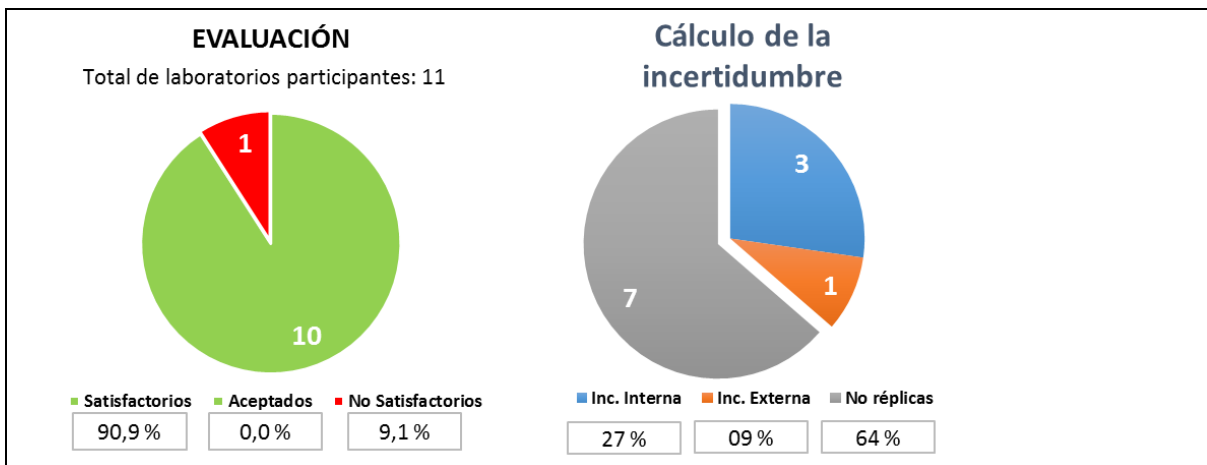


Figura 190. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{60}Co del filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie para el plazo de 2 meses.

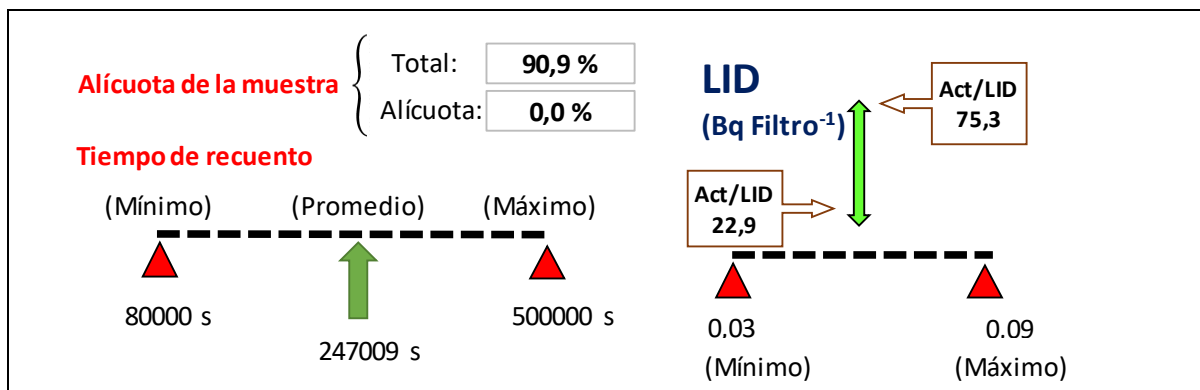


Figura 189. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ⁶⁰Co del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 2 meses.

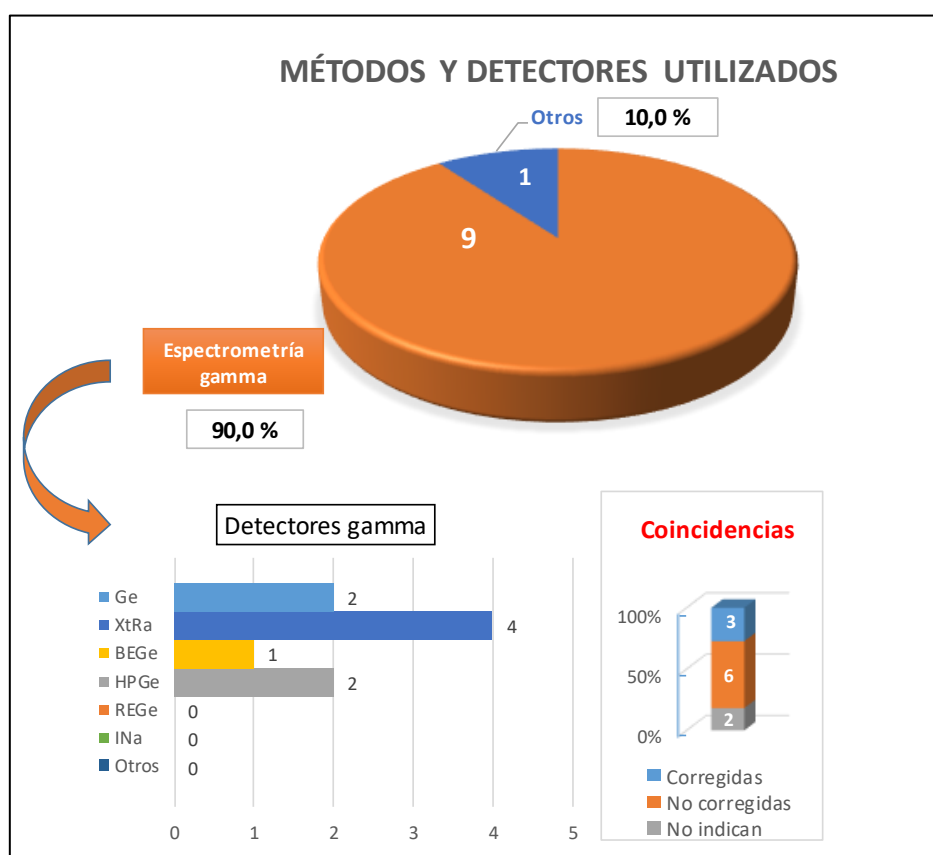


Figura 191. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ⁶⁰Co en el filtro de 44 x 44 cm² de superficie en el plazo de 2 meses.

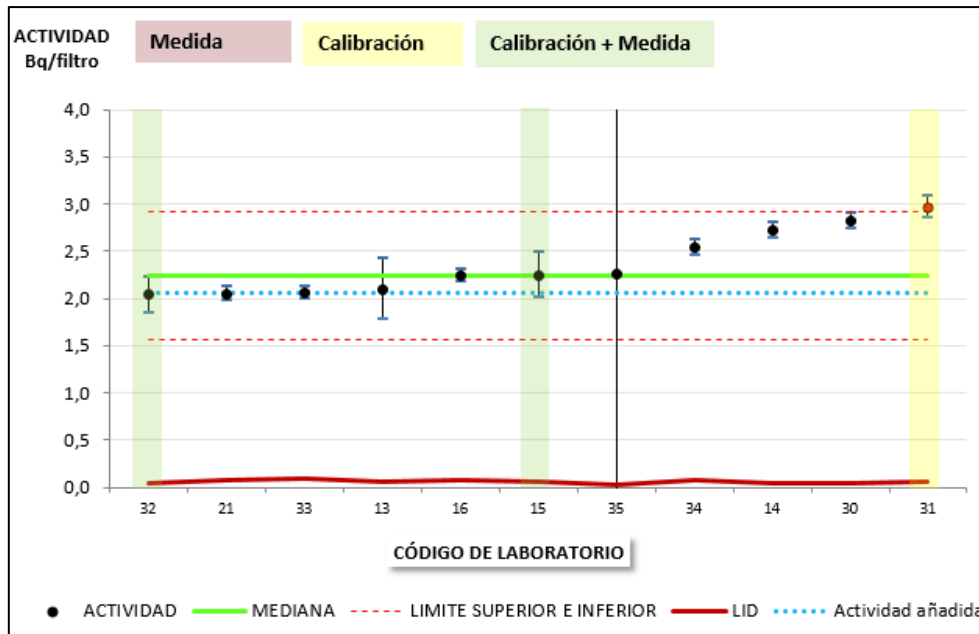


Figura 192. Resultados de los diferentes laboratorios para el ^{60}Co en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ en el plazo de 2 meses destacando los resultados de los laboratorios que realizaron la corrección por suma de coincidencias.

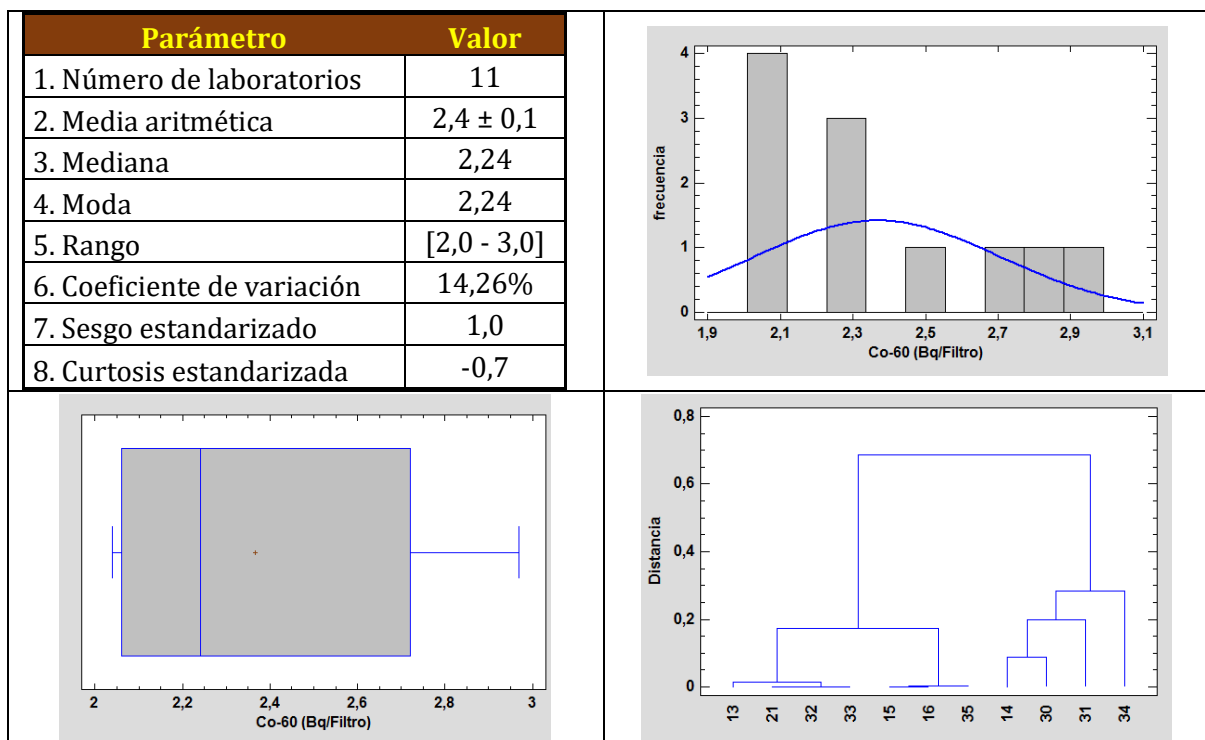


Figura 193. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{60}Co para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

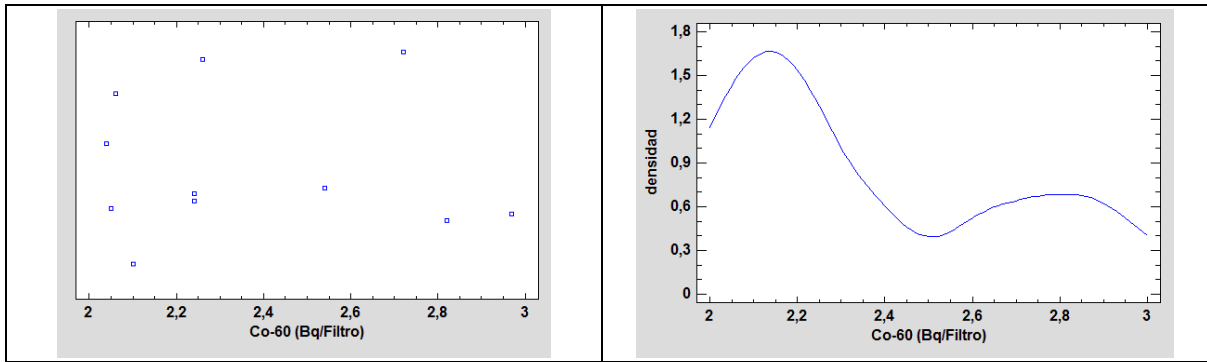


Figura 192 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{60}Co para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

16.17. ^{106}Ru

Los ocho laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{106}Ru obtuvieron una evaluación satisfactoria (Figura 194). Tres laboratorios realizaron más de una determinación, utilizando 2 la incertidumbre interna y 1 la externa para expresar sus resultados. El 87,5% de los laboratorios utilizaron todo el filtro para determinar la concentración de actividad del ^{106}Ru . El tiempo medio de medida varió entre 80000 s y 345600 s que es más del tiempo de un fin de semana y por tanto más elevado de lo normal para las medidas por espectrometría gamma. Los 7 laboratorios utilizaron la espectrometría gamma, aunque los laboratorios 15 y 16 no lo indicaron en los resultados enviados (Figura 195). Cuatro de estos laboratorios realizaron la corrección por suma de coincidencias aunque, como fue comentado en la sección 15.17, no sea necesario. Las diferentes gráficas de la Figura 196 muestran como los resultados de los laboratorios 13 y 21 fueron superior e inferior respectivamente a 1,5 veces el valor del rango intercuartílico. El resto de valores estuvieron agrupados alrededor del valor de la actividad añadida de $6,51 \pm 0,52 \text{ Bq/Filtro}$.

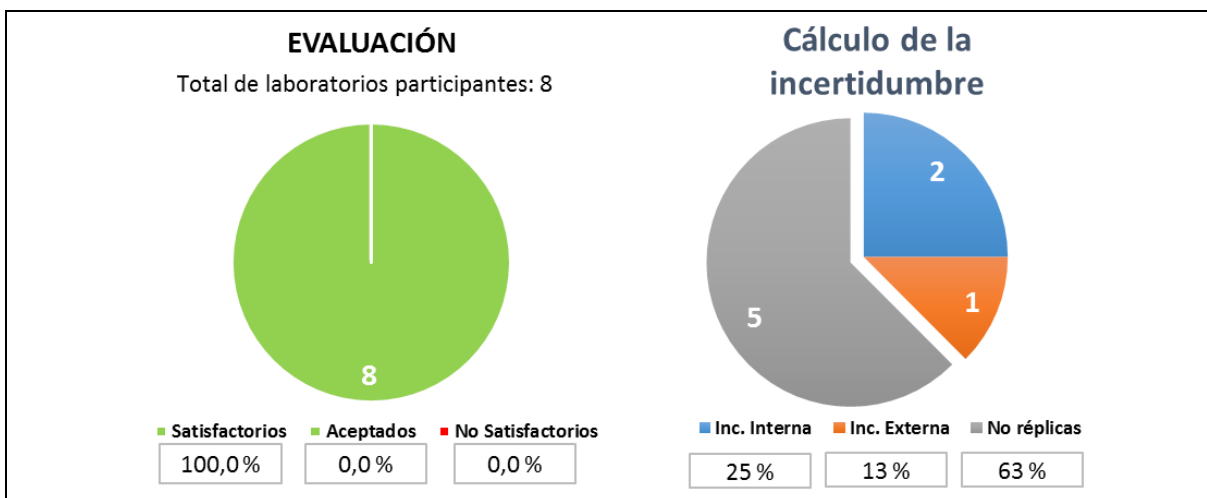


Figura 194. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{106}Ru del filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie para el plazo de 2 meses.

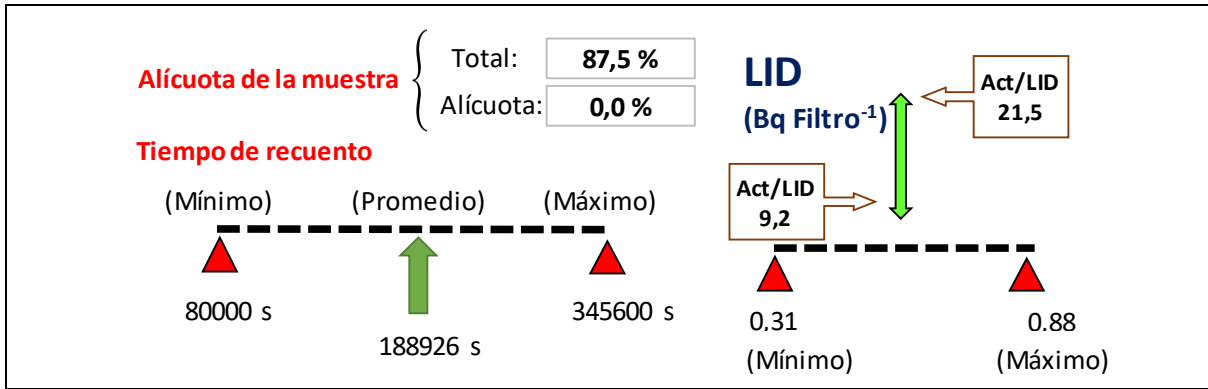


Figura 193 (cont.). Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ¹⁰⁶Ru del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 2 meses.

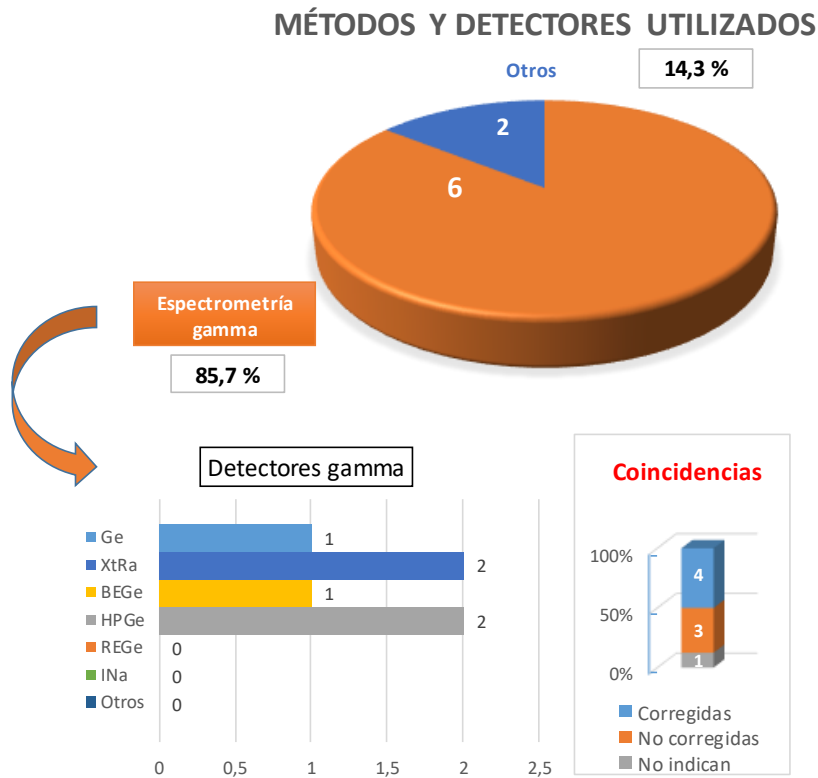


Figura 195. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ¹⁰⁶Ru en el filtro de 44 x 44 cm² de superficie en el plazo de 2 meses.

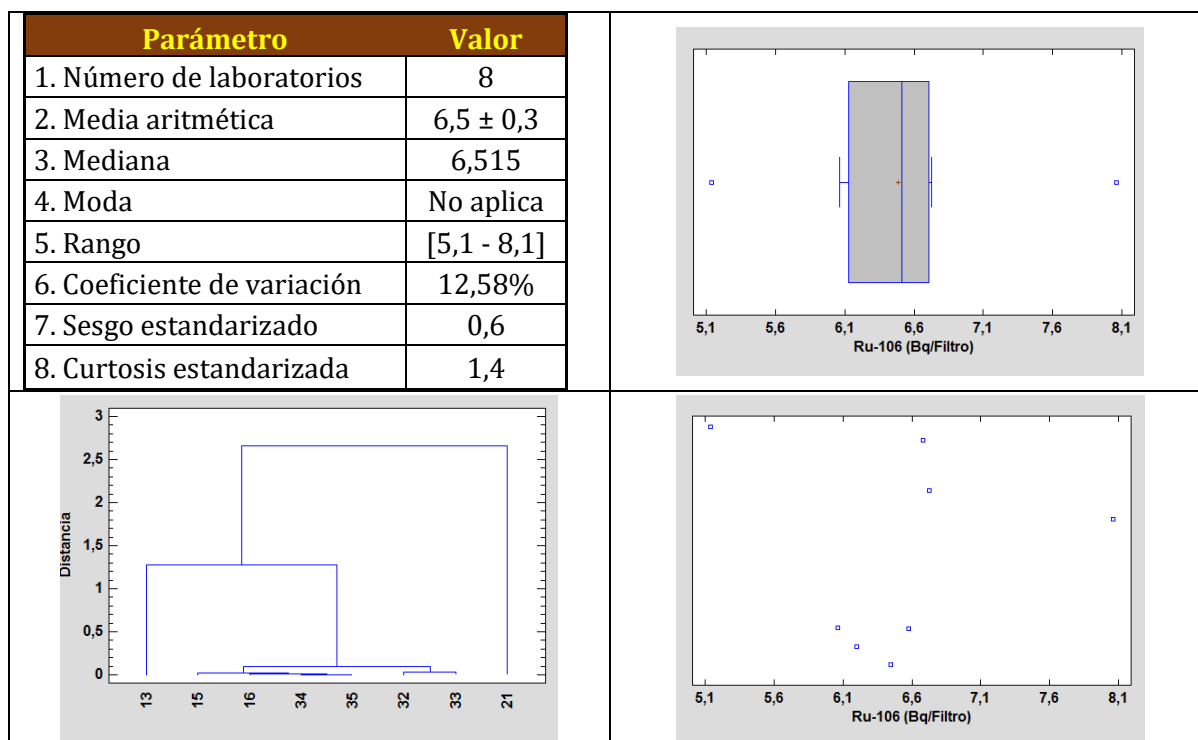


Figura 196. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{106}Ru para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

16.18. ^{134}Cs

Los 11 laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{134}Cs obtuvieron una evaluación satisfactoria. Cuatro de estos laboratorios realizaron más de una determinación, utilizando 3 de ellos la incertidumbre interna y 1 la externa para expresar sus resultados (Figura 196). El 90,9% de los laboratorios utilizaron todo el filtro y los tiempos de recuento variaron entre 80000 s y 345600 s. La relación Act/LID fue superior a 4,9 por lo que la concentración de actividad estaba suficientemente separada del LID. Los 11 laboratorios utilizaron la espectrometría gamma para realizar sus determinaciones, aunque los laboratorios 15 y 16 no indicasen el tipo de medida realizada. La corrección por suma de coincidencias fue realizada por 4 laboratorios (Figura 199), apreciándose que aquellos laboratorios que realizaron la corrección tanto en el calibración como en la medida obtuvieron una evaluación satisfactoria y sus resultados estuvieron solapados con el valor de referencia. Sin embargo, el pobre número de laboratorios participantes es limitante para poder sacar conclusiones.

Los diferentes gráficos obtenidos para la distribución de la concentración de actividad del ^{134}Cs mostraron una acusada dispersión obteniéndose una distribución bimodal como muestra el gráfico de densidad suavizada (Figura 200). El dendograma y el gráfico de dispersión muestran cómo las diferencias entre los diferentes resultados es elevada. La dispersión también se refleja en la anchura de los diferentes cuartiles que presenta la gráfica de caja y bigotes (Figura 199).

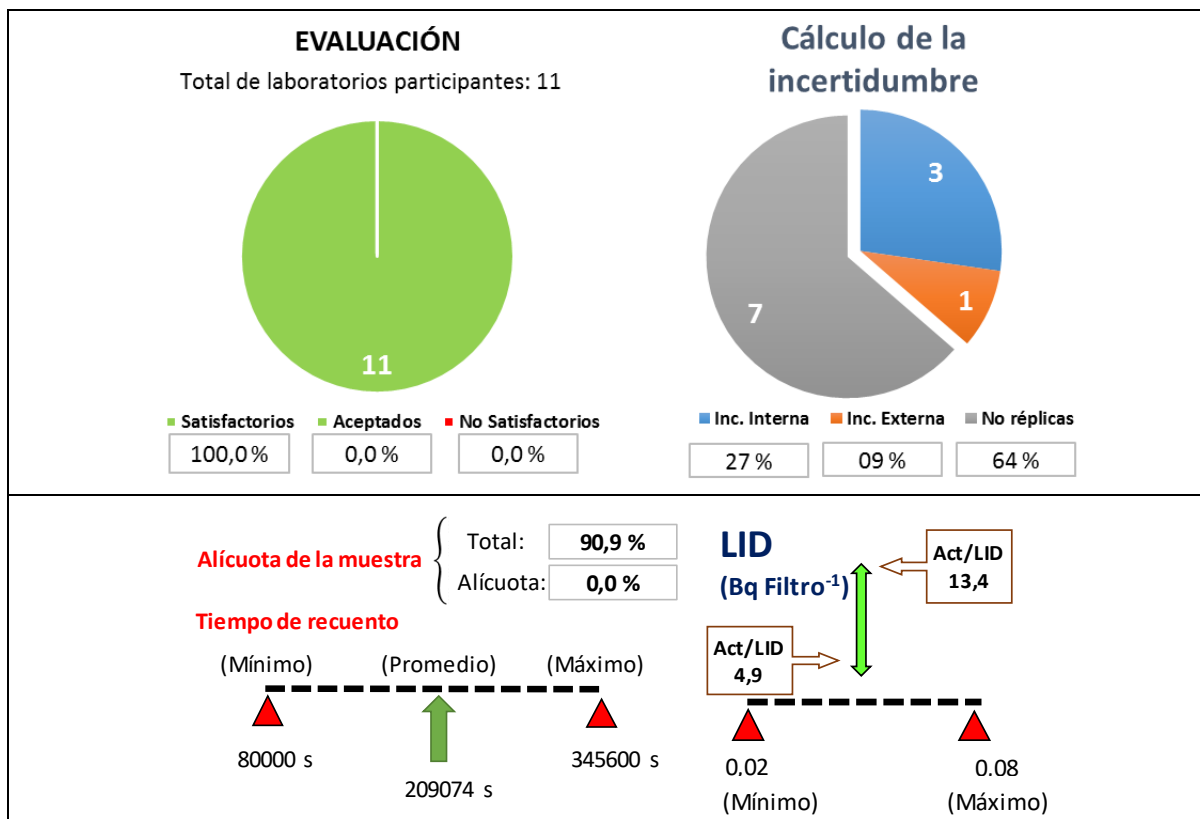


Figura 197. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ¹³⁴Cs del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 2 meses.

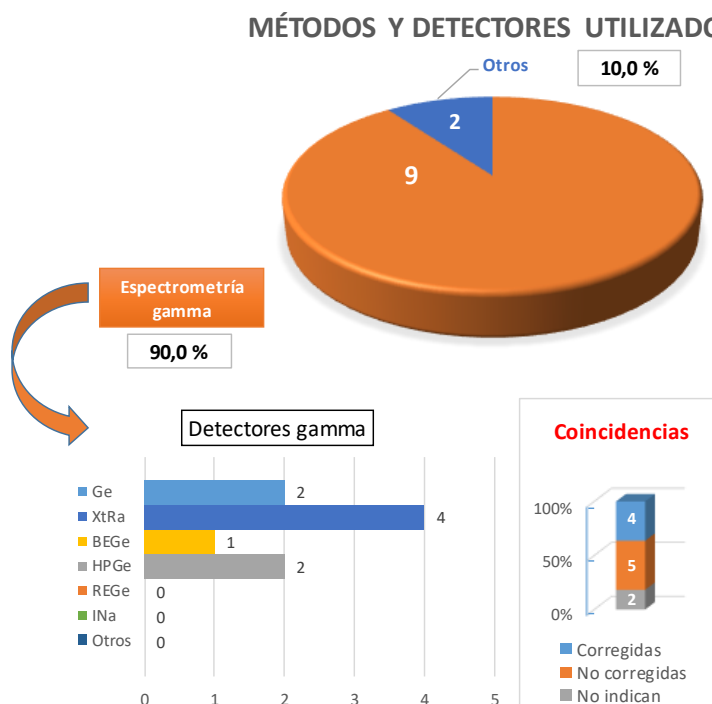


Figura 198. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ¹³⁴Cs en el filtro de 44 x 44 cm² de superficie en el plazo de 2 meses.

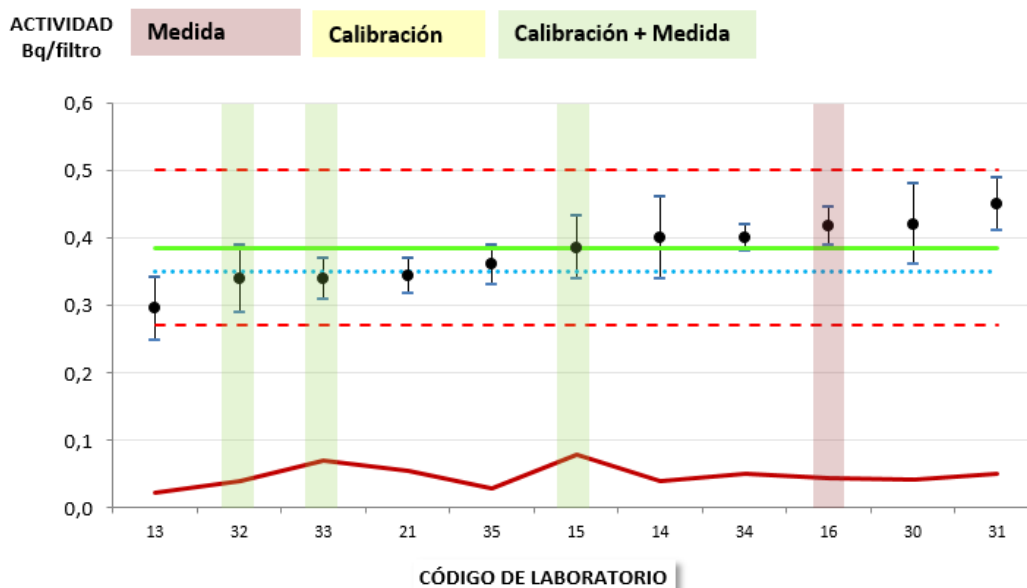


Figura 199. Resultados de los diferentes laboratorios de la concentración de actividad del ^{134}Cs en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie destacando los laboratorios que realizaron la corrección por suma de coincidencias.

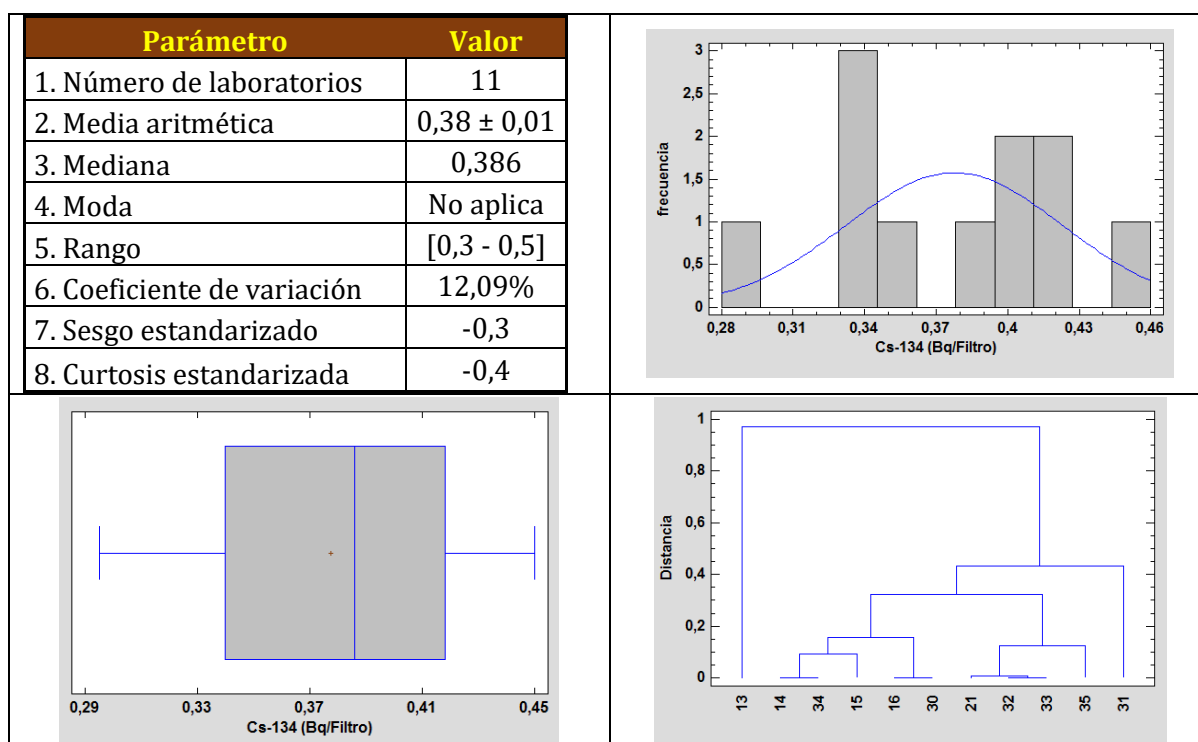


Figura 200. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{134}Cs para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

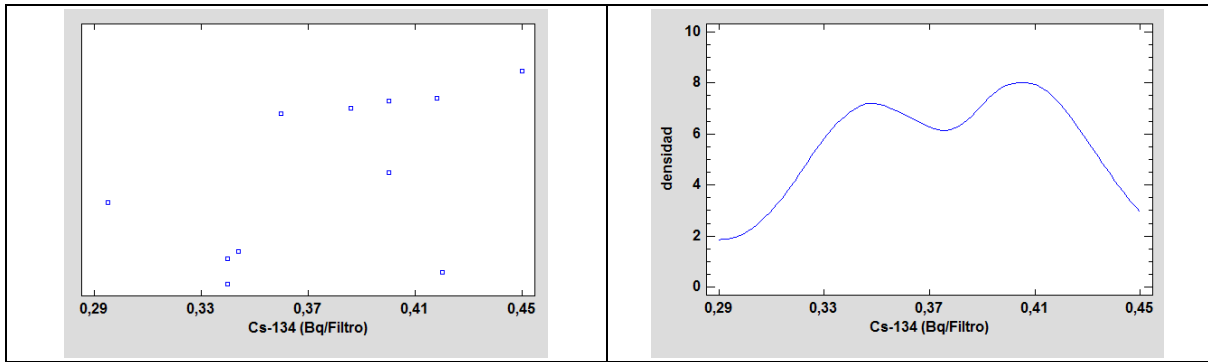


Figura 199 (cont.). Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{134}Cs para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

16.19. ^{137}Cs

La evaluación de la concentración de actividad del ^{137}Cs fue satisfactoria para los 11 laboratorios participantes (Figura 200). Cuatro laboratorios realizando más de una determinación, utilizando 3 la incertidumbre interna y 1 la externa para expresar sus resultados. El 90,9% de los laboratorios utilizaron todo el filtro para realizar sus determinaciones. La relación Act/LID mínima fue de 5,1 por lo que las concentraciones de actividad estaban suficientemente separadas del LID. Los 11 laboratorios utilizaron la espectrometría gamma para medir las muestras, aunque los laboratorios 15 y 16 no lo indicasen (Figura 201). Uno de los laboratorios realizó la corrección por suma de coincidencias en la calibración, aunque el ^{137}Cs no sufra este fenómeno. La elevada dispersión de los valores hizo que la distribución fuera platicúrtica con una forma bimodal como muestra la gráfica de densidad (Figura 203).

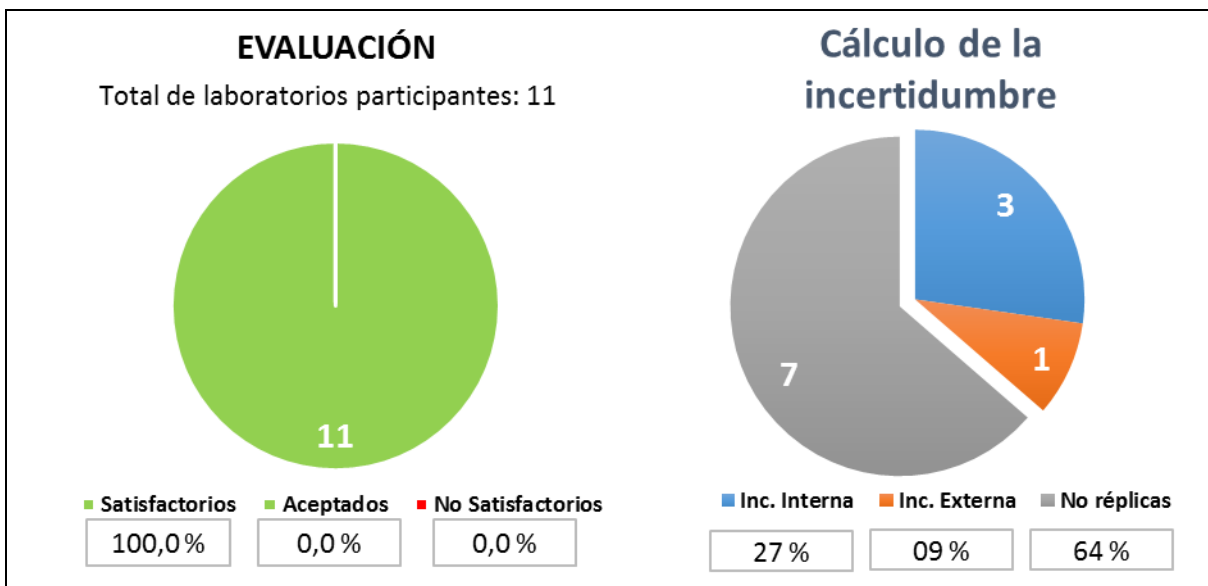


Figura 201. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{137}Cs del filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie para el plazo de 2 meses.

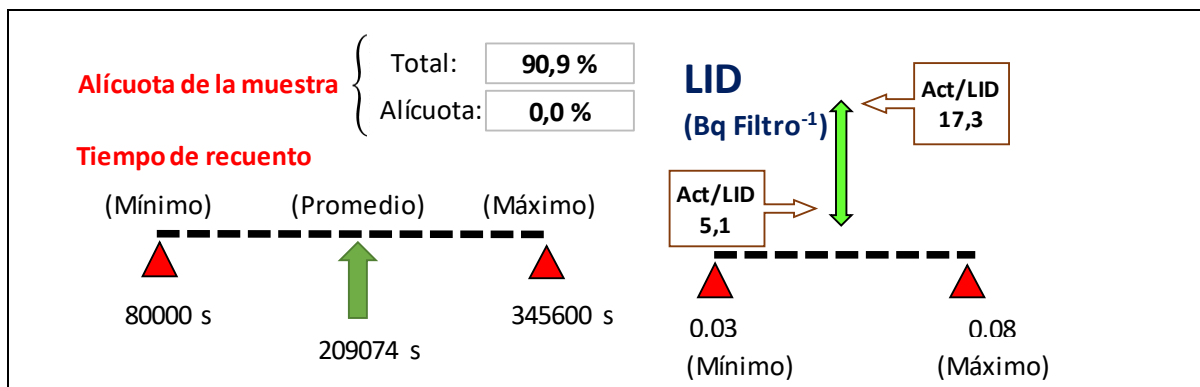


Figura 200 (cont.). Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ¹³⁷Cs del filtro de 44 x 44 cm² de superficie para el plazo de 2 meses.

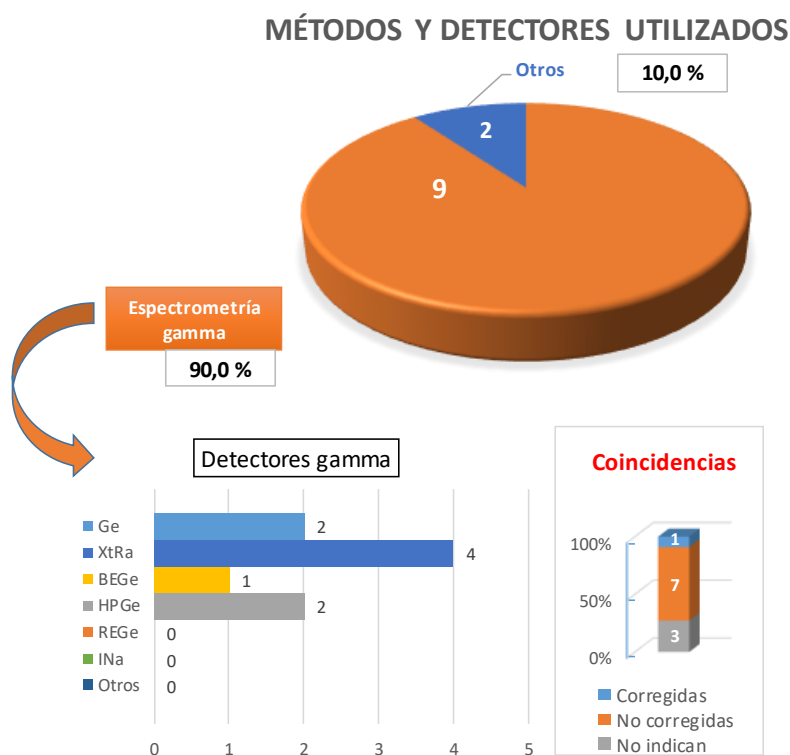


Figura 202. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ¹³⁷Cs en el filtro de 44 x 44 cm² de superficie en el plazo de 2 meses.

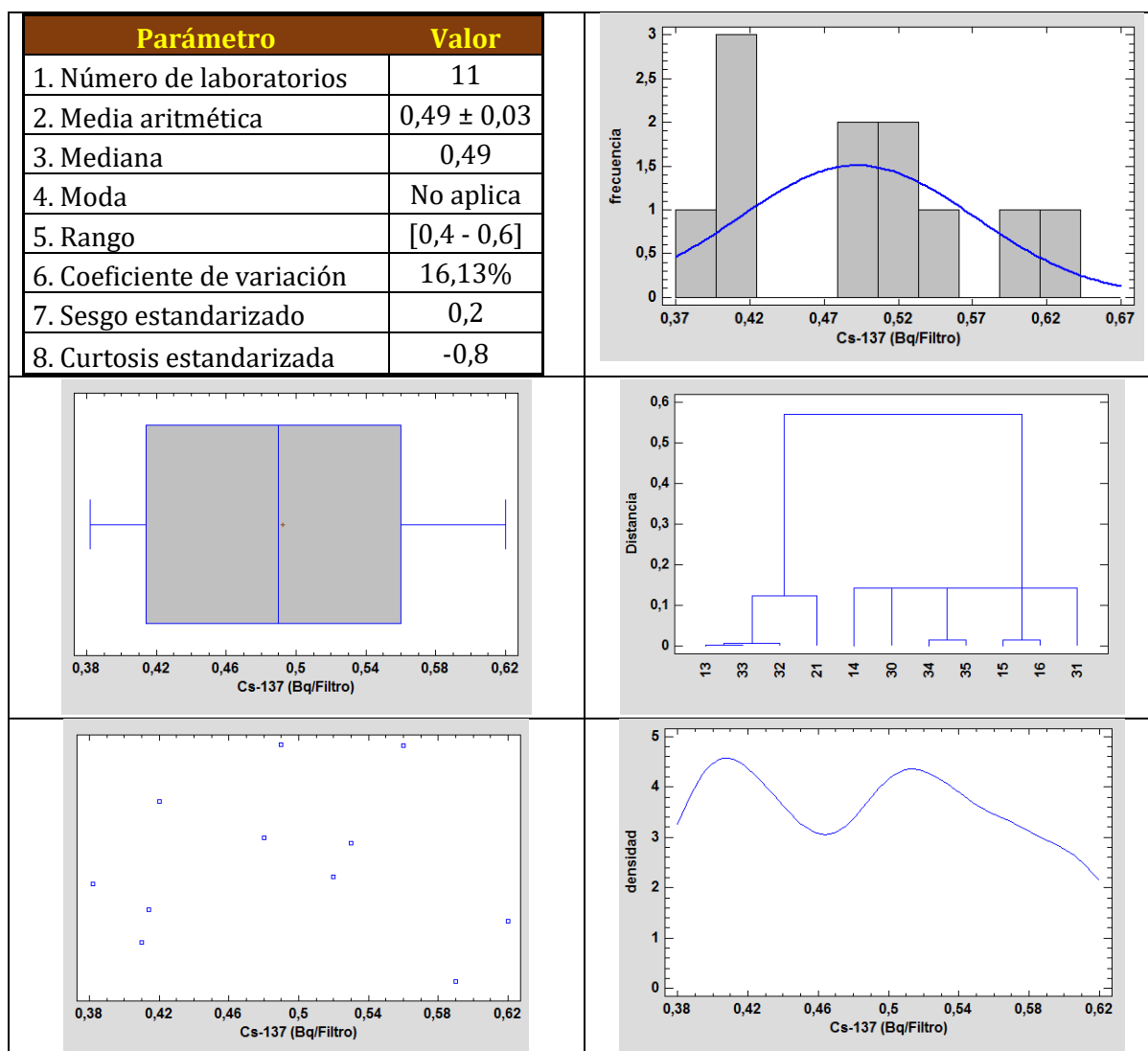


Figura 203. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{137}Cs para el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) histograma con la frecuencia suavizada de los valores, c) gráfico de caja y bigotes, d) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio, e) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad y f) gráfico de densidad suavizada en función de la concentración de actividad.

16.20. Resultados no solicitados y falsos positivos

La Tabla 10 muestra los resultados no solicitados y los falsos positivos de diferentes laboratorios en el filtro de $44 \times 44 \text{ cm}^2$.

Tabla 10. Resultados no solicitados y falsos positivos para el filtro de 44 x 44 cm² en el plazo de 2 meses

MATRIZ: Filtro de 44 x 44 cm ²					
CÓDIGO Laboratorio	Isótopo informado	RESULTADOS			
		Actividad (Bq/Filtro)	U (k=2) (Bq/Filtro)	LID (Bq/Filtro)	TIPO
34	Bi-214	1,10E+00	8,00E-02	1,30E-01	No solicitado
34	Pb-214	1,14E+00	1,30E-01	2,00E-01	No solicitado
35	Eu-152	1,10E-01	4,00E-02	6,00E-02	Falso positivo

17. RESULTADOS INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES (FILTRO DE 20 x 25 cm² DE SUPERFICIE)

17.1. PARTICIPACIÓN

En la Figura 204 se presentan para el filtro de 20 x 25 cm² de superficie la participación para cada uno de los análisis solicitados indicándose:

- Número total de laboratorios que han participado para cada uno de los análisis.
- Número de resultados Satisfactorios para cada análisis.
- Número de resultados Dudosos para cada análisis.
- Número de resultados No Satisfactorios para cada análisis.
- Número de análisis no evaluados.

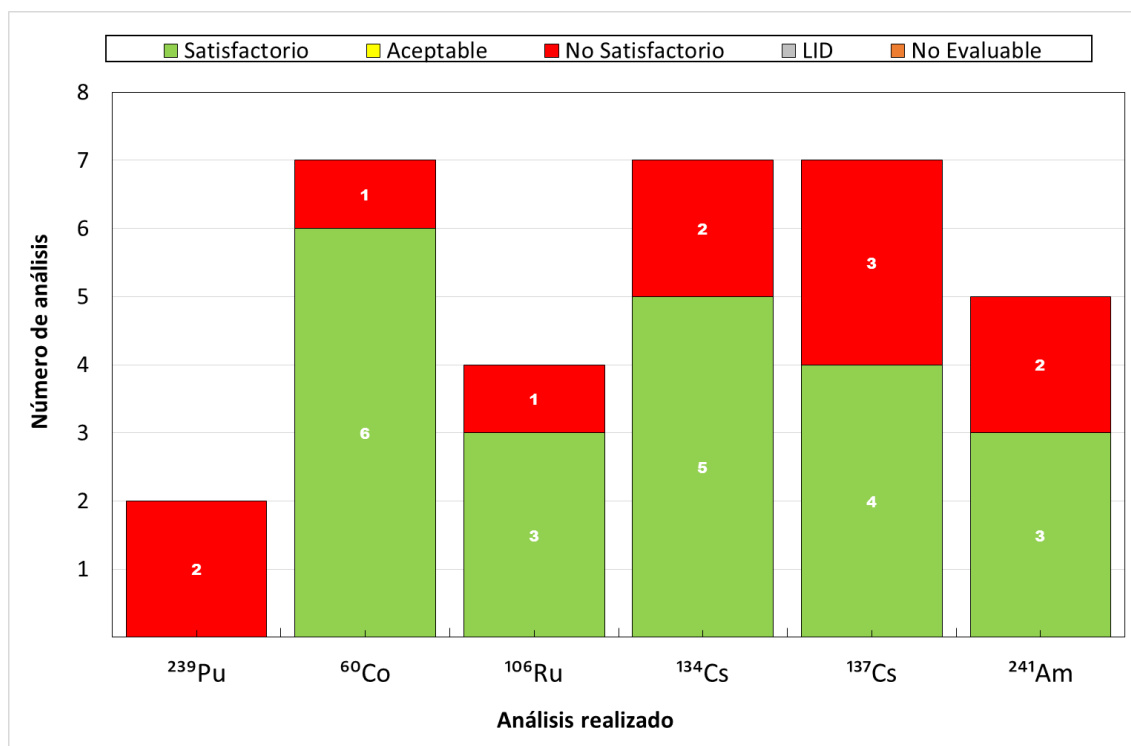


Figura 204. Número de laboratorios participantes en cada uno de los análisis para el filtro de 20 x 25 cm².

17.2. ^{239}Pu

Los laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{239}Pu fueron el 6 y 21, obteniendo ambos una evaluación no satisfactoria. La relación Act/LID fue de 23,0 y 22,6 respectivamente. Los métodos y tratamiento utilizados se recogen en la Figura 205. Los detectores utilizados fueron un SiB por parte del laboratorio 6 y PIPS el laboratorio 21.

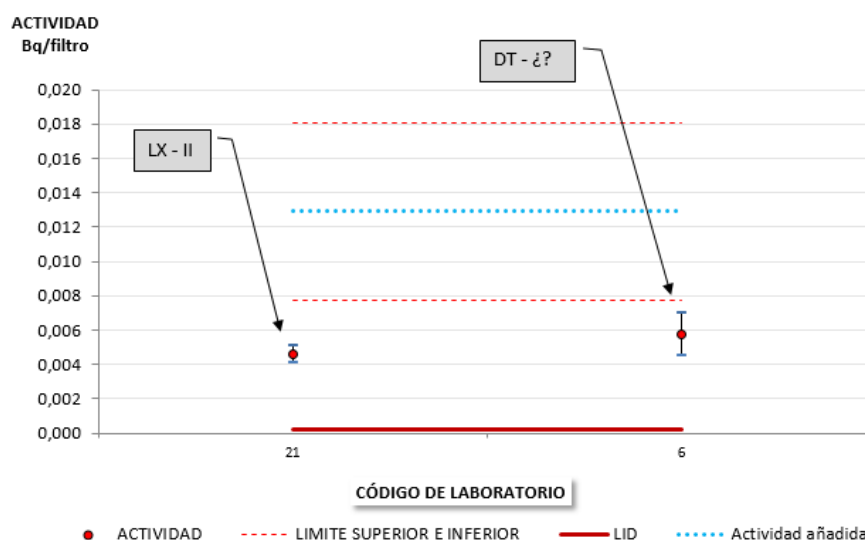


Figura 205. Resultados reportados por los laboratorios para la concentración de actividad del ^{239}Pu para el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ en el plazo de 2 meses.

17.3. ^{60}Co

Los laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{60}Co fueron 7, 6 de los cuales obtuvieron una evaluación satisfactoria y 1 no satisfactoria (Figura 206). Uno de los laboratorios realizó más de una determinación y utilizó la incertidumbre externa para expresar sus resultados. El 100% de los laboratorios utilizaron el filtro completo para realizar sus determinaciones. El tiempo de medida en algunos casos fue muy elevado por lo que la relación entre la Act/LID fue más alto en este caso variando entre 10,3 y 51,7. Los 7 laboratorios utilizaron la espectrometría gamma para medir las muestras utilizando los detectores que se muestran en la Figura 207. Un laboratorio realizó la corrección por suma de coincidencias obteniendo un resultado muy próximo a la actividad añadida, lo que pone de manifiesto la utilidad de dicha corrección (Figura 209).

La distribución de los resultados mostró una elevada dispersión de los resultados, como muestra el gráfico de dispersión y la anchura de los cuartiles en la gráfica de caja y bigotes (Figura 208). La diferencia entre los valores que muestra el dendograma también explicaría la dispersión observada en la distribución.

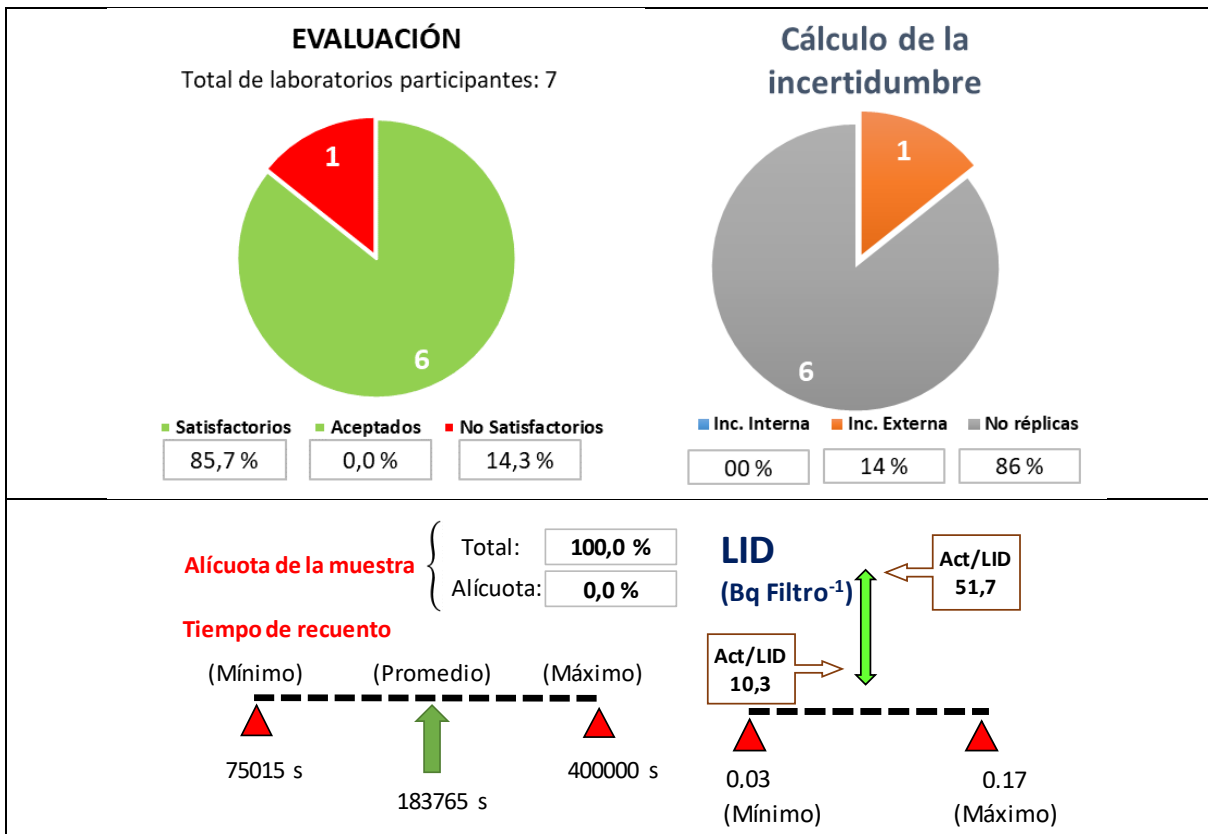


Figura 206. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ⁶⁰Co del filtro de 20 x 25 cm² de superficie para el plazo de 2 meses.

MÉTODOS Y DETECTORES UTILIZADOS

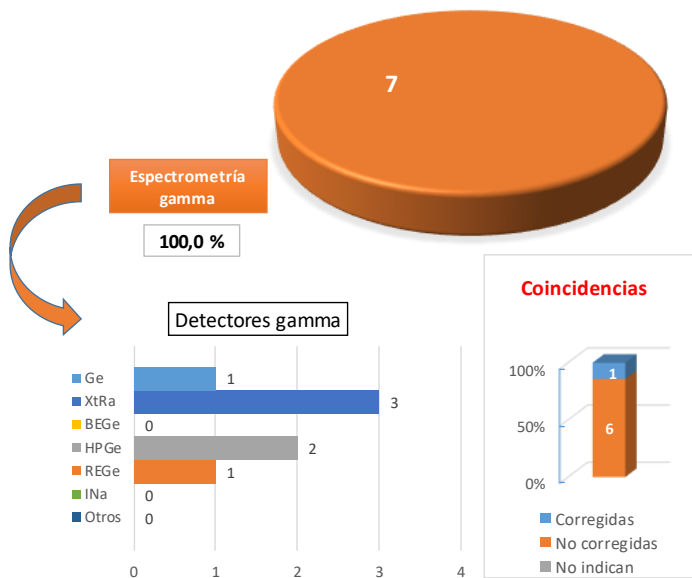


Figura 207. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ⁶⁰Co en el filtro de 20 x 25 cm² de superficie en el plazo de 2 meses.

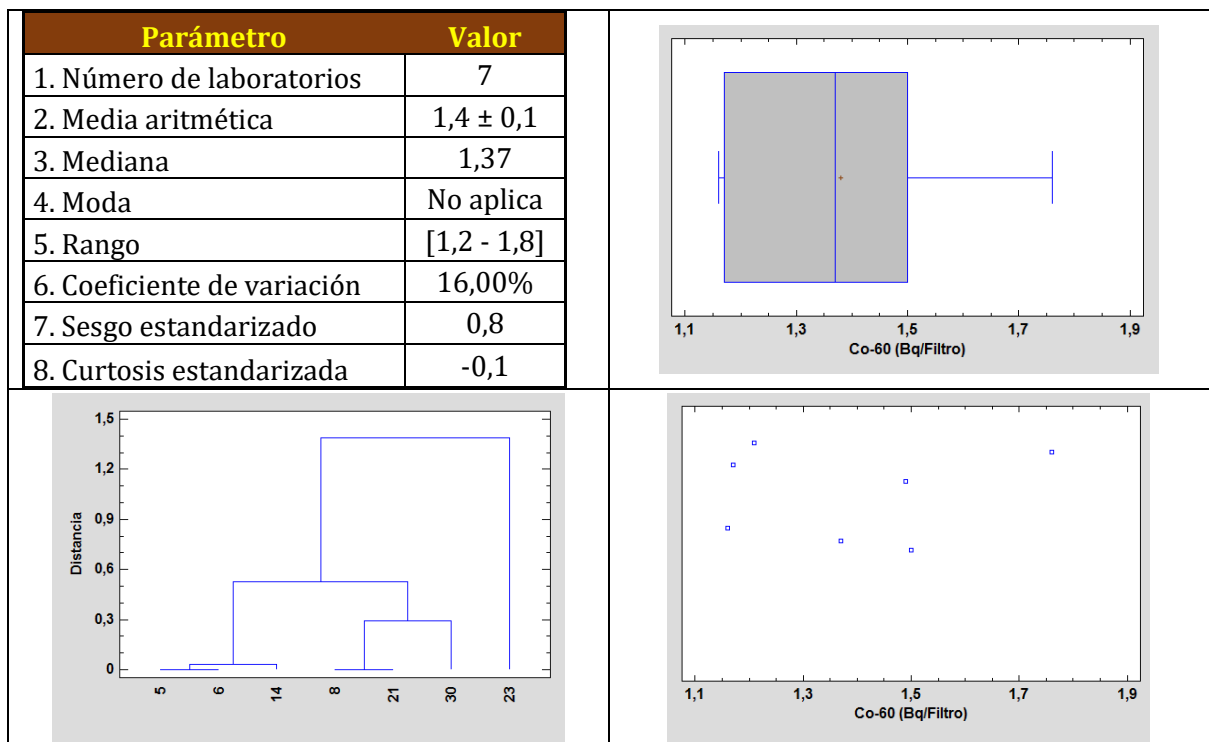


Figura 208. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{60}Co para el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

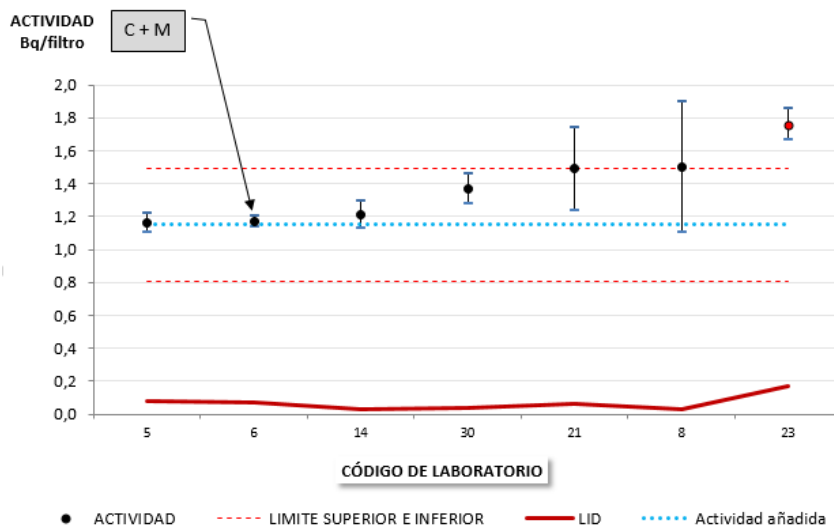


Figura 209. Resultados de la concentración de actividad del ^{60}Co para el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ en el período de 2 meses destacando el laboratorio que realizó la corrección por suma de coincidencias ($C + M = \text{calibración y medida}$).

17.4. ^{106}Ru

El número de laboratorios que participó en la determinación de la concentración de actividad del ^{106}Ru fue 4, obteniendo una evaluación satisfactoria 3 de los laboratorio y 1 laboratorio una evaluación no satisfactoria (Figura 210). Un laboratorio realizó más de una determinación, expresando sus resultados mediante la incertidumbre externa. El elevado tiempo de recuento del laboratorio 8 fue la consecuencia de la relación entre Act/LID de 26,0 veces. Los 4 laboratorios utilizaron la espectrometría gamma para medir las muestras con los detectores que se muestran en la Figura 210. Un laboratorio realizó la suma de coincidencias, aunque como fue indicado para los filtros de 47 mm de diámetro y 44 x 44 cm² de superficie no sea necesario. Los resultados de los laboratorios tuvieron una elevada dispersión como pone de manifiesto la gráfica de dispersión de la Figura 212.

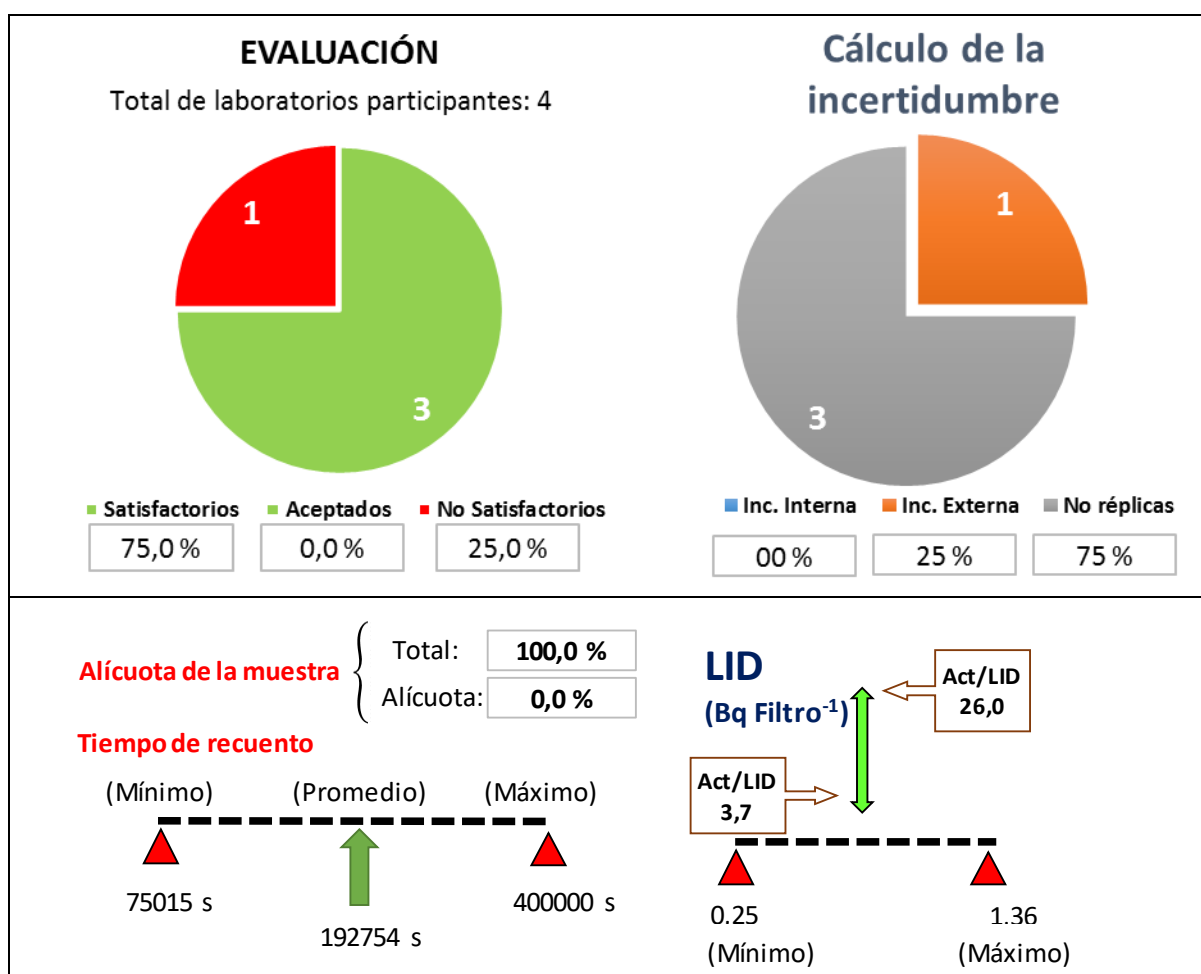


Figura 210. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{106}Ru del filtro de 20 x 25 cm² de superficie para el plazo de 2 meses

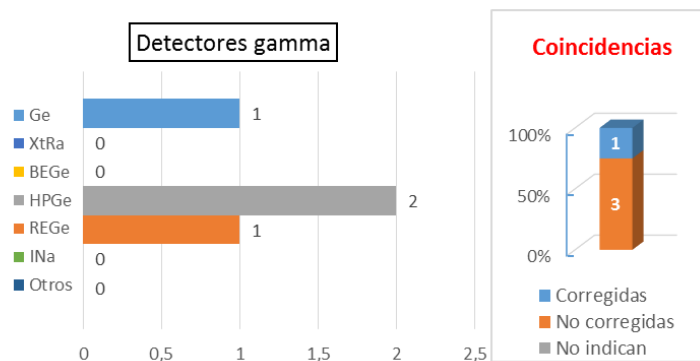


Figura 211. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{106}Ru en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 2 meses.

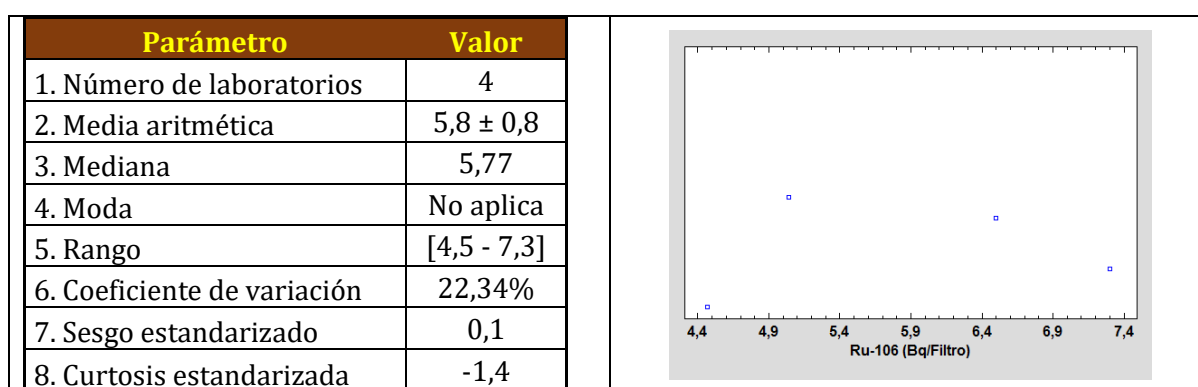


Figura 212. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{106}Ru para el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

17.5. ^{134}Cs

El número de laboratorios que realizó la determinación de la concentración de actividad del ^{134}Cs fue 7, obteniendo una evaluación satisfactoria 5 de ellos y 2 una evaluación no satisfactoria. Un laboratorio realizó más de una determinación, utilizando la incertidumbre externa para expresar sus resultados. El tiempo de medida del laboratorio 14 fue de 400000 s, que se refleja en el valor superior de la relación Act/LID (Figura 213). Los siete laboratorios utilizaron la espectrometría gamma para realizar sus medidas, utilizando los detectores que se muestran en la Figura 214. Dos laboratorios realizaron las necesarias correcciones por suma de coincidencias del ^{134}Cs (Figura 216). El resultado del laboratorio 6, que realizó la corrección tanto en la medida como en la calibración, fue más próxima al valor de la actividad añadida que el obtenido por el laboratorio 8, que sólo la realizó en la medida y pudo provocar el uso de una eficiencia inferior y por tanto el valor más alejado que muestra la Figura 216. Los resultados obtenidos por los laboratorios tuvieron una elevada dispersión como pone de manifiesto los cuartiles de la gráfica de caja y bigotes, el dendograma y la gráfica de dispersión (Figura 214).

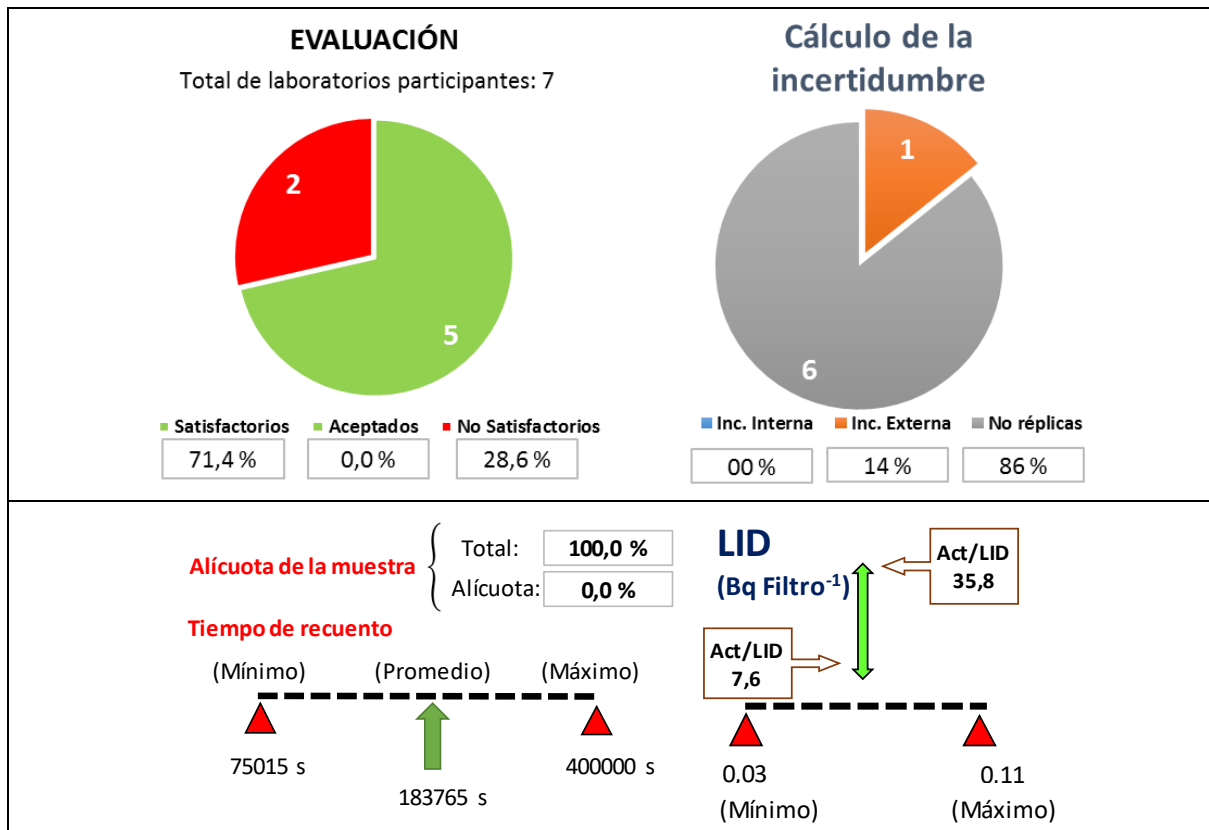


Figura 213. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ¹³⁴Cs del filtro de 20 x 25 cm² de superficie para el plazo de 2 meses

MÉTODOS Y DETECTORES UTILIZADOS

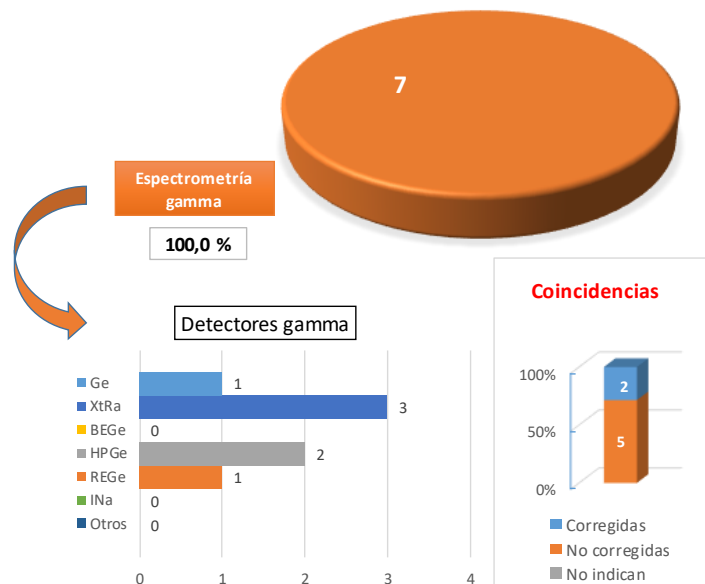


Figura 214. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ¹³⁴Cs en el filtro de 20 x 25 cm² de superficie en el plazo de 2 meses.

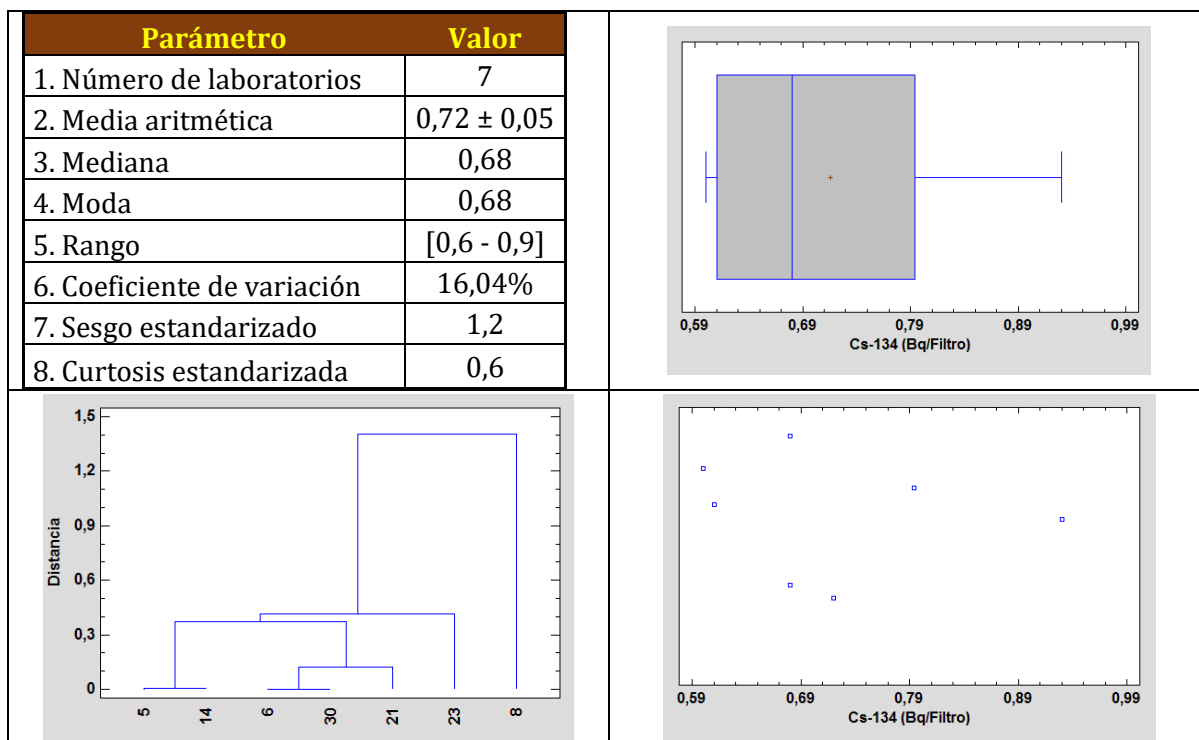


Figura 215. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{134}Cs para el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

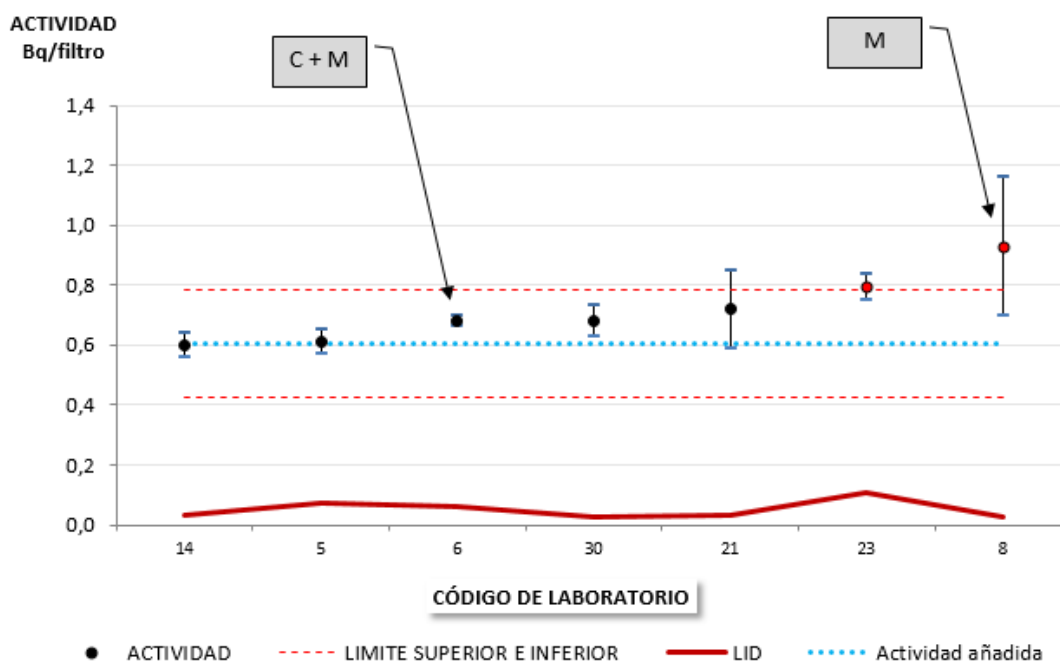


Figura 216. Resultados de los laboratorios para la concentración de actividad del ^{134}Cs para el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ en el plazo de 2 meses destacando los laboratorios que realizaron la corrección por suma de coincidencias.

17.6. ^{137}Cs

Siete laboratorios participaron en la determinación de la concentración de actividad del ^{137}Cs en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie. Un laboratorio realizó más de una determinación del filtro, utilizando la incertidumbre externa para expresar sus resultados (Figura 216). Los tiempos de recuento y las relaciones entre Act/LID tendrían las mismas observaciones que para los restantes radionucleidos evaluados en este filtro. Los 7 laboratorios utilizaron la espectrometría gamma para realizar la medida del filtro utilizando los detectores que se presentan en la Figura 218. Los diferentes gráficos obtenidos para la distribución de los resultados de la concentración de actividad del ^{137}Cs mostraron una elevada dispersión (Figura 219).

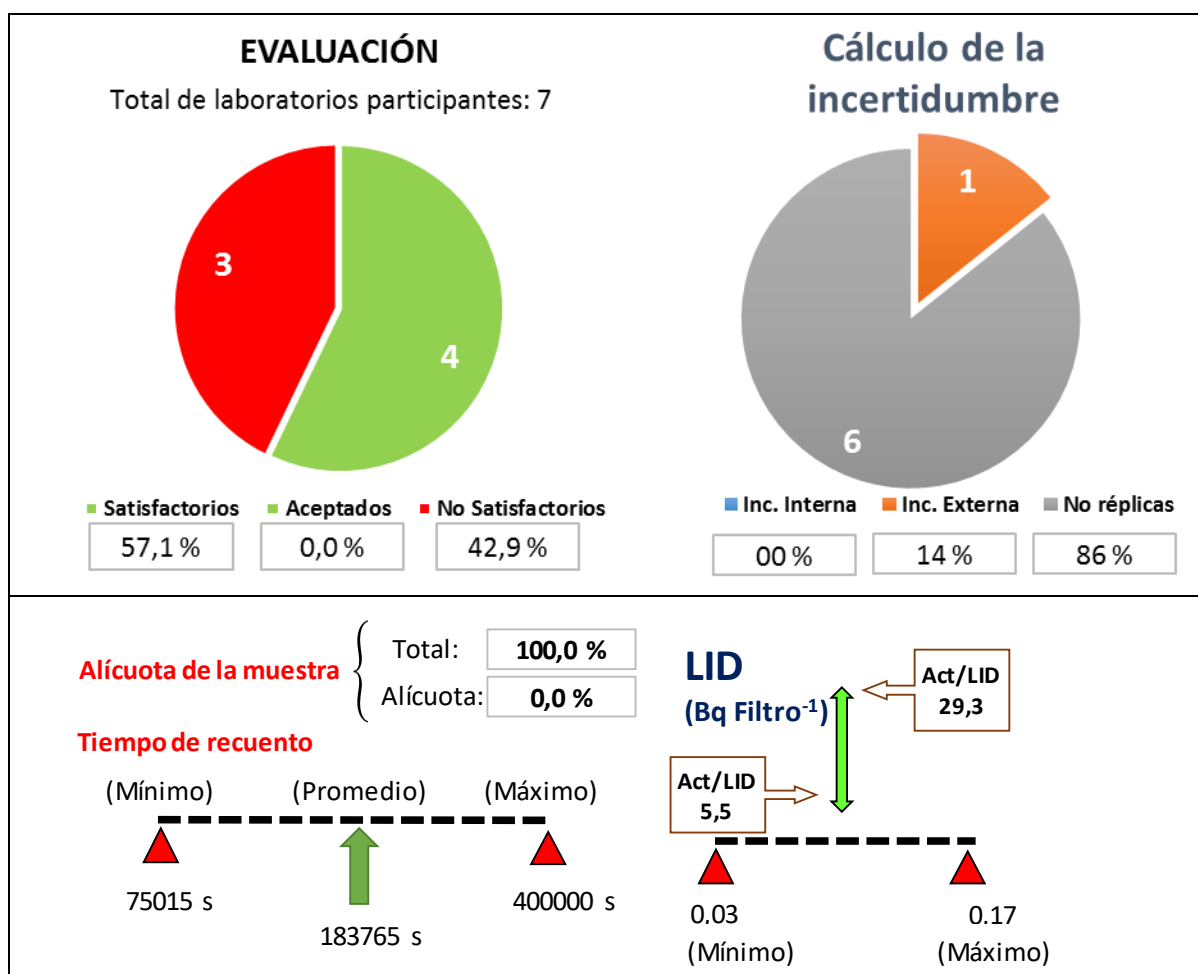


Figura 217. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ^{137}Cs del filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie para el plazo de 2 meses

MÉTODOS Y DETECTORES UTILIZADOS

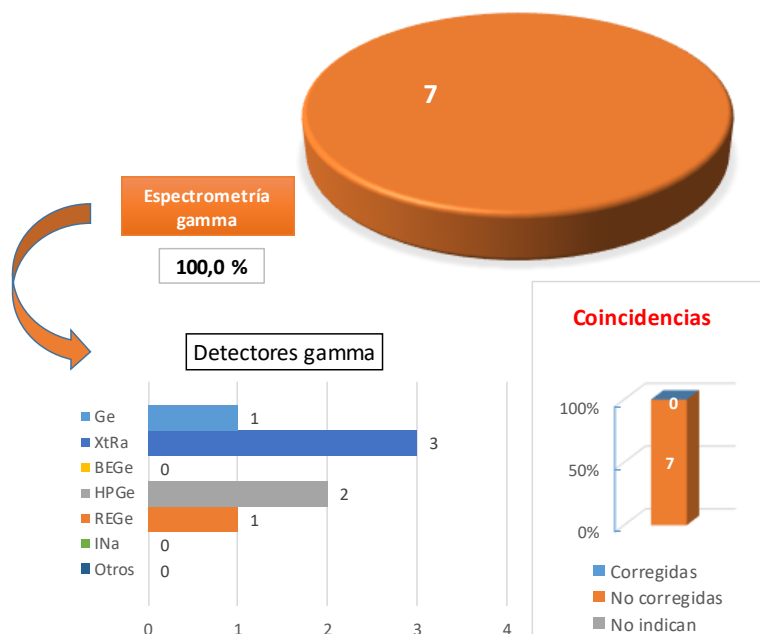


Figura 218. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{137}Cs en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 2 meses.

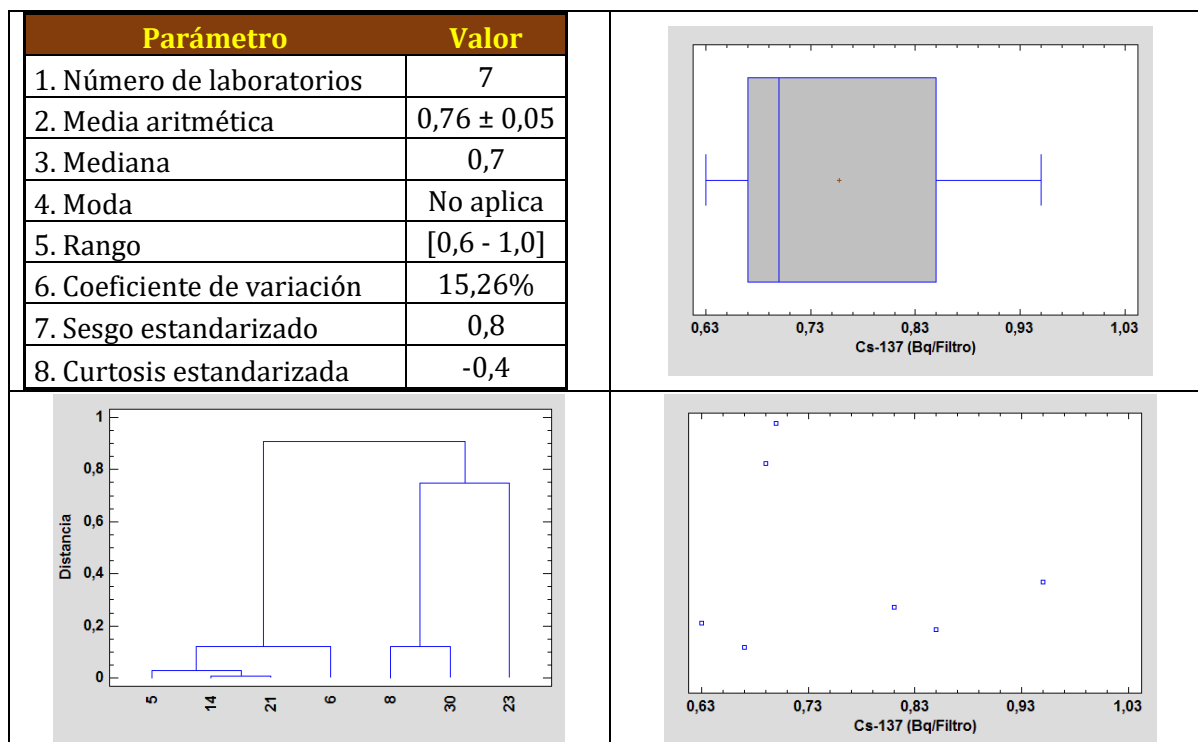


Figura 219. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{137}Cs para el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad, b) gráfico de caja y bigotes, c) dendograma de las diferencias entre los valores para cada laboratorio y d) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

17.7. ²⁴¹Am

El número de laboratorios que participaron en la determinación de la concentración de actividad del ²⁴¹Am fue 5, 3 de ellos obtuvieron una evaluación satisfactoria y 2 no satisfactoria. Ninguno de los laboratorios realizó más de una determinación (Figura 220). Todos los laboratorios utilizaron todo el filtro para realizar sus determinaciones. El rango del tiempo de medida osciló entre 75015 y 238414 s que es el tiempo habitual de medida, variando la relación Act/LID entre 6,4 y 20,0. Los 5 laboratorios utilizaron la espectrometría gamma para medir las muestras utilizando los detectores que muestra la Figura 221. La gráfica de dispersión muestra como los resultados de los 5 laboratorios fueron dispares (Figura 222).

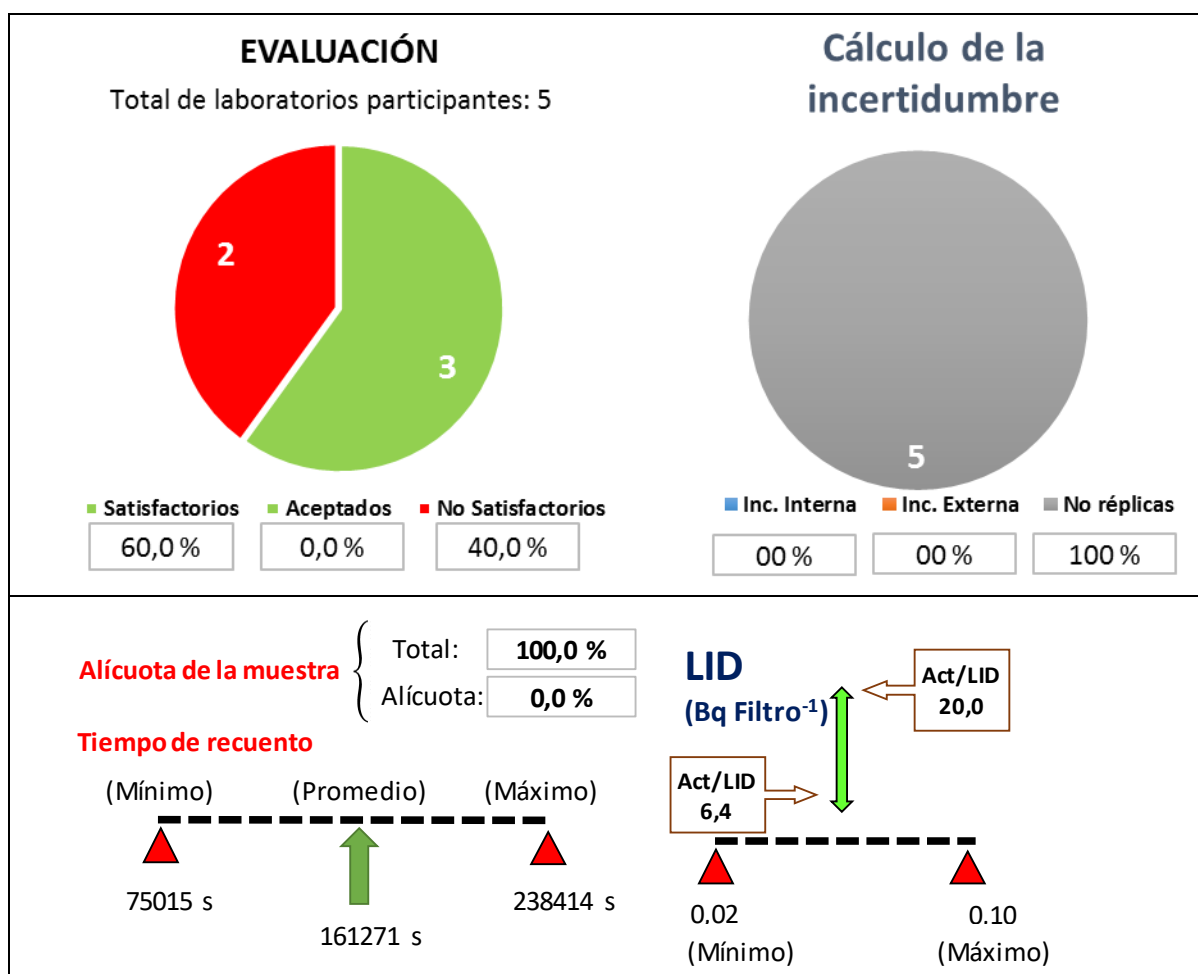


Figura 220. Evaluación y rangos del LID y tiempo de media para la determinación del ²⁴¹Am del filtro de 20 x 25 cm² de superficie para el plazo de 2 meses.

MÉTODOS Y DETECTORES UTILIZADOS

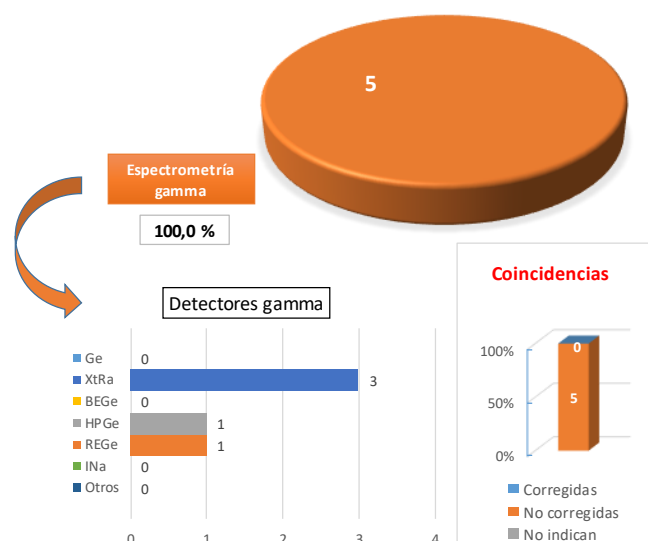


Figura 221. Métodos y detectores utilizados para la determinación del ^{241}Am en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en el plazo de 2 meses.

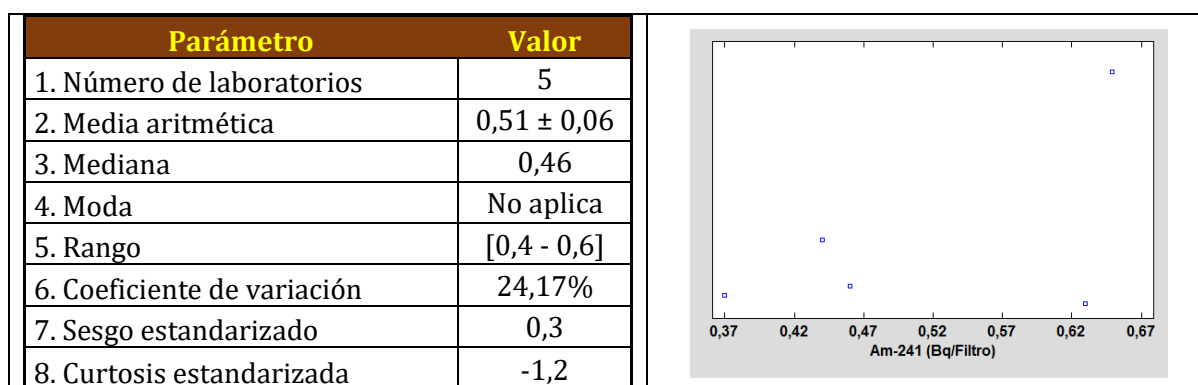


Figura 222. Parámetros y gráficas estadísticas de las concentraciones de actividad del ^{241}Am para el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie en plazo de 2 meses. Las gráficas de izquierda a derecha y de arriba a abajo son: a) Tabla con los resultados estadísticos de las concentraciones de actividad y b) gráfico de dispersión de las concentraciones de actividad.

17.8. Resultados no solicitados y falsos positivos

La Tabla 11 muestra los laboratorios que entregaron resultados que no estaban solicitados por el organizador. El valor de la concentración de actividad del ^{152}Eu del laboratorio 35 fue un falso positivo.

Tabla 11. Resultados no solicitados en el filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$ de superficie.

MATRIZ: Filtro de $20 \times 25 \text{ cm}^2$					
CÓDIGO Laboratorio	Isótopo informado	RESULTADOS			
		Actividad (Bq/Filtro)	U (k=2) (Bq/Filtro)	LID (Bq/Filtro)	TIPO
14	Fe-59			5,00E-02	No solicitado
34	Pb-214	1,14E+00	1,30E-01	2,00E-01	No solicitado
35	Eu-152	1,10E-01	4,00E-02	6,00E-02	Falso positivo

18. CONCLUSIONES

El resultado final de la intercomparación se puede considerar como satisfactorio debido a la complejidad de la medida y tratamiento de este tipo de matrices. Sin embargo, tanto desde el punto de vista de los laboratorios como de los análisis, hubo casos en los que se obtuvieron evaluaciones inferiores al 50% respecto a los valores satisfactorios. Por tanto, es necesario seguir trabajando en la mejora de este tipo de geometría para continuar con los excelentes resultados de los laboratorios españoles dedicados a la medida de la radiactividad ambiental.

La evaluación del filtro de 47 mm de diámetro en el plazo máximo de 72 horas fue de un 84,7% aceptado, 14,4% no aceptado y 2 laboratorios que presentaron valores de LID representando un 0,9%. El total de análisis fue de 236. El ^{226}Ra fue el análisis que obtuvo una peor evaluación, ya que 11 laboratorios obtuvieron una evaluación no satisfactoria de los 16 que participaron en dicha determinación. El ^{210}Pb también obtuvo una evaluación poco satisfactoria, ya que 7 de los 18 laboratorios que participaron en su determinación obtuvieron una evaluación no satisfactoria. Los resultados de la determinación de la concentración de actividad del ^{226}Ra fueron debidos a que 10 laboratorios utilizaron el equilibrio secular sin que fuera posible que se alcanzase en 72 horas. Por esta razón, los organizadores decidieron utilizar la actividad añadida del ^{226}Ra para realizar la evaluación. El laboratorio 23 fue el que obtuvo una peor evaluación aunque obtuvo un 50% de valores aceptados.

La evaluación del filtro de 44 x 44 cm² de superficie en el plazo de 72 horas para todos los ensayos fue satisfactoria en un 61,0%, no aceptada en un 29,9% y un 9,1% no se evaluó. El total de determinaciones fue de 77. El ^{226}Ra fue nuevamente el radionucleido que peor evaluación obtuvo y se debió a la misma razón que en el caso del filtro de 47 mm de diámetro. El uranio natural fue determinado sólo por uno de los laboratorios, que obtuvo una evaluación no satisfactoria. Los laboratorios 14 y 31 obtuvieron la peor evaluación ya que en ambos casos 7 de sus resultados obtuvieron la evaluación no satisfactoria. El ^{210}Pb no fue evaluado ya que el número de laboratorios participantes fue de 7 y no se pudo utilizar la actividad añadida, ya que la disolución de ^{226}Ra al ser antigua tenía ^{210}Pb que había crecido.

El número de determinaciones en el filtro de 20 x 25 cm² fue de 14, obteniéndose una evaluación satisfactoria del 57,2% y no satisfactoria del 42,8%. Las conclusiones a las que se puede llegar en este filtro son complicadas ya que el número de determinaciones por cada uno de los radionucleidos fue muy baja. El filtro fue analizado por 3 laboratorios: 5, 6 y 21, obteniendo este laboratorio una evaluación poco satisfactoria, ya que sus 5 resultados fueron no satisfactorios.

El número de determinaciones realizadas en el filtro de 47 mm de diámetro en el plazo máximo de 2 meses fue 431. La evaluación fue satisfactoria en un 75,9% y no satisfactoria en un 20,9%. El 3,2% de los resultados fue inferior al límite de detección. El ^{226}Ra fue el radionucleido que peor evaluación obtuvo, ya que 20 determinaciones obtuvieron una evaluación no satisfactoria, representando el 4,6% del total. La determinación de este radionucleido mediante espectrometría gamma fue poco satisfactoria, mientras que los laboratorios que utilizaron métodos radioquímicos obtuvieron una evaluación satisfactoria (10, 13 y 15) aunque el laboratorio 13 obtuvo un valor muy por debajo de la actividad añadida con la que fue evaluado. Los resultados con LID fueron para la determinación del ^{63}Ni , ^{89}Sr , ^{230}Th , ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U y ^{210}Pb . El laboratorio 14 fue el que más resultados por debajo del LID informó sumando un total de 5. Los laboratorios que no obtuvieron más del 50% de valores satisfactorios fueron: 4, 21, 33 y 36.

El número de determinaciones que se realizaron en el filtro de 44 x 44 cm² fueron 136. La evaluación satisfactoria fue de un 66,2%, los resultados aceptados fueron el 2,2% y los no aceptados un 19,1%. Los resultados que fueron reportados por debajo del LID supusieron un 5,1% del total. Los resultados del ²¹⁰Pb no pudieron ser evaluados ya que la disolución utilizada del ²²⁶Ra contenía ²¹⁰Pb ya que había crecido al haber transcurrido los periodos necesarios, estos resultados suponen el 7,4% del total. Las evaluaciones del ⁶³Ni, ²²⁶Ra, ²³⁵U, ²³⁸U, U_{nat} fueron inferiores al 50% en valores satisfactorios. La evaluación del ²²⁶Ra no pudo ser atribuida al equilibrio, como en los casos anteriores, ya que los resultados de la espectrometría gamma (tanto en equilibrio como a partir del fotopico de 186 keV) y radioquímica se repartieron entre la evaluación satisfactoria y la no satisfactoria. El laboratorio 21 obtuvo una evaluación satisfactoria inferior al 50% (sin considerar su determinación con actividad por dejado del LID y la no evaluada del ²¹⁰Pb).

El número de análisis realizados sobre el filtro de 20 x 25 cm² fue de 32. El 65,6% de estos análisis obtuvieron una evaluación satisfactoria y el 34,4% no satisfactoria. La determinación del ²³⁹Pu obtuvo una evaluación del 100% no satisfactoria, aunque sólo participaron en su determinación 2 laboratorios. El laboratorio número 23 obtuvo una evaluación no satisfactoria superior al 50%.

La corrección por coincidencias pudo ser un factor influyente en las evaluaciones de los emisores gamma en las que se produce y debe ser considerada con un factor a mejorar en futuros ejercicios intercomparativos en los que las geometrías también ayuden a que estas sean significativas.

ANEXO I. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h (FILTRO DE 47 mm)

MATRIZ: Filtro 47 mm Determinación: ⁸⁹ Sr + ⁹⁰ Sr				NUMERO DE PARTICIPANTES: 4	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					3,07 ± 0,21 6,84%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				2,6 ± 1,9 75,0%				
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado						Tipo de columna
7	7,60E+00	2,00E+00	4,00E-02	1		SR	Alicuota	CL	propio	22302	LX	HNO3	Coprecipitación		7,4	147,6	27,2	N/S	
15	2,79E+00	4,58E-01	1,76E+00	1		SR	Alicuota	CL	Propio	32400	LX	HNO3	Intercambio iónico	DOWEX50W8	-0,5	-9,0	17,8	S	
23	2,02E-01	1,60E-02	2,68E-02	1		SR	Alicuota	CP	Excel	60000	DT	HNO3	PP	DOWEX AG 1x8, Sr spec	Redimiento 33,62 %	-4,7	-93,4	10,5	N/S
26	2,33E+00	2,00E-01	1,10E-01	1		SR	Alicuota	CL	propio	3600	MO	HNO3+HCL+H2O2+HF	EC	SR-RESIN		-1,2	-24,1	11,0	S

MATRIZ: Filtro 47 mm Determinación: ²¹⁰ Pb				NUMERO DE PARTICIPANTES: 18	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				1,560 ± 0,120 7,69%	σ _p =20%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				2,27 ± 0,70 30,7%			
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
1	5,42E+00	6,20E-01	4,00E-01	1		EG	Total	Ge	Anesga	86400	46,54	0,072	NO		6,9	138,8	32,8	N/S
2	1,94E+00	3,28E-01	3,65E-01	2	I	EG		BEGe	Genie2K		46,54	0,233	NO		-0,7	-14,5	35,1	S
7	1,05E+00	1,40E-01	5,50E-02	1		EG	Total	BEGe	propio	75189	46,54	0,2601	NO		-2,7	-53,7	33,5	N/S
8	2,80E+00	6,00E-01	2,90E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	90000	46,54	0,17144			1,2	23,3	37,4	S
9	2,16E+00	6,77E-01	7,85E-01	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	72000	46,54	4,25	NO		-0,2	-4,9	43,9	S
12	2,00E+00	7,00E-01	2,00E+00	2	I	SR	Total	HpGe	Ge-propio	86400	46,5				-0,6	-11,9	46,6	S
13	2,27E+00	1,30E-01	4,60E-02	1	I	EG		HpGe	GAMMAVISION	84000					0,0	0,0	31,2	S
15	3,47E+00	1,45E+00	2,57E+00	1		EG	Total	Ge	Propio	55868	46,5	0,029302	NO		2,6	53,0	51,8	N/S
18	8,97E-01	2,91E-01	4,80E-01	2	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	46,5		NO		-3,0	-60,5	44,7	N/S
19			4,84E+00	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	72000	46,539	0,025	NO					
21	2,74E+00	1,40E-01	3,51E-01	3	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	46,5		NO		1,0	20,7	31,1	S
23	3,98E+00	1,54E+00	2,07E+00	1		EG	Total	ReGe	Genie2000		46,55	4,25	NO		3,8	75,3	49,4	N/S
26	3,79E+00	5,40E-01	5,23E-01	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	46,52	0,191			3,3	67,0	33,8	N/S
27	1,89E+00	6,10E-01	9,80E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	46,54	8,1	NO		-0,8	-16,7	44,5	S
28	2,16E+00	6,94E-01	1,12E+00	1	I	EG	Total	HpGe	Genie	86400	46,5	0,091			-0,2	-4,8	44,4	S
29	3,30E+00	3,42E-01	7,70E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	46,54	2,750			2,3	45,5	32,4	N/S
31	2,48E+00	5,40E-01	3,80E-01	1		EG	Total	Ge	Genie	69000	46,54				0,5	9,3	37,6	S
35	2,25E+00	4,00E-01	4,80E-01	1		EG		BEGe	Genie 2000	86400	46,50	0,0405	NO		0,0	-0,9	35,5	S

MATRIZ: Filtro 47 mm ²²⁶ Ra				NUMERO DE PARTICIPANTES: 16		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				1,180 ± 0,090 7,63%		σ _p =15%		MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				0,70 ± 0,33 46.6%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación		
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia	
1	4,00E-01	1,00E-01	1,00E-01	1		EGEQ	Total	Ge	Anesga	86400	609,3	0,045	NO		-4,4	-66,1	26,1	N/S	
2	1,34E+00	3,80E-01	7,56E-01	1		EGRaU	Total	BEGe	Genie2K	86400	186,21	0,156	NO		0,9	13,6	29,4	S	
7	1,24E+00	1,30E-01	9,70E-02	1		EGRaU	Total	BEGe	propio	75189	186,21	0,1998	NO		0,3	5,1	13,0	S	
8	4,40E-01	6,00E-02	5,10E-02	1		EGEQ	Total	HpGe	GammaVision	90000	351,93;609,31	0,09264;0,06296	NO		-4,2	-62,7	15,6	N/S	
9	5,60E-01	1,05E-01	1,89E-01	1		OTRO	Total	XiRa	Genie 2000	72000	609,31	45,49	NO		-3,5	-52,6	20,3	N/S	
12	8,00E-01	2,00E-01	4,00E-01	2	I	EGRaU	Total	HpGe	Ge-propio	86400	186,1		NO		-2,1	-32,2	26,1	N/S	
13	7,21E-01	9,20E-02	1,40E-01	1	I	EGEQ	Total	HpGe	GAMMAVISION	84000					-2,6	-38,9	14,9	N/S	
15	4,63E-01	8,98E-02	1,41E-01	1		OTRO	Total	Ge	Propio	55868	351,93	0,1552	NO		-4,0	-60,7	20,8	N/S	
18	4,88E-01	6,20E-02	1,20E-01	2	I	EGEQ	Total	HpGe	Genie 2000	72000	609,3/351,9		NO		-3,9	-58,6	14,8	N/S	
19	7,00E-01	2,00E-01	2,30E-01	1		EGEQ	Total	HpGe	Gammavision + Propio	72000	351,932	0,043	NO		-2,7	-40,7	29,6	N/S	
20	1,08E+00	5,56E-01	7,91E-01												-0,6	-8,5	52,0	S	
21	1,34E+00	1,20E-01	7,92E-01	3	S	EGRaU	Total	HpGe	Genie 2000	80000	186		NO		0,9	13,6	11,8	S	
23	6,70E-01	1,35E-01	3,75E-01	1		EGEQ	Total	ReGe	Genie2000		609,31;351,92	46,30; 37,20	NO		-2,9	-43,2	21,5	N/S	
27	8,10E-01	1,30E-01	3,20E-01	1	I	EGEQ	Total	HpGe	Genie+propio	165600	295+352+609	5,8+4,9+2,8	NO		-2,1	-31,4	17,8	N/S	
28			2,08E+00	1	I	EG	Total	HpGe	Genie	86400	186	0,0533							
35	4,80E-01	3,00E-02	7,00E-02	1		EGEQ	Total	BEGe	Genie 2000	86400					-4,0	-59,3	9,9	N/S	

MATRIZ: Filtro 47 mm Determinación: ⁵⁴ Mn				NUMERO DE PARTICIPANTES: 23	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,844 ± 0,068 8,06%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				0,95 ± 0,10 10,4%			
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
1	9,40E-01	7,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	Ge	Anesga	86400	834,8	0,026	NO		-0,1	-0,8	12,8	S
2	9,03E-01	3,66E-02	5,01E-02	2	I	EG	Total	BEGe	Genie2K		834,85	0,0304	NO		-0,3	-4,7	11,2	S
7	9,78E-01	4,60E-02	1,10E-02	1		EG	Total	BEGe	propio	75189	834,84	0,04542	SI (en la medida)		0,2	3,2	11,4	S
8	9,80E-01	1,20E-01	1,70E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	90000	834,85	0,04790	NO		0,2	3,4	16,1	S
9	8,77E-01	8,20E-02	9,60E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	72000	834,85	99,98	NO		-0,5	-7,4	14,0	S
11	1,01E+00	4,30E-02	4,80E-02	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	834,83	25			0,5	7,0	11,2	S
12	1,10E+00	1,00E-01	2,00E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	835				1,1	16,1	13,8	S
13	1,22E+00	1,60E-01	8,50E-02	1	I	EG	Total	HpGe	GAMMAVISION	84000					1,9	28,8	16,7	S
15	9,48E-01	1,05E-01	4,00E-02	1		EG	Total	Ge	Propio	55868	834,81	0,072074	SI (en la calibración)		0,0	0,0	15,2	S
16	8,26E-01	7,20E-02	6,60E-02	1		EG	Total	ReGe	Genie 2000	80000	834,85	0,03			-0,9	-12,8	13,6	S
18	1,02E+00	1,04E-01	6,80E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	834,8		NO		0,5	7,4	14,6	S
19	8,00E-01	1,00E-01	1,20E-01	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	72000	834,848	0,019	NO		-1,0	-15,6	16,3	S
20	1,00E+00	9,32E-02	4,12E-02												0,4	5,5	14,0	S
21	2,10E+00	8,70E-02	1,79E-01	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	834		NO		8,1	121,4	11,2	N/S
23	1,19E+00	8,46E-02	1,15E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	834,83	99,97	NO		1,7	25,6	12,6	S
24	9,35E-01	6,73E-02	6,44E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE+PROPIO	57000	835	0,033	NO		-0,1	-1,3	12,7	S
25	7,80E-01	1,60E-01	1,20E-01	1		EG	Total	Ge	Genie	8800	834,83	4,289E-02	NO		-1,2	-17,7	23,0	S
26	9,04E-01	6,30E-02	5,60E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	834,8	0,039			-0,3	-4,6	12,5	S
27	1,10E+00	9,00E-02	1,20E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	834,83	1,35	NO		1,1	16,1	13,2	S
28	9,30E-01	8,93E-02	1,29E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie	86400	834,848	0,0131			-0,1	-1,9	14,2	S
29	8,79E-01	7,20E-02	1,13E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	834,85	0,770			-0,5	-7,2	13,2	S
31	9,50E-01	9,00E-02	6,00E-02	1		EG	Total	Ge	Genie	69000	834,85				0,0	0,3	14,1	S
35	9,20E-01	4,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	86400	834,83	0,9997	NO		-0,2	-2,9	11,3	S

MATRIZ: Filtro 47 mm Determinación: ⁶⁵ Zn				NUMERO DE PARTICIPANTES: 23	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,970 ± 0,078 8,04%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				1,10 ± 0,13 12,3%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
1	1,17E+00	1,40E-01	7,00E-02	1		EG	Total	Ge	Anesga	86400	1115,5	0,019	NO		0,4	6,4	17,1	S
2	1,03E+00	4,52E-02	7,79E-02	2	I	EG		BEGe	Genie2K		1115,54	0,0225	NO		-0,4	-6,4	13,0	S
7	1,07E+00	7,80E-02	1,12E-02	1		EG	Total	BEGe	propio	75189	1115,54	0,03451	SI (en la medida)		-0,2	-3,1	14,3	S
8	1,10E+00	1,50E-01	3,80E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	90000	1115,55	0,03602	NO		0,0	0,0	18,3	S
9	9,59E-01	1,14E-01	1,53E-01	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	72000	1115,55	50,60	NO		-0,9	-12,8	17,1	S
11	1,01E+00	8,00E-02	1,11E-01	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	1115,50	25			-0,6	-8,3	14,6	S
12	1,00E+00	1,00E-01	5,00E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	1115				-0,6	-9,1	15,8	S
13	1,31E+00	1,40E-01	1,80E-01	1	I	EG		HpGe	GAMMAVISION	84000					1,3	19,1	16,3	S
15	1,01E+00	1,17E-01	6,47E-02	1		EG	Total	Ge	Propio	55868	1115	0,055963	SI (en la calibración)		-0,6	-8,3	16,9	S
16	1,12E+00	9,00E-02	1,40E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie 2000	80000	1115,54	0,0205			0,1	1,8	14,7	S
18	1,24E+00	1,66E-01	1,23E-01	2	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	1115,5		NO		0,8	12,7	18,2	S
19	1,20E+00	2,00E-01	2,60E-01	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	72000	1115,539	0,015	NO		0,6	9,1	20,7	S
20	1,17E+00	8,13E-02	9,71E-02												0,4	6,4	14,1	S
21	2,95E+00	8,30E-02	3,01E-01	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	1115		NO		11,2	167,8	12,6	N/S
23	1,27E+00	1,09E-01	2,59E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	1115,52	50,75	NO		1,0	15,5	15,0	S
24	1,15E+00	1,26E-01	1,35E-01	1		EG	Total	HpGe	GENIE+PROPIO	57000	1115	0,025	NO		0,3	4,5	16,4	S
25	6,70E-01	2,10E-01	2,30E-01	1		EG	Total	Ge	Genie	8800	1115,80	3,301E-02	NO		-2,6	-39,1	33,7	N/S
26	9,64E-01	1,14E-01	1,31E-01	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	1115,52	0,028			-0,8	-12,4	17,0	S
27	1,22E+00	1,10E-01	2,00E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	1115,55	1,04	NO		0,7	10,9	15,2	S
28	1,07E+00	2,29E-01	3,37E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie	86400	1115,539	0,0101			-0,2	-2,7	24,7	S
29	7,01E-01	1,24E-01	2,59E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	1115,54	0,589			-2,4	-36,3	21,5	N/S
31	1,15E+00	1,20E-01	1,00E-01	1		EG	Total	Ge	Genie	69000	1115,54				0,3	4,5	16,1	S
35	1,06E+00	7,00E-02	7,00E-02	1		EG		BEGe	Genie 2000	86400	1115,52	0,5075	NO		-0,2	-3,6	13,9	S

MATRIZ: Filtro 47 mm Determinación: ¹⁰⁶ Ru				NUMERO DE PARTICIPANTES: 19		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				3,760 ± 0,300 7,98%		σ _p =15%		MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				3,4 ± 0,5 15,1%
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
2	3,77E+00	2,29E-01	4,39E-01	2	I	EG	BEGe	Genie2K		621,90 / 1050,39	0,0420 / 0,0239	SI (en la medida)	Ru-106 en equilibrio con el hijo Rh-106, medido por los fotopicos del hijo	0,8	11,9	16,3	S	
7	3,75E+00	1,80E-01	9,12E-02	1		EG	Total	BEGe	propio	75189	621,8	0,06107	SI (en la medida)		0,8	11,3	15,8	S
8	3,30E+00	6,00E-01	1,90E-01	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	90000	621,94	0,06192	NO		-0,1	-2,1	23,6	S
9	3,03E+00	6,06E-01	5,22E-01	1		EG	Total	XtRa	Genie 2000	72000	511,85; 621,89	20,50; 9,86	SI (en ambas)		-0,7	-10,2	25,1	S
11	3,29E+00	2,60E-01	4,26E-01	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	621,92	25			-0,2	-2,3	17,0	S
12	3,00E+00	4,00E-01	3,00E-01	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	621				-0,7	-11,0	20,1	S
13	3,78E+00	6,90E-01	6,00E-01	1	I	EG		HpGe	GAMMAVISION	84000					0,8	12,2	23,7	S
15	3,88E+00	5,69E-01	5,63E-01	1		EG	Total	Ge	Propio	55868	621,9	0,09382	SI (en ambas)		1,0	15,0	21,1	S
16	3,45E+00	2,80E-01	5,20E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie 2000	80000	621,90	0,0428	SI (en la medida)		0,2	2,4	17,1	S
19	3,70E+00	7,00E-01	1,04E+00	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	72000	621,9	0,025	NO		0,7	9,8	24,2	S
20	3,28E+00	3,88E-01	3,47E-01												-0,2	-2,7	19,2	S
21	5,82E+00	5,60E-01	1,14E+00	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	622		NO		4,8	72,7	17,9	N/S
23	3,81E+00	9,38E-01	1,70E+00	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	621,84	9,80	NO		0,9	13,1	28,9	S
25	2,24E+00	9,30E-01	1,19E+00	1		EG	Total	Ge	Genie	8800	621,97	5,671E-02			-2,2	-33,5	44,2	N/S
26	3,37E+00	6,00E-01	4,85E-01	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	621,84	0,052			0,0	0,0	23,3	S
27	4,34E+00	6,50E-01	9,50E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	621,94	2,1	NO		1,9	28,8	21,3	S
28	3,34E+00	5,81E-01	8,94E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie	86400	621,9	0,0175			-0,1	-0,9	23,0	S
29	3,32E+00	4,80E-01	1,07E+00	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	621,9	1,007			-0,1	-1,4	20,9	S
35	3,05E+00	3,70E-01	3,00E-02	1		EG		BEGe	Genie 2000	86400	621,84/1050,47	0,098/0,0173	NO		-0,6	-9,5	19,4	S

MATRIZ: Filtro 47 mm Determinación: ⁶⁰ Co				NUMERO DE PARTICIPANTES: 23	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,508 ± 0,041 8,07%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				0,57 ± 0,05 8,9%			
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia					
1	6,00E-01	7,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	Ge	Anesga	86400	1173,2	0,018	NO		0,3	4,5	14,7	S
2	5,31E-01	2,04E-02	4,27E-02	2	I	EG		BEGe	Genie2K		1173,23 / 1332,49	0,0214 / 0,0189	SI (en la calibración)		-0,5	-7,6	9,7	S
7	5,46E-01	5,20E-02	1,14E-02	2	I	EG	Total	BEGe	propio	75189	1173,2+1332,5	0,0330+0,02 94	SI (en la medida)		-0,3	-4,9	13,0	S
8	5,30E-01	7,00E-02	1,70E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	90000	1173,24	0,03417	NO		-0,5	-7,7	15,9	S
9	5,41E-01	6,04E-02	1,12E-01	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	72000	1173,24; 1332,50	99,97; 99,99	SI (en ambas)		-0,4	-5,8	14,3	S
11	6,35E-01	4,60E-02	5,90E-02	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	1173,21	25			0,7	10,6	11,5	S
12	6,00E-01	1,00E-01	4,00E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	1333				0,3	4,5	18,9	S
13	7,50E-01	1,30E-01	8,90E-02	1	I	EG		HpGe	GAMMAVISION	84000					2,0	30,6	19,5	N/S
15	5,74E-01	6,44E-02	4,02E-02	1		EG	Total	Ge	Propio	55868	1332,49	0,04803	SI (en ambas)		0,0	0,0	14,3	S
16	5,73E-01	4,60E-02	8,10E-02	1		EG	Total	ReGe	Genie 2000	80000	1173,23	0,0192			0,0	-0,2	12,0	S
18	6,21E-01	7,00E-02	6,50E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	1173,2/1332,5		NO		0,5	8,1	14,4	S
19	7,00E-01	3,00E-01	1,20E-01	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	72000	1332,492	0,012	NO		1,5	21,9	43,8	S
20	5,86E-01	2,87E-02	4,47E-02												0,1	2,0	10,1	S
21	6,86E-01	2,40E-02	7,70E-02	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	1173/1333		NO		1,3	19,4	9,5	S
23	6,50E-01	7,05E-02	1,50E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	1173,22	100	NO		0,9	13,2	14,0	S
24	5,62E-01	5,41E-02	4,82E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE+PROPIO	58000	1332	0,024	NO		-0,1	-2,2	13,1	S
25	4,40E-01	8,00E-02	1,20E-01	1		EG	Total	Ge	Genie	8800	1173,57	3,156E-02	NO		-1,6	-23,4	20,2	S
26	5,52E-01	7,60E-02	7,30E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	1132,5	0,023			-0,3	-3,9	16,4	S
27	6,80E-01	6,00E-02	1,20E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	1173+1332	2,1+1,9	NO		1,2	18,4	12,5	S
28	5,96E-01	8,06E-02	1,01E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie	86400	1173	0,00966			0,3	3,8	16,2	S
29	5,14E-01	4,80E-02	1,07E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	1332,49	0,502			-0,7	-10,5	12,9	S
31	5,40E-01	7,00E-02	6,00E-02	1		EG	Total	Ge	Genie	69000	1332,49	0,0212	SI (en la calibración)		-0,4	-6,0	15,7	S
35	5,50E-01	3,00E-02	4,00E-02	1		EG		BEGe	Genie 2000	86400	1173,22/1332,4 9	1/1	NO		-0,3	-4,2	10,4	S

MATRIZ: Filtro 47 mm Determinación: ¹³⁴ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 23		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,493 ± 0,078 15,82%		σ _p =15%		MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				0,49 ± 0,06 12,7%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación		
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia	
1	4,00E-01	4,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	Ge	Anesga	86400	604,72	0,046	NO		-1,2	-18,4	16,2	S	
2	5,24E-01	2,23E-02	3,71E-02	2	I	EG		BEGe	Genie2K		604,72 / 795,86	0,0434 / 0,0320	SI (en la medida)		0,5	6,9	13,4	S	
7	4,87E-01	2,20E-02	8,20E-03	2	I	EG	Total	BEGe	propio	75189	604,7+795	0,0629+0,04761	SI (en la medida)		0,0	-0,6	13,5	S	
8	5,20E-01	7,00E-02	1,60E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	90000	604,72	0,06335	SI (en la medida)		0,4	6,1	18,5	S	
9	4,31E-01	3,47E-02	6,22E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	72000	604,72; 765,86; 569,33	97,62; 85,53; 15,38	SI (en ambas)		-0,8	-12,0	15,0	S	
11	4,55E-01	2,80E-02	4,20E-02	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	604,30	25			-0,5	-7,1	14,1	S	
12	5,00E-01	4,00E-02	2,00E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	795,9		SI (en la medida)		0,1	2,0	15,0	S	
13	5,32E-01	7,40E-02	7,70E-02	1	I	EG		HpGe	GAMMAVISION	84000					0,6	8,6	18,8	S	
15	5,01E-01	5,68E-02	4,43E-02	1		EG	Total	Ge	Propio	55868	604,72	0,096243	SI (en ambas)		0,2	2,3	17,0	S	
16	4,97E-01	4,00E-02	3,90E-02	1		EG	Total	ReGe	Genie 2000	80000	604,72	0,0442	SI (en la medida)		0,1	1,4	15,0	S	
18	4,12E-01	8,70E-02	4,00E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	604,7/795,8		NO		-1,1	-15,9	24,6	S	
19	5,00E-01	1,00E-01	1,10E-01	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	72000	795,86	0,020	NO		0,1	2,0	23,7	S	
20	4,68E-01	3,37E-02	3,62E-02												-0,3	-4,5	14,6	S	
21	4,90E-01	1,20E-01	9,30E-02	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	604		NO		0,0	0,0	27,6	S	
23	5,46E-01	3,69E-02	1,10E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	604,70	97,60	NO		0,8	11,4	14,4	S	
24	4,13E-01	6,39E-02	6,98E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE+PROPIO	57000	796	0,034	NO		-1,0	-15,7	20,0	S	
25	3,20E-01	6,00E-02	1,20E-01	1		EG	Total	Ge	Genie	8800	604,78	5,828E-02	NO		-2,3	-34,7	22,7	N/S	
26	4,96E-01	4,90E-02	5,80E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	604,70	0,053	SI (en la medida)		0,1	1,2	16,1	S	
27	5,70E-01	6,00E-02	1,00E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	604,72	1,1	NO		1,1	16,3	16,5	S	
28	5,34E-01	1,26E-01	1,95E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie	86400	795,86	0,0137			0,6	8,9	26,9	S	
29	4,36E-01	3,80E-02	8,30E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	604,72	1,033			-0,7	-11,0	15,4	S	
31	4,00E-01	5,00E-02	7,00E-02	1		EG	Total	Ge	Genie	69000	604,72				-1,2	-18,4	17,8	S	
35	4,20E-01	2,00E-02	3,00E-02	1		EG		BEGe	Genie 2000	86400	604,7	0,976	NO		-1,0	-14,3	13,6	S	

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: Filtro 47 mm Determinación: ¹³⁷ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 23	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,848 ± 0,068 8,02%	σp=15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				0,91 ± 0,07 7,5%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
1	7,50E-01	5,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	Ge	Anesga	86400	661,65	0,039	NO		-1,2	-17,7	10,0	S
2	9,11E-01	3,92E-02	6,04E-02	2	I	EG		BEGe	Genie2K		661,66	0,0392	NO		0,0	0,0	8,6	S
7	8,35E-01	4,00E-02	9,60E-03	1		EG	Total	BEGe	propio	75189	661,66	0,05731	NO		-0,6	-8,3	8,9	S
8	9,10E-01	1,20E-01	1,90E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	90000	661,66	0,05883	NO		0,0	-0,1	15,2	S
9	8,07E-01	8,35E-02	1,07E-01	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	72000	661,66	84,99	NO		-0,8	-11,4	12,8	S
11	9,96E+00	4,20E-02	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	661,54	25			66,2	993,6	7,5	N/S
12	1,00E+00	1,00E-01	3,00E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	661				0,7	9,8	12,5	S
13	1,14E+00	1,20E-01	8,20E-02	1	I	EG		HpGe	GAMMAVISION	84000					1,7	25,1	12,9	S
15	9,32E-01	1,03E-01	3,82E-02	1		EG	Total	Ge	Propio	55868	661.6	0.088701	SI (en la calibración)		0,2	2,3	13,3	S
16	8,48E-01	6,80E-02	5,60E-02	1		EG	Total	ReGe	Genie 2000	80000	661,66	0,0398			-0,5	-6,9	11,0	S
18	9,35E-01	7,60E-02	6,10E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	661,7		NO		0,2	2,6	11,1	S
19	9,00E-01	2,00E-01	1,20E-01	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	72000	661,657	0,025	NO		-0,1	-1,2	23,4	S
20	9,51E-01	3,76E-02	3,53E-02												0,3	4,4	8,5	S
21	1,08E+00	3,40E-02	8,20E-02	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	661		NO		1,2	18,7	8,1	S
23	1,30E+00	1,21E-01	2,11E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	661,65	85,12	NO		2,8	42,7	11,9	N/S
24	9,52E-01	6,73E-02	6,81E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE+PROPIO	57000	662	0,040	NO		0,3	4,5	10,3	S
25	7,10E-01	1,50E-01	1,50E-01	1		EG	Total	Ge	Genie	8800	661,68	5,339E-02	NO		-1,5	-22,1	22,4	S
26	9,27E-01	6,10E-02	5,30E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	661,66	0,049			0,1	1,8	10,0	S
27	1,14E+00	9,00E-02	1,10E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	795,86	3,4	NO		1,7	25,1	10,9	S
28	9,00E-01	1,09E-01	1,56E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie	86400	661,7	0,0164			-0,1	-1,2	14,2	S
29	8,65E-01	7,00E-02	1,15E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	661,66	0,953			-0,3	-5,0	11,0	S
31	9,10E-01	9,00E-02	6,00E-02	1		EG	Total	Ge	Genie	69000	661,66	0,0441			0,0	-0,1	12,4	S
35	8,90E-01	5,00E-02	4,00E-02	1		EG		BEGe	Genie 2000	86400	661,65	0,8512	NO		-0,2	-2,3	9,4	S

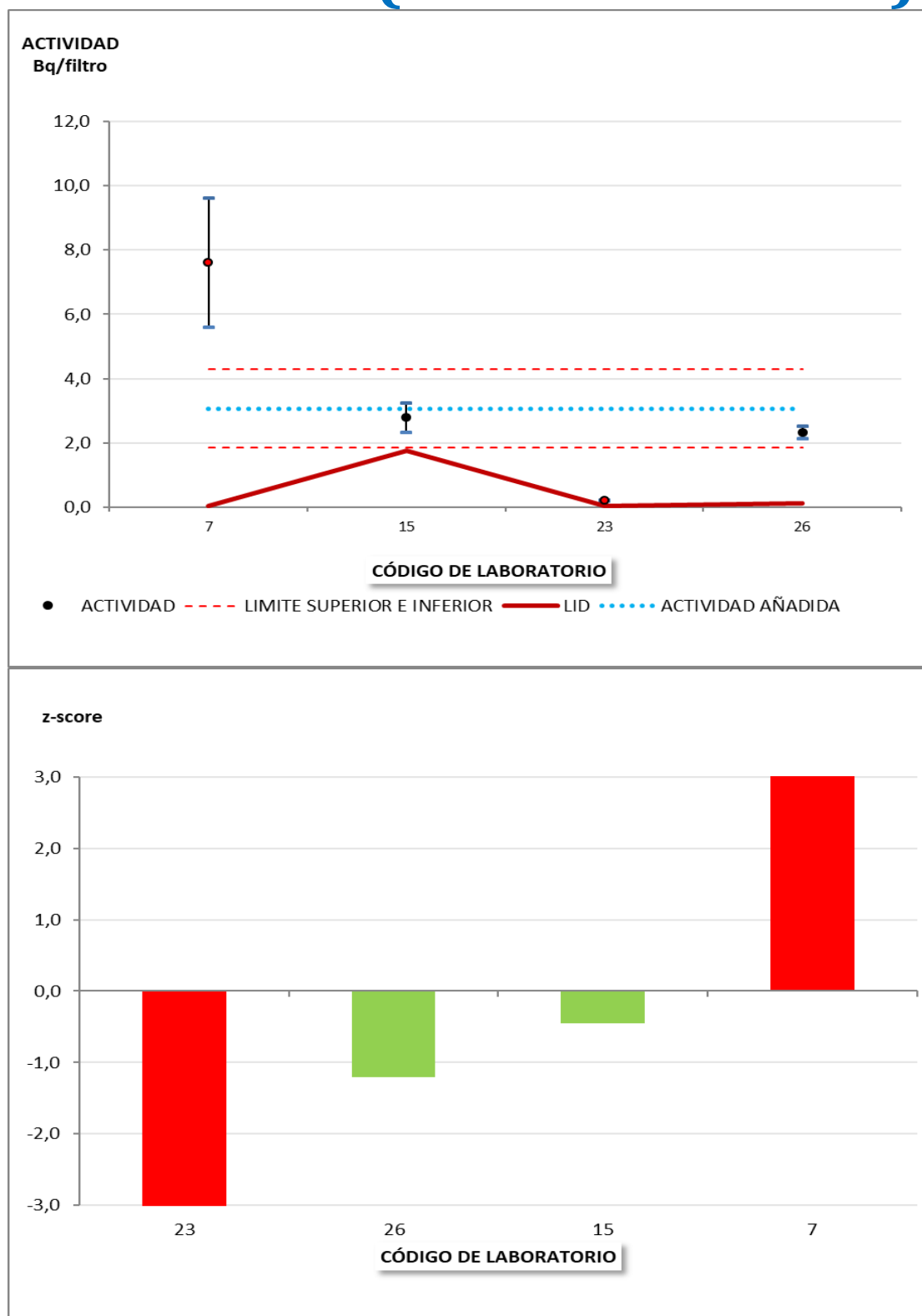
MATRIZ: Filtro 47 mm Determinación: ²⁴¹ Am				NUMERO DE PARTICIPANTES: 21	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,300 ± 0,024 8,00%	σ _p =20%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,35 ± 0,04 10,7%			
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
1	3,40E-01	3,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	Ge	Anesga	86400	59,54	0,180	NO		-0,1	-2,3	12,6	S
2	3,27E-01	1,97E-02	3,62E-02	2	I	EG		BEGe	Genie2K		59,54	0,240	NO		-0,3	-6,0	10,8	S
7	3,27E-01	1,70E-02	6,60E-03	1		EG	Total	BEGe	propio	75189	59,54	0,2734	NO		-0,3	-6,0	10,3	S
8	4,00E-01	6,00E-02	2,30E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	90000	59,54	0,20979	NO		0,7	14,9	17,5	S
9	3,46E-01	3,99E-02	5,89E-02	1		EG	Total	XIRa	Genie 2000	72000	59,54	35,78	NO		0,0	-0,5	14,6	S
12	4,00E-01	1,00E-01	1,00E-01	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	59,9				0,7	14,9	26,6	S
13	4,60E-01	1,40E-01	5,50E-02	1	I	EG		HpGe	GAMMAVISION	84000					1,6	32,2	31,7	S
15	4,31E-01	9,42E-02	1,27E-01	1		EG	Total	Ge	Propio	55868	59,54	0,084355	NO		1,2	23,9	23,6	S
16	3,73E-01	3,00E-02	3,40E-02	1		EG	Total	ReGe	Genie 2000	80000	59,54	0,198			0,4	7,2	12,0	S
18	2,58E-01	1,40E-02	3,60E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	59,5		NO		-1,3	-25,9	10,5	S
19	5,00E-01	3,00E-01	3,40E-01	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	72000	59,5409	0,036	NO		2,2	43,7	60,7	N/S
20	3,64E-01	8,12E-02	1,08E-01												0,2	4,6	24,0	S
21	3,48E-01	4,00E-02	1,02E-01	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	59,4		NO		0,0	0,0	14,6	S
23	5,17E-01	4,56E-02	1,18E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	59,54	36,30	NO		2,4	48,6	12,6	N/S
25	2,70E-01	9,00E-02	1,00E-01	1		EG	Total	Ge	Genie	8800	59,93	2,694E-01	NO		-1,1	-22,4	34,5	S
26	3,61E-01	4,90E-02	5,50E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	59,54	0,219			0,2	3,7	16,3	S
27	4,30E-01	6,00E-02	1,00E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	59,54	9,9	NO		1,2	23,6	16,6	S
28	3,45E-01	4,74E-02	7,16E-02	1	I	EG	Total	HpGe	Genie	86400	59,5	0,0858			0,0	-0,9	16,4	S
29	3,27E-01	3,20E-02	6,90E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	59,54	3,255			-0,3	-6,0	13,3	S
31	3,40E-01	5,00E-02	4,00E-02	1		EG	Total	Ge	Genie	69000	59,54	0,2302			-0,1	-2,3	17,2	S
35	3,40E-01	2,00E-02	2,00E-02	1		EG		BEGe	Genie 2000	86400	59,54	0,363	NO		-0,1	-2,3	10,7	S

MATRIZ: Filtro 47 mm Determinación: Alfa total				NUMERO DE PARTICIPANTES: 20	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) (²⁴¹ Am) % Incertidumbre:					0,114 ± 0,009 7,89%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MAde/MEDIANA:				0,091 ± 0,029 31,90%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							Días entre análisis y medida	OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº del	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)						
1	7,70E-02	3,00E-03	1,00E-03	1		Otros	Total	CS	UMS	86400			-0,5	-15,0	32,1	S
2	9,01E-02	1,51E-02	2,63E-02	3	I		Total	CP	AMS-Propio	3600	1		0,0	-0,5	36,0	S
7	3,87E-02	3,20E-03	7,00E-03	1		Otros	Total	CP		165600	1		-1,9	-57,3	32,9	S
8	1,34E-01	8,00E-03	5,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	60000			1,6	48,0	32,4	S
9	1,19E-01	6,90E-03	5,80E-03	1		Otros	Total	CP	UMS+PROPIO	72000			1,1	31,6	32,4	S
10	8,00E-02	9,00E-03	6,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	30000			-0,4	-11,7	33,8	S
11	7,63E-02	3,84E-03	2,33E-03	1			Total	CP		86400	0		-0,5	-15,8	32,2	S
12	7,00E-02	1,00E-02											-0,8	-22,7	34,9	S
13	1,10E-01	1,30E-02	3,00E-03	1	I	Otros		CP	Alfabeta	144000	0		0,7	21,5	34,0	S
15	1,02E-01	8,80E-03	4,52E-03	2		Otros	Total	CP	Propio	60000	0		0,4	12,5	33,0	S
18	2,47E-01	1,30E-02	2,00E-03	2	I	Otros	Total	CS	Propio	120000	0		5,8	172,8	32,3	N/S
19	1,30E-01	1,00E-02	4,00E-03	1		Otros	Total	CP	AMS + Propio	72000	0		1,5	43,6	32,8	S
20	6,59E-02	5,80E-03	4,13E-03										-0,9	-27,2	33,0	S
21	9,70E-02	2,10E-02	4,00E-03	2	I	Otros	Total	CP		60000			0,2	7,1	38,5	S
23	1,37E-01	6,11E-03	8,69E-03	1		Otros	Total	CP	Excel				1,7	51,3	32,2	S
26	8,50E-02	8,00E-03	3,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	60000	0	El filtro llegó el 25/11/2021 y se midió ese mismo día.	-0,2	-6,1	33,2	S
27	9,10E-02	2,00E-02	3,00E-03	1	I	Otros	Total	CP	Propio	78000			0,0	0,5	38,7	S
28	7,33E-02	5,20E-03	2,98E-03	1	I	Otros	Total	CP	Propio	1000	0		-0,6	-19,1	32,6	S
29	5,70E-02	1,20E-02	2,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	60000			-1,2	-37,1	38,2	S
35	1,10E-01	1,00E-02	1,00E-02	1		Otros		CS		86400		Contaje directo	0,7	21,5	33,1	S

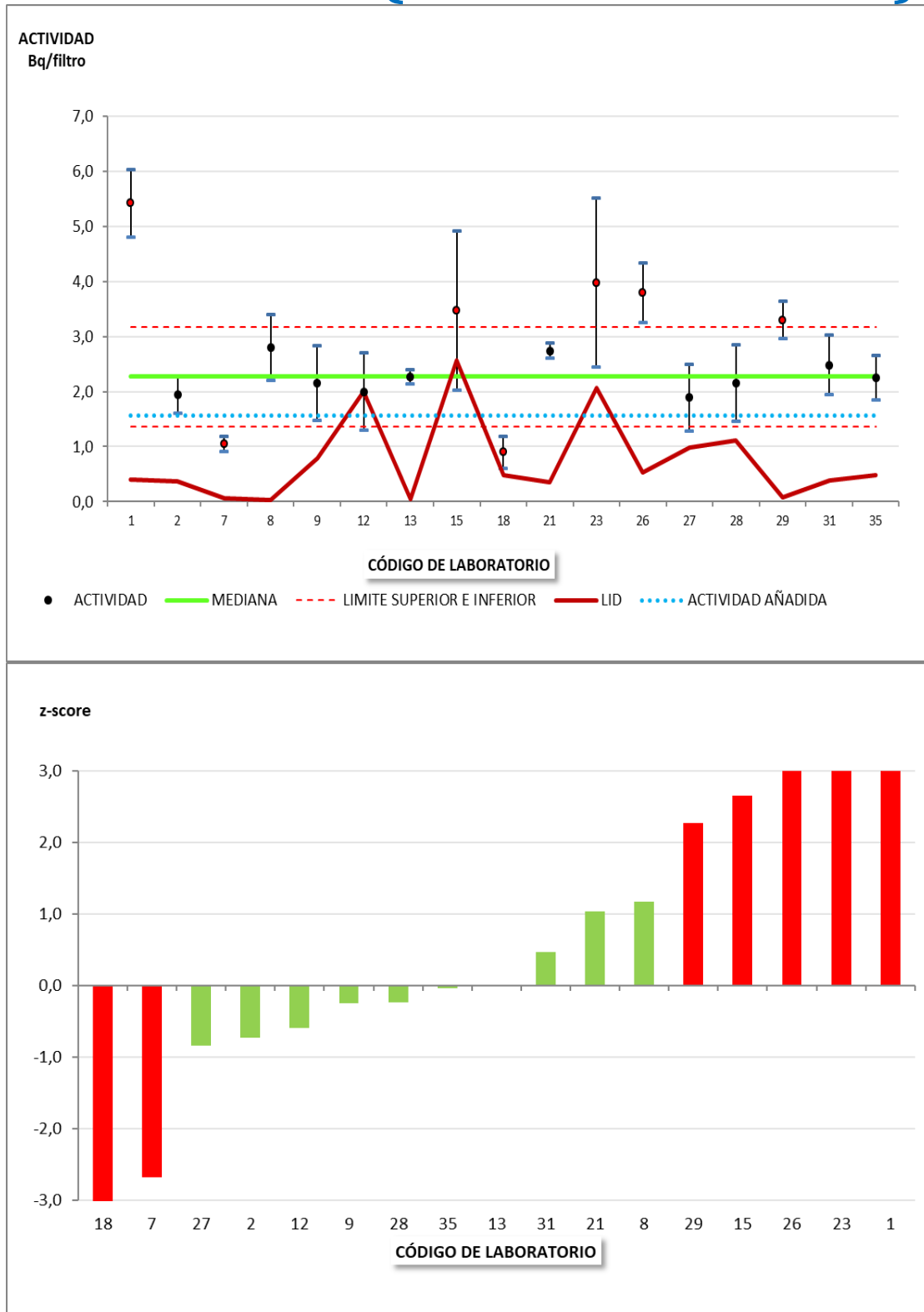
MATRIZ: Filtro 47 mm Determinación: Beta total				NUMERO DE PARTICIPANTES: 23	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) (⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y) % Incertidumbre:					0,198 ± 0,016 8,08%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,203 ± 0,031 15,30%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							Días entre análisis y medida	OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)						
1	2,40E-01	2,00E-02	2,00E-02	1		Otros	Total	CP	HT1000	86400			0,9	18,2	17,5	S
2	1,86E-01	1,96E-02	4,23E-02	3	I		Total	CP	AMS-Propio	3600	1		-0,4	-8,4	18,6	S
7	1,97E-01	6,20E-03	5,00E-02	1		Otros	Total	CP		165600	1		-0,1	-2,8	15,7	S
8	1,99E-01	1,00E-02	9,50E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	60000			-0,1	-2,0	16,1	S
9	2,09E-01	7,70E-03	1,11E-02	1		Otros	Total	CP	UMS+PROPIO	72000			0,1	2,7	15,8	S
10	2,65E-01	8,00E-03	5,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	30000			1,5	30,5	15,6	S
11	2,01E-01	1,40E-01	2,18E-02	1			Total	CP		86400	0		-0,1	-1,1	71,5	S
12	1,30E-01	2,00E-02											-1,8	-36,0	21,7	S
13	2,00E-01	1,20E-02	6,00E-03	1	I	Otros		CP	Alfabeta	144000	0		-0,1	-1,5	16,5	S
15	2,10E-01	1,44E-02	1,01E-02	2		Otros	Total	CP	Propio	60000	0		0,2	3,3	16,8	S
18	2,52E-01	6,80E-02	6,00E-03	1	I	Otros	Total	CP	Propio	120000	0		1,2	24,1	31,0	S
19	1,80E-01	1,00E-02	8,00E-03	1		Otros	Total	CP	AMS + Propio	72000	0		-0,6	-11,3	16,3	S
20	1,55E-01	1,01E-02	1,30E-03										-1,2	-23,6	16,7	S
21	1,82E-01	2,90E-02	1,10E-02	2	I	Otros	Total	CP		60000			-0,5	-10,3	22,1	S
23	3,61E-01	7,30E-03	3,91E-03	1		Otros	Total	CP	Excel				3,9	77,8	15,5	N/S
24	2,46E-01	4,18E-02	1,06E-02	1		Otros	Total	CP	PROPIO	54000	2		1,1	21,2	22,9	S
25	2,00E-01	1,00E-02	1,00E-02	1		Otros	Total	CP	Excel				-0,1	-1,5	16,1	S
26	2,03E-01	1,20E-02	9,00E-03	1							0		0,0	0,0	16,4	S
27	2,23E-01	1,20E-02	1,00E-02	1	I	Otros	Total	CP	Propio	78000			0,5	9,9	16,3	S
28	2,49E-01	9,00E-03	1,03E-02	1	I	Otros	Total	CP	Propio	1000	0		1,1	22,7	15,8	S
29	2,32E-01	3,50E-02	6,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	60000			0,7	14,3	21,5	S
31	1,56E-01	1,20E-02	8,00E-03	2	I	Otros	Total	CP	propio	84000			-1,2	-23,2	17,2	S
35	2,10E-01	2,00E-02	1,00E-02	1		Otros		CP	HT1000	86400		Contaje directo	0,2	3,4	18,1	S

**ANEXO II. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE
EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS
EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h
(FILTRO DE 47 mm)**

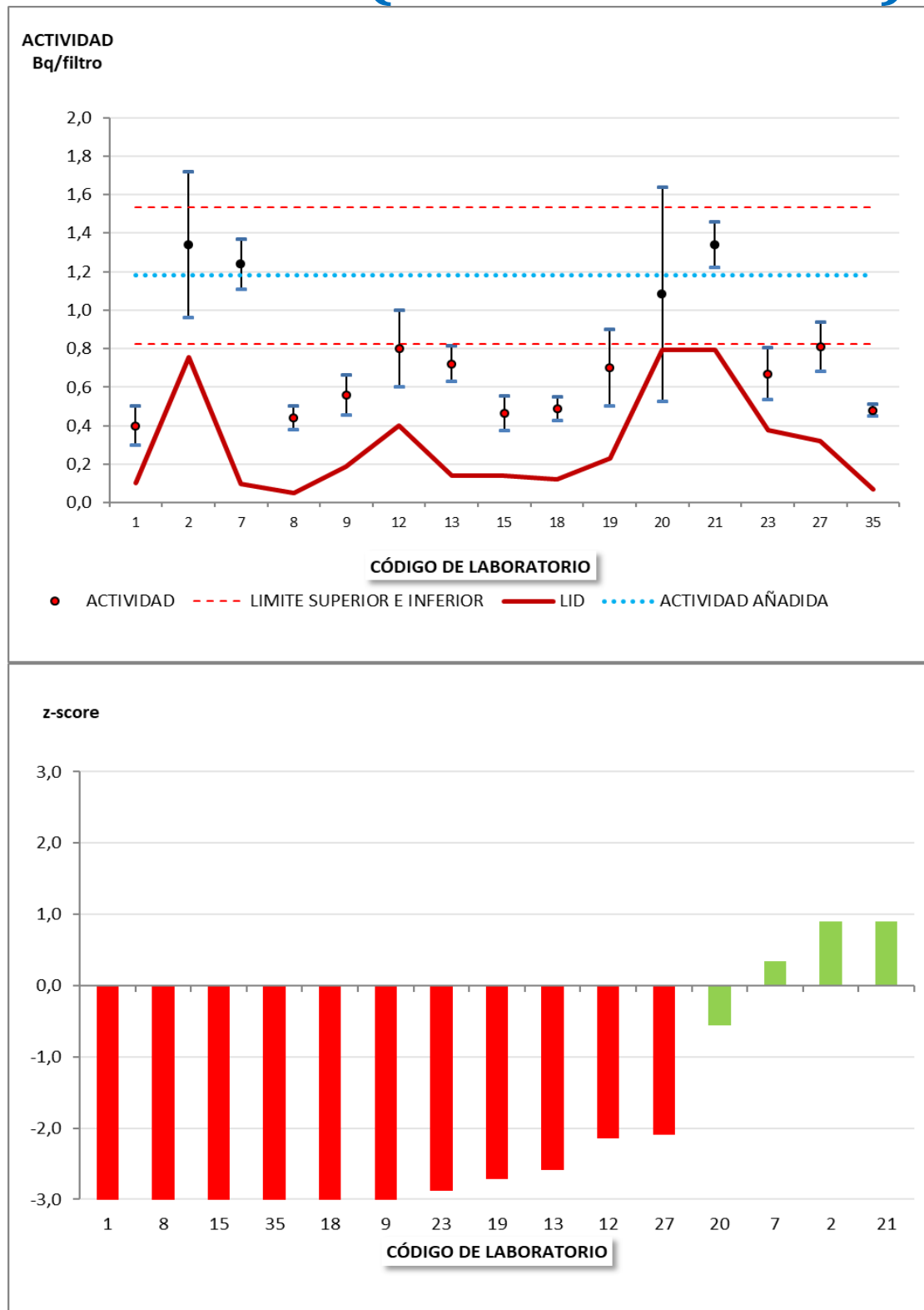
89+90Sr (Filtro de 47 mm)



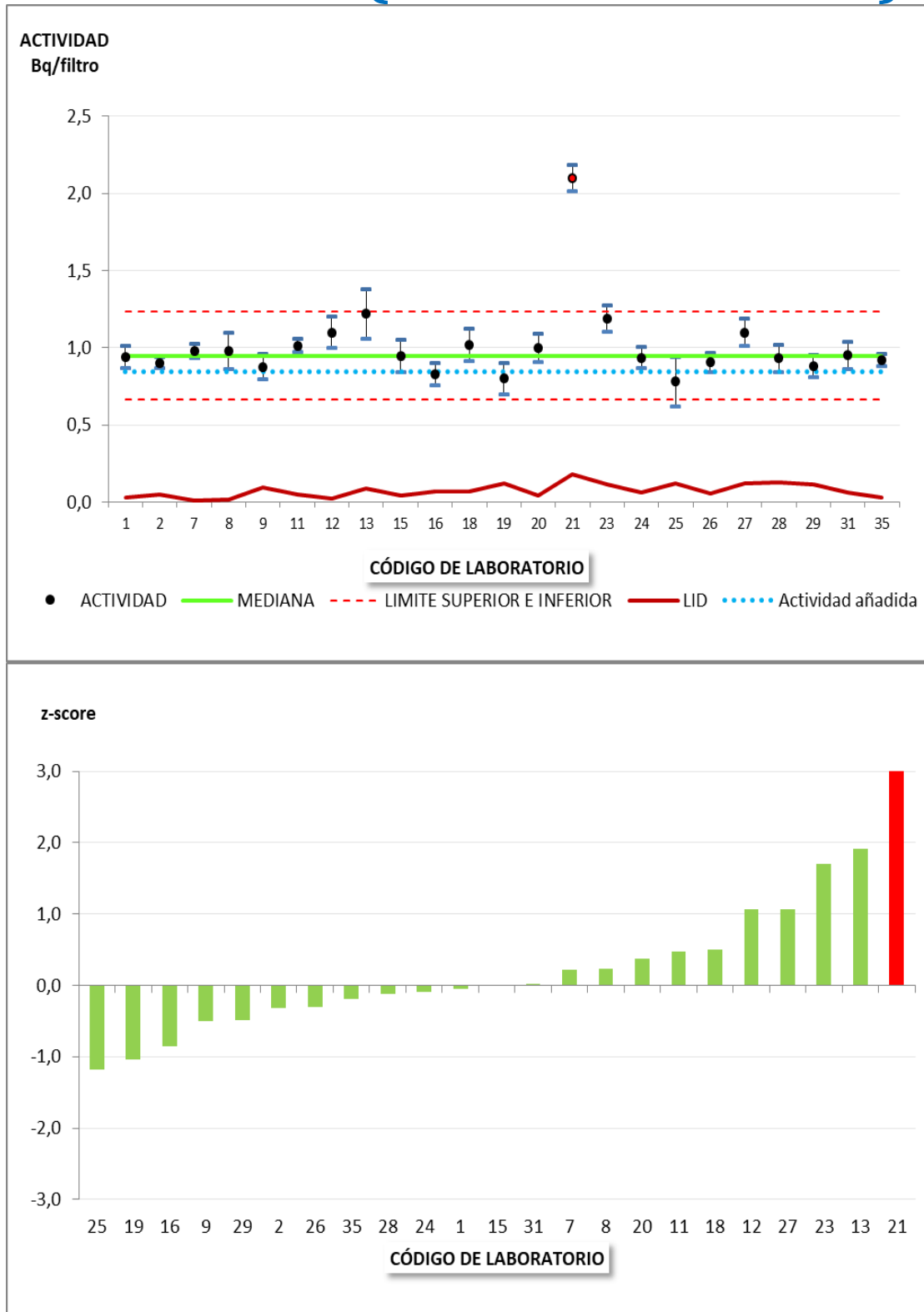
210Pb (Filtro de 47 mm)



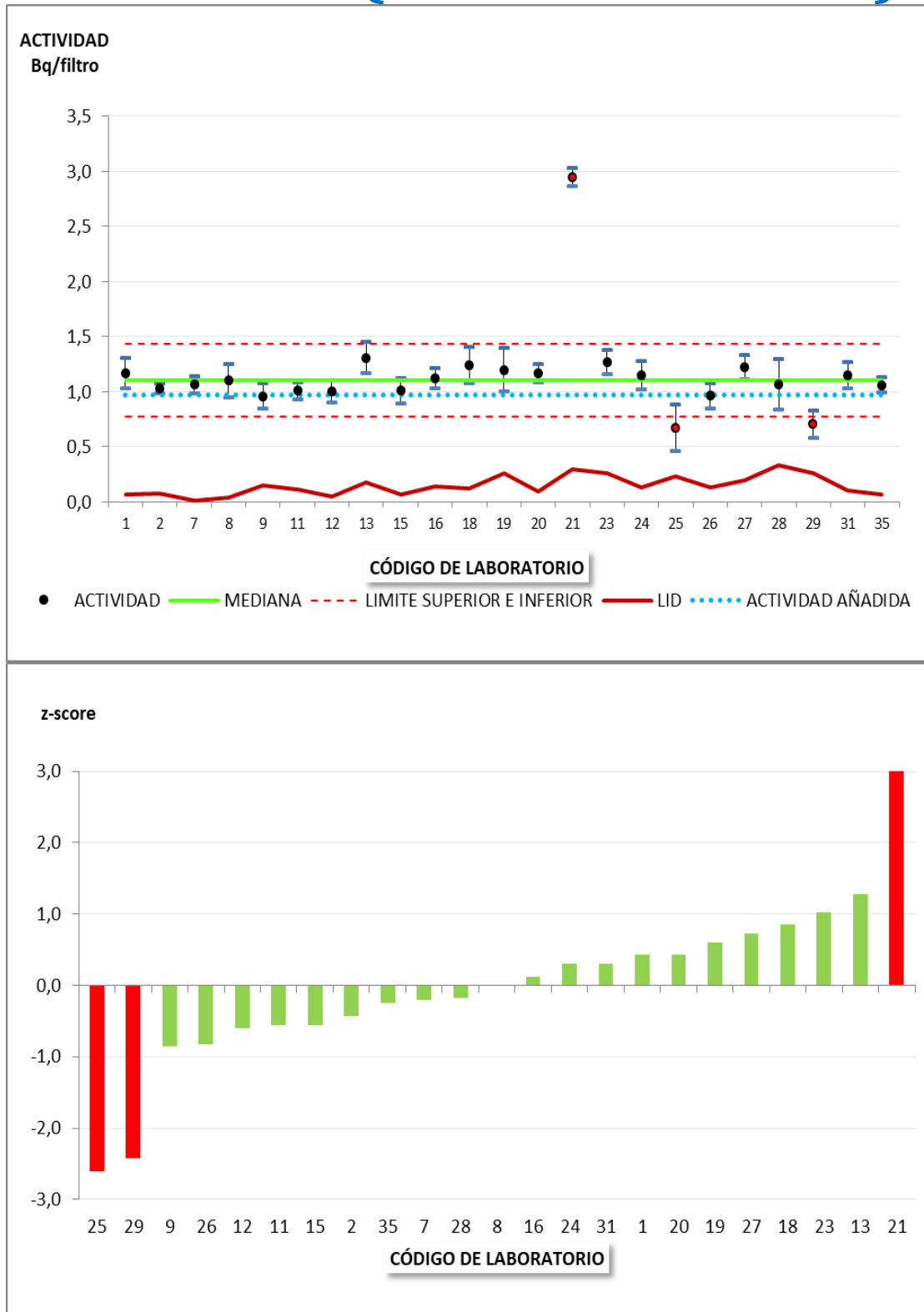
^{226}Ra (Filtro de 47 mm)



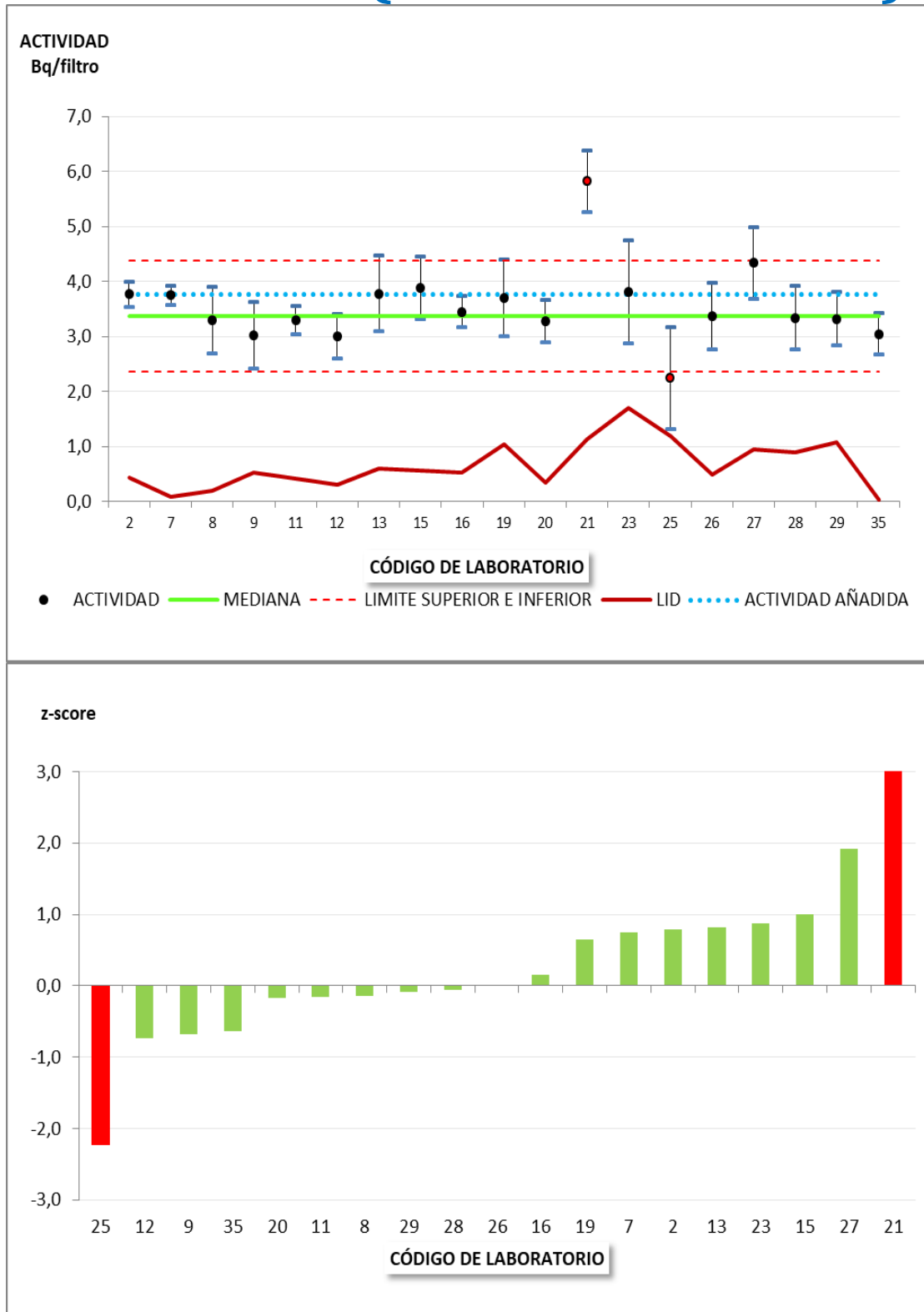
^{54}Mn (Filtro de 47 mm)



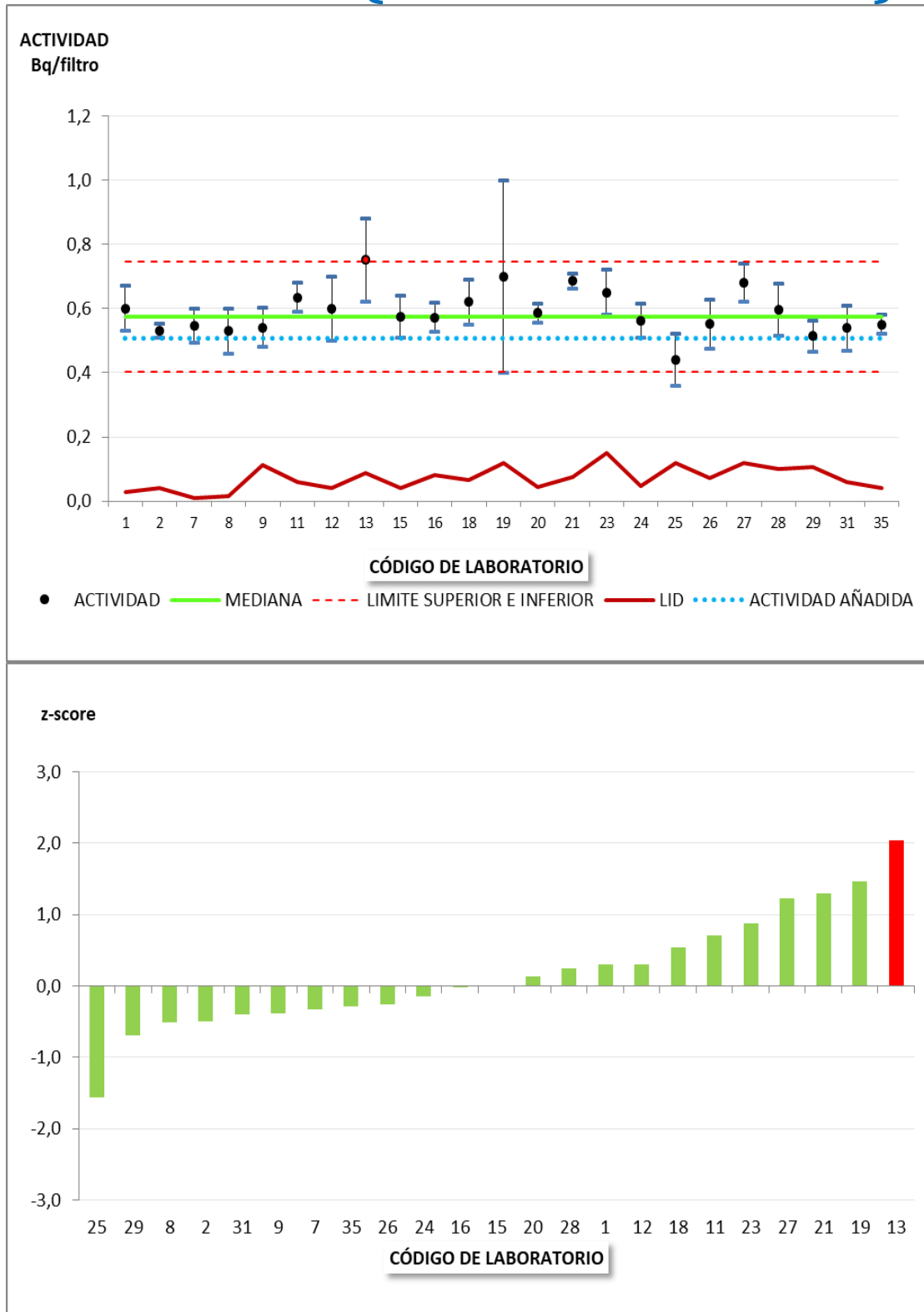
^{65}Zn (Filtro de 47 mm)



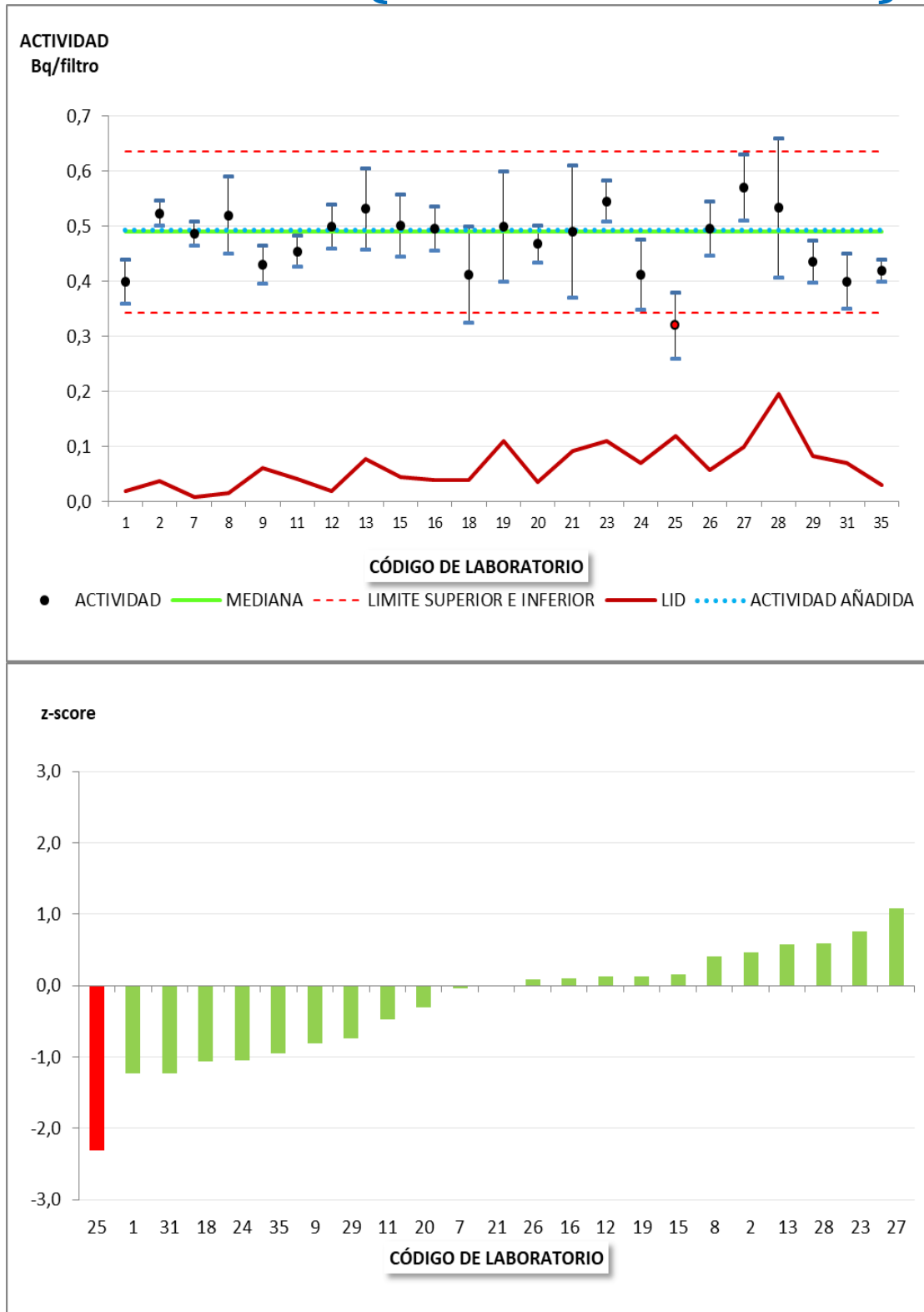
^{106}Ru (Filtro de 47 mm)



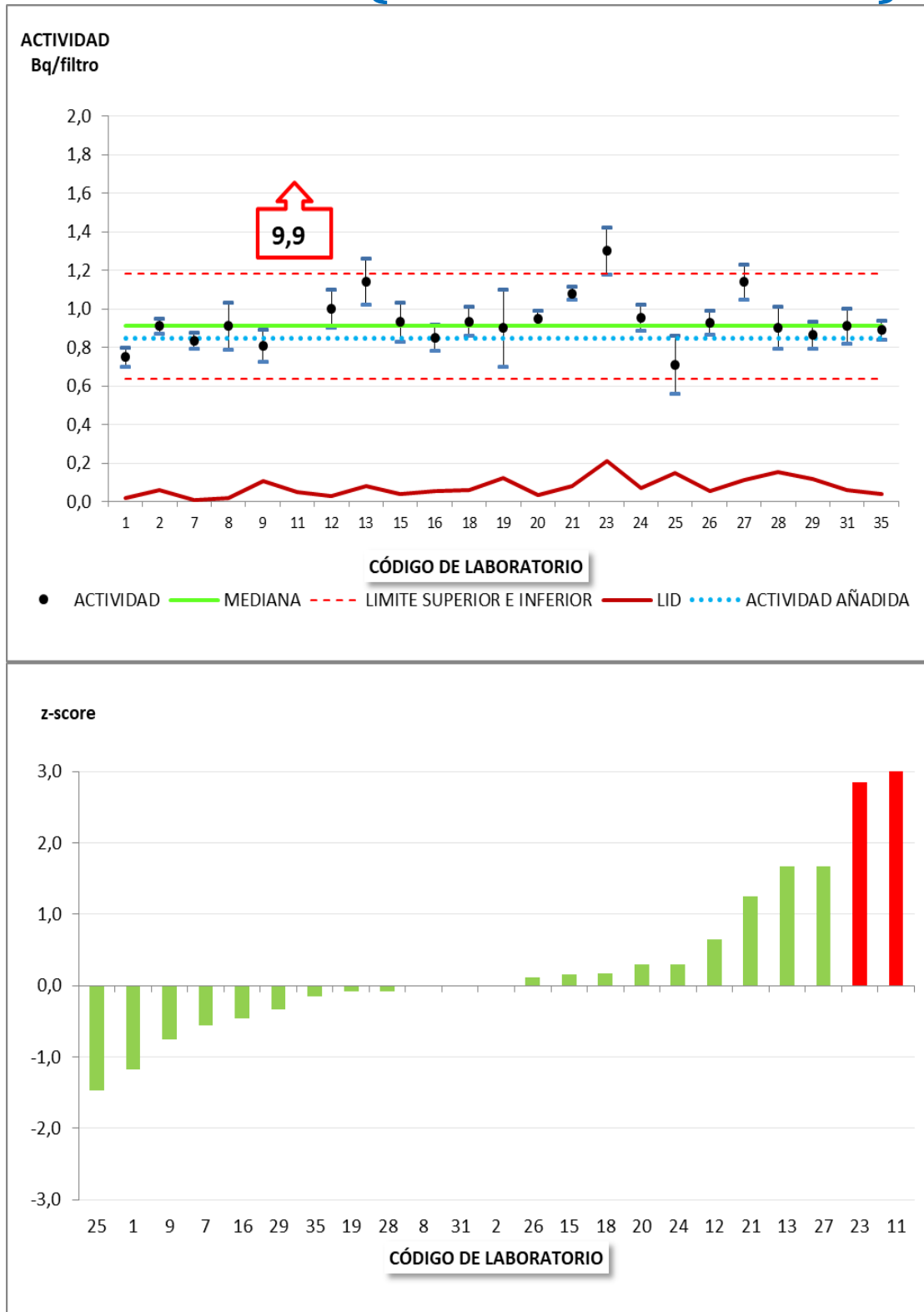
^{60}Co (Filtro de 47 mm)



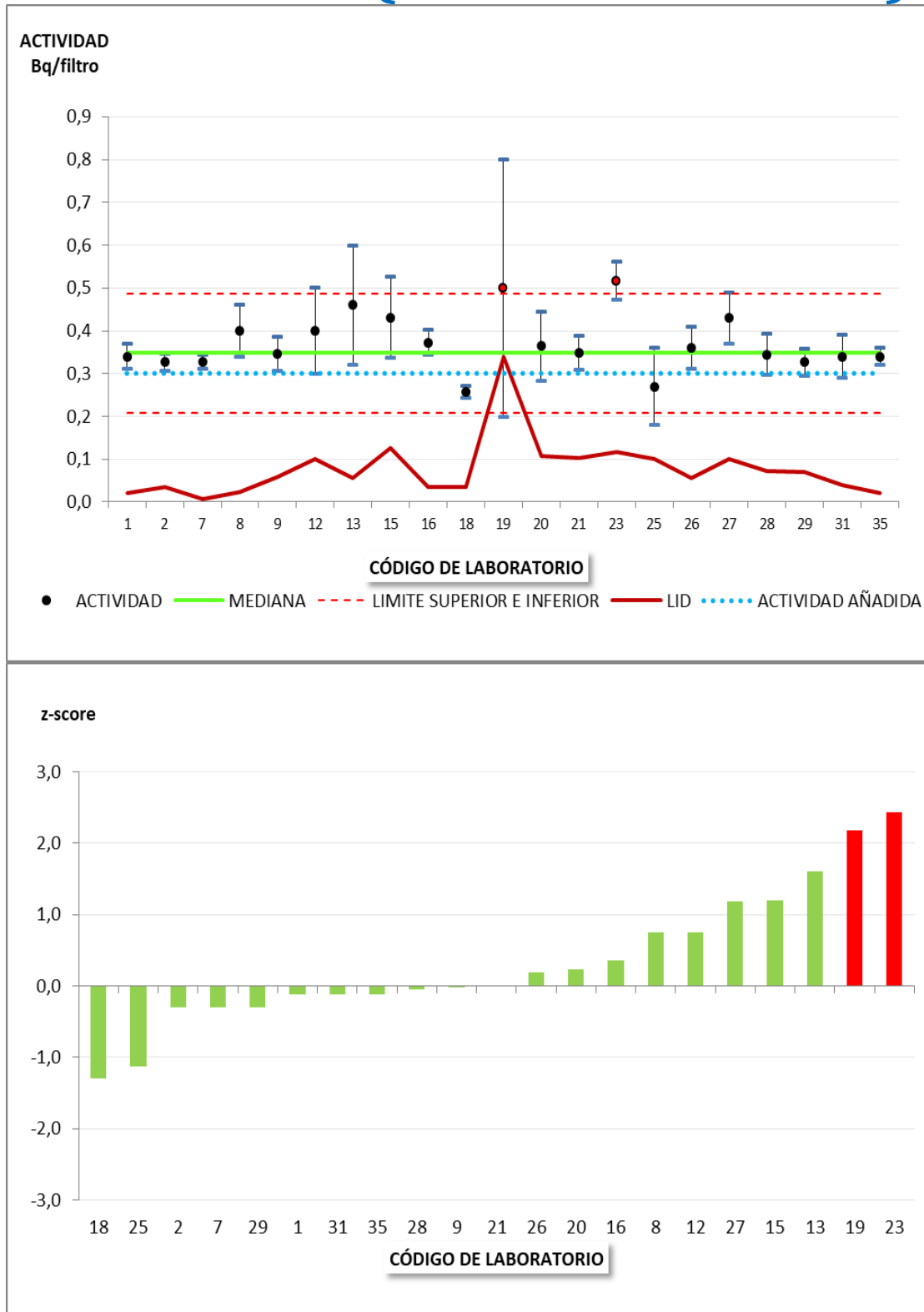
134Cs (Filtro de 47 mm)



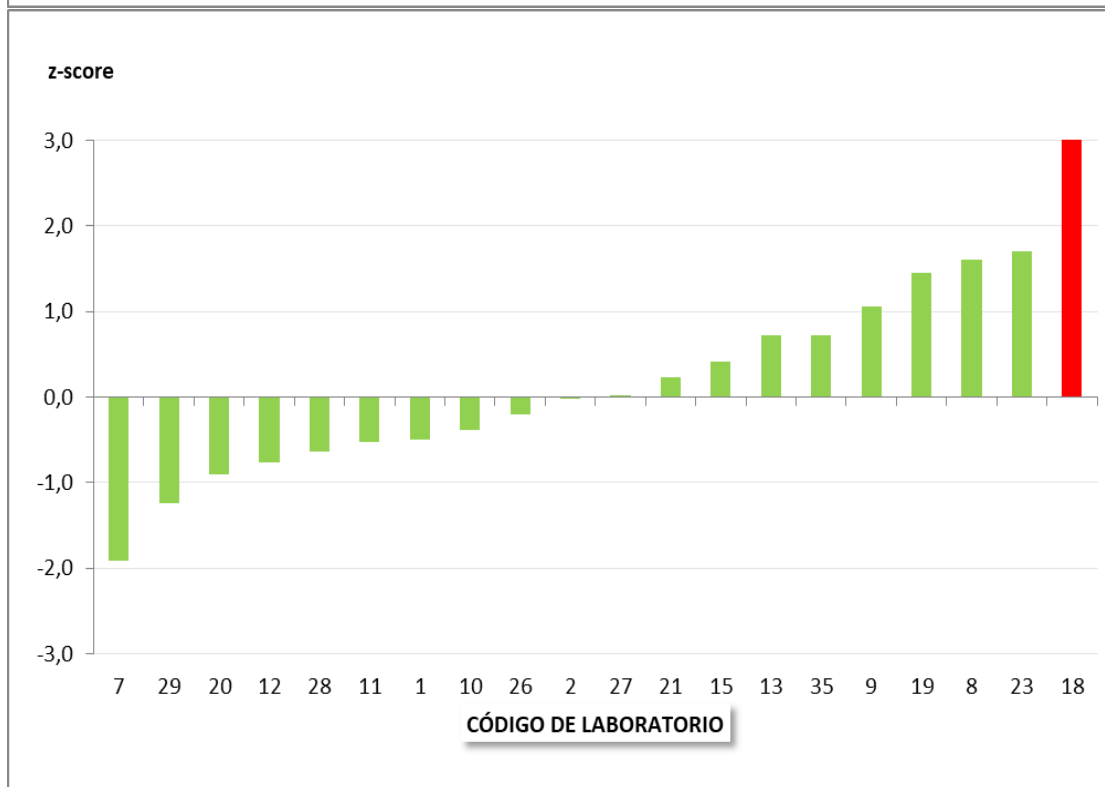
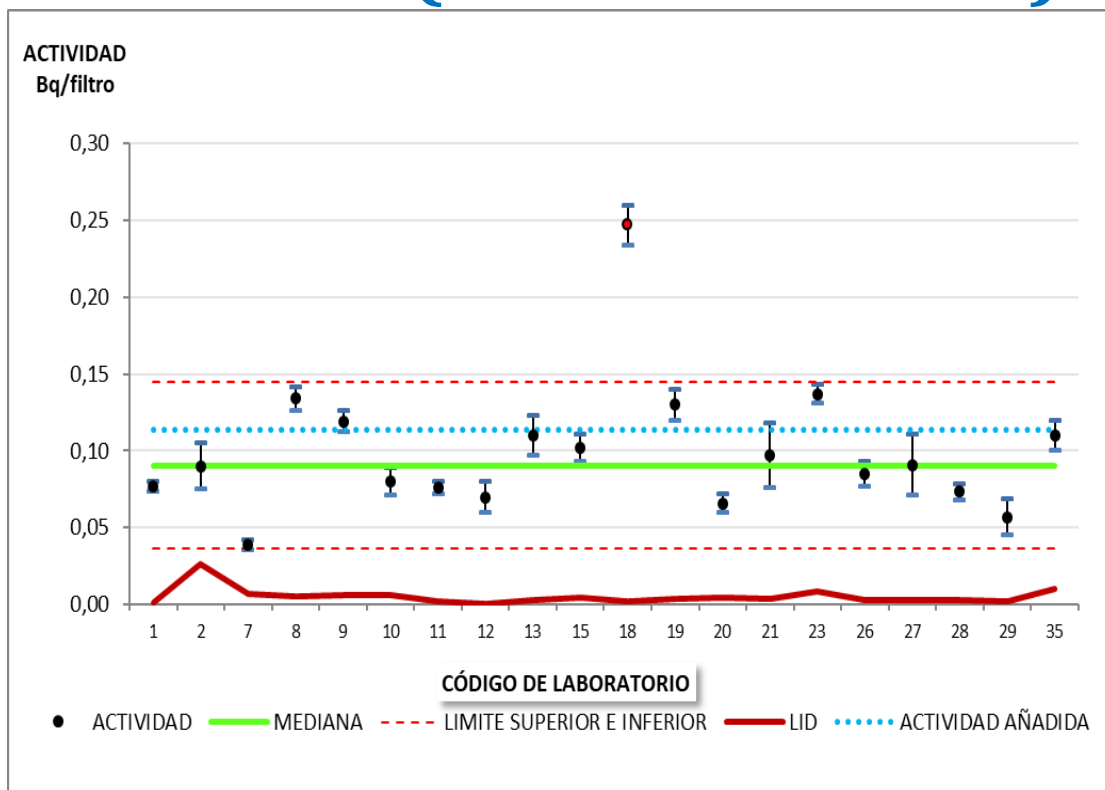
^{137}Cs (Filtro de 47 mm)



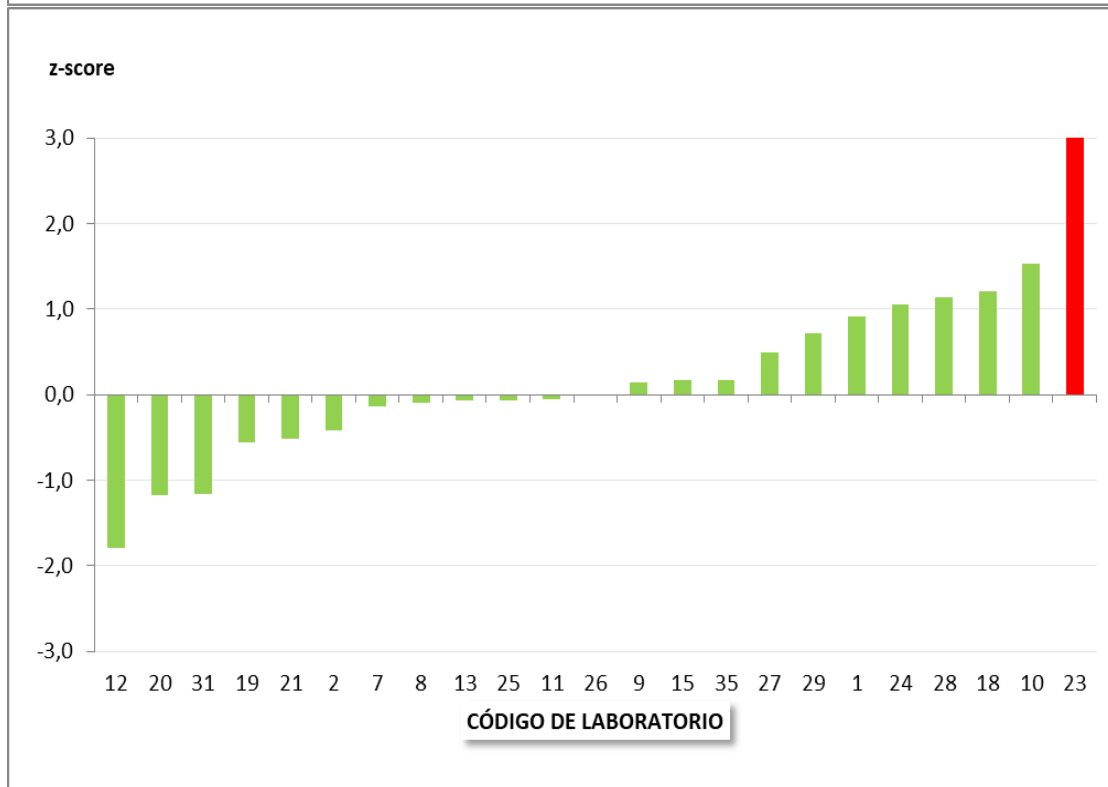
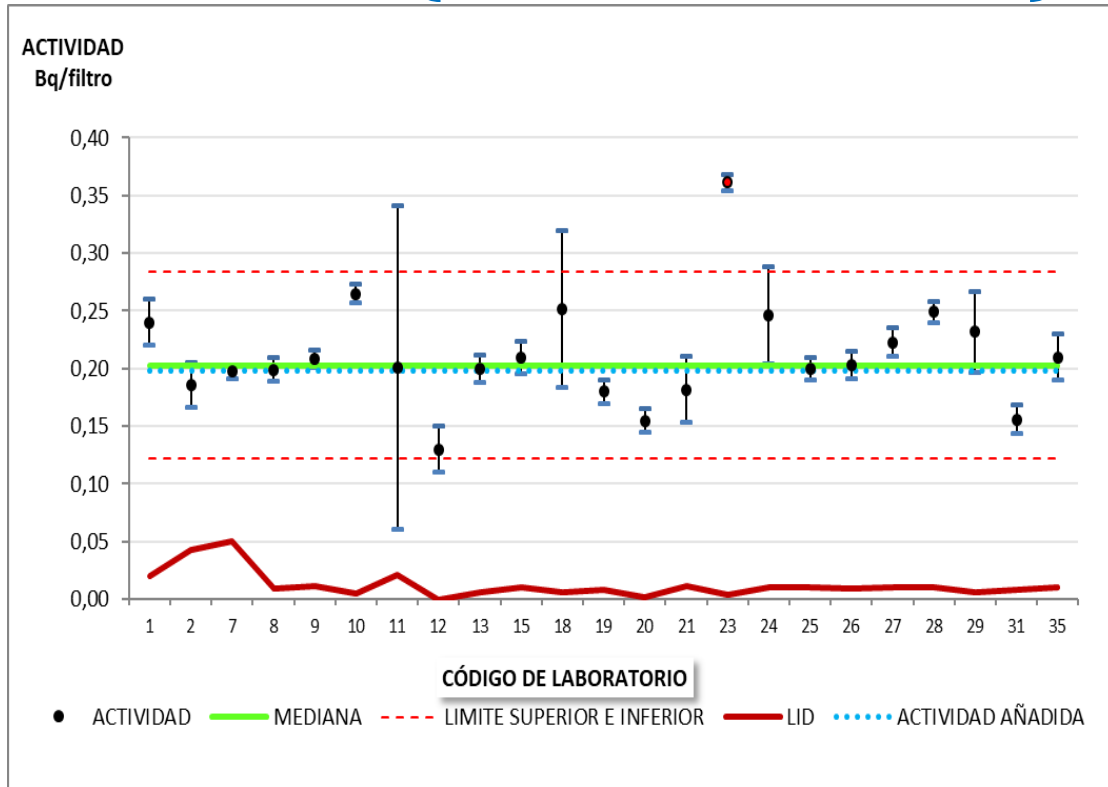
^{241}Am (Filtro de 47 mm)



α_T (Filtro de 47 mm)



β_T (Filtro de 47 mm)



**ANEXO III. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN
UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h
(FILTRO DE 44 x 44 cm²)**

MATRIZ: 44x44 cm ² Determinación: ⁹⁰ Sr				NUMERO DE PARTICIPANTES: 1		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,723 ± 0,063 8,71%									
CODIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA		SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA		OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado	Tipo de columna					
15	6,07E-01	3,51E-02	3,52E-02	1		SR	Alicuota	CL	Propio	32400	Digestión - Lixiviad	HNO3	Intercambio iónico	DOWEX50W8		-0,8	-16,0	10,5	S

MATRIZ: 44x44 cm ² Determinación: ²¹⁰ Pb				NUMERO DE PARTICIPANTES: 7						σ _p =20%							
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)					
13	3,67E+00	5,00E-01	6,90E-01	2	I	EG	HpGe	GAMMAVISION	82710								
14	5,10E+00	5,00E-01	8,00E-01			EG	Total	XiRa	Genie 2000	178676	46.54	0.0544	NO				
15	3,92E+00	4,80E-01	5,52E-01	1		EG	Total	Ge	Propio	86400	46.5	0.16842	NO				
21	3,66E+00	2,10E-01	5,91E-01	2	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	46,5		NO				
31	6,60E+00	1,40E+00	1,04E+00	2	I	EG	Total	Ge	Genie	60000	46,54	0,0959					
33	3,48E+00	5,60E-01	8,40E-01	1		EG	Total	XiRa	G2k+propio	232854	46.5	4.2%	NO				
35	5,59E+00	8,00E-01	7,30E-01			EG		BEGe			46,50	0,0405	NO				

MATRIZ: 44x44 cm ² Determinación: ²²⁶ Ra				NUMERO DE PARTICIPANTES: 7	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				2,000 ± 0,160 8,00%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,54 ± 0,23 43,4%			
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia					
13	4,83E-01	9,90E-02	9,10E-02	2	I	EGEQ		HpGe	GAMMAVISION	82710					-5,1	-75,9	22,0	N/S
14	2,80E+00	7,00E-01	1,30E+00			EGRaU	Total	XiRa	Genie 2000	178676	185.96	0.0497	NO		2,7	40,0	26,2	N/S
15	5,37E-01	1,23E-01	2,28E-01	1		OTRO	Total	Ge	Propio	86400	351.93	0.070456	NO		-4,9	-73,1	24,3	N/S
21	1,63E+00	1,70E-01	9,12E-01	2	S	EGRaU	Total	HpGe	Genie 2000	80000	186		NO		-1,2	-18,5	13,1	S
32	5,10E-01	1,40E-01	1,20E-01	1		EGEQ	Total	HpGe	Genie 2k	61351	295/351/609	6,84E- 2/6,00E- 2/3,89E-2	SI (en la medida)		-5,0	-74,5	28,6	N/S
33	1,10E+00	2,50E-01	9,70E-01	1		EGEQ	Total	XiRa	G2k+propio	232854	186	4.9%	NO		-3,0	-45,0	24,1	N/S
35	3,80E-01	5,00E-02	1,70E-01			EGEQ		BEGe							-5,4	-81,0	15,4	N/S

MATRIZ: 44x44 cm ² Determinación: ⁵⁴ Mn				NUMERO DE PARTICIPANTES: 8	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:						1,000 ± 0,080 8,00%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				1,15 ± 0,31 27,1%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia					
13	8,62E-01	9,70E-02	1,30E-01	2	I	EG		HpGe	GAMMAVISION	82710								S
14	1,42E+00	7,00E-02	7,00E-02			EG	Total	XtRa	Genie 2000	178676	834.84	0.0142	NO		2,8	42,0	9,4	N/S
15	1,06E+00	1,25E-01	8,52E-02	1		EG	Total	Ge	Propio	86400	834.81	0.039352	SI (en la calibración)		0,4	5,6	14,3	S
21	1,75E+00	1,00E+00	1,65E-01	2	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	834		NO		5,0	75,0	57,7	N/S
31	1,49E+00	1,60E-01	1,20E-01	2	I	EG	Total	Ge	Genie	60000	834,85	0,0183			3,3	49,0	13,4	N/S
32	1,01E+00	1,10E-01	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	61351	834,84	3,02E-02	NO		0,1	1,0	13,5	S
33	1,00E+00	7,00E-02	7,00E-02	1		EG	Total	XtRa	G2k+propio	232854	834	1.0%	SI (en la calibración)		0,0	0,0	10,6	S
35	1,24E+00	1,00E-01	9,00E-02			EG		BEGe			834,83	0,9997	NO		1,6	24,0	11,4	S

MATRIZ: 44x44 cm ² Determinación: ⁵⁷ Co				NUMERO DE PARTICIPANTES: 7	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,203 ± 0,016 7,88%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,25 ± 0,06 25,0%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
14	3,00E-01	8,00E-02	4,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	178676	122,10	0,0619	NO		3,2	47,8	27,8	N/S
15	2,53E-01	3,52E-02	5,77E-02	1		EG	Total	Ge	Propio	86400	122	0,145986	NO		1,6	24,4	16,0	S
21	3,47E-01	5,10E-02	7,80E-02	2	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	122		NO		4,7	70,9	16,7	N/S
31	3,60E-01	6,00E-02	5,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	60000	122,06	0,0863	SI (en la calibración)		5,2	77,3	18,4	N/S
32	2,30E-01	4,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	61351	122,06	1,16E-01	NO		0,9	13,3	19,1	S
33	2,10E-01	5,00E-02	1,00E-01	1		EG	Total	XiRa	G2k+propio	232854	122	4,7%	SI (en la calibración)		0,2	3,4	25,1	S
35	2,20E-01	4,00E-02	4,00E-02			EG		BEGe			122,06	0,8551	NO		0,6	8,4	19,8	S

MATRIZ: 44x44 cm ² Determinación: ⁶⁵ Zn				NUMERO DE PARTICIPANTES: 8		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				1,840 ± 0,150 8,15%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				2,09 ± 0,34 16,3%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
13	2,11E+00	2,30E-01	2,70E-01	2	I	EG	HpGe	GAMMAVISION	82710					1,0	14,7	13,6	S	
14	2,60E+00	3,00E-01	1,20E-01			EG	Total	XiRa	Genie 2000	178676	1115,55	0,0112	NO		2,8	41,3	14,1	N/S
15	1,99E+00	2,22E-01	1,30E-01	1		EG	Total	Ge	Propio	86400	1115	0,031406	SI (en la calibración)		0,6	8,3	13,8	S
21	4,10E+00	2,50E-01	3,12E-01	2	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	1115		NO		8,2	122,8	10,2	N/S
31	3,00E+00	3,00E-01	1,90E-01	2	I	EG	Total	Ge	Genie	60000	1115,54	0,0139			4,2	63,0	12,9	N/S
32	1,89E+00	2,00E-01	9,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	61351	1115,54	2,39E-02	NO		0,2	2,7	13,4	S
33	1,83E+00	3,60E-01	1,20E-01	1		EG	Total	XiRa	G2k+propio	232854	1115	0,86%	SI (en la calibración)		0,0	-0,5	21,3	S
35	2,07E+00	1,50E-01	1,30E-01			EG		BEGe			1115,52	0,5075	NO		0,8	12,5	10,9	S

MATRIZ: 44x44 cm ² Determinación: ⁶⁰ Co				NUMERO DE PARTICIPANTES: 8	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					2,060 ± 0,160 7,77%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				2,25 ± 0,30 13,4%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia					
13	2,25E+00	2,00E-01	1,50E-01	2	I	EG		HpGe	GAMMAVISION	82710					0,6	9,2	11,8	S
14	2,72E+00	9,00E-02	6,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	178676	1332.50	0.0097	NO		2,1	32,0	8,4	N/S
15	2,24E+00	2,41E-01	6,04E-02	1		EG	Total	Ge	Propio	86400	1332.49	0.026863	SI (en ambas)		0,6	8,9	13,3	S
21	2,02E+00	9,10E-02	1,14E-01	2	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	1173/1333		NO		-0,1	-2,1	9,0	S
31	3,00E+00	1,80E-01	1,10E-01	2	I	EG	Total	Ge	Genie	60000	1332,49	0,0118	SI (en la calibración)		3,0	45,6	9,8	N/S
32	2,07E+00	2,00E-01	6,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	61351	1173,23/1332,49	2,30E-2/2.08E-2	SI (en ambas)		0,0	0,5	12,4	S
33	2,01E+00	1,90E-01	1,10E-01	1		EG	Total	XiRa	G2k+propio	232854	1333	0.73%	NO		-0,2	-2,4	12,2	S
35	2,28E+00	7,00E-02	5,00E-02			EG		BEGe			1173,22/1332,49	1/1	NO		0,7	10,7	8,4	S

MATRIZ: 44x44 cm ² Determinación: ¹⁰⁶ Ru				NUMERO DE PARTICIPANTES: 6		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				6,510 ± 0,520 7,99%		σ _p =15%		MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA: 6,16 ± 0,41 6,7%			
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)					
13	5,40E+00	8,40E-01	1,10E+00	2	I	EG	HpGe	GAMMAVISION	82710					-1,1	-17,1	17,5	S
15	6,45E+00	7,75E-01	4,89E-01	1		EG	Total	Ge	86400	621.9	0.048285	SI (en ambas)		-0,1	-0,9	14,4	S
21	8,01E+00	3,50E-01	9,70E-01	2	I	EG	Total	HpGe	80000	622		NO		1,5	23,0	9,1	S
32	6,11E+00	8,10E-01	5,90E-01	1		EG	Total	HpGe	61351	621,90	3,83E-02	SI (en la medida)		-0,4	-6,1	15,5	S
33	5,90E+00	9,00E-01	1,10E+00	1		EG	Total	XiRa	232854	622	1.33%	SI (en ambas)		-0,6	-9,4	17,2	S
35	6,20E+00	7,70E-01	5,20E-01			EG		BEGe		621,84/1050,47	0,098/0,0173	NO		-0,3	-4,8	14,8	S

MATRIZ: 44x44 cm ² Determinación: ¹³⁴ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 8	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,350 ± 0,028 8,00%	σ _p =15%	MEDIANA ± MAde (Bq/filtro): %MAde/MEDIANA:				0,35 ± 0,04 11,4%			
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia					
13	3,27E-01	4,60E-02	1,07E-01	2	I	EG		HpGe	GAMMAVISION	82710								S
14	4,20E-01	6,00E-02	5,00E-02			EG	Total	XIRa	Genie 2000	178676	604.70	0.0189	NO		1,3	20,0	16,4	S
15	3,86E-01	4,63E-02	7,84E-02	1		EG	Total	Ge	Propio	86400	604.72	0.049199	SI (en ambas)		0,7	10,2	14,4	S
21	3,26E-01	1,50E-02	6,00E-02	2	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	604		NO		-0,5	-6,9	9,2	S
31	4,60E-01	8,00E-02	7,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	60000	604,72	0,0244			2,1	31,4	19,1	N/S
32	3,20E-01	6,00E-02	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	61351	604,69/795,86	3,91E-2/3,14E-2	SI (en ambas)		-0,6	-8,6	20,4	S
33	3,30E-01	8,00E-02	1,00E-01	1		EG	Total	XIRa	G2k+propio	232854	604	1.36%	SI (en ambas)		-0,4	-5,7	25,5	S
35	3,70E-01	5,00E-02	5,00E-02			EG		BEGe			604,7	0,976	NO		0,4	5,7	15,7	S

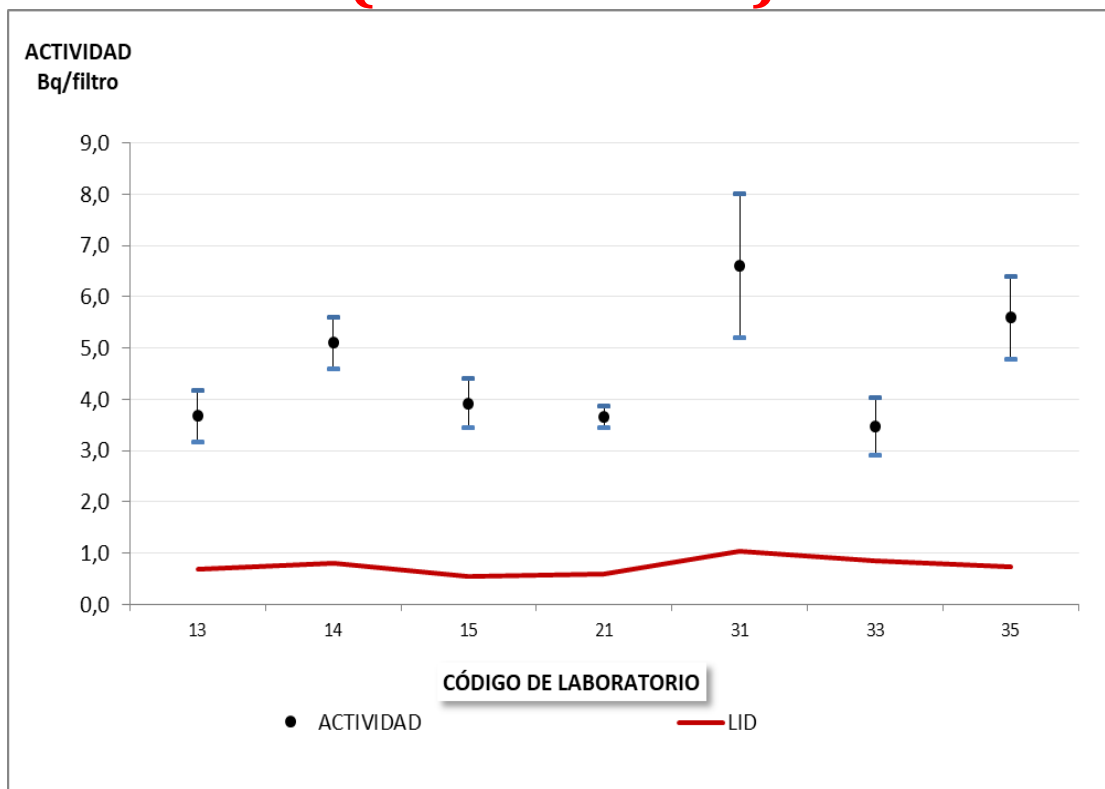
MATRIZ: 44x44 cm ² Determinación: ¹³⁷ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 8	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,412 ± 0,033 8,01%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,46 ± 0,12 25,4%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
13	4,26E-01	6,10E-02	9,10E-02	2	I	EG	HpGe	GAMMAVISION	82710					0,2	3,4	16,4	S	
14	5,90E-01	4,00E-02	7,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	178676	661.80	0.0175	NO		2,9	43,2	10,5	N/S
15	4,90E-01	5,87E-02	4,45E-02	1		EG	Total	Ge	Propio	86400	661.6	0.046302	SI (en la calibración)		1,3	18,9	14,4	S
21	3,69E-01	1,60E-02	8,10E-02	2	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	661		NO		-0,7	-10,4	9,1	S
31	6,20E-01	1,20E-01	1,00E-01	2	I	EG	Total	Ge	Genie	60000	661,66	0,0226			3,4	50,5	20,9	N/S
32	3,90E-01	6,00E-02	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	61351	661,66	3,64E-02	NO		-0,4	-5,3	17,3	S
33	1,60E-01	4,00E-02	1,00E-01	1		EG	Total	XiRa	G2k+propio	232854	662	1,34%	NO		-4,1	-61,2	26,3	N/S
35	5,20E-01	6,00E-02	8,00E-02			EG		BEGe			661,65	0,8512	NO		1,7	26,2	14,0	S

MATRIZ: 44x44 cm ² Determinación: ²⁴¹ Am				NUMERO DE PARTICIPANTES: 8		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,352 ± 0,028 7,95%	σ _p =20%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				0,42 ± 0,06 14,3%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
13	3,70E-01	5,60E-02	7,30E-02	2	I	EG	HpGe	GAMMAVISION	82710					0,3	5,1	17,1	S	
14	4,20E-01	4,00E-02	6,00E-02			EG	Total	XIRa	Genie 2000	178676	59,54	0,0687	NO		1,0	19,3	12,4	S
15	4,29E-01	5,43E-02	8,58E-02	1		EG	Total	Ge	Propio	86400	59,54	0,166041	NO		1,1	21,8	15,0	S
21	2,82E-01	3,20E-02	6,20E-02	2	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	59		NO		-1,0	-19,9	13,9	S
31	6,70E-01	1,00E-01	8,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	60000	59,54	0,0950			4,5	90,3	16,9	N/S
32	4,10E-01	1,20E-01	1,40E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	61351	59,54	4,69E-02	NO		0,8	16,5	30,3	S
33	3,70E-01	2,00E-02	1,00E-01	1		EG	Total	XIRa	G2k+propio	232854	59,5	4,9%	NO		0,3	5,1	9,6	S
35	4,50E-01	4,00E-02	5,00E-02			EG		BEGe			59,54	0,363	NO		1,4	27,8	11,9	S

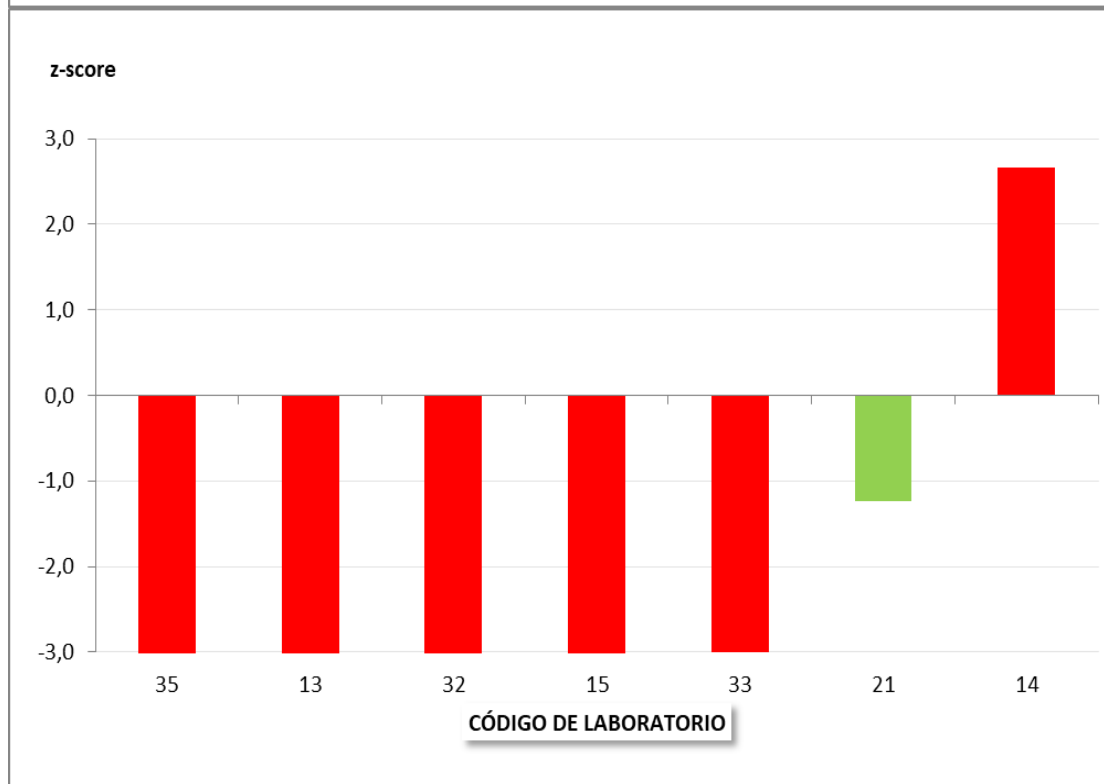
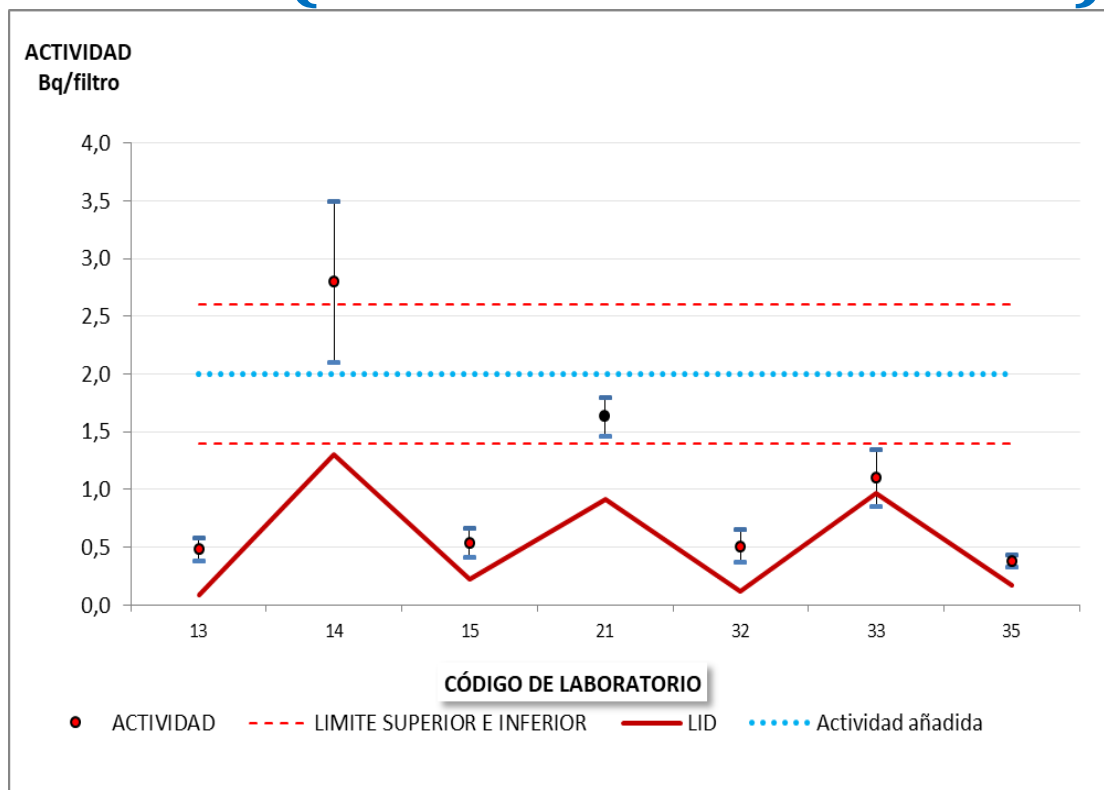
MATRIZ: Filtro de 44x44 cm ² Determinación: Uranio Natural				NUMERO DE PARTICIPANTES: 1		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (µg/filtro) % Incertidumbre:				2,740 ± 0,260 9,49%		σ _p =20%					
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA		OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (µg/filtro)	U (k=2) (µg/filtro)	LID (µg/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Método empleado	Tipo de columna					
14	2,00E+01	2,40E+01	5,70E+01			Otros	Total	XiRa					1 mg U = 12.33 Bq U-238	31,5	629,9	120,4	N/S

**ANEXO IV. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE
EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS
EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h
(FILTRO DE 44 x 44 cm²)**

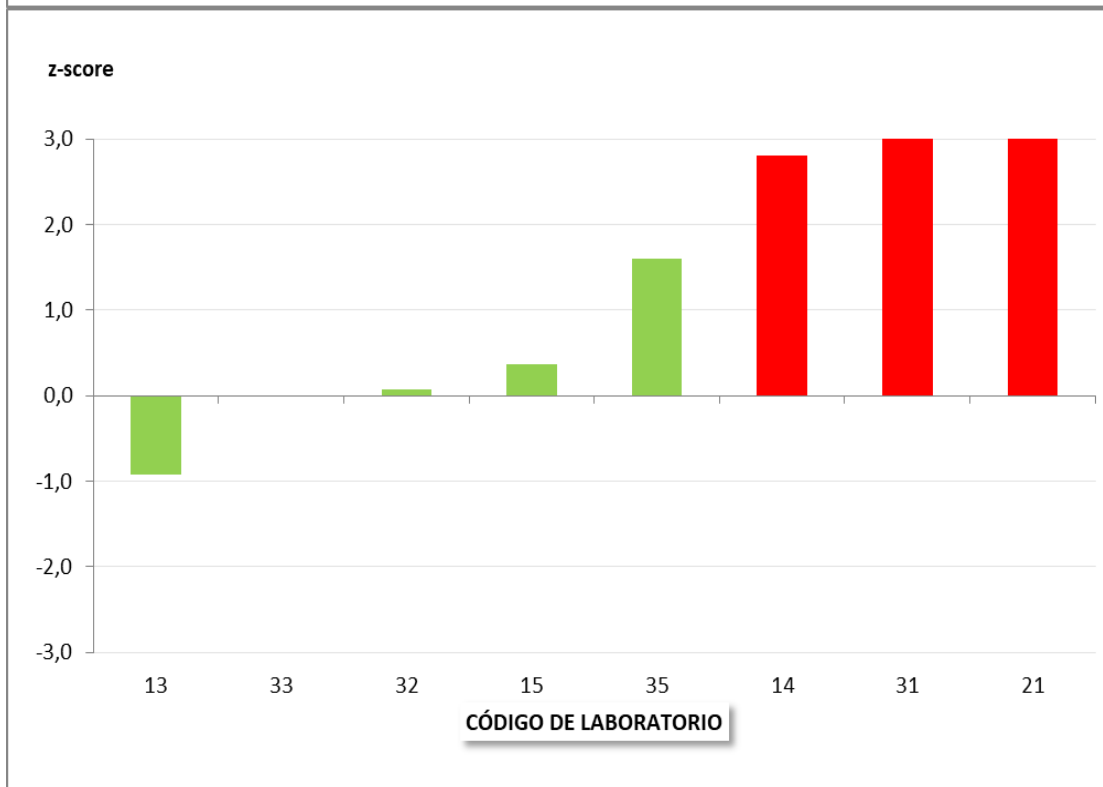
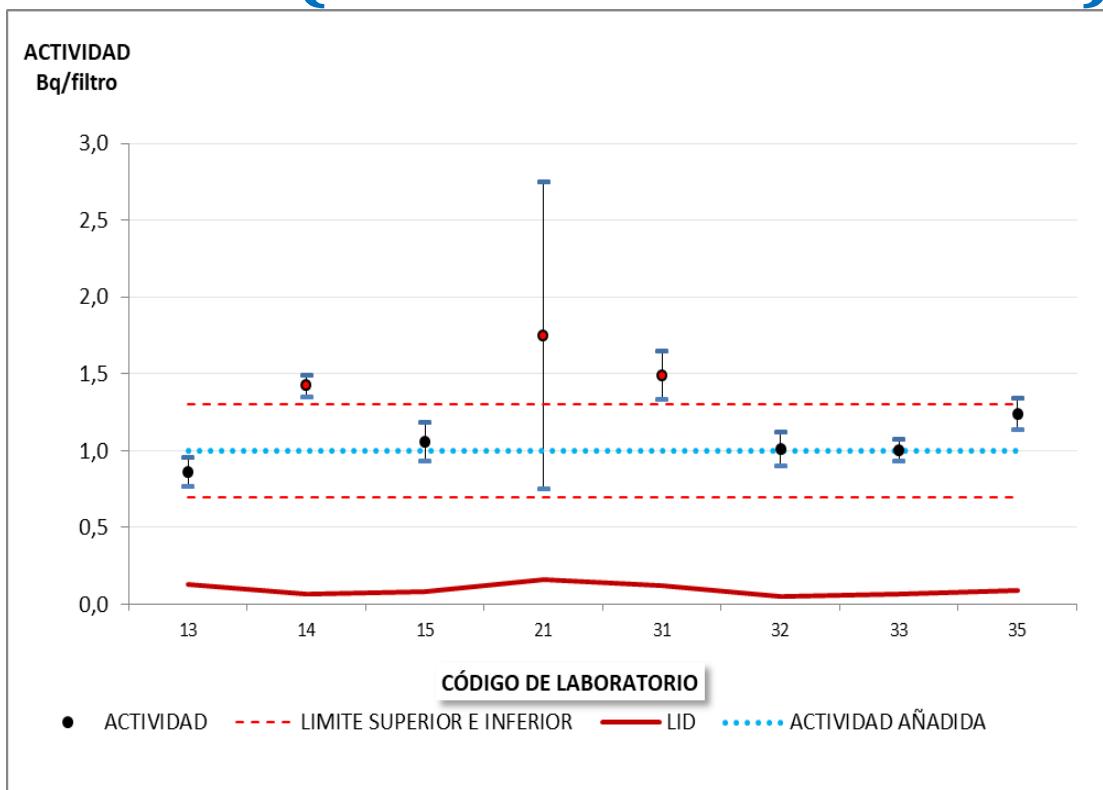
^{210}Pb (Filtro de 44 x 44 cm²) (No evaluado)



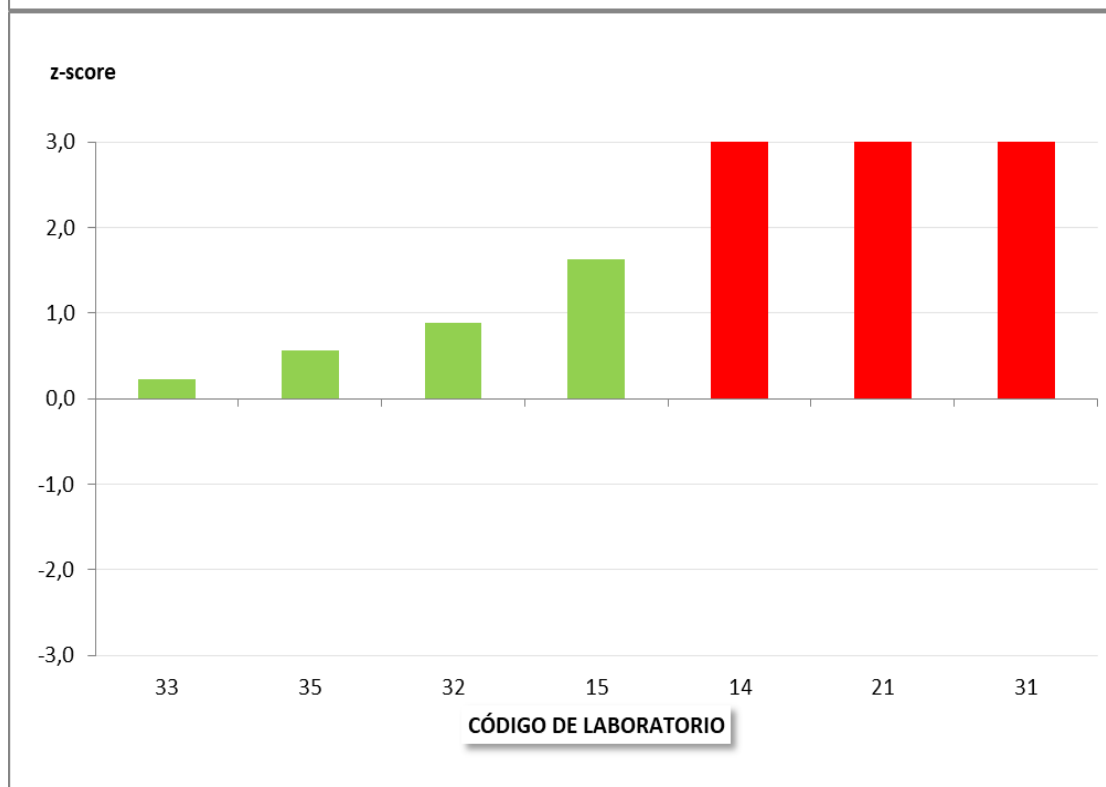
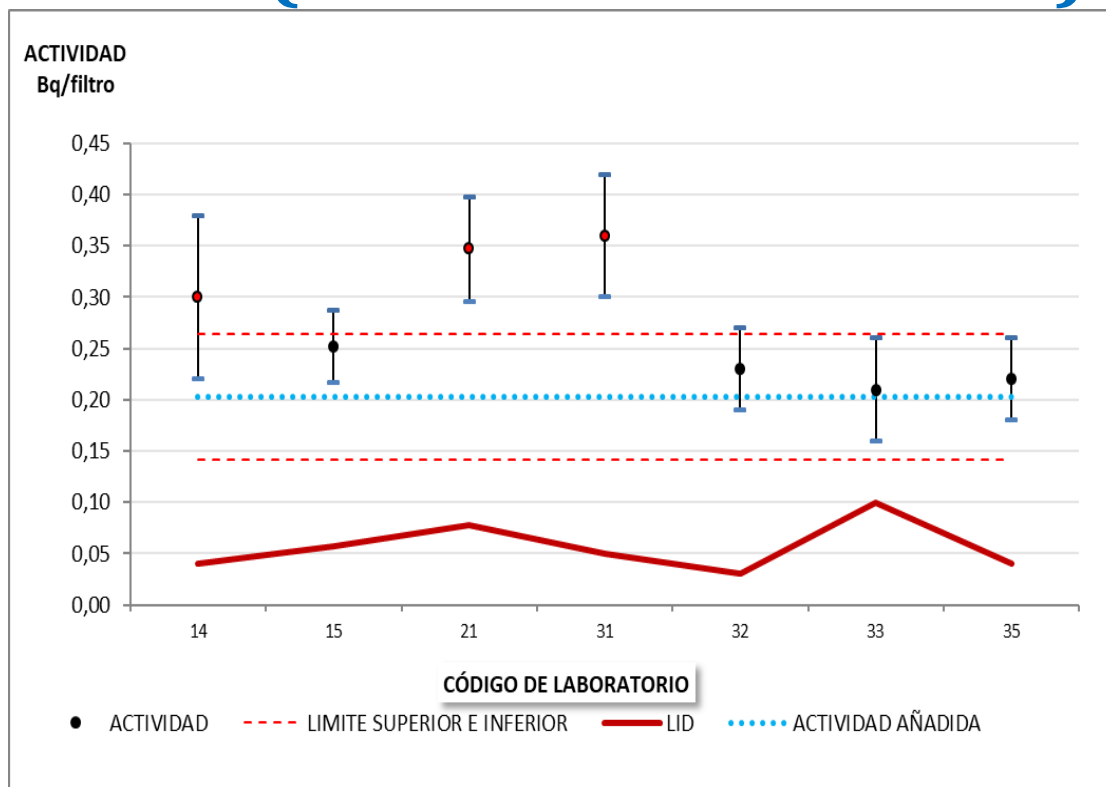
^{226}Ra (Filtro de 44 x 44 cm²)



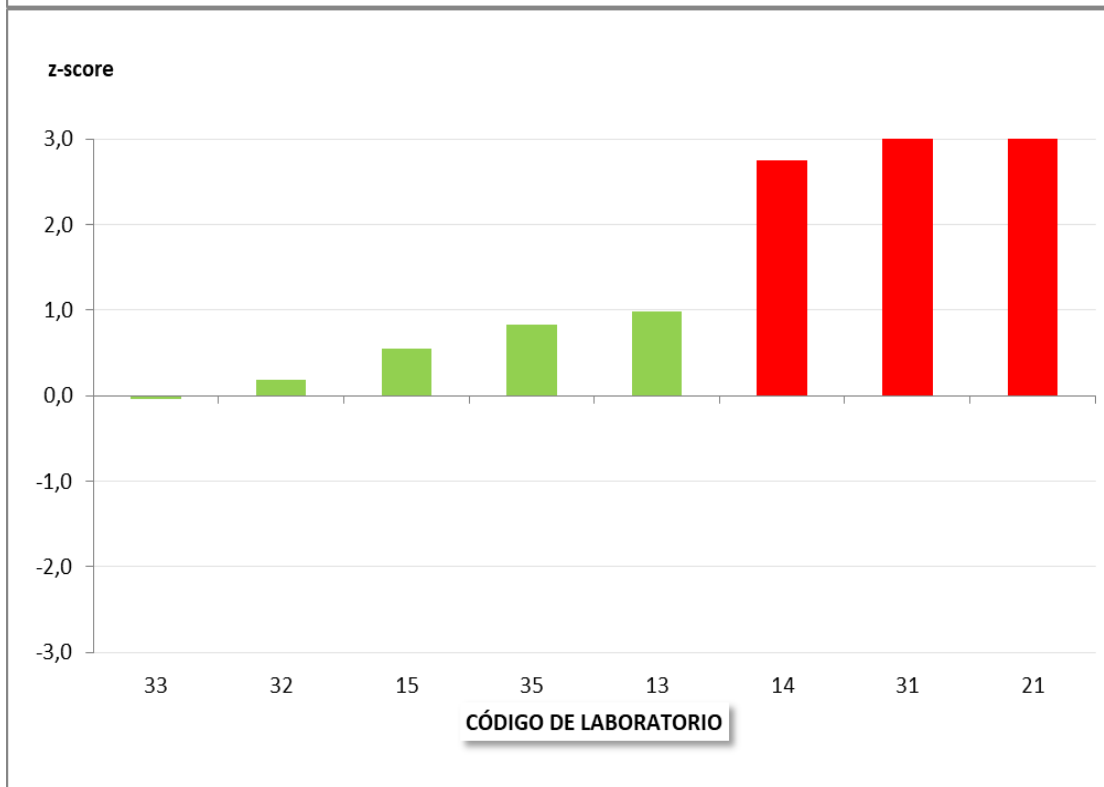
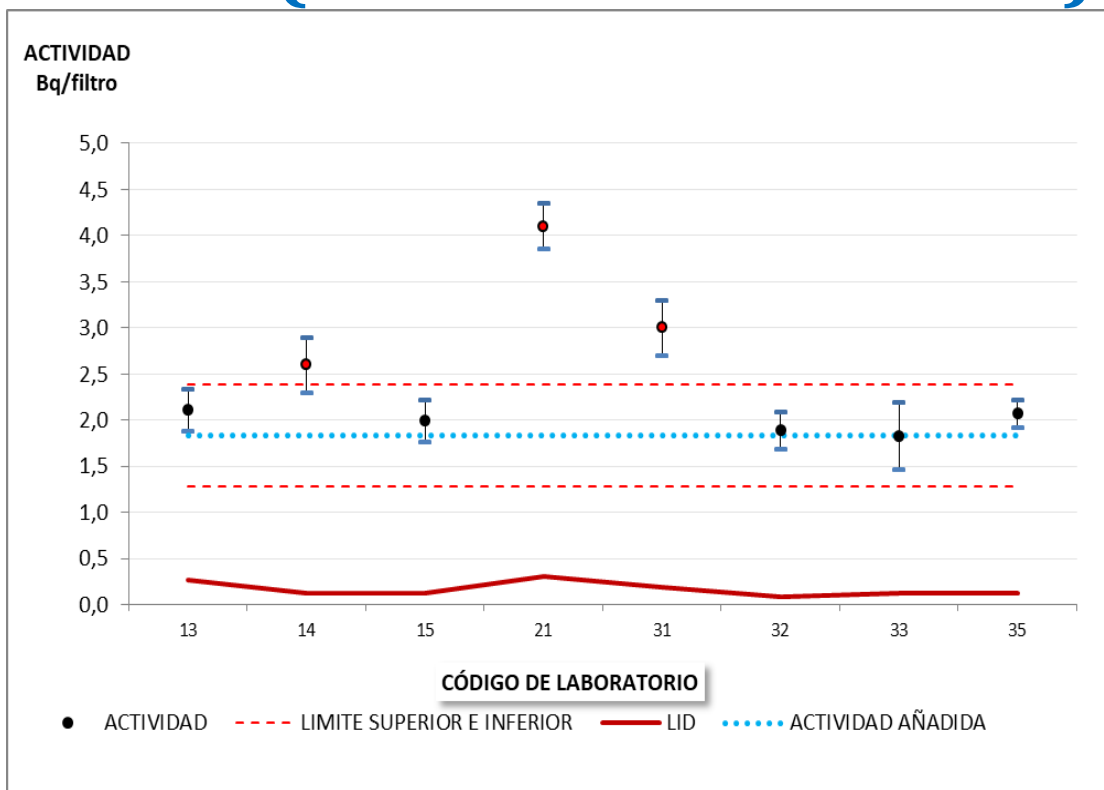
^{54}Mn (Filtro de 44 x 44 cm²)



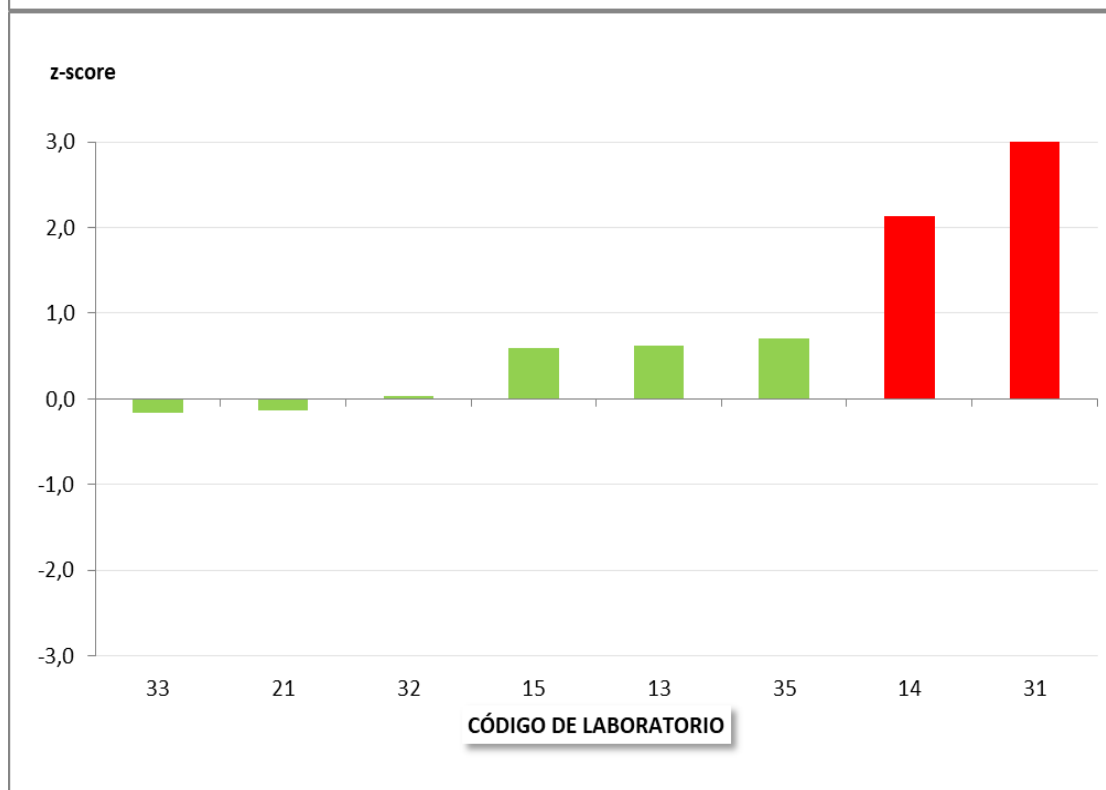
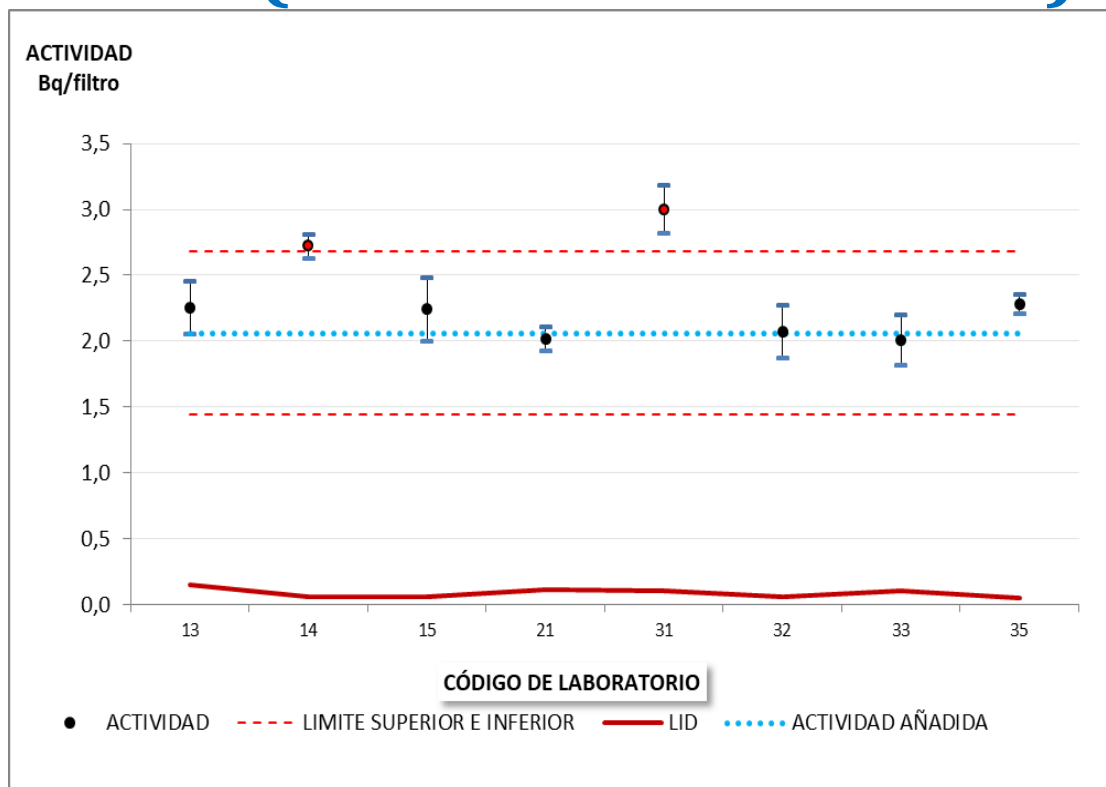
^{57}Co (Filtro de 44 x 44 cm²)



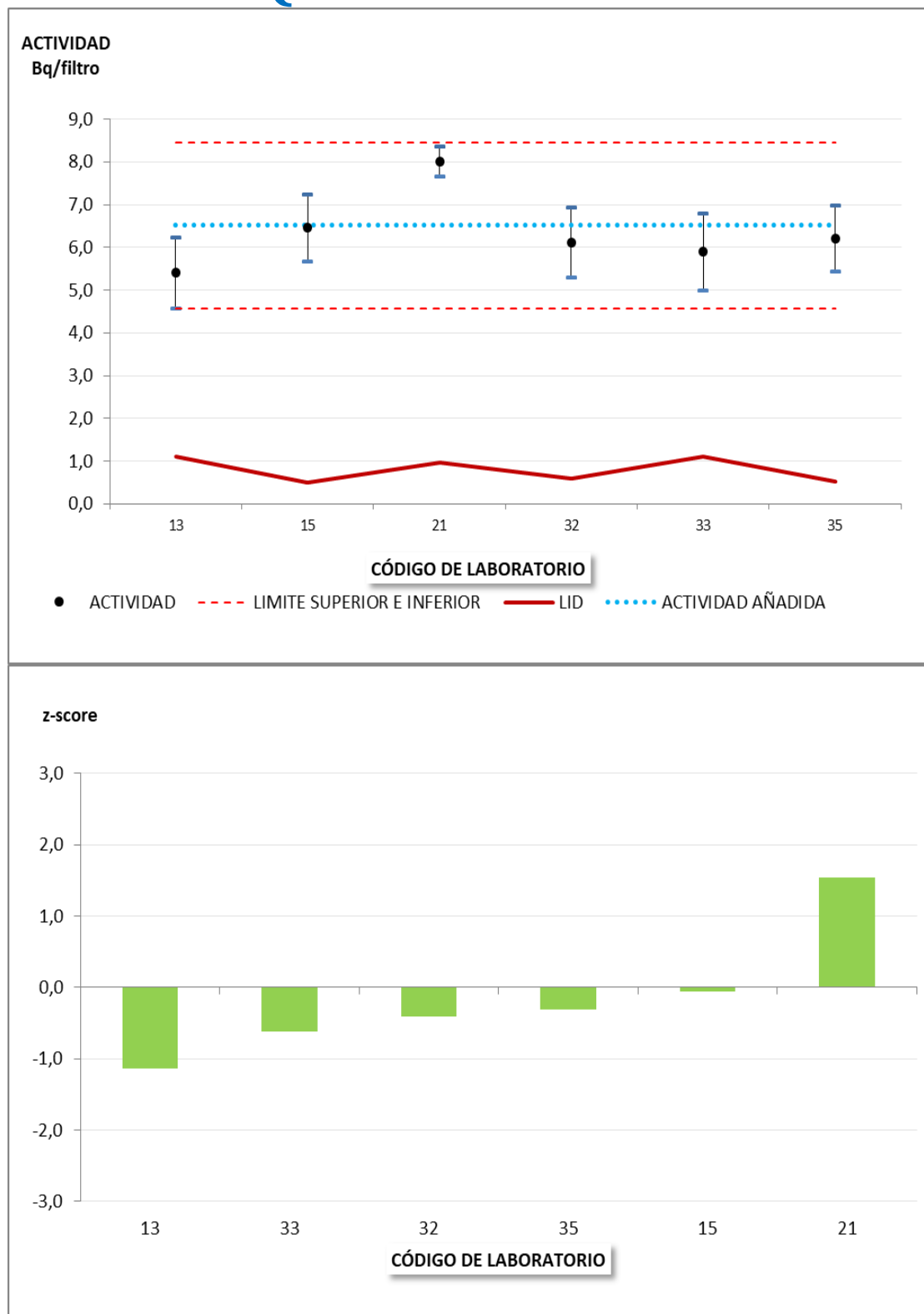
^{65}Zn (Filtro de 44 x 44 cm²)



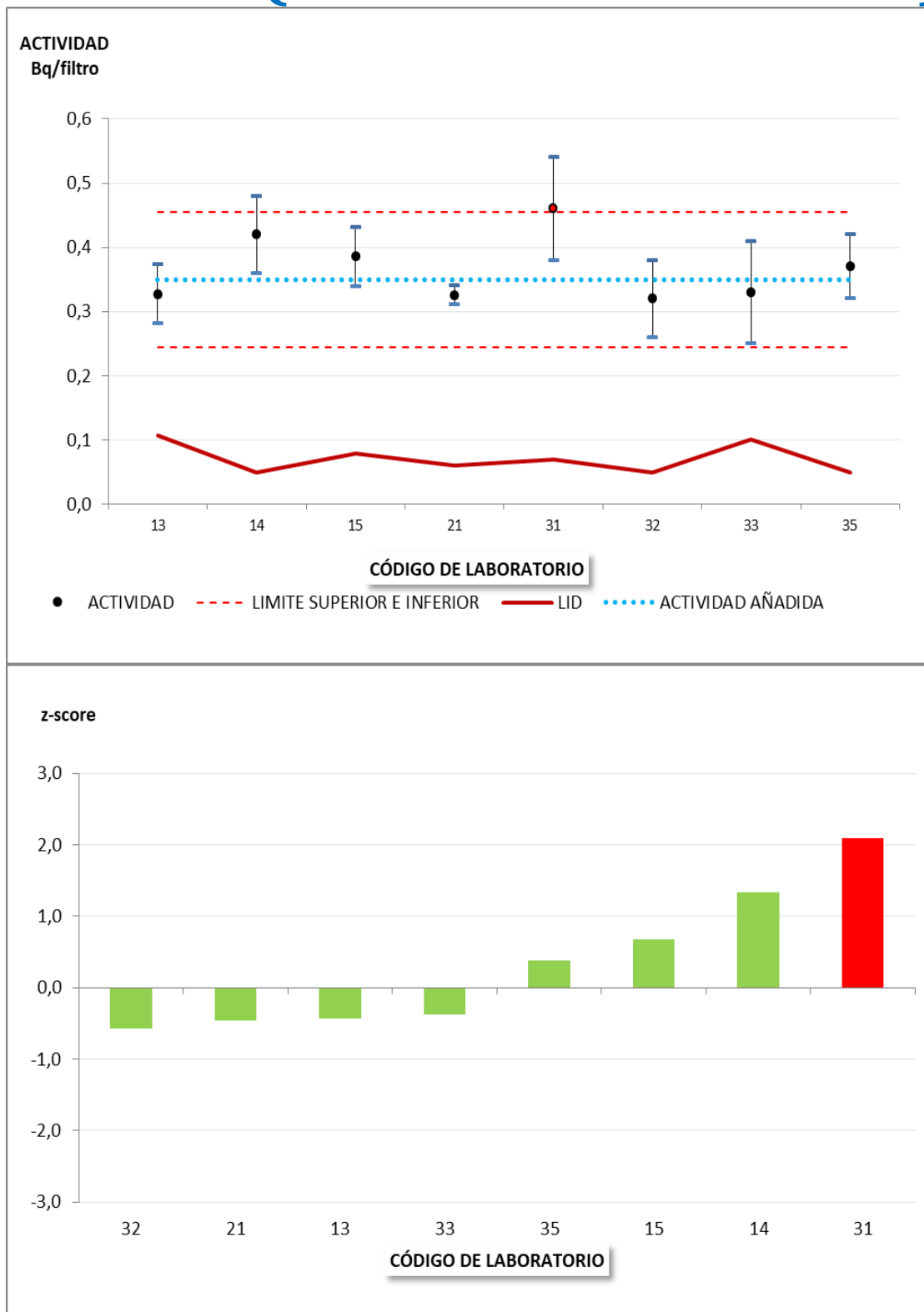
^{60}Co (Filtro de 44 x 44 cm²)



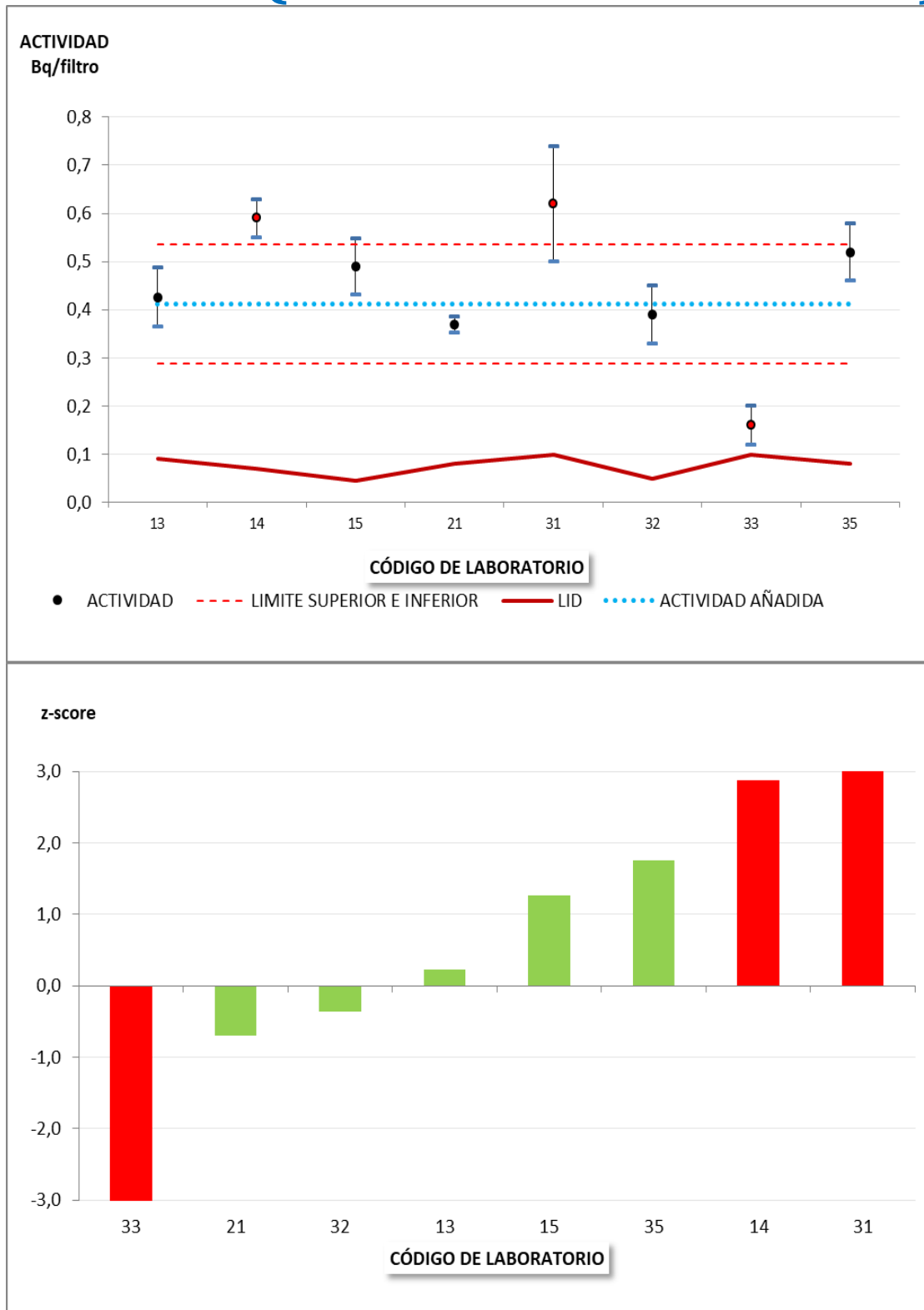
^{106}Ru (Filtro de 44 x 44 cm²)



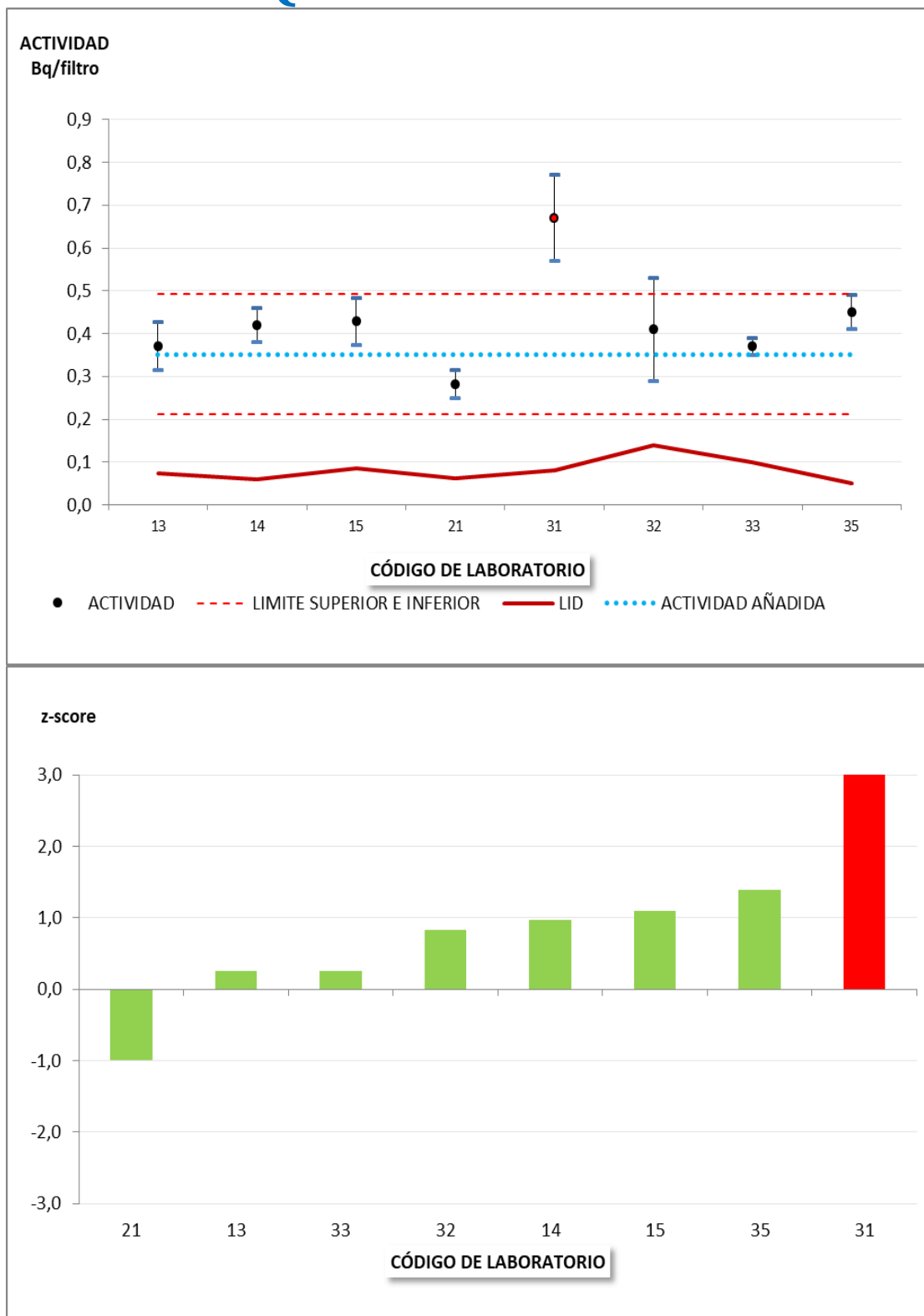
134Cs (Filtro de 44 x 44 cm²)



137Cs (Filtro de 44 x 44 cm²)



241Am (Filtro de 44 x 44 cm²)



**ANEXO V. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN
UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h
(FILTRO DE 20 x 25 cm²)**

MATRIZ: 20x25 cm ² Determinación: ⁶⁰ Co				NUMERO DE PARTICIPANTES: 3	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					1,150 ± 0,090 7,83%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				1,23 ± 0,10 8,4%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
5	1,16E+00	6,00E-02	8,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	76924	1173.23	1.75E-002	NO		0,1	0,9	9,4	S
6	1,23E+00	4,00E-02	1,00E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie-2000	79200	1173.24, 1332.50	99.90, 99.98	SI (en ambas)		0,5	7,0	8,5	S
21	1,70E+00	1,50E-01	1,32E-01	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	1173/1333		NO		3,2	47,8	11,8	N/S

MATRIZ: 20x25 cm ² Determinación: ¹⁰⁶ Ru				NUMERO DE PARTICIPANTES: 2		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				5,090 ± 0,410 8,06%			σ _p =15%		MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				6,30 ± 2,38 37,8%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación			
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia		
6	4,69E+00	2,20E-01	4,90E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie-2000	79200	511.84, 621.94	20.00, 9.93	SI (en ambas)		-0,5	-7,9	9,3	S		
21	7,90E+00	1,30E+00	1,17E+00	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	624		NO		3,7	55,2	18,3	N/S		

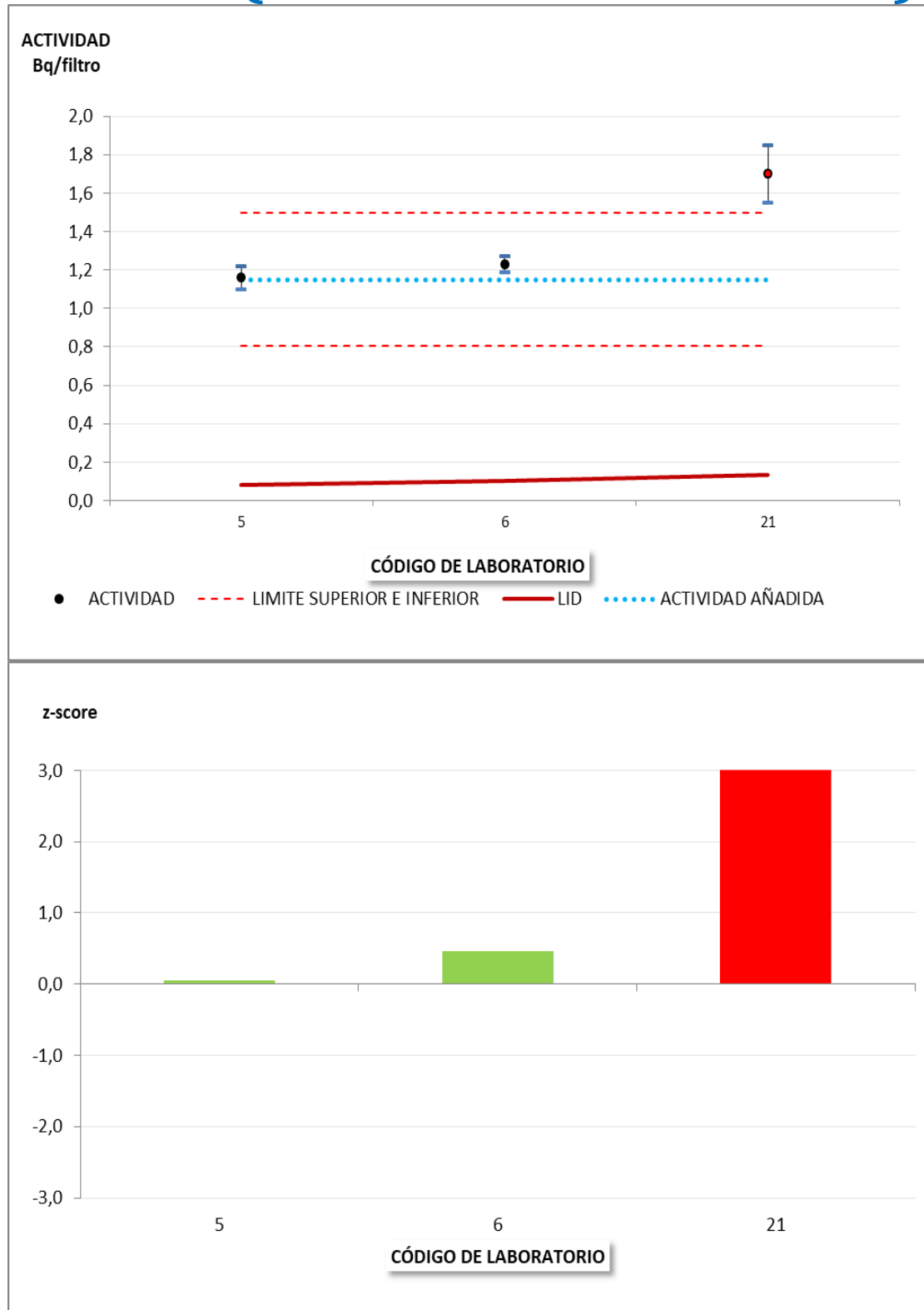
MATRIZ: 20x25 cm ² Determinación: ¹³⁴ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 3		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,604 ± 0,048 7,95%		σ _p =15%		MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				0,71 ± 0,15 20,9%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación		
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia	
5	6,10E-01	4,00E-02	7,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	76924	604.69	3.01E-002	NO		0,1	1,0	10,3	S	
6	7,10E-01	3,00E-02	9,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie-2000	79200	563.23, 569.32, 604.70, 795.84, 801.93	8.38, 15.43, 97.60, 85.40, 8.73	SI (en ambas)		1,2	17,5	9,0	S	
21	9,02E-01	9,10E-02	7,60E-02	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	604		NO		3,3	49,3	12,8	N/S	

MATRIZ: 20x25 cm ² Determinación: ¹³⁷ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 3		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,551 ± 0,044 7,99%		σ _p =15%		MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,67 ± 0,04 6,6%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación		
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia	
5	6,70E-01	6,00E-02	8,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	76924	661.65	2.77E-002	NO		1,4	21,6	12,0	S	
6	6,40E-01	4,00E-02	9,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie-2000	79200	661.66	85.12	NO		1,1	16,2	10,1	S	
21	8,56E-01	9,30E-02	9,20E-02	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	661		NO		3,7	55,4	13,5	N/S	

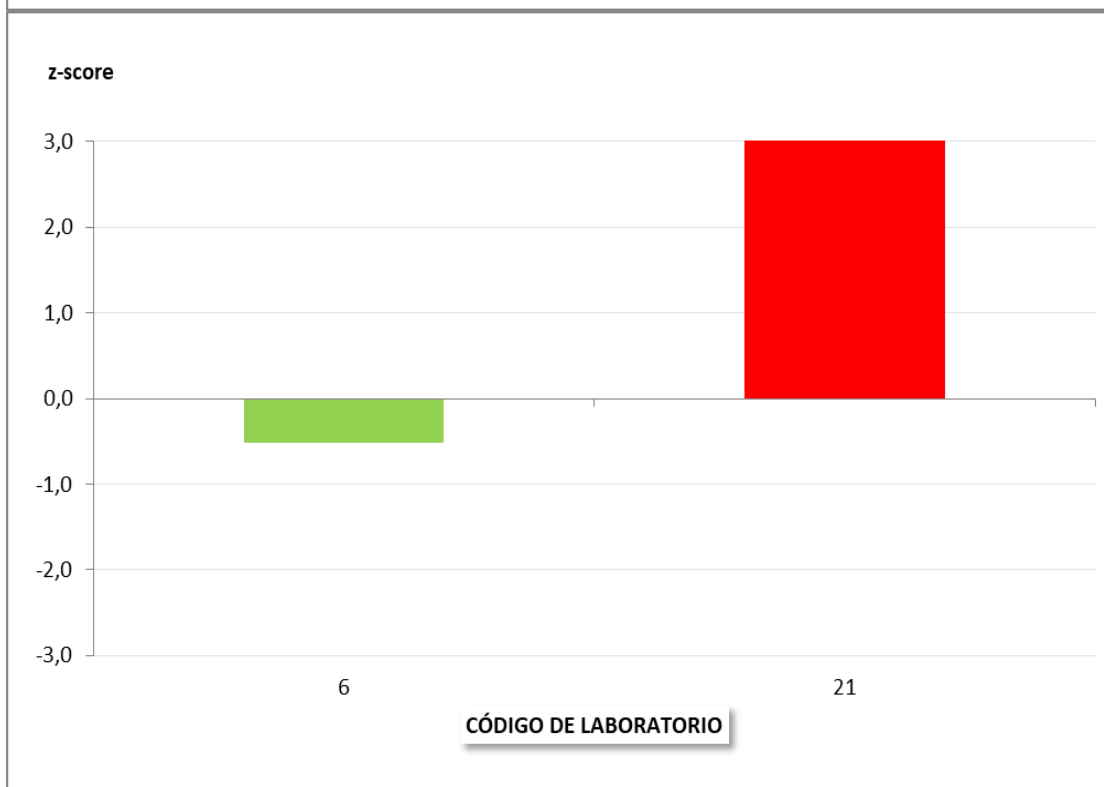
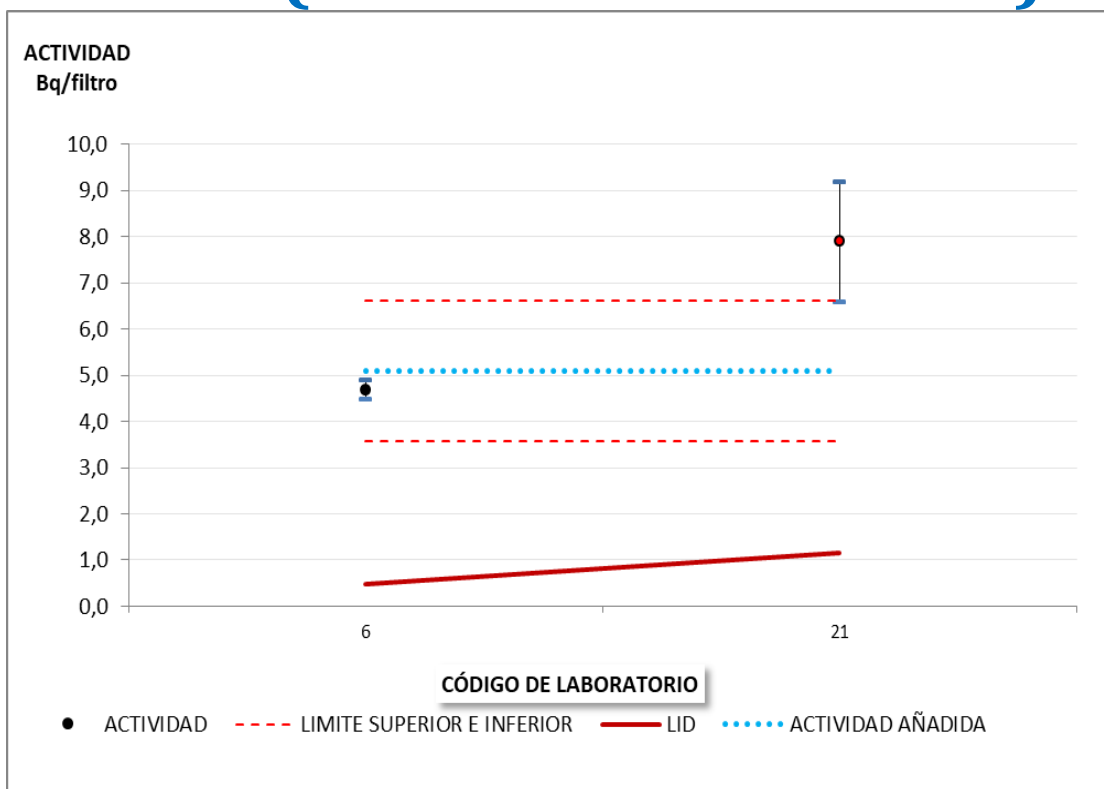
MATRIZ: 20x25 cm ² Determinación: ²⁴¹ Am				NUMERO DE PARTICIPANTES: 3		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,418 ± 0,033 7,89%		σ _p =20%		MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,63 ± 0,12 18,8%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación		
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia	
5	6,30E-01	4,00E-02	6,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	76924	59.54	1.04E-001	NO		2,5	50,7	10,1	N/S	
6	4,70E-01	3,00E-02	4,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie-2000	79200	59.54	35.94	NO		0,6	12,4	10,2	S	
21	7,10E-01	1,50E-01	9,50E-02	3	S	EG	Total	HpGe	Genie 2000	80000	59.4		NO		3,5	69,9	22,6	N/S	

**ANEXO VI. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE
EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS
EN UN PLAZO MÁXIMO DE 72 h
(FILTRO DE 20 x 25 cm²)**

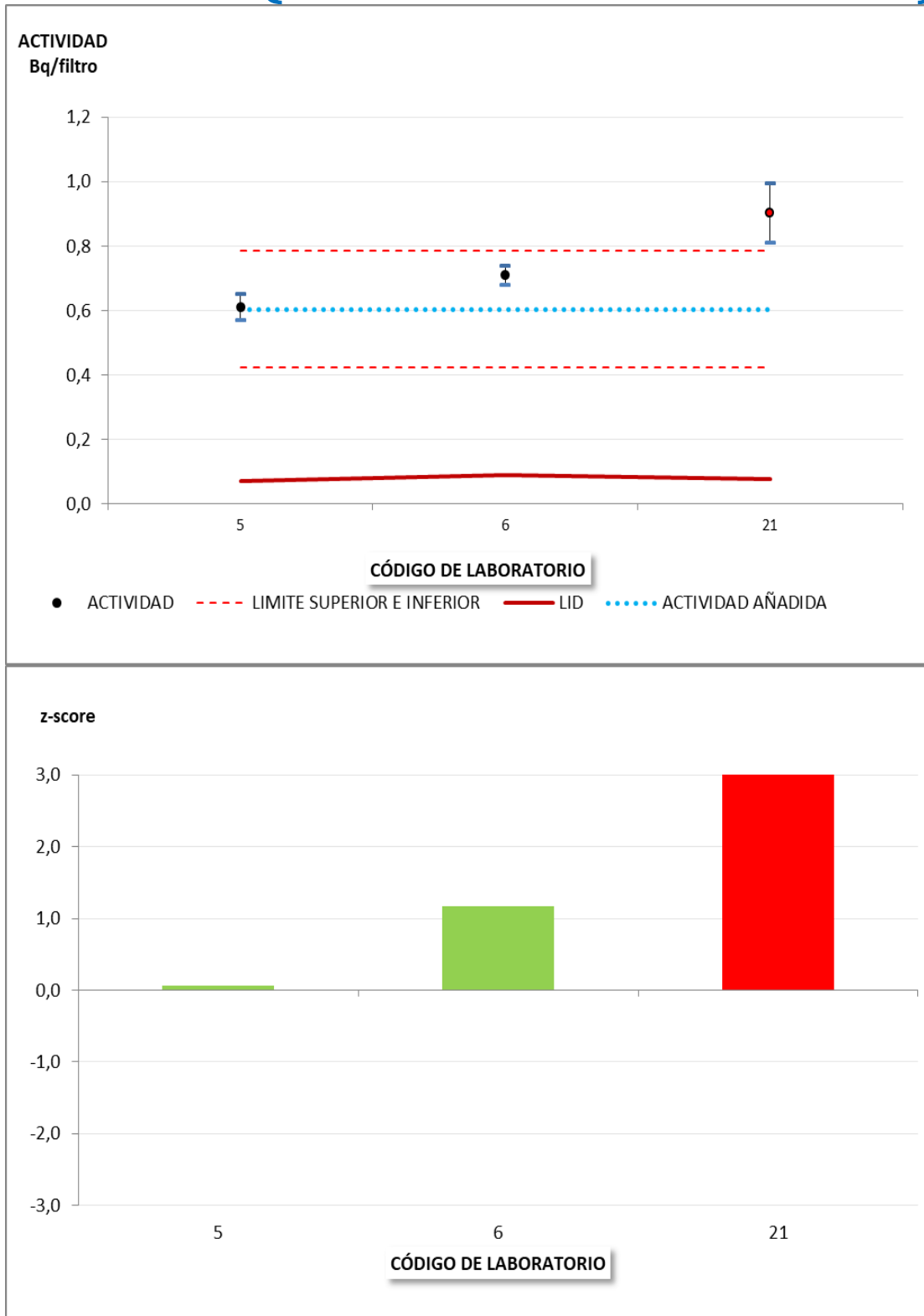
^{60}Co (Filtro de 20 x 25 cm²)



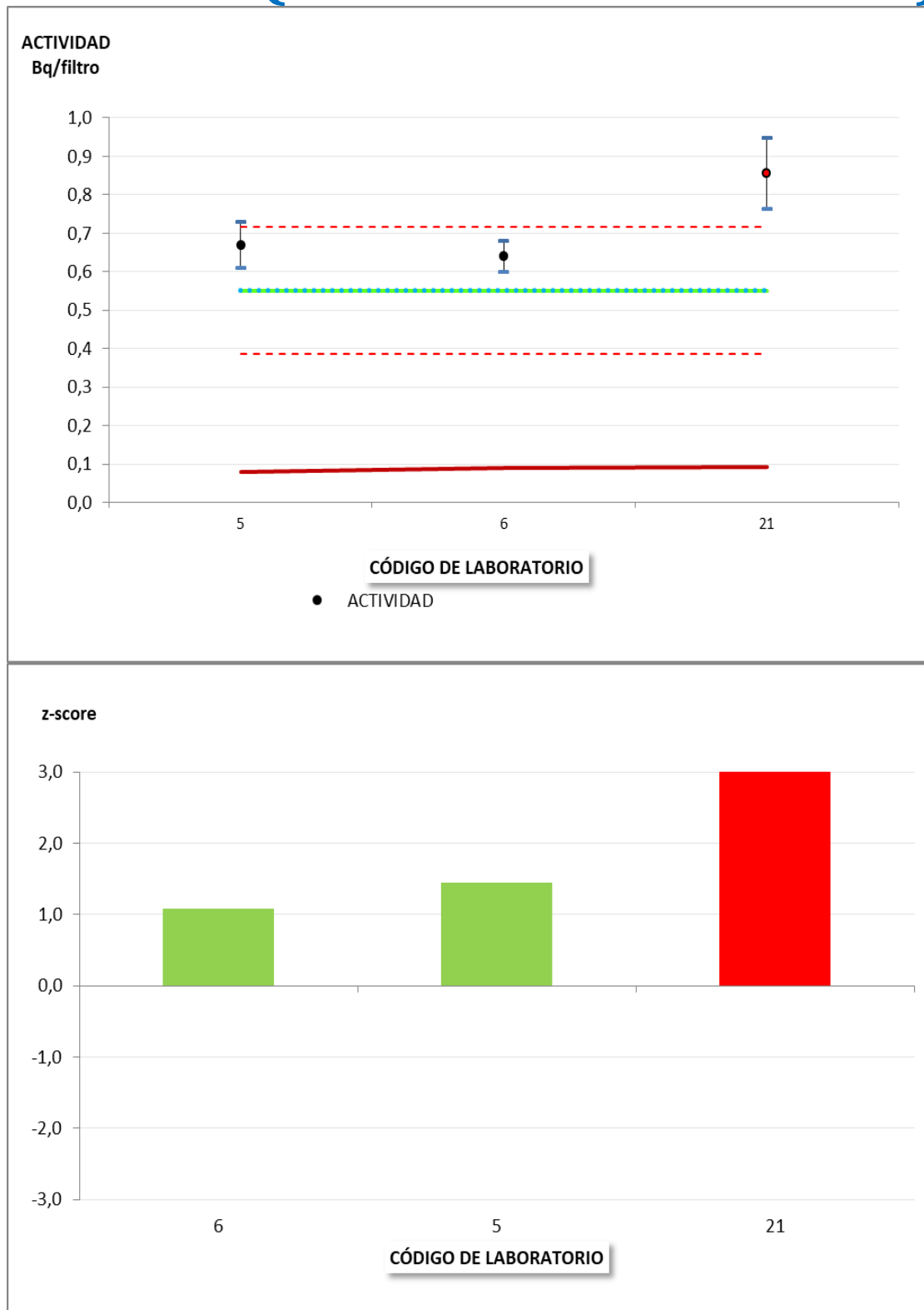
^{106}Ru (Filtro de 20 x 25 cm²)



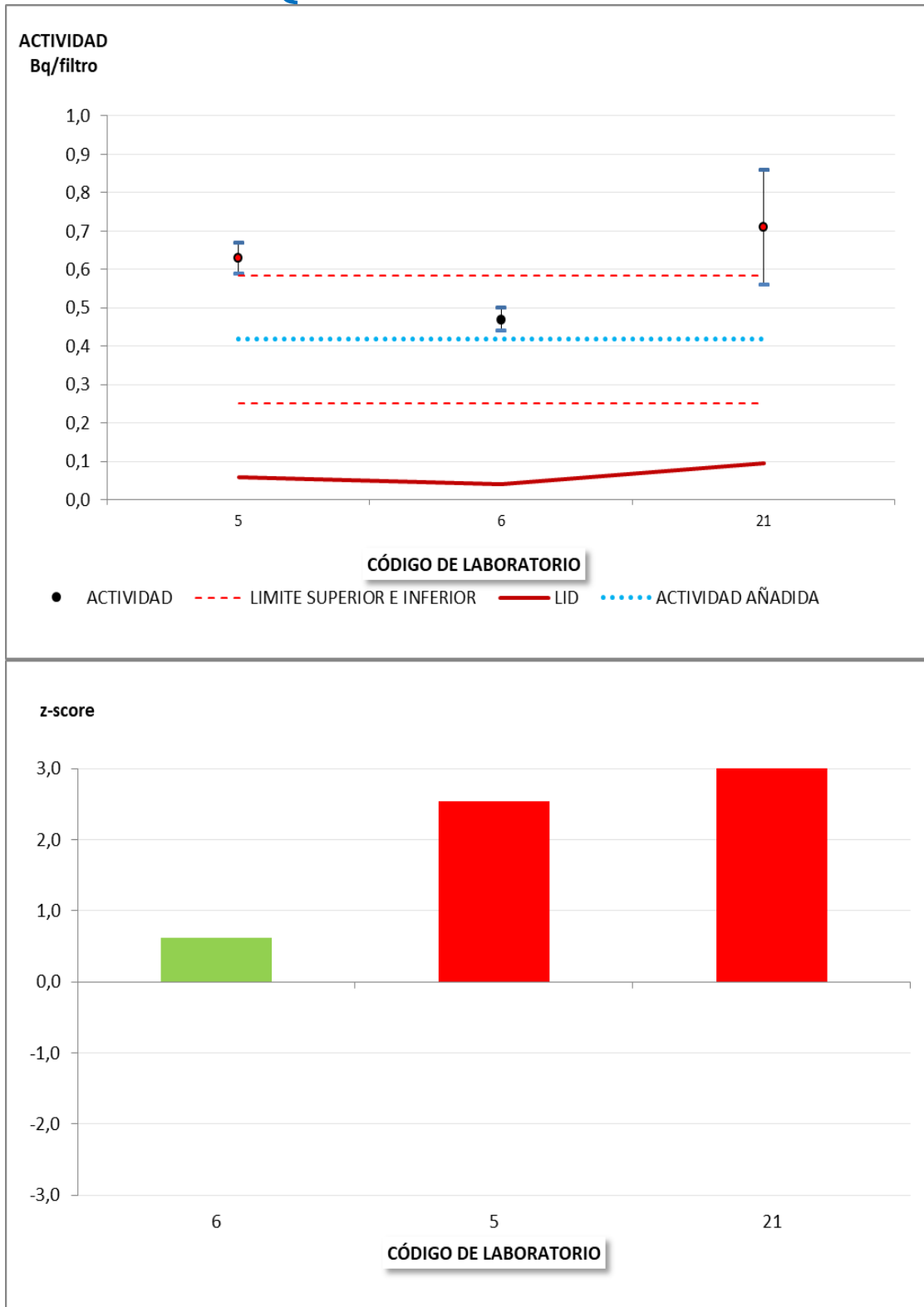
^{134}Cs (Filtro de 20 x 25 cm²)



^{137}Cs (Filtro de 20 x 25 cm²)



241Am (Filtro de 20 x 25 cm²)



**ANEXO VII. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN
UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES
(FILTRO DE 47 mm)**

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ⁵⁵ Fe				NUMERO DE PARTICIPANTES: 4				$\sigma_p=20\%$		ACTIVIDAD AÑADIDA $\pm U$ (k=2) (Bq/filtro) 20,1 \pm 1,6 % Incertidumbre: 7,96%				MEDIANA \pm MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				17,27 \pm 2,11 12,2%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado	Tipo de columna					
13	1,95E+01	4,01E+00	1,06E+01	2	I	SR	Total	CL	Propio	48000	DT (Digestión Total)	HNO3+HCL		cromatográfica		-0,2	-3,1	22,1	S
15	1,79E+01	8,11E-01	2,44E-02	1	I	SR	Alícuota	CL	Propio	10800	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3/HCl	intercambio ionico	columna anionica		-0,5	-10,9	9,2	S
20	1,66E+01	1,50E+00	1,25E-01	1		SR	Total	CL	Propio	10800	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	EC	TRU		-0,9	-17,3	12,0	S
33	7,40E+00	2,01E+00	6,30E+00	1		SR	Alícuota	CL	Propio	8400	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	Resina	BIORAD AG 1x4	Rendimiento químico 0,40	-3,2	-63,2	28,3	N/S

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ⁶³ Ni				NUMERO DE PARTICIPANTES: 4		$\sigma_p=20\%$					ACTIVIDAD AÑADIDA $\pm U$ (k=2) (Bq/filtro) 9,870 \pm 0,790 % Incertidumbre: 8,00%				MEDIANA \pm MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				10,09 \pm 0,82 8,1%
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado	Tipo de columna					
13	1,06E+01	2,63E+00	2,88E+00	2	I	SR	Total	CL	Propio	48000	DT (Digestión Total)	HNO3+HCL			0,4	7,8	26,0	S	
15	9,32E+00	4,31E-01	1,64E-02	1	I	SR	Alícuota	CL	Propio	10800	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3/HCl	intercambio ionico/Triskem	columna anionica	-0,3	-5,6	9,2	S	
20	1,01E+01	9,08E-01	1,62E-01	1		SR	Total	CL	Propio	10800	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	EC	TRU	0,1	2,2	12,0	S	
33			4,10E+00	1		SR	Alícuota	CL	Propio	4800	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	Resina	Cromatográfica	Rendimiento químico 0,84				

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ⁸⁹ Sr				NUMERO DE PARTICIPANTES: 16				σ _p =20%		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre: 2,560 ± 0,210 8,20%				MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MAde/MEDIANA:				2,31 ± 1,25 53,9%	
CODIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado	Tipo de columna					
3	2,03E+00	9,75E-01	1,82E-02	1	I	SR	Total	CP	PROPIO	86400	DT (Digestión Total)	1 HNO3 / 3 HCl	PP			-0,6	-12,3	72,3	S
7	3,90E+00	9,80E-02	2,00E-02	1		SR	Alícuota	CL	Propio	2040000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	Coprecipitación			3,4	69,0	54,0	N/S
8	3,15E+00	9,30E-01	6,30E-03	1		SR	Total	CP	Propio	60000	LX (Digestión - Lixiviación)	Nitrico	Cl	DOWEX AG 50W-X8		1,8	36,4	61,5	S
9	8,15E-01	5,79E-02	1,44E-02	1		SR	Total	CP	UMS+PROPIO	72000	DT (Digestión Total)	HNO3, HCl, HClO4	PP			-3,2	-64,7	54,4	N/S
11			1,20E-01	1			Total	CP		86400									
12	3,20E+00	3,00E-01	2,00E-01	1		SR	Total	CP		14400	DT (Digestión Total)	HCl-HNO3	Precipitación SrCO3			1,9	38,5	54,7	S
13	1,00E+00	1,60E-02	2,40E-02	2	I	SR	Total	CP	Propio	144000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3				-2,8	-56,6	54,0	N/S
15	1,88E+00	1,85E-01	1,98E-01	2	I	SR	Alícuota	CP	Propio	60000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3/HCl	intercambio ionico	columna cationica		-0,9	-18,5	54,8	S
16	2,31E+00	1,30E-01	9,00E-02	1		SR	Total	CL	Propio		LX (Digestión - Lixiviación)	Nitrico	PP			0,0	0,0	54,2	S
21	2,71E+00	2,20E-01	2,50E-01	2	I	SR	Alícuota	CP	Propio	120000	LX (Digestión - Lixiviación)	Nitrico	EX	Sr-Spec		0,9	17,3	54,5	S
23	2,02E-01	1,60E-02	2,68E-02	1		SR	Total	CP	Excel	60000	DT (Digestión Total)	HNO3	PP	DOWEX AG 1x8, Sr spec	Redimiento 51,74 %	-4,6	-91,3	54,5	N/S
24	2,74E+00	3,73E-01	2,70E-02	2	I	SR	Alícuota	CP	Propio	60000	LX (Digestión - Lixiviación)	HCl+HNO3	PP			0,9	18,6	55,6	S
26	2,59E+00	6,60E-01	3,90E-02	1		SR	Alícuota	CP	propio	60000	LX (Digestión - Lixiviación)	nitrico	intercambio ionico	AG50W-X8		0,6	12,1	59,6	S
27	3,15E+00	5,30E-01	3,00E-01	1	I	SR	Alícuota	CP	Propio	78000	DT (Digestión Total)	HF	PP	DOWEX50WX8		1,8	36,4	56,5	S
33	1,40E+00	1,00E-01	1,00E-01	1		SR	Total	CP	Propio	172800	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	Precipitado		Separación tradicional por precipitación de SrCO3	-2,0	-39,4	54,4	S
35	2,30E-01	1,10E-01	3,00E-02	1		SR	Alícuota	CP	HT1000	86400	MO (Microondas)	HNO3/HCl	Cromatográfica	DOWEX AG 1x8		-4,5	-90,0	72,1	N/S

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ⁹⁰ Sr				NUMERO DE PARTICIPANTES: 20				σ _p =20%		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) 0,510 ± 0,041 % Incertidumbre: 8,04%				MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				0,52 ± 0,12 23,5%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado						Tipo de columna
1	1,40E-01	1,20E-02	2,00E-02	1		SR	Total	CP	HT1000	12000	DT (Digestión Total)	HNO3	PP	Dowex 50WX8		-3,7	-73,1	25,0	N/S
3	4,95E-01	7,99E-02	5,50E-03	1	I	SR	Total	CP	PROPIO	86400	DT (Digestión Total)	1 HNO3 / 3 HCl	PP			-0,3	-5,0	28,5	S
7	9,50E-01	7,80E-02	2,00E-02	1	I	SR	Alicuota	CL	Propio	2040000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	Coprecipitación			4,1	82,3	24,9	N/S
8	5,00E-01	1,10E-01	3,60E-03	1		SR	Total	CP	Propio	60000	LX (Digestión - Lixiviación)	Nitrico	Cl	DOWEX AG 50W-X8		-0,2	-4,0	32,2	S
9	7,14E-01	2,03E-02	5,00E-03	1		SR	Total	CP	UMS+PROPIO	72000	DT (Digestión Total)	HNO3, HCl, HClO4	PP			1,8	37,0	23,7	S
11	5,22E-01	1,34E-02	1,78E-02	1			Total	CP		86400						0,0	0,2	23,6	S
12	5,90E-01	3,00E-02	5,00E-02	1		SR	Total	CP		14400	DT (Digestión Total)	HCl-HNO3	Precipitación SrCO3			0,7	13,2	24,0	S
13	6,05E-01	1,90E-02	1,00E-02	2	I	SR	Total	CP	Propio	144000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3				0,8	16,1	23,7	S
15	3,43E-01	3,15E-02	2,77E-02	2	I	SR	Alicuota	CP	Propio	60000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3/HCl	intercambio ionico	columna cationica		-1,7	-34,3	25,2	S
16	5,20E-01	3,00E-02	1,50E-02	1		SR	Total	CL	Propio		LX (Digestión - Lixiviación)	Nitrico	PP			0,0	-0,2	24,2	S
17	4,00E-01	4,00E-02	1,70E-01	1		SR	Alicuota	CP	propio	60000	LX (Digestión - Lixiviación)	Nitrico	intercambio catiónico	Dowex 50 WX8 (50-100 mallas)		-1,2	-23,2	25,5	S
20	5,33E-01	6,85E-02	4,92E-02	1		SR	Total	CL	Propio	10800	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	EC	Sr Spec		0,1	2,3	26,8	S
21	1,08E+00	9,00E-02	5,00E-03	2	I	SR	Alicuota	CP	Propio	120000	LX (Digestión - Lixiviación)	Nitrico	EX	Sr-Spec		5,4	107,3	24,9	N/S
23	4,78E-01	1,96E-02	3,28E-02	1		SR	Total	CP	Excel	60000	DT (Digestión Total)	HNO3	PP	DOWEX AG 1x8, Sr spec	Redimiento 51,74 %	-0,4	-8,3	23,8	S
24	4,88E-01	7,19E-02	1,31E-02	2	I	SR	Alicuota	CP	Propio	60000	LX (Digestión - Lixiviación)	HCl+HNO3	PP			-0,3	-6,3	27,7	S
26	5,38E-01	8,70E-02	2,50E-02	1		SR	Alicuota	CP	propio	60000	LX (Digestión - Lixiviación)	nitrico	intercambio ionico	AG50W-X8		0,2	3,3	28,5	S
27	6,30E-01	9,00E-02	3,00E-02	1	I	SR	Alicuota	CP	Propio	78000	DT (Digestión Total)	HF	PP	DOWEX50WX8		1,0	20,9	27,5	S
29	1,65E-01	1,80E-02	2,00E-03	1		SR	Alicuota	CP	Propio	60000						-3,4	-68,3	25,9	N/S
33	9,90E-01	8,00E-02	1,00E-02	1		SR	Total	CP	Propio	172800	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	Precipitado		Separación tradicional por precipitación de SrCO3	4,5	90,0	24,8	N/S
35	4,40E-01	3,00E-02	2,00E-02	1		SR	Alicuota	CP	HT1000	86400	MO (Microondas)	HNO3/HCl	Cromatográfica	DOWEX AG 1x8		-0,8	-15,6	24,5	S

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ²³⁰ Th				NUMERO DE PARTICIPANTES: 12						ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) 0,030 ± 0,002 % Incertidumbre: 7,97%		MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): 0,030 ± 0,006 %MADE/MEDIANA: 20,9%									
CODIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia	Tipo ataque	Método empleado	Tipo de columna					
7	2,72E-02	2,00E-03	4,00E-04	3	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	250000				LX (Digestión - Lixiviación)	Coprecipitación	UTEVA		-0,5	-9,9	22,1	S
10			4,80E-02	1		SR	Alicuota	CP	PROPIO	60000				DT (Digestión Total)	Cl	DOWEX					
13	4,75E-02	9,40E-03	1,20E-03	1	I	SR	Total	PIPS	Propio	174000				DT (Digestión Total)				2,9	57,3	28,8	N/S
14			1,20E-01			Otros	Total	XtRa	Genie 2000	334606	63,29	0,309	NO								
15	2,47E-02	3,66E-03	6,26E-04	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	600000				LX (Digestión - Lixiviación)	intercambio ionico	columna anionica		-0,9	-18,2	25,6	S
18	3,56E-02	1,50E-03	2,00E-03	2	I	SR	Alicuota	PIPS	Maestro	300000				MO (Microondas)	Resina selectiva	UTEVA		0,9	17,9	21,3	S
21	3,49E-02	3,50E-03	1,60E-03	2	I	SR	Alicuota	PIPS	Genie + Propio	700000				LX (Digestión - Lixiviación)	EC	UTEVA		0,8	15,6	23,2	S
22	1,81E-03	4,06E-03	8,69E-03	1		SR	Alicuota	PIPS	Genie 2000	172800				DT (Digestión Total)	PP	UTEVA		-4,7	-94,0	225,7	N/S
26	3,29E-02	4,70E-03	1,80E-03	1		SR	Alicuota	SIB	propio	300000				MO (Microondas)	intercambio ionico	AG1-X8		0,4	8,9	25,3	S
27	2,70E-02	3,00E-03	2,00E-03	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	503057				MO (Microondas)	PP	DOWEX 1x8		-0,5	-10,6	23,6	S
28	2,75E-02	3,66E-03	3,59E-04	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	604800				DT (Digestión Total)	Cl	UTEVA		-0,4	-8,9	24,8	S
33	3,40E-02	7,00E-03	8,00E-03	1		SR	Total	PIPS	G2k+Excel	509018				LX (Digestión - Lixiviación)	TBP+UTEVA		Separación U/Th con TPB y purificación de Th por UTEVA	0,6	12,6	29,3	S

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ²³⁴ U				NUMERO DE PARTICIPANTES: 14					σ _p =20%			ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) 0,024 ± 0,003 % Incertidumbre: 10,92%			MEDIANA ± MADE %MADE/MEDIANA: 14,4%				0,024 ± 0,003 14,4%			
CODIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES								ESPECTROMETRIA GAMMA			SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia	Tipo ataque	Método empleado	Tipo de columna						
2	2,75E-02	3,89E-03	3,97E-04	1	I	SR	Total	PIPS	Genie2K-Propio	242000	4778	0,13	NO	MO (Microondas)	Intercambio iónico	AG1X8 + TRU	Filtro Emisores alfa (filtro nº6)	0,8	16,0	20,2	S	
3	1,78E-02	3,80E-03	4,80E-03				Alicuota	PIPS	GENIE	432000				DT (Digestión Total)	Cl	Dowex AG 1x8		-1,3	-25,1	25,8	S	
7	2,42E-02	3,60E-03	4,00E-04	3	S	SR	Alicuota	PIPS	Propio	250000				LX (Digestión - Lixiviación)	Coprecipitación	UTEVA		0,1	2,1	20,7	S	
13	1,78E-02	6,60E-03	1,50E-03	1	I	SR	Total	PIPS	Propio	200000				DT (Digestión Total)				-1,2	-24,9	39,8	S	
14			1,20E-01				Otros	Total	XiRa	Genie 2000	334606	63,29	0,309	NO								
15	2,05E-02	2,77E-03	3,77E-04	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	600000				LX (Digestión - Lixiviación)	intercambio iónico	columna anionica		-0,7	-13,5	19,8	S	
16	2,28E-02	2,00E-03	8,00E-04	1		SR	Total	PIPS	Genie 2000					LX (Digestión - Lixiviación)	EC	UTEVA		-0,2	-3,8	16,9	S	
18	2,37E-02	1,80E-02	2,00E-03	2	I	SR	Alicuota	PIPS	Maestro	300000				MO (Microondas)	Resina selectiva	UTEVA		0,0	0,0	77,3	S	
21	3,86E-02	6,00E-03	1,80E-02	2	S	SR	Alicuota	PIPS	Genie 2000, Excel	500000				LX (Digestión - Lixiviación)	Extracción líquido-líquido con TBP + Xileno			3,1	62,9	21,2	N/S	
22	2,38E-02	2,82E-03	5,17E-04	1		SR	Alicuota	PIPS	Genie 2000	172800				DT (Digestión Total)	PP	UTEVA		0,0	0,4	18,6	S	
26	2,94E-02	4,40E-03	2,40E-03	1		SR	Alicuota	SIB	propio	278000				MO (Microondas)	intercambio iónico	AG1-X8		1,2	24,1	20,8	S	
27	2,60E-02	3,00E-03	3,00E-03	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	503072				MO (Microondas)	PP	DOWEX 1x8		0,5	9,7	18,4	S	
28	2,30E-02	1,70E-03	3,20E-04	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	345600				DT (Digestión Total)	Cl	UTEVA		-0,1	-3,0	16,2	S	
33	2,20E-02	3,00E-03	1,00E-03	1		SR	Total	PIPS	G2k+Excel	423488				LX (Digestión - Lixiviación)	TBP			-0,4	-7,2	19,8	S	

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ²³⁵ U				NUMERO DE PARTICIPANTES: 8						σ _p =20%		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre: 5,63%		0,00110 ± 0,00006 5,63%		MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA: 21,4%				0,0010 ± 0,0002 21,4%		
CODIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia	Tipo ataque	Método empleado	Tipo de columna						
2	8,19E-04	4,87E-04	3,97E-04	1	I	SR	Total	PIPS	Genie2K-Propio	242000	4378	0,13	NO	MO (Microondas)	Intercambio iónico	AG1X8 + TRU	Filtro Emisores alfa (filtro n°6)	-1,3	-25,6	59,7	S	
3	4,08E-03	1,80E-03	4,80E-03				Alicuota	PIPS	GENIE	432000				DT (Digestión Total)	Cl	Dowex AG 1x8		13,5	270,6	44,5	N/S	
7	9,70E-04	3,90E-04	4,00E-04	3	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	250000				LX (Digestión - Lixiviación)	Coprecipitación	UTEVA		-0,6	-11,9	40,6	S	
13			1,50E-03	1	I	SR	Total	PIPS	Propio	200000				DT (Digestión Total)								
14			6,00E-03				Otros	Total	XIRa	Genie 2000	334606	63,29	0,309	NO								
15	1,01E-03	6,24E-04	6,19E-04	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	600000				LX (Digestión - Lixiviación)	intercambio ionico	columna anionica		-0,4	-8,4	62,1	S	
16			1,80E-03	1		SR	Total	PIPS	Genie 2000					LX (Digestión - Lixiviación)	EC	UTEVA						
18			2,00E-03	2	I	SR	Alicuota	PIPS	Maestro	300000				MO (Microondas)	Resina selectiva	UTEVA						
21			1,50E-02	2	S	SR	Alicuota	PIPS	Genie 2000, Excel	500000				LX (Digestión - Lixiviación)	Extracción líquido-líquido con TBP + Xileno							
22	1,92E-03	3,76E-04	3,49E-04	1		SR	Alicuota	PIPS	Genie 2000	172800				DT (Digestión Total)	PP	UTEVA		3,7	74,2	20,4	N/S	
26	9,00E-04	7,00E-04	4,00E-04	1		SR	Alicuota	SiB	propio	278000				MO (Microondas)	intercambio ionico	AG1-X8		-0,9	-18,3	78,0	S	
27	1,30E-03	8,00E-04	3,00E-04	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	503072				MO (Microondas)	PP	DOWEX 1x8		0,9	18,1	61,8	S	
28	1,00E-03	2,50E-04	4,60E-04	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	345600				DT (Digestión Total)	Cl	UTEVA		-0,5	-9,2	25,6	S	
33			1,00E-03	1		SR	Total	PIPS	G2k+Excel	423488				LX (Digestión - Lixiviación)	TBP							

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ²³⁸ U				NUMERO DE PARTICIPANTES: 14						σ _p =20%		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre: 5,93%		0,024 ± 0,001 5,93%		MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,024 ± 0,005 20,1%		
CODIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia	Tipo ataque	Método empleado	Tipo de columna						
2	2,77E-02	3,92E-03	3,97E-04	1	I	SR	Total	PIPS	Genie2K-Propio	242000	4194	0,13	NO	MO (Microondas)	Intercambio iónico	AG1X8 +TRU	Filtro Emisores alfa (filtro nº6)	0,7	14,0	24,6	S	
3	1,57E-02	3,60E-03	4,80E-03				Alicuota	PIPS	GENIE	432000				DT (Digestión Total)	Cl	Dowex AG 1x8		-1,8	-35,3	30,5	S	
7	2,06E-02	4,90E-03	4,00E-04	3	S	SR	Alicuota	PIPS	Propio	250000				LX (Digestión - Lixiviación)	Coprecipitación	UTEVA		-0,8	-15,2	31,2	S	
13	1,32E-02	5,60E-03	5,30E-03	1	I	SR	Total	PIPS	Propio	200000				DT (Digestión Total)				-2,3	-45,7	47,0	N/S	
14			1,20E-01				Otros	Total	XiRa	Genie 2000	334606	63,29	0,309	NO								
15	3,33E-02	3,02E-03	6,15E-04	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	600000				LX (Digestión - Lixiviación)	intercambio ionico	columna anionica		1,8	36,9	22,1	S	
16	2,15E-02	1,90E-03	5,00E-04	1		SR	Total	PIPS	Genie 2000					LX (Digestión - Lixiviación)	EC	UTEVA		-0,6	-11,5	22,0	S	
18	2,60E-02	1,90E-03	2,00E-03	2	I	SR	Alicuota	PIPS	Maestro	300000				MO (Microondas)	Resina selectiva	UTEVA		0,3	7,0	21,4	S	
21	4,49E-02	6,30E-03	1,70E-02	2	S	SR	Alicuota	PIPS	Genie 2000, Excel	500000				LX (Digestión - Lixiviación)	Extracción líquido-líquido con TBP + Xileno			4,2	84,8	24,5	N/S	
22	2,62E-02	1,79E-03	4,82E-04	1		SR	Alicuota	PIPS	Genie 2000	172800				DT (Digestión Total)	PP	UTEVA		0,4	7,7	21,3	S	
26	2,43E-02	3,90E-03	1,80E-03	1		SR	Alicuota	SiB	propio	278000				MO (Microondas)	intercambio ionico	AG1-X8		0,0	0,0	25,8	S	
27	2,60E-02	4,00E-03	2,00E-03	1	I	SR		PIPS	Propio	503072				MO (Microondas)	PP	DOWEX 1x8		0,3	7,0	25,3	S	
28	2,30E-02	1,70E-03	4,60E-04	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	345600				DT (Digestión Total)	Cl	UTEVA		-0,3	-5,3	21,5	S	
33	2,10E-02	3,00E-03	1,00E-03	1		SR	Total	PIPS	G2k+Excel	423488				LX (Digestión - Lixiviación)	TBP			-0,7	-13,6	24,7	S	

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: U_{natural}				NUMERO DE PARTICIPANTES: 8		$\sigma_p=20\%$				ACTIVIDAD AÑADIDA $\pm U$ (k=2) ($\mu\text{g}/\text{filtro}$) % Incertidumbre: 1,91 \pm 0,34 17,8%		MEDIANA \pm MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				1,88 \pm 0,16 8,3%			
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Concentración ($\mu\text{g}/\text{filtro}$)	U (k=2) ($\mu\text{g}/\text{filtro}$)	LID ($\mu\text{g}/\text{filtro}$)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado	Tipo de columna					
3	1.31E+00	3.21E-01	4.02E-01				Alicuota	PIPS	GENIE	432000									S
7	1.67E+00	3.90E+00	1.00E+00																S
10	1.90E+00	1.40E-01		1		Otros	Alicuota								FLUORIMETRIA	0.0	-0.5	19.3	S
14			1.00E+01			Otros	Total	XiRa	Genie 2000	334606					Empleando la relación entre U- natural y 238U dada por la IAEA				
15	1.87E+00	2.43E-01	4.95E-02	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	600000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3/HCl	intercambio ionico	columna anionica		-0.1	-2.0	22.0	S
26	1.92E+00	3.20E-01	1.50E-01	1												0.0	0.5	24.4	S
28	1.89E+00	1.80E-01	5.00E-03	1	I	KPA	Alicuota				DT (Digestión Total)	HF/HNO3/HCl				0.0	-0.8	20.2	S
33	2.24E+00	2.00E-02	1.00E-02	1		ICP	Alicuota	Otros	Masshunter+Exc el	0					Detector ICP-MS	0.9	17.3	17.8	S
35	1.71E+00	1.00E-02	5.00E-02	2	S	ICP	Alicuota	Otros	SyngistixTM	115	MO (Microondas)	HNO3/HCl/HF/H3 BO3			HR-ICP-MS	-0.5	-10.5	17.8	S

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ^{239}Pu				NUMERO DE PARTICIPANTES: 9						$\sigma_p=20\%$		ACTIVIDAD AÑADIDA $\pm U$ (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre: 7,83%		0,012 \pm 0,001 7,83%						
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado	Tipo de columna						
2	1,03E-02	9,40E-04	1,40E-04	1	I	SR	Total	PIPS	Genie2K-Propio	450000	MO (Microondas)	HNO3 + HF	Intercambio iónico	AG1X8	Filtro Emisores alfa (filtro nº6)	-0,5	-10,4	12,0	S	
3	3,73E-03	4,20E-04	2,70E-04	1	I		Alicuota	PIPS	GENIE	432000	DT (Digestión Total)	1 HNO3 / 3 HCl	Cl	Dowex AG 1x2		-3,4	-67,6	13,7	N/S	
13	1,23E-02	2,00E-03	2,00E-04	1	I	SR	Total	PIPS	Propio	350000	DT (Digestión Total)	HNO3+HCL				0,3	7,0	18,0	S	
15	9,35E-03	1,79E-03	7,05E-04	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	600000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3/HCl	intercambio ionico	columna anionica		-0,9	-18,7	20,7	S	
16	1,03E-02	1,20E-03	8,00E-04	1		SR	Total	PIPS	Genie 2000		LX (Digestión - Lixiviación)	Nítrico	EC	TRU		-0,5	-10,4	14,0	S	
21	3,10E-03	1,10E-03	2,70E-03	2	I	SR	Alicuota	PIPS	Genie + Propio	600000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	Cl	AG 1x8		-3,7	-73,0	36,3	N/S	
24	1,26E-02	1,02E-03	9,64E-05	2	I	SR	Alicuota	PIPS	Genie	1000000	MO (Microondas)	HNO3+HF+HCl	Cl	AG1X8		0,5	9,6	11,3	S	
26	1,40E-02	2,00E-03	1,00E-03	1		SR	Alicuota	SiB	propio	577200	MO (Microondas)	HNO3+HCL+H2O 2+FH	extraccion cromatografica	UTEVA+DGA		1,1	21,7	16,3	S	
33	1,13E-02	5,00E-04	2,00E-04	1		SR	Alicuota	PIPS	G2k+propio	1002811	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	EC	BIORAD AG 1x4		-0,1	-1,7	9,0	S	

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro ²⁴¹ Am				NUMERO DE PARTICIPANTES: 30				σ _p =20%		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) 0,300 ± 0,024 % Incertidumbre: 8,00%			MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,35 ± 0,07 21,2%							
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación			
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia	Tipo ataque	Volumen	Método empleado						Tipo de columna		
1	3,60E-01	2,00E-02	1,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Anesga	216000	59,54	0,180	NO						0,2	3,0	21,9	S		
2	3,19E-01	1,81E-02	3,39E-02	2	I	EG	Total	BEGe	Genie2K	200000	59,54	0,240	NO						Filtro Emisores gamma, 89Sr, 90Sr (filtro nº 6)	-0,4	-8,7	22,0	S	
2		8,66E-04		1	I	SR	Total	PIPS	Genie2K-Propio	328000	5485	0,13	NO	MO (Microondas)	5 + 2	Intercambio iónico	AG1X8 + TRU							
3	2,41E-01	5,33E-02	6,30E-02	1	I	EG	Total	ReGe	GENIE	347673	59,5	21,16	NO							-1,5	-31,0	30,6	S	
4	8,75E-01	5,14E-01	1,34E-01	1		EG	Total	HpGe	GENIE2000	259200	59,5	4,88E-02	NO							7,5	150,3	62,5	N/S	
5	3,20E-01	2,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	XIRa	Genie 2000	173821	59,54	0,277	NO							-0,4	-8,4	22,1	S	
7	3,27E-01	1,70E-02	6,60E-03	1		EG	Total	BEGe	Propio	75189	59,54	0,2734	NO							-0,3	-6,4	21,8	S	
8	3,80E-01	5,00E-02	1,00E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	500000	59,54	0,20979	NO							0,4	8,7	25,0	S	
9	3,56E-01	2,20E-02	3,70E-02	4	I	EG	Total	XIRa	Genie 2000	216000	59,54	35,78	NO							0,1	1,9	22,1	S	
12	4,00E-01	1,00E-01	1,00E-01	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	59,9									0,7	14,4	32,8	S	
13	4,60E-01	1,36E-01	5,50E-02	2	I	EG	Total	XIRa	GammaVision	82710	59,54	35,9								1,6	31,6	36,4	S	
13		1,00E-03		2	I	SR	Total	PIPS	Propio	500000														
14	3,40E-01	2,00E-02	1,20E-02			EG	Total	XIRa	Genie 2000	334606	59,54	0,301	NO							-0,1	-2,7	22,0	S	
15	4,31E-01	9,42E-02	1,27E-01	1	I	EG	Alicuota	HpGe	GammaVision	55868	59,54	0,084355	NO							1,2	23,3	30,5	S	
15		9,65E-04		1	I	SR		PIPS	Propio	600000				LX (Digestión - Lixiviación)	100/100	intercambio iónico	columna anionica							
16	2,86E-01	2,10E-02	4,70E-02	1			Total	ReGe	Genie 2000	80000	59,54	0,198								-0,9	-18,2	22,5	S	
17	4,40E-01	3,00E-02	7,00E-02	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	86400	59,54	9,81	NO							1,3	25,9	22,3	S	
18	2,49E-01	2,20E-02	3,60E-02	3	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	59,5		NO							-1,4	-28,8	23,0	S	
19	3,00E-01	1,00E-01	1,30E-01	1		EG	Total	HpGe	GammaVision + Propio	218774	59,5409	0,036	NO							-0,7	-14,2	39,5	S	
20	3,64E-01	8,12E-02	1,08E-01	1		EG	Total	Ge	Genie	86400	59,54	0,067	NO							0,2	4,1	30,8	S	
21	3,10E-03	9,00E-04	1,50E-03	2	I	SR	Alicuota	PIPS	Genie + Propio	600000				LX (Digestión - Lixiviación)		EC	TRU							
23	5,17E-01	4,56E-02	1,18E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	834,83	99,97	NO							2,4	47,9	23,0	N/S	
24	3,49E-01	9,05E-02	1,69E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie+Propio	58000	59,5	0,08	NO							0,0	-0,1	33,5	S	
25	2,90E-01	6,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie	86400	59,77	2,70E-01	NO							-0,9	-17,0	29,6	S	
26	3,61E-01	4,90E-02	5,50E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	59,54	0,219								0,2	3,3	25,2	S	
27	4,60E-01	7,00E-02	1,10E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	59,54	9,9	NO							1,6	31,6	26,1	S	
28	3,30E-01	4,69E-02	7,12E-02	1	I	EG	Total	HpGe	GENIE	345600	59,50	0,0858								-0,3	-5,6	25,5	S	
29	3,13E-01	3,30E-02	7,20E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	59,54	0,109								-0,5	-10,4	23,7	S	
30	3,50E-01	2,00E-02	1,40E-02	1		EG	Total	XIRa	Genie 2000	225000	59,5	0,30	NO							0,0	0,1	22,0	S	
31	3,50E-01	2,00E-02	2,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	164000	59,54	0,23016								0,0	0,1	22,0	S	
33	1,80E-01	3,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	XIRa	G2k+Excel	252914										-2,4	-48,5	27,0	N/S	
35	2,50E-01	1,00E-02	9,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	343500	59,54	0,3630	NO							-1,4	-28,5	21,6	S	
36	1,60E+00	1,00E-01	4,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie2000	259362	59,5	0,0505	NO							17,9	357,8	22,1	N/S	

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ²¹⁰ Pb				NUMERO DE PARTICIPANTES: 25						ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre: 1,56 ± 0,12 7,69%		MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				2,19 ± 0,74 33,9%					
CODIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia	Tipo ataque	Método empleado						Tipo de columna
1	2,85E+00	6,00E-01	1,30E-01	1		EG	Total	PIPS	Anesga	216000	46,54	0,13	NO				Filtro Emisores gamma, 89Sr, 90Sr (filtro nº 6)	1,5	30,4	39,9	S
2	1,91E+00	3,04E-01	2,83E-01	2	I	EG	Total	BEGe	Genie2K	200000	46,54	0,233	NO					-0,6	-12,6	37,5	S
3	3,00E+00	9,21E-02	2,99E+00	1	I	EG	Total	ReGe	GENIE	347673	46,50	21,5	NO					1,9	37,5	34,1	S
5	1,95E+00	2,00E-01	2,40E-01	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	173821	46,45	0,275	NO					-0,5	-10,8	35,5	S
7	1,05E+00	1,40E-01	5,50E-02	1		EG	Total	BEGe	Propio	75189	46,54	0,2601	NO					-2,6	-51,9	36,5	N/S
8	2,70E+00	4,00E-01	1,30E-01	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	500000	46,54	0,17144	NO					1,2	23,6	37,0	S
9	2,44E+00	3,23E-01	6,05E-01	4	I	EG	Total	XiRa	Genie 2000	216000	46,5	4,25	NO					0,6	11,4	36,4	S
10	4,60E+00	2,14E-01	4,80E-02	1		SR	Alicuota	CP	PROPIO	60000				DT (Digestión Total)	Cl	DOWEX	Filtro Emisores Gamma	5,5	110,5	34,3	N/S
12	1,70E+00	4,00E-01	2,00E+00	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	46,5							-1,1	-22,2	41,3	S
13	2,07E+00	1,20E-01	4,00E-02	1	I	SR	Total	CP	Propio	144000								-0,3	-5,3	34,4	S
14	2,12E+00	1,20E-01	1,20E-01			EG	Total	XiRa	Genie 2000	334606	46,54	0,288	NO					-0,1	-3,0	34,4	S
15	1,73E+02	2,38E+01	8,95E+00	1	I	SR	Alicuota	CP	Propio	60000				LX (Digestión - Lixiviación)	co-precipitacion			390,9	7817,6	36,6	N/S
18	9,59E-01	3,21E-01	4,70E-01	3	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	300000	46,5		NO					-2,8	-56,1	47,7	N/S
19			1,51E+00	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	218774	46,539	0,025	NO								
21	2,83E+00	1,60E-01	2,45E-01	7	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	46,5		NO					1,5	29,5	34,4	S
23	3,98E+00	1,54E+00	2,07E+00	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	46,55	4,25	NO					4,1	82,2	51,5	N/S
25	1,89E+00	4,10E-01	2,10E-01	1		EG	Total	BEGe	Genie	86400	46,74	2,696E-01	NO					-0,7	-13,5	40,3	S
26	3,79E+00	5,40E-01	5,23E-01	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	46,52	0,191						3,7	73,5	36,8	N/S
27	2,25E+00	6,10E-01	9,70E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	46,54	8,1	NO					0,1	3,0	43,4	S
28	1,98E+00	4,92E-01	7,91E-01	1	I	EG	Total	HpGe	GENIE	345600	46,5	0,091						-0,5	-9,3	42,0	S
29	3,70E+00	3,45E-01	6,72E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	46,54	0,099						3,5	69,2	35,2	N/S
30	2,01E+00	1,30E-01	1,40E-01	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	225000	46,5	0,29	NO					-0,4	-8,0	34,5	S
31	2,31E+00	2,80E-01	2,40E-01	2	I	EG	Total	Ge	Genie	164000	46,54	0,22213						0,3	5,7	36,0	S
33	1,27E+00	1,60E-01	2,00E-01	1		EG	Total	XiRa	G2k+Excel	252914	46,5	18,3	NO					-2,1	-41,9	36,2	N/S
35	1,70E+00	1,40E-01	2,10E-01	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	343500	46,50	0,0405	NO					-1,1	-22,2	34,9	S

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ²²⁶ Ra			NUMERO DE PARTICIPANTES: 25							$\sigma_p=15\%$	ACTIVIDAD AÑADIDA $\pm U$ (k=2) (Bq/filtro) 1,180 \pm 0,090 % Incertidumbre: 7,63%	MEDIANA \pm MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				0,67 \pm 0,25 37,6%					
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia	Tipo ataque	Método empleado						Tipo de columna
1	4,40E-01	4,00E-02	2,00E-02	1		EGEQ	Total	PIPS	Anesga	216000	352/609	0,091/0,043	NO				Filtro Emisores gamma, 89Sr, 90Sr (filtro nº 6)	-4,2	-62,7	11,9	N/S
2	2,73E-01	3,21E-02	8,68E-02	2	I	EGEQ	Total	BEGe	Genie2K	200000	351,93	0,0796	NO					-5,1	-76,9	14,0	N/S
3	1,66E+00	5,09E-01	4,52E-01	1	I	EGEQ	Total	ReGe	GENIE	347673	186,01	12,58	NO					2,7	40,4	31,6	N/S
4	5,29E-01	9,99E-02	1,57E-01	1		EGEQ	Total	HpGe	Genie 2000	259200		4,81E02	NO					-3,7	-55,2	20,4	N/S
5	5,40E-01	6,00E-02	7,00E-02	1		EGEQ	Total	XiRa	Genie 2000	173821	351,92	0,1	NO					-3,6	-54,2	13,5	N/S
7	1,24E+00	1,30E-01	9,70E-02	1		EGRaU	Total	BEGe	Propio	75189	186,21	0,1998	NO					0,3	5,1	13,0	S
8	5,10E-01	1,30E-01	2,30E-02	1		EGEQ	Total	HpGe	GammaVision	500000	351,93;609,31	0,06296;0,09264	NO					-3,8	-56,8	26,6	N/S
9	6,92E-01	4,40E-02	1,29E-01	4	I	EGEQ	Total	XiRa	Genie 2000	216000	609,31	45,49	NO					-2,8	-41,4	9,9	N/S
10	1,00E+00	1,40E-01	2,30E-02	1		SR	Alicuota	CP	PROPIO	3600				DT (Digestión Total)	Cl	DOWEX	Filtro Emisores Gamma	-1,0	-15,3	15,9	S
12	7,00E-01	2,00E-01	4,00E-01	2	I	EGRaU	Total	HpGe	Ge-propio	86400	186,1							-2,7	-40,7	29,6	N/S
13	2,44E-02	6,30E-03	5,00E-03	1	I	SR	Total	PIPS	Propio	200000				DT (Digestión Total)				-6,5	-97,9	26,9	N/S
14	1,16E+00	1,70E-01	3,00E-01			EGRaU	Total	XiRa	Genie 2000	334606	185,96	0,21	NO					-0,1	-1,7	16,5	S
15	1,19E+00	1,47E-01	2,06E-02	1	I	SR	Alicuota	CL	Propio	21600				LX (Digestión - Lixiviación)	co-precipitación			0,1	0,8	14,5	S
17	8,20E-01	1,20E-01	2,20E-01	1		EGEQ	Total	ReGe	Genie2000	86400	609,31	1,71	NO					-2,0	-30,5	16,5	N/S
18	5,89E-01	1,45E-01	1,40E-01	3	I	EGEQ	Total	HpGe	Genie 2000	300000	609,3/351,9		NO					-3,3	-50,1	25,8	N/S
19	5,00E-01	1,00E-01	1,00E-01	1		EGEQ	Total	HpGe	Gammavision + Propio	218774	351,932	0,043	NO					-3,8	-57,6	21,4	N/S
21	1,70E+00	3,10E-01	4,30E-01	8	S	EGRaU	Total	Ge	Genie 2000	80000	186		NO					2,9	44,1	19,8	N/S
23	6,70E-01	1,35E-01	3,75E-01	1		EGEQ	Total	ReGe	Genie2000	75015	609,31;351,92	46,30;37,20	NO					-2,9	-43,2	21,5	N/S
25	4,30E-01	3,00E-02	7,00E-02	1		EGEQ	Total	BEGe	Genie	86400								-4,2	-63,6	10,3	N/S
27	7,60E-01	1,30E-01	3,20E-01	1	I	EGEQ	Total	HpGe	Genie+propio	165600	295+352+609	5,8+4,9+2,8	NO					-2,4	-35,6	18,7	N/S
28	6,58E-01	1,10E-01	3,09E-01	1	I	EG	Total	HpGe	GENIE	345600	295,21	0,0366						-2,9	-44,2	18,3	N/S
29	1,01E+00	9,70E-02	1,88E-01	1		EGEQ	Total	HpGe	Genie 2K	60000	351,87	0,043						-0,9	-14,2	12,2	S
30	6,70E-01	8,00E-02	4,00E-02	1		EGEQ	Total	XiRa	Genie 2000	225000	352	0,10	NO					-2,9	-43,2	14,2	N/S
33	3,00E-01	5,00E-02	5,00E-02	1		EGEQ	Total	XiRa	G2k+Excel	252914	352 y 609	8,1% y 4,6%	NO					-5,0	-74,6	18,3	N/S
35	6,90E-01	3,00E-02	1,00E-01	1		EGEQ	Total	BEGe	Genie 2000	343500								-2,8	-41,5	8,8	N/S

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ⁶⁰ Co				NUMERO DE PARTICIPANTES: 31		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,508 ± 0,041 8,07%		σ _p =15%		MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,56 ± 0,10 18,1%	
CODIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación		
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia	
1	5,90E-01	4,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Anesga	216000	1173,2	0,018	NO	Filtro Emisores gamma, 89Sr, 90Sr (filtro nº 6)	0,3	5,1	19,3	S	
2	4,87E-01	1,60E-02	3,40E-02	2	I	EG	Total	BEGe	Genie2K	200000	1173,23 / 1332,49	0,0214 / 0,0189	SI (en la calibración)		-0,9	-13,3	18,4	S	
3	2,99E-01	1,35E-01	6,02E-02	1	I	EG	Total	ReGe	GENIE	347673	1173,22	1,876	NO		-3,1	-46,7	48,5	N/S	
4	7,80E-01	5,27E-02	7,47E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE2000	259200	1333,4	7,78E-03	NO		2,6	38,9	19,3	N/S	
5	4,30E-01	4,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	173821	1173,23	0,034	NO		-1,6	-23,4	20,3	S	
7	5,46E-01	5,20E-02	1,14E-02	2	I	EG	Total	BEGe	Propio	75189	1173,2+1332,5	0,0330+0,02 94	SI (en la medida)		-0,2	-2,8	20,4	S	
8	5,50E-01	7,00E-02	8,80E-03	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	500000	1173,23	0,03417	NO		-0,1	-2,1	22,1	S	
9	5,40E-01	1,70E-02	6,70E-02	4	I	EG	Total	XiRa	Genie 2000	216000	1173,23 y 1332,49	99,85 y 99,98	SI (en ambas)		-0,3	-3,8	18,3	S	
11	6,35E-01	4,60E-02	5,90E-02	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	1173,21	25			0,9	13,1	19,5	S	
12	6,00E-01	1,00E-01	4,00E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	1333				0,5	6,8	24,6	S	
13	7,50E-01	1,30E-01	8,90E-02	2	I	EG	Total	XiRa	Gammavision	82710	1173,2 y 1332,5	100 y 100			2,2	33,5	25,0	N/S	
14	5,70E-01	3,00E-02	2,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	334606	1332,5	0,0265	NO		0,1	1,5	18,8	S	
15	5,54E-01	4,34E-02	4,86E-02	2	I	EG	Alícuota	HpGe	GammaVision	500000	1332,49	0,04803	SI (en ambas)		-0,1	-1,3	19,7	S	
16	4,86E-01	3,90E-02	7,60E-02	1			Total	ReGe	Genie 2000	80000	1173,23	0,0192			-0,9	-13,5	19,8	S	
17	6,30E-01	9,00E-02	1,10E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	86400	1173,22	8,15	NO		Eficiencia de detección del pico (absoluto) en %	0,8	12,2	23,0	S
18	6,47E-01	3,40E-02	5,70E-02	3	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	1173,2/1332,5		NO		1,0	15,2	18,8	S	
19	5,00E-01	1,00E-01	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	218774	1332,492	0,012	NO		-0,7	-11,0	26,9	S	
20	5,86E-01	2,87E-02	4,47E-02	1		EG	Total	Ge	Genie	86400	1173,23+1332,4 9	0,029+0,025 4	NO		0,3	4,3	18,7	S	
21	7,10E-01	2,40E-02	5,30E-02	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	1173/1332		NO		1,8	26,4	18,4	S	
23	6,50E-01	7,05E-02	1,50E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	1115,52	50,75	NO		1,0	15,7	21,1	S	
24	5,62E-01	5,41E-02	4,82E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie+Propio	58000	1332,5	0,02	NO		0,0	0,1	20,5	S	
25	3,90E-01	3,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie	86400	1173,31	3,16E-02	NO		-2,0	-30,6	19,6	S	
26	5,52E-01	7,60E-02	7,30E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	1132,5	0,023			-0,1	-1,7	22,7	S	
27	6,90E-01	6,00E-02	1,20E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	1173+1332	2,1+1,9	NO		1,5	22,9	20,0	S	
28	5,62E-01	5,23E-02	7,40E-02	1	I	EG	Total	HpGe	GENIE	345600	1173	0,00966			0,0	0,0	20,3	S	
29	5,19E-01	4,80E-02	1,08E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	1332,49	0,013			-0,5	-7,6	20,3	S	
30	5,60E-01	4,00E-02	2,50E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	225000	1332	0,026	NO		0,0	-0,3	19,4	S	
31	5,30E-01	6,00E-02	4,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	164000	1332,49	0,02103	SI (en la calibración)		-0,4	-5,6	21,3	S	
33	2,90E-01	4,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	XiRa	G2k+Excel	252914	1333	2,17	SI (en ambas)		-3,2	-48,4	22,7	N/S	
35	1,07E+00	1,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	343500	1173,22/1332,4 9	1/1	NO		6,0	90,5	18,1	N/S	
36	9,20E-01	4,00E-02	4,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie2000	259362	1173,2	0,0130	NO		4,3	63,8	18,6	N/S	

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ⁵⁴ Mn				NUMERO DE PARTICIPANTES: 30	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,844 ± 0,068 8,06%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				0,96 ± 0,10 10,7%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
1	8,90E-01	4,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Anesga	216000	834,8	0,028	NO		-0,5	-7,3	11,6	S
2	8,97E-01	3,10E-02	3,78E-02	2	I	EG	Total	BEGe	Genie2K	200000	834,85	0,0304	NO	Filtro Emisores gamma, 89Sr, 90Sr (filtro nº 6)	-0,4	-6,6	11,3	S
3	1,29E+00	2,36E-02	4,08E-02	1	I	EG	Total	ReGe	GENIE	347673	834,83	2,70	NO		2,3	34,3	10,9	N/S
4	1,81E+00	8,33E-02	8,65E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE2000	259200	834,8	1,35E-02	NO		5,9	88,6	11,7	N/S
7	9,78E-01	4,60E-02	1,10E-02	1		EG	Total	BEGe	Propio	75189	834,84	0,04542	SI (en la		0,1	1,8	11,7	S
8	9,50E-01	1,20E-01	1,00E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	500000	834,85	0,04790	NO		-0,1	-1,1	16,6	S
9	8,95E-01	2,90E-02	6,90E-02	4	I	EG	Total	XiRa	Genie 2000	216000	834,83	99,98	NO		-0,5	-6,8	11,2	S
11	1,01E+00	4,30E-02	4,80E-02	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	834,83	25			0,4	5,6	11,5	S
12	1,10E+00	1,00E-01	2,00E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	835				1,0	14,5	14,1	S
13	1,22E+00	1,60E-01	8,50E-02	2	I	EG	Total	XiRa	Gammavision	82710	834,83	10,67			1,8	27,0	16,9	S
14	9,20E-01	5,00E-02	1,70E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	334606	834,84	0,048	NO		-0,3	-4,2	12,0	S
15	9,01E-01	7,00E-02	3,99E-02	2	I	EG	Alicuota	HpGe	GammaVision	500000	834,81	0,072074	SI (en la calibración)		-0,4	-6,1	13,2	S
16	8,70E-01	4,60E-02	8,60E-02	1			Total	ReGe	Genie 2000	80000	834,85	0,03			-0,6	-9,4	12,0	S
17	9,50E-01	1,30E-01	1,60E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	86400	834,83	1,2	NO	Eficiencia de detección del pico (absoluto) en %	-0,1	-1,1	17,4	S
18	1,05E+00	9,70E-02	8,20E-02	3	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	834,8		NO		0,6	9,1	14,2	S
19	9,00E-01	1,00E-01	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	218774	834,848	0,019	NO		-0,4	-6,3	15,4	S
20	1,03E+00	4,64E-02	4,12E-02	1		EG	Total	Ge	Genie	86400	834,83	0,0422	NO		0,5	7,2	11,6	S
21	2,13E+00	8,40E-02	1,09E-01	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	834		NO		8,1	121,5	11,4	N/S
23	1,19E+00	8,46E-02	1,15E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	1173,22	100	NO		1,6	23,9	12,9	S
24	9,35E-01	6,73E-02	6,44E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie+Propio	57000	834,8	0,03	NO		-0,2	-2,6	12,9	S
25	7,70E-01	1,20E-01	4,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie	86400	834,81	4,29E-02	NO		-1,3	-19,8	18,9	S
26	9,04E-01	6,30E-02	5,60E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	834,8	0,039			-0,4	-5,9	12,8	S
27	1,10E+00	9,00E-02	1,20E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	834,83	1,35	NO		1,0	14,5	13,5	S
28	9,71E-01	7,38E-02	1,06E-01	1	I	EG	Total	HpGe	GENIE	345600	834,85	0,0131			0,1	1,1	13,1	S
29	8,91E-01	7,90E-02	1,21E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	834,85	0,019			-0,5	-7,2	13,9	S
30	9,00E-01	5,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	225000	835	0,048	NO		-0,4	-6,3	12,1	S
31	1,00E+00	6,00E-02	4,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	164000	834,85	0,03303			0,3	4,1	12,3	S
33	5,10E-01	8,00E-02	1,00E-02	1		EG	Total	XiRa	G2k+Excel	252914	835	3,3	SI (en la calibración)		-3,1	-46,9	19,0	N/S
35	1,50E+00	3,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	343500	834,83	0,9997	NO		3,7	56,2	10,9	N/S
36	1,72E+00	7,00E-02	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie2000	259362	834,8	0,0180	NO		5,3	79,1	11,5	N/S

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ⁶⁵ Zn				NUMERO DE PARTICIPANTES: 30	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,970 ± 0,078 8,04%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				1,06 ± 0,14 13,0%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
1	1,06E+00	8,00E-02	4,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Anesga	216000	1115,5	0,019	NO		0,0	-0,3	15,0	S
2	1,01E+00	4,09E-02	7,32E-02	2	I	EG	Total	BEGe	Genie2K	200000	1115,54	0,0225	NO	Filtro Emisores gamma, 89Sr, 90Sr (filtro nº 6)	-0,3	-5,0	13,6	S
4	2,49E+00	4,90E-01	8,59E-01	1		EG	Total	HpGe	GENIE2000	259200	1115,5	9,56E-03	NO		8,9	133,8	23,6	N/S
5	9,00E-01	1,00E-01	7,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	173821	1115,54	0,0355	NO		-1,0	-15,3	17,1	S
7	1,07E+00	7,80E-02	1,12E-02	1		EG	Total	BEGe	Propio	75189	1115,54	0,03451	SI (en la medida)		0,0	0,3	14,9	S
8	1,18E+00	1,50E-01	1,70E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	500000	1115,54	0,03602	NO		0,7	11,0	18,2	S
9	9,87E-01	3,70E-02	1,08E-01	4	I	EG	Total	XiRa	Genie 2000	216000	1115,54	50,22	NO		-0,5	-7,1	13,5	S
11	1,01E+00	8,00E-02	1,11E-01	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	1115,50	25			-0,3	-5,1	15,2	S
12	1,00E+00	1,00E-01	5,00E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	1115				-0,4	-5,9	16,4	S
13	1,31E+00	2,00E-01	1,80E-01	2	I	EG	Total	XiRa	Gammavision	82710	1115,5	50,75			1,5	23,2	20,0	S
14	9,90E-01	6,00E-02	3,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	334606	1115,55	0,038	NO		-0,5	-6,9	14,3	S
15	1,05E+00	8,49E-02	7,07E-02	2	I	EG	Alicuota	HpGe	GammaVision	500000	1115	0,055963	SI (en la calibración)		-0,1	-1,4	15,3	S
16	9,99E-01	8,50E-02	1,46E-01	1			Total	ReGe	Genie 2000	80000	1115,54	0,0205			-0,4	-6,0	15,5	S
17	1,08E+00	1,40E-01	2,30E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	86400	1115,52	8,64	NO	Eficiencia de detección del pico (absoluto) en %	0,1	1,6	18,3	S
18	1,30E+00	1,03E-01	1,55E-01	3	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	1115,5		NO		1,5	22,4	15,2	S
19	1,00E+00	1,00E-01	1,00E-01	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	218774	1115,539	0,015	NO		-0,4	-5,9	16,4	S
20	1,28E+00	1,60E-01	8,46E-02	1		EG	Total	Ge	Genie	86400	1115,52	0,038	NO		1,4	20,4	18,0	S
21	2,89E+00	1,10E-01	1,84E-01	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	1116		NO		11,5	171,9	13,5	N/S
23	1,27E+00	1,09E-01	2,59E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	621,84	9,80	NO		1,3	19,5	15,6	S
24	1,15E+00	1,26E-01	1,35E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie+Propio	57000	1115,5	0,03	NO		0,5	8,2	17,0	S
25	6,30E-01	9,00E-02	9,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie	86400	1115,56	3,30E-02	NO		-2,7	-40,7	19,3	N/S
26	9,64E-01	1,14E-01	1,31E-01	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	1115,52	0,028			-0,6	-9,3	17,6	S
27	1,23E+00	3,20E-01	2,10E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	1115,55	1,04	NO		1,0	15,7	29,1	S
28	1,07E+00	2,29E-01	3,37E-01	1	I	EG	Total	HpGe	GENIE	345600	1115,54	0,0101			0,1	0,8	25,0	S
29	9,91E-01	1,50E-01	2,56E-01	1		SR	Total	HpGe	Genie 2K	60000	1115,54	0,015			-0,5	-6,8	19,9	S
30	9,60E-01	6,00E-02	3,40E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	225000	1116	0,038	NO		-0,6	-9,7	14,4	S
31	1,12E+00	1,10E-01	7,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	164000	1115,54	0,02400			0,4	5,4	16,3	S
33	6,00E-01	8,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	XiRa	G2k+Excel	252914	1115	2,52	SI (en la calibración)		-2,9	-43,6	18,6	N/S
35	2,01E+00	7,00E-02	7,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	343500	1115,52	0,5075	NO		5,9	89,1	13,4	N/S
36	1,89E+00	9,00E-02	6,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie2000	259362	1115,5	0,0136	NO		5,2	77,8	13,8	N/S

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ¹⁰⁶ Ru				NUMERO DE PARTICIPANTES: 23	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					3,760 ± 0,300 7,98%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				3,46 ± 0,43 12,4%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
2	3,65E+00	1,87E-01	3,52E-01	2	I	EG	Total	BEGe	Genie2K	200000	621,90 / 1050,39	0,0420 / 0,0239	SI (en la medida)	Ru-106 en equilibrio con el hijo Rh-106, medido por los fotopicos del hijo (Filtro Emisores gamma,89Sr,90Sr,filtro nº 6)	0,4	5,5	13,4	S
4	4,97E+00	5,55E-01	6,18E-01	1		EG	Total	HpGe	GENIE2000	259200	621,9	1,84E-02	NO		2,9	43,5	16,7	N/S
7	3,75E+00	1,80E-01	9,12E-02	1		EG	Total	BEGe	Propio	75189	621,8	0,06107	SI (en la medida)		0,6	8,4	13,3	S
8	3,20E+00	4,00E-01	9,40E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	500000	621,90	0,06193	NO		-0,5	-7,5	17,6	S
9	3,50E+00	1,57E-01	4,30E-01	4	I	EG	Total	XiRa	Genie 2000	216000	511,86	20,50	SI (en ambas)		0,1	1,0	13,2	S
11	3,29E+00	2,60E-01	4,26E-01	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	621,92	25			-0,3	-4,8	14,7	S
12	2,90E+00	3,00E-01	3,00E-01	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	621				-1,1	-16,2	16,2	S
13	3,78E+00	6,90E-01	6,00E-01	2	I	EG	Total	XiRa	Gammavision	82710	621,8	98,1			0,6	9,2	22,1	S
15	3,64E+00	4,07E-01	6,39E-01	2	I	EG	Alicuota	HpGe	GammaVision	500000	621,9	0,09382	SI (en ambas)		0,3	5,2	16,7	S
16	3,33E+00	2,90E-01	5,50E-01	1			Total	ReGe	Genie 2000	80000	621,90	0,0428	SI (en la medida)		-0,3	-3,8	15,2	S
17	3,85E+00	7,10E-01	1,39E+00	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	86400	621,84	1,67	NO	Eficiencia de detección del pico (absoluto) en %	0,8	11,3	22,2	S
19	3,40E+00	5,00E-01	4,10E-01	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	218774	621,9	0,025	NO		-0,1	-1,7	19,3	S
20	3,28E+00	3,88E-01	3,47E-01	1		EG	Total	Ge	Genie	86400	621,84	0,07	NO		-0,3	-5,2	17,2	S
21	6,12E+00	6,10E-01	6,88E-01	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	622		NO		5,1	76,9	15,9	N/S
23	3,81E+00	9,38E-01	1,70E+00	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	604,70	97,60	NO		0,7	10,1	27,6	S
25	2,23E+00	4,50E-01	2,90E-01	1		EG	Total	BEGe	Genie	86400	621,84	5,67E-02	NO		-2,4	-35,5	23,7	N/S
26	3,37E+00	6,00E-01	4,85E-01	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	621,84	0,052			-0,2	-2,6	21,7	S
27	3,46E+00	7,00E-01	1,10E+00	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	621,94	2,1	NO		0,0	0,0	23,7	S
28	3,39E+00	2,37E-01	3,35E-01	1	I	EG	Total	HpGe	GENIE	345600	621,9	0,0384			-0,1	-2,0	14,3	S
29	3,23E-01	4,93E-01	9,84E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	621,9	0,024			-6,0	-90,7	153,1	N/S
33	5,20E-01	6,00E-02	8,00E-02	1		EG	Total	XiRa	G2k+Excel	252914	622	4,45	SI (en ambas)		-5,7	-85,0	17,0	N/S
35	4,84E+00	4,70E-01	2,00E-01	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	343500	621,84	0,0980	NO		2,7	39,9	15,8	N/S
36	5,60E+00	6,00E-01	2,00E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie2000	259362	621,8	0,0239	NO		4,1	61,8	16,4	N/S

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ¹³⁴ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 31	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,493 ± 0,078 15,82%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,49 ± 0,09 18,0%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
1	4,10E-01	3,00E-02	1,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Anesga	216000	604,72	0,043	NO		-1,1	-15,8	19,4	S
2	4,92E-01	1,67E-02	3,34E-02	2	I	EG	Total	BEGe	Genie2K	200000	604,72 / 795,86	0,0434 / 0,0320	SI (en la medida)	Filtro Emisores gamma, 89Sr, 90Sr (filtro nº 6)	0,1	1,0	18,3	S
3	6,98E-01	9,16E-03	3,21E-02	1	I	EG	Total	ReGe	GENIE	347673	604,70	1,54	NO		2,9	43,2	18,0	N/S
4	6,04E-01	5,23E-02	4,28E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE2000	259200	604,7	1,89E-02	NO		1,6	24,1	19,9	S
5	3,50E-01	4,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	173821	604,69	0,0603	NO		-1,9	-28,1	21,3	S
7	4,87E-01	2,20E-02	8,20E-03	2	I	EG	Total	BEGe	Propio	75189	604,7+795	0,0629+0,04761	SI (en la medida)		0,0	0,0	18,5	S
8	5,60E-01	7,00E-02	7,70E-03	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	500000	604,72	0,06335	SI (en la medida)		1,0	15,0	21,9	S
9	4,35E-01	1,00E-02	3,90E-02	4	I	EG	Total	XiRa	Genie 2000	216000	563,29; 569,32; 604,72; 795,86; 801,95	8,38; 15,39; 97,62; 85,53; 8,69	SI (en ambas)		-0,7	-10,7	18,1	S
11	4,55E-01	2,80E-02	4,20E-02	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	604,30	25			-0,4	-6,6	19,0	S
12	5,00E-01	4,00E-02	2,00E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	795,9		SI (en la medida)		0,2	2,7	19,7	S
13	5,30E-01	7,40E-02	7,70E-02	2	I	EG	Total	XiRa	Gammavision	82710	604,7 y 795,8	97,6 y 85,4			0,6	8,8	22,8	S
14	4,30E-01	1,50E-01	2,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	334606	795,84	0,042	NO		-0,8	-11,7	39,2	S
15	4,94E-01	3,92E-02	4,18E-02	2	I	EG	Alicuota	HpGe	GammaVision	500000	604,72	0,096243	SI (en ambas)		0,1	1,3	19,6	S
16	4,83E-01	3,20E-02	4,10E-02	1			Total	ReGe	Genie 2000	80000	604,72	0,0442	SI (en la medida)		-0,1	-0,8	19,1	S
17	5,30E-01	9,00E-02	1,00E-01	1		EG	Total	ReGe	propio	86400	795,84	1,27	NO	Eficiencia de detección del pico (absoluto) en %	0,6	8,8	24,7	S
18	3,61E-01	9,30E-02	4,50E-02	3	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	604,7/795,8		NO		-1,7	-25,9	31,4	S
19	4,00E-01	1,00E-01	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	218774	795,86	0,020	NO		-1,2	-17,9	30,8	S
20	4,68E-01	3,37E-02	3,62E-02	1		EG	Total	Ge	Genie	86400	795,86	0,044	NO		-0,3	-3,9	19,4	S
21	5,70E-01	1,30E-01	4,10E-02	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	604		NO		1,1	17,0	29,0	S
23	5,46E-01	3,69E-02	1,10E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	661,65	85,12	NO		0,8	12,1	19,2	S
24	4,13E-01	6,39E-02	6,98E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie+Propio	57000	795,8	0,03	NO		-1,0	-15,2	23,7	S
25	3,50E-01	3,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie	86400	795,8	4,49E-02	NO		-1,9	-28,1	19,9	S
26	4,96E-01	4,90E-02	5,80E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	604,70	0,053	SI (en la medida)		0,1	1,8	20,5	S
27	6,10E-01	8,00E-02	1,10E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	604,72	1,1	NO		1,7	25,3	22,2	S
28	4,97E-01	8,74E-02	1,31E-01	1	I	EG	Total	HpGe	GENIE	345600	604,72	0,018			0,1	2,1	25,1	S
29	4,41E-01	3,90E-02	9,40E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	604,72	0,025			-0,6	-9,4	20,0	S
30	3,90E-01	1,40E-01	1,60E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	225000	605	0,057	NO		-1,3	-19,9	40,1	S
31	4,60E-01	4,00E-02	3,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	164000	604,72	0,04949	SI (en la medida)		-0,4	-5,5	20,0	S
33	2,80E-01	6,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	XiRa	G2k+Excel	252914	604	4,58	SI (en ambas)		-2,8	-42,5	28,0	N/S
35	6,00E-01	1,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	343500	604,70	0,9760	NO		1,5	23,2	18,0	S
36	7,80E-01	2,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie2000	259362	604,7	0,0246	NO		4,0	60,2	18,1	N/S

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: ¹³⁷ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 31	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,848 ± 0,068 8,02%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				0,93 ± 0,14 14,7%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia					
1	7,80E-01	3,00E-02	1,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Anesga	216000	661,65	0,038	NO		-1,1	-15,9	15,2	S
2	8,60E-01	3,12E-02	3,93E-02	2	I	EG	Total	BEGe	Genie2K	200000	661,66	0,0392	NO	Filtro Emisores gamma, 89Sr, 90Sr (filtro nº 6)	-0,5	-7,2	15,2	S
3	5,60E-01	4,19E-02	3,80E-02	1	I	EG	Total	ReGe	GENIE	347673	661,65	3,48	NO		-2,6	-39,6	16,5	N/S
4	1,18E+00	9,72E-02	7,59E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE2000	259200	661,6	1,74E-02	NO		1,8	26,8	16,9	S
5	8,00E-01	6,00E-02	4,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	173821	661,65	0,0555	NO		-0,9	-13,7	16,5	S
7	8,35E-01	4,00E-02	9,60E-03	1		EG	Total	BEGe	Propio	75189	661,66	0,05731	NO		-0,7	-9,9	15,5	S
8	9,20E-01	1,10E-01	8,90E-03	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	500000	661,66	0,05883	NO		-0,1	-0,8	19,0	S
9	8,55E-01	2,60E-02	6,80E-02	4	I	EG	Total	XiRa	Genie 2000	216000	661,66	84,99	NO		-0,5	-7,8	15,0	S
11	9,96E+00	4,20E-02	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	SPAT	172800	661,54	25			65,0	974,8	14,7	N/S
12	1,00E+00	1,00E-01	3,00E-02	2	I	EG	Total	HpGe	Ge-propio	86400	661				0,5	7,9	17,8	S
13	1,14E+00	1,20E-01	8,20E-02	2	I	EG	Total	XiRa	Gammavision	82710	661,7	85,1			1,5	23,0	18,1	S
14	9,30E-01	5,00E-02	1,70E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	334606	661,8	0,0577	NO		0,0	0,3	15,7	S
15	9,13E-01	7,02E-02	3,58E-02	2	I	EG	Alícuota	HpGe	GammaVision	500000	661,6	0,088701	SI (en la calibración)		-0,1	-1,5	16,6	S
16	8,27E-01	3,90E-02	5,60E-02	1			Total	ReGe	Genie 2000	80000	661,66	0,0398			-0,7	-10,8	15,5	S
17	9,40E-01	8,00E-02	1,00E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	86400	661,65	1,56	NO	Eficiencia de detección del pico (absoluto) en %	0,1	1,4	17,0	S
18	9,42E-01	8,20E-02	6,90E-02	3	I	EG	Total	HpGe	Genie 2000	72000	661,7		NO		0,1	1,6	17,1	S
19	8,00E-01	1,00E-01	6,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Gammavision + Propio	218774	661,657	0,025	NO		-0,9	-13,7	19,3	S
20	9,51E-01	3,76E-02	3,53E-02	1		EG	Alícuota	Ge	Genie	86400	661,65	0,0539	NO		0,2	2,6	15,2	S
21	1,13E+00	3,90E-02	4,10E-02	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	661		NO		1,5	22,3	15,1	S
23	1,30E+00	1,21E-01	2,11E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	59,54	36,30	NO		2,7	40,2	17,4	N/S
24	9,52E-01	6,73E-02	6,81E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie+Propio	57000	661,6	0,04	NO		0,2	2,7	16,3	S
25	7,60E-01	1,00E-01	4,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie	86400	661,62	5,34E-02	NO		-1,2	-18,0	19,7	S
26	9,27E-01	6,10E-02	5,30E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision 6.07	60000	661,66	0,049			0,0	0,0	16,1	S
27	1,12E+00	9,00E-02	1,20E-01	1	I	EG	Total	HpGe	Genie+propio	165600	795,86	3,4	NO		1,4	20,8	16,8	S
28	9,35E-01	9,81E-02	1,33E-01	1	I	EG	Total	HpGe	GENIE	345600	661,7	0,0164			0,1	0,8	18,1	S
29	8,76E-01	7,00E-02	1,08E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie 2K	60000	661,66	0,023			-0,4	-5,5	16,7	S
30	9,20E-01	5,00E-02	2,10E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	225000	662	0,058	NO		-0,1	-0,8	15,7	S
31	8,70E-01	6,00E-02	3,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	164000	661,66	0,04407			-0,4	-6,1	16,3	S
33	4,90E-01	8,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	XiRa	G2k+Excel	252914	661	4,17	SI (en la calibración)		-3,1	-47,1	22,0	N/S
35	1,34E+00	3,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	343500	661,65	0,8512	NO		3,0	44,6	14,9	N/S
36	1,71E+00	5,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie2000	259362	661,6	0,0225	NO		5,6	84,5	15,0	N/S

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: Alfa total (²⁴¹ Am)				NUMERO DE PARTICIPANTES: 29	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,114 ± 0,009 7,89%	σ _p =30%	MEDIANA ± MADE %MADe/MEDIANA:			0,09 ± 0,02 29,1%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							Días entre análisis y medida	OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)						
1	7,80E-02	3,00E-03	1,00E-03	1		Otros	Total	CS	UMS	86400			-0,3	-8,5	29,3	S
2	7,70E-02	2,37E-02	2,26E-02	10	I	Otros	Total	CP	AMS-Propio	3600		Filtro Alfa Total - Beta Total (filtro nº 8)	-0,3	-9,6	42,3	S
3	1,04E-01	4,80E-03	2,20E-03	1	I	Otros	Total	CP	PROPIO	86400			0,7	22,4	29,4	S
4	7,48E-02	8,32E-03	5,84E-03	1		Otros	Total	CP	AMS-Berthold	36000			-0,4	-12,3	31,1	S
7	3,87E-02	3,20E-03	7,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	165600	1		-1,8	-54,6	30,2	S
8	1,36E-01	6,00E-03	2,60E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	180000			2,0	59,6	29,4	S
9	1,22E-01	5,00E-03	5,00E-03	1		Otros	Total	CP	UMS+PROPIO	72000	2		1,4	43,2	29,4	S
10	8,00E-02	9,00E-03	6,00E-03	1		Otros	Total	CP	PROPIO	30000			-0,2	-6,1	31,2	S
11	7,63E-02	3,84E-03	2,33E-03	1			Total	CP		86400	0		-0,4	-10,5	29,5	S
12	8,30E-02	1,00E-02	4,00E-03	2	I	Otros	Total	CP					-0,1	-2,6	31,5	S
13	1,10E-01	1,30E-02	3,00E-03	1	I	Otros	Total	CP	Propio	144000			1,0	29,1	31,4	S
15	1,02E-01	6,22E-03	4,52E-03	2	I	Otros	Alícuota	CP	Propio	60000	1		0,7	19,6	29,7	S
16	1,14E-01	4,30E-02	3,00E-03	1			Total	CL	WinQ+Easy view	25200	0		1,1	33,8	47,6	S
17	6,30E-02	4,00E-03	2,00E-03	1		Otros	Total	CP	propio	60000	3		-0,9	-26,1	29,8	S
18	2,43E-01	1,10E-02	2,00E-03	3	I	Otros	Total	CS	Propio	60000			6,2	185,2	29,4	N/S
19	1,30E-01	1,00E-02	4,00E-03	1		Otros	Total	CP	AMS + Propio	72000			1,8	52,6	30,1	S
20	6,59E-02	5,80E-03	4,13E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	18000	3		-0,8	-22,7	30,4	S
22	9,35E-02	7,97E-03	4,65E-03	1		Otros	Total	CP	AMS Software	36000	0		0,3	9,8	30,3	S
23	1,37E-01	6,11E-03	8,69E-03	1		Otros	Total	CP	Excel				2,0	60,8	29,4	S
24	8,52E-02	6,94E-03	1,10E-03	1		Otros	Total	CP	PROPIO	270000	2		0,0	0,0	30,2	S
25	1,30E-01	2,00E-02	8,00E-02	1		Otros	Total	CS	Propio	180000		No tratamiento	1,8	52,6	32,9	S
26	8,50E-02	8,00E-03	3,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	60000			0,0	-0,2	30,6	S
27	8,90E-02	1,30E-02	3,00E-03	2	I	Otros	Total	CP	Propio	78000			0,1	4,5	32,5	S
28	7,14E-02	5,20E-03	3,10E-03	1	I	Otros	Total	CP	Propio	1000	2		-0,5	-16,2	30,0	S
29	5,70E-02	1,10E-02	2,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	60000			-1,1	-33,1	34,9	S
33	1,71E-01	7,00E-03	4,00E-03	1		SR	Total	CP	Propio	144000	1		3,4	100,7	29,4	N/S
34	7,10E-02	2,00E-03	1,00E-03	1		Otros	Total	CP	UMS	72000	3		-0,6	-16,7	29,2	S
35	9,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	1		Otros	Total	CS		86400		Contaje directo	0,2	5,6	31,1	S
36	7,20E-02	3,00E-03	1,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio (Excel)	259200			-0,5	-15,5	29,4	S

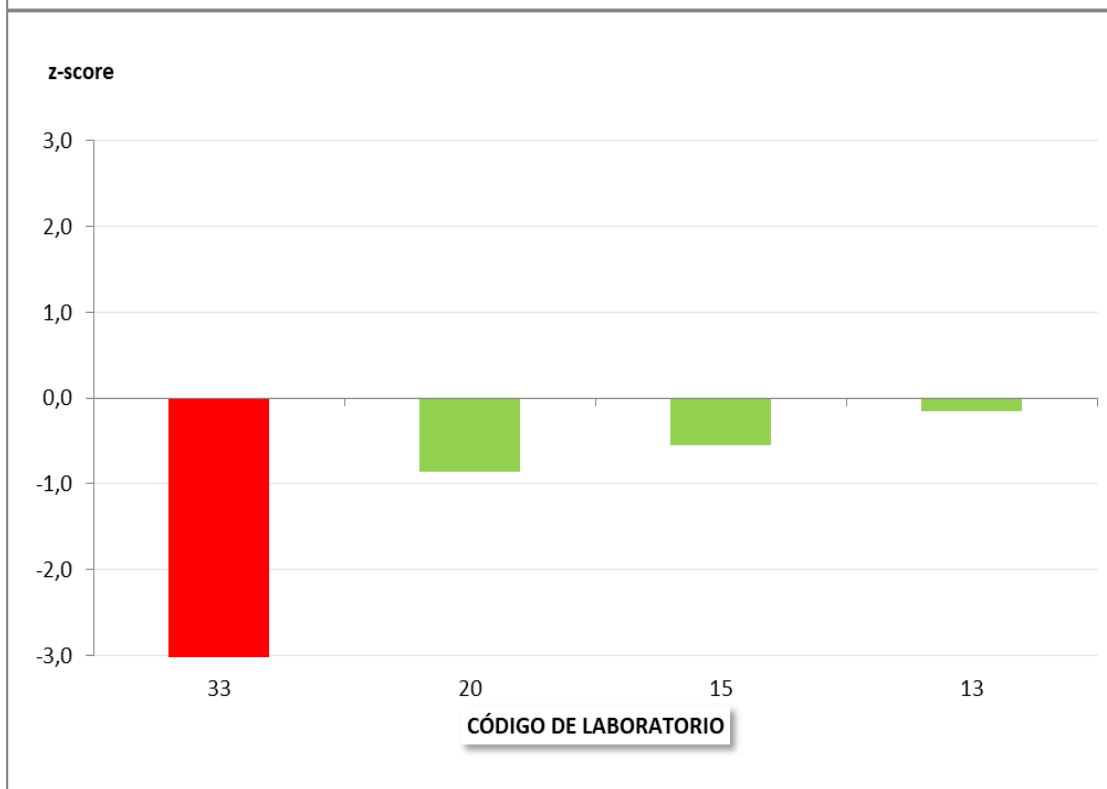
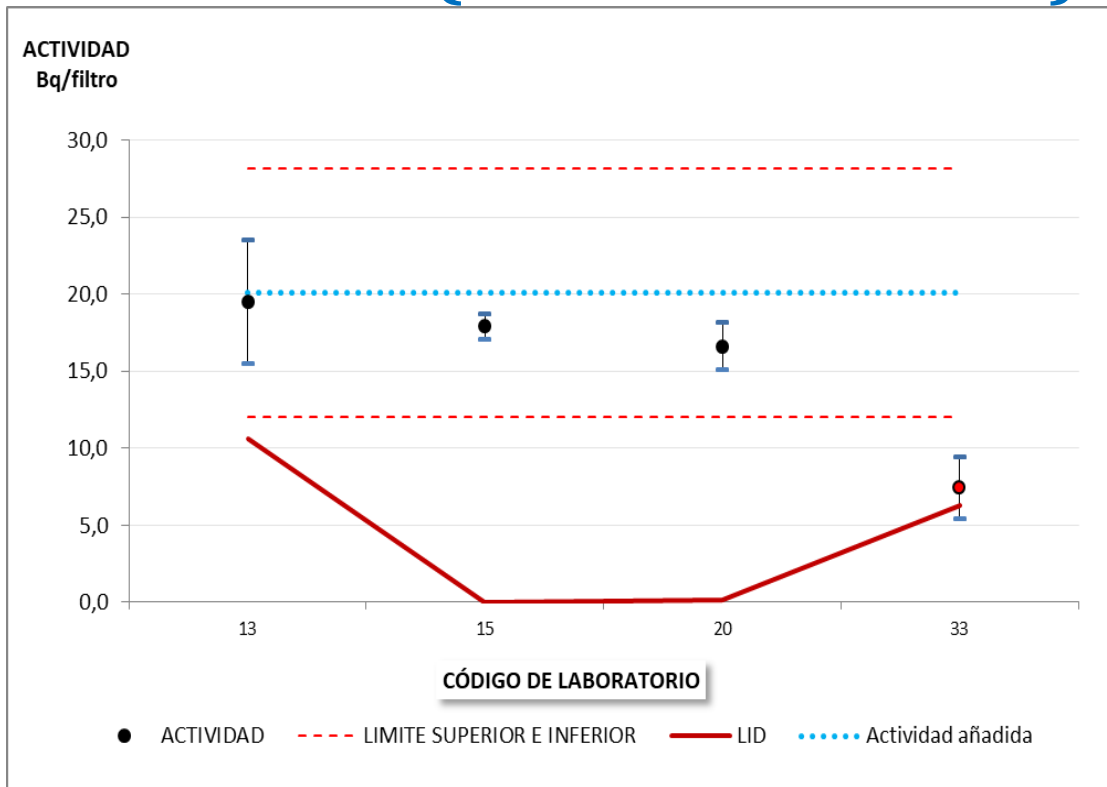
EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 47 mm diámetro Determinación: Beta total (⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y)				NUMERO DE PARTICIPANTES: 30	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,198 ± 0,016 8,08%	σ _p =20%	MEDIANA ± MADE %MADe/MEDIANA:			0,21 ± 0,03 16,6%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						Dias entre análisis y medida	OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis							Tiempo de medida (s)
1	2,40E-01	2,00E-02	2,00E-02	1		Otros	Total	CP	HT1000	86400			0,7	14,3	18,6	S
2	1,86E-01	3,40E-02	4,25E-02	10	I	Otros	Total	CP	AMS-Propio	3600		Filtro Alfa Total - Beta Total (filtro nº 8)	-0,6	-11,4	24,7	S
3	2,81E-01	5,70E-03	3,40E-03	1	I	Otros	Total	CP	PROPIO	86400			1,7	33,6	16,7	S
4	2,46E-01	1,29E-02	8,61E-03				Total	CP	AMS-Berthold	36000			0,8	17,0	17,4	S
7	1,97E-01	6,20E-03	5,00E-02	1		Otros	Total	CP	Propio	165600	1		-0,3	-6,0	16,9	S
8	1,89E-01	8,00E-03	5,20E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	180000			-0,5	-10,0	17,1	S
9	2,10E-01	5,00E-03	6,10E-02	1		Otros	Total	CP	UMS+PROPIO	72000	2		0,0	0,0	16,8	S
10	2,65E-01	8,00E-03	5,00E-03	1		Otros	Total	CP	PROPIO	30000			1,3	26,2	16,9	S
11	2,01E-01	1,40E-01	2,18E-02	1			Total	CP		86400	0		-0,2	-4,4	71,8	S
12	2,40E-01	2,00E-02	1,40E-02	2	I	Otros	Total	CP					0,7	14,3	18,6	S
13	2,00E-01	1,20E-02	6,00E-03	1	I	Otros	Total	CP	Propio	144000			-0,2	-4,8	17,6	S
15	2,10E-01	1,02E-02	1,01E-02	2	I	Otros	Alícuota	CP	Propio	60000	1		0,0	-0,2	17,3	S
16	1,76E-01	6,30E-02	1,00E-02	1			Total	CL	WinQ+Easy view	25200	0		-0,8	-16,2	39,5	S
17	2,10E-01	7,00E-03	8,00E-03	1		Otros	Total	CP	propio	60000	3		0,0	0,0	16,9	S
18	2,51E-01	5,60E-02	6,00E-03	3	I	Otros	Total	CP	Propio	60000			1,0	19,5	27,8	S
19	1,80E-01	1,00E-02	8,00E-03	1		Otros	Total	CP	AMS + Propio	72000			-0,7	-14,3	17,5	S
20	1,55E-01	1,01E-02	1,30E-03			Otros	Total	CP	Propio	18000	3		-1,3	-26,2	17,8	S
22	2,29E-01	6,78E-03	1,37E-02	1		Otros	Total	CP	AMS Software	36000	0		0,4	8,9	16,9	S
23	3,61E-01	7,30E-03	3,91E-03	1		Otros	Total	CP	Excel				3,6	71,9	16,7	N/S
24	2,53E-01	1,98E-02	4,95E-03	1		Otros	Total	CP	PROPIO	270000	2		1,0	20,5	18,3	S
25	2,10E-01	3,00E-02	8,00E-02	1		Otros	Total	CP	Propio	180000		No tratamiento	0,0	0,0	21,9	S
26	2,03E-01	1,20E-02	9,00E-03	1									-0,2	-3,3	17,6	S
27	2,21E-01	9,00E-03	1,40E-02	2	I	Otros	Total	CP	Propio	78000			0,3	5,2	17,1	S
28	2,49E-01	9,00E-03	1,03E-02	1	I	Otros	Total	CP	Propio	1000	2		0,9	18,6	17,0	S
29	2,19E-01	2,30E-02	6,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio	60000			0,2	4,3	19,6	S
31	1,55E-01	1,20E-02	7,00E-03	3	I	Otros	Total	CP	propio	84000			-1,3	-26,2	18,3	S
33	2,23E-01	6,00E-03	3,00E-03	1		SR	Total	CP	Propio	144000	1		0,3	6,2	16,8	S
34	1,87E-01	1,50E-02	3,00E-03	1		Otros	Total	CP	UMS	72000	3		-0,5	-11,0	18,4	S
35	1,90E-01	2,00E-02	1,00E-02	1		Otros	Total	CP	HT1000	86400		Contaje directo	-0,5	-9,5	19,7	S
36	1,75E-01	5,00E-03	4,00E-03	1		Otros	Total	CP	Propio (Excel)	259200			-0,8	-16,7	16,8	S

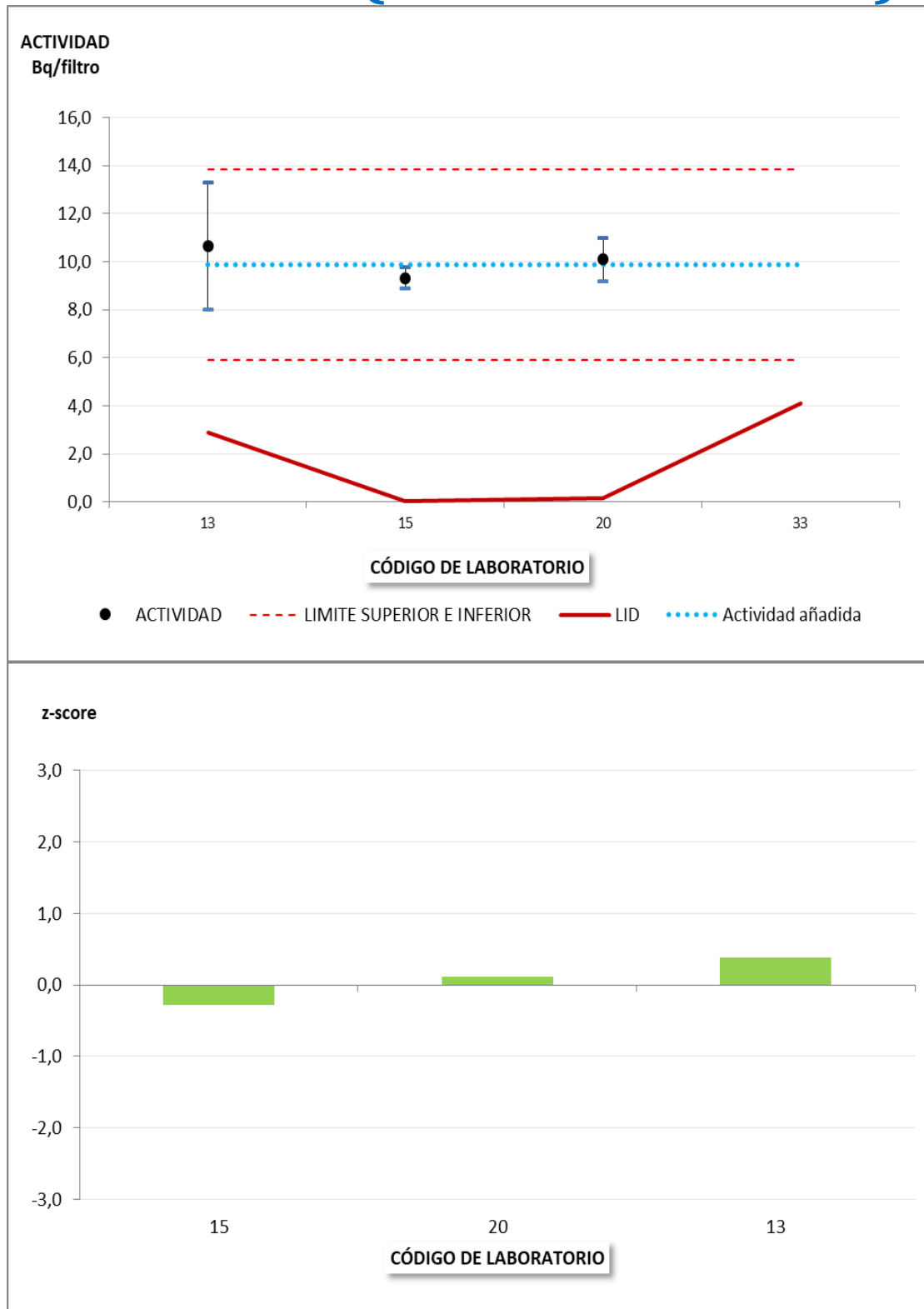
EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

**ANEXO VIII. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE
EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS
EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES
(FILTRO DE 47 mm)**

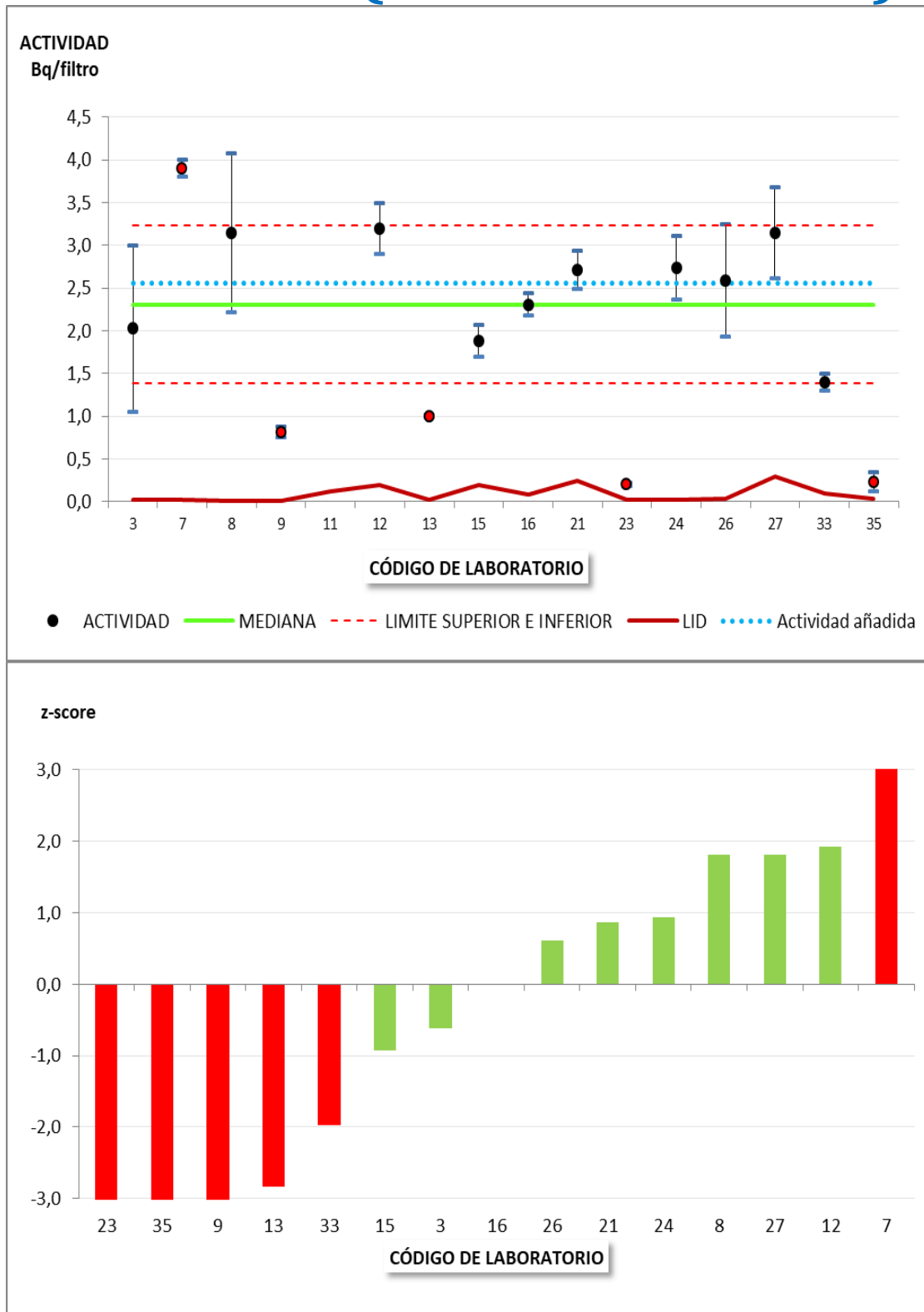
^{55}Fe (Filtro de 47 mm)



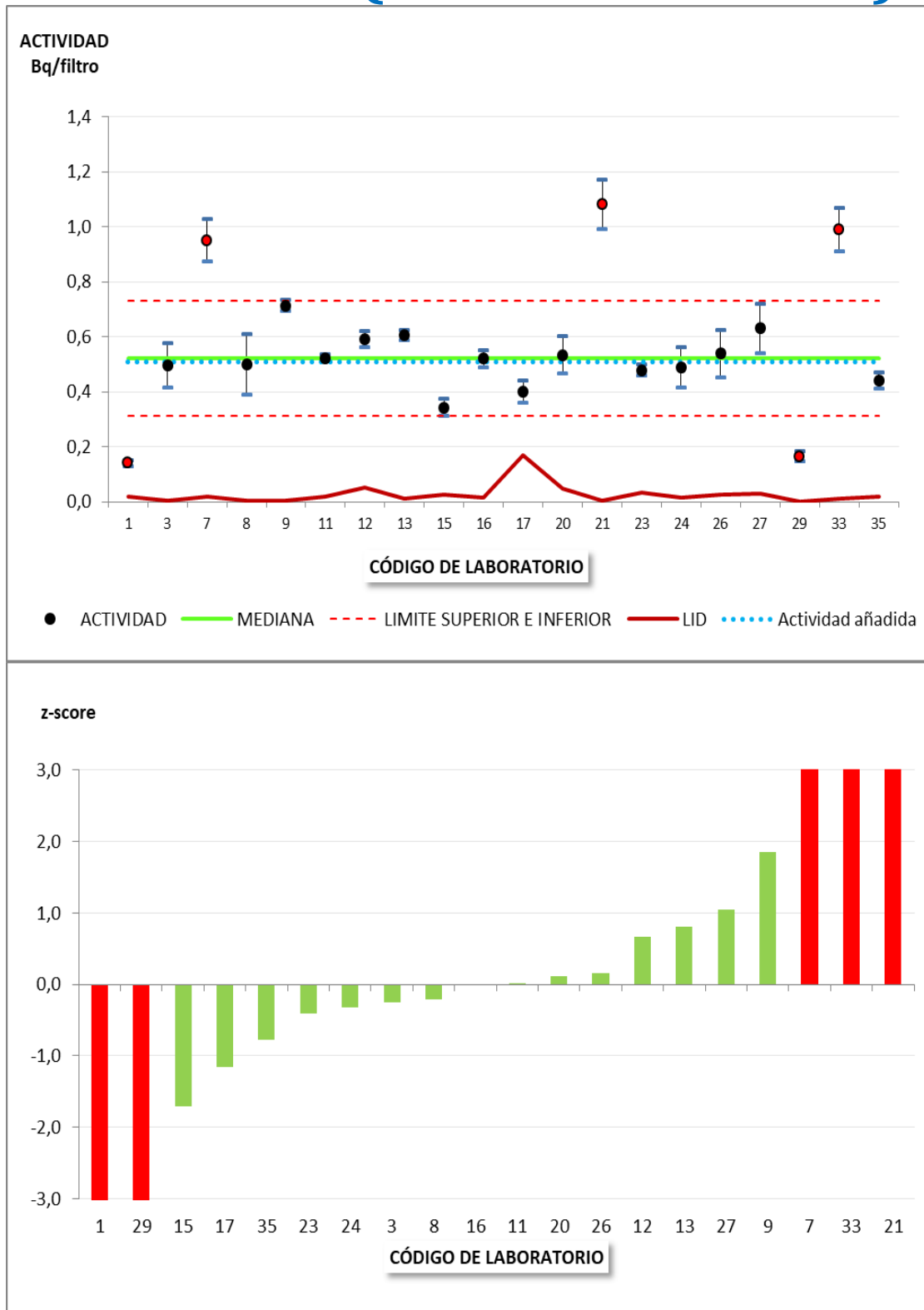
^{63}Ni (Filtro de 47 mm)



^{89}Sr (Filtro de 47 mm)



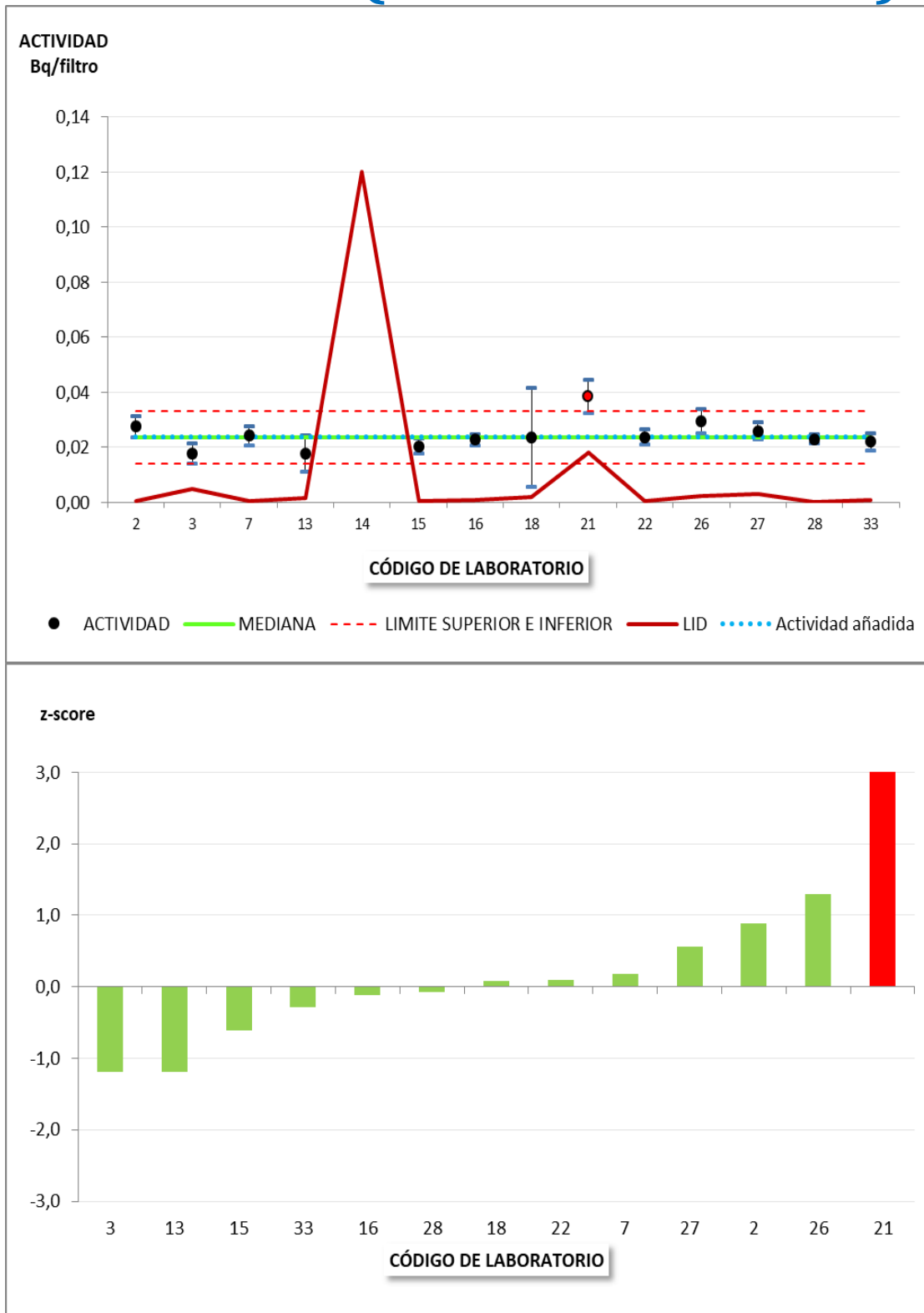
^{90}Sr (Filtro de 47 mm)



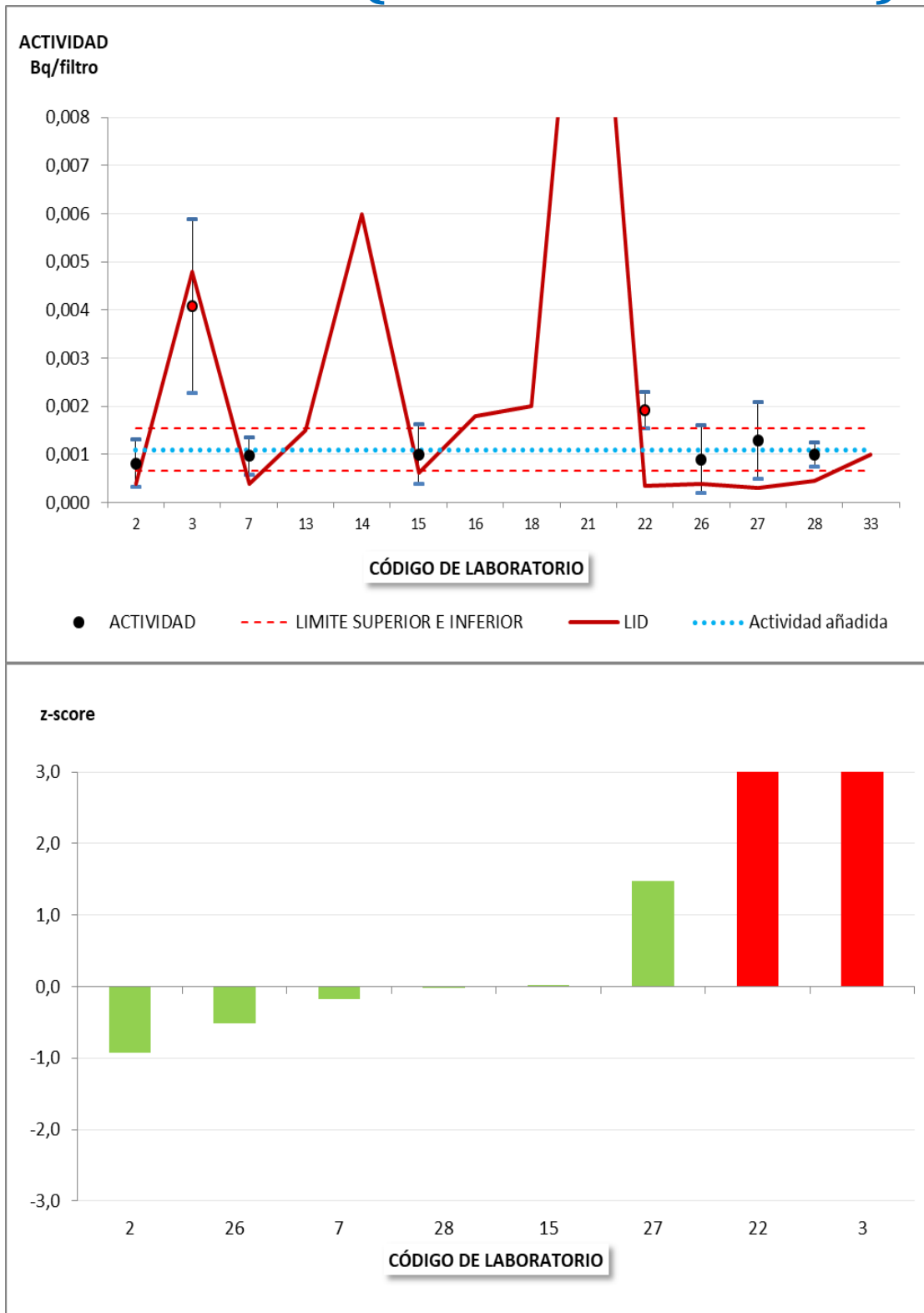
230Th (Filtro de 47 mm)



234U (Filtro de 47 mm)



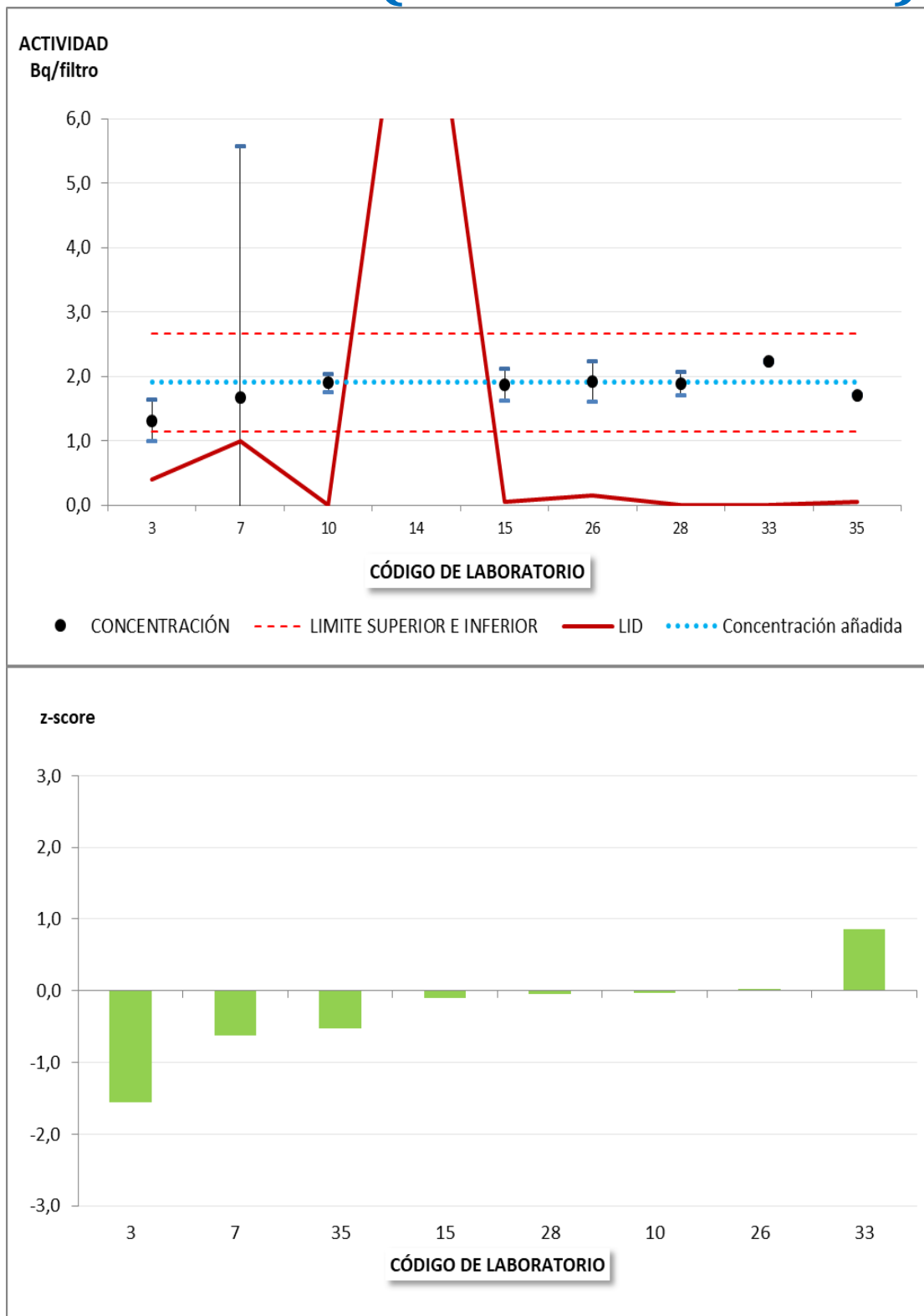
235U (Filtro de 47 mm)



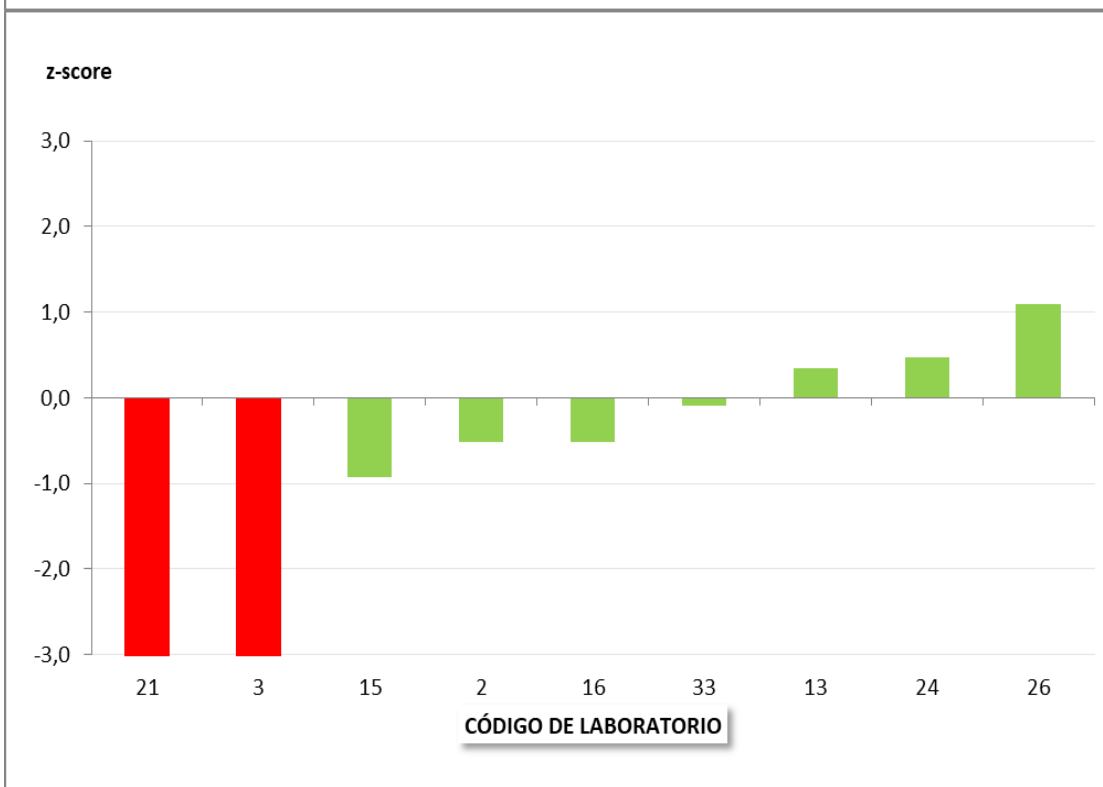
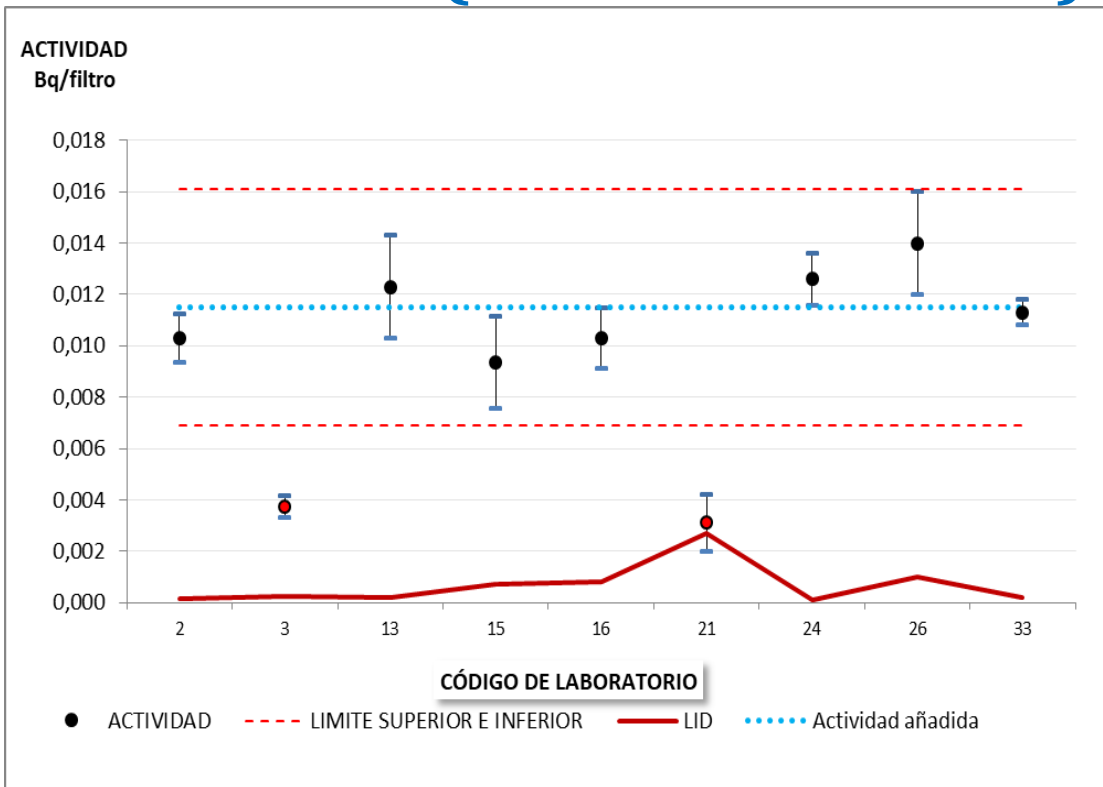
238U (Filtro de 47 mm)



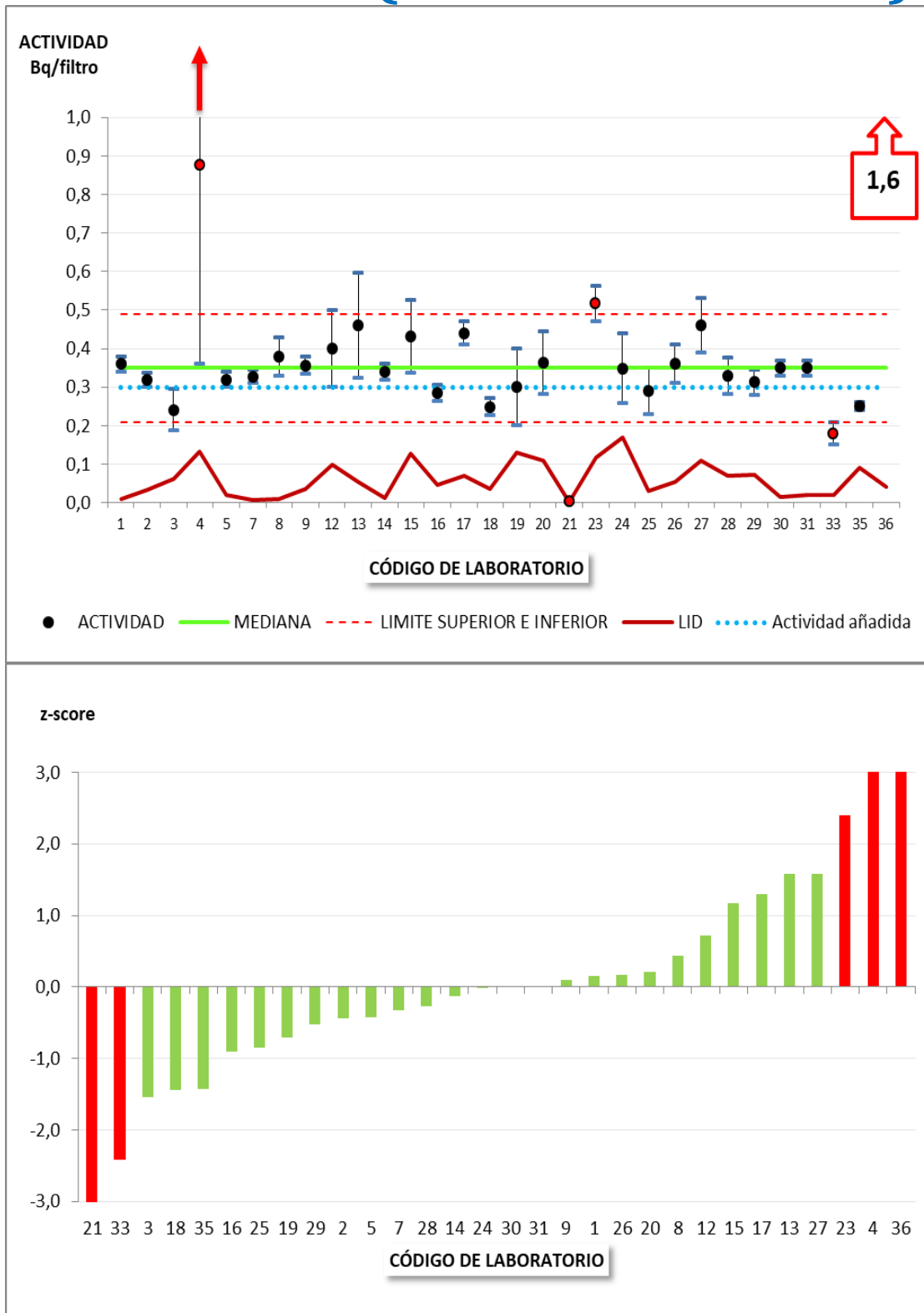
U_{natural} (Filtro de 47 mm)



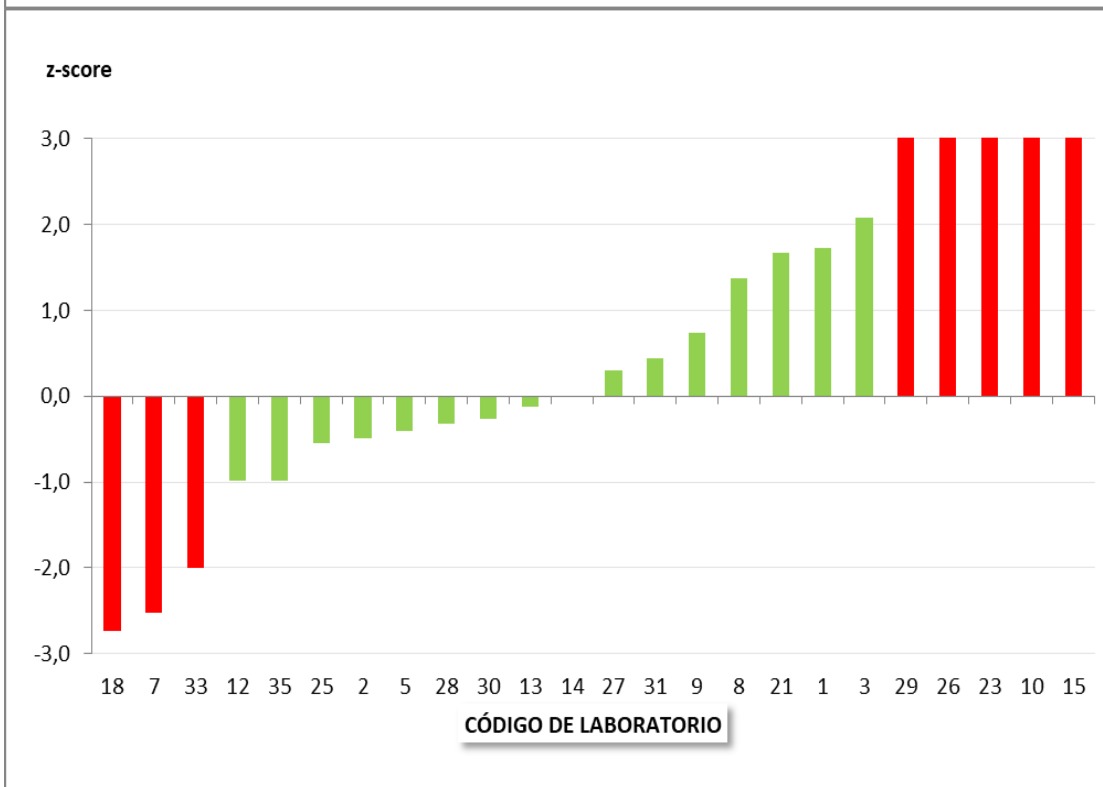
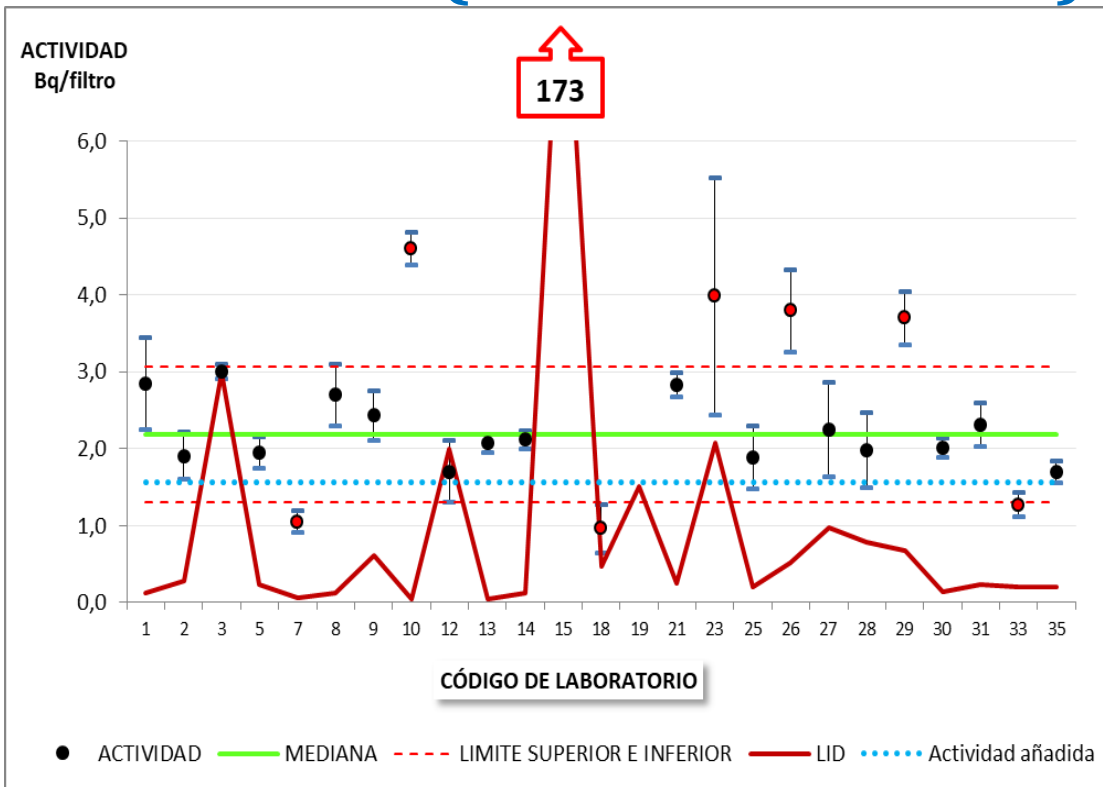
239Pu (Filtro de 47 mm)



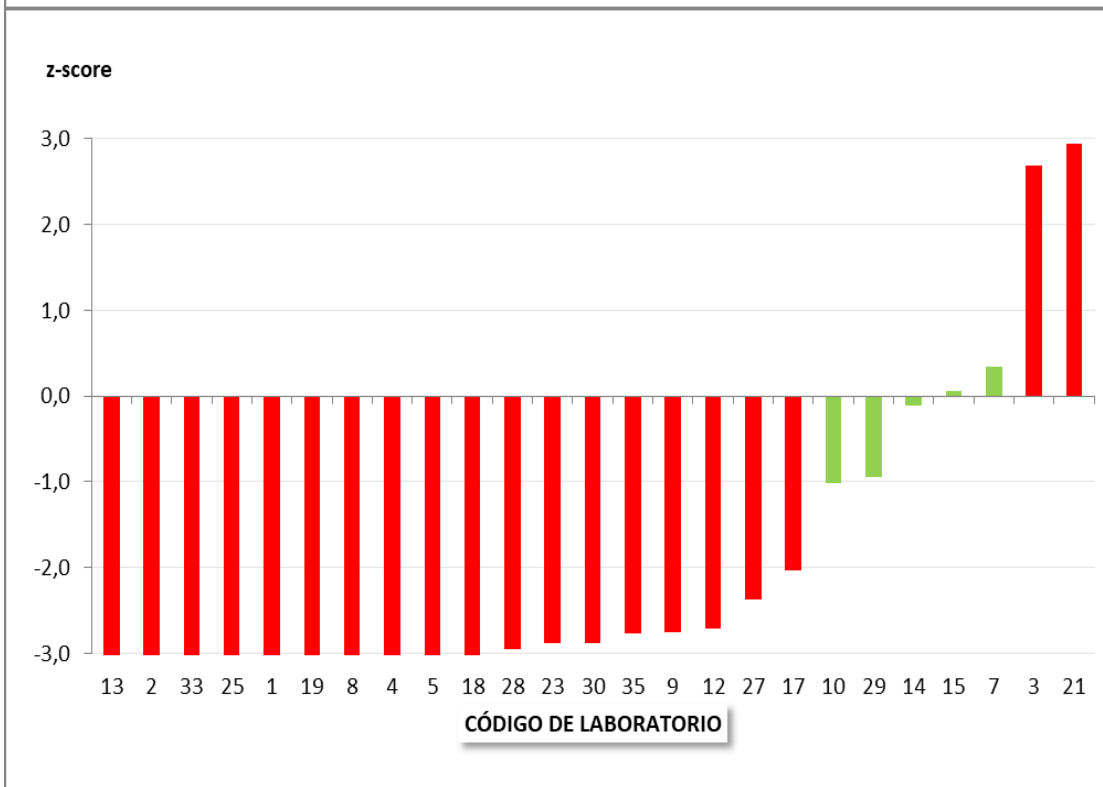
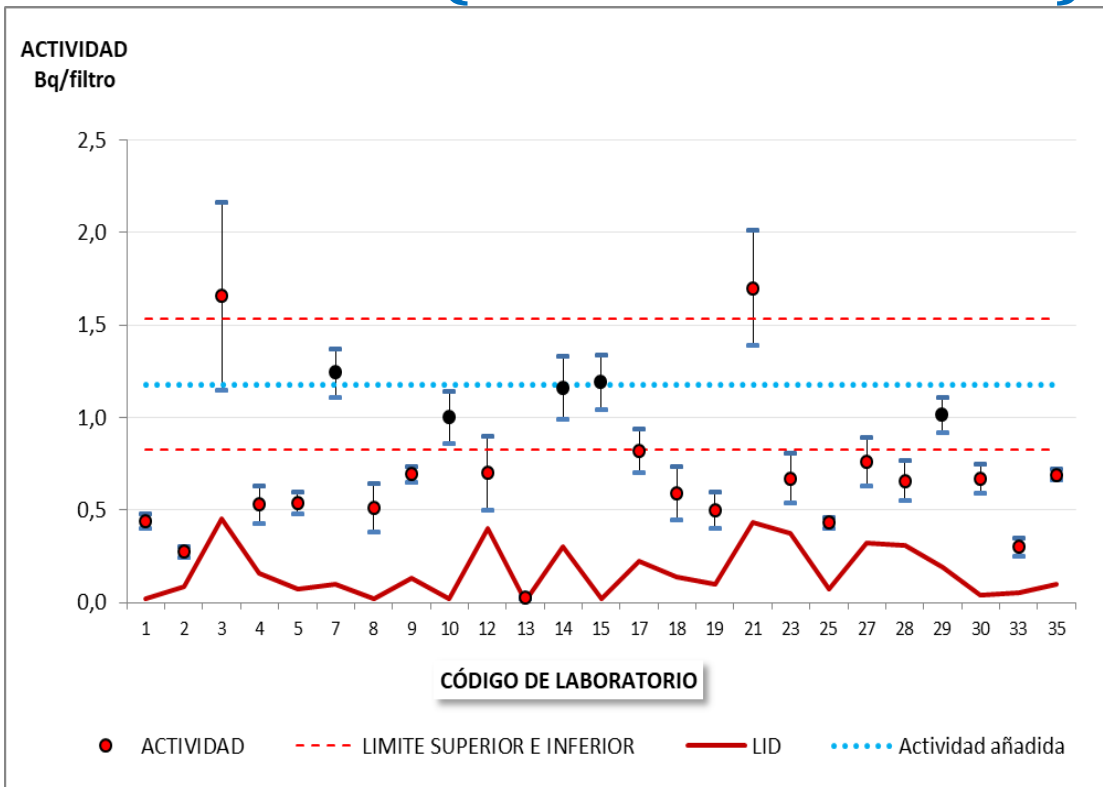
241Am (Filtro de 47 mm)



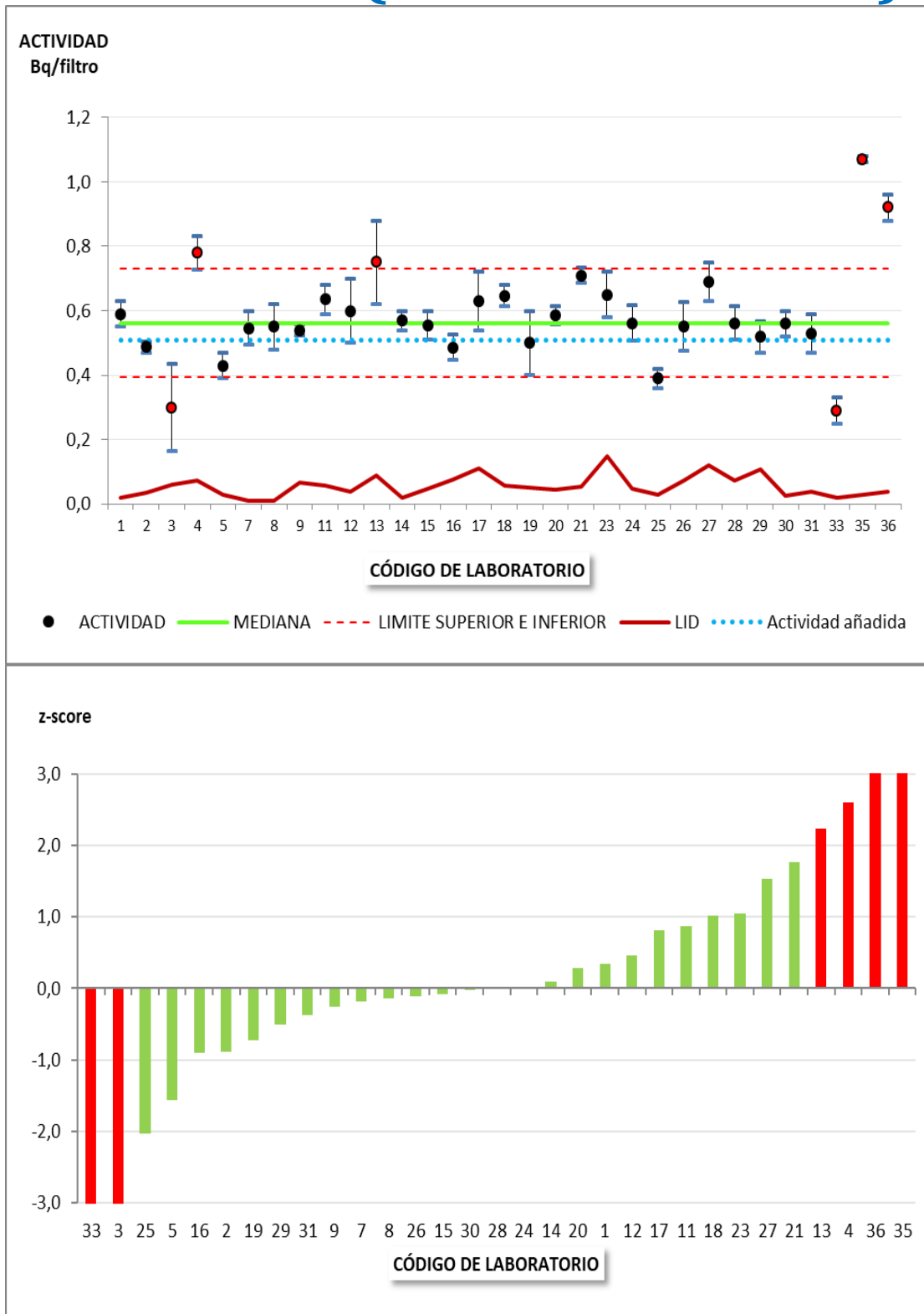
210Pb (Filtro de 47 mm)



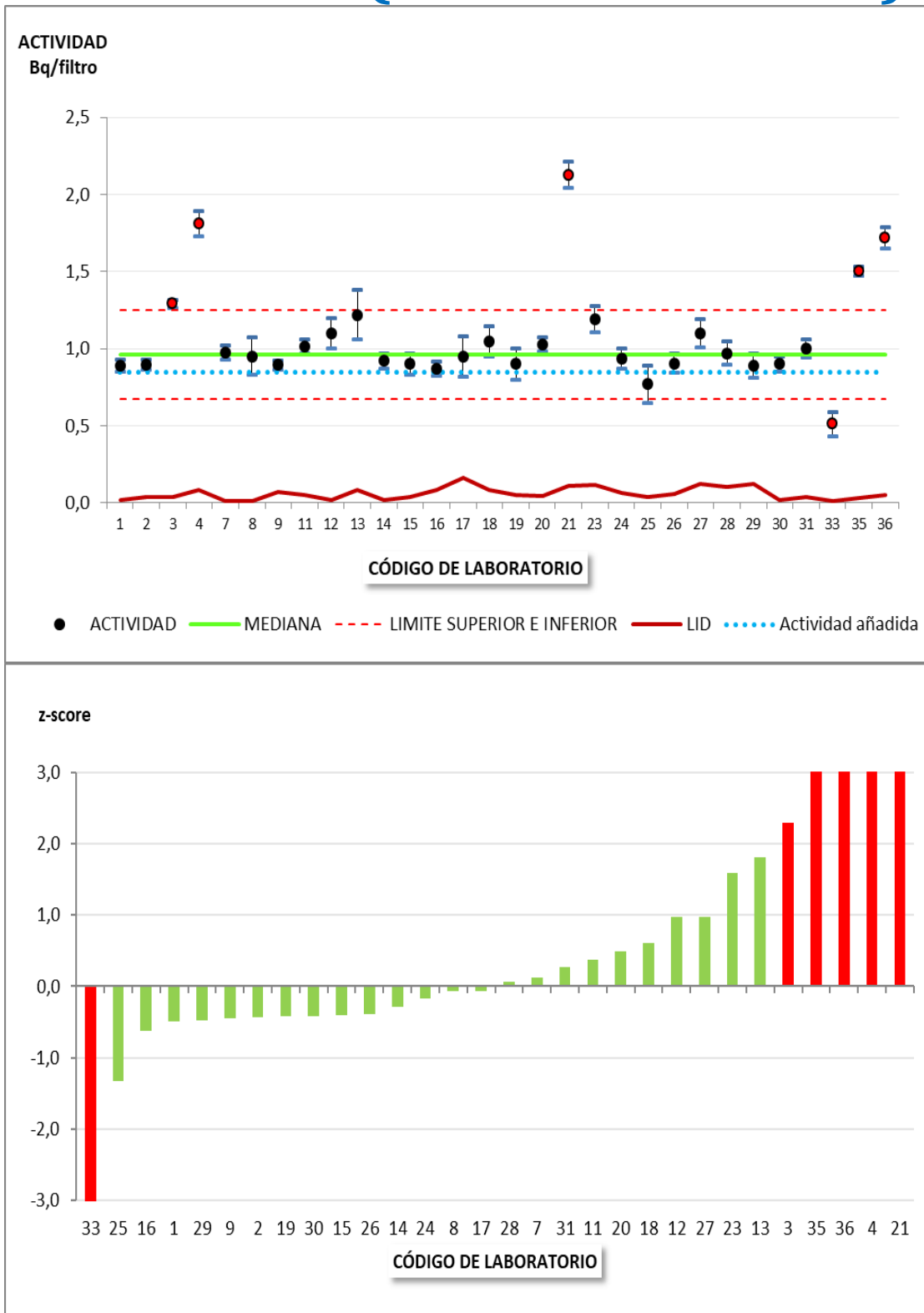
226Ra (Filtro de 47 mm)



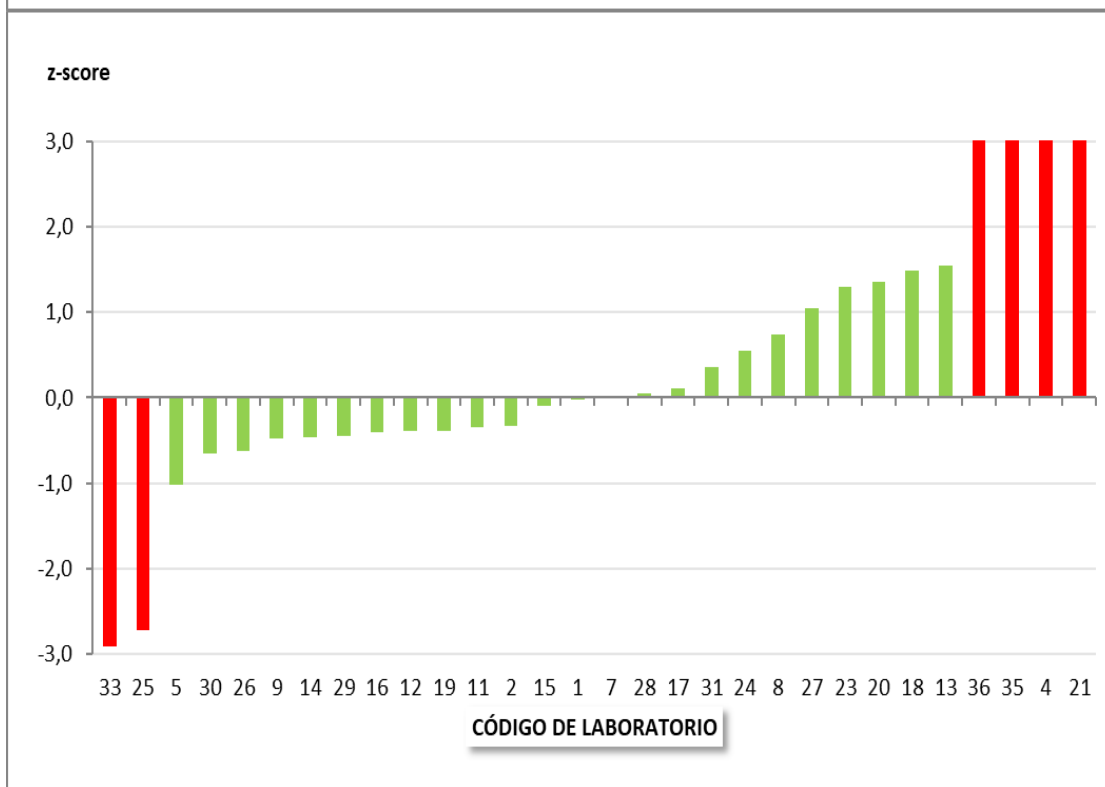
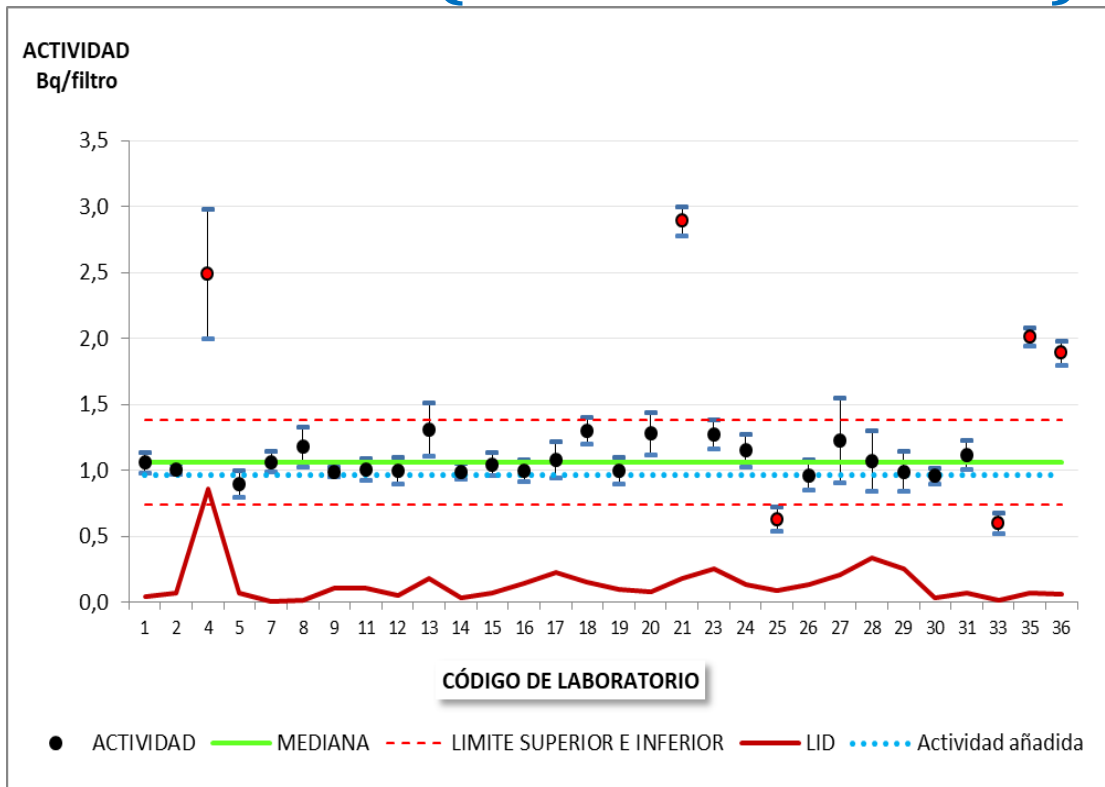
^{60}Co (Filtro de 47 mm)



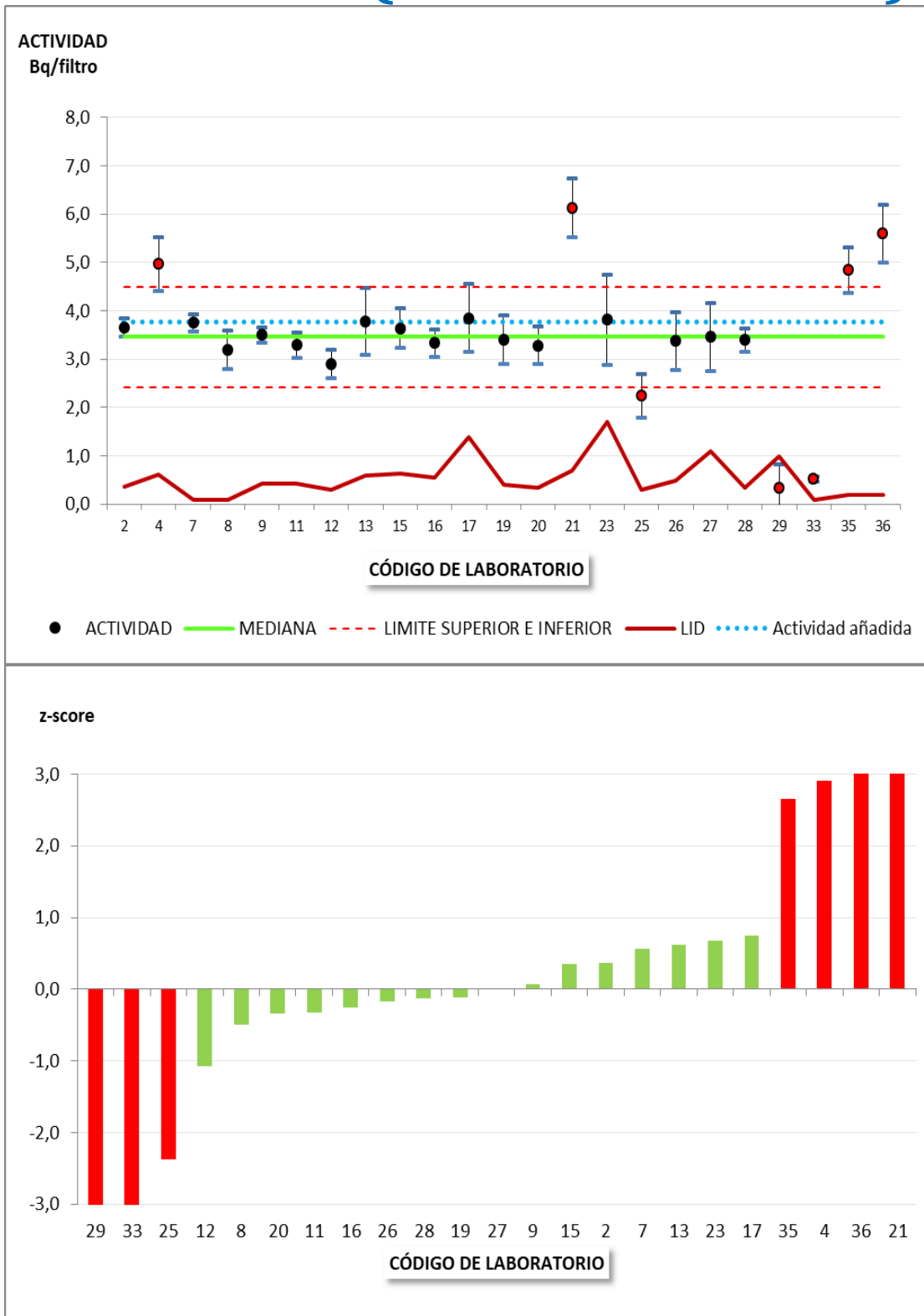
54Mn (Filtro de 47 mm)



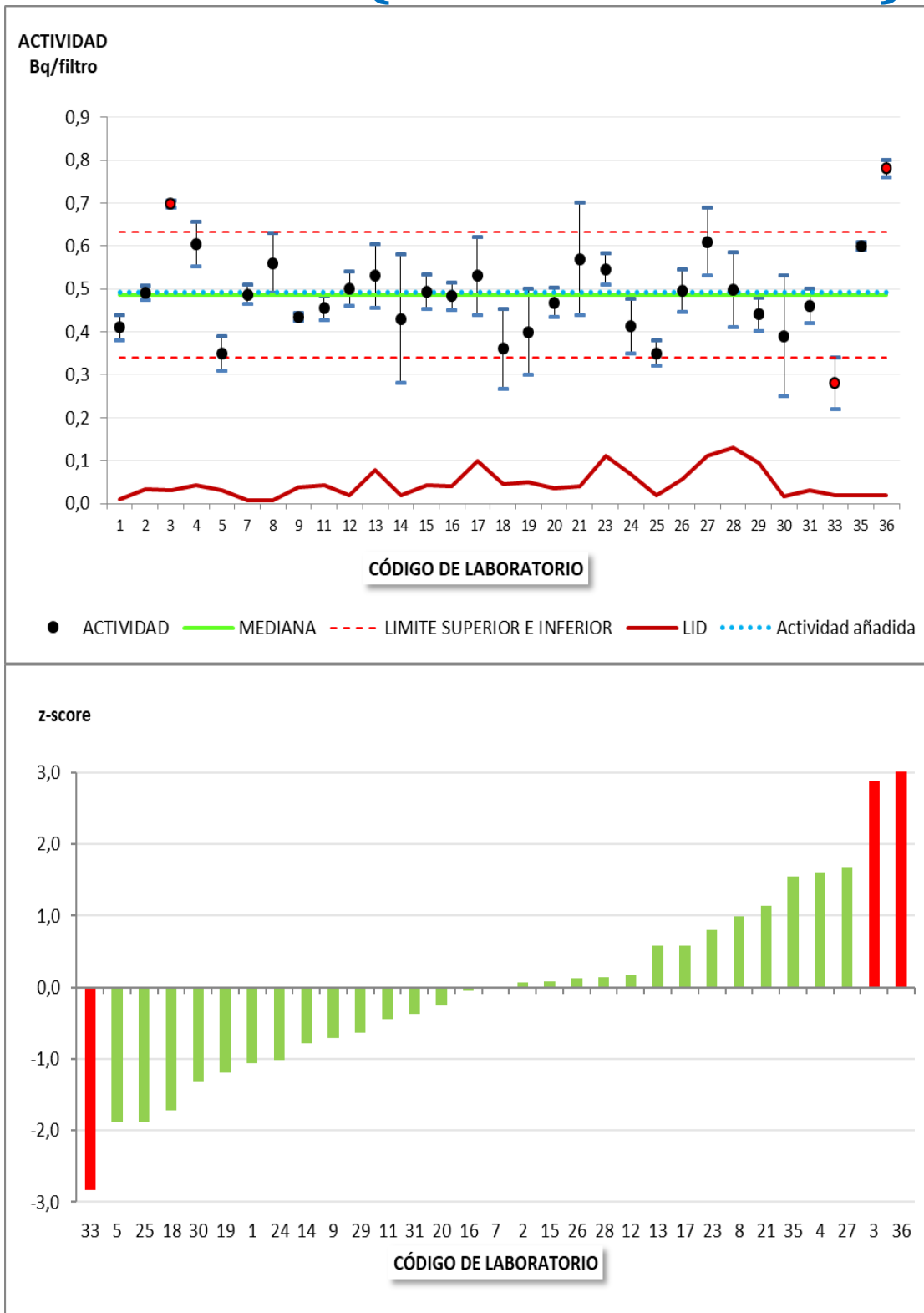
^{65}Zn (Filtro de 47 mm)



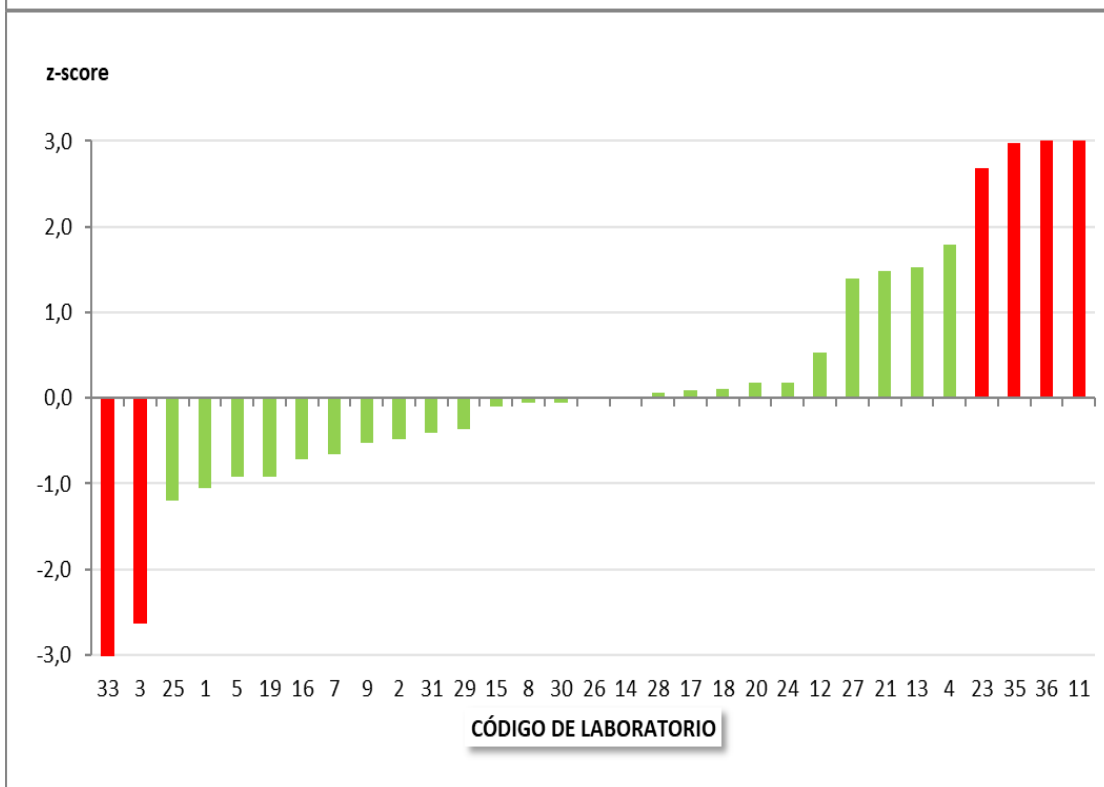
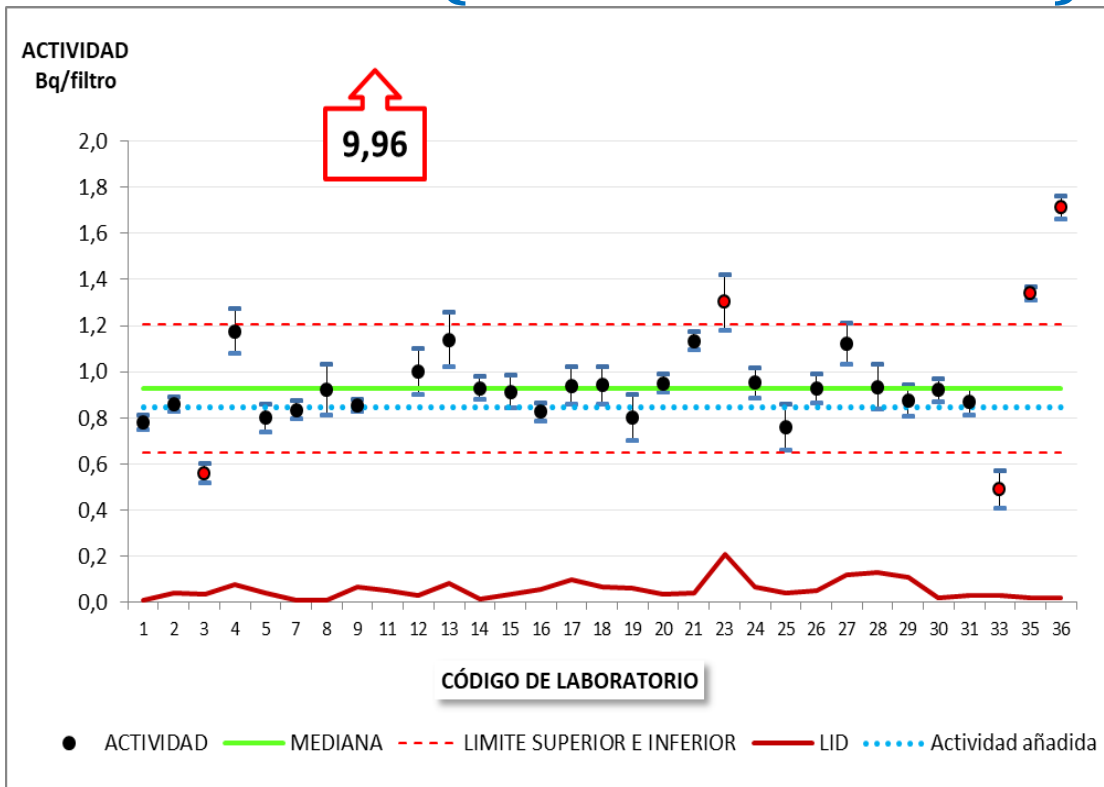
106Ru (Filtro de 47 mm)



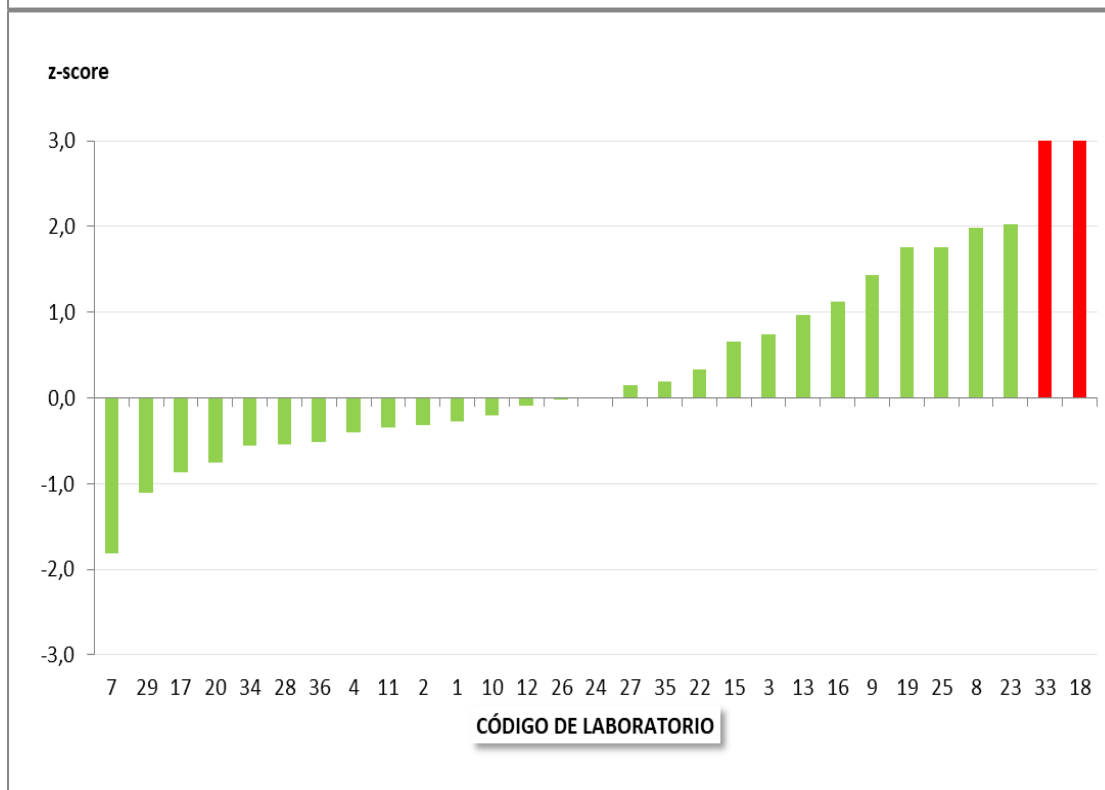
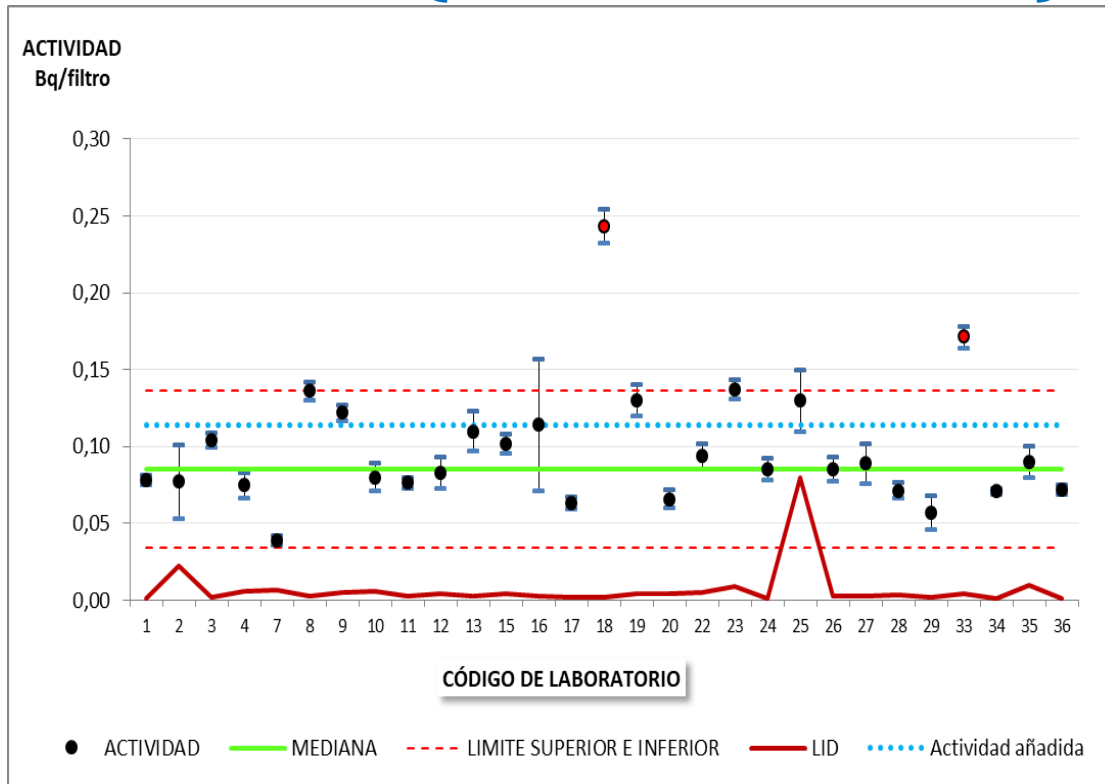
134Cs (Filtro de 47 mm)



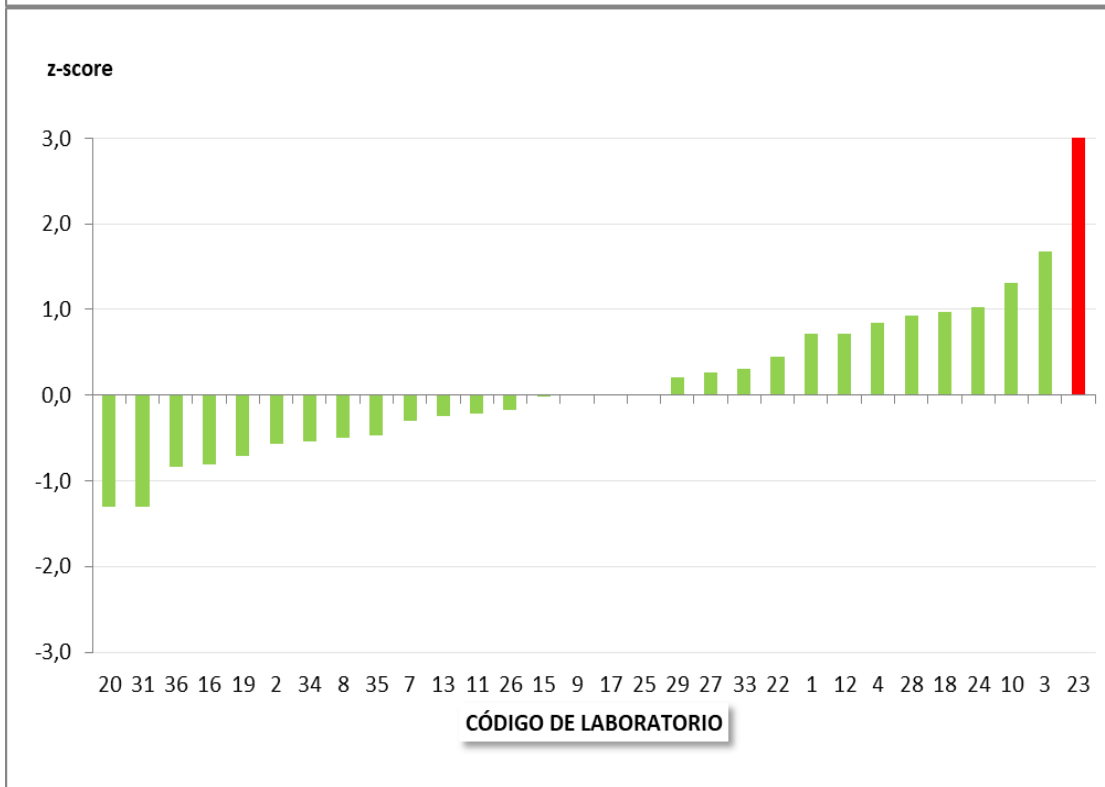
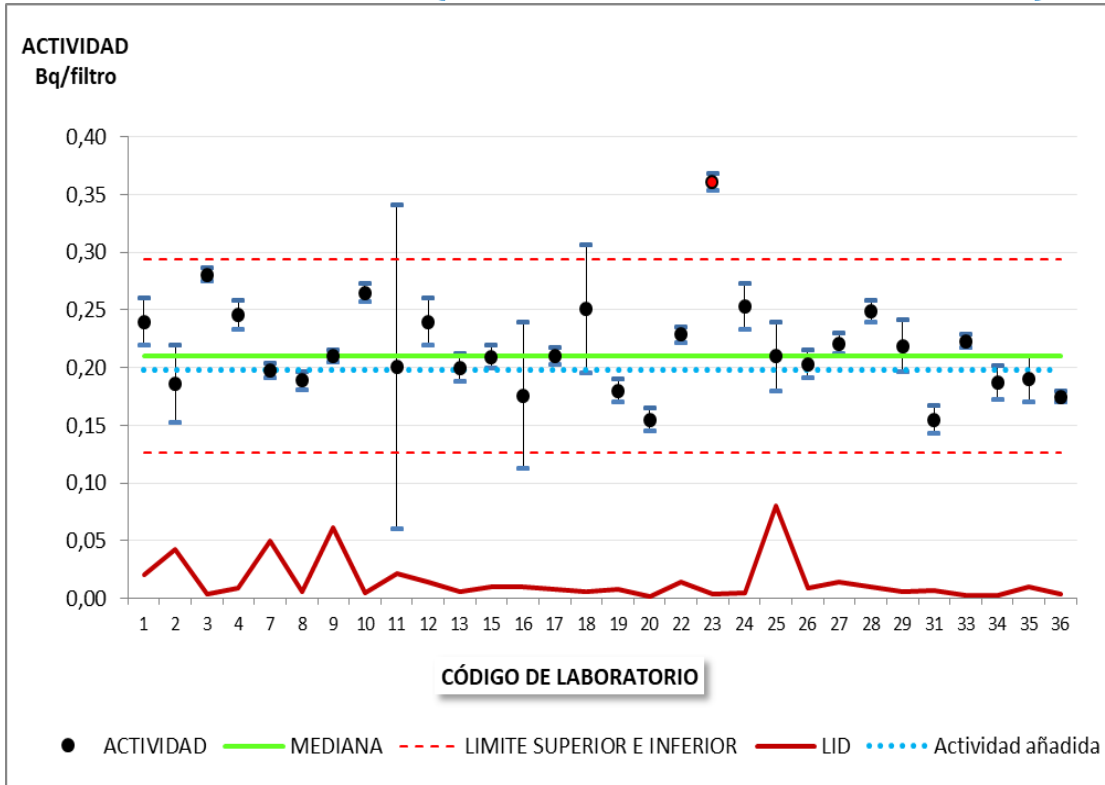
^{137}Cs (Filtro de 47 mm)



α_T (Filtro de 47 mm)



β_T (Filtro de 47 mm)



**ANEXO IX. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN
UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES
(FILTRO DE 44 x 44 cm²)**

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ⁵⁵ Fe				NUMERO DE PARTICIPANTES: 3				σp=20%		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) 96,4 ± 7,7 % Incertidumbre: 7,99%				MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				77,10 ± 25,36 32,9%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado	Tipo de columna					
13	7,71E+01	1,59E+01	8,60E+00	2	I	SR	Total	CL	Propio	48000									S
15	1,26E+02	5,04E+00	1,01E-01	1	I	SR	Alicuota	CL	Propio	10800	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3/HCl	intercambio ionico	columna anionica					D
33	6,00E+01	1,60E+01	2,40E+00	1		SR	Alicuota	CL	Propio	16200	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	Resina	BIORAD AG 1x4	Rendimiento químico 0,25				S

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ⁶³ Ni				NUMERO DE PARTICIPANTES: 3				σ _p =20%		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) 45,2 ± 3,6 % Incertidumbre: 7,96%				MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				55,37 ± 11,67 21,1%	
CODIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado	Tipo de columna					
13	4,75E+01	9,30E+00	4,30E+00	2	I	SR	Total	CL	Propio	48000									
15	5,54E+01	1,81E+00	5,69E-02	1	I	SR	Alicuota	CL	Propio	10800	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3/HCl	intercambio ionico	columna anionica		0,3	5,1	21,1	S
33	7,30E+01	2,20E+01	1,80E+00	1		SR	Alicuota	CL	Propio	9600	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	Resina	Cromatográfica	Rendimiento químico 0,12	1,1	22,5	8,6	D
															3,1	61,5	31,2	N/S	

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ⁹⁰ Sr				NUMERO DE PARTICIPANTES: 4		$\sigma_p=20\%$	ACTIVIDAD AÑADIDA $\pm U$ (k=2) (Bq/filtro) 0,723 \pm 0,063 % Incertidumbre: 8,71%												
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado	Tipo de columna					
13	6,32E-01	6,00E-02	2,80E-02	1	I	SR	Total	CP	Propio	144000									
15	4,46E-01	1,86E-02	2,92E-03	3	I	SR	Alicuota	CP	Propio	120000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3/HCl	intercambio ionico	columna cationica		-0,6	-12,6	12,9	S
21	6,70E-01	5,00E-02	5,00E-03	2	I	SR	Alicuota	CP	Propio	120000	LX (Digestión - Lixiviación)	Nitrico	EX	Sr-Spec		-1,9	-38,3	9,7	D
33	1,50E-01	1,00E-02	1,00E-02	1		SR	Total	CP	Propio	172800	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	Precipitación			-0,4	-7,3	11,5	S
														Separación tradicional por precipitación de SrCO3		-4,0	-79,3	11,0	N/S

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ²¹⁰ Pb				NUMERO DE PARTICIPANTES: 11					σ _p =20%								
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA			OBSERVACIONES
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia	Tipo ataque	Método empleado	Tipo de columna	
13	3,54E+00	2,00E-01	4,10E-02	1	I	SR	Total	CP	Propio	144000							
14	4,80E+00	5,00E-01	7,00E-01			EG	Total	XiRa	Genie 2000	238404	46,54	0,0544	NO				
15	3,92E+00	4,80E-01	5,52E-01	1	I	SR	Alícuota	CP	Propio					LX (Digestión - Lixiviación)			
15	3,92E+00	4,80E-01	5,52E-01	1	I	Otros	Total	XiRa	GammaVision	86400	49,54		NO				
21	3,59E+00	3,30E-01	2,97E-01	7	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	46,5		NO				
30	5,80E+00	6,00E-01	6,40E-01	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	250000	46,5	0,05	NO				
31	6,68E+00	9,00E-01	6,80E-01	2	I	EG	Total	Ge	Genie	300000	46,54	0,0959					
32			3,63E+00	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	86400	46	1,47E-2	NO				
33	4,00E+00	8,00E-01	7,00E-01	1		EG	Total	XiRa	G2K+excel	255511	46,5	4,2	NO				
34	8,28E+00	4,00E-02	6,00E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE 2000	345600	46,54	7,7	NO				
35	5,68E+00	6,80E-01	4,40E-01	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	324786	46,50	0,0405	NO				

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ²²⁶ Ra				NUMERO DE PARTICIPANTES: 9			σ _p =15%				ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) 2,00 ± 0,16										
				DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
CODIGO Laboratorio	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia	Tipo ataque	Método empleado						Tipo de columna
13	1.91E+00	2.70E-01	8.00E-02	1	I	SR	Total	CP	Propio	144000								-0.3	-4.5	16.2	S
14	2.60E+00	6.00E-01	1.10E+00			EGRaU	Total	XiRa	Genie 2000	238404	185.96	0.0497	NO					2.0	30.0	24.4	S
15	1.38E+00	1.61E-01	2.31E-03	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	365560				LX (Digestión - Lixiviación)	intercambio ionico	columna cationica		-2.1	-31.2	14.2	N/S
21	1.24E+00	9.50E-02	1.10E-02	2	S	SR	Alicuota	CS	Excel	60000				DT (Digestión Total)	Precipitaciones selectivas			-2.6	-38.3	11.1	N/S
30	8.20E-01	1.10E-01	1.10E-01	1		EGEQ	Total	XiRa	Genie 2000	250000	352	0,03	NO					-3.9	-59.0	15.6	N/S
32	5.60E-01	1.40E-01	1.10E-01	1		EGEQ	Total	HpGe	Genie 2k	86400	295/351/609	6,84E-2/6,00E-2/3,89E-2	SI (en la medida)					-4.8	-72.0	26.2	N/S
33	1.90E+00	2.00E-01	1.00E-01	1		EGEQ	Total	XiRa	G2K+excel	255511	352 y 609	2,13% y 1,33%	NO					-0.3	-5.0	13.2	S
34	1.10E+00	1.30E-01	2.00E-01	1		EG	Total	HpGe	GENIE 2000	345600	609.31	2.02	NO					-3.0	-45.0	14.3	N/S
35	1.86E+00	6.00E-02	1.10E-01	1		EGEQ	Total	BEGe	Genie 2000	324786								-0.5	-7.0	8.6	S

EVALUACIÓN DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN CSN-CIEMAT 2021 ENTRE LABORATORIOS DE MEDIDA DE RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL (Muestras de filtros)

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ²³⁵ U			NUMERO DE PARTICIPANTES: 5			$\sigma_p=20\%$			ACTIVIDAD AÑADIDA $\pm U$ (k=2) (Bq/filtro) 0,00158 \pm 0,00013 % Incertidumbre: 8,23%												
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia	Tipo ataque	Método empleado						Tipo de columna
13			6,10E-03	1	I	SR	Total	PIPS	Propio	174000											
14			3,00E-02			Otros	Total	XiRa	Genie 2000	238404	63,29	0,0646	NO								
15	2,35E-03	9,31E-04	5,68E-04	1	I	SR	Alicuota	PIPS	Propio	600000				LX (Digestión - Lixiviación)	intercambio ionico	columna anionica		2,4	48,9	40,4	N/S
21			3,20E-03	1	S	SR	Alicuota	PIPS	Genie 2000 + Excel	500000				DT (Digestión Total)	Extracción líquido-líquido con TBP + Xileno						
33			5,00E-03	1		SR	Alicuota	PIPS	G2K+Excel	423324				LX (Digestión - Lixiviación)	TBP						Se toma 1/4 de filtro y se lixivia con HNO3 8M generando casi 300g de disolución.

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: Uranio natural			NUMERO DE PARTICIPANTES: 4	$\sigma_p=20\%$						ACTIVIDAD AÑADIDA $\pm U$ (k=2) ($\mu\text{g}/\text{filtro}$) % Incertidumbre: 18,25%									
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad ($\mu\text{g}/\text{filtro}$)	U (k=2) ($\mu\text{g}/\text{filtro}$)	LID ($\mu\text{g}/\text{filtro}$)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado						Tipo de columna
14			5,00E+01			Otros	Total	XiRa	Genie 2000	238404									
15	3,09E+00	3,56E-01	3,82E-02	1	I	SR	Alícuota	PIPS	Propio	600000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3/HCl	intercambio ionico	columna anionica		0,6	12,6	21,6	S
33	1,38E+00	8,00E-02	5,00E-02	1		ICP	Alícuota	Otros	Masshunter+Excel	1				Detector ICP-MS	-2,5	-49,6	19,1	N/S	
35	1,18E+01	1,68E+00	8,00E-01	4	S	ICP	Alícuota	Otros	SyngistixTM	115	MO (Microondas)	HNO3/HCl		HR-ICP-MS	16,5	330,7	23,1	N/S	

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ²³⁹ Pu				NUMERO DE PARTICIPANTES: 4						σ _p =20%		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) 0,0339 ± 0,0027							
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	σ _p =20%	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado	Tipo de columna					
13	2,92E-02	3,30E-03	7,00E-04	1	I	SR	Total	PIPS	Propio	200000									
15	3,68E-02	3,75E-03	3,33E-04	1	I	SR	Alícuota	PIPS	Propio	600000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3/HCl	intercambio ionico	columna anionica		-0,7	-13,9	13,8	S
21	1,35E-02	1,80E-03	1,60E-03	2	I	SR	Alícuota	PIPS	Genie + Propio	600000	DT (Digestión Total)	HNO3	Cl	AG 1x8		0,4	8,6	12,9	S
33	1,43E-02	8,00E-04	5,00E-04	1		SR	Alícuota	PIPS	G2k+propio	1002810	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	EC	BIORAD AG 1x4		-3,0	-60,2	15,5	N/S
																-2,9	-57,8	9,7	N/S

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ⁵⁴ Mn				NUMERO DE PARTICIPANTES: 11	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:						1,00 ± 0,08 8,00%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				1,23 ± 0,30 24,1%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia					
13	9,27E-01	1,43E-01	4,00E-02	2	I	EG		XiRa	Propio	350000	834,83	10,67		-1,6	-24,6	28,6	S	
14	1,35E+00	7,00E-02	5,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	238404	834,84	0,0142	NO	0,7	9,8	24,7	S	
15	1,06E+00	1,25E-01	8,52E-02	1	I	Otros	Total	XiRa	GammaVision	86400	834,81	0,039352	SI (en la calibración)	-0,9	-14,1	26,9	S	
16	1,11E+00	5,00E-02	8,00E-02	1			Total	ReGe	Genie 2000	250000	834,85	0,0147		-0,7	-9,8	24,5	S	
21	1,67E+00	9,90E-02	1,27E-01	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	834		NO	2,4	36,0	24,8	N/S	
30	1,43E+00	7,00E-02	4,70E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	250000	835	0,014	NO	1,1	16,3	24,6	S	
31	1,51E+00	8,00E-02	7,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	300000	834,85	0,0183		1,5	22,8	24,7	S	
32	9,20E-01	1,00E-01	6,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	86400	834,84	3,02E-02	NO	-1,7	-25,2	26,5	S	
33	1,02E+00	7,00E-02	6,00E-02	1		EG	Total	XiRa	G2k+propio	255511	834	0,01	SI (en la calibración)	-1,1	-17,1	25,1	S	
34	1,25E+00	4,00E-02	6,00E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE 2000	345600	834,83	1,53	NO	0,1	1,6	24,3	S	
35	1,23E+00	7,00E-02	4,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	324786	834,83	0,9997	NO	0,0	0,0	24,8	S	

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ⁵⁷ Co				NUMERO DE PARTICIPANTES: 10		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,203 ± 0,016 7,88%		σ _p =15%		MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,27 ± 0,07 27,8%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación		
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia	
14	2,80E-01	8,00E-02	4,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	238404	122,1	0,0619	NO		0,3	5,2	39,9	S	
15	2,53E-01	3,52E-02	5,77E-02	1	I	Otros	Total	XiRa	GammaVision	86400	122	0,145986	NO		-0,3	-5,2	31,1	S	
16	2,36E-01	1,90E-02	2,10E-02	1			Total	ReGe	Genie 2000	250000	122,57	0,0909			-0,8	-11,4	29,0	S	
21	4,10E-01	4,30E-02	3,80E-02	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	122		NO		3,6	54,0	29,8	N/S	
30	3,20E-01	9,00E-02	3,60E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	250000	122	0,06	NO		1,3	20,2	39,6	S	
31	3,80E-01	4,00E-02	3,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	300000	122,06	0,0863	SI (en la calibración)		2,8	42,7	29,8	N/S	
32	2,10E-01	4,00E-02	4,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	86400	122,06	1,16E-01	NO		-1,4	-21,1	33,7	S	
33	2,20E-01	5,00E-02	4,00E-02	1		EG	Total	XiRa	G2k+propio	255511	122	0,047	SI (en la calibración)		-1,2	-17,4	35,9	S	
34	3,60E-01	5,00E-02	8,00E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE 2000	345600	122,06	7,49	NO		2,3	35,2	31,1	N/S	
35	2,30E-01	3,00E-02	2,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	324786	122,06	0,8551	NO		-0,9	-13,6	30,8	S	

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ⁶⁵ Zn				NUMERO DE PARTICIPANTES: 11		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				1,840 ± 0,150 8,15%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADE/MEDIANA:				2,22 ± 0,44 20,0%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)					
13	2,10E+00	3,24E-01	5,60E-02	2	I	EG	XtRa	Gammavision	82710	1115,5	50,75			-0,4	-5,6	25,3	S
14	2,50E+00	3,00E-01	1,00E-01			EG	Total	XtRa	238404	1115,55	0,0112	NO		0,8	12,6	23,4	S
15	1,99E+00	2,22E-01	1,30E-01	1	I	Otros	Total	XtRa	86400	1115	0,031406	SI (en la calibración)		-0,7	-10,3	22,9	S
16	2,21E+00	1,10E-01	1,50E-01	1			Total	ReGe	250000	1115,54	0,0109			0,0	-0,5	20,6	S
21	3,91E+00	2,60E-01	2,46E-01	9	S	EG	Total	Ge	80000	1116		NO		5,1	76,1	21,1	N/S
30	2,80E+00	4,00E-01	1,00E-01	1		EG	Total	XtRa	250000	1116	0,011	NO		1,7	26,1	24,6	S
31	2,81E+00	1,60E-01	1,20E-01	2	I	EG	Total	Ge	300000	1115,54	0,0139			1,8	26,6	20,8	S
32	1,92E+00	1,90E-01	1,00E-01	1		EG	Total	HpGe	86400	1115,54	2,39E-02	NO		-0,9	-13,5	22,4	S
33	1,91E+00	2,20E-01	1,10E-01	1		EG	Total	XtRa	255511	1115	0,0086	SI (en la calibración)		-0,9	-14,0	23,1	S
34	2,92E+00	1,70E-01	2,40E-01	1		EG	Total	HpGe	345600	1115,52	1,17	NO		2,1	31,5	20,9	N/S
35	2,22E+00	1,00E-01	8,00E-02	1		EG	Total	BEGe	324786	1115,52	0,5075	NO		0,0	0,0	20,5	S

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ⁶⁰ Co				NUMERO DE PARTICIPANTES: 11		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				2,060 ± 0,160 7,77%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADE (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				2,24 ± 0,29 13,0%		
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia					
13	2,10E+00	3,24E-01	5,60E-02	2	I	EG		XiRa	Propio	500000	1173,2 y 1332,5	100 y 100		-0,4	-6,6	20,2	S	
14	2,72E+00	8,00E-02	5,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	238404	1332,5	0,0097	NO		1,4	21,2	13,3	S
15	2,24E+00	2,41E-01	6,04E-02	1	I	Otros	Total	XiRa	GammaVision	86400	1332,49	0,026863	SI (en ambas)		0,0	0,0	16,8	S
16	2,24E+00	7,00E-02	8,00E-02	1			Total	ReGe	Genie 2000	250000	1173,23	0,0103			0,0	-0,2	13,3	S
21	2,05E+00	7,40E-02	7,60E-02	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	1173,1332		NO		-0,6	-8,7	13,4	S
30	2,82E+00	8,00E-02	4,90E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	250000	1332	0,010	NO		1,7	25,7	13,3	S
31	2,97E+00	1,20E-01	6,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	300000	1332,49	0,0118	SI (en la calibración)		2,2	32,4	13,6	N/S
32	2,04E+00	1,90E-01	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	86400	1173,23/1332,4 9	2,30E- 2/2.08E-2	SI (en ambas)		-0,6	-9,1	16,0	S
33	2,06E+00	6,00E-02	9,00E-02	1		EG	Total	XiRa	G2k+propio	255511	1333	0,0073	NO		-0,5	-8,2	13,3	S
34	2,54E+00	8,00E-02	8,00E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE 2000	345600	1332,49	1	NO		0,9	13,2	13,3	S
35	2,26E+00	5,93E+00	3,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	324786	1173,22/1332,4 9	1/1	NO		0,0	0,7	262,7	S

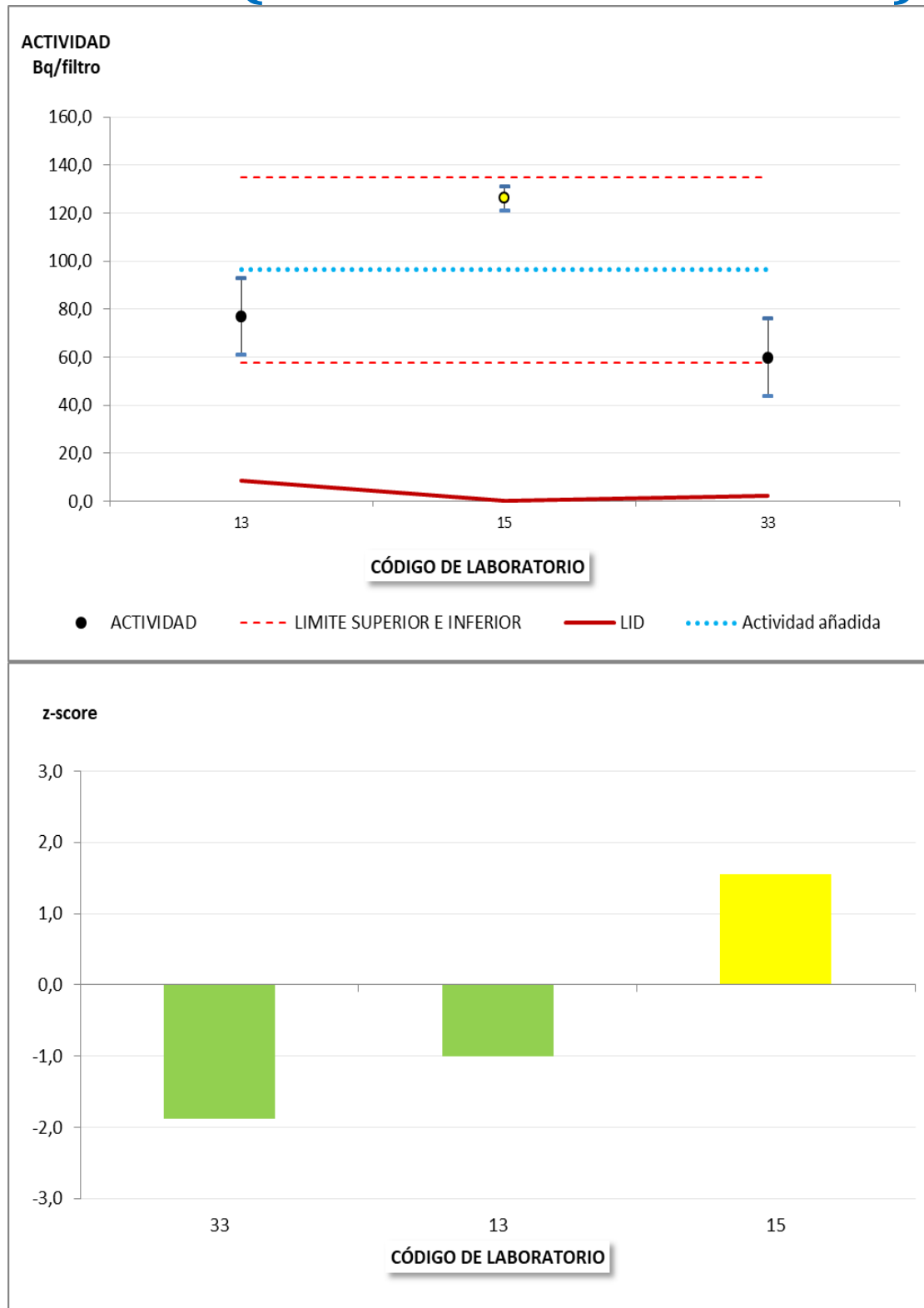
MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ¹⁰⁶ Ru				NUMERO DE PARTICIPANTES: 8		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				6.51 ± 0.52 7.99%	σ _p =15%							
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I, S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia					
13	5,14E+00	8,75E-01	3,90E-01	2	I	EG	XtRa	Gammavision	82710	621,8	98,1			-1,4	-21,1	18,8	S	
15	6,45E+00	7,75E-01	4,89E-01	1	I	Otros	Total	XtRa	GammaVision	86400	621,9	0,048285	SI (en ambas)		-0,1	-0,9	14,4	S
16	6,58E+00	4,00E-01	5,90E-01	1			Total	ReGe	Genie 2000	250000	621,90	0,0199	SI (en la medida)		0,1	1,1	10,0	S
21	8,06E+00	6,55E-01	8,77E-01	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	622		NO		1,6	23,8	11,4	S
32	6,06E+00	7,70E-01	5,30E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	86400	621,90	3,83E-02	SI (en la medida)		-0,5	-6,9	15,0	S
33	6,20E+00	7,00E-01	5,00E-01	1		EG	Total	XtRa	G2k+propio	255511	622	0,0133	SI (en ambas)		-0,3	-4,8	13,8	S
34	6,73E+00	7,50E-01	5,10E-01	1		EG	Total	HpGe	GENIE 2000	345600	621,84	1,98	NO		0,2	3,4	13,7	S
35	6,68E+00	7,40E-01	3,10E-01	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	324786	621,84	0,0980	NO		0,2	2,6	13,7	S

MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ¹³⁴ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 11		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,350 ± 0,028 8,00%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,39 ± 0,05 13,1%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)					
13	2,95E-01	4,60E-02	2,20E-02	2	I	EG		XiRa	Gammavision	82710	604,7 y 795,8	97,6 y 85,4		-1,6	-23,5	20,4	S
14	4,00E-01	6,00E-02	4,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	238404	795,84	0,0148	NO	0,2	3,7	19,9	S
15	3,86E-01	4,63E-02	7,84E-02	1	I	Otros	Total	XiRa	GammaVision	86400	604,72	0,049199	SI (en ambas)	0,0	0,0	17,8	S
16	4,18E-01	2,80E-02	4,40E-02	1			Total	ReGe	Genie 2000	250000	604,72	0,0205	SI (en la medida)	0,6	8,3	14,8	S
21	3,44E-01	2,60E-02	5,40E-02	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	604		NO	-0,7	-10,8	15,2	S
30	4,20E-01	6,00E-02	4,10E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	250000	605	0,019	NO	0,6	8,9	19,4	S
31	4,50E-01	4,00E-02	5,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	Genie	300000	604,72	0,0244		1,1	16,6	15,9	S
32	3,40E-01	5,00E-02	4,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie 2k	86400	604,69/795,86	3,91E-2/3,14E-2	SI (en ambas)	-0,8	-11,9	19,7	S
33	3,40E-01	3,00E-02	7,00E-02	1		EG	Total	XiRa	G2k+propio	255511	604	0,0136	SI (en ambas)	-0,8	-11,9	15,8	S
34	4,00E-01	2,00E-02	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	GENIE 2000	345600	604,7	2,03	NO	0,2	3,7	14,1	S
35	3,60E-01	3,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	BEGe	Genie 2000	324786	604,70	0,9760	NO	-0,4	-6,7	15,6	S

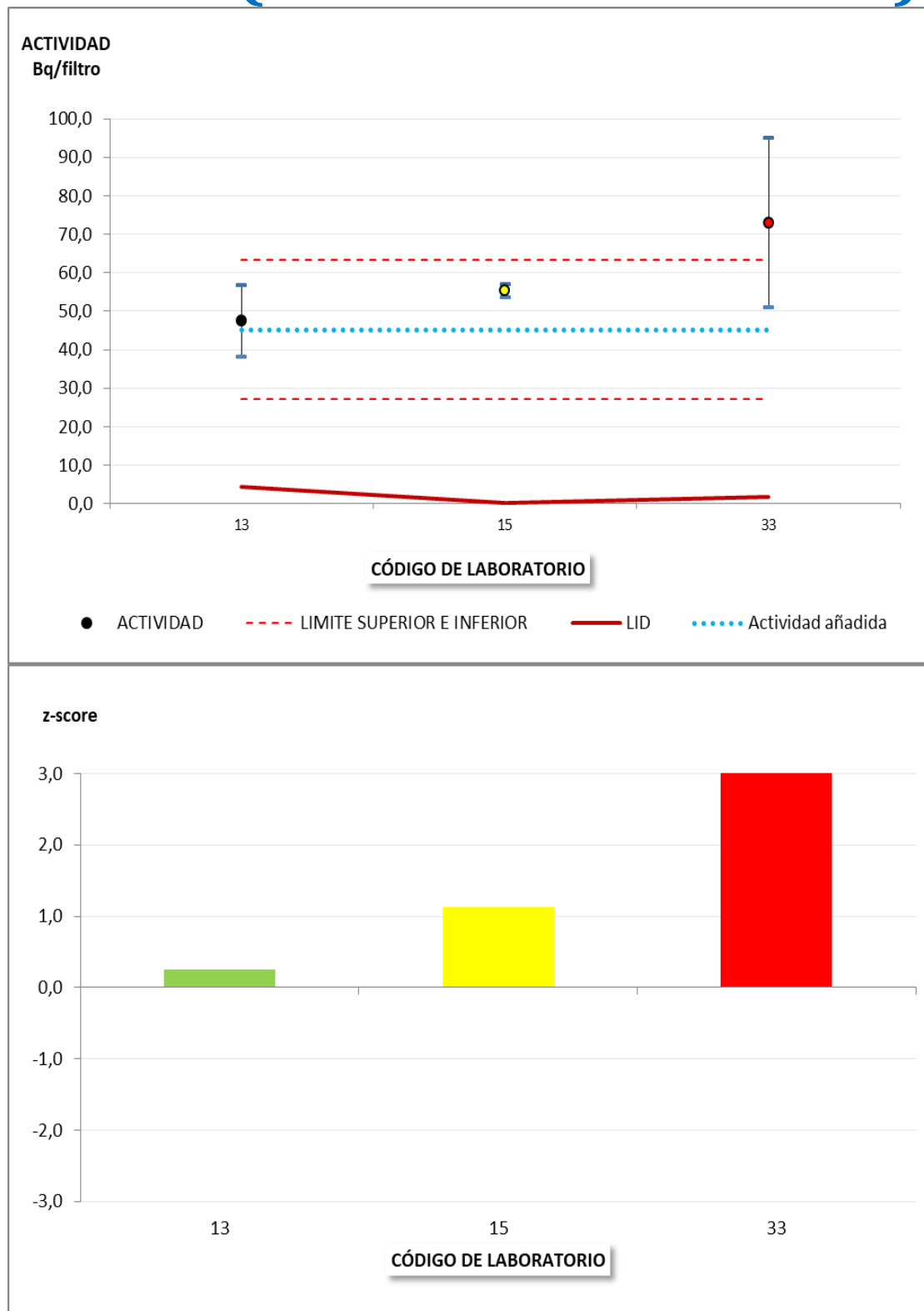
MATRIZ: filtro de 44x44 cm ² Determinación: ¹³⁷ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 11	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,412 ± 0,033 8,01%	σ _p =15%	MEDIANA ± MADe (Bq/filtro): %MADe/MEDIANA:				0,49 ± 0,10 21,3%	
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I, S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)					
13	4,14E-01	6,70E-02	4,20E-02	2	I	EG	XiRa	GammaVision	82710	661,7	85,1			-1,0	-15,5	26,7	S
14	5,60E-01	4,00E-02	6,00E-02			EG	Total	XiRa	238404	661,8	0,0175	NO		1,0	14,3	22,4	S
15	4,90E-01	5,87E-02	4,45E-02	1	I	Otros	Total	XiRa	86400	661,6	0,046302	SI (en la calibración)		0,0	0,0	24,4	S
16	4,80E-01	3,00E-02	6,50E-02	1			Total	ReGe	250000	661,66	0,0187			-0,1	-2,0	22,2	S
21	3,82E-01	3,00E-02	6,60E-02	9	S	EG	Total	Ge	80000	661		NO		-1,5	-22,0	22,7	S
30	5,90E-01	4,00E-02	5,40E-02	1		EG	Total	XiRa	250000	662	0,018	NO		1,4	20,5	22,3	S
31	6,20E-01	6,00E-02	5,00E-02	2	I	EG	Total	Ge	300000	661,66	0,0226			1,8	26,6	23,4	S
32	4,20E-01	6,00E-02	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	86400	661,66	3,64E-02	NO		-1,0	-14,3	25,6	S
33	4,10E-01	3,00E-02	8,00E-02	1		EG	Total	XiRa	255511	662	0,0134	NO		-1,1	-16,3	22,5	S
34	5,30E-01	5,00E-02	7,00E-02	1		EG	Total	HpGe	345600	661,65	1,88	NO		0,5	8,2	23,3	S
35	5,20E-01	3,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	BEGe	324786	661,65	0,8512	NO		0,4	6,2	22,0	S

**ANEXO X. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE
EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS
EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES
(FILTRO DE 44 x 44 cm²)**

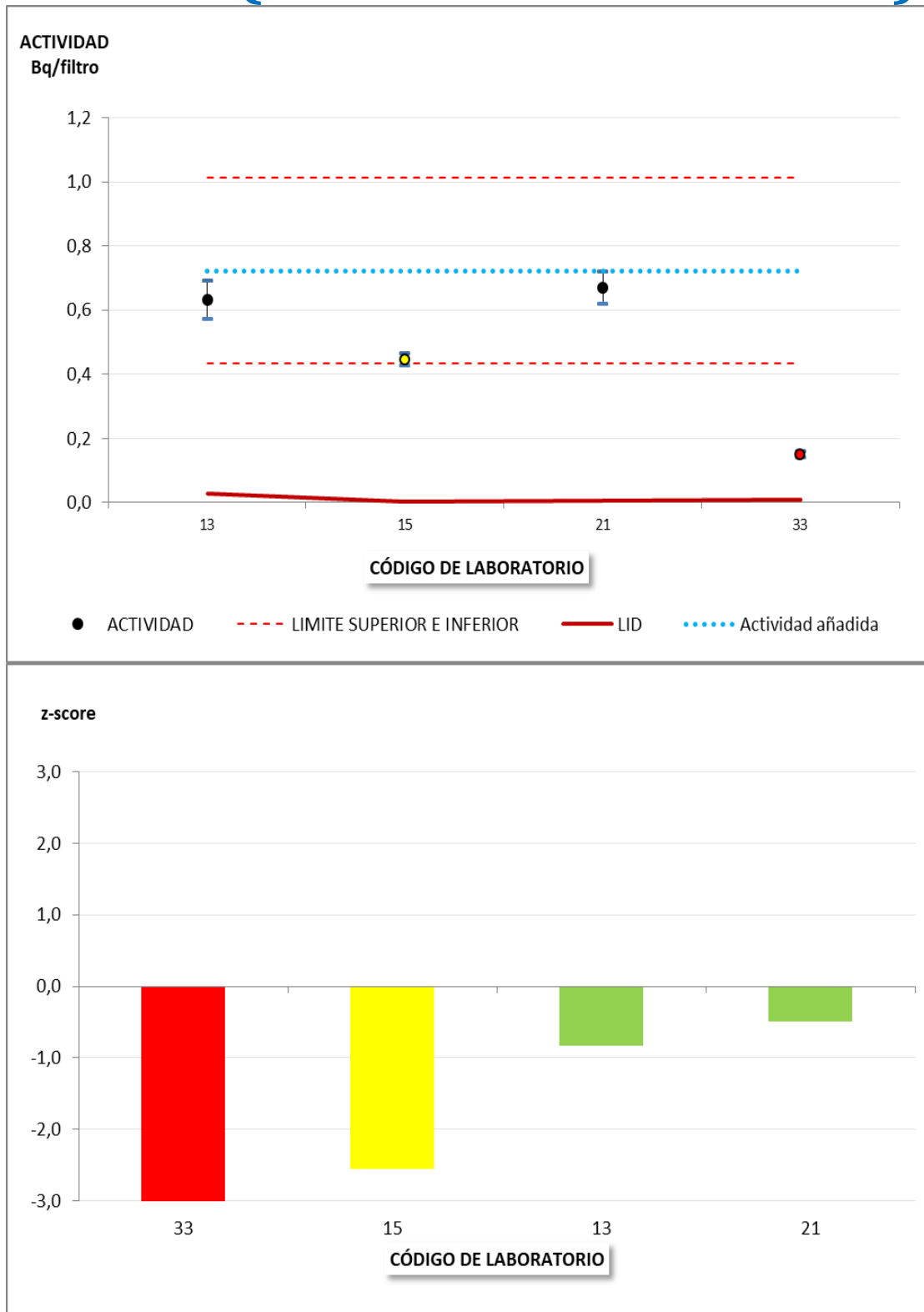
^{55}Fe (Filtro de 44 x 44 cm²)



^{63}Ni (Filtro de 44 x 44 cm²)

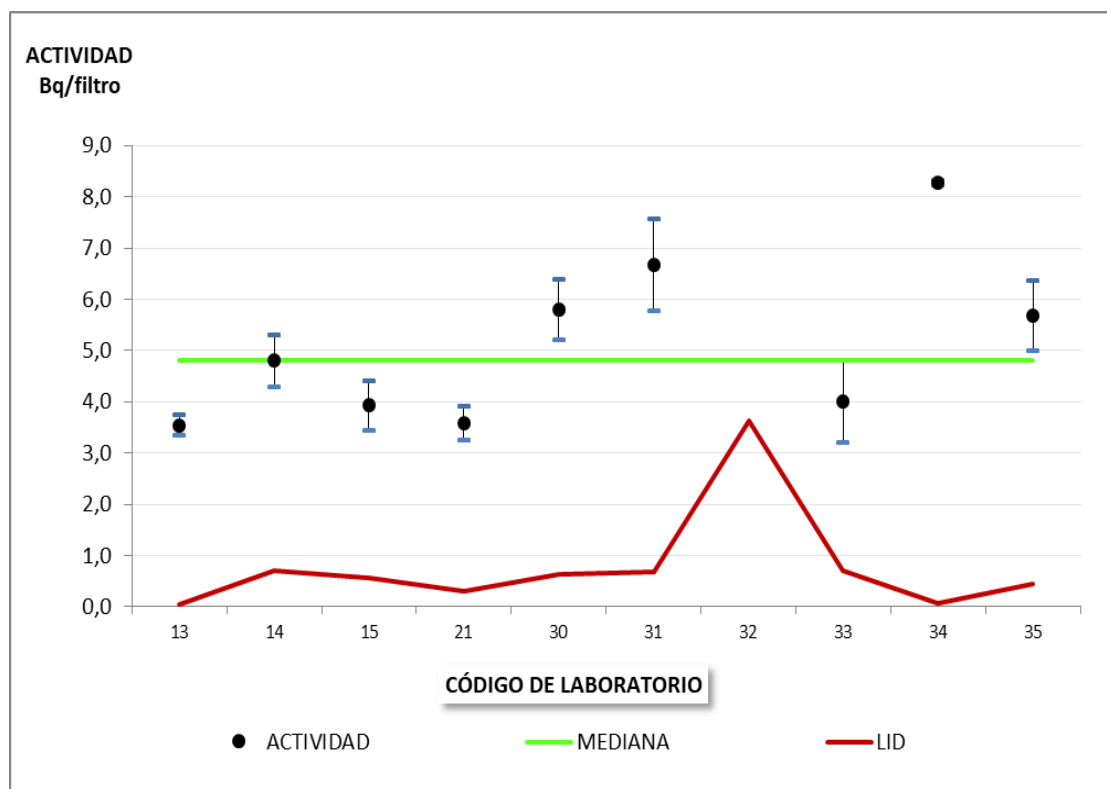


^{90}Sr (Filtro de 44 x 44 cm²)

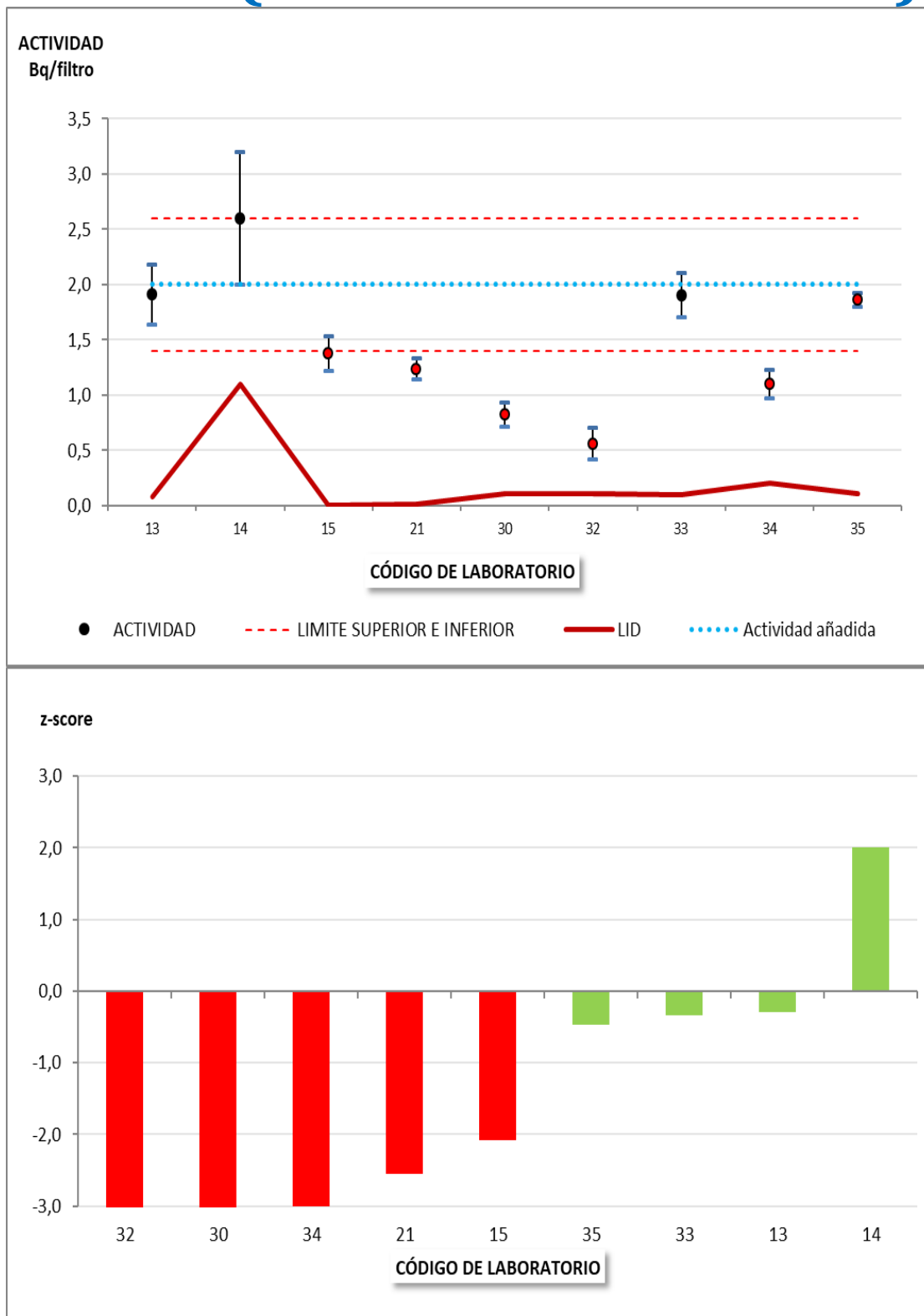


^{210}Pb (Filtro de 44 x 44 cm²)

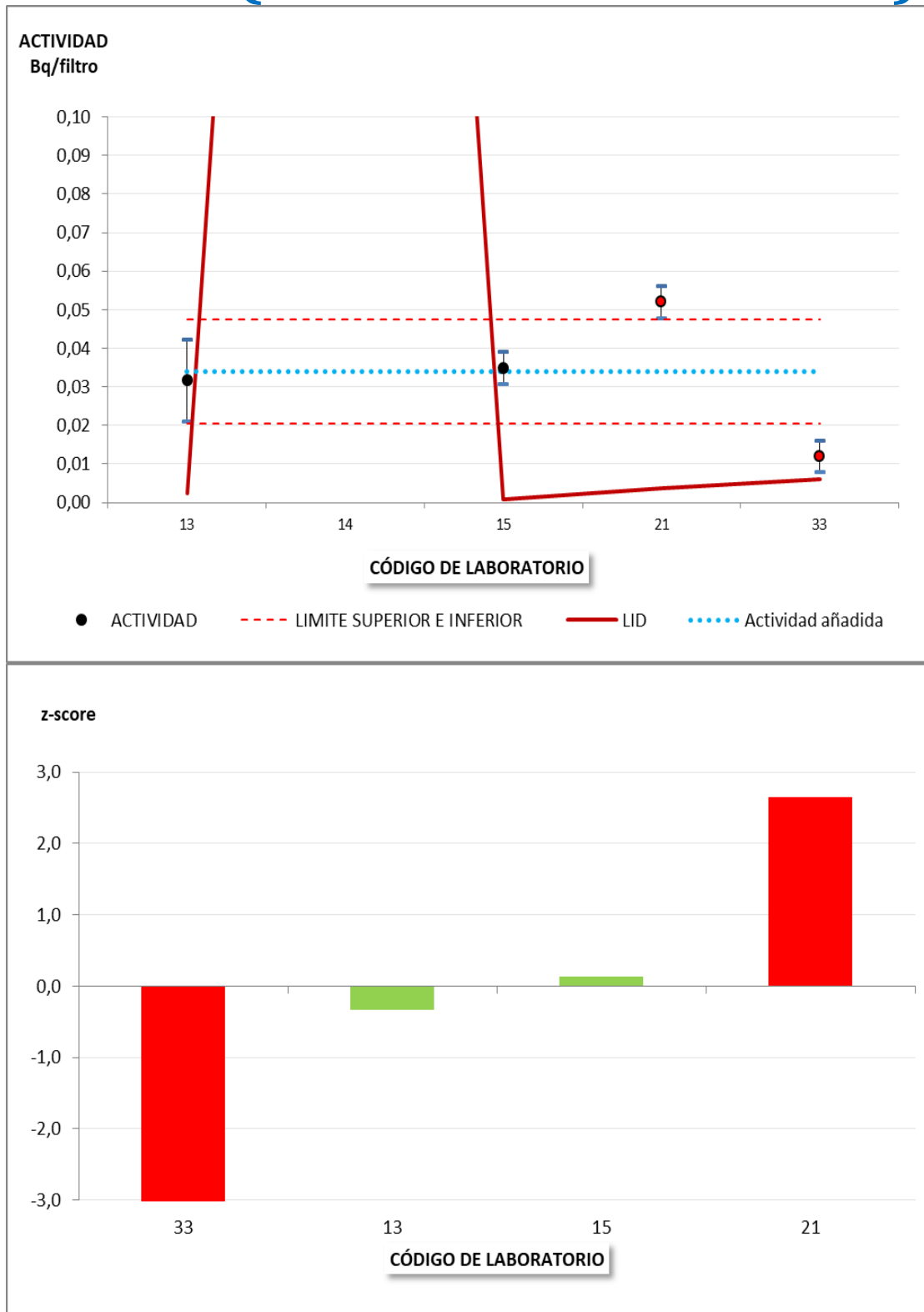
(No evaluable)



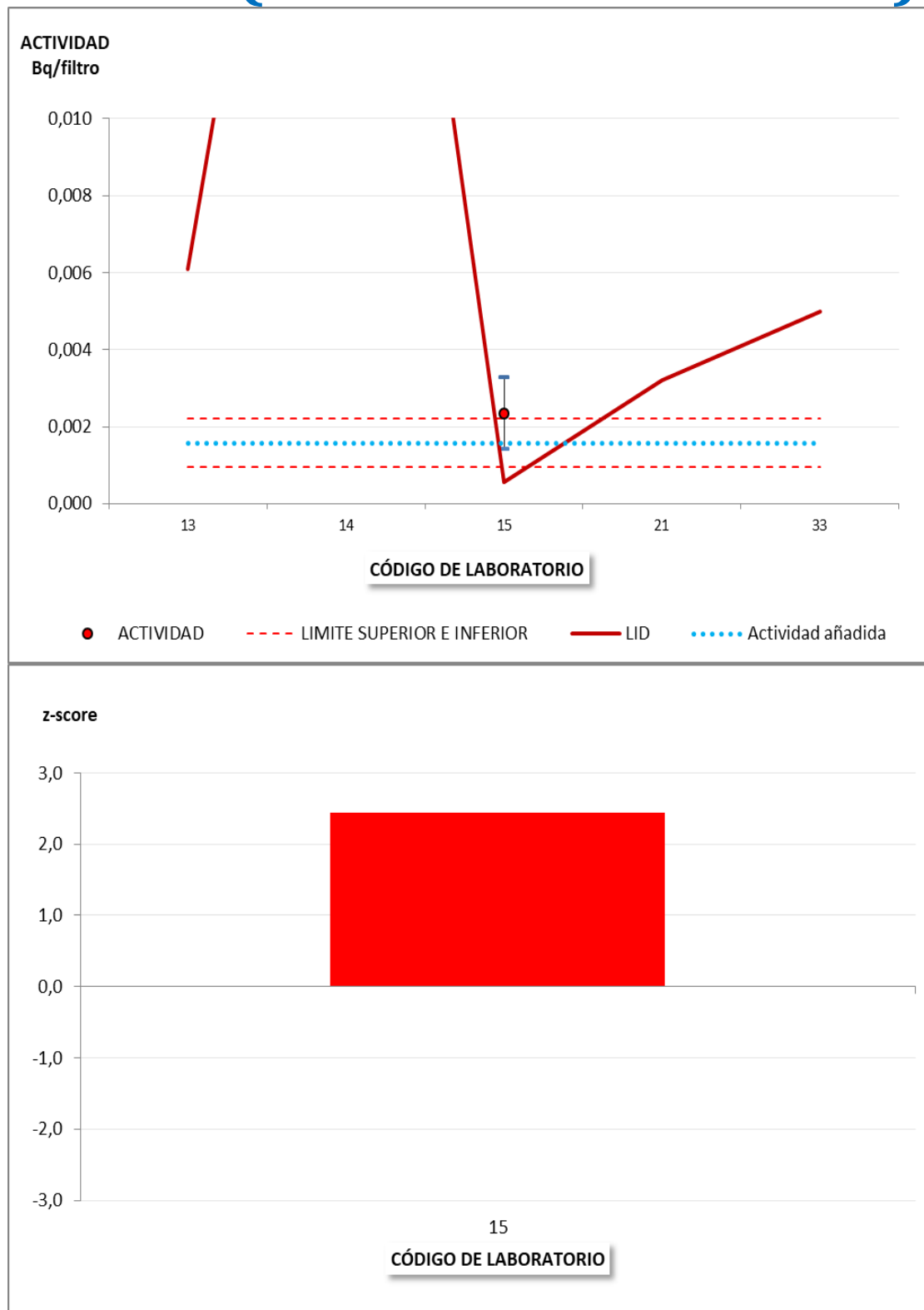
^{226}Ra (Filtro de 44 x 44 cm²)



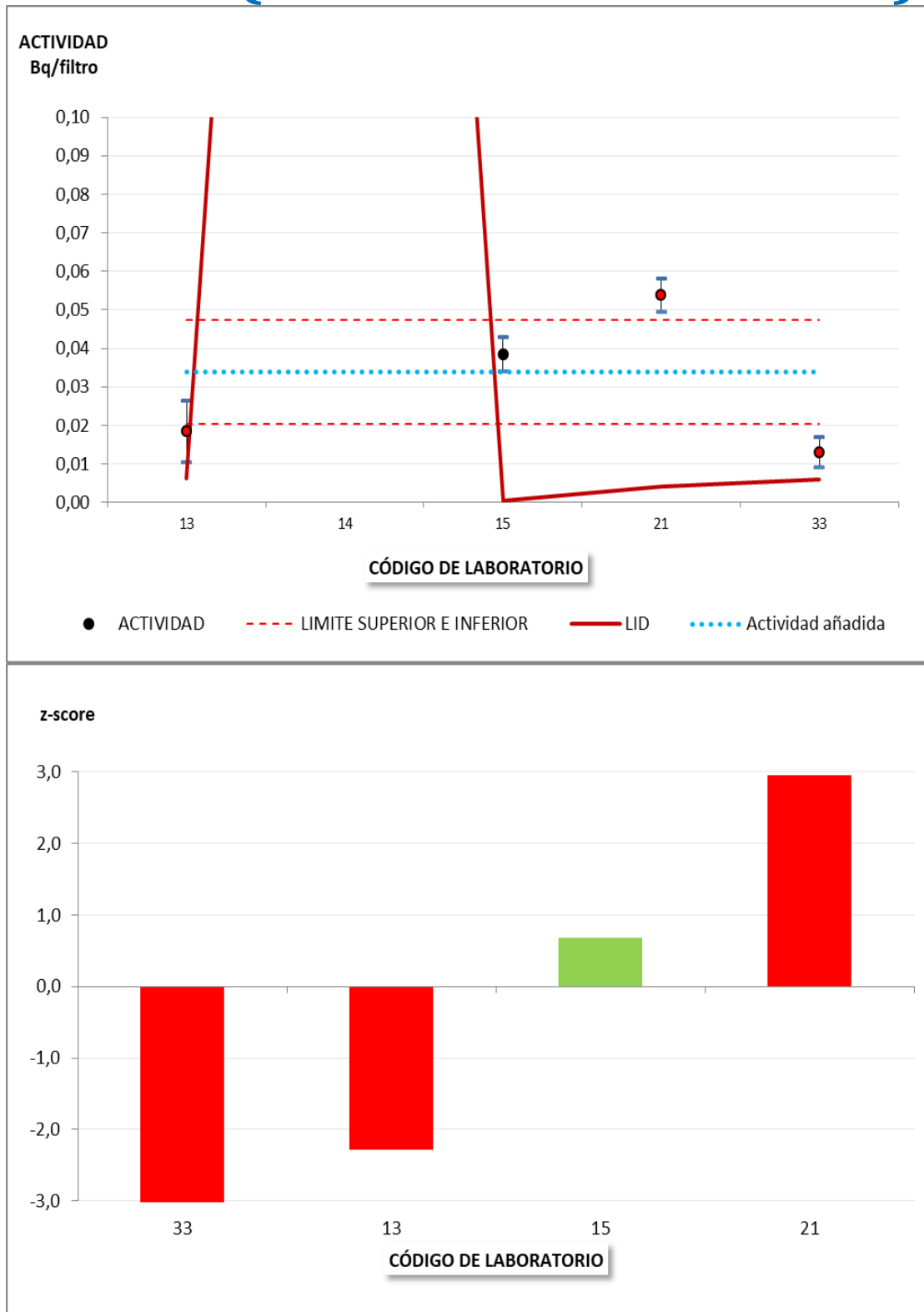
234U (Filtro de 44 x 44 cm²)



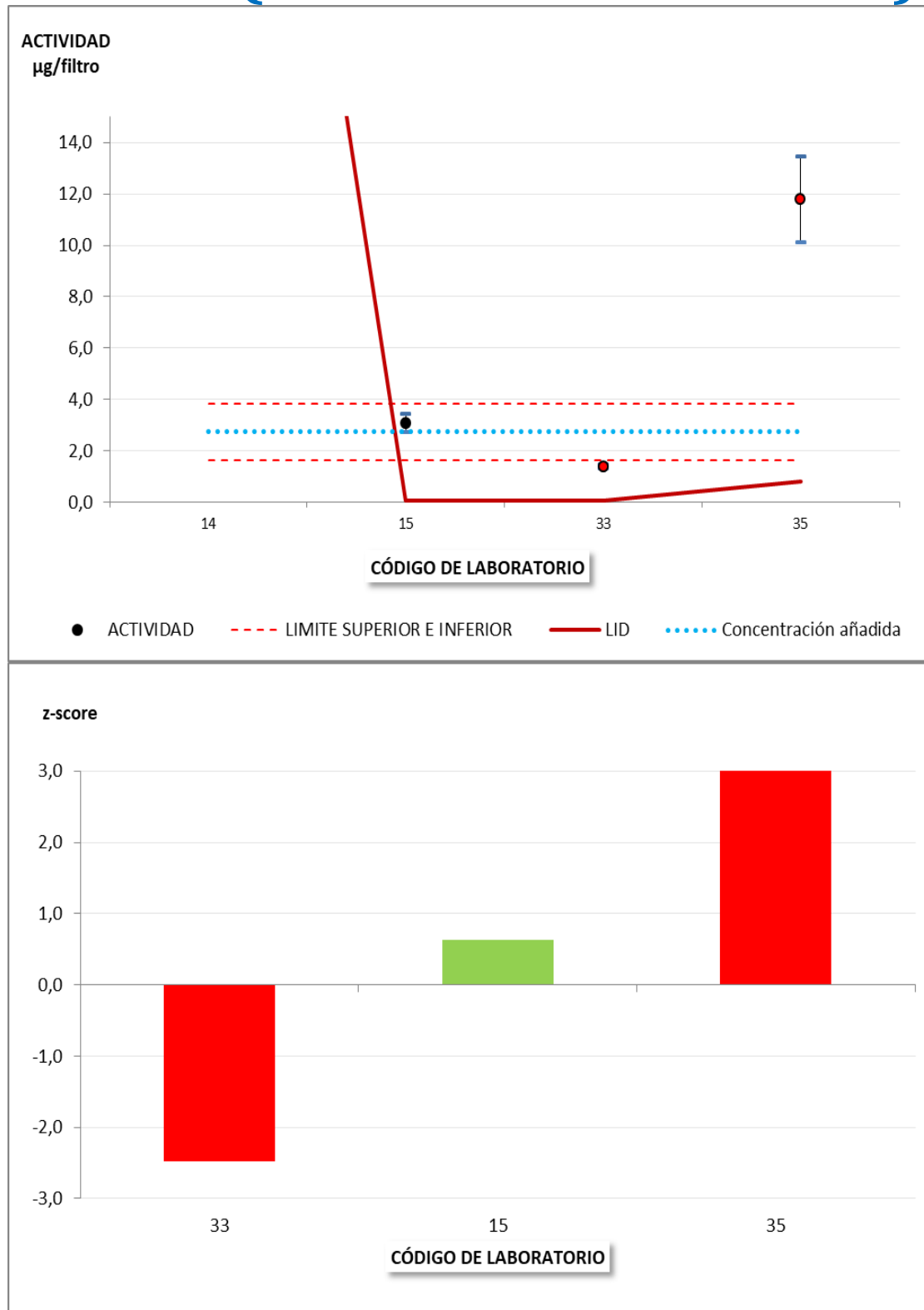
235U (Filtro de 44 x 44 cm²)



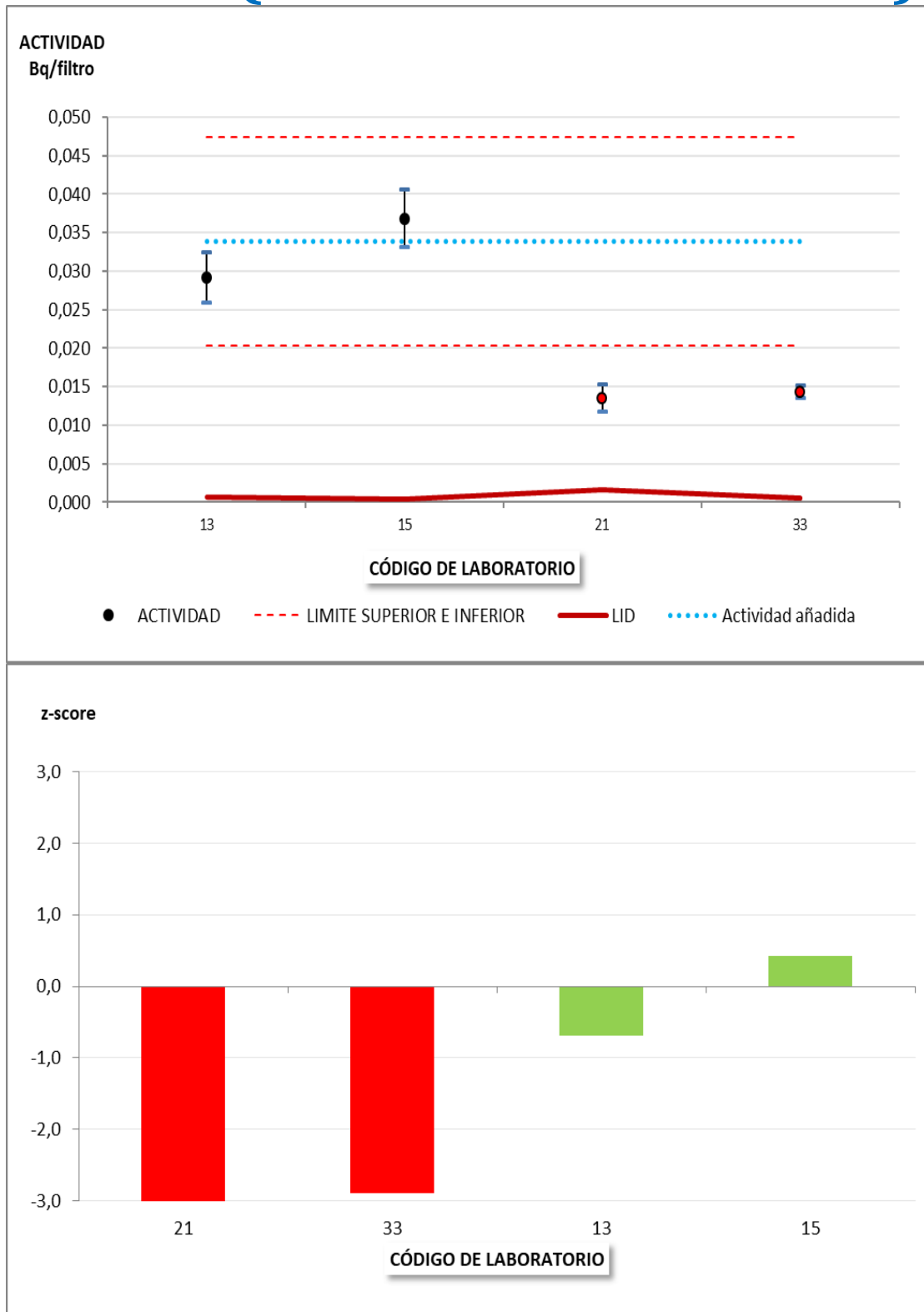
238U (Filtro de 44 x 44 cm²)



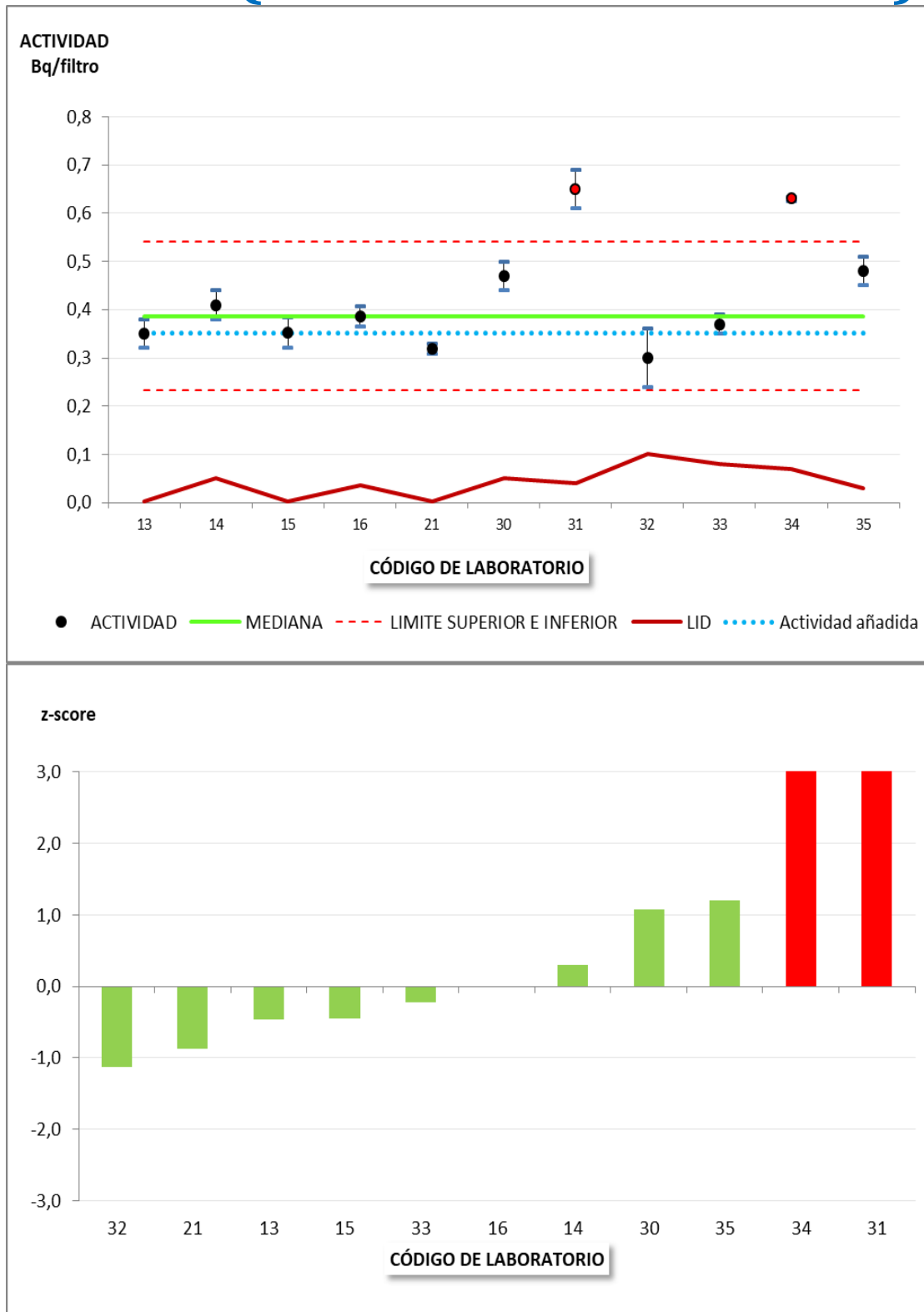
U_{natural} (Filtro de 44 x 44 cm²)



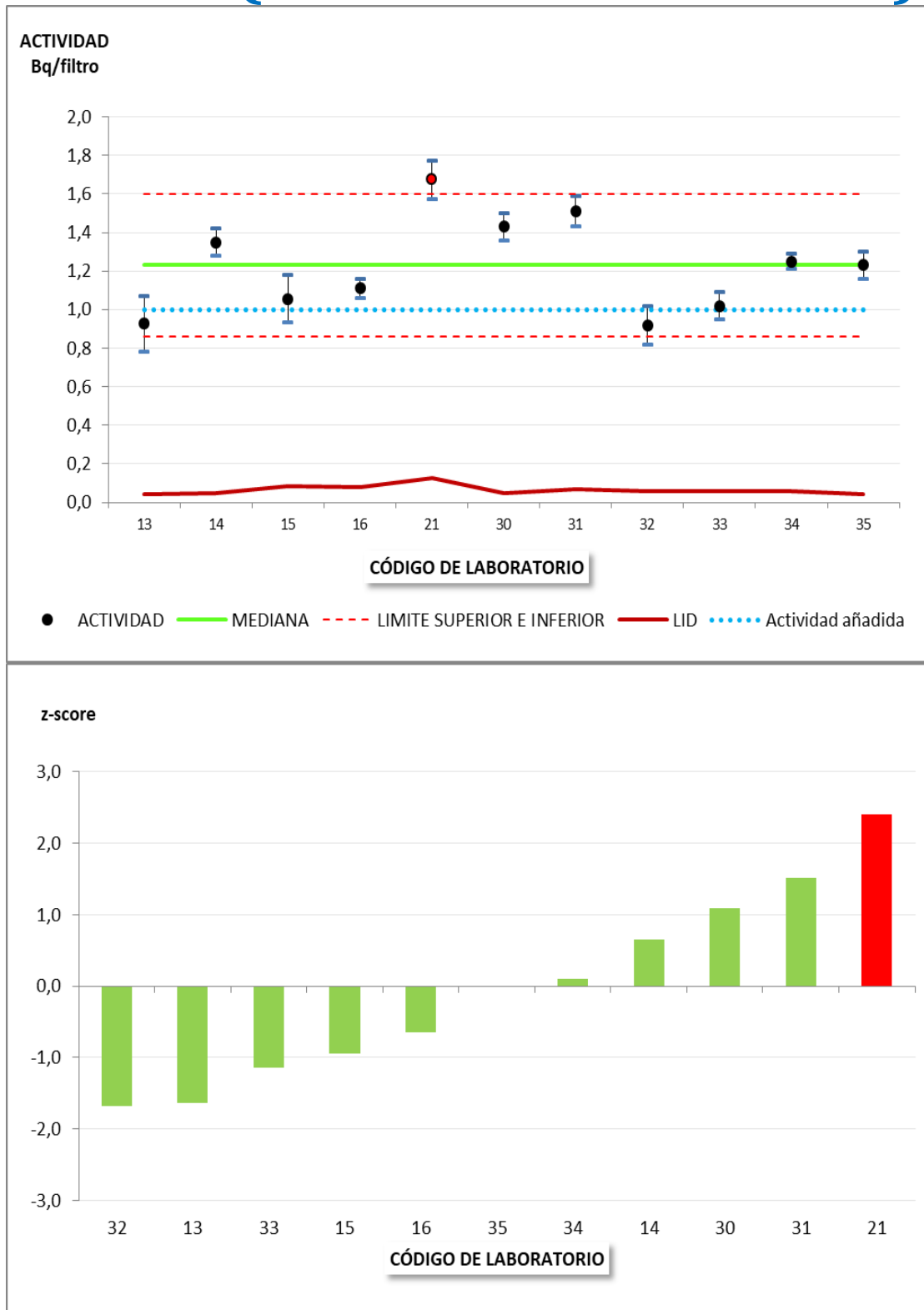
^{239}Pu (Filtro de 44 x 44 cm²)



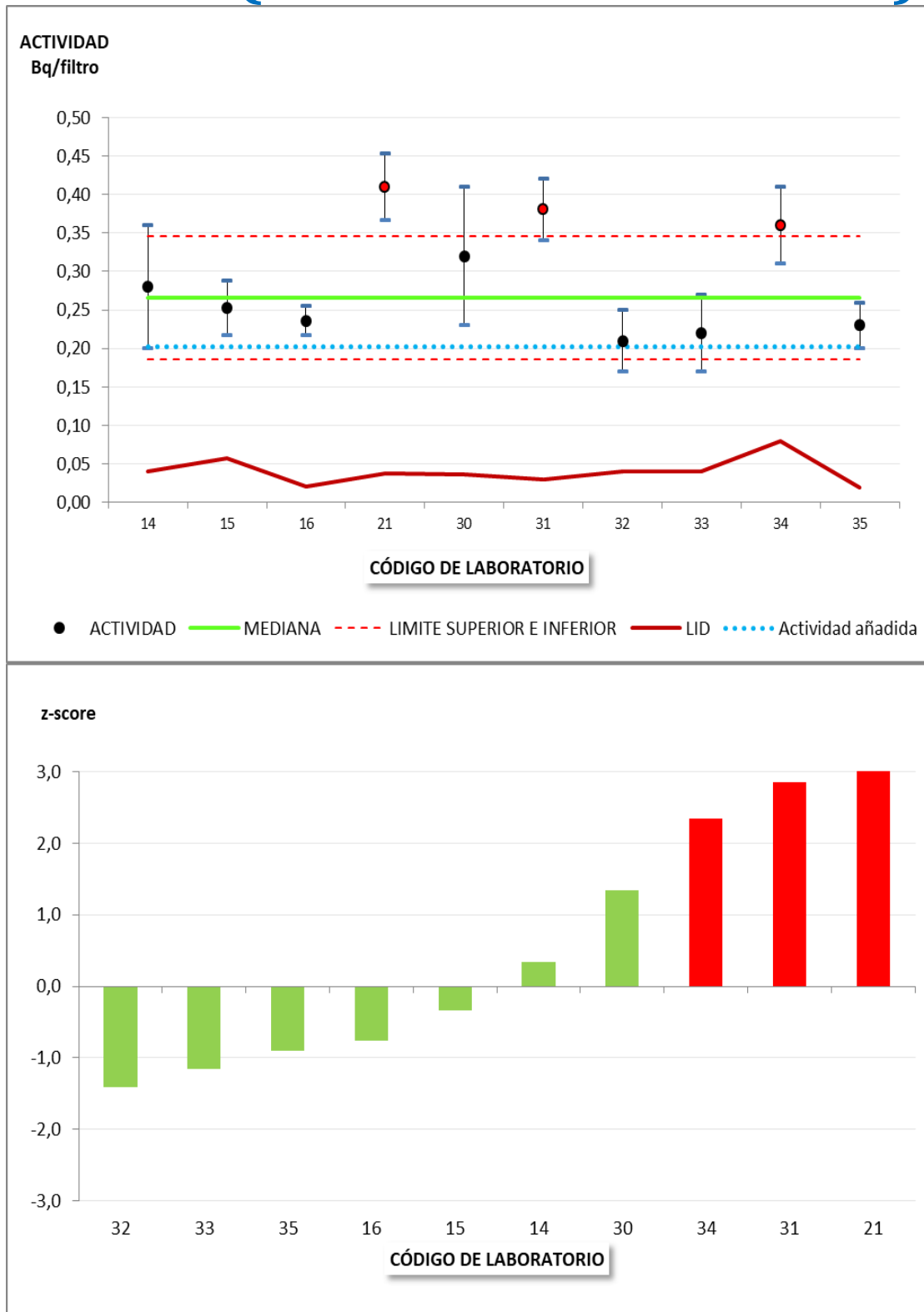
241Am (Filtro de 44 x 44 cm²)



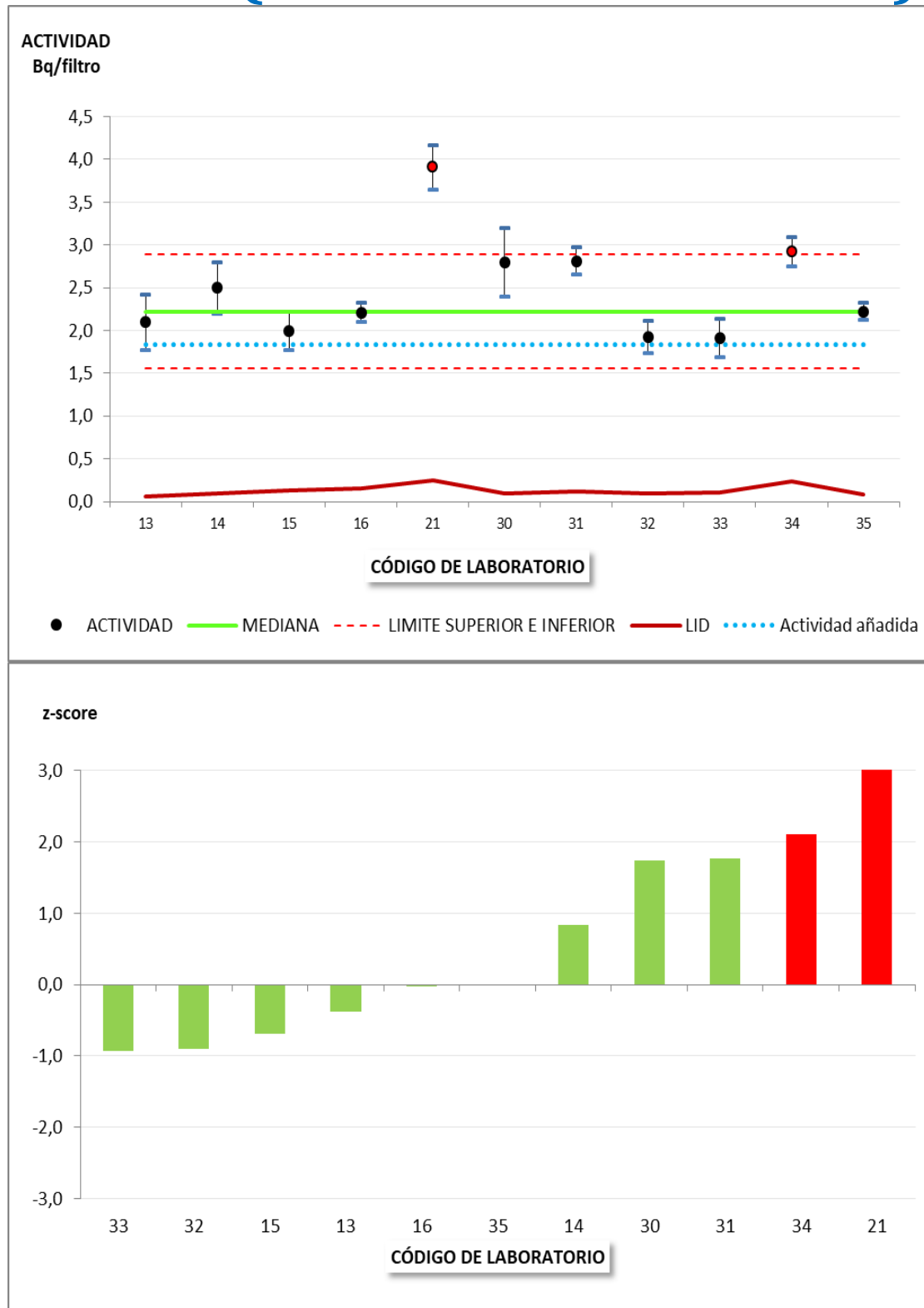
^{54}Mn (Filtro de 44 x 44 cm²)



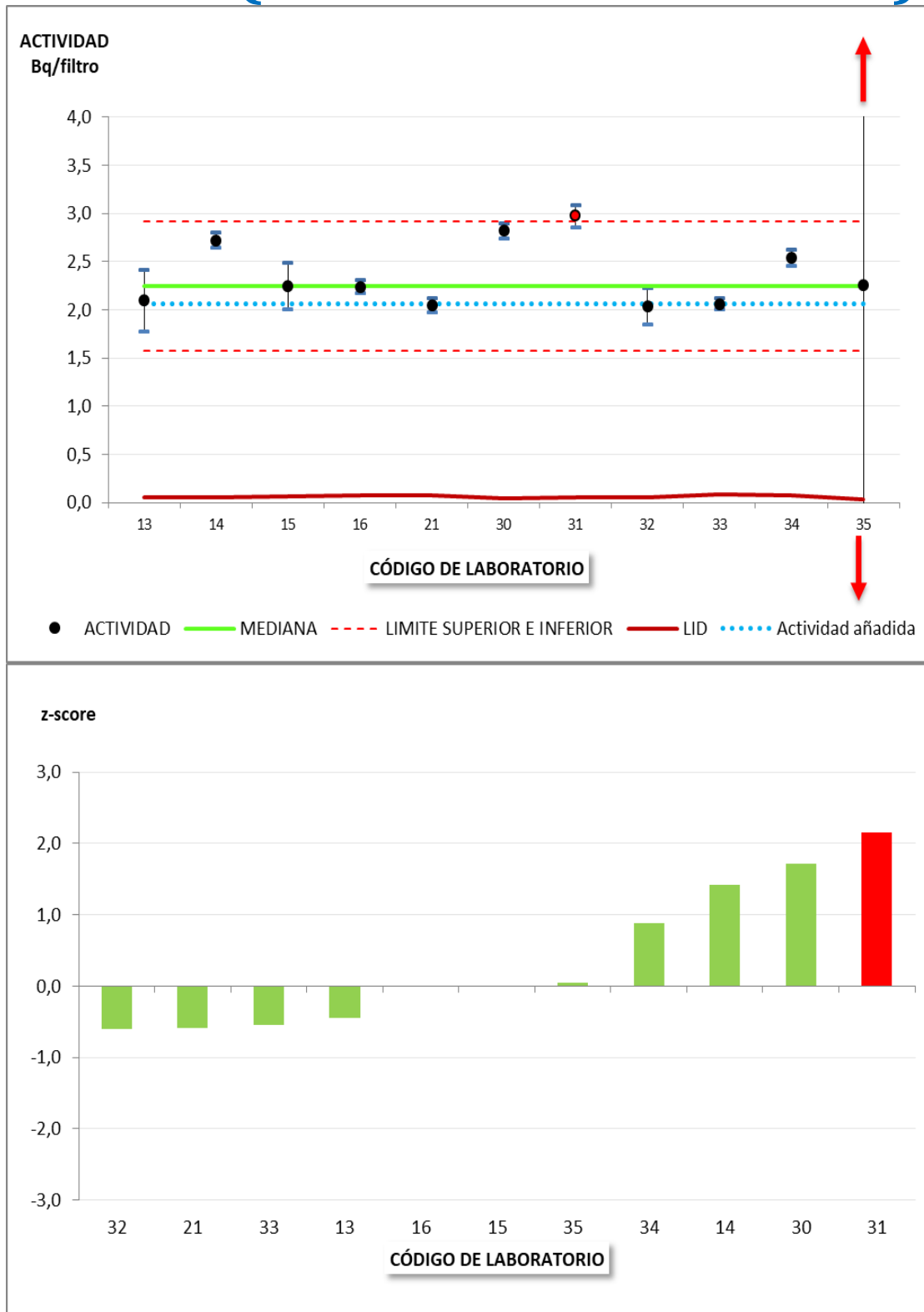
^{57}Co (Filtro de 44 x 44 cm²)



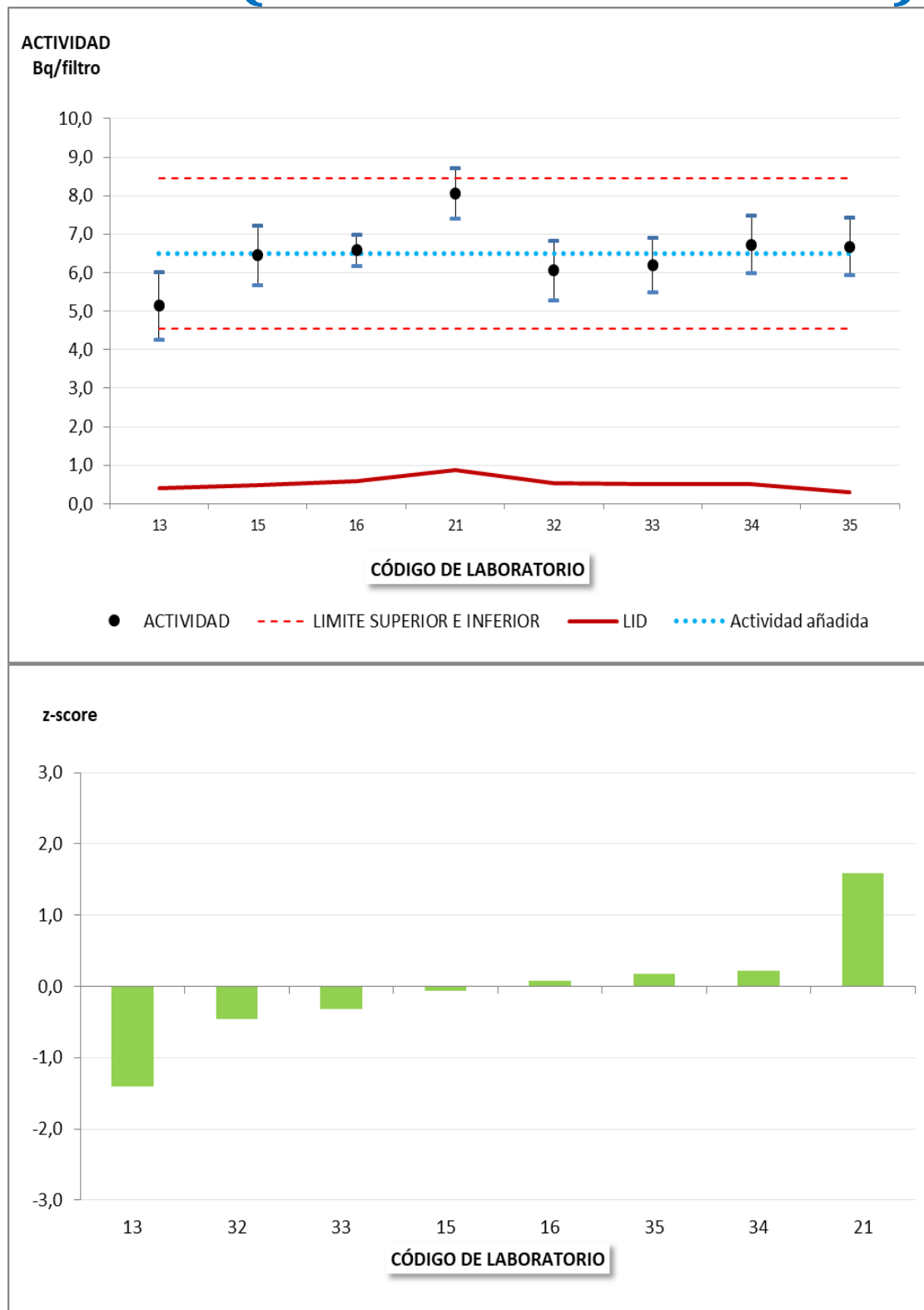
^{65}Zn (Filtro de 44 x 44 cm²)



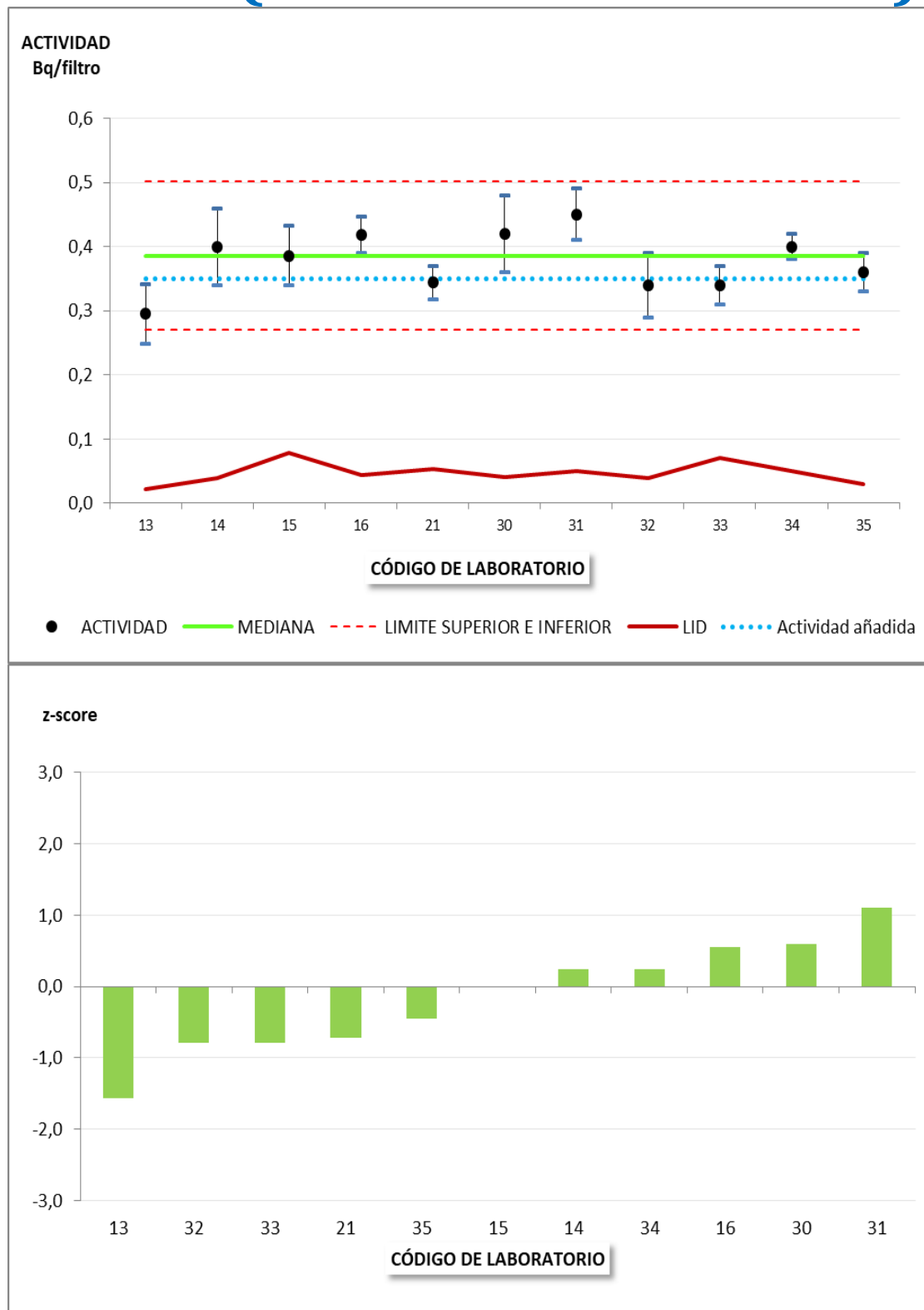
^{60}Co (Filtro de 44 x 44 cm²)



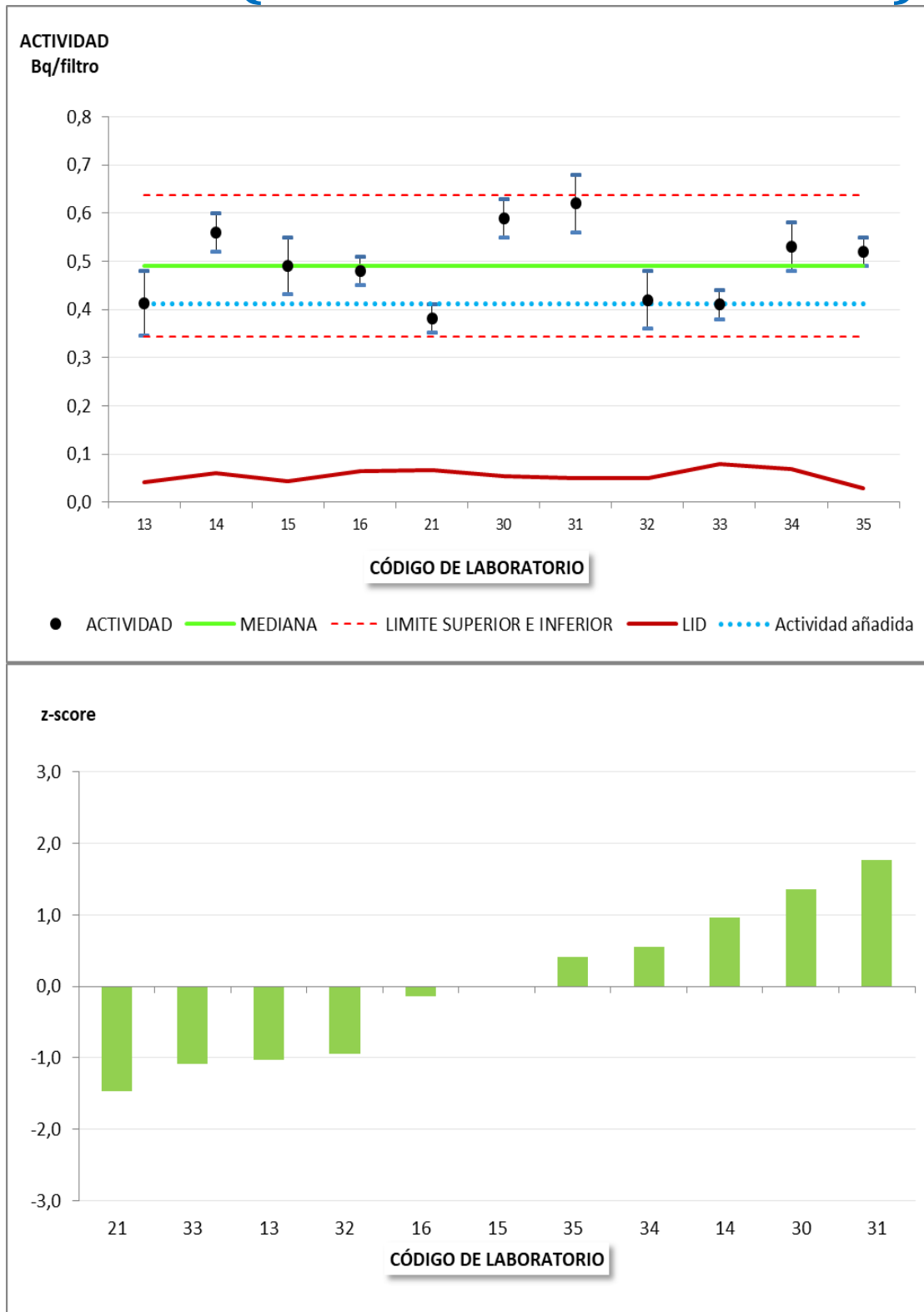
^{106}Ru (Filtro de 44 x 44 cm²)



134Cs (Filtro de 44 x 44 cm²)



137Cs (Filtro de 44 x 44 cm²)



**ANEXO XI. TABLAS DE VALORES INFORMADOS EN
UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES
(FILTRO DE 20 x 25 cm²)**

MATRIZ: filtro de 20x25 cm ² Determinación: ²³⁹ Pu				NUMERO DE PARTICIPANTES: 2				$\sigma_p=20\%$		ACTIVIDAD AÑADIDA $\pm U$ (k=2) (Bq/filtro) 0,0129 \pm 0,0010 % Incertidumbre: 7,75%											
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						SEPARACIÓN RADIOQUÍMICA				OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación			
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Tipo ataque	Ácidos	Método empleado						Tipo de columna		
6	5,75E-03	1,24E-03	2,54E-04	1		SR	Total	SIB	Maestro-7	150000	DT (Digestión Total)							-2,8	-55,4	22,9	N/S
21	4,60E-03	5,00E-04	2,00E-04	1		SR	Total	PIPS	Genie + Propio	600000	LX (Digestión - Lixiviación)	HNO3	Cl	AG 1x8				-3,2	-64,3	13,4	N/S

MATRIZ: filtro de 20x25 cm ² Determinación: ⁶⁰ Co				NUMERO DE PARTICIPANTES: 7	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					1,150 ± 0,090 7,83%	σ _p =15%							
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
5	1,16E+00	6,00E-02	8,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	76924	1173,23	0,034	NO		0,1	0,9	9,4	S
6	1,17E+00	3,00E-02	7,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie-2000	216000	1173,24, 1332,50	99,90, 99,98	SI (en ambas)		0,1	1,7	8,2	S
8	1,50E+00	4,00E-01	2,90E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	400000	1173,23	0,01372	NO		2,0	30,4	27,8	S
14	1,21E+00	8,00E-02	3,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	238414	1332,5	0,0175	NO		0,3	5,2	10,2	S
21	1,49E+00	2,50E-01	6,20E-02	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	1173,1332		NO		2,0	29,6	18,5	S
23	1,76E+00	9,53E-02	1,71E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	1173,22	100	NO		3,5	53,0	9,5	N/S
30	1,37E+00	9,00E-02	3,90E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	200000	1332	0,016	NO		1,3	19,1	10,2	S

MATRIZ: filtro de 20x25 cm ² Determinación: ¹⁰⁶ Ru				NUMERO DE PARTICIPANTES: 4		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					5,09 ± 0,41 8,06%		σ _p =15%						
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia						
6	4,47E+00	1,60E-01	3,50E-01	1		EG	Total	HpGe	Genie-2000	216000	511,84, 621,94	20,00, 9,93	SI (en ambas)		-0,8	-12,2	8,8	S	
8	6,50E+00	1,60E+00	2,50E-01	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	400000	621,90	0,02045	NO		1,8	27,7	25,9	S	
21	7,30E+00	1,20E+00	5,13E-01	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	622		NO		2,9	43,4	18,3	N/S	
23	5,04E+00	8,56E-01	1,36E+00	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	621,84	9,80	NO		-0,1	-1,0	18,8	S	

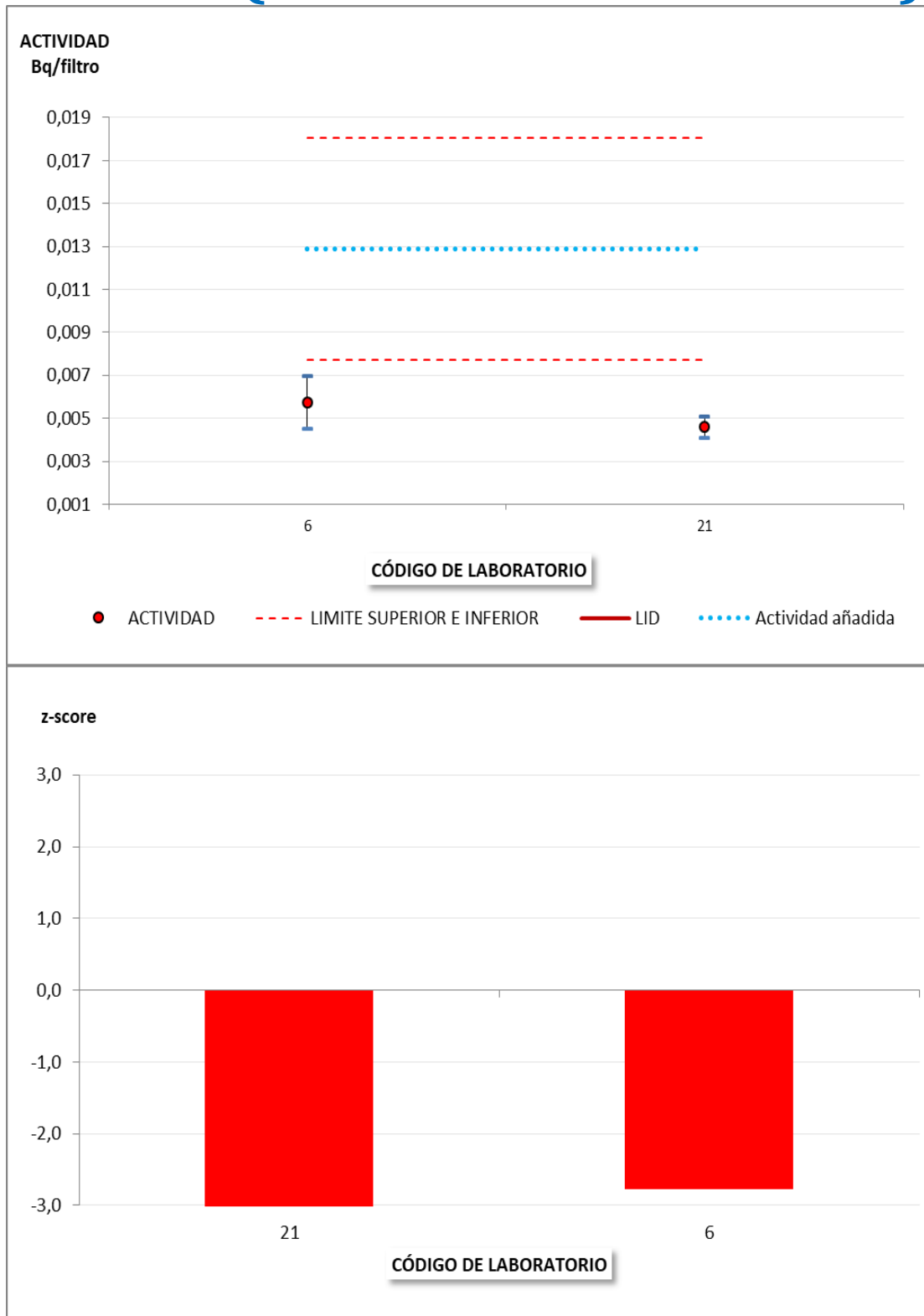
MATRIZ: filtro de 20x25 cm ² Determinación: ¹³⁴ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 7	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,604 ± 0,048 7,95%	σ _p =15%							
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia					
5	6,10E-01	4,00E-02	7,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	76924	604,69	0,0603	NO		0,1	1,0	10,3	S
6	6,80E-01	2,00E-02	6,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie-2000	216000	563,23, 569,32, 604,70, 795,84, 801,93	8,38, 15,43, 97,60, 85,40, 8,73	SI (en ambas)		0,8	12,6	8,5	S
8	9,30E-01	2,30E-01	2,60E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	400000	604,72	0,02037	SI (en la medida)		3,6	54,0	26,0	N/S
14	6,00E-01	4,00E-02	3,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	238414	795,84	0,0243	NO		0,0	-0,7	10,4	S
21	7,20E-01	1,30E-01	3,40E-02	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	604		NO		1,3	19,2	19,7	S
23	7,94E-01	4,38E-02	1,05E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	604,70	97,60	NO		2,1	31,5	9,7	N/S
30	6,80E-01	5,00E-02	2,80E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	200000	605	0,033	NO		0,8	12,6	10,8	S

MATRIZ: filtro de 20x25 cm ² Determinación: ¹³⁷ Cs				NUMERO DE PARTICIPANTES: 7	ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:					0,551 ± 0,044 7,99%	σ _p =15%							
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES						ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación	
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alícuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)						Suma en coincidencia
5	6,70E-01	6,00E-02	8,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	76924	661,65	0,0555	NO		1,4	21,6	12,0	S
6	6,30E-01	2,00E-02	5,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie-2000	216000	661,66	85,12	NO		1,0	14,3	8,6	S
8	8,50E-01	2,10E-01	2,90E-02	1		EG	Total	HpGe	GammaVision	400000	661,66	0,02055	NO		3,6	54,3	26,0	N/S
14	6,90E-01	5,00E-02	4,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	238414	661,8	0,0294	NO		1,7	25,2	10,8	S
21	7,00E-01	1,30E-01	4,10E-02	9	S	EG	Total	Ge	Genie 2000	80000	661		NO		1,8	27,0	20,2	S
23	9,50E-01	9,98E-02	1,72E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	661,65	85,12	NO		4,8	72,4	13,2	N/S
30	8,10E-01	6,00E-02	3,90E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	200000	662	0,029	NO		3,1	47,0	10,9	N/S

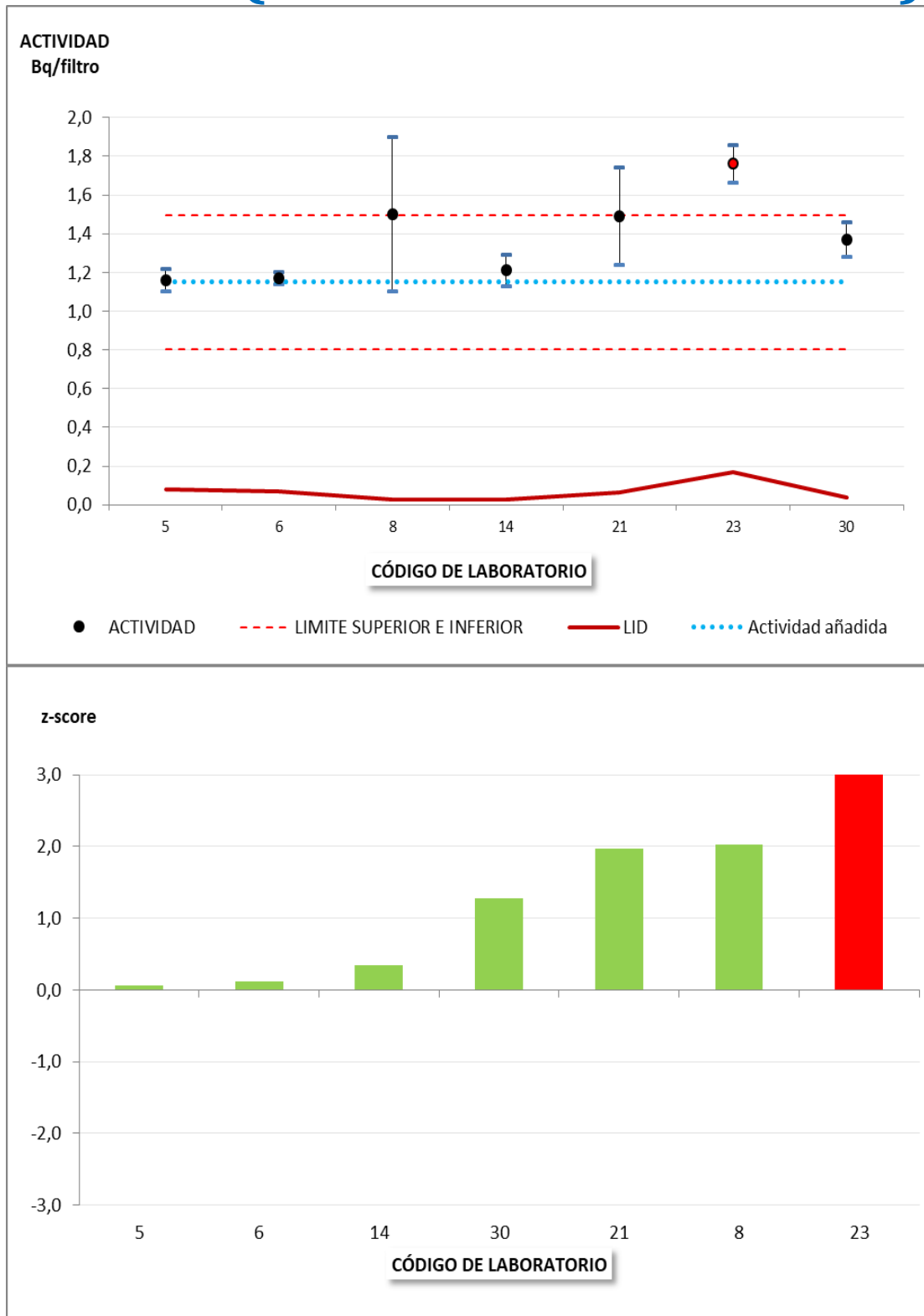
MATRIZ: filtro de 20x25 cm ² Determinación: ²⁴¹ Am				NUMERO DE PARTICIPANTES: 5		ACTIVIDAD AÑADIDA ±U (k=2) (Bq/filtro) % Incertidumbre:				0,418 ± 0,033 7,89%		σ _p =20%						
CÓDIGO Laboratorio	RESULTADOS			DATOS GENERALES							ESPECTROMETRÍA GAMMA			OBSERVACIONES	z-score	%SR	P	Evaluación
	Actividad (Bq/filtro)	U (k=2) (Bq/filtro)	LID (Bq/filtro)	Nº det.	Cálculo U (I,S)	Método	Filtro/ alicuota	Detector	Programa análisis	Tiempo de medida (s)	Energía (keV)	Eficiencia pico (%)	Suma en coincidencia					
5	6,30E-01	4,00E-02	6,00E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	76924	59,54	0,277	NO		2,5	50,7	10,1	N/S
6	4,60E-01	2,00E-02	3,00E-02	1		EG	Total	HpGe	Genie-2000	216000	59,54	35,94	NO		0,5	10,0	9,0	S
14	3,70E-01	3,00E-02	2,00E-02			EG	Total	XiRa	Genie 2000	238414	59,54	0,183	NO		-0,6	-11,5	11,3	S
23	6,49E-01	4,60E-02	1,01E-01	1		EG	Total	ReGe	Genie2000	75015	59,54	36,30	NO		2,8	55,3	10,6	N/S
30	4,40E-01	3,00E-02	2,20E-02	1		EG	Total	XiRa	Genie 2000	200000	59,5	0,18	NO		0,3	5,3	10,4	S

**ANEXO XII. GRÁFICAS DE RESULTADOS Y DE
EVALUACIÓN DE LOS VALORES INFORMADOS
EN UN PLAZO MÁXIMO DE 2 MESES
(FILTRO DE 20 x 25 cm²)**

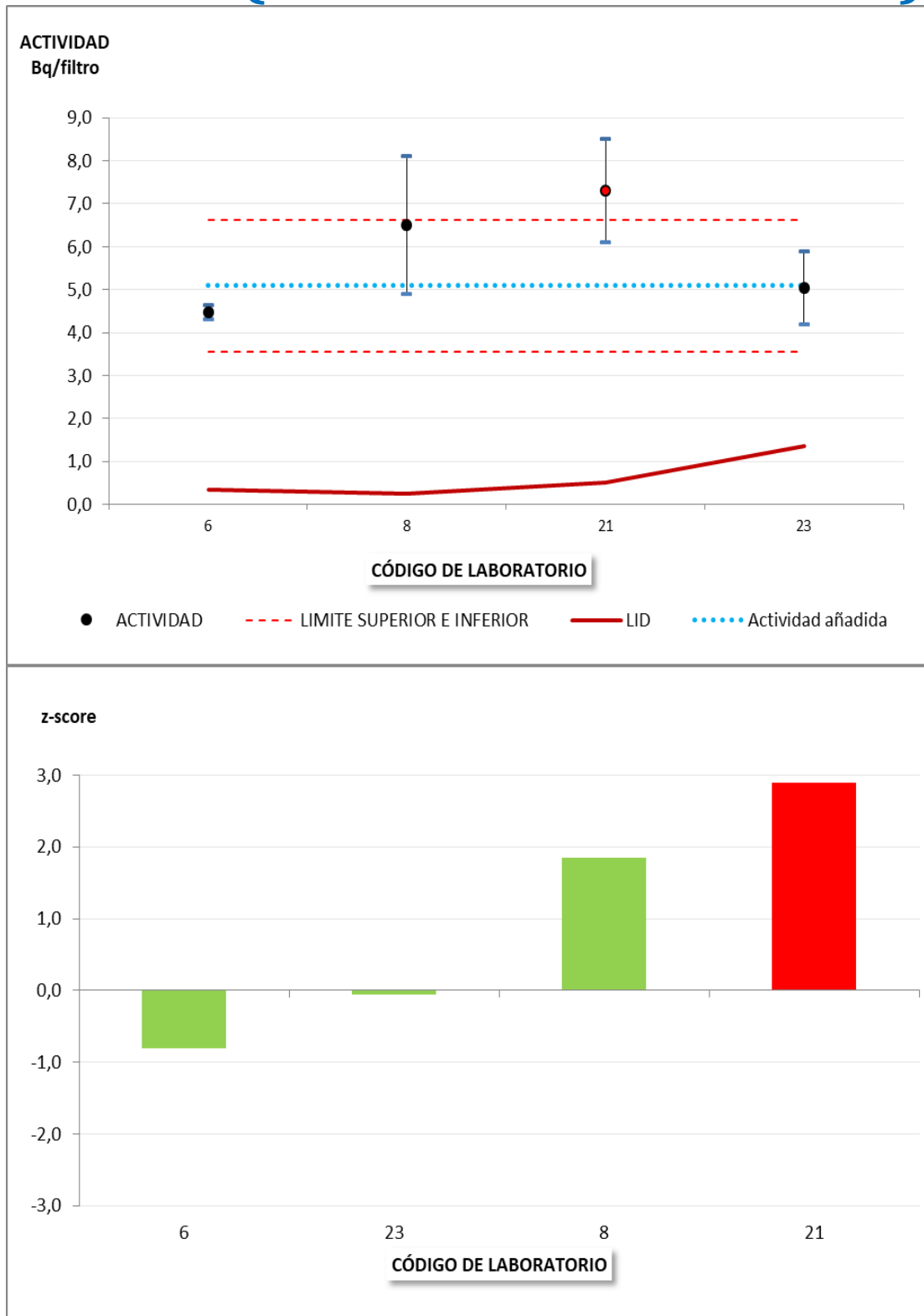
^{239}Pu (Filtro de 20 x 25 cm²)



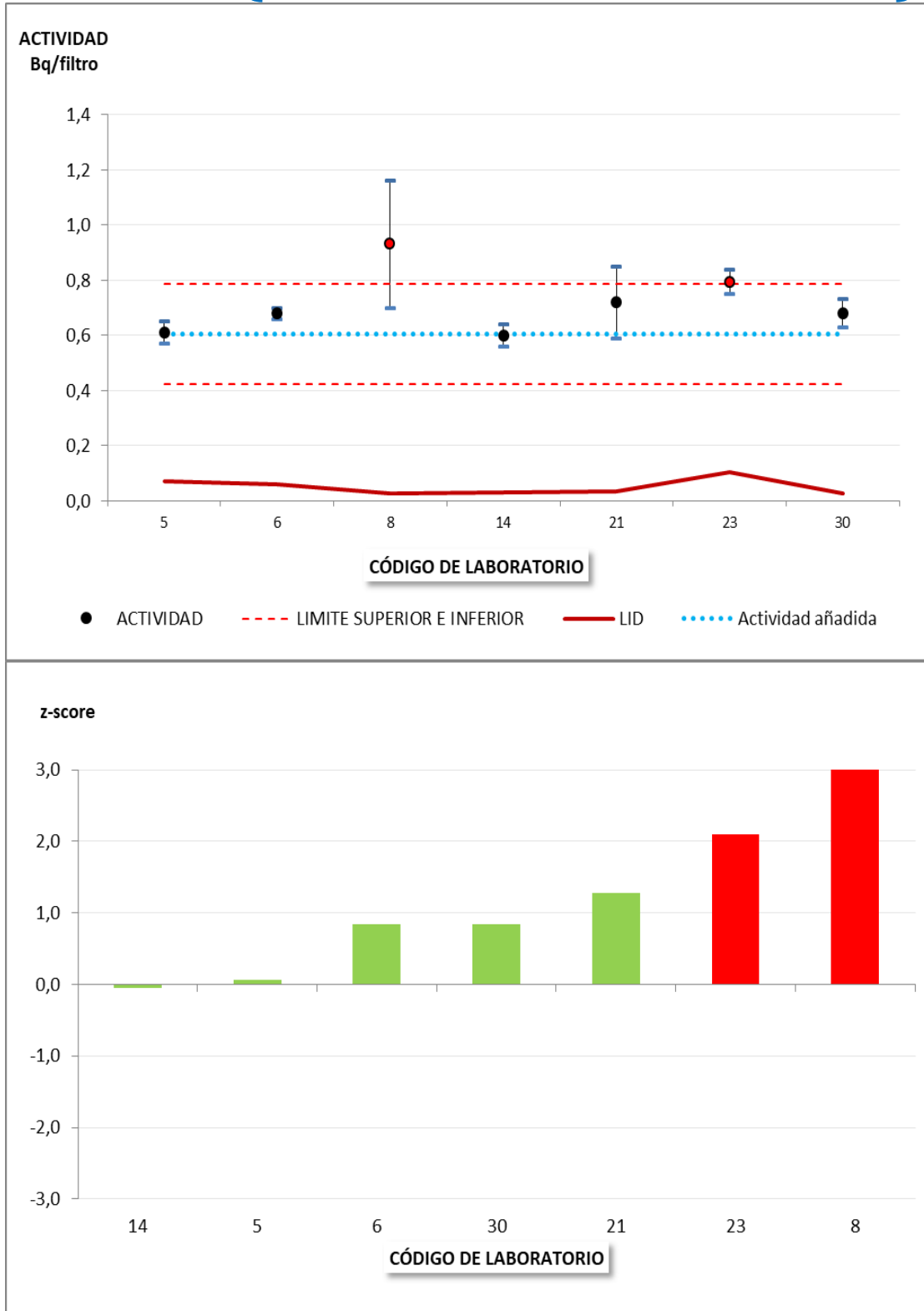
^{60}Co (Filtro de 20 x 25 cm²)



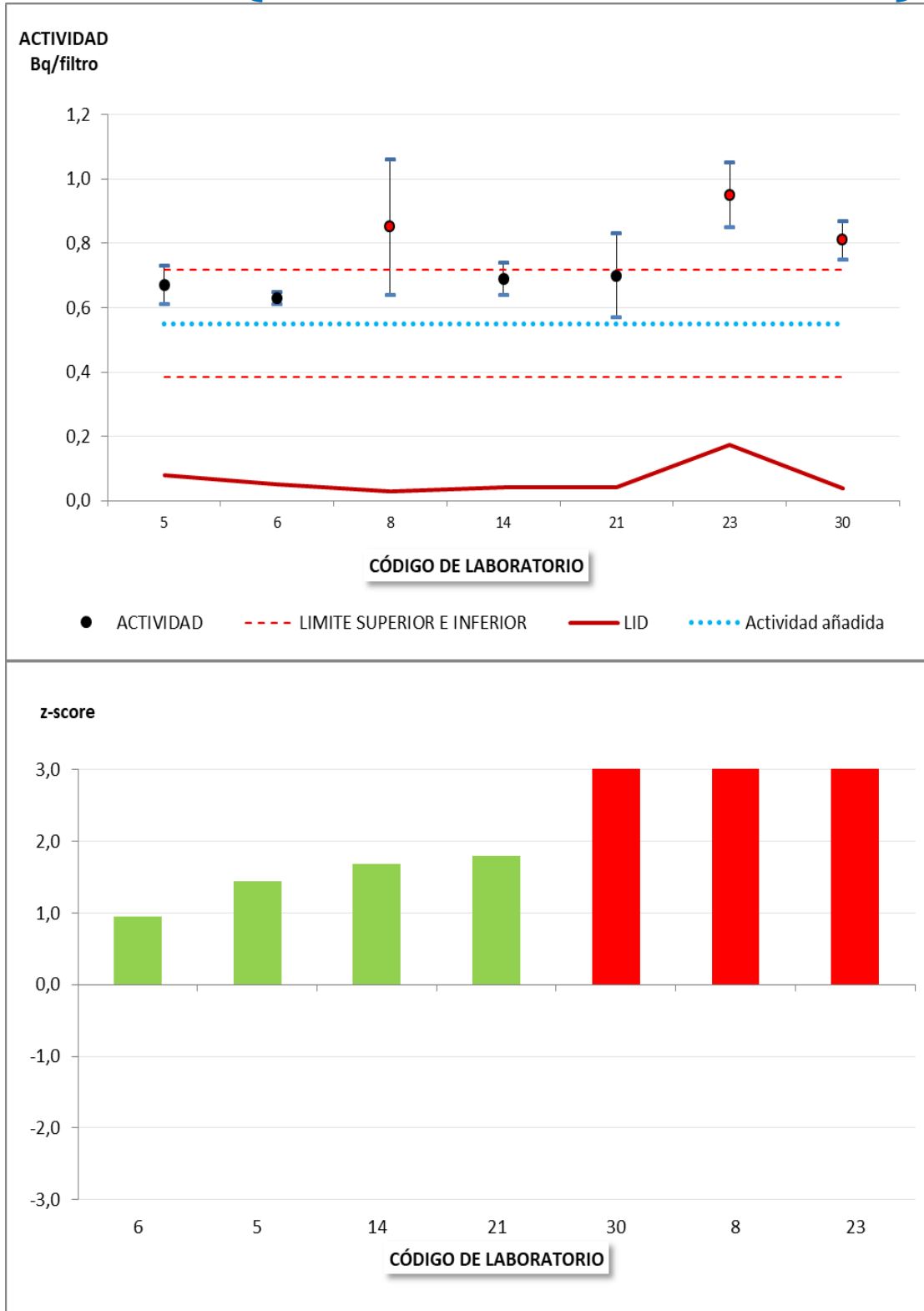
^{106}Ru (Filtro de 20 x 25 cm²)



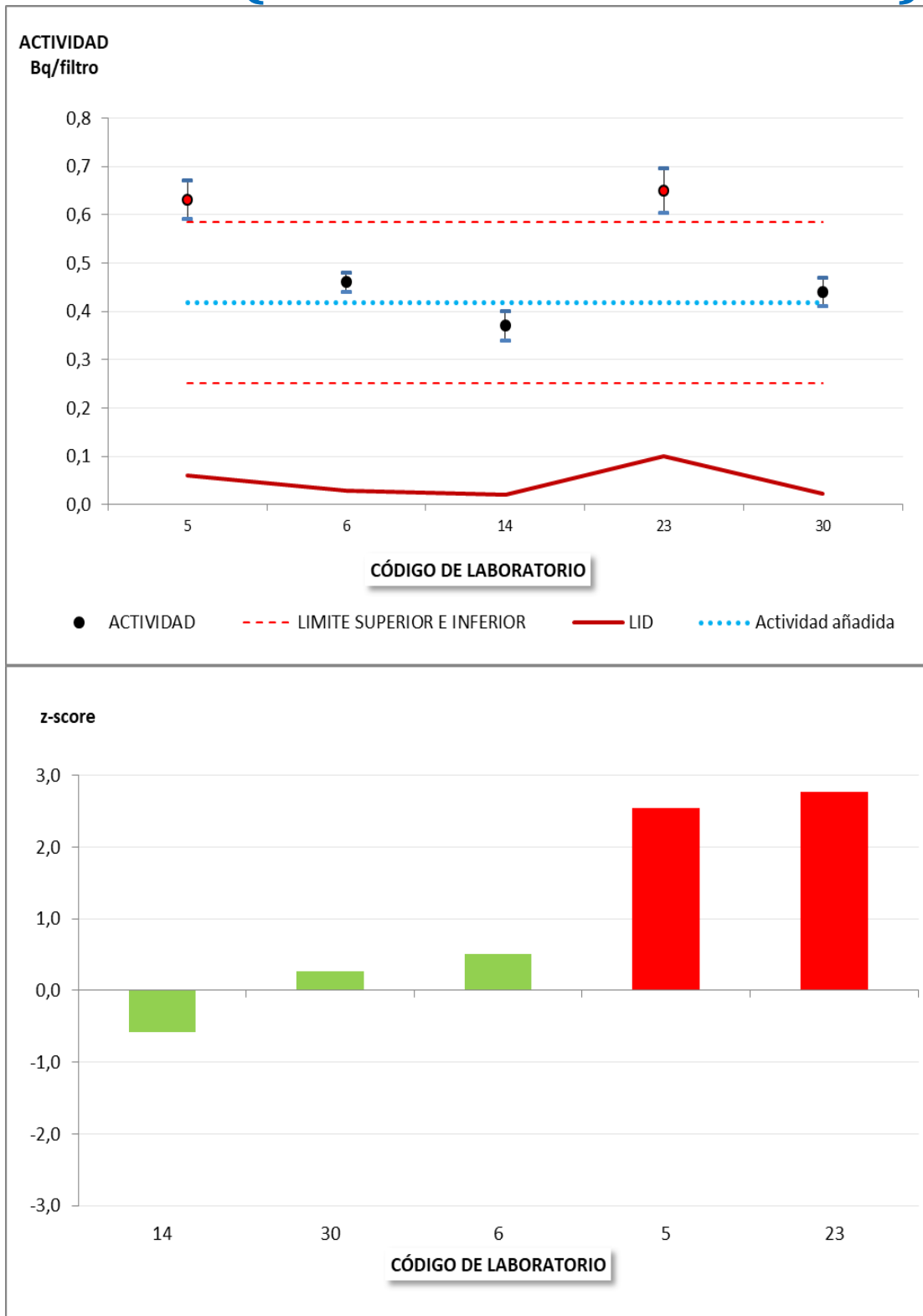
134Cs (Filtro de 20 x 25 cm²)



137Cs (Filtro de 20 x 25 cm²)

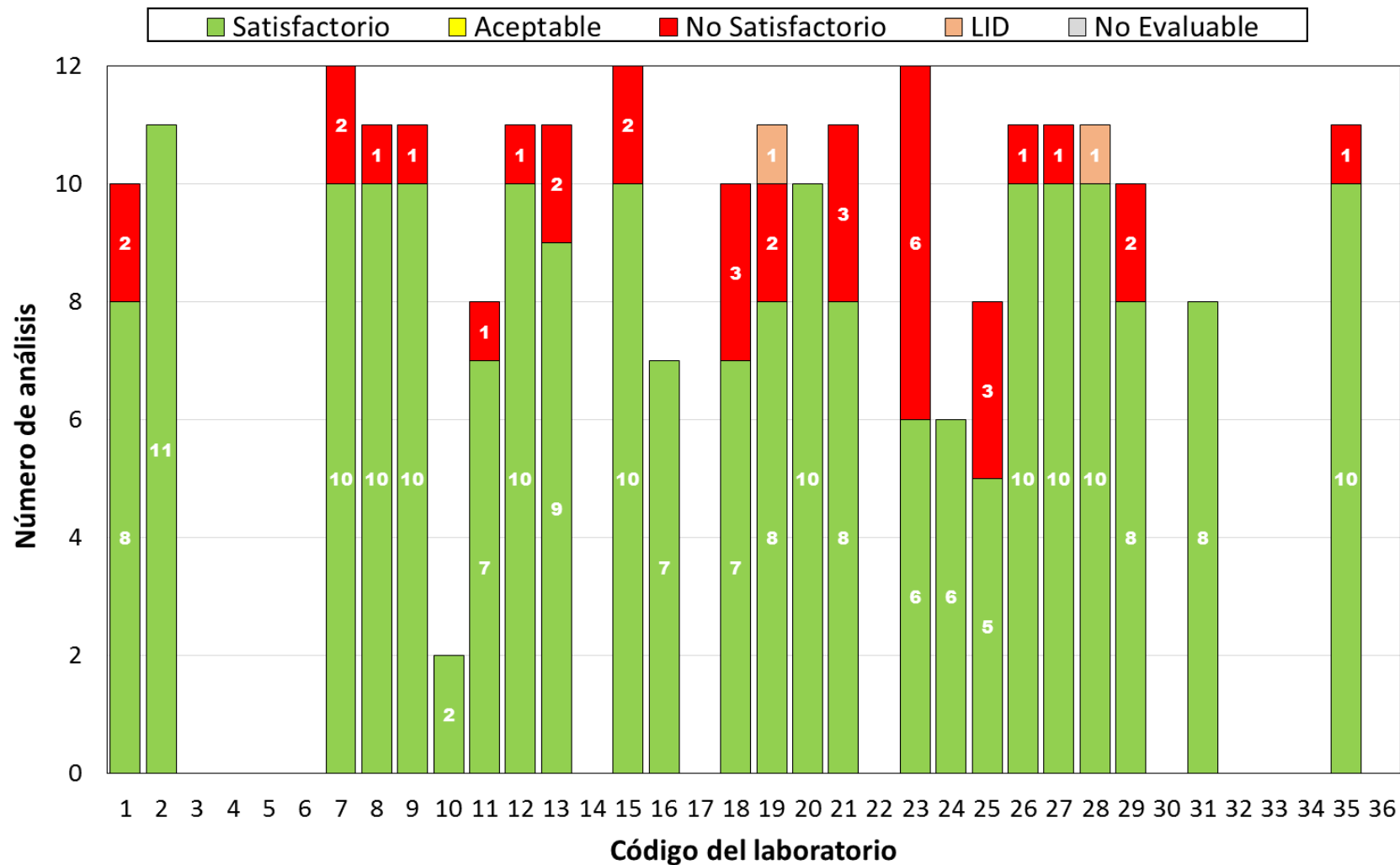


^{241}Am (Filtro de 20 x 25 cm²)

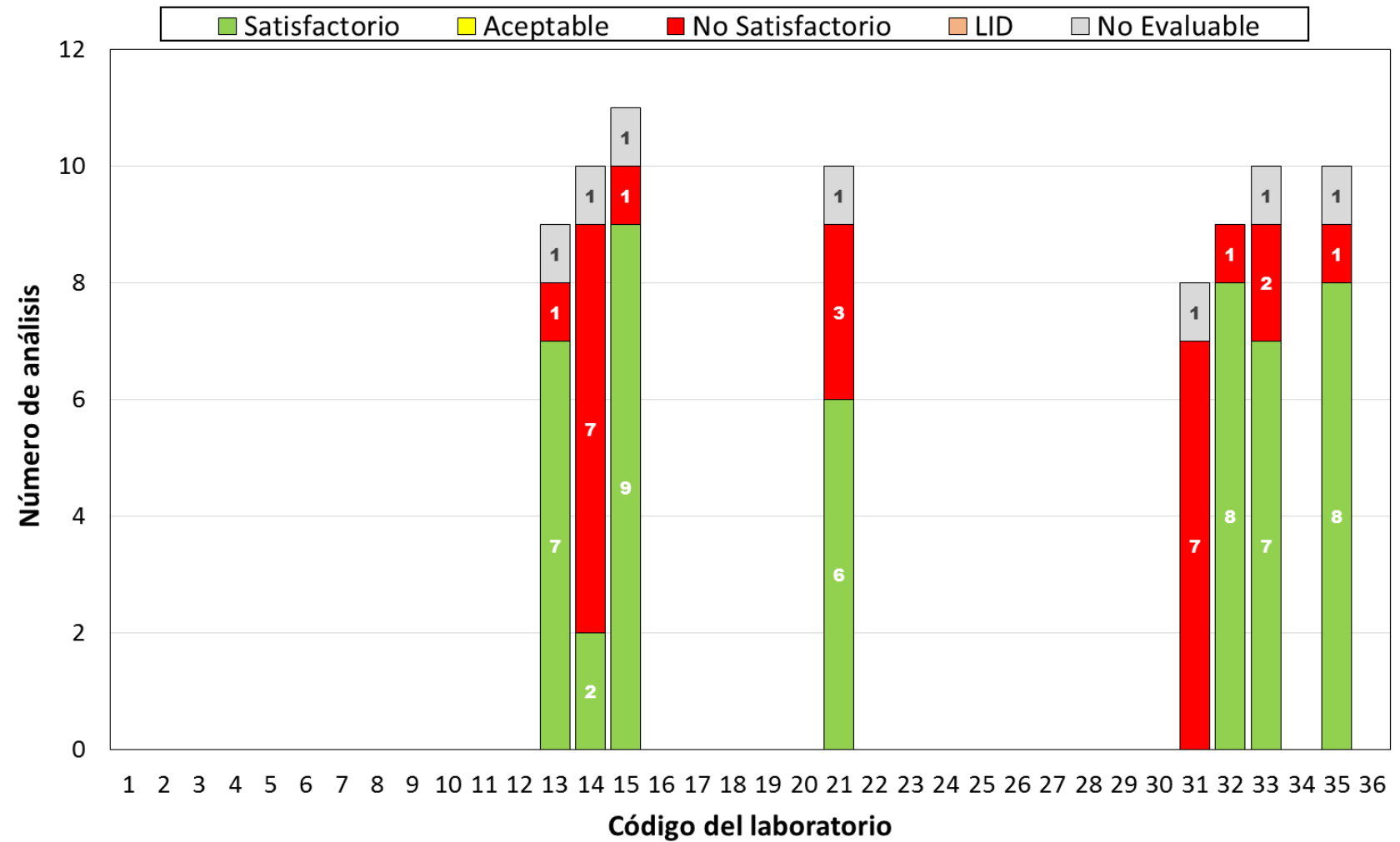


**ANEXO XIII. GRÁFICOS RESUMEN DE LA EVALUACIÓN
DE LOS DIFERENTES LABORATORIOS PARA LOS
FILTRO DE 47 mm, 44 x 44 cm² Y 20 x 25 cm² PARA
LOS PLAZOS DE 72 HORAS Y 2 MESES**

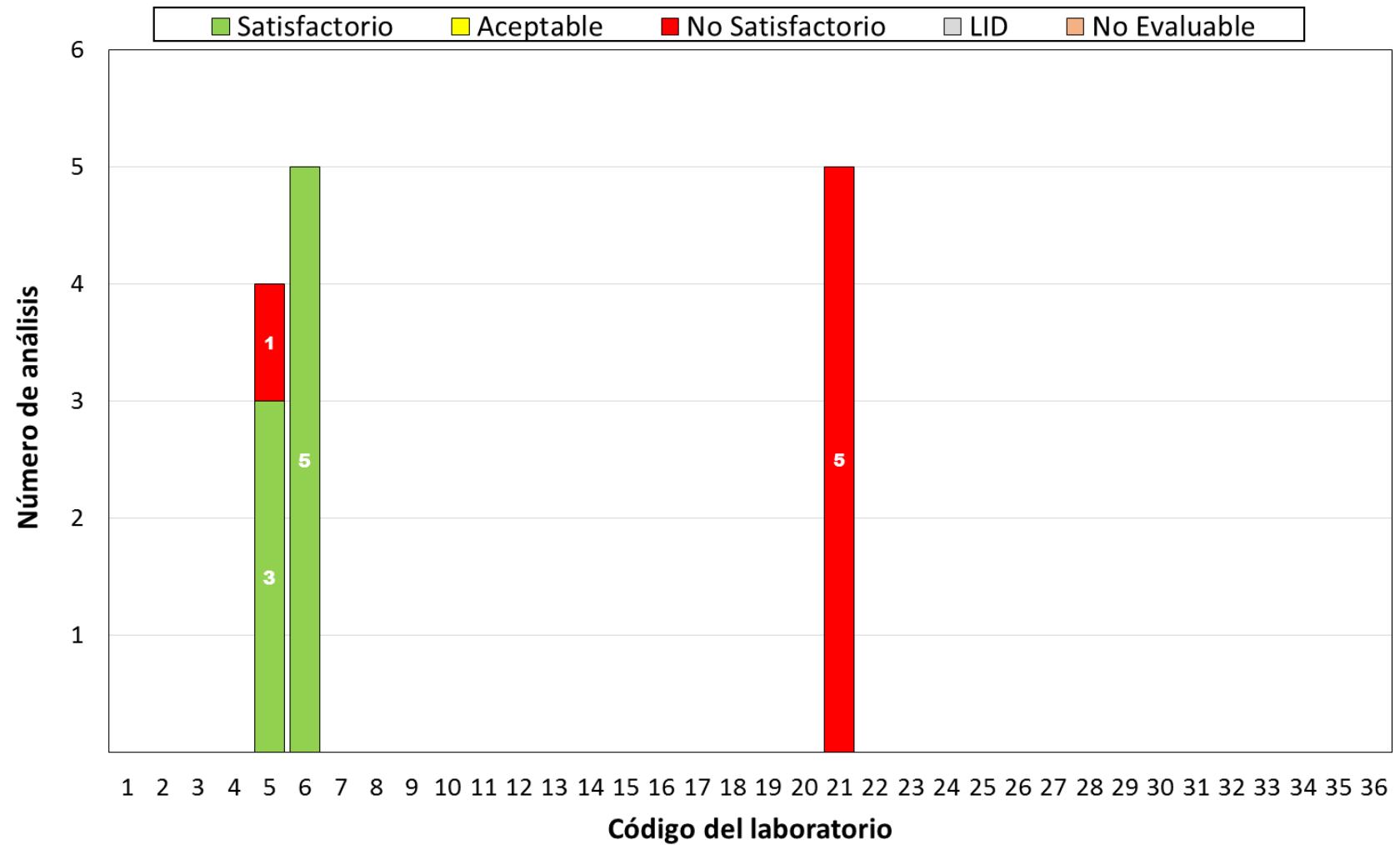
FILTRO DE 47 mm (72 HORAS)



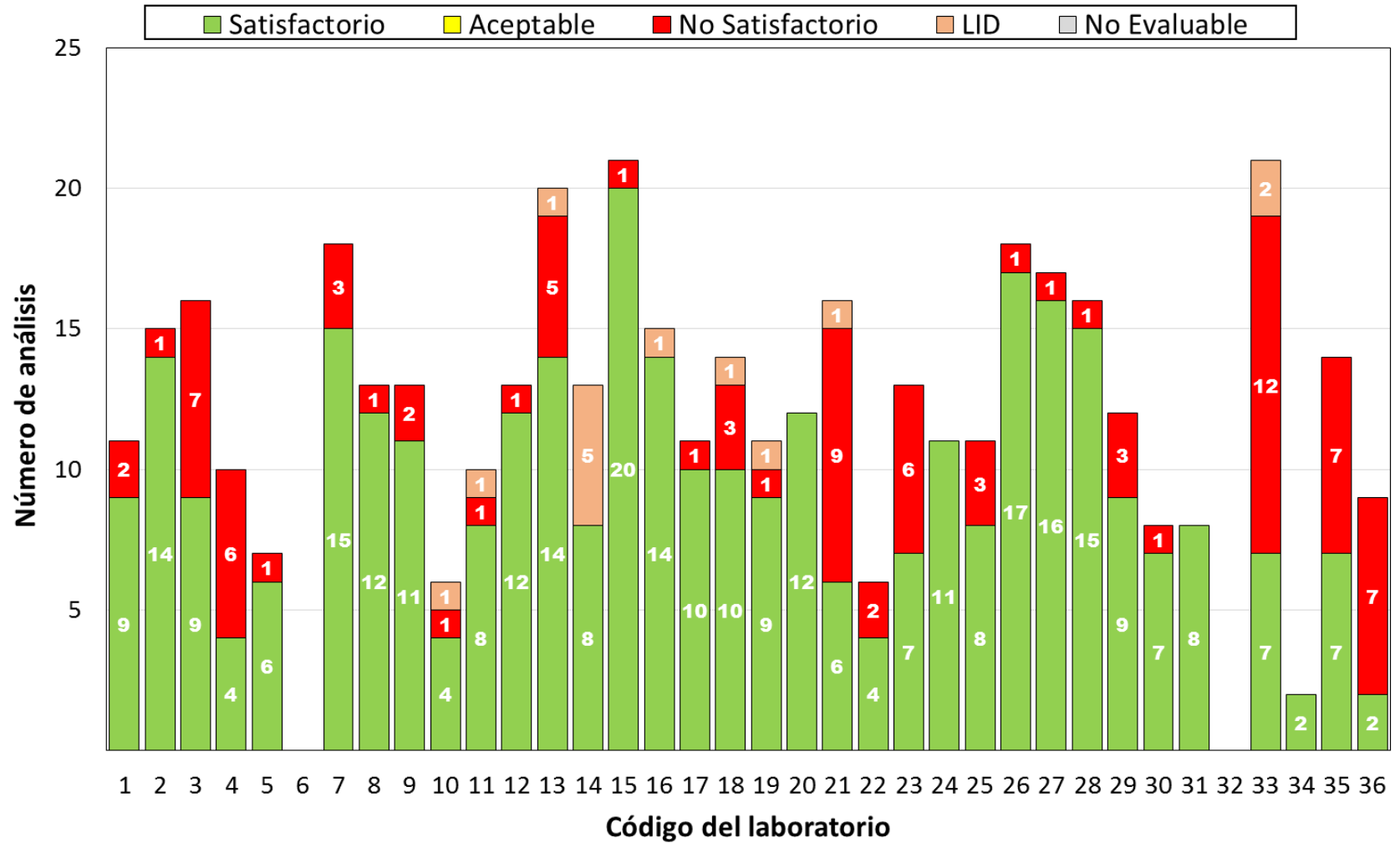
FILTRO DE 44 x 44 cm² (72 HORAS)



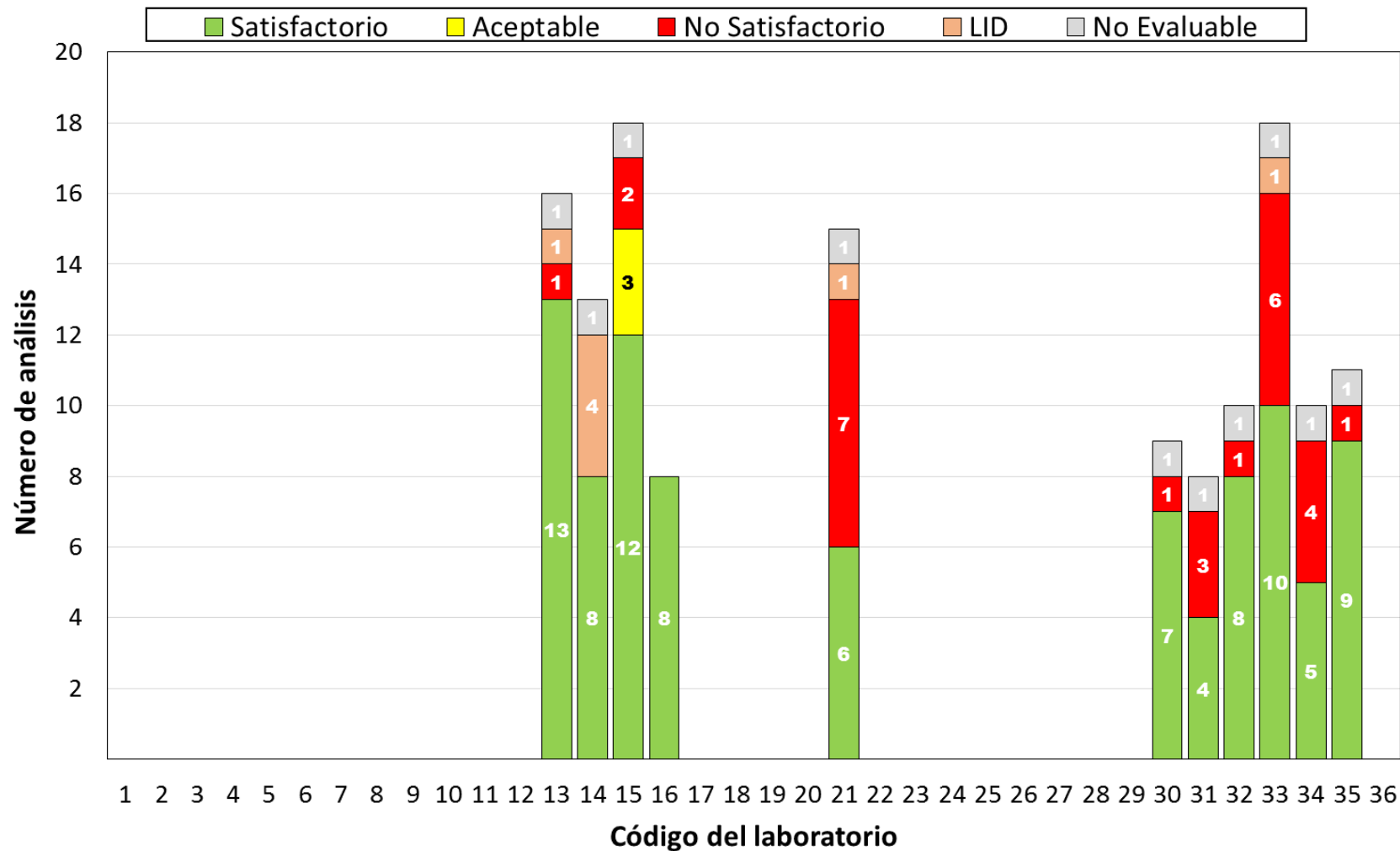
FILTRO 20 x 25 cm² (72 HORAS)



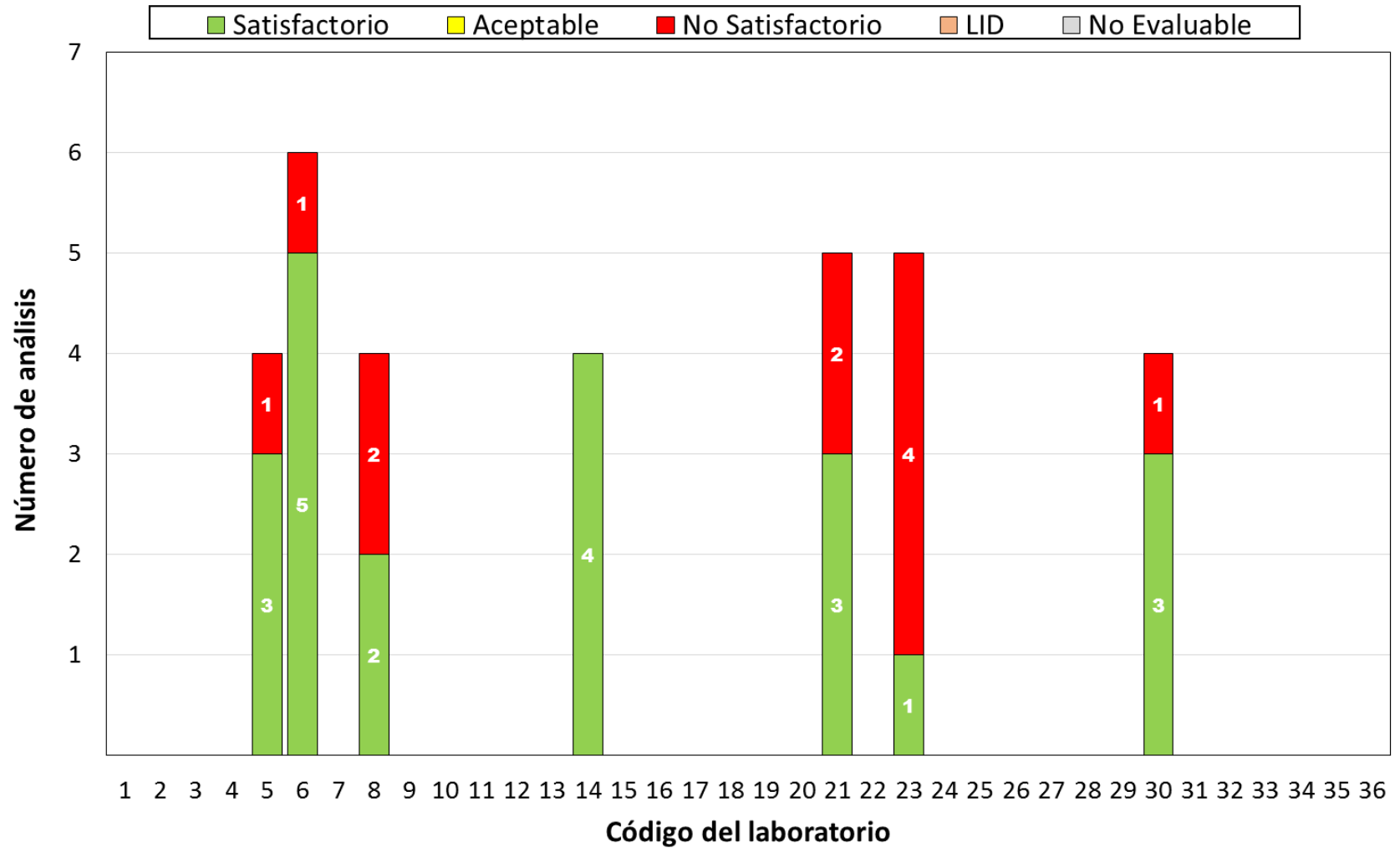
FILTRO DE 47 mm (2 MESES)



FILTRO DE 44 x 44 cm² (2 MESES)



FILTRO DE 20 x 25 cm² (2 MESES)



ANEXO XIV. LABORATORIOS PARTICIPANTES

LABORATORIO DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL

Universidade da Coruña
Avda. 19 de Febrero, s/n, 15405 Ferrol (Coruña)

UNIVERSIDAD DE HUELVA

Dpto. de Ciencias Integradas, Facultad de Ciencias Experimentales
Campus El Carmen S/N,
21007-Huelva

UNIVERSIDAD EXTREMADURA BADAJOZ

Departamento de Física
Avda. de Elvas s/n
06006 Badajoz

CIEMAT

Edificio 70. P0
Avda Complutense 40.
28040. MADRID

INSTITUT DE TÈCNIQUES ENERGÈTIQUES (INTE)

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
C. PAU GARGALLO, PORTA C
08028 BARCELONA

ORGANIZACIÓN LABORATORIO DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL

Universidad de Extremadura-LARUEX
Dirección Edificio ALERT2, campus universitario Cáceres, Avda. de la Universidad sn, 10003
Cáceres

INTA (CAMPUS LA MARAÑOSA)

M-301, km. 10.5
28330 San Martín de la Vega Madrid

LABORATORIO DE RADIACIONES IONIZANTES. DEPARTAMENTO DE FÍSICA FUNDAMENTAL

Universidad de Salamanca. Edificio de I+D+i.
Calle del Espejo, 2; 37007 Salamanca

LABORATORIO DE BAJAS ACTIVIDADES (LABAC). DPTO. FÍSICA TEÓRICA-AREA NUCLEAR.

Facultad de Ciencias

Universidad de Zaragoza

C/Pedro Cerbuna 12; 50009 Zaragoza

ENUSA-JUZBADO

Laboratorio de Medidas de Radiactividad Ambiental

Ctra. Salamanca. Ledesma km.26 - 37115 Juzbado (Salamanca)

SERVICIO DE RADIOPROTECCIÓN. CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL.

Instituto Salud Carlos III

Ctra. Majadahonda a Pozuelo km 2; 28220-Majadahonda (Madrid),

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Servicios Centrales de Apoyo a la Investigación

Bulevar Louis Pasteur 33

29071, Málaga

GEOCISA

Laboratorio Geocisa

C/ Los Llanos de Jerez, 10-12

28823 Coslada Madrid

UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO

Escuela de Ingeniería de Bilbao

Departamento de Ingeniería Energetica

Plaza Ingeniero Torres Quevedo, 1

48013 Bilbao

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Ets Arquitectura. Departamento Física Aplicada II

Av. Reina Mercedes 2. 41012 Sevilla

LABORATORIO RADIOLOGÍA AMBIENTAL

Facultad de Química. Universidad de Barcelona.

Martí i Franquès, 1-11;3ª planta ;08028 Barcelona

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Laboratorio Radiactividad Ambiental
Camino De Vera, S/N 46022 Valencia

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA QUÍMICA Y MEDIOAMBIENTAL (ITQUIMA)

Laboratorio de Radiactividad Ambiental. Universidad de Castilla-La Mancha.
Campus Universitario - Avda. Camilo José Cela, s/n; 13071 Ciudad Real

LABORATORIO DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL (LABORA)

Edificio Mateu Orfila
Ctra. de Valldemossa, Km. 7,5; 07122 Palma de Mallorca

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Física Médica. Facultad de medicina.
Herrera Oria s/n
39011 Santander

LABORATORIO DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Ciemat. Edificio 7 sótano.
Avda. Complutense, 40, 28040 Madrid

LABORATORIO DE RADIOQUÍMICA Y RADIOLOGÍA AMBIENTAL

Universidad de Granada
Avda. Fuente Nueva, s/n, 18071, Granada

MEDIDAS AMBIENTALES, S.L.

Barrio Villacomparada s/n.
09500 – Medina de Pomar. BURGOS

LABORATORIO DE INGENIERÍA NUCLEAR

E.T.S.Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
Universidad Politécnica de Madrid
C/Profesor Aranguren 3, 28040 Madrid

ENUSA-SAELICES

Laboratorio (Pryma)
Carretera ciudad rodrigo-lumbrales-km7,
Saelices el chico (salamanca), 37592

LABORATORIO DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE VALENCIA (LARAM)

Edificio de Investigación Jerónimo Muñoz. Nivel -2.
C/Dr. Moliner, 50
46100-Burjassot(Valencia)

LABORATORIO RERA

CIEMAT E33.P0.04
Avda. Complutense 40
28040 Madrid

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Laboratorio De Física Médica y Radioactividad Ambiental. Segai.
Campus de Ciencias de La Salud. Sección de Medicina.
Apartado 456. 38200.
La Laguna. Santa Cruz De Tenerife

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO/ LABORATÓRIO DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA RADIOLÓGICA

Campus Tecnológico e Nuclear
Estrada Nacional 10, km 139,7
2695-066 Bobadela LRS. Portugal

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Departamento de Física. Edificio de Ciencias Básicas
(Campus de Tafira)
35017-Las Palmas

LABS & TECHNOLOGICAL SERVICES AGQ S.L.

Ctra. A-8013 Km 20.8 -
41220 Burguillos - Sevilla

UNIVERSITAT ROVIRA Y VIGILI

Unitat de Radioquímica Ambiental i Sanitària (URAIIS)
ETAP L'Ampolla, Consorci d'Aigües de Tarragona (CAT)
Ctra. Nacional 340 Km. 1094; Ap. correus n.7
43895 L'Ampolla (Tarragona)

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Escuela de Ingeniería de Minas, Energía Y Materiales
Calle Independencia 13
33004 Oviedo

UNIVERSIDAD DE LEÓN

Dpto. Química y Física Aplicadas
Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial
Campus De Vegazana S/N
24007 Leon

UNIVERSIDAD DE HUELVA

NORM Technology Consulting
Depto. De Ciencias Integradas, Facultad de Ciencias Experimentales
Campus El Carmen S/N
21007 Huelva

CEDEX

Calle Alfonso XII, 3-5 (Edificio CETA)
28014 Madrid