

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

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

INFORME FINAL ENSAYO DE APTITUD | SP3-2018 V.0

**PROGRAMA METALES EN AGUAS:**  
SUBPROGRAMA METALES PESADOS EN AGUAS POTABLES

**Coordinador PEEC:**

QF. María Natalia Gutiérrez Vargas  
06/06/2018 V.0

**Autorizado por:**

Jefe Departamento Salud Ambiental  
Dra. Isel Cortés Nodarse



**P E E C**  
PROGRAMA DE EVALUACIÓN EXTERNA DE CALIDAD

# **PROGRAMA METALES EN AGUAS:**

## SUBPROGRAMA METALES PESADOS EN AGUAS POTABLES

---

### **CONTENIDO**

---

<b>1. LISTA DE PARTICIPANTES .....</b>	<b>4</b>
<b>2. RESPONSABLES .....</b>	<b>5</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>4. MATERIAL DE ENSAYO .....</b>	<b>5</b>
<b>5. CRONOGRAMA .....</b>	<b>5</b>
<b>6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>6</b>
<b>7. RESULTADOS INFORMADOS POR LOS PARTICIPANTES .....</b>	<b>7</b>
<b>8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS INFORMADOS .....</b>	<b>8</b>
<b>9. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO .....</b>	<b>8</b>
<b>10. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS .....</b>	<b>9</b>
<b>11. REFERENCIAS .....</b>	<b>9</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>10</b>

## 1. LISTA DE PARTICIPANTES

ALS LIFE SCIENCES CHILE S.A.	COLINA
BIOTECMAR SERVICIOS UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN	TALCAHUANO
CENTRO DE ANÁLISIS QUÍMICO - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PROCESO DE MINERALES	ANTOFAGASTA
CESMEC S.A. SEDE IQUIQUE	ALTO HOSPICIO
CESMEC S.A. SEDE SANTIAGO	COLINA
CESMEC S.A. SEDE CONCEPCIÓN	CONCEPCIÓN
GCL, GESTIÓN DE CALIDAD Y LABORATORIO	VITACURA
LABORATORIO AMBIENTAL / SEREMI DE SALUD ARAUCANÍA	TEMUCO
LABORATORIO AMBIENTAL DE VIÑA DEL MAR DE LA SEREMI DE SALUD REGIÓN VALPARAÍSO	VIÑA DEL MAR
LABORATORIO AMBIENTAL DEL MAULE / SEREMI DE SALUD MAULE	TALCA
LABORATORIO AMBIENTAL ÑUBLE DELEGACIÓN PROVINCIAL ÑUBLE SEREMI DE SALUD DEL BÍO BÍO	CHILLÁN
LABORATORIO AMBIENTAL REGIÓN ARICA Y PARINACOTA	ARICA
LABORATORIO DE ALIMENTOS-UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE	VALDIVIA
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL CONCEPCIÓN	CONCEPCIÓN
LABORATORIO DEL AMBIENTE SEREMI DE SALUD REGIÓN COQUIMBO	LA SERENA
LABORATORIO DEL AMBIENTE SEREMI SALUD REGIÓN DE LOS RÍOS	VALDIVIA
LABORATORIO ENVIROMENTAL SERVICES DE SGS CHILE, SEDE SANTIAGO	PUDAHUEL
LABORATORIO SALUD AMBIENTAL ANTOFAGASTA	ANTOFAGASTA
LABORATORIO SANITARIO AMBIENTAL SEREMI SALUD RM	SANTIAGO
QUALITY TRUST LABS	ÑUÑO A
SECCIÓN QUIMICA AMBIENTAL INSTITUTO DE SALUD PUBLICA DE CHILE	SANTIAGO
VIAMED TECHNICAL LABORATORY S.A.	ÑUÑO A

## 2. RESPONSABLES

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

- QF. María Natalia Gutiérrez V. (Coordinador Ensayos de Aptitud)

### Colaboradores:

- Tec. Gabriel Zambrano M. (Preparación de cajas y etiquetado, preparación y embalaje de ítems de ensayo).
- IA. Karina González N. (Revisión de informe)
- QF. Soraya Sandoval R. (Revisión de informe)

## 3. INTRODUCCIÓN

Este informe corresponde a la Ronda de Ensayos Aptitud del Subprograma SP3-2018, que comprendió la “Determinación cuantitativa de metales pesados en agua potable”, en el marco de la Reglamentación y normativa del agua potable, cuyo objetivo es que los laboratorios evalúen el desempeño en el análisis de agua de consumo humano, en cuanto a los elementos esenciales y no esenciales que en este tipo de muestras deben ser controladas y/o fiscalizadas.

Este ensayo de aptitud estuvo dirigido a la determinación cuantitativa de metales (Cromo (Cr), Cadmio (Cd), Plomo (Pb) y Arsénico (As)) en aguas, herramienta que permite evaluar la calidad de las actividades analíticas desarrolladas en el rubro de control alimentario y de ambientes.

## 4. MATERIAL DE ENSAYO

El material de ensayo enviado consistió en una muestra de aproximadamente 200 mL de agua, para determinación de Arsénico, Cadmio, Cromo y Plomo. Las muestras se encuentran etiquetadas y envasadas en frascos plásticos. Los ítems se mantuvieron almacenados a temperaturas de refrigeración.

Este material fue preparado por el Área Química Metrológica, Laboratorio Candidato de la Red Nacional de Metrología.

Al material preparado se le realizó el test de homogeneidad correspondiente, utilizando 10 muestras aleatorias y analizadas en duplicado.

Para la evaluación de estabilidad fueron seleccionadas un conjunto de muestras que fueron almacenadas a temperatura ambiente y bajo refrigeración. Para el test de estabilidad los resultados fueron aceptables en ambas condiciones de almacenamiento por el período que duraría la ronda.

A cada uno de los laboratorios participantes les fueron enviadas instrucciones para manipular el material y realizar el análisis de rutina correspondiente. Del mismo modo, se indicó que debían cumplir con las prácticas estándares de seguridad durante el desarrollo del ensayo.

## 5. CRONOGRAMA

### Envío de material de ensayo

17 / Abril / 2018

### Fecha límite de envío de resultados

10 / Mayo / 2018

### Fecha informe parcial

06 / Junio / 2018

## 6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Luego del cierre de la ronda, los resultados fueron recolectados. Se evaluó la existencia de datos anómalos, en base al método estadístico de Grubbs, una vez establecidos éstos, y sin ser excluidos, se procedió a realizar el análisis estadístico.

Los resultados de los análisis cuantitativos obtenidos por los laboratorios son transformados a valores estándares (z-score)

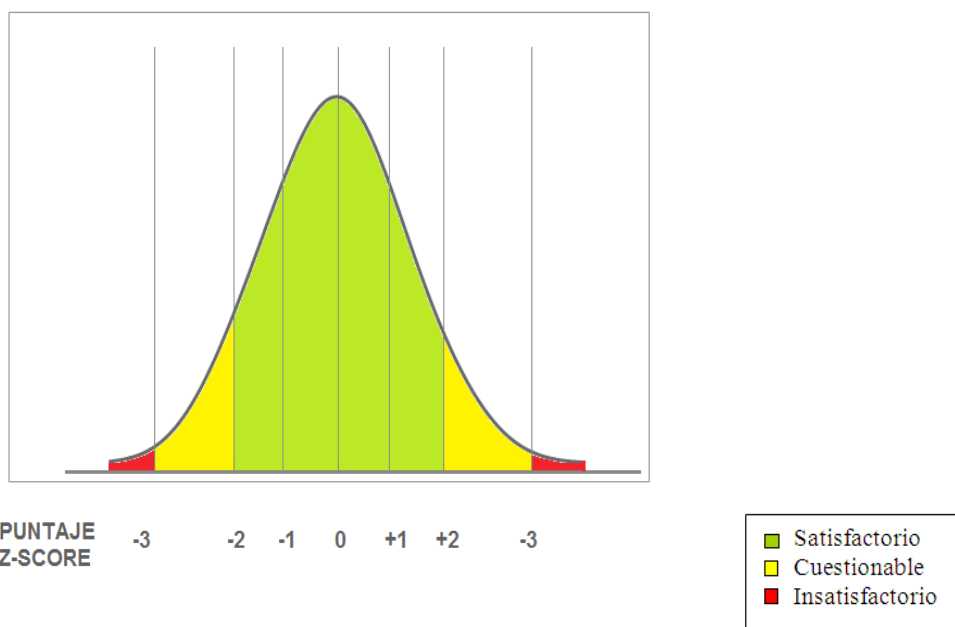
El valor asignado de cada uno de los analitos fue establecido en base a Estadística Robusta de los participantes para los 4 parámetros (Arsénico, Cromo, Cadmio y Plomo).

La desviación estándar utilizada correspondió a la calculada por Horwitz.

Los criterios de aceptabilidad son clasificados de la siguiente manera:

### Figura 1.

Valor de z-score y criterios de aceptabilidad



Criterio de Aceptabilidad		Resultado
$[Z] \leq 2$	Entre -2,00 y +2,00	Satisfactorio
$2 < [Z] < 3$	Entre -2,01 y < -2,99 y; +2,01 y < +2,99	Cuestionable
$[Z] \geq 3$	$\geq 3$	No Satisfactorio

El laboratorio participante deberá ubicarse en las tablas y gráficos de acuerdo al CIL (Código Identificación de Laboratorio) asignado a su laboratorio.

## 7. RESULTADOS INFORMADOS POR LOS PARTICIPANTES

### 7.1.- Datos

Los resultados enviados por los participantes se presentan en las tablas N°: 4, 5, 6 y 7 que se encuentran en anexos.

De los 22 laboratorios adscritos, el 95,5% (21/22) envió resultados a través del portal PEEC.

### 7.2.- Métodos y Técnicas

#### **Arsénico (As):**

Respecto de los métodos de referencia informados, se menciona mayoritariamente el Manual de Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), específicamente método de ensayo ME-12-2007 y Método "In House". Además se informan los métodos NCh 2313/9:1996, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SMEW&W) 3500-As y 3113 B, así como también EPA 200.8.

Dentro de las técnicas informadas se encuentra la Espectroscopia de absorción atómica con generación de hidruros, Horno de Grafito y Espectrofotometría de Plasma ICP-MS.

#### **Cadmio (Cd):**

Respecto de los métodos de referencia informados, se indican mayoritariamente el uso del Manual SISS, método de ensayo ME-13-2007, SMEW&W 3111 y Método "In House". Además se informan los métodos SMEW&W 3120 y 3113 B, así como también EPA 200.8.

Como técnica utilizada se menciona espectroscopia de absorción atómica por llama, con horno grafito y Espectrofotometría de Plasma ICP-MS e ICP-OES.

#### **Cromo (Cr):**

Respecto de los métodos de referencia informados, se indica el uso del Manual SISS, método de ensayo ME-05-2007. Asimismo, el SMEW&W parte 3111, 3113 B y 3120, Método "In House", así como también método EPA 200.8.

Como técnica utilizada se menciona espectroscopia de absorción atómica con horno grafito, absorción atómica por llama y Espectrofotometría de Plasma ICP-MS e ICP-OES.

#### **Plomo (Pb):**

Respecto de los Métodos de Referencia informados, se indica el uso del Manual SISS, método de ensayo ME-18-2007. Como también el SMEW&W parte 3111, 3120 y 3113 y Método "In House", NCh 2313/10:1996, así como también método EPA 200.8.

Como técnica utilizada se menciona Espectroscopia de absorción atómica con horno de grafito, absorción atómica por llama y Espectrofotometría de Plasma ICP-MS e ICP-OES.

Esta información se presenta en el Gráfico N°1 b), 2 b), 3 b) y 4 b). (Ver Anexos)

## 8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS INFORMADOS

El valor asignado de cada uno de los analitos fue establecido en base a Estadística Robusta para los 4 parámetros. (ver Tabla N° 2 y 3).

**Tabla N°2:**  
*Análisis estadístico por Robusta.*

Analito	MAD	Media	Mediana	MADe	Media Robusta
Arsénico (As)	0,0278	0,5359	0,5400	0,04121	0,5372
Cadmio (Cd)	0,0180	0,5775	0,5700	0,02668	0,5684
Plomo (Pb)	0,0200	0,5592	0,5600	0,02965	0,5619
Cromo (Cr)	0,0200	0,5608	0,5500	0,02965	0,5555

**Tabla N°3:**  
*Resumen análisis estadístico.*

Parámetros	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Plomo (Pb)	Cromo (Cr)
n (*)	17	21	21	17
Valor asignado por Robusta mg/L	0,54	0,57	0,56	0,56
Desviación estándar de la ronda mg/L por Horwitz	0,094	0,099	0,098	0,097
N° anómalos	0	1	1	0

*Arsénico: Trazable a NIST SRM® 3103a*

*Cadmio: Trazable a NIST SRM® 3108*

*Cromo: Trazable a NIST SRM® 3112a*

*Plomo: Trazable a NIST SRM® 3128*

*(\*) n= N° participantes que enviaron resultados por cada analito.*

## 9. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

17 laboratorios que reportaron resultados para Arsénico obtuvieron un desempeño satisfactorio correspondiendo al 100%. (Ver tabla 4 y gráficos 1a, 1b, 1c y 1d).

21 laboratorios que reportaron resultados para Cadmio obtuvieron un desempeño satisfactorio correspondiendo al 95,2%, el laboratorio restante obtuvo resultado cuestionable (Ver tabla 5 y gráficos 2a, 2b, 2c y 2d).

17 laboratorios que reportaron resultados para Cromo obtuvieron un desempeño satisfactorio correspondiendo al 100%. (Ver tabla 6 y gráficos 3a, 3b, 3c y 3d).

21 laboratorios que reportaron resultados para Plomo obtuvieron un desempeño satisfactorio correspondiendo al 100% (Ver tabla 7 y gráficos 4a, 4b, 4c y 4d).

En anexos se presentan gráficamente los porcentajes de desempeño obtenido para la ronda, representación de z-score obtenido por los participantes y los métodos de referencia asociados a cada desempeño.



## 10. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

- a) Veintidós (22) participantes se adscribieron a este ensayo de aptitud para determinación de metales en agua potable. 21 participantes enviaron resultados a lo menos para un analitos de esta ronda, correspondiendo al 95,5% de respuesta.
- b) Para la evaluación de Arsénico se tuvo un 100% de desempeño satisfactorio, aumentando respecto al año anterior que fue un 94,1%.
- c) Para la evaluación de desempeño de Cadmio se obtuvo en esta ronda un 95,2% de resultados satisfactorios, disminuyendo el 100% que se obtuvo el año 2017.
- d) Para la evaluación de Cromo se obtuvo un 100% de resultados satisfactorios, aumentando el porcentaje de resultados satisfactorios respecto del año anterior que fue de un 87,5%.
- e) Para la evaluación de Plomo se obtuvo nuevamente un porcentaje de desempeño satisfactorio del 100% respecto del año anterior 2017.
- f) No se obtuvieron resultados Insatisfactorios en ningún parámetro.
- g) Se sugiere revisar las causas de desviaciones en los resultados para laboratorios que cuenten con un Z-Score dentro del rango de evaluación de desempeño de cuestionable.
- h) La versión final de este informe está publicada en página Web institucional [www.ispch.cl](http://www.ispch.cl).

## 11. REFERENCIAS

1. ISO 13528:2015 (E). *Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons*.
2. NCh-ISO 17043-2011, Evaluación de la conformidad – requisitos generales para los ensayos de aptitud.
3. “*Robust Statistics: a Method of Coping with Outliers*”. Royal Society of Chemistry, Analytical Methods Committee, N° 6, A.
4. Thompson, M., Ellison, S.L.R and Wood, R. 2006. *The International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of Analytical Chemistry Laboratories (IUPAC Technical Report)*. Pure Appl. Chem. 78, pp 145- 196.

## 12. ANEXOS

**Tabla N°4.**  
Resultados reportados y Z-Score para Arsénico

Código de Muestra	Resultados (mg/L)	Z-Score	Evaluación
QAMA1501	0,5400	0,03	S
QAMA1505	0,5769	0,42	S
QAMA1509	*	*	*
QAMA1512	0,5700	0,35	S
QAMA1513	*	*	*
QAMA1514	0,5460	0,09	S
QAMA1521	0,5122	-0,26	S
QAMA1522	0,5400	0,03	S
QAMA1523	0,5270	-0,11	S
QAMA1524	0,5697	0,34	S
QAMA1529	0,5400	0,03	S
QAMA1530	0,5050	-0,34	S
QAMA1534	*	*	*
QAMA1543	0,4660	-0,75	S
QAMA1544	0,5170	-0,21	S
QAMA1552	0,4900	-0,5	S
QAMA1554	0,5196	-0,19	S
QAMA1557	0,5710	0,36	S
QAMA1561	*	*	*
QAMA1584	0,5701	0,35	S
QAMA1587	*	*	*
QAMA1597	0,5500	0,14	S

\*No reporta resultados

Satisfactorio	S
Cuestionable	C
Insatisfactorio	I

**Tabla N°5.**

Resultados reportados y Z-Score para Cadmio

Código de Muestra	Resultados (mg/L)	Z-Score	Evaluación
QAMA1501	0,5700	0,02	S
QAMA1505	0,5884	0,2	S
QAMA1509	0,5370	-0,32	S
QAMA1512	0,5604	-0,08	S
QAMA1513	0,5600	-0,08	S
QAMA1514	0,5860	0,18	S
QAMA1521	0,5700	0,02	S
QAMA1522	0,5700	0,02	S
QAMA1523	0,5600	-0,08	S
QAMA1524	0,6254	0,58	S
QAMA1529	0,5700	0,02	S
QAMA1530	0,5730	0,05	S
QAMA1534	0,5500	-0,19	S
QAMA1543	0,5209	-0,48	S
QAMA1544	0,5370	-0,32	S
QAMA1552	0,7900	2,24	C
QAMA1554	0,5343	-0,34	S
QAMA1557	0,5980	0,3	S
QAMA1561	0,5520	-0,17	S
QAMA1584	0,5853	0,17	S
QAMA1587	*	*	*
QAMA1597	0,5900	0,22	S

\*No reporta resultados

Satisfactorio	S
Cuestionable	C
No Satisfactorio	I

**Tabla N°6.**  
Resultados reportados y Z-Score para Cromo

Código de Muestra	Resultados (mg/L)	Z-Score	Evaluación
QAMA1501	*	*	*
QAMA1505	0,5702	0,15	S
QAMA1509	0,5480	-0,08	S
QAMA1512	0,5582	0,03	S
QAMA1513	0,5300	-0,26	S
QAMA1514	0,5530	-0,03	S
QAMA1521	0,6013	0,47	S
QAMA1522	0,6900	1,39	S
QAMA1523	0,7000	1,49	S
QAMA1524	0,5281	-0,28	S
QAMA1529	0,5300	-0,26	S
QAMA1530	0,5300	-0,26	S
QAMA1534	0,5500	-0,06	S
QAMA1543	*	*	*
QAMA1544	0,4960	-0,61	S
QAMA1552	*	*	*
QAMA1554	0,5366	-0,19	S
QAMA1557	0,4360	-1,23	S
QAMA1561	0,5680	0,13	S
QAMA1584	0,6088	0,55	S
QAMA1587	*	*	*
QAMA1597	*	*	*

\*No reporta resultados

Satisfactorio	S
Cuestionable	C
No Satisfactorio	I

**Tabla N°7.**

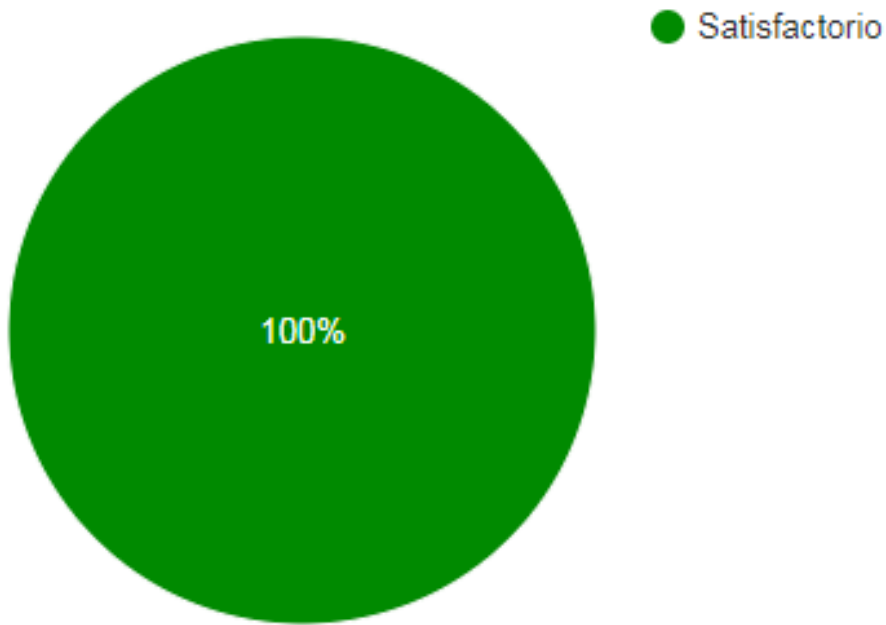
Resultados reportados y Z-Score para Plomo

Código de Muestra	Resultados (mg/L)	Z-Score	Evaluación
QAMA1501	0,5600	-0,02	S
QAMA1505	0,5609	-0,01	S
QAMA1509	0,5810	0,19	S
QAMA1512	0,5400	-0,22	S
QAMA1513	0,5500	-0,12	S
QAMA1514	0,5780	0,16	S
QAMA1521	0,5901	0,29	S
QAMA1522	0,5900	0,29	S
QAMA1523	0,6000	0,39	S
QAMA1524	0,5743	0,13	S
QAMA1529	0,5500	-0,12	S
QAMA1530	0,5670	0,05	S
QAMA1534	0,5400	-0,22	S
QAMA1543	0,5511	-0,11	S
QAMA1544	0,6110	0,5	S
QAMA1552	0,5300	-0,33	S
QAMA1554	0,5371	-0,25	S
QAMA1557	0,4560	-1,08	S
QAMA1561	0,5350	-0,27	S
QAMA1584	0,5927	0,31	S
QAMA1587	*	*	*
QAMA1597	0,5500	-0,12	S

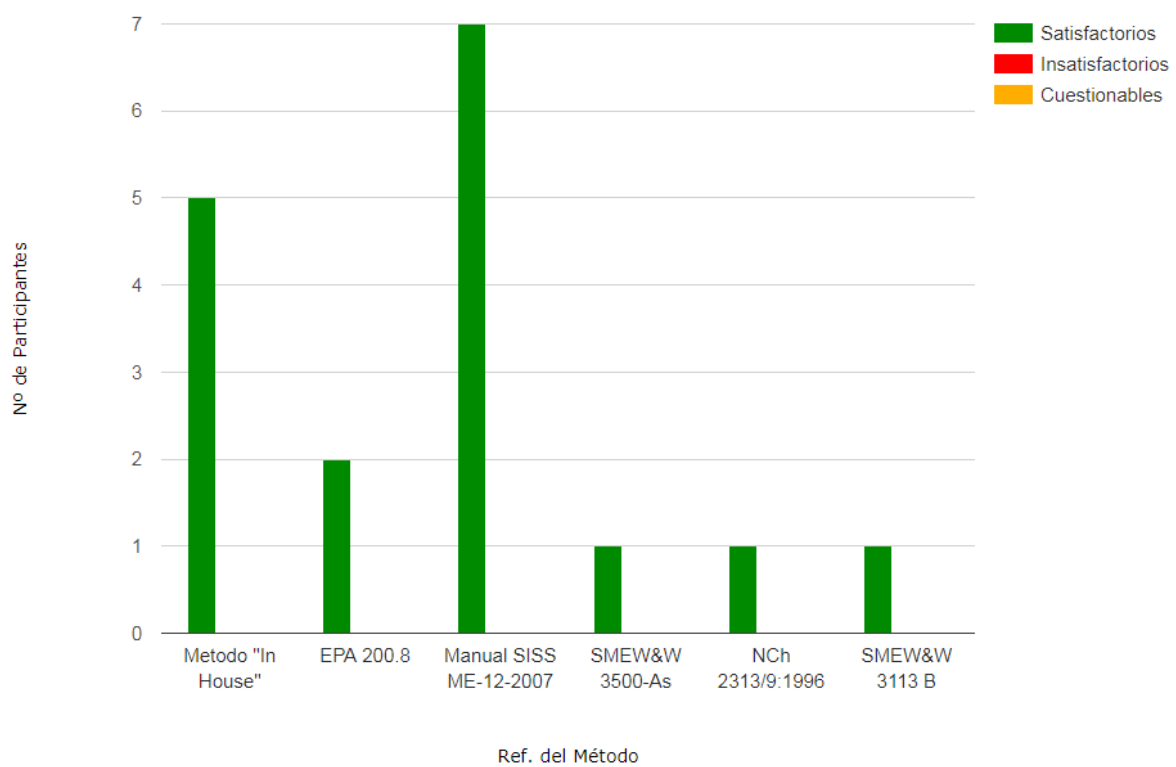
\*No reporta resultados

Satisfactorio	S
Cuestionable	C
No Satisfactorio	I

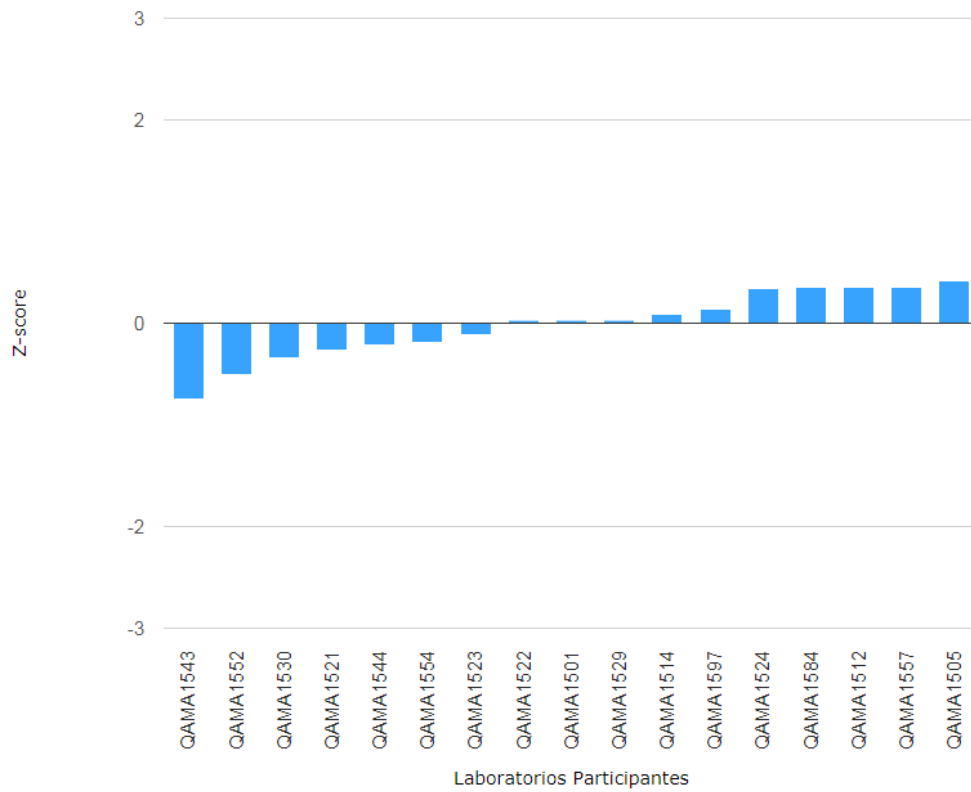
**Gráfica N° 1 a) Gráfica porcentual de Evaluación de desempeño Arsénico**



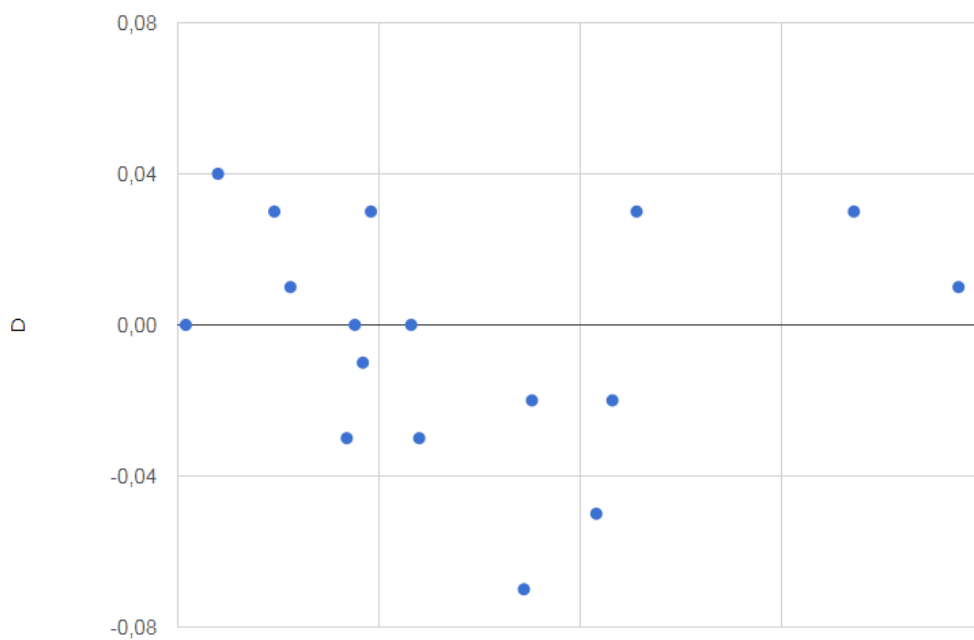
**Gráfica N° 1 b) Evaluación de resultados para Arsénico según método utilizado**



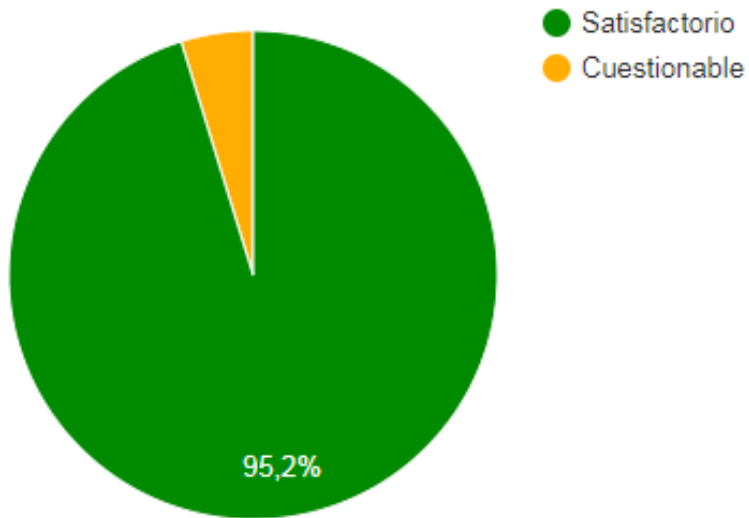
**Gráfica N° 1 c) Distribución Z-score para Arsénico**



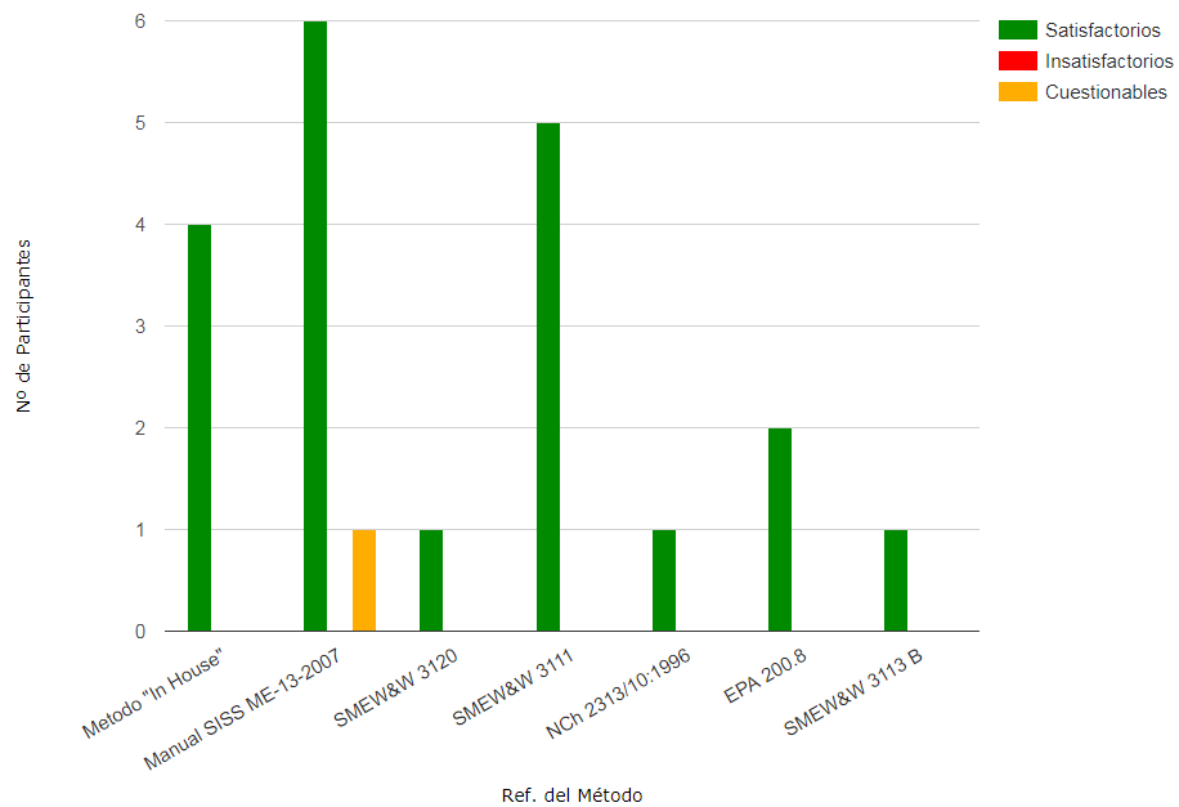
**Gráfica N° 1 d) Gráfica de dispersión para Arsénico**



**Gráfica N° 2 a) Gráfica porcentual de Evaluación de desempeño Cadmio**

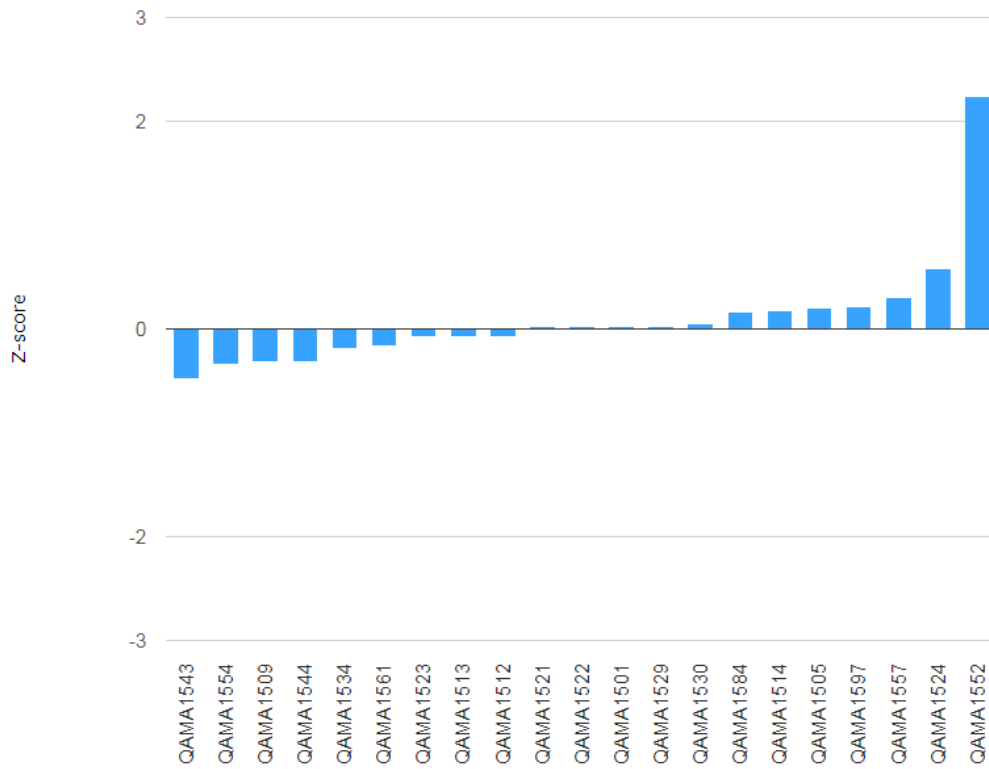


**Gráfica N° 2 b) Evaluación de resultados para Cadmio según método utilizado**

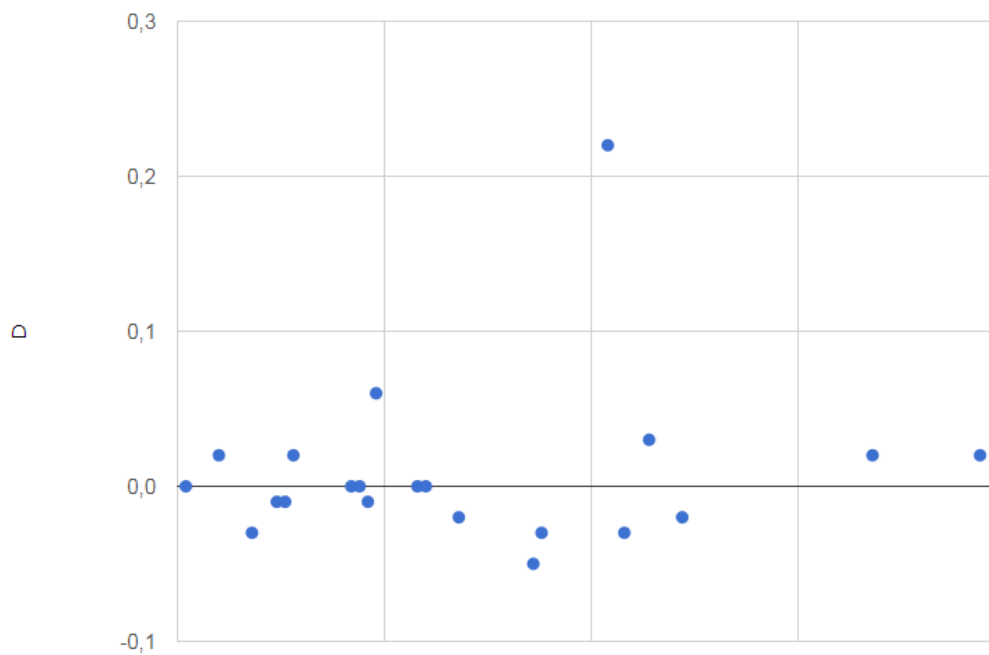




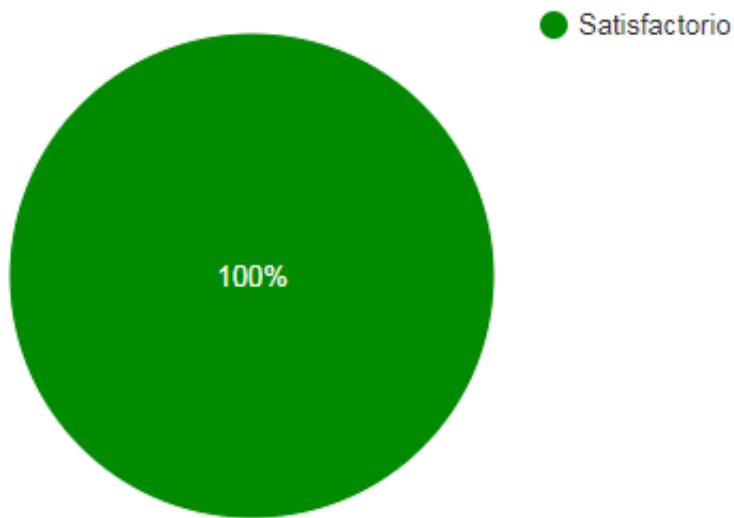
**Gráfica N° 2 c) Distribución Z-score para Cadmio**



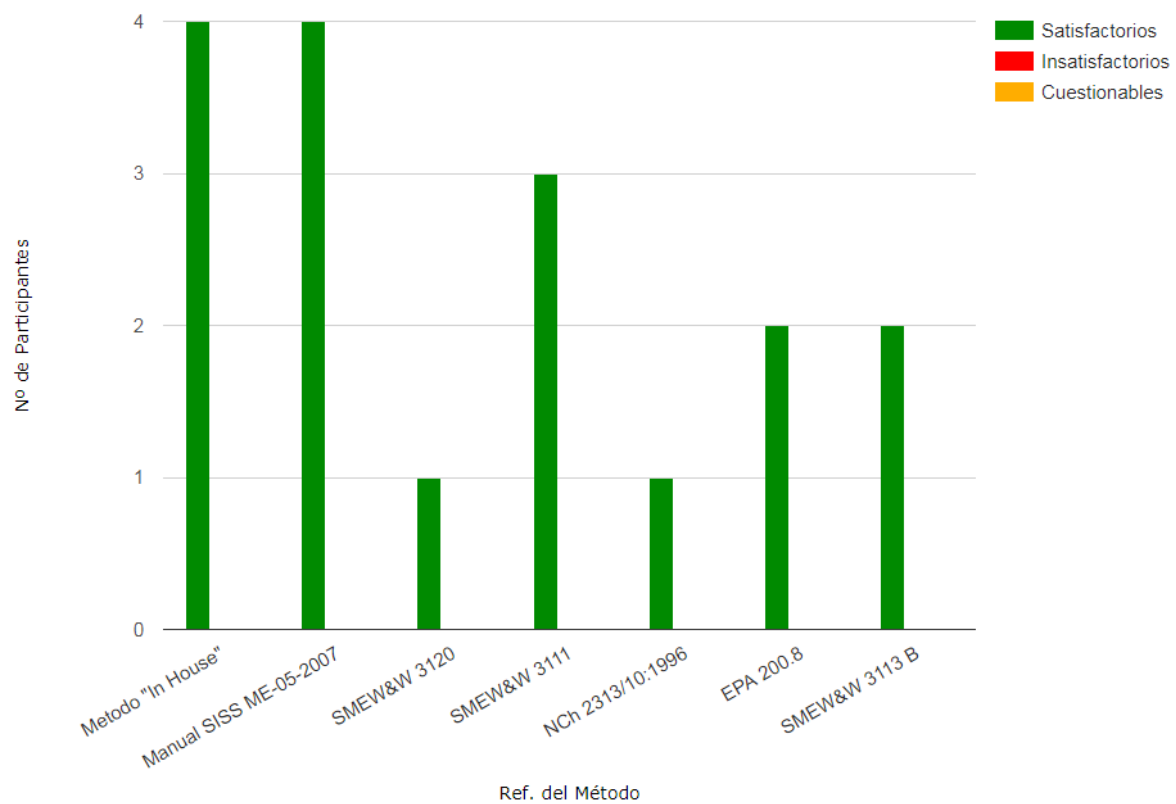
**Gráfica N° 2 d) Gráfica de dispersión para Cadmio**



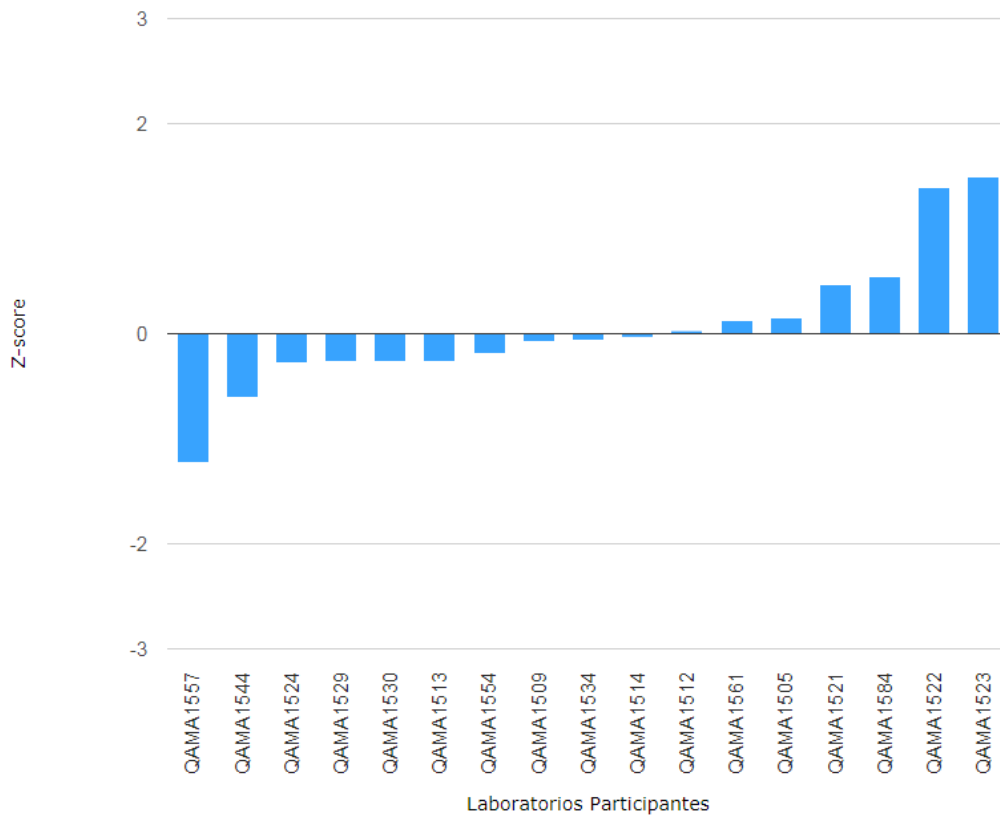
**Gráfica N° 3 a) Gráfica porcentual de Evaluación de desempeño Cromo**



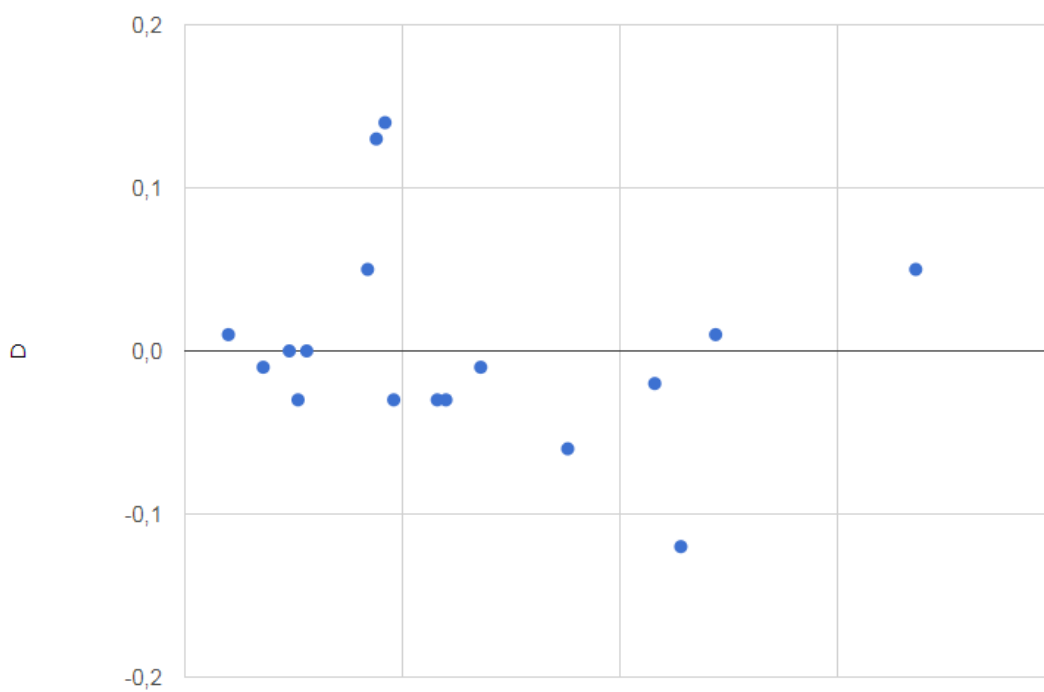
**Gráfica N° 3 b) Evaluación de resultados para Cromo según método utilizado**



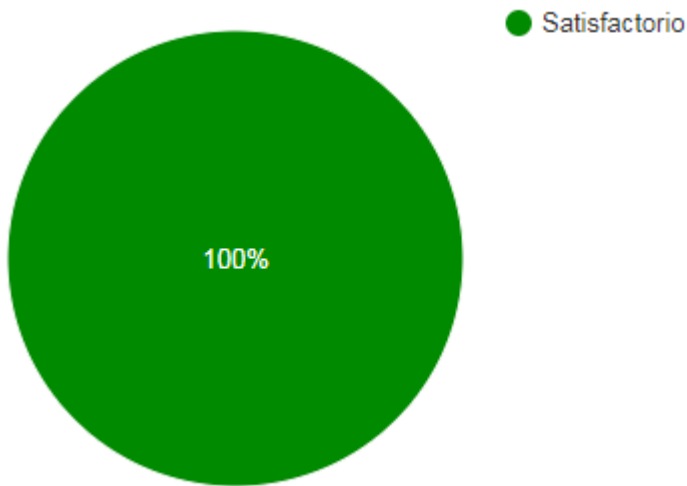
**Gráfica N° 3 c) Distribución Z-score para Cromo**



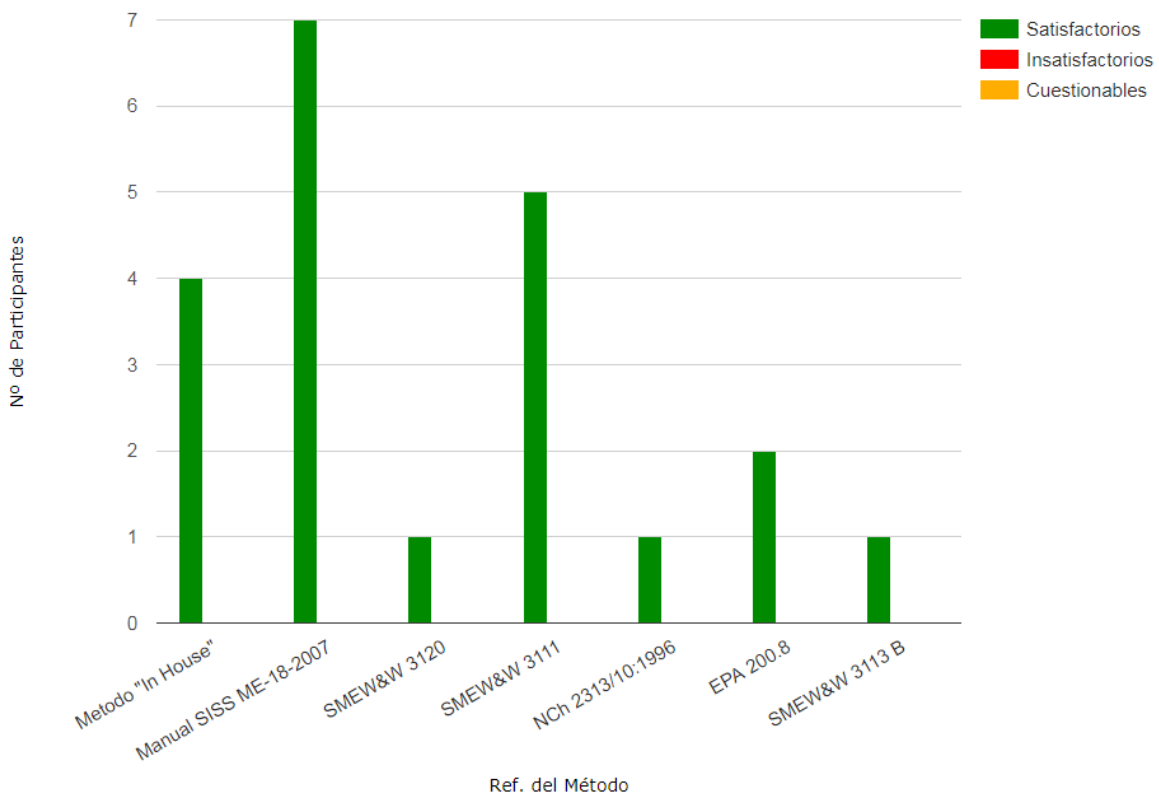
**Gráfica N° 3 d) Gráfica de dispersión para Cromo**



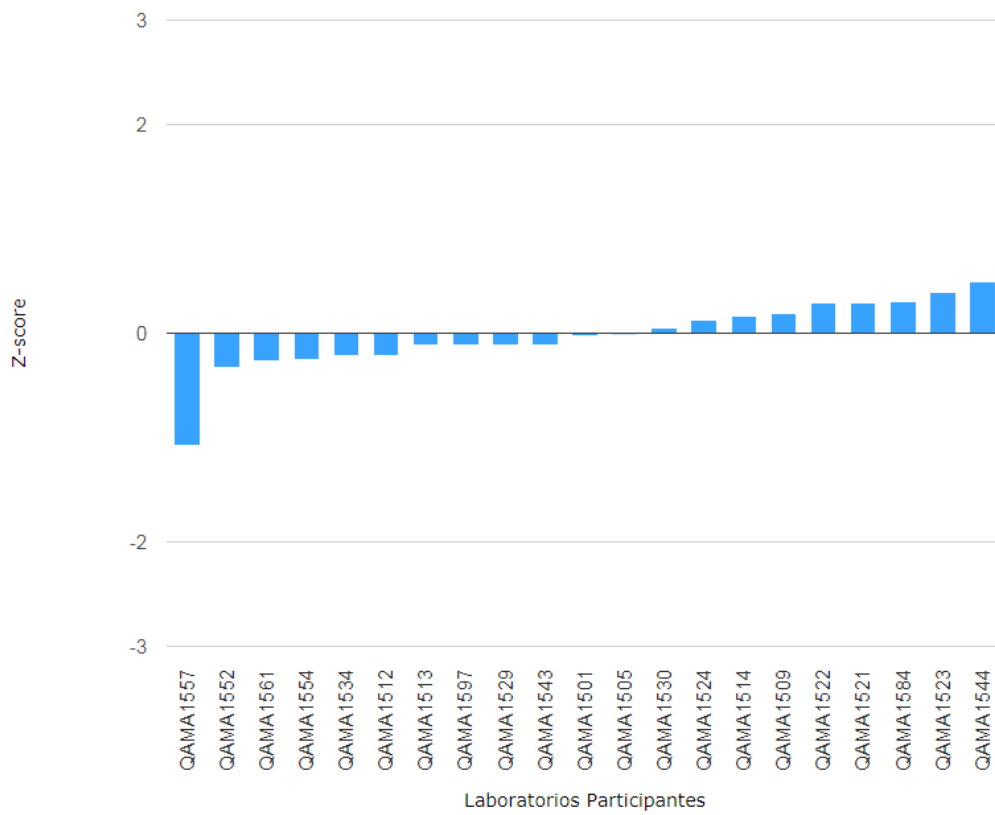
**Gráfica N° 4 a) Gráfica porcentual de Evaluación de desempeño Plomo**



**Gráfica N° 4 b) Evaluación de resultados para Plomo según método utilizado**



**Gráfica N° 4 c) Distribución Z-score para Plomo**



**Gráfica N° 4 d) Gráfica de dispersión para Plomo**

