

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL FASE DE OPERACIÓN

AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES

MONITOREO

23

PUERTO MEJILLONES S.A.



Imagen: www.mch.cl

PREPARADO POR
ECOTECNOS S.A.



MARZO 2019

**PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL - MONITOREO 23
FASE DE OPERACIÓN**

**AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS
DE PUERTO MEJILLONES
PUERTO MEJILLONES S.A.**

SOLICITADO POR:



AVENIDA COSTANERA NORTE 2800
MEJILLONES

PREPARADO POR:



LIMACHE 3405, OF 31
VIÑA DEL MAR
TELÉFONO: 56 32 2189200
info@neotecnos.cl

CONTENIDO

1	RESUMEN	1
2	INTRODUCCIÓN	3
2.1	COMPONENTES AMBIENTALES.....	3
2.2	VARIABLES Y PARÁMETROS AMBIENTALES.....	3
2.3	PERÍODO DE REPORTE.....	4
2.4	RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL.....	5
2.5	IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTITUCIONES Y/O EQUIPOS DE TRABAJO.....	5
3	OBJETIVOS	6
4	MATERIALES Y MÉTODOS	7
4.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	7
4.2	UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ESTACIONES.....	7
4.3	CALENDARIO DE ACTIVIDADES DE TERRENO.....	8
4.4	METODOLOGÍA.....	9
4.4.1	AGUAS MARINAS.....	9
4.4.2	SEDIMENTOS SUBMAREALES.....	12
4.4.3	TEJIDOS DE INVERTEBRADOS MARINOS.....	14
5	RESULTADOS	16
5.1	COLUMNA DE AGUA.....	16
5.1.1	MEDICIONES IN SITU.....	16
5.1.2	ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	16
5.2	SEDIMENTOS MARINOS SUBMAREALES.....	18
5.2.1	GRANULOMETRÍA.....	18
5.2.2	ANÁLISIS QUÍMICO.....	20
5.3	METALES TRAZA EN ESPECIES BIOINDICADORAS.....	20
5.3.1	TEJIDOS DE <i>Emerita analoga</i>	20
5.3.2	TEJIDOS DE <i>Choromytilus chorus</i>	21
6	DISCUSIÓN	22
6.1	COLUMNA DE AGUA.....	22
6.1.1	MEDICIONES IN SITU.....	22
6.1.2	ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	24
6.2	SEDIMENTOS SUBMAREALES.....	36
6.2.1	GRANULOMETRÍA.....	36
6.2.2	ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	38
6.3	METALES TRAZA EN ESPECIES BIOINDICADORAS.....	47
6.3.1	TEJIDOS DE <i>Emerita analoga</i>	47
6.3.2	TEJIDOS DE <i>Choromytilus chorus</i>	56
7	CONCLUSIONES	65
8	REFERENCIAS	67

9 ANEXOS	68
9.1 AUTORIZACIÓN SHOA	68
9.2 CERTIFICADOS DE LABORATORIOS	70
9.3 CERTIFICACIONES DE LOS LABORATORIOS	92
9.4 RESOLUCIÓN AUTORIZACIÓN COMO ENTIDAD TÉCNICA DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL, ECOTECNOS.....	94
9.5 PROFESIONALES RESPONSABLES.....	97
9.6 DECLARACIONES JURADAS ETFA E INSPECTOR AMBIENTAL	98
9.7 INFORME DE INSPECCIÓN.....	100

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		1
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

1 RESUMEN

En el presente informe, se proporcionan los resultados y conclusiones de la ejecución del presente Monitoreo N°23, el cual fue efectuado a fines del mes de diciembre de 2018, el cual forma parte del Programa de Vigilancia Ambiental Ampliación de las instalaciones portuarias de Puerto Mejillones S.A. en bahía Mejillones del Sur, Región de Antofagasta. A continuación, se presentan las conclusiones obtenidas para cada una de las componentes ambientales:

- La temperatura y transparencia de la columna de agua, registraron mediciones dentro de los rangos respectivos observados históricamente. Los sólidos disueltos totales y suspendidos totales registraron valores normales para aguas costeras y dentro de la variabilidad histórica de los respectivos parámetros.
- De los elementos metálicos analizados, antimonio, arsénico, cadmio cromo mercurio, plata y plomo (disuelto y total) presentaron valores bajo el límite de detección, lo que resulta similar a lo encontrado durante la campaña anterior.
- Los elementos: cobre, hierro y cinc (disuelto y total) en la columna de agua presentaron valores detectables y dentro de lo esperado de acuerdo a su variabilidad histórica. En el caso del cinc, la fracción disuelta de este elemento represento entre un 30% y un 50% del total de cinc en la columna de agua.
- En general, se observó que durante las dos últimas campañas se encontraron concentraciones más bajas de elementos metálicos que en las campañas previas, confirmando una tendencia a la baja de estos parámetros.
- La composición granulométrica de los sedimentos estuvo dominada por las fracciones más finas del tipo arena (arena fina y muy fina), con distribuciones unimodales y con baja dispersión.
- De los elementos metálicos en sedimentos submareales, antimonio, cadmio, mercurio, plata y plomo se encontraron bajo el límite de detección en todas las muestras. Todos los elementos se encontraron en valores más bajos o dentro de la variabilidad histórica para cada uno de ellos.
- Solo el cinc presento un valor mucho más alto en el sedimento de la estación (E3) que en el resto de las estaciones, indicando una situación particular en dicho sector.
- Solo fue posible encontrar ejemplares de *E. analoga* en las estaciones E3 y E5, mientras que los ejemplares de *C. chorus* solo fueron recolectados en las estaciones E3 y E4.
- De los metales analizados en tejidos de *E. analoga*, el antimonio, mercurio y plata registraron mediciones bajo sus respectivos límites de detección en ambas especies, mientras que el plomo solo se encontró en una muestra de *C. chorus*.

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		2
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

- En general, los elementos que fueron detectados, en ambas especies bioindicadoras, presentaron valores similares a lo que obtenidos durante la campaña anterior (agosto 2018), lo que demostrarían una significativa disminución en la concentración de los elementos metálicos en el área de estudio, en consideración a los primeros monitoreos que fueron realizados.

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		3
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

2 INTRODUCCIÓN

A continuación, se presentan los resultados y conclusiones derivadas de la ejecución del Monitoreo 23 en su Fase de Operación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), correspondiente al Estudio de Impacto Ambiental (EIA) “Ampliación de las instalaciones portuarias de Puerto Mejillones” cuyo titular es Puerto Mejillones S.A., y el cual fuera calificado favorablemente mediante la RCA 19/2005 de la Región de Antofagasta.

2.1 COMPONENTES AMBIENTALES

De acuerdo con lo señalado en la RCA 19/2005, junto con el respectivo EIA y sus adendas, durante la etapa de operación del presente proyecto, el diseño de muestreo para el medio marino considera la recolección de muestras y el registro de mediciones en aguas, suelos (sedimentos) y biodiversidad (tejidos de biota marina).

2.2 VARIABLES Y PARÁMETROS AMBIENTALES

Considerando las componentes ambientales anteriormente identificadas para el presente programa de seguimiento ambiental, en el cuadro siguiente se individualiza las variables ambientales sujetas a seguimiento ambiental en la fase de operación.

Componente ambiental 1	AGUA
Subcomponente ambiental	AGUAS MARINAS
Variable ambiental	CALIDAD DE AGUAS MARINAS
Parámetros	TEMPERATURA TRANSPARENCIA SÓLIDOS TOTALES SÓLIDOS SUSPENDIDOS ANTIMONIO ARSÉNICO CADMIO COBRE CROMO HIERRO MERCURIO PLATA PLOMO DISUELTO PLOMO TOTAL CINC TOTAL CINC DISUELTO

Componente ambiental 2	SUELO
Subcomponente ambiental	SEDIMENTOS SUBMAREALES
Variable ambiental	CALIDAD DE SEDIMENTOS SUBMAREALES
Parámetros	GRANULOMETRÍA ANTIMONIO ARSÉNICO CADMIO COBRE CROMO HIERRO MERCURIO PLATA PLOMO CINC

Componente ambiental 3	BIOTA
Subcomponente ambiental 1	MACROFAUNA INTERMAREAL
Variable ambiental	BIOACUMULACIÓN METALES PESADOS EN CRUSTACEOS ¹
Parámetros	ANTIMONIO ARSÉNICO CADMIO COBRE CROMO HIERRO MERCURIO PLATA PLOMO CINC
Subcomponente ambiental 2	MACROFAUNA SUBMAREAL
Variable ambiental	BIOACUMULACIÓN METALES PESADOS EN MOLUSCOS ²
Parámetros	ANTIMONIO ARSÉNICO CADMIO COBRE CROMO TOTAL HIERRO MERCURIO PLATA PLOMO CINC

¹Pulga de mar (*Emerita analoga*) ²Choro zapato (*Choromytilus chorus*)

Fuente: Ecotecnos

2.3 PERÍODO DE REPORTE

El presente informe corresponde a los resultados del monitoreo N°23, segundo semestre de 2018.

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		5
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

2.4 RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL

El presente Programa de Vigilancia Ambiental se fundamenta en la RCA 19/2005 emitida en su oportunidad por la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) de la Región de Antofagasta.

Dentro de este contexto legal, y mediante la entrega de resultados y conclusiones del Monitoreo 22 se está dando cumplimiento a los compromisos adquiridos por parte del titular con el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

2.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTITUCIONES Y/O EQUIPOS DE TRABAJO

La medición de variables *in situ*, así como recolección de las muestras de agua y sedimentos marinos fue realizada el día 21 de diciembre de 2018, en el sector costero de Mejillones, por el personal técnico de ECOTECNOS S.A. (Anexo 9.5).

Para el análisis de las muestras de agua, sedimentos y tejidos de invertebrados marinos, se contó con los servicios de dos laboratorios de análisis: SGS Chile (**Código ETFA 023-01**) y CESMEC (Bureau Veritas), ambas instituciones cuentan con la correspondiente acreditación NCh-ISO 17.025/2001.

El procesamiento, análisis e interpretación ambiental de la información fue efectuada por profesionales de ECOTECNOS S.A., empresa consultora ubicada en Limache 3405, Oficina 31, Viña del Mar, y autorizada como ETFA (**código ETFA 045-01**) por la **Resolución Exenta N°386 de la Superintendencia de Medio Ambiente, del 4 de mayo de 2017**. Los alcances de la ETFA son los señalados en la mencionada resolución (Anexo 9.4).

El inspector ambiental que certificó el presente monitoreo, ha sido don Roberto Ramírez Acevedo (código IA 15.124.501-3), quien dio certificación y fe de la ejecución del presente monitoreo (Anexo 9.6).

La ejecución del presente monitoreo del medio marino, fue efectuado mediante autorización otorgada por Resolución SHOA Ord. N°13.270/24/63/Vrs, de fecha 2 de febrero de 2018 (copia se adjunta en Anexo 9.1).

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		6
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

3 OBJETIVOS

El objetivo principal de este monitoreo se centra en dar cumplimiento al Programa de Vigilancia Ambiental correspondiente al proyecto “Ampliación de las instalaciones portuarias de Puerto Mejillones”, cuyo titular es Puerto Mejillones S.A. Para este efecto, se ha establecido los siguientes objetivos específicos.

- Registrar mediciones *in situ* de parámetros físicos y cuantificar bajo condiciones de laboratorio una serie de parámetros químicos (metales traza) en base a muestras recolectadas en distintos niveles de profundidad de la columna de agua.
- Caracterizar la composición granulométrica y cuantificar los niveles de concentración de metales traza en los sedimentos submareales.
- Cuantificar los niveles de concentración de metales traza en tejidos orgánicos de dos especies bioindicadoras (*Emerita analoga* y *Choromytilus chorus*).

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		7
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada en el sector costero de la bahía Mejillones del Sur (Mejillones), situada en la comuna de Mejillones, dependiente administrativamente de la Región de Antofagasta. El borde costero de esta bahía sustenta un núcleo industrial de distintos rubros productivos, entre los que se cuenta a la empresa Puerto Mejillones S.A., titular presente programa de seguimiento ambiental (Figura 4.1).

La caracterización del área de estudio se efectuó en base a una campaña de monitoreo marino efectuada el día 21 de diciembre de 2018. Las actividades efectuadas en terreno incluyeron: mediciones *in situ* de parámetros físicos y recolección de muestras desde la columna de agua, obtención de muestras de sedimentos submareales y extracción de ejemplares vivos de invertebrados marinos para el análisis de metales traza (Tabla 4.3).

4.2 UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ESTACIONES

Las mediciones *in situ* y la recolección de muestras, desde las tres matrices ambientales ya señaladas (agua, sedimentos submareales y biota submareal), fue realizada sobre la base de por cinco estaciones de monitoreo marino, cuyas coordenadas geográficas son detalladas en la Tabla 4.1. La extracción de invertebrados intermareales se realizó considerando cinco puntos ubicados a lo largo del litoral arenoso (Tabla 4.2). En la Figura 4.1 se representa la distribución espacial de las estaciones de muestreo dispuestas en el intermareal y submareal.



Fuente: Ecotecnos
Mapa base GoogleEarth®. Datum WGS-84, zona 19K.

Figura 4.1. Red de estaciones de muestreo de columna de agua, sedimentos submareales y biota intermareal y submareal. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		8
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

Todas las estaciones de muestreo fueron georreferenciadas, mediante el empleo de receptores satelitales (GARMIN®), asistidos por el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Las coordenadas de cada estación fueron posicionadas, sobre la base del datum geodésico WGS84, Huso 19K.

Tabla 4.1. Coordenadas UTM (m) de las estaciones submareales de la red de monitoreo marino. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	PROFUNDIDAD (m)
E1 (Control)	347.305	7.448.122	9
E2	348.386	7.446.166	11
E3	354.720	7.446.747	25
E4	355.303	7.446.983	24
E5 (Control)	360.032	7.451.105	24

Fuente: Ecotecnos

Tabla 4.2. Coordenadas UTM (m) de las estaciones intermareales de la red de monitoreo marino. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

ESTACIÓN	ESTE	NORTE
EI1 (Control)	346.716	7.447.825
EI2	347.949	7.445.867
EI3	354.983	7.446.248
EI4	355.518	7.446.495
EI5 (Control)	360.714	7.450.624

Fuente: Ecotecnos

4.3 CALENDARIO DE ACTIVIDADES DE TERRENO

En la Tabla 4.3 se presentan las fechas de las actividades de muestreo efectuadas en el presente monitoreo N°23, de diciembre de 2018.

Tabla 4.3. Detalle de las actividades de muestreo. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

FECHA	ACTIVIDAD
19 de diciembre	Traslado a Antofagasta
	Presentación en Capitanía de Puerto de Mejillones
20 de diciembre	Preparación de materiales
	Coordinación con patrón de embarcación
21 de diciembre	Muestreo de columna de agua y mediciones con CTDO
	Muestreo de sedimentos submareales
	Recolección de ejemplares de <i>Choromytilus chorus</i>
	Recolección de ejemplares de <i>Emerita analoga</i>
22 de diciembre	Retorno a Viña del Mar

Fuente: Ecotecnos

4.4 METODOLOGÍA

4.4.1 AGUAS MARINAS

4.4.1.1 PARÁMETROS MEDIDOS *IN SITU*

La temperatura en la columna de agua fue medida *in situ* en todas las estaciones, mediante un equipo perfilador CTD-DO Sea-Bird SBE19plus V2 (perfilador de Conductividad/ Salinidad, Temperatura y Profundidad) (Tabla 4.4). En cada estación el CTD-DO fue estabilizado con la temperatura del agua, sumergiéndolo por un minuto, y luego se procedió a sumergirlo con una rapidez estimada en 1 m/s, hasta alcanzar una profundidad cercana a un metro del fondo marino. A continuación, fue izado hasta la superficie y retirado del agua. Los registros de bajada y subida para cada parámetro fueron almacenados en la memoria de este instrumento y más tarde transferidos a un computador portátil.

Tabla 4.4. Parámetros medidos *in situ* para caracterizar la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

PARÁMETRO	LD	UNIDAD	MÉTODO
Temperatura	0,001	°C	CTD-DO
Transparencia	1	m	Disco Secchi

Fuente: Ecotecnos
LD: límite de detección

La transparencia de la columna de agua se determinó a través del uso de un disco Secchi, el cual fue sumergido por la borda de la embarcación hasta su completa desaparición visual (Figura 4.2). La profundidad de desaparición del disco Secchi fue considerada como la transparencia de la columna de agua.

Figura 4.2. Medición de la transparencia utilizando disco Secchi. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.



Fuente: EcoTecnos.

Los resultados obtenidos fueron presentados en tablas y gráficos para describir patrones o tendencias en su distribución espacial y/o temporal.

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		10
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

4.4.1.2 PARÁMETROS QUÍMICOS

Las muestras de agua fueron recolectadas desde cada estación mediante una botella de muestreo oceanográfica modelo Niskin de 5 litros. Las muestras de agua fueron recolectadas desde dos estratos de profundidad: superficie (a 0,5 m de la superficie del mar) y fondo (a un metro del fondo marino) (Figura 4.3).



Fuente: Ecotecnos

Figura 4.3. Obtención de muestras desde la columna de agua con la botella de muestreo oceanográfico, modelo Niskin. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

La estrategia de muestreo de la columna requiere que, previo a la toma de muestras, el equipo sea acondicionado (ambientado) durante 1 minuto a la profundidad de muestreo. Posteriormente, cada muestra fue trasvasiada a sus respectivos envases (vidrio transparente, vidrio ámbar y/o polietileno de alta densidad), siguiendo los procedimientos recomendado por la United Nations Environment Programme (UNEP, 1984), NCh. 411/2 Of. 96 “Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo” y NCh. 411/9 Of. 98 “Calidad del agua – Muestreo – Parte 9: Guía para el muestreo de aguas marinas”.

Cada una de las muestras obtenidas fue rotulada con un código de identificación, preservada para asegurar su calidad analítica original, almacenada dentro de contenedores termoaislantes y despachadas al laboratorio de análisis (SGS Chile en Santiago).

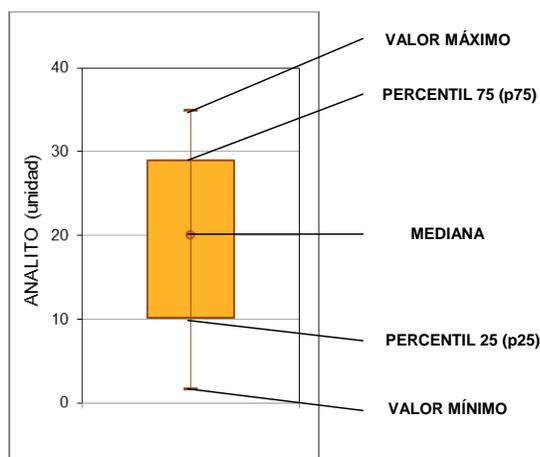
La caracterización de la calidad ambiental de la columna de agua se realizó analizando los parámetros descritos en la Tabla 4.5. Los certificados de análisis de laboratorio respectivos se incorporan en el Anexo 9.2.

Tabla 4.5. Metodología de análisis y límites de detección de los parámetros analizados para la caracterización química de la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

PARÁMETRO	LD	UNIDAD	MÉTODO	LAB
Sólidos suspendidos totales	5	mg/L	SM 2540 D	SGS
Sólidos totales	5	mg/L	SM 2540 B	SGS
Antimonio	0,001	mg/L	SM 3114 B	SGS
Arsénico	0,001	mg/L	SM 3114 B	SGS
Cadmio	1	µg/L	SM 3111 C	SGS
Cobre	1	µg/L	SM 3111 C	SGS
Cromo	2,5	µg/L	SM 3111 C	SGS
Hierro	2,5	µg/L	SM 3111 C	SGS
Mercurio	0,0005	mg/L	SM 3112 B	SGS
Plata	2,5	µg/L	SM 3111 C	SGS
Plomo disuelto	2,5	µg/L	SM 3111 C	SGS
Plomo total	2,5	µg/L	SM 3111 C	SGS
Cinc total	0,5	µg/L	SM 3111 C	SGS
Cinc disuelto	0,5	µg/L	SM 3111 C	SGS

Fuente: Ecotecnos
SM: Standard Methods 22 Ed, 2012; LD: límite de detección; LAB: laboratorio
1 mg/L = 1.000 µg/L

Los resultados obtenidos durante la campaña fueron procesados calculando la medida de tendencia central (mediana) y una medida de dispersión (rango), representado en un gráfico de caja (boxplot) para resumir la distribución de los valores obtenidos (Figura 4.4).



Fuente: Ecotecnos

Figura 4.4. Representación de un gráfico de caja (boxplot) donde se indican los estadígrafos empleados para caracterizar estadísticamente las mediciones.

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		12
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

4.4.2 SEDIMENTOS SUBMAREALES

4.4.2.1 TOMA DE MUESTRAS

Las muestras de sedimentos submareales fueron recolectadas mediante una draga Van Veen de 0,1 m² (Figura 4.5). Una vez a bordo de la embarcación, cada muestra superficial de sedimento fue trasvasada a envases previamente codificados. Los envases fueron depositados en contenedores termoaislantes, mantenidos a 4°C y despachados al laboratorio de análisis (SGS Chile en Santiago). Todas las muestras fueron recolectadas por triplicado.



Fuente: Ecotecnos

Figura 4.5. Muestreo de la matriz de sedimentos submareales con la draga van Veen. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

4.4.2.2 ANÁLISIS DE PARÁMETROS

Estos sedimentos fueron analizados desde dos puntos de vista: granulométrico y químico. El análisis granulométrico se efectuó en base a muestras previamente secadas y pesadas. Bajo esta condición fueron sometidas a un proceso de tamizaje durante un lapso estándar (15 min), considerando una serie de cernidores de distinto tamaño de abertura de malla decreciente.

Para caracterizar la textura del sedimento, se calculó tres índices: promedio gráfico (Ecuación 1), grado de clasificación (Ecuación 2) y grado de simetría (Ecuación 3) (Folk 1980). Para establecer el tipo de sedimento, los valores de promedio gráfico fueron contrastados con la escala de Udden-Wentworth (Wentworth 1922). El cálculo de los parámetros granulométricos se efectuó mediante el programa computacional GRADISTAT®.

Ecuación 1

$$M = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

Donde:

M, promedio gráfico
 ϕ_n , corresponde al percentil n (percentiles 16, 50 y 84)

Ecuación 2

$$D = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4}$$

Donde:

D, grado de clasificación ("sorting")
 ϕ_n , corresponde al percentil n (percentiles 16 y 84)

Ecuación 3

$$S = \frac{\phi_{84} + \phi_{16} - 2(\phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} + \phi_5 - 2(\phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

Donde:

S, grado de simetría (sesgo)
 ϕ_n , corresponde al percentil n (percentiles 5, 16, 50, 84 y 95)

La caracterización química se efectuó cuantificando niveles de concentración de una serie de metales traza aplicando distintas metodologías analíticas (Tabla 4.6).

Tabla 4.6. Metodología de análisis para los parámetros medidos en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

PARÁMETRO	LD	UNIDAD	MÉTODO	LAB
Granulometría	%	--	Res. Ex. N°3612/2009 SUBPESCA	SGS
Antimonio	2,5	mg/kg	EPA 3050, SM 3114B	SGS
Arsénico	0,01	mg/kg	EPA 3050, SM 3114B	SGS
Cadmio	2,5	mg/kg	EPA 3050, SM 3111B	SGS
Cobre	3,5	mg/kg	EPA 3050, SM 3111B	SGS
Cromo	2,5	mg/kg	EPA 3050, SM 3111B	SGS
Hierro	5	mg/kg	EPA 3050, SM 3111B	SGS
Mercurio	0,01	mg/kg	EPA 7471 AB	SGS
Plata	5	mg/kg	EPA 3050, SM 3111B	SGS
Plomo	2	mg/kg	EPA 3050, SM 3111B	SGS
Cinc	5	mg/kg	EPA 3050, SM 3111B	SGS

Fuente: Ecotecnos

NA: no aplica; EPA: Environmental Protection Agency; SM: Standard Methods; LD: límite de detección; LAB: laboratorio

4.4.2.3 TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

El tratamiento de la calidad de datos analíticos en matrices ambientales, es uno de los aspectos más importantes a considerar con el objeto de asegurar la calidad de los datos ambientales, evaluar si estos cumplen el objetivo para el cual fueron determinados, y evaluar si estos se ajustan a los criterios ambientales propuestos (EPA 2006a). La determinación de variables químicas ambientales conlleva de manera inherente la presencia de errores aleatorios cuyo control escapa al procedimiento de la toma,

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		14
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

almacenamiento y análisis de muestras ambientales. Por esta razón se ha incluido la determinación del intervalo de confianza de las mediciones realizadas utilizando un muestreo por triplicado en las muestras de sedimento.

Como medida de tendencia central, para cada muestra triplicada, se determinó el promedio aritmético “ \bar{X} ”, descrito en la Ecuación 1.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

Donde n corresponde al número de datos o réplicas. Por otro lado, la dispersión de los datos con respecto a dicha tendencia central se determinó a través de la desviación estándar muestral, s , descrito en la Ecuación 2.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

Con estos estadígrafos, se determinó el intervalo de confianza (μ) para cada una de las mediciones, utilizando para esto la distribución de Student (EPA 2006b). Como nivel de confianza (probabilidad de encontrar el valor verdadero dentro del intervalo definido), se utilizó un 95%, lo que para 2 grados de libertad ($n-1$) que para el caso de dos grados de libertad (3 réplicas) corresponde a un valor de t igual 4,3 (Skoog *et al.* 2005).

$$\mu = \bar{X} \pm \frac{t_{(n-1)} \cdot s}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Las mediciones bajo el límite de detección no fueron consideradas para el cálculo estadístico, exceptuando aquellos casos en que solamente una réplica arrojó una medición analíticamente no detectable, en cuyo caso se ocupó el valor del límite de detección (EPA 2006b).

4.4.3 TEJIDOS DE INVERTEBRADOS MARINOS

4.4.3.1 TOMA DE MUESTRAS

La cuantificación de metales traza en invertebrados marinos, se efectuó en base a dos especies bioindicadoras: (i) “pulga de mar” (*Emerita analoga*) y (ii) “choro zapato” (*Choromytilus chorus*).

Los ejemplares de *E. analoga* fueron obtenidos manualmente, desde el límite de la marea baja considerando cinco estaciones distribuidas a lo largo del intermareal arenoso de bahía Mejillones. En cada punto, se recolectó una cantidad estimada en 100 g de peso fresco. Todos los ejemplares fueron envasados en frascos de vidrio previamente rotulados para su trazabilidad y congelados. Posteriormente, las muestras fueron almacenadas en contenedores termoaislantes, con hielo en su interior para mantener los ejemplares en frío.

Por otra parte, los individuos de *Ch. chorus* fueron extraídos mediante buceo desde sectores submareales de bahía Mejillones. En cada estación, se obtuvo una cantidad suficiente de bivalvos (aproximadamente 300 g de peso fresco) para efectuar la totalidad de los análisis. Los ejemplares fueron depositados en frascos de vidrio previamente etiquetados y dispuestos dentro de contenedores termoaislantes con hielo para su despacho al laboratorio de análisis. Las muestras fueron recolectadas en duplicado, por lo que en la sección de resultados se informan los valores promedio para cada muestra.

Las concentraciones obtenidas en el laboratorio son expresadas como mg/kg (peso húmedo).

Durante la presente campaña solo fue posible recolectar ejemplares de *Emerita analoga* en las estaciones E3 y E5, hallándose en esta última ejemplares suficientes solo para una de las réplicas. Mientras que en el caso de *Choromytilus chorus*, durante la presente campaña solo fue posible recolectar ejemplares en las estaciones E3 y E4.

Las muestras de ambas especies fueron enviadas al laboratorio CESMEC (Bureau Veritas) en Santiago.

4.4.3.2 ANÁLISIS DE PARÁMETROS

En las muestras obtenidas para ambas especies bioindicadoras, se cuantificaron exclusivamente 10 metales traza. En la Tabla 4.7 se identifica la serie de metales traza analizados y la correspondiente metodología analítica aplicada.

Tabla 4.7. Metodología de análisis y límite de detección para los parámetros medidos en tejidos de *E. analoga* y *Ch. chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

PARÁMETRO	LD	UNIDAD	MÉTODO	LAB
Antimonio	1,38	mg/kg	ICP-OES	CESMEC
Arsénico	0,02	mg/kg	AAS - HG	CESMEC
Cadmio	0,03	mg/kg	ICP-OES	CESMEC
Cobre	0,08	mg/kg	ICP-OES	CESMEC
Cromo	0,53	mg/kg	ICP-OES	CESMEC
Hierro	0,27	mg/kg	ICP-OES	CESMEC
Mercurio	0,04	mg/kg	AAS - HG	CESMEC
Plata	0,27	mg/kg	ICP-OES	CESMEC
Plomo	0,09	mg/kg	ICP-OES	CESMEC
Cinc	0,27	mg/kg	ICP-OES	CESMEC

Fuente: Ecotecnos

LD: límite de detección; LAB: laboratorio. ICP-OES: Plasma acoplado inductivamente- Espectroscopía de emisión óptica. AAS-HG: Espectroscopía de absorción atómica con generación de hidruros

5 RESULTADOS

5.1 COLUMNA DE AGUA

5.1.1 MEDICIONES IN SITU-

En la Tabla 5.1 se proporciona los valores de temperatura y transparencia de la columna de agua.

Tabla 5.1. Temperatura del mar en dos estratos y transparencia de la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

ESTACIÓN	TEMPERATURA (°C)		TRANSPARENCIA (m)
	SUPERFICIE	FONDO	
E1	16,994	13,388	5
E2	17,089	13,457	5
E3	15,353	13,657	5
E4	14,56	13,714	4
E5	16,823	13,531	2,5

Fuente: Ecotecnos

5.1.2 ANALISIS DE LABORATORIO

En la Tabla 5.2 se presentan los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras del estrato superficial; mientras que, en la Tabla 5.3 se presentan los resultados obtenidos en las muestras correspondiente al estrato de fondo.

Tabla 5.2. Valores de concentración de parámetros determinados en el estrato superficial de la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

PARÁMETRO	Unidad	ESTACIÓN				
		E1	E2	E3	E4	E5
Antimonio	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1
Arsénico	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1
Cadmio	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1
Cobre	µg/L	<1	<1	<1	1,08	1,91
Cromo	µg/L	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Hierro	µg/L	< 2,5	< 2,5	4,69	4,49	5,55
Mercurio	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Plata	µg/L	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Plomo disuelto	µg/L	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Plomo total	µg/L	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Cinc disuelto	µg/L	1,8	0,9	0,8	1,3	5,5
Cinc total	µg/L	4,8	2,9	2,8	3,8	12,2
SST	mg/L	10	20	15	15	34
SDT	mg/L	38810	39245	39395	37860	38115

Fuente: Ecotecnos

SST: Sólidos suspendidos totales. SDT: Sólidos disueltos totales.

Tabla 5.3. Valores de concentración de parámetros determinados en el estrato de fondo de la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

PARÁMETRO	Unidad	ESTACIÓN				
		E1	E2	E3	E4	E5
Antimonio	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1
Arsénico	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1
Cadmio	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1
Cobre	µg/L	1,51	1,13	<1	1,27	<1
Cromo	µg/L	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Hierro	µg/L	10,9	11,6	< 2,5	15,9	5,16
Mercurio	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Plata	µg/L	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Plomo disuelto	µg/L	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Plomo total	µg/L	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Cinc disuelto	µg/L	2,3	3,1	< 0,5	3,8	4
Cinc total	µg/L	5,8	7,4	1,5	8,8	8
SST	mg/L	12	15	15	40	39
SDT	mg/L	38795	38815	38895	37990	32905

Fuente: Ecotecnos

SST: Sólidos suspendidos totales. SDT: Sólidos disueltos totales.

Tabla 5.4. Estadígrafos calculados a partir de los resultados de los análisis en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

PARÁMETRO	Unidad	Superficie			Fondo		
		Promedio	DS	CV	Promedio	DS	CV
Cobre	µg/L	1,5	0,6	39,3	1,3	0,1	7,6
Hierro	µg/L	4,9	0,6	11,5	10,9	5,4	49,6
Zinc disuelto	µg/L	2,1	2,3	109,7	3,3	0,5	14,3
Zinc total	µg/L	5,3	4,5	85,6	6,3	3,3	52,9
SST	mg/L	18,8	9,0	47,8	24,2	14,2	58,5
SDT	mg/L	38685	779	2,0	37480	2860	7,6

Fuente: Ecotecnos

SST: Sólidos suspendidos totales. SDT: Sólidos disueltos totales.

5.2 SEDIMENTOS MARINOS SUBMAREALES

5.2.1 GRANULOMETRÍA

En la Tabla 5.5 se muestran los resultados del análisis granulométrico en los sedimentos submareales; mientras que, a través de lo presentado en la Tabla 5.6, se indican los resultados del análisis estadístico sedimentológico efectuado, de acuerdo a la metodología propuesta por Folk (1974). Dichos estadígrafos se describen en la Tabla 5.7. Los histogramas de la distribución textural se muestran en la Figura 5.1.

Tabla 5.5. Resultados de los análisis gravimétricos (en porcentaje, %) efectuados en las muestras de sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Tipo sedimentario	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
Grava	29,77	0,8	11,66	0,25	0,99
Arena muy gruesa	20,86	4,13	2,9	0,87	0,55
Arena gruesa	21,12	8,18	3,92	3,52	0,82
Arena media	12,48	9,74	4,99	6,23	2,36
Arena fina	11,76	61,11	14,11	19,96	19,25
Arena muy fina	2,97	15,73	58,64	52,25	75,13
Limo/arcilla	1,03	0,24	3,77	16,93	0,9

Fuente: Ecotecnos

Tabla 5.6. Estadígrafos de las mediciones gravimétricas efectuados en las muestras de sedimentos submareales PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Estación	Mz (µm)	s ₁ (µm)	Sk ₁
E-1	721,5	2,139	-0,754
E-2	210,8	1,978	0,335
E-3	182,6	2,868	0,660
E-4	103,3	2,560	-0,031
E-5	105,9	1,507	0,320

Fuente: Ecotecnos

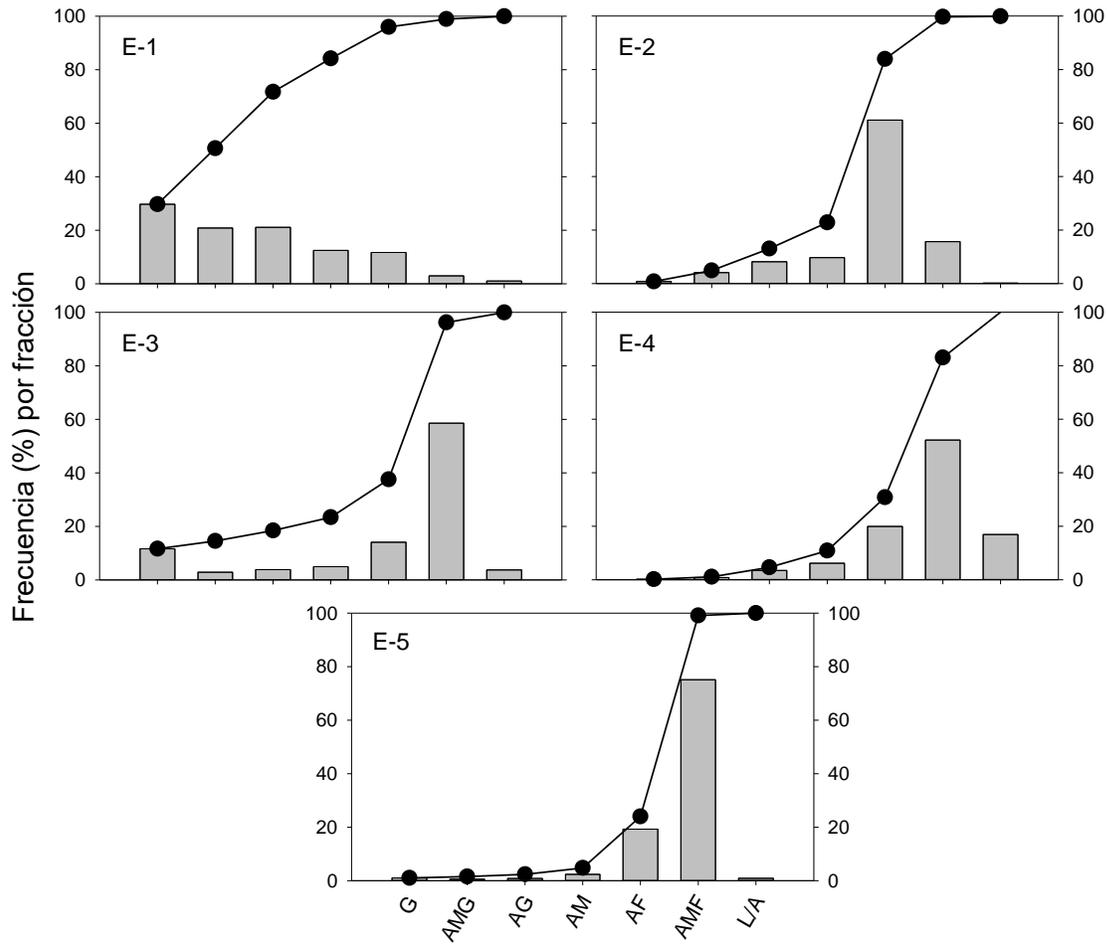
Mz: Desviación estándar inclusiva S₁: Clasificación, Sk₁: Asimetría.

Tabla 5.7. Descripción de los estadígrafos de las mediciones gravimétricas efectuadas en las muestras de sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Estación	Dominante	Mz	s ₁	Sk ₁
E-1	G	AG	PC	AEF
E-2	AF	AF	MdC	AEG
E-3	AMF	AF	PC	AEG
E-4	AMF	AMF	PC	S
E-5	AMF	AMF	MdBC	AEG

Fuente: Ecotecnos

Mz: Desviación estándar inclusiva S₁: Clasificación, Sk₁: Asimetría.



Fuente: Ecotecnos

Figura 5.1. Histogramas de frecuencia absoluta y acumulada de las fracciones sedimentarias de los sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

5.2.2 ANALISIS QUÍMICO

En la Tabla 5.8 se indican los niveles de concentración de los metales traza, cuantificados en los sedimentos submareales del área de estudio.

Tabla 5.8. Valores de concentración de metales traza en sedimentos submareales. Todos los valores en mg/kg. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

PARÁMETRO	ESTACIÓN				
	E1	E2	E3	E4	E5
Antimonio	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
Arsénico	1,25±0,07	1,24±0,19	6,43±1,58	5,63±1,65	3,87±1,34
Cadmio	<2,5	<2,5	2,9	<2,5	<2,5
Cobre	4,3±0,1	3,6±1,7	14,1±0,6	14,6±1,5	10,5±0,7
Cromo	4,3±0,1	3,6±1,7	14,1±0,6	14,6±1,5	10,5±0,7
Hierro	11036±2971	10050±2780	49551±389	53595±945	42875±50
Mercurio	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Plata	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Plomo	< 2	< 2	77	< 2	< 2
Cinc	14±3	13	252±49	13±1	10

Fuente: Ecotecnos

5.3 METALES TRAZA EN ESPECIES BIOINDICADORAS

5.3.1 TEJIDOS DE *Emerita analoga*

En la Tabla 5.9 se presentan los valores de concentración de metales traza, cuantificados en tejidos de “pulga de mar”. Durante la presente campaña solo fue posible recolectar ejemplares de *Emerita analoga* en las estaciones E3 y E5, hallándose en esta última ejemplares suficientes solo para una de las réplicas.

Tabla 5.9. Valores de concentración de metales traza en tejidos de *Emerita analoga*. Todos los valores en mg/kg. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

PARÁMETRO	ESTACIÓN									
	E1		E2		E3		E4		E5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Antimonio	SM	SM	< 2,5	< 2,5	SM	SM	SM	SM	< 2,5	SM
Arsénico	SM	SM	0,03	0,05	SM	SM	SM	SM	0,06	SM
Cadmio	SM	SM	5,38	2,19	SM	SM	SM	SM	3,98	SM
Cinc	SM	SM	11,36	10,60	SM	SM	SM	SM	9,51	SM
Cobre	SM	SM	15,59	13,01	SM	SM	SM	SM	12,78	SM
Cromo	SM	SM	1,47	0,55	SM	SM	SM	SM	0,49	SM
Hierro	SM	SM	43,4	25,0	SM	SM	SM	SM	16,0	SM
Mercurio	SM	SM	< 0,05	< 0,05	SM	SM	SM	SM	< 0,05	SM
Plata	SM	SM	< 0,05	< 0,05	SM	SM	SM	SM	< 0,05	SM
Plomo	SM	SM	< 0,09	< 0,09	SM	SM	SM	SM	< 0,09	SM

Fuente: Ecotecnos. Todos los resultados expresados en peso húmedo
SM: sin muestra

5.3.2 TEJIDOS DE *Choromytilus chorus*

En la Tabla 5.10 se presentan los valores de concentración de metales traza, cuantificados en tejidos de “choro zapato”. Durante la presente campaña solo fue posible recolectar ejemplares de *Choromytilus chorus* en las estaciones E3 y E4.

Tabla 5.10. Valores de concentración de metales traza en tejidos de *Choromytilus chorus*. Todos los valores en mg/kg. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

PARÁMETRO	ESTACIÓN									
	EI1		EI2		EI3		EI4		EI5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Antimonio	SM	SM	SM	SM	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	SM	SM
Arsénico	SM	SM	SM	SM	0,03	0,30	0,06	0,06	SM	SM
Cadmio	SM	SM	SM	SM	2,79	1,45	2,60	2,76	SM	SM
Cinc	SM	SM	SM	SM	8,79	12,03	11,02	11,25	SM	SM
Cobre	SM	SM	SM	SM	8,07	3,95	6,42	6,70	SM	SM
Cromo	SM	SM	SM	SM	< 0,58	< 0,58	0,03	0,06	SM	SM
Hierro	SM	SM	SM	SM	5,7	8,6	10,4	10,1	SM	SM
Mercurio	SM	SM	SM	SM	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	SM	SM
Plata	SM	SM	SM	SM	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	SM	SM
Plomo	SM	SM	SM	SM	1,28	< 0,09	< 0,09	< 0,09	SM	SM

Fuente: Ecotecnos. Todos los resultados expresados en peso húmedo.

SM: sin muestra

6 DISCUSIÓN

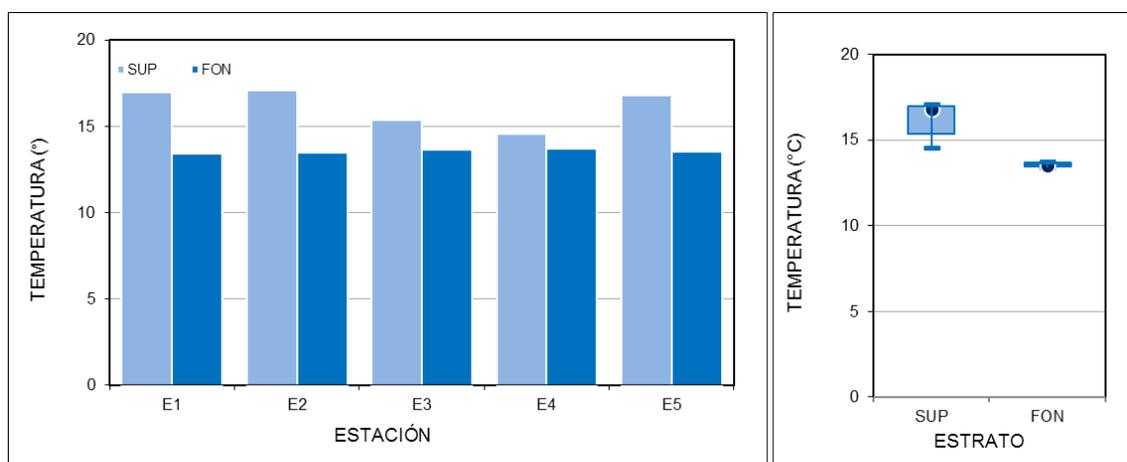
6.1 COLUMNA DE AGUA

6.1.1 MEDICIONES IN SITU

6.1.1.1 Temperatura

La temperatura del mar en el área de monitoreo registró una variación entre 13,97°C y 16,82°C, con un valor de mediana de 15,50°C. A nivel de aguas superficiales, la temperatura registró una variación de 14,52°C-16,82°C; mientras que, las aguas de fondo registraron una variación térmica entre 13,97°C y 16,70°C.

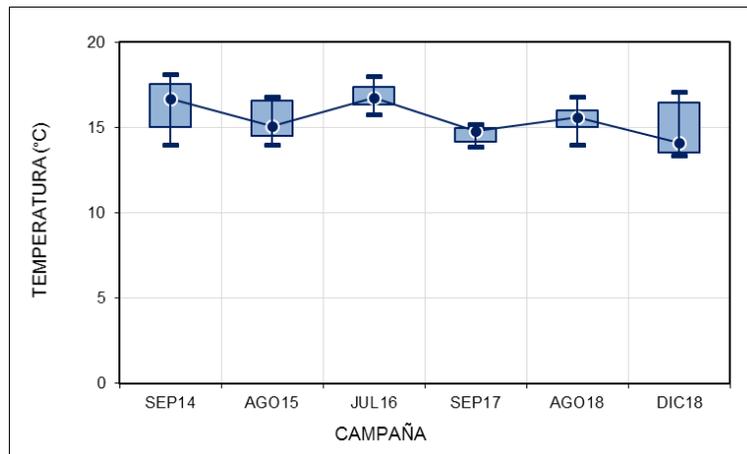
En general, la temperatura registrada a nivel superficial y en el estrato de fondo (Figura 6.1) mantuvieron valores homogéneos, con escasa variación entre estaciones. La distribución térmica en el campo vertical, reveló la presencia de aguas más calidas asociadas al estrato superficial de la columna de agua (Figura 6.1).



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.1. Distribución espacial de las mediciones de temperatura en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Las mediciones de temperatura efectuadas en la presente campaña (diciembre de 2018), estuvieron dentro de los rangos históricos registrados con anterioridad en el área de monitoreo (Figura 6.2). Dado que todas las mediciones de la serie histórica disponible, se han efectuado entre los meses de julio y septiembre, reflejan las condiciones térmicas invernales y primaverales de la columna de agua para el hemisferio sur, de allí que los registros máximos no alcancen valores comparativamente mayores, aun cuando se trata de una zona costera ubicada en el norte de Chile.



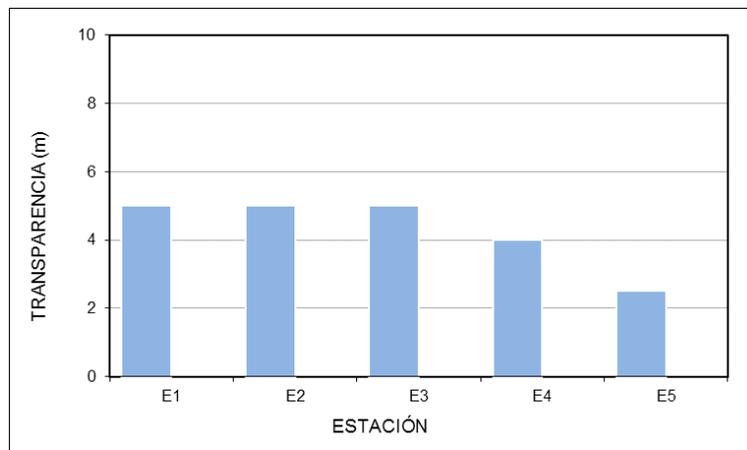
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.2. Fluctuación temporal de la temperatura en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.1.1.2 Transparencia

La transparencia de la columna de agua, medida como profundidad de disco Secchi, registró valores entre 2,5 y 5 m de profundidad (Figura 6.3). Los menores valores para este parámetro estuvieron asociados con la columna de agua de las estaciones E4 y E5.

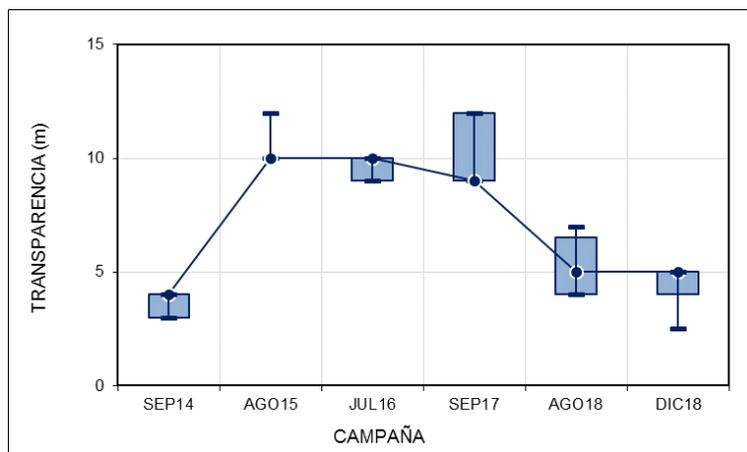
Estas variaciones son propias de un ambiente litoral, en donde la penetración de la iluminación natural depende principalmente de procesos de turbulencia por oleaje (resuspensión de partículas sedimentarias) y de la concentración y distribución del plancton.



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.3. Distribución espacial de las mediciones de transparencia en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

En campañas previas (agosto 2015, julio 2016 y septiembre 2017) los valores de transparencia de la columna de agua fueron similares y comparativamente mayores a los registrados en las dos últimas campañas (Figura 6.4). Solamente en septiembre de 2014 este parámetro reveló la presencia de aguas con menor transparencia. Considerando esta serie de tiempo, la transparencia de la columna de agua en la presente campaña está dentro de los rangos históricos observados para el área de monitoreo.



Fuente: Ecotecnos

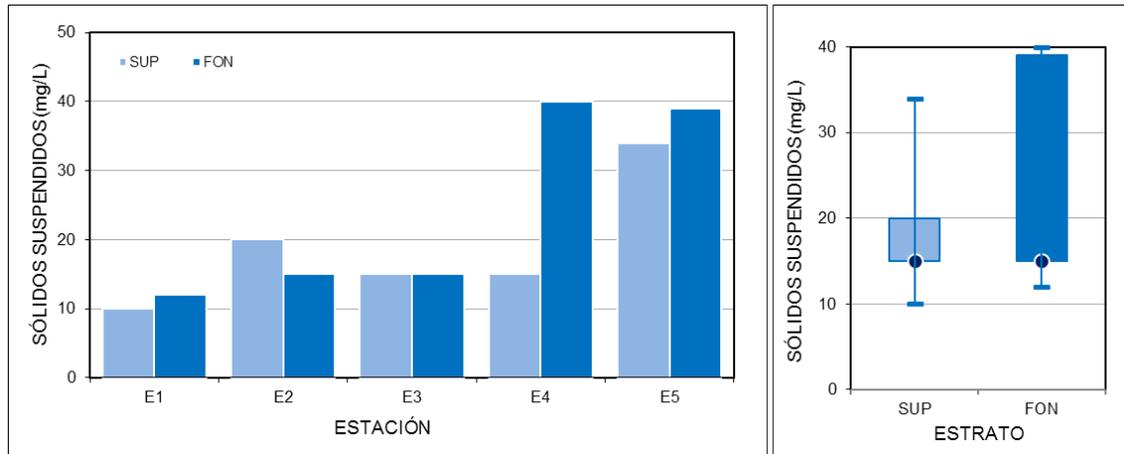
Figura 6.4. de la transparencia en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.1.2 ANÁLISIS DE LABORATORIO

6.1.2.1 SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Los niveles de concentración de sólidos suspendidos mostraron cierta variabilidad en ambos estratos de profundidad (Figura 6.5). En la superficie de la columna de agua, los valores variaron entre 10 mg/L y 34 mg/L, registrándose el mayor nivel de concentración en la estación E-5. En profundidad, los sólidos suspendidos mostraron niveles de concentración similares (12-39 mg/L) y el mayor registro se observó en la misma estación E-5. Con excepción de la estación E4, no se observaron diferencias significativas entre los estratos de superficie y fondo.

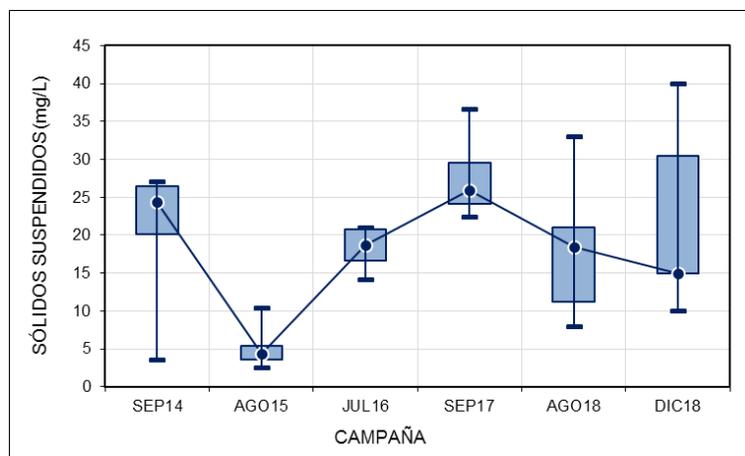
Exceptuando la campaña de agosto de 2015, los niveles de concentración de este parámetro han registrado valores de mediana similares en los monitoreos restantes (entre 18,5 mg/L y 25,9 mg/L). Sin embargo, la dispersión de las mediciones ha sido temporalmente alta, según se aprecia al comparar los valores mínimos y máximos por campaña (Figura 6.6). Los registros proporcionados para las últimas dos campañas están dentro del rango de variación histórico para el área de monitoreo. Cabe señalar que esta variabilidad en los sólidos suspendidos es propia de ambientes costeros someros, donde factores asociados a procesos resuspendivos y el plancton modulan la concentración de partículas en la columna de agua.



Fuente: Ecotecnos

SUP: superficie, FON: fondo

Figura 6.5. Distribución espacial y por estrato de profundidad de sólidos suspendidos en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

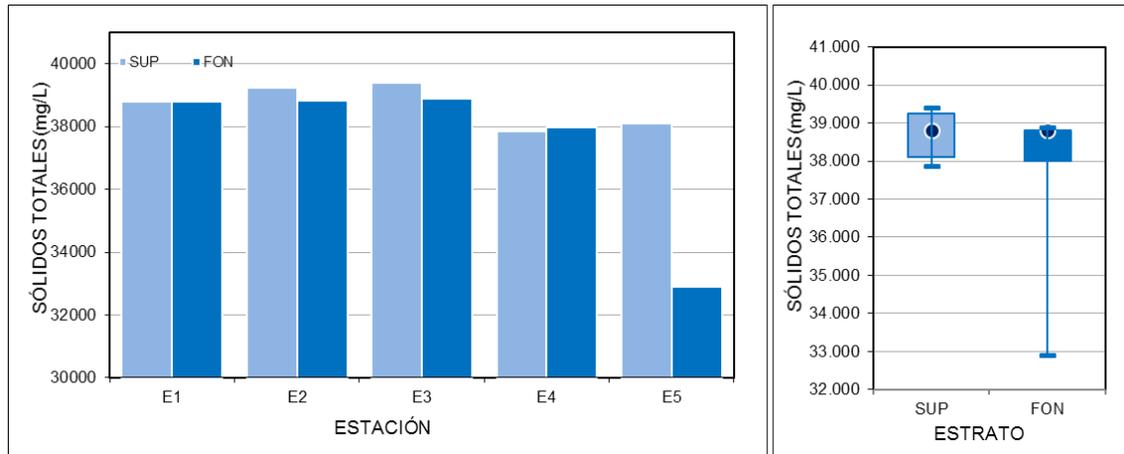


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.6. Fluctuación temporal de los sólidos suspendidos en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.1.2.2 SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

Este parámetro registró una distribución estable con una variabilidad inferior al 2% (Figura 6.7). Este parámetro se relaciona directamente con la salinidad. La única desviación apreciable se produjo en la muestra de fondo de la estación E5, en que se presentó un valor ligeramente más bajo que en las otras estaciones.

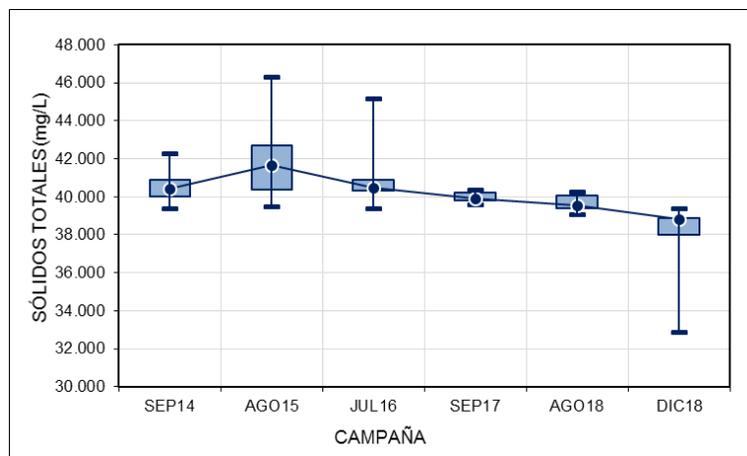


Fuente: Ecotecnos

SUP: superficie, FON: fondo

Figura 6.7. Distribución espacial y por estrato de profundidad de sólidos totales en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

La serie histórica para este parámetro reveló una diferencia importante en los resultados de las dos últimas campañas (agosto - diciembre 2018), respecto de los valores de concentración disponibles para las campañas previas (Figura 6.8). Los niveles de concentración registrados en este monitoreo fueron tres órdenes de magnitud mayores respecto de los registros previos. Esta diferencia podría responder a distintas metodologías aplicadas para cuantificar este parámetro, o bien, a que los valores de concentración de las campañas previas fueron expresados en una unidad de medición errónea: mg/L en lugar de g/L.



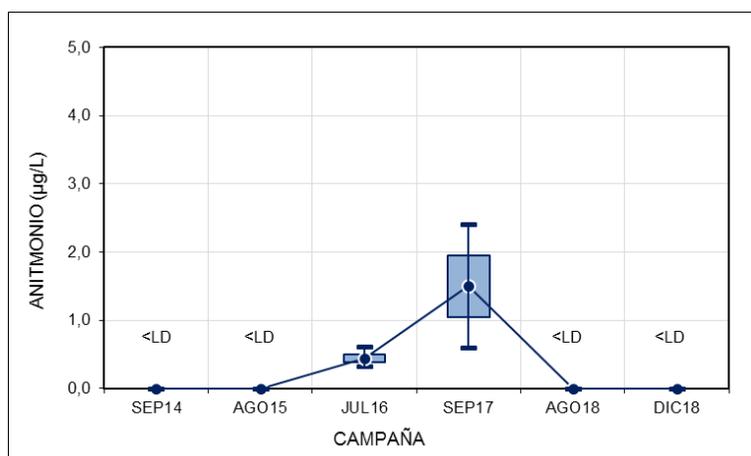
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.8. Fluctuación temporal de los sólidos totales en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.1.2.3 ANTIMONIO

En la presente campaña, todas las estaciones de antimonio registraron concentraciones bajo el límite de detección analítico (<1 µg/L).

Solamente en dos campañas (julio 2016 y septiembre 2017) se ha registrado la ocurrencia de antimonio en las aguas del área de monitoreo (Figura 6.9). En la actual campaña (diciembre 2018), al igual que en los monitoreos de septiembre de 2014 y agosto de 2015, los valores de concentración de antimonio fueron analíticamente indetectables.



Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

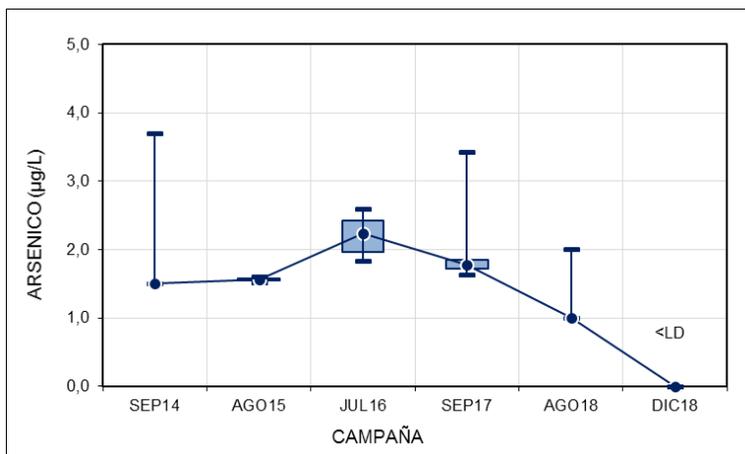
Figura 6.9. Fluctuación temporal de la concentración de antimonio en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Estos resultados revelan que este metal traza se encontraría en bajos niveles de concentración en estas aguas y su ocurrencia sería más bien esporádica. La presencia de antimonio en agua marinas es naturalmente baja, con valores de concentración que bordean los 0,2 µg/L (Filella *et al.* 2002, Cabon & Madec 2004).

6.1.2.4 ARSÉNICO

Todas las estaciones presentaron valores por debajo del límite de detección (1 µg/L), indicando que este elemento se encuentra en valores muy bajos en la columna de agua

La fluctuación temporal del arsénico ha sido baja, con valores de mediana que han variado históricamente entre 1,0 µg/L y 2,2 µg/L (Figura 6.10). Si bien, la dispersión de los valores ha mostrado una mayor variabilidad entre campañas, la serie histórica ha revelado que los niveles de concentración se han mantenido bajo los 4 µg/L. Durante la presente campaña se registraron por primera vez valores bajo el límite de detección para este parámetro, indicando una baja con respecto a los niveles históricos.



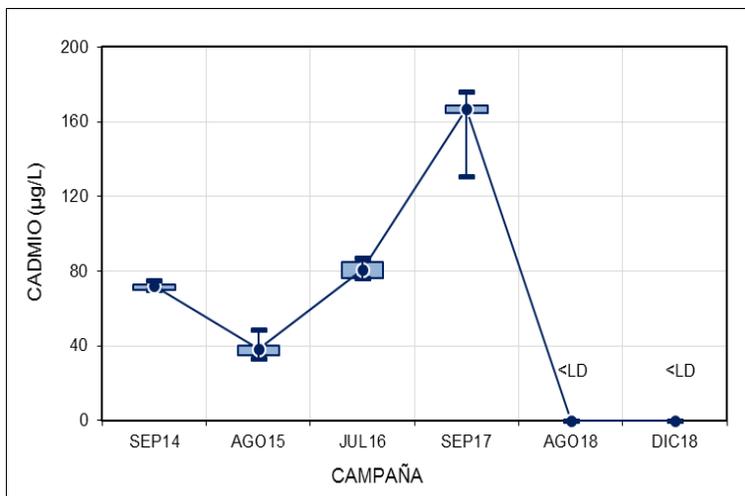
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.10. Fluctuación temporal de la concentración de arsénico en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.1.2.5 CADMIO

Todas las mediciones de cadmio registraron niveles de concentración menores al límite de detección (< 1 µg/L). Este resultado indica que la concentración de este elemento no es analíticamente detectable.

El cadmio se ha registrado bajo el límite de detección en las últimas dos campañas (Figura 6.11). En los monitoreos previos, los niveles de cadmio habían alcanzado valores máximos de 176 µg/L (septiembre 2017). Entre septiembre de 2014 y julio de 2016, el valor de la mediana de este parámetro fluctuó entre 38,5 µg/L y 81,0 µg/L.



Fuente: Ecotecnos

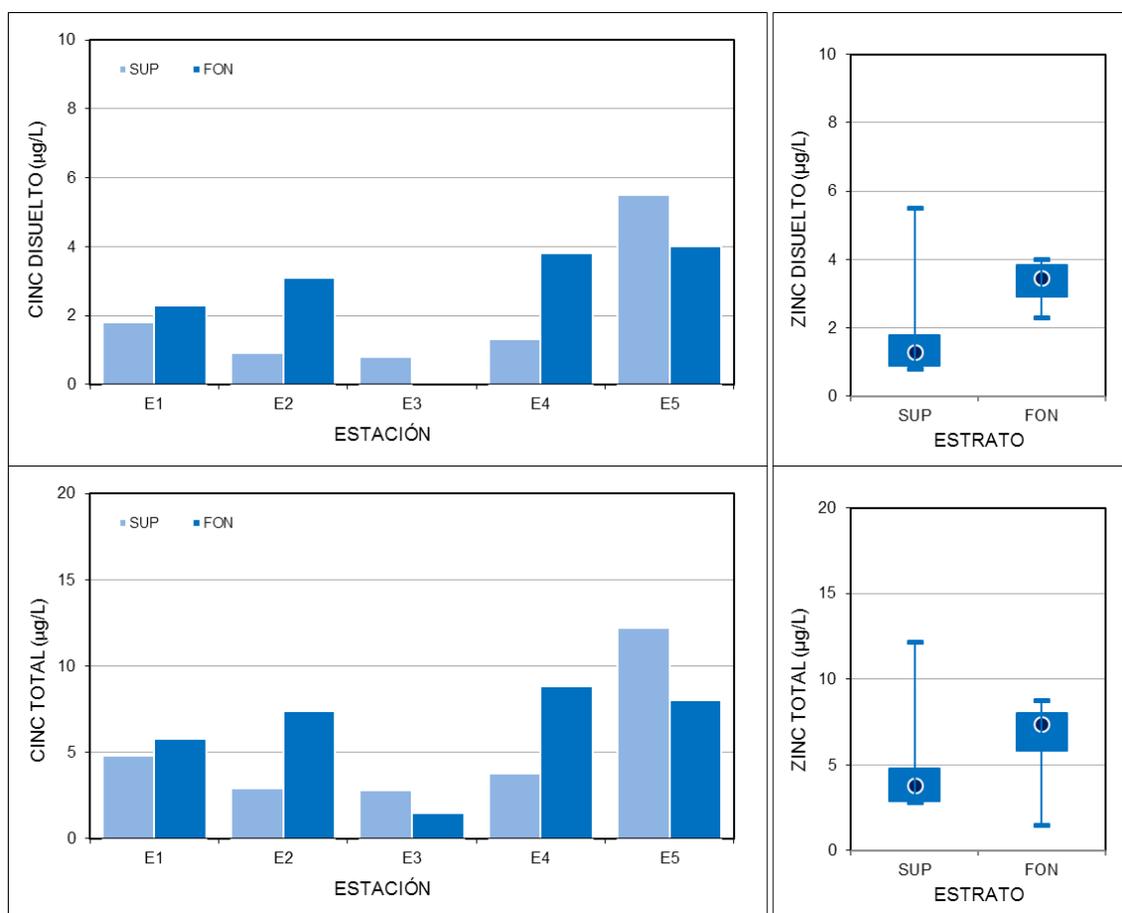
Figura 6.11. Fluctuación temporal de la concentración de cadmio en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.1.2.6 CINCO DISUELTO Y TOTAL

La presencia de cinc disuelto fue detectada en todas las muestras obtenidas, salvo la excepción de la muestra correspondiente al estrato de fondo de la estación E3 (Figura 6.12). En el campo vertical, los mayores valores de plomo disuelto estuvieron asociados con aguas de fondo, solamente la medición de cinc en aguas superficiales de la estación E5 resultó mayor que su homóloga del estrato de fondo.

Por otro lado, la presencia de cinc total pudo ser evidenciada en todas las estaciones que fueron monitoreadas (Figura 6.12), al igual que lo observado para la fracción disuelta. Los valores más altos, fueron detectados en el estrato de fondo de la mayor parte de las estaciones, salvo la estación E5, cuyos niveles superficiales de este elemento fueron superiores a los obtenidos en la profundidad (ver Figura 6.12).

La fracción disuelta estuvo representada por un 30% a un 50% de la fracción disuelta, demostrando la influencia del material particulado en la presencia de este elemento en la columna de agua.



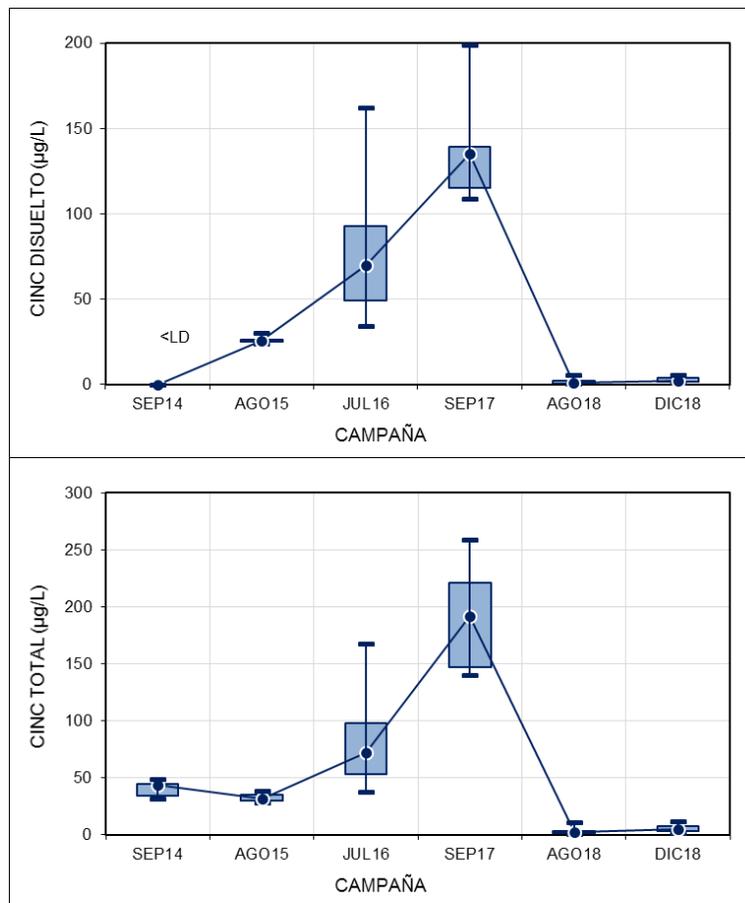
Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección, SUP: superficie, FON: fondo

Figura 6.12. Distribución espacial y por estrato de profundidad de cinc disuelto (panel superior) y cinc total (panel inferior) en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

En cuanto a los registros históricos de cinc disuelto (Figura 6.13), éste mostró un sostenido incremento de sus concentraciones, hasta la campaña efectuada en septiembre de 2017; evidenciando, posteriormente (agosto y diciembre de 2018), una significativa disminución de los niveles, alcanzando la más baja de la serie histórica (*i.e.* mayormente mediciones bajo el límite de detección).

Del mismo modo, el cinc total, también, experimentó un aumento de sus niveles, desde inicios del PVA hasta septiembre de 2017 (Figura 6.13). Disminuyendo notoriamente los niveles de este parámetro detectado, en las dos últimas campañas (agosto y diciembre de 2018); evidenciándose, tal como fue indicado para el cinc disuelto, los niveles de concentración más bajos que ha tenido la serie histórica, con valores que no superaron los 10,7 µg/L, a diferencia de los registros anteriores a agosto de 2018, en donde se detectaron rangos entre 28 a 259 µg/L (ver Figura 6.13).



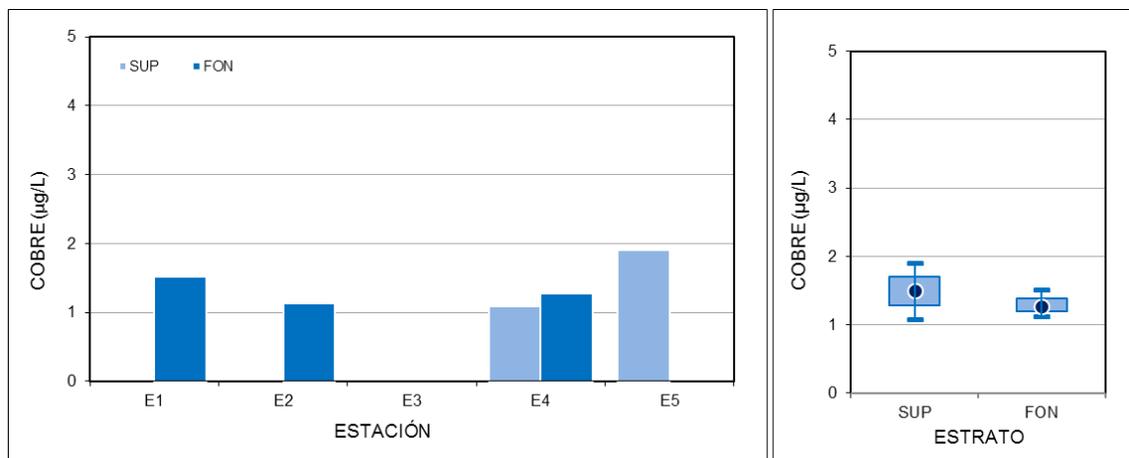
Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.13. Fluctuación temporal de la concentración de cinc disuelto (panel superior) y zinc total (panel inferior) en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.1.2.7 COBRE

De las mediciones de cobre efectuadas, solamente en dos muestras de superficie y tres muestras de fondo se registraron valores analíticamente cuantificables (Figura 6.14). En aquellas estaciones con niveles detectables de cobre los valores de concentración fueron levemente mayores al límite de detección analítico.

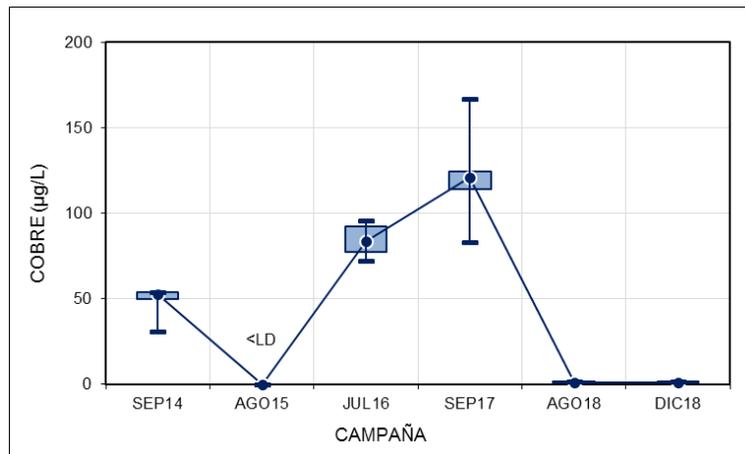


Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección, SUP: superficie, FON: fondo

Figura 6.14. Distribución espacial y por estrato de profundidad de cobre en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

De la serie histórica informada, el cobre ha registrado niveles de concentración bajo el límite de detección en todas las muestras solamente en agosto de 2015 (Figura 6.15). En las dos últimas campañas, los niveles de este metal fueron comparativamente bajos, con una tendencia similar a la observada en la campaña de agosto de 2015. En los monitoreos restantes (septiembre 2014, julio de 2016 y septiembre de 2017), los valores de concentración de cobre, en términos de mediana, han fluctuado entre 52,5 µg/L y 121,0 µg/L, dichos valores resultan muy superiores a los registrados en las últimas dos campañas (agosto 2018, diciembre 2018)



Fuente: Ecotecnos

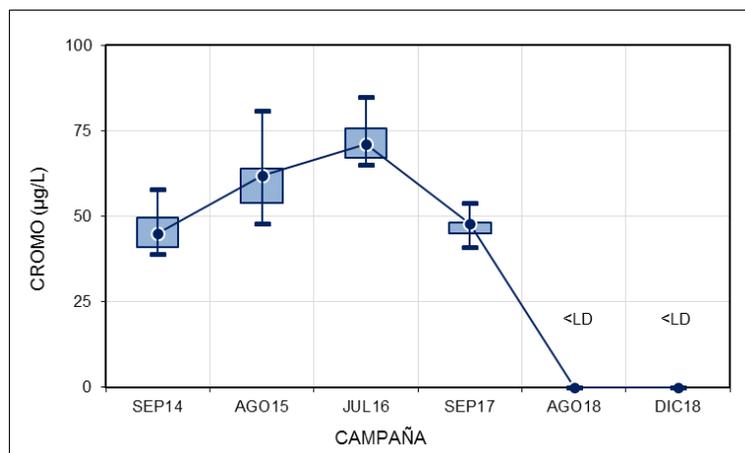
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.15. Fluctuación temporal de la concentración de cobre en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.1.2.8 CROMO

En la columna de agua de todas las estaciones los niveles de concentración fueron menores al límite de detección (<2,5 µg/L).

En campañas previas, el valor de mediana del cromo ha fluctuado entre 45 µg/L y 71 µg/L, con valores máximos que han alcanzado los 85 µg/L (Figura 6.16). Así también, para este mismo período (septiembre de 2014 a septiembre de 2017), este parámetro nunca mostró valores de concentración menores que 39 µg/L. En contraposición a este patrón histórico, los dos últimos monitoreos (agosto de 2018- diciembre 2018) los niveles de cromo fueron analíticamente indetectables.



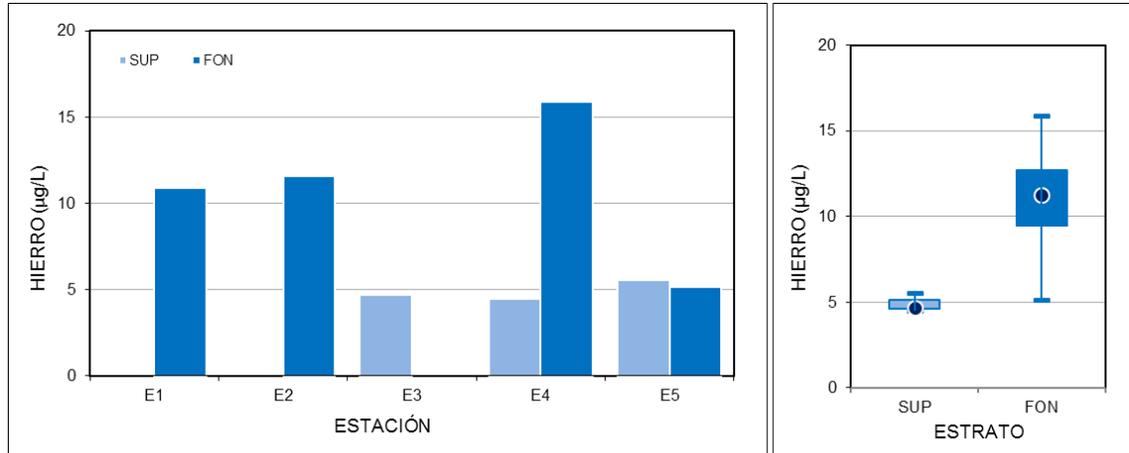
Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.16. Fluctuación temporal de la concentración de cromo en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.1.2.9 HIERRO

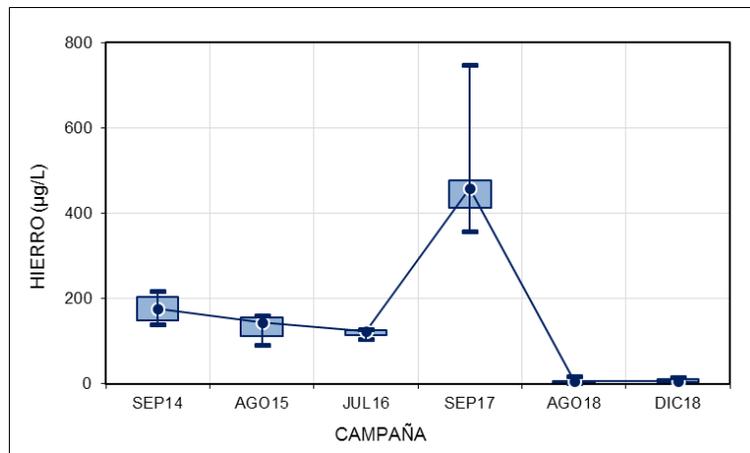
Los resultados de los análisis de hierro en columna de agua, permitió evidenciar una mayor presencia de este elemento en los estratos de fondo que en superficie (ver Figura 6.17). Del mismo modo que lo indicado anteriormente, los niveles de concentración registrados en aguas de fondo fueron claramente mayores que aquellos registros que pudieron ser determinados en aguas superficiales. Así, en el estrato superficial, el valor promedio alcanzó a 4,9 µg/L; mientras que, en el estrato de fondo, este fue de 10,9 µg/L.



Fuente: Ecotecnos
SUP: superficie, FON: fondo

Figura 6.17. Distribución espacial y por estrato de profundidad de hierro en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Históricamente, los niveles de concentración de hierro han fluctuado entre 91 µg/L y 748 µg/L (Figura 6.18). En la campaña efectuada en septiembre de 2017, se registraron los mayores valores de concentración de este metal taza, con un valor de mediana de 459 µg/L. Este patrón de distribución espacial difiere claramente del descrito para las dos últimas campañas (agosto y diciembre de 2018), ya que las mediciones de hierro fueron apreciablemente menores.



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.18. Fluctuación temporal de la concentración de hierro en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.1.2.10 MERCURIO

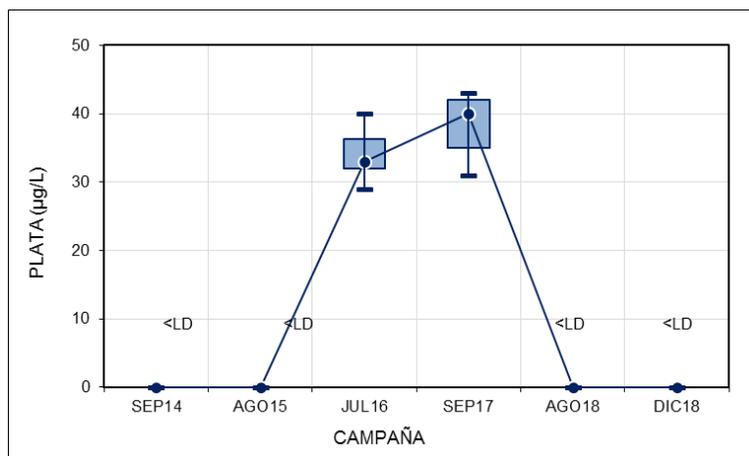
Los resultados del análisis de mercurio efectuado en las muestras de agua de mar, demostró que ninguna de las mediciones realizadas para la presente campaña entregó niveles de concentración analíticamente cuantificables.

Lo anterior, es concordante con los registros obtenidos en toda la serie histórica disponible, en el cual se ha evidenciado que el metaloide el mercurio nunca ha sido detectado en los monitoreos que han sido efectuados a lo largo de todo el programa de vigilancia ambiental, desde septiembre del 2014.

6.1.2.11 PLATA

En la presente campaña, todas las mediciones de plata efectuadas en la columna de agua registraron niveles de concentración bajo el límite de detección analítico (<2,5 µg/L).

La ocurrencia de niveles de concentración analíticamente detectables de plata ha sido registrada en dos campañas, a saber, en julio de 2016 y en septiembre de 2017 (Figura 6.19). En las referidas ocasiones, la mediana alcanzó valores de 33 µg/L y 40 µg/L, respectivamente. Así también, el valor máximo alcanzó los 43 µg/L. En las cuatro campañas restantes, este parámetro ha permanecido analíticamente indetectable (*i.e.* bajo su límite de detección).



Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.19. Fluctuación temporal de la concentración de plata en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

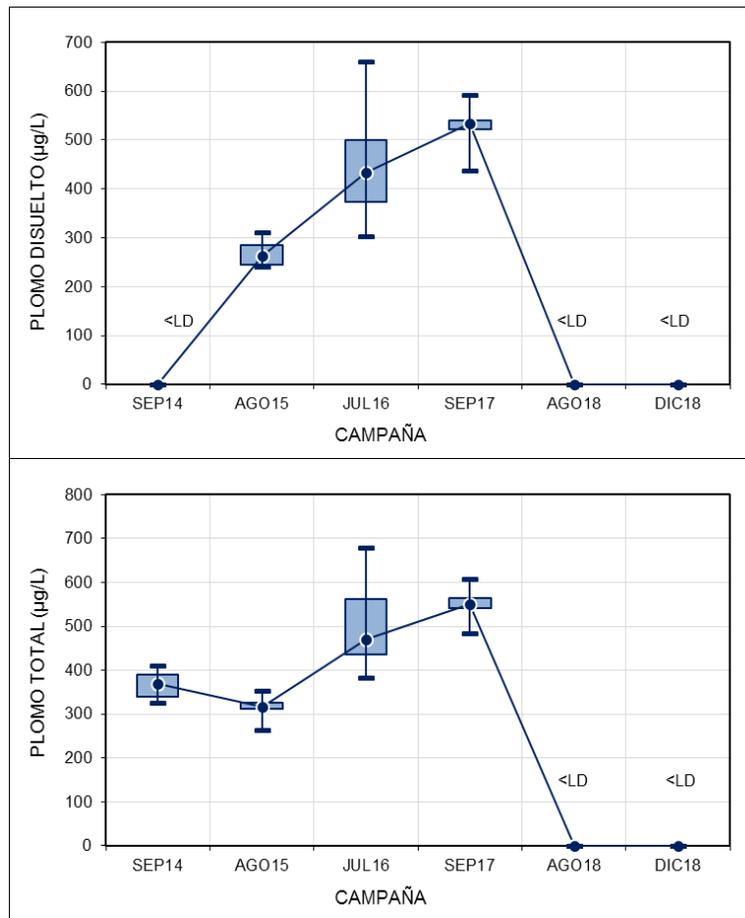
	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		35
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

6.1.2.12 PLOMO DISUELTO Y TOTAL

Para la presente campaña, ninguna de las mediciones de plomo disuelto, como también en su fracción total, presentó niveles analíticamente detectables en la columna de agua. Desde el punto de vista histórico, tanto la actual campaña (diciembre 2018), como en el monitoreo anterior, de agosto de 2018, y en la primera campaña, efectuada en septiembre de 2014, no evidenciaron la presencia analíticamente detectable de plomo disuelto en el agua de mar (ver Figura 6.20). En cambio, en los tres monitoreos comprendidos entre agosto de 2015 a septiembre de 2017, las concentraciones de este elemento, fluctuaron entre 240 µg/L y 660 µg/L; siendo la campaña de julio de 2016, la ocasión en que se pudieron registrar los valores de concentración más altas de este elemento (ver Figura 6.20).

A partir de un análisis tendencial, los niveles de concentración de plomo disueltos mostraron un sostenido incremento, desde los primeros monitoreos hasta la campaña de septiembre de 2017; luego de ello, este patrón se vio notoriamente modificado, puesto que en las dos últimas campañas del 2018, los niveles no superaron el límite de detección analítica (Figura 6.20).

Un comportamiento muy similar a lo señalado para la fracción disuelta, se ha observado con los niveles de plomo total; con la excepción del primer monitoreo, el cual evidenció niveles del referido elemento cercanos a los 400 µg/L, variando en los monitoreos siguientes a niveles entre 264 µg/L a 680 µg/L, registrándose los mayores valores en las campañas de julio de 2016 y en septiembre de 2017 (Figura 6.20). Este patrón tendencial, se ha visto significativamente modificada en las últimas dos campañas de monitoreo del 2018 (agosto y diciembre de 2018), en los que los niveles de plomo total no han superado el límite de detección analítica correspondiente (ver Figura 6.20).



Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.20. Fluctuación temporal de la concentración de plomo disuelto (panel superior) y plomo total (panel inferior) en la columna de agua. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

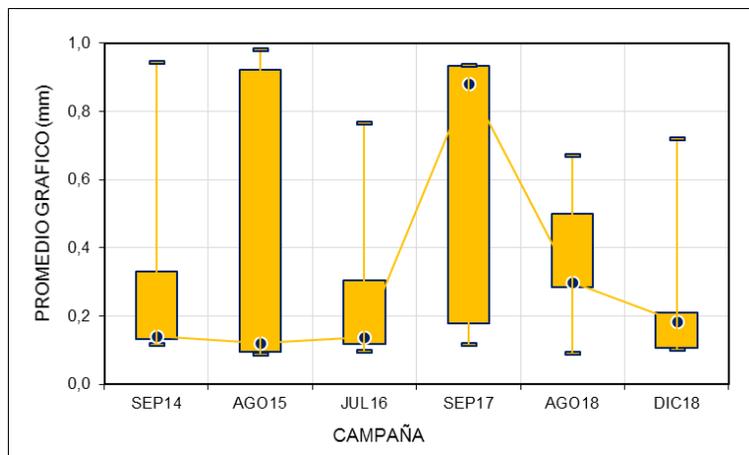
6.2 SEDIMENTOS SUBMAREALES

6.2.1 GRANULOMETRÍA

La composición granulométrica de los sedimentos submareales recolectados en el área de monitoreo (Tabla 5.5), muestra un predominio de las fracciones más finas de arena (fina y muy fina) en la mayoría de las estaciones, lo que contrasta con la estación control E-1, que presentó un predominio de arenas más gruesas y un aporte significativo de grava (Tabla 5.6). En la mayoría de las estaciones, se aprecia una coincidencia entre la fracción dominante y la fracción promedio, indicando una tendencia central fuerte, como se aprecia en los histogramas de distribución textural (Figura 5.1); a pesar de ello, se registraron curvas poco clasificadas y con asimetrías variables entre exceso de gruesos y exceso de finos, lo que indicaría cierta dispersión de los datos, sugiriendo un ambiente dinámico propio de una zona costera.

De los parámetros granulométricos, se seleccionó el promedio gráfico (tamaño medio de los granos) para representar el comportamiento temporal de la granulometría en el área de monitoreo. Según se aprecia en la Figura 6.21, en las primeras tres campañas los sedimentos se caracterizaron por la presencia de arenas finas; en la campaña siguiente (septiembre 2017) el tamaño medio registró un aumento predominando las arenas gruesas. En la reciente campaña (diciembre 2018), el promedio gráfico reveló sedimentos mas finos, aunque con una gran dispersion derivada de la presencia de sedimentos mas gruesos en la estación control.

Estas fluctuaciones temporales del tamaño medio del grano, probablemente reflejan el efecto de los procesos hidrodinámicos sobre los fondos sedimentarios, que remobilizan la capa sedimentaria más superficiales mediante procesos de transporte en la zona costera.



Fuente: Ecotecnos

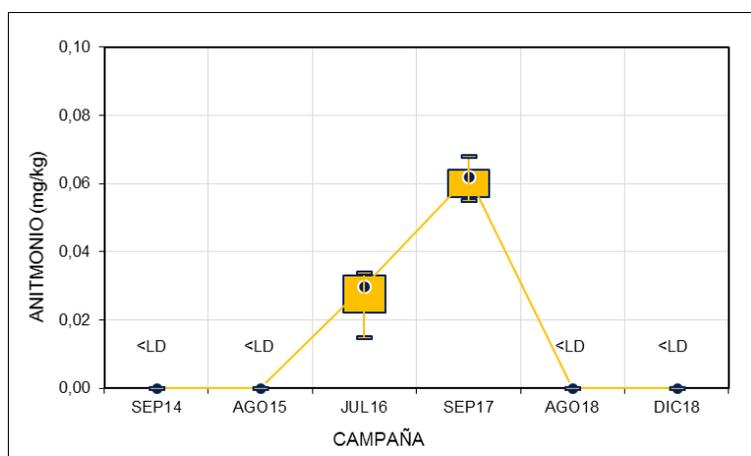
Figura 6.21. Fluctuación temporal del promedio gráfico en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.2.2 ANÁLISIS DE LABORATORIO

6.2.2.1 ANTIMONIO

En la presente campaña no se detectó antimonio en los sedimentos submareales. Todas las mediciones registraron valores bajo el límite de detección (<2,5 mg/kg).

Solamente en las campañas efectuadas en julio de 2016 y septiembre de 2017 se logró registrar la ocurrencia de antimonio en los sedimentos del área de monitoreo (Figura 6.22). En las tres campañas restantes, incluidas los dos últimos monitoreos (agosto y diciembre de 2018), las mediciones estuvieron por debajo del límite de detección.



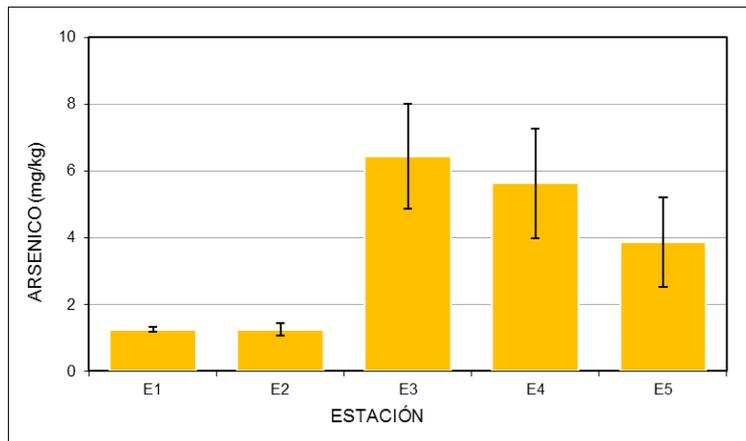
Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.22. Fluctuación temporal de la concentración de antimonio en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.2.2.2 ARSÉNICO

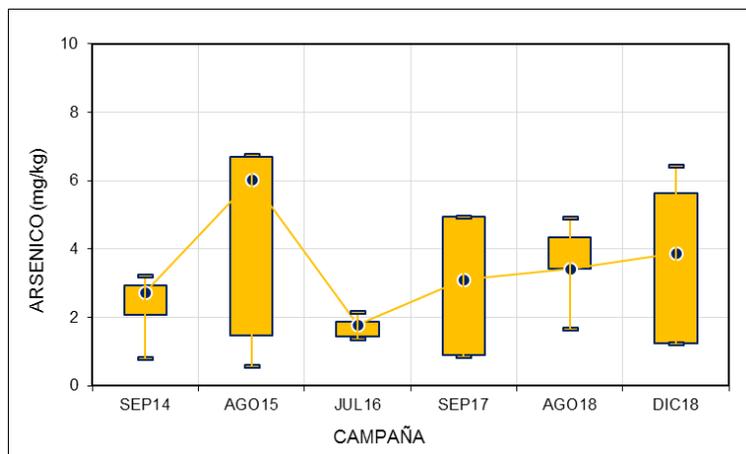
La concentración de arsénico registró una variación espacial entre 1,24 mg/kg y 6,43 mg/kg en los sedimentos submareales (Figura 6.23). Dentro de este rango, la mayor medición de antimonio se registró en la estación E3 y secundariamente en los sedimentos de la estación E4; en ambos casos con valores de concentración entre 5 mg/kg y 6 mg/kg.



Fuente: Ecotecnos. Las barras de error representan el intervalo de confianza

Figura 6.23. Distribución espacial del arsénico en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

De los registros históricos disponibles (Figura 6.24), en todas las campañas se ha detectado la ocurrencia de arsénico en estos sedimentos. Los valores máximos no han superado los 7 mg/kg (agosto de 2015). Los resultados para la presente campaña (diciembre 2018) estuvieron dentro del rango histórico, con un valor de mediana de 3,9 mg/kg, que está dentro de las fluctuaciones temporales que ha experimentado (1,7-6,0 mg/kg).



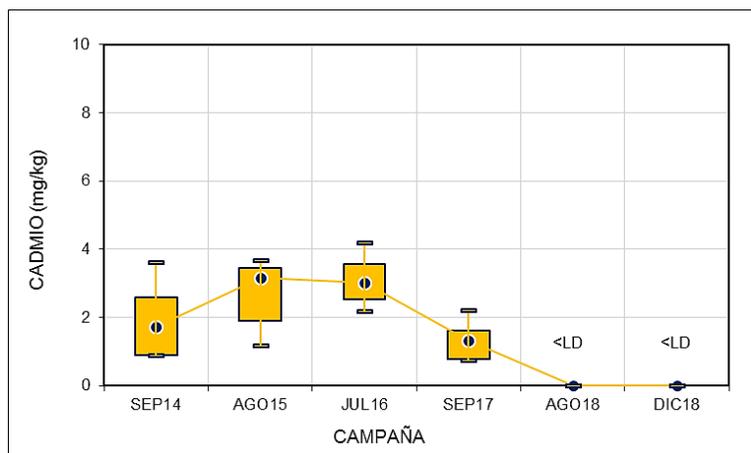
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.24. Fluctuación temporal de la concentración de arsénico en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.2.2.3 CADMIO

En la presente campaña, no fue detectada la presencia de cadmio a niveles analíticamente cuantificables en los sedimentos submareales.

A diferencia de las dos últimas campañas (agosto y diciembre de 2018), en las cuatro campañas previas había sido detectada la presencia de cadmio en los sedimentos submareales (Figura 6.25). Según los registros históricos, el rango de variación de este metal traza ha sido entre 0,7 mg/kg y 4,1 mg/kg, registrándose los mayores niveles de concentración en julio de 2016.



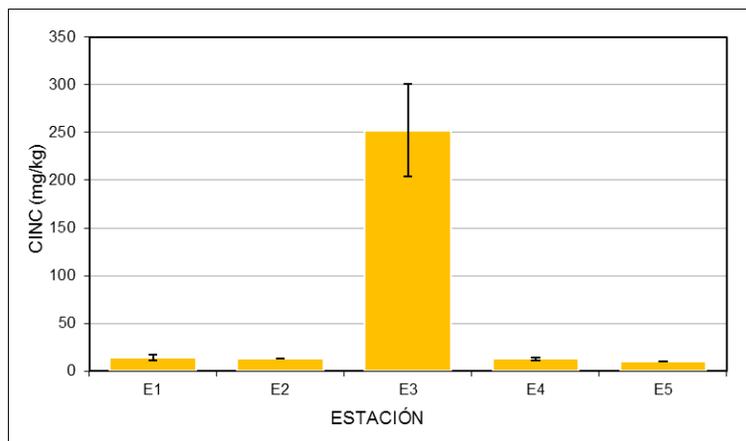
Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.25. Fluctuación temporal de la concentración de cadmio en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.2.2.4 CINC

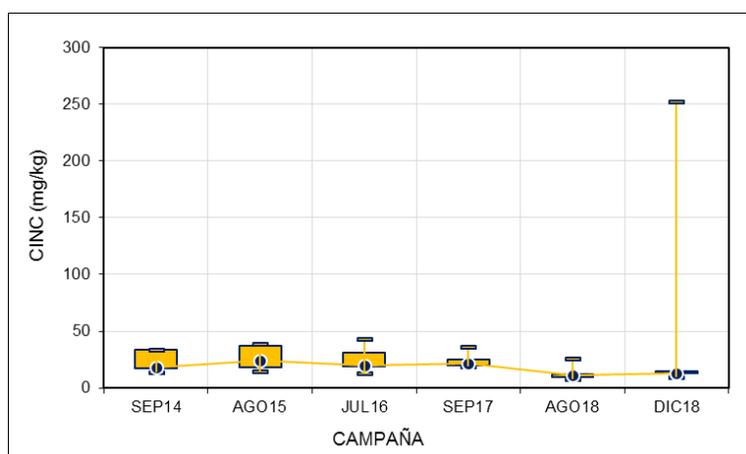
La ocurrencia de cinc fue registrada en los sedimentos de toda el área de monitoreo (Figura 6.26). La mayoría de las estaciones, el rango de concentración de cinc se encontró entre 10 y 14 mg/kg (incluida la estación control), mientras que en la estación E3 se registró la mayor medición que alcanzó 252 mg/kg, lo que indica que en dicho sector se encuentra una acumulación de este elemento.



Fuente: Ecotecnos. Las barras de error representan el intervalo de confianza

Figura 6.26. Distribución espacial del cinc en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Sin contar el valor más alto encontrado en la estación E3, durante la presente campaña se registraron niveles de cinc similares a la campaña anterior, que en conjunto corresponden a los valores más bajos de la serie histórica disponible (Figura 6.27). Si bien, desde septiembre de 2014 a septiembre de 2017 los valores de mediana han registrado una baja variabilidad (18,5 – 24 mg/kg), el rango de variación de las mediciones ha mostrado una mayor dispersión (13 mg/kg – 43 mg/kg). El valor de concentración de la estación E3 en la campaña actual resulto ser el más alto de toda la serie histórica, y representa una situación anómala dentro del desarrollo del monitoreo.



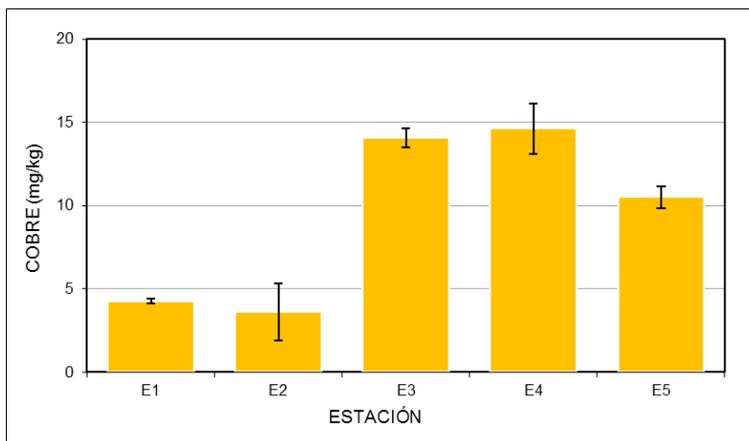
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.27. Fluctuación temporal de la concentración de cinc en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

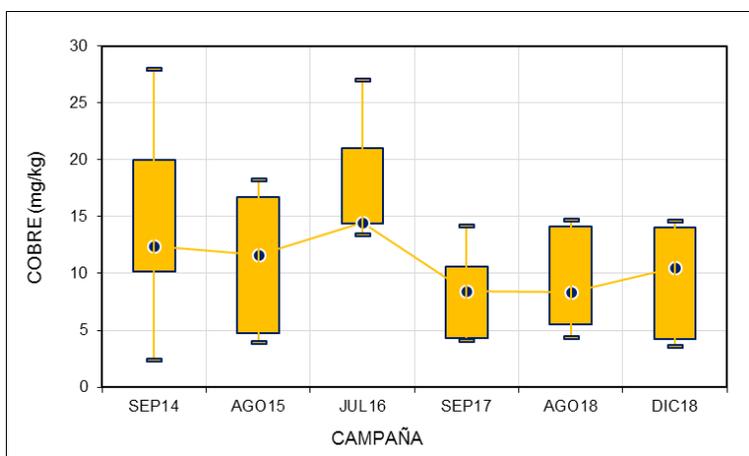
6.2.2.5 COBRE

El cobre fue detectado en los sedimentos submareales de todas las estaciones de monitoreo (Figura 6.28). Las mediciones fueron comparativamente mayores en las estaciones E3 y E4, con valores de 14,1 mg/kg y 14,6 mg/kg, respectivamente. El menor valor se registró en los sedimentos de E2.

Durante la serie histórica, el cobre ha registrado fluctuaciones entre 2,4 mg/kg y 28 mg/kg (Figura 6.29), estando esta variación restringida a la primera campaña (septiembre de 2014), ya que en las campañas siguientes todas las mediciones han estado comprendidas dentro de este rango. La presente campaña (diciembre de 2018) no fue la excepción y todas las mediciones efectuadas registraron valores dentro del rango histórico.



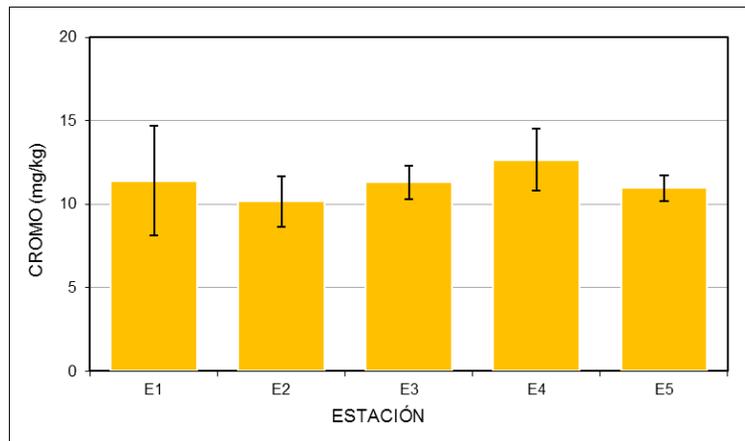
Fuente: Ecotecnos. Las barras de error representan el intervalo de confianza
Figura 6.28. Distribución espacial del cobre en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.



Fuente: Ecotecnos
Figura 6.29. Fluctuación temporal de la concentración de cobre en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.2.2.6 CROMO

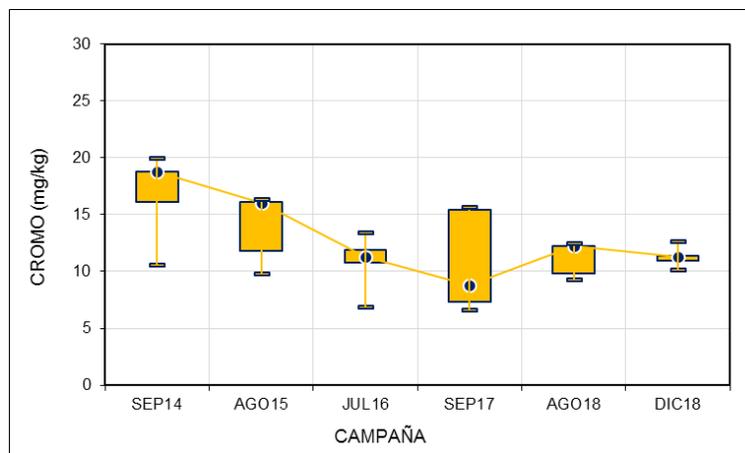
La distribución espacial de cromo en los sedimentos del área de monitoreo varió entre 10,2 mg/kg y 12,7 mg/kg (Figura 6.30) indicando una distribución de cromo altamente homogénea.



Fuente: Ecotecnos. Las barras de error representan el intervalo de confianza

Figura 6.30. Distribución espacial del cromo en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Según la Figura 6.31, se aprecia una tendencia a la baja en los niveles de cromo desde la campaña de septiembre de 2014 a la inmediatamente anterior (septiembre de 2017). Para la actual campaña (diciembre de 2018) se observaron valores similares a la campaña anterior, aunque con una menor dispersión. Considerando la totalidad de los registros históricos disponibles, los valores de cromo han fluctuado entre 6,6 mg/kg y 20 mg/kg.

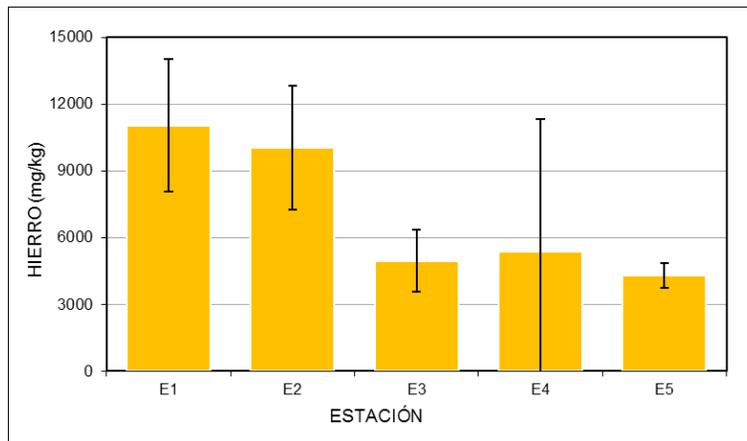


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.31. Fluctuación temporal de la concentración de cromo en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.2.2.7 HIERRO

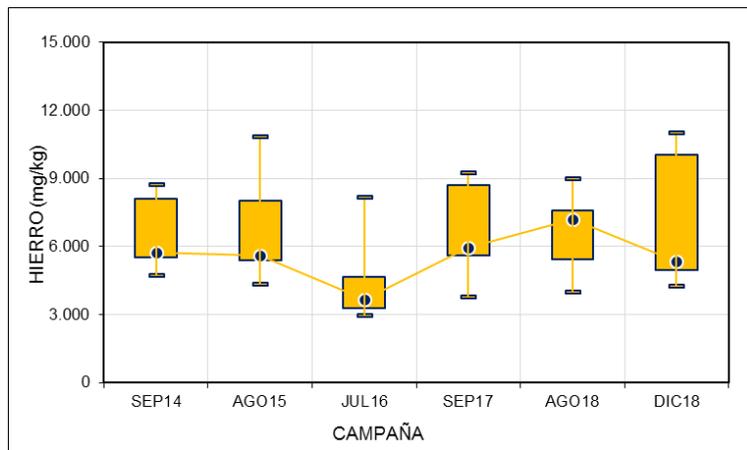
La distribución de hierro mostró un patrón en gradiente en los sedimentos del área de monitoreo (Figura 6.32). Los mayores niveles de concentración se registraron en los sedimentos de E1, con un valor de 9.007 mg/kg; mientras que la menor medición se detectó en sedimentos de E5 (4.003 mg/kg).



Fuente: Ecotecnos. Las barras de error representan el intervalo de confianza

Figura 6.32. Distribución espacial del hierro en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Las fluctuaciones de la concentración de hierro muestran valores de mediana entre 3.654 mg/kg y 7.175 mg/kg (Figura 6.33). Los niveles de hierro comparativamente menores dentro de esta serie, se registraron en la campaña de julio de 2016 (2.977 mg/kg y 8.180 mg/kg). Para la presente campaña no se registraron mediciones fuera del rango histórico.



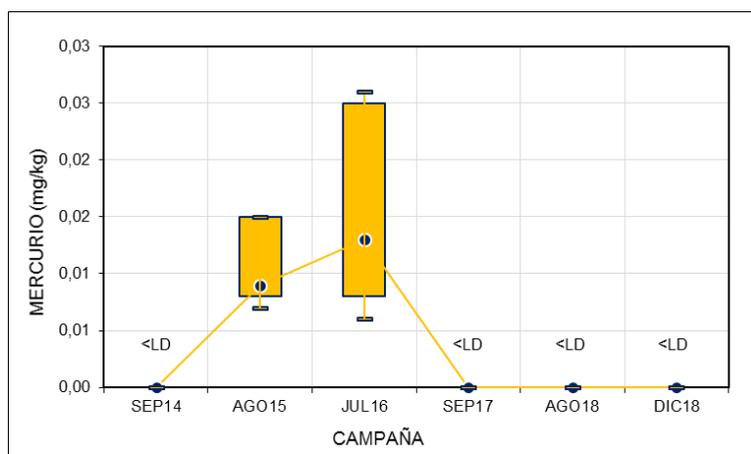
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.33. Fluctuación temporal de la concentración de hierro en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.2.2.8 MERCURIO

Las mediciones de mercurio no revelaron la presencia de este elemento en los sedimentos submareales del área de monitoreo. Todas las mediciones estuvieron bajo el límite de detección (<0,01 mg/kg).

La ocurrencia de mercurio ha sido detectada solamente en las campañas de agosto de 2015 y julio de 2016, con valores bajo 0,03 mg/kg para ambas campañas (Figura 6.34). Los niveles de este elemento registrados en la campaña de julio de 2016 fueron comparativamente mayores respecto a los registrados en agosto de 2015. En las cuatro campañas restantes, todas las mediciones estuvieron bajo el límite de detección.



Fuente: Ecotecnos

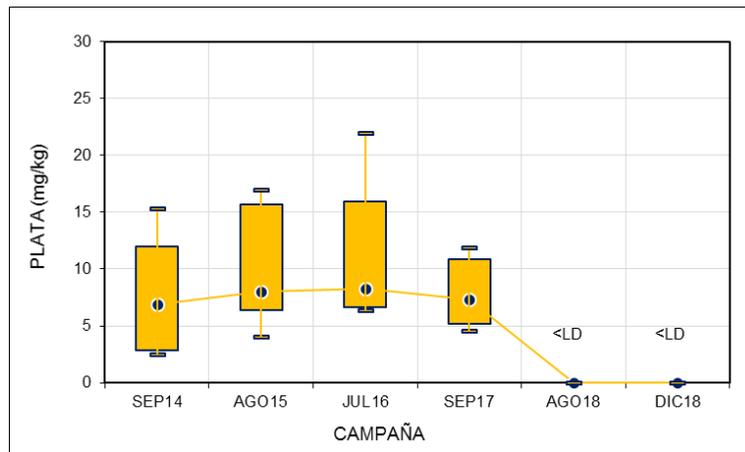
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.34. Fluctuación temporal de la concentración de mercurio en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.2.2.9 PLATA

Ninguna de las mediciones de plata efectuadas en las muestras de sedimentos, registraron valores sobre el límite de detección (< 5 mg/kg).

En las dos últimas campañas no se detectó plata en los sedimentos submareales, mientras que en las cuatro campañas previas este elemento ha estado presente (Figura 6.35). Aunque la variabilidad de las mediciones ha sido discreta (mediana entre 6,9 mg/kg y 8,3 mg/kg), en las primeras tres campañas se observó una ligera tendencia al alza en los valores. Sin embargo, en la campaña de septiembre de 2017 los niveles descendieron. Los mayores valores de concentración de plata se registraron en la campaña de julio de 2016.



Fuente: Ecotecnos

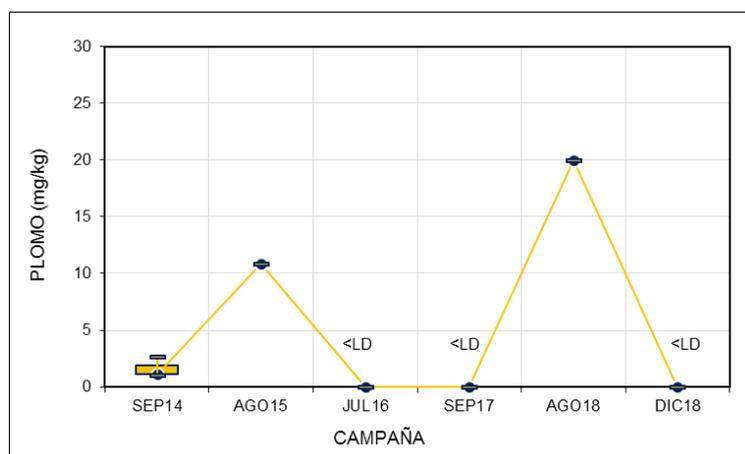
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.35. Fluctuación temporal de la concentración de plata en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.2.2.10 PLOMO

Durante la presente campaña no se detectó la presencia de plomo en los sedimentos submareales, hallándose todos los valores bajo el límite de detección (2 mg/kg)

El plomo ha sido un elemento aparición esporádica en los sedimentos submareales del área de monitoreo (Figura 6.36); solamente ha sido detectado en su totalidad durante la campaña efectuada en septiembre de 2014. En los monitoreos de julio de 2016 y septiembre de 2017, los niveles de concentración fueron analíticamente indetectables; mientras que en agosto de 2015 y 2018 se registró la ocurrencia de solo una medición sobre el límite de detección.



Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.36. Fluctuación temporal de la concentración de plomo en sedimentos submareales. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

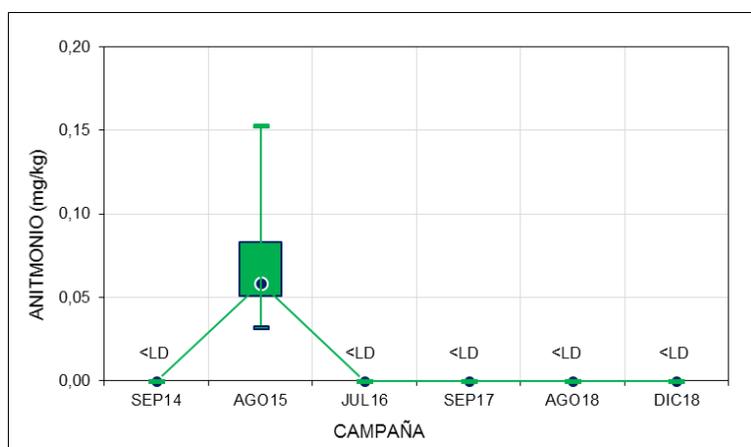
6.3 METALES TRAZA EN ESPECIES BIOINDICADORAS

6.3.1 TEJIDOS DE *Emerita analoga*

6.3.1.1 ANTIMONIO

En los ejemplares recolectados de *E. analoga*, no se registró niveles analíticamente detectables de antimonio en los tejidos orgánicos.

Según el registro histórico disponible, mayoritariamente este elemento ha estado analíticamente ausente en los tejidos de esta especie (Figura 6.37). Solo en la campaña de agosto de 2015 se detectó antimonio en los tejidos de este crustáceo (0,03-015 mg/kg).



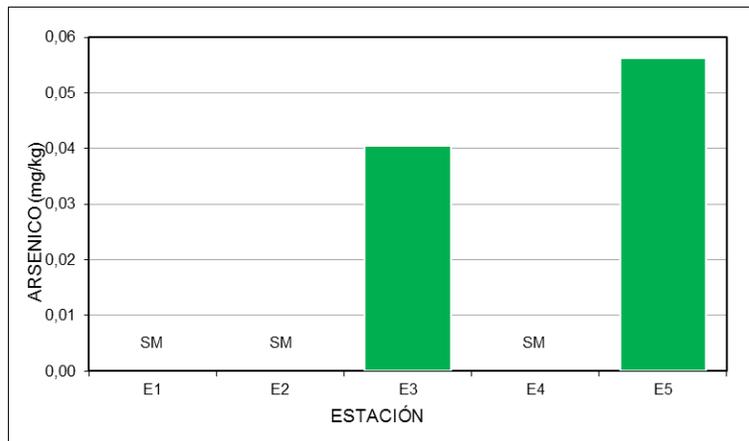
Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.37. Fluctuación temporal de la concentración de antimonio en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.1.2 ARSÉNICO

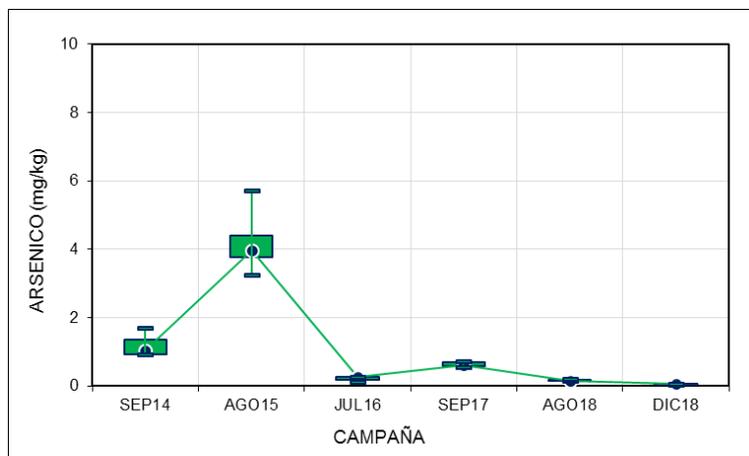
La presencia de arsénico fue detectada en los tejidos de *E. analoga*, en las dos estaciones de monitoreo en donde se recolectó ejemplares de este crustáceo (Figura 6.38). Los niveles tisulares de arsénico registraron valores entre 0,4 y 0,55 mg/kg (peso húmedo) presentándose el mayor valor en la estación E5.



Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.38. Distribución espacial del arsénico en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Si bien, la presencia de arsénico ha sido registrada en los ejemplares de *E. analoga* capturados en todas las campañas, los mayores valores de este metal han sido registrados en el monitoreo de agosto de 2015 con un valor máximo de 5,7 mg/kg (Figura 6.39). Los niveles tisulares de arsénico detectados en la presente campaña (diciembre 2018), están dentro del rango de variación histórico y son similares a los registrados en las tres campañas previas (julio de 2016, septiembre de 2017 y agosto de 2018).

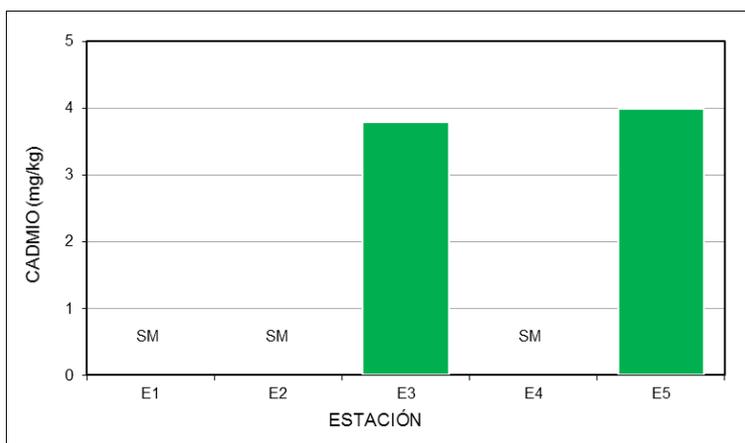


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.39. Fluctuación temporal de la concentración de arsénico en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.1.3 CADMIO

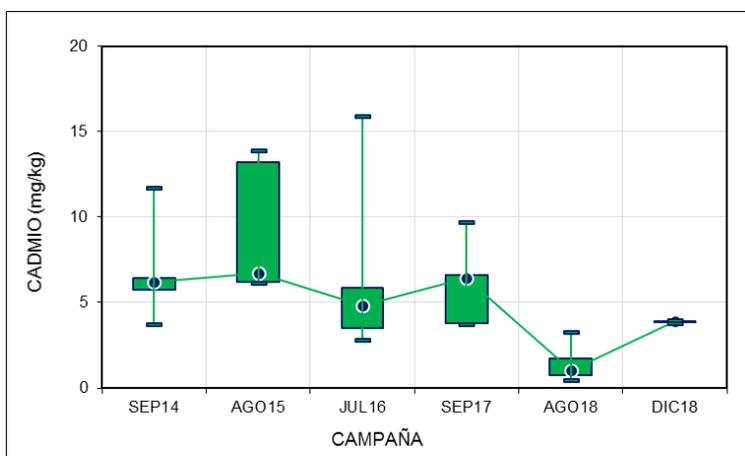
El cadmio se detectó en los ejemplares de *E. analoga* procedentes de todas las estaciones con captura efectiva (Figura 6.40). Los niveles de concentración de este elemento variaron entre 3,8 mg/kg y 4 mg/kg, registrándose la mayor medición tisular en los individuos de este crustáceo recolectados en la estación E5.



Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.40. Distribución espacial del cadmio en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

En la presente campaña (diciembre de 2018) se registraron valores ligeramente superiores a lo encontrado durante la campaña anterior, pero dentro del registro histórico para el parámetro (Figura 6.41). En las campañas previas, este metal registró mediciones relativamente estables entre 2,83 mg/kg y 15,90 mg/kg. Los valores máximos de concentración de cadmio tisular fueron registrados en la campaña de julio de 2016.

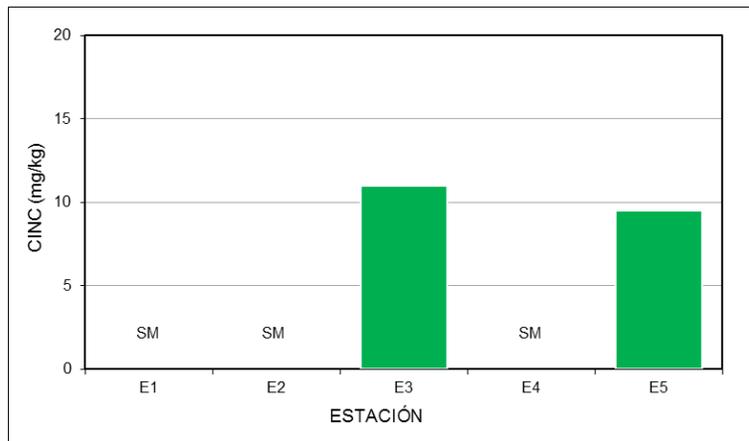


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.41. Fluctuación temporal de la concentración de cadmio en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.1.4 CINC

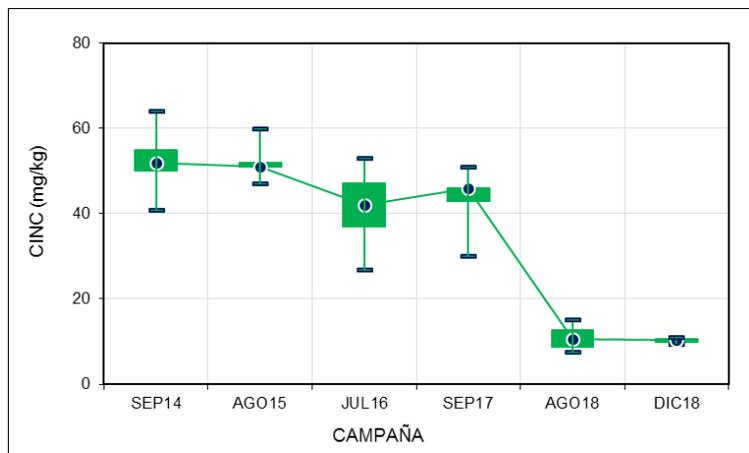
En todas las muestras analizadas, se registró la presencia de cinc en los tejidos de los ejemplares capturados (Figura 6.42). Dentro del área de monitoreo, los niveles de este elemento variaron entre 9,5 mg/kg y 11,0 mg/kg, con el valor máximo registrado en los ejemplares recolectados en la estación E3; el mínimo de cinc tisular se detectó en los individuos obtenidos en la estación E5.



Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.42. Distribución espacial del cinc en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

En las primeras cuatro campañas (septiembre de 2014 a julio de 2016), los niveles tisulares de cinc fluctuaron entre 27 mg/kg y 64 mg/kg (Figura 6.43), revelando una leve disminución en los niveles de concentración. En las dos últimas campañas (agosto y diciembre de 2018), se produjo una drástica disminución del cinc tisular, registrándose valores bajo los 15,08 mg/kg.

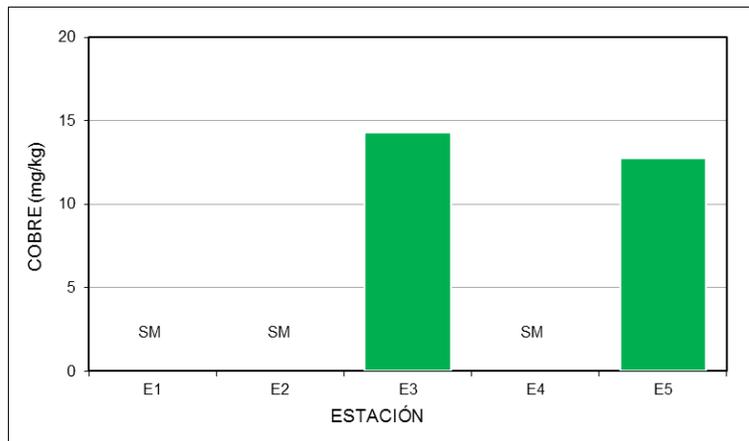


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.43. Fluctuación temporal de la concentración de cinc en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.1.5 COBRE

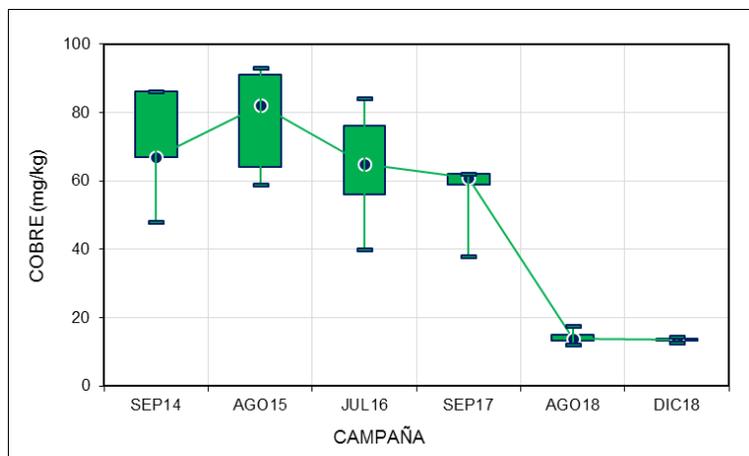
Los niveles de concentración de cobre en *E. analoga* variaron entre 12,7 mg/kg y 14,3 mg/kg, con el valor máximo registrado en los ejemplares recolectados en la estación E3 (Figura 6.44).



Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.44. Distribución espacial del cobre en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Desde la campaña de septiembre de 2014 a septiembre de 2017, el cobre reveló una leve tendencia a la baja en los tejidos de *E. analoga* (Figura 6.45). Durante este período la mediana fluctuó entre 61 mg/kg y 82 mg/kg. En las dos últimas campañas (agosto y diciembre de 2018), este metal traza mostró una notable disminución en sus niveles de concentración en tejidos de *E. analoga*, con valores bajo los 20 mg/kg.

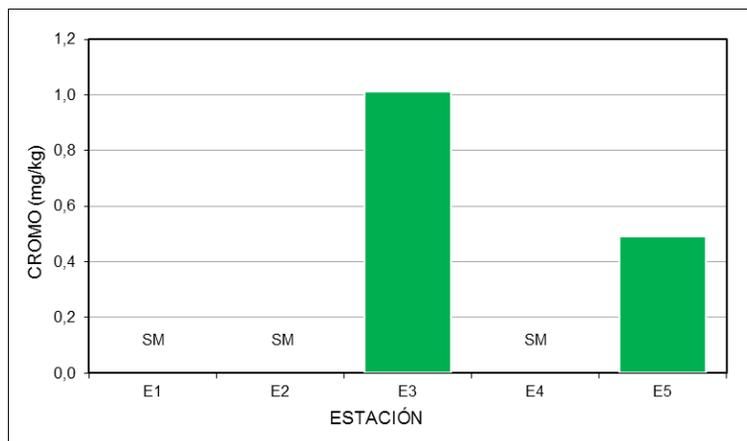


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.45. Fluctuación temporal de la concentración de cobre en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.1.6 CROMO

La presencia de cromo (Figura 6.46), fue detectada en los ejemplares de *E. analoga* recolectados en las dos estaciones del área de monitoreo donde se obtuvieron ejemplares de *E. analoga*. En estos puntos, los niveles de concentración tisular de cromo variaron entre 0,5 mg/kg y 1,0 mg/kg, hallándose el mayor valor en E3

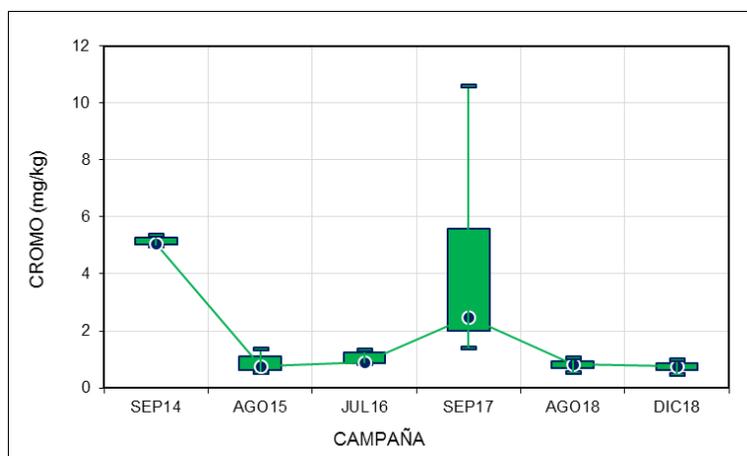


Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección, SM: sin muestra

Figura 6.46. Distribución espacial del cromo en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

El registro histórico ha revelado que la mayoría de las mediciones de cromo tisular han permanecido bajo los 5 mg/kg (Figura 6.47). Solamente en la campaña de septiembre de 2017, las mediciones de este elemento superaron este umbral alcanzando un valor de concentración máximo de 10,6 mg/kg. Los actuales niveles de cromo (agosto y diciembre de 2018) estuvieron dentro del rango histórico y fueron similares a los valores reportados para las campañas de agosto de 2015 y julio de 2016.

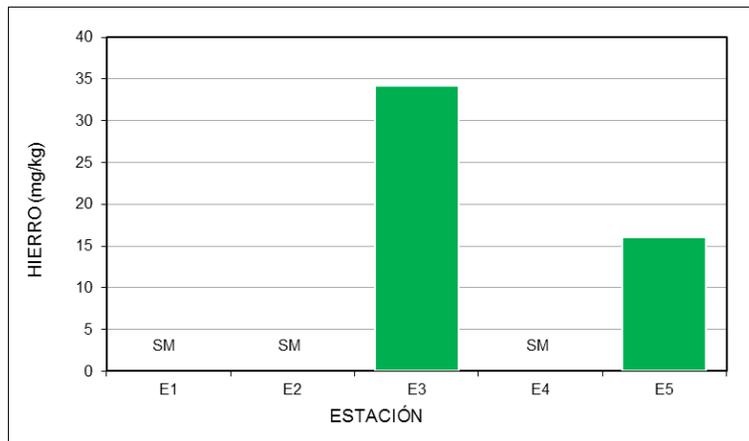


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.47. Fluctuación temporal de la concentración de cromo en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.1.7 HIERRO

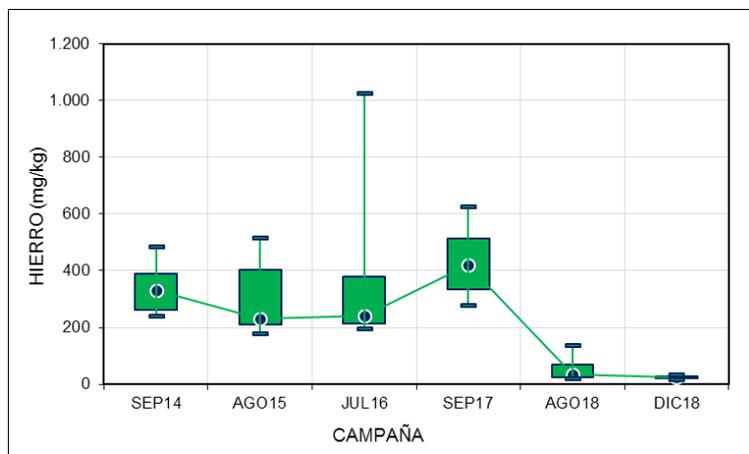
En la distribución espacial de los niveles tisulares de hierro (16-34 mg/kg), el mayor valor de este metal fue detectado en los ejemplares provenientes de la estación E3; mientras que, las mínimas concentraciones, estuvieron asociados con los individuos de *E. analoga* capturados en las estaciones E1, E2 y E4, cuyos niveles del referido elemento no fueron detectados analíticamente (Figura 6.48).



Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.48. Distribución espacial del hierro en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

A partir del análisis efectuado a la serie histórica de monitoreos efectuados, se puede verificar que gran parte de los monitoreos efectuados en los primeros cuatro monitoreos desarrollados desde septiembre de 2014 a septiembre de 2017, el metal hierro que fue analizado en los tejidos de *E. analoga*, mostró una baja variabilidad, con valores de mediana que fluctuaron entre 230 mg/kg a 420 mg/kg (Figura 6.49), y en donde se logró registrar niveles puntualmente mayores en la campaña de julio de 2016. Sin embargo, en las dos últimas campañas recientes (agosto y diciembre de 2018), las mediciones de este elemento en la antes indicada especie bioindicadora, evidenciaron un significativo descenso de estas concentraciones a niveles que han sido los más bajos en toda la historia del PVA.



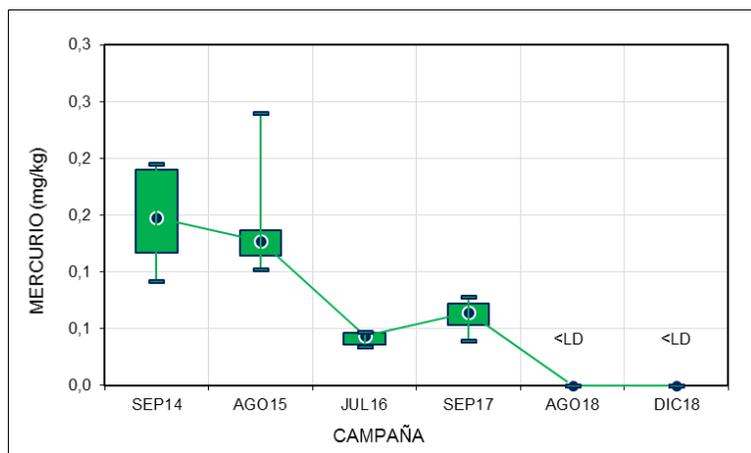
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.49. Fluctuación temporal de la concentración de hierro en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.1.8 MERCURIO

En la presente campaña, no se registraron mediciones analíticamente detectables de mercurio en los tejidos de *E. analoga*.

Los niveles de mercurio en dicha especie bioindicadora han mostrado una disminución sostenida desde la campaña de septiembre de 2014 a la fecha (Figura 6.50). El máximo de mercurio tisular (1.027 mg/kg) se registró en ejemplares obtenidos en agosto de 2015. La presencia de ejemplares de *E. analoga* sin niveles detectables de mercurio tisular se registró solo en las últimas dos campañas.



Fuente: Ecotecnos

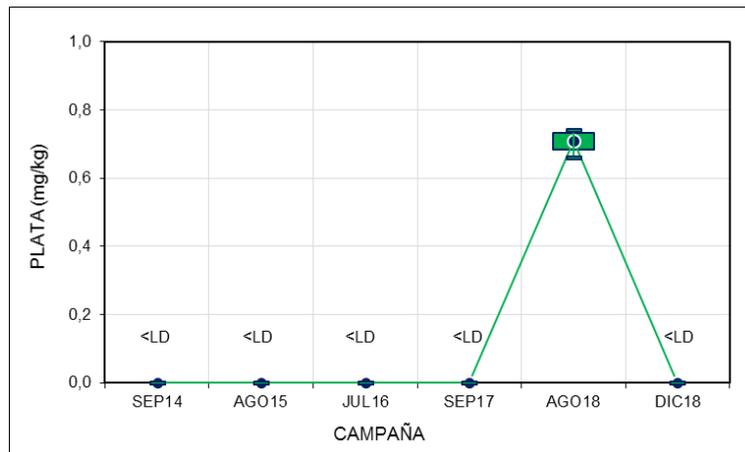
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.50. Fluctuación temporal de la concentración de mercurio en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.1.9 PLATA

Durante el presente monitoreo no se detectó la presencia de plata en los ejemplares de *E. analoga* recolectados.

Según los registros de la serie histórica (Figura 6.51), solo durante la campaña anterior (agosto de 2018) se registraron valores medibles de este elemento, los cuales se encontraron alrededor de 0,7 mg/kg.



Fuente: Ecotecnos

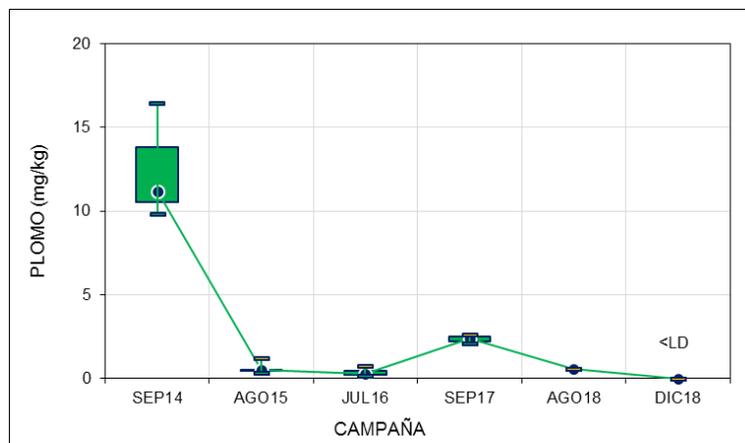
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.51. Fluctuación temporal de la concentración de plata en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.1.10 PLOMO

Durante la campaña actual no se registraron valores detectables de plomo en tejidos de *E. analoga*.

Tras la ocurrencia de niveles de concentración comparativamente mayores de plomo en la campaña de septiembre de 2014, las mediciones de este elemento disminuyeron ostensiblemente en las campañas siguientes, registrándose valores menores que 3 mg/kg en los tejidos de los ejemplares recolectados (Figura 6.52), siendo la presente campaña, la primera donde no se registra la presencia de plomo en las muestras de *E. analoga*.



Fuente: Ecotecnos

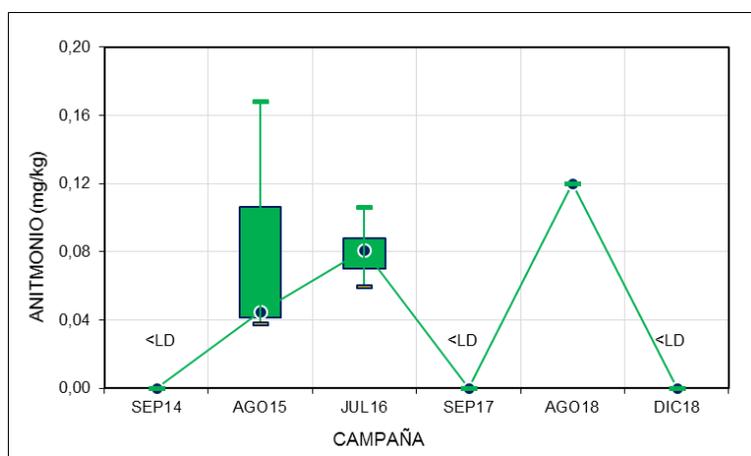
Figura 6.52. Fluctuación temporal de la concentración de plomo en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.2 TEJIDOS DE *Choromytilus chorus*

6.3.2.1 ANTIMONIO

Durante la presente campaña no se encontraron valores detectables de antimonio en ejemplares de *Ch. chorus*.

Según el registro histórico, la presencia de antimonio en los tejidos de *Ch. chorus* solo ha sido registrada en las campañas de agosto de 2015, julio de 2016 y agosto de 2018 (Figura 6.53). Los valores comparativamente mayores fueron registrados en agosto de 2015 (0,045 mg/kg); en esa oportunidad se registraron tres mediciones sobre el límite de detección.



Fuente: Ecotecnos

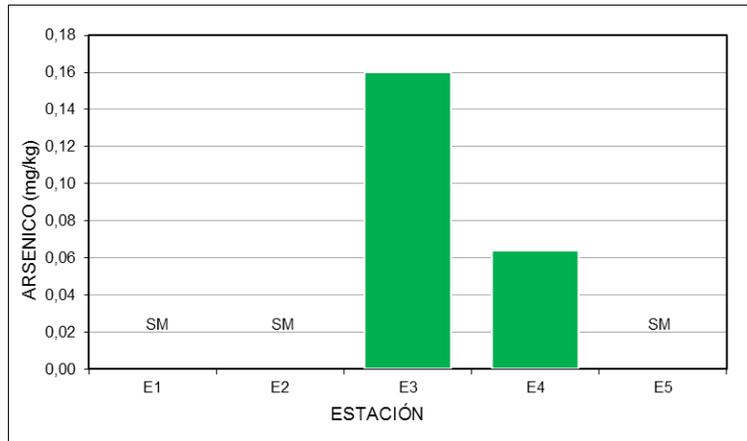
<LD>: Bajo límite de detección

Figura 6.53. Fluctuación temporal de la concentración de antimonio en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.2.2 ARSÉNICO

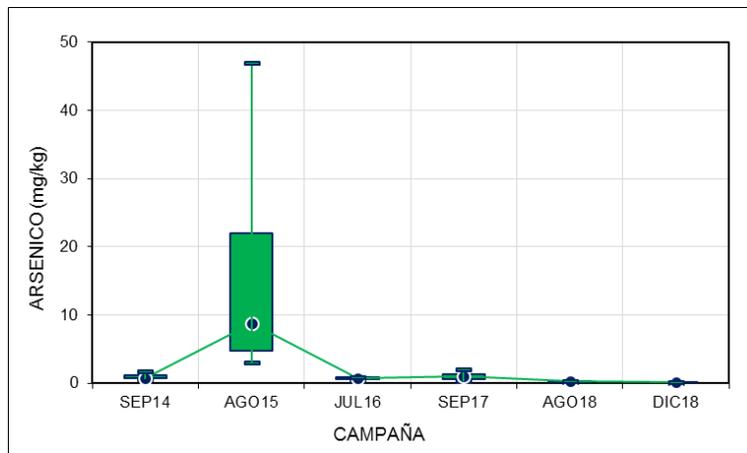
La ocurrencia de arsénico fue registrada en los tejidos de los ejemplares de *C. chorus* provenientes de ambas estaciones de muestreo (E3 y E4) (Figura 6.54). Los valores de arsénico tisular se encontraron entre 0,06 y 0,16 mg/kg, hallándose el mayor valor en la estación E3.

De la serie histórica representada en la Figura 6.55, se aprecia una condición distinta para la campaña de agosto de 2015, ocasión en que registraron valores máximos de 47 mg/kg. Estos niveles difieren claramente de las mediciones registradas en las campañas restantes, donde los valores de arsénico tisular no han superado los 3 mg/kg. En la actual campaña (diciembre de 2018) se detectaron los valores de concentración de arsénico tisular más bajos de la serie histórica.



Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.54. Distribución espacial del arsénico en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.



Fuente: Ecotecnos

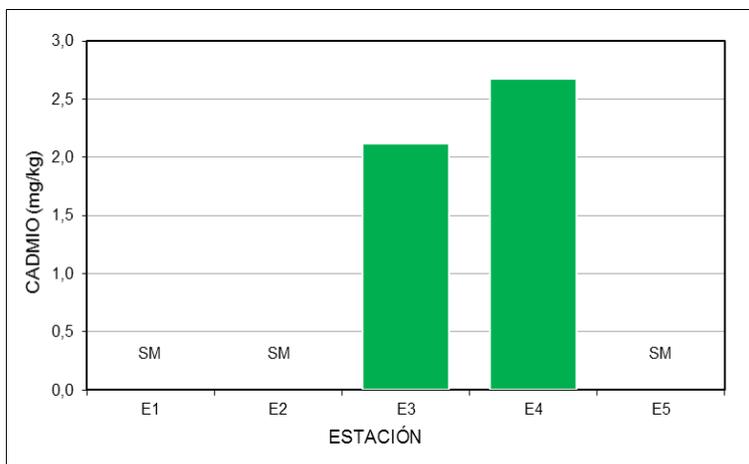
Figura 6.55. Fluctuación temporal de la concentración de arsénico en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.2.3 CADMIO

Los resultados obtenidos en la presente campaña, permitieron evidenciar concentraciones detectables de cadmio en los tejidos de ejemplares de *C. chorus* en las ambas estaciones que fueron muestreadas (Figura 6.56). Los niveles de concentración del referido metaloide varió entre 2,1 a 2,7 mg/kg, obteniéndose las mayores concentraciones (2,7 mg/kg) en los ejemplares procedentes de la estación E4.

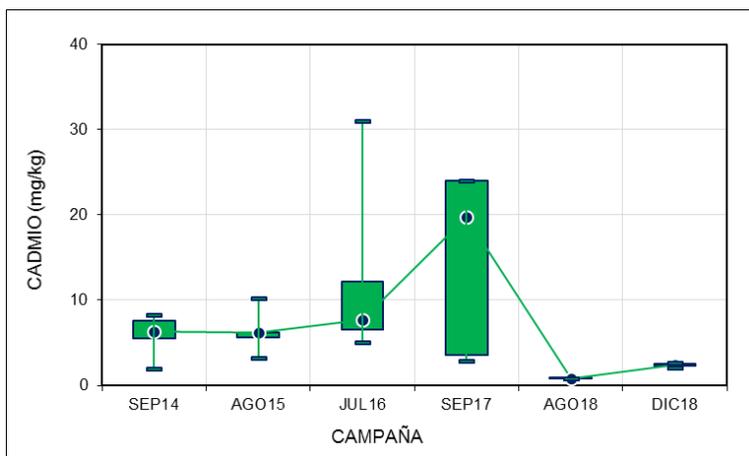
Desde el punto de vista histórico, los niveles de cadmio tisular han mostrado fluctuaciones temporales importantes (Figura 6.57). El rango de variación de este elemento en *C.chorus*, durante las primeras cuatro campañas, fluctuó entre 1,9 mg/kg y 31,0 mg/kg; mientras que, en las dos últimas campañas (agosto y diciembre de 2018), los niveles de

concentración de este metal traza mostraron una notable disminución con valores que no superaron 3 mg/kg.



Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.56. Distribución espacial del cadmio en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

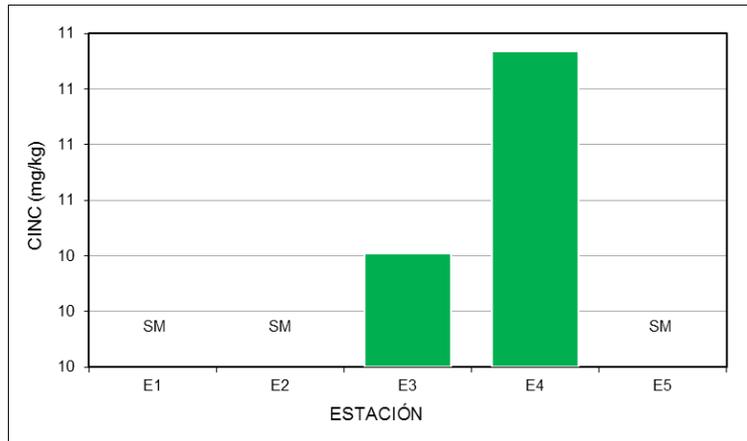


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.57. Fluctuación temporal de la concentración de cadmio en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.2.4 CINC

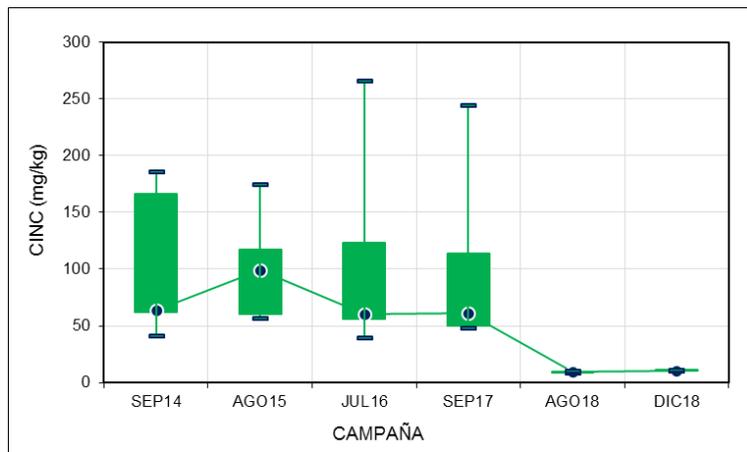
La presencia de cinc en ejemplares de *C. chorus* fue detectada en las dos estaciones en las que se obtuvieron muestras de este bivalvo, en valores entre 10,4 y 11,1 mg/kg (Figura 6.58).



Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.58. Distribución espacial del cinc en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

Este elemento evidencia una tendencia a la baja en sus niveles de concentración, aunque esta tendencia se observó con mayor claridad en las dos últimas campañas (Figura 6.59). En las primeras cuatro campañas, los niveles tisulares de cinc variaron entre 40 mg/kg y 245 mg/kg.

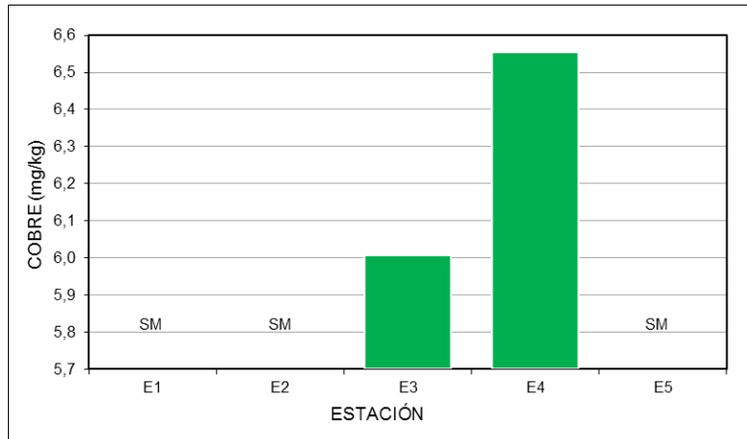


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.59. Fluctuación temporal de la concentración de cinc en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.2.5 COBRE

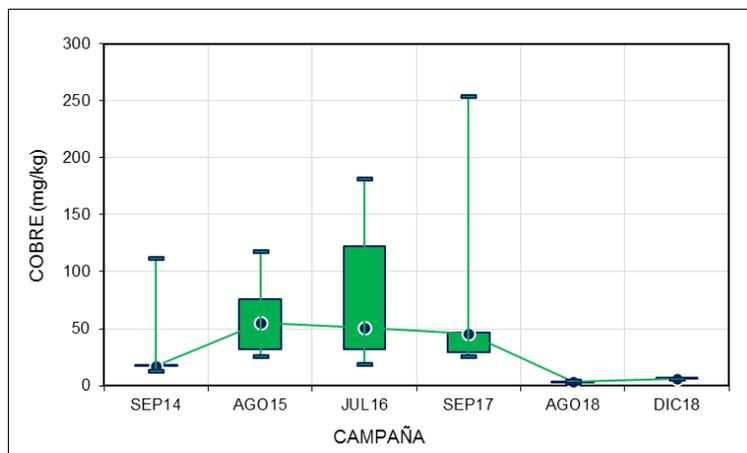
Este metal pudo ser registrado en los tejidos de *Ch. chorus* capturados en ambas estaciones en donde se obtuvieron organismos (E3 y E4, ver Figura 6.60). Los niveles de concentración de cobre en los individuos obtenidos en ambas estaciones, no superaron los 6,6 mg/kg, siendo la estación E4 la que presentó los mayores niveles de este elemento (ver Figura 6.60).



Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.60. Distribución espacial del cobre en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

A diferencia de las primeras 4 campañas que fueron desarrolladas, desde septiembre del 2014, en que se evidenciaron niveles de cobre tisular que variaron entre 12,7 mg/kg a 254,0 mg/kg, en las recientes campañas del 2018 (agosto y diciembre de 2018), las concentraciones de este elemento metálico, en los tejidos del organismos bioindicador, no han superado los 6,6 mg/kg (Figura 6.61). Esta tendencia evidencia una fuerte caída en los valores de este metal en los tejidos de la especie bioindicadora.



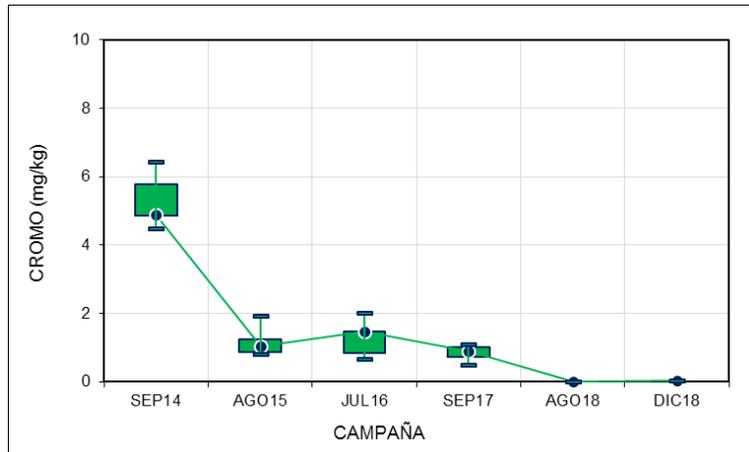
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.61. Fluctuación temporal de la concentración de cobre en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.2.6 CROMO

Solo en la estación E4 se registraron niveles detectables de cromo en *C. chorus*, alcanzando un valor promedio de 0,04 mg/kg, mientras que los ejemplares recolectados en la estación E3 no presentaron valores detectables de este elemento.

De acuerdo con la Figura 6.62, los niveles de concentración de cromo tisular han mostrado una disminución sostenida desde la campaña de septiembre de 2014 a la fecha. Los mayores niveles de cromo estuvieron asociados con la campaña de septiembre de 2014 (4,4-6,4 mg/kg).

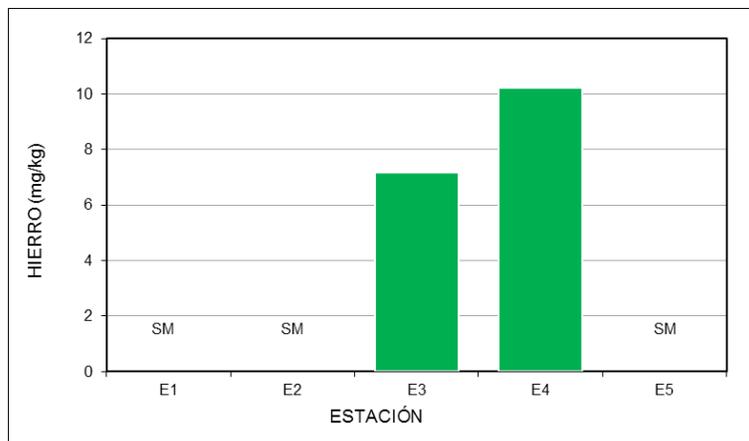


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.62. Fluctuación temporal de la concentración de cromo en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.2.7 HIERRO

El hierro se encontró en los ejemplares de *C. chorus* recolectados en la estación ambas estaciones muestreadas (Figura 6.63). Las mediciones de este elemento se encontraron entre 7,2 y 10,2 mg/kg.



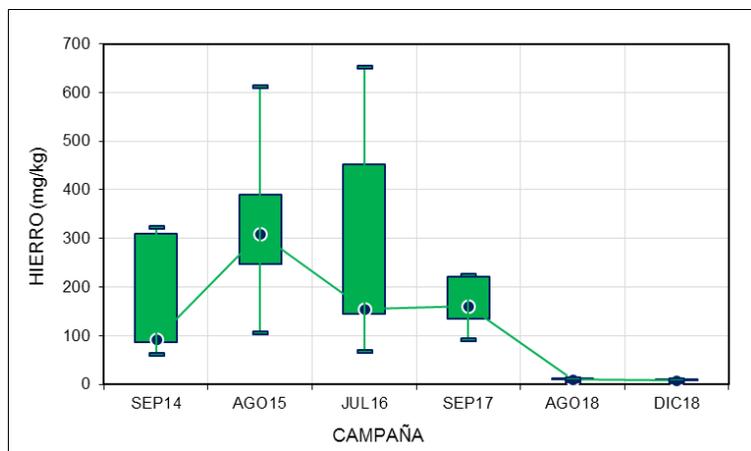
Fuente: Ecotecnos

SM: sin muestra

Figura 6.63. Distribución espacial del hierro en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

El hierro en los tejidos de *Ch. chorus* ha mostrado una variabilidad importante durante el transcurso de este seguimiento (Figura 6.64). En las primeras cuatro campañas (septiembre de 2014 a septiembre de 2017) los niveles de concentración variaron entre 62

mg/kg y 653 mg/kg. Sin embargo, durante las últimas dos campañas (agosto y diciembre de 2018) los valores de hierro disminuyeron notoriamente (< 14 mg/kg).



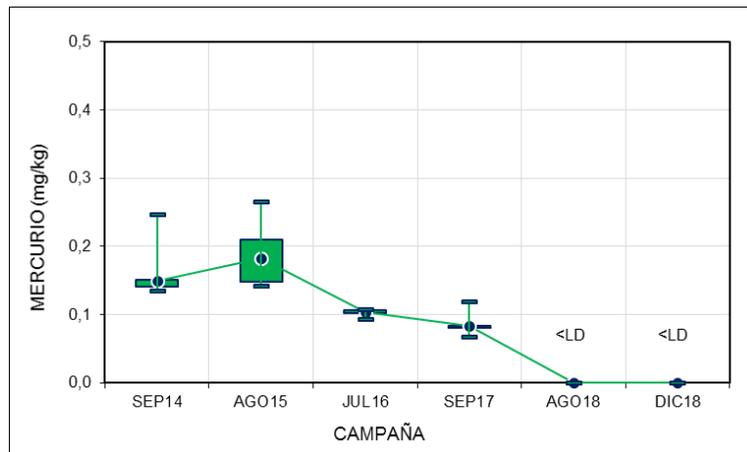
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.64. Fluctuación temporal de la concentración de hierro en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.2.8 MERCURIO

Para la presente campaña de monitoreo, la presencia de mercurio no fue detectada en los tejidos de la especie biomonitorea. De esta forma, todas las mediciones que fueron efectuadas presentaron niveles del referido metaloide por debajo del límite de detección (< 0,04 mg/kg).

Desde el punto de vista histórico, solo en las recientes dos últimas campañas de monitoreo (agosto y diciembre de 2018) no fue posible detectar concentraciones de mercurio en los tejidos de *Ch. chorus* (Figura 6.65). De esta forma y considerando la serie histórica, se logra evidenciar una tendencia a la baja en los niveles de concentración de este elemento, atendiendo que en las primeras dos campañas, los niveles de este metaloide fluctuaron entre 0,14 mg/kg y 0,27 mg/kg (Figura 6.65).



Fuente: Ecotecnos

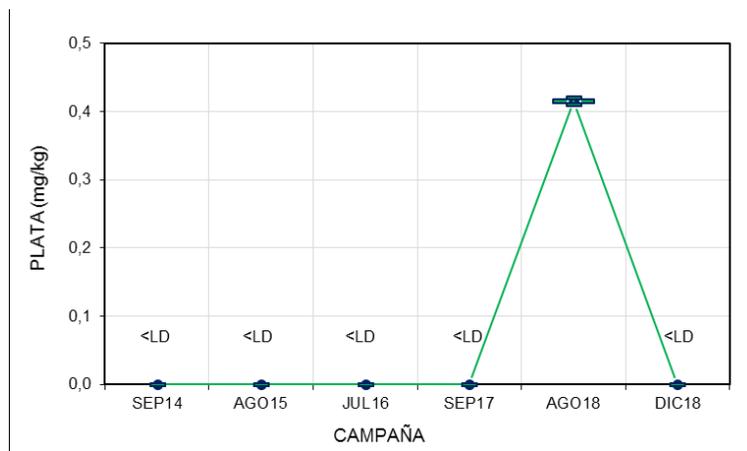
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.65. Fluctuación temporal de la concentración de mercurio en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.2.9 PLATA

No se detectaron niveles detectables de este elemento en los ejemplares de *C. chorus* recolectados en la zona de estudio.

Solo durante la campaña anterior se registró la presencia de plata en esta especie bioindicadora. En las cuatro campañas previas, al igual que la campaña actual, los niveles de este metal trazan han sido analíticamente indetectables (Figura 6.66).



Fuente: Ecotecnos

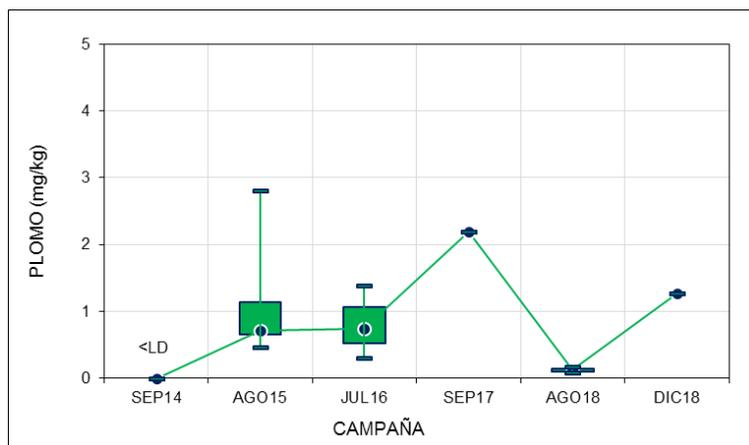
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.66. Fluctuación temporal de la concentración de plata en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

6.3.2.10 PLOMO

El plomo solo se encontró en niveles detectables en los ejemplares de *C. chorus* recolectados en la estación E3, alcanzando un valor promedio de 1,3 mg/kg.

Si bien los niveles tisulares de plomo han fluctuado dentro de un estrecho rango de variación (< 2 mg/kg), solamente en la campaña de agosto de 2015 se detectó la presencia de este metal traza en los ejemplares recolectados en todas las estaciones. La campaña actual presentó un valor dentro de la variación histórica del parámetro. (Figura 6.67).



Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.67. Fluctuación temporal de la concentración de plomo en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Puerto Mejillones. Diciembre 2018.

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		65
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

7 CONCLUSIONES

Efectuado el análisis e interpretación de los resultados, para cada una de las componentes ambientales, se desprenden las siguientes conclusiones para la presente campaña de monitoreo (N°23):

Columna de agua

- La temperatura y transparencia de la columna de agua, registraron mediciones dentro de los rangos respectivos observados históricamente. Los sólidos disueltos totales y suspendidos totales registraron valores normales para aguas costeras y dentro de la variabilidad histórica de los respectivos parámetros.
- De los elementos metálicos analizados, antimonio, arsénico, cadmio cromo mercurio, plata y plomo (disuelto y total) presentaron valores bajo el límite de detección, lo que resulta similar a lo encontrado durante la campaña anterior.
- Los elementos: cobre, hierro y cinc (disuelto y total) presentaron valores detectables y dentro de lo esperado de acuerdo a su variabilidad histórica. En el caso del cinc, la fracción disuelta de este elemento represento entre un 30% y un 50% del total de cinc en la columna de agua.
- En general, se observó que durante las dos últimas campañas se encontraron concentraciones más bajas de elementos metálicos que en las campañas previas, confirmando una tendencia a la baja de estos parámetros.

Sedimentos submareales

- La composición granulométrica de los sedimentos estuvo dominada por las fracciones más finas del tipo arena (arena fina y muy fina), con distribuciones unimodales y con baja dispersión.
- De los elementos metálicos, antimonio, cadmio, mercurio, plata y plomo se encontraron bajo el límite de detección en todas las muestras. Todos los elementos se encontraron en valores más bajos o dentro de la variabilidad histórica para cada uno de ellos.
- Solo el cinc presento un valor mucho más alto en una estación (E3) que en el resto de las estaciones, indicando una situación particular en dicho sector.

Metales traza en especies bioindicadoras

- Solo fue posible encontrar ejemplares de *E. analoga* en las estaciones E3 y E5, mientras que los ejemplares de *C. chorus* solo fueron recolectados en las estaciones E3 y E4.

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		66
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

- De los metales analizados en tejidos de *E. analoga*, el antimonio, mercurio y plata registraron mediciones bajo sus respectivos límites de detección en ambas especies, mientras que el plomo solo se encontró en una muestra de *C. chorus*.
- En general, los elementos encontrados en niveles detectables en ambas especies bioindicadoras presentaron valores similares a lo encontrado durante la campaña anterior (agosto 2018), y en conjunto con la campaña actual, muestran una notoria disminución en la concentración de elementos metálicos en la zona.

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		67
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS Y CONSULTADAS

Achterberg EP, TW Holland, AR Bowie, R Fauzi, C Mantoura, PJ Worsfold. 2001. Determination of iron in seawater. *Analytica Chimica Acta* 442 (2001): 1 – 14.

Cabon JY & CL Madec. 2004. Determination of major antimony species in seawater by continuous flow injection hydride generation atomic absorption spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 504 (2004): 209 - 215.

Filella M, N Belzile, C Yu-Wei. 2002. Antimony in the environment: a review focused on natural waters. I. Occurrence. *Earth-Science Reviews* 57 (2002): 125 -176

Folk R. 1980. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Publishing Co., 184 p.

Instituto Nacional de Normalización (INN). 1996. *Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos*. Norma Chilena Oficial NCh. 411/2 Of. 96.

Instituto Nacional de Normalización (INN). 1998. *Calidad del agua – Muestreo – Parte 9: Guía para el muestreo de aguas marinas*. Norma Chilena Oficial NCh. 411/9 Of. 98.

UNEP/FAO/IOC/IAEA. 1984. *Sampling of selected marine organisms and sample preparation for trace metal analysis. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 7 Rev. 2*. 15 p.

Wentworth C. 1922. A scale of grade and classterm for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30(5): 377-392.

9 ANEXOS

9.1 AUTORIZACIÓN SHOA

ARMADA DE CHILE
SERVICIO HIDROGRÁFICO
Y OCEANOGRÁFICO

SHOA ORDINARIO N° 13270/24/163 / Vrs.

AUTORIZA A LA EMPRESA ECOTECNOS
S.A., PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE
INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA MARINA
EN LA II REGIÓN.

VALPARAÍSO,

02 FEB. 2019

VISTO: lo solicitado por la Empresa ECOTECNOS S.A., mediante Solicitud N° 7110, de fecha 26 de enero de 2018 e información complementaria de las actividades a desarrollar en terreno; lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 192, de fecha 6 de marzo de 1969, modificado por Decreto Supremo N° 784, de fecha 14 de agosto de 1985, y las atribuciones que me confiere el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto de 1975, "Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicción Nacional",

RESUELVO:

- 1.- AUTORIZÁSE a la Empresa ECOTECNOS S.A., para que por mandato de la Empresa COMPAÑÍA PORTUARIA MEJILLONES S.A., realice actividades de investigación tecnológica marina en el sector de la Bahía Mejillones del Sur (II Región – Carta Náutica SHOA N° 1331), consistentes en mediciones de parámetros físico-químicos de la columna de agua y toma de muestras de sedimentos y organismos bentónicos, las cuales se realizarán a contar de esta fecha y hasta el 28 de febrero de 2019.
- 2.- DECLÁRASE:
 - a.- De acuerdo a la información proporcionada por la empresa citada en VISTO, este trabajo no requiere de inspección en terreno, ni revisión de los antecedentes finales del estudio por parte del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), en razón al carácter exploratorio de ellos. Por ende, este estudio se considerará sin valor oceanográfico.
 - b.- Para el cumplimiento de lo anterior, considerar que previo al inicio de los trabajos, el representante de la empresa en terreno, deberá concurrir a la Capitanía de Puerto de Mejillones, para coordinar las actividades y requerir información respecto de las medidas de seguridad que se deben adoptar durante las operaciones de navegación y buceo, sin perjuicio de la obligación de solicitar ante dicha Capitanía y/o a otros organismos competentes del Estado, otras autorizaciones reglamentarias, según corresponda.
 - c.- La entidad ejecutora deberá comunicar por escrito al SHOA, si la investigación tecnológica marina autorizada en la presente Resolución no se lleva a cabo, a fin de informar a la Autoridad Marítima oportunamente.

SHOA ORD. N° 13270/24/ 63 / Vrs.
DE FECHA: 02 mayo 2019

- d.- Conforme a lo dispuesto en el Artículo 17° del Decreto Supremo N° 711, citado en VISTO, al término del estudio el Representante Legal de la Empresa ECOTECNOS S.A., Sr. Humberto Díaz Oviedo, deberá remitir al SHOA, una copia de los datos (en medio digital) y un informe escrito de los resultados obtenidos, en consideración a que esta información es de especial interés para el Servicio. Lo anterior, deberá ser efectuado en un plazo no superior a 6 meses.
 - e.- El Capitán de Puerto de Mejillones, tendrá la facultad de no autorizar la extracción de muestras de sedimentos y organismos bentónicos, si el área de estudio estuviere sometida a un régimen de concesión marítima de acuicultura u otra destinación ya otorgada, bajo la responsabilidad de un concesionario diferente al mandante señalado en el numeral 1 de la presente Resolución.
 - f.- Lo expuesto y dispuesto en los considerandos anteriores, no podrá bajo ningún pretexto perjudicar o amenazar los derechos de terceros, válidamente constituidos en el área de estudio.
- 3.- ANÓTESE y comuníquese a quienes corresponda, para su conocimiento y cumplimiento.



**ENRIQUE SILVA VILLAGRA
CAPITÁN DE NAVÍO
DIRECTOR SUBROGANTE**

9.2 CERTIFICADOS DE LABORATORIOS



Page 1 of 2

Informe de Análisis: ES18-77927-B

		Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda. <small>Acreditado por INN, Acreditaciones LE 117, LE118, LE119, LE 1314, LE 1315, LE 1377, LE 057, LE 1006 de Santiago \ LE 631 y LE 632 de Antofagasta \ LE 717 y LE 718 de Puerto Varas</small>	
Análisis solicitado por: ECOTECNOS S.A. PROYAGUAS CALLE LIMACHE 3405, OF. 31., VIÑA DEL MAR, CHILE		Atención a: DANIZA MOLINA Nro de Muestras: 10 Material / Producto: AGUA DE MAR Lugar de Muestreo: Pto Mejillones	
Muestreado por: Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.		Fecha Muestreo: 21-12-2018 Fecha Ingreso: 22-12-2018 09:11 Fecha Inicio: 22-12-2018 09:35 Fecha término: 02-01-2019 17:13	
Notas:			
Métodos de Ensayo			
Análisis Antimonio		Metodología SM 3114 B Ed 22, 2012	

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA		
			E1-Control-S	E1-Control-F	E2-S
Antimonio	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	<0.001

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA		
			E2-F	E3-S	E3-F
Antimonio	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	<0.001

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA		
			E4-S	E4-F	E5-S
Antimonio	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	<0.001

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda., Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7387 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89581 f (56-2) 289 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 f (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
 E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

SGS

Page 2 of 2

Informe de Análisis: ES18-77927-B

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA
			E6-F
Antimonio	mg/l	0.001	<0.001

FECHAS EJECUCIÓN ANÁLISIS

Análisis	Fechas
Antimonio	31-12-2018 12:54

LD (límite de detección)

(*) Parámetros no Acreditados

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

Santiago 16 de enero de 2019



Johanna Mariene Iribarra Fuentes
Jefe Laboratorio

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7387 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 289 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4598 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		72
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

**DECLARACIÓN JURADA PARA LA OPERATIVIDAD DEL
INSPECTOR AMBIENTAL**

Yo, Carlos Nolberto Jimenez Troncoso, RUN N°13.062.734-K, domiciliado en Puerto Madero #130, Pudahuel, en mi calidad de Inspector Ambiental N° 13.062.734-K, para los efectos de lo dispuesto en la letra c) del artículo 3 de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, así como lo dispuesto en la letra b) del artículo 16 del Decreto Supremo N° 38, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental y lo establecido en la letra g) del artículo 15 del mismo Reglamento, declaro que no tengo una relación directa o indirecta, mercantil o laboral o de vínculos familiares, con ECOTECNOS S.A., Rut: 76.197.107-7, titular del proyecto, sistema, actividad o fuente, objeto de la certificación de conformidad ambiental, de modo tal que, sin que la enunciación sea taxativa:

- No estamos ni hemos estado, en los últimos dos años, legalmente reconocidos como asociados en negocios;
- No tengo ni he tenido, en los últimos dos años, directa o indirectamente, la propiedad, el control o la posesión de acciones o títulos en circulación del titular;
- No controlo ni he controlado en los últimos dos años, directa o indirectamente al titular;
- No existe vínculo familiar de parentesco hasta el tercer grado de consanguinidad y segundo de afinidad inclusive, entre los propietarios y los representantes legales del titular fiscalizado y el inspector ambiental que suscribe esta declaración.

Toda la información contenida en el Informe de Resultados Interno : ES18-77927-A, es veraz, auténtica (que no corresponde a una copia o transcripción de otros documentos) y exacta.

Además, declaro tener conocimiento que las infracciones a las obligaciones que impone el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, según lo dispuesto en su artículo 19, se sancionan de conformidad a lo señalado en el Título III de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por último, ratifico que las declaraciones antes hechas son verdaderas según mi mejor conocimiento y entendimiento.

16 de enero de 2019

Superintendencia del Medio Ambiente
Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros
Teléfono: 2800 pícos 9,9 Santiago - Chile | 56(2) 26171800 registroentidades@smm.gob.cl / www.sma.smb.cl/smba/ / www.sma.smb.cl

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		73
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

DECLARACIÓN JURADA PARA LA OPERATIVIDAD DE LA ENTIDAD TÉCNICA DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Yo, Johanna Marlene Iribarra Fuentes, RUN N°12.671.524-2, domiciliado en Puerto Madero #130, Pudahuel, en mi calidad de representante legal de la Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental S.G.S. Chile Limitada, Sociedad de Control, Santiago, 023-01, para los efectos de lo dispuesto en la letra c) del artículo 3 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, así como lo dispuesto en la letra b) del artículo 16 del Decreto Supremo N° 38, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental y lo establecido en la letra g) del artículo 15 del mismo Reglamento, declaro que la empresa que represento no tiene relación directa o indirecta, mercantil o laboral o de vínculos familiares con, ECOTECNOS S.A., Rut: 76.197.107-7 titular del proyecto, sistema, actividad o fuente, objeto de la fiscalización ambiental, de modo tal que, sin que la enunciación sea taxativa:

- No estamos ni hemos estado, en los últimos dos años, legalmente reconocidos como asociados en negocios;
- No hemos tenido, en los últimos dos años, directa o indirectamente, la propiedad, el control o la posesión de acciones o títulos en circulación de la otra parte;
- Ninguno controla o ha controlado, en los últimos dos años, directa o indirectamente a la otra;
- No hemos sido controlados, en los últimos dos años, directa o indirectamente, por una misma tercera persona;
- No existe vínculo familiar de parentesco hasta el tercer grado de consanguinidad y segundo de afinidad inclusive, entre los propietarios y los representantes legales del titular fiscalizado y los propietarios y representantes legales de esta Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental.

Toda la información contenida en el Informe de Resultados Interno : ES18-77927-A, es veraz, auténtica (que no corresponde a una copia o transcripción de otros documentos) y exacta.

Además, declaro tener conocimiento que las infracciones a las obligaciones que impone el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, según lo dispuesto en su artículo 19, se sancionan de conformidad a lo señalado en el Título III de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por último, ratifico que las declaraciones antes hechas son verdícas según mi mejor conocimiento y entendimiento.

16 de enero de 2019

Superintendencia del Medio Ambiente
Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros
Telesnas 2800 pisos 8,9 Sanbaga - Chile (56) 26173800 registroentidad@smamta.00b.cl / www.sma.sob.cl/chiha/ / www.sma.sob.cl/


Informe de Análisis: ES18-77927-A

	Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda. Acreditado por INN, Acreditaciones LE 117, LE118, LE119, LE 1314, LE 1315, LE 1377, LE 057, LE 1006 de Santiago \ LE 631 y LE 632 de Antofagasta \ LE 717 y LE 718 de Puerto Varas
Análisis solicitado por:	ECOTECNOS S.A. PROY AGUAS CALLE LIMACHE 3405, OF. 31., VIÑA DEL MAR, CHILE
Atención a:	DANIZA MOLINA
Nro de Muestras:	10
Material / Producto:	AGUA DE MAR
Lugar de Muestreo:	Pto Mejillones
Plan de Muestreo:	
Muestreado por:	Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.
ETFAs:	023-01
Instrumento Ambiental:	I. Ambiental: Carlos Nolberto Jimenez Troncoso 13.062.734-K
Notas:	
Métodos de Ensayo	
Análisis	Metodología
Arsénico/Selenio	SM 3114 B Ed.22, 2012
Mercurio	SM 3112 B Ed.22, 2012
Metales-Extracción MIBK	SM 3111 C Ed.22, 2012
Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540 D Ed.22, 2012
Sólidos Totales	SM 2540 B Ed.22, 2012
Turbiedad	SM 2130 B Ed.22, 2012

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7387 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 88561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4088 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.garra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



Informe de Análisis: ES18-77927-A

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA		
			E1-Control-F	E1-Control-S	E2-S
Arsénico	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cadmio	ug/l	1	<1.00	<1.00	<1.00
Cinc	ug/l	0.5	5.8	4.8	2.9
Cinc Disuelto	ug/l	0.5	2.3	1.8	0.9
Cobre	ug/l	1	1.51	<1.00	<1.00
Cromo	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50
Hierro	ug/l	2.5	10.87	<2.50	<2.50
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Plata	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50
Plomo	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50
Plomo Disuelto	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	5	12	10	20
Sólidos Totales	mg/l	5	38795	38810	39245
Turbiedad	NTU	0.2	0.65	0.55	1.0

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E2-F	E3-F	E3-S	E4-S
Arsénico	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cadmio	ug/l	1	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Cinc	ug/l	0.5	7.4	1.5	2.8	3.8
Cinc Disuelto	ug/l	0.5	3.1	<0.5	0.8	1.3
Cobre	ug/l	1	1.13	<1.00	<1.00	1.08
Cromo	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50	<2.50
Hierro	ug/l	2.5	11.61	<2.50	4.69	4.49
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Plata	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50	<2.50
Plomo	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50	<2.50
Plomo Disuelto	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50	<2.50
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	5	15	15	15	15
Sólidos Totales	mg/l	5	38815	38895	39395	37860
Turbiedad	NTU	0.2	1.3	0.45	0.55	0.65

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA		
			E4-F	E5-F	E5-S
Arsénico	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cadmio	ug/l	1	<1.00	<1.00	<1.00
Cinc	ug/l	0.5	8.8	8.0	12.2
Cinc Disuelto	ug/l	0.5	3.8	4.0	5.5
Cobre	ug/l	1	1.27	<1.00	1.91
Cromo	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50
Hierro	ug/l	2.5	15.65	5.16	5.55
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Plata	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50
Plomo	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50
Plomo Disuelto	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4058 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



Informe de Análisis: ES18-77927-A

E4-F E5-F E5-S

Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	5	40	39	34
Sólidos Totales	mg/l	5	37990	32905	38115
Turbiedad	NTU	0.2	3.9	2.2	1.3

FECHAS EJECUCIÓN ANÁLISIS CRÍTICOS

Análisis	Fecha Inicio	Fecha Término
Sólidos Suspendidos Totales	22-12-2018 10:01	02-01-2019 17:13
Sólidos Totales	22-12-2018 10:00	02-01-2019 16:03
Turbiedad	22-12-2018 09:35	02-01-2019 14:23

FECHAS EJECUCIÓN ANÁLISIS

Análisis	Fechas
Arsénico	31-12-2018 10:46
Cadmio	29-12-2018 19:00
Cinc	29-12-2018 19:00
Cinc Disuelto	29-12-2018 19:00
Cobre	29-12-2018 19:00
Cromo	29-12-2018 19:00
Hierro	29-12-2018 19:00
Mercurio	28-12-2018 11:36
Plata	29-12-2018 19:00
Plomo	29-12-2018 19:00
Plomo Disuelto	29-12-2018 19:00

LD (límite de detección)

(*) Parámetros no Acreditados

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)



Johanna Marlene Iribarra Fuentes
Jefe Laboratorio

Santiago 16 de enero de 2019

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4088 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		78
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

**DECLARACIÓN JURADA PARA LA OPERATIVIDAD DEL
INSPECTOR AMBIENTAL**

Yo, Carlos Nolberto Jimenez Troncoso, RUN N°13.062.734-K, domiciliado en Puerto Madero #130, Pudahuel, en mi calidad de Inspector Ambiental N° 13.062.734-K, para los efectos de lo dispuesto en la letra c) del artículo 3 de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, así como lo dispuesto en la letra b) del artículo 16 del Decreto Supremo N° 38, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental y lo establecido en la letra g) del artículo 15 del mismo Reglamento, declaro que no tengo una relación directa o indirecta, mercantil o laboral o de vínculos familiares, con ECOTECNOS S.A., Rut: 76.197.107-7, titular del proyecto, sistema, actividad o fuente, objeto de la certificación de conformidad ambiental, de modo tal que, sin que la enunciación sea taxativa:

- No estamos ni hemos estado, en los últimos dos años, legalmente reconocidos como asociados en negocios;
- No tengo ni he tenido, en los últimos dos años, directa o indirectamente, la propiedad, el control o la posesión de acciones o títulos en circulación del titular;
- No controlo ni he controlado en los últimos dos años, directa o indirectamente al titular;
- No existe vínculo familiar de parentesco hasta el tercer grado de consanguinidad y segundo de afinidad inclusive, entre los propietarios y los representantes legales del titular fiscalizado y el inspector ambiental que suscribe esta declaración.

Toda la información contenida en el Informe de Resultados Interno : E518-77928, es veraz, auténtica (que no corresponde a una copia o transcripción de otros documentos) y exacta.

Además, declaro tener conocimiento que las infracciones a las obligaciones que impone el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, según lo dispuesto en su artículo 19, se sancionan de conformidad a lo señalado en el Título III de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por último, ratifico que las declaraciones antes hechas son verdaderas según mi mejor conocimiento y entendimiento.

16 de enero de 2019

Superintendencia del Medio Ambiente
Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros
Teléfono: 2901 3033, 9.956.171800 - Chile | 56(9)26171800 registroentidades@smm.gob.cl / www.sma.smb.cl/smba/ / www.sma.smb.cl

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		79
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

DECLARACIÓN JURADA PARA LA OPERATIVIDAD DE LA ENTIDAD TÉCNICA DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Yo, Johanna Marlene Iribarra Fuentes, RUN N°12.671.524-2, domiciliado en Puerto Madero #130, Pudahuel, en mi calidad de representante legal de la Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental S.G.S. Chile Limitada, Sociedad de Control, Santiago, 023-01, para los efectos de lo dispuesto en la letra c) del artículo 3 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, así como lo dispuesto en la letra b) del artículo 16 del Decreto Supremo N° 38, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental y lo establecido en la letra g) del artículo 15 del mismo Reglamento, declaro que la empresa que represento no tiene relación directa o indirecta, mercantil o laboral o de vínculos familiares con, ECOTECNOS S.A., Rut: 76.197.107-7 titular del proyecto, sistema, actividad o fuente, objeto de la fiscalización ambiental, de modo tal que, sin que la enunciación sea taxativa:

- No estamos ni hemos estado, en los últimos dos años, legalmente reconocidos como asociados en negocios;
- No hemos tenido, en los últimos dos años, directa o indirectamente, la propiedad, el control o la posesión de acciones o títulos en circulación de la otra parte;
- Ninguno controla o ha controlado, en los últimos dos años, directa o indirectamente a la otra;
- No hemos sido controlados, en los últimos dos años, directa o indirectamente, por una misma tercera persona;
- No existe vínculo familiar de parentesco hasta el tercer grado de consanguinidad y segundo de afinidad inclusive, entre los propietarios y los representantes legales del titular fiscalizado y los propietarios y representantes legales de esta Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental.

Toda la información contenida en el Informe de Resultados Interno : ES18-77928, es veraz, auténtica (que no corresponde a una copia o transcripción de otros documentos) y exacta.

Además, declaro tener conocimiento que las infracciones a las obligaciones que impone el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, según lo dispuesto en su artículo 19, se sancionan de conformidad a lo señalado en el Título III de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por último, ratifico que las declaraciones antes hechas son verdaderas según mi mejor conocimiento y entendimiento.

16 de enero de 2019

Superintendencia del Medio Ambiente
Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros
Telesnas 2800 pisos 8,9 Sanbago - Chile (56) 26173800 registroentidad@smamta.00b.cl / www.sma.sab.cl/chi/ta/ / www.sma.sab.cl/



Informe de Análisis: ES18-77928



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACION
INN - CHILE

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

Acreditado por INN, Acreditaciones LE 117, LE118, LE119, LE 1314, LE 1315, LE 1377, LE 057, LE 1006 de Santiago \ LE 631 y LE 632 de Antofagasta
\ LE 717 y LE 718 de Puerto Varas

Análisis solicitado por: ECOTECNOS S.A.
PROY AGUAS
CALLE LIMACHE 3405, OF. 31., VIÑA DEL MAR, CHILE

Atención a:	DANIZA MOLINA	Fecha Muestreo:	21-12-2018
Nro de Muestras:	15	Fecha Ingreso:	22-12-2018 09:26
Material / Producto:	SEDIMENTOS	Fecha Inicio:	25-12-2018 12:40
Lugar de Muestreo:	Pto Mejillones	Fecha término	09-01-2019 09:02
Plan de Muestreo:			

Muestreado por: Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.

ETFAs: 023-01 **I. Ambiental:** Carlos Nolberto Jimenez Troncoso 13.062.734-K

Instrumento Ambiental:
Notas:

Métodos de Ensayo

Análisis

Elementos
Mercurio
Metales
Selenio/Arsénico/Antimonio

Metodología

I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050B, I-ENV-LAB-501 basado en EPA 6010B, SM 3120B Ed 22,2012
I-ENV-LAB-110 Basado en EPA 7471 AB
I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050, SM 3111B Ed 22, 2012
I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050, SM 3114B Ed.22, 2012

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7387 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 88561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4088 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.garra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



Informe de Análisis: ES18-77928

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA		
			E1 Control-A	E1 Control-B	E1 Control-C
Antimonio	mg/kg	2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Arsénico	mg/kg	0.01	1.22	1.26	1.27
Cadmio	mg/kg	2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Cinc	mg/kg	5	15	15	13
Cobre	mg/kg	3.5	4.3	4.3	4.2
Cromo	mg/kg	2.5	11.9	12.4	9.9
Hierro	mg/kg	5	12048	11344	9715
Mercurio	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Plata	mg/kg	5	<5	<5	<5
Plomo	mg/kg	2	<2	<2	<2

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E2-A	E2-B	E2-C	E3-A
Antimonio	mg/kg	2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Arsénico	mg/kg	0.01	1.21	1.33	1.19	5.70
Cadmio	mg/kg	2.5	<2.5	<2.5	<2.5	2.7
Cinc	mg/kg	5	13	13	13	247
Cobre	mg/kg	3.5	4.0	<3.5	4.0	13.8
Cromo	mg/kg	2.5	10.1	10.8	9.6	10.9
Hierro	mg/kg	5	9054	11262	9833	4573
Mercurio	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Plata	mg/kg	5	<5	<5	<5	<5
Plomo	mg/kg	2	<2	<2	<2	72

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E3-B	E3-C	E4-A	E4-B
Antimonio	mg/kg	2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Arsénico	mg/kg	0.01	6.78	6.82	5.12	6.38
Cadmio	mg/kg	2.5	2.9	3.2	<2.5	<2.5
Cinc	mg/kg	5	274	236	13	13
Cobre	mg/kg	3.5	14.2	14.2	14.5	15.3
Cromo	mg/kg	2.5	11.3	11.7	12.7	13.4
Hierro	mg/kg	5	5597	4694	3206	7938
Mercurio	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Plata	mg/kg	5	<5	<5	<5	<5
Plomo	mg/kg	2	84	76	<2	<2

RESULTADOS DE ANÁLISIS

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4088 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



Page 3 of 3

Informe de Análisis: ES18-77928

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E4-C	E5-A	E5-B	E5-C
Antimonio	mg/kg	2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Arsénico	mg/kg	0.01	5.39	4.46	3.40	3.74
Cadmio	mg/kg	2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Cinc	mg/kg	5	12	10	10	10
Cobre	mg/kg	3.6	14.1	10.8	10.4	10.3
Cromo	mg/kg	2.5	11.9	11.3	10.9	10.7
Hierro	mg/kg	5	4934	4032	4430	4400
Mercurio	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Plata	mg/kg	5	<5	<5	<5	<5
Plomo	mg/kg	2	<2	<2	<2	<2

FECHAS EJECUCIÓN ANÁLISIS

Análisis	Fechas
Antimonio	02-01-2019 12:53
Arsénico	02-01-2019 12:59
Cadmio	02-01-2019 12:53
Cinc	02-01-2019 12:53
Cobre	02-01-2019 12:53
Cromo	02-01-2019 12:53
Hierro	02-01-2019 12:53
Mercurio	02-01-2019 13:10
Plata	02-01-2019 13:03
Plomo	02-01-2019 12:53

Determinación de metales y/o elementos realizados en base seca

LD (límite de detección)

(*) Parámetros no Acreditados

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

Santiago 16 de enero de 2019



Johanna Marlene Iribarra Fuentes
Jefe Laboratorio

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4088 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Validadez desconocida		ES 18-77 928	(Página)
		SGSCHILE	
<p>Los certificados de firma cumplen con los estándares internacionales para firmas electrónicas, lo que no implica que sean compatibles con todas las aplicaciones de digitalización, ni ofreciendo esto en caso alguno la validez de la firma.</p>			
Validadez desconocida		<p>  Firma Simple Validado con Pin </p>	<p> Emisante: 13062734-K JIMÉNEZ TRONCOSO, CARLOS NO LIBERTO Institución - Rn: SCSCHILE - INSP AMBIENTAL 1 Fecha de Firma: 2019-01-16 16:01:57 Autoría Auténtica: NONE-P 1E4-XYVT-892M Ordenado: 13062734-K </p>
Validadez desconocida		<p>  Firma Simple Validado con Pin </p>	<p> Emisante: 12671524-2 IRRIBARRA FUENTES JOHANNA MARLENE Institución - Rn: SCSCHILE - JEFE LABORATORIO Fecha de Firma: 2019-01-16 17:29:08 Autoría Auténtica: NONE-P 1E4-Y6L9-9CVD Ordenado: 12671524-2 </p>
Validadez desconocida		<p>  Firma Simple Validado con Pin </p>	<p> Emisante: 12671524-2 IRRIBARRA FUENTES JOHANNA MARLENE Institución - Rn: SCSCHILE - REPRESENTANTE LEGAL Fecha de Firma: 2019-01-16 17:29:24 Autoría Auténtica: NONE-P 1E4-Y6LQ-PLF3 Ordenado: 12671524-2 </p>

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		84
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

**DECLARACIÓN JURADA PARA LA OPERATIVIDAD DEL
INSPECTOR AMBIENTAL**

Yo, Carlos Nolberto Jimenez Troncoso, RUN N°13.062.734-K, domiciliado en Puerto Madero #130, Pudahuel, en mi calidad de Inspector Ambiental N° 13.062.734-K, para los efectos de lo dispuesto en la letra c) del artículo 3 de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, así como lo dispuesto en la letra b) del artículo 16 del Decreto Supremo N° 38, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental y lo establecido en la letra g) del artículo 15 del mismo Reglamento, declaro que no tengo una relación directa o indirecta, mercantil o laboral o de vínculos familiares, con ECOTECNOS S.A., Rut: 76.197.107-7, titular del proyecto, sistema, actividad o fuente, objeto de la certificación de conformidad ambiental, de modo tal que, sin que la enunciación sea taxativa:

- No estamos ni hemos estado, en los últimos dos años, legalmente reconocidos como asociados en negocios;
- No tengo ni he tenido, en los últimos dos años, directa o indirectamente, la propiedad, el control o la posesión de acciones o títulos en circulación del titular;
- No controlo ni he controlado en los últimos dos años, directa o indirectamente al titular;
- No existe vínculo familiar de parentesco hasta el tercer grado de consanguinidad y segundo de afinidad inclusive, entre los propietarios y los representantes legales del titular fiscalizado y el inspector ambiental que suscribe esta declaración.

Toda la información contenida en el Informe de Resultados Interno : ES18-77929, es veraz, auténtica (que no corresponde a una copia o transcripción de otros documentos) y exacta.

Además, declaro tener conocimiento que las infracciones a las obligaciones que impone el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, según lo dispuesto en su artículo 19, se sancionan de conformidad a lo señalado en el Título III de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por último, ratifico que las declaraciones antes hechas son verdicas según mi mejor conocimiento y entendimiento.

22 de enero de 2019

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		85
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

DECLARACIÓN JURADA PARA LA OPERATIVIDAD DE LA ENTIDAD TÉCNICA DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Yo, Johanna Marlene Iribarra Fuentes (código 12.671.524-2) , RUN N°12.671.524-2, domiciliado en Puerto Madero #130, Pudahuel, en mi calidad de representante legal de la Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental S.G.S. Chile Limitada, Sociedad de Control, Santiago, 023-01, para los efectos de lo dispuesto en la letra c) del artículo 3 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, así como lo dispuesto en la letra b) del artículo 16 del Decreto Supremo N° 38, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental y lo establecido en la letra g) del artículo 15 del mismo Reglamento, declaro que la empresa que represento no tiene relación directa o indirecta, mercantil o laboral o de vínculos familiares con ECOTECNOS S.A., Rut: 76.197.107-7, titular del proyecto, sistema, actividad o fuente, objeto de la fiscalización ambiental, de modo tal que, sin que la enunciación sea taxativa:

- No estamos ni hemos estado, en los últimos dos años, legalmente reconocidos como asociados en negocios;
- No hemos tenido, en los últimos dos años, directa o indirectamente, la propiedad, el control o la posesión de acciones o títulos en circulación de la otra parte;
- Ninguno controla o ha controlado, en los últimos dos años, directa o indirectamente a la otra;
- No hemos sido controlados, en los últimos dos años, directa o indirectamente, por una misma tercera persona;
- No existe vínculo familiar de parentesco hasta el tercer grado de consanguinidad y segundo de afinidad inclusive, entre los propietarios y los representantes legales del titular fiscalizado y los propietarios y representantes legales de esta Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental.

Toda la información contenida en el Informe de Resultados Interno : ES18-77929, es veraz, auténtica (que no corresponde a una copia o transcripción de otros documentos) y exacta.

Además, declaro tener conocimiento que las infracciones a las obligaciones que impone el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, según lo dispuesto en su artículo 19, se sancionan de conformidad a lo señalado en el Título III de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por último, ratifico que las declaraciones antes hechas son verdicas según mi mejor conocimiento y entendimiento.

22 de enero de 2019

Superintendencia del Medio Ambiente
Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros
Teófilos 290 pisos 8,9 Santiago - Chile | 56 (261) 71800 | resistencia@smam.gob.cl / www.smam.cl <http://www.smam.cl>



Informe de Análisis: ES18-77929

Análisis solicitado por: ECOTECNOS S.A.
PROY AGUAS
CALLE LIMACHE 3405, OF. 31., VIÑA DEL MAR, CHILE

Atención a: DANIZA MOLINA
Nro de Muestras: 15
Material / Producto: SEDIMENTOS
Lugar de Muestreo: Pto Mejillones

Fecha Muestreo: 21-12-2018
Fecha Ingreso: 22-12-2018 09:35
Fecha Inicio: 25-12-2018 17:45
Fecha término: 21-01-2019 12:21

Muestreado por: Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.
ETFA: 023-01
Instrumento Ambiental:
Notas: Granulometría realizados por ETFA 003-01

I. Ambiental: Carlos Nolberto Jimenez Troncoso 13.062.734-K

Métodos de Ensayo

Análisis **Metodología**
Granulometría (*) Resolución Exenta N°3612 del 29/10/2009 SUBPESCA, numeral 26

RESULTADOS DE ANALISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E1 Control-A	E1 Control-B	E1 Control-C	E2-A
% de Fango	%		1.1	0.3	1.7	0.4
10 (2,0 mm),% Retención	%		30.61	30.93	27.78	0.40
120 (0,125 mm),% Retención	%		11.17	12.17	11.93	62.06
18 (1,0 mm),% Retención	%		22.58	18.66	21.34	3.84
230 (0,063 mm),% Retención	%		2.39	3.86	2.67	16.73
35 (0,5 mm),% Retención	%		20.15	21.34	21.88	7.05
60 (0,25 mm),% Retención	%		11.99	12.73	12.72	9.57

RESULTADOS DE ANALISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E2-B	E2-C	E3-A	E3-B
% de Fango	%		0.3	0.3	4.5	3.5
10 (2,0 mm),% Retención	%		1.07	0.92	5.58	23.81
120 (0,125 mm),% Retención	%		60.39	60.87	14.01	13.00
18 (1,0 mm),% Retención	%		4.99	3.56	3.13	3.30
230 (0,063 mm),% Retención	%		14.04	16.42	63.03	48.56
35 (0,5 mm),% Retención	%		9.61	7.87	4.21	3.56
60 (0,25 mm),% Retención	%		9.56	10.07	5.55	4.25

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 89561 f (56-2) 88 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.narra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



Page 2 of 2

Informe de Análisis: ES18-77929

RESULTADOS DE ANALISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E3-C	E4-A	E4-B	E4-C
% de Fango	%		3.3	4.4	43.3	3.1
10 (2,0 mm),% Retención	%		5.58	0.28	0.32	0.15
120 (0,125 mm),% Retención	%		15.32	16.22	18.28	25.38
18 (1,0 mm),% Retención	%		2.27	0.74	1.03	0.84
230 (0,063 mm),% Retención	%		64.34	68.76	26.26	61.73
35 (0,5 mm),% Retención	%		3.99	3.51	3.96	3.08
60 (0,25 mm),% Retención	%		5.18	6.12	6.86	5.72

RESULTADOS DE ANALISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA		
			E5-A	E5-B	E5-C
% de Fango	%		1.1	0.8	0.8
10 (2,0 mm),% Retención	%		1.35	0.67	0.94
120 (0,125 mm),% Retención	%		20.85	20.75	16.14
18 (1,0 mm),% Retención	%		0.58	0.42	0.64
230 (0,063 mm),% Retención	%		73.38	74.07	77.94
35 (0,5 mm),% Retención	%		0.58	0.86	1.01
60 (0,25 mm),% Retención	%		2.18	2.42	2.49

FECHAS EJECUCIÓN ANÁLISIS

Análisis	Fechas
% de Fango	25-12-2018 17:45
10 (2,0 mm),% Retención	25-12-2018 17:45
120 (0,125 mm),% Retención	25-12-2018 17:45
18 (1,0 mm),% Retención	25-12-2018 17:45
230 (0,063 mm),% Retención	25-12-2018 17:45
35 (0,5 mm),% Retención	25-12-2018 17:45
60 (0,25 mm),% Retención	25-12-2018 17:45

LD (límite de detección)

(*) Parámetros no Acreditados

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

Santiago 22 de enero de 2019



Johanna Marlene Iribarra Fuentes
Jefe Laboratorio

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



RAMÓN FREIRE N° 50 COLINA -
SANTIAGO - Chile
Teléfono: (56-2) 2350 2100
Email: info@cesmec.cl
www.bureauveritas.cl

**INFORME DE ENSAYO
SAF-57904
Fecha de emisión: 05/03/2019**



Solicitante : ECOTECNOS S.A.
Dirección : LIMACHE 3405, OF 31 VIÑA DEL MAR
Atención Sr(a). : DANITZA MOLINA
Orden de Trabajo : 474042

DIVISION ALIMENTOS, AGUAS Y RILES SANTIAGO

ANTECEDENTES

Cesmec S.A. ha efectuado ensayo, según se detalla a continuación.

Tipo de muestras	Biotas
Envases y preservantes	Proporcionados por el solicitante.
Fecha ingreso laboratorio	22/12/2018
Hora ingreso laboratorio	09:55
Temperatura Recepción de muestras, °C	1.6

IDENTIFICACIÓN MUESTRAS

Biotas	Identificación Cliente
398068-01	Choro (Mittido) / E4-A
398068-02	Choro (Mittido) / E4-B
398068-03	Choro (Mittido) / E3-A
398068-04	Choro (Mittido) / E3-B
398068-05	Pulga / E2-A
398068-06	Pulga / E2-B
398068-07	Pulga / E5 Control-A

METODOLOGÍAS

ITEMS	Metodología
Antimonio	AOAC 968.08
Arsénico	Digestión ácida/AAS - Generación de Hidruros
Cadmio	Digestión ácida - A. Atómica
Cobre	Digestión ácida - A. Atómica
Cromo	IQ-078 basado en NCh2751.Of2003
Hierro	Digestión ácida - A. Atómica
Mercurio	Digestión ácida/AAS - Generación de Hidruros
Plata	AOAC 968.08



RAMÓN FREIRE N° 50 COLINA -
SANTIAGO - Chile
Teléfono: (56-2) 2350 2100
Email: info@cesmec.cl
www.bureauveritas.cl

**INFORME DE ENSAYO
SAF-57904
Fecha de emisión: 05/03/2019**



METODOLOGÍAS

ITEMS	Metodología
Plomo	Digestión ácida - A. Atómica
Zinc	IQ-066 basado en AOAC 968.08

RESULTADOS QUÍMICOS

MUESTRA	Antimonio mg/kg	Arsénico mg/kg	Cadmio mg/kg	Cobre mg/kg	Cromo mg/kg
Choro (Mitildo) / E4-A	ND	0,0645	2,5990	6,4150	0,0277
Choro (Mitildo) / E4-B	ND	0,0629	2,7600	6,6950	0,0585
Choro (Mitildo) / E3-A	ND	0,0250	2,7880	8,0700	ND
Choro (Mitildo) / E3-B	ND	0,2950	1,4530	3,9450	ND
Pulga / E2-A	ND	0,0268	5,3795	15,5850	1,4699
Pulga / E2-B	ND	0,0543	2,1875	13,0050	0,5522
Pulga / E5 Control-A	ND	0,0563	3,9815	12,7750	0,4895
MUESTRA	Hierro mg/kg	Mercurio mg/kg	Plata mg/kg	Plomo mg/kg	Zinc mg/kg
Choro (Mitildo) / E4-A	10,3750	ND	ND	ND	11,0242
Choro (Mitildo) / E4-B	10,0750	ND	ND	ND	11,2457
Choro (Mitildo) / E3-A	5,7200	ND	ND	1,2750	8,7896
Choro (Mitildo) / E3-B	8,6200	ND	ND	ND	12,0278
Pulga / E2-A	43,4350	ND	ND	ND	11,3599
Pulga / E2-B	25,0150	ND	ND	ND	10,5959
Pulga / E5 Control-A	16,0050	ND	ND	ND	9,5135

FECHAS DE ANALISIS

ENSAYOS	Fecha y Hora de Inicio	/	Fecha y Hora de Término
Antimonio	15/02/2019 17:49	/	16/02/2019 10:00



RAMÓN FREIRE N° 50 COLINA -
SANTIAGO - Chile
Teléfono: (56-2) 2350 2100
Email: info@cesmec.cl
www.bureauveritas.cl

**INFORME DE ENSAYO
SAF-57904
Fecha de emisión: 05/03/2019**



FECHAS DE ANALISIS

ENSAYOS	Fecha y Hora de Inicio	/	Fecha y Hora de Término
Arsénico	15/02/2019 17:49	/	16/02/2019 10:00
Cadmio	15/02/2019 17:49	/	16/02/2019 10:00
Cobre	15/02/2019 17:49	/	16/02/2019 10:00
Cromo	15/02/2019 17:49	/	16/02/2019 10:00
Hierro	15/02/2019 17:49	/	16/02/2019 10:00
Mercurio	15/02/2019 17:49	/	16/02/2019 10:00
Plata	15/02/2019 17:49	/	16/02/2019 10:00
Plomo	15/02/2019 17:49	/	16/02/2019 10:00
Zinc	15/02/2019 17:49	/	16/02/2019 10:00

nd: No se detecta

Plata Límites de detección= 0,05 mg/kg

Plomo Límites de detección= 0,09 mg/kg

Cadmio Límites de detección= 0,03 mg/kg

Cromo Límites de detección= 0,58 mg/kg

Cobre Límites de detección= 0,05 mg/kg

Hierro Límites de detección= 0,3 mg/kg

Antimonio Límites de detección= 2,5 mg/kg

Estos resultados son válidos sólo a las muestras analizadas y señaladas en este informe. Este documento no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización expresa de Inspectorate Chile Ltda. una empresa del grupo Bureau Veritas.



Victor Bravo A..
Jefe de Laboratorio
Alimentos, Aguas y Riles Santiago

9.3 CERTIFICACIONES DE LOS LABORATORIOS



El Instituto Nacional de Normalización, INN, certifica que:

**SGS CHILE LIMITADA,
SOCIEDAD DE CONTROL**

LABORATORIO AMBIENTAL

ubicado en Puerto Madero N°130, Pudahuel, Santiago

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

Laboratorio de Ensayo

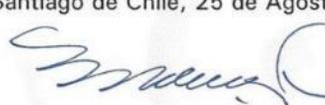
Según NCh-ISO 17025.Of2005

en el área Físico-química para aguas, con el alcance indicado en anexo.

Primera acreditación: Desde el 31 de Agosto de 2001

Vigencia de la Acreditación: hasta el 31 de Agosto de 2019

Santiago de Chile, 25 de Agosto de 2015


Eduardo Ceballos Osorio
Jefe de División Acreditación


Sergio Toro Galleguillos
Director Ejecutivo



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



INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION

El Instituto Nacional de Normalización, INN, certifica que:

**SGS CHILE LIMITADA,
SOCIEDAD DE CONTROL**

LABORATORIO AMBIENTAL

ubicado en Puerto Madero N°130, Pudahuel, Santiago

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

Laboratorio de Ensayo

Según NCh-ISO 17025.Of2005

en el área Química para suelos, lodos y risas, con el alcance indicado en anexo.

Primera acreditación: Desde el 31 de Agosto de 2001

Vigencia de la Acreditación: hasta el 31 de Agosto de 2019

Santiago de Chile, 25 de Agosto de 2015


Eduardo Ceballos Osorio
Jefe de División Acreditación


Sergio Toro Galleguillos
Director Ejecutivo



ACREDITACION LE 118

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

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		94
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

9.4 RESOLUCIÓN AUTORIZACIÓN COMO ENTIDAD TÉCNICA DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL, ECOTECNOS



AUTORIZA COMO ENTIDAD TÉCNICA DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL A ECOTECNOS S.A., SUCURSAL ECOTECNOS.

RESOLUCIÓN EXENTA N° 386

Santiago, 04 MAY 2017

VISTOS:

Lo dispuesto en el Decreto con Fuerza de Ley N° 1/19.653, de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N° 18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado; en la Ley N° 19.880, que establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; en la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, fijada en el artículo segundo de la Ley N° 20.417, que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente; en el Decreto Supremo N° 76, del 10 de octubre 2014, del Ministerio del Medio Ambiente, que nombra a don Cristian Franz Thorud en el cargo de Superintendente de Medio Ambiente; en el Decreto Supremo N° 38, de 15 de octubre de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente"; en la Resolución Exenta N° 332, de 20 de abril de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que fija la Organización Interna de la Superintendencia del Medio Ambiente y sus respectivas modificaciones (Res. Ex. N° 906/2015, Res. Ex. N° 461/2016 y Res. Ex. N° 40/2017); en la Resolución Exenta N°411, de 20 de mayo de 2015, que establece la organización interna funcional de la División de Fiscalización; en la Resolución Exenta N°1194, de 18 de diciembre de 2015, que "Dicta instrucción de carácter general para la operatividad de las entidades técnicas de fiscalización ambiental" y su modificación, contenida en la Resolución Exenta N°200, 9 de marzo de 2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente; en la Resolución Exenta N°987, de 19 de octubre de 2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que "Dicta segunda instrucción de carácter general para la operatividad de las entidades técnicas de fiscalización ambiental (ETFA)" y en la Resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República.

CONSIDERANDO:

1º. Que, la letra c) del artículo 3º de la Ley Orgánica de la Superintendencia de Medio Ambiente faculta a la Superintendencia para contratar labores de inspección, verificación, mediciones y análisis del cumplimiento de las normas, condiciones y medidas de las Resoluciones de Calificación Ambiental, Planes de Prevención y, o de Descontaminación Ambiental, de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión y de los Planes de Manejo, a terceros idóneos debidamente certificados.

2º. Que, la citada letra c) del artículo 3º de la Ley Orgánica de la Superintendencia de Medio Ambiente, además, prescribió que los requisitos y procedimientos para la certificación, autorización y control de las entidades técnicas de fiscalización ambiental serían establecidos en un reglamento, el que se encuentra contenido en



el Decreto Supremo N°38, de 15 de octubre de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que "Aprueba reglamento de entidades técnicas de fiscalización ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente".

3°. Que, en el artículo 3° del citado reglamento se establecieron los requisitos que todo solicitante deberá cumplir para obtener una autorización como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA).

4°. Que, con fecha 15 de julio de 2016, la Superintendencia del Medio Ambiente, a través de las resoluciones exentas N°647, N°648, N°649 y N°650, dictó instrucciones de carácter general que establecieron los requisitos para la autorización de las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, bajo el régimen normal, en el componente aire-emisiones atmosféricas de fuentes fijas, suelo, agua y aire-ruído, respectivamente y dejó sin efecto las resoluciones que indica.

5°. Que, con fecha 20 de febrero de 2017, la empresa ECOTECNOS S.A., solicitó ser autorizada como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental, respecto de su sucursal ECOTECNOS, ubicada en Limache 3405, oficina 31, Edificio Reitz, Viña del Mar, Región de Valparaíso.

6°. Que, con fecha 11 de abril de 2017, Fiscalía informó a la Sección de Autorización y Seguimiento de Terceros de esta Superintendencia, que la empresa había cumplido con lo dispuesto en el artículo 3° del reglamento, así como con lo previsto en los puntos 6.1, 6.2 y 6.3 de la resolución exenta N°649, de 15 de julio de 2016, anteriormente indicada.

7°. Que, conforme a lo dispuesto en el artículo 9 del reglamento, el Jefe de la División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente, a través del memorando N°220, de fecha 17 de abril de 2017, adjuntó el informe final de evaluación de los antecedentes presentados por la empresa ECOTECNOS S.A., para su ECOTECNOS, de la misma fecha y recomendó su autorización como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental, en los alcances aprobados.

8°. Que, el fundamento para autorizar se encuentra en el informe final de evaluación correspondiente al postulante a ETFA, el cual será notificado en conjunto con la presente resolución y posteriormente publicado en la cuenta del Registro de Entidades de la empresa.

RESUELVO:

1. **AUTORÍZASE** por un período de dos años, contados desde la notificación de esta resolución, como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental a la empresa ECOTECNOS S.A., únicamente respecto de la siguiente sucursal:

N° DE SOLICITUD	22103	RUT	76.197.107-7
NOMBRE SUCURSAL	ECOTECNOS		
DIRECCIÓN SUCURSAL	Limache 3405, departamento oficina 31, Edificio Reitz. Viña del Mar.		



2. **PREVIÉNESE** que la presente autorización se otorga solo para cada alcance aprobado e identificado en el informe final de evaluación de la sucursal indicada en el punto primero resolutivo de la presente resolución, el que forma parte integrante de ésta.

3. **DENIÉGASE** la autorización para actuar como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental a la empresa ECOTECNOS S.A., respecto de todos los alcances rechazados en el informe final de evaluación de los antecedentes de la sucursal indicada anteriormente y que se adjunta a la presente resolución.

4. **ADVIÉRTESE** que la interesada tendrá un plazo de cinco días hábiles para interponer recurso de reposición, ante la autoridad que suscribe, conforme lo previsto en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, en relación a la decisión de denegar la autorización señalada en el punto tercero resolutivo.

5. **PUBLÍQUESE** en el Registro Nacional de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, en la página web <http://entidadestecnicas.sma.gob.cl/>, la presente resolución, los alcances específicos autorizados, el estado y vigencia de la autorización de la Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental y los demás antecedentes que correspondan, conforme lo dispuesto en el artículo 14 del Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente.

6. **NOTIFÍQUESE** por correo electrónico a la interesada esta resolución junto con el respectivo informe final de evaluación, conforme lo dispuesto en el artículo 30 de la ley N°19.880.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE, CÚMPLASE Y ARCHÍVESE.



CRISTIAN ERANZ THORUD
SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE
GOBIERNO DE CHILE

ADJ.: Informe Final de Evaluación.

Notificación por correo electrónico:

- iandreani@ecotecnos.cl
- info@ecotecnos.cl
- rramirez@ecotecnos.cl

Distribución:

- Fiscalía
- División de Fiscalización
- División de Sanción y Cumplimiento
- Sección Autorización y Seguimiento a Terceros
- Oficina de Partes y Archivos

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		97
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

9.5 PROFESIONALES RESPONSABLES

PERSONAL	PROFESIÓN	ACTIVIDAD
Humberto Díaz O.	Biólogo Marino. Dr. Ingeniería mención Química	Dirección
Roberto Ramirez A.	Ingeniero Ambiental	Inspector ambiental
José Charpentier H.	Licenciado en Química Dr. en Oceanografía	Análisis de datos químicos y oceanográficos.

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		98
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

9.6 DECLARACIONES JURADAS ETFA E INSPECTOR AMBIENTAL



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

DECLARACIÓN JURADA PARA LA OPERATIVIDAD DE LA ENTIDAD TÉCNICA DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Yo, Humberto Gonzalo Díaz Oviedo, RUN N° 12.225.916-1, domiciliado en Limache 3405, oficina 31, Viña del Mar, en mi calidad de representante legal de la Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental Ecotecnos S.A. de Viña del Mar, Código ETFA 045-01, para los efectos de lo dispuesto en la letra c) del artículo 3 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, así como lo dispuesto en la letra b) del artículo 16 del Decreto Supremo N° 38, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental y lo establecido en la letra g) del artículo 15 del mismo Reglamento, declaro que la empresa que represento no tiene relación directa o indirecta, mercantil o laboral o de vínculos familiares con Puerto Mejillones S.A., RUT 96.676.520-8, titular del proyecto, sistema, actividad o fuente, objeto de la fiscalización ambiental, de modo tal que, sin que la enunciación sea taxativa:

- No estamos ni hemos estado, en los últimos dos años, legalmente reconocidos como asociados en negocios;
- No hemos tenido, en los últimos dos años, directa o indirectamente, la propiedad, el control o la posesión de acciones o títulos en circulación de la otra parte;
- Ninguno controla o ha controlado, en los últimos dos años, directa o indirectamente a la otra;
- No hemos sido controlados, en los últimos dos años, directa o indirectamente, por una misma tercera persona;
- No existe vínculo familiar de parentesco hasta el tercer grado de consanguinidad y segundo de afinidad inclusive, entre los propietarios y los representantes legales del titular fiscalizado y los propietarios y representantes legales de esta Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental.

Toda la información contenida en el Informe de Resultados PVA Ampliación de las instalaciones Portuarias de Puerto Mejillones, monitoreo 23, verano 2019, es veraz, auténtica (que no corresponde a una copia o transcripción de otros documentos) y exacta.

Además, declaro tener conocimiento que las infracciones a las obligaciones que impone el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, según lo dispuesto en su artículo 19, se sancionan de conformidad a lo señalado en el Título III de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por último, ratifico que las declaraciones antes hechas son verdicas según mi mejor conocimiento y entendimiento.


Firma del Representante Legal

15 de marzo de 2019

Superintendencia del Medio Ambiente
Sección de Autorización y Seguimiento a Terceros
Teatinos 280 pisos 8 y 9, Santiago – Chile (56)26171800 registroentidades@sma.gob.cl / www.sma.gob.cl

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		99
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

DECLARACIÓN JURADA PARA LA OPERATIVIDAD DEL INSPECTOR AMBIENTAL

Yo, Roberto Alfredo Ramírez Acevedo, RUN N° 15.124.501-3, domiciliado en Limache 3405, oficina 31, Viña del Mar, en mi calidad de Inspector Ambiental N° 15124501-3 ETFA 045-01, para los efectos de lo dispuesto en la letra c) del artículo 3 de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, así como lo dispuesto en la letra b) del artículo 16 del Decreto Supremo N° 38, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental y lo establecido en la letra g) del artículo 15 del mismo Reglamento, declaro que no tengo una relación directa o indirecta, mercantil o laboral o de vínculos familiares, con mercantil o laboral o de vínculos familiares con Puerto Mejillones S.A., RUT 96.676.520-8, titular del proyecto, sistema, actividad o fuente, objeto de la certificación de conformidad ambiental, de modo tal que, sin que la enunciación sea taxativa:

- No estamos ni hemos estado, en los últimos dos años, legalmente reconocidos como asociados en negocios;
- No tengo ni he tenido, en los últimos dos años, directa o indirectamente, la propiedad, el control o la posesión de acciones o títulos en circulación del titular;
- No controlo ni he controlado en los últimos dos años, directa o indirectamente al titular;
- No existe vínculo familiar de parentesco hasta el tercer grado de consanguinidad y segundo de afinidad inclusive, entre los propietarios y los representantes legales del titular fiscalizado y el inspector ambiental que suscribe esta declaración.

Toda la información contenida en el Informe de Resultados PVA Ampliación de las instalaciones Portuarias de Puerto Mejillones, monitoreo 23, verano 2019, es veraz, auténtica (que no corresponde a una copia o transcripción de otros documentos) y exacta.

Además, declaro tener conocimiento que las infracciones a las obligaciones que impone el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, según lo dispuesto en su artículo 19, se sancionan de conformidad a lo señalado en el Título III de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por último, ratifico que las declaraciones antes hechas son verídicas según mi mejor conocimiento y entendimiento.

Firma del Inspector Ambiental

15 de marzo de 2019

9.7 INFORME DE INSPECCIÓN

F GEN-3.1 / V.1
 INFORME DE INSPECCIÓN



ECOTECNOS

INFORME DE INSPECCIÓN

Informe N° 12 / 2019
 Fecha de Emisión: 15 – marzo - 2019

1. ANTECEDENTES DEL ORGANISMO DE INSPECCIÓN

Organismo de Inspección:	Ecotecnos S.A.
RUT:	76.197.107-7
Dirección:	Limache 3405, Of. 31, Viña del Mar, Chile
Código ETFA	045-01

1/2

2. ANTECEDENTES DEL CLIENTE

Cliente:	Puerto Mejillones S.A.
Dirección:	Av. Costanera Norte 2800, Mejillones.
Rut:	96.676.520-8
Persona de Contacto:	Srta. Vigny Brito
Datos de Contacto	vbrito@puertomejillones.cl

3. IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM INSPECCIONADO

Identificación del proyecto:	"Ampliación de las instalaciones Portuarias de Puerto Mejillones"
RCA	Resolución Exenta N° 19/2005 de COREMA, Región de Antofagasta
Fecha de Inspección o Muestreo:	21 de diciembre de 2018
Método o Procedimiento de Muestreo:	Muestreo de Agua, NCh 411/9: 1997, Guía para el Muestreo de Aguas Marinas.
Fecha de Recepción Muestras en Laboratorio:	22 de diciembre de 2018
Responsable del Muestreo:	Cristian Acevedo G.
Inspector Ambiental Responsable de la Medición:	Roberto Ramirez A. (Ecotecnos)
Código IA (RUN):	15.124.501-3

	MONITOREO N°23 DEL PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 4/3		101
		Fecha de emisión: 10-05-2019	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

F GEN-3.1 / V.1
INFORME DE INSPECCIÓN



ECOTECNOS

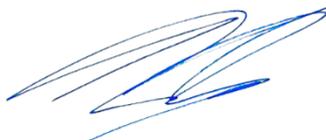
4. MUESTREOS Y MEDICIONES REALIZADOS DENTRO DE LOS ALCANCES DE LA ETFA:

- Agua de mar: Recolección de muestras con botella Niskin. Análisis de muestras: laboratorio SGS (RUT 80.914.400-3; CODIGO ETFA: 023-01).
- Sedimentos Marinos: Recolección de muestras con draga Van-Veen. Los análisis de laboratorio fueron efectuados en el laboratorio SGS, señalado anteriormente.

2/2

5. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN

Los resultados de la inspección se encuentran contenidos en el informe PVA Ampliación de las instalaciones Portuarias de Puerto Mejillones, monitoreo 23, verano 2019.



Roberto Ramírez Acevedo
Inspector Ambiental
Ecotecnos S. A.
15.124.501-3



Humberto Díaz Oviedo
Representante Legal
Ecotecnos S. A.
12.225.916-1