

INSTITUTO BOLIVIANO DE METROLOGÍA  
IBMETRO



INFORME FINAL

ENSAYO DE APTITUD

**Código: EQ-0173/2024 – 01**

**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS  
FISICOQUÍMICOS Y METALES PESADOS”**

**MATRIZ: AGUA RESIDUAL**


DIRECCIÓN DE METROLOGÍA  
INDUSTRIAL Y CIENTÍFICA – DMIC

Fecha de emisión: 2024-11-11

|                          |                               |        |            |
|--------------------------|-------------------------------|--------|------------|
| Elaborado por:           | Jimena Patricia Torrez Quispe | Fecha: | 2024-11-08 |
| Revisado y aprobado por: | Jose Luis Gonzales Quino      | Fecha: | 2024-11-11 |

---

El presente documento ha sido elaborado en la Dirección de Metrología Industrial y Científica del Instituto Boliviano de Metrología

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 2 de 50</b>     | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro:<br/>018/2024</b>   |

**POLÍTICA DEL IBMETRO PARA EL USO DE INFORMES DE ENSAYO DE APTITUD**

*La política del Instituto Boliviano de Metrología (IBMETRO) como proveedor de Ensayos de Aptitud que cumple con los requisitos de la norma ISO 17043:2023 se centra en asegurar que los informes finales de resultados de Ensayos de Aptitud se utilicen como una herramienta confiable para evaluar y mejorar la competencia técnica de los laboratorios participantes. El IBMETRO se compromete a proporcionar informes claros, imparciales y basados en evidencia, que incluyan los datos necesarios para la toma de decisiones internas de calidad, preservando la confidencialidad y la integridad de la información individual de cada participante.*


*Los informes finales en su versión preliminar se constituyen en versiones previas cuyo objetivo es que los participantes verifiquen la información contenida y realizar cambios en los mismos según sea necesario. Los informes finales en su versión preliminar no sustituyen al Informe Final.*

*Un Informe Final, una vez publicado en nuestra página web, no podrá ser cambiado ni se aceptarán observaciones sobre el contenido, salvo que el Sistema de Gestión de Calidad del IBMETRO así lo requiera.*

*El informe final del Ensayo de Aptitud será enviado a cada participante vía correo electrónico y será publicado en la página web del IBMETRO ([www.ibmetro.gob.bo](http://www.ibmetro.gob.bo)).*


*Los participantes y partes interesadas pueden solicitar una impresión oficial del Ensayo de Aptitud, el mismo tendrá un costo adicional.*

*El IBMETRO se reserva el derecho de utilizar la información del presente informe de Ensayo de Aptitud como fuente para publicaciones o labores didácticas, siempre que se respete el anonimato de los participantes.*


|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 3 de 50</b>     | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro:<br/>018/2024</b>   |

## Índice

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                      | 5  |
| 2. ORGANIZACIÓN .....                                      | 5  |
| 3. UNIDAD DE COORDINACIÓN.....                             | 5  |
| 4. OBJETIVOS.....  | 6  |
| 5. ACTIVIDADES DE PROVEEDORES EXTERNOS .....               | 6  |
| 6. DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO.....                 | 6  |
| 7. HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO ..... | 8  |
| 8. VALOR ASIGNADO .....                                    | 9  |
| 9. CONFIDENCIALIDAD .....                                  | 11 |
| 10. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO.....                          | 11 |
| 11. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO .....            | 13 |
| 11.1 ÍTEM DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS.....                | 13 |
| 11.1.1 Parámetro pH.....                                   | 13 |
| 11.1.2 Parámetro Conductividad Electrolítica .....         | 15 |
| 11.1.3 Parámetro de Sólidos suspendidos totales .....      | 17 |
| 11.1.4 Parámetro de Demanda bioquímica de oxígeno .....    | 19 |
| 11.1.5 Parámetro de Turbidez .....                         | 21 |
| 11.2 ÍTEM DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO .....              | 23 |
| 11.2.1 Parámetro de Demanda Química de Oxígeno (DQO).....  | 23 |
| 11.3 ÍTEM DE DEMANDA ACEITES Y GRASAS .....                | 26 |
| 11.3.1 Parámetro de Aceites y grasas .....                 | 26 |
| 11.4 ÍTEM DE NITRÓGENO AMONICAL .....                      | 28 |
| 11.4.1 Parámetro de Nitrógeno amoniacal.....               | 28 |
| 11.5 ÍTEM DE FOSFATO .....                                 | 30 |
| 11.5.1 Parámetro de Fosfato.....                           | 30 |
| 11.6 ÍTEM DE METALES PESADOS.....                          | 32 |
| 11.6.1 Parámetro de Hierro.....                            | 32 |
| 11.6.2 Parámetro de Cobre .....                            | 34 |

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 4 de 50</b>     | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro:<br/>018/2024</b>   |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 11.6.3 | Parámetro de Plomo.....  | 36 |
| 11.6.4 | Parámetro de Cromo .....   | 38 |
| 11.6.5 | Parámetro de Cadmio .....  | 40 |
| 11.6.6 | Parámetro de Arsénico.....   | 42 |
| 11.6.7 | Parámetro de Manganeso.....  | 44 |
| 11.6.8 | Parámetro de Zinc .....  | 45 |
| 12.    | LABORATORIOS PARTICIPANTES .....                                     | 47 |
| 13.    | OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS ..... | 48 |
| 14.    | CONCLUSIONES .....   | 49 |
| 15.    | REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....  | 49 |

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 5 de 50</b>     | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro:<br/>018/2024</b>   |

## 1. INTRODUCCIÓN

IBMETRO viene organizando rondas de Ensayo de Aptitud dirigido a apoyar a los laboratorios u organismos de inspección que realizan ensayos en la matriz de "Agua residual", con la finalidad de mejorar las capacidades analíticas y la gestión en organismos de inspección y laboratorios bolivianos.

Para que un laboratorio u organismo de inspección sea considerado competente es necesario que asegure la confiabilidad de sus resultados. La participación regular en programas de ensayos de aptitud es uno de los medios disponibles para que demuestren su desempeño.

La participación en estos programas es un requisito establecido en las normas de competencia técnica para laboratorios de ensayo. También es un requisito exigido por la Dirección Técnica de Acreditación en Bolivia (DTA-CRI-015) y en algunos casos puede ser un requerimiento establecido en la legislación vigente.

## 2. ORGANIZACIÓN



Dirección de Metrología Industrial y Científica  
Unidad de Metrología Química  
Instituto Boliviano de Metrología - IBMETRO  
Achocalla, Av. Illimani, Zona Valle Hermoso  
Contacto: (+591) 71543136, 72015382  
[www.ibmetro.gob.bo/ea-quimica](http://www.ibmetro.gob.bo/ea-quimica)

## 3. UNIDAD DE COORDINACIÓN

### COMITÉ TÉCNICO – CIENTÍFICO

Lic. Jimena Torrez Quispe – Coordinador técnico y responsable técnico del ensayo de aptitud

Lic. Julian Morales – Responsable técnico y estadístico del ensayo de aptitud

Lic. Jose Luis Gonzales – Supervisor de la Unidad de Metrología Química


Ing. Henry Paco Mariño – Director de Metrología Industrial y Científica

### PERSONAL DE APOYO

Ing Yamil Acho – Colaborador Técnico

Lic. Gilda Cruz – Colaborador Técnico

Lic. Maria Marcelo– Colaborador Técnico

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 6 de 50</b>     | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

#### 4. OBJETIVOS


- Presentar los resultados de la evaluación del desempeño de los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud EQ-0173 "DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y METALES PESADOS" que contempla los parámetros (describir los parámetros) siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma ISO/IEC 17043:2023.
- Proveer una herramienta objetiva para que los laboratorios participantes demuestren su competencia técnica ante entes acreditadores y demás partes interesadas.
- Promocionar a los Ensayos de Aptitud que organiza el IBMETRO como herramientas para el aseguramiento interno de la calidad de los organismos de evaluación de la conformidad nacionales.
- Fortalecer la infraestructura nacional de la calidad y la confianza de los usuarios de esta infraestructura.

#### 5. ACTIVIDADES DE PROVEEDORES EXTERNOS

La muestra de agua residual fue tomada de un punto de muestreo provisto por la empresa EPSAS S.A. El Laboratorio de Electroquímica del IBMETRO preparó los ítems de ensayo a partir de esta muestra.

#### 6. DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

| <b>Matriz</b>               | <b>Descripción</b>                                      | <b>Cantidad</b> | <b>Parámetros</b>   |
|-----------------------------|---|-----------------|---|
| Agua Residual               | Frasco de vidrio ámbar etiquetado como físico químico   | 1000 ml         | <b>FÍSICO – QUÍMICO<br/>TOTAL: 5 Parámetros</b><br>pH, conductividad, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, turbidez. |
| Agua Residual (acidificada) | Frasco de vidrio ámbar etiquetado como DQO              | 500 ml          | Demanda Química de Oxígeno  |
| Agua Residual               | Frasco de vidrio ámbar etiquetado como Aceites y grasas | 1000 ml         | Aceites y Grasas  |

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 7 de 50</b>     | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |


| <b>Matriz</b>            | <b>Descripción</b>  | <b>Cantidad</b> | <b>Parámetros</b>   |
|--------------------------|---|-----------------|---|
| Agua Residual            | Botella de polietileno de alta densidad etiquetado como Metales pesados | 250 ml          | <b>METALES PESADOS TOTAL: 8 Parámetros</b><br>Plomo, Cobre, Hierro, Cromo, Arsénico, Cadmio, Manganeso, Zinc. |
| Agua natural fortificada | Botella de polietileno etiquetado como Nitrógeno amoniacal              | 125 ml          | Nitrógeno amoniacal   |
| Agua natural fortificada | Botella de polietileno etiquetado como Fosfatos                         | 125 ml          | Fosforo como fosfato  |

**Tabla 1.** Descripción de los ítems de ensayo

Los ítems de ensayo de parámetros físicoquímicos, demanda química de oxígeno, aceites y grasas y metales pesados fueron preparadas a partir de muestras tomadas de la salida del proceso de tratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Puchukollo de la empresa EPSAS S.A. estos ítems fueron preparados en el Laboratorio de Electroquímica del IBMETRO.



**Imagen 1.** Toma de muestras de agua residual.

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 8 de 50</b>     | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

El lote del ítem de ensayo de parámetros fisicoquímicos fue preparado homogenizando la muestra y envasando en los respectivos recipientes e identificando numéricamente los ítems en orden de llenado.

El ítem de ensayo de demanda química de oxígeno fue preparado homogenizando la muestra y acidificando con ácido sulfúrico concentrado hasta  $\text{pH} \approx 2$  previo a su envasado e identificación numérica en orden de llenado.

El ítem de ensayo de aceites y grasas fue preparado fortificando la muestra de agua residual con aceite vegetal y acidificando la muestra con ácido clorhídrico concentrado hasta  $\text{pH} \approx 2$ , se realizó la homogenización del lote previo a su envasado e identificación numérica en orden de llenado.

El ítem de ensayo de metales pesados fue preparado fortificando la muestra de agua residual con una solución multielemental de metales pesados y ácido nítrico concentrado hasta una concentración m/v del 2%, se realizó la homogenización del lote previo a su envasado e identificación numérica en orden de llenado.

Los ítems de ensayo de nitrógeno amoniacal y fosfato fueron preparados por la Unidad de Laboratorio Planta de Amoniaco y Urea de YPF.

## **7. HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO**

La homogeneidad y la estabilidad de los ítems de ensayo de aptitud fueron evaluadas siguiendo los lineamientos de la norma ISO 17043:2023 e ISO 13528:2022 para garantizar que no tengan influencia en la evaluación de la aptitud de los participantes.


Para evaluar la homogeneidad en los ítems de ensayo de aptitud se verifica que la desviación estándar de debido a la inhomogeneidad ( $s_s$ ) cumpla el siguiente criterio:

$$s_s \leq 0,3 \sigma_{pt} \quad (1)$$

Para evaluar la estabilidad de los ítems de ensayo de aptitud se verifica que la incertidumbre debido a la inestabilidad ( $u_{stab}$ ) cumpla el siguiente criterio:

$$u_{stab} \leq 0,3 \sigma_{pt} \quad (2)$$



|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 9 de 50</b>     | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

Cuando no se cumpla (1) y/o (2) se procederá de acuerdo a la sección 10, para incluir la incertidumbre del valor asignado en la desviación estándar para evaluación de aptitud  $\sigma_{pt}$ .

Cuando la desviación estándar para la evaluación de aptitud  $\sigma_{pt}$  es calculada como la desviación estándar de los resultados de los participantes, los componentes de la incertidumbre debido a la inhomogeneidad, transporte e inestabilidad están en gran parte reflejados en la variabilidad de los participantes.

## 8. VALOR ASIGNADO

Los valores de referencia y sus incertidumbres para los parámetros fueron asignados por consenso entre los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud. IBMETRO realizó la verificación de los valores asignados para evitar posibles sesgos debido a la variación de los resultados. Se utilizaron métodos robustos para la determinación del valor de consenso y el estimador de la dispersión.

El valor asignado  $x_{pt}$  para los estos parámetros se obtuvo a partir de la mediana de los resultados, calculada según la siguiente ecuación:

$$Mediana = X_{i\frac{n+1}{2}} \quad \text{Si "n" es impar} \quad (1)$$


$$Mediana = \frac{X_{i\frac{n}{2}} + X_{i\frac{n+1}{2}}}{2} \quad \text{Si "n" es par} \quad (2)$$

Siendo  $x_i$  el promedio individual de las mediciones de cada muestra (A y B), el cual fue calculado según la siguiente ecuación:

$$x_i = \frac{Valor_1 + Valor_2}{2} \quad (3)$$

Siendo Valor 1 y Valor 2 los resultados reportados por los laboratorios (para la muestra A y B).

Para estimar la incertidumbre del valor asignado de los ítems de ensayo en los parámetros a evaluar, se considera los siguientes aportes:

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 10 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

$$u(x_{pt}) = \sqrt{u_{char}^2 + u_{hom}^2 + u_{trans}^2 + u_{stab}^2} \quad (6)$$

Dónde:

$u(x_{pt})$  es la incertidumbre estándar del valor asignado.

$u_{char}$  es la incertidumbre estándar de la caracterización.

$u_{hom}$  es la incertidumbre estándar debido a las diferencias entre ítems de ensayo de aptitud ("inhomogeneidad").

$u_{trans}$  es la incertidumbre estándar debido a la inestabilidad causada por el transporte de los ítems de ensayo de aptitud.

$u_{stab}$  es la incertidumbre estándar de la inestabilidad durante el periodo del ensayo de aptitud.

Cuando el valor asignado ha sido calculado por consenso de los datos de participantes, la incertidumbre estándar de cada uno de los valores asignados ha sido estimada mediante la siguiente expresión:

$$u(x_{pt}) = \frac{1,25 * s^*}{\sqrt{p}} \quad (7)$$

Siendo

$s^*$  = desviación estándar robusta (obtenida por Algoritmo A)


$p$  = Número de Laboratorios participantes en el parámetro.

Cuando el valor asignado y la desviación estándar robusta en (7) son determinados con los datos de los participantes la incertidumbre del valor asignado puede asumirse que incluye los efectos de la incertidumbre debido a la inhomogeneidad, transporte e inestabilidad.

La incertidumbre del valor asignado debe cumplir que:

$$u(x_{pt}) \leq 0,3 \sigma_{pt} \quad (8)$$

Cuando no se cumpla (8) se procederá de acuerdo a la sección 10, para incluir la incertidumbre del valor asignado en la desviación estándar para evaluación de aptitud ( $\sigma_{pt}$ ).

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 11 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

Al tratarse de un Ensayo de Aptitud con un número reducido de participantes. El estimador de dispersión se obtuvo del modelo general de Horwitz el cual es independiente del número de participantes.

$$\sigma_{pt} = \begin{cases} 0,22c & \text{cuando } c < 1,2 * 10^{-7} \\ 0,02c^{0,8495} & \text{cuando } 1,2 * 10^{-7} \leq c \leq 0,138 \\ 0,01c^{0,5} & \text{cuando } c > 0,138 \end{cases} \quad (4)$$

Dónde:

$c$  = Fracción en masa

La incertidumbre estándar de cada uno de los valores asignados ha sido estimada mediante la siguiente expresión:

$$u(x_{pt}) = \frac{1,25 * s^*}{\sqrt{p}} \quad (5)$$

Siendo

$s^*$  = desviación estándar robusta  $MAD_e(x)$

$p$  = Número de Laboratorios participantes en el parámetro

## 9. CONFIDENCIALIDAD

Los resultados del Ensayo de Aptitud han sido tratados con absoluta confidencialidad, cada participante fue identificado por un código individual, que solo es conocido por el laboratorio participante y por la Unidad de Coordinación del ensayo.

## 10. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO


El tratamiento de los datos para la evaluación del desempeño estará basado en la Norma ISO 13528:2022, "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons". El desempeño de cada laboratorio participante en el Ensayo de Aptitud será evaluado mediante el z-score.

$$z_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma_{pt}} \quad (6)$$

Dónde:

$x_{pt}$  = Valor asignado

$x_i$  = Resultado del participante "i"

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 12 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

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

Se determinó el valor de z-score para cada laboratorio participante. El desempeño ha sido clasificado como *satisfactorio*, *cuestionable*, *insatisfactorio*, a partir de la interpretación de este parámetro. A menor valor absoluto de "z" mejor es el desempeño del laboratorio.

- Satisfactorios: |z| menor o igual a 2
- Cuestionables: |z| mayor a 2 y menor a 3
- Insatisfactorios: |z| mayor o igual a 3

Cuanto menor sea el valor absoluto de "z", mejor será el desempeño del laboratorio.

Para los parámetros en los que la incertidumbre sea significativa respecto al estimador de la dispersión de los laboratorios y se cumpla que:

$$u(x_{pt}) > 0,3 * \sigma_{pt} \quad (7)$$

Se considerará la incertidumbre para expandir el denominador del estadístico de desempeño. Este estadístico se llama  $z'$  y se calcula de la siguiente manera:

$$z'_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sqrt{\sigma_{pt}^2 + u^2(x_{pt})}} \quad (8)$$

Dónde:

$x_{pt}$  = Valor asignado


$x_i$  = Resultado del participante "i"

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

$u(x_{pt})$  = Incertidumbre estándar del valor asignado

Para el cálculo de la incertidumbre expandida se considera un factor de cobertura  $k=2$ .

$$U(x_{pt}) = k * u(x_{pt}) \quad (9)$$

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 13 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | Nº de Registro: 018/2024  |

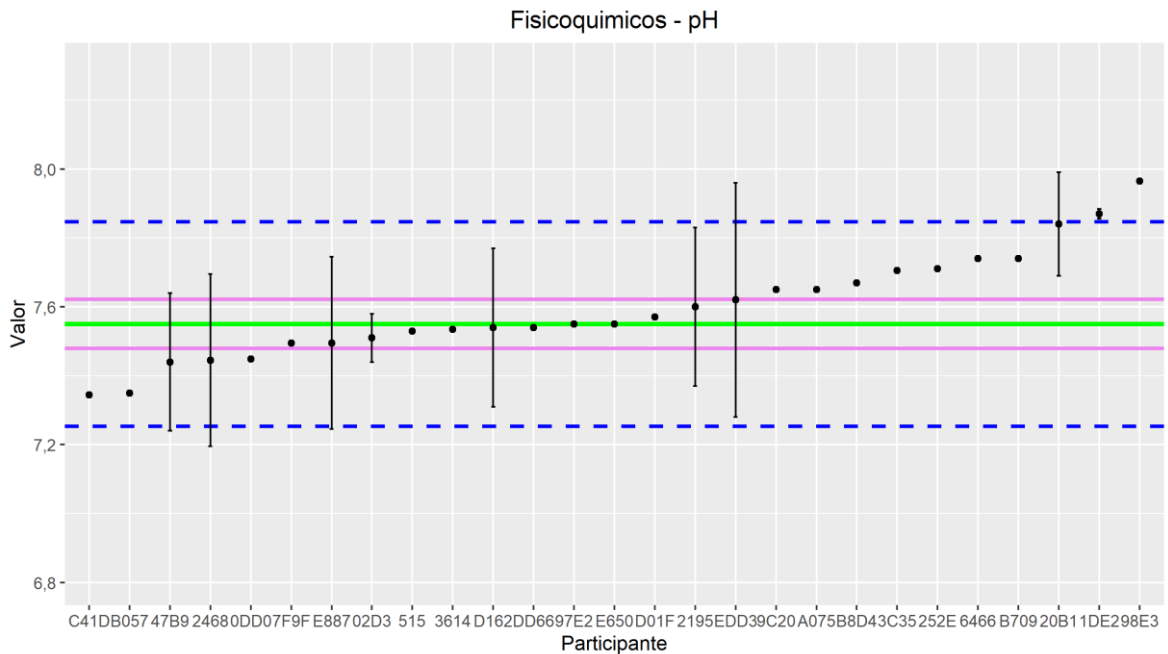
## 11. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

### 11.1 ÍTEM DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

#### 11.1.1 Parámetro pH


| Parámetro | Valor asignado por consenso |                                 |   |
|-----------|-----------------------------|---------------------------------|---|
|           | Valor<br>Unidades de<br>pH  | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de pH |
| pH        | 7,55                        | 0,148                           | 0,071                                       |

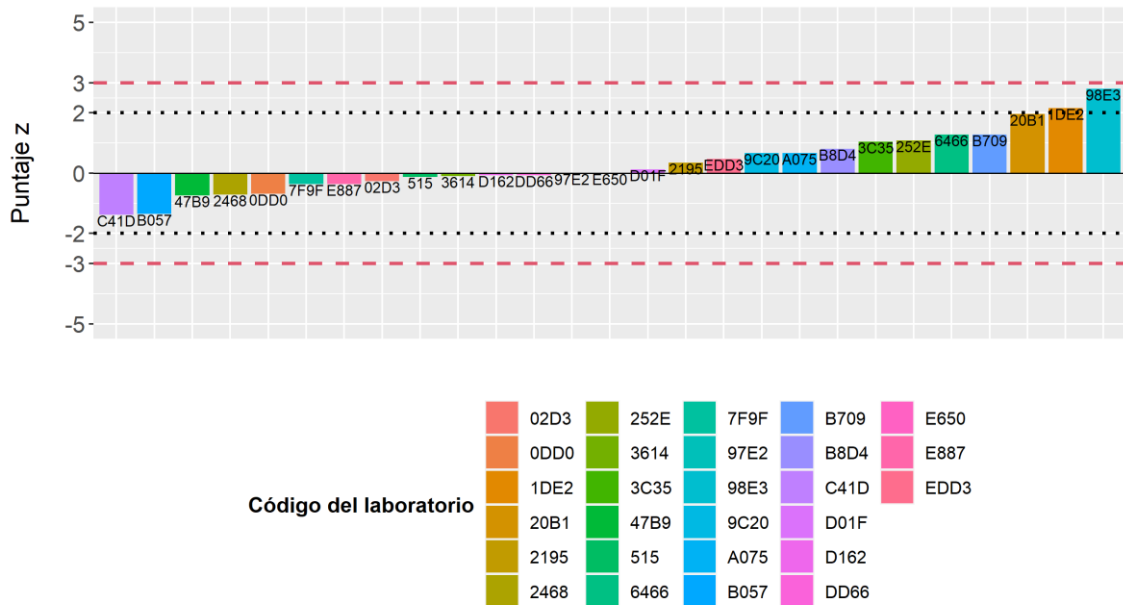
**Tabla 2.** Asignación de Valor en el Parámetro pH



**Gráfico 1.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.


|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 14 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |



**Gráfico 2:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

| <b>Participante</b> | <b>Resultado reportado, Unidades de pH</b> | <b>Puntaje z</b> | <b>Resultado de evaluación</b> |
|---------------------|--|------------------|--------------------------------|
| C41D                | 7,345                                      | -1,38            | Satisfactorio                  |
| B057                | 7,350                                      | -1,35            | Satisfactorio                  |
| 47B9                | 7,440                                      | -0,74            | Satisfactorio                  |
| 2468                | 7,445                                      | -0,71            | Satisfactorio                  |
| 0DD0                | 7,449                                      | -0,68            | Satisfactorio                  |
| 7F9F                | 7,495                                      | -0,37            | Satisfactorio                  |
| E887                | 7,495                                      | -0,37            | Satisfactorio                  |
| 02D3                | 7,510                                      | -0,27            | Satisfactorio                  |
| 515                 | 7,530                                      | -0,13            | Satisfactorio                  |
| 3614                | 7,535                                      | -0,10            | Satisfactorio                  |
| D162                | 7,540                                      | -0,07            | Satisfactorio                  |
| DD66                | 7,540                                      | -0,07            | Satisfactorio                  |
| 97E2                | 7,550                                      | 0,00             | Satisfactorio                  |
| E650                | 7,550                                      | 0,00             | Satisfactorio                  |
| D01F                | 7,570                                      | 0,13             | Satisfactorio                  |

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 15 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro:<br>018/2024   |


| Participante | Resultado reportado, Unidades de pH | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|-------------------------------------|-----------|-------------------------|
| 2195         | 7,600                               | 0,34      | Satisfactorio           |
| EDD3         | 7,620                               | 0,47      | Satisfactorio           |
| 9C20         | 7,650                               | 0,67      | Satisfactorio           |
| A075         | 7,650                               | 0,67      | Satisfactorio           |
| B8D4         | 7,670                               | 0,81      | Satisfactorio           |
| 3C35         | 7,705                               | 1,05      | Satisfactorio           |
| 252E         | 7,710                               | 1,08      | Satisfactorio           |
| B709         | 7,740                               | 1,28      | Satisfactorio           |
| 6466         | 7,740                               | 1,28      | Satisfactorio           |
| 20B1         | 7,840                               | 1,96      | Satisfactorio           |
| 1DE2         | 7,870                               | 2,16      | Cuestionable            |
| 98E3         | 7,965                               | 2,80      | Cuestionable            |

**Tabla 3:** Evaluación del desempeño en el parámetro de pH

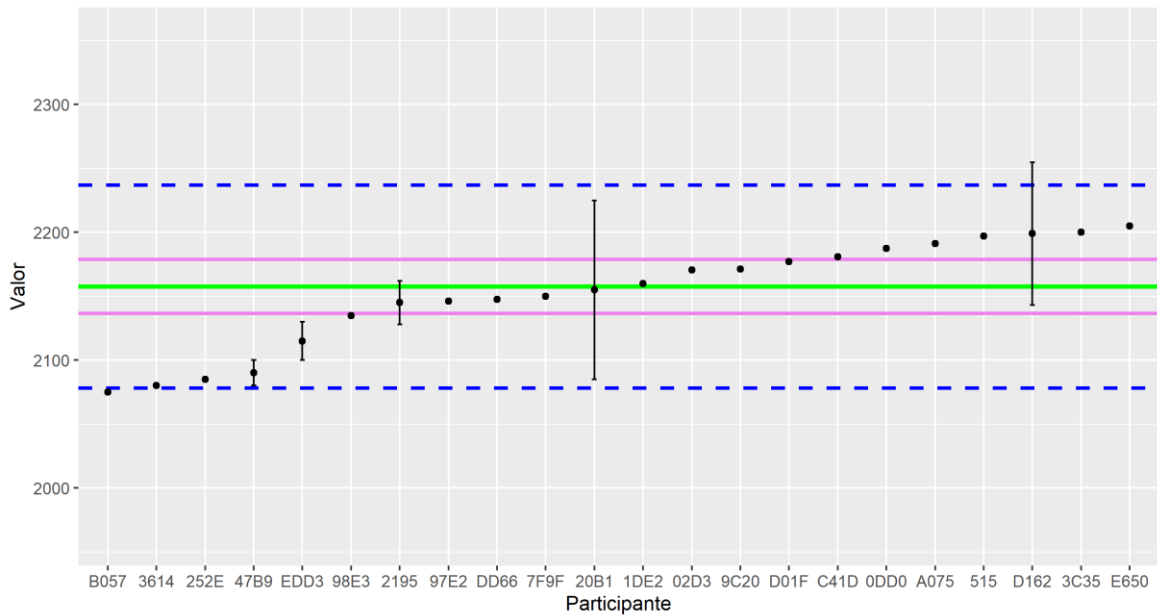
### 11.1.2 Parámetro Conductividad Electrolítica

| Parámetro                   | Valor asignado por consenso                     |                                 |  |
|-----------------------------|---|---------------------------------|--|
|                             | Valor<br>Unidades de<br>$\mu\text{S}/\text{cm}$ | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| Conductividad Electrolítica | 2157,5  | 39,660                          | 21,139   |

**Tabla 4.** Asignación de Valor en el Parámetro de Conductividad Electrolítica

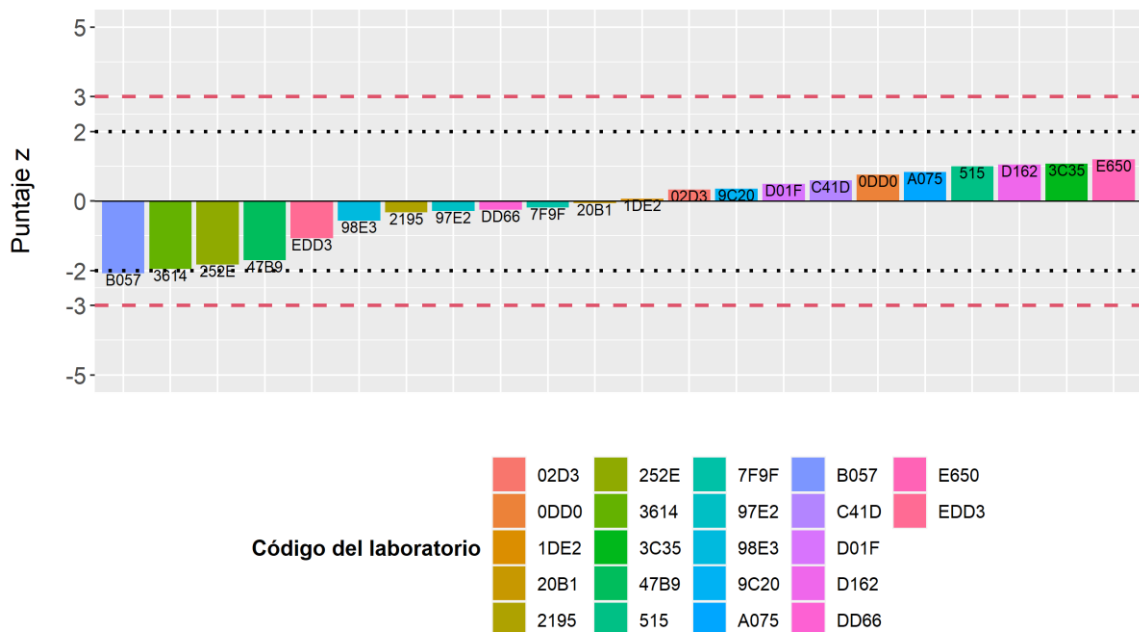
|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 16 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

Fisicoquimicos - Conductividad




**Gráfico 3.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



**Gráfico 4:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).



|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 17 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro: 018/2024  |

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.


| Participante | Resultado reportado, $\mu\text{S/cm}$ | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------------------|-----------|-------------------------|
| B057         | 2075,00                               | -2,08     | Cuestionable            |
| 3614         | 2080,00                               | -1,95     | Satisfactorio           |
| 252E         | 2085,00                               | -1,83     | Satisfactorio           |
| 47B9         | 2090,15                               | -1,70     | Satisfactorio           |
| EDD3         | 2115,00                               | -1,07     | Satisfactorio           |
| 98E3         | 2134,76                               | -0,57     | Satisfactorio           |
| 2195         | 2145,00                               | -0,32     | Satisfactorio           |
| 97E2         | 2146,00                               | -0,29     | Satisfactorio           |
| DD66         | 2147,50                               | -0,25     | Satisfactorio           |
| 7F9F         | 2150,00                               | -0,19     | Satisfactorio           |
| 20B1         | 2155,00                               | -0,06     | Satisfactorio           |
| 1DE2         | 2160,00                               | 0,06      | Satisfactorio           |
| 02D3         | 2170,50                               | 0,33      | Satisfactorio           |
| 9C20         | 2171,25                               | 0,35      | Satisfactorio           |
| D01F         | 2177,00                               | 0,49      | Satisfactorio           |
| C41D         | 2181,00                               | 0,59      | Satisfactorio           |
| 0DD0         | 2187,50                               | 0,76      | Satisfactorio           |
| A075         | 2191,00                               | 0,84      | Satisfactorio           |
| 515          | 2197,00                               | 1,00      | Satisfactorio           |
| D162         | 2199,00                               | 1,05      | Satisfactorio           |
| 3C35         | 2200,00                               | 1,07      | Satisfactorio           |
| E650         | 2205,00                               | 1,20      | Satisfactorio           |

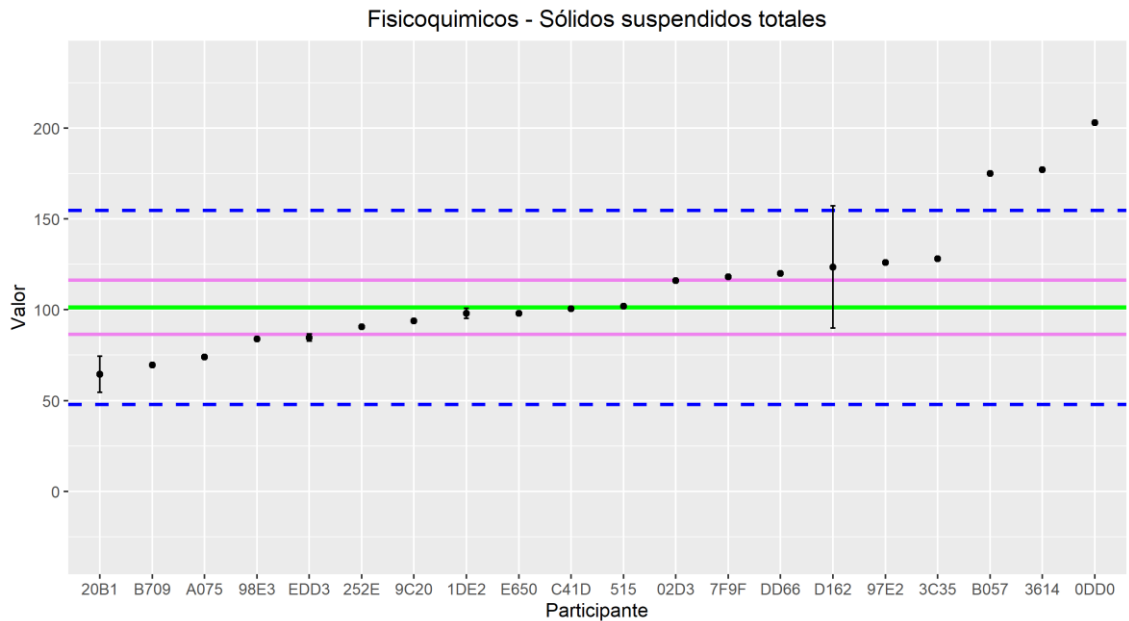
**Tabla 5:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Conductividad Electrolítica

### 11.1.3 Parámetro de Sólidos suspendidos totales

| Parámetro                      | Valor asignado por consenso         |                                 |  |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|
|                                | Valor<br>Unidades de<br><b>mg/L</b> | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de <b>mg/L</b> |
| Sólidos suspendidos<br>totales | 101,25                              | 26,687                          | 14,918   |

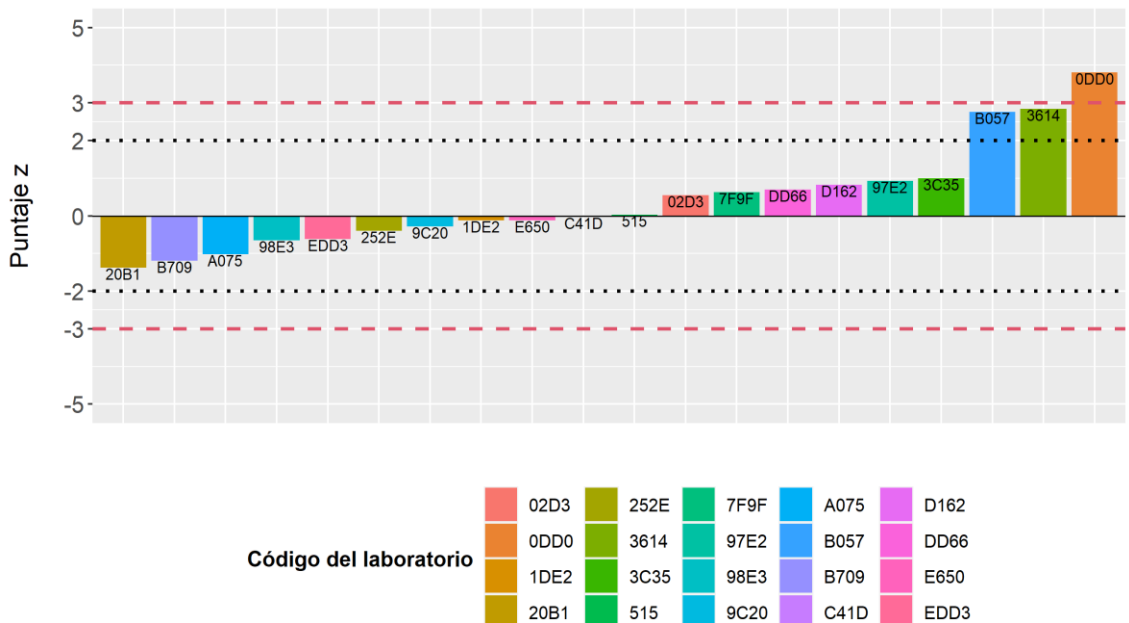
**Tabla 6.** Asignación de Valor en el parámetro de Sólidos suspendidos totales

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 18 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |




**Gráfico 5.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



**Gráfico 6:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 19 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro: 018/2024  |

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.


| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| 20B1         | 64,50                     | -1,38     | Satisfactorio           |
| B709         | 69,50                     | -1,19     | Satisfactorio           |
| A075         | 74,00                     | -1,02     | Satisfactorio           |
| 98E3         | 84,00                     | -0,65     | Satisfactorio           |
| EDD3         | 84,70                     | -0,62     | Satisfactorio           |
| 252E         | 90,50                     | -0,40     | Satisfactorio           |
| 9C20         | 93,86                     | -0,28     | Satisfactorio           |
| 1DE2         | 98,00                     | -0,12     | Satisfactorio           |
| E650         | 98,00                     | -0,12     | Satisfactorio           |
| C41D         | 100,50                    | -0,03     | Satisfactorio           |
| 515          | 102,00                    | 0,03      | Satisfactorio           |
| 02D3         | 116,00                    | 0,55      | Satisfactorio           |
| 7F9F         | 118,00                    | 0,63      | Satisfactorio           |
| DD66         | 120,00                    | 0,70      | Satisfactorio           |
| D162         | 123,50                    | 0,83      | Satisfactorio           |
| 97E2         | 126,00                    | 0,93      | Satisfactorio           |
| 3C35         | 128,00                    | 1,00      | Satisfactorio           |
| B057         | 175,00                    | 2,76      | Cuestionable            |
| 3614         | 177,00                    | 2,84      | Cuestionable            |
| 0DD0         | 203,00                    | 3,81      | Insatisfactorio         |

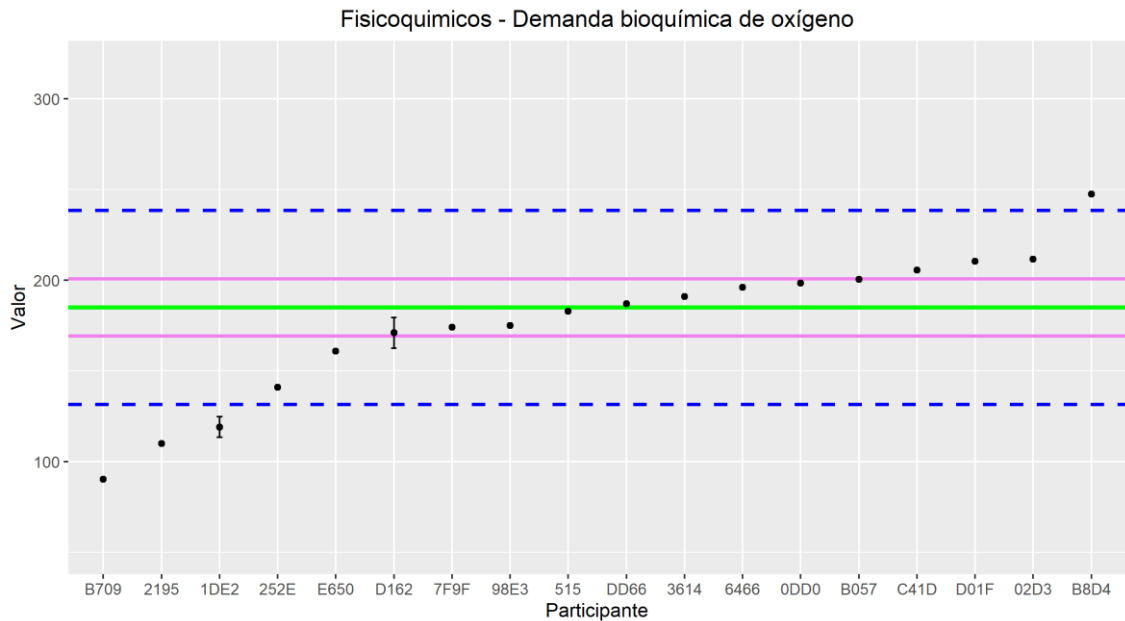
**Tabla 7:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Sólidos suspendidos totales

#### 11.1.4 Parámetro de Demanda bioquímica de oxígeno

| Parámetro                     | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---|
|                               | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Demanda bioquímica de oxígeno | 184,98                       | 26,724                          | 15,747  |

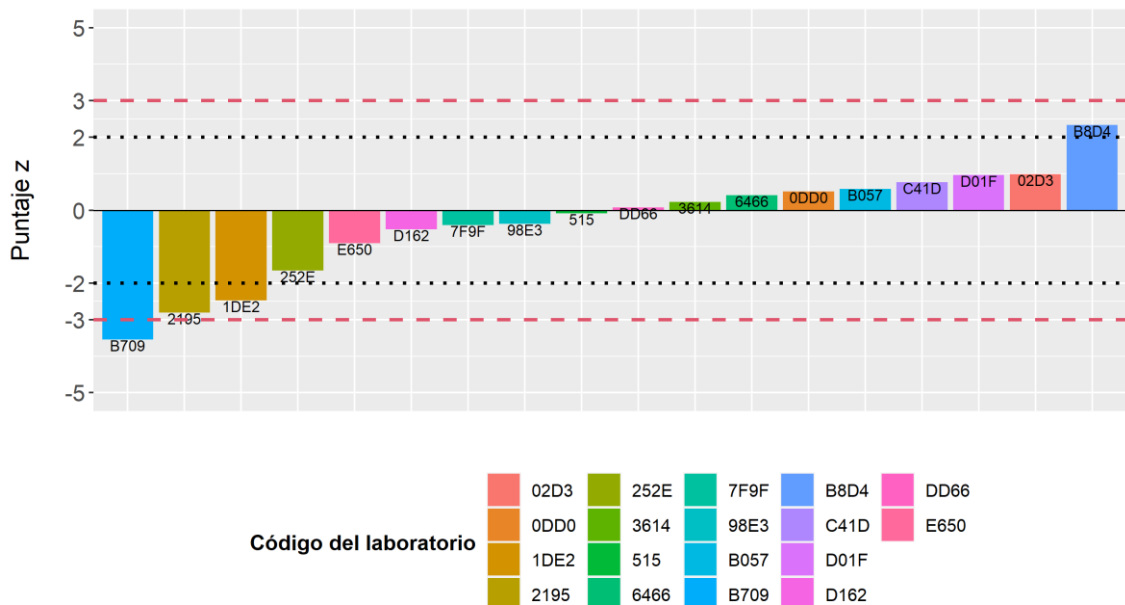
**Tabla 8.** Asignación de Valor en el Parámetro Demanda bioquímica de oxígeno

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 20 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |




**Gráfico 7.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



**Gráfico 8:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 21 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro: 018/2024  |

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.


| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| B709         | 90,3                      | -3,54     | Insatisfactorio         |
| 2195         | 109,915                   | -2,81     | Cuestionable            |
| 1DE2         | 119,0                     | -2,47     | Cuestionable            |
| 252E         | 141,0                     | -1,65     | Satisfactorio           |
| E650         | 160,95                    | -0,90     | Satisfactorio           |
| D162         | 171,0                     | -0,52     | Satisfactorio           |
| 7F9F         | 174,0                     | -0,41     | Satisfactorio           |
| 98E3         | 175,0                     | -0,37     | Satisfactorio           |
| 0515         | 182,95                    | -0,08     | Satisfactorio           |
| DD66         | 187,0                     | 0,08      | Satisfactorio           |
| 3614         | 191,0                     | 0,23      | Satisfactorio           |
| 6466         | 196,0                     | 0,41      | Satisfactorio           |
| 0DD0         | 198,5                     | 0,51      | Satisfactorio           |
| B057         | 200,5                     | 0,58      | Satisfactorio           |
| C41D         | 205,5                     | 0,77      | Satisfactorio           |
| D01F         | 210,5                     | 0,96      | Satisfactorio           |
| 02D3         | 211,5                     | 0,99      | Satisfactorio           |
| B8D4         | 247,5                     | 2,34      | Cuestionable            |

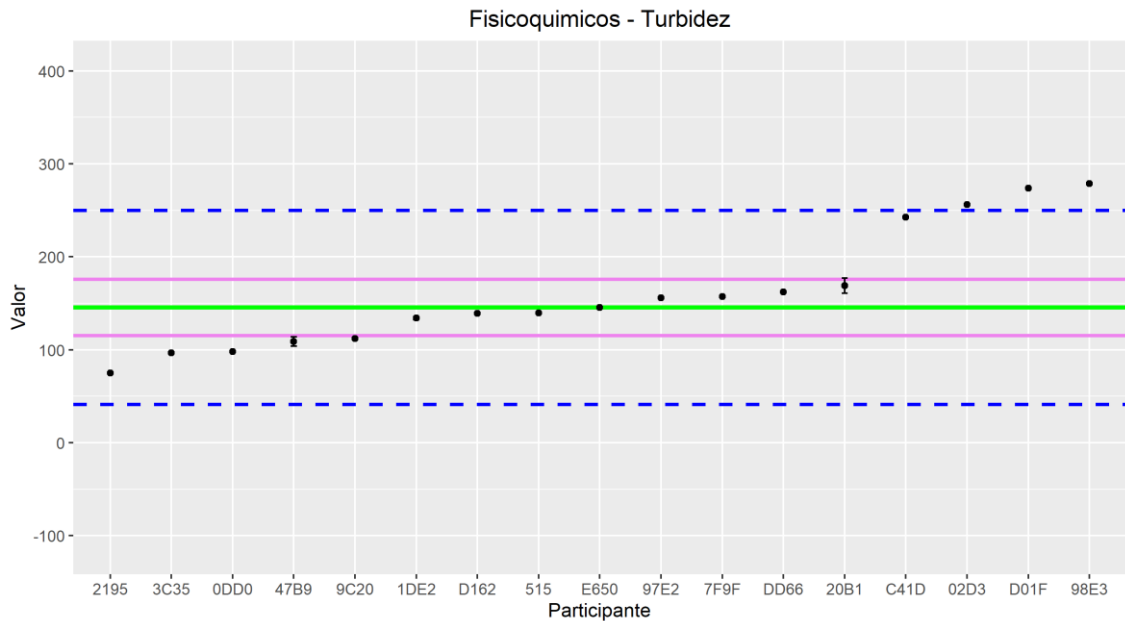
**Tabla 9:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Demanda bioquímica de oxígeno

### 11.1.5 Parámetro de Turbidez

| Parámetro                               | Valor asignado por consenso |                                 |  |
|---|-----------------------------|---------------------------------|--|
|   | Valor<br>Unidades de<br>NTU | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de NTU |
| Turbidez                                | 145,50                      | 49,904                          | 30,259                                       |
| Dispersión asignada para la evaluación: |                             | $\sigma_{pt} = 52,147$          |  |

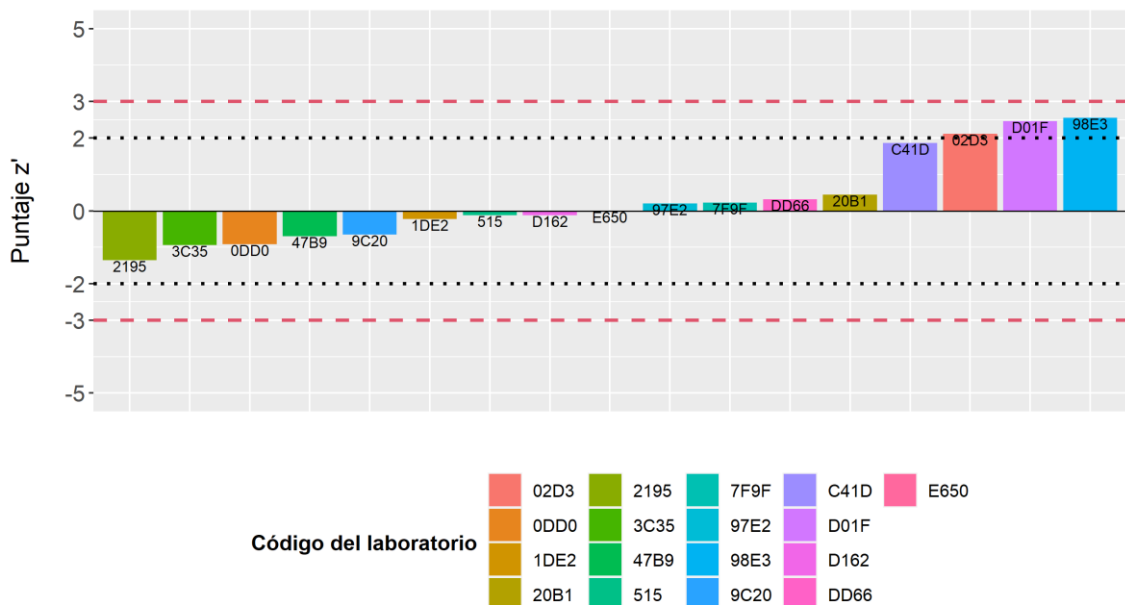
**Tabla 10.** Asignación de Valor en Turbidez

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 22 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |




**Gráfico 9.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



**Gráfico 10:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 23 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro: 018/2024  |

| Participante | Resultado reportado, NTU | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|--------------------------|-----------|-------------------------|
| 2195         | 74,950                   | -1,35     | Satisfactorio           |
| 3C35         | 96,700                   | -0,94     | Satisfactorio           |
| 0DD0         | 97,970                   | -0,91     | Satisfactorio           |
| 47B9         | 108,750                  | -0,70     | Satisfactorio           |
| 9C20         | 111,840                  | -0,65     | Satisfactorio           |
| 1DE2         | 134,000                  | -0,22     | Satisfactorio           |
| D162         | 139,000                  | -0,12     | Satisfactorio           |
| 0515         | 139,500                  | -0,12     | Satisfactorio           |
| E650         | 145,500                  | 0,00      | Satisfactorio           |
| 97E2         | 156,000                  | 0,20      | Satisfactorio           |
| 7F9F         | 157,000                  | 0,22      | Satisfactorio           |
| DD66         | 162,000                  | 0,32      | Satisfactorio           |
| 20B1         | 169,000                  | 0,45      | Satisfactorio           |
| C41D         | 242,500                  | 1,86      | Satisfactorio           |
| 02D3         | 256,000                  | 2,12      | Cuestionable            |
| D01F         | 274,000                  | 2,46      | Cuestionable            |
| 98E3         | 278,585                  | 2,55      | Cuestionable            |


**Tabla 11:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Turbidez

## 11.2 ÍTEM DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

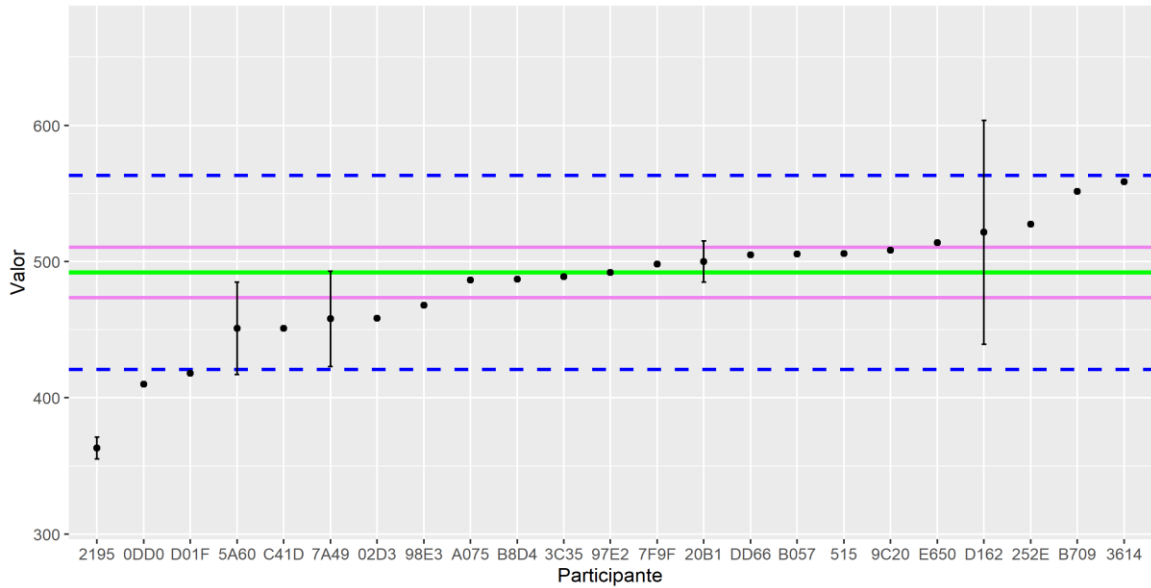
### 11.2.1 Parámetro de Demanda Química de Oxígeno (DQO)

| Parámetro | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|-----------|------------------------------|---------------------------------|---|
|           | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| DQO       | 492,0                        | 35,582                          | 18,549  |

**Tabla 12.** Asignación de Valor en DQO.

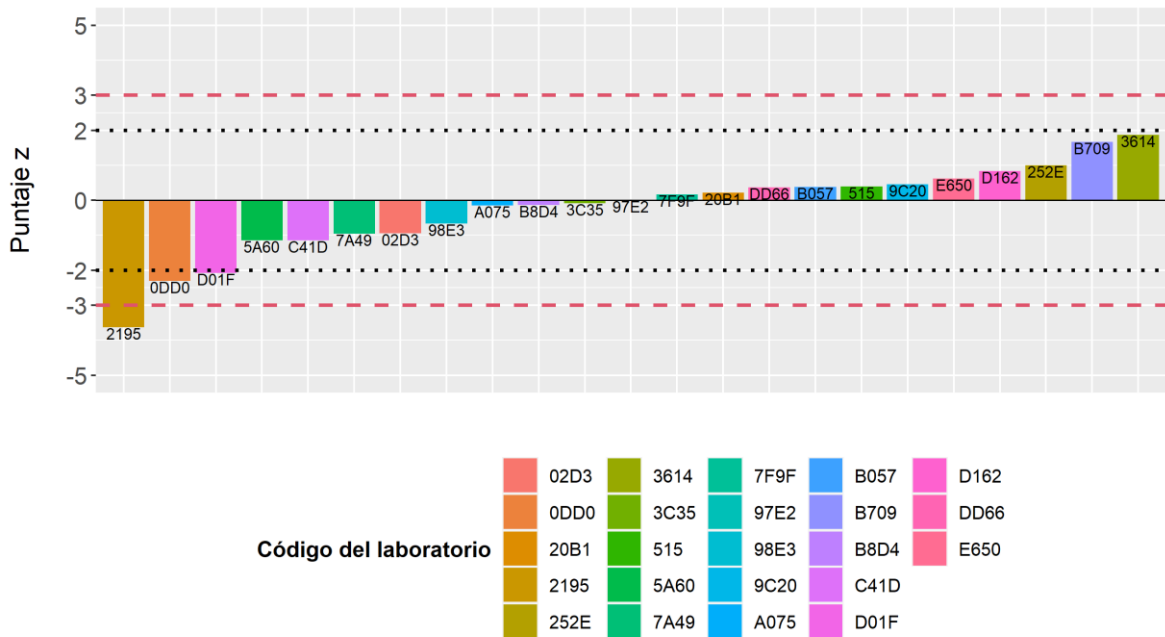
|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 24 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

DQO - Demanda Química de Oxígeno




**Gráfico 11.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



**Gráfico 12:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).




|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 25 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

| <b>Participante</b> | <b>Resultado reportado, mg/L</b> | <b>Puntaje z</b> | <b>Resultado de evaluación</b> |
|---------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------|
| 2195                | 363,00                           | -3,63            | Insatisfactorio                |
| 0DD0                | 410,00                           | -2,30            | Cuestionable                   |
| D01F                | 418,00                           | -2,08            | Cuestionable                   |
| 5A60                | 451,00                           | -1,15            | Satisfactorio                  |
| C41D                | 451,00                           | -1,15            | Satisfactorio                  |
| 7A49                | 458,00                           | -0,96            | Satisfactorio                  |
| 02D3                | 458,50                           | -0,94            | Satisfactorio                  |
| 98E3                | 468,00                           | -0,67            | Satisfactorio                  |
| A075                | 486,50                           | -0,15            | Satisfactorio                  |
| B8D4                | 487,10                           | -0,14            | Satisfactorio                  |
| 3C35                | 489,00                           | -0,08            | Satisfactorio                  |
| 97E2                | 492,00                           | 0,00             | Satisfactorio                  |
| 7F9F                | 498,00                           | 0,17             | Satisfactorio                  |
| 20B1                | 500,00                           | 0,22             | Satisfactorio                  |
| DD66                | 505,00                           | 0,37             | Satisfactorio                  |
| B057                | 505,50                           | 0,38             | Satisfactorio                  |
| 515                 | 506,00                           | 0,39             | Satisfactorio                  |
| 9C20                | 508,20                           | 0,46             | Satisfactorio                  |
| E650                | 514,00                           | 0,62             | Satisfactorio                  |
| D162                | 521,50                           | 0,83             | Satisfactorio                  |
| 252E                | 527,50                           | 1,00             | Satisfactorio                  |
| B709                | 551,55                           | 1,67             | Satisfactorio                  |
| 3614                | 558,50                           | 1,87             | Satisfactorio                  |

**Tabla 13:** Evaluación del desempeño en el parámetro en DQO.

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 26 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | Nº de Registro: 018/2024  |

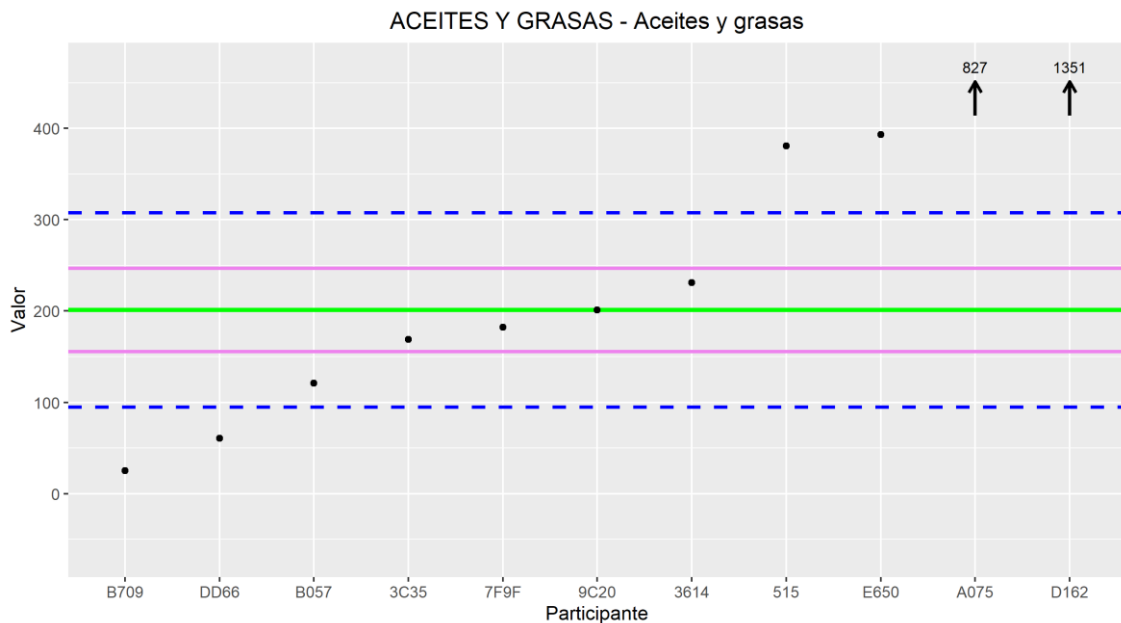
### 11.3 ÍTEM DE DEMANDA ACEITES Y GRASAS

#### 11.3.1 Parámetro de Aceites y grasas

| Parámetro        | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|------------------|------------------------------|---------------------------------|---|
|                  | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Aceites y grasas | 201,16                       | 48,051                          | 45,404  |


Dispersión asignada para la evaluación:  $\sigma'_{pt} = 53,144$

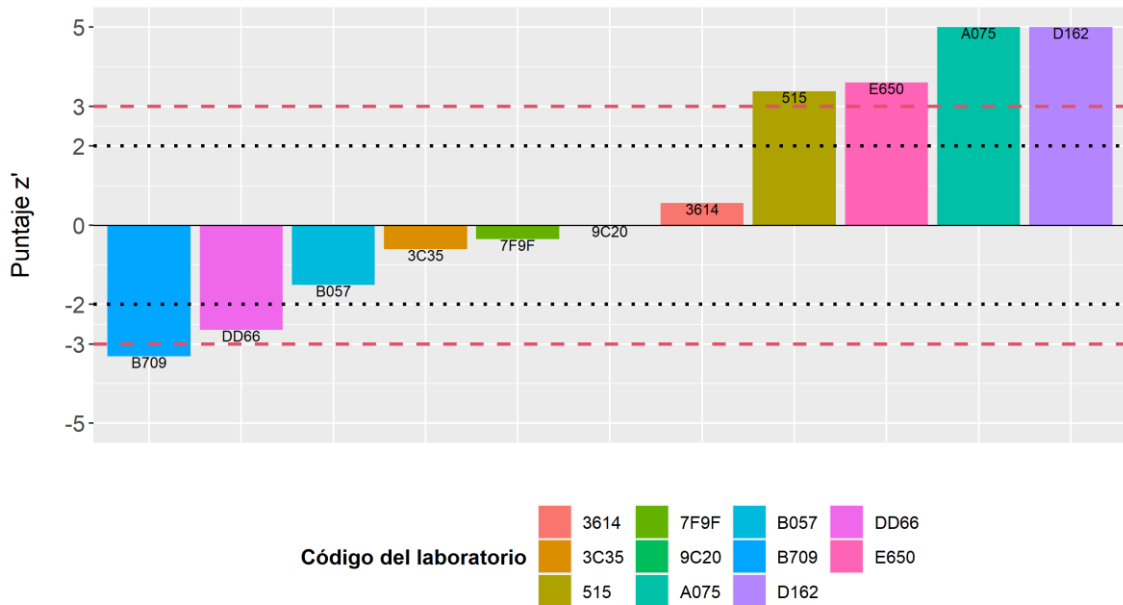
**Tabla 14.** Asignación de Valor en Aceites y grasas



**Gráfico 13.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 27 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |




**Gráfico 14:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| B709         | 25,05                     | -3,31     | Insatisfactorio         |
| DD66         | 60,60                     | -2,64     | Cuestionable            |
| B057         | 121,00                    | -1,51     | Satisfactorio           |
| 3C35         | 168,75                    | -0,61     | Satisfactorio           |
| 7F9F         | 182,30                    | -0,35     | Satisfactorio           |
| 9C20         | 201,16                    | 0,00      | Satisfactorio           |
| 3614         | 231,00                    | 0,56      | Satisfactorio           |
| 515          | 380,80                    | 3,38      | Insatisfactorio         |
| E650         | 393,20                    | 3,61      | Insatisfactorio         |
| A075         | 993,50                    | 14,91     | Insatisfactorio         |
| D162         | 1351,00                   | 21,64     | Insatisfactorio         |

**Tabla 15:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Aceites y grasas

En la siguiente tabla se muestran los valores atípicos que fueron detectados durante la evaluación de desempeño para este parámetro.

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 28 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | Nº de Registro: 018/2024  |

| Participante | Resultado reportado, mg/L |
|--------------|---------------------------|
| B709         | 25,05                     |
| DD66         | 60,60                     |
| A075         | 827                       |
| D162         | 1351,00                   |

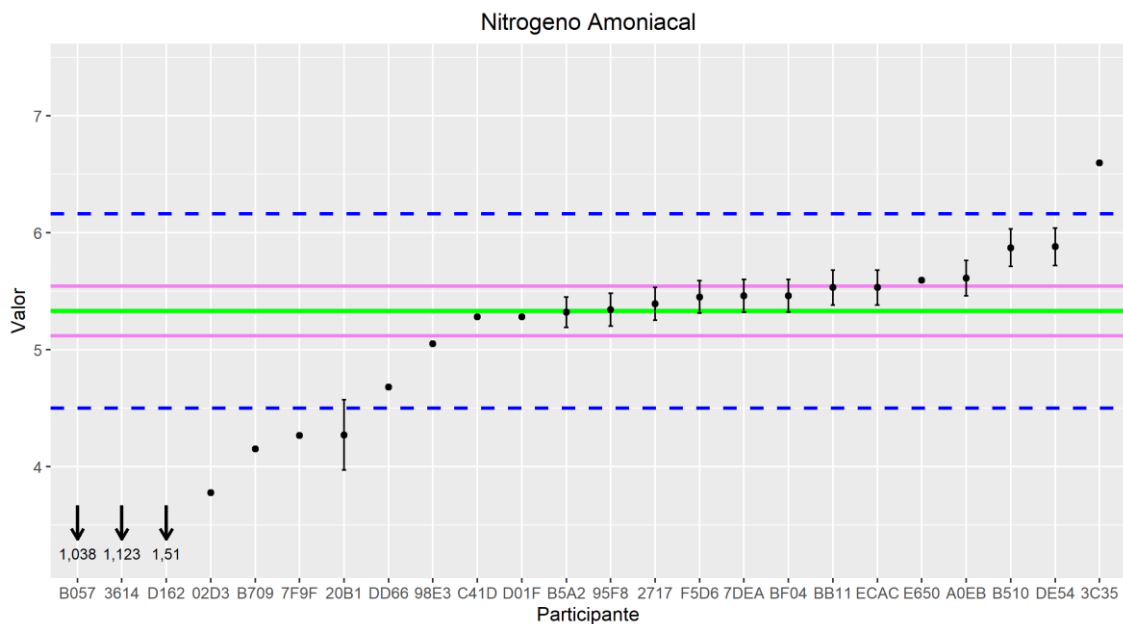
**Tabla 16:** Valores atípicos en el parámetro en Aceites y grasas

## 11.4 ÍTEM DE NITRÓGENO AMONIAL

### 11.4.1 Parámetro de Nitrógeno amoniacal


| Parámetro           | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|---------------------|------------------------------|---------------------------------|---|
|                     | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Nitrógeno Amoniacal | 5,33                         | 0,415                           | 0,212   |

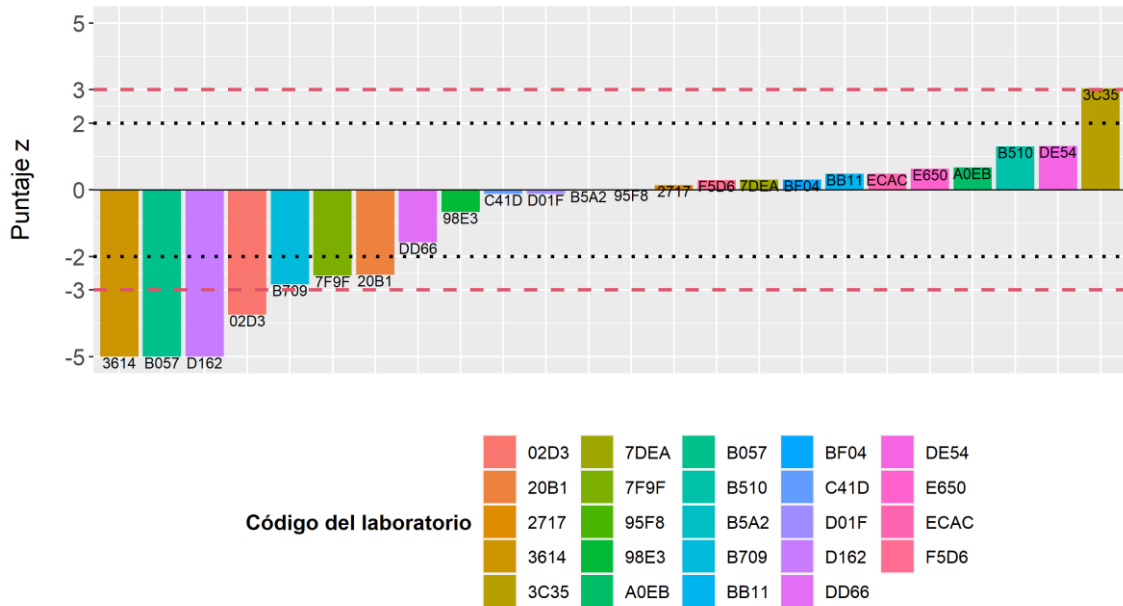
**Tabla 17.** Asignación de Valor en Nitrógeno Amoniacal



**Gráfico 15.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.


|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 29 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |



**Gráfico 16:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| B057         | 1,038                     | -10,34    | Insatisfactorio         |
| 3614         | 1,123                     | -10,13    | Insatisfactorio         |
| D162         | 1,510                     | -9,20     | Insatisfactorio         |
| 02D3         | 3,775                     | -3,75     | Insatisfactorio         |
| B709         | 4,150                     | -2,84     | Cuestionable            |
| 7F9F         | 4,265                     | -2,57     | Cuestionable            |
| 20B1         | 4,270                     | -2,55     | Cuestionable            |
| DD66         | 4,680                     | -1,57     | Satisfactorio           |
| 98E3         | 5,050                     | -0,67     | Satisfactorio           |
| D01F         | 5,280                     | -0,12     | Satisfactorio           |
| C41D         | 5,280                     | -0,12     | Satisfactorio           |
| B5A2         | 5,320                     | -0,02     | Satisfactorio           |
| 95F8         | 5,340                     | 0,02      | Satisfactorio           |
| 2717         | 5,390                     | 0,14      | Satisfactorio           |

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 30 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro:<br>018/2024   |

| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| F5D6         | 5,450                     | 0,29      | Satisfactorio           |
| BF04         | 5,460                     | 0,31      | Satisfactorio           |
| 7DEA         | 5,460                     | 0,31      | Satisfactorio           |
| BB11         | 5,530                     | 0,48      | Satisfactorio           |
| ECAC         | 5,530                     | 0,48      | Satisfactorio           |
| E650         | 5,591                     | 0,63      | Satisfactorio           |
| A0EB         | 5,610                     | 0,67      | Satisfactorio           |
| B510         | 5,870                     | 1,30      | Satisfactorio           |
| DE54         | 5,880                     | 1,32      | Satisfactorio           |
| 3C35         | 6,595                     | 3,05      | Insatisfactorio         |

**Tabla 18:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Nitrógeno Amoniacal

En la siguiente tabla se muestran los valores atípicos que fueron detectados durante la evaluación de desempeño para este parámetro.

| Participante | Resultado reportado, mg/L |
|--------------|---------------------------|
| B057         | 1,038                     |
| 3614         | 1,123                     |
| D162         | 1,510                     |


**Tabla 19:** Valores atípicos en el parámetro en Nitrógeno Amoniacal

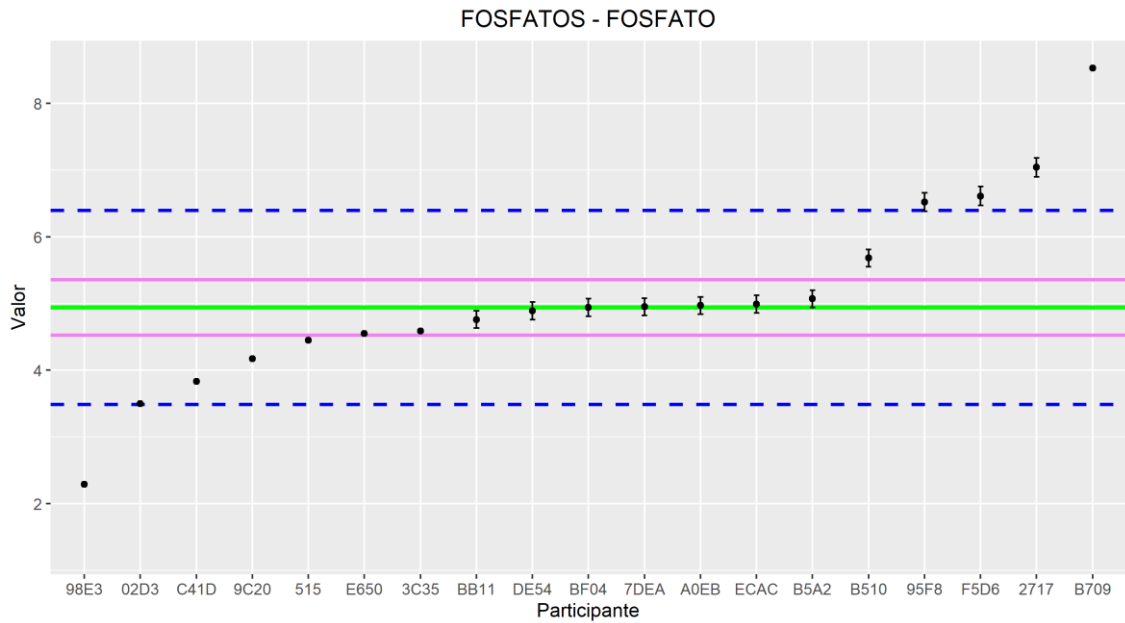
## 11.5 ÍTEM DE FOSFATO

### 11.5.1 Parámetro de Fosfato

| Parámetro | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|-----------|------------------------------|---------------------------------|---|
|           | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Fosfato   | 4,94                         | 0,726                           | 0,417   |

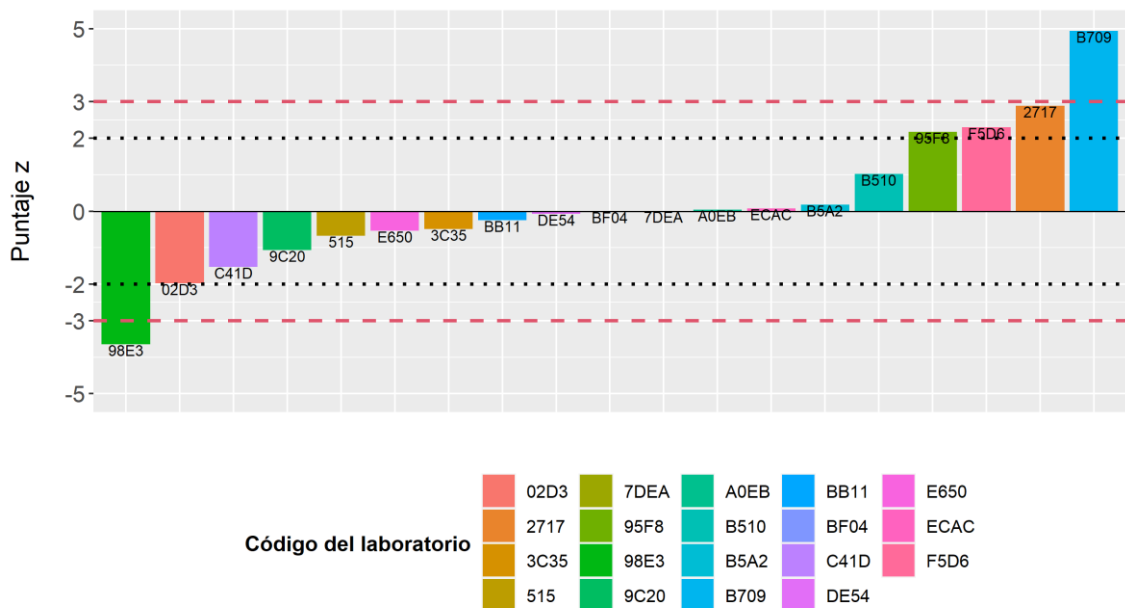
**Tabla 20.** Asignación de Valor en fosfato

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 31 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>Nº de Registro: 018/2024</b>   |




**Gráfico 17.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



**Gráfico 18:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 32 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro: 018/2024  |

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| 98E3         | 2,290                     | -3,65     | Insatisfactorio         |
| 02D3         | 3,500                     | -1,98     | Satisfactorio           |
| C41D         | 3,830                     | -1,53     | Satisfactorio           |
| 9C20         | 4,170                     | -1,06     | Satisfactorio           |
| 0515         | 4,450                     | -0,67     | Satisfactorio           |
| E650         | 4,550                     | -0,54     | Satisfactorio           |
| 3C35         | 4,585                     | -0,49     | Satisfactorio           |
| BB11         | 4,760                     | -0,25     | Satisfactorio           |
| DE54         | 4,890                     | -0,07     | Satisfactorio           |
| BF04         | 4,940                     | 0,00      | Satisfactorio           |
| 7DEA         | 4,950                     | 0,01      | Satisfactorio           |
| A0EB         | 4,970                     | 0,04      | Satisfactorio           |
| ECAC         | 4,990                     | 0,07      | Satisfactorio           |
| B5A2         | 5,070                     | 0,18      | Satisfactorio           |
| B510         | 5,680                     | 1,02      | Satisfactorio           |
| 95F8         | 6,520                     | 2,17      | Cuestionable            |
| F5D6         | 6,610                     | 2,30      | Cuestionable            |
| 2717         | 7,040                     | 2,89      | Cuestionable            |
| B709         | 8,530                     | 4,94      | Insatisfactorio         |

**Tabla 21:** Evaluación del desempeño en el parámetro en fosfato


## 11.6 ÍTEM DE METALES PESADOS

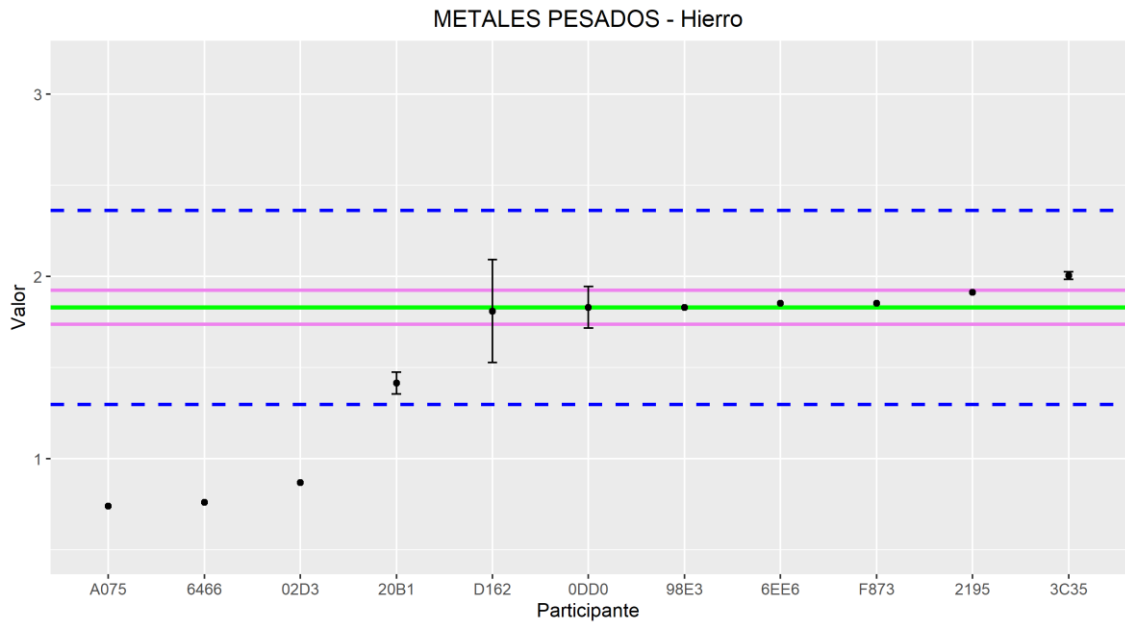
### 11.6.1 Parámetro de Hierro

| Parámetro | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|-----------|------------------------------|---------------------------------|---|
|           | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Hierro    | 1,83                         | 0,266                           | 0,093   |

**Tabla 22.** Asignación de Valor en Hierro

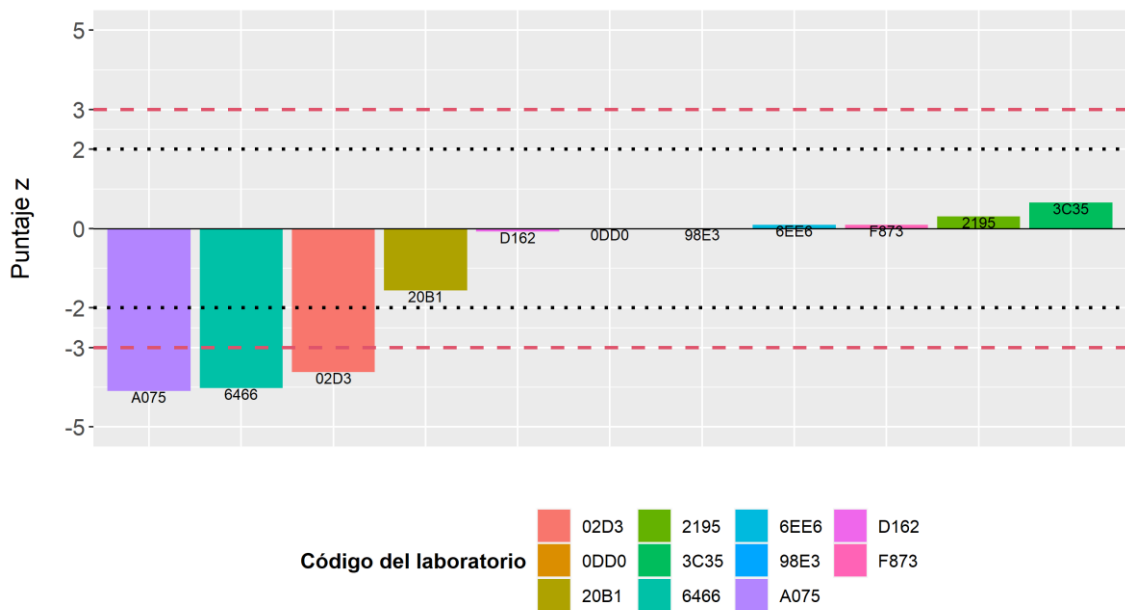


|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 33 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |




**Gráfico 19.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



**Gráfico 20:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 34 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro:<br>018/2024   |

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.


| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| A075         | 0,740                     | -4,10     | Insatisfactorio         |
| 6466         | 0,760                     | -4,02     | Insatisfactorio         |
| 02D3         | 0,868                     | -3,62     | Insatisfactorio         |
| 20B1         | 1,415                     | -1,56     | Satisfactorio           |
| D162         | 1,810                     | -0,08     | Satisfactorio           |
| 0DD0         | 1,830                     | 0,00      | Satisfactorio           |
| 98E3         | 1,830                     | 0,00      | Satisfactorio           |
| 6EE6         | 1,853                     | 0,09      | Satisfactorio           |
| F873         | 1,854                     | 0,09      | Satisfactorio           |
| 2195         | 1,914                     | 0,31      | Satisfactorio           |
| 3C35         | 2,005                     | 0,66      | Satisfactorio           |

**Tabla 23:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Hierro

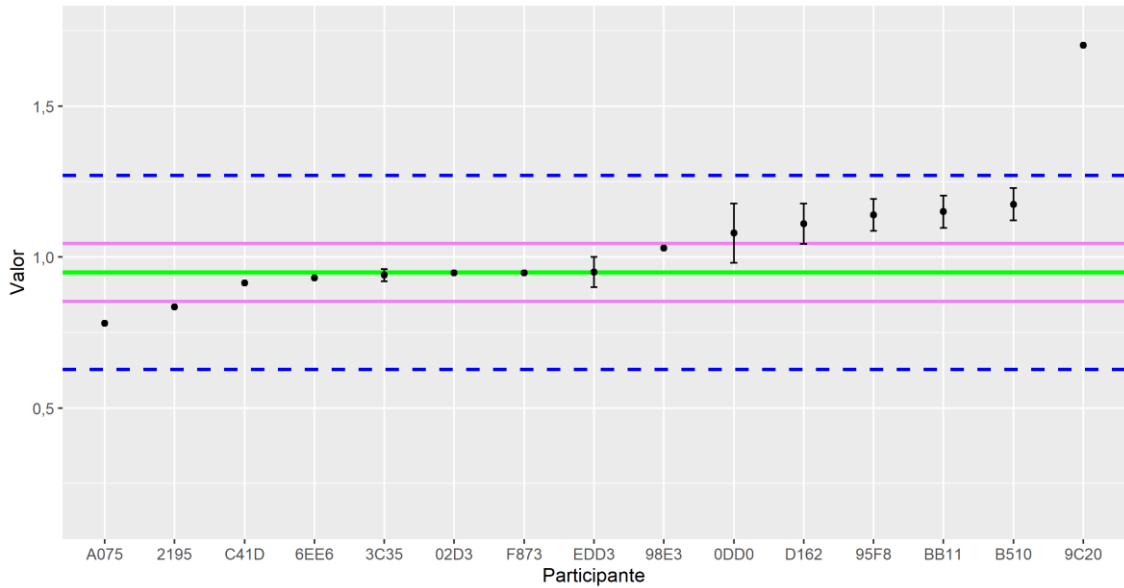
### 11.6.2 Parámetro de Cobre

| Parámetro | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|-----------|------------------------------|---------------------------------|---|
|           | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Cobre     | 0,949                        | 0,153                           | 0,097   |

**Tabla 24.** Asignación de Valor en Cobre

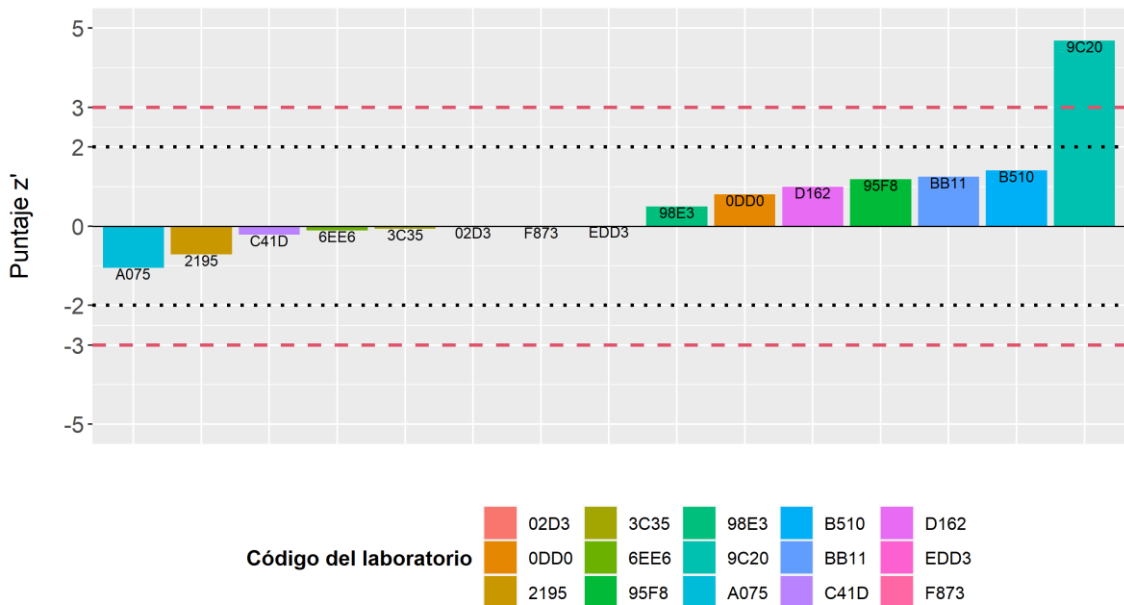
|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 35 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

METALES PESADOS - Cobre




**Gráfico 21.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



**Gráfico 22:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 36 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro: 018/2024  |

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| A075         | 0,780                     | -1,05     | Satisfactorio           |
| 2195         | 0,835                     | -0,71     | Satisfactorio           |
| C41D         | 0,914                     | -0,21     | Satisfactorio           |
| 6EE6         | 0,931                     | -0,11     | Satisfactorio           |
| 3C35         | 0,940                     | -0,06     | Satisfactorio           |
| 02D3         | 0,948                     | -0,01     | Satisfactorio           |
| F873         | 0,948                     | -0,01     | Satisfactorio           |
| EDD3         | 0,950                     | 0,01      | Satisfactorio           |
| 98E3         | 1,030                     | 0,50      | Satisfactorio           |
| ODD0         | 1,079                     | 0,81      | Satisfactorio           |
| D162         | 1,110                     | 1,00      | Satisfactorio           |
| 95F8         | 1,140                     | 1,19      | Satisfactorio           |
| BB11         | 1,150                     | 1,25      | Satisfactorio           |
| B510         | 1,175                     | 1,41      | Satisfactorio           |
| 9C20         | 1,702                     | 4,69      | Insatisfactorio         |

**Tabla 25:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Cobre

En la siguiente tabla se muestran los valores atípicos que fueron detectados durante la evaluación de desempeño para este parámetro.


| Participante | Resultado reportado, mg/L |
|--------------|---------------------------|
| 9C20         | 1,702                     |

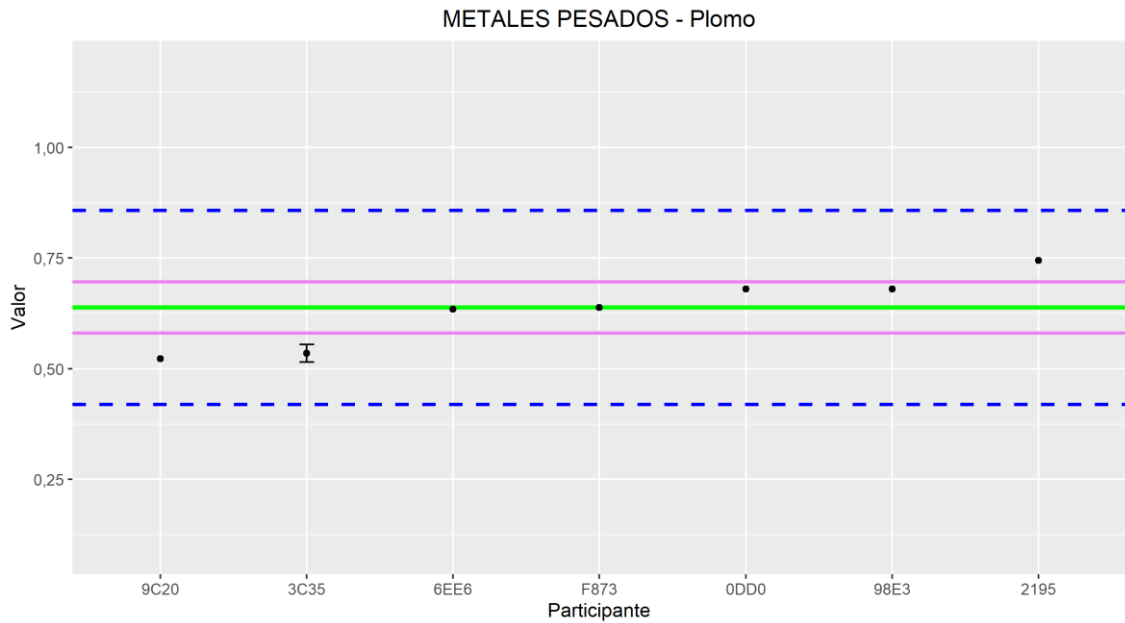
**Tabla 26:** Valores atípicos en el parámetro en cobre

### 11.6.3 Parámetro de Plomo

| Parámetro | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|-----------|------------------------------|---------------------------------|---|
|           | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Plomo     | 0,639                        | 0,109                           | 0,058   |

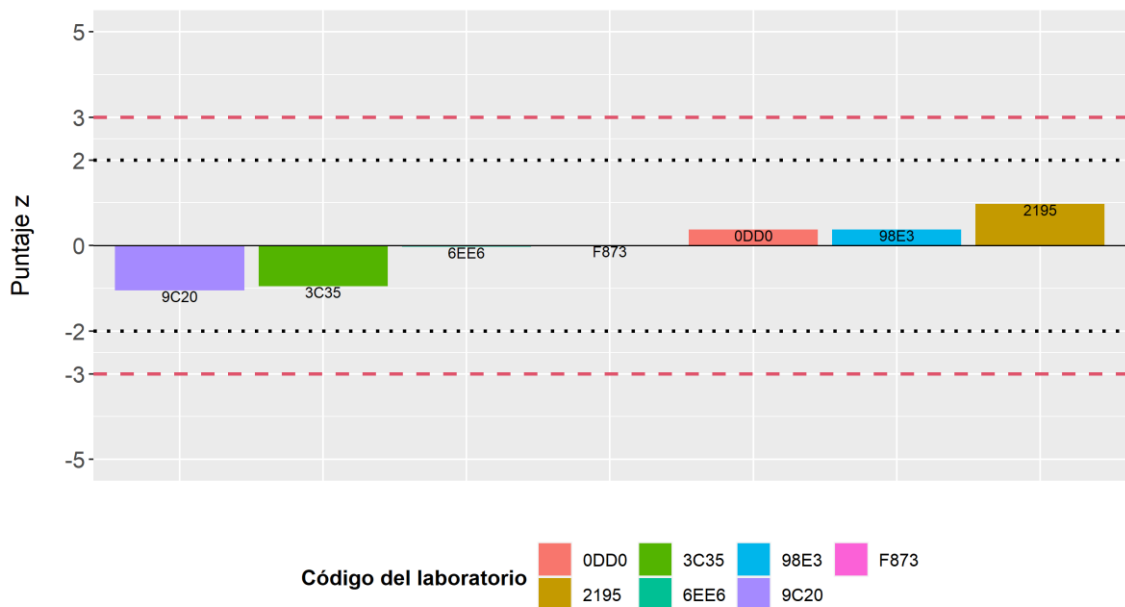
**Tabla 27.** Asignación de Valor en Plomo

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 37 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro:<br>018/2024   |




**Gráfico 23.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



**Gráfico 24:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 38 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro: 018/2024  |

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

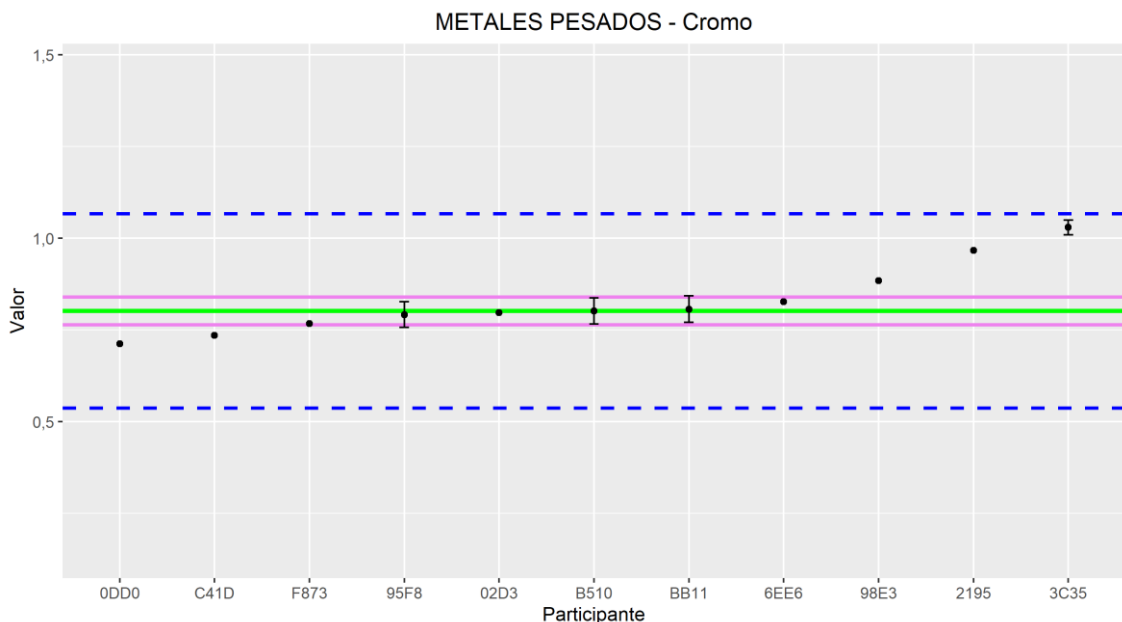
| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| 9C20         | 0,523                     | -1,05     | Satisfactorio           |
| 3C35         | 0,535                     | -0,95     | Satisfactorio           |
| 6EE6         | 0,635                     | -0,03     | Satisfactorio           |
| F873         | 0,638                     | 0,00      | Satisfactorio           |
| ODD0         | 0,680                     | 0,38      | Satisfactorio           |
| 98E3         | 0,680                     | 0,38      | Satisfactorio           |
| 2195         | 0,745                     | 0,97      | Satisfactorio           |

**Tabla 28:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Plomo


#### 11.6.4 Parámetro de Cromo

| Parámetro | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|-----------|------------------------------|---------------------------------|---|
|           | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Cromo     | 0,802                        | 0,132                           | 0,038   |

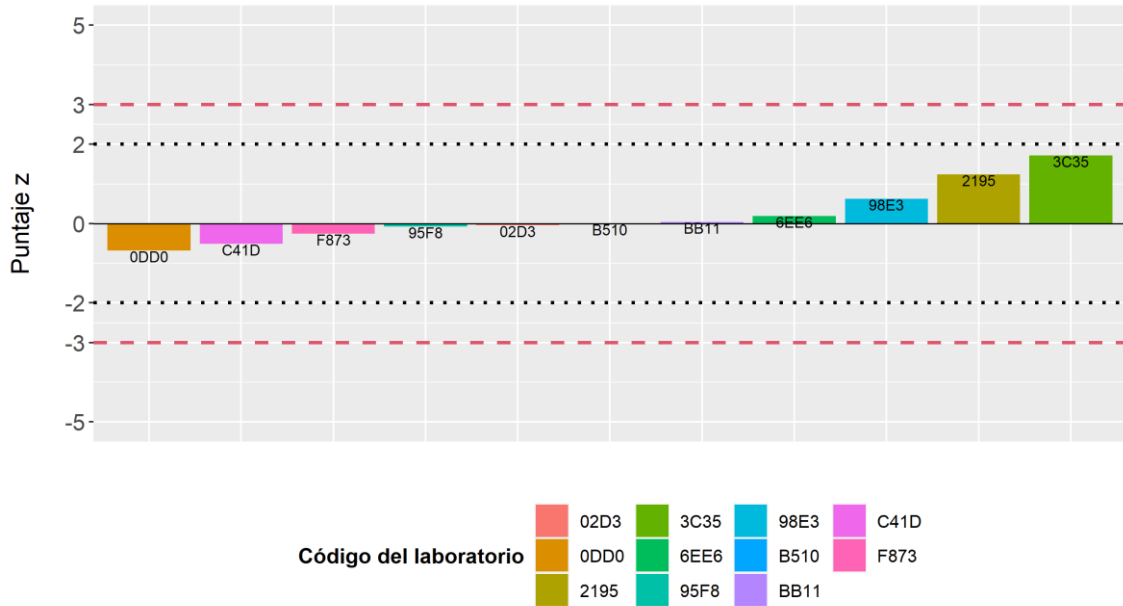
**Tabla 29.** Asignación de Valor en Cromo



**Gráfico 25.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 39 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.




**Gráfico 26:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| ODD0         | 0,713                     | -0,68     | Satisfactorio           |
| C41D         | 0,735                     | -0,51     | Satisfactorio           |
| F873         | 0,768                     | -0,26     | Satisfactorio           |
| 95F8         | 0,792                     | -0,08     | Satisfactorio           |
| 02D3         | 0,797                     | -0,04     | Satisfactorio           |
| B510         | 0,802                     | 0,00      | Satisfactorio           |
| BB11         | 0,807                     | 0,04      | Satisfactorio           |
| 6EE6         | 0,827                     | 0,19      | Satisfactorio           |
| 98E3         | 0,885                     | 0,63      | Satisfactorio           |
| 2195         | 0,967                     | 1,24      | Satisfactorio           |
| 3C35         | 1,030                     | 1,72      | Satisfactorio           |

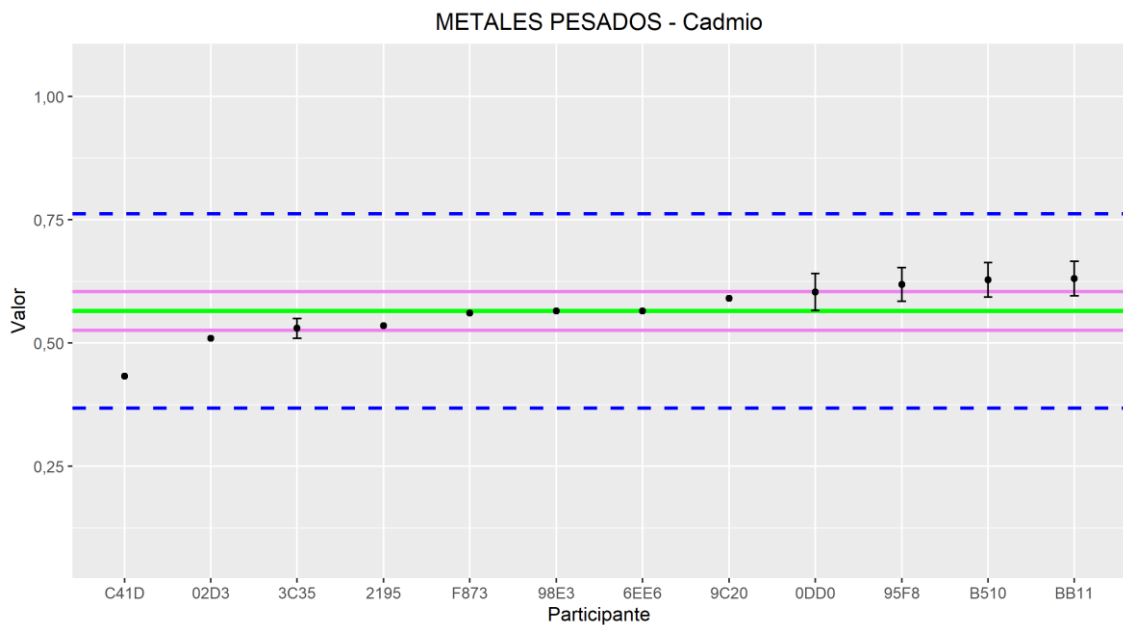
**Tabla 30:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Cromo

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 40 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | Nº de Registro: 018/2024  |

### 11.6.5 Parámetro de Cadmio

| Parámetro | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|-----------|------------------------------|---------------------------------|---|
|           | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Cadmio    | 0,565                        | 0,098                           | 0,039   |


**Tabla 31.** Asignación de Valor en Cadmio

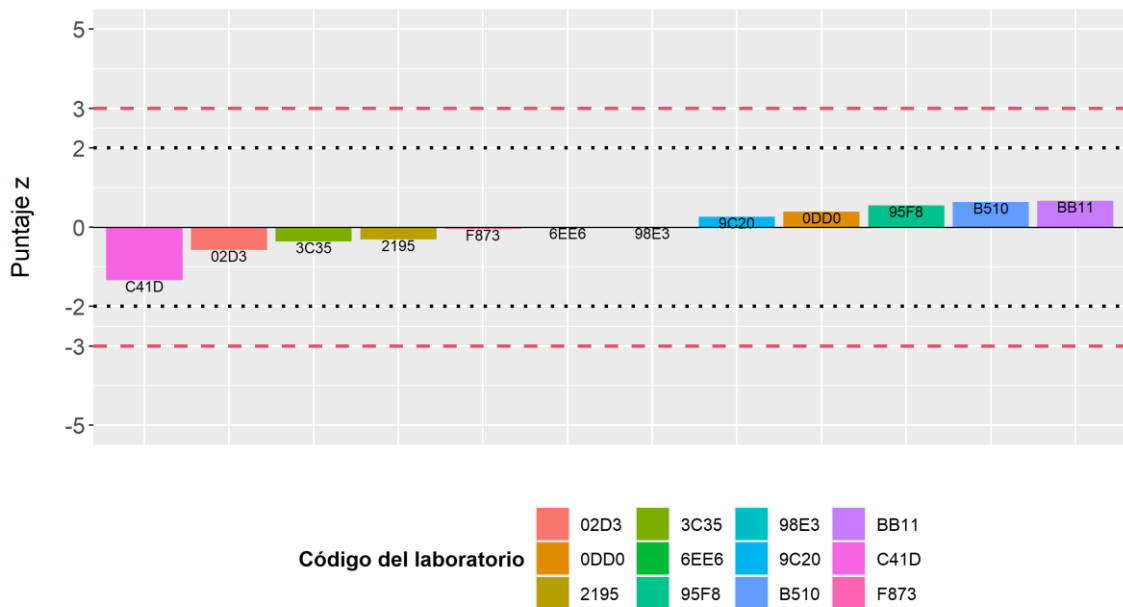


**Gráfico 27.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 41 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |




**Gráfico 28:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| C41D         | 0,433                     | -1,34     | Satisfactorio           |
| 02D3         | 0,509                     | -0,57     | Satisfactorio           |
| 3C35         | 0,530                     | -0,36     | Satisfactorio           |
| 2195         | 0,535                     | -0,31     | Satisfactorio           |
| F873         | 0,561                     | -0,04     | Satisfactorio           |
| 98E3         | 0,565                     | 0,00      | Satisfactorio           |
| 6EE6         | 0,566                     | 0,00      | Satisfactorio           |
| 9C20         | 0,591                     | 0,26      | Satisfactorio           |
| 0DD0         | 0,604                     | 0,39      | Satisfactorio           |
| 95F8         | 0,619                     | 0,55      | Satisfactorio           |
| B510         | 0,628                     | 0,64      | Satisfactorio           |
| BB11         | 0,631                     | 0,67      | Satisfactorio           |

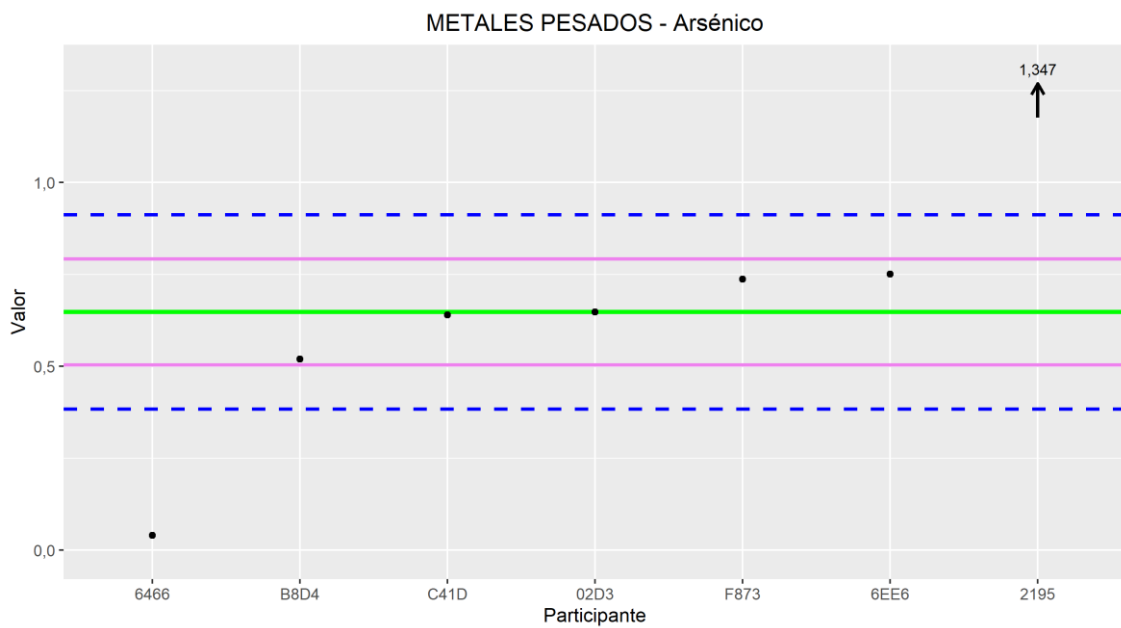
**Tabla 32:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Cadmio

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 42 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | Nº de Registro:<br>018/2024   |

### 11.6.6 Parámetro de Arsénico


| Parámetro                               | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|---|------------------------------|---------------------------------|---|
|   | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Arsénico                                | 0,648                        | 0,111                           | 0,144   |
| Dispersión asignada para la evaluación: |                              | $\sigma'_{pt} = 0,132$          |   |

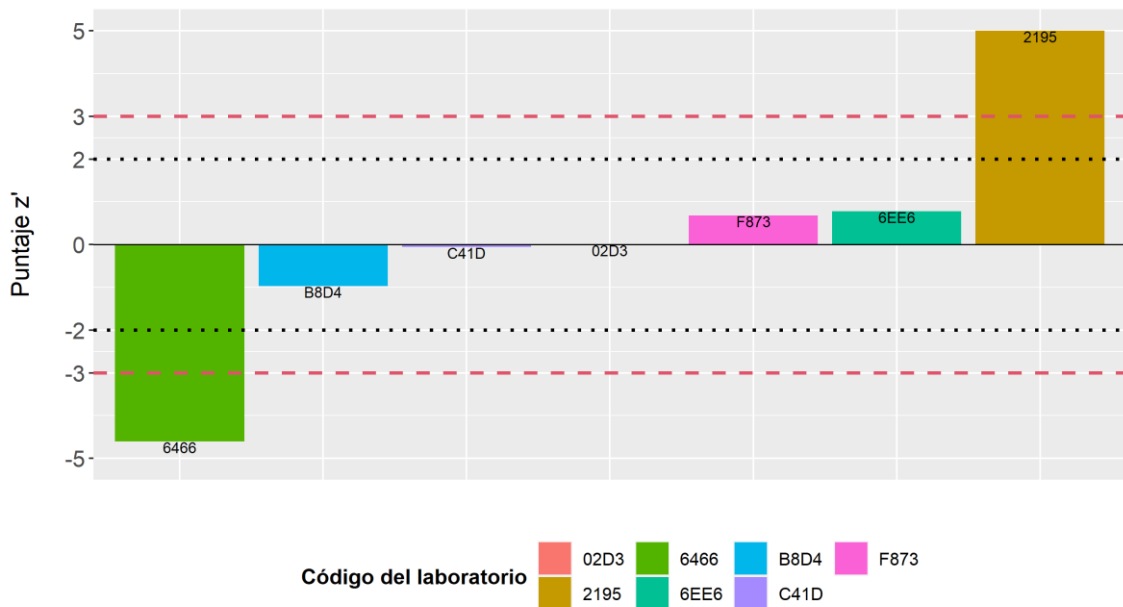
**Tabla 33.** Asignación de Valor en Arsénico



**Gráfico 29.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 43 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |



**Gráfico 30:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.


| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| 6466         | 0,040                     | -4,60     | Insatisfactorio         |
| B8D4         | 0,520                     | -0,97     | Satisfactorio           |
| C41D         | 0,640                     | -0,06     | Satisfactorio           |
| 02D3         | 0,648                     | 0,00      | Satisfactorio           |
| F873         | 0,737                     | 0,68      | Satisfactorio           |
| 6EE6         | 0,751                     | 0,78      | Satisfactorio           |
| 2195         | 1,347                     | 5,29      | Insatisfactorio         |

**Tabla 34:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Arsénico

En la siguiente tabla se muestran los valores atípicos que fueron detectados durante la evaluación de desempeño para este parámetro.

| Participante | Resultado reportado, mg/L |
|--------------|---------------------------|
| 2195         | 1,347                     |

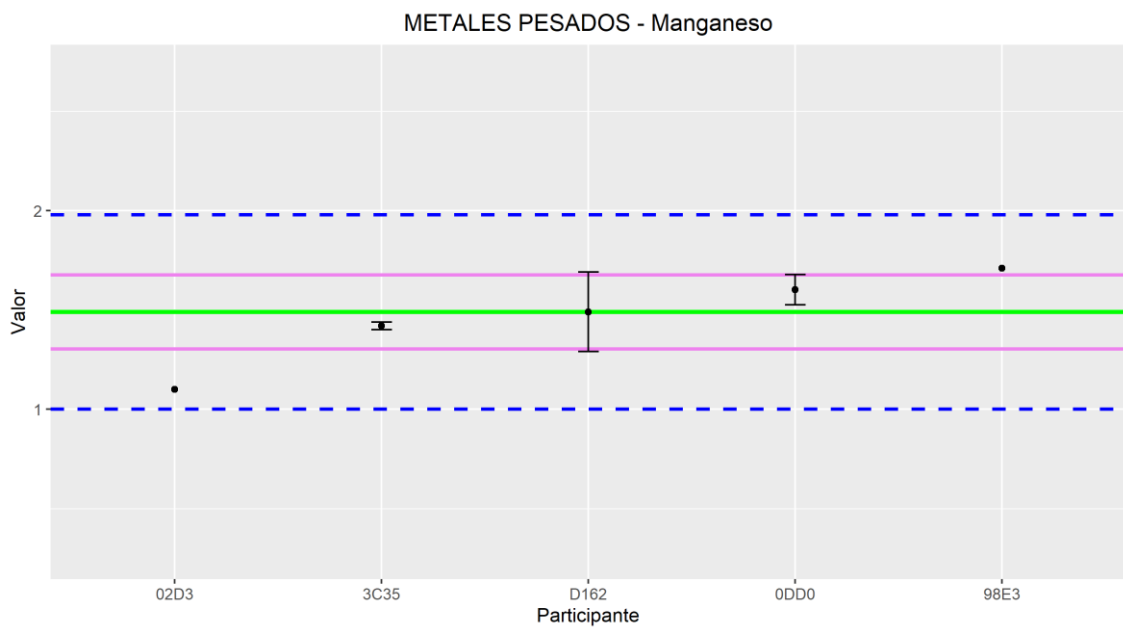
**Tabla 35:** Valores atípicos en el parámetro en Arsénico

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 44 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro: 018/2024  |

### 11.6.7 Parámetro de Manganeso


| Parámetro                               | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|---|------------------------------|---------------------------------|---|
|   | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Manganeso                               | 1,49                         | 0,226                           | 0,187   |
| Dispersión asignada para la evaluación: |                              | $\sigma'_{pt} = 0,244$          |   |

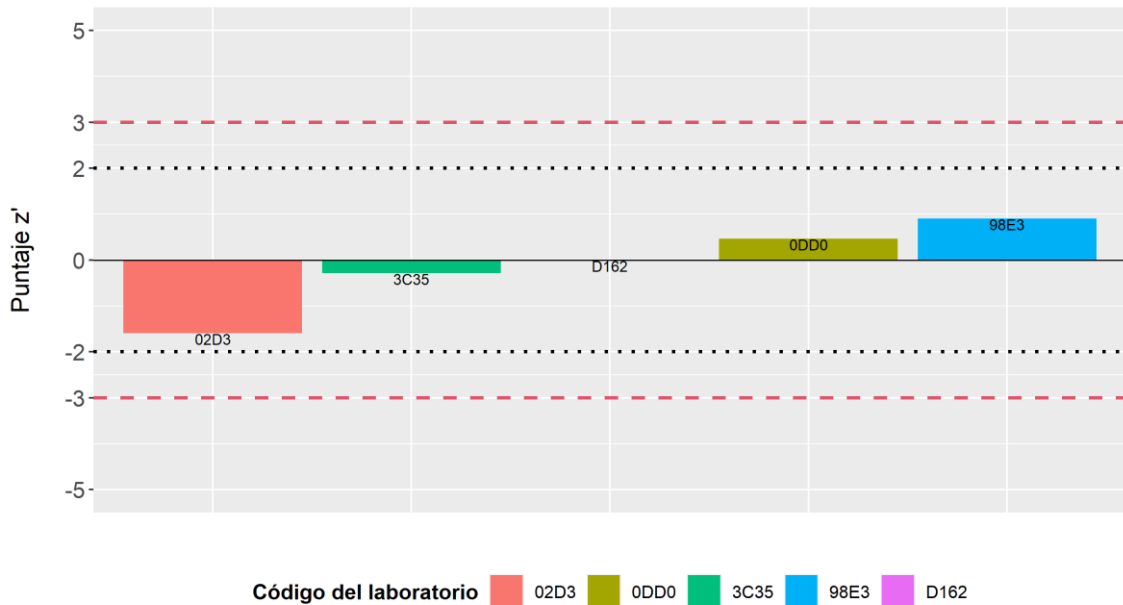
**Tabla 36.** Asignación de Valor en Manganeso



**Gráfico 31.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 45 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro: 018/2024  |



**Gráfico 32:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.


| Participante | Resultado reportado, mg/L | Puntaje z | Resultado de evaluación |
|--------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| 02D3         | 1,100                     | -1,60     | Satisfactorio           |
| 3C35         | 1,420                     | -0,29     | Satisfactorio           |
| D162         | 1,490                     | 0,00      | Satisfactorio           |
| ODD0         | 1,602                     | 0,46      | Satisfactorio           |
| 98E3         | 1,710                     | 0,90      | Satisfactorio           |

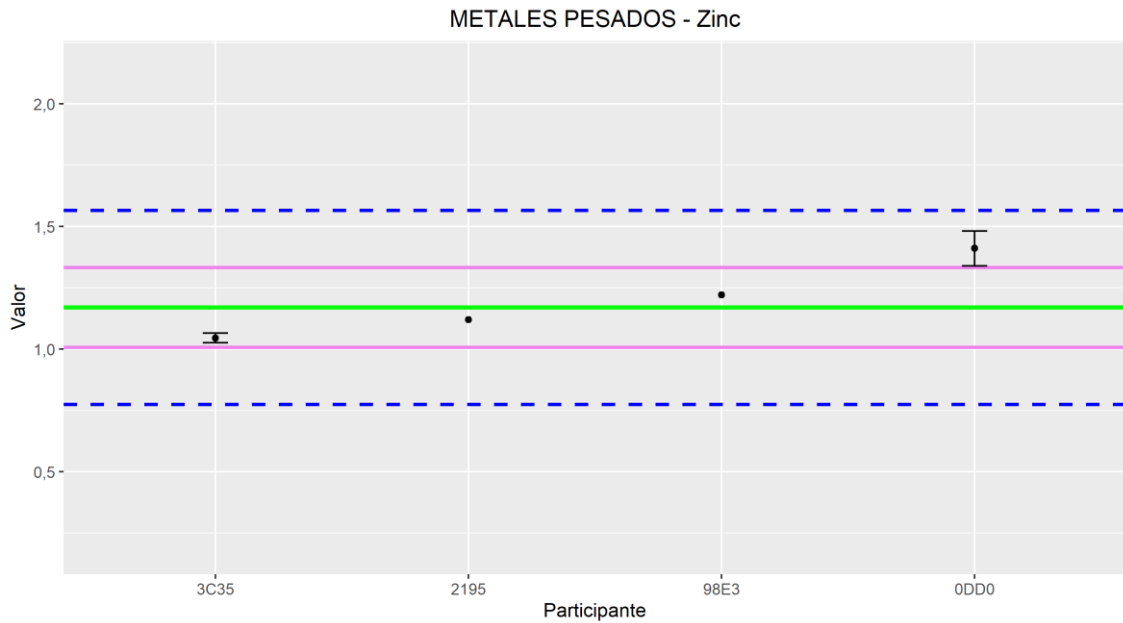
**Tabla 37:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Manganeso

### 11.6.8 Parámetro de Zinc

| Parámetro                               | Valor asignado por consenso  |                                 |   |
|---|------------------------------|---------------------------------|---|
|   | Valor<br>Unidades de<br>mg/L | Dispersión<br>( $\sigma_{pt}$ ) | Incertidumbre<br>$U_{pt}$<br>Unidades de mg/L |
| Zinc                                    | 1,170                        | 0,180                           | 0,162   |
| Dispersión asignada para la evaluación: |                              | $\sigma'_{pt} = 0,198$          |   |

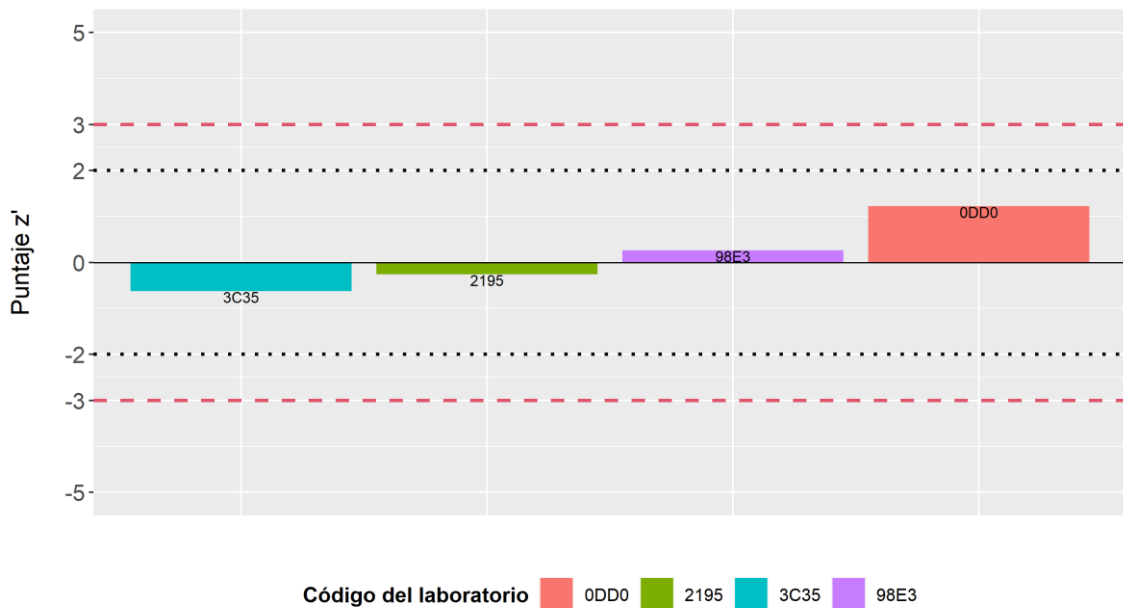
**Tabla 38.** Asignación de Valor en Zinc

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 46 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |




**Gráfico 33.** Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.



**Gráfico 34:** Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 47 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro: 018/2024</b>   |

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.


| <b>Participante</b> | <b>Resultado reportado, mg/L</b> | <b>Puntaje z</b> | <b>Resultado de evaluación</b> |
|---------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------|
| 3C35                | 1,045                            | -0,63            | Satisfactorio                  |
| 2195                | 1,119                            | -0,26            | Satisfactorio                  |
| 98E3                | 1,220                            | 0,26             | Satisfactorio                  |
| 0DD0                | 1,410                            | 1,22             | Satisfactorio                  |

**Tabla 39:** Evaluación del desempeño en el parámetro en Zinc

## 12. LABORATORIOS PARTICIPANTES

En este ensayo de aptitud se registró la participación de 26 laboratorios de diferentes departamentos de Bolivia. Es importante resaltar que la numeración de la tabla N° 40 es solamente un indicativo del número de laboratorios participantes en el presente Ensayo, no está asociada a los códigos de participación de los laboratorios.

| <b>N°</b> | <b>INSTITUCIÓN</b>  | <b>DEPARTAMENTO</b> |
|-----------|---|---------------------|
| 1         | CENTRO DE AGUAS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL   | Cochabamba          |
| 2         | CIALAB - Centro de Investigación Ambiental & Laboratorios                         | La Paz              |
| 3         | ENVIROLAB S.R.L.  | Potosí              |
| 4         | EPSAS S.A. LABORATORIO PTAR PUCHUKOLLO  | La Paz              |
| 5         | EQUIPETROL S.A.   | Santa Cruz          |
| 6         | GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE LA PAZ - GABINETE MUNICIPAL DE MONITOREO AMBIENTAL | La Paz              |
| 7         | INSPECCIÓN Y LABORATORIO DE CALIDAD SGLAB S.R.L.                                  | La Paz              |
| 8         | INSTITUTO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL                                     | La Paz              |
| 9         | LABCOOPLAN  | Santa Cruz          |
| 10        | LABORATORIO ALQUIMIYALAB LTDA   | La Paz              |
| 11        | LABORATORIO AMBIENTAL 3RIOS LTDA  | La Paz              |
| 12        | LABORATORIO CENTRAL DE EPSAS - PACAJES  | La Paz              |
| 13        | LABORATORIO CENTRAL EPSAS S.A.  | La Paz              |
| 14        | LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD AGUAS RESIDUALES - SAGUAPAC                        | Santa Cruz          |
| 15        | LABORATORIO DE AGUA EMAPAV  | La Paz              |
| 16        | LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CALIDAD-CNMCPH - YPFB                                   | Tarija              |
| 17        | LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE (LMA - UAGRM)                                       | Santa Cruz          |
| 18        | LABORATORIO LAMSO   | Santa Cruz          |
| 19        | LIMASOL SRL   | Oruro               |

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| DMIC-EA-PE-001/F06 | FORMULARIO                                  |  |
| V.02               | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD |   |
| Página 48 de 50    | Vigente desde: 2024-10-15                   | N° de Registro:<br>018/2024   |


| N° | INSTITUCIÓN   | DEPARTAMENTO |
|----|---|--------------|
| 20 | LSIG SRL  | Santa Cruz   |
| 21 | PCB AMBIENTAL S.R.L.  | Cochabamba   |
| 22 | QUEBRACHO SRL   | Santa Cruz   |
| 23 | SERVICIO MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO - SEMAPA  | Cochabamba   |
| 24 | SERVICIOS AMBIENTALES BIÓTICA S.R.L                                     | Cochabamba   |
| 25 | SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS Y CALIDAD DEL AGUA AQUALAB SRL           | Cochabamba   |
| 26 | YPFB REFINACIÓN - UNIDAD DE LABORATORIO DE LA PLANTA DE AMONIACO Y UREA | Santa Cruz   |

**Tabla 40.** Participantes del Ensayo de Aptitud EQ-0173 "DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y METALES PESADOS EN AGUA RESIDUAL"

### 13. OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

- Todos los laboratorios participantes recogieron los ítems de ensayo y reportaron sus resultados en las fechas establecidas en el Protocolo, ningún laboratorio participante reportó algún inconveniente con el estado de los ítems de ensayo una vez que llegaron a sus instalaciones.
- Se detectaron valores atípicos reportados por los participantes en los parámetros de aceites y grasas, nitrógeno amoniacal, cobre, plomo y arsénico. Se recomienda a los laboratorios que reportaron estos valores tomar las acciones correspondientes para evitar que se repitan estas situaciones.
- Se ha detectado que para los parámetros de turbidez, aceites y grasas, plomo, arsénico, manganeso y zinc no se cumple para la incertidumbre que  $u(x_{pt}) > 0,3 * \sigma_{pt}$ , por tanto se usó el z'-score para la evaluación de desempeño en estos parámetros.
- Se recomienda a los participantes la implementación de la estimación de la incertidumbre de sus mediciones ya que la incertidumbre es un parámetro importante asociado al resultado de una medición, la cual caracteriza la dispersión de los valores que pueden ser razonablemente atribuidos al mensurando.
- Se recomienda tener en cuenta las estimaciones de la incertidumbre y su correspondiente reporte en las mediciones finales. Como regla general, cuando la incertidumbre estimada es más pequeña que la incertidumbre del valor asignado ( $u_{pt}$ ) o es mayor a dos veces la desviación estándar del ensayo



|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 49 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro:<br/>018/2024</b>   |

de aptitud ( $\sigma_{pt}$ ), entonces se recomienda al participante revisar la causa raíz de la subestimación o sobreestimación de la incertidumbre estimada.


#### **14. CONCLUSIONES**

- Se utilizó el puntaje  $z$  o  $z'$  según corresponda, para la evaluación del desempeño, los cuales se calcularon según lo descrito en la sección 9 de este informe.
- Se logró brindar a los participantes una herramienta para evaluar su desempeño y demostrar su competencia técnica para realizar los ensayos de parámetros fisicoquímicos y metales en Agua de Residual contemplados en el presente ensayo de aptitud.
- El diseño estadístico y los criterios de evaluación utilizados por el IBMETRO como proveedor fueron adecuados para el propósito del ensayo de aptitud.
- Los participantes que presentan un desempeño insatisfactorio y cuestionable deben realizar un análisis crítico en la evaluación de sus resultados a fin identificar las posibles causas y tomar acciones correctivas según su sistema de calidad.
- Se recomienda, cuando sea posible, el uso de materiales de referencia certificados, uso de materiales de control de calidad, entre otros, según lo recomendado en la norma ISO/IEC 17025 para el aseguramiento de la calidad de las mediciones.
- Se sugiere en todos los casos, la validación del método de ensayo, la implementación de un procedimiento de control interno de calidad, el control metrológico de los equipos.
- Se recomienda realizar una evaluación del sesgo de las mediciones con el fin de tomar acciones de mejora que puedan ayudar a corregir los errores sistemáticos asociados a una medición.
- Se recomienda la participación rutinaria en Rondas de Ensayos de Aptitud con el fin de demostrar su mejora o para demostrar la permanencia de su buen desempeño. La Unidad de Metrología Química y el Comité Científico Técnico agradecen el interés y la colaboración de los participantes en la realización de este Ensayo de Aptitud.

#### **15. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**

ISO/IEC 17043:2023. "Conformity assessment – General requirements for the competence of proficiency testing providers".

ISO 13528:2022. "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons"

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>DMIC-EA-PE-001/F06</b> | <b>FORMULARIO</b>                                  |  |
| <b>V.02</b>               | <b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b> |   |
| <b>Página 50 de 50</b>    | <b>Vigente desde: 2024-10-15</b>                   | <b>N° de Registro:<br/>018/2024</b>   |

NB/ISO/IEC 17025:2018. "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".

Thompson, M., Ellison, S. L., & Wood, R. (2006). The international harmonized protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry, 78(1), 145-196

Guía para la expresión de la incertidumbre de medida. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, OIML. Organización Internacional de Normalización, impresa en Suiza, ISBN 92-67-10188-9, primera edición, 1993. Corregida y reimpressa en 1995.

ISO 33405:2024. Reference materials – Approaches for characterization and assessment of homogeneity and stability.