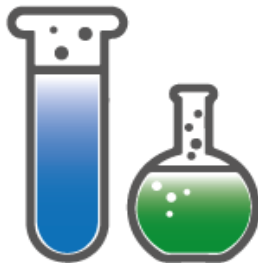


**ENSAYO DE APTITUD  
EA-SMA-01-16**

Análisis Químico de Aguas con presencia de Contaminantes  
(QAC)

Sección de Autorización y Seguimiento de Terceros  
División de Fiscalización  
Superintendencia del Medio Ambiente



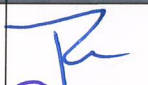
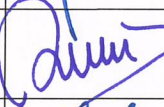

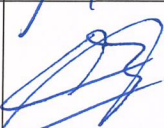
**ENSAYO DE APTITUD  
EA-SMA-01-16**

**Análisis Químico de Aguas con presencia de Contaminantes (QAC)**

FINAL

Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros  
División de Fiscalización  
Superintendencia del Medio Ambiente

04 de enero de 2017

	Nombre	Cargo	Firma	Fecha
Aprobado	Rubén Verdugo	Jefe División de Fiscalización		04/01/17
Revisado	Mónica Vergara G.	Jefe Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros, División de Fiscalización		03/01/17
	Rodrigo Carrasco C.	Encargado de Calidad, Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros, División de Fiscalización		03/01/17
Elaborado	Camilo Montes M.	Encargado de Ensayos de Aptitud, Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros, División de Fiscalización		29/12/16

## Tabla de Contenidos

<i>Tema</i>	<i>Página</i>
<b>PARTICIPANTES</b>	<b>5</b>
<b>DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD</b>	<b>6</b>
<b>1 DEFINICIONES</b>	<b>7</b>
<b>2 INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>3 ACTIVIDADES SUBCONTRATADAS</b>	<b>9</b>
<b>4 COMITÉ TÉCNICO DE REVISIÓN</b>	<b>9</b>
<b>5 PREPARACIÓN DE LOS ÍTEMES DE ENSAYO (LAS MUESTRAS)</b>	<b>9</b>
<b>6 HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD</b>	<b>10</b>
<b>7 ENVÍO DE MUESTRAS Y REPORTE DE RESULTADOS</b>	<b>10</b>
<b>8 CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS REFERIDOS A INSPECTORES AMBIENTALES</b>	<b>11</b>
<b>9 MÉTODOS ANALÍTICOS INFORMADOS</b>	<b>11</b>
<b>10 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS</b>	<b>12</b>
<b>10.1 VALORES ESPERADOS (VE) E INCERTIDUMBRE DEL VE.</b>	<b>13</b>
<b>10.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL ENSAYO DE APTITUD – MODELO GENERAL DE HORWITZ.</b>	<b>13</b>
<b>10.3 CÁLCULO DE LA COTA Z</b>	<b>13</b>
<b>10.4 DETERMINACIÓN DEL PUNTAJE POR PARÁMETRO.</b>	<b>14</b>
<b>10.5 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO.</b>	<b>14</b>
<b>10.6 USO DE DECIMALES.</b>	<b>15</b>
<b>11 CONCLUSIONES</b>	<b>16</b>
<b>12 COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>17</b>
<b>13 REFERENCIAS</b>	<b>19</b>

<b><u>14 ANEXO 1 - RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b><u>15 ANEXO 2 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE LOS LABORATORIOS PARTICIPANTES, POR PARÁMETRO.</u></b>	<b><u>21</u></b>
<b><u>16 ANEXO 3 – DESEMPEÑO SEGÚN EL MÉTODO DE ANÁLISIS UTILIZADO POR LOS PARTICIPANTES PARA CADA PARÁMETRO (EXPRESADO COMO NOTA PROMEDIO).</u></b>	<b><u>27</u></b>

## **PARTICIPANTES**

- ETFA 003-01 - HIDROLAB SANTIAGO
- ETFA 004-01 - AGQ CHILE SA
- ETFA 010-01 - CESMEC S.A. SEDE SANTIAGO
- ETFA 010-02 - CESMEC S.A. SEDE CONCEPCIÓN
- ETFA 011-01 - LABORATORIO ANAM CENTRO
- ETFA 013-01 - SILOB LABORATORIO PUERTO MONTT
- ETFA 016-01 - DICTUC - AGUAS Y RILES
- ETFA 021-01 - UDC - LABORATORIO DE RECURSOS RENOVABLES
- ETFA 021-02 - UDC - LABORATORIO DE OCEANOGRAFÍA QUÍMICA
- ETFA 021-03 - UDC - LABORATORIO DE ENSAYO EULA
- ETFA 022-01 - UCN - LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
- ETFA 023-01 - SGS-SANTIAGO
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
- INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA
- SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

## **DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD**

La información referida a la identidad de los participantes en los Programas de Ensayos de Aptitud, así como toda la información proporcionada por los mismos, será tratada como confidencial, según lo establecido en el documento AST-REG-010 “Confidencialidad de Ensayos de Aptitud”, de la Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros de la División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente.

De igual forma, los resultados de los ensayos de aptitud obtenidos por las ETFA acreditadas por el Instituto Nacional de Normalización, serán puestos a disposición de ese organismo, en el marco del convenio de colaboración establecido por ambas instituciones.

## 1 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.
- **Inspector Ambiental (IA):** Persona natural autorizada por la Superintendencia para realizar actividades de inspección; verificación (o examen de información); medición, y análisis, incluido el muestreo, según el alcance de la autorización que le ha otorgado la Superintendencia de acuerdo a las normas del reglamento D.S.38/2013 MMA (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.
- **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.
- **Valor Esperado (VE):** Valor atribuido a una propiedad particular de un ítem de Ensayo de Aptitud.

## 2 INTRODUCCIÓN

La Superintendencia del Medio Ambiente, a través de su Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros, de la División de Fiscalización (SAST/DFZ), ha desarrollado el presente Ensayo de Aptitud (EA-SMA-01-16) del tipo Análisis Químico de Aguas con presencia de Contaminantes (QAC), dirigido a Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental y laboratorios de organismos sectoriales, estos últimos como participantes invitados.

La realización de Ensayos de Aptitud ha sido establecida de manera regular y sistemática, para verificar permanentemente el desempeño analítico de las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, 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. 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 Ensayo de Aptitud fue realizado según lo descrito en el documento Protocolo para los Ensayos de Aptitud para Aguas con presencia de Contaminantes (AST-PRO-013).



### **3 ACTIVIDADES SUBCONTRATADAS**

Se subcontrató la elaboración de los ítemes de ensayo (muestras) a un Proveedor de Ítemes de Ensayo (PIE), acreditado bajo las normas ISO/IEC 17025:2005 e ISO Guide 34:2009. Las muestras utilizadas son del tipo MRC y fueron adquiridas mediante licitación pública.

### **4 COMITÉ TÉCNICO DE REVISIÓN**

Los siguientes profesionales de la Superintendencia del Medio Ambiente participan del Comité Técnico de Revisión:

- Jefe de la División de Fiscalización de la SMA.
- Jefe de la Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros, División de Fiscalización de la SMA.
- Encargado de Ensayos de Aptitud de la Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros, División de Fiscalización de la SMA.
- Encargado de Calidad de la Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros, División de Fiscalización de la SMA.
- Profesional(es) de la Sección Técnica, Asuntos Hídricos de la División de Fiscalización.

### **5 PREPARACIÓN DE LOS ÍTEMES DE ENSAYO (LAS MUESTRAS)**

Los ítemes de ensayo fueron preparados a partir de soluciones estándar del tipo material de referencia certificado bajo la ISO Guide 34:2009.

El rango de concentraciones de las muestras fue establecido a partir de los valores característicos de las fuentes de emisión de cada parámetro según el D.S. N° 90/2000 del Minsegres. Si bien la matriz corresponde a agua desionizada, el objetivo de este ensayo aplicado a las ETFA, fue determinar el desempeño de los participantes, considerando las mejores condiciones posibles en la determinación de las concentraciones de contaminantes asociados al decreto mencionado anteriormente.

La información relativa a las muestras se resume en la siguiente Tabla 5-1:

**Tabla 5-1.** Información de las muestras utilizadas en el presente Ensayo de Aptitud.

Muestra	Parámetro(s)	Tipo Contenedor	Volumen	Preservación	Fecha de preparación	Matriz
#1, #2, #3, #4	Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Zn	Botella de polietileno de baja densidad.	250 ml	2% - 5% HNO <sub>3</sub>	08-08-2016	Agua desionizada

## 6 HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD

Los ítemes de ensayo utilizados corresponden a materiales de referencia certificados (MRC), y su elaboración fue realizada bajo los estándares de la norma ISO Guide 34, norma para la que el PIE se encuentra acreditado, con vigencia de su certificado de acreditación al 1° de marzo de 2018, asegurando con ello la homogeneidad y estabilidad de las muestras.

## 7 ENVÍO DE MUESTRAS Y REPORTE DE RESULTADOS

El presente Ensayo de Aptitud fue llevado a cabo durante el mes de septiembre de 2016, y contó con la participación de 15 laboratorios de ensayo (ver lista de participantes, página N° 5), de los cuales 3 corresponden a laboratorios de organismos sectoriales, siendo los restantes, Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental. Todos los participantes tuvieron un plazo de un mes 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: 31 de Agosto de 2016
- Fecha límite para envío de resultados: 30 de Septiembre de 2016

Los set de muestras, luego de recibidos en Chile, fueron inmediatamente distribuidos por la Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros a los laboratorios participantes.

Los analitos a evaluar correspondieron a metales totales, los que se encuentran normados según el D.S N° 90/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que “Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales”.

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 y el límite de cuantificación del método (LCM).

## 8 CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS REFERIDOS A INSPECTORES AMBIENTALES

Dentro de los requisitos exigidos a las ETFA en este Ensayo de Aptitud, se encontraba la firma de los documentos “Reporte de resultados” (AST-REG-008) y “Declaración de conocimientos” (AST-REG-006), por parte de un Inspector Ambiental autorizado en el análisis de aguas residuales.

## 9 MÉTODOS ANALÍTICOS INFORMADOS

Para el caso de las ETFA, Los métodos analíticos aceptados en el presente Ensayo de Aptitud corresponden a todos aquellos que se encuentren autorizados por la SMA para el análisis en la Subárea “Aguas Residuales”.

Los organismos sectoriales invitados, han utilizado los métodos usados en sus respectivos laboratorios, como una medida de control de su performance analítica.

Los métodos analíticos utilizados en el Ensayo de Aptitud, informados por los participantes, se presentan en la Tabla 9-1:

**Tabla 9-1. Métodos analíticos informados por los participantes.**

Analito	Método(s)	Analito	Método(s)
<b>Aluminio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método propio o interno.</li> <li>3111. D. Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method . Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry . 21° Edición.2005. SM - APHA/AWWA/WEF.</li> <li>3111. D. Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method . Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry . 22° Edición.2012. SM - APHA/AWWA/WEF.</li> <li>NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> </ul>	<b>Hierro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método propio o interno.</li> <li>3111. B. Direct Air-Acetylene Flame Method . Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry . 22° Edición.2012. SM - APHA/AWWA/WEF.</li> <li>NCh2313/10.Of96. Parte 10. Determinación de metales pesados - Método de espectrofotometría de absorción atómica con llama. .1996. INN.</li> <li>NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> </ul>
<b>Arsénico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método propio o interno.</li> <li>3114. B. Manual Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method . Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry (1997) . 22° Edición.2012. SM - APHA/AWWA/WEF.</li> <li>NCh2313/9.Of96. Parte 9. Determinación de arsénico - Método de espectrofotometría de absorción atómica con generación continua de hidruros. .1996. INN.</li> <li>NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> </ul>	<b>Manganeso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método propio o interno.</li> <li>3111. B. Direct Air-Acetylene Flame Method . Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry . 22° Edición.2012. SM - APHA/AWWA/WEF.</li> <li>NCh2313/10.Of96. Parte 10. Determinación de metales pesados - Método de espectrofotometría de absorción atómica con llama. .1996. INN.</li> <li>NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> </ul>
<b>Cadmio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método propio o interno.</li> <li>3111. B. Direct Air-Acetylene Flame Method . Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry . 22° Edición.2012. SM - APHA/AWWA/WEF.</li> </ul>	<b>Molibdeno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método propio o interno.</li> <li>NCh2313/10.Of96. Parte 10. Determinación de metales pesados - Método de espectrofotometría de absorción atómica con llama. .1996. INN.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NCh2313/10.Of96. Parte 10. Determinación de metales pesados - Método de espectrofotometría de absorción atómica con llama. .1996. INN.</li> <li>• NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• NCh2313/13.Of98. Parte 13. Determinación de molibdeno por espectrofotometría de absorción atómica con llama. .1998. INN.</li> <li>• NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> </ul>
<b>Cinc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método propio o interno.</li> <li>• 3111. B. Direct Air-Acetylene Flame Method . Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry . Online.. SM - APHA/AWWA/WEF.</li> <li>• NCh2313/10.Of96. Parte 10. Determinación de metales pesados - Método de espectrofotometría de absorción atómica con llama. .1996. INN.</li> <li>• NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> </ul>	<b>Níquel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método propio o interno.</li> <li>• 3111. B. Direct Air-Acetylene Flame Method . Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry . 22° Edición.2012. SM - APHA/AWWA/WEF.</li> <li>• NCh2313/10.Of96. Parte 10. Determinación de metales pesados - Método de espectrofotometría de absorción atómica con llama. .1996. INN.</li> <li>• NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> </ul>
<b>Cobre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método propio o interno.</li> <li>• 3111. B. Direct Air-Acetylene Flame Method . Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry . 22° Edición.2012. SM - APHA/AWWA/WEF.</li> <li>• NCh2313/10.Of96. Parte 10. Determinación de metales pesados - Método de espectrofotometría de absorción atómica con llama. .1996. INN.</li> <li>• NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> </ul>	<b>Plomo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método propio o interno.</li> <li>• 3111. B. Direct Air-Acetylene Flame Method . Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry . 22° Edición.2012. SM - APHA/AWWA/WEF.</li> <li>• NCh2313/10.Of96. Parte 10. Determinación de metales pesados - Método de espectrofotometría de absorción atómica con llama. .1996. INN.</li> <li>• NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> </ul>
<b>Cromo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método propio o interno.</li> <li>• NCh2313/10.Of96. Parte 10. Determinación de metales pesados - Método de espectrofotometría de absorción atómica con llama. .1996. INN.</li> <li>• NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> </ul>	<b>Selenio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método propio o interno.</li> <li>• 3114. B. Manual Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method . Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry (1997) . Online.. SM - APHA/AWWA/WEF.</li> <li>• ME-10-2007. ME-10. Determinación de Selenio por Método Espectrofotometría de absorción atómica con generación de hidruros.. .2007. SISS.</li> <li>• NCh2313/25.Of97. Parte 25. Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente (I.C.P.). .1997. INN.</li> <li>• NCh2313/30.Of99. Parte 30. Determinación de selenio - Método de espectrofotometría de absorción atómica por generación continua de hidruros. .1999. INN.</li> </ul>

## 10 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

El procedimiento de análisis estadístico y de tratamiento de los resultados analíticos es dependiente del método utilizado en la determinación de los valores esperados y su incertidumbre, así como de la metodología para determinar la desviación estándar del ensayo.

Para el caso de la determinación del Valor Esperado (VE) y su incertidumbre, se utilizaron los valores reportados en los certificados que acompañan a los ítemes de ensayo (MRC). La incertidumbre estándar del valor esperado  $u(x_{EA})$ , se obtiene a partir de la incertidumbre expandida informada en los certificados de análisis de los ítemes de ensayos.

Para el caso de la desviación estándar del ensayo, se utilizó el modelo general de Horwitz.

### 10.1 Valores esperados (VE) e Incertidumbre del VE.

Los valores esperados (VE) para cada muestra (#1 a #4), con su incertidumbre expandida (U) e incertidumbre estándar -  $u(x_{EA})$  -, son los siguientes:

**Tabla 10-1.** Valores esperados e incertidumbre de los ítemes de ensayo (MRC).

	Ítem #1			Ítem #2			Ítem #3			Ítem #4		
	VE	U	$u(x_{EA})$	VE	U	$u(x_{EA})$	VE	U	$u(x_{EA})$	VE	U	$u(x_{EA})$
Aluminio Total (Al)	1,00	±0,01	±0,005	2,50	± 0,02	±0,01	3,50	± 0,02	±0,01	5,00	± 0,03	±0,015
Arsénico Total (As)	0,200	±0,004	±0,002	0,400	± 0,008	±0,004	0,60	± 0,01	±0,005	1,00	± 0,01	±0,005
Cadmio Total (Cd)	0,100	±0,001	±0,0005	0,100	± 0,001	±0,0005	0,300	± 0,003	±0,0015	0,500	± 0,005	±0,0025
Cinc Total (Zn)	3,00	±0,02	±0,01	7,00	± 0,04	±0,02	15,00	± 0,09	±0,045	18,0	± 0,1	±0,05
Cobre Total (Cu)	2,80	±0,02	±0,01	1,80	± 0,01	±0,005	1,00	± 0,01	±0,005	0,500	± 0,005	±0,0025
Cromo Total (Cr)	10,0	±0,1	±0,05	7,00	± 0,04	±0,02	4,00	± 0,03	±0,015	0,700	± 0,007	0,0035
Hierro Total (Fe)	10,0	±0,1	±0,05	8,00	± 0,05	±0,025	6,00	± 0,04	±0,02	5,00	± 0,03	±0,015
Manganeso Total (Mn)	0,600	±0,006	±0,003	0,900	± 0,02	±0,01	1,50	± 0,02	±0,01	2,00	± 0,02	±0,01
Molibdeno Total (Mo)	2,40	±0,05	±0,025	1,50	± 0,03	±0,015	0,70	± 0,02	±0,01	0,100	± 0,002	±0,001
Níquel Total (Ni)	0,500	±0,005	±0,0025	1,00	± 0,01	±0,005	3,00	± 0,02	±0,01	3,50	± 0,02	±0,01
Plomo Total (Pb)	1,00	±0,01	±0,005	0,800	± 0,008	±0,004	0,50	± 0,01	±0,005	0,100	± 0,002	±0,001
Selenio Total (Se)	0,100	±0,002	±0,001	0,060	± 0,001	±0,0005	0,0200	± 0,0004	±0,0002	0,0150	± 0,0003	±0,00015

### 10.2 Desviación estándar del ensayo de aptitud – Modelo general de Horwitz.

Para la determinación de la desviación estándar del ensayo de aptitud ( $\sigma_{EA}$ ) se utilizó el modelo general de Horwitz (ISO13528:2015):

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

Donde:

$c$  = Fracción másica del analito a ser determinada,  $0 \leq c \leq 1$ ;

$\sigma_R$  = Desviación estándar de la reproducibilidad del método.

### 10.3 Cálculo de la Cota Z

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

$$Cota Z = \frac{X - VE}{\sigma_{EA}}$$

**Ecuación 10-1.** Cálculo de la Cota Z.

Donde :

- X : Resultado del Laboratorio;
- VE : Valor Esperado;
- $\sigma_{EA}$  : Desviación estándar del Ensayo de Aptitud

#### 10.4 Determinación del puntaje por parámetro.

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

**Tabla 10-2.** Puntaje Ensayo Aptitud.

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

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

Los resultados “<” y “>”, también obtienen un puntaje de “0”, si el LCM (límite de cuantificación del método) es menor o mayor a los mínimos y máximos del VE, respectivamente.

#### 10.5 Evaluación del Desempeño.

El desempeño de un laboratorio es calculado a partir de la nota obtenida en el Ensayo de Aptitud, la que es calculada de la siguiente manera:

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

**Ecuación 10-2.** Nota por parámetro.

En el caso de que un participante no haya enviado sus resultados, estando autorizado para realizar los análisis correspondientes, sin entregar una adecuada justificación, es calificado con una nota “0”, para aquellos parámetros no informados.

Asimismo, se califica con nota “0”, en los parámetros que corresponda, a aquellos participantes que utilizaron métodos no autorizados por la SMA.

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

El detalle de los resultados analíticos de cada laboratorio, se entregan en los Anexos.

### 10.6 Uso de decimales.

El “Valor Esperado” se obtiene de los certificados de análisis de las MRC, por lo que sus decimales corresponden a los informados en el certificado correspondiente.

La “desviación estándar del ensayo de aptitud” ( $\sigma_{EA}$ ), se informa con el número de decimales correspondiente a las cifras significativas del “Valor Esperado”, tal como se ilustra en la Tabla 10-3.

**Tabla 10-3.** Ejemplo de determinación de números decimales.

Resultados transmitidos	
Valor Esperado	$\sigma_{EA}$
3,50	0,463
0,500	0,088

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

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

## 11 CONCLUSIONES

Participaron todas las ETFA autorizadas (12 laboratorios) para realizar análisis de metales totales en aguas residuales y 3 laboratorios invitados de organismos sectoriales.

Respecto de los métodos de análisis, todos los laboratorios se encontraban en condiciones de realizar los análisis requeridos con los métodos autorizados. No obstante, 2 de ellos utilizaron métodos no autorizados en este Ensayo de Aptitud.

En cuanto al requisito asociado a que los documentos (AST-REG-006 y AST-REG-008) enviados a la SMA fueran firmados por los Inspectores Ambientales, de las 12 ETFA participantes, uno de ellos entregó sus resultados firmados por una persona natural no autorizada como Inspector Ambiental (3999). Los Inspectores Ambientales de las otras 11 ETFA participantes se encontraban autorizados para la actividad de “Medición/Análisis” en aguas residuales, cumpliendo en todos los aspectos requeridos: firma del “Reporte de resultados” (AST-REG-008), firma de la “Declaración de conocimientos” (AST-REG-006) y autorización de los Inspectores Ambientales en el alcance de “Medición/Análisis en Aguas Residuales”.

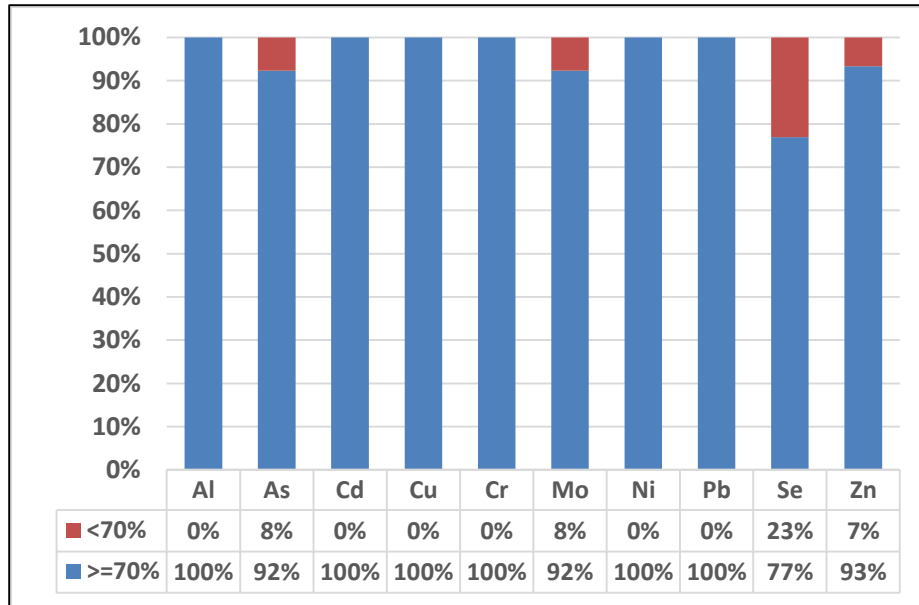
La evaluación de desempeño, dio como resultado que del total de ensayos realizados por los participantes, el 95% de los ensayos obtuviera una nota **satisfactoria**.

De los 15 participantes, 12 obtuvieron una nota **satisfactoria** en todos los ensayos requeridos, de los restantes, solo uno de ellos fue calificado de manera **insatisfactoria** en el 50% de los ensayos.

El Gráfico 11-1 muestra el porcentaje de laboratorios según su evaluación de desempeño por parámetro. En él es posible observar que gran parte de los participantes obtuvo una nota satisfactoria para casi todos los ensayos, estando el As, Mo, Se y Zn, con al menos un laboratorio calificado de manera insatisfactoria. En el caso del Selenio, de los tres participantes que obtuvo una nota insatisfactoria, 2 de ellos fueron calificados con dicha nota debido al uso de un método no autorizado por la SMA.



**Gráfico 11-1.** Porcentaje de laboratorios según nota y parámetro evaluado.



## 12 COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES.

Los resultados obtenidos en este ejercicio, así como en los siguientes que desarrolle la SMA, podrán ser utilizados para determinar la continuidad de las autorizaciones como ETFA, además de ser informados al Instituto Nacional de Normalización (INN), en el marco del Convenio INN-SMA.

Dos participantes informaron resultados de análisis utilizando métodos que no correspondían a los autorizados, razón por la cual fueron evaluados de manera insatisfactoria, de modo de ser coherentes con las instrucciones del Ensayo de Aptitud.

Se recomienda que aquellos laboratorios que obtuvieron una nota cercana al límite del valor aceptado (70%), revisen y evalúen las posibles causas de tales resultados.

Asimismo, aquellos laboratorios que presentan desempeños por debajo del nivel mínimo aceptable (insatisfactorio), deberán realizar un análisis de causa de su bajo desempeño, a fin de implementar las correspondientes acciones correctivas, las que deberán ser enviadas a la Superintendencia en el plazo que ésta establezca. De igual forma, deberán actuar aquellas ETFA que presentaron sus resultados firmados por una persona no autorizada como Inspector Ambiental en los alcances correspondientes.

Este informe **modifica y reemplaza al emitido el 24 de noviembre de 2016**. La modificación se refiere a la aclaración de las ETFA en que sus documentos no fueron firmados por un IA

autorizado. Asimismo, se incluye el Anexo 3 que informa respecto del resultado global del ensayo de aptitud por parámetro según lo métodos de análisis utilizados.

### 13 REFERENCIAS

- ISO 13528:2015. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons. ISO.
- AST-PRO-013. Protocolo para los Ensayos de Aptitud para Aguas con presencia de Contaminantes . Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros, División de Fiscalización de la SMA.
- AST-REG-010. Confidencialidad de Ensayos de Aptitud. Departamento de Normalización y Acreditación, División de Fiscalización de la SMA.

## 14 ANEXO 1 - RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

Los resultados que se presentan a continuación se interpretan de la siguiente manera :

Nota  $\geq$  70% : ■ Satisfactorio  
 Nota < 70% : ■ Insatisfactorio

**Tabla 14-1.** Evaluación de desempeño general de los laboratorios (parámetros inorgánicos).

CÓDIGO PARTICIPANTE	NOTA												Parámetros Satisfactorios		Parámetros Insatisfactorios	
	Al	As	Cd	Cu	Cr	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Zn	n	%	n	%
1214	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	12	100%	0	0%
1424	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	95	100	12	100%	0	0%
2519	100	100	100	100	100	100	100	75	75	100	0 <sup>2</sup>	100	11	92%	1	8%
2838	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	100	12	100%	0	0%
3318	<sup>1</sup>	95	100	100	<sup>1</sup>	95	95	<sup>1</sup>	100	100	100	100	9	100%	0	0%
3400	100	100	100	100	100	100	100	95	100	100	95	90	12	100%	0	0%
3999	85	0 <sup>2</sup>	100	100	100	40	0	0 <sup>2</sup>	85	85	0 <sup>2</sup>	20	6	50%	6	50%
4421	<sup>1</sup>	100	100	100	90	95	100	100	100	100	100	95	11	100%	0	0%
4575	<sup>1</sup>	<sup>1</sup>	100	100	<sup>1</sup>	90	90	70	90	100	<sup>1</sup>	80	8	100%	0	0%
5528	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	12	100%	0	0%
6122	100	100	100	100	100	100	100	95	100	100	45	100	11	92%	1	8%
6291	95	100	100	100	100	100	100	100	100	95	100	100	12	100%	0	0%
8680	<sup>1</sup>	80	100	95	100	75	90	<sup>1</sup>	100	75	100	100	10	100%	0	0%
9272	100	90	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	12	100%	0	0%
9603	100	<sup>1</sup>	100	100	100	100	100	100	95	100	<sup>1</sup>	100	10	100%	0	0%
N	11	13	15	15	13	15	15	13	15	15	13	15				
n $\geq$ 70%	11	12	15	15	13	14	14	12	15	15	10	14				
n < 70%	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	3	1				

<sup>1</sup> Participante no debe informar resultado (no se encuentra autorizado para el ensayo del analito o bien corresponde a un participante invitado).

<sup>2</sup> Participante utiliza método no autorizado para realizar este análisis.

## 15 ANEXO 2 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE LOS LABORATORIOS PARTICIPANTES, POR PARÁMETRO.

Parámetro: Aluminio  
Unidad de medida: mg/L

CÓDIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214	0,051	0,905	2,22	3,39	4,26	-0,6	-0,8	-0,2	-1,2	5	5	5	4	95
1424	0,010	1,03	2,47	3,46	4,85	0,2	-0,1	-0,1	-0,2	5	5	5	5	100
2519	<0,01	0,99	2,41	3,27	4,68	-0,1	-0,3	-0,5	-0,5	5	5	5	5	100
2838 <sup>1</sup>	0,15	1,04	2,16	3,39	4,87	0,3	-1,0	-0,2	-0,2	5	5	5	5	100
3318 <sup>2</sup>														-
3400 <sup>1</sup>	0,01	1,1	2,7	3,8	5,4	0,6	0,6	0,6	0,6	5	5	5	5	100
3999 <sup>1</sup>	0,007	1,0	2,1	3,0	4,2	0	-1,1	-1,1	-1,3	5	4	4	4	85
4421 <sup>2</sup>														-
4575 <sup>2</sup>														-
5528	0,007	1,04	2,30	3,14	4,48	0,3	-0,6	-0,8	-0,8	5	5	5	5	100
6122	0,005	1,09	2,49	3,32	4,78	0,6	-0,0	-0,4	-0,4	5	5	5	5	100
6291	0,005	0,864	1,920	3,044	4,405	-0,9	-1,7	-1,0	-0,9	5	4	5	5	95
8680 <sup>2</sup>														-
9272	<0,08	1,02	2,47	3,77	5,20	0,1	-0,1	0,6	0,3	5	5	5	5	100
9603	0,3	0,984	2,42	3,19	4,78	-0,1	-0,2	-0,7	-0,4	5	5	5	5	100
VALOR ESPERADO - VE		1,00	2,50	3,50	5,00									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,005	0,01	0,01	0,015									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		0,160	0,348	0,464	0,628									

<sup>1</sup> Participante no informa versión de método.

<sup>2</sup> Participante no debe informar resultados (no se encuentra autorizado para realizar este análisis, o bien corresponde a un participante invitado).

Parámetro: Arsénico  
Unidad de medida: mg/L

CÓDIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214	0,030	0,186	0,413	0,643	1,06	-0,3	0,2	0,4	0,4	5	5	5	5	100
1424	0,001	0,148	0,347	0,573	0,927	-1,3	-0,7	-0,3	-0,5	4	5	5	5	95
2519	<0,006	0,22	0,43	0,61	1,02	0,5	0,4	0,1	0,1	5	5	5	5	100
2838 <sup>1</sup>	0,003	0,192	0,354	0,529	0,861	-0,2	-0,6	-0,7	-0,9	5	5	5	5	100
3318	0,003	0,194	0,411	0,579	0,838	-0,2	0,1	-0,2	-1,0	5	5	5	4	95
3400 <sup>1</sup>	0,002	0,16	0,40	0,50	0,92	-1,0	0,0	-1,0	-0,5	5	5	5	5	100
3999 <sup>2</sup>														0
4421	0,003	0,195	0,380	0,580	0,976	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	5	5	5	5	100
4575 <sup>3</sup>														-
5528	0,01	0,186	0,366	0,569	1,02	-0,3	-0,5	-0,3	0,1	5	5	5	5	100
6122	0,0005	0,20	0,41	0,62	1,04	0,0	0,1	0,2	0,3	5	5	5	5	100
6291	0,005	0,177	0,359	0,533	0,928	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	5	5	5	5	100
8680	0,027	0,155	0,322	0,469	0,738	-1,1	-1,1	-1,3	-1,6	4	4	4	4	80
9272	<0,002	0,1828	0,3105	0,5165	0,8047	-0,4	-1,2	-0,8	-1,2	5	4	5	4	90
9603 <sup>3</sup>														-
VALOR ESPERADO - VE		0,200	0,400	0,60	1,00									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,002	0,004	0,005	0,005									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		0,041	0,073	0,10	0,160									

<sup>1</sup> Participante no informa versión de método.

<sup>2</sup> Participante utiliza método no autorizado para realizar este análisis.

<sup>3</sup> Participante no debe informar resultados (no se encuentra autorizado para realizar este análisis, o bien corresponde a un participante invitado).

Parámetro: Cadmio  
Unidad de medida: mg/L

CÓDIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214	0,003	0,093	0,096	0,299	0,486	-0,3	-0,2	-0,0	-0,2	5	5	5	5	100
1424	0,001	0,104	0,107	0,316	0,508	0,2	0,3	0,3	0,1	5	5	5	5	100
2519	<0,0015	0,12	0,11	0,31	0,55	0,9	0,5	0,2	0,6	5	5	5	5	100
2838	0,03	0,103	0,100	0,304	0,482	0,1	0,0	0,1	-0,2	5	5	5	5	100
3318	0,02	0,10	0,11	0,34	0,55	0,0	0,5	0,7	0,6	5	5	5	5	100
3400	0,01	0,09	0,10	0,30	0,50	-0,5	0,0	0,0	0,0	5	5	5	5	100
3999	0,001	0,12	0,11	0,33	0,57	0,9	0,5	0,5	0,8	5	5	5	5	100
4421	0,003	0,093	0,091	0,330	0,550	-0,3	-0,4	0,5	0,6	5	5	5	5	100
4575	0,000015	0,09	0,09	0,26	0,44	-0,5	-0,5	-0,7	-0,7	5	5	5	5	100
5528	0,002	0,101	0,105	0,318	0,485	0,1	0,2	0,3	-0,2	5	5	5	5	100
6122	0,001	0,105	0,104	0,315	0,490	0,2	0,2	0,3	-0,1	5	5	5	5	100
6291	0,004	0,103	0,103	0,298	0,516	0,1	0,1	-0,0	0,2	5	5	5	5	100
8680	0,033	0,114	0,112	0,294	0,478	0,6	0,5	-0,1	-0,2	5	5	5	5	100
9272	<0,04	0,104	0,104	0,317	0,521	0,2	0,2	0,3	0,2	5	5	5	5	100
9603	0,05	0,093	0,099	0,283	0,438	-0,3	-0,0	-0,3	-0,7	5	5	5	5	100
VALOR ESPERADO - VE		0,100	0,100	0,300	0,500									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,0005	0,0005	0,0015	0,0025									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		0,022	0,022	0,058	0,089									

Parámetro: Cinc  
Unidad de medida: mg/L

CÓDIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214	0,018	3,21	7,67	16,4	19,6	0,5	0,8	0,9	0,9	5	5	5	5	100
1424	0,002	3,00	6,81	14,9	18,5	0,0	-0,2	-0,1	0,3	5	5	5	5	100
2519	<0,01	3,20	7,57	15,18	17,41	0,5	0,7	0,1	-0,3	5	5	5	5	100
2838	0,03	2,95	6,95	15,1	18,1	-0,1	-0,1	0,1	0,1	5	5	5	5	100
3318	0,02	3,13	7,03	15,17	18,30	0,3	0,0	0,1	0,2	5	5	5	5	100
3400	0,01	3,0	7,5	13	20	0,0	0,6	-1,3	1,1	5	5	4	4	90
3999	0,004	5,1	11	20	20	5,2	4,8	3,1	1,1	0	0	0	4	20
4421	0,003	3,073	7,088	15,953	20,652	0,2	0,1	0,6	1,4	5	5	5	4	95
4575	0,0006	2,40	5,63	12,23	14,40	-1,5	-1,6	-1,7	-1,9	4	4	4	4	80
5528	0,008	3,10	7,35	17,6	21,2	0,3	0,4	1,6	1,7	5	5	4	4	90
6122	0,0002	2,90	6,96	15,99	19,03	-0,3	-0,0	0,6	0,6	5	5	5	5	100
6291	0,004	2,918	6,758	13,957	17,210	-0,2	-0,3	-0,7	-0,4	5	5	5	5	100
8680	0,033	2,99	6,75	14,1	17,0	-0,0	-0,3	-0,6	-0,5	5	5	5	5	100
9272	<0,08	2,91	6,73	14,28	17,16	-0,2	-0,3	-0,5	-0,5	5	5	5	5	100
9603	0,05	2,95	7,16	15,8	16,7	-0,1	0,2	0,5	-0,7	5	5	5	5	100
VALOR ESPERADO - VE		3,00	7,00	15,00	18,0									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,01	0,02	0,045	0,05									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		0,407	0,835	1,596	1,864									

Parámetro: Cobre  
Unidad de medida: mg/L

DIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214	0,033	2,71	1,73	0,955	0,460	-0,2	-0,3	-0,3	-0,5	5	5	5	5	100
1424	0,005	2,84	1,79	0,992	0,486	0,1	-0,0	-0,1	-0,2	5	5	5	5	100
2519	<0,01	2,96	1,85	1,01	0,51	0,4	0,2	0,1	0,1	5	5	5	5	100
2838	0,03	2,87	1,85	1,02	0,505	0,2	0,2	0,1	0,1	5	5	5	5	100
3318	0,04	2,67	1,83	1,05	0,53	-0,3	0,1	0,3	0,3	5	5	5	5	100
3400	0,01	2,6	1,8	0,93	0,45	-0,5	0,0	-0,4	-0,6	5	5	5	5	100
3999	0,005	2,85	1,84	0,96	0,50	0,1	0,2	-0,3	0,0	5	5	5	5	100
4421	0,003	2,980	1,900	0,966	0,492	0,5	0,4	-0,2	-0,1	5	5	5	5	100
4575	0,0001	2,56	1,64	0,98	0,51	-0,6	-0,6	-0,1	0,1	5	5	5	5	100
5528	0,01	2,90	1,86	1,04	0,501	0,3	0,2	0,3	0,0	5	5	5	5	100
6122	0,005	2,88	1,76	1,01	0,509	0,2	-0,2	0,1	0,1	5	5	5	5	100
6291	0,007	2,643	1,673	0,909	0,456	-0,4	-0,5	-0,6	-0,5	5	5	5	5	100
8680	0,033	3,18	2,03	1,12	0,625	1,0	0,9	0,8	1,4	5	5	5	4	95
9272	<0,08	2,84	1,77	1,00	0,52	0,1	-0,1	0,0	0,2	5	5	5	5	100
9603	0,05	2,93	1,86	0,964	0,488	0,3	0,2	-0,2	-0,1	5	5	5	5	100
VALOR ESPERADO - VE		2,80	1,80	1,00	0,500									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,01	0,005	0,005	0,0025									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		0,384	0,264	0,160	0,089									

Parámetro: Cromo  
Unidad de medida: mg/L

CÓDIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214	0,015	9,97	7,09	4,03	0,691	-0,0	0,1	0,1	-0,1	5	5	5	5	100
1424	0,005	10,1	6,91	3,99	0,695	0,1	-0,1	-0,0	-0,0	5	5	5	5	100
2519	<0,01	10,86	7,44	4,11	0,72	0,8	0,5	0,2	0,2	5	5	5	5	100
2838	0,15	9,98	6,98	3,83	0,692	-0,02	-0,0	-0,3	-0,1	5	5	5	5	100
3318 <sup>1</sup>														-
3400	0,01	9,0	7,0	3,9	0,70	-0,89	0,0	-0,2	0,0	5	5	5	5	100
3999	0,007	10	7,6	4,3	0,77	0,0	0,7	0,6	0,6	5	5	5	5	100
4421	0,003	11,171	7,524	4,541	0,692	1,0	0,6	1,0	-0,1	4	5	4	5	90
4575 <sup>1</sup>														-
5528	0,009	10,3	7,36	4,17	0,699	0,3	0,4	0,3	-0,0	5	5	5	5	100
6122	0,001	10,30	7,08	4,28	0,797	0,3	0,1	0,5	0,8	5	5	5	5	100
6291	0,006	9,312	6,548	3,655	0,655	-0,6	-0,5	-0,7	-0,4	5	5	5	5	100
8680	0,023	10,9	7,65	4,22	0,620	0,8	0,8	0,4	-0,7	5	5	5	5	100
9272	<0,08	8,97	5,88	3,45	0,64	-0,9	-1,3	-1,1	-0,5	5	4	4	5	90
9603	0,05	10,50	6,97	4,02	0,617	0,4	-0,0	0,0	-0,7	5	5	5	5	100
VALOR ESPERADO - VE		10,0	7,00	4,00	0,700									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,05	0,02	0,015	0,0035									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		1,131	0,835	0,519	0,118									

<sup>1</sup> Participante no debe informar resultados (no se encuentra autorizado para realizar este análisis, o bien corresponde a un participante invitado).

Parámetro: Hierro  
Unidad de medida: mg/L

CÓDIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214	0,154	10,6	8,59	6,32	5,20	0,5	0,6	0,4	0,3	5	5	5	5	100
1424	0,002	10,3	8,13	6,02	5,06	0,3	0,1	0,0	0,1	5	5	5	5	100
2519	<0,03	11,01	8,71	6,26	5,13	0,9	0,8	0,4	0,2	5	5	5	5	100
2838	0,03	10,2	8,09	6,33	5,03	0,2	0,1	0,5	0,0	5	5	5	5	100
3318	0,07	11,18	8,68	6,52	5,29	1,0	0,7	0,7	0,5	4	5	5	5	95
3400	0,01	9,0	7,8	5,5	5,0	-0,9	-0,2	-0,7	0,0	5	5	5	5	100
3999	0,006	10	10	9,2	7,8	0,0	2,1	4,4	4,5	5	3	0	0	40
4421	0,003	11,209	8,703	6,563	5,506	1,1	0,8	0,8	0,8	4	5	5	5	95
4575	0,0007	9,32	6,89	5,81	4,07	-0,6	-1,2	-0,3	-1,5	5	4	5	4	90
5528	0,008	9,96	8,42	6,01	5,16	-0,0	0,4	0,0	0,3	5	5	5	5	100
6122	0,003	10,63	8,43	6,08	4,95	0,6	0,5	0,1	-0,1	5	5	5	5	100
6291	0,003	9,241	7,323	5,326	4,671	-0,7	-0,7	-0,9	-0,5	5	5	5	5	100
8680	0,063	7,48	6,45	5,02	3,80	-2,2	-1,7	-1,3	-1,9	3	4	4	4	75
9272	<0,08	10,03	8,00	5,76	5,31	0,0	0,0	-0,3	0,5	5	5	5	5	100
9603	0,05	10,4	8,15	5,99	4,94	0,4	0,2	-0,0	-0,1	5	5	5	5	100
VALOR ESPERADO - VE		10,0	8,00	6,00	5,00									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,05	0,025	0,02	0,015									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		1,131	0,936	0,733	0,628									

Parámetro: Manganeso  
Unidad de medida: mg/L

CÓDIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214	0,099	0,611	0,944	1,54	2,02	0,1	0,3	0,2	0,1	5	5	5	5	100
1424	0,001	0,580	0,893	1,52	2,00	-0,2	-0,0	0,1	0,0	5	5	5	5	100
2519	<0,01	0,60	0,90	1,52	2,05	0,0	0,0	0,1	0,2	5	5	5	5	100
2838	0,03	0,584	0,896	1,55	2,00	-0,2	-0,0	0,2	0,0	5	5	5	5	100
3318	0,04	0,60	0,91	1,89	2,19	0,0	0,1	1,7	0,7	5	5	4	5	95
3400	0,01	0,60	1,0	1,5	2,0	0,0	0,7	0,0	0,0	5	5	5	5	100
3999	0,002	1,1	2,0	3,1	4,0	4,8	7,5	7,1	6,9	0	0	0	0	0
4421	0,003	0,587	0,952	1,613	2,120	-0,1	0,4	0,5	0,4	5	5	5	5	100
4575	0,00003	0,52	0,80	1,11	1,47	-0,8	-0,7	-1,7	-1,8	5	5	4	4	90
5528	0,008	0,609	0,948	1,57	2,02	0,1	0,3	0,3	0,1	5	5	5	5	100
6122	0,003	0,645	0,956	1,66	2,16	0,4	0,4	0,7	0,6	5	5	5	5	100
6291	0,005	0,564	0,859	1,378	1,969	-0,4	-0,3	-0,5	-0,1	5	5	5	5	100
8680	0,033	0,715	1,09	1,41	1,94	1,1	1,3	-0,4	-0,2	4	4	5	5	90
9272	<0,08	0,613	0,939	1,52	2,05	0,1	0,3	0,1	0,2	5	5	5	5	100
9603	0,05	0,593	0,905	1,44	2,04	-0,1	0,0	-0,3	0,1	5	5	5	5	100
VALOR ESPERADO - VE		0,600	0,900	1,50	2,00									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,003	0,01	0,01	0,01									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		0,104	0,146	0,226	0,288									



Parámetro: Molibdeno  
Unidad de medida: mg/L

CÓDIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214	0,03	2,41	1,51	0,72	0,09	0,0	0,0	0,2	-0,5	5	5	5	5	100
1424	0,005	2,41	1,49	0,717	0,103	0,0	-0,0	0,1	0,1	5	5	5	5	100
2519	<0,01	2,51	1,53	6,73	0,11	0,3	0,1	51,0	0,5	5	5	0	5	75
2838	0,03	2,44	1,51	0,686	0,096	0,1	0,0	-0,1	-0,2	5	5	5	5	100
3318 <sup>1</sup>														-
3400	0,01	2,5	1,8	0,81	0,12	0,3	1,3	0,9	0,9	5	4	5	5	95
3999 <sup>2</sup>														0
4421	0,003	2,617	1,602	0,712	0,119	0,6	0,5	0,1	0,9	5	5	5	5	100
4575	0,001	1,61	1,01	0,49	0,07	-2,4	-2,2	-1,8	-1,4	3	3	4	4	70
5528	0,009	2,46	1,57	0,726	0,103	0,2	0,3	0,2	0,1	5	5	5	5	100
6122	0,001	2,30	1,48	0,724	0,126	-0,3	-0,1	0,2	1,2	5	5	5	4	95
6291	0,004	2,291	1,479	0,671	0,103	-0,3	-0,1	-0,2	0,1	5	5	5	5	100
8680 <sup>1</sup>														-
9272	<0,08	2,32	1,43	0,642	0,101	-0,2	-0,3	-0,5	0,0	5	5	5	5	100
9603	0,06	2,33	1,41	0,623	0,085	-0,2	-0,4	-0,7	-0,7	5	5	5	5	100
VALOR ESPERADO - VE		2,40	1,50	0,70	0,100									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,025	0,015	0,01	0,001									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		0,337	0,226	0,12	0,022									

<sup>1</sup> Participante no debe informar resultados (no se encuentra autorizado para realizar este análisis, o bien corresponde a un participante invitado).

<sup>2</sup> Participante utiliza método no autorizado para realizar este análisis.

Parámetro: Níquel  
Unidad de medida: mg/L

CÓDIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214	0,054	0,526	1,10	3,31	3,78	0,3	0,6	0,8	0,6	5	5	5	5	100
1424	0,005	0,512	1,00	3,03	3,52	0,1	0,0	0,1	0,0	5	5	5	5	100
2519	<0,01	0,51	1,02	0,73	3,55	0,1	0,1	-5,6	0,1	5	5	0	5	75
2838	0,15	0,489	1,01	3,00	3,47	-0,1	0,1	0,0	-0,1	5	5	5	5	100
3318	0,084	0,49	0,96	3,16	3,49	-0,1	-0,3	0,4	-0,0	5	5	5	5	100
3400	0,01	0,55	1,0	2,9	3,5	0,6	0,0	-0,2	0,0	5	5	5	5	100
3999	0,005	0,54	1,2	3,7	4,3	0,5	1,3	1,7	1,7	5	4	4	4	85
4421	0,003	0,484	0,956	3,371	3,794	-0,2	-0,3	0,9	0,6	5	5	5	5	100
4575	0,00003	0,45	0,85	2,49	2,92	-0,6	-0,9	-1,3	-1,3	5	5	4	4	90
5528	0,009	0,514	1,07	2,98	3,55	0,2	0,4	-0,0	0,1	5	5	5	5	100
6122	0,001	0,518	1,09	3,17	3,60	0,2	0,6	0,4	0,2	5	5	5	5	100
6291	0,004	0,484	0,974	2,758	3,317	-0,2	-0,2	-0,6	-0,4	5	5	5	5	100
8680	0,033	0,452	0,960	2,73	3,24	-0,5	-0,3	-0,7	-0,6	5	5	5	5	100
9272	<0,08	0,49	1,05	3,01	3,58	-0,1	0,3	0,0	0,2	5	5	5	5	100
9603	0,05	0,482	0,943	3,03	3,00	-0,2	-0,4	0,1	-1,1	5	5	5	4	95
VALOR ESPERADO - VE		0,500	1,00	3,00	3,50									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,0025	0,005	0,01	0,01									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		0,089	0,160	0,407	0,464									

Parámetro: Plomo  
Unidad de medida: mg/L

CÓDIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214	0,036	1,05	0,857	0,539	0,103	0,3	0,4	0,4	0,1	5	5	5	5	100
1424	0,010	1,01	0,807	0,502	0,103	0,1	0,1	0,0	0,1	5	5	5	5	100
2519	<0,003	1,02	0,83	0,51	0,11	0,1	0,2	0,1	0,5	5	5	5	5	100
2838	0,10	0,985	0,769	0,492	0,103	-0,1	-0,2	-0,1	0,1	5	5	5	5	100
3318	0,07	1,01	0,81	0,52	0,11	0,1	0,1	0,2	0,5	5	5	5	5	100
3400	0,01	0,97	0,84	0,55	0,10	-0,2	0,3	0,6	0,0	5	5	5	5	100
3999	0,011	1,3	0,98	0,62	0,12	1,9	1,4	1,4	0,9	4	4	4	4	85
4421	0,003	0,999	0,761	0,456	0,094	-0,0	-0,3	-0,5	-0,3	5	5	5	5	100
4575	0,0005	1,01	0,78	0,54	0,10	0,1	-0,2	0,5	0,0	5	5	5	5	100
5528	0,05	1,04	0,849	0,514	0,107	0,3	0,4	0,2	0,3	5	5	5	5	100
6122	0,001	1,00	0,809	0,495	0,100	0,0	0,1	-0,1	0,0	5	5	5	5	100
6291	0,006	1,161	0,861	0,525	0,102	1,0	0,5	0,3	0,1	4	5	5	5	95
8680 <sup>1</sup>	0,033	0,966	0,788	0,502	<0,033	-0,2	-0,1	0,0	-	5	5	5	0	75
9272	<0,08	0,991	0,790	0,490	0,092	-0,1	-0,1	-0,1	-0,4	5	5	5	5	100
9603	0,06	0,981	0,790	0,464	0,087	-0,1	-0,1	-0,4	-0,6	5	5	5	5	100
VALOR ESPERADO - VE		1,00	0,800	0,50	0,100									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,005	0,004	0,005	0,001									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		0,160	0,132	0,09	0,022									

<sup>1</sup> En muestra #4, VE > LCM.

Parámetro: Selenio  
Unidad de medida: mg/L

CÓDIGO PARTICIPANTE	LCM	RESULTADOS INFORMADOS				COTA Z				PUNTAJE				NOTA (%)
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
1214 <sup>1</sup>	0,030	0,096	0,056	<0,030	<0,030	-0,2	-0,3	-	-	5	5	5	5	100
1424	0,005	0,075	0,052	0,016	0,013	-1,1	-0,6	-0,9	-0,6	4	5	5	5	95
2519 <sup>2</sup>														0
2838	0,003	0,087	0,051	0,016	0,010	-0,6	-0,7	-0,9	-1,5	5	5	5	4	95
3318	0,002	0,090	0,060	0,017	0,014	-0,5	0,0	-0,7	-0,3	5	5	5	5	100
3400	0,002	0,099	0,060	0,015	0,015	-0,1	0,0	-1,1	0,0	5	5	4	5	95
3999 <sup>2</sup>														0
4421	0,003	0,090	0,054	0,018	0,014	-0,5	-0,5	-0,5	-0,3	5	5	5	5	100
4575 <sup>3</sup>														-
5528	0,004	0,0917	0,0631	0,0176	0,0136	-0,4	0,2	-0,5	-0,4	5	5	5	5	100
6122	0,0005	0,122	0,081	0,039	0,033	1,0	1,6	4,3	5,5	5	4	0	0	45
6291	0,005	0,091	0,059	0,020	0,012	-0,4	-0,1	0,0	-0,9	5	5	5	5	100
8680	0,0008	0,096	0,058	0,017	0,012	-0,2	-0,2	-0,7	-0,9	5	5	5	5	100
9272	<0,0012	0,1003	0,0562	0,0193	0,0146	0,0	-0,3	-0,2	-0,1	5	5	5	5	100
9603 <sup>3</sup>														-
VALOR ESPERADO - VE		0,100	0,060	0,0200	0,0150									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR - $u(x_{EA})$		0,001	0,0005	0,0002	0,00015									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL EA - $\sigma_{EA}$		0,022	0,01	0,004	0,003									

<sup>1</sup> En muestra #3 y #4, VE < LCM.

<sup>2</sup> Participante utiliza método no autorizado para realizar este análisis.

<sup>3</sup> Participante no debe informar resultados (no se encuentra autorizado para realizar este análisis, o bien corresponde a un participante invitado).

## 16 ANEXO 3 – DESEMPEÑO SEGÚN EL MÉTODO DE ANÁLISIS UTILIZADO POR LOS PARTICIPANTES PARA CADA PARÁMETRO (EXPRESADO COMO NOTA PROMEDIO).

Gráfico 16-1. Nota según método (Aluminio Total a Cinc Total)

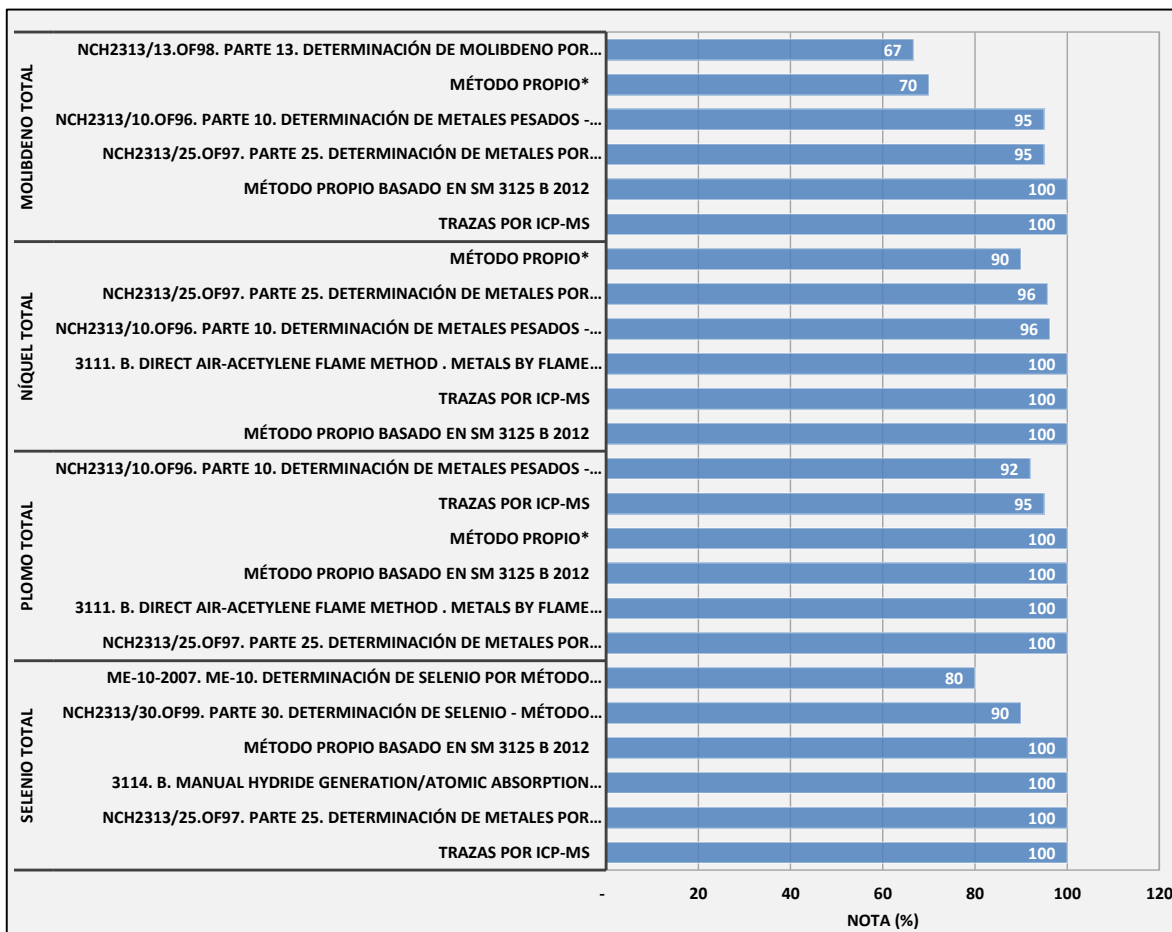


Gráfico 16-2. Nota según método (Cobre Total a Manganeso Total)

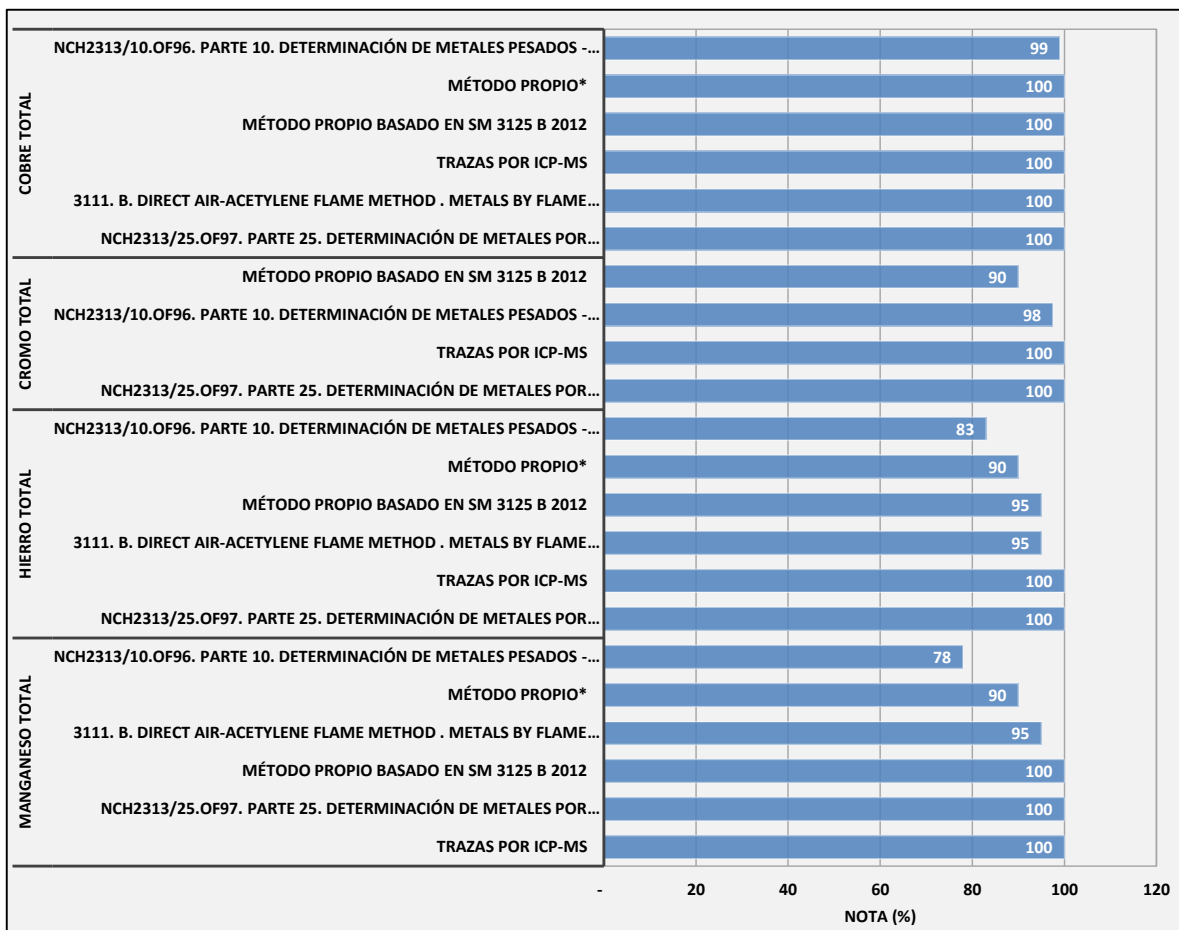


Gráfico 16-3. Nota según método (Molibdeno Total a Selenio Total)

