



PROGRAMA DE EVALUACIÓN EXTERNA DE LA CALIDAD PEEC | QUÍMICA AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS

# PROGRAMA METALES EN AGUAS: SUBPROGRAMA DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS POTABLES

INFORME FINAL ENSAYO DE APTITUD | DEPARTAMENTO NACIONAL Y DE REFERENCIA EN SALUD AMBIENTAL | CÓDIGO RONDA-AÑO: SP3-2024 |  
VERSIÓN: 00



P E E C

PROGRAMA DE EVALUACIÓN EXTERNA DE CALIDAD

RG-03-IT-754.00-002.  
Versión 8.  
Fecha 05/02/2024

INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE

DEPARTAMENTO NACIONAL Y DE REFERENCIA EN SALUD AMBIENTAL  
SUBDEPARTAMENTO DE METROLOGÍA  
SECCIÓN COORDINACIÓN DE PROGRAMAS DE ENSAYOS DE APTITUD Y EVALUACIÓN EXTERNA  
DE LA CALIDAD

Av. Marathon 1000, Ñuñoa. Santiago. Chile.  
Código Postal 7780050.

[www.ispch.cl](http://www.ispch.cl)

Coordinador PEEC:  
QF. María Natalia Gutiérrez Vargas.

Autorizado por:  
Jefe (S) Departamento Nacional y de Referencia en Salud Ambiental  
QF. MSc. Boris Duffau Garrido.

Informe Ronda -Año: SP3-2024  
Fecha: 10/01/2025  
Versión N°: 00

Contacto:  
Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (SIAC-OIRS)  
Lunes a Viernes de 08:30 a 13:00 horas  
<https://siac.ispch.gob.cl/ES/AtencionCiudadana/OIRS>



# PROGRAMA DE EVALUACIÓN EXTERNA DE LA CALIDAD

## SUBPROGRAMA DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS POTABLES

### CONTENIDO

---

1.	LISTADO DE PARTICIPANTES.....	04
2.	RESPONSABLES.....	05
3.	INTRODUCCIÓN.....	05
4.	MATERIAL DE ENSAYO.....	05
5.	CRONOGRAMA.....	09
6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	09
7.	RESULTADOS INFORMADOS POR LOS PARTICIPANTES.....	12
8.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS INFORMADOS.....	13
9.	EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO.....	14
10.	COMENTARIOS Y SUGERENCIAS.....	15
11.	REFERENCIAS.....	16
12.	ANEXOS.....	17

## 1. LISTADO DE PARTICIPANTES

---

ALS LIFE SCIENCES CHILE S.A.	SANTIAGO
CENTRO DE ANÁLISIS QUÍMICO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PROCESO DE MINERALES DE LA UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA	ANTOFAGASTA
CESMEC S.A. SEDE CONCEPCIÓN	CONCEPCIÓN
LABORATORIO AMBIENTAL DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	ARICA
LABORATORIO AMBIENTAL DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA	TEMUCO
LABORATORIO AMBIENTAL DE LLANQUIHUE DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS	PUERTO MONTT
LABORATORIO AMBIENTAL DE O'HIGGINS DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS	RANCAGUA
LABORATORIO DE EXPERIMENTACIÓN, CONTROL Y CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS ALIMENTOS, LECYCA DE LA UNIVERSIDAD DEL BIOBÍO	CHILLÁN
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL DE CONCEPCIÓN DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO	CONCEPCIÓN
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA, AMBIENTAL Y LABORAL DE CHILLÁN DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO	CHILLÁN
LABORATORIO DEL AMBIENTE DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE COQUIMBO	LA SERENA
LABORATORIO QUIMICO DE LA CORPORACION NACIONAL DEL COBRE, CODELCO	CALAMA
LABORATORIO SANITARIO AMBIENTAL DE LA SEREMI SALUD DE LA REGIÓN METROPOLITANA	SANTIAGO
QUALIFIED SpA.	SANTIAGO
QUALIFIED SpA. SEDE CONCEPCIÓN	CONCEPCIÓN
QUALITY LAB SpA.	ROMERAL

## 2. RESPONSABLES

---

### 2.1. Personal responsable en la organización y desarrollo de esta ronda:

- QF. María Natalia Gutiérrez Vargas
- Dra. Francis Alarcón Rodríguez
- QF. Jorge Tello Muñoz

### 2.2. Colaboradores:

- Ms. Soraya Sandoval Riquelme (Revisión Informe)

## 3. INTRODUCCIÓN

---

El presente informe corresponde a la evaluación del ensayo de intercomparación del Subprograma "Determinación de Metales Pesados en Aguas Potables". Este ensayo corresponde a la cuantificación de metales pesados en aguas potables, de un material elaborado por la Sección Metrología Científica en Química y Biomediciones y corresponde a una herramienta utilizada para evaluar la calidad de las prestaciones analíticas en laboratorios de ensayos que realizan análisis de aguas. Esta ronda de ensayo de aptitud de tipo interlaboratorio de participación simultánea es realizada por el Instituto de Salud Pública de Chile (ISP), desde el año 2013 para satisfacer los requerimientos de laboratorios que realizan control o vigilancia de acuerdo al "Reglamento de servicios de agua destinados al consumo humano" (Decreto Supremo N° 735 del MINSAL).

## 4. MATERIAL DE ENSAYO

---

El ítem de ensayo enviado contiene aproximadamente 200 mL de agua potable para determinación cuantitativa de los analitos arsénico, cadmio, plomo, cromo, cobre y zinc, envasada en un frasco plástico oscuro HDPE de 250 mL de capacidad, de boca angosta con tapa tipo rosca, previamente acondicionado, sellado, etiquetado y codificado.

De manera adicional, con la misma muestra, se solicitó el análisis opcional y de carácter piloto de los analitos calcio, hierro, magnesio, potasio, sodio y níquel.

Por otra parte, se envió un ítem de ensayo conteniendo 250 mL de agua potable para determinación opcional y de carácter piloto de parámetros fisicoquímicos, incluyendo conductividad, pH, turbiedad y cloruro envasada en un frasco de vidrio transparente de 250 mL de capacidad, de boca angosta con tapa tipo rosca, previamente acondicionado, sellado, etiquetado y codificado.

El material de ensayo para análisis de metales pesados en aguas potables y el material de ensayo para piloto de parámetros fisicoquímicos, correspondieron a materiales preparados y caracterizados por la Sección Metrología Científica en Química y Biomediciones del Instituto de Salud Pública de Chile.

La evaluación de homogeneidad de los ítems de ensayo preparados fue analizada utilizando las metodologías indicadas en la Tabla N° 1.

**Tabla N° 1**  
*Metodologías de análisis.*

Componente/analito	Método
Arsénico	Referencia: Determinación de metales y elementos traza (As, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Na, Ni, Pb, Zn) en agua mediante espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES), basado en "EPA Method 200.7". ME-754.04-012.
Cadmio	
Cobre	
Cromo	
Plomo	
Zinc	
Calcio <sup>(1)</sup>	
Hierro <sup>(1)</sup>	
Niquel <sup>(1)</sup>	
Potasio <sup>(1)</sup>	
Sodio <sup>(1)</sup>	
pH (20 °C) <sup>(2)</sup>	Referencia: Determinación de pH por método electrométrico, Guía de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) versión 2007. ME-29-2007.
Conductividad (25 °C) <sup>(2)</sup>	Referencia: Método 2510B (Conductividad en aguas), descrito en 23ª Edición de 2017 de los "Standard Methods for the examination of water and wastewater".

(1) Analitos piloto incluidos en el ítem de ensayo de la ronda SP3-2024.

(2) Analitos piloto incluidos en el segundo ítem de ensayo.

Respecto a la homogeneidad y estabilidad, el proveedor del material indica los siguiente:

*"Este material se ha elaborado de acuerdo con el Sistema de Gestión de Calidad de la Sección de Metrología Científica en Química y Biomediciones, Laboratorio Designado del Instituto de Salud Pública de Chile, servicio de medición basado en la norma ISO/IEC 17025. La evaluación de la homogeneidad y estabilidad del material de referencia fue realizada conforme a los requisitos de la norma ISO/IEC 17034 y de la ISO Guide 35, cumpliendo con los criterios establecidos para el fin previsto del material. Además, el Sistema de Gestión de Calidad Metrológica que respalda las capacidades de medición y calibración ha sido revisado y aprobado por el Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y por la Oficina Internacional de pesas y medidas (BIPM)."*

La Tabla N°2a indica el valor asignado de los analitos, junto con su incertidumbre y trazabilidad.

**Tabla N°2a:**

Valor asignado para la evaluación de desempeño de la ronda, establecido según valor de referencia del material.

Componente/Analito	Valor Asignado (mg/L)	Incertidumbre expandida del valor asignado ( $U_{(k=2)}$ ) (mg/L)	Trazabilidad
Arsénico	0,315	0,026	Trazable a SRM 3103a NIST
Cadmio	0,1657	0,0066	Trazable a SRM 3108 NIST
Cobre	0,1278	0,0098	Trazable a SRM 3114 NIST
Cromo	0,1511	0,0068	Trazable a SRM 3112a NIST
Plomo	0,1019	0,0101	Trazable a SRM 3128 NIST
Zinc	0,540	0,021	Trazable a SRM 3168a NIST

Las tablas N° 2b, N° 2c, N°2d y N° 2e indican el valor asignado de los analitos pilotos y parámetros fisicoquímicos piloto, junto con su incertidumbre y trazabilidad, respectivamente.

**Tabla N°2b:**

Valor asignado para la evaluación de desempeño de los analitos pilotos incluidos en la ronda SP3-2024, establecido según valor de informativo del material de referencia.

Componente/Analito	Valor Asignado (mg/L)	Incertidumbre expandida del valor asignado ( $U_{(k=2)}$ ) (mg/L)	Trazabilidad
Calcio	3,085	0,064	Trazable a SRM 3109a NIST
Hierro	0,402	0,066	Trazable a SRM 3126a NIST
Potasio	1,135	0,086	Trazable a SRM 3141a NIST
Sodio	0,667	0,047	Trazable a SRM 3152a NIST

**Tabla N°2 c:**

Valor asignado para el analito manganeso para la evaluación de desempeño, establecido según valor de consenso de los participantes.

Componente/Analito	Valor Asignado (mg/L)	Incertidumbre expandida del valor asignado ( $U_{(k=2)}$ ) (mg/L)	Trazabilidad
Manganeso	ND	No aplica	No aplica

ND: No detectado.

\*Sin trazabilidad metrológica, ya que el valor proviene del consenso de los participantes.

Para el analito piloto níquel no se pudo establecer el valor asignado ya que no se contaba con valor informativo del material y el número de datos reportados no fue suficiente para establecer el valor asignado por consenso de los participantes ( $n < 10$ ), por lo que no fue evaluado.

**Tabla N°2d:**

Valor asignado para la evaluación de desempeño de parámetros fisicoquímicos pilotos, establecido según valor de informativo del material de referencia.

Componente/Analito	Valor Asignado	Incertidumbre expandida del valor asignado ( $U_{(k=2)}$ )	Trazabilidad
pH (20 °C)	8,05	0,19	Trazable a: pH4 PanReac AppliChem 272168 pH7 PanReac AppliChem 272170 pH10 PanReac AppliChem 272584
Conductividad (25 °C)	1129 $\mu$ S/cm	117 $\mu$ S/cm	Trazable a Hanna Instruments HI 7031

Respecto a las incertidumbres de los analitos incluidos en los materiales para análisis de metales y para análisis de parámetros fisicoquímico, el proveedor indica lo siguiente:

*“Para los valores de referencia la incertidumbre estándar combinada, resultó de la combinación de las incertidumbres asociadas a la caracterización por el método de ensayo, prueba de homogeneidad y prueba de estabilidad. Para los valores no certificados, la incertidumbre estándar combinada provino de las incertidumbres asociadas a la caracterización y a la homogeneidad del material”.*

**Tabla N°2e:**

Valor asignado para la evaluación de desempeño de parámetros fisicoquímicos pilotos, establecido según valor de consenso de los participantes.

Componente/Analito	Valor Asignado	Incertidumbre expandida del valor asignado ( $\mu(x_{pt})$ )	Trazabilidad
Turbiedad	0,750 NTU	0,088 NTU	No aplica <sup>(1)</sup>
Cloruro	117,02 mg/L	4,38 mg/L	No aplica <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Al no contar con valor de referencia, estos parámetros son evaluados con valor de consenso y por ende no tiene trazabilidad metrológica.

La incertidumbre estándar del valor asignado ( $\mu(x_{pt})$ ), para turbiedad y cloruro fue obtenida a través de:

$$\mu(x_{pt}) = 1,25 \times \frac{s^*}{\sqrt{p}}$$

Siendo  $s^*$  la desviación estándar robusta de los resultados de los participantes y  $p$  el número de resultados.

Para los parámetros piloto pH (25 °C) y conductividad (20 °C), no se pudo establecer el valor asignado ya que no se contaba con valor informativo del material y el número de datos reportados no fue suficiente para establecer el valor asignado por consenso de los participantes ( $n < 10$ ), por lo que no fue evaluado.

Cada laboratorio recibió las instrucciones para manipulación e indicaciones prácticas de seguridad a tomar en cuenta durante el desarrollo del ensayo. Se recomendó a los participantes el uso de métodos y técnicas analíticas rutinarias del laboratorio.



## 5. CRONOGRAMA

---

- 5.1. Fecha de envío de encomiendas.  
01 / 10 / 2024
- 5.2. Fecha de recepción de resultados.  
06 / 11 / 2024
- 5.3. Fecha de publicación de Informe parcial en Portal PEEC.  
28 / 11 / 2024

## 6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

---

Luego del cierre de la ronda, los resultados fueron recolectados a través del Portal PEEC. En el caso de los analitos piloto y ronda piloto de parámetros fisicoquímicos, los resultados fueron recibidos a través del envío vía correo electrónico de la planilla de reporte de resultados correspondiente.

Se evaluó la existencia de datos anómalos, en base al método estadístico de Grubbs, sin ser excluidos de los análisis. La evaluación de datos anómalos y extremos se realizó cuando el número mínimo de datos reportados se cumpliera ( $n \geq 10$ ).

Además, se evaluó la existencia de datos extremos en base al criterio de  $\pm 50$  % de mediana según el Protocolo Internacional Armonizado IUPAC. Una vez establecidos, éstos datos no fueron excluidos por tratarse de valor asignado por valor de referencia o por valor informativo, excepto en el caso de los parámetros turbiedad y cloruros donde los valores extremos fueron excluidos ya que el valor asignado se establece por consenso de los participantes. Posteriormente, se procedió a realizar el análisis estadístico.

- El análisis estadístico para los analitos arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc se basó en el valor de referencia del material con desviación estándar para la evaluación de la aptitud a través del coeficiente de variación previsto por Horwitz, el cual es utilizado debido a su aplicación adecuada para la fracción de masa de los analitos.
- En el caso de los analitos piloto calcio, hierro, potasio y sodio, se utilizó como valor asignado el valor informativo del material de referencia y como desviación estándar para la evaluación de la aptitud a través del coeficiente de variación previsto por Horwitz.
- Para el analito piloto manganeso, el valor asignado se definió a través del valor de consenso de los participantes y, debido a la naturaleza de este, la evaluación de la aptitud se abordó como una ronda cualitativa.
- El analito piloto níquel, no pudo ser evaluado ya que no se obtuvo el número de datos suficientes realizar una estadística robusta ( $n \leq 10$ ).
- En el caso de la ronda piloto de parámetros fisicoquímicos, los valores asignados de los parámetros pH (20 °C) y conductividad (25 °C), se establecieron a través del valor informativo del material de referencia y la desviación estándar para la evaluación de la aptitud a través del valor teórico definido para cada analito.
- Para los parámetros turbiedad y cloruros de la ronda piloto de parámetros fisicoquímicos, el valor asignado se estableció mediante el valor de consenso de los participantes y desviación estándar para la evaluación de la aptitud por MADE y coeficiente de variación previsto por Horwitz, respectivamente.

Para los analitos arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc y los analitos piloto calcio, potasio y sodio, los resultados de los análisis cuantitativos obtenidos por los laboratorios son transformados a valores estándares (*z-score*), utilizando la siguiente ecuación:

$$z_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma_{pt}}$$

dónde;

$z_i$  = Valor  $z$ , z-score.

$x_i$  = Resultado del participante.

$x_{pt}$  = Valor asignado.

$\sigma_{pt}$  = Desviación estándar para la evaluación de la aptitud.

Para el analito piloto hierro y los parámetros pH (20 °C), conductividad (25 °C), turbiedad y cloruros, las incertidumbres del valor asignado resultaron ser superiores a 0,3 veces la desviación estándar para la evaluación de la aptitud, por lo tanto, los resultados de los análisis cuantitativos obtenidos por los laboratorios son transformados a valores estándares  $z'$  (conocido como z-score prima), considerando la incertidumbre del valor asignado y utilizando la siguiente ecuación:

$$z_i' = \frac{x_i - x_{pt}}{\sqrt{\sigma_{pt}^2 + \mu^2(x_{pt})}}$$

dónde:

$z_i'$  = Valor  $z'$ , z-score prima.

$x_i$  = Resultado del participante.

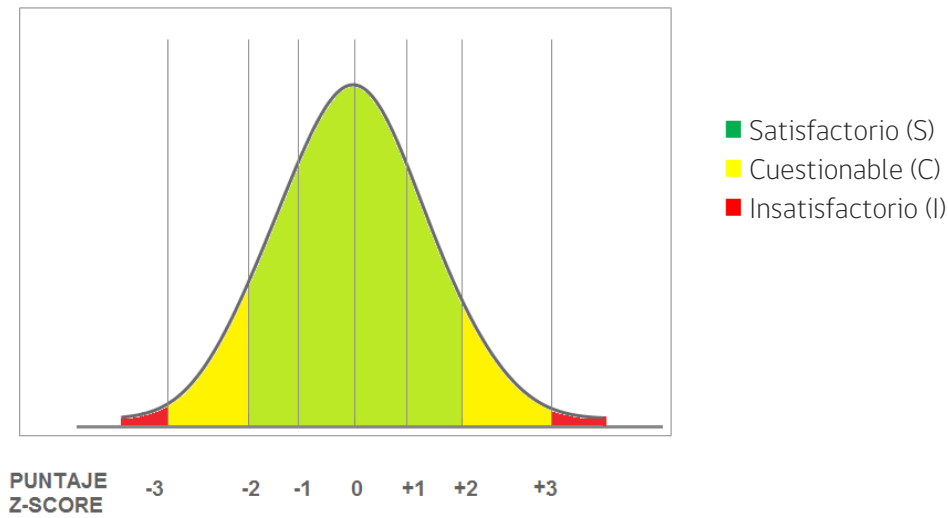
$x_{pt}$  = Valor asignado.

$\sigma_{pt}$  = Desviación estándar para la evaluación de la aptitud.

$\mu(x_{pt})$  = Incertidumbre estándar del valor asignado.

Para el desempeño de los resultados de los participantes, los criterios de aceptabilidad son clasificados de acuerdo con *z-score* o  $z'$  (*z-prima*) según corresponda como se indica en la (Figura 1).

**Figura 1.**  
Valor de z-score/ z' (z-prima) y criterios de aceptabilidad.



$|z| \leq 2,0$ : el desempeño es **SATISFACTORIO**.

$2,0 < |z| < 3,0$ : el desempeño es **CUESTIONABLE**.

$|z| \geq 3,0$ : el resultado del laboratorio es **INSATISFACTORIO**.

Donde  $z$  puede ser **z-score/z'-score**

Para el desempeño de los resultados de los participantes respecto del analito manganeso, los criterios de aceptabilidad son clasificados de como se indica en la Tabla N°3.

Los resultados coincidentes con el valor asignado se designan como "Satisfactorio", y los resultados no coincidentes con el valor asignado como "Insatisfactorio".

**Tabla N° 3.**  
Evaluación de desempeño, criterios de aceptabilidad.

Valor informado	Valor asignado $x_{pt}$	
	No detectable (ausencia) en 250 mL de agua potable	Detectable (presencia) en 250 mL de agua potable
< LOD / BLD	Satisfactorio	Insatisfactorio
No detectable en cantidad de matriz	Satisfactorio	Insatisfactorio
Detectable en cantidad de matriz	Insatisfactorio	Satisfactorio

\*LOD: Límite de Detección / BLD: Bajo el límite de detección.

Para fines de conservar la confidencialidad de los resultados y la evaluación de desempeño de los participantes, estos son reportados en el informe con el código CIL (Código de Identificación del Laboratorio), por lo cual el participante deberá ubicarse en las tablas y gráficas de acuerdo al código CIL asignado a su laboratorio para el año correspondiente de la presente ronda.

## 7. RESULTADOS INFORMADOS POR LOS PARTICIPANTES

---

### 7.1.- Datos

Los resultados enviados por los participantes para arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc, los analitos piloto calcio, hierro, manganeso, potasio y sodio, y los parámetros pH, conductividad, turbiedad y cloruro se presentan desde la Tabla N° 5 a la Tabla N° 20 de los Anexos de este informe. De los 16 laboratorios adscritos, el 94 % enviaron resultados para al menos un analito incluido en la ronda.

Se solicitó a los laboratorios reportar sus resultados con el número de cifras decimales indicado el protocolo de la ronda.

### 7.2.- Técnicas y métodos

Respecto de los métodos informados por los laboratorios que fueron utilizados para la determinación de los analitos se puede comentar que:

- a) Para determinación de arsénico utilizan los métodos Manual SISS ME-12-2007 asociado a la técnica de absorción atómica con generación de hidruros (HGAAS) y Método "*In House*" asociado a las técnicas HGAAS y espectrometría de emisión óptica con plasma asociado inductivamente (ICP-OES).
- b) Para determinación de cadmio utilizan los métodos EPA 200.8 asociado a la técnica de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES, Manual SISS ME-13-2007, Método "*In House*" y SMEW&W 3111 asociados a técnica de absorción atómica de llama (AAS), método SMEW&W 3113B asociado a absorción atómica con horno de grafito (GFAAS) y AAS.
- c) Para determinación de cobre utilizan los métodos EPA 200.8 asociado a la técnica ICP-MS, SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES, Manual SISS ME-04-2007, Método "*In House*" y SMEW&W 3111 asociado a técnica AAS.
- d) Para determinación de cromo utilizan los métodos EPA 200.8 asociado a la técnica ICP-MS, SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES, Manual SISS ME-05-2007 asociado a AAS, método "*In House*" asociado a GFAAS y método SMEW&W 3113B asociado a AAS y GFAAS.
- e) Para determinación de plomo utilizan los métodos EPA 200.8 asociado a la técnica ICP-MS, SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES, Manual SISS ME-18-2007 y SMEW&W 3111 asociados a AAS, Método "*In House*" asociado a GFAAS y SMEW&W 3113B asociado a GFAAS y AAS.
- f) Para determinación de zinc utilizan los métodos Manual SISS ME-11-2007, Manual SISS ME-13-2007, Método "*In House*", SMEW&W 3111 y SMEW&W 3113B asociados a la técnica AAS y método SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES.

Respecto a los analitos pilotos incluidos en la ronda se puede comentar que:

- a) Para la determinación de calcio, sodio y potasio se utilizan los métodos SMEW&W 3111A y SMEW&W 3111B asociados a AAS y método SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES.
- b) Para la determinación de hierro se utilizan los métodos Manual SISS ME-13-2007, Método "*In House*" y SMEW&W 3111B asociados a la técnica AAS y método SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES.
- c) Para la determinación de manganeso se utilizan los métodos Manual SISS ME-13-2007, Método "*In House*", SMEW&W 3111 y SMEW&W 3113B asociados a la técnica AAS y método SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES.

Respecto a la ronda piloto de parámetros fisicoquímicos se puede comentar que:

- Para la determinación de pH (20 °C) se utilizan los métodos Manual SISS ME-29-2007, Método "In House", SMEW&W 4500 H+B.
- Para la determinación de conductividad (25 °C) se utilizan los métodos SMEW&W 2510B, NCh 417 Of.63 y método "Según manual de equipo".
- Para la determinación de turbiedad se utilizan los métodos Manual SISS ME-03-2007, Manual SISS ME-03-2024, SMEW&W 2130, SMEW&W 2130B y Método "In House".
- Para la determinación de cloruros se utilizan los métodos Manual SISS ME-28-2007, SMEW&W 4500 Cl-B, SMEW&W 4500 Cl-C, SMEW&W 4110B y Método "In House".

## 8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS INFORMADOS

En relación a la recopilación y al análisis de datos, la evaluación estadística reportó los siguientes resultados:

**Tabla N° 4a:**

Resumen de análisis estadístico para la evaluación de desempeño de la ronda.

Parámetros	Arsénico	Cadmio	Cobre	Cromo	Plomo	Zinc
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
N° datos reportados ( <i>n</i> )	12	12	14	11	12	15
Valor asignado ( $x_{pt}$ )	0,315	0,1657	0,1278	0,1511	0,1019	0,540
Desviación estándar para la evaluación de la aptitud ( $\sigma_{pt}$ )	0,0600	0,03475	0,02787	0,03213	0,02299	0,0948
Incertidumbre estándar del valor asignado ( $u(x_{pt})$ )	0,013	0,0033	0,0049	0,0034	0,0055	0,011
N° valores anómalos	0	4	2	2	4	2
N° valores extremos	3	2	2	2	3	2

**Tabla N° 4b:**

Resumen de análisis estadístico para la evaluación de desempeño de los analitos piloto incluidos en la ronda.

Parámetros	Calcio	Hierro	Manganeso	Potasio	Sodio
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
N° datos reportados ( <i>n</i> )	5	12	12	8	8
Valor asignado ( $x_{pt}$ )	3,085	0,402	ND	1,135	0,667
Desviación estándar para la evaluación de la aptitud ( $\sigma_{pt}$ )	0,4166	0,0738	-	0,1782	0,1134
Incertidumbre estándar del valor asignado ( $u(x_{pt})$ )	0,032	0,033	-	0,043	0,024
N° valores anómalos	NA	3	-	NA	NA
N° valores extremos	NA	3	-	NA	NA

NA: No aplica, porque no se cumple con el número mínimo para realizar el análisis ( $n \leq 10$ ).

ND: No detectado.

-: No se estiman estos parámetros por tratarse de un analito evaluado cualitativamente.

**Tabla N° 4c**

Resumen de análisis estadístico para la evaluación de desempeño de la ronda piloto de parámetros fisicoquímicos en agua.

Parámetros	pH (20 °C)	Conductividad (25 °C)	Turbiedad	Cloruros
		( $\mu\text{S/cm}$ )	(NTU)	(mg/L)
N° datos reportados ( <i>n</i> )	10	9	17*	13*
Valor asignado ( $x_{pt}$ )	8,050	1129	0,750	117,0
Desviación estándar para la evaluación de la aptitud ( $\sigma_{pt}$ )	0,2000	92,8	0,2225	9,14
Incertidumbre estándar del valor asignado ( $u(x_{pt})$ )	0,095	59	0,088	4,4
N° valores anómalos	0	NA	7	2
N° valores extremos	0	NA	7	0

\*Para los parámetros turbiedad y cloruros, el *n* incluye los datos reportados en duplicado. Ver tablas N°18 y N°19 en Anexo de este informe.

Respecto a los datos de las tablas N°4a, N°4b y N° 4c, la desviación estándar para la evaluación de la aptitud y la evaluación de desempeño se definieron de acuerdo con lo indicado en el punto 6. Análisis Estadístico, de este informe.

Desde la Tabla N° 5 a la Tabla N° 19 de los Anexos de este informe, se resumen los resultados reportados por cada participante y los *z-score* o *z-prima*, según corresponda, alcanzados para los analitos arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc, los analitos piloto calcio, hierro, manganeso, potasio y sodio y los parámetros de la ronda piloto pH (20 °C), conductividad (25 °C), turbidez y cloruros, respectivamente. En la Tabla 20 se presentan los resultados reportados para el analito piloto níquel y los parámetros piloto pH (25 °C) y conductividad (25 °C). Además, a modo informativo, se presenta el análisis estadístico robusto de la ronda en las tablas N° 21a y N° 21b, ubicada en el apartado Información Adicional en los Anexos de este informe.

## 9. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

La evaluación de desempeño se estableció a través del modelo estadístico de *z-score* o *z-prima*, según corresponda. Los valores de *z-score* o *z-prima*, son calculados con el valor asignado y la desviación estándar para la evaluación de la aptitud indicadas en las tablas N° 4a N°4b y N°4c, del presente informe. En el caso de *z-prima* se incluye, además, la incertidumbre del valor asignado.

La calificación de *z-score* o *z-prima* alcanzada y evaluación de desempeño respecto de la evaluación de análisis de los analitos incluidos en esta ronda, se puede observar en las tablas desde la N°5 a la N° 20, de los Anexos de este informe.

Los gráficos circulares de la evaluación de desempeño global por cada analito, la evaluación de desempeño de cada analito versus método de referencia informado por los participantes, distribución de *z-score* o *z-prima* y dispersión de datos se presentan en los Anexos de este informe, numerados desde Gráfica N° 1 a la N° 58.

## 10. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

---

- a) De un total de 16 laboratorios adscrito para esta ronda, el 94 % envió resultados al menos para un parámetro.
- b) El 100 % de los laboratorios participantes que reportaron resultados, envió sus resultados para el analito zinc.
- c) El 93 % de los laboratorios participantes que reportaron resultados, envió sus resultados para el analito cobre.
- d) El 80 % de los laboratorios participantes que reportaron resultados, envió sus resultados para los analitos arsénico, cadmio y plomo.
- e) El 73 % de los laboratorios participantes que reportaron resultados, envió sus resultados para el analito cromo.
- f) Respecto a los analitos pilotos incluidos, el 80 % de los participantes que reportó sus resultados, envió resultados para hierro y manganeso, el 53 % para potasio y sodio y el 33 % para calcio y níquel.
- g) El analito piloto níquel no fue evaluado ya que no se contaba con valor informativo del material y el número de datos reportados fue insuficiente para establecer el valor asignado por consenso de los participantes.
- h) Respecto a la ronda piloto, el 87% de los participantes que reportó resultados, envió resultados para turbiedad con 4 laboratorios reportando sus resultados en duplicado, el 67 % para cloruros con 3 laboratorios reportando sus resultados en duplicado, el 67 % para pH (20 °C) y el 60 % para conductividad (25 °C).
- i) Los parámetros pH (25 °C) y conductividad (20 °C) no fueron evaluados por no contar con valor de referencia ni el número de datos suficientes para establecer el valor asignado por valor de consenso de los participantes.
- j) Para el análisis estadístico del analito arsénico no se presentaron datos anómalos y se identificaron 3 datos extremos.
- k) Para el análisis estadístico del analito cadmio se presentaron 4 datos anómalos y 2 datos extremos.
- l) Para el análisis estadístico de los analitos cobre, cromo y zinc se presentaron 2 datos anómalos y 2 datos extremos.
- m) Para el análisis estadístico del analito plomo se presentaron 4 datos anómalos y 3 datos extremos.
- n) Para los analitos piloto calcio, potasio y sodio, el número de datos reportados ( $n \leq 10$ ), no permitió realizar el análisis de datos anómalos y extremos.
- ñ) Para el análisis estadístico del analito piloto hierro, se presentaron 3 datos anómalos y 3 datos extremos.
- o) Para el analito manganeso, no se realizó el análisis de datos anómalos y extremos porque debido a la naturaleza de su valor asignado, se evalúa de manera cualitativa.

- p) Para el análisis de la ronda piloto, para el parámetro pH (20 °C) no se identificaron datos anómalos ni tampoco extremos.
- q) Para el análisis estadístico del parámetro conductividad (25 °C), el número de datos reportados ( $n \leq 10$ ), no permitió realizar el análisis de datos anómalos y extremos.
- r) Para el análisis estadístico del parámetro turbiedad, se presentaron 7 datos anómalos y 7 datos extremos.
- s) Para el análisis estadístico de cloruros, se presentaron 2 datos anómalos y ningún dato extremo.
- t) Se observa que respecto del año anterior el desempeño para el analito arsénico ha disminuido del 91 % de satisfactoriedad en el año 2023 a un 75 % de satisfactoriedad en el presente año.
- u) Se observa que respecto del año anterior el desempeño para el analito cadmio ha aumentado del 79 % de satisfactoriedad en el año 2023 a un 83 % de satisfactoriedad en el presente año.
- v) Se observa que respecto del año anterior el desempeño para el analito cobre ha aumentado del 67 % de satisfactoriedad en el año 2023 a un 86 % de satisfactoriedad en el presente año.
- w) Se observa que respecto del año anterior el desempeño para el analito cromo ha disminuido del 88 % de satisfactoriedad en el año 2023 a un 82 % de satisfactoriedad en el presente año.
- x) Se observa que respecto del año anterior el desempeño para el analito plomo ha aumentado del 62 % de satisfactoriedad en el año 2023 a un 75 % de satisfactoriedad en el presente año.
- y) Se observa que respecto del año anterior el desempeño para el analito zinc ha aumentado del 85 % de satisfactoriedad en el año 2023 a un 87 % de satisfactoriedad en el presente año.
- z) Se destaca la alta participación de los laboratorios en el análisis de metales piloto y en la ronda piloto de parámetros fisicoquímicos.
- aa) Se sugiere revisar datos, cálculos y unidades, como posible causa de desviación de resultados para laboratorios que cuenten con un *z-score* o un *z* (*z-prima*) dentro del rango de cuestionable o insatisfactorio, así como también cuando se observen tendencias por defecto o exceso para determinados analitos.
- ab) La versión autorizada del informe final se encuentra publicada en página Web institucional: [www.ispch.cl](http://www.ispch.cl)

## 11. REFERENCIAS

---

1. *ISO 13528:2022 (E). Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.*
2. ISO/IEC 17043:2010 (es), Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
3. *The International Harmonized Protocol for Proficiency testing of analytical chemistry laboratories (IUPAC) (2006). Pure Appl. Chem. Vol78, pp. 145-196.*
4. *Robust Statistics: a Method of Coping with Outliers". Royal Society of Chemistry, Analytical Methods Committee, N° 6, 2001.*



5. *Method 150.1: pH in Water by Electrometric Method, U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Issued 1971, Editorial Revision 1982.*
6. *Method 120.1: Conductance (Specific Conductance,  $\mu\text{mhos } 25^{\circ}\text{C}$ ) by Conductivity Meter, U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Issued 1971; Editorial Revision 1982.*

## 12. ANEXOS

**Tabla N° 5**

*Resultados de arsénico reportados, valores de z-score y evaluación de desempeño.*

CIL	Resultados mg/L	<i>z-score</i>	Evaluación de desempeño
QAMA2408	0,350	0,6	Satisfactorio
QAMA2421	0,276	-0,7	Satisfactorio
QAMA2427			
QAMA2428	0,274	-0,7	Satisfactorio
QAMA2441	0,406	1,5	Satisfactorio
QAMA2445			
QAMA2448	0,300	-0,3	Satisfactorio
QAMA2457	0,037	-4,6	Insatisfactorio
QAMA2458	0,038	-4,6	Insatisfactorio
QAMA2465	0,311	-0,1	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	0,111	-3,4	Insatisfactorio
QAMA2477	0,274	-0,7	Satisfactorio
QAMA2482	0,294	-0,4	Satisfactorio
QAMA2487	0,324	0,2	Satisfactorio
QAMA2503			

*Celda gris: No reporta resultados*

**Tabla N° 6**

Resultados de cadmio reportados, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados mg/L	z-score	Evaluación de desempeño
QAMA2408			
QAMA2421	0,141	-0,7	Satisfactorio
QAMA2427	0,156	-0,3	Satisfactorio
QAMA2428	0,134	-0,9	Satisfactorio
QAMA2441			
QAMA2445			
QAMA2448	0,158	-0,2	Satisfactorio
QAMA2457	0,611	12,8	Insatisfactorio
QAMA2458	0,641	13,7	Insatisfactorio
QAMA2465	0,162	-0,1	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	0,151	-0,4	Satisfactorio
QAMA2477	0,16	-0,2	Satisfactorio
QAMA2482	0,161	-0,1	Satisfactorio
QAMA2487	0,157	-0,3	Satisfactorio
QAMA2503	0,16	-0,2	Satisfactorio

*Celda gris: No reporta resultados*

**Tabla N° 7**

Resultados de cobre reportados, valores de *z-score* y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados mg/L	<i>z-score</i>	Evaluación de desempeño
QAMA2408	0,134	0,2	Satisfactorio
QAMA2421	0,123	-0,2	Satisfactorio
QAMA2427			
QAMA2428	0,138	0,4	Satisfactorio
QAMA2441	0,130	0,1	Satisfactorio
QAMA2445	0,130	0,1	Satisfactorio
QAMA2448	0,150	0,8	Satisfactorio
QAMA2457	0,430	10,8	Insatisfactorio
QAMA2458	0,458	11,9	Insatisfactorio
QAMA2465	0,140	0,4	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	0,100	-1,0	Satisfactorio
QAMA2477	0,129	0,0	Satisfactorio
QAMA2482	0,133	0,2	Satisfactorio
QAMA2487	0,116	-0,4	Satisfactorio
QAMA2503	0,120	-0,3	Satisfactorio

*Celda gris: No reporta resultados*

**Tabla N° 8**

Resultados de cromo reportados, valores de *z-score* y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados mg/L	<i>z-score</i>	Evaluación de desempeño
QAMA2408			
QAMA2421	0,138	-0,4	Satisfactorio
QAMA2427	0,115	-1,1	Satisfactorio
QAMA2428			
QAMA2441			
QAMA2445			
QAMA2448	0,141	-0,3	Satisfactorio
QAMA2457	0,508	11,1	Insatisfactorio
QAMA2458	0,510	11,2	Insatisfactorio
QAMA2465	0,157	0,2	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	0,120	-1,0	Satisfactorio
QAMA2477	0,153	0,1	Satisfactorio
QAMA2482	0,160	0,3	Satisfactorio
QAMA2487	0,137	-0,4	Satisfactorio
QAMA2503	0,145	-0,2	Satisfactorio

*Celda gris: No reporta resultados*

**Tabla N° 9**

Resultados de plomo reportados, valores de *z-score* y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados mg/L	<i>z-score</i>	Evaluación de desempeño
QAMA2408			
QAMA2421	0,095	-0,3	Satisfactorio
QAMA2427	0,098	-0,2	Satisfactorio
QAMA2428	0,098	-0,2	Satisfactorio
QAMA2441			
QAMA2445			
QAMA2448	0,095	-0,3	Satisfactorio
QAMA2457	0,430	14,3	Insatisfactorio
QAMA2458	0,497	17,2	Insatisfactorio
QAMA2465	0,143	1,8	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	0,050	-2,3	Cuestionable
QAMA2477	0,107	0,2	Satisfactorio
QAMA2482	0,104	0,1	Satisfactorio
QAMA2487	0,090	-0,5	Satisfactorio
QAMA2503	0,105	0,1	Satisfactorio

*Celda gris: No reporta resultados*

**Tabla N° 10**

Resultados de zinc reportados, valores de *z-score* y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados mg/L	<i>z-score</i>	Evaluación de desempeño
QAMA2408	0,544	0,0	Satisfactorio
QAMA2421	0,511	-0,3	Satisfactorio
QAMA2427	0,550	0,1	Satisfactorio
QAMA2428	0,542	0,0	Satisfactorio
QAMA2441	0,544	0,0	Satisfactorio
QAMA2445	0,574	0,4	Satisfactorio
QAMA2448	0,530	-0,1	Satisfactorio
QAMA2457	1,707	12,3	Insatisfactorio
QAMA2458	1,795	13,2	Insatisfactorio
QAMA2465	0,556	0,2	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	0,480	-0,6	Satisfactorio
QAMA2477	0,484	-0,6	Satisfactorio
QAMA2482	0,553	0,1	Satisfactorio
QAMA2487	0,525	-0,2	Satisfactorio
QAMA2503	0,450	-1,0	Satisfactorio

*Celda gris: No reporta resultados*

**Tabla N° 11**

Resultados de calcio reportados, valores de *z-score* y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados mg/L	<i>z-score</i>	Evaluación de desempeño
QAMA2408			
QAMA2421			
QAMA2427			
QAMA2428			
QAMA2441			
QAMA2445			
QAMA2448	131,000	307,0	Insatisfactorio
QAMA2457			
QAMA2458			
QAMA2465	3,237	0,4	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	1,846	-3,0	Cuestionable
QAMA2477			
QAMA2482	1,620	-3,5	Insatisfactorio
QAMA2487			
QAMA2503	138,022	323,9	Insatisfactorio

*Celda gris: No reporta resultados*

**Tabla N° 12**

Resultados de hierro reportados, valores de  $z'$  ( $z$ -prima) y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados mg/L	$z'$ ( $z$ -prima)	Evaluación de desempeño
QAMA2408	0,373	-0,4	Satisfactorio
QAMA2421			
QAMA2427			
QAMA2428	0,366	-0,4	Satisfactorio
QAMA2441			
QAMA2445	0,369	-0,4	Satisfactorio
QAMA2448	0,390	-0,1	Satisfactorio
QAMA2457	1,041	7,9	Insatisfactorio
QAMA2458	1,108	8,7	Insatisfactorio
QAMA2465	0,419	0,2	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	0,376	-0,3	Satisfactorio
QAMA2477	0,400	0,0	Satisfactorio
QAMA2482	0,412	0,1	Satisfactorio
QAMA2487	0,411	0,1	Satisfactorio
QAMA2503	ND	No aplica	Insatisfactorio

ND: No detectado.

Celda gris: No reporta resultados



**Tabla N° 13**  
*Resultados de manganeso reportados y evaluación de desempeño.*

CIL	Resultados mg/L	Evaluación de desempeño
QAMA2408	ND	Satisfactorio
QAMA2421		
QAMA2427		
QAMA2428	ND	Satisfactorio
QAMA2441		
QAMA2445	ND	Satisfactorio
QAMA2448	ND	Satisfactorio
QAMA2457	ND	Satisfactorio
QAMA2458	ND	Satisfactorio
QAMA2465	0,007	Insatisfactorio
QAMA2466		
QAMA2473	ND	Satisfactorio
QAMA2477	ND	Satisfactorio
QAMA2482	ND	Satisfactorio
QAMA2487	0,010	Insatisfactorio
QAMA2503	ND	Satisfactorio

*ND: No detectado*

*Celda gris: No reporta resultados*

**Tabla N° 14**

Resultados de potasio reportados, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados mg/L	z-score	Evaluación de desempeño
QAMA2408			
QAMA2421			
QAMA2427	0,620	-2,9	Cuestionable
QAMA2428			
QAMA2441			
QAMA2445			
QAMA2448	ND	No aplica	Insatisfactorio
QAMA2457	3,932	15,7	Insatisfactorio
QAMA2458	4,010	16,1	Insatisfactorio
QAMA2465	1,285	0,8	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	1,212	0,4	Satisfactorio
QAMA2477			
QAMA2482	0,886	-1,4	Satisfactorio
QAMA2487			
QAMA2503	2,841	9,6	Insatisfactorio

ND: No detectado

Celda gris: No reporta resultados

**Tabla N° 15**

Resultados de sodio reportados, valores de *z-score* y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados mg/L	<i>z-score</i>	Evaluación de desempeño
QAMA2408			
QAMA2421			
QAMA2427	0,753	0,8	Satisfactorio
QAMA2428			
QAMA2441			
QAMA2445			
QAMA2448	78,000	681,8	Insatisfactorio
QAMA2457	7,427	59,6	Insatisfactorio
QAMA2458	7,463	59,9	Insatisfactorio
QAMA2465	1,109	3,9	Insatisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	0,581	-0,8	Satisfactorio
QAMA2477			
QAMA2482	0,596	-0,6	Satisfactorio
QAMA2487			
QAMA2503	66,282	578,5	Insatisfactorio

Celda gris: No reporta resultados

**Tabla N° 16**

Resultados de pH (20 °C) reportados, valores de z' (z-prima) y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados	z' (z-prima)	Evaluación de desempeño
QAMA2408	7,900	-0,7	Satisfactorio
QAMA2421			
QAMA2427	7,500	-2,5	Cuestionable
QAMA2428	7,900	-0,7	Satisfactorio
QAMA2441			
QAMA2445	8,000	-0,2	Satisfactorio
QAMA2448			
QAMA2457			
QAMA2458			
QAMA2465	7,930	-0,5	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	8,150	0,5	Satisfactorio
QAMA2477	8,000	-0,2	Satisfactorio
QAMA2482	7,710	-1,5	Satisfactorio
QAMA2487	7,700	-1,6	Satisfactorio
QAMA2503	7,861	-0,9	Satisfactorio

Celda gris: No reporta resultados

**Tabla N° 17**

Resultados de conductividad (25 °C) reportados, valores de *z'*-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados μS/cm	<i>z'</i> -score	Evaluación de desempeño
QAMA2408			
QAMA2421			
QAMA2427	1086	-0,4	Satisfactorio
QAMA2428	1033	-0,9	Satisfactorio
QAMA2441			
QAMA2445			
QAMA2448	1121	-0,1	Satisfactorio
QAMA2457	1095	-0,3	Satisfactorio
QAMA2458	1067	-0,6	Satisfactorio
QAMA2465	1072	-0,5	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473			
QAMA2477			
QAMA2482	535	-5,4	Insatisfactorio
QAMA2487	1041	-0,8	Satisfactorio
QAMA2503	1098	-0,3	Satisfactorio

Celda gris: No reporta resultados

**Tabla N° 18**

Resultados de turbiedad reportados, valores de  $z'$ -score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados NTU	$z'$ -score	Evaluación de desempeño
QAMA2408	0,600	-0,6	Satisfactorio
QAMA2421			
QAMA2427	0,800	0,2	Satisfactorio
	0,600	-0,6	Satisfactorio
QAMA2428	1,630	3,7	Insatisfactorio
	1,690	3,9	Insatisfactorio
QAMA2441			
QAMA2445	0,900	0,6	Satisfactorio
QAMA2448	4,883	17,3	Insatisfactorio
QAMA2457	3,000	9,4	Insatisfactorio
QAMA2458	3,000	9,4	Insatisfactorio
QAMA2465	35,000	143,2	Insatisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	7,100	26,5	Insatisfactorio
QAMA2477	0,900	0,6	Satisfactorio
QAMA2482	0,700	-0,2	Satisfactorio
	0,800	0,2	Satisfactorio
QAMA2487	0,900	0,6	Satisfactorio
QAMA2503	0,531	-0,9	Satisfactorio
	0,532	-0,9	Satisfactorio

Celda gris: No reporta resultados

**Tabla N° 19**

Resultados de cloruros reportados, valores de  $z'$ -score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados mg/L	$z'$ -score	Evaluación de desempeño
QAMA2408			
QAMA2421			
QAMA2427			
QAMA2428	124,7	0,7	Satisfactorio
	118,0	-0,9	Satisfactorio
QAMA2441			
QAMA2445			
QAMA2448	108,5	-0,8	Satisfactorio
QAMA2457	152,5	3,5	Insatisfactorio
QAMA2458	153,2	3,6	Insatisfactorio
QAMA2465	119,3	0,2	Satisfactorio
QAMA2466			
QAMA2473	131,5	1,4	Satisfactorio
QAMA2477	106,7	-1,0	Satisfactorio
QAMA2482	108,5	-0,8	Satisfactorio
	107,6	-0,9	Satisfactorio
QAMA2487	110,6	-0,6	Satisfactorio
QAMA2503	117,0	0,0	Satisfactorio
	116,7	0,0	Satisfactorio

Celda gris: No reporta resultados

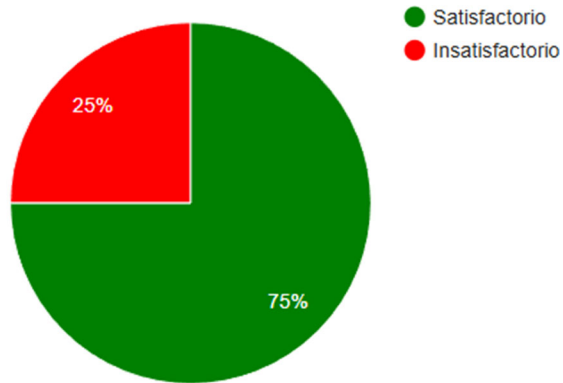
**Tabla N° 20**  
Resultados de níquel, pH (25 °C) y conductividad (20 °C), reportados.

CIL	Analito/Parámetro		
	Hierro mg/L	pH (25 °C)	Conductividad (20 °C) µS/cm
QAMA2408			1146
QAMA2421			
QAMA2427		7,500	1089
QAMA2428		7,900	1045
QAMA2441			
QAMA2445			
QAMA2448		8,030	
QAMA2457	0,755	7,900	
QAMA2458	0,738	7,900	
QAMA2465	0,253		
QAMA2466			
QAMA2473			1320
QAMA2477			1075
QAMA2482	0,203	7,720	535
QAMA2487			
QAMA2503	ND	7,873	1090

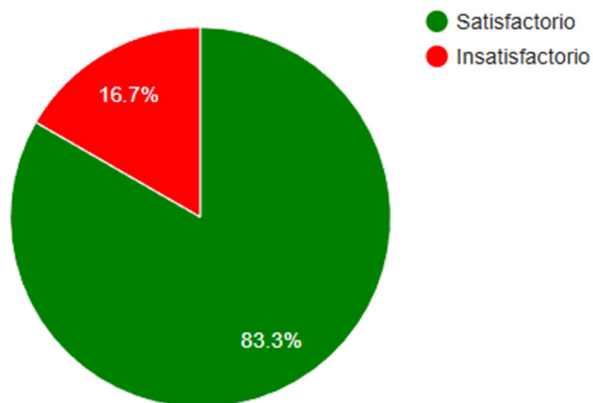
*Celda gris: No reporta resultados*



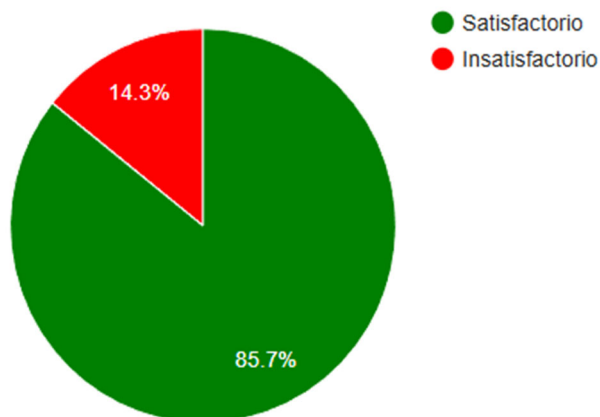
**GRÁFICA N° 1**  
*Evaluación de desempeño de arsénico en agua potable.*



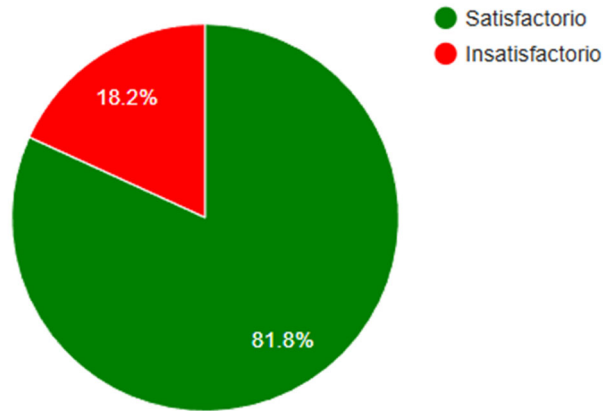
**GRÁFICA N° 2**  
*Evaluación de desempeño de cadmio en agua potable.*



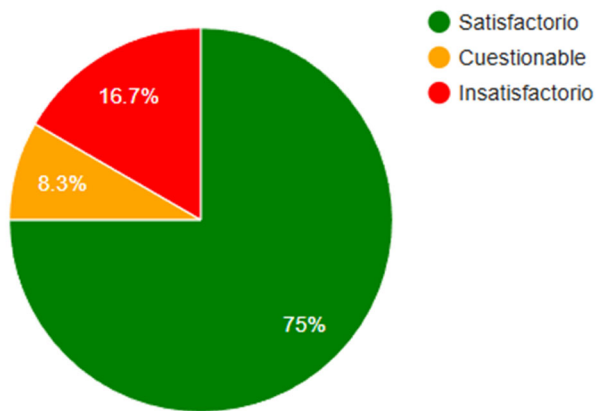
**GRÁFICA N° 3**  
*Evaluación de desempeño de cobre en agua potable.*



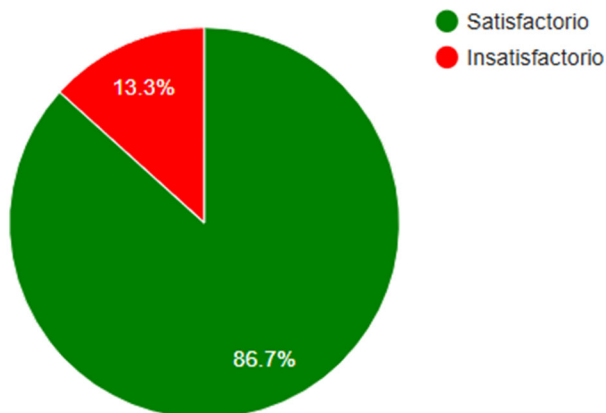
**GRÁFICA N° 4**  
*Evaluación de desempeño de cromo en agua potable.*



**GRÁFICA N° 5**  
*Evaluación de desempeño de plomo en agua potable.*

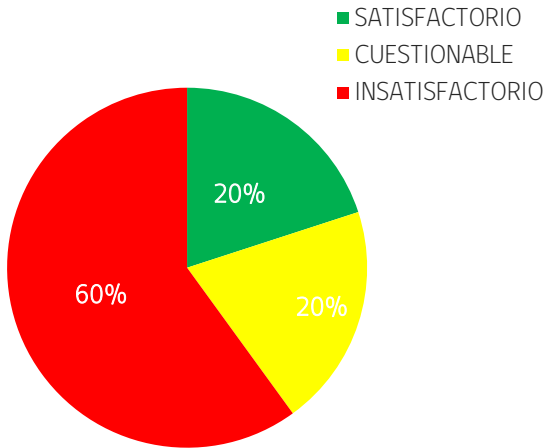


**GRÁFICA N° 6**  
*Evaluación de desempeño de zinc en agua potable.*



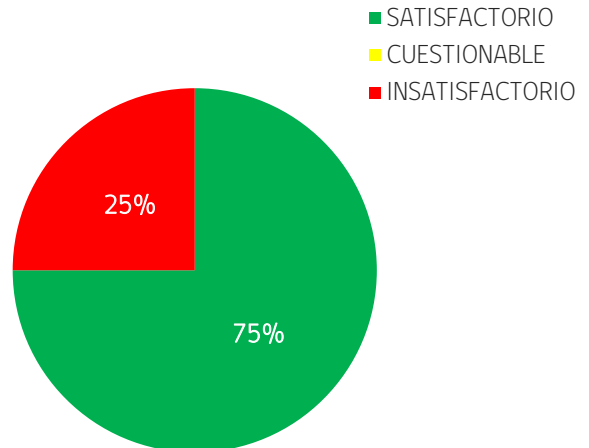
**GRÁFICA N° 7**

*Evaluación de desempeño de calcio en agua potable.*



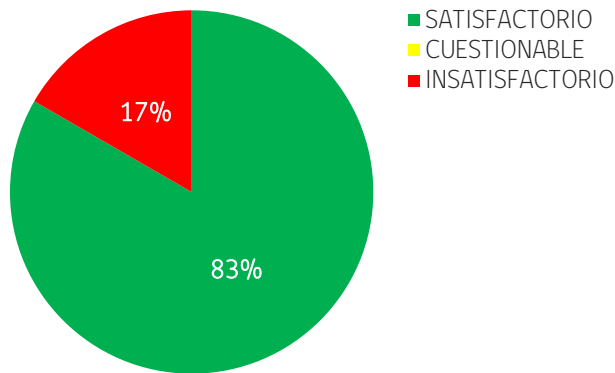
**GRÁFICA N° 8**

*Evaluación de desempeño de hierro en agua potable.*



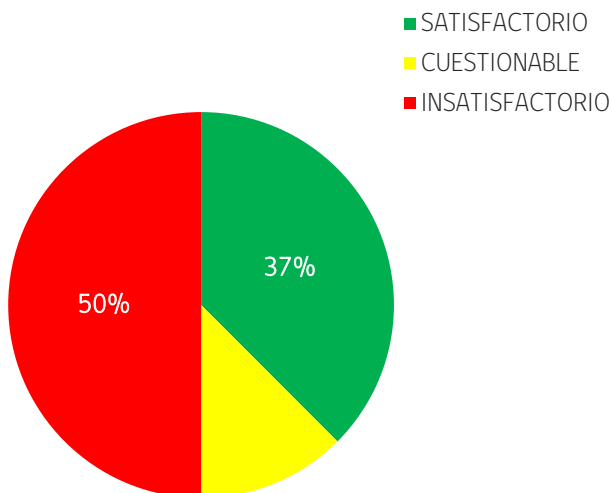
**GRÁFICA N° 9**

*Evaluación de desempeño de manganeso en agua potable.*



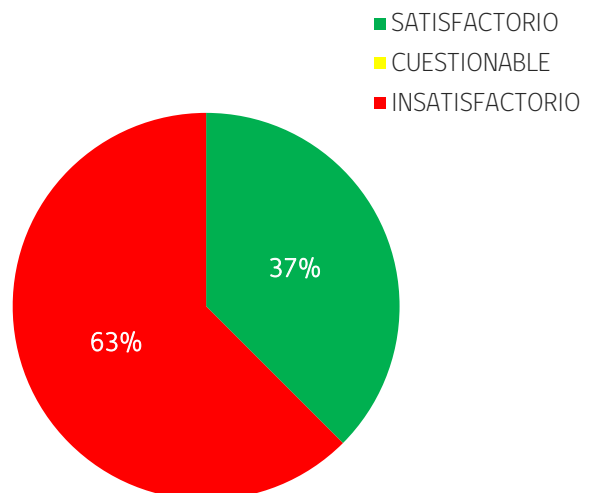
**GRÁFICA N° 10**

*Evaluación de desempeño de potasio en agua potable.*



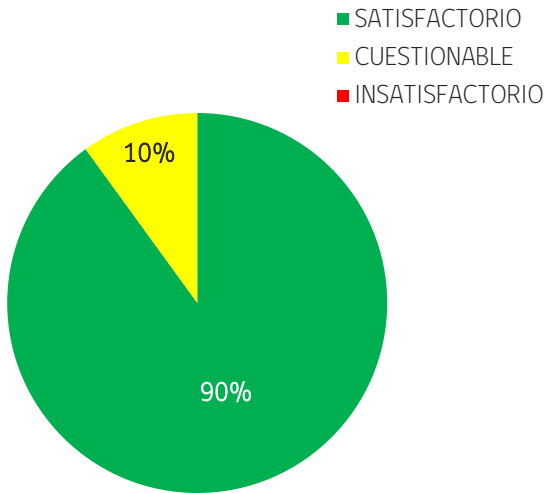
**GRÁFICA N° 11**

*Evaluación de desempeño de sodio en agua potable.*



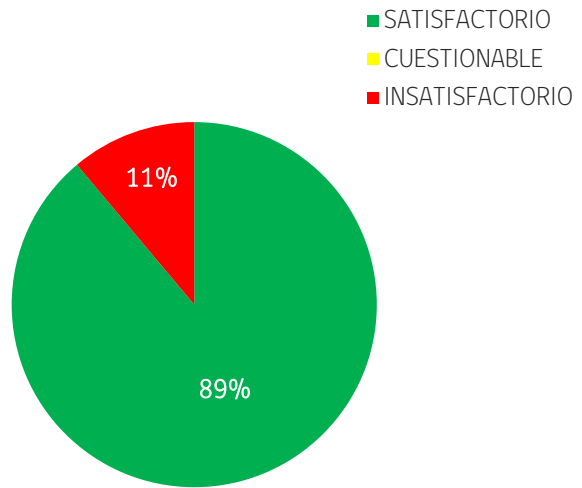
**GRÁFICA N°12**

*Evaluación de desempeño de pH (20 °C) en agua potable.*



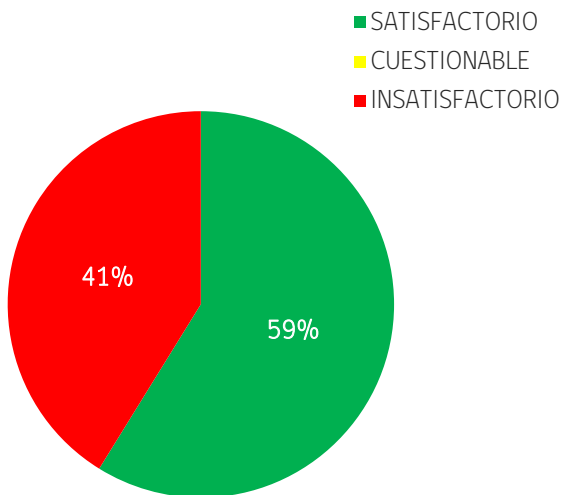
**GRÁFICA N° 13**

*Evaluación de desempeño de conductividad (25 °C) en agua potable.*



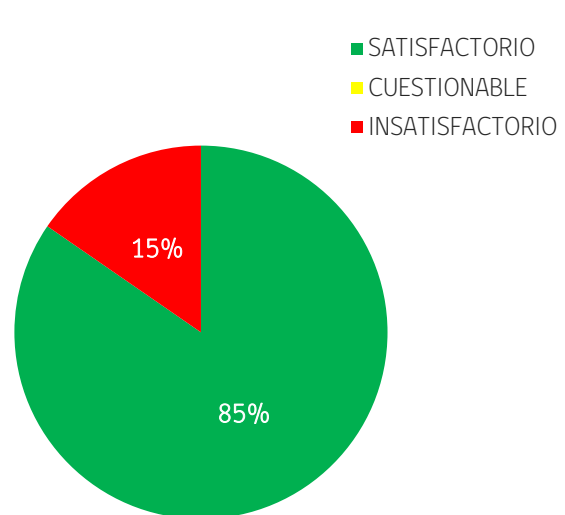
**GRÁFICA N° 14**

*Evaluación de desempeño de turbiedad en agua potable.*



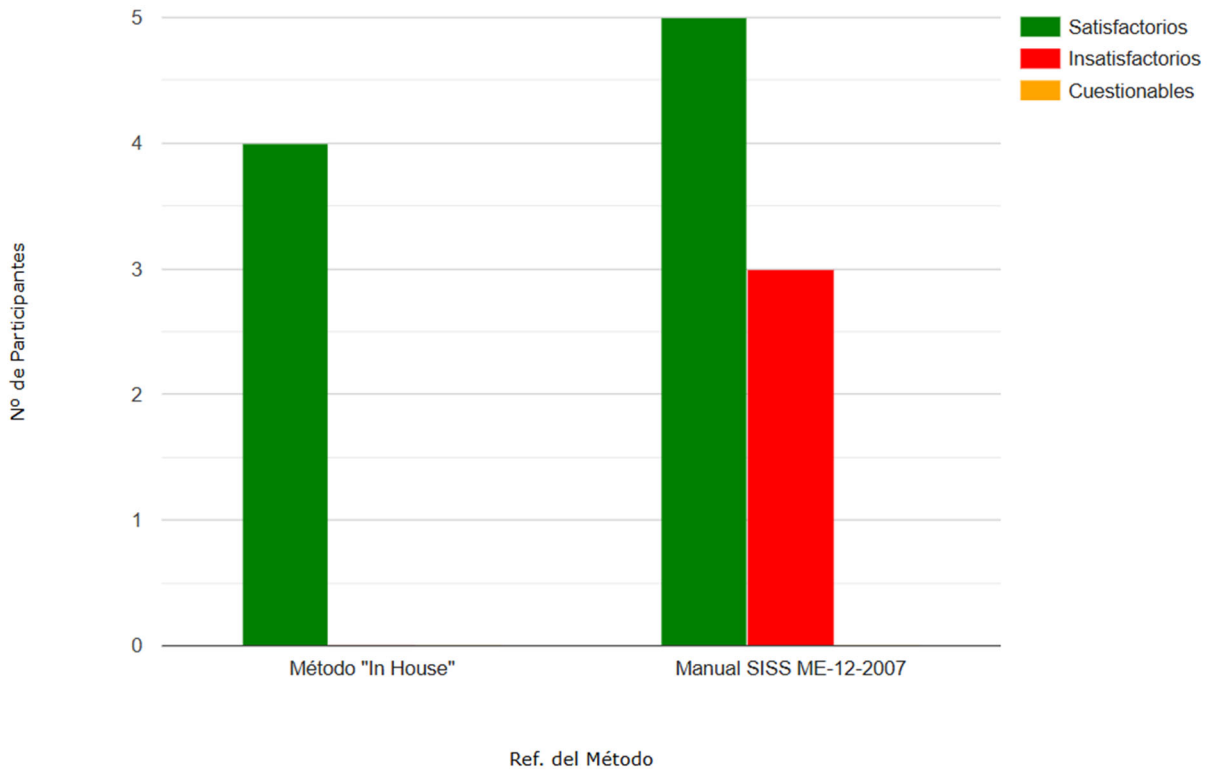
**GRÁFICA N° 15**

*Evaluación de desempeño de cloruros en agua potable.*



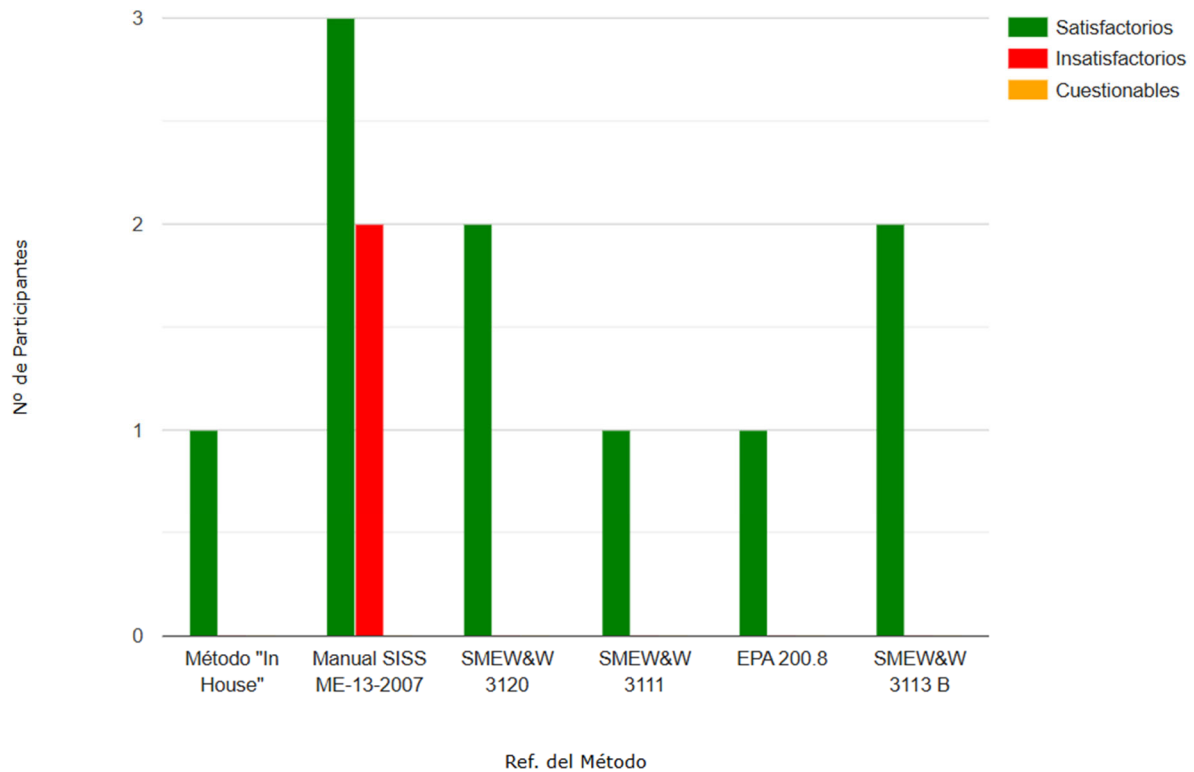
**GRÁFICA N° 16**

*Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de arsénico en agua potable.*



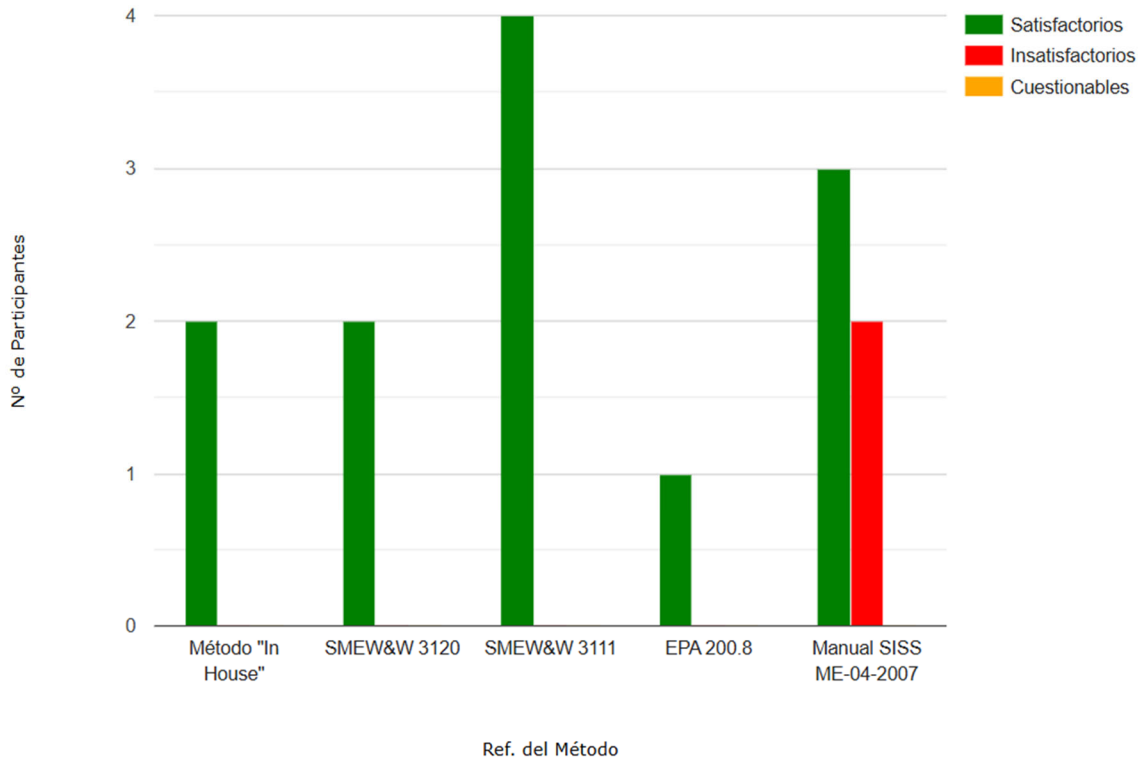
**GRÁFICA N° 17**

*Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de cadmio en agua potable.*



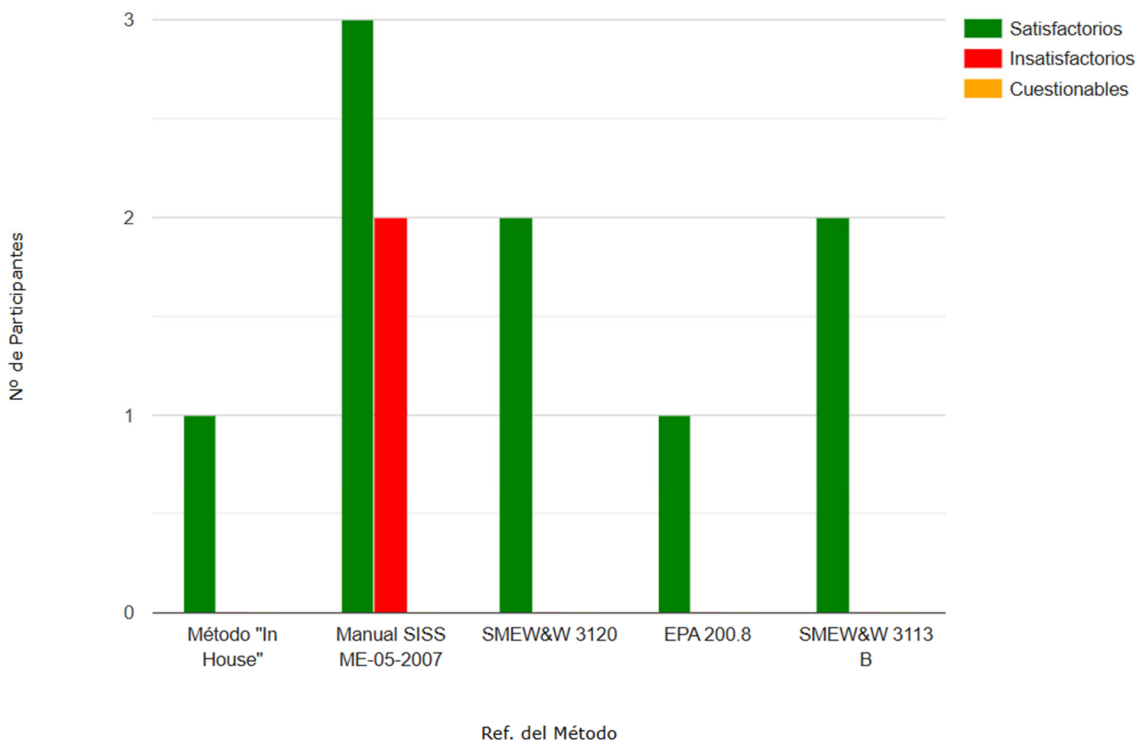
**GRÁFICA N° 18**

*Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de cobre en agua potable.*



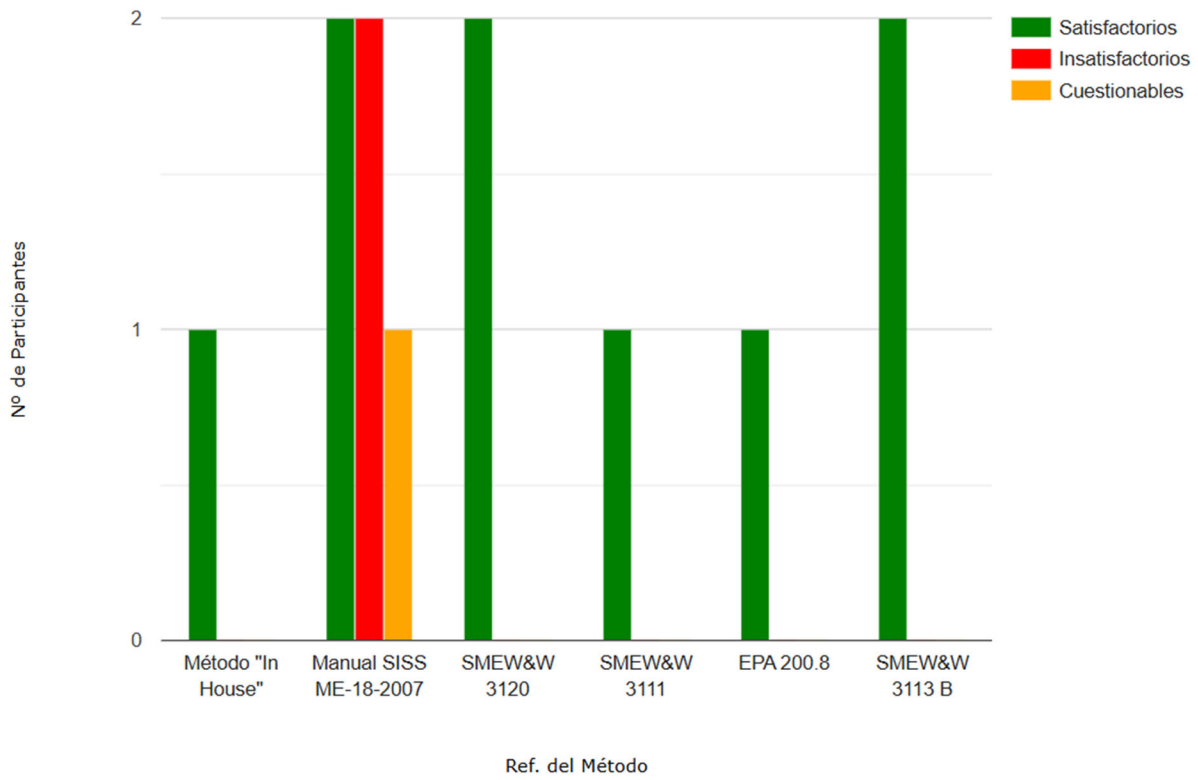
**GRÁFICA N° 19**

*Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de cromo en agua potable.*



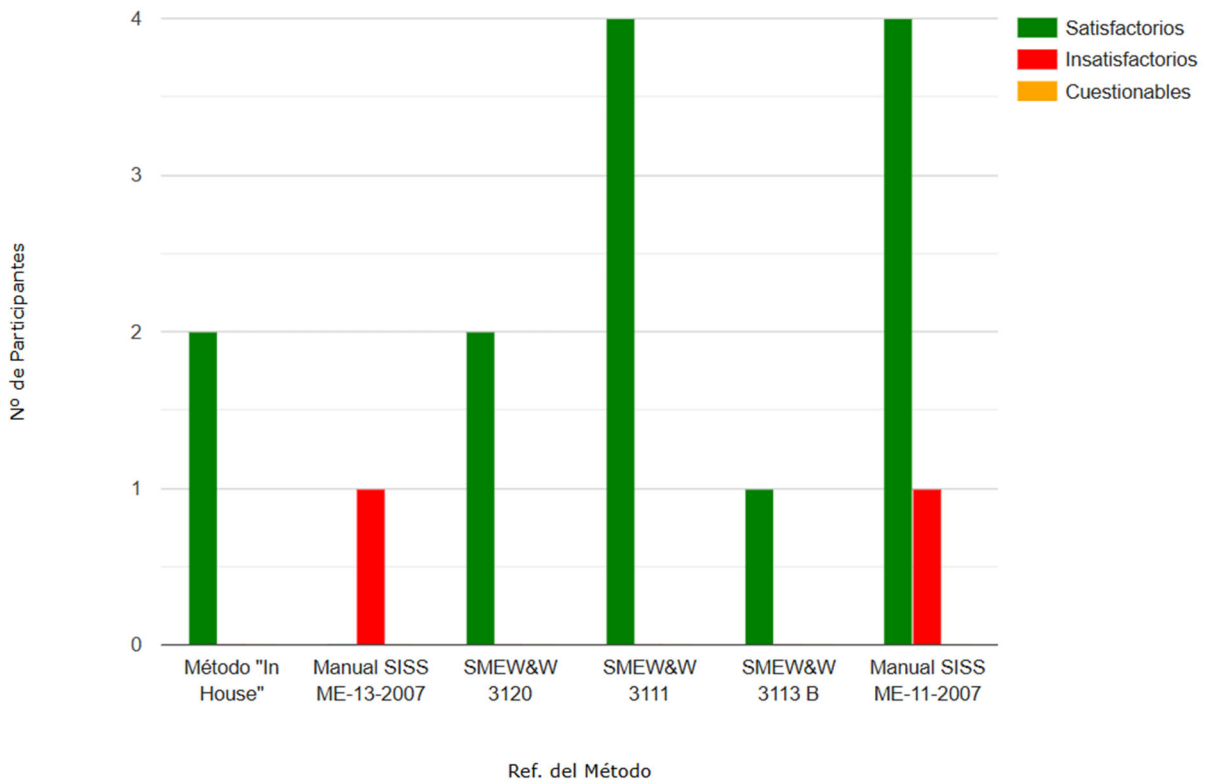
**GRÁFICA N° 20**

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de plomo en agua potable.



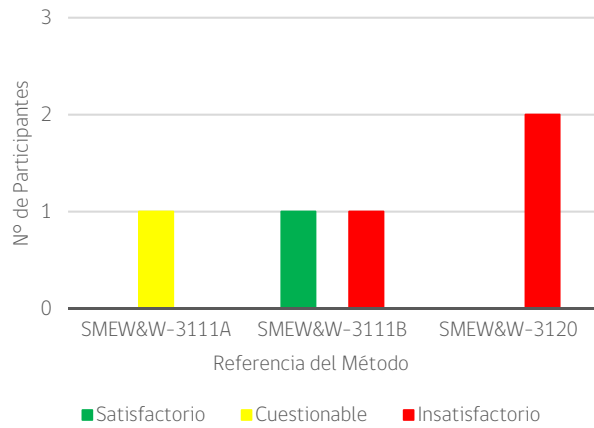
**GRÁFICA N° 21**

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de zinc en agua potable.



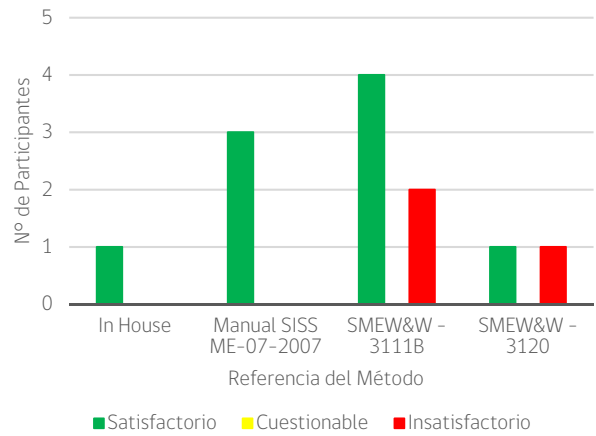
**GRÁFICA N° 22**

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de calcio en agua potable.



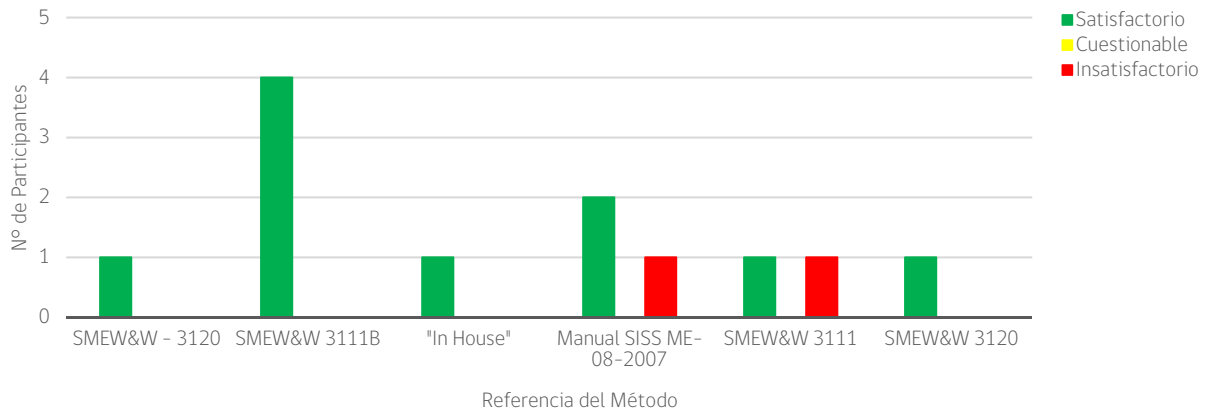
**GRÁFICA N° 23**

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de hierro en agua potable.



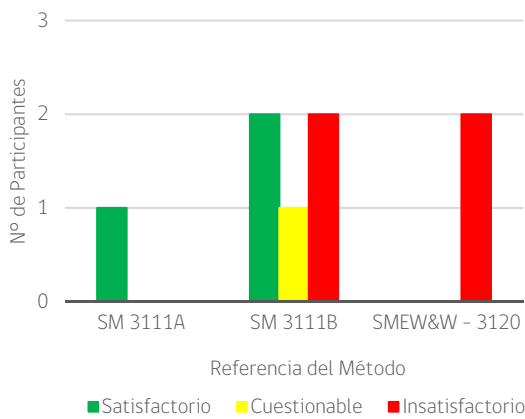
**GRÁFICA N° 24**

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de manganeso en agua potable.



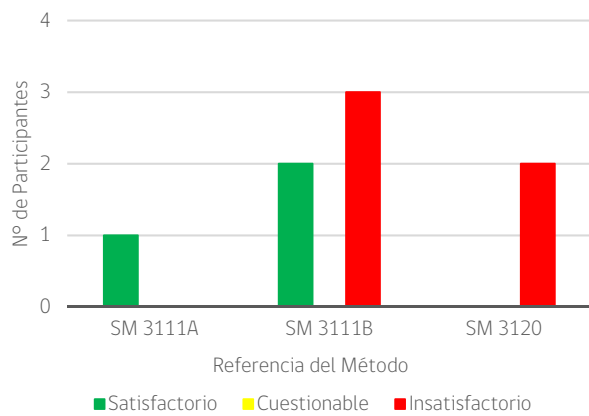
**GRÁFICA N° 25**

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de potasio en agua potable.



**GRÁFICA N° 26**

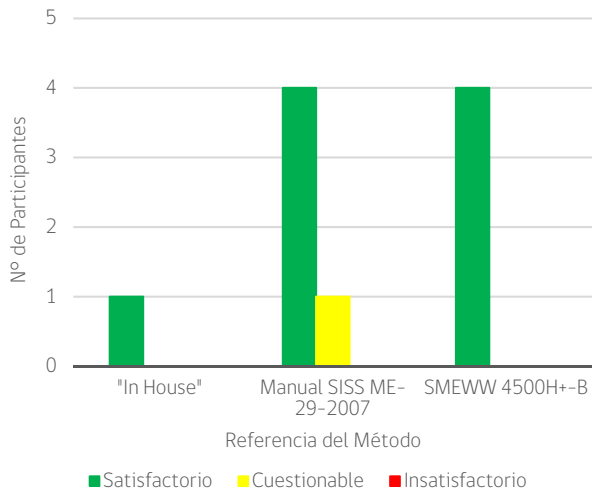
Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de sodio en agua potable.





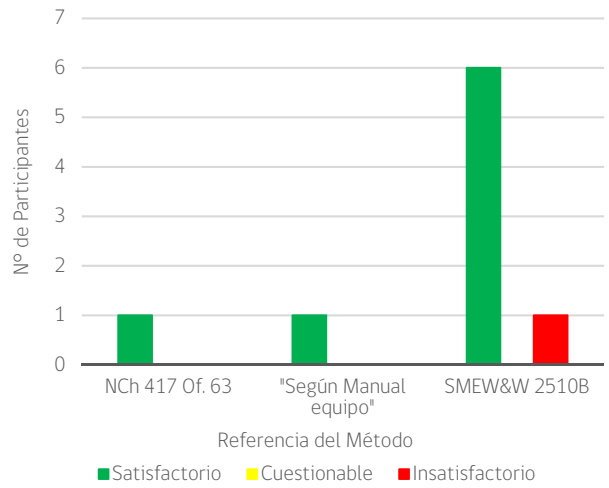
**GRÁFICA N° 27**

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de pH (20 °C) en agua potable.



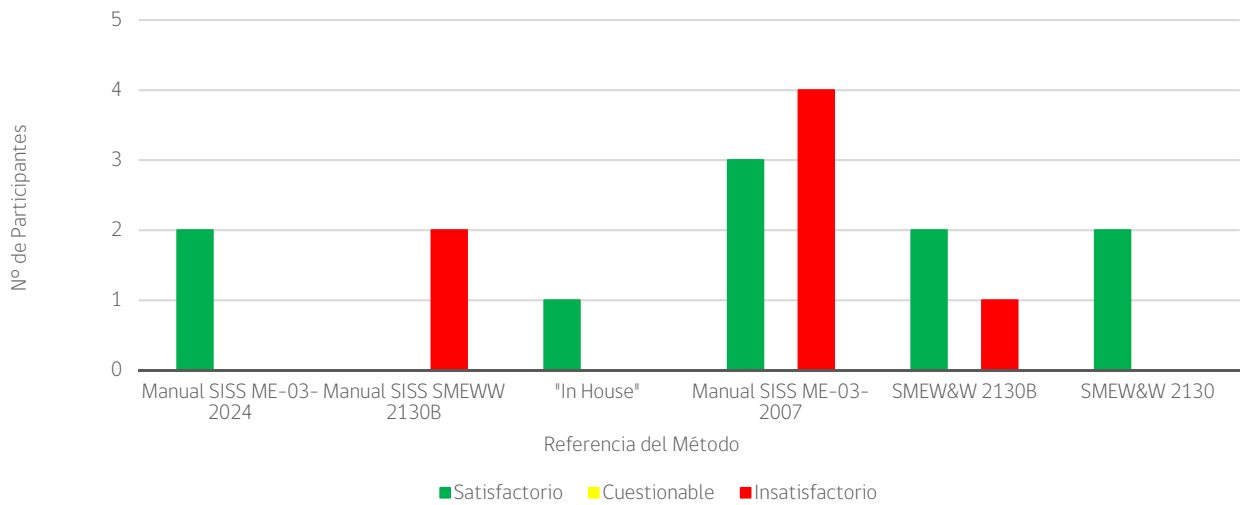
**GRÁFICA N° 28**

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de conductividad (25 °C) en agua potable.



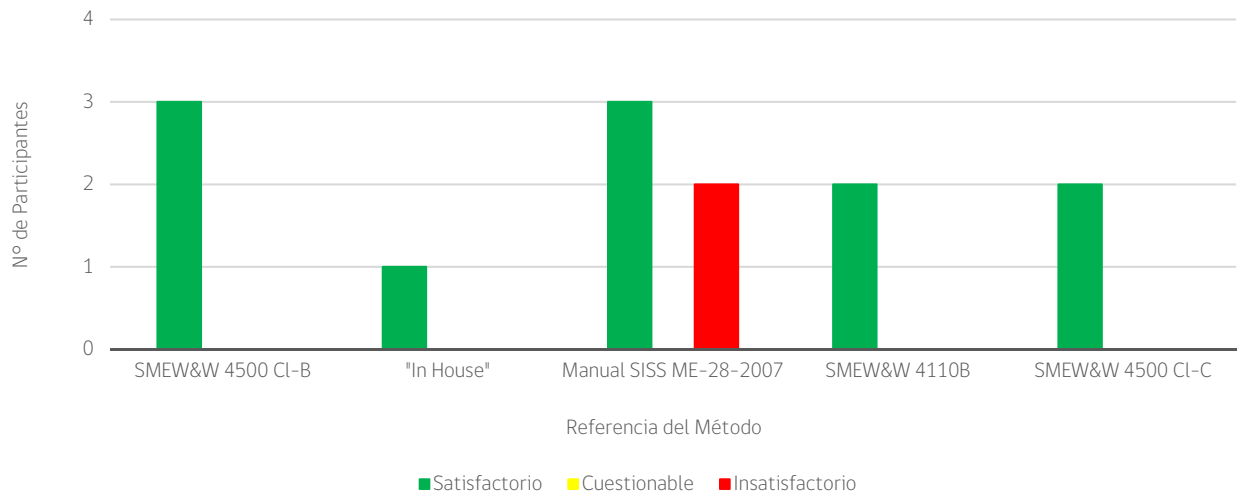
**GRÁFICA N° 29**

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de turbiedad en agua potable.



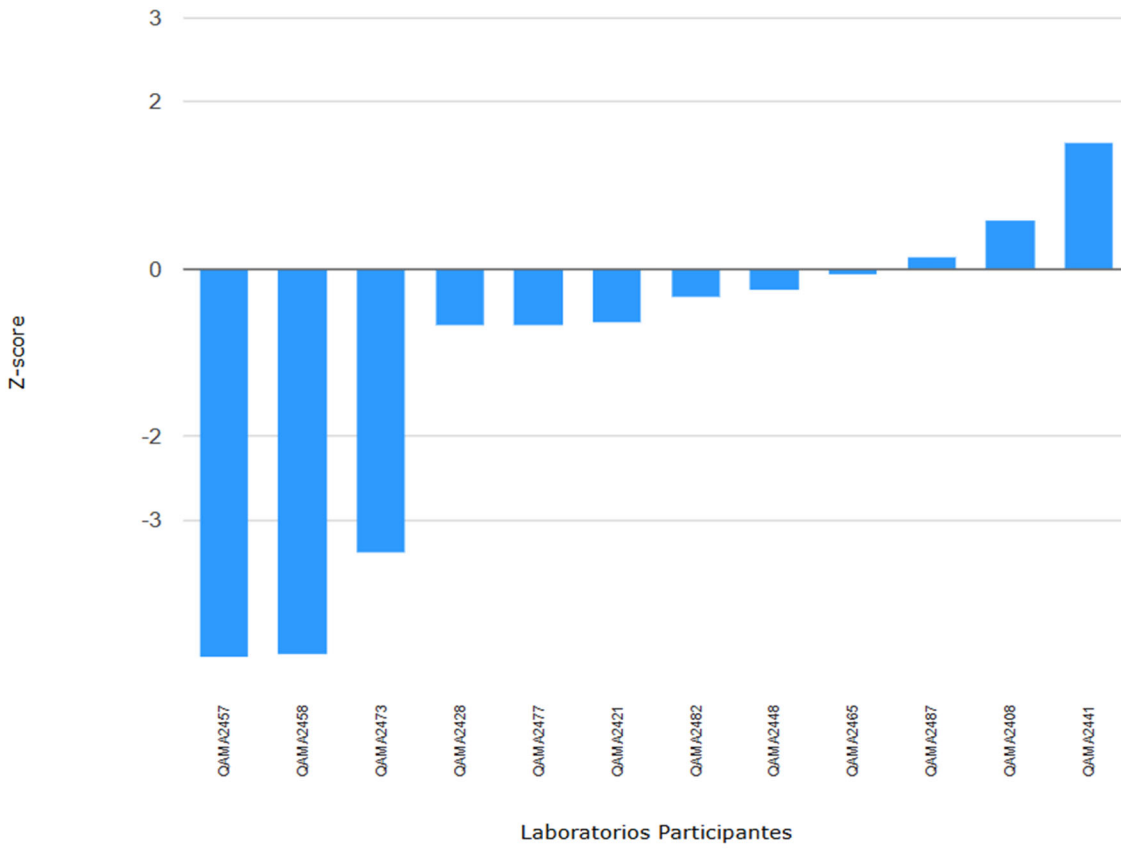
**GRÁFICA N° 30**

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de cloruros en agua potable.



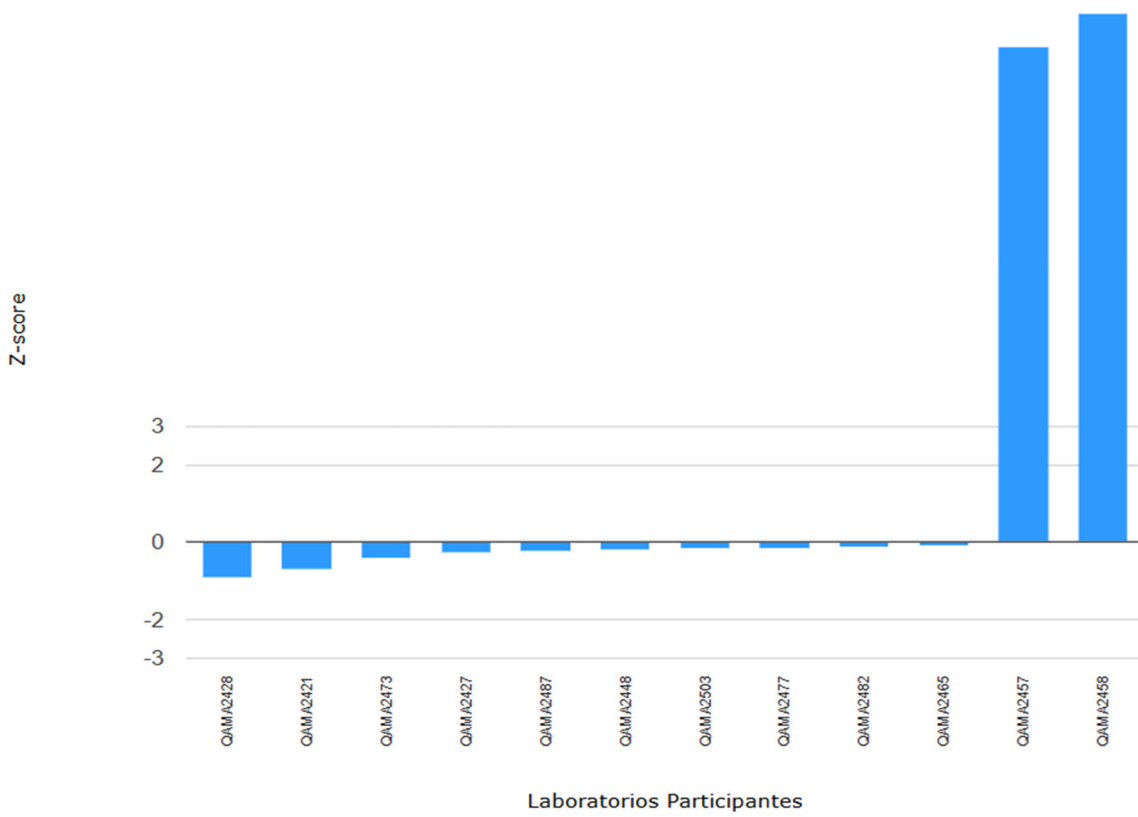
**GRÁFICA N° 31**

*Distribución de z-score para determinación de arsénico en agua potable.*



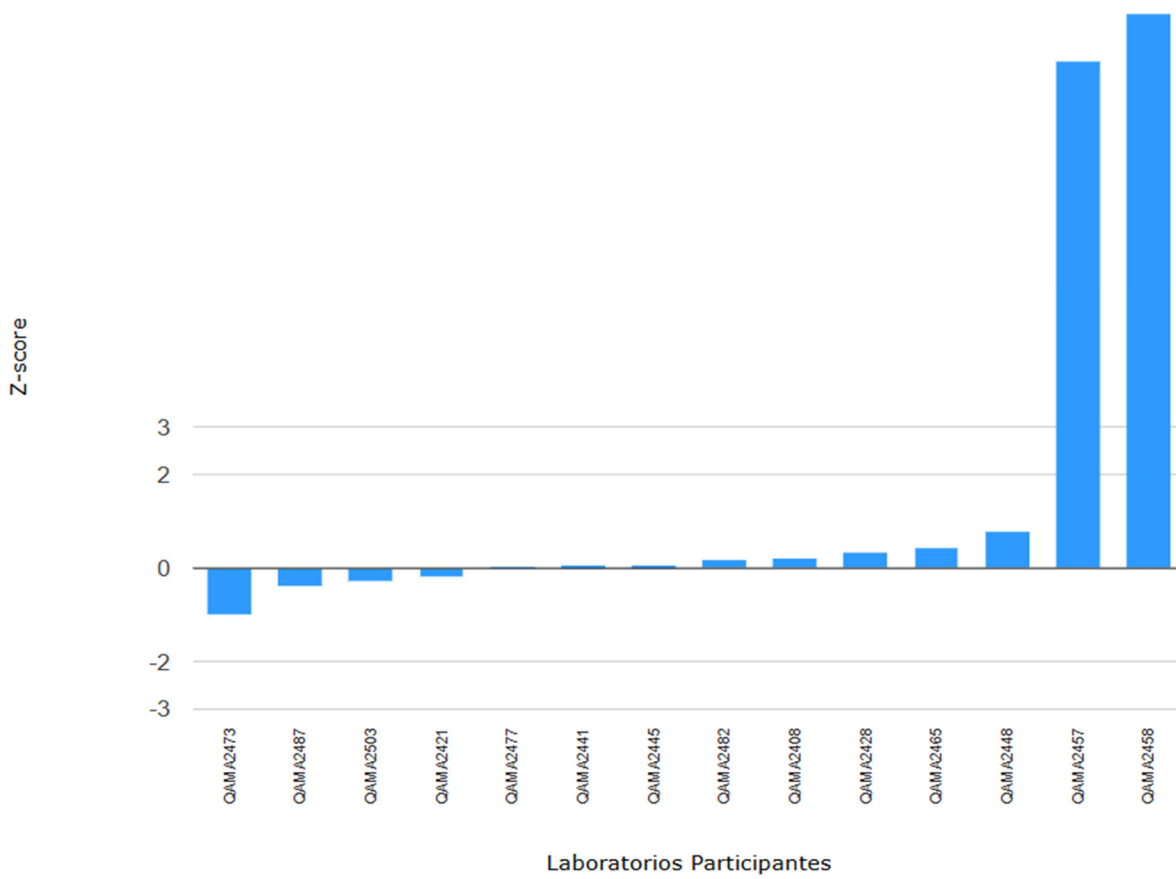
**GRÁFICA N° 32**

*Distribución de z-score para determinación de cadmio en agua potable.*



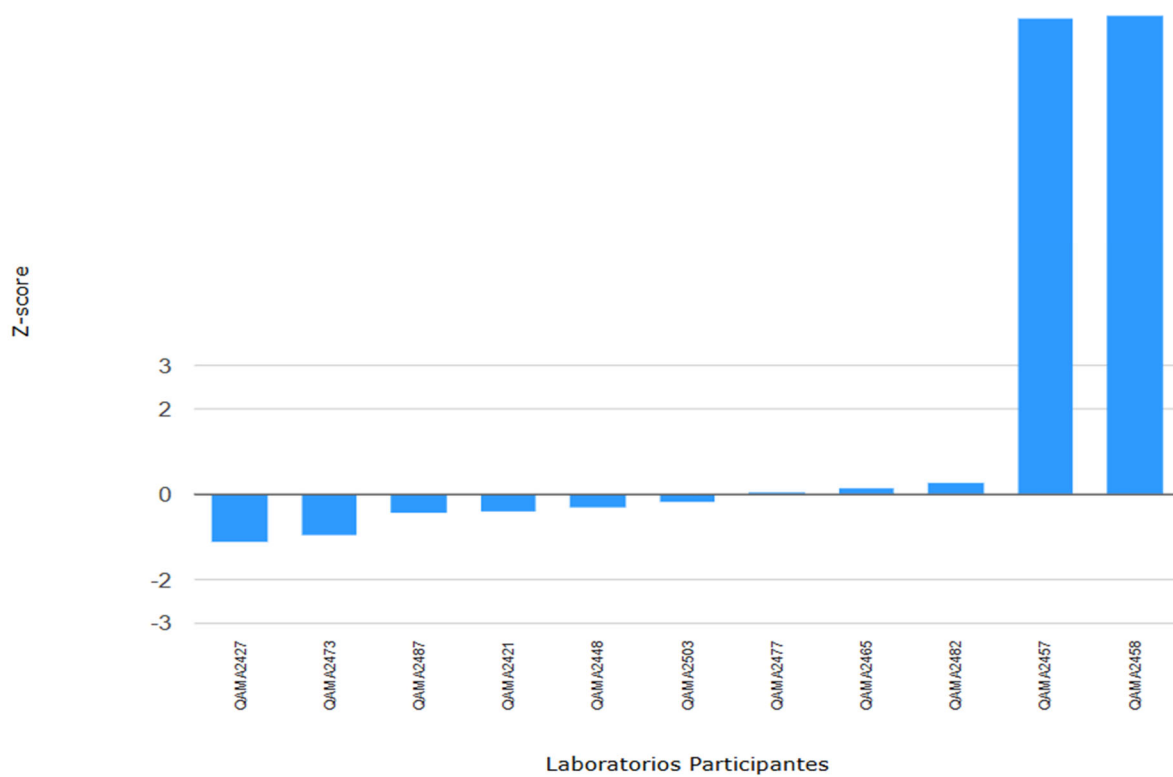
**GRÁFICA N° 33**

*Distribución de z-score para determinación de cobre en agua potable.*



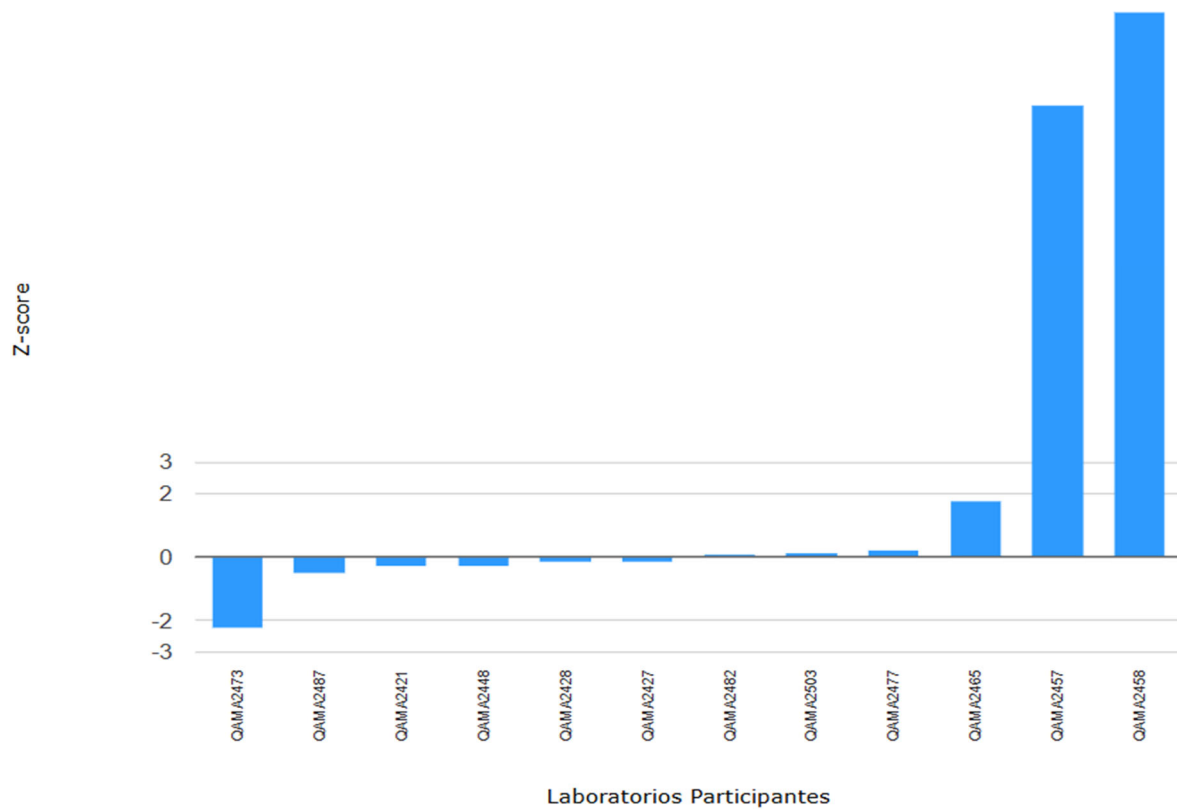
**GRÁFICA N° 34**

*Distribución de z-score para determinación de cromo en agua potable.*



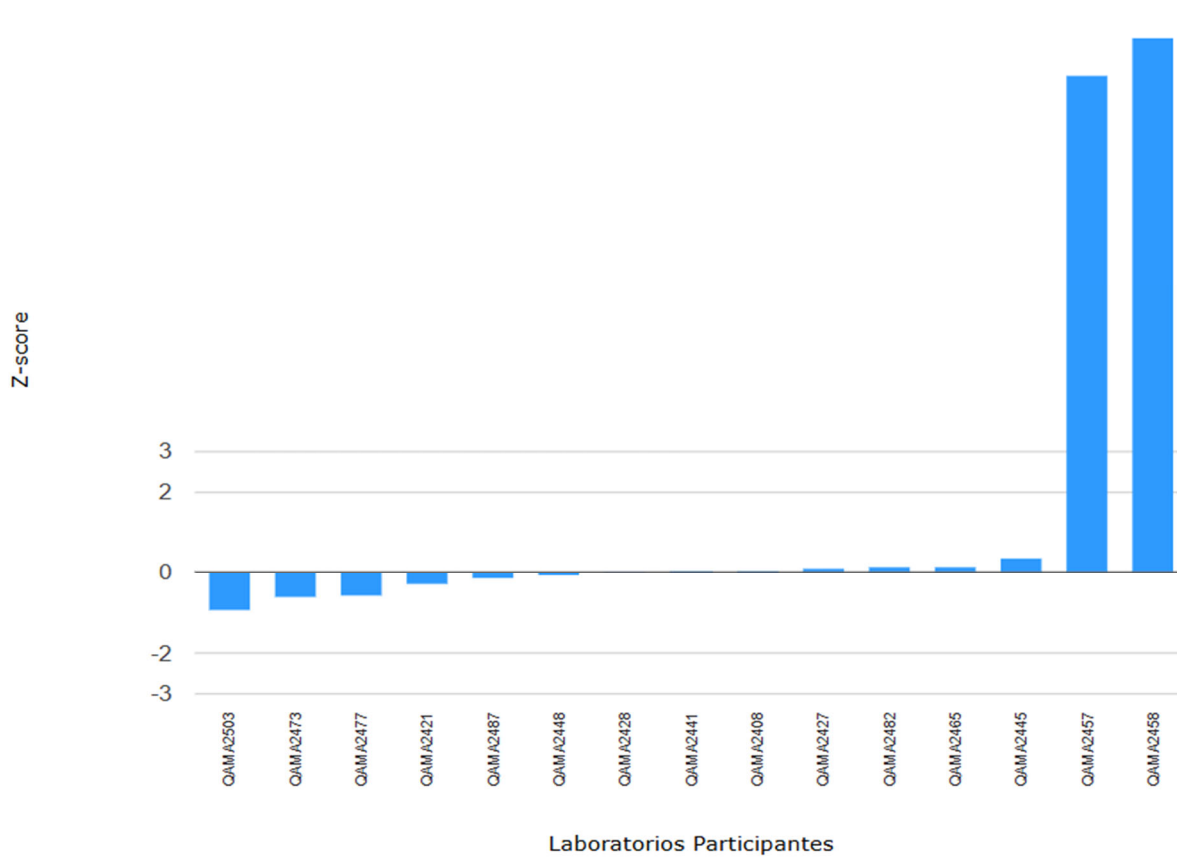
**GRÁFICA N° 35**

*Distribución de z-score para determinación de plomo en agua potable.*



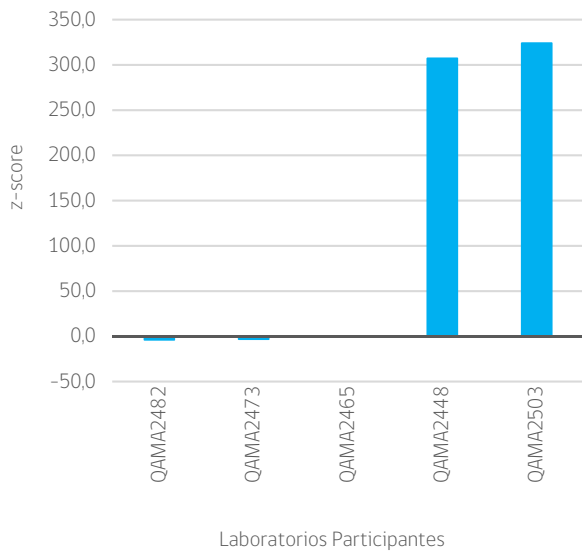
**GRÁFICA N° 36**

*Distribución de z-score para determinación de zinc en agua potable.*



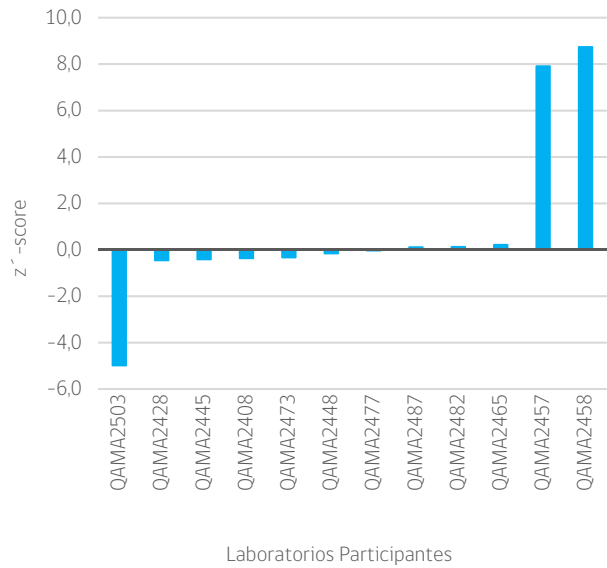
**GRÁFICA N° 37**

Distribución de z-score para determinación de calcio en agua potable.



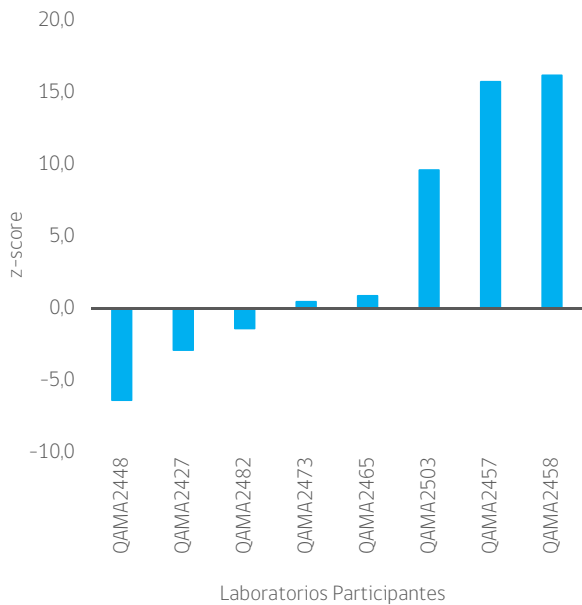
**GRÁFICA N° 38**

Distribución de z'-score para determinación de hierro en agua potable.



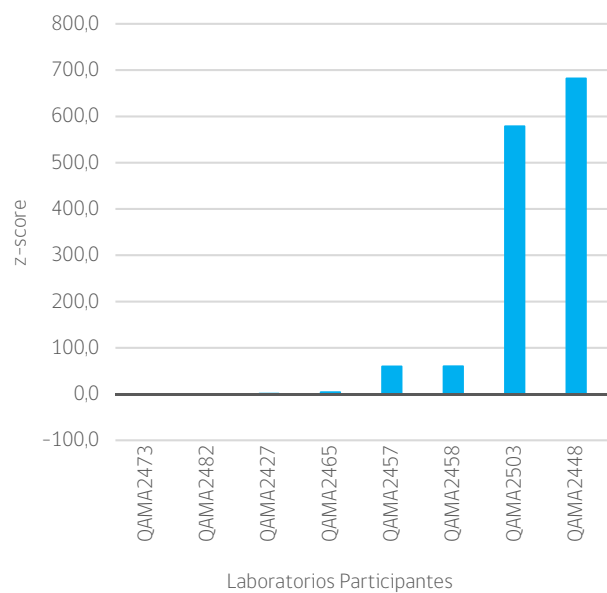
**GRÁFICA N° 39**

Distribución de z-score para determinación de potasio en agua potable.



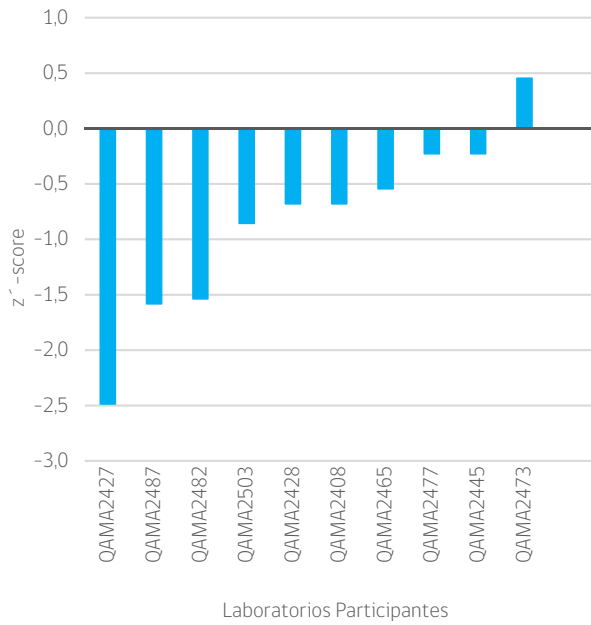
**GRÁFICA N° 40**

Distribución de z-score para determinación de sodio en agua potable.



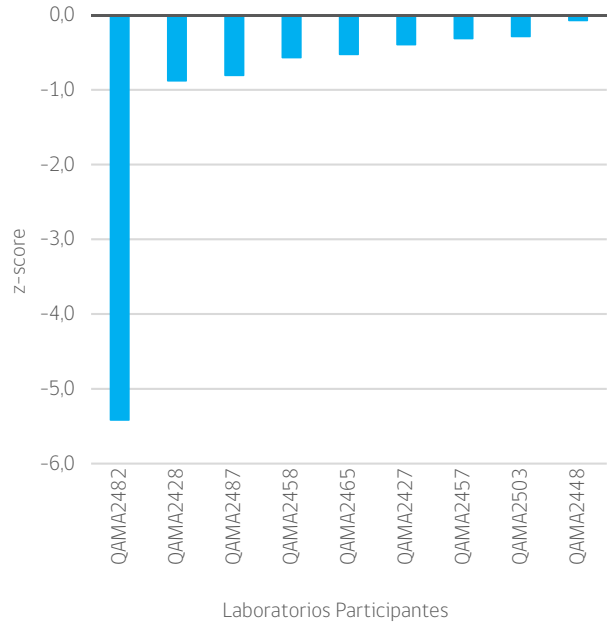
**GRÁFICA N° 41**

Distribución de  $z'$ -score para determinación de pH (20 °C) en agua potable.



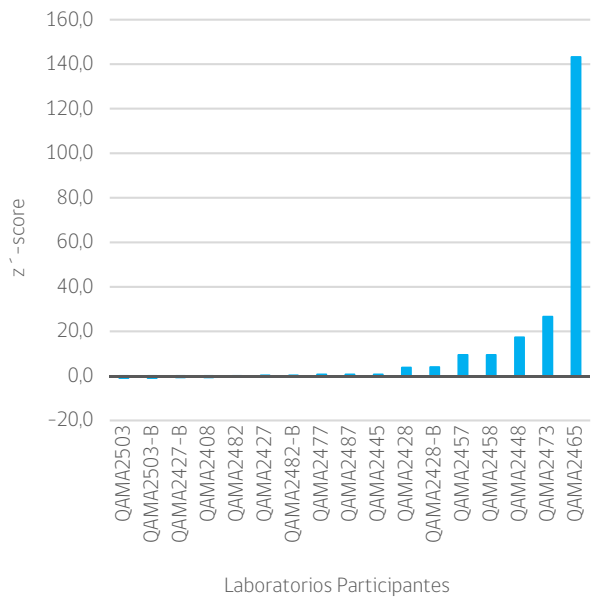
**GRÁFICA N° 42**

Distribución de  $z'$ -score para determinación de conductividad (25 °C) en agua potable.



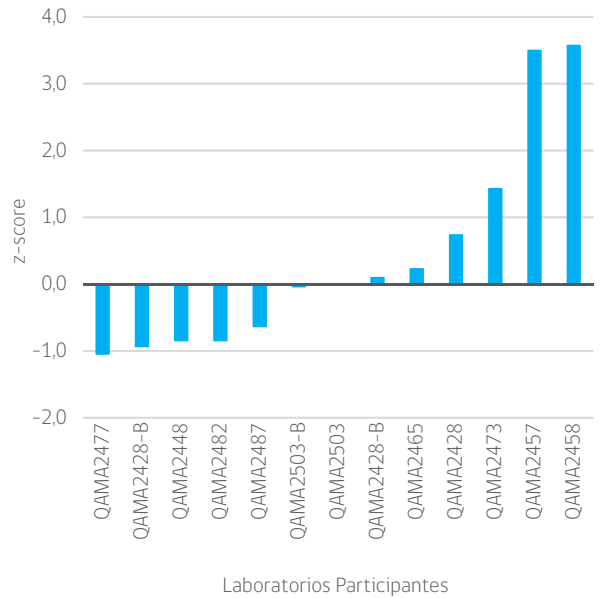
**GRÁFICA N° 43**

Distribución de  $z'$ -score para determinación de turbiedad en agua potable.



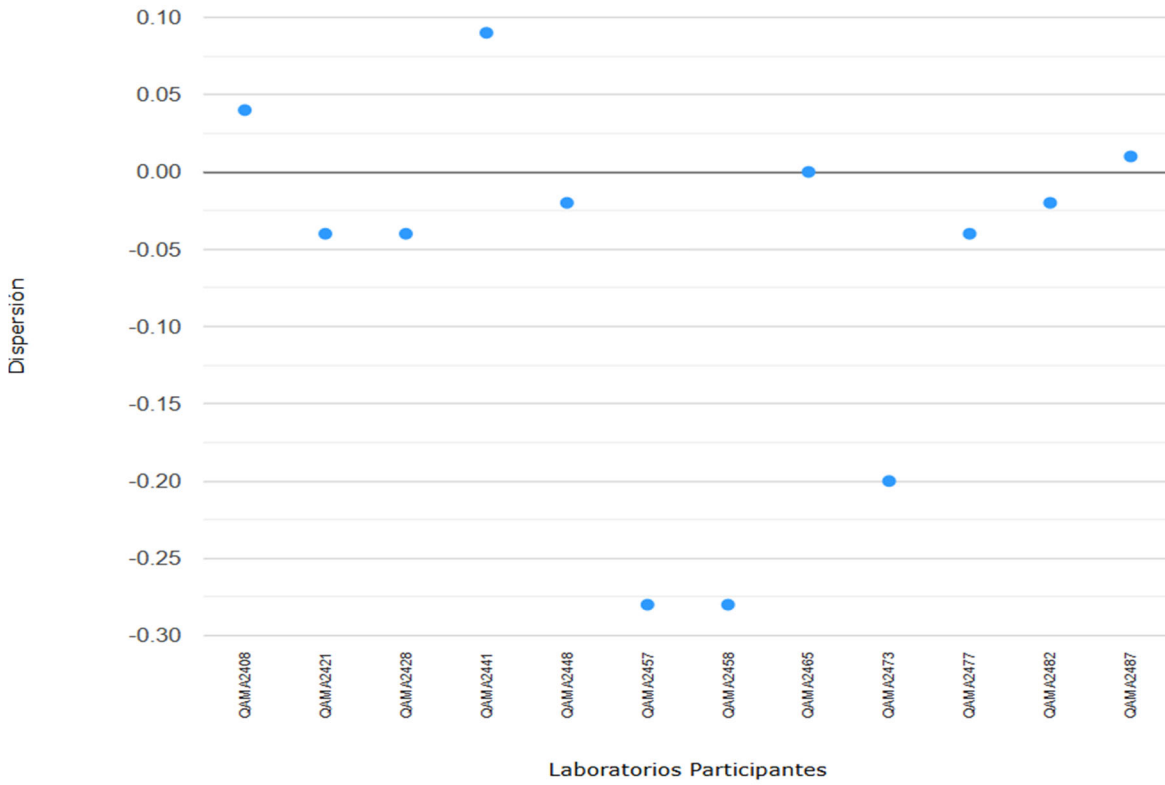
**GRÁFICA N° 44**

Distribución de  $z'$ -score para determinación de cloruros en agua potable.



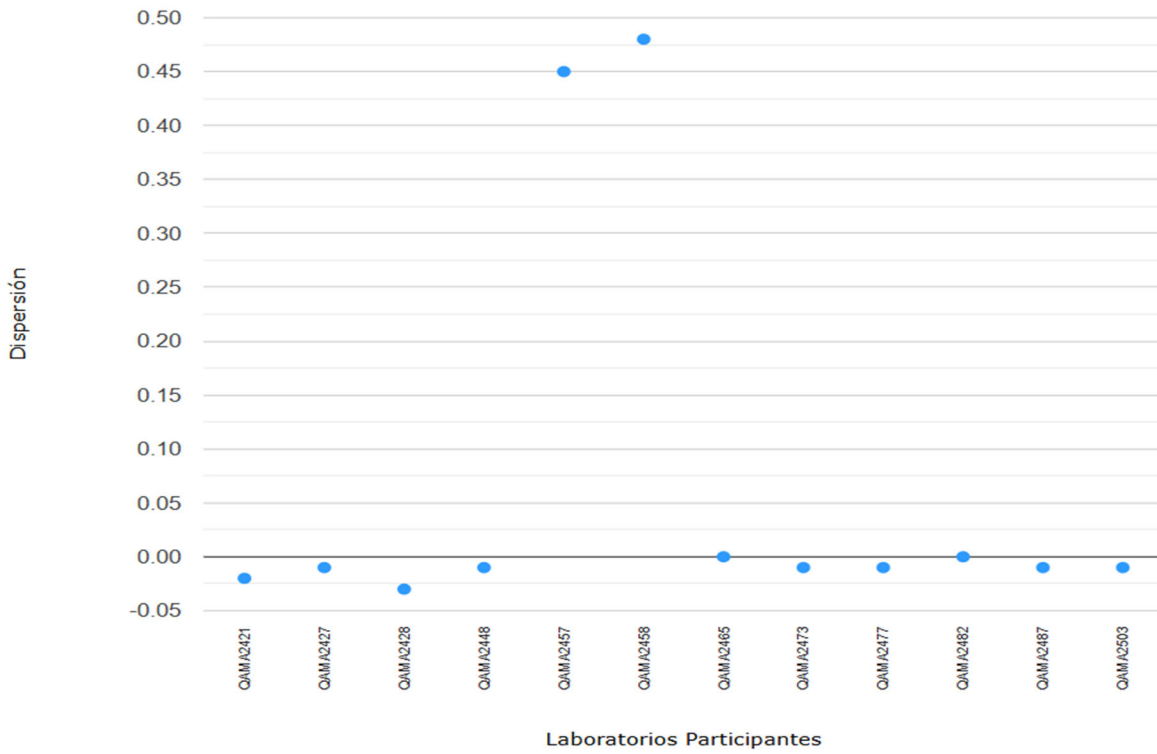
**GRÁFICA N° 45**

*Dispersión de datos para determinación de arsénico en agua potable.*



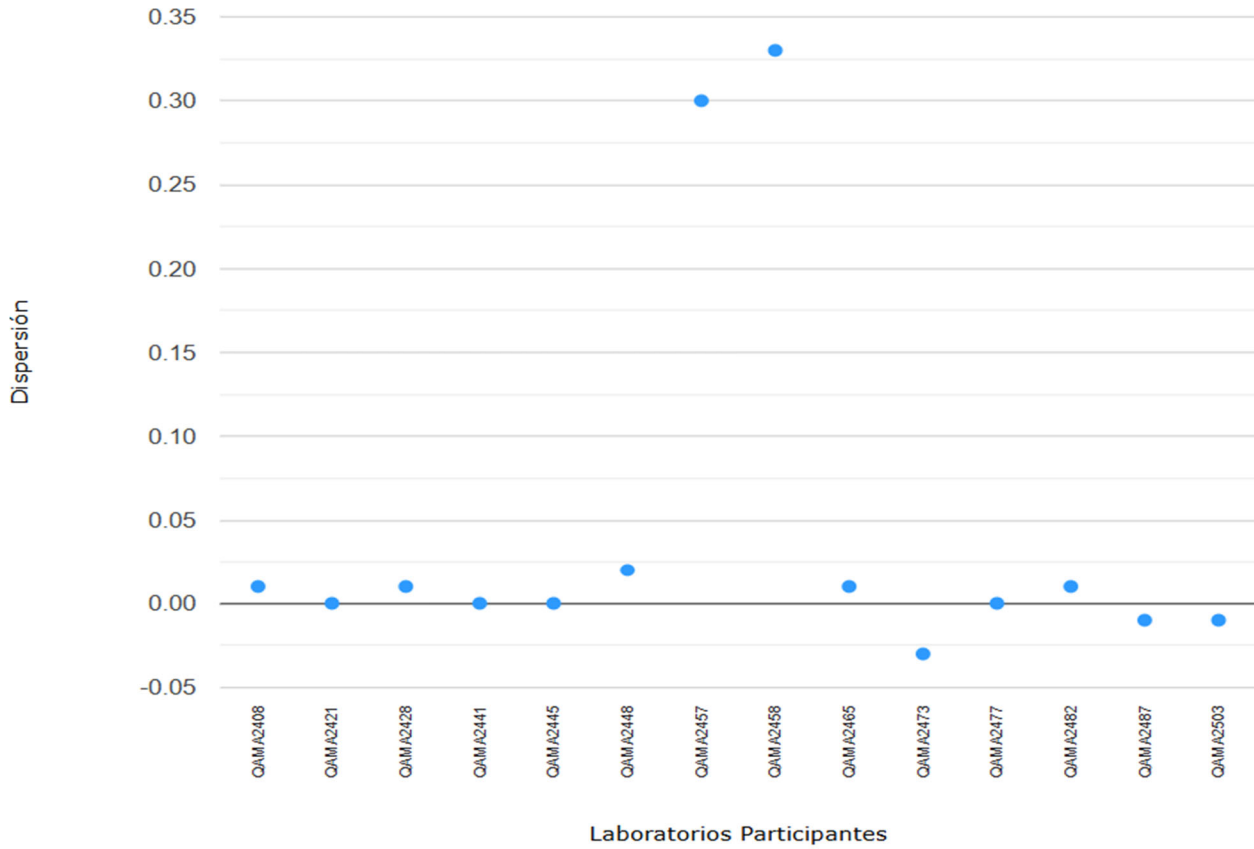
**GRÁFICA N° 46**

*Dispersión de datos para determinación de cadmio en agua potable.*



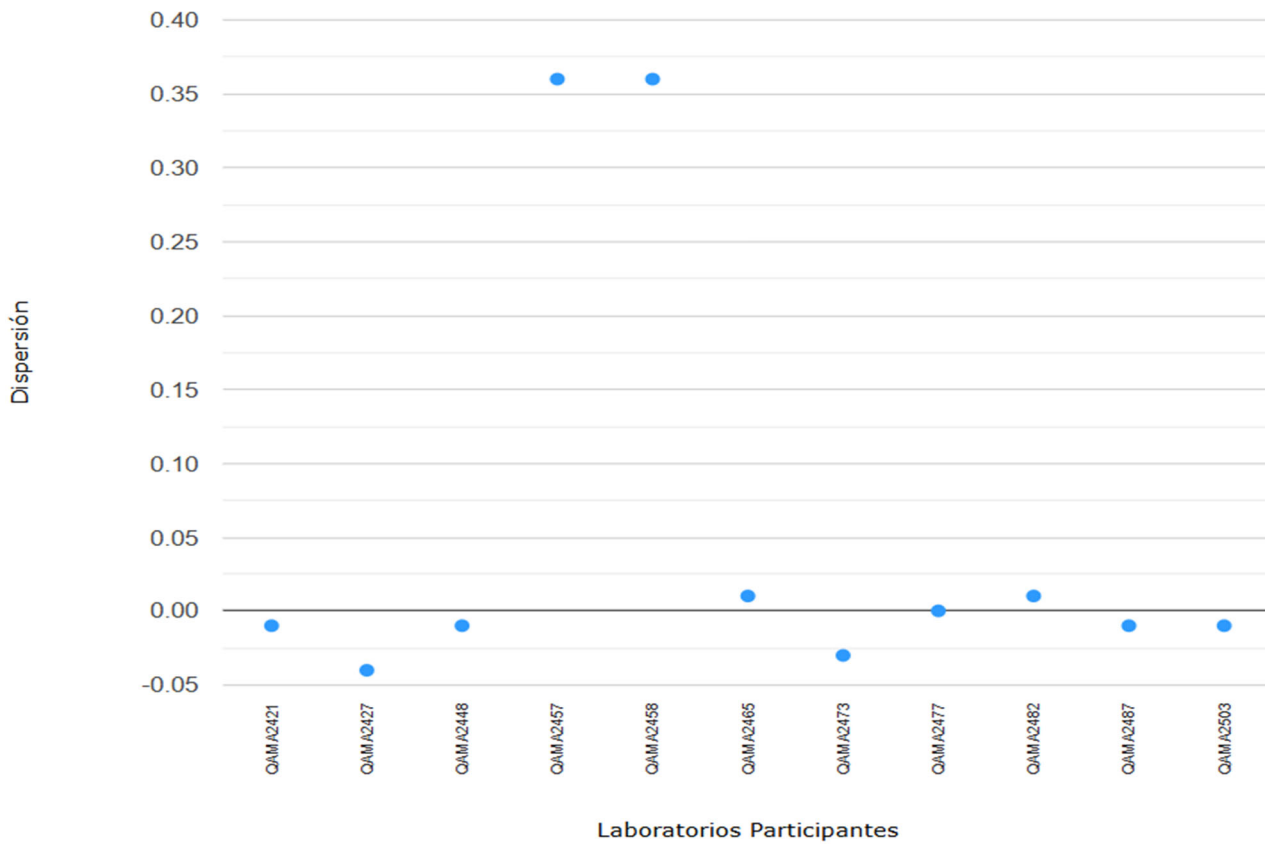
**GRÁFICA Nº 47**

Dispersión de datos para determinación de cobre en agua potable.



**GRÁFICA Nº 48**

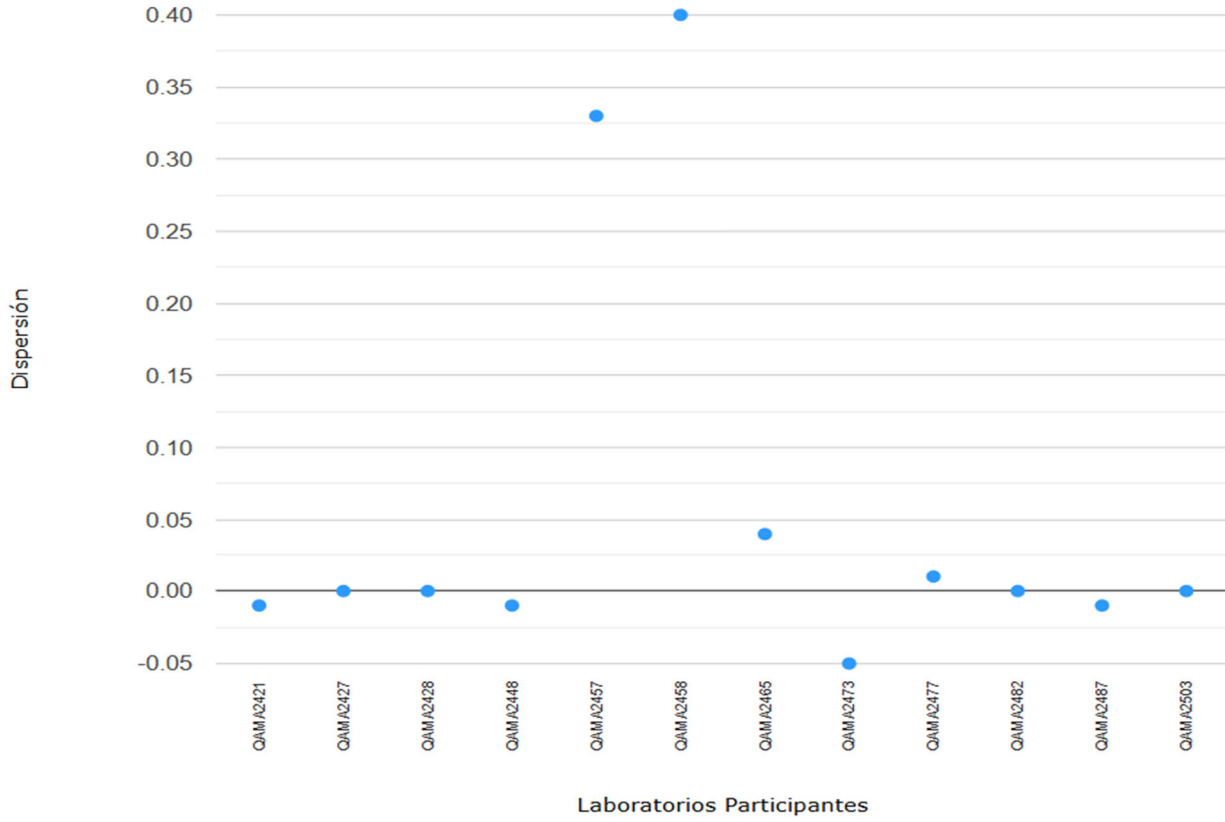
Dispersión de datos para determinación de cromo en agua potable.





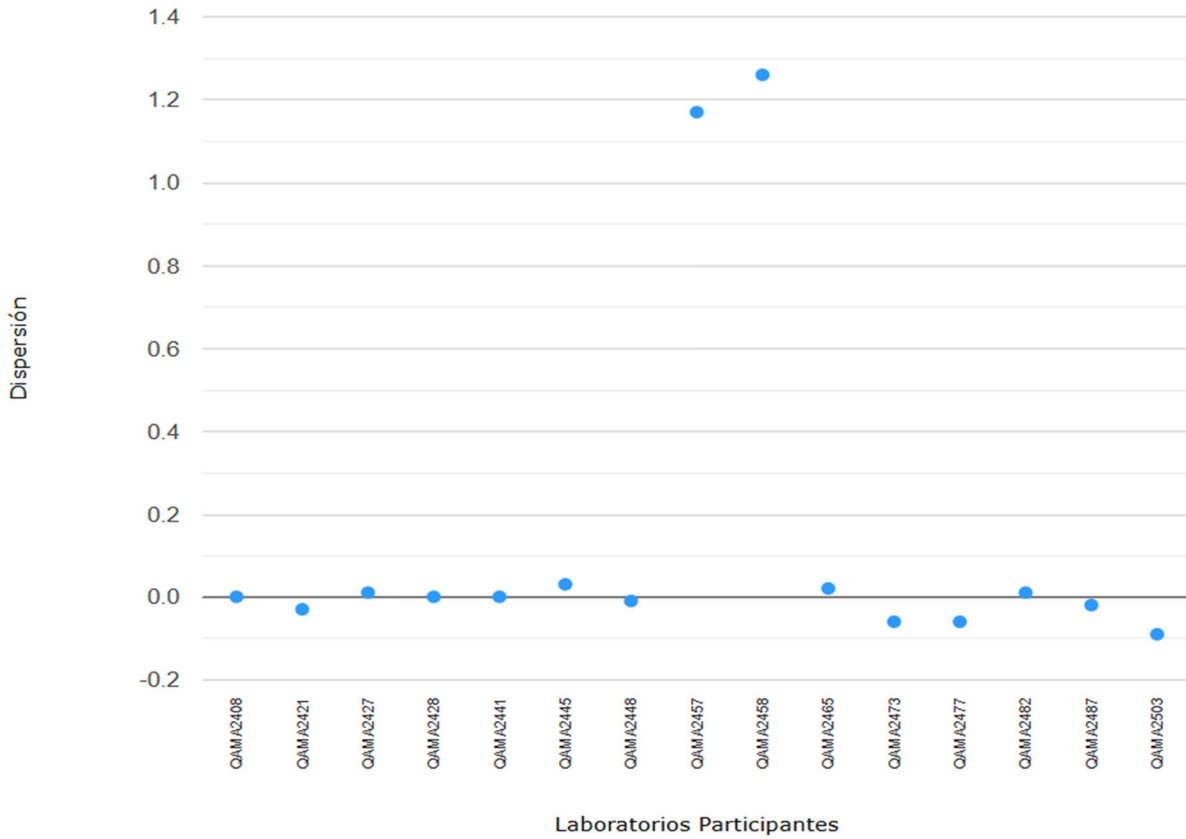
**GRÁFICA N° 49**

*Dispersión de datos para determinación de plomo en agua potable.*



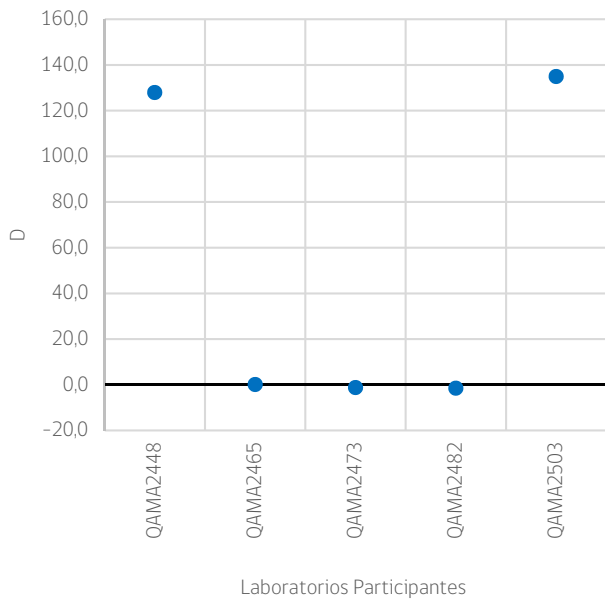
**GRÁFICA N° 50**

*Dispersión de datos para determinación de zinc en agua potable.*



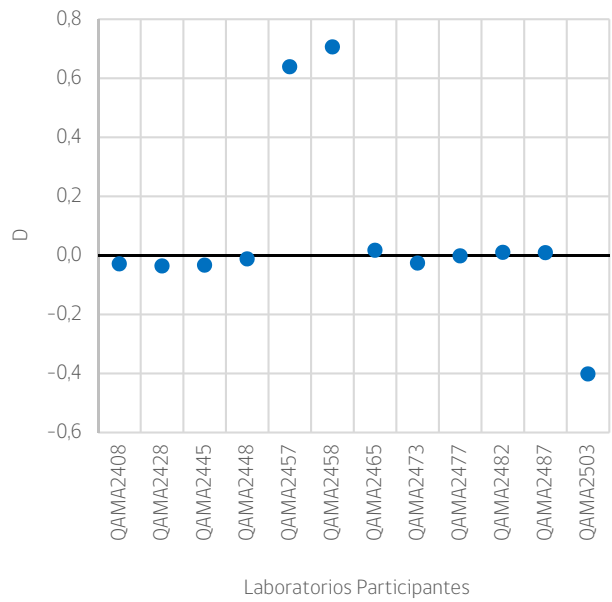
**GRÁFICA N° 51**

Dispersión de datos para determinación de calcio en agua potable.



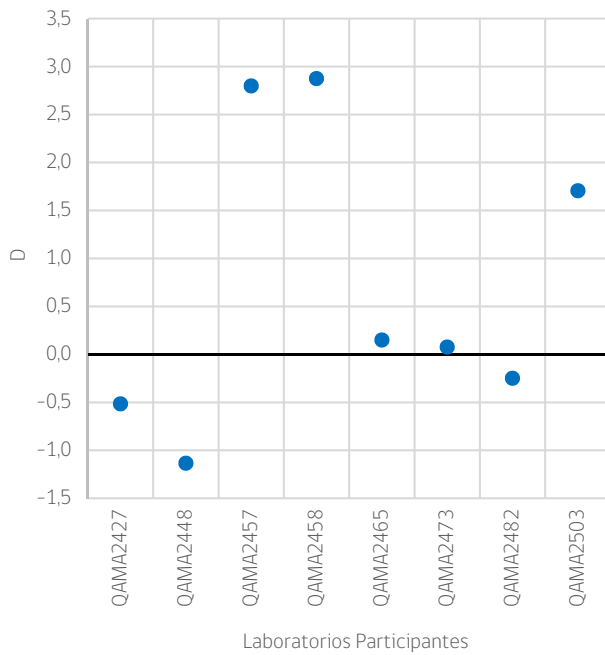
**GRÁFICA N° 52**

Dispersión de datos para determinación de hierro en agua potable.



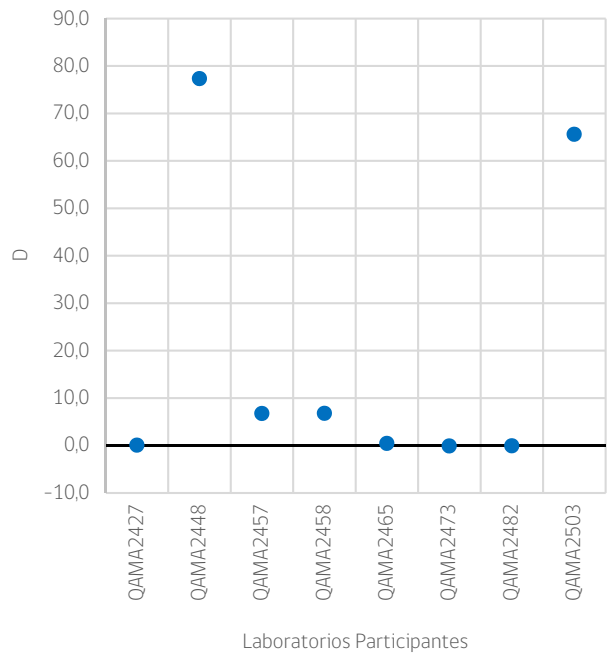
**GRÁFICA N° 53**

Dispersión de datos para determinación de potasio en agua potable.



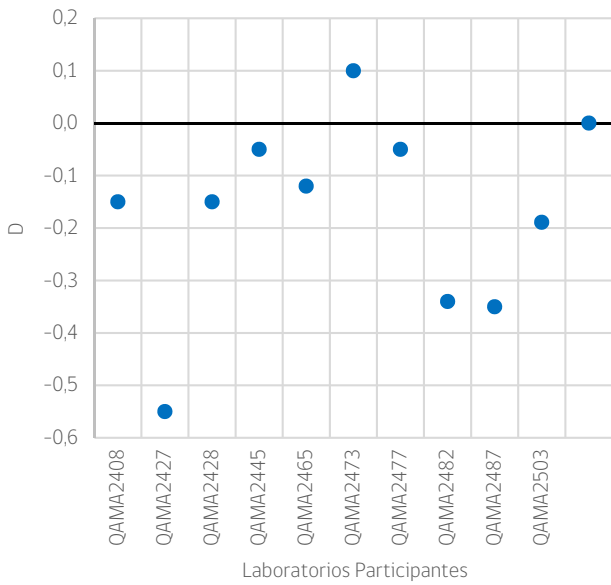
**GRÁFICA N° 54**

Dispersión de datos para determinación de sodio en agua potable.



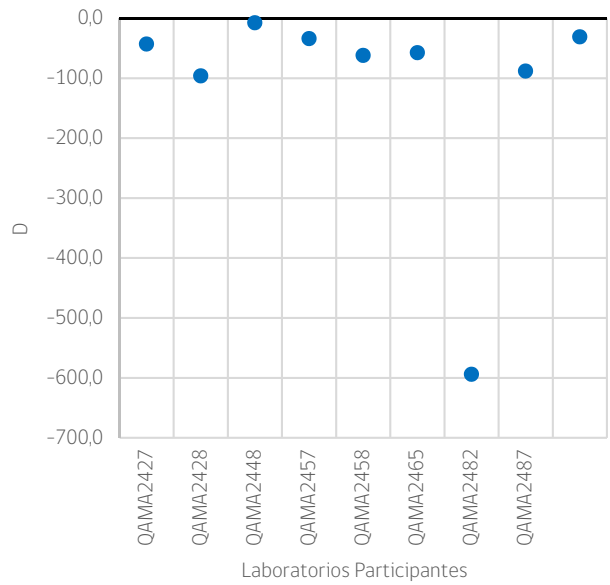
**GRÁFICA N° 55**

Dispersión de datos para determinación de pH (20 °C) en agua potable.



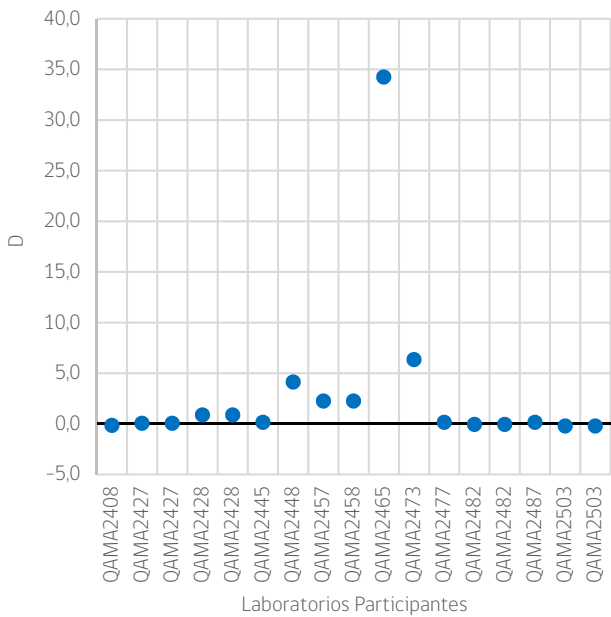
**GRÁFICA N° 56**

Dispersión de datos para determinación de conductividad (25 °C) en agua potable.



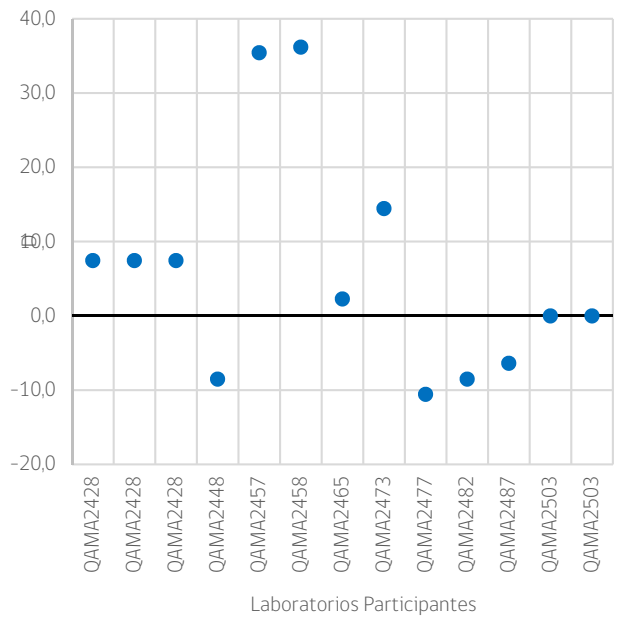
**GRÁFICA N° 57**

Dispersión de datos para determinación de turbiedad en agua potable.



**GRÁFICA N° 58**

Dispersión de datos para determinación de cloruros en agua potable.



## INFORMACIÓN ADICIONAL

A modo informativo, se presenta un resumen del análisis estadístico robusto,

**TABLA N°21a**

*Resumen de análisis estadístico robusto por analito.*

Analito	Media	Mediana	Incertidumbre estándar de consenso	MAD	MADe
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Arsénico	0,250	0,285	0,017	0,0325	0,0482
Cadmio	0,2327	0,1590	0,0016	0,00300	0,00445
Cobre	0,1736	0,1315	0,0042	0,00850	0,01261
Cromo	0,2076	0,1450	0,0067	0,01200	0,01780
Plomo	0,1593	0,1010	0,0032	0,00600	0,00890
Zinc	0,6897	0,5440	0,0091	0,01900	0,02818

$\bar{x}$  : Media de los resultados reportados por los participantes,

$med(x)$ : mediana de los resultados reportados por los participantes,

*MAD*: Desviación absoluta media, Mediana del valor absoluto de todas las desviaciones o mediana de las diferencias absolutas,

*MADe*: Desviación absoluta media estandarizada, también conocida como DMAe,

**TABLA N°21b**

*Resumen de análisis estadístico robusto por analito.*

Parámetro	Media	Mediana	Incertidumbre estándar de consenso	MAD	MADe
pH (20 °C)	7,865	7,900	0,059	0,1000	0,1483
Turbiedad	0,726 NTU	0,750 NTU	0,088 NTU	0,1500 NTU	0,222 NTU
Cloruros	121,1 $\mu$ S/cm	117,0 $\mu$ S/cm	4,4 $\mu$ S/cm	8,52 $\mu$ S/cm	12,64 $\mu$ S/cm

$\bar{x}$  : Media de los resultados reportados por los participantes,

$med(x)$ : mediana de los resultados reportados por los participantes,

*MAD*: Desviación absoluta media, Mediana del valor absoluto de todas las desviaciones o mediana de las diferencias absolutas,

*MADe*: Desviación absoluta media estandarizada, también conocida como DMAe,

