Informe de Ensayo de Aptitud - EA-SMA-02-22

Análisis químico de aguas residuales
(QAR)

Sección Laboratorio SMA
Departamento de Entidades Técnicas y Laboratorio
Superintendencia del Medio Ambiente

23 junio, 2023

Estado	Nombre	Cargo	Firma
Aprobado	Rodrigo Carrasco C.	Encargado (S) Sección Laboratorio SMA	
Revisado	Francisca Aparicio R.	Profesional - Encargada de Calidad – Sección Laboratorio SMA	
Elaborado	Camilo Montes M.	Profesional - Encargado de Ensayos de Aptitud – Sección Laboratorio SMA	

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

Contenidos

1. Nomenclatura **4**

2. Identificación de participantes **5**

3. Declaración de confidencialidad **6**

4. Resumen ejecutivo **7**

5. Definiciones **8**

6. Introducción **9**

7. Actividades subcontratadas **9**

8. Comité técnico de revisión **9**

9. Preparación de los ítems de ensayo **9**

10. Homogeneidad y estabilidad **10**

11. Envío de muestras y reporte de resultados **10**

12. Métodos analíticos informados **11**

13. Procedimiento de análisis estadístico de los resultados **12**

13.1. Valores esperados (VE) e Incertidumbre del VE 12

13.2. Cálculo de la Cota Z/En 12

13.3. Determinación del criterio de evaluación de desempeño del ensayo de aptitud (CEDEA) . . . 13

13.4. Determinación del puntaje por parámetro 13

13.5. Uso de decimales 14

14. Resultados **14**

14.1. Evaluación del Desempeño 14

14.2. Incertidumbre expandida de los resultados de los participantes. 18

14.3. Límites de cuantificación del método. 21

15. Conclusiones **23**

16. Comentarios y recomendaciones **24**

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

17. Referencias **26**

18. Anexos **27**

18.1. Resultados entregados por los participantes 27

18.2. Evaluación de desempeño según método de análisis utilizado 34

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

1. Nomenclatura

- **BIPM**: Bureau International des Poids et Mesures.
- **CEDEA**: criterio de evaluación de desempeño del ensayo de aptitud.
- **CV**: Coeficiente de variación.
- **D.S.**: Decreto Supremo.
- **EA**: Ensayo(s) de Aptitud.
- **ETFA**: Entidad(es) Técnica(s) de Fiscalización Ambiental.
- **ISO**: International Standarisation Organization.
- **LCM**: Límite de cuantificación del método.
- **MINSEGPRES**: Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- **MR**: Material de referencia.
- **MRC**: Material de referencia certificado.
- **PIE**: Proveedor de ítemes de ensayo.
- **SMA**: Superintendencia del Medio Ambiente.
- **U**: Incertidumbre expandida de medida.
- **u**: Incertidumbre estándar de medida.
- **VE**: Valor esperado.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

2. Identificación de participantes

Tabla 1: Lista de participantes

Código ETFA	Código participante	Razón Social	Sucursal
001-03	6640	BIODIVERSA SA	BIODIVERSA SA - BIODIVERSA LABORATORIO VIÑA DEL MAR
001-04	1105	BIODIVERSA SA	BIODIVERSA SA - BIODIVERSA LABORATORIO CONCEPCIÓN
003-01	1367	LABORATORIO HIDROLAB SA	LABORATORIO HIDROLAB S A - HIDROLAB SANTIAGO
004-01	2863	AGQ CHILE SA	AGQ CHILE SA - AGQ CHILE SA
010-01	9071	CENTRO DE ESTUDIOS,MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CESMEC S.A.	CENTRO DE ESTUDIOS, MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CESMEC S.A. - CESMEC S.A SEDE SANTIAGO
010-02	3613	CENTRO DE ESTUDIOS,MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CESMEC S.A.	CENTRO DE ESTUDIOS, MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CESMEC S.A. - CESMEC S.A SEDE CONCEPCIÓN
010-03	9266	CENTRO DE ESTUDIOS,MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CESMEC S.A.	CENTRO DE ESTUDIOS, MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CESMEC S.A. - CESMEC S.A SEDE IQUIQUE
011-01	3577	ANALISIS AMBIENTALES S A	ANALISIS AMBIENTALES S A - LABORATORIO ANAM CENTRO
013-01	5899	SILOB LABORATORIO PUERTO MONTT LTDA	SILOB LABORATORIO PUERTO MONTT LTDA - SILOB LABORATORIO PUERTO MONTT
015-01	3431	ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA	ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA - CASA MATRIZ
016-01	7798	DICTUC S.A.	DICTUC S.A. - AGUAS Y RILES
021-01	2923	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - LABORATORIO DE RECURSOS RENOVABLES
021-02	8713	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - LABORATORIO DE OCEANOGRAFÍA QUÍMICA
021-03	8523	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - LABORATORIO DE ENSAYOS EULA
022-01	8482	UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE	UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE - LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
023-01	2455	SGS CHILE LTDA SOCIEDAD DE CONTROL	SGS CHILE LTDA SOCIEDAD DE CONTROL - SANTIAGO
029-01	7442	ALS LIFE SCIENCES CHILE.S.A	ALS LIFE SCIENCES CHILE.S.A - ALS LIFE SCIENCES CHILE S.A ANTOFAGASTA
029-02	5830	ALS LIFE SCIENCES CHILE.S.A	ALS LIFE SCIENCES CHILE.S.A - ALS LIFE SCIENCES CHILE S.A SANTIAGO
039-01	4601	UNIVERSIDAD AUSTRAL	UNIVERSIDAD AUSTRAL - LABORATORIO DE ALIMENTOS Y AGUAS
058-01	7706	SERVICIOS DE INSPECCION AMBIENTAL AIRTESTLAB SPA	SERVICIOS DE INSPECCION AMBIENTAL AIRTESTLAB SPA - AIRTESTLAB SPA

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

3. Declaración de confidencialidad

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

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

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

4. Resumen ejecutivo

El presente Ensayo de Aptitud (EA) de análisis químico de metales totales (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn y Zn) en aguas residuales, contó con la participación de 20 laboratorios ambientales autorizados por la SMA como Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA). El objetivo del presente EA es evaluar el desempeño técnico de las ETFA autorizadas, en el contexto de la fiscalización y seguimiento que realiza la SMA a dichas entidades.

Este reporte, presenta un total de 228 resultados evaluados, de los cuales el 85 % presenta un desempeño satisfactorio. Algunos participantes reportan límites de cuantificación del método (LCM) mayores al Valor Esperado (VE) y otros, resultados menores al LCM informado. El 91 % de estos resultados presenta una incertidumbre menor o igual al 20 %.

19 resultado(s) fue(ron) determinado(s) a partir de un método no autorizado.

Con el fin de disponer de datos confiables, que aseguren la correcta toma de decisiones, es necesario establecer objetivos de calidad de los datos, complementarios al desempeño de las mediciones y análisis de las ETFA, principalmente respecto de LCM e incertidumbre asociados al nivel regulatorio. En ese sentido, es importante definir una "incertidumbre objetivo" asociada a los resultados reportados (especialmente para valores reportados cercanos al valor normado), con el fin de realizar una adecuada evaluación de la conformidad de las normas ambientales.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

5. 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.

- **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.

- **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.

- **Inspector Ambiental (IA):** Persona natural autorizada por la Superintendencia responsable de las actividades de inspección; verificación; medición, y análisis, incluido el muestreo, según el alcance de la autorización otorgada la Superintendencia, conforme lo dispuesto en el reglamento ETFA y a las instrucciones de carácter general y obligatorio que dicte al efecto..

- **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 Ensayo de Aptitud.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

6. Introducción

El objetivo del presente Ensayo de Aptitud (EA) es evaluar el desempeño analítico de las ETFA autorizadas para análisis químico de metales totales en aguas residuales.

La Superintendencia del Medio Ambiente, a través de la Sección Laboratorio SMA del Departamento de Entidades Técnicas y Laboratorio, ha desarrollado el presente Ensayo de Aptitud (EA-SMA-02-22) del tipo Análisis Químico de Aguas Residuales (QAR), dirigido a ETFA.

La realización de Ensayos de Aptitud a las ETFA, ha sido establecida de manera regular y sistemática, para verificar el desempeño analítico de éstas, 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 Ensayos de Aptitud 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 Ensayos de Aptitud, según los criterios que para ello defina.

La ejecución del presente EA fue realizada según lo descrito en el documento Protocolo para los Ensayos de Aptitud para Aguas con presencia de Contaminantes (EA-PRO-013). La SMA se encuentra acreditada como "Proveedor de Ensayos de Aptitud" bajo la norma ISO/IEC17043[1].

7. 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/IEC17043. Los ítems de ensayo utilizados son del tipo MR, elaborados bajo las exigencias de la norma ISO17034 y adquiridos al Instituto Finlandés del Medio Ambiente (Suomen ympäristökeskus – SYKE), en el marco del memorando de entendimiento entre ambas instituciones.

8. Comité técnico de revisión

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

- Encargado (S) Sección Laboratorio SMA.
- Encargado de Ensayos de Aptitud, Sección Laboratorio SMA.
- Encargada de Calidad, Sección Laboratorio SMA.
- Profesional del Departamento de Entidades Técnicas y Laboratorio.

9. 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, en la matriz agua residual industrial.

El rango de concentraciones de los ítems de ensayo fue establecido dentro del intervalo de concentración acreditado de la SMA y aquellos valores incluidos en el D.S. N° 90/2000 del MINSEGPRES.

[1] https://www.scc.ca/en/accreditation/proficiency-testing-providers/superintendencia-del-medio-ambiente-0

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

La información relativa a los ítems de ensayo se resume en la Tabla 2:

Tabla 2: Información de los ítems de ensayo utilizados en el presente Ensayo de Aptitud.

Muestra	Parámetros	Tipo de contenedor	Vol	Preservación	Fecha de preparación	Fecha de expiración	Matriz
#1	Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn y Zn.	Nalgene HDPE	250 [ml]	1,25 ml conc. HNO_3/250 [ml]	08-12-2021	31-12-2022	Agua residual industrial

Trazabilidad del valor esperado (VE)

En el caso de 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; esto no aplica para el caso del Valor Esperado por consenso.

10. Homogeneidad y estabilidad

La Homogeneidad y Estabilidad de las muestras es evaluada por la SYKE, PIE subcontratado para la elaboración de las muestras, e informada a la SMA.

Para el Ensayo de Aptitud EA-SMA-02-22 la homogeneidad y estabilidad de las muestras se certifica mediante el documento SYKE-2021-1269, del 08 de diciembre de 2021.

Los resultados del certificado para la evaluación de la homogeneidad y estabilidad de las muestras, concluye que todas ellas cumplen con los criterios del PIE, que elabora materiales de referencia basado en los requisitos de la norma ISO 17034.

11. Envío de muestras y reporte de resultados

Los participantes tuvieron un plazo de aproximadamente 4 semanas para la ejecución de los ensayos y el reporte de los resultados a la SMA, de acuerdo al siguiente cronograma:

- Envío de muestras a los laboratorios: 10 de agosto de 2022
- Fecha límite para envío de resultados: 07 de septiembre de 2022

Las muestras, luego de recibidas en Chile, fueron distribuidas por la Sección Laboratorio SMA a los laboratorios participantes.

Los analitos evaluados correspondieron a metales totales. Los resultados solicitados a los participantes en este Ensayo de Aptitud, 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), el límite de cuantificación del método (LCM) y la incertidumbre expandida de medida (U).

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

12. Métodos analíticos informados

Según lo establecido en las instrucciones del presente EA, los métodos analíticos aceptados corresponden a todos aquellos autorizados por la SMA para análisis de metales totales en aguas residuales, priorizando entre aquellos normalizados; en caso de que un participante no tuviera métodos normalizado autorizados debía participar con sus métodos propios autorizados. Se especificó que si la ETFA está autorizada para ambos, debería elegir uno de ellos.

Los métodos analíticos utilizados en el EA, informados por los participantes, se presentan en la Tabla 3:

Tabla 3: Métodos de análisis utilizados.

Método	Al	As	Cd	Zn	Cu	Cr	Sn	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Se
Método propio	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
NCh2313/10.Of96.	0	0	6	6	8	6	0	6	7	1	6	5	0
NCh2313/13.Of98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
NCh2313/25.Of97.	8	3	7	6	6	6	7	8	7	8	7	7	3
NCh2313/30.Of99.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
NCh2313/9.Of96.	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SM 3111. B. 23th Ed.	0	0	1	2	1	2	3	1	1	0	1	1	0
SM 3111. D. 23th Ed.	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
SM 3114. B. 23th Ed.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SM 3120. B. 23th Ed.	2	1	2	2	2	1	0	2	1	1	2	2	2
SM 3125. B. 23th Ed.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

13. 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 e incertidumbre del VE.
3. Cálculo de la desviación estándar del EA
4. Cálculo de la Cota Z
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 caso del presente EA, la cantidad de datos válidos disponibles (después de identificar datos atípicos para parámetros con 20 resultados), es menor a 20, por lo que finalmente los VE se obtuvieron a partir del valor de preparación informado por el PIE.

13.1. Valores esperados (VE) e Incertidumbre del VE

El "Valor Esperado" corresponde al "Valor de Preparación", informado en el documento SYKE-2021-1269. La incertidumbre estándar del VE (u), fue obtenida a partir de la incertidumbre expandida del VE (U) informada en el documento señalado.

La Tabla 4 muestra ambos valores:

Tabla 4: Valor Esperado (VE) e incertidumbre expandida (U) en [mg/l]

Parametro	VE	u(VE)	U(VE)	U(VE) [%]
Aluminio total (Al)	4,20	0,055	0,11	2,6
Arsénico total (As)	0,0547	0,00045	0,00090	1,6
Cadmio total (Cd)	0,00831	0,000070	0,00014	1,7
Cinc total (Zn)	3,08	0,060	0,12	3,9
Cobre total (Cu)	0,845	0,010	0,020	2,4
Cromo total (Cr)	4,15	0,055	0,11	2,7
Estaño total (Sn)	0,511	0,0080	0,016	3,1
Hierro total (Fe)	5,63	0,12	0,24	4,3
Manganeso total (Mn)	0,853	0,0075	0,015	1,8
Molibdeno total (Mo)	0,947	0,00014	0,00029	0,0
Níquel total (Ni)	0,549	0,0060	0,012	2,2
Plomo total (Pb)	0,0326	0,00025	0,00050	1,5
Selenio total (Se)	0,0313	0,00040	0,00080	2,6

El proceso para 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 (QAC) y Química de Aguas Residuales (QAR) - AST-PRO-013.

13.2. Cálculo de la Cota Z/En

Para la evaluación de desempeño se utilizó la Cota Z, calculándola mediante la Ecuación (1):

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

$$CotaZ = \frac{X - VE}{\sigma_{EA}} \tag{1}$$

Donde :

- X= Resultado del Laboratorio;
- VE= Valor Esperado;
- σ_{EA}= Desviación estándar del ensayo de aptitud.

13.3. Determinación del criterio de evaluación de desempeño del ensayo de aptitud (CEDEA)

El criterio de evaluación de desempeño del EA (CEDEA), corresponde a la desviación estándar del ensayo de aptitud, calculada de la siguiente manera a partir del modelo de Horwitz (Ecuación (2)):

$$\sigma_R \begin{cases} 0,22c, & c < 1,2 \cdot 10^{-7} \\ 0,02c^{0,8495}, & 1,2 \cdot 10^{-7} \leq c \leq 0,138 \\ 0,01c^{0,5}, & c > 0,138 \end{cases} \tag{2}$$

Donde, - σ_R = desviación estándar de reproducibilidad de Horwitz - c = fracción másica de las especies químicas a ser determinadas: 0 ≤ c ≤ 1.

La desviación estándar del EA se presenta en la Tabla 5, con $\sigma_R = \sigma_{EA}$:

Tabla 5: Desviación estándar del Ensayo de Aptitud (Criterio de Evaluación de Desempeño del EA - CEDEA)

Parámetro	σ_{EA} **[mg/l]**	σ_{EA} %
Aluminio total (Al)	0,541	12,9
Arsénico total (As)	0,012	21,9
Cadmio total (Cd)	0,002	24,1
Cinc total (Zn)	0,416	13,5
Cobre total (Cu)	0,139	16,4
Cromo total (Cr)	0,536	12,9
Estaño total (Sn)	0,090	17,6
Hierro total (Fe)	0,694	12,3
Manganeso total (Mn)	0,140	16,4
Molibdeno total (Mo)	0,153	16,2
Níquel total (Ni)	0,096	17,5
Plomo total (Pb)	0,007	21,5
Selenio total (Se)	0,007	22,4

13.4. Determinación del puntaje por parámetro

No aplica a este ensayo de aptitud, por tratarse de una sola muestra.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

13.5. Uso de decimales

El "Valor Esperado" se obtiene de los certificados de homogeneidad y estabilidad entregado 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 6.

Tabla 6: Uso de decimales.

Valor Esperado	σ_{EA}
3.500	0.500
0.463	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.

14. Resultados

14.1. Evaluación del Desempeño

El desempeño de los laboratorios se calculó a partir de la ZScore (Cota Z) obtenida en el Ensayo de Aptitud.

En el caso de que un participante no haya enviado sus resultados, siendo notificado por la SMA para participar en el ensayo y, por lo tanto, estando autorizado para realizar los análisis correspondientes, es calificado de manera insatisfactoria para aquellos parámetros no informados.

Los participantes deben obtener una Cota Z entre -2 y 2 para la evaluación satisfactoria de los parámetros evaluados. Aquellos participantes que utilizaron un método distinto al requerido, fueron calificados con un desempeño insatisfactorio y no son parte de la evaluación de desempeño cuantitativa (Cota Z) presentada en este punto.

Se consideran los siguientes criterios para calificar de manera insatisfactoria la participación de una ETFA en el EA:

- Cota Z es menor a -2 y mayor a 2.
- Se informa un resultado como "<LCM", pero VE $\geq$ LCM.
- Un participante no utiliza un método de análisis válido para el EA.
- Un participante no reporta un resultado.
- Resultado reportado es menor al LCM reportado.

La Tabla 7, presenta un resumen de la evaluación de desempeño.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

Tabla 7: Resumen de la evaluación de desempeño

Parametro	n	VE [mg/l]	U(VE) [mg/l]	U(VE) [%]	Res. Mín [mg/l]	Res. Máx [mg/l]	Res. Promedio [mg/l]	s [mg/l]	CV [%]	ETFA Satisf.	[%] ETFA Satisf.
Aluminio total (Al)	18	4,20	0,11	2,6	3,67	4,94	4,1976	0,3348	8	18	100
Arsénico total (As)	14	0,0547	0,00090	1,6	0,036	0,055	0,0458	0,0062	13	14	100
Cadmio total (Cd)	14	0,00831	0,00014	1,7	0,006	0,161	0,0204	0,0408	200	12	86
Cinc total (Zn)	17	3,08	0,12	3,9	2,74	4,687	3,1103	0,4276	14	16	94
Cobre total (Cu)	18	0,845	0,020	2,4	0,794	1,002	0,8657	0,0542	6	18	100
Cromo total (Cr)	15	4,15	0,11	2,7	3,858	4,7	4,2567	0,2631	6	15	100
Estaño total (Sn)	9	0,511	0,016	3,1	0,39	0,8055	0,5544	0,1597	29	7	78
Hierro total (Fe)	18	5,63	0,24	4,3	5,09	6,509	5,7725	0,3324	6	18	100
Manganeso total (Mn)	17	0,853	0,015	1,8	0,7885	1,014	0,8586	0,0668	8	17	100
Molibdeno total (Mo)	15	0,947	0,00029	0,0	0,777	1,211	0,8855	0,1035	12	15	100
Níquel total (Ni)	17	0,549	0,012	2,2	0,5	0,677	0,5650	0,0538	10	17	100
Plomo total (Pb)	11	0,0326	0,00050	1,5	0,02	0,095	0,0500	0,0289	58	7	64
Selenio total (Se)	14	0,0313	0,00080	2,6	0,01	0,504	0,0602	0,1280	213	12	86

Nota:
s = Desviación estándar

Los resultados del EA muestran una leve tendencia a la subestimación de los valores esperados (VE), con pocos resultados fuera del intervalo satisfactorio, tal como se observa en la Figura 1. En dicha figura se muestran los resultados por participante, de acuerdo a la Cota Z obtenida; en los casos en que la Cota Z sea mayor o menor a la escala del gráfico, se indicará con el valor de dicha Cota en rojo. Si la Cota Z es igual a 0, se mostrará el valor 0 en azul.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

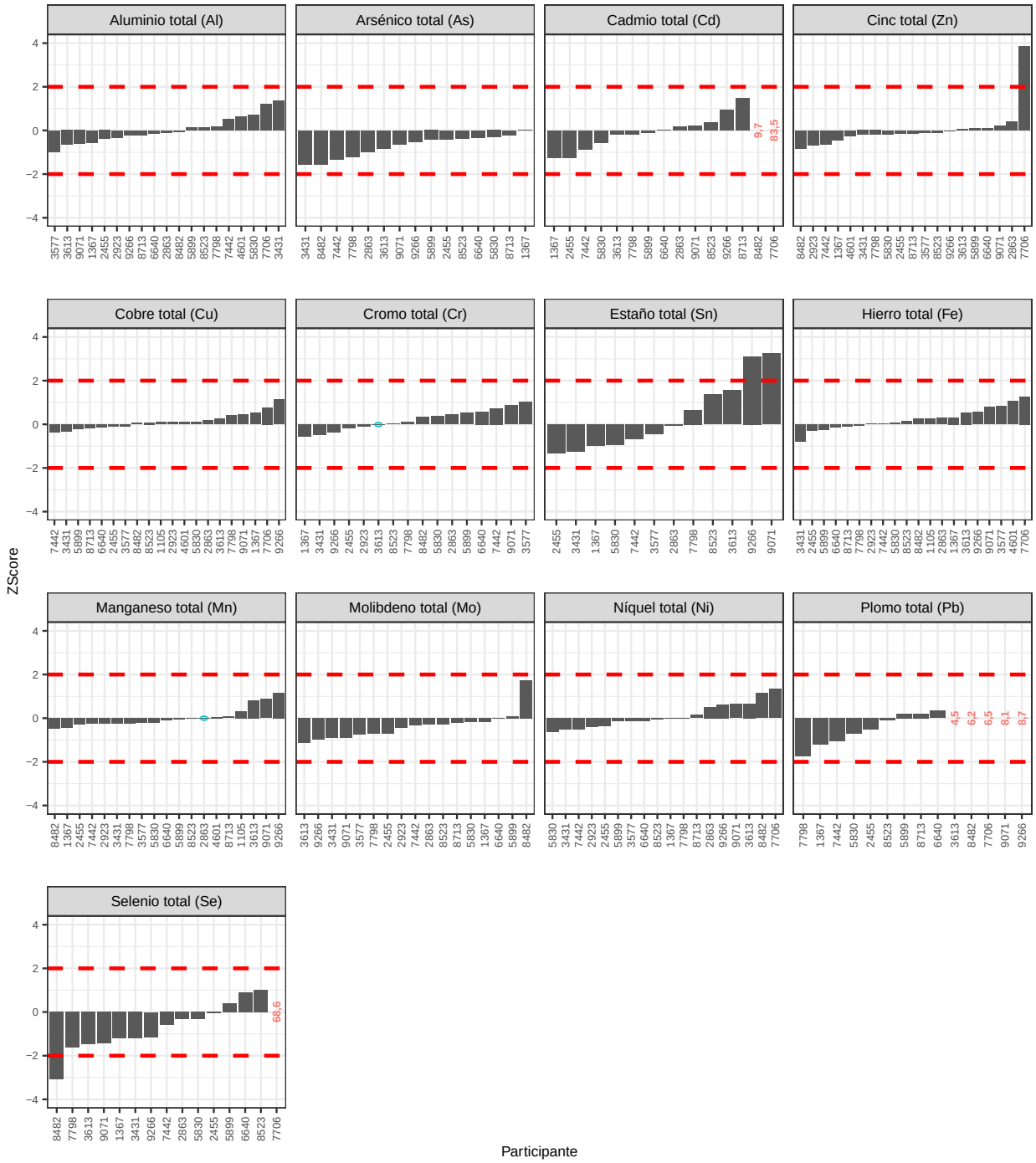

Figura 1: Evaluación de desempeño EA-SMA-02-22

Los resultados de la evaluación de desempeño presentada en la Tabla 8, se interpretan de la siguiente manera:

- -2 $\leq$ Cota Z $\leq$ 2: Satisfactorio

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

- Cota Z < -2 y Cota Z > 2: Insatisfactorio

La Tabla 8 presenta la evaluación final del desempeño de los participantes, considerando además del criterio Cota Z, los criterios cualitativos indicados anteriormente:

Tabla 8: Evaluación de desempeño EA-SMA-02-22 - Cota Z

Participante	Al	As	Cd	Zn	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Sn	[%]
1105						0.11	0.27	0.32						100
1367	-0.56	0.02	-1.26	-0.44	-0.54	0.51	0.31	-0.44	-0.16	-0.01	-1.2	-1.21	-1	100
2455	-0.39	-0.39	-1.26	-0.14	-0.17	-0.09	-0.27	-0.28	-0.69	-0.37	-0.5	-0.04	-1.34	100
2863	-0.09	-0.97	0.16	0.39	0.45	0.18	0.28	0	-0.29	0.5	*****	-0.33	-0.04	100
2923	-0.31		*****	-0.67	-0.09	0.11	0.01	-0.24	-0.44	-0.41	*****			100
3431	1.37	-1.55	*	-0.19	-0.47	-0.32	-0.78	-0.24	-0.9	-0.51	*****	-1.21	-1.23	92
3577	-0.98	*	*****	-0.1	1.03	-0.09	0.82	-0.22	-0.77	-0.12	*****	*****	-0.45	90
3613	-0.65	-0.83	-0.17	0.05	0	0.27	0.54	0.83	-1.11	0.67	****	-1.47	****	85
4601	0.63			**		**	**	**						20
5830	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0
5899	0.13	-0.42	-0.11	0.1	0.52	-0.22	-0.26	-0.07	**	-0.14	0.2	0.39		92
6640	-0.15	-0.32	-0.01	0.1	0.58	-0.15	-0.14	-0.1	-0.02	-0.12	0.33	0.91		100
7442	0.51	-1.33	-0.88	-0.64	0.73	-0.37	0.03	-0.26	-0.33	-0.51	****	-0.6	**	85
7706	1.21		83.52	3.86		0.77	1.27			1.33	6.47	68.65		50
7798	0.18	-1.22	-0.17	-0.19	0.09	0.4	-0.04	-0.24	-0.7	0.01	-1.76	-1.64	0.65	100
8482	-0.06	-1.55	9.68	-0.82	0.32	0.07	0.26	-0.46	1.73	1.14	6.19	-3.09		75
8523	0.13	-0.37	0.38	-0.1	0.04	0.08	0.14	-0.03	-0.27	-0.04	-0.08	1	1.36	100
8713	-0.21	-0.22	1.47	-0.14		-0.17	-0.11	0.07	-0.22	0.15	0.2			100
9071	-0.62	-0.64	0.21	0.2	0.88	0.46	0.8	0.88	-0.89	0.64	8.14	-1.44	3.26	85
9266	-0.22	-0.52	0.92	-0.02	-0.37	1.13	0.57	1.15	-0.97	0.63	8.7	-1.15	3.11	85

Notas:

Espacios en blanco corresponden a resultados no informados.

[%]: Porcentaje de resultados satisfactorios

* Informa Resultado como '<LCM', pero VE >LCM

** Participante no utiliza un método válido

*** Participante no reporta resultado

**** LCM es mayor al resultado informado

***** Participante informa que resultado es menor a LCM reportado (no se evalúa desempeño)

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

14.2. Incertidumbre expandida de los resultados de los participantes.

La incertidumbre de medida caracteriza la dispersión de los valores que podrían contener el valor esperado (o valor verdadero buscado en una medición o análisis). Los resultados presentados por los participantes representan la mejor estimación del valor esperado.

A los participantes se les solicitó informar sus resultados con las incertidumbres expandidas de medida (U), utilizando un factor k=2, para un nivel de confianza del 95 % del intervalo informado:

$x_i \pm U$

Donde,

x_i = Resultado del participante [mg/l]

U = Incertidumbre expandida con un nivel de confianza del 95 % [mg/l]

La Tabla 9 resume los valores de incertidumbre expandida informados por los participantes:

Tabla 9: Incertidumbre de medida (U)

Parametro	n	U Mín [mg/l]	U Máx [mg/l]	Promedio U [mg/l]	U Mín [%]	U Máx [%]	s U [%]
Aluminio total (Al)	18	0,01	0,815	0,201	0,2	21,1	1,0
Arsénico total (As)	14	0,00035	0,01	0,003	0,7	27,8	1,0
Cadmio total (Cd)	14	8e-06	0,01	0,002	0,1	40,0	1,7
Cinc total (Zn)	17	0,01	0,62	0,159	0,4	20,0	1,0
Cobre total (Cu)	18	0,004	0,11	0,040	0,5	13,5	0,8
Cromo total (Cr)	15	0,01	2,49	0,292	0,2	60,0	2,1
Estaño total (Sn)	10	0,0065	0,4	0,072	1,0	85,1	1,6
Hierro total (Fe)	18	0,0058	0,704	0,291	0,1	12,1	0,8
Manganeso total (Mn)	17	9e-04	0,0771	0,031	0,1	9,6	0,8
Molibdeno total (Mo)	15	0,0011	0,131	0,043	0,1	16,2	0,9
Níquel total (Ni)	17	0,004	0,133	0,031	0,7	21,8	1,0
Plomo total (Pb)	13	0,00084	0,0715	0,014	2,6	75,3	1,6
Selenio total (Se)	14	2e-04	0,05	0,005	0,9	42,0	2,6

[1] n corresponde al total de participantes que utilizaron alguno de los métodos requeridos en las instrucciones del EA.

[2] El 'U [%]' expresa la incertidumbre expandida relativa, respecto del resultado informado por los participantes.

La Figura 2 presenta la distribución de las incertidumbres relativas para los resultados presentados en el presente EA.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

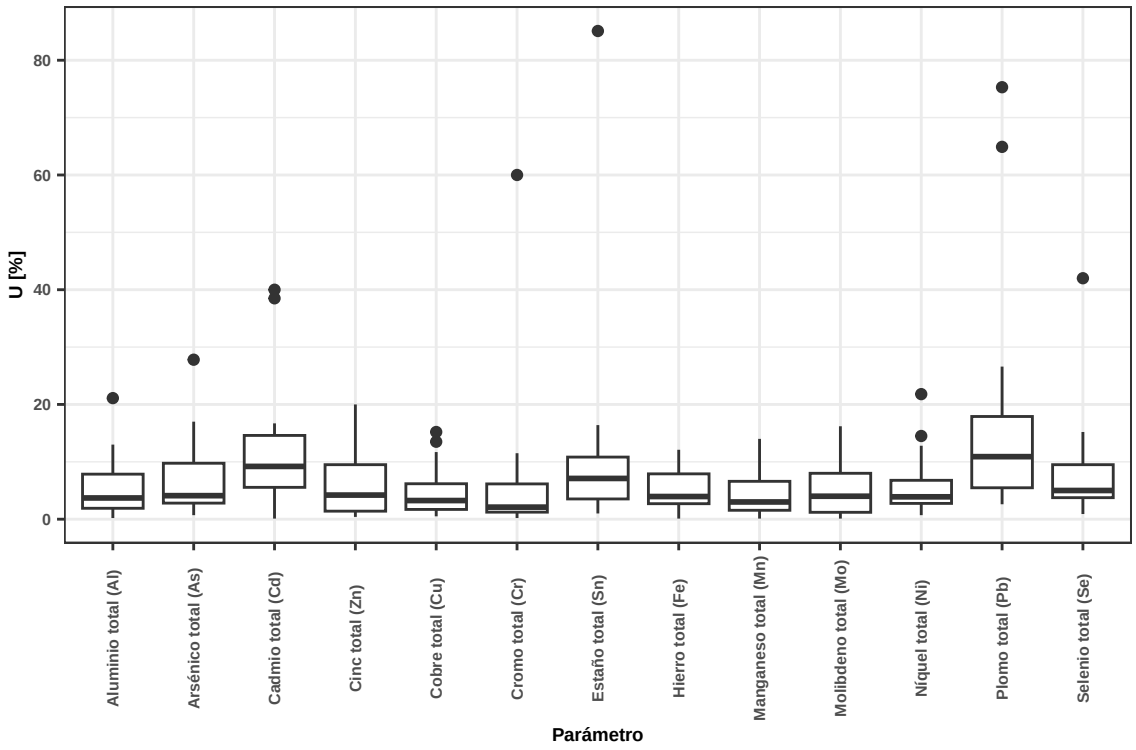

Figura 2: Distribución de la incertidumbre expandida de medida (U)

Las siguientes gráficas muestran los resultados informados por los participante con sus incertidumbres expandidas, solo en aquellos casos en los que se utilizaron los métodos especificados en las instrucciones del ensayo de aptitud. Estos resultados son comparados con el VE y la incertidumbre expandida de dicho valor esperado.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

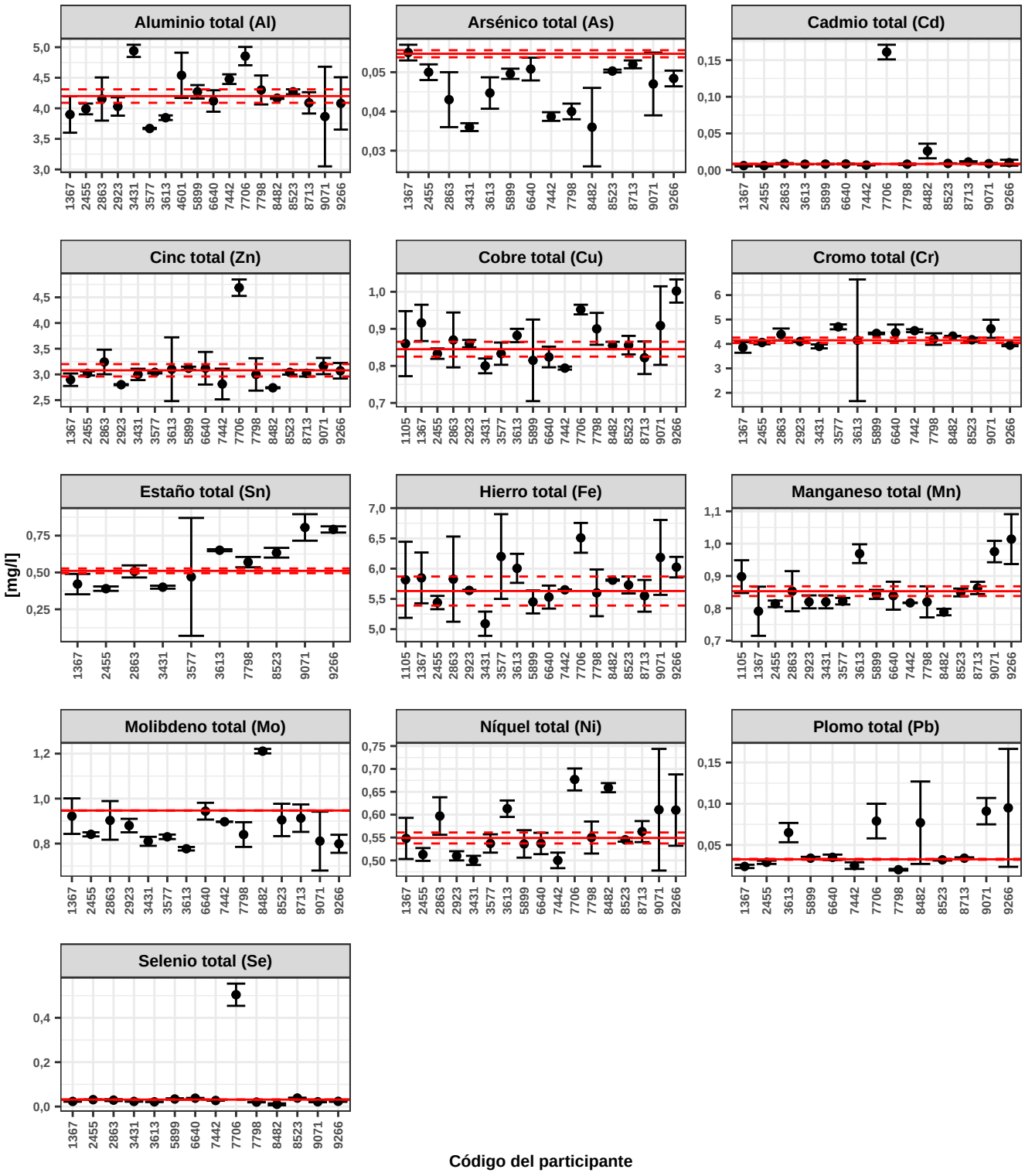

Figura 3: Resultados e incertidumbre expandida de medida (U).

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

14.3. Límites de cuantificación del método.

Todos los participantes informaron los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado. Las siguientes tablas y gráficos muestran los LCM informados, según los parámetros y métodos utilizados.

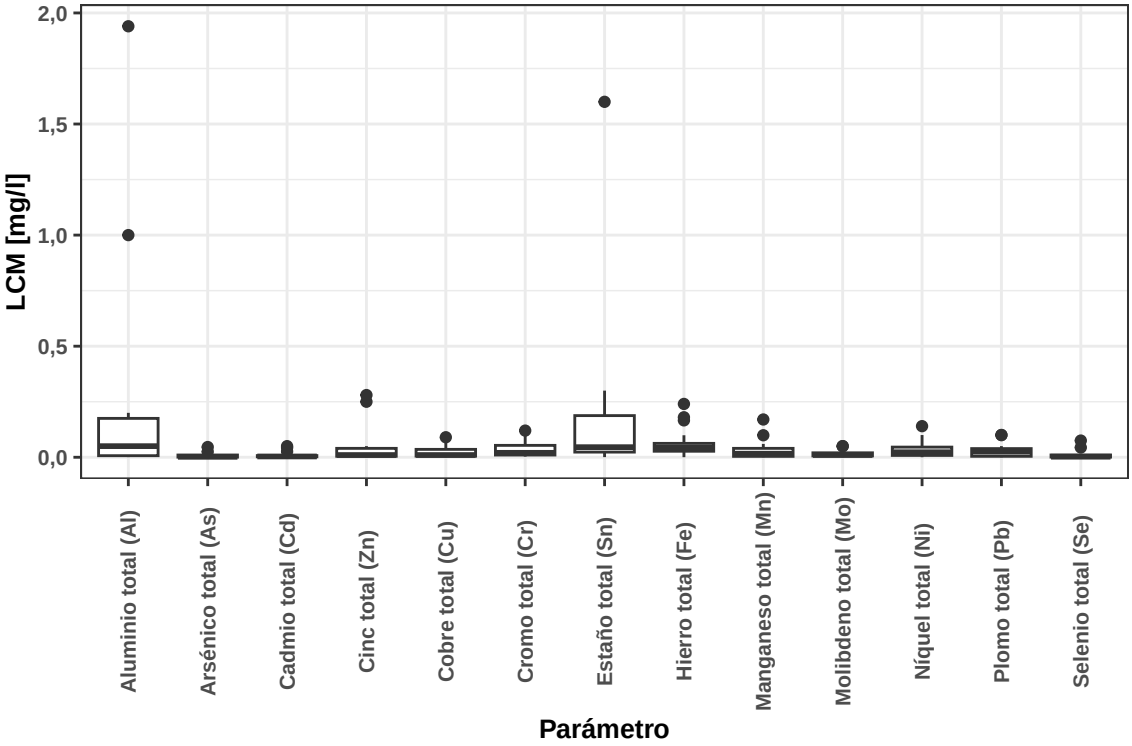

Figura 4: Límites de cuantificación del método reportados.

La siguiente tabla presenta un resumen de los LCM informados y reporta la cantidad de reportes con LCM mayores a los resultados y con LCM mayores a los VE. En ella se observa que para 2 parámetros, se reportaron resultados menores al LCM (los resultados analíticos deben ser iguales o mayores al LCM informado) y 2 parámetros con LCM mayores al VE.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

Tabla 10: Límite de cuantificación del método, [mg/l]

Parametro	n	Mín	Máx	Media	s	LCM>Resultado
Aluminio total (Al)	19	7e-04	1,940	0,22	0,47	0
Arsénico total (As)	15	3e-04	0,025	0,01	0,01	0
Cadmio total (Cd)	15	0e+00	0,026	0,00	0,01	0
Cinc total (Zn)	19	2e-04	0,280	0,04	0,08	0
Cobre total (Cu)	20	1e-04	0,090	0,02	0,02	0
Cromo total (Cr)	16	3e-03	0,120	0,04	0,04	0
Estaño total (Sn)	12	5e-04	1,600	0,22	0,45	1
Hierro total (Fe)	20	2e-04	0,240	0,06	0,06	0
Manganeso total (Mn)	19	0e+00	0,170	0,03	0,04	0
Molibdeno total (Mo)	17	2e-04	0,050	0,02	0,02	0
Níquel total (Ni)	18	0e+00	0,140	0,03	0,04	0
Plomo total (Pb)	14	0e+00	0,100	0,02	0,03	2
Selenio total (Se)	15	3e-04	0,075	0,01	0,02	0

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

15. Conclusiones

Evaluación de desempeño

El 85 % de los resultados informados presentaron un desempeño satisfactorio.

Un 62 % de los parámetros evaluados a partir de la Cota Z, presentó a todas la ETFA con desempeños satisfactorios. El parámetro con el menor porcentaje de resultados satisfactorios es el Plomo total (Pb).

Un 42 % de los resultados evaluados cuantitativamente son mayores al VE, mientras que un 57 % de los resultados evaluados cuantitativamente son menores al VE. Solo 2 resultado(s) presenta(n) un valor de Cota Z igual a 0, correspondiente al 1 % de los resultados evaluados.

Límites de cuantificación del método (LCM)

Se reportaron 3 resultados con LCM mayores al VE.

Uso de métodos requeridos.

Como el objetivo del presente EA es evaluar a todas las ETFA autorizadas en análisis de metales totales para aguas residuales, se requirió el uso de métodos autorizados por la SMA, para la participación en el EA. De los resultados informados, 19 resultado(s) fue(ron) determinado(s) a partir de un método no autorizado.

Incertidumbre

El 94 % de los resultados presenta una incertidumbre expandida menor o igual al 20 %. De los resultados, un 2 % informó una incertidumbre mayor al 50 % de su resultado.

Una incertidumbre que se encuentre dentro de los intervalos objetivo que defina el ente regulador, podría reducir la probabilidad de tomar una decisión incorrecta de evaluación de conformidad. Asimismo, permitirá evaluar con una alta confianza la conformidad de la norma, así como la efectividad de las medidas de control implementadas por el regulado. De la misma manera, permitirá entregar información confiable para el diseño regulatorio.

Por otra parte, altas incertidumbres aumentarán la probabilidad de tomar una decisión incorrecta, ya sea respecto de declarar que un titular cumple con la norma, como de declarar que no cumple con ella; de la misma manera, generará dudas respecto de los valores que se utilizan en el diseño regulatorio.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

16. Comentarios y recomendaciones

Evaluación de desempeño

A pesar del buen desempeño de los participantes, se hace necesario establecer requerimientos de desempeño a las mediciones y análisis, con el fin de disponer de datos confiables que aseguren la correcta toma de decisiones.

Se recomienda que aquellas ETFA que obtuvieron una calificación cercana al límite de la evaluación insatisfactoria, revisen y evalúen las posibles causas de tales resultados, a fin de implementar las medidas que correspondan.

Asimismo, aquellas ETFA que presentan desempeños por debajo del nivel mínimo aceptable (calificación insatisfactoria), deben realizar un análisis de causa de su bajo desempeño, a fin de implementar las correspondientes acciones correctivas.

Límites de cuantificación

Es necesario que el titular se asegure de que los métodos utilizados sean los adecuados para realizar los análisis que se requieren; vale decir que los métodos utilizados para informar un valor de concentración de contaminantes, cuenten con un LCM menor al valor normado.

Por otra parte, las ETFA deben asegurarse de informar resultados dentro del intervalo de medida del método y no valores por debajo del LCM.

Uso de métodos requeridos

Como el objetivo del presente EA es evaluar a todas las ETFA autorizadas en análisis de metales totales para aguas residuales, se requirió el uso de métodos autorizados por la SMA, para la participación en el EA. El criterio de priorización de métodos fue: (i) métodos normalizados; (ii) métodos propios, solo si la ETFA no cuenta con métodos normalizados autorizados. Métodos autorizados por la SMA, no incluidos en el D.S. N° 90/2000 de Minsegpres, han presentado resultados satisfactorios.

Incertidumbre de medida

Se recomienda definir incertidumbres objetivo para la evaluación de los resultados analíticos, de manera de asegurar que estos cumplen con un estándar de confianza mínima que permita evaluar la conformidad de la norma.

Asimismo, se recomienda a las ETFA realizar una revisión de la aplicación de los métodos y cálculo de incertidumbres, aunque su incertidumbre de medida sea menor a un 20 % de los resultados informados.

La incertidumbre de medida de la ETFA, así como la incertidumbre objetivo, representan un importante rol en la evaluación de la conformidad. El 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.

La siguiente figura, 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 resultados analíticos o valores medidos (triángulos), tomando en cuenta el verdadero valor del contaminante presente en la matriz ambiental (círculos verdes):

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

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

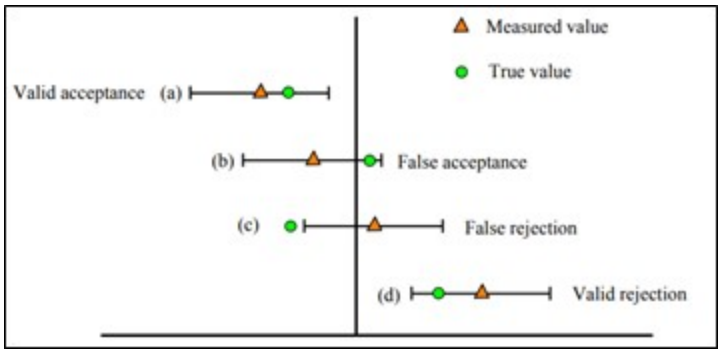

Figura 5: Rol de la incertidumbre en la evaluación de la conformidad[2].

Nota: Este informe modifica y reemplaza al emitido con fecha 15/12/2022. Se corrige la evaluación del participante 4601, 5899 y 7442, en cuanto al uso de métodos autorizados. Asimismo, por lo anterior se corrige la evaluación del participante 7442 respecto de la evaluación del Pb total en relación al LCM junto con el valor reportado.

Por tanto, se actualiza la tabla N° 8 respecto de los resultados globales por participante.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

17. Referencias

- ISO 13528:2015. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons. ISO.
- AST-PRO-013 Versión 15. Protocolo para los Ensayos de Aptitud para Aguas con presencia de Contaminantes . Área de Autorización y Seguimiento a Terceros, Departamento de Análisis Ambiental de la SMA.
- AST-REG-010 Versión 07. Confidencialidad de Ensayos de Aptitud. Área de Autorización y Seguimiento a Terceros, Departamento de Análisis Ambiental de la SMA.
- Interlaboratory Proficiency Test 11/2019. Metals in waste waters. SYKE, 2019.
- Recomendaciones de calidad de la información a ingresar en los registros de calidad del agua para la gestión ambiental. Límites de determinación, incertidumbres y tiempos y métodos de almacenamiento de analitos en agua. - 2da edición revisada. SYKE, 2016. (Versión en Finés).
- Evaluation of measurement data – The role of measurement uncertainty in conformity assessment. BIPM, 2012.
- "R. Bettencourt da Silva, A. Williams (Eds), Eurachem/CITAC Guide: Setting and Using Target Uncertainty in Chemical Measurement, (1st ed. 2015). Disponible en www.eurachem.org."

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

18. Anexos

18.1. Resultados entregados por los participantes

Tabla 11: Aluminio total (Al)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1367	NCh2313/25.Of97.	0,0300	3,899	0,2980
2455	NCh2313/25.Of97.	0,0500	3,990	0,0880
2863	NCh2313/25.Of97.	0,0070	4,152	0,3530
2923	NCh2313/25.Of97.	0,2000	4,030	0,1500
3431	SM 3120. B. 23th Ed.	0,1500	4,940	0,1000
3577	NCh2313/25.Of97.	0,0340	3,670	0,0100
3613	SM 3111. D. 23th Ed.	0,0070	3,846	0,0380
4601	SM 3111. D. 23th Ed.	1,9400	4,540	0,3700
5830	NA	0,0500	4,592	0,5989
5899	SM 3111. D. 23th Ed.	0,0700	4,270	0,1100
6640	SM 3111. D. 23th Ed.	0,2000	4,120	0,1755
7442	SM 3111. D. 23th Ed.	0,1000	4,477	0,0790
7706	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0400	4,854	0,1500
7798	NCh2313/25.Of97.	0,0050	4,300	0,2370
8482	SM 3111. D. 23th Ed.	1,0000	4,165	0,0100
8523	NCh2313/25.Of97.	0,0050	4,270	0,0410
8713	Método propio	0,0007	4,089	0,1740
9071	NCh2313/25.Of97.	0,2000	3,865	0,8150
9266	SM 3111. D. 23th Ed.	0,0060	4,080	0,4280

Nota:
NA = Método no autorizado

Tabla 12: Arsénico total (As)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1367	NCh2313/9.Of96.	0,0030	0,0550	0,00200
2455	NCh2313/9.Of96.	0,0010	0,0500	0,00200
2863	NCh2313/25.Of97.	0,0050	0,0430	0,00700
3431	SM 3114. B. 23th Ed.	0,0100	0,0360	0,00100
3613	NCh2313/9.Of96.	0,0010	0,0447	0,00400
5830	NA	0,0250	0,0510	0,00540
5899	NCh2313/9.Of96.	0,0005	0,0496	0,00130
6640	NCh2313/9.Of96.	0,0003	0,0508	0,00290
7442	NCh2313/9.Of96.	0,0005	0,0387	0,00110
7798	NCh2313/25.Of97.	0,0100	0,0400	0,00200
8482	NCh2313/9.Of96.	0,0100	0,0360	0,01000
8523	NCh2313/9.Of96.	0,0005	0,0503	0,00035
8713	Método propio	0,0003	0,0520	0,00100
9071	NCh2313/9.Of96.	0,0010	0,0470	0,00800
9266	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0100	0,0484	0,00200

Nota:
NA = Método no autorizado

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

Tabla 13: Cadmio total (Cd)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1367	NCh2313/25.Of97.	3,0e-03	0,00600	1,0e-03
2455	NCh2313/25.Of97.	2,0e-03	0,00600	1,0e-03
2863	NCh2313/25.Of97.	2,0e-03	0,00860	8,0e-04
3613	NCh2313/10.Of96.	2,0e-03	0,00800	8,0e-06
5830	NA	2,0e-05	0,00728	8,0e-04
5899	NCh2313/10.Of96.	8,0e-03	0,00810	4,0e-04
6640	NCh2313/10.Of96.	6,0e-03	0,00830	5,9e-04
7442	NCh2313/10.Of96.	2,0e-03	0,00670	3,0e-04
7706	SM 3120. B. 23th Ed.	4,0e-03	0,16100	1,0e-02
7798	NCh2313/25.Of97.	5,0e-03	0,00800	1,0e-03
8482	NCh2313/10.Of96.	2,6e-02	0,02600	1,0e-02
8523	NCh2313/10.Of96.	1,0e-03	0,00900	1,2e-04
8713	Método propio	1,5e-05	0,01100	1,0e-03
9071	NCh2313/25.Of97.	5,0e-03	0,00870	8,0e-04
9266	SM 3111. B. 23th Ed.	5,0e-04	0,01000	4,0e-03

Nota:
NA = Método no autorizado

Tabla 14: Cinc total (Zn)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1367	NCh2313/25.Of97.	0,0060	2,897	0,12100
2455	NCh2313/25.Of97.	0,0100	3,020	0,04100
2863	NCh2313/25.Of97.	0,0080	3,242	0,23900
2923	NCh2313/25.Of97.	0,0500	2,800	0,01000
3431	SM 3120. B. 23th Ed.	0,2800	3,000	0,11000
3577	NCh2313/10.Of96.	0,0420	3,040	0,02000
3613	NCh2313/10.Of96.	0,2500	3,101	0,62000
4601	NA	0,0400	2,980	0,27000
5830	NA	0,0007	3,013	0,29850
5899	NCh2313/10.Of96.	0,0400	3,120	0,03000
6640	NCh2313/10.Of96.	0,0060	3,120	0,31699
7442	NCh2313/10.Of96.	0,0050	2,813	0,29800
7706	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0020	4,687	0,16000
7798	NCh2313/25.Of97.	0,0040	3,000	0,31500
8482	NCh2313/10.Of96.	0,0300	2,740	0,01000
8523	NCh2313/25.Of97.	0,0002	3,040	0,04300
8713	Método propio	0,0009	3,021	0,06200
9071	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0400	3,163	0,15800
9266	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0125	3,071	0,15120

Nota:
NA = Método no autorizado

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

Tabla 15: Cobre total (Cu)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1105	NCh2313/10.Of96.	0,0670	0,8600	0,08772
1367	NCh2313/25.Of97.	0,0015	0,9160	0,04900
2455	NCh2313/25.Of97.	0,0100	0,8330	0,01400
2863	NCh2313/25.Of97.	0,0100	0,8700	0,07400
2923	NCh2313/25.Of97.	0,0500	0,8600	0,01000
3431	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0500	0,8000	0,02000
3577	NCh2313/10.Of96.	0,0460	0,8330	0,03000
3613	NCh2313/10.Of96.	0,0900	0,8820	0,01800
4601	NA	0,0200	0,8600	0,01500
5830	NA	0,0050	0,8601	0,13110
5899	NCh2313/10.Of96.	0,0200	0,8150	0,11000
6640	NCh2313/10.Of96.	0,0320	0,8240	0,02788
7442	NCh2313/10.Of96.	0,0050	0,7940	0,00400
7706	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0060	0,9520	0,01300
7798	NCh2313/25.Of97.	0,0100	0,9000	0,04300
8482	NCh2313/10.Of96.	0,0300	0,8550	0,01000
8523	NCh2313/10.Of96.	0,0050	0,8560	0,02500
8713	Método propio	0,0001	0,8220	0,04400
9071	NCh2313/25.Of97.	0,0100	0,9087	0,10600
9266	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0040	1,0020	0,03120

Nota:
NA = Método no autorizado

Tabla 16: Cromo total (Cr)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1367	NCh2313/25.Of97.	0,015	3,858	0,2190
2455	NCh2313/25.Of97.	0,010	4,060	0,0740
2863	NCh2313/25.Of97.	0,009	4,389	0,2430
2923	NCh2313/25.Of97.	0,050	4,100	0,0200
3431	SM 3120. B. 23th Ed.	0,010	3,900	0,0800
3577	NCh2313/25.Of97.	0,035	4,700	0,1000
3613	NCh2313/10.Of96.	0,120	4,150	2,4900
5830	NA	0,020	4,348	0,5001
5899	NCh2313/10.Of96.	0,100	4,430	0,0300
6640	NCh2313/10.Of96.	0,064	4,460	0,3345
7442	SM 3111. B. 23th Ed.	0,020	4,542	0,0580
7798	NCh2313/25.Of97.	0,003	4,200	0,2350
8482	NCh2313/10.Of96.	0,030	4,320	0,0100
8523	NCh2313/10.Of96.	0,010	4,170	0,0830
9071	NCh2313/10.Of96.	0,070	4,621	0,3690
9266	SM 3111. B. 23th Ed.	0,006	3,950	0,0410

Nota:
NA = Método no autorizado

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

Tabla 17: Estaño total (Sn)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1367	NCh2313/25.Of97.	0,1500	0,4210	0,0690
2455	NCh2313/25.Of97.	0,0500	0,3900	0,0150
2863	NCh2313/25.Of97.	0,0030	0,5070	0,0410
3431	NCh2313/25.Of97.	0,0300	0,4000	0,0100
3577	NCh2313/25.Of97.	0,0410	0,4700	0,4000
3613	NA	1,6000	0,6510	0,0065
5830	NA	0,0005	0,4250	0,0455
7442	SM 3111. B. 23th Ed.	0,3000	0,4500	0,0412
7798	NCh2313/25.Of97.	0,0300	0,5700	0,0350
8523	NCh2313/25.Of97.	0,0020	0,6340	0,0330
9071	SM 3111. B. 23th Ed.	0,3000	0,8055	0,0900
9266	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0740	0,7920	0,0210

Nota:
NA = Método no autorizado

Tabla 18: Hierro total (Fe)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1105	NCh2313/10.Of96.	0,0990	5,8160	0,628560
1367	NCh2313/25.Of97.	0,0600	5,8470	0,420000
2455	NCh2313/25.Of97.	0,0500	5,4400	0,110000
2863	NCh2313/25.Of97.	0,0080	5,8270	0,704000
2923	NCh2313/25.Of97.	0,0500	5,6400	0,010000
3431	SM 3120. B. 23th Ed.	0,1800	5,0900	0,200000
3577	NCh2313/25.Of97.	0,0470	6,2000	0,700000
3613	NCh2313/10.Of96.	0,1660	6,0050	0,240000
4601	NA	0,0700	6,3600	0,260000
5830	NA	0,0400	5,6780	0,608300
5899	NCh2313/10.Of96.	0,2400	5,4500	0,190000
6640	NCh2313/10.Of96.	0,0320	5,5300	0,189679
7442	NCh2313/10.Of96.	0,0300	5,6500	0,005800
7706	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0070	6,5090	0,246000
7798	NCh2313/25.Of97.	0,0400	5,6000	0,386000
8482	NCh2313/10.Of96.	0,0300	5,8100	0,010000
8523	NCh2313/25.Of97.	0,0010	5,7300	0,140000
8713	Método propio	0,0002	5,5510	0,262000
9071	NCh2313/25.Of97.	0,0500	6,1856	0,619000
9266	SM 3111. B. 23th Ed.	0,0182	6,0250	0,169300

Nota:
NA = Método no autorizado

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

Tabla 19: Manganeso total (Mn)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1105	NCh2313/10.Of96.	0,09900	0,8980	0,050670
1367	NCh2313/25.Of97.	0,00300	0,7910	0,076000
2455	NCh2313/25.Of97.	0,01000	0,8140	0,010000
2863	NCh2313/25.Of97.	0,00800	0,8530	0,062000
2923	NCh2313/25.Of97.	0,05000	0,8200	0,020000
3431	SM 3120. B. 23th Ed.	0,04000	0,8200	0,020000
3577	NCh2313/10.Of96.	0,03500	0,8220	0,010000
3613	NCh2313/10.Of96.	0,17000	0,9690	0,029000
4601	NA	0,03000	0,8600	0,120000
5830	NA	0,00050	0,8240	0,081600
5899	NCh2313/10.Of96.	0,04000	0,8430	0,014000
6640	NCh2313/10.Of96.	0,03200	0,8390	0,043176
7442	NCh2313/10.Of96.	0,00500	0,8170	0,000900
7798	NCh2313/25.Of97.	0,00300	0,8200	0,048000
8482	NCh2313/10.Of96.	0,06000	0,7885	0,010000
8523	NCh2313/25.Of97.	0,00300	0,8490	0,012000
8713	Método propio	0,00003	0,8630	0,019000
9071	NCh2313/25.Of97.	0,01000	0,9755	0,033100
9266	SM 3111. B. 23th Ed.	0,01600	1,0140	0,077100

Nota:
NA = Método no autorizado

Tabla 20: Molibdeno total (Mo)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1367	NCh2313/25.Of97.	0,0150	0,922	0,079000
2455	NCh2313/25.Of97.	0,0100	0,841	0,009000
2863	NCh2313/25.Of97.	0,0090	0,903	0,086000
2923	NCh2313/25.Of97.	0,0500	0,880	0,030000
3431	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0100	0,810	0,020000
3577	NCh2313/25.Of97.	0,0350	0,830	0,010000
3613	NCh2313/13.Of98	0,0200	0,777	0,007770
5830	NA	0,0002	0,920	0,091100
5899	NCh2313/10.Of96.	0,0200	0,962	0,030000
6640	NCh2313/13.Of98	0,0200	0,944	0,037318
7442	NCh2313/13.Of98	0,0100	0,897	0,001100
7798	NCh2313/25.Of97.	0,0040	0,840	0,055000
8482	NCh2313/13.Of98	0,0500	1,211	0,010000
8523	NCh2313/25.Of97.	0,0010	0,905	0,072000
8713	Método propio	0,0010	0,913	0,061000
9071	NCh2313/25.Of97.	0,0100	0,811	0,131000
9266	SM 3111. D. 23th Ed.	0,0060	0,799	0,040100

Nota:
NA = Método no autorizado

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

Tabla 21: Níquel total (Ni)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1367	NCh2313/25.Of97.	0,01500	0,5480	0,045000
2455	NCh2313/25.Of97.	0,01000	0,5130	0,014000
2863	NCh2313/25.Of97.	0,00900	0,5970	0,041000
2923	NCh2313/25.Of97.	0,05000	0,5100	0,010000
3431	SM 3120. B. 23th Ed.	0,10000	0,5000	0,010000
3577	NCh2313/10.Of96.	0,03300	0,5370	0,020000
3613	NCh2313/10.Of96.	0,14000	0,6130	0,018000
5830	NA	0,00010	0,4890	0,071000
5899	NCh2313/10.Of96.	0,10000	0,5360	0,030000
6640	NCh2313/10.Of96.	0,03200	0,5370	0,023328
7442	NCh2313/10.Of96.	0,05000	0,5000	0,017000
7706	SM 3120. B. 23th Ed.	0,01500	0,6770	0,024000
7798	NCh2313/25.Of97.	0,00300	0,5500	0,035000
8482	NCh2313/10.Of96.	0,03000	0,6590	0,010000
8523	NCh2313/25.Of97.	0,00100	0,5450	0,004000
8713	Método propio	0,00003	0,5630	0,023000
9071	NCh2313/25.Of97.	0,03000	0,6108	0,133000
9266	SM 3111. B. 23th Ed.	0,00800	0,6100	0,078000

Nota:
NA = Método no autorizado

Tabla 22: Plomo total (Pb)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1367	SM 3125. B. 23th Ed.	1,5e-03	0,0240	0,002000
2455	NCh2313/25.Of97.	1,0e-02	0,0290	0,002000
3613	NCh2313/10.Of96.	1,0e-01	0,0650	0,011700
5830	NA	4,0e-04	0,0275	0,003400
5899	NCh2313/10.Of96.	3,0e-02	0,0340	0,001600
6640	NCh2313/10.Of96.	2,0e-02	0,0350	0,003297
7442	NCh2313/10.Of96.	3,0e-02	0,0250	0,004000
7706	SM 3120. B. 23th Ed.	4,0e-02	0,0790	0,021000
7798	NCh2313/25.Of97.	4,0e-03	0,0200	0,001000
8482	NCh2313/10.Of96.	3,0e-02	0,0770	0,050000
8523	NCh2313/25.Of97.	1,0e-03	0,0320	0,000840
8713	Método propio	1,5e-05	0,0340	0,001000
9071	NCh2313/25.Of97.	1,0e-02	0,0910	0,016000
9266	SM 3111. B. 23th Ed.	4,9e-03	0,0950	0,071500

Nota:
NA = Método no autorizado

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

Tabla 23: Selenio total (Se)

Participante	Método	LCM [mg/l]	Resultado [mg/l]	U [mg/l]
1367	NCh2313/30.Of99.	0,0150	0,0230	0,00100
2455	NCh2313/30.Of99.	0,0010	0,0310	0,00100
2863	NCh2313/25.Of97.	0,0100	0,0290	0,00400
3431	SM 3114. B. 23th Ed.	0,0090	0,0230	0,00100
3613	NCh2313/30.Of99.	0,0010	0,0212	0,00020
5830	NA	0,0003	0,0290	0,00440
5899	NCh2313/30.Of99.	0,0007	0,0340	0,00310
6640	NCh2313/30.Of99.	0,0003	0,0376	0,00115
7442	NCh2313/30.Of99.	0,0005	0,0272	0,00080
7706	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0750	0,5040	0,05000
7798	NCh2313/25.Of97.	0,0100	0,0200	0,00100
8482	NCh2313/30.Of99.	0,0007	0,0100	0,00420
8523	NCh2313/30.Of99.	0,0005	0,0382	0,00170
9071	NCh2313/30.Of99.	0,0040	0,0214	0,00190
9266	SM 3120. B. 23th Ed.	0,0110	0,0234	0,00200

Nota:

NA = Método no autorizado

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.

18.2. Evaluación de desempeño según método de análisis utilizado

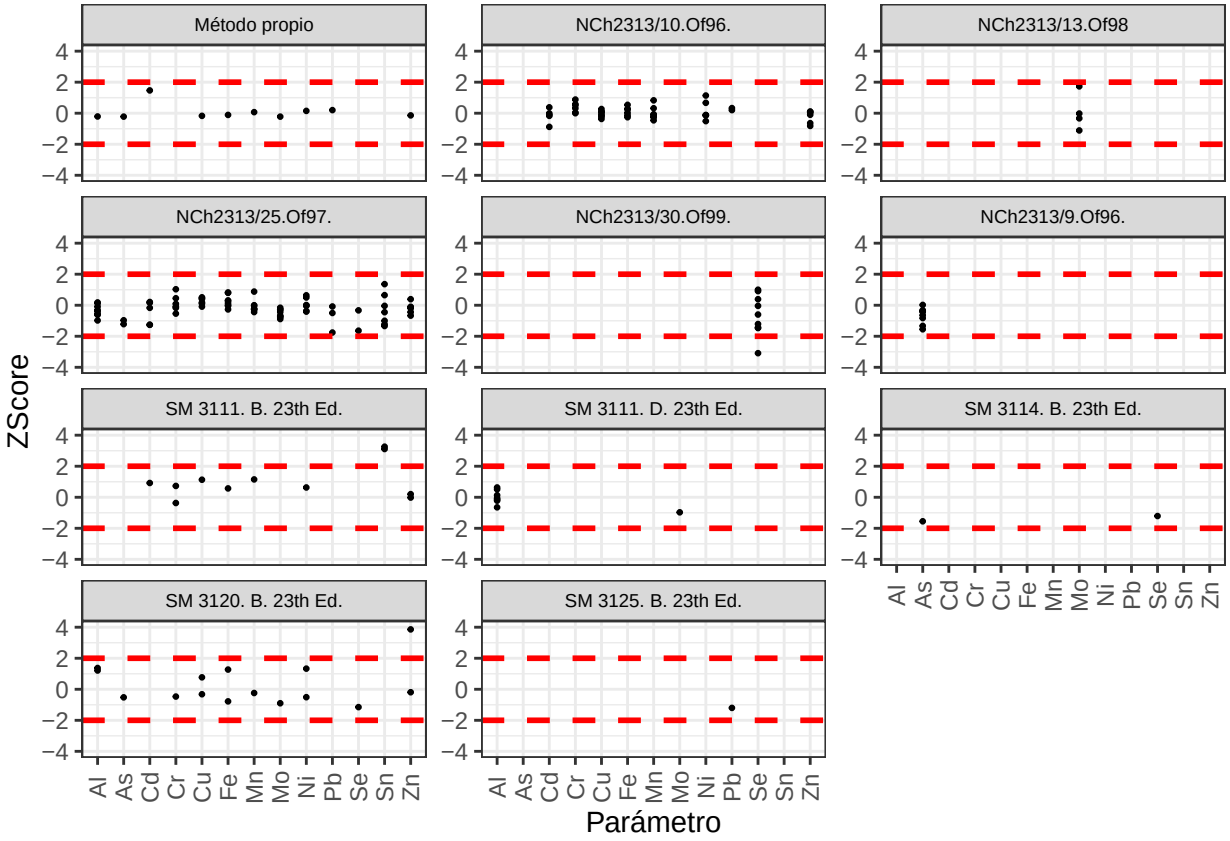

Figura 6: Evaluación de desempeño según método de análisis utilizado

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la Ley Nº 19.799.