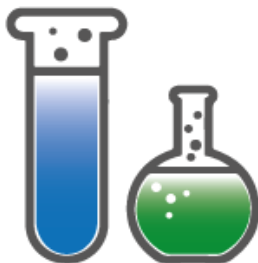


**INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE APTITUD
EA-SMA-01-22**

Química de aguas con presencia de contaminantes - QAC
Aguas superficiales
(EA-SMA-01-22)

LABORATORIO DE ALTA COMPLEJIDAD
SUPERINTENDENCIA DEL MEDIOAMBIENTE



**INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE APTITUD
(PROFICIENCY TEST)
EA-SMA-01-22**

Química de aguas con presencia de contaminantes - QAC
Aguas superficiales

LABORATORIO DE ALTA COMPLEJIDAD
SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

27 de mayo de 2022

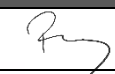


	Nombre	Cargo	Firma
Aprobado	Rodrigo Romero M.	Director de Laboratorio de Alta de Complejidad	
Revisado	Rodrigo Carrasco C.	Profesional - Encargado de Calidad – Laboratorio de Alta de Complejidad	
Elaborado	Camilo Montes M.	Profesional - Encargado de Ensayos de Aptitud – Laboratorio de Alta de Complejidad	

Tabla de Contenidos

IDENTIFICACIÓN DE LOS PARTICIPANTES	4
DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD.....	5
1 RESUMEN EJECUTIVO.....	6
2 DEFINICIONES	6
3 INTRODUCCIÓN.....	8
4 ACTIVIDADES SUBCONTRATADAS	8
5 COMITÉ TÉCNICO DE REVISIÓN	8
6 PREPARACIÓN DE LOS ITEMS DE ENSAYO	9
6.1 TRAZABILIDAD DEL VALOR ESPERADO	9
7 HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD.....	9
8 ENVÍO DE MUESTRAS Y REPORTE DE RESULTADOS	9
9 MÉTODOS ANALÍTICOS INFORMADOS	10
10 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS	11
10.1 VALORES ESPERADOS (VE).....	11
10.2 DETERMINACIÓN DEL CRITERIO DE EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DEL ENSAYO DE APTITUD (CEDEA).....	12
10.3 CÁLCULO DE LA COTA Z.....	13
10.4 DETERMINACIÓN DEL PUNTAJE POR PARÁMETRO	13
10.5 USO DE DECIMALES	14
11 RESULTADOS.....	14
11.1 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO.....	14
11.2 INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE LOS RESULTADOS DE LOS PARTICIPANTES	18
11.3 LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN DEL MÉTODO (LCM)	20
12 CONCLUSIONES	22
13 COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES	22
14 REFERENCIAS	24
ANEXOS.....	25
ANEXO 1 – Z-SCORE SEGÚN MUESTRA (M1 A M4) Y PARTICIPANTE	26
ANEXO 2 – DETALLE DE LOS RESULTADOS Y SU EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO	27
ANEXO 3 – EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO SEGÚN MÉTODO ANALÍTICO.....	35
ANEXO 4 – RESULTADOS E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (U).....	37

Identificación de los participantes

Código ETFA	Código participante	Razón Social	Sucursal
001-03	8738	BIODIVERSA SA	BIODIVERSA LABORATORIO VIÑA DEL MAR
001-04	6753	BIODIVERSA SA	BIODIVERSA LABORATORIO CONCEPCIÓN
003-01	9043	LABORATORIO HIDROLAB S A	HIDROLAB SANTIAGO
004-01	7680	AGQ CHILE SA	AGQ CHILE SA
010-01	3446	CENTRO DE ESTUDIOS, MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CESMEC S.A.	CESMEC S.A SEDE SANTIAGO
010-02	2076	CENTRO DE ESTUDIOS, MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CESMEC S.A.	CESMEC S.A SEDE CONCEPCIÓN
010-03	2985	CENTRO DE ESTUDIOS, MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CESMEC S.A.	CESMEC S.A SEDE IQUIQUE
011-01	3089	ANALISIS AMBIENTALES S A	LABORATORIO ANAM CENTRO
013-01	5893	SILOB LABORATORIO PUERTO MONTT LTDA	SILOB LABORATORIO PUERTO MONTT
015-01	1165	ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA	CASA MATRIZ
016-01	5824	DICTUC S.A.	AGUAS Y RILES
017-01	6609	CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA S.A.	CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA
021-01	4269	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION	LABORATORIO DE RECURSOS RENOVABLES
021-02	1312	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION	LABORATORIO DE OCEANOGRAFÍA QUÍMICA
021-03	3851	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION	LABORATORIO DE ENSAYOS EULA
022-01	2635	UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE	LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
023-01	7515	SGS CHILE LTDA SOCIEDAD DE CONTROL	SANTIAGO
029-01	8581	ALS LIFE SCIENCES CHILE.S.A	ALS LIFE SCIENCES CHILE S.A – ANTOFAGASTA
029-02	4274	ALS LIFE SCIENCES CHILE.S.A	ALS LIFE SCIENCES CHILE S.A – SANTIAGO

DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

La información referida a la identidad de los participantes en los Programas de Ensayos de Aptitud y sus resultados, es informada por medio de la asignación de un código, el que será publicado en los informes de Ensayo de Aptitud (EA).

El desempeño individual puede ser conocido a través del código del participante, asignado para este EA.

1 RESUMEN EJECUTIVO

El presente EA (EA-SMA-01-22) desarrollado por la SMA, tiene por objetivo evaluar el desempeño analítico de las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA) autorizadas para análisis de metales totales en aguas superficiales, con el objeto de contar con laboratorios que permitan verificar el cumplimiento de las normas secundarias de calidad del agua (NSCA).

El Ensayo incluyó el análisis de los siguientes 8 elementos: Arsénico, Cobre, Cromo, Níquel, Plomo, Cadmio, Cinc y Hierro. Del total de los resultados reportados por las ETFA, un 85% fue evaluado de manera satisfactoria (Nota mayor o igual a 70).

De las 19 Entidades Técnicas (Laboratorios) participantes, 13 de ellas fueron evaluadas de manera satisfactoria y 2 de manera insatisfactoria, en todos los parámetros.

Con relación a la evaluación de la incertidumbre asociada al resultado de los análisis de estos elementos, (descartando los resultados de un participante que reportó resultados con más de 3 órdenes de magnitud respecto del VE), ésta fue menor al 60% de los resultados reportados. Algunas recomendaciones internacionales proponen incertidumbres asociadas al análisis de metales totales en aguas (naturales y de consumo humano) en un rango entre un 15% y un 50%^{1 2}.

En cuanto al desempeño de las ETFA según los métodos utilizados, se observó una marcada diferencia entre los métodos normalizados y los métodos propios, donde fue posible observar que estos últimos presentan una distribución al menos bimodal y sesgada respecto al Valor Esperado ($Z = 0$), a diferencia de los métodos normalizados que presentan una distribución unimodal y centrada cercana a $Z = 0$.

2 DEFINICIONES

- **Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA):** persona jurídica habilitada para realizar actividades de fiscalización ambiental, según el alcance de la autorización que le ha otorgado la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).
- **Incertidumbre de medida:** parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.

¹ Recomendaciones de calidad de la información a ingresar en los registros de calidad del agua para la gestión ambiental. SYKE, 2016. Fuente (Revisado el 31 de mayo de 2021):

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/163532/SYKEra_22_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

² DIRECTIVA (UE) 2015/1787 de 6 de octubre de 2015 por la que se modifican los anexos II y III de la Directiva 98/83/CE del Consejo, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. Fuente (Revisado el 04 de junio de 2021) : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L1787&from=ES>

- **Incertidumbre expandida de medida (U):** Incertidumbre que define un intervalo alrededor del resultado de medición que abarca una fracción suficientemente grande de la dispersión de los valores que “razonablemente” pueden atribuirse al mensurando, con un 95% de confianza.
- **Incertidumbre objetivo (U_{obj}):** incertidumbre de medición especificada como un límite superior y decidida sobre la base del uso previsto de los resultados de medición.
- **Límite de Cuantificación del Método (LCM):** Corresponde a la más baja concentración de un analito que puede ser determinado cuantitativamente con un desempeño aceptable aplicando un método determinado, y considerando toda la manipulación de la muestra.
- **Material de referencia certificado (MRC):** Material en el cual se certifica el valor de una o más propiedades mediante un procedimiento técnico válido, acompañado por (o trazable a) un certificado u otra documentación emitida por un organismo de certificación de reconocido prestigio.
- **Material de referencia (MR):** material suficientemente homogéneo y estable con respecto a propiedades especificadas, establecido como apto para su uso previsto en una medición o en un examen de propiedades cualitativas.
- **Valor Esperado (VE):** Valor atribuido a una propiedad particular de un ítem de EA.

3 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente EA es evaluar el desempeño de las ETFA en el análisis químico de metales totales en aguas superficiales, asociado a las NSCA.

La SMA, a través del Laboratorio de Alta Complejidad (LAC) de la División de Seguimiento e Información Ambiental (DSI), ha desarrollado el presente EA (EA-SMA-01-22) del tipo Análisis Químico de Aguas Superficiales con presencia de Contaminantes (QAC), dirigido a las ETFA.

La realización de EA ha sido establecida de manera regular y sistemática, para verificar el desempeño analítico de las ETFA, en el marco del D.S. N° 38/2013 del MMA “Reglamento de las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental” que establece la Ley Orgánica de la SMA.

A partir del año 2016, la participación en los EA de la SMA es obligatoria para todas las ETFA autorizadas en el alcance materia del ensayo y seleccionadas por la SMA para su participación. Asimismo, la SMA podrá aplicar medidas a las ETFA en base a sus resultados en los EA, según los criterios que para ello defina.

La ejecución del presente EA fue realizado según lo descrito en el documento “Protocolo para los Ensayos de Aptitud para Química de aguas con presencia de Contaminantes y Química de aguas residuales (EA-PRO-013)”. La SMA se encuentra acreditada como “Proveedor de Ensayos de Aptitud” bajo la norma ISO/IEC17043³.

4 Actividades subcontratadas

Se subcontrató la elaboración de los ítems de ensayo a un Proveedor de Ítems de Ensayo (PIE), acreditado bajo las normas ISO/IEC 17025 e ISO/IEC 17043. Los ítems utilizados son del tipo Material de Referencia (MR), elaborados bajo las exigencias de la norma ISO 17034, adquiridos al “Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec” (CEAEQ) en el marco de un convenio de colaboración entre ambas instituciones.

5 Comité técnico de revisión

Los siguientes profesionales de la SMA participan del Comité Técnico de Revisión:

- Director del Laboratorio de Alta Complejidad de la SMA.
- Encargado de Ensayos de Aptitud, Laboratorio de Alta Complejidad de la SMA.
- Encargada de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA).
- Encargado de Calidad, Laboratorio de Alta Complejidad de la SMA.

³ <https://www.scc.ca/en/accreditation/laboratories/superintendencia-del-medio-ambiente-0>

6 PREPARACIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Los ítems de ensayo fueron preparados a partir de soluciones estándar del tipo material de referencia (MR), bajo la norma ISO 17034 y el rango de concentraciones de estos ítems fue establecido dentro del intervalo de concentración acreditado por la SMA ante el Consejo Canadiense de Normas (Standards Council of Canada –. La información de los ítems de ensayo se resume a continuación (ver tabla 6-1).

Tabla 6-1. Información de los ítems de ensayo utilizados en el presente EA.

Muestra	Parámetros	Tipo de contenedor	Vol	Preservación	Fecha de preparación	Fecha de expiración	Matriz
#1, #2, #3, #4	As, Cd, Cu, Cr, Fe, Ni, Pb y Zn.	Plástico	250 [ml]	0,2% HNO_3	15-07-2021	15-07-2022	Agua de río esterilizada

6.1 Trazabilidad del Valor Esperado

En caso que el Valor Esperado corresponda a un Valor de Preparación, la trazabilidad metrológica de dicho valor estará dada a través del informe de preparación de las muestras que el PIE entrega.

7 HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD

La Homogeneidad y Estabilidad de las muestras es evaluada por la División de Materiales de Referencia del Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec (CEAEQ).

Para el ensayo de aptitud EA-SMA-01-22 la homogeneidad y estabilidad de las muestras se certifica mediante el documento “Certificate of homogeneity and stability. Proficiency testing: EA-SMA-01-22” del 03 de mayo de 2022.

El certificado de evaluación de la homogeneidad de las muestras, concluye que de todas las muestras, la N° #3 correspondiente a Níquel y Plomo, no cumple con los criterios estabilidad de CEAEQ, por lo que fueron descartadas del proceso de evaluación.

8 ENVÍO DE MUESTRAS Y REPORTE DE RESULTADOS

El total de participantes en el presente EA fue de 19 laboratorios de ensayo⁴.

Todos los participantes tuvieron un plazo menor a un mes para la ejecución de los ensayos y el reporte de sus resultados, de acuerdo al siguiente cronograma:

- Envío de muestras a los laboratorios: 09 de marzo de 2022
- Fecha límite para envío de resultados: 31 de marzo de 2022

⁴ La selección de los participantes se basó en las autorizaciones vigentes de las ETFA al momento de enviar las muestras y en el número de muestras disponibles.

Los set de muestras, luego de recibidos en Chile, fueron distribuidos desde el LAC a los laboratorios participantes.

Los analitos evaluados correspondieron a metales totales en aguas superficiales. Los resultados solicitados a los participantes, fueron reportados en [mg/l].

Asimismo, se solicitó a los laboratorios que indicaran:

- el método analítico utilizado para la realización de cada uno de los ensayos (que debía coincidir con el método autorizado por la SMA y con lo requerido en las instrucciones del presente EA),
- la incertidumbre expandida de medida (U),
- el límite de cuantificación del método (LCM).

9 MÉTODOS ANALÍTICOS INFORMADOS

Los métodos analíticos aceptados en el presente EA corresponden a los autorizados por la SMA para el análisis de los parámetros incluidos en el ejercicio, en la Subárea “Aguas Superficiales”. Si bien algunos de dichos métodos de análisis no son parte de las normas secundarias de calidad del agua (NSCA), la utilización de dichos métodos logró una evaluación de desempeño satisfactoria.

Los métodos analíticos utilizados en el EA e informados por los participantes, se presentan en la Tabla 9-1:

Tabla 9-1. Métodos utilizados.

Parámetro	Método	n	Parámetro	Método	n	Parámetro	Método	n
Arsénico total (As)	EPA 200.8. 1994.	1	Cobre total (Cu)	EPA 200.8. 1994.	1	Níquel total (Ni)	Método propio	3
	Método propio	3		Método propio	3		SM 3111. B. 22th Ed.	2
	SM 3114. B. 23th Ed.	7		SM 3111. B. 22th Ed.	2		SM 3111. B. 23th Ed.	6
	SM 3120. B. 23th Ed.	4		SM 3111. B. 23th Ed.	6		SM 3120. B. 23th Ed.	7
	SM 3125. B. 23th Ed.	1		SM 3120. B. 23th Ed.	6		EPA 200.8. 1994.	1
Cadmio total (Cd)	Método propio	3	SM 3125. B. 23th Ed.	1	Método propio	3		
	SM 3111. B. 22th Ed.	1	Método propio	2	SM 3111. B. 22th Ed.	2		
	SM 3111. B. 23th Ed.	5	SM 3111. B. 22th Ed.	2	SM 3111. B. 23th Ed.	5		
	SM 3120. B. 23th Ed.	8	Cromo total (Cr)	SM 3111. B. 23th Ed.	5	SM 3120. B. 23th Ed.	6	
	SM 3125. B. 23th Ed.	1	SM 3120. B. 23th Ed.	7	SM 3125. B. 23th Ed.	1		
Cinc total (Zn)	Método propio	3	SM 3125. B. 23th Ed.	1	Plomo total (Pb)	EPA 200.8. 1994.	1	
	SM 3111. B. 22th Ed.	1	Método propio	3		Método propio	3	
	SM 3111. B. 23th Ed.	5	SM 3111. B. 22th Ed.	2		SM 3111. B. 22th Ed.	2	
	SM 3120. B. 23th Ed.	7	Hierro total (Fe)	SM 3111. B. 23th Ed.		6	SM 3111. B. 23th Ed.	5
	SM 3125. B. 23th Ed.	1	SM 3120. B. 23th Ed.	7		SM 3120. B. 23th Ed.	6	
			SM 3125. B. 23th Ed.	1	SM 3125. B. 23th Ed.	1		

10 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Los resultados del EA se evaluaron a partir del siguiente procedimiento:

1. Revisión inicial y descarte de valores atípicos.
2. Determinación del Valor Esperado.
3. Cálculo de la Cota Z y desviación estándar del EA
4. Determinación del puntaje por parámetro.
5. Evaluación del desempeño.

El descarte de valores atípicos se realiza en el caso de que el número de datos disponibles sea mayor o igual a 20, para poder determinar si el “Valor esperado” es definido a partir de consenso. En el presente EA, la cantidad de datos disponibles para todas las muestras es menor a 20, por lo que no se realiza descarte de valores atípicos.

10.1 Valores esperados (VE)

El “Valor Esperado” corresponde al “Valor de Preparación”, informado en el Certificado de Homogeneidad y Estabilidad del PIE.

Tabla 10-1. Valores Esperados, [mg/l]

Parametro	VE 1	VE 2	VE 3	VE 4
Arsénico total (As)	1,570	3,92	2,61	4,53
Cadmio total (Cd)	1,520	3,96	2,60	4,54
Cinc total (Zn)	3,030	7,53	5,03	8,69
Cobre total (Cu)	1,580	3,83	2,58	4,41
Cromo total (Cr)	1,490	3,73	2,49	4,31
Hierro total (Fe)	11,600	27,40	18,60	31,50
Níquel total (Ni)	1,600	4,01	NA	4,63
Plomo total (Pb)	0,751	1,87	NA	2,16

Nota:
VE con NA correspondonde a muestras descartadas por el PIE.

La determinación de los “Valores Esperados” se describe en la sección 4.5 del “Protocolo para los Ensayos de Aptitud para Química de aguas con presencia de Contaminantes y Química de aguas residuales – EA-PRO-013”.

10.2 Determinación del Criterio de Evaluación de Desempeño del Ensayo de Aptitud (CEDEA)

La desviación estándar del EA se presenta en la siguiente tabla, para cada parámetro evaluado, calculada como se indica en el siguiente punto (10.3):

Tabla 10-2. Desviación estándar del Ensayo de Aptitud por parámetro y muestra (σ_{EA})

Parámetro	$\sigma_{EA m1}$ [mg/l]	$\sigma_{EA m1}$ [%]	$\sigma_{EA m2}$ [mg/l]	$\sigma_{EA m2}$ [%]	$\sigma_{EA m3}$ [mg/l]	$\sigma_{EA m3}$ [%]	$\sigma_{EA mA}$ [mg/l]	$\sigma_{EA mA}$ [%]
Arsénico total (As)	0,236	15	0,588	15	0,391	15	0,679	15
Cadmio total (Cd)	0,152	10	0,396	10	0,260	10	0,454	10
Cinc total (Zn)	0,152	5	0,377	5	0,252	5	0,434	5
Cobre total (Cu)	0,079	5	0,192	5	0,129	5	0,221	5
Cromo total (Cr)	0,149	10	0,373	10	0,249	10	0,431	10
Hierro total (Fe)	0,580	5	1,370	5	0,930	5	1,575	5
Níquel total (Ni)	0,080	5	0,200	5	NA	NA	0,232	5
Plomo total (Pb)	0,075	10	0,187	10	NA	NA	0,216	10

Nota:
NA correspondonde a muestras descartadas por el PIE.

10.3 Cálculo de la Cota Z

La Cota Z se calculó mediante la Ecuación 10-1:

$$CotaZ = \frac{X - VE}{\sigma_{EA}}$$

Ecuación 10-1. Cálculo de la Cota Z.

Donde :

- X : Resultado del Laboratorio;
- VE : Valor Esperado;
- σ_{EA} : Desviación estándar del EA (expresada como la diferencia esperada (DE):
DE = VE x CVR)
- CVR : Coeficiente de Variación Relativo

El **Anexo 1** presenta los resultados de las Cota Z (ZScore) para cada participante, por parámetro y muestra.

10.4 Determinación del puntaje por parámetro

El puntaje obtenido por cada laboratorio, para cada muestra por parámetro, se evaluó a partir de la Cota Z obtenida para cada muestra, considerando la siguiente tabla:

Tabla 10-3. Puntaje Ensayo Aptitud.

Cota z	Puntaje
$ Z \leq 1$	5
$1 < Z \leq 2$	4
$2 < Z \leq 3$	3
$ Z > 3$	0

Un resultado reportado como “0” es considerando como si el participante no hubiera enviado resultados. Se obtiene así, un puntaje “0” para la muestra.

Los resultados presentados como “< LCM”, obtienen un puntaje de “0”, si el VE es mayor al LCM (límite de cuantificación del método).

10.5 Uso de decimales

El “Valor Esperado” se obtiene de los certificados de homogeneidad y estabilidad entregados por el PIE, por lo que sus decimales corresponden a los informados en el certificado correspondiente.

La “Desviación Estándar del Ensayo de Aptitud” (σ_{EA}), se informa con el número de decimales correspondiente a las cifras significativas del “Valor Esperado”, tal como se ilustra en la Tabla 10-4.

Tabla 10-4. Ejemplo de determinación de números decimales.

Resultados transmitidos	
Valor Esperado	σ_{EA}
3,50	0,463
0,500	0,088

Los resultados son informados con la cantidad de decimales reportados por los participantes.

El resultado obtenido para la Cota Z se aproxima a un solo decimal, para simplificar la presentación y dar una información sobre la situación de un laboratorio con referencia al Valor Esperado.

11 Resultados

11.1 Evaluación del Desempeño

El desempeño de los laboratorios se calculó a partir de la nota obtenida en el EA, de la siguiente manera:

$$Nota\ por\ parámetro(\%) = \frac{Total\ de\ puntos}{Número\ de\ _muestras} \times \frac{100}{5}$$

Ecuación 11-1. Nota por parámetro.

En el caso que un participante no envíe sus resultados, habiendo sido notificado por la SMA para participar en el ensayo, es calificado con una nota “0” para aquellos parámetros no informados.

Los participantes deben obtener una nota mínima de **70%** para la aprobación de los parámetros evaluados.

En la mayoría de los parámetros evaluados, más del 80% de los participantes obtuvo un desempeño satisfactorio; el Cinc obtuvo la menor cantidad de participantes con evaluaciones satisfactorias. La siguiente tabla, presenta un resumen de la evaluación de desempeño.

Tabla 11-1. Resumen de la Evaluación de Desempeño.

Parametro	n	Nota Mín	Nota Máx	Nota Promedio	s	CV [%]	ETFA Satisfactorias	[%] ETFA Satisfactorias
Arsénico total (As)	16	0	100	91	26	28	14	88
Cadmio total (Cd)	18	0	100	91	26	28	16	89
Cinc total (Zn)	17	0	100	77	29	38	13	76
Cobre total (Cu)	19	0	100	83	28	34	16	84
Cromo total (Cr)	17	0	100	91	26	29	15	88
Hierro total (Fe)	19	0	100	84	26	31	16	84
Níquel total (Ni)	18	0	100	87	25	29	16	89
Plomo total (Pb)	18	33	100	92	18	20	15	83

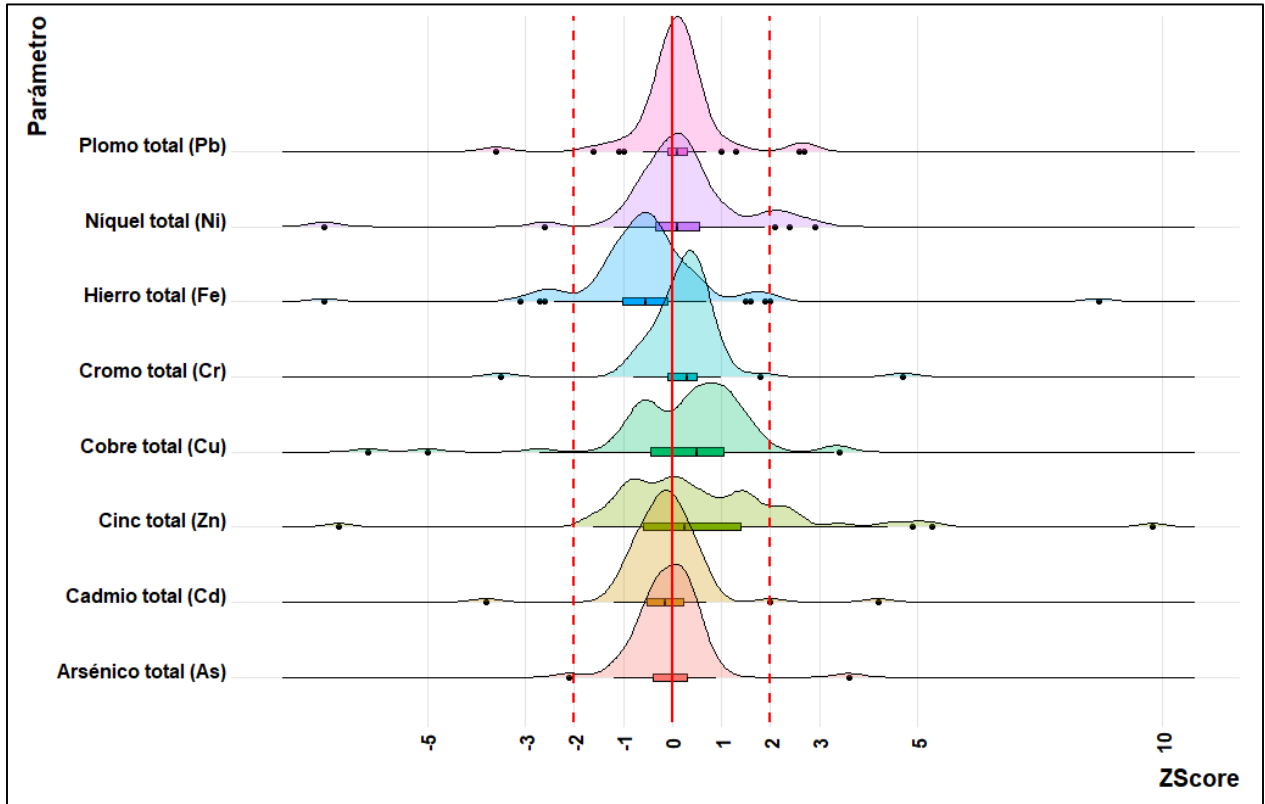
El detalle de la evaluación de desempeño de los participantes se muestra en la **Tabla 11-2**. De los 19 participantes, 2 de ellos fueron evaluados de manera insatisfactoria en todos los parámetros.

Tabla 11-2. Evaluación de Desempeño (Nota).

Participante	As	Cd	Zn	Cu	Cr	Fe	Ni	Pb	Parámetros a reportar	Parámetros no evaluados	Parámetros Satisfactorios	[%] Satisfactorio
1165	100	95	60	95	100	100	80	93	8	0	7	88
1312	90	100	100	100		100	100	100	7	0	7	100
2076	100	100	80	95	100	100	100	100	8	0	8	100
2635		100	90	80	100	100	73	93	7	0	7	100
2985	100	100	85	85	95	95	100	100	8	0	8	100
3089	100	95	95	95	100	95	100	100	8	0	8	100
3446	100	100	75	90	100	95	100	100	8	0	8	100
3851	100	100	100	100	100	95	100	100	8	0	8	100
4269		100	100	80	100	95	93	100	7	0	7	100
4274	100	100	70	20	100	95	73	67	8	0	6	75
5824	100	100	25	95	100	80	93	100	8	0	7	88
5893	100	100	100	100	100	90	100	100	8	0	8	100
6609	100	100	100	100	100	45	100	100	8	0	7	88
6753				95		100			2	0	2	100
7515	0	0	0	0	0	0	0	33	8	0	0	0
7680	100	100	90	95	100	85	93	100	8	0	8	100
8581	100	100	95	100	100	90	100	100	8	0	8	100
8738	100	100		100	100	100	100	100	7	0	7	100
9043	65	50	50	50	50	45	60	67	8	0	0	0

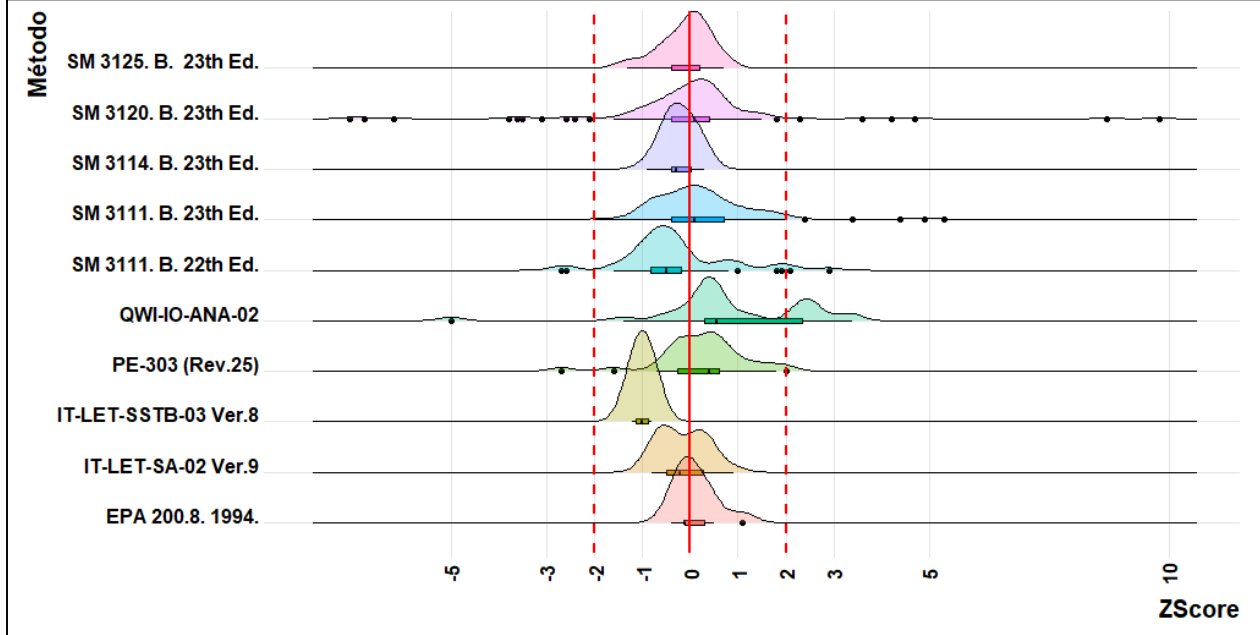
El siguiente gráfico presenta las distribuciones de todos los resultados reportados, por parámetro, basados en los valores de la Cota Z calculada para cada muestra. En general, los datos presentan una distribución unimodal, salvo algunas excepciones como el Cinc y Cobre total y otras con algo de sesgo (como el Hierro y el Cromo total), pero con la mayor parte de los resultados dentro del intervalo de desempeño satisfactorio.

Figura 11-1. Distribución de los resultados de la Cota Z para todas las muestras, agrupada por parámetro.



Por otra parte, en cuanto al comportamiento de los distintos métodos usados, respecto del desempeño de los participantes para todas las muestras y parámetros, se observa que en general los métodos propios presentan una distribución bi o multimodal, a diferencia de los métodos normalizados que presentan una distribución unimodal, tal como se observa en la siguiente figura:

Figura 11-2. Distribución de los resultados de la Cota Z para todas las muestras, agrupados por método analítico.



El detalle del desempeño según método analítico y parámetro, se encuentra disponible en el Anexo de este reporte.

11.2 Incertidumbre expandida de los resultados de los participantes .

A los participantes se les solicitó informar sus resultados con las incertidumbres expandidas de medida (U).

Tal como se presenta en la Tabla 11-3, todas las incertidumbres reportadas fueron menores al 100% de su resultado, siendo un 53,94% la mayor incertidumbre expandida relativa reportada.

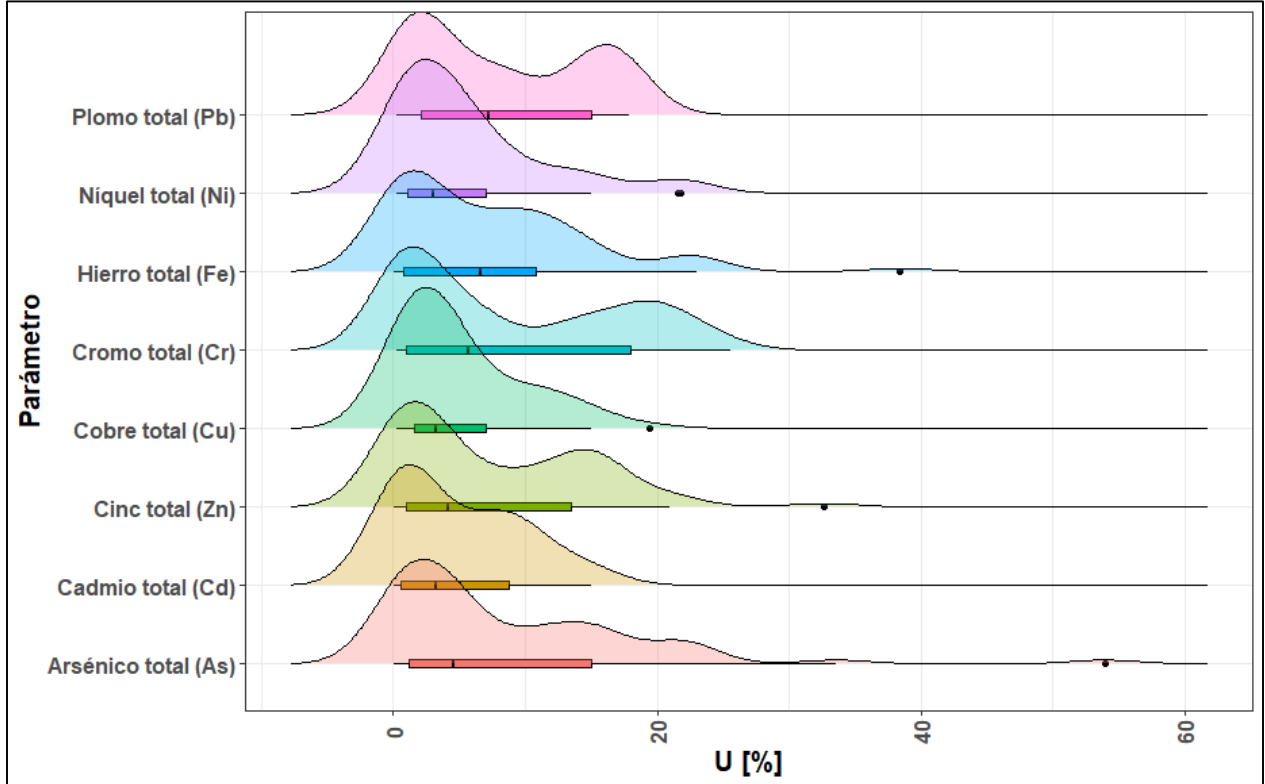
Tabla 11-3. Resumen de las incertidumbres relativas según parámetro

Parametro	n	U Mín [%]	U Máx [%]	Promedio U [%]	s U [%]
Arsénico total (As)	56	0	53,94	8,990536	1,1
Cadmio total (Cd)	63	0	15,00	5,118413	0,9
Cinc total (Zn)	60	0	32,69	7,910667	0,9
Cobre total (Cu)	64	0	19,43	5,279219	0,9
Cromo total (Cr)	56	0	25,53	9,704464	0,9
Hierro total (Fe)	63	0	38,42	7,986825	1,0
Níquel total (Ni)	42	0	21,81	6,023333	1,0
Plomo total (Pb)	45	0	17,86	8,950222	0,7

¹ n corresponde al total de participantes que utilizaron alguno de los métodos requeridos en las instrucciones del EA.
² 'U [%]' expresa la incertidumbre expandida relativa, respecto del resultado informado por los participantes.

La Figura 11-3 muestra las distribuciones de incertidumbre relativa por parámetro y para todos los métodos utilizados, donde se observa todas las incertidumbres reportadas se encuentran por debajo del 60% de sus resultados.

Figura 11-3. Distribución de las incertidumbre expandidas relativas de los resultados.



11.3 Límites de cuantificación del método (LCM)

Todos los participantes informaron LCM por debajo de los valores normados en las NSCA (a diferencia del EA-SMA-01-21). Las siguientes tablas y gráficos muestran los LCM informados, por parámetros y según los métodos utilizados.

Figura 11-4. Distribución de las incertidumbre expandidas relativas de los resultados.

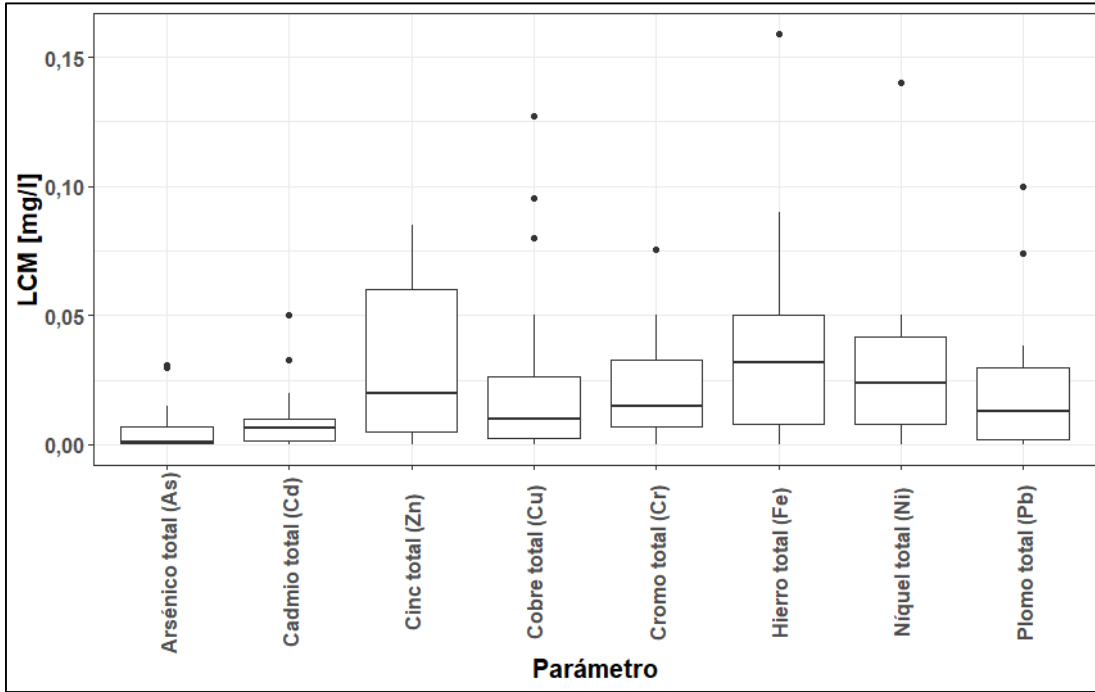
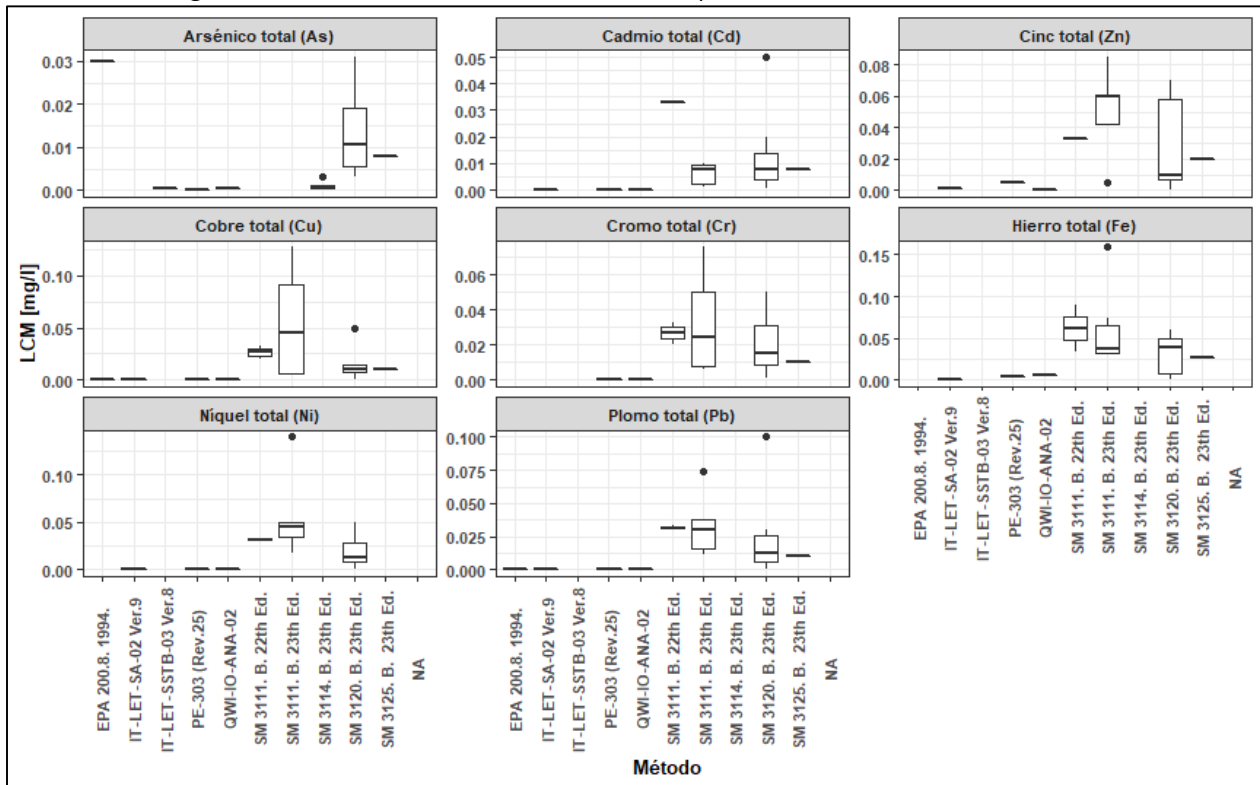


Figura 11-5. Distribución de las incertidumbre expandidas relativas de los resultados.



12 Conclusiones

En general, los laboratorios (ETFA) participantes en este EA presentan un buen desempeño analítico, a excepción de los participantes 7515 y 9043, que fueron evaluados de manera insatisfactoria en todos los analitos. Cuatro participantes tuvieron más del 70% de los analitos evaluados de manera satisfactoria y el resto obtuvo una evaluación satisfactoria en todos los analitos.

En cuanto a las incertidumbres de medida informadas, todos los resultados presentaron incertidumbres menores al 60%.

Respecto del LCM, no se registraron valores por sobre los valores normados en las NSCA.

La aplicación de métodos de análisis autorizados para el análisis de metales totales en aguas superficiales y que no son parte de las NSCA, permiten una adecuada cuantificación de las concentraciones esperadas (VE), para las muestras evaluadas. Sin embargo los métodos propios presentaron una mayor desviación respecto del VE que los métodos normalizados.

13 Comentarios y recomendaciones

Los participantes 7515 y 9043 deben revisar las causas de sus resultados insatisfactorios y aplicar las acciones correctivas que correspondan.

Aquellos participantes que presentaron resultados usando métodos propios, deben revisar la aplicación de éstos, a fin de asegurar que no presenten el comportamiento mostrado en el presente EA.

Incertidumbre de medida

Si bien la mayor parte de los participantes presentaron incertidumbres por debajo del valor de referencia del proveedor de los ítems de Ensayo, se recomienda definir incertidumbres objetivo⁵ para la evaluación de los resultados analíticos, de manera de asegurar que éstos cumplen con un estándar de confianza mínima que permita evaluar la conformidad de la norma.

La incertidumbre de medida de la ETFA, así como la *incertidumbre objetivo*, representan un importante rol en la evaluación de la conformidad. El *Bureau de pesos y medidas* (BIPM), recomienda definir intervalos de aceptación de los valores medidos, que permitan equilibrar los riesgos de decisiones incorrectas de aceptación/rechazo de manera que se reduzcan al mínimo los costos asociados a esas decisiones.

⁵ BIPM (JCGM 106:2012); EURACHEM/CITAC

Superintendencia del Medio Ambiente

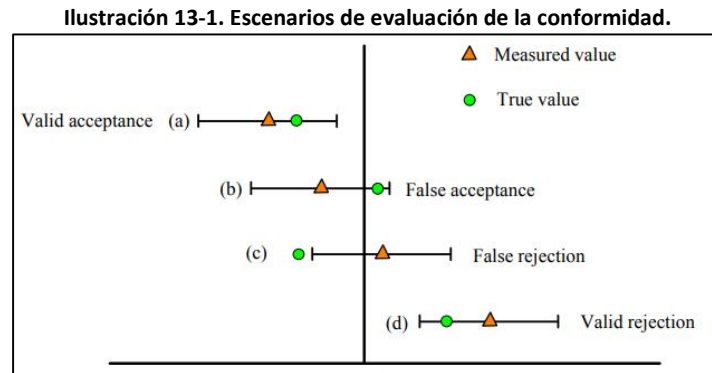
Laboratorio de Alta Complejidad

Av. Sucre 2596, piso 3, Ñuñoa, Santiago / ensayosdeaptitud@sma.gob.cl / www.sma.gob.cl

INFORME DE RESULTADOS – EA-SMA-01-22

EA-INF-001/V14

La siguiente figura (Ilustración 13-1), presenta los diferentes escenarios respecto de la evaluación de la conformidad. En los casos b) y c), se presentan los errores de decisión basados solamente en la comparación del límite máximo permitido (línea negra vertical) con los valores medidos (triángulos), respecto del verdadero valor (círculos verdes) del contaminante presente en la matriz (agua residual, agua superficial, aire, entre otros):



Fuente: Evaluation of measurement data – The role of measurement uncertainty in conformity assessment. JCGM 106:2012. BIPM.

14 Referencias

1. D.S. N° 9/2015, “Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Biobío”. Ministerio del Medio Ambiente.
2. D.S. N° 53/2014, “Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Maipo”. Ministerio del Medio Ambiente.
3. D.S. N° 75/2009, “Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Serrano”. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
4. ISO 13528:2015. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons. ISO.
5. EA-PRO-013 Versión 15. Protocolo para los Ensayos de Aptitud para Química de aguas con presencia de Contaminantes y Química de aguas residuales. Laboratorio de Alta Complejidad. División de Seguimiento e Información Ambiental.
6. EA-REG-010 Versión 07. Confidencialidad de Ensayos de Aptitud. Laboratorio de Alta Complejidad. División de Seguimiento e Información Ambiental.
7. Recomendaciones de calidad de la información a ingresar en los registros de calidad del agua para la gestión ambiental. SYKE, 2016. Fuente (Revisado el 31 de mayo de 2021): https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/163532/SYKEra_22_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. DIRECTIVA (UE) 2015/1787 de 6 de octubre de 2015 por la que se modifican los anexos II y III de la Directiva 98/83/CE del Consejo, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. Fuente (Revisado el 04 de junio de 2021) : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L1787&from=ES>

ANEXOS

Anexo 2 – Detalle de los resultados y su evaluación de desempeño

Arsénico

Código participante	Método	LCM	Resultado 1	U 1	Resultado 2	U 2	Resultado 3	U 3	Resultado 4	U 4	ZScore 1	ZScore 2	ZScore 3	ZScore 4	Puntaje 1	Puntaje 2	Puntaje 3	Puntaje 4	Nota
1165	SM 3114. B. 23th Ed.	0,003	1,58	0,058	4	0,146	2,7	0,099	4,7	0,172	0,0	0,1	0,2	0,3	5	5	5	5	100
1312	IT-LET-SSTB-03 Ver.8	0,0003	1,28	0,2	3,25	0,52	2,26	0,36	3,96	0,63	-1,2	-1,1	-0,9	-0,8	4	4	5	5	90
2076	SM 3114. B. 23th Ed.	0,001	1,47	0,0147	3,41	0,0341	2,46	0,02	4,28	0,04	-0,4	-0,9	-0,4	-0,4	5	5	5	5	100
2985	SM 3120. B. 23th Ed.	0,031	1,412	0,002	3,71	0,002	2,51	0,002	4,36	0,002	-0,7	-0,4	-0,3	-0,3	5	5	5	5	100
3089	EPA 200.8. 1994.	0,03	1,65	0,89	3,872	0,89	2,652	0,89	4,263	0,89	0,3	-0,1	0,1	-0,4	5	5	5	5	100
3446	SM 3114. B. 23th Ed.	0,0007	1,497	0,328	3,596	0,788	2,432	0,533	4,298	0,941	-0,3	-0,6	-0,5	-0,3	5	5	5	5	100
3851	SM 3114. B. 23th Ed.	0,0005	1,49	0,01043	3,69	0,02583	2,45	0,01715	4,24	0,02968	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	5	5	5	5	100
4274	QWI-IO-ANA-02	0,0003	1,7111	0,21	3,7678	0,45	2,775	0,33	4,7396	0,57	0,6	-0,3	0,4	0,3	5	5	5	5	100
5824	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0063	1,67	0,02	4,3	0,02	2,79	0,02	4,99	0,02	0,4	0,6	0,5	0,7	5	5	5	5	100
5893	SM 3125. B. 23th Ed.	0,008	1,61	0,07	4,12	0,06	2,63	0,11	4,5	0,19	0,2	0,3	0,1	0,0	5	5	5	5	100
6609	SM 3120. B. 23th Ed.	0,015	1,60153	0,0336	4,13872	0,16098	2,69803	0,05244	4,71336	0,10079	0,1	0,4	0,2	0,3	5	5	5	5	100
7515	SM 3114. B. 23th Ed.	0,001	1555	0,009	3794	0,064	2554	0,047	4614	0,085	6596,3	6445,7	6517,0	6783,6	0	0	0	0	0
7680	PE-303 (Rev.25)	0,00025	1,50848	0,22627	4,42295	0,66344	2,78478	0,41772	4,90159	0,73524	-0,3	0,9	0,4	0,5	5	5	5	5	100
8581	SM 3114. B. 23th Ed.	0,0005	1,645	0,1645	3,48	0,3479	2,596	0,2596	4,319	0,4319	0,3	-0,7	0,0	-0,3	5	5	5	5	100
8738	SM 3114. B. 23th Ed.	0,000063	1,59	0,09317	3,98	0,23323	2,58	0,15119	4,5	0,2637	0,1	0,1	-0,1	0,0	5	5	5	5	100
9043	SM 3120. B. 23th Ed.	0,003	1,614	0,074	2,66	0,122	4,028	0,184	4,638	0,212	0,2	-2,1	3,6	0,2	5	3	0	5	65

Cadmio

Código participante	Método	LCM	Resultado 1	U 1	Resultado 2	U 2	Resultado 3	U 3	Resultado 4	U 4	ZScore 1	ZScore 2	ZScore 3	ZScore 4	Puntaje 1	Puntaje 2	Puntaje 3	Puntaje 4	Nota
1165	SM 3111. B. 23th Ed.	0,01	1,827	0,16	4,232	0,372	2,392	0,21	4,289	0,377	2,0	0,7	-0,8	-0,6	4	5	5	5	95
1312	IT-LET-SA-02 Ver:9	0,000015	1,551	0,05	3,911	0,125	2,472	0,079	4,558	0,146	0,2	-0,1	-0,5	0,0	5	5	5	5	100
2076	SM 3111. B. 23th Ed.	0,00763	1,53	0,0015	3,82	0,00382	2,56	0,00256	4,46	0,00446	0,1	-0,4	-0,2	-0,2	5	5	5	5	100
2635	SM 3111. B. 22th Ed.	0,033	1,49	0,009	3,59	0,01	2,44	0,01	4,19	0,01	-0,2	-0,9	-0,6	-0,8	5	5	5	5	100
2985	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0013	1,414	0,004	4,094	0,004	2,59	0,004	4,158	0,004	-0,7	0,3	0,0	-0,8	5	5	5	5	100
3089	SM 3120. B. 23th Ed.	0,02	1,478	NA	3,564	0,04	2,408	0,04	4,001	0,04	-0,3	-1,0	-0,7	-1,2	5	5	5	4	95
3446	SM 3120. B. 23th Ed.	0,005	1,522	0,143	3,704	0,348	2,53	0,238	4,14	0,389	0,0	-0,6	-0,3	-0,9	5	5	5	5	100
3851	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0005	1,57	0,02041	3,86	0,05018	2,58	0,03354	4,46	0,05798	0,3	-0,3	-0,1	-0,2	5	5	5	5	100
4269	SM 3120. B. 23th Ed.	0,05	1,61	0,01	4,08	0,01	2,71	0,01	4,73	0,02	0,6	0,3	0,4	0,4	5	5	5	5	100
4274	QWI-HO-ANA-02	0,00002	1,6109	0,19	3,89977	0,47	2,6323	0,32	4,8087	0,58	0,6	-0,2	0,1	0,6	5	5	5	5	100
5824	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0116	1,59	0,02	4,08	0,02	2,39	0,02	4,72	0,02	0,5	0,3	-0,8	0,4	5	5	5	5	100
5893	SM 3125. B. 23th Ed.	0,008	1,63	0,07	3,99	0,16	2,6	0,11	4,45	0,18	0,7	0,1	0,0	-0,2	5	5	5	5	100
6609	SM 3120. B. 23th Ed.	0,004	1,54307	0,01574	3,85159	0,04959	2,56592	0,02973	4,4688	0,06162	0,2	-0,3	-0,1	-0,2	5	5	5	5	100
7515	SM 3120. B. 23th Ed.	0,01	1454	0,037	363	0,049	2383	0,041	4309	0,073	9.555,8	9.156,7	9.155,4	9.481,2	0	0	0	0	0
7680	PE-303 (Rev.25)	0,00005	1,52663	0,22899	4,13154	0,61973	2,62213	0,39332	4,50161	0,67524	0,0	0,4	0,1	-0,1	5	5	5	5	100
8581	SM 3111. B. 23th Ed.	0,002	1,457	0,10199	3,613	0,25291	2,477	0,17339	4,255	0,29785	-0,4	-0,9	-0,5	-0,6	5	5	5	5	100
8738	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0095	1,57	0,11116	3,93	0,27824	2,52	0,17842	4,48	0,31718	0,3	-0,1	-0,3	-0,1	5	5	5	5	100
9043	SM 3120. B. 23th Ed.	0,003	1,478	0,137	2,447	0,227	3,687	0,341	4,266	0,395	-0,3	-3,8	4,2	-0,6	5	0	0	5	50

Cinc

Código participante	Método	LCM	Resultado 1	U 1	Resultado 2	U 2	Resultado 3	U 3	Resultado 4	U 4	ZScore 1	ZScore 2	ZScore 3	ZScore 4	Puntaje 1	Puntaje 2	Puntaje 3	Puntaje 4	Nota
1165	SM 3111. B. 23th Ed.	0,06	3,84	0,138	8,429	0,303	4,813	0,173	8,002	0,287	5,3	2,4	-0,9	-1,6	0	3	5	4	60
1312	IT-LET-SA-02 Ver:9	0,0009	3,05	0,41	7,29	0,98	4,91	0,66	9,07	1,22	0,1	-0,6	-0,5	0,9	5	5	5	5	100
2076	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0418	3,2	0,672	8,13	1,7073	5,39	1,7619	9,3	1,9513	1,1	1,6	1,4	1,4	4	4	4	4	80
2635	SM 3111. B. 22th Ed.	0,033	2,87	0,0089	7,28	0,01	4,88	0,01	8,04	0,0085	-1,1	-0,7	-0,6	-1,5	4	5	5	4	90
2985	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0612	3,104	0,132	8,119	0,132	5,366	0,132	9,29	0,132	0,5	1,6	1,3	1,4	5	4	4	4	85
3089	SM 3120. B. 23th Ed.	0,066	2,937	0,25	7,207	0,25	4,635	0,25	8,353	0,25	-0,6	-0,9	-1,6	-0,8	5	5	4	5	95
3446	SM 3120. B. 23th Ed.	0,07	3,26	0,49	8,22	1,23	5,37	0,8	9,67	1,45	1,5	1,8	1,4	2,3	4	4	4	3	75
3851	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0002	3	0,0429	7,15	0,10225	4,82	0,06893	8,98	0,12841	-0,2	-1,0	-0,8	0,7	5	5	5	5	100
4269	SM 3120. B. 23th Ed.	0,05	3,08	0,01	7,74	0,02	5,14	0,012	9	0,02	0,3	0,6	0,4	0,7	5	5	5	5	100
4274	QWI-IO-ANA-02	0,0007	3,397	0,37	7,6274	0,84	5,6227	0,62	9,6441	1,06	2,4	0,3	2,4	2,2	3	5	3	3	70
5824	SM 3111. B. 23th Ed.	0,085	3,15	0,03	9,38	0,03	5,89	0,03	10,61	0,03	0,8	4,9	3,4	4,4	5	0	0	0	25
5893	SM 3125. B. 23th Ed.	0,02	3,01	0,5	7,55	1,24	5,21	0,86	8,57	1,41	-0,1	0,1	0,7	-0,3	5	5	5	5	100
6609	SM 3120. B. 23th Ed.	0,007	3,04498	0,01436	7,51898	0,01727	5,04354	0,03885	8,76412	0,0761	0,1	0,0	0,1	0,2	5	5	5	5	100
7515	SM 3120. B. 23th Ed.	0,01	2889	0,09	7136	0,505	4735	0,036	8055	0,098	19,049,3	18,933,5	18,807,0	18,518,6	0	0	0	0	0
7680	PE-303 (Rev.25)	0,005	2,98211	0,44732	8,2845	1,24268	5,38764	0,80815	8,5959	1,28939	-0,3	2,0	1,4	-0,2	5	4	4	5	90
8581	SM 3111. B. 23th Ed.	0,005	2,885	0,23657	7,177	0,58876	4,831	0,39614	8,22	0,67404	-1,0	-0,9	-0,8	-1,1	5	5	5	4	95
9043	SM 3120. B. 23th Ed.	0,006	3,029	0,127	4,979	0,208	7,491	0,313	8,669	0,362	0,0	-6,8	9,8	0,0	5	0	0	5	50

Cobre

Código participante	Método	LCM	Resultado 1	U 1	Resultado 2	U 2	Resultado 3	U 3	Resultado 4	U 4	ZScore 1	ZScore 2	ZScore 3	ZScore 4	Puntaje 1	Puntaje 2	Puntaje 3	Puntaje 4	Nota
1165	SM 3111. B. 22th Ed.	0,02	1,72	0,056	3,979	0,13	2,476	0,081	4,21	0,137	1,8	0,8	-0,8	-0,9	4	5	5	5	95
1312	IT-LETSA-02 Ver:9	0,0001	1,56	0,15	3,75	0,36	2,48	0,24	4,29	0,41	-0,3	-0,4	-0,8	-0,5	5	5	5	5	100
2076	SM 3111. B. 23th Ed.	0,00485	1,65	0,03465	3,9	0,0819	2,71	0,05691	4,65	0,09765	0,9	0,4	1,0	1,1	5	5	5	4	95
2635	SM 3111. B. 22th Ed.	0,033	1,37	0,01	3,62	0,009	2,51	0,01	4,15	0,01	-2,7	-1,1	-0,5	-1,2	3	4	5	4	80
2985	SM 3111. B. 23th Ed.	0,011	1,646	0,031	4,138	0,031	2,826	0,031	4,763	0,031	0,8	1,6	1,9	1,6	5	4	4	4	85
3089	EPA 200.8. 1994.	0,000093	1,617	0,05	4,037	0,05	2,619	0,05	4,392	0,05	0,5	1,1	0,3	-0,1	5	4	5	5	95
3446	SM 3120. B. 23th Ed.	0,01	1,7	0,19	3,97	0,46	2,71	0,31	4,69	0,54	1,5	0,7	1,0	1,3	4	5	5	4	90
3851	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0005	1,64	0,04772	3,88	0,11291	2,63	0,07653	4,51	0,13124	0,8	0,3	0,4	0,5	5	5	5	5	100
4269	SM 3120. B. 23th Ed.	0,05	1,69	0,01	4,08	0,01	2,75	0,01	4,73	0,02	1,4	1,3	1,3	1,5	4	4	4	4	80
4274	QWI-IO-ANA-02	0,0005	1,1839	0,23	4,0336	0,48	3,0162	0,36	5,1314	0,62	-5,0	1,1	3,4	3,3	0	4	0	0	20
5824	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0802	1,58	0,04	4,05	0,04	2,65	0,04	4,63	0,04	0,0	1,1	0,5	1,0	5	4	5	5	95
5893	SM 3125. B. 23th Ed.	0,01	1,54	0,05	3,67	0,12	2,5	0,08	4,46	0,14	-0,5	-0,8	-0,6	0,2	5	5	5	5	100
6609	SM 3120. B. 23th Ed.	0,007	1,6166	0,01945	3,87752	0,06431	2,62758	0,03805	4,4948	0,08486	0,5	0,2	0,4	0,4	5	5	5	5	100
6753	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0955	1,669	0,0888	3,958	0,2106	2,707	0,1441	4,476	0,2383	1,1	0,7	1,0	0,3	4	5	5	5	95
7515	SM 3120. B. 23th Ed.	0,01	1,565	0,056	3,563	0,043	2,452	0,053	4,371	0,058	19,790,1	18,585,7	18,987,8	19,803,1	0	0	0	0	0
7680	PE-303 (Rev:25)	0,00025	1,64277	0,24642	4,07805	0,61171	2,64981	0,39747	4,34012	0,65102	0,8	1,3	0,5	-0,3	5	4	5	5	95
8581	SM 3111. B. 23th Ed.	0,005	1,524	0,10668	3,703	0,25921	2,521	0,17647	4,318	0,30226	-0,7	-0,7	-0,5	-0,4	5	5	5	5	100
8738	SM 3111. B. 23th Ed.	0,1273	1,59	0,05406	3,72	0,12648	2,53	0,08602	4,27	0,14518	0,1	-0,6	-0,4	-0,6	5	5	5	5	100
9043	SM 3120. B. 23th Ed.	0,015	1,652	0,089	2,652	0,142	3,914	0,21	4,572	0,245	0,9	-6,2	10,3	0,7	5	0	0	5	50

Cromo

Código participante	Método	LCM	Resultado 1	U 1	Resultado 2	U 2	Resultado 3	U 3	Resultado 4	U 4	ZScore 1	ZScore 2	ZScore 3	ZScore 4	Puntaje 1	Puntaje 2	Puntaje 3	Puntaje 4	Nota
1165	SM 3111. B. 22th Ed.	0,02	1,634	0,047	4,003	0,116	2,431	0,07	4,184	0,121	1,0	0,7	-0,2	-0,3	5	5	5	5	100
2076	SM 3111. B. 23th Ed.	0,008	1,5	0,345	4,05	0,9315	2,56	0,5888	4,5	1,035	0,1	0,9	0,3	0,4	5	5	5	5	100
2635	SM 3111. B. 22th Ed.	0,033	1,41	0,014	3,6	0,01	2,42	0,01	4,1	0,01	-0,5	-0,3	-0,3	-0,5	5	5	5	5	100
2985	SM 3111. B. 23th Ed.	0,024	1,615	0,012	4,095	0,012	2,936	0,012	4,67	0,012	0,8	1,0	1,8	0,8	5	5	4	5	95
3089	SM 3120. B. 23th Ed.	0,042	1,532	0,1	3,707	0,1	2,509	0,1	4,309	1,1	0,3	-0,1	0,1	0,0	5	5	5	5	100
3446	SM 3120. B. 23th Ed.	0,02	1,6	0,32	4	0,82	2,6	0,53	4,51	0,92	0,7	0,7	0,4	0,5	5	5	5	5	100
3851	SM 3120. B. 23th Ed.	0,001	1,52	0,03025	3,83	0,07622	2,63	0,05234	4,47	0,08895	0,2	0,3	0,6	0,4	5	5	5	5	100
4269	SM 3120. B. 23th Ed.	0,05	1,53	0,01	3,89	0,02	2,56	0,01	4,49	0,02	0,3	0,4	0,3	0,4	5	5	5	5	100
4274	QWI-IO-ANA-02	0,0001	1,5813	0,21	3,4992	0,45	2,5811	0,34	4,4163	0,57	0,6	-0,6	0,4	0,2	5	5	5	5	100
5824	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0756	1,58	0,02	3,92	0,02	2,48	0,02	4,47	0,02	0,6	0,5	0,0	0,4	5	5	5	5	100
5893	SM 3125. B. 23th Ed.	0,01	1,5	0,29	3,9	0,76	2,49	0,48	4,48	0,87	0,1	0,5	0,0	0,4	5	5	5	5	100
6609	SM 3120. B. 23th Ed.	0,007	1,37047	0,01161	3,41671	0,02772	2,30563	0,02401	3,96647	0,04462	-0,8	-0,8	-0,7	-0,8	5	5	5	5	100
7515	SM 3120. B. 23th Ed.	0,01	1502	0,03	3669	0,044	2633	0,028	4378	0,043	10.070,5	9.826,5	10.564,3	10.147,8	0	0	0	0	0
7680	PE-303 (Rev.25)	0,00025	1,45167	0,21775	3,90873	0,58631	2,63418	0,39513	4,46733	0,6701	-0,3	0,5	0,6	0,4	5	5	5	5	100
8581	SM 3111. B. 23th Ed.	0,05	1,5	0,27	3,8	0,684	2,527	0,4586	4,263	0,76734	0,1	0,2	0,1	-0,1	5	5	5	5	100
8738	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0064	1,58	0,1185	3,92	0,294	2,62	0,1965	4,5	0,3375	0,6	0,5	0,5	0,4	5	5	5	5	100
9043	SM 3120. B. 23th Ed.	0,015	1,475	0,084	2,434	0,138	3,662	0,208	4,247	0,241	-0,1	-3,5	4,7	-0,1	5	0	0	5	50

Hierro

Código participante	Método	LCM	Resultado 1	U 1	Resultado 2	U 2	Resultado 3	U 3	Resultado 4	U 4	ZScore 1	ZScore 2	ZScore 3	ZScore 4	Puntaje 1	Puntaje 2	Puntaje 3	Puntaje 4	Nota
1165	SM 3111. B. 22th Ed.	0,09	11,42	0,235	26,59	0,548	18,439	0,38	30,413	0,627	-0,3	-0,6	-0,2	-0,7	5	5	5	5	100
1312	IT-LET-SA-02 Ver:9	0,0002	11,13	0,74	26,25	1,74	17,99	1,19	30,71	2,04	-0,8	-0,8	-0,7	-0,5	5	5	5	5	100
2076	SM 3111. B. 23th Ed.	0,031	11	0,44	26,4	1,04	18,2	NA	31,87	1,2748	-1,0	-0,7	-0,4	0,2	5	5	5	5	100
2635	SM 3111. B. 22th Ed.	0,033	11,5	0,01	28,2	0,01	18,2	0,01	30,6	0,01	-0,2	0,6	-0,4	-0,6	5	5	5	5	100
2985	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0427	10,788	0,109	26,351	0,109	18,276	0,109	31,884	0,109	-1,4	-0,8	-0,3	0,2	4	5	5	5	95
3089	SM 3120. B. 23th Ed.	0,039	10,931	4,2	27,3	4,2	18,273	4,2	31,544	4,2	-1,2	-0,1	-0,4	0,0	4	5	5	5	95
3446	SM 3120. B. 23th Ed.	0,05	10,97	2,46	26,55	5,97	18,26	4,1	31,61	7,11	-1,1	-0,6	-0,4	0,1	4	5	5	5	95
3851	SM 3120. B. 23th Ed.	0,001	10,82	0,26401	26,81	0,65416	17,68	0,43139	30,87	0,75323	-1,3	-0,4	-1,0	-0,4	4	5	5	5	95
4269	SM 3120. B. 23th Ed.	0,05	10,95	0,03	26,92	0,07	18,3	0,05	31,27	0,08	-1,1	-0,4	-0,3	-0,1	4	5	5	5	95
4274	QWI-IO-ANA-02	0,006	11,748	1,41	25,505	3,06	18,979	2,28	32,233	3,87	0,3	-1,4	0,4	0,5	5	4	5	5	95
5824	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0732	12,49	0,05	29,54	0,05	20,49	0,05	34,54	0,05	1,5	1,6	2,0	1,9	4	4	4	4	80
5893	SM 3125. B. 23th Ed.	0,026	10,87	1,16	26,4	2,81	17,41	1,86	30,86	3,29	-1,3	-0,7	-1,3	-0,4	4	5	4	5	90
6609	SM 3120. B. 23th Ed.	0,005	9,82765	0,03634	24,09237	0,10861	16,15946	0,13128	27,71998	0,19093	-3,1	-2,4	-2,6	-2,4	0	3	3	3	45
6753	SM 3111. B. 23th Ed.	0,1591	11,422	1,2322	28,378	3,0622	18,924	2,0414	32,121	3,4657	-0,3	0,7	0,3	0,4	5	5	5	5	100
7515	SM 3120. B. 23th Ed.	0,01	10516	0,12	26262	0,221	17462	0,132	30312	0,5	18.111,0	19.149,3	18.756,3	19.225,7	0	0	0	0	0
7680	PE-303 (Rev.25)	0,005	10,06109	1,50916	26,81302	4,02195	17,93332	2,69	28,97492	4,34624	-2,7	-0,4	-0,7	-1,6	3	5	5	4	85
8581	SM 3111. B. 23th Ed.	0,03	10,427	0,8967	26,1	2,2446	18,515	1,59229	29,735	2,55721	-2,0	-0,9	-0,1	-1,1	4	5	5	4	90
8738	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0318	11,1	0,38073	26,2	0,89866	17,7	0,60711	30,3	1,03929	-0,9	-0,9	-1,0	-0,8	5	5	5	5	100
9043	SM 3120. B. 23th Ed.	0,06	10,847	0,779	17,663	1,268	26,663	1,914	30,767	2,209	-1,3	-7,1	8,7	-0,5	4	0	0	5	45

Níquel

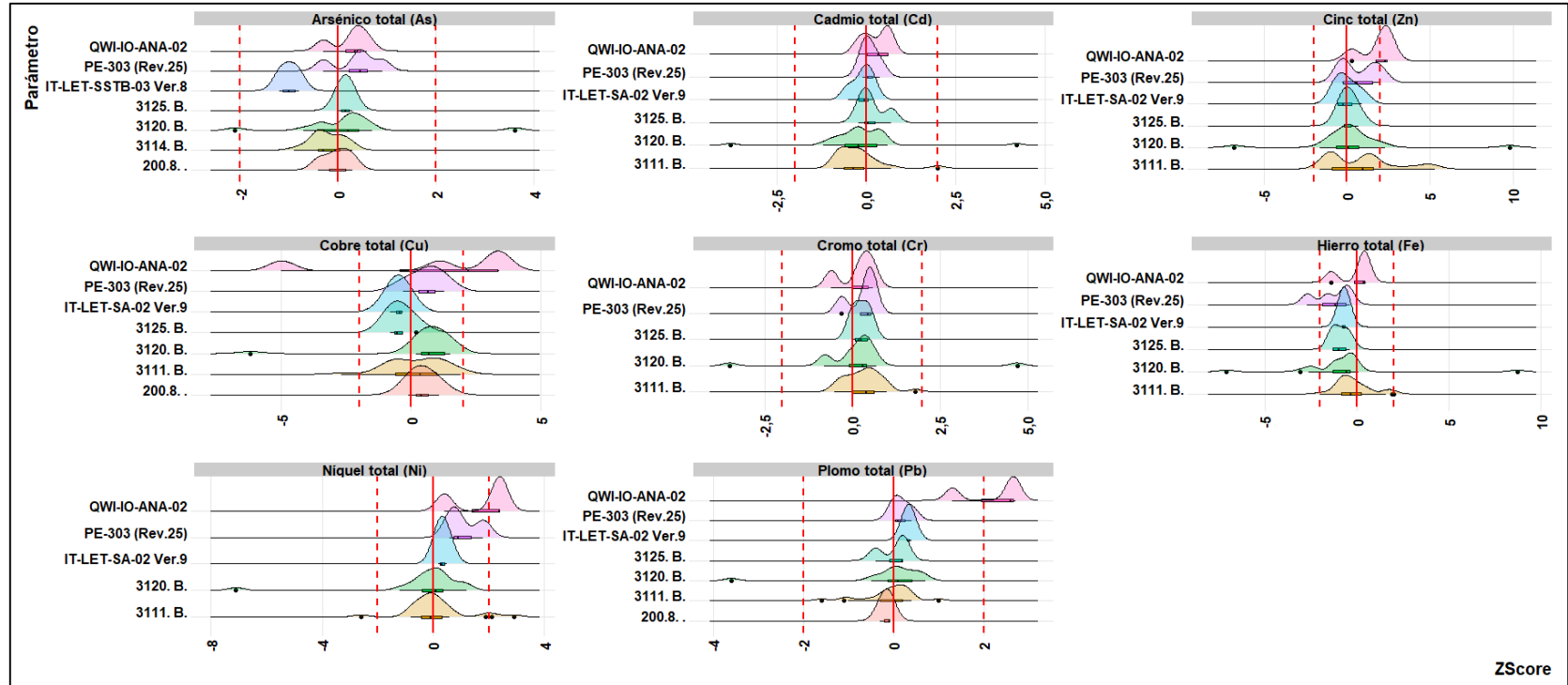
Código participante	Método	LCM	Resultado 1	U 1	Resultado 2	U 2	Resultado 3	U 3	Resultado 4	U 4	ZScore 1	ZScore 2	ZScore 3	ZScore 4	Puntaje 1	Puntaje 2	Puntaje 3	Puntaje 4	Nota
1165	SM 3111. B. 22th Ed.	0,03	1,829	0,054	4,386	0,13	NA	0,073	4,472	0,133	2,9	1,9	NA	-0,7	3	4	0	5	80
1312	IT-LET-SA-02 Ver:9	0,00003	1,62	0,09	4,11	0,23	NA	0,15	4,68	0,27	0,3	0,5	NA	0,2	5	5	0	5	100
2076	SM 3111. B. 23th Ed.	0,14	1,63	0,0489	4	0,12	NA	0,081	4,61	0,1383	0,4	0,0	NA	-0,1	5	5	0	5	100
2635	SM 3111. B. 22th Ed.	0,033	1,39	0,01	4,43	0,01	NA	0,005	4,47	0,01	-2,6	2,1	NA	-0,7	3	3	0	5	73
2985	SM 3111. B. 23th Ed.	0,018	1,652	0,02	3,967	0,02	NA	0,02	4,522	0,02	0,6	-0,2	NA	-0,5	5	5	0	5	100
3089	SM 3120. B. 23th Ed.	0,042	1,616	0,07	3,919	0,07	NA	0,07	4,58	0,07	0,2	-0,5	NA	-0,2	5	5	0	5	100
3446	SM 3111. B. 23th Ed.	0,04	1,62298	0,35	4,08	0,89	NA	0,6	4,77	1,04	0,3	0,3	NA	0,6	5	5	0	5	100
3851	SM 3120. B. 23th Ed.	0,001	1,57	0,01162	3,97	0,02938	NA	0,01983	4,66	0,03448	-0,4	-0,2	NA	0,1	5	5	0	5	100
4269	SM 3120. B. 23th Ed.	0,05	1,63	0,01	4,23	0,04	NA	0,02	4,84	0,04	0,4	1,1	NA	0,9	5	4	0	5	93
4274	QWI-IO-ANA-02	0,0001	1,7894	0,21	4,0946	0,49	NA	0,36	5,1956	0,62	2,4	0,4	NA	2,4	3	5	0	3	73
5824	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0123	1,63	0,04	4,26	0,04	NA	0,04	4,54	0,04	0,4	1,2	NA	-0,4	5	4	0	5	93
5893	SM 3111. B. 23th Ed.	0,05	1,59	0,08	4,02	0,2	NA	0,13	4,61	0,22	-0,1	0,0	NA	-0,1	5	5	0	5	100
6609	SM 3120. B. 23th Ed.	0,007	1,61601	0,02848	4,03882	0,08898	NA	0,05033	4,67169	0,10598	0,2	0,1	NA	0,2	5	5	0	5	100
7515	SM 3120. B. 23th Ed.	0,01	1526	0,015	3829	0,044	NA	0,017	4513	0,053	19.055,0	19.077,3	NA	19.474,6	0	0	0	0	0
7680	PE-303 (Rev.25)	0,00025	1,74644	0,26197	4,18666	0,628	NA	0,42312	4,75766	0,71365	1,8	0,9	NA	0,6	4	5	0	5	93
8581	SM 3111. B. 23th Ed.	0,05	1,568	0,10976	3,87	0,2709	NA	0,18669	4,45	0,3115	-0,4	-0,7	NA	-0,8	5	5	0	5	100
8738	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0318	1,61	0,06955	3,99	0,17237	NA	0,11405	4,57	0,19742	0,1	-0,1	NA	-0,3	5	5	0	5	100
9043	SM 3120. B. 23th Ed.	0,015	1,537	0,126	2,588	0,211	NA	0,301	4,362	0,356	-0,8	-7,1	NA	-1,2	5	0	0	4	60

Plomo

Código participante	Método	LCM	Resultado 1	U 1	Resultado 2	U 2	Resultado 3	U 3	Resultado 4	U 4	ZScore 1	ZScore 2	ZScore 3	ZScore 4	Puntaje 1	Puntaje 2	Puntaje 3	Puntaje 4	Nota
1165	SM 3111. B. 22th Ed.	0,03	0,826	0,017	1,914	0,04	NA	0,025	1,927	0,04	1,0	0,2	NA	-1,1	5	5	0	4	93
1312	IT-LET-SA-02 Ver:9	0,000015	0,776	0,13	1,921	0,33	NA	0,22	2,244	0,39	0,3	0,3	NA	0,4	5	5	0	5	100
2076	SM 3111. B. 23th Ed.	0,011	0,77	0,1309	1,95	0,3315	NA	0,2159	2,23	0,3791	0,3	0,4	NA	0,3	5	5	0	5	100
2635	SM 3111. B. 22th Ed.	0,033	0,63	0,014	1,85	0,005	NA	0,006	1,94	0,005	-1,6	-0,1	NA	-1,0	4	5	0	5	93
2985	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0157	0,73	0,017	1,852	0,017	NA	0,017	2,026	0,017	-0,3	-0,1	NA	-0,6	5	5	0	5	100
3089	EPA 200.8. 1994.	0,00024	0,742	0,05	1,853	0,05	NA	0,05	2,09	0,05	-0,1	-0,1	NA	-0,3	5	5	0	5	100
3446	SM 3120. B. 23th Ed.	0,01	0,8	0,14	1,99	0,35	NA	0,23	2,24	0,4	0,7	0,6	NA	0,4	5	5	0	5	100
3851	SM 3120. B. 23th Ed.	0,001	0,76	0,02006	1,92	0,05069	NA	0,03221	2,17	0,05729	0,1	0,3	NA	0,0	5	5	0	5	100
4269	SM 3120. B. 23th Ed.	0,1	0,75	0,01	1,95	0,03	NA	0,02	2,28	0,03	0,0	0,4	NA	0,6	5	5	0	5	100
4274	QWI-IO-ANA-02	0,0004	0,9476	0,13	2,1126	0,3	NA	0,22	2,7448	0,38	2,6	1,3	NA	2,7	3	4	0	3	67
5824	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0739	0,77	0,03	1,91	0,03	NA	0,03	2,19	0,03	0,3	0,2	NA	0,1	5	5	0	5	100
5893	SM 3125. B. 23th Ed.	0,01	0,768	0,06	1,79	0,13	NA	0,09	2,21	0,16	0,2	-0,4	NA	0,2	5	5	0	5	100
6609	SM 3120. B. 23th Ed.	0,015	0,7458	0,01507	1,88722	0,04392	NA	0,03999	2,18955	0,05974	-0,1	0,1	NA	0,1	5	5	0	5	100
7515	SM 3120. B. 23th Ed.	0,005	0,713	0,008	1,829	0,028	NA	0,019	2,112	0,026	-0,5	9,770,7	NA	9,767,8	5	0	0	0	33
7680	PE-303 (Rev.25)	0,00025	0,76056	0,11408	1,94778	0,29217	NA	0,19714	2,17046	0,32557	0,1	0,4	NA	0,0	5	5	0	5	100
8581	SM 3111. B. 23th Ed.	0,03	0,762	0,12192	1,915	0,3064	NA	0,20064	2,103	0,33648	0,1	0,2	NA	-0,3	5	5	0	5	100
8738	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0382	0,75	0,07065	1,86	0,17521	NA	0,11775	2,13	0,20065	0,0	-0,1	NA	-0,1	5	5	0	5	100
9043	SM 3120. B. 23th Ed.	0,03	0,723	0,056	1,204	0,093	NA	0,143	2,123	0,164	-0,4	-3,6	NA	-0,2	5	0	0	5	67

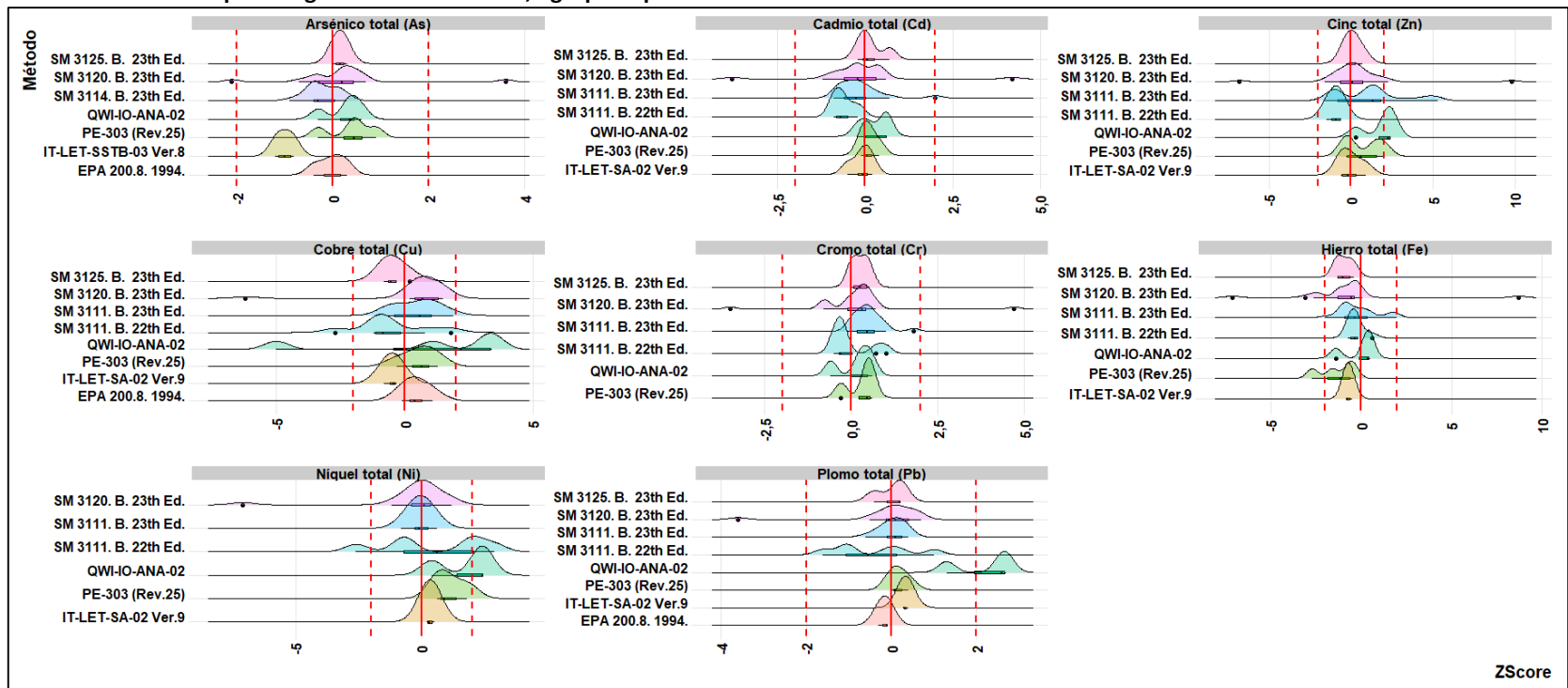
Anexo 3 – Evaluación de desempeño según método analítico

Evaluación de desempeño según método analítico, agrupado por parámetro.

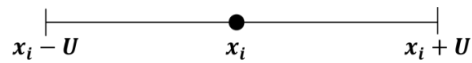
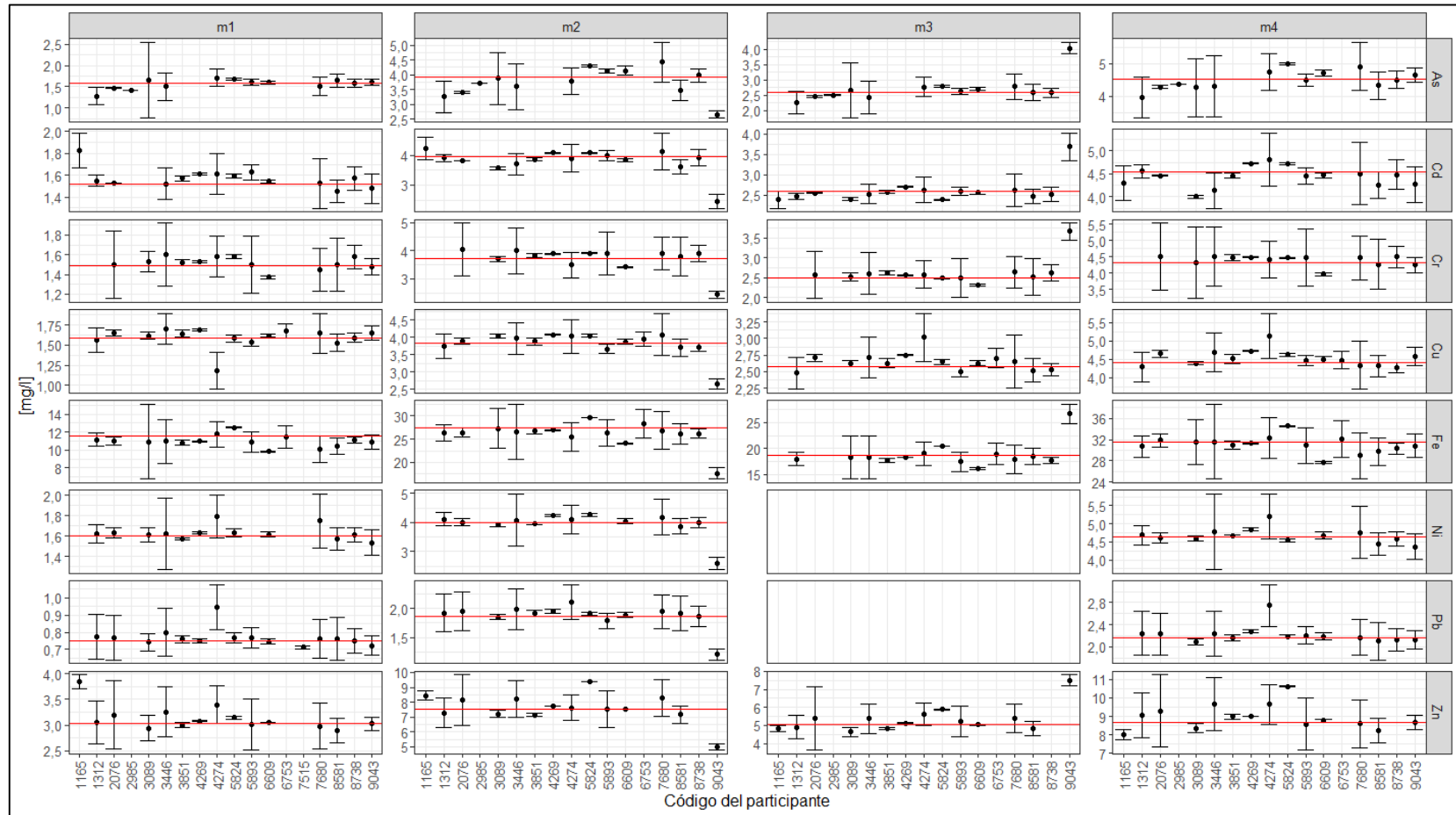


ZScore

Evaluación de desempeño según método analítico, agrupado por método.



Anexo 4 – Resultados e incertidumbre expandida (U)



— Valor Esperado (VE)

Donde,

x_i = Resultado del participante [mg/l]

U = Incertidumbre expandida de medida [mg/l]

