

**CAMPAÑA DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO MP-10  
PROYECTO PUERTO MEJILLONES  
LOCALIDAD MEJILLONES**

*Preparado por:*



*Para:*



Febrero, 2021

[www.algoritmospa.com](http://www.algoritmospa.com)




📍 Seminario N°180 - Providencia - Santiago. ☎ Mesa Central: (56-2) 23616601

INFORME RESULTADOS N°48  
MCA 033-17

**CAMPAÑA DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO MP-10  
PROYECTO PUERTO MEJILLONES  
LOCALIDAD MEJILLONES**

*Preparado para:*



Versión del Documento			1
Responsable	Elaboración	Revisión	Aprobación
Nombre:	Gabriela Arcos	Natalia Lisboa	Susan Saldaña
Cargo:	Ingeniero de proyectos	Encargado de proyectos	Jefe de Unidad de Monitoreo Atmosférico
Fecha:	26-03-2021	26-03-2021	26-03-2021
Firma:			

**Febrero, 2021**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen Ejecutivo .....	i
1 Introducción .....	1
2 Objetivos .....	1
3 Materiales y Métodos .....	2
3.1 Descripción del área de Estudio.....	2
3.2 Ubicación del punto de muestreo .....	2
3.3 Materiales y equipos utilizados.....	4
3.4 Metodología de muestreo y Análisis .....	6
3.5 Fechas de muestreo y medición .....	6
3.6 Normativa Aplicable .....	7
3.6.1 Decreto 61/2008.....	7
3.6.2 Material Particulado Respirable MP-10.....	7
4 Resultados .....	9
4.1 Material Particulado Respirable MP-10.....	9
4.2 Análisis Químicos de Filtros .....	11
5 Discusiones .....	12
5.1 Norma Primaria de Calidad de Aire para Material Particulado Respirable MP-10 al mes de Febrero 2021, Estación Puerto Mejillones .....	12
5.2 Norma boliviana para Zinc.....	17
5.3 Análisis Químico de Filtros.....	19
6 Conclusiones .....	20
6.1 Norma Primaria de Calidad de Aire para Material Particulado Respirable MP-10 al mes de Febrero 2021 Estación Puerto Mejillones .....	20
6.2 Norma boliviana para Zinc.....	21
7 Referencias .....	22

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1 Muestreador MP-10, Estación Puerto Mejillones (exterior).....	4
Fotografía N° 2 Muestreador MP-10, Estación Puerto Mejillones (interior) .....	5

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Identificación Estaciones de monitoreo .....	2
Tabla N° 2	Concentración Diaria de MP-10 Estación Puerto Mejillones, Febrero 2021 .....	9
Tabla N° 3	Concentración Diaria de Zinc, Cobre y Plomo Estación Puerto Mejillones, Febrero 2021 .....	11
Tabla N° 4	Concentración de MP-10 y Norma a comparar Estación Puerto Mejillones, Enero -2014 – Febrero 2021 .....	12
Tabla N° 5	Concentración de Zinc y Norma a comparar Estación Puerto Mejillones, Enero -2014 – Febrero 2021 .....	17

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1	Concentración de Material Particulado Respirable MP-10 Estación Puerto Mejillones, Febrero 2021 .....	10
Gráfico N° 2	Concentraciones Mensuales de MP-10, Estación Puerto Mejillones.....	16

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I	NOMENCLATURA PARA INVALIDACIÓN O PÉRDIDA DE DATOS SEGÚN DTO, N° 61 .....	23
ANEXO II	TABLAS DE MATERIAL PARTICULADO MP-10 .....	25
ANEXO III	CERTIFICADO LABORATORIO .....	27
ANEXO IV	FICHAS DE REGISTRO FILTROS MONITOREADOS .....	44
ANEXO V	CERTIFICADO DE CHEQUEO DE FLUJO VFC HIGH VOLUME.....	48
ANEXO VI	CALENDARIO DE MUESTREO Y CALENDARIO DE ACTIVIDADES ANUAL .....	52
ANEXO VII	RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LAS ACTIVIDADES DE MUESTREO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y/O CONTROL.....	55

## Resumen Ejecutivo

El presente documento corresponde al Informe Resultados N° 48 de la "Campaña de Monitoreo de Material Particulado MP-10, del Proyecto Puerto Mejillones, localidad Mejillones" el cual informa los resultados obtenidos durante el mes de Febrero 2021.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo de calidad del aire:

### Resumen Concentración de MP-10, Febrero 2021

<i>Estadístico</i>	<i>Estación Puerto Mejillones</i>	<i>Norma<sup>a</sup></i>
<b>Concentración Mensual (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}</math>)</b>	16	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
<b>Concentración Máxima (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}</math>)</b>	19	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
<b>Concentración Mínima (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}</math>)</b>	12	--

### Concentración Media de Zinc, Cobre y Plomo en MP-10, Febrero 2021

<i>Elemento</i>	<i>Concentración Media</i>	<i>Norma</i>	<i>Unidad</i>
<b>Zinc</b>	0,010	120 <sup>b</sup>	$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
<b>Cobre</b>	0,012	--	$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
<b>Plomo</b>	0,016	0,5 <sup>c</sup>	$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

Al comparar de manera referencial los valores mensuales medidos en la estación de monitoreo con la normativa aplicable, se podría concluir que las concentraciones de Material Particulado Respirable MP-10 no sobrepasan los valores límites establecido por la norma.

<sup>a</sup> D.S N°59, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Comisión de Medio Ambiente. Establece Norma de calidad Primaria para material particulado respirable MP10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.

<sup>b</sup> Ambient Air Quality Criteria, Ontario. Standards Development Branch Ontario Ministry of the Environment. April 2012.

<sup>c</sup> D.S. 136/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece norma de calidad primaria para plomo en el aire.

## 1 Introducción

El presente documento corresponde al Informe Resultados N° 48 de la "Campaña de Monitoreo de Material Particulado MP-10, del Proyecto Puerto Mejillones", localidad de Mejillones, del mes de Febrero 2021.

La Resolución Exenta N°19 con fecha 28 de Enero 2015, califica favorablemente el Proyecto "Ampliación de las instalaciones portuarias de Puerto Mejillones", la cual incorpora en el *Artículo N° 10*, un programa de seguimiento de calidad del aire donde se incluye la variable ambiental MP10, junto con el análisis químico de Pb y Zn durante toda la vida útil del proyecto.

En la Localidad de Mejillones se instaló el equipamiento requerido para realizar los monitoreos de material particulado MP-10 comprometidos, los cuales consistieron en la estación denominada Estación Puerto Mejillones.

Cabe señalar que el muestreador de MP-10 cumple con las exigencias definidas por la agencia ambiental *USEPA (Environmental Protection Agency)* para este tipo de equipo.

El muestreador de MP-10, en adelante estación Puerto Mejillones, comenzó sus mediciones el día 01 de Mayo de 2008. A partir de Marzo 2017, Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA está a cargo del análisis de filtros y reporte de resultados. Desde 19 de Junio 2017, se hace cargo de la estación de monitoreo, operación y mantención de los equipos, análisis de filtros y reporte de resultados.

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo General

Evaluar el potencial impacto del proceso productivo en el componente aire y por consecuencia, en la salud de la población.

### 2.2 Objetivo Específico

Entregar los resultados del Monitoreo de calidad de aire realizado por la estación Puerto Mejillones, en la localidad de Mejillones, para el mes de Febrero 2021.

### 3 Materiales y Métodos

#### 3.1 Descripción del área de Estudio

La Estación Puerto Mejillones fue instalada en una zona representativa del Proyecto, la cual se encontraba libre de elementos naturales y artificiales que pudieran alterar las concentraciones de Material Particulado Respirable MP-10.

La ubicación de los muestreadores de material particulado MP-10 fue definida por el cliente.

#### 3.2 Ubicación del punto de muestreo

En la Tabla N° 1 se presentan las coordenadas<sup>d</sup> de la estación de monitoreo Material Particulado de estación Puerto Mejillones.

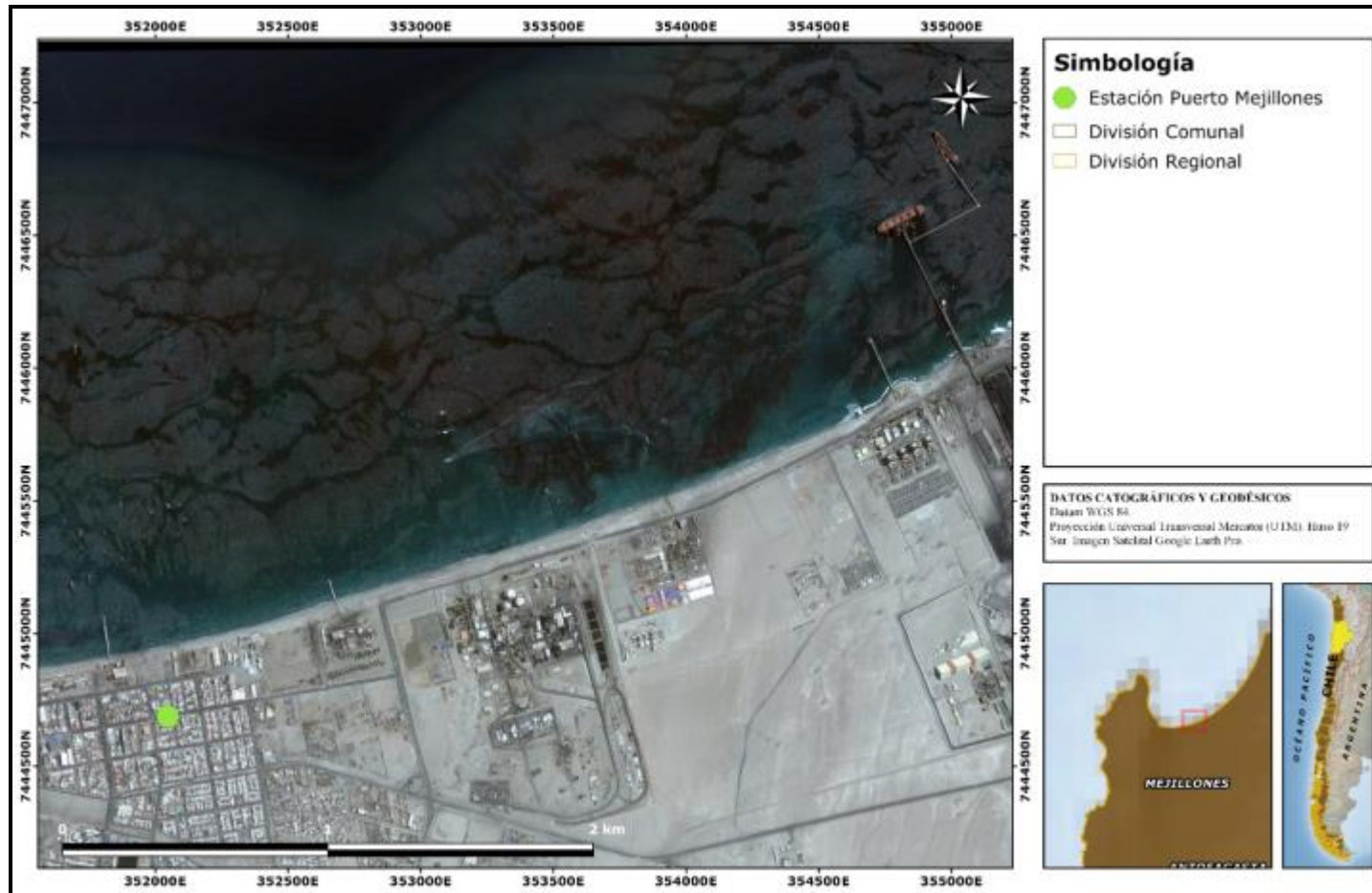
**Tabla N° 1**  
**Identificación Estaciones de monitoreo**

<b>Estación</b>	<b>Coordenadas UTM</b>	
	<b>Norte</b>	<b>Este</b>
<b>Estación Puerto Mejillones</b>	7.444.688	352.047

A continuación, en la Figura N° 1 se presenta la ubicación espacial de la Estación Puerto Mejillones.

<sup>d</sup> Coordenadas utilizando como referente Datum: WGS84 y Huso: 19-K  
**Informe Resultados N° 48 MCA033-17, Campaña de Monitoreo de material particulado MP-10. Proyecto Puerto Mejillones**  
Versión 1

**Figura N° 1**  
**Ubicación Espacial de las Estaciones de Monitoreo**





### **3.3 Materiales y equipos utilizados**

El muestreador de MP-10 High Vol, Venturi P7014 X, está instalado sobre el techo de una sede social, a más de 2 metros desde el suelo. Los colectores de muestra de MP-10 están instalados en una zona libre de elementos naturales y artificiales que pudieran alterar las concentraciones.

A continuación, en la Fotografía N° 1 y Fotografía N° 2 se presenta el Muestreador de la Estación Puerto Mejillones, desde el exterior y desde el interior.

**Fotografía N° 1**  
**Muestreador MP-10, Estación Puerto Mejillones (exterior)**



**Fotografía N° 2**  
**Muestreador MP-10, Estación Puerto Mejillones (interior)**



### 3.4 Metodología de muestreo y Análisis

El material particulado respirable MP-10 se determina mediante la instalación de un muestreador de alto volumen, en el cual se expone un filtro de muestreo durante 24 horas. Dicho filtro es pesado previamente en condiciones estándar de temperatura y humedad, siguiendo la metodología establecida por la normativa ambiental vigente y la *USEPA*.

Una vez terminado el muestreo, el filtro se retira del monitor y es pesado nuevamente en idénticas condiciones estándar a las consideradas en el pesaje inicial, para así obtener, mediante diferencia de peso, la concentración de material particulado respirable MP-10 medido durante las 24 horas del muestreo.

Durante la campaña, se consideró la exposición de cada filtro con una frecuencia de cada 3 días, de esta forma se obtuvo un total de 9 muestreos durante el mes de Febrero 2021, cumpliendo así con el estándar establecido por el D.S. N° 20 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), que establece en su Artículo 6 lo siguiente: *"el monitoreo se deberá efectuar a lo menos una vez cada tres días y realizarse en concordancia con los requerimientos para instalación, calibración y operación de los equipos de muestreo y análisis, aprobados por el Servicio de Salud competente"*.

Luego del monitoreo de material particulado respirable MP-10, se realizó análisis químico de metales Plomo (Pb), Zinc (Zn) y Cobre (Cu) a cada filtro, el cual, se realizó mediante la técnica de absorción atómica, basada en el método EPA-3050 B.

En el caso del Plomo, los resultados obtenidos fueron comparados con el límite máximo establecido en el D.S. N° 136/00 del MINSEGPRES, el cual corresponde a  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . Para el caso del Zinc, las concentraciones máximas diarias se compararon con límite de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (norma canadiense, Ontario) y la media anual con el límite de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (norma boliviana). Para el cobre no se utilizará norma de referencia para su comparación.

### 3.5 Fechas de muestreo y medición

Los muestreos de material particulado respirable MP-10 correspondieron a los días: 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21, 24 y 27 de Febreo 2021.

Respecto a las fechas en que se realizaron los análisis, pueden observarse en el ANEXO IV.

## 3.6 Normativa Aplicable

### 3.6.1 Decreto 61/2008

El DTO. N° 61 de 2008 del Ministerio de Salud, aprueba el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos; y se aplica a las condiciones de instalación y funcionamiento de las estaciones de medición de contaminantes atmosféricos, para efectos de que sus mediciones sean consideradas válidas para la autoridad respectiva.

Toda instalación destinada a la verificación del cumplimiento de una norma primaria de calidad de aire y que deba ser calificada como de representación poblacional por la autoridad sanitaria, debe ser instalada considerando los criterios establecidos en las normas primarias de calidad de aire vigente.

De acuerdo a lo establecido en la norma, los datos deben ser validados por el personal autorizado. En caso de existir datos inválidos o datos perdidos, éstos se deberán informar en una base o planilla diferente a la de los datos válidos, creada para tal efecto, que contenga solamente los códigos de aquellas horas o días en que se produjo la invalidación o pérdida de la información. En ella los datos inválidos o perdidos serán remplazados por los códigos presentados en el ANEXO I.

### 3.6.2 Material Particulado Respirable MP-10

D.S. 20/2013 del Ministerio de Medio Ambiente modificado por el D.S. 57/2013 del Ministerio de Medio Ambiente: Norma de calidad primaria para material particulado respirable MP-10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia y deroga decreto N°59, de 1998, de Ministerio Secretaría General de la Presidencia, establece la norma primaria de calidad del aire para MP-10 como concentración de 24 horas en  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

Se considerará superada la norma de calidad del aire para MP-10 como concentración de 24 horas cuando el valor del percentil 98 de los valores de 24 horas, medidos durante 1 año calendario, supere el valor  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

Según lo definido en los Considerando del Decreto Supremo D.S N°59, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Comisión de Medio Ambiente. Establece Norma de calidad Primaria para material particulado respirable MP10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.

Es importante mencionar que a contar del 17 de Noviembre de 2015, entró en vigencia el Decreto N°59 del Ministerio del Medio Ambiente, modificado por la sentencia S/N del Segundo Tribunal Ambiental, el cual anula el decreto supremo N°20, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente.

El límite como concentración de 24 horas establecido por el Decreto N°59 es de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , y se considerará superado cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas medidas en un año calendario sean superiores al valor indicado en la norma.

El límite como concentración anual es de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , y se considerará superado cuando el promedio de tres años calendarios consecutivos sea mayor o igual al valor indicado en la norma.

En el caso del plomo, los resultados obtenidos se comparan con el límite máximo establecido en el D.S. N° 136/00 del MINSEGPRES, el cual corresponde a  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . Para el caso del Zinc, las concentraciones máximas diarias se comparan con límite de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (norma canadiense, Ontario) y la media anual con el límite de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (norma boliviana). Para el cobre no se utiliza norma de referencia para su comparación.

## 4 Resultados

### 4.1 Material Particulado Respirable MP-10

Los resultados obtenidos durante el mes de monitoreo son presentados en la Tabla N° 2. Posteriormente, estos valores son representados en el Gráfico N° 1.

**Tabla N° 2<sup>e</sup>**  
**Concentración Diaria de MP-10**  
**Estación Puerto Mejillones, Febrero 2021**

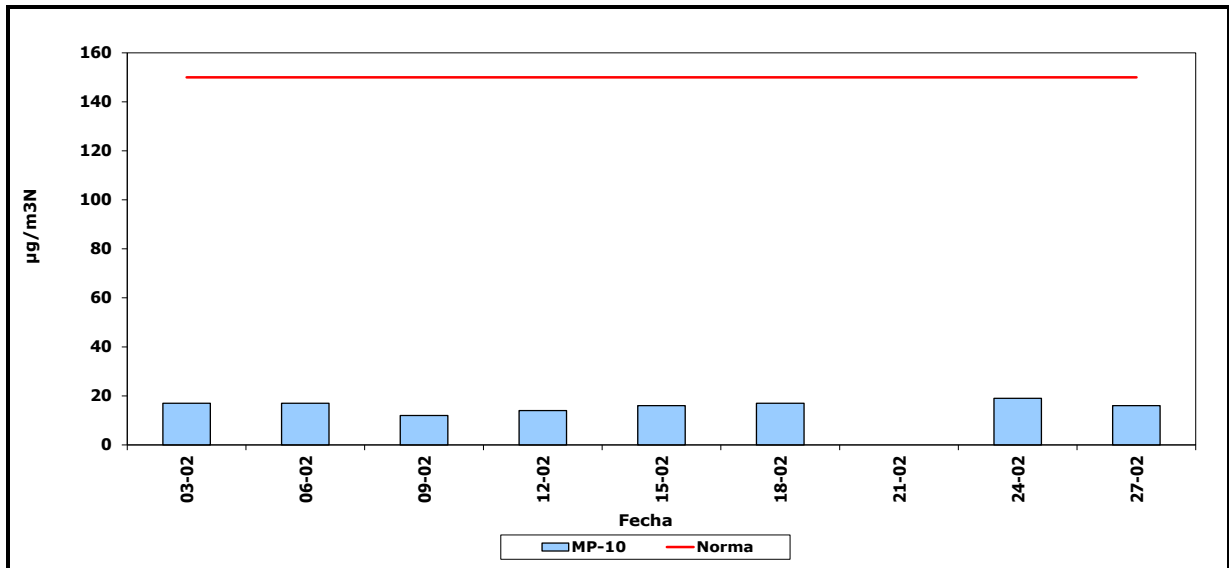
N°	Fecha	Tiempo muestreo (hrs)	Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
1	03/02/2021	22,91	17
2	06/02/2021	22,49	17
3	09/02/2021	24,00	12
4	12/02/2021	22,40	14
5	15/02/2021	21,91	16
6	18/02/2021	24,03	17
7	21/02/2021	-	2.a
8	24/02/2021	23,31	19
9	27/02/2021	23,50	16
<b>Promedio</b>			<b>16</b>
<b>Máximo</b>			<b>19</b>
<b>Mínimo</b>			<b>12</b>
<b>Norma<sup>f</sup></b>			<b>150 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}</math></b>

De acuerdo a lo presentado en la Tabla N° 2, la concentración registrada durante Febrero 2021 alcanzó un valor máximo de 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  el día 24 de Febrero de 2021; un valor promedio mensual de 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y un valor mínimo de 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  el día 09 de Febrero de 2021.

<sup>e</sup> El monitoreo correspondiente al día 21 de febrero queda inválido por falla de energía en la estación.

<sup>f</sup> D.S N°59, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Comisión de Medio Ambiente. Establece Norma de calidad Primaria para material particulado respirable MP10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.

**Gráfico N° 1<sup>9</sup>**  
**Concentración de Material Particulado Respirable MP-10**  
**Estación Puerto Mejillones, Febrero 2021**



La Tabla con el detalle de los valores diarios de concentración de MP-10 se muestra en el ANEXO II de este documento.

<sup>9</sup> El monitoreo correspondiente al día 21 de febrero queda inválido por falla de energía en la estación.

## 4.2 Análisis Químicos de Filtros

Los filtros de Material Particulado MP-10 fueron analizados para Zinc, Cobre y Plomo, para determinar la presencia de dichos elementos en el ambiente. Los resultados obtenidos del análisis se presentan en la Tabla N° 3.

**Tabla N° 3<sup>h</sup>**  
**Concentración Diaria de Zinc, Cobre y Plomo**  
**Estación Puerto Mejillones, Febrero 2021**

Fecha	Zinc	Norma <sup>i</sup>	Cobre	Norma	Plomo	Norma <sup>j</sup>
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
<b>03/02/2021</b>	0,011	120	0,021	-	<0,0003	0,5
<b>06/02/2021</b>	0,009	120	0,015	-	<0,0003	0,5
<b>09/02/2021</b>	0,007	120	0,008	-	<0,0003	0,5
<b>12/02/2021</b>	0,007	120	0,012	-	<0,0003	0,5
<b>15/02/2021</b>	0,017	120	0,014	-	0,021	0,5
<b>18/02/2021</b>	0,018	120	0,011	-	0,019	0,5
<b>21/02/2021</b>	2.a	120	2.a	-	2.a	0,5
<b>24/02/2021</b>	0,015	120	0,018	-	0,012	0,5
<b>27/02/2021</b>	0,015	120	0,015	-	0,012	0,5

<sup>h</sup> El monitoreo correspondiente al día 21 de febrero queda inválido por falla de energía en la estación.

<sup>i</sup> Ambient Air Quality Criteria, Ontario. Standards Development Branch Ontario Ministry of the Environment. April 2012.

<sup>j</sup> D.S. 136/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece norma de calidad primaria para plomo en el aire.



## 5 Discusiones

### 5.1 Norma Primaria de Calidad de Aire para Material Particulado Respirable MP-10 al mes de Febrero 2021, Estación Puerto Mejillones

En la Tabla N° 4 se presenta un resumen de las concentraciones de Material Particulado Respirable MP-10 calculados durante un año calendario.

**Tabla N° 4**  
**Concentración de MP-10 y Norma a comparar**  
**Estación Puerto Mejillones, Enero -2014 – Febrero 2021**

Gas Monitoreado	Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )		
	Estadístico	Promedio del Periodo	Percentil 98 de los promedios diarios
MP-10	Norma ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	50 <sup>k</sup>	150 <sup>l</sup>
	Año 2014	27	58
	Año 2015	25	47
	Año 2016	22	40
	Año 2017	22	36
	Año 2018	20	46
	Año 2019	20	38
	Año 2020	19	34
	Año 2021 <sup>m</sup>	18	28

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2014, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 46% del valor límite permisible.

<sup>k</sup> D.S. N° 59/1998 de Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

<sup>l</sup> D.S N°59, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Comisión de Medio Ambiente.

<sup>m</sup> Periodo 2021 es referencial, ya que el año se encuentra en curso.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero - Diciembre 2015, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 50% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente de Enero a Diciembre 2016, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 56,0% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente de Enero - Diciembre 2017, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 56,0% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente de Enero - Diciembre 2018, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 60% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente de Enero - Diciembre 2019, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 60% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente de Enero - Diciembre 2020, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 62% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente de Enero - Febrero 2021, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 64% del valor límite permisible.

---

<sup>n</sup> No se considera el mes de Agosto 2017, ya que menos del 75% de los monitoreos fue válido.

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo Enero – Diciembre 2014, éste alcanza los  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 61,3% de la norma establecida por el D.S. N° 20/2013 del ministerio de medio ambiente ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo Enero – Diciembre 2015, éste alcanza los  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 68,7% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo de Enero a Diciembre 2016, éste alcanza los  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 73,3% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo de Enero – Diciembre 2017, éste alcanza los  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 76% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )<sup>n</sup>.

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo de Enero – Diciembre 2018, éste alcanza los  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 69% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo de Enero – Diciembre 2019, éste alcanza los  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 74,7% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo de Enero - Diciembre 2020, éste alcanza los  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 77,3% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo de Enero – Febrero 2021, éste alcanza los  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 81,3% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

El Gráfico N° 2 muestra la evolución de las concentraciones mensuales de material particulado respirable MP-10, monitoreadas durante el año 2014 y hasta Febrero 2021.

En Diciembre de 2016 se cumplieron tres años calendario sucesivos de monitoreo, de acuerdo a la norma tri-anual para el promedio del periodo 2014-2016, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación del límite de concentración de material particulado respirable MP-10 establecido en dicha norma ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), siendo el promedio del periodo monitoreado de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 50,0% del valor límite permisible.

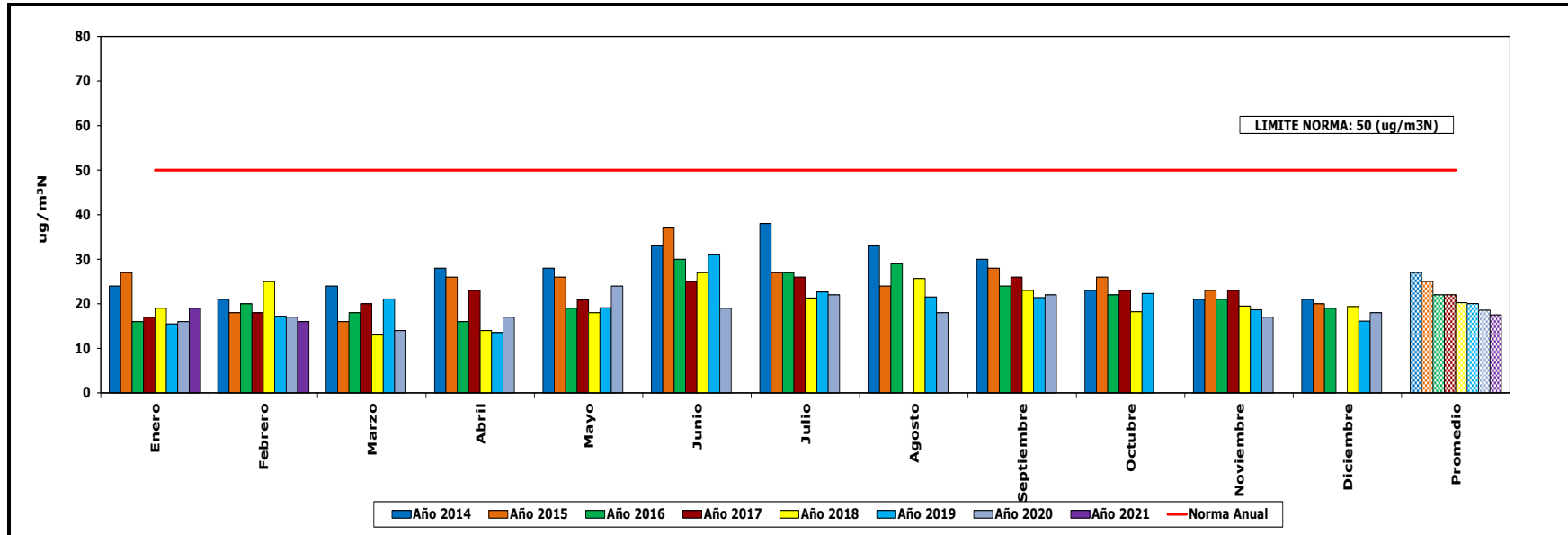
En Diciembre de 2017 se cumplen tres años calendario sucesivos de monitoreo, de acuerdo a la norma tri-anual para el promedio del periodo 2015-2017, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación del límite de concentración de material particulado respirable MP-10 establecido en dicha norma ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), siendo el promedio del periodo monitoreado de  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 54,0% del valor límite permisible.

En Diciembre de 2018 se cumplen tres años calendario sucesivos de monitoreo, de acuerdo a la norma tri-anual para el promedio del periodo 2016-2018, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación del límite de concentración de material particulado respirable MP-10 establecido en dicha norma ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), siendo el promedio del periodo monitoreado de  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 58,0% del valor límite permisible.

En Diciembre de 2019 se cumplen tres años calendario sucesivos de monitoreo, de acuerdo a la norma tri-anual para el promedio del periodo 2017-2019, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación del límite de concentración de material particulado respirable MP-10 establecido en dicha norma ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), siendo el promedio del periodo monitoreado de  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 58,0% del valor límite permisible.

En Diciembre de 2020 se cumplen tres años calendario sucesivos de monitoreo, de acuerdo a la norma tri-anual para el promedio del periodo 2018-2020, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación del límite de concentración de material particulado respirable MP-10 establecido en dicha norma ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), siendo el promedio del periodo monitoreado de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 60,0% del valor límite permisible.

**Gráfico N° 2°**  
**Concentraciones Mensuales de MP-10, Estación Puerto Mejillones**



En ANEXO III se presenta certificado del laboratorio que realiza los monitoreos.

° No se considera el mes de agosto y diciembre de 2017, y octubre de 2020 por no contar con el 75% de los datos válidos.

## 5.2 Norma boliviana para Zinc

En la Tabla N° 5 se presenta un resumen de las concentraciones de zinc, calculados durante un año calendario.

**Tabla N° 5**  
**Concentración de Zinc y Norma a comparar**  
**Estación Puerto Mejillones, Enero -2014 – Febrero 2021**

Metal Monitoreado	Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	
	Estadístico	Promedio del Periodo
Zinc	Norma ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	50 <sup>p</sup>
	Año 2014	0,019
	Año 2015	0,030
	Año 2016	0,013
	Año 2017	0,017
	Año 2018	0,017
	Año 2019	0,016
	Año 2020	0,015
	Año 2021 <sup>q</sup>	0,011

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2014, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,019 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,96% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2015, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,030 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,94% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2016, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,013 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,97% del valor límite permisible.

<sup>p</sup> Decreto Supremo N° 24176, 1995. Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, Bolivia.

<sup>q</sup> Periodo referencial, ya que el año se encuentra en curso.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2017, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,017 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,96% del valor límite permisible<sup>r</sup>.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2018, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,017 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,96% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2019, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,016 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,97% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2020, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,015 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,97% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Febrero 2021, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,011 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,98% del valor límite permisible.

---

<sup>r</sup> No se considera el mes de Agosto 2017, ya que menos del 75% de los monitoreos fue válido.

### 5.3 Análisis Químico de Filtros

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Febrero 2021, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de los valores establecidos por norma<sup>s</sup> para Zinc, la máxima concentración fue de 0,018  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  el día 18 de Febrero inferior en un 99,98% al valor establecido en la norma (120  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Febrero 2021, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de los valores establecidos por norma<sup>t</sup> para Plomo (0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), siendo la máxima concentración de 0,021  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  el día 15 de febrero inferior en un al valor 95,8% establecido en la norma.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Febrero 2021, en la Estación Puerto Mejillones la concentración de Cobre, alcanzó un valor máximo de 0,021  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  el día 03 de Febrero 2021; un valor promedio mensual de 0,014  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y un valor mínimo de 0,0074  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  los días 09 y 12 de Febrero 2021.

---

<sup>s</sup> Ambient Air Quality Criteria, Ontario. Standards Development Branch Ontario Ministry of the Environment. April 2012.

<sup>t</sup> D.S. 136/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece norma de calidad primaria para plomo en el aire.



## 6 Conclusiones

### 6.1 Norma Primaria de Calidad de Aire para Material Particulado Respirable MP-10 al mes de Febrero 2021 Estación Puerto Mejillones

Durante los períodos 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021<sup>u</sup>, en ninguno de éstos se ha superado el D.S. N° 59, tanto para los promedios anuales como el percentil 98 de los promedios diarios.

Además, desde el período 2014, se observa una baja sistemática en los promedios de cada período antes mencionados y en los valores de percentil 98 de los promedios diarios.

En el año 2014, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Noviembre el mes con más concentración de MP-10.

En el año 2015, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Julio el mes con más concentración de MP-10.

En el año 2016, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Julio el mes con más concentración de MP-10.

En el año 2017, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Julio y Agosto los meses con más concentración de MP-10.

En el año 2018, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Junio y Agosto los meses con más concentración de MP-10.

En el año 2019, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Junio y Julio los meses con más concentración de MP-10.

---

<sup>u</sup> Período es referencial, ya que el año se encuentra en curso.

En el año 2020, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo mayo el mes con más concentración de MP-10.

## **6.2 Norma boliviana para Zinc**

Las concentraciones obtenidas en los períodos 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021<sup>v</sup> no alcanzan a ser el 1% del valor indicado en el DS N° 24176/95 de la República de Bolivia.

En el año 2015 se obtuvo la mayor concentración, con un valor de 0,030  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , mientras que en el año 2021<sup>v</sup> se obtuvo la menor concentración, con un valor de 0,011  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

---

<sup>v</sup>Periodo es referencial, ya que el año se encuentra en curso.

## 7 Referencias

- BOLIVIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. *Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica*. D.S. N° 24176. 1995
- CANADÁ. MINISTRY OF THE ENVIRONMENT. *Ambient Air Quality Criteria*. Ontario, 2012.
- CHILE, MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. *Establece norma de calidad primaria para plomo en el aire*. D.S. N° 136. Santiago 2000
- CHILE, MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. *Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP-10, En Especial de los valores que definen Situaciones de Emergencia y Deroga Decreto N°20, de 2013 con fecha 17 de Noviembre 2015*. DTO. N°59. Santiago 1998.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD. *Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos*. DTO. N°61. Santiago 2008.
- <https://tisch-env.com/wp-content/uploads/2015/06/TE-6000-Series-PM10-Manual.pdf>

# **ANEXO I NOMENCLATURA PARA INVALIDACIÓN O PÉRDIDA DE DATOS SEGÚN DTO, N° 61**

## CÓDIGOS UTILIZADOS

Código	Significado	Justificación
2.a	Dato inválido	Por falla de energía
2.b	Dato inválido	Por falla de equipo
2.c	Dato inválido	Fuera de rango de temperatura de operación
2.d	Dato inválido	Por cambio de equipo
2.e	Dato inválido	Por mantención en terrero
2.f	Dato inválido	Por tiempo mínimo de muestreo
2.g	Dato inválido	Por exceso de tiempo de muestreo
2.h	Dato inválido	Valor fuera de rango
3.a	Sin dato	Por falla general de equipo
3.b	Sin dato	Por precipitación

## **ANEXO II**

### **TABLAS DE MATERIAL PARTICULADO MP-10**

**TABLA DETALLES DE MONITOREO DE MP-10, ESTACIÓN PUERTO MEJILLONES  
FEBRERO 2021  
UNIDAD:  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$**

Nº de Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fecha	03/02	06/02	09/02	12/02	15/02	18/02	21/02	24/02	27/02
Nº Filtro	9849654	9849655	9849656	9849657	9849658	9849659	9849660	9849661	9849662
P.inicial (g)	4,4786	4,4890	4,4874	4,4961	4,5143	4,5052		4,4991	4,5280
P.final (g)	4,5058	4,5155	4,5068	4,5173	4,5385	4,5342		4,5303	4,5539
Polvo ( $\mu\text{g}$ )	27200	26500	19400	21200	24200	29000		31200	25900
Hor.inicial	23827,10	23850,01	23872,50	23896,50	23918,90	23940,80		23970,20	23993,51
Hor. final	23850,01	23872,50	23896,50	23918,90	23940,81	23964,83		23993,51	24017,01
Tiempo (horas)	23	22	24	22	22	24		23	24
Presion Inicial (plg H2O)	16,8	16,8	16,8	16,9	16,7	17,0		16,9	16,8
Presion Final (plg H2O)	17,4	18,1	18,2	18,0	18,2	17,0		18,1	18,1
Temperatura Inicial ( $^{\circ}\text{C}$ )	23,0	21,0	23,0	22,0	21,0	23,0		24,0	22,0
Temperatura Final ( $^{\circ}\text{C}$ )	21,0	23,0	22,0	21,0	23,0	22,0		22,0	21,0
Presion Estacion (mmHg)	758,8	758,8	758,8	758,8	758,8	758,8		758,8	758,8
Temperatura Estacion ( $^{\circ}\text{C}$ )	21,3	23,6	23,3	25,8	20,7	22,3		22,2	23,1
Po/Pa Inicial	0,959	0,959	0,959	0,958	0,959	0,958		0,958	0,959
Po/Pa Final	0,957	0,955	0,955	0,956	0,955	0,958		0,955	0,955
Qa Inicial (m3/min)	1,157	1,153	1,157	1,154	1,153	1,156		1,157	1,155
Qa Final (m3/min)	1,151	1,152	1,150	1,150	1,151	1,154		1,150	1,148
Qa (Tabla) (m3/min)	1,154	1,152	1,153	1,152	1,152	1,155		1,154	1,152
Qa std (Tabla) (m3N/min)	1,166	1,156	1,158	1,147	1,167	1,163		1,163	1,157
Vol. Muestreado (m3)	1586	1555	1661	1548	1514	1665		1613	1624
Vol. Corregido (m3N)	1603	1560	1668	1541	1534	1677		1626	1632
<b>Conc. De Polvo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	17	17	12	14	16	17	2.a	19	16
<b>Conc. De Polvo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}</math>)</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>2.a</b>	<b>19</b>	<b>16</b>

Fecha	Funcionamiento	MP-10
03/02/2021	22,91	17
06/02/2021	22,49	17
09/02/2021	24,00	12
12/02/2021	22,40	14
15/02/2021	21,91	16
18/02/2021	24,03	17
21/02/2021	-	2.a
24/02/2021	23,31	19
27/02/2021	23,50	16

## **ANEXO III CERTIFICADO LABORATORIO**



acreditación



El Instituto Nacional de Normalización, INN, certifica que:

**ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SpA**

**LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO**

ubicado en Seminario N°180, Providencia, Santiago

ha renovado su acreditación en el Sistema Nacional de Acreditación del INN, como

**Laboratorio de ensayo**

**según NCh-ISO/IEC 17025:2017**

en el área Química para dispositivos de contaminación atmosférica, con el alcance indicado en anexo.

Primera acreditación: 26 de noviembre de 2012

Vigencia de la Acreditación Desde : 26 de octubre de 2020  
Hasta : 26 de octubre de 2025

Santiago de Chile, 26 de octubre de 2020

Este Certificado tiene firma electrónica. Ver última página de este documento.  
Para una adecuada visualización del documento en formato PDF o para su impresión, se recomienda abrirlo utilizando un navegador.

**Eduardo Ceballos Osorio**  
Jefe de División Acreditación

**Sergio Toro Galleguillos**  
Director Ejecutivo



**ACREDITACION LE 1079**

F407-01-30 v02

LAS CONDICIONES BAJO LAS CUALES RIGE ESTA ACREDITACIÓN ESTAN DETALLADAS EN EL ACTA DE COMPROMISO



LE 1079  
Anexo

**ALCANCE DE LA ACREDITACION DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO DE ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SpA, SANTIAGO, COMO LABORATORIO DE ENSAYO**

**AREA : QUIMICA PARA DISPOSITIVOS DE CONTAMINACION ATMOSFERICA**  
**SUBAREA : QUIMICA PARA FILTROS Y MATERIAL PARTICULADO**

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Aluminio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Arsénico	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3114-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica -Generación de hidruros	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Berilio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Cadmio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Calcio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Cinc	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Cobalto	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)

F407-01-30 v02

1/3



LE 1079  
Anexo

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Cobre	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Cromo	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Estaño	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Hierro	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Manganeso	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Mercurio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3112-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica -Vapor Frío	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Molibdeno	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Níquel	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B.	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)

F407-01-30 v02

2/3



LE 1079  
Anexo


Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
	Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	
Pesaje de filtros	ILAB-F/01 rev.10 Basado en EPA 1990 Code Federal Regulations Part 50, APP J Ed. 1997. Método EPA 40 CFR, Parte 50, Apéndice J Gravimetría	Filtros PM-10, PM-2,5, FM-100
Pesaje de Material particulado Sedimentable	MLAB-S/03 rev.04 Basado en EPA 1990 Code Federal Regulations Part 50, APP J Ed. 1997. Método EPA 40 CFR, Parte 50, Apéndice J Gravimetría	Material particulado sedimentable (MPS)
Plomo	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Selenio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3114-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica -Generación de hidruros	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Sodio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Vanadio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)

F407-01-30 v02

3/3

<b>CESMEC S.A. - Una Empresa Bureau Veritas</b> <b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> Laboratorio de Calibración Acreditado en la Magnitud Masa		
Certificado de Calibración: <b>SML- 25251</b> Fecha de Emisión: 2020/09/15    Orden de Trabajo: 502603		
<b>DATOS DEL CLIENTE Y DEL INSTRUMENTO</b>		
Cliente: <b>ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA</b> Dirección: <b>Seminario N°180, Providencia</b> Descripción del Item: <b>Balanza Analítica</b> Marca: <b>Sartorius</b> Modelo: <b>LA130 S-F</b> Serie y/o Código interno: <b>23408300 / E-002</b> Sello de Calibración: <b>A-66115</b>		
<b>DATOS DE TRAZABILIDAD</b>		
Patrón Utilizado: <b>Masas de 1mg a 100g</b> Número Identificación: <b>MR1-4</b> Marca: <b>SARTORIUS</b> Modelo: <b>N/A</b> Certificado de Calibración: <b>DKM-4880</b> Próxima Calibración del Patrón: <b>22/04/2021</b> Clase: <b>E2</b> Emitido por: <b>LCPN-M</b> Trazabilidad Inmediata: <b>LCPN-M</b>		
<b>DATOS DE CALIBRACIÓN</b>		
Ubicación: <b>Laboratorio de Filtros</b> Condiciones ambientales: <b>19,9 ± 2 °C</b> <b>39 ± 15 % hr</b> Método / Procedimiento: <b>PCE/131/700-103.Rev08</b> Fecha de Calibración: <b>04 de septiembre de 2020</b>		
<p>Los patrones utilizados en la calibración cuentan con trazabilidad a patrones nacionales y/o Internacionales los que a su vez están referidos a patrones primarios de acuerdo al Sistema Internacional (SI).</p> <p>El Laboratorio de Calibración posee la competencia técnica y cumple con las exigencias de la Norma NCh-ISO 17025 "Requisitos generales para la competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración".</p> <p>Los resultados de la calibración están referidos al momento y condiciones en las cuales fueron efectuadas las mediciones.</p> <p>Los resultados obtenidos sólo están relacionados a los ítems calibrados.</p> <p>Este Certificado de Calibración no puede ser reproducido total o parcialmente, excepto con el permiso del Laboratorio emisor.</p> <p>El Laboratorio no asume responsabilidad por daños posteriores a la calibración, ocasionados por el mal empleo del instrumento o patrón.</p>		
 <b>Roberto Rojas S.</b> Coordinador Masa Terreno - División de Metrología		

<b>CESMEC S.A. - Una Empresa Bureau Veritas</b> <b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> Laboratorio de Calibración Acreditado en la Magnitud Masa							
Certificado de Calibración: <b>SML- 25251</b>							
Descripción del Item	Balanza Analítica						
Capacidad Máxima	150 (g)						
Capacidad Mínima	--						
Intervalo de división de escala (d/dd)	0,0001 (g)						
Intervalo de Verificación de Escala (e)	0,0010 (g)						
Clase de Exactitud	1 (I)						
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN							
<b>Resultados (g)</b>							
<b>Ensayo de Excentricidad</b> N/A							
Posición	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	Diferencia	Error Máximo Permissible
Indicación inicial	--	--	--	--	--	--	± --
Indicación Final	--	--	--	--	--	--	± --
<b>Ensayo de Pesaje con carga distribuida ( linealidad )</b>							
Valor Nominal	Error Inicial	Error Final	Incertidumbre	Error Máximo Permissible			
0,02	0,0000	0,0000	0,0001	± 0,0010			
0,1	0,0002	0,0000	0,0001	± 0,0010			
0,5	0,0001	0,0002	0,0001	± 0,0010			
1	-0,0002	0,0000	0,0001	± 0,0010			
5	0,0000	0,0001	0,0001	± 0,0010			
10	0,0002	0,0001	0,0001	± 0,0010			
20	0,0001	0,0000	0,0001	± 0,0010			
50	0,0009	0,0002	0,0001	± 0,0010			
100	0,0012	0,0005	0,0001	± 0,0020			
150	0,0006	0,0003	0,0001	± 0,0020			
<b>Ensayo de Repetibilidad</b>							
Valores obtenidos					Diferencia	Error Máximo	
0,0200	0,0201	0,0201	0,0200	0,0200	0,0001	± 0,0010	
100,0000	100,0001	100,0001	100,0001	100,0000	0,0001	± 0,0020	
<b>Ensayo de Discriminación - Sensibilidad</b>							
Carga	Sobrecarga	Indicación	Mínimo Permissible				
100,0000	0,0010	100,0010	100,0010				
<b>Ensayo de Restitución de Cero</b>							
Indicación	Error Máximo Permissible						
0,0000	± 0,0010						
La incertidumbre expandida ha sido estimada multiplicando la incertidumbre estándar por un factor de cobertura k = 2. El valor del mensurando se encuentra razonablemente dentro del intervalo indicado de valores, con una probabilidad de aproximadamente 95%							
<b>Observaciones:</b>							
Los resultados de la calibración del instrumento identificado, cumplen con los principales requerimientos metroológicos establecidos en el Capítulo 3 puntos 3.5.1 y 3.5.2, Recomendación Internacional OIML R76-1. - Organización Internacional de Metrología Legal.-							

<b>CESMEC S.A. - Una Empresa Bureau Veritas</b> <b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>Laboratorio de Calibración Acreditado en la Magnitud Masa</b>	
Certificado de Calibración:	<b>SML- 25251</b>
<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. El presente certificado de calibración corresponde a un documento oficial y original, emitido por la División de Metrología de CESMEC S.A. Para verificar su autenticidad, visite el sitio web <a href="http://www.cesmec.cl/cgi-bin/verificar.cgi">http://www.cesmec.cl/cgi-bin/verificar.cgi</a></li><li>2. Los métodos de muestreo que emplea CESMEC S.A. se basan en sistemas estadísticos reconocidos internacionalmente; sin embargo, dichos sistemas no pueden alcanzar un 100% de exactitud y conllevan un mínimo margen de error que no puede ser imputado a CESMEC S.A.</li><li>3. El uso, alcance o valor estadístico que se de a este documento no podrá ser otro que aquel expresamente establecido en su texto</li></ol>	
<b>Santiago</b> Avda. Marathon N° 2595, Macul Fono: 2350 2100 Fax: 2384 135 <a href="http://www.cesmec.cl">www.cesmec.cl</a>	
 <b>CESMEC</b>	

3 de 3

Página 1 de 3  
N° 1840-IT-2020



HERNANDO DE MAGALLANES # 826 OF. 2 Y 3  
LAS CONDES - SANTIAGO - CHILE  
FONO: 2015700 FAX: 2208559  
Email: provinco@provinco.cl  
R.U.T.:99.548.410-2

**INFORME DE SERVICIO CORRESPONDIENTE A MANTENCIÓN PREVENTIVA ANUAL A ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA GBC MODELO XPLORAA S/N A7083 DE PROPIEDAD DE ASESORIAS ALGORITMOS LTDA.**

FECHA : 08 Julio 2020  
INSTRUMENTO : ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA GBC SENSAA S/N A7083  
PROPIETARIO : Algoritmos  
LOCALIDAD : Santiago  
RESPONSABLE : Sr. Carlos Fernández  
EFECTUADO POR : Ing. Servicio Sr. Luis Solís G.

**A) CONDICIONES INICIALES**

Instrumento funcionando.



Pruebas preliminares con lámpara de cobre con 4 mA, línea 324.7 nm, slit en 0.5 nm:

**PRUEBAS SIN LLAMA**

**PRUEBAS SIN LLAMA**

• Verificación de la estabilidad electrónica	: 0.000 ± 0.003	PASA
• Absorbancia registrada con filtro de 0,470 UA	: 0.478 UA	PASA
• Estabilidad sin llama	: 0,000 ± 0,0007	-----
• Lectura de corrección de fondo con filtro de absorbancia	: 0.000 ± 0,0027	-----
• Diferencia	: 0,000 ± 0,0020	PASA
• EHT obtenido con lámpara de Cu, 4 mA, 324.7 nm, slip 0.5 nm	: 358 V	PASA
• Escáner de longitud de onda para la línea principal del Cu	: 324.55 nm	PASA
• Verificación del ancho de slit en 0.2 nm	: 0.221 nm	PASA
• Verificación del ancho de slit en 0.5 nm	: 0.559 nm	PASA
• Verificación del ancho de slit en 1 nm	: 1.01 nm	PASA
• Ganancia para 5 ppm de Cu > 0.800 UA	: >0.800 UA	PASA

**B) SERVICIO EFECTUADO**

**1 sistemas Mecánicos:**

- Limpieza completa del gabinete y superficies internas y externas del espectrofotómetro.
- Aseo y lubricación de todas las partes móviles del soporte de lámpara. Se lubricó los pernos de alineamiento de lámparas.



Página 2 de 3  
N° 1840-IT-2020



HERNANDO DE MAGALLANES # 826 OF. 2 Y 3  
LAS CONDES - SANTIAGO - CHILE  
FONO: 2015700 FAX: 2208559  
Email: provinco@provinco.cl  
R.U.T.:99.548.410-2

- Aseo y lubricación de las partes móviles del compartimiento de lámpara de deuterio.
- Revisión y aseo del ventilador de las lámparas.
- Revisión y aseo del ventilador general del instrumento.
- Revisión del filtro y lavado
- Limpieza, lubricación y ajuste del sistema de posicionamiento del quemador.

#### 2 Sistemas Ópticos:

- Limpieza de las ventanas de cuarzo.
- Aseo y revisión del chopper y de los sensores ópticos del chopper.
- Lavado completo de la óptica.
- Control de sensibilidad y energía según especificaciones de fábrica.
- Óptica oxidada, Soporte de lámpara de igual forma.

#### 3 Sistemas Eléctricos y Electrónicos:

- Aseo del compartimiento electrónico y tarjetas electrónicas.
- Revisión y limpieza de todos los contactos y conectores eléctricos, tanto del panel electrónico como del gabinete de lámparas. Se prestó especial cuidado con los conectores de señales y de alto voltaje.
- Revisión de sistema de encendido automático (ignitor). Debe hacer actualización.
- Revisión de la fuente de lámpara de deuterio y fuente de lámpara de cátodo hueco.

#### 4 Sistemas neumáticos:

- Aseo completo y revisión del módulo de control de gases. Chequeo de ruido después de mantención no esta presente.
- Revisión de válvulas de control de flujo de gases y de motores de paso de control de gases (sin ajustes).
- Aseo completo de la Cámara de Nebulización.
- Revisión, limpieza y optimización del nebulizador.
- Se debe cambia mangueras de suministro de gases

#### C) TEST GENERAL AL ESPECTROFOTÓMETRO.

##### PRUEBAS SIN LLAMA

• Verificación de la estabilidad electrónica	: 0.000 ± 0.0008	PASA
• Absorbancia registrada con filtro de 0,470 UA	: 0.474 UA	PASA
• Estabilidad sin llama	: 0,000 ± 0,0021	-----
• Lectura de corrección de fondo con filtro de absorbancia	: 0.000 ± 0,0031	-----
• Diferencia	: 0,000 ± 0,0010	PASA
• EHT obtenido con lámpara de Cu, 4 mA, 324.7 nm, slip 0.5 nm	: 338 V	PASA
• Escáner de longitud de onda para la línea principal del Cu	: 324.78 nm	PASA
• Verificación del ancho de slit en 0.2 nm	: 0.222 nm	PASA

Página 3 de 3  
N° 1840-IT-2020



HERNANDO DE MAGALLANES # 826 OF. 2 Y 3  
LAS CONDES - SANTIAGO - CHILE  
FONO: 2015700 FAX: 2208559  
Email: provinco@provinco.cl  
R.U.T.:99.548.410-2

- Verificación del ancho de slit en 0.5 nm : 0.547 nm PASA
- Verificación del ancho de slit en 1 nm : 1.096 nm PASA

A. PRUEBAS CON LLAMA

**NOTA:** El fabricante garantiza que para un promedio de 10 lecturas de un estándar de 5 ppm de Cu, con tiempo de integración de 3 segundos, se obtendrá un mínimo de 0,800 unidades de absorbancia, con una desviación estándar relativa (RSD) menor que un 0,5%.

Label	Conc	Abs	RSD	Rep
Analysis - C:\Users\Acyma\Documents\Analysis1.a				
Method Cu				
Full Calibration		0.000		
Table Blank	1.000	1.000		
Standard 1				
5ppmCuA7083 julio 20	0.874	0.874	0.47	10

- Sensibilidad.

Se obtuvo un promedio de 0.874 unidades de absorbancia para un estándar de 5 ppm Certificado de Cu.

- Test de ruido.

El error porcentual de la medida, equivalente a la desviación estándar relativa (RSD) para las 10 réplicas de 5 ppm, resultó ser 0.047 %

D) OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES.

Se puede afirmar que el instrumento se encuentra en condiciones normales de operación, conforme con las exigencias de la fábrica.

LUIS SOLIS G.  
Servicio Técnico.

**INFORME DE ENSAYOS**  
**LSA211551**  
Fecha Emisión: 16/03/2021

**Nombre Cliente** : Puerto de Mejillones S.A  
**Dirección Cliente** : Avenida Costanera Norte 2800  
**Punto Muestreo** : Puerto Mejillones

**ID MUESTRA:** FV21207099  
**ID CLIENTE:** 9849662  
**TIPO MUESTRA:** Filtro PM-10 Fibra de vidrio



FV21207099

Gravimetría PM-10	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
Fecha ambientación	27/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:51		02/03/2021	Fecha
* Promedio Inicial	27/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 10:50		4.5280	g
* Promedio Final	27/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:51		4.5539	g
* Peso Material Particulado	27/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:51		0.0259	g

Metales AAS	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
* Cinc	27/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:51	0.296	24.912	µg
* Cobre	27/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:51	0.284	24.720	µg
* Plomo	27/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:51	0.488	19.163	µg

ID MUESTRA: FV21207098

ID CLIENTE: 9849661

TIPO MUESTRA: Filtro PM-10 Fibra de vidrio



FV21207098

Gravimetría PM-10	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
Fecha ambientación	24/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:50		02/03/2021	Fecha
* Promedio Inicial	24/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 10:50		4.4991	g
* Promedio Final	24/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:50		4.5303	g
* Peso Material Particulado	24/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:50		0.0312	g

Metales AAS	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
* Cinc	24/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:50	0.296	25.027	µg
* Cobre	24/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:50	0.284	29.455	µg
* Plomo	24/02/2021 00:00	02/03/2021 10:50	02/03/2021 12:50	0.488	19.252	µg

ID MUESTRA: FV21207096

ID CLIENTE: 9849659

TIPO MUESTRA: Filtro PM-10 Fibra de vidrio



FV21207096

Gravimetría PM-10	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
Fecha ambientación	18/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:58		26/02/2021	Fecha
* Promedio Inicial	18/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 12:20		4.5052	g
* Promedio Final	18/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:58		4.5342	g
* Peso Material Particulado	18/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:58		0.0290	g

Metales AAS	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
* Cinc	18/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:58	0.296	30.338	µg
* Cobre	18/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:58	0.284	18.817	µg
* Plomo	18/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:58	0.488	32.066	µg

ID MUESTRA: FV21207095

ID CLIENTE: 9849658

TIPO MUESTRA: Filtro PM-10 Fibra de vidrio



FV21207095

Gravimetría PM-10	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
Fecha ambientación	15/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:57		26/02/2021	Fecha
* Promedio Inicial	15/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 12:20		4.5143	g
* Promedio Final	15/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:57		4.5385	g
* Peso Material Particulado	15/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:57		0.0242	g

Metales AAS	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
* Cinc	15/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:57	0.296	26.130	µg
* Cobre	15/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:57	0.284	21.872	µg
* Plomo	15/02/2021 00:00	26/02/2021 12:20	26/02/2021 15:57	0.488	32.517	µg

ID MUESTRA: FV21207094

ID CLIENTE: 9849657

TIPO MUESTRA: Filtro PM-10 Fibra de vidrio



FV21207094

Gravimetría PM-10	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
Fecha ambientación	12/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:44		18/02/2021	Fecha
* Promedio Inicial	12/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 12:50		4.4961	g
* Promedio Final	12/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:44		4.5173	g
* Peso Material Particulado	12/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:44		0.0212	g

Metales AAS	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
* Cinc	12/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:44	0.296	10.422	µg
* Cobre	12/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:44	0.284	18.950	µg
* Plomo	12/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:44	0.488	< 0.488	µg

ID MUESTRA: FV21207093

ID CLIENTE: 9849656

TIPO MUESTRA: Filtro PM-10 Fibra de vidrio



Gravimetría PM-10	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
Fecha ambientación	09/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:43		18/02/2021	Fecha
✦ Promedio Inicial	09/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 12:50		4.4874	g
✦ Promedio Final	09/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:43		4.5068	g
✦ Peso Material Particulado	09/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:43		0.0194	g
Metales AAS	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
✦ Cinc	09/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:43	0.296	11.119	µg
✦ Cobre	09/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:43	0.284	14.134	µg
✦ Plomo	09/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:43	0.488	< 0.488	µg

ID MUESTRA: FV21207092

ID CLIENTE: 9849655

TIPO MUESTRA: Filtro PM-10 Fibra de vidrio



Gravimetría PM-10	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
Fecha ambientación	06/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:42		18/02/2021	Fecha
✦ Promedio Inicial	06/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 12:50		4.4890	g
✦ Promedio Final	06/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:42		4.5155	g
✦ Peso Material Particulado	06/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:42		0.0265	g
Metales AAS	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
✦ Cinc	06/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:42	0.296	13.971	µg
✦ Cobre	06/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:42	0.284	24.165	µg
✦ Plomo	06/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:42	0.488	< 0.488	µg

ID MUESTRA: FV21207091

ID CLIENTE: 9849654

TIPO MUESTRA: Filtro PM-10 Fibra de vidrio



FV21207091

Gravimetría PM-10	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
Fecha ambientación	03/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:41		18/02/2021	Fecha
* Promedio Inicial	03/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 12:50		4.4786	g
* Promedio Final	03/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:41		4.5058	g
* Peso Material Particulado	03/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:41		0.0272	g

Metales AAS	F. Muestreo	F. Recepción	F. Análisis	LD	Resultado	Unidad
* Cinc	03/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:41	0.296	18.395	µg
* Cobre	03/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:41	0.284	33.074	µg
* Plomo	03/02/2021 00:00	18/02/2021 12:50	18/02/2021 15:41	0.488	< 0.488	µg

**METODOLOGIAS**

**Gravimetría PM-10**

Fecha ambientación	ILAB-F/01 rev.08, Basado en EPA 40 CFR, Parte 50, Apéndice J
Promedio Inicial	ILAB-F/01 rev.08, Basado en EPA 40 CFR, Parte 50, Apéndice J
Promedio Final	ILAB-F/01 rev.08, Basado en EPA 40 CFR, Parte 50, Apéndice J
Peso Material Particulado	ILAB-F/01 rev.08, Basado en EPA 40 CFR, Parte 50, Apéndice J

**Metales AAS**

Cinc	ILAB-27 rev.00, Basado en EPA 3050-B, SM 3111-D	ILAB-27 rev.00, Basado en EPA 3050-B, SM 3111-B	ILAB-27 rev.00, Basado en EPA 3050-B, SM 3114-B
Cobre	ILAB-27 rev.00, Basado en EPA 3050-B, SM 3111-D	ILAB-27 rev.00, Basado en EPA 3050-B, SM 3111-B	ILAB-27 rev.00, Basado en EPA 3050-B, SM 3114-B
Plomo	ILAB-27 rev.00, Basado en EPA 3050-B, SM 3111-D	ILAB-27 rev.00, Basado en EPA 3050-B, SM 3111-B	ILAB-27 rev.00, Basado en EPA 3050-B, SM 3114-B

LD:Límite Detección

NOTA:

▲ Resultado fuera del rango especificado.

★ Análisis dentro del alcance de la Acreditación del laboratorio (Certificado INN LE-1078 al LE-1080)

El alcance de Acreditación no incluye el muestreo.

Los resultados obtenidos son válidos solo para las muestras analizadas, las cuales fueron muestreadas, identificadas y proporcionadas por el cliente.

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización de Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA

**Algoritmos**  
Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA.



**Sr. Aníbal Pacheco Oliva**  
Gerente Técnico ETFA  
Algoritmos SpA

 SISTEMA NACIONAL  
DE ACREDITACION  
INN • CHILE  
Acreditación I.F. 1078 a I.F. 1080



**Sr. Carlos Fernandez**  
Jefe Laboratorio  
Algoritmos SpA



## **ANEXO IV FICHAS DE REGISTRO FILTROS MONITOREADOS**

Algoritmos		Envío y Recepción de Filtros y/o Recuperados										FILAB-F-0102 Rev. 03 (05/20)		
Fecha envío a zona:												Tefón		
Enviada a (nombre):		Puerto Mejillones										Cuarzo		
Estación:		MCA033-17										Otro:		
Codigo Proyecto:		PM 10												
Tipo de Monitoreo:		PUERTO MEJILLONES S.A.												
Cliente:														
		Tipo Filtro :												
		<input checked="" type="checkbox"/> F/Vidrio <input type="checkbox"/> Celulosa <input type="checkbox"/> PVC												
		Tipo de recuperado:												
Condiciones de Envío desde Terreno (a completar por el Jefe Zonal y/u Operador de Zona)														
N°	Identificación Filtro	Identificación Recuperado	Código LIMS (SENAITE)	Condición Final		Monitoreado		Fecha/Hora Muestreo	Análisis Laboratorio	Análisis Externos	Proveedor de servicio externalizado	Motivo Rechazo si aplica	Operador Responsable	Observaciones
				Valido	Nulo	SI	NO							
1	9849654	N/A	FV21207091	/	/	/	/	09/02/21 00:00	EXAV. METAL Pb, Zn, Cu, Pb				D. Vera	-
2	9849655	N/A	FV21207092	/	/	/	/	06/02/21 00:00	"				"	-
3	9849656	N/A	FV21207093	/	/	/	/	09/02/21 00:00	"				"	-
4	9849657	N/A	FV21207094	/	/	/	/	12/02/21 00:00	"				"	-
5	9849658	N/A	FV21207095											
6	9849659	N/A	FV21207096											
7	9849660	N/A	FV21207097											
8	9849661	N/A	FV21207098											
9	9849662	N/A	FV21207099											
10	9849663	N/A	FV21207100											Reserva
11	9849664	N/A	FV21207101											Reserva
12	9849665	N/A	FV21207102											Blanco
13														
14														
15														
Envío de Filtros/ Recuperados desde Terreno a Area (a completar por el Jefe Zonal y/u Operador de Zona)														
Cantidad de Filtros/ Recuperados: 05				Recibido por:										
Fecha y Hora de envío:				Fecha y Hora de Recep:										
Enviado por: <i>Diego Vera</i>														
Entrega de Filtros/ Recuperados a Laboratorio (a completar por el Encargado de Proyecto)														
Cantidad de Filtros/ Recuperados:				Entregado por:										
Fecha y Hora de entrega:														
Recepción de Filtros/ Recuperados en Laboratorio (a completar por Recepcionista de Muestras y/o Coordinador Ingreso)														
Fecha de Recepción: 18-02-2021														
Hora de Recepción: 11:50														
Responsable Recepción: <i>Felipe Alvarado T</i>														

<b>Algoritmos</b>		<b>Envío y Recepción de Filtros y/o Recuperados</b>						FILAB-F-0102 Rev. 03 (05/20)						
Fecha envío a zona: _____		Estación: <u>Puerto Mejillones</u>		Tipo de Filtro: <input checked="" type="checkbox"/> F/Vidrio <input type="checkbox"/> Celulosa <input type="checkbox"/> PVC		Teflón Cuarzo Otro: _____								
Enviada a (nombre): _____		Codigo Proyecto: <u>MCA033-17</u>		Tipo de recuperado: <u>N/A</u>										
Estación: _____		Tipo de Monitoreo: <u>PM 10</u>		Cliente: <u>PUERTO MEJILLONES S.A.</u>										
Codigo Proyecto: _____		<b>Condiciones de Envío desde Terreno</b> (a completar por el Jefe Zonal y/u Operador de Zona)												
N°	Identificación Filtro	Identificación Recuperado	Código LIMS (SENAITE)	Condición Final		Monitoreo		Fecha/Hora Muestreo	Análisis Laboratorio	Análisis Externos	Proveedor de servicio externalizado	Motivo Rechazo si aplica	Operador Responsable	Observaciones
				Valido	Nulo	SI	NO							
1	9849658	N/A	FV21207095	X		X		15/2/2021	Gravimetría Zn-Cu-Pb	N/A	N/A	N/A	-	-
2	9849659	N/A	FV21207096	X		X		18/2/2021	Gravimetría Zn-Cu-Pb	N/A	N/A	N/A	-	-
3	9849660	N/A	FV21207097			X	X	21/2/2021	Gravimetría Zn-Cu-Pb	N/A	N/A	N/A	-	Nulo por corte de energía
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														

**Envío de Filtros/ Recuperados desde Terreno a Área**  
(a completar por el Jefe Zonal y/u Operador de Zona)

Cantidad de Filtros/ Recuperados: \_\_\_\_\_ Recibido por: \_\_\_\_\_  
 Fecha y Hora de envío: \_\_\_\_\_ Fecha y Hora de Recep: \_\_\_\_\_  
 Enviado por: \_\_\_\_\_

**Entrega de Filtros/ Recuperados a Laboratorio**  
(a completar por el Encargado de Proyecto)


Cantidad de Filtros/ Recuperados: \_\_\_\_\_ Entregado por: \_\_\_\_\_  
 Fecha y Hora de entrega: \_\_\_\_\_

**Recepción de Filtros/ Recuperados en Laboratorio**  
(a completar por Recepcionista de Muestras y/o Coordinador Ingreso)

Fecha de Recepción: 26-02-21  
 Hora de Recepción: 12:10  
 Responsable Recepción: D.A. GUILERA

		<b>Envío y Recepción de Filtros y/o Recuperados</b>						FILAB-F-0102 Rev. 03 (05/20)						
Fecha envío a zona: _____		Estación: <u>Puerto Mejillones</u>		Tipo de Filtro : <input checked="" type="checkbox"/> F/Vidrio <input type="checkbox"/> Celulosa <input type="checkbox"/> PVC		Tefón: _____		Otro: _____						
Enviada a (nombre): _____		Codigo Proyecto: <u>MCA033-17</u>		Tipo de monitoreo: <u>PM 10</u>		Tipo de recuperado: <u>N/A</u>								
Tipo de Monitoreo: _____		Cliente: <u>PUERTO MEJILLONES S.A.</u>		<b>Condiciones de Envío desde Terreno</b> (a completar por el Jefe Zonal y/u Operador de Zona)										
N°	Identificación Filtro	Identificación Recuperado	Código LIMS (SENAITE)	Condición Final				Fecha/Hora Muestreo	Análisis Laboratorio	Análisis Externos	Proveedor de servicio externalizado	Motivo Rechazo si aplica	Operador Responsable	Observaciones
				Valido	Nulo	SI	NO							
1	9849654	N/A	FV21207091											
2	9849655	N/A	FV21207092											
3	9849656	N/A	FV21207093											
4	9849657	N/A	FV21207094											
5	9849658	N/A	FV21207095											
6	9849659	N/A	FV21207096											
7	9849660	N/A	FV21207097											
8	9849661	N/A	FV21207098	X		X	24.02 00:00	GRAVIMETRÍA AQ; ZN; CU; PB				D. Veras		
9	9849662	N/A	FV21207099	X		X	27.02 00:00	GRAVIMETRÍA AQ; ZN; CU; PB				D. Veras		
10	9849663	N/A	FV21207100				X						Reserva	
11	9849664	N/A	FV21207101				X						Reserva	
12	9849665	N/A	FV21207102	X		X	-0-	GRAVIMETRÍA AQ; ZN; CU; PB					Blanco	
13														
14														
15														
<b>Envío de Filtros/ Recuperados desde Terreno a Area</b> (a completar por el Jefe Zonal y/u Operador de Zona)														
Cantidad de Filtros/ Recuperados: <u>05</u>				Recibido por: _____										
Fecha y Hora de envío: <u>01/03/21</u>				Fecha y Hora de Recep: _____										
Enviado por: <u>DIEGO VERAS</u>														
<b>Entrega de Filtros/ Recuperados a Laboratorio</b> (a completar por el Encargado de Proyecto)														
Cantidad de Filtros/ Recuperados: _____				Entregado por: _____										
Fecha y Hora de entrega: _____														
<b>Recepción de Filtros/ Recuperados en Laboratorio</b> (a completar por Recepcionista de Muestras y/o Coordinador Ingreso)														
Fecha de Recepción: <u>02-03-21</u>														
Hora de Recepción: <u>10:50</u>														
Responsable Recepción: <u>D. AGUIRRE</u>														

## **ANEXO V CERTIFICADO DE CHEQUEO DE FLUJO VFC HIGH VOLUME**

	<b>Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA.</b> <b>Ficha de Verificación de Funcionamiento</b> <b>VFC High Volume</b>	Ri1-6006 Rev. 00 01/07/2016
---	---	-----------------------------------

**1. Datos Generales**

Nombre Estación / Zona	Fecha	Operador
Puerto Mejillones	28-02-2020	Mauricio Hidalgo

**2. Datos Equipo**

Marca	Modelo Cabezal	Nº Venturi
Tish Environmental	963	P7014X

**3. Datos Patrón de flujo**

Marca	Modelo	Nº serie	Fecha Calibración
Tish Environmental	TE-5028A	3127	22-02-2020
m	b	r	
0,978	-0,007	1,000	

**4. Condiciones Atmosféricas**

Presión Ambiente P <sub>a</sub> (mmHg)	Temperatura Ambiente T <sub>a</sub> (°K)
756,1	297,15

**5. Verificación Flujo**

Hora Inicio	ΔH <sub>2</sub> O (inH <sub>2</sub> O)	ΔP <sub>s</sub> (inH <sub>2</sub> O)	P <sub>0</sub> =P <sub>a</sub> -ΔP <sub>s</sub> (mmHg)	P <sub>0</sub> /P <sub>a</sub>	Q <sub>a(Orificio)</sub> (m <sup>3</sup> /min)
12:50	3,2	18,4	721,7352	0,955	1,1538
12:55	3,5	9,2	738,9176	0,977	1,2064
13:00	3,0	25,5	708,4750	0,937	1,1174

Tabla Comparación de Flujos		
Q <sub>a(Orificio)</sub> (m <sup>3</sup> /min)	Q <sub>a</sub> (m <sup>3</sup> /min)	% Diferencia
1,1538	1,1530	0,1
1,2064	1,1810	2,1
1,1672	1,1780	0,9

(mmHg)=25.4(inH2O)/13.6  
 (°K)=(°C)+273.15  
 $Q_{a(Orificio)} = (1/m) * \{ [\Delta H_2O(T_a/P_a)]^{1/2} - b \}$ ;  
 ΔH<sub>2</sub>O(inH<sub>2</sub>O); T<sub>a</sub> (°K); P<sub>a</sub> (mmHg)  
 % Diferencia=100{ ( Q<sub>a</sub> - Q<sub>a(Orificio)</sub> ) / Q<sub>a(Orificio)</sub> }  
 Q<sub>a</sub> ver en Tabla LookUp entrando con valor P<sub>0</sub>/P<sub>a</sub> y T<sub>a</sub>  
 % Diferencia debe ser menor a 4%

\_\_\_\_\_  
Firma

	<b>Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA.</b> <b>Ficha de Verificación de Funcionamiento</b> <b>VFC High Volume</b>	Ri1-6006 Rev. 00 01/07/2016
---	---	-----------------------------------

**1. Datos Generales**

Nombre Estación / Zona	Fecha	Operador
Puerto Mejillones	17-02-2021	Diego Veras

**2. Datos Equipo**

Marca	Modelo Cabezal	Nº Venturi
Tisch Enviromental	963	P7014X

**3. Datos Patrón de flujo**

Marca	Modelo	Nº serie	Fecha Calibración
Tisch Enviromental	TE-5028A	3127	22-02-2020
m	b	r	
0.978	-0.007	1.000	

**4. Condiciones Atmosféricas**

Presión Ambiente P <sub>a</sub> (mmHg)	Temperatura Ambiente T <sub>a</sub> (°K)
757	295,15

**5. Verificación Flujo**

Hora Inicio	ΔH <sub>2</sub> O (inH2O)	ΔP <sub>s</sub> (inH2O)	P <sub>0</sub> =P <sub>a</sub> -ΔP <sub>s</sub> (mmHg)	P <sub>0</sub> /P <sub>a</sub>	Q <sub>a(Orificio)</sub> (m <sup>3</sup> /min)
09:20	3,2	22,0	715,9	0,946	1,1493
09:22	3,4	21,0	717,8	0,948	1,1844
09:25	3,6	19,0	721,5	0,953	1,2186

Tabla Comparación de Flujos		
Q <sub>a(Orificio)</sub> (m <sup>3</sup> /min)	Q <sub>a</sub> (m <sup>3</sup> /min)	% Diferencia
1,1493	1,1380	-1,0
1,1844	1,1410	-3,8
1,2186	1,1470	-6,2

(mmHg)=25.4(inH2O)/13.6  
 (°K)=(°C)+273.15  
 $Q_{a(Orificio)} = (1/m) * \{ [\Delta H_2O(T_a/P_a)]^{1/2} - b \}$ ;  
 ΔH<sub>2</sub>O(inH2O); T<sub>a</sub> (°K); P<sub>a</sub> (mmHg)  
 % Diferencia=100\*{( Q<sub>a</sub>- Q<sub>a(Orificio)</sub>)/ Q<sub>a(Orificio)</sub>}  
 Q<sub>a</sub> ver en Tabla LookUp entrando con valor P<sub>0</sub>/P<sub>a</sub> y T<sub>a</sub>  
 % Diferencia debe ser menor a 4%

\_\_\_\_\_  
Firma



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**ORIFICIO ESTANDAR DE TRANSFERENCIA**

Código Certificado: VA-23  
Fecha Emisión Certificado: 23-02-2020  
Fecha Calibración: 22-02-2020

**DATOS CLIENTE**  
SOLICITANTE: Algoritmos SPA  
DIRECCIÓN: Seminario 150, Providencia  
CONTACTO: Miguel Carrasco  
Email: mcarrasco@algoritmospa.com

**INSTRUMENTO BAJO CALIBRACIÓN**  
MARCA: TISCH  
MODELO: TE-5028A  
SERIE FÁBRICA: 3127  
CÓDIGO CLIENTE: N/A

**CODICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN**  
TEMPERATURA: 20,05 °C  
PRESIÓN AMBIENTAL: 751,7 mmHg

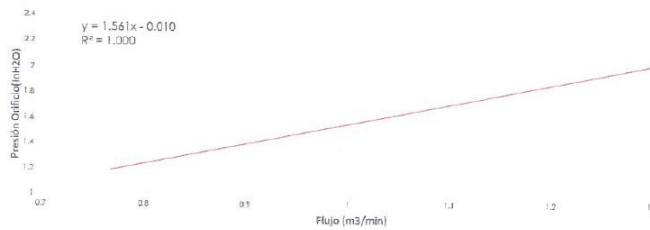
**PATRONES**

FLUJO		TEMPERATURA		PRESIÓN AMBIENTAL	
MARCA:	ROOT METER	MARCA:	VAISALA	MARCA:	VAISALA
MODELO:	5M175	MODELO:	HMT333	MODELO:	PTB330
SERIE FÁBRICA:	1922753	SERIE FÁBRICA:	N3140130	SERIE FÁBRICA:	N3450185
CÓDIGO INTERNO:	PA-05	CÓDIGO INTERNO:	PA-02	CÓDIGO INTERNO:	PA-03

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Datos de entrada		Datos obtenidos				Linealización	
Punto	Q (m³/min)	Δ Meter (mmHg)	Δ Orificio (lnH <sub>2</sub> O)	Q <sub>std</sub> (X)	N(AH <sub>2</sub> O)(Pa/760) (298:Ta)	Linealización	
1	0.7708	6.47	1.40	0.7682	1.1863	Linealización nombrados a / su mmHg y 25°C Q <sub>std</sub> m: 1.561 m: 0.978 b: -0.010 Q <sub>d</sub> b: -0.007 r: 1.000 r: 1.000 ±U(%)= 1.07	
2	0.9812	10.97	2.25	0.9711	1.5032		
3	1.0714	13.13	2.67	1.0454	1.6273		
4	1.1616	15.80	3.13	1.1413	1.7734		
5	1.5323	26.43	5.28	1.4825	2.3017		

**Linealización**



Los resultados expresados en el presente certificado de calibración son válidos solo para el instrumento identificado y bajo las condiciones además establecidas.  
La incertidumbre reportada está basada en la incertidumbre estándar multiplicada por un factor de cobertura k = 2, proporcionando un nivel de confianza de aproximadamente un 95%.  
Método utilizado según EPA 102.1 "SAMPLING OF AMBIENT AIR FOR TOTAL SUSPENDED PARTICULATE MATTER (SPM) AND PM<sub>10</sub> USING HIGH VOLUME (HV) SAMPLER" de 1989

Prohibida la reproducción parcial o total del presente certificado

**Néstor Rojas**  
Nombre y Firma Responsable Calibración





**ANEXO VI  
CALENDARIO DE MUESTREO  
Y  
CALENDARIO DE ACTIVIDADES ANUAL**





## **ANEXO VII**

### **RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LAS ACTIVIDADES DE MUESTREO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y/O CONTROL**

<b>Empresa</b>	<b>Responsable</b>	<b>Cargo</b>	<b>Actividad</b>
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA.	Raúl Gálvez	<b>Jefe Zona</b>	Responsable de Mantenición de la Estación de monitoreo.
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA.	Mauricio Hidalgo Diego Veras	<b>Operador Zonal</b>	Mantenición y cambio de filtro a equipo HI VOL
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA.	Susan Saldaña	<b>Jefe Área Calidad de Aire</b>	Responsable de aprobación de informes y satisfacer requerimientos del cliente
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA.	Natalia Lisboa	<b>Encargada de Proyectos</b>	Responsable de revisar y coordinar la generación de informes
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA.	Gabriela Arcos	<b>Ingeniero de Proyecto</b>	Responsable de elaboración de informe y procesamiento de datos