

**PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL
FASE DE OPERACIÓN**

**AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS
DE PUERTO MEJILLONES**

MONITOREO

22

PUERTO MEJILLONES S.A.



Imagen: www.mch.cl

**PREPARADO POR
ECOTECNOS S.A.**



OCTUBRE 2018

**PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL - MONITOREO 22
FASE DE OPERACIÓN**

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

SOLICITADO POR:

PUERTO MEJILLONES S.A.
AVENIDA COSTANERA NORTE 2800
MEJILLONES

PREPARADO POR:

ECOTECNOS S.A.
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	TEMPERATURA.....	16
5.1.2	TRANSPARENCIA.....	16
5.1.3	SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	16
5.1.4	SÓLIDOS TOTALES.....	17
5.1.5	METALES TRAZA.....	17
5.2	SEDIMENTOS MARINOS SUBMAREALES.....	18
5.2.1	GRANULOMETRÍA.....	18
5.2.2	METALES TRAZA.....	18
5.3	METALES TRAZA EN ESPECIES BIOINDICADORAS.....	19
5.3.1	TEJIDOS DE <i>Emerita analoga</i>	19
5.3.2	TEJIDOS DE <i>Choromytilus chorus</i>	19
6	DISCUSIÓN	20
6.1	COLUMNA DE AGUA.....	20
6.1.1	TEMPERATURA.....	20
6.1.2	TRANSPARENCIA.....	21
6.1.3	SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	22
6.1.4	SÓLIDOS TOTALES.....	24
6.1.5	METALES TRAZA.....	25
6.2	SEDIMENTOS SUBMAREALES.....	38
6.2.1	GRANULOMETRÍA.....	38
6.2.2	METALES TRAZA.....	40
6.3	METALES TRAZA EN ESPECIES BIOINDICADORAS.....	51
6.3.1	TEJIDOS DE <i>Emerita analoga</i>	51

6.3.2	TEJIDOS DE <i>Choromytilus chorus</i>	63
7	CONCLUSIONES	75
8	REFERENCIAS	77
9	ANEXOS	78
9.1	AUTORIZACIÓN SHOA	78
9.2	CERTIFICADOS DE LABORATORIOS	80
9.3	CERTIFICACIONES DE LOS LABORATORIOS	102
9.4	REGISTROS DE TERRENO	104
9.5	RESOLUCIÓN AUTORIZACIÓN COMO ENTIDAD TÉCNICA DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL, ECOTECNOS	107
9.6	PROFESIONALES RESPONSABLES.....	110
9.7	DECLARACIONES JURADAS ETFA E INSPECTOR AMBIENTAL	111
9.8	INFORME DE INSPECCIÓN.....	113

 ecotecnos. <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 5/4		1
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

1 RESUMEN

En el presente informe, se proporcionan los resultados y conclusiones de la ejecución del Monitoreo 22, efectuado a fines de agosto de 2018, que forma parte del Programa de Vigilancia Ambiental Ampliación de las instalaciones portuarias de Puerto Mejillones. A continuación, se presentan las conclusiones obtenidas para cada una de las componentes ambientales:

Columna de agua

- La totalidad de los parámetros medidos no mostró diferencias en sus valores, al comparar las estaciones referenciales (control) y las estaciones restantes en el área de monitoreo.
- La temperatura y transparencia de la columna de agua, registraron mediciones dentro de los rangos respectivos observados históricamente. La concentración de sólidos totales mostró diferencias notables entre las mediciones históricas y la presente campaña. Estas diferencias podrían obedecer a la aplicación de análisis distinta, desde la cual se desconoce el factor de error en los instrumentos utilizados.
- De los parámetros analizados, las mediciones de transparencia y sólidos suspendidos se mantuvieron dentro de los rangos históricos.
- Para la presente campaña, todos los metales presentaron niveles de concentración acordes con valores referenciales señalados en la literatura especializada.
- En la actual campaña, no se detectó la ocurrencia de mercurio, plomo disuelto y plomo total. Los niveles de concentración de antimonio, cobre y zinc disuelto se mantuvieron dentro de los respectivos rangos históricos. Los restantes metales traza mostraron una disminución en sus mediciones con respecto a la serie histórica de datos.

Sedimentos submareales

- La composición granulométrica en la presente campaña, considerando el tamaño medio de los granos (promedio gráfico), fue similar a la observada en campañas previas.
- La distribución espacial de los metales traza analizados, reveló diferencias en los niveles de concentración entre las estaciones referenciales (control) y restantes solamente para el cobre y cromo.
- De la serie de metales traza, las mediciones de antimonio, cadmio y mercurio estuvieron bajo sus respectivos límites de detección. Por otra parte, el arsénico, cobre, cromo y hierro registraron niveles de concentración dentro de los rangos observados en campañas previas. Así también, las mediciones de plata y zinc registraron valores de concentración menores al rango histórico solamente el plomo registró un alza en sus niveles de concentración.

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		2
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

Metales traza en especies bioindicadoras

- Dado que solamente se contó con ejemplares de *Emerita analoga* recolectados en ambas estaciones referenciales (control), de la serie de metales traza analizados un total de siete mostraron diferencias en sus niveles de concentración entre los niveles medidos en ejemplares recolectados en las estaciones restantes. En este sentido, las mediciones de arsénico, cadmio, cobre, cromo, hierro, plata y zinc fueron comparativamente mayores en los tejidos de *Emerita analoga* obtenidas en las estaciones no referenciales.
- De los metales analizados en tejidos de *E. analoga*, el antimonio y mercurio registraron mediciones bajo sus respectivos límites de detección. Por otra parte, los valores de concentración de arsénico, cromo y plomo estuvieron dentro de sus respectivos rangos históricos. El cadmio, cobre, hierro y zinc registraron una disminución en sus niveles de concentración tisular; mientras que los niveles de concentración de plata revelaron un aumento con respecto a la serie histórica.
- De la serie de metales traza, las mediciones de antimonio, cadmio, mercurio y plata estuvieron bajo sus respectivos límites de detección. Por otra parte, el arsénico, cobre, cromo y hierro registraron niveles de concentración dentro de los rangos observados en campañas previas. Así también, las mediciones de plata y zinc registraron valores de concentración menores al rango histórico solamente el plomo registró un alza en sus niveles de concentración.

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		3
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

2 INTRODUCCIÓN

A continuación, se presentan los resultados y conclusiones derivadas de la ejecución del Monitoreo 22 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 ZINC TOTAL ZINC DISUELTO

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		4
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

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 ZINC

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 ZINC
Subcomponente ambiental 2	MACROFAUNA SUBMAREAL
Variable ambiental	BIOACUMULACIÓN METALES PESADOS EN MOLUSCOS ²
Parámetros	ANTIMONIO ARSÉNICO CADMIO COBRE CROMO TOTAL HIERRO MERCURIO PLATA PLOMO ZINC

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

2.3 PERÍODO DE REPORTE

El presente informe, corresponde a la Campaña de Invierno del Programa Anual del año 2018.

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		5
		Fecha de emisión: 16-10-2018	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 entre los días 30 y 31 de agosto de 2018, en el sector costero de Mejillones, por el personal técnico de ECOTECNOS S.A. (Anexo 9.6).

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) (**Código ETFA 010-01**), 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 9.5).

El inspector ambiental que certifica el presente monitoreo es el Sr. Roberto Ramírez Acevedo (código IA 15.124.501-3), quien certifica y da fe de la ejecución del monitoreo aquí descrito y discutido (Anexo 9.7).

La ejecución del muestreo oceanográfico se realizó autorización otorgada por el SHOA, de conformidad a lo dispuesto en el Reglamento promulgado por D.S.(M) N°711/1975 (Anexo 9.1).

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		6
		Fecha de emisión: 16-10-2018	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*).

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está 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 los días 30 y 31 de agosto 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

La mediciones *in situ* y recolección de muestras desde las tres matrices ambientales (agua, sedimentos submareales y biota submareal), se efectuó en base a una red compuesta por cinco estaciones oceanográficas. Las coordenadas geográficas de cada una de ellas se indica 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 Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

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 están posicionadas en base al Datum geodésico WGS84, Huso 19K.

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

ESTACIÓN	ESTE	NORTE
E11 (Control)	346.716	7.447.825
E12	347.949	7.445.867
E13	354.983	7.446.248
E14	355.518	7.446.495
E15 (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 monitoreo de agosto de 2018.

Tabla 4.3. Detalle de las actividades de muestreo. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

FECHA	ACTIVIDAD
26 de agosto	Traslado a Antofagasta
	Presentación en Capitanía de Puerto de Mejillones
27 de agosto	Preparación de materiales
	Coordinación con patrón de embarcación
30 de agosto	Muestreo de columna de agua y mediciones con CTDO
	Muestreo de sedimentos submareales
	Recolección de ejemplares de <i>Choromytilus chorus</i>
31 de agosto	Recolección de ejemplares de <i>Emerita analoga</i>
01 de septiembre	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-O, marca Sea-Bird, modelo 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 Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

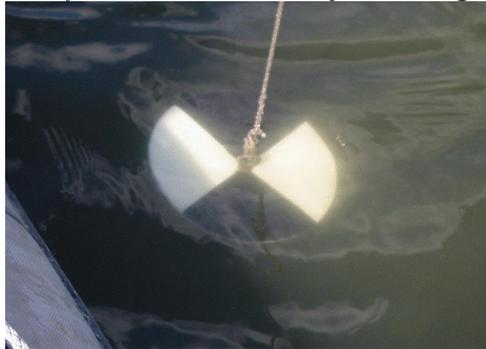
PARÁMETRO	LD	UNIDAD	MÉTODO
Temperatura	0,001	°C	CTD-DO
Transparencia	1	m	Disco Secchi

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.

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		10
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

Figura 4.2. Medición de la transparencia utilizando disco Secchi. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018..



Fuente: EcoTecnos.

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

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 Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 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 trasvasijada 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 Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 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
Zinc total	0,5	µg/L	SM 3111 C	SGS
Zinc 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).

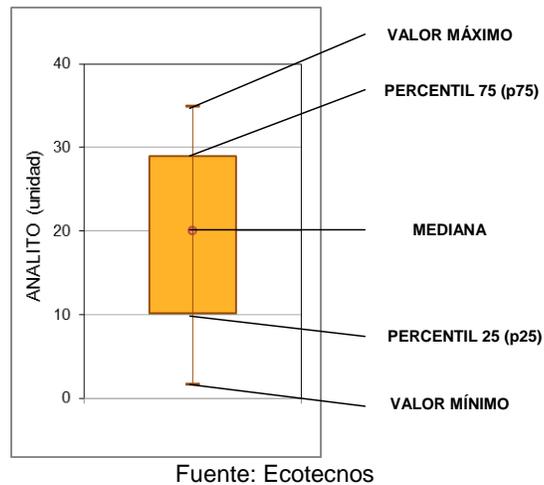


Figura 4.4. Representación de un gráfico de caja (boxplot) donde se indican los estadígrafos empleados para caracterizar estadísticamente las mediciones.

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).



Fuente: Ecotecnos

Figura 4.5. Muestreo de la matriz de sedimentos submareales con la draga van Veen. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		13
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

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 Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

PARÁMETRO	LD	UNIDAD	MÉTODO	LAB
Granulometría	NA	--	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
Zinc	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

4.4.3 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 de muestreo, se buscó recolectar una cantidad estimada en 100 g de peso fresco de la especie objeto. 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 buscó recolectar 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.

En la presente campaña, no se encontraron ejemplares de *E. analoga* en la estación EI2; mientras que, para *Ch. chorus* no se hallaron individuos en las estaciones E1, E2 y E5.

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 Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 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
Zinc	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 TEMPERATURA

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

Tabla 5.1. Temperatura del mar en dos estratos de profundidad de la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

ESTACIÓN	TEMPERATURA (°C)	
	SUPERFICIE	FONDO
E1	16,819	16,702
E2	16,039	15,795
E3	15,377	14,930
E4	15,869	15,335
E5	14,519	13,969

Fuente: Ecotecnos

5.1.2 TRANSPARENCIA

En la Tabla 5.2 se presentan los valores de transparencia de la columna de agua.

Tabla 5.2. Transparencia de la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

ESTACIÓN	TRANSPARENCIA (m)
E1	5,0
E2	4,0
E3	4,0
E4	7,0
E5	6,5

Fuente: Ecotecnos

5.1.3 SÓLIDOS SUSPENDIDOS

En la Tabla 5.3 se presenta los valores de medición de sólidos suspendidos en los estratos de superficie y fondo de la columna de agua.

Tabla 5.3. Valores de concentración de sólidos suspendidos en dos estratos de profundidad de la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

ESTACIÓN	SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/L)	
	SUPERFICIE	FONDO
E1	10	8
E2	28	21
E3	18	9
E4	15	21
E5	33	19

Fuente: Ecotecnos

5.1.4 SÓLIDOS TOTALES

En la Tabla 5.4 se presenta los valores de medición de sólidos totales en los estratos de superficie y fondo de la columna de agua.

Tabla 5.4. Valores de concentración de sólidos totales en dos estratos de profundidad de la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

ESTACIÓN	SÓLIDOS TOTALES (mg/L)	
	SUPERFICIE	FONDO
E1	39.410	39.890
E2	40.260	39.390
E3	40.090	39.310
E4	39.110	39.670
E5	40.230	39.390

Fuente: Ecotecnos

5.1.5 METALES TRAZA

En la Tabla 5.5 se presenta los valores de medición de metales traza en los estratos de superficie y fondo de la columna de agua.

Tabla 5.5. Valores de concentración de metales traza en dos estratos de profundidad en la columna de agua. Todas las mediciones en µg/L. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

PARÁMETRO	ESTACIÓN									
	E1		E2		E3		E4		E5	
	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
Antimonio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsénico	1	1	1	1	1	1	1	<1	2	1
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cobre	1,01	<1,00	<1,00	1,12	<1,00	<1,00	<1,00	1,41	<1,00	<1,00
Cromo	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50
Hierro	3,39	5,94	3,92	18,99	6,44	7,8	2,66	16,94	3,03	6,04
Mercurio	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Plata	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Plomo disuelto	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Plomo total	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Zinc disuelto	<0,5	<0,5	0,6	0,9	<0,5	5,3	<0,5	0,6	<0,5	<0,5
Zinc total	1,1	2,5	2,1	3,4	3,2	10,7	1,9	2,8	2,6	1,7

Fuente: Ecotecnos
 S: superficie; F: fondo

5.2 SEDIMENTOS MARINOS SUBMAREALES

5.2.1 GRANULOMETRÍA

Los resultados del análisis granulométrico se presentan en la Tabla 5.6.

Tabla 5.6. Composición granulométrica (%) de los sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

ESTACIÓN	FRACCIÓN GRANULOMÉTRICA						
	G	AMG	AG	AM	AF	AMF	LA
E-1	35,23	13,94	19,97	14,80	13,65	2,42	0,00
E-2	11,08	8,89	10,41	15,81	44,98	8,34	0,50
E-3	17,12	3,89	8,20	10,83	22,23	36,83	0,90
E-4	0,31	0,20	1,04	4,48	18,11	74,16	1,70
E-5	41,55	7,57	4,73	4,00	13,57	28,28	0,30

Fuente: Ecotecnos

G: grava; AMG, arena muy gruesa; AG: arena gruesa; AM, arena media; AF, arena fina; AMF, arena muy fina; LA, limo-arcilla.

5.2.2 METALES TRAZA

En la Tabla 5.7 se indican los niveles de concentración de los metales traza cuantificados en los sedimentos submareales del área de estudio.

Tabla 5.7. Valores de concentración de metales traza en sedimentos submareales. Todos los valores en mg/kg. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

PARÁMETRO	ESTACIÓN				
	E1	E2	E3	E4	E5
Antimonio	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
Arsénico	1,7	4,3	3,4	4,9	3,4
Cadmio	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
Cobre	4,4	5,5	14,7	14,1	8,4
Cromo	9,8	12,2	12,2	12,5	9,3
Hierro	9.007	7.600	7.175	5.408	4.003
Mercurio	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Plata	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Plomo	< 2	< 2	20,0	< 2	< 2
Zinc	11	10	26	12	8

Fuente: Ecotecnos

5.3 METALES TRAZA EN ESPECIES BIOINDICADORAS

5.3.1 TEJIDOS DE *Emerita analoga*

En la Tabla 5.8 se presentan los valores de concentración de metales traza cuantificados en tejidos de “pulga de mar”.

Tabla 5.8. Valores de concentración de metales traza en tejidos de *Emerita analoga*. Todos los valores en mg/kg. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

PARÁMETRO	ESTACIÓN				
	EI1	EI2	EI3	EI4	EI5
Antimonio	< 1,38	SM	< 1,38	< 1,38	< 1,38
Arsénico	0,15	SM	0,16	0,20	0,15
Cadmio	1,24	SM	0,47	0,87	3,29
Cobre	13,65	SM	17,50	14,18	12,13
Cromo	< 0,53	SM	0,6	1,1	< 0,53
Hierro	21	SM	47	140	24
Mercurio	< 0,04	SM	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Plata	0,66	SM	0,73	0,74	0,69
Plomo	< 0,09	SM	0,6	< 0,09	< 0,09
Zinc	9,25	SM	15,08	11,98	7,53

Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

5.3.2 TEJIDOS DE *Choromytilus chorus*

En la Tabla 5.9 se presentan los valores de concentración de metales traza, cuantificados en tejidos de “choro zapato”.

Tabla 5.9. Valores de concentración de metales traza en tejidos de *Choromytilus chorus*. Todos los valores en mg/kg. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

PARÁMETRO	ESTACIÓN				
	E1	E2	E3	E4	E5
Antimonio	SM	SM	< 1,38	0,1	SM
Arsénico	SM	SM	0,240	0,230	SM
Cadmio	SM	SM	0,87	0,77	SM
Cobre	SM	SM	4,5	2,4	SM
Cromo	SM	SM	< 0,53	< 0,53	SM
Hierro	SM	SM	13,2	8,7	SM
Mercurio	SM	SM	< 0,04	< 0,04	SM
Plata	SM	SM	0,42	0,41	SM
Plomo	SM	SM	0,17	0,08	SM
Zinc	SM	SM	10,36	8,52	SM

Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

6 DISCUSIÓN

6.1 COLUMNA DE AGUA

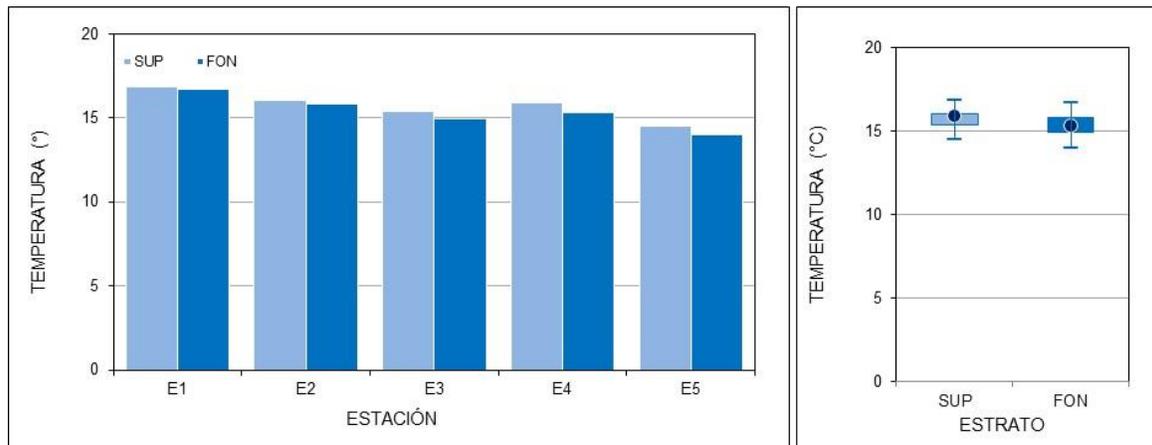
6.1.1 TEMPERATURA

- **Distribución espacial**

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 a 9 metros (Figura 6.1) mantuvieron valores homogéneos, con variaciones máximas de 0,04 °C respecto a la estación control (EC) en ambos estratos. La distribución térmica en el campo vertical, reveló la presencia de aguas más calidas asociadas al estrato superficial de la columna de agua.

A nivel horizontal (Figura 6.1), se aprecia una gradiente térmica tanto en las aguas superficiales como de fondo, que revela una disminución de la temperatura desde la estación E1 hacia la estación E5.

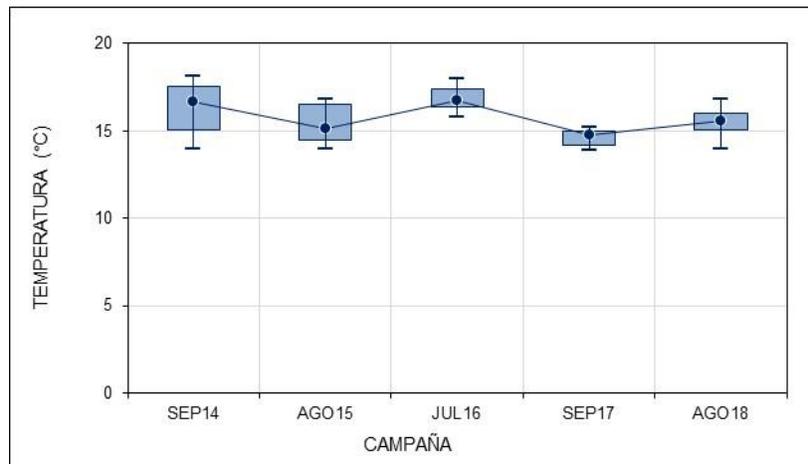


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.1. Distribución espacial de las mediciones de temperatura en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

Las mediciones de temperatura efectuadas en la presente campaña (agosto 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

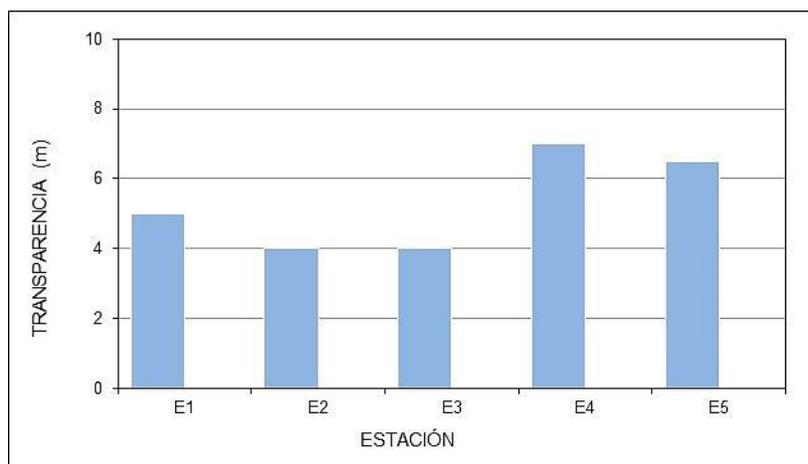
Figura 6.2. Fluctuación temporal de la temperatura en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

6.1.2 TRANSPARENCIA

- **Distribución espacial**

La transparencia de la columna de agua, medida como profundidad de disco Secchi, registró valores entre 4 y 7 m de profundidad (Figura 6.3). Los menores valores para este parámetro estuvieron asociados con la columna de agua de las estaciones E2 y E3; mientras que en E4 se alcanzó la máxima profundidad de penetración de la luz solar.

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.

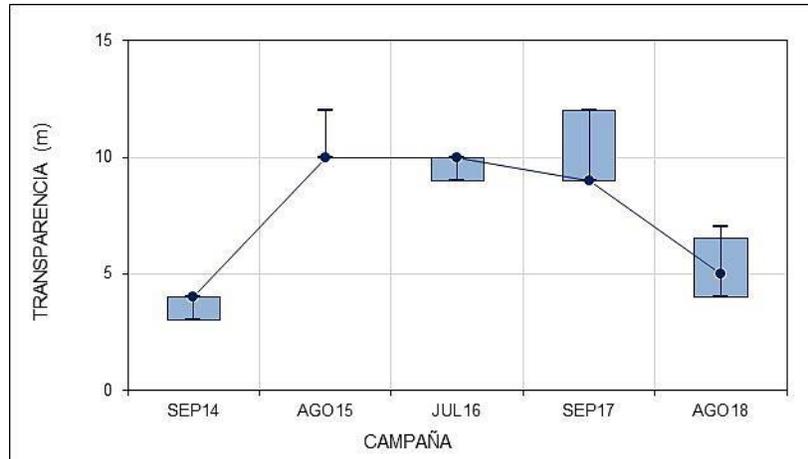


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.3. Distribución espacial de las mediciones de transparencia en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

En las tres 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 la presente campaña (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

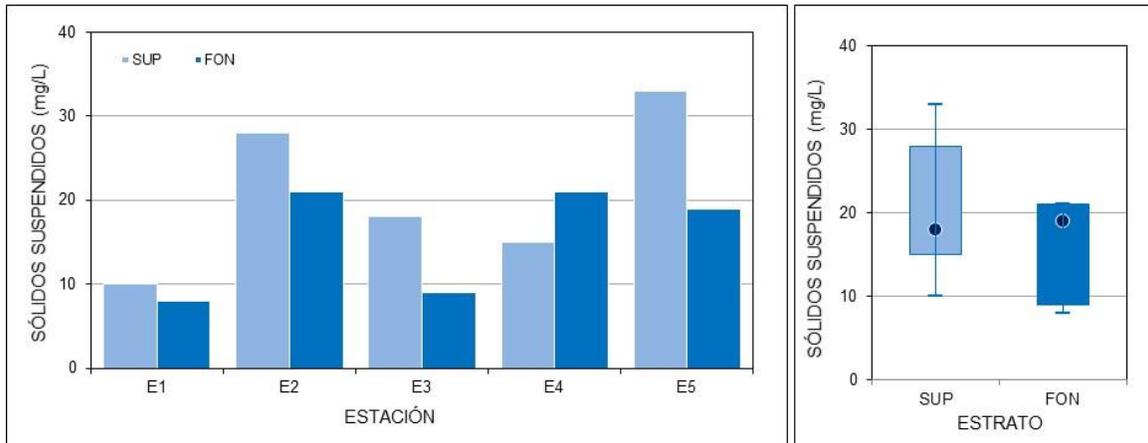
Figura 6.4. Fluctuación temporal de la transparencia en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

6.1.3 SÓLIDOS SUSPENDIDOS

- **Distribución espacial**

Los niveles de concentración de sólidos suspendidos mostraron una alta 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 33 mg/L, registrándose el mayor nivel de concentración en la estación E5. En profundidad, los sólidos suspendidos mostraron niveles de concentración comparativamente menores (8-21 mg/L) y los mayores registros estuvieron asociados con las estaciones E2 y E4.

En el campo vertical, claramente se aprecia que, si bien los niveles de concentración de sólidos suspendidos fueron similares en términos de valores de mediana, este parámetro registró una mayor variabilidad en las aguas superficiales, alcanzando niveles comparativamente mayores con respecto al estrato de fondo (Figura 6.5).

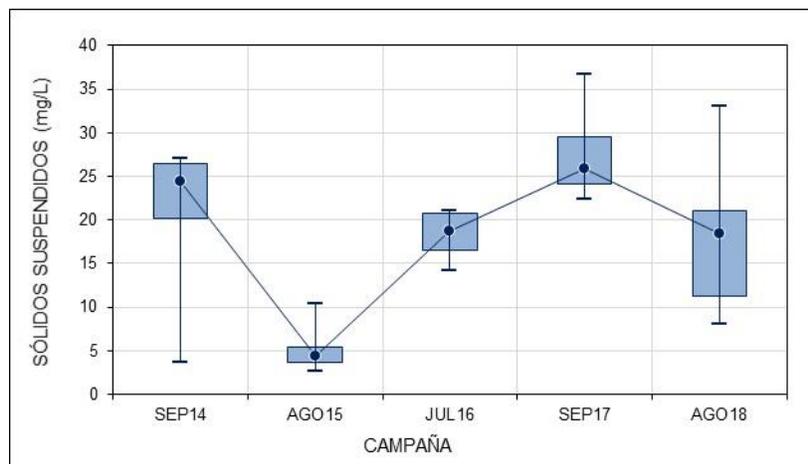


Fuente: Ecotecnos
SUP: superficie, FON: fondo

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

• **Fluctuación temporal**

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 la presente campaña 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 resuspensores y el plancton modulan la concentración de partículas en la columna de agua.



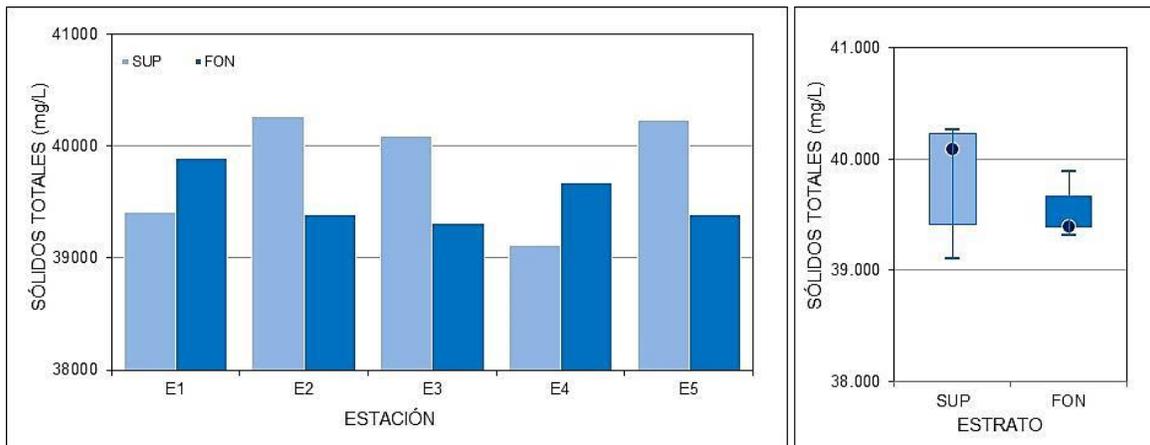
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.6. Fluctuación temporal de los sólidos suspendidos en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

6.1.4 SÓLIDOS TOTALES

- **Distribución espacial**

Si bien este parámetro reflejó diferencias espaciales dentro del área de monitoreo, detectándose niveles de concentración mayores en las aguas superficiales, tanto en valores de mediana como en el rango de dispersión, en términos absolutos la variabilidad fue baja: 39.110 – 40.260 mg/L (Figura 6.7). Un análisis por estrato de profundidad no reveló un patrón consistente, registrándose indistintamente valores mayores por estación en aguas superficiales o de fondo.

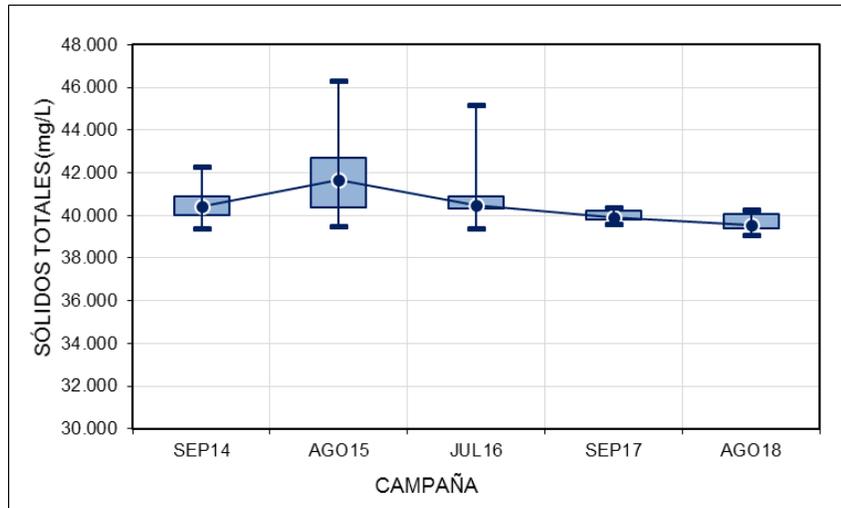


Fuente: Ecotecnos
 SUP: superficie, FON: fondo

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

- **Fluctuación temporal**

La serie histórica para este parámetro reveló que este parámetro se ha mantenido estable en el desarrollo del PVA, lo que se relaciona con la salinidad del agua que determina en gran medida la magnitud de este parámetro (Figura 6.8).



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.8. Fluctuación temporal de los sólidos totales en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

6.1.5 METALES TRAZA

A continuación, se presentan los resultados por elemento analizado.

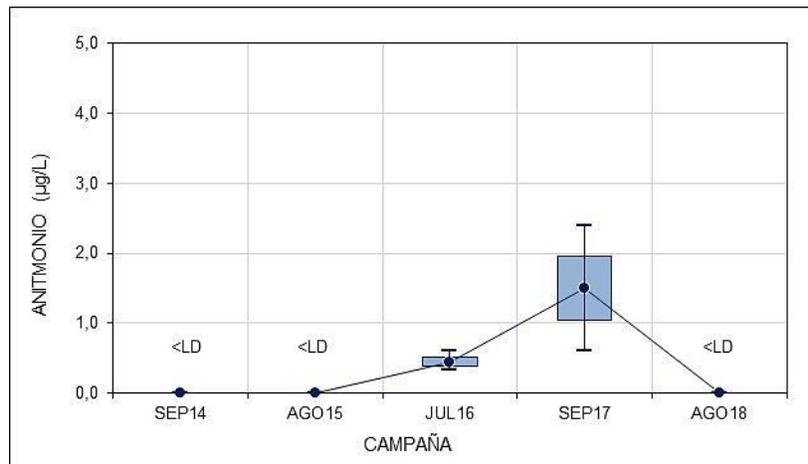
a. ANTIMONIO

- **Distribución espacial**

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

- **Fluctuación temporal**

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 (agosto 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 Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

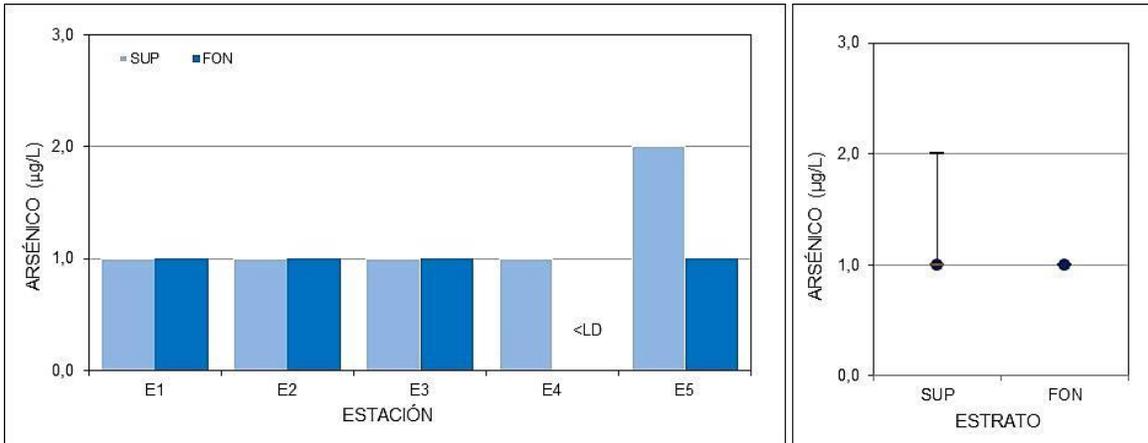
Estos resultados revelan que este elemento se encontraría en bajos niveles de concentración en estas aguas y su ocurrencia sería más bien esporádica.

b. ARSÉNICO

• Distribución espacial

Prácticamente en todas las estaciones de monitoreo se registró la presencia de arsénico en la columna de agua (Figura 6.10). Solamente, en las aguas de fondo de E4 este elemento fue analíticamente indetectable. Sin embargo, cabe señalar que las mediciones reportadas fueron ligeramente mayores al límite de detección (1 µg/L); solo en las aguas superficiales de E5 este parámetro alcanzó un valor levemente mayor.

Estos resultados revelaron una distribución homogénea del arsénico en la columna de agua, sin apreciarse diferencias horizontales ni verticales en las aguas del área de monitoreo.



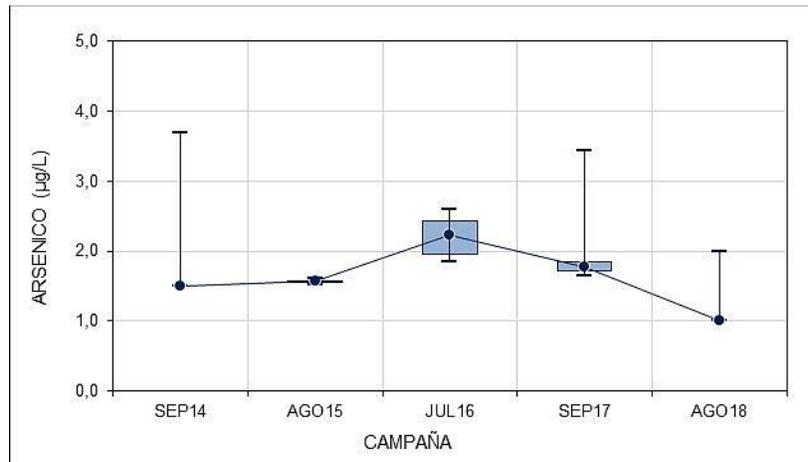
Fuente: Ecotecnos

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

Figura 6.10. Distribución espacial y por estrato de profundidad de arsénico en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

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 6.11). 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. Los niveles de concentración reportados para la presente campaña han sido los más bajos de la serie histórica disponible.



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.11. Fluctuación temporal de la concentración de arsénico en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

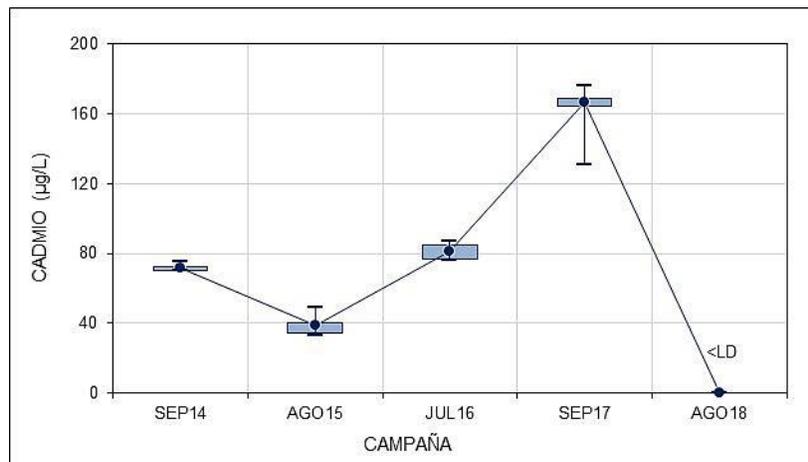
c. CADMIO

- **Distribución espacial**

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 es analíticamente detectable.

- **Fluctuación temporal**

La ocurrencia de niveles analíticamente indetectables de cadmio en la presente campaña, constituye el primer evento de esta naturaleza en la serie histórica disponible (Figura 6.12). 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.



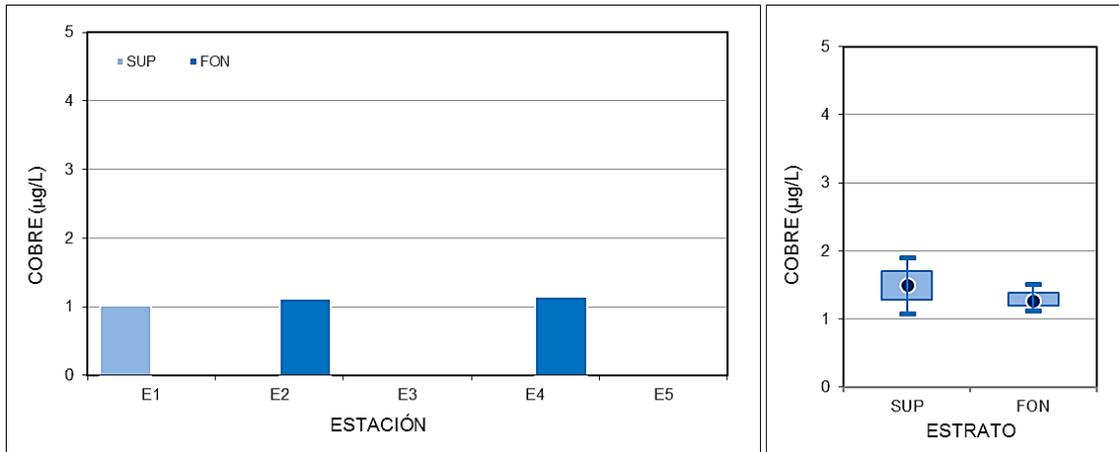
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.12. Fluctuación temporal de la concentración de cadmio en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

d. COBRE

- **Distribución espacial**

De las mediciones de cobre efectuadas, solamente en tres muestras se registraron valores analíticamente cuantificables (Figura 6.13). En la columna de agua de un gran número de estaciones, los niveles de concentración de cobre estuvieron bajo el límite de detección (< 1 µg/L). Sin embargo, en aquellas estaciones con niveles detectables de cobre los valores de concentración fueron levemente mayores al límite de detección analítico.



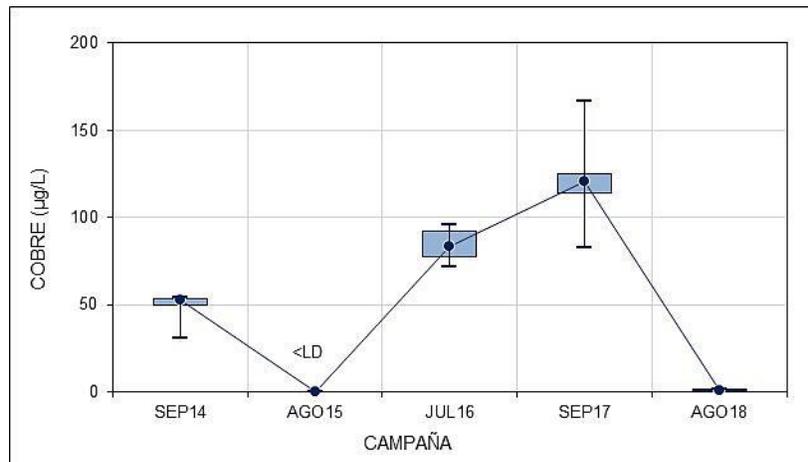
Fuente: Ecotecnos

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

Figura 6.13. Distribución espacial y por estrato de profundidad de cobre en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- Fluctuación temporal**

De la serie histórica informada, el cobre ha registrado niveles de concentración bajo el límite de detección solamente en agosto de 2015 (Figura 6.14). En la actual campaña, los niveles de este elemento 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.



Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.14. Fluctuación temporal de la concentración de cobre en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

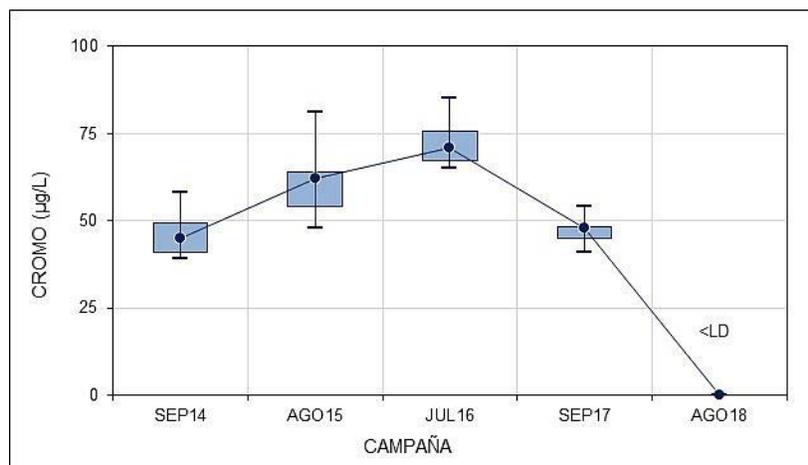
e. CROMO

- **Distribución espacial**

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

- **Fluctuación temporal**

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 6.15). 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, en el actual monitoreo (agosto de 2018) los niveles de cromo fueron analíticamente indetectables.



Fuente: Ecotecnos

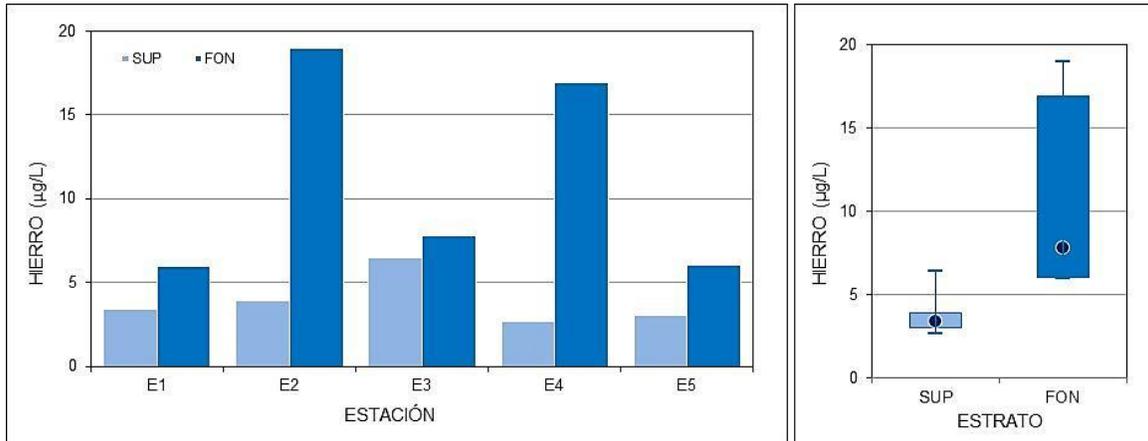
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.15. Fluctuación temporal de la concentración de cromo en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

f. HIERRO

- **Distribución espacial**

En todas las muestras de agua de mar se detectó la ocurrencia de hierro (Figura 6.16). Los niveles de concentración registrados en las aguas de fondo fueron claramente mayores a los medidos en aguas superficiales. En el estrato de fondo, el valor de la mediana fue 7,8 µg/L; mientras que en el estrato de fondo alcanzó los 3,39 µg/L. Así también, el rango de variación de hierro en las aguas subsuperficiales fue comparativamente mayor (5,9-18,9 µg/L) respecto del registrado para aguas superficiales (2,6-6,4 µg/L).



Fuente: Ecotecnos

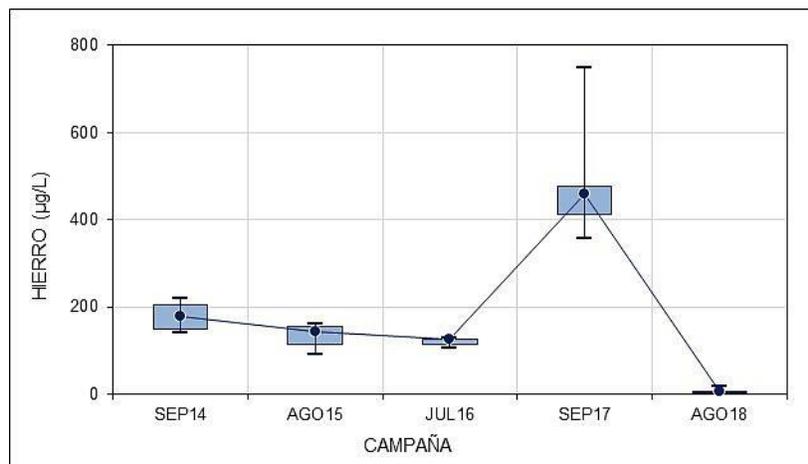
SUP: superficie, FON: fondo

Figura 6.16. Distribución espacial y por estrato de profundidad de hierro en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

Los mayores niveles de concentración de hierro estuvieron asociados con aguas de fondo; los máximos registrados para este parámetro se detectaron en las estaciones E2 y E4. En todas las estaciones, siempre los mayores niveles de concentración estuvieron asociados con las aguas subsuperficiales (Figura 6.16).

- **Fluctuación temporal**

Históricamente, los niveles de concentración de hierro han fluctuado entre 91 µg/L y 748 µg/L (Figura 6.17). 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 la actual campaña (agosto de 2018), ya que las mediciones de hierro fueron varios órdenes de magnitud menores.



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.17. Fluctuación temporal de la concentración de hierro en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		32
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

g. MERCURIO

- **Distribución espacial**

Ninguna de las mediciones de mercurio en la columna de agua, presentó niveles de concentración analíticamente cuantificables.

- **Fluctuación temporal**

Durante toda la serie histórica disponible, el mercurio ha permanecido analíticamente indetectable en la columna de agua del área de monitoreo.

h. PLATA

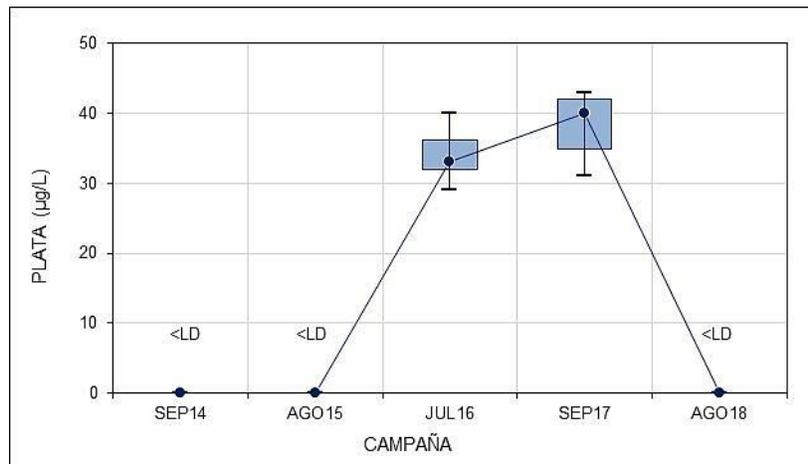
- **Distribución espacial**

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).

- **Fluctuación temporal**

La ocurrencia de niveles de concentración analíticamente detectables de plata ha sido registrada en dos campañas: julio de 2016 y septiembre de 2017 (Figura 6.18). En dichas 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 tres campañas restantes, este parámetro ha permanecido analíticamente indetectable (*i.e.* bajo su límite de detección).

La concentración de plata en aguas naturales no supera los 0,01 µg/L (WHO 2002). En contraste con este referente, los niveles de concentración de plata en las aguas del área de monitoreo, considerando las dos campañas en que este elemento fue detectado, supera en varios órdenes de magnitud al valor señalado por WHO (2002).



Fuente: Ecotecnos
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.18. Fluctuación temporal de la concentración de plata en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

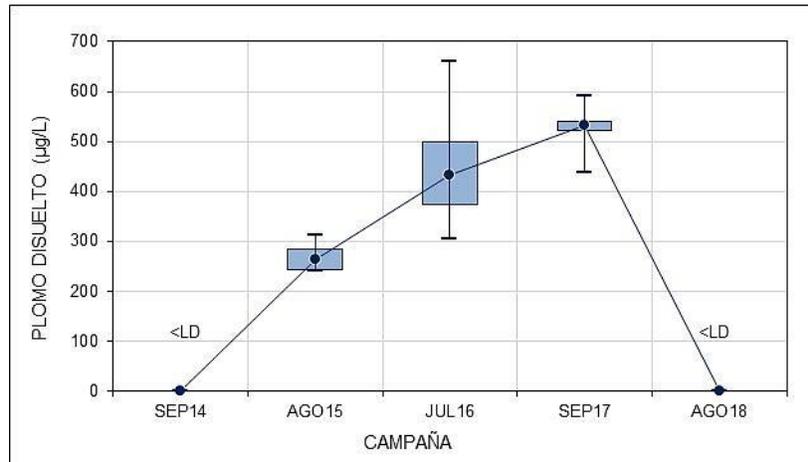
i. PLOMO DISUELTO

• Distribución espacial

Para la presente campaña, ninguna de las mediciones de plomo disuelto presentó niveles analíticamente detectables en la columna de agua.

• Fluctuación temporal

En agosto de 2018 y septiembre de 2014, fueron las dos únicas campañas en que no se registró la ocurrencia de plomo disuelto a niveles analíticamente cuantificables (Figura 6.19). En los tres monitoreos restantes (agosto de 2015 a septiembre de 2017), los valores de concentración de este elemento han fluctuado entre 240 µg/L y 660 µg/L, siendo en la campaña de julio de 2016 cuando se registraron los mayores valores de concentración. Hasta la campaña previa, los valores de concentración de plomo mostraban una franca tendencia al aumento; las actuales mediciones rompieron este patrón temporal.



Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.19. Fluctuación temporal de la concentración de plomo disuelto en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

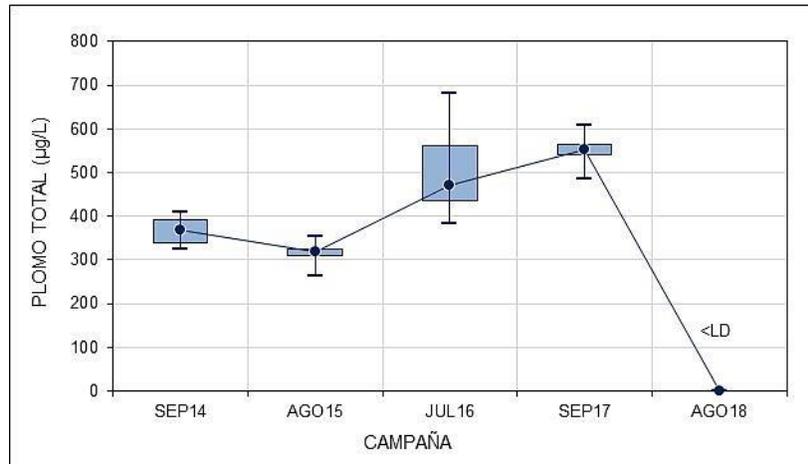
j. PLOMO TOTAL

• Distribución espacial

En la presente campaña, no se registró niveles de plomo total mayores al límite de detección analítico (< 2,5 µg/L).

• Fluctuación temporal

La presente campaña (agosto 2018), corresponde a la primera en que no se detecta plomo total en la columna de agua (Figura 6.20). En los monitoreos anteriores, el rango de valores de concentración de plomo total varió entre 264 µg/L y 680 µg/L, registrándose los mayores valores en las campañas de julio de 2016 y septiembre de 2017. En las campañas previas, los niveles de plomo total no superaron los 410 µg/L.



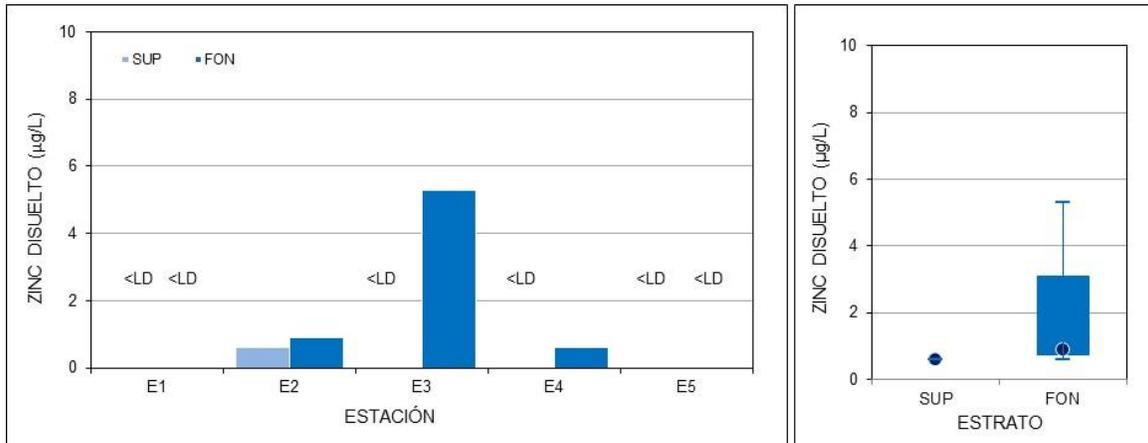
Fuente: Ecotecnos
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.20. Fluctuación temporal de la concentración de plomo total en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

k. ZINC DISUELTO

- **Distribución espacial**

La presencia de zinc disuelto fue registrada en cuatro muestras, en todas las restantes los niveles de concentración fueron analíticamente indetectables (Figura 6.21). En el campo vertical, los mayores valores de zinc disuelto estuvieron asociados con aguas de fondo, Solamente la medición de las aguas superficiales de la estación E2, registró un valor analíticamente detectable.



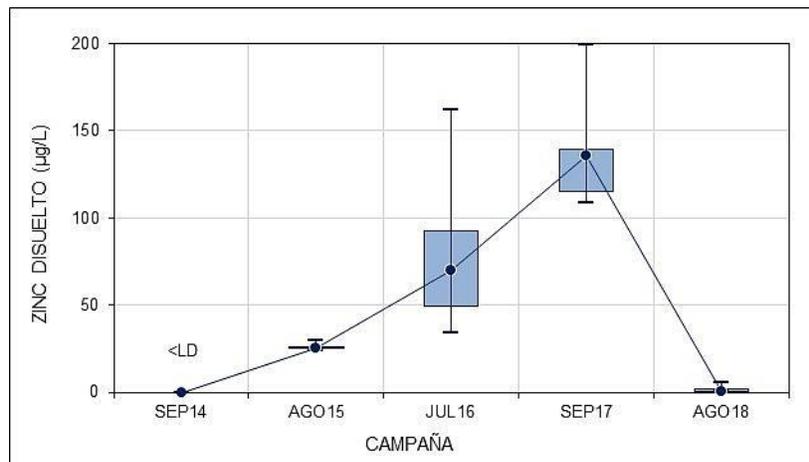
Fuente: Ecotecnos

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

Figura 6.21. Distribución espacial y por estrato de profundidad de zinc disuelto en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

De los registros históricos disponibles (Figura 6.22), el zinc disuelto mostró un aumento sostenido en sus niveles de concentración hasta la campaña previa (septiembre de 2017); mientras que, en la presente campaña (agosto de 2018) la ocurrencia de este elemento fue esporádica (*i.e.* mayormente mediciones bajo el límite de detección).



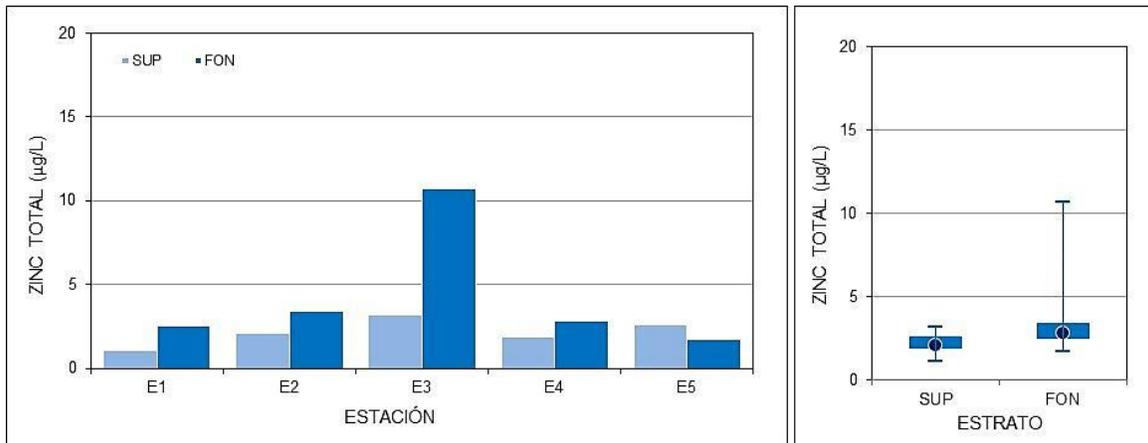
Fuente: Ecotecnos
 <LD: Bajo límite de detección

Figura 6.22. Fluctuación temporal de la concentración de zinc disuelto en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

I. ZINC TOTAL

- **Distribución espacial**

La presencia de zinc total fue registrada en la columna de agua de todas las estaciones (Figura 6.23). Si bien la mediana mostró valores similares para ambos estratos de profundidad: 2,55 µg/L en aguas superficiales y 2,80 µg/L en aguas de fondo, la dispersión de las mediciones fue claramente mayor en las aguas subsuperficiales. Exceptuando la columna de agua de la estación E5, en todas las restantes los mayores niveles de concentración de zinc total fueron mayores en el estrato de fondo. El máximo zinc total fue registrado en las de fondo de la estación E3 (10,7 µg/L).

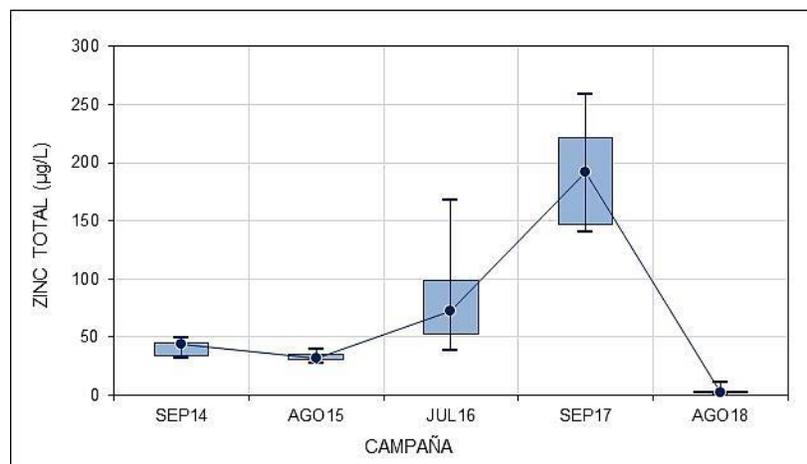


Fuente: Ecotecnos
SUP: superficie, FON: fondo

Figura 6.23. Distribución espacial y por estrato de profundidad de zinc total en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

La presencia de zinc total siempre ha sido detectada en estas de agua de monitoreo (Figura 6.24). Sin embargo, en la presente campaña (agosto de 2018) se detectaron los menores niveles de concentración de la serie histórica, con valores máximos que no superaron los 10,7 µg/L. Con anterioridad, las mediciones de zinc total habían fluctuado dentro un rango más variable: 28-259 µg/L.



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.24. Fluctuación temporal de la concentración de zinc total en la columna de agua. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

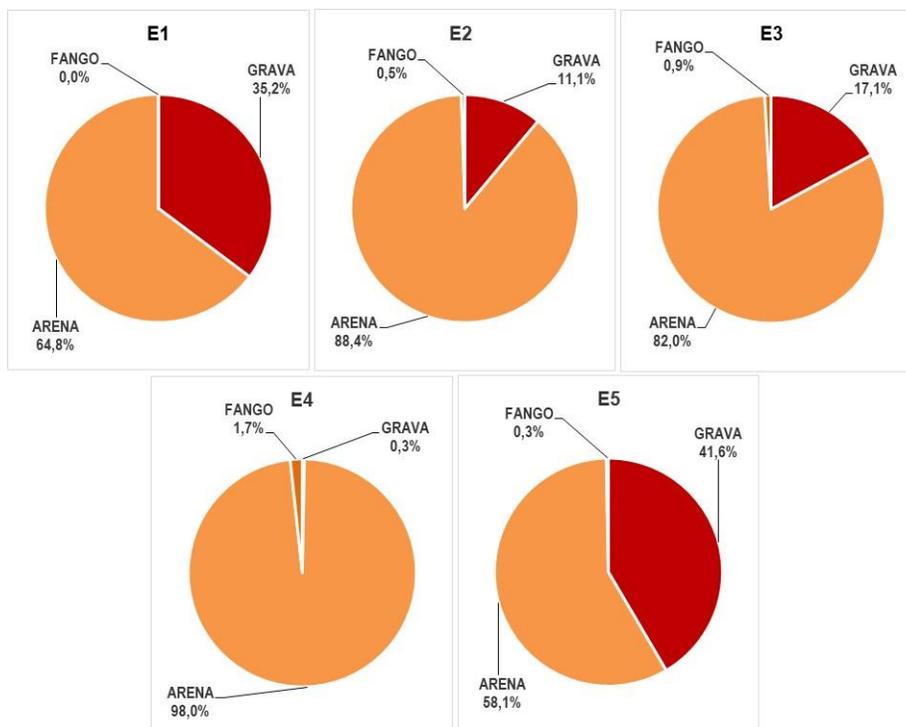
6.2 SEDIMENTOS SUBMAREALES

6.2.1 GRANULOMETRÍA

- **Distribución espacial**

La composición granulométrica de los sedimentos submareales recolectados en el área de monitoreo, reveló la presencia mayoritaria de arenas, con aportes que variaron entre el 58,1% y 98% (Figura 6.25). Las gravas también estuvieron presentes, aunque con una contribución comparativamente menor; en la estación E3 su aporte fue marginal (0,3%) en la cubierta sedimentaria. La presencia de fango no superó el 2% como máximo (E4).

Estos resultados sugieren que estos fondos sedimentarios están expuestos a procesos de erosión y transporte, estando la depositación de finos prácticamente ausente.



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.25. Composición porcentual de gravas, arenas y fango en los sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

En cuanto a la variación espacial de los parámetros granulométricos, se observó variabilidad respecto al tamaño medio de los granos, con valores de promedio gráfico que variaron entre arenas muy finas y arenas gruesas (Tabla 6.1). La selección de los granos sedimentarios fue discreta, con la totalidad de las muestras con un grado deficitario de clasificación, revelando una alta heterogeneidad en el tamaño de las partículas para una deternada textura. En cuanto al grado de asimetría, estos valores mostraron una alta dispersión, registrándose desde distribuciones con alto exceso de gruesos a moderado exceso de finos.

Tabla 6.1. Parámetros granulométricos de los sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

ESTACIÓN	PROMEDIO (mm)		SELECCIÓN		ASIMETRÍA	
E-1	0,671	AG	3,009	MPC	-0,077	S
E-2	0,300	AM	2,903	MPC	0,634	AEG
E-3	0,284	AM	4,004	MPC	0,546	AEG
E-4	0,092	AMF	1,512	PC	0,640	AEG
E-5	0,501	AG	4,164	MPC	-0,245	MEF

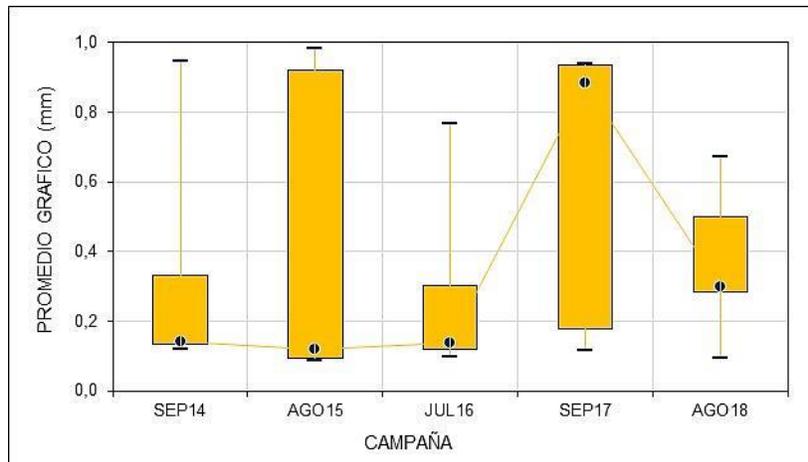
Fuente: Ecotecnos

AG: arena gruesa; AM: arena media; AMF: arena muy fina; MPC: muy pobremente clasificada; PC: pobremente clasificada; AEG: alto exceso de gruesos; S: simétrico; MEF: moderado exceso de finos.

• Fluctuación temporal

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 6.26, 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 (agosto 2018), el promedio gráfico reveló un descenso, con sedimentos tipificando como arenas medianas.

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



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.26. Fluctuación temporal del promedio gráfico en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

6.2.2 METALES TRAZA

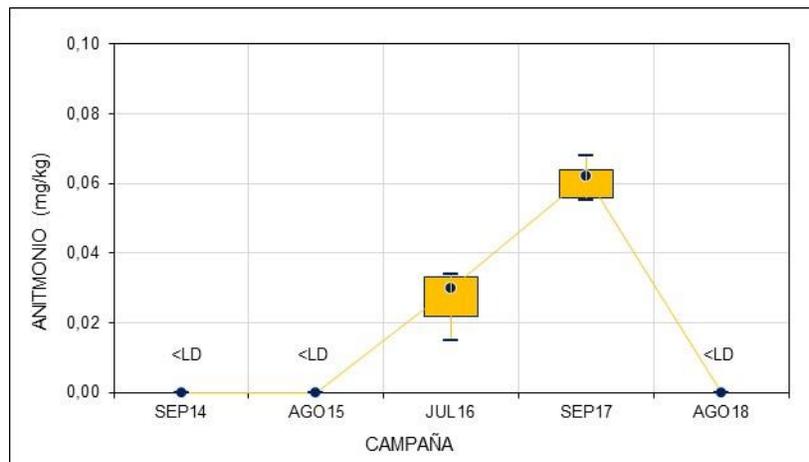
a. ANTIMONIO

- **Distribución espacial**

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).

- **Fluctuación temporal**

Solamente en las campañas efectuadas en julio de 2016 y septiembre de 2017, se registró la ocurrencia de antimonio en los sedimentos del área de monitoreo (Figura 6.27). En las tres campañas restantes, incluido el monitoreo actual (agosto de 2018), las mediciones estuvieron bajo el límite de detección.



Fuente: Ecotecnos

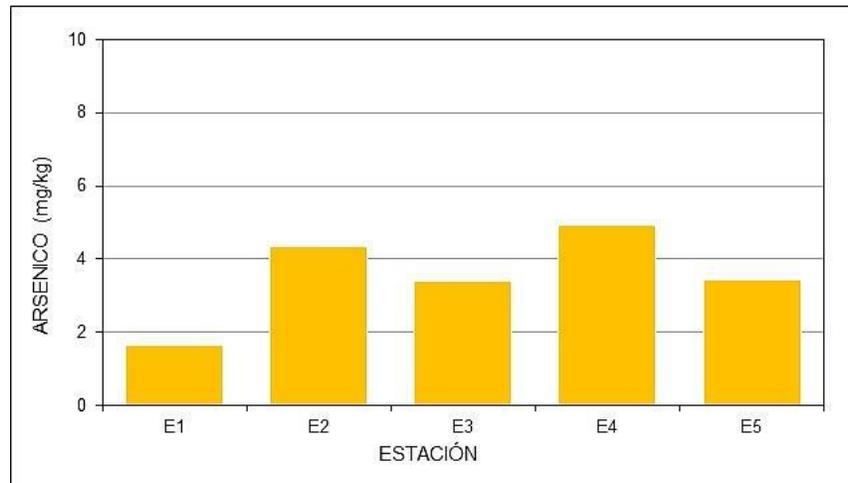
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.27. Fluctuación temporal de la concentración de antimonio en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

b. ARSÉNICO

- **Distribución temporal**

La concentración de arsénico registró una variación espacial entre 1,6 mg/kg y 4,9 mg/kg en los sedimentos submareales (Figura 6.28). Dentro de este rango, la mayor medición de antimonio se registró en la estación E4 y secundariamente en los sedimentos de la estación E2; en ambos casos con valores de concentración entre 4 mg/kg y 5 mg/kg.

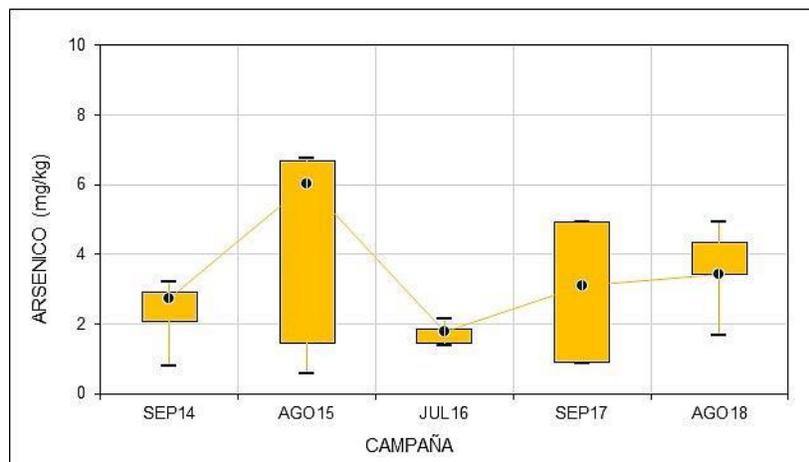


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.28. Distribución espacial del arsénico en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

De los registros históricos disponibles (Figura 6.29), 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 (agosto 2018) estuvieron dentro del rango histórico, con un valor de mediana de 3,4 mg/kg, que está dentro de las fluctuaciones temporales que ha experimentado (1,7-6,0 mg/kg).



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.29. Fluctuación temporal de la concentración de arsénico en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

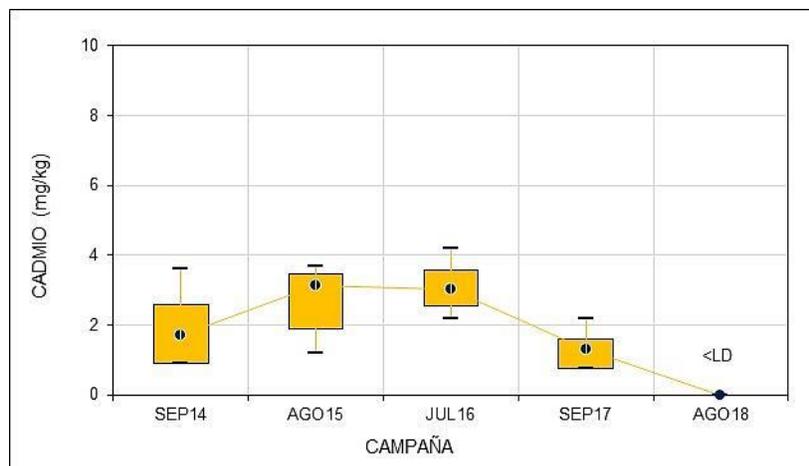
c. CADMIO

- **Distribución espacial**

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

- **Fluctuación temporal**

A diferencia de la presente campaña (agosto de 2018), en las cuatro campañas previas había sido detectada la presencia de cadmio en los sedimentos submareales (Figura 6.30). Según los registros históricos, el rango de variación de este elemento ha sido entre 0,7 mg/kg y 4,1 mg/kg, registrándose los mayores niveles de concentración en julio de 2016.



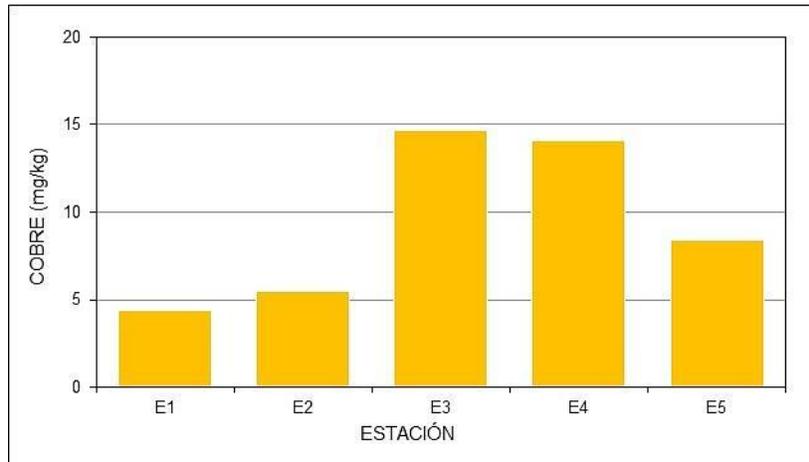
Fuente: Ecotecnos

<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.30. Fluctuación temporal de la concentración de cadmio en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

d. COBRE

El cobre fue detectado en los sedimentos submareales de todas las estaciones de monitoreo (Figura 6.31). Las mediciones fueron comparativamente mayores en las estaciones E3 y E4, con valores de 14,7 mg/kg y 14,1 mg/kg, respectivamente. El rango de dispersión de las mediciones de cobre variaron entre 4,4 mg/kg a 14,7 mg/kg. El menor valor se registró en los sedimentos de E1.

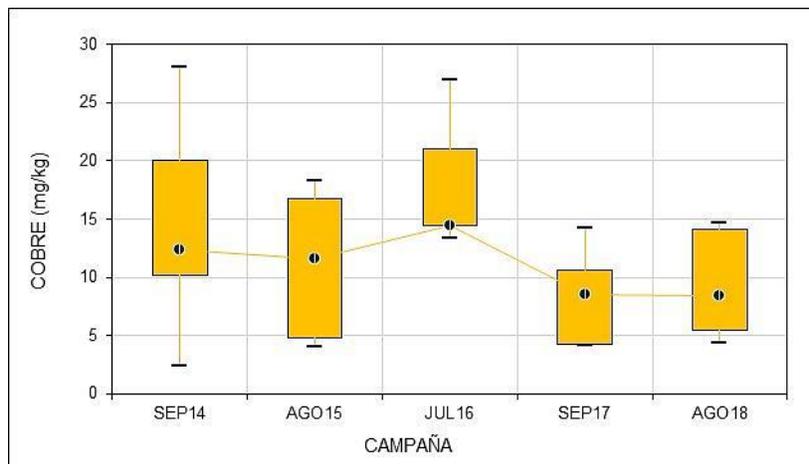


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.31. Distribución espacial del cobre en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

Durante la serie histórica, el cobre ha registrado fluctuaciones entre 2,4 mg/kg y 28 mg/kg (Figura 6.32), 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 (agosto de 2018) no fue la excepción y todas las mediciones efectuadas registraron valores dentro del rango histórico.



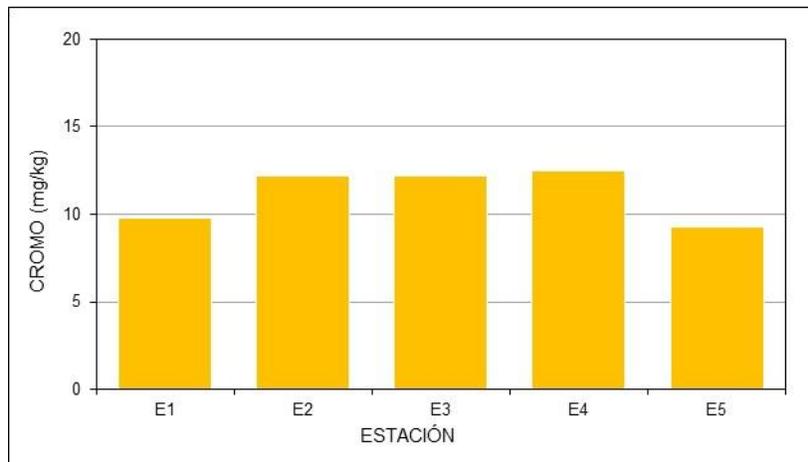
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.32. Fluctuación temporal de la concentración de cobre en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

e. CROMO

- **Distribución espacial**

La distribución espacial de cromo en los sedimentos del área de monitoreo varió entre 9,3 mg/kg y 12,5 mg/kg (Figura 6.33). Los mayores niveles de concentración estuvieron asociados con las estaciones E2, E3 y E4, con valores de muy baja variabilidad (12,2 – 12,5 mg/kg). En general, no se aprecian mediciones de cromo que revelen valores fuera de tendencia.

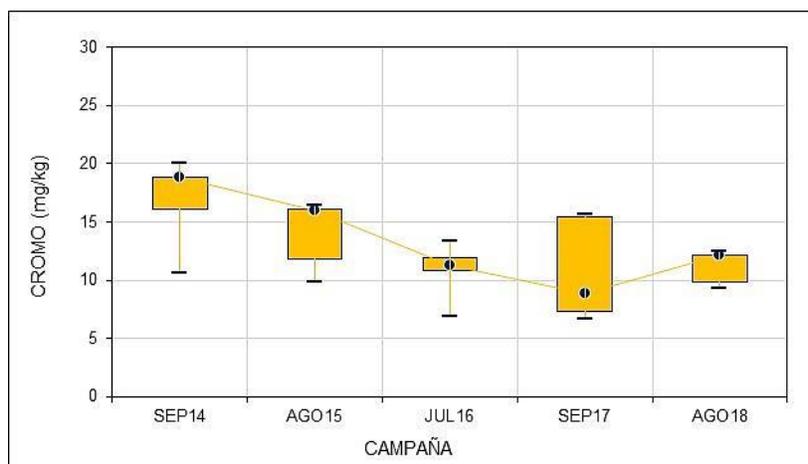


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.33. Distribución espacial del cromo en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

Según la Figura 6.34, 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 (agosto de 2018) se observó un leve repunte, aunque los valores de medición fueron similares a los reportados para la campaña de julio de 2016. Considerando la totalidad de los registros históricos disponibles, los valores de cromo han fluctuado entre 6,6 mg/kg y 20 mg/kg.



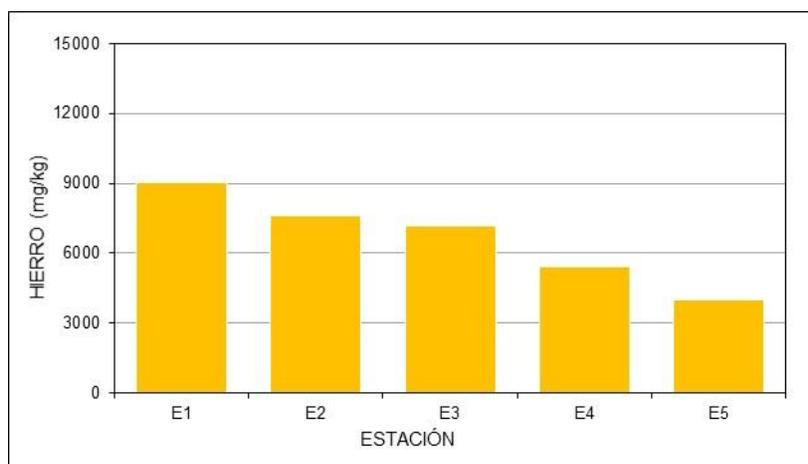
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.34. Fluctuación temporal de la concentración de cromo en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

f. HIERRO

- **Distribución espacial**

La distribución de hierro mostró un patrón en gradiente en los sedimentos del área de monitoreo (Figura 6.35). 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). Este patrón en la distribución del hierro, sugiere la presencia de al menos una fuente aportante cercana a la estación E1.

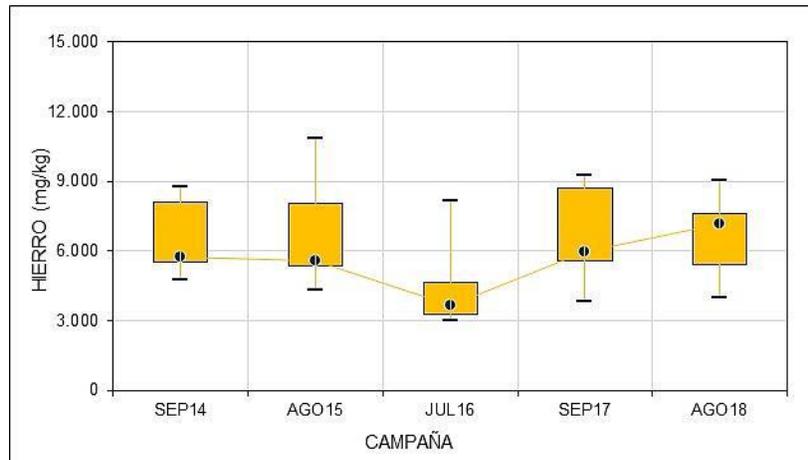


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.35. Distribución espacial del hierro en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

Las fluctuaciones de la concentración de hierro muestran valores de mediana entre 3.654 mg/kg y 7.175 mg/kg (Figura 6.36). 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 6.36. Fluctuación temporal de la concentración de hierro en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

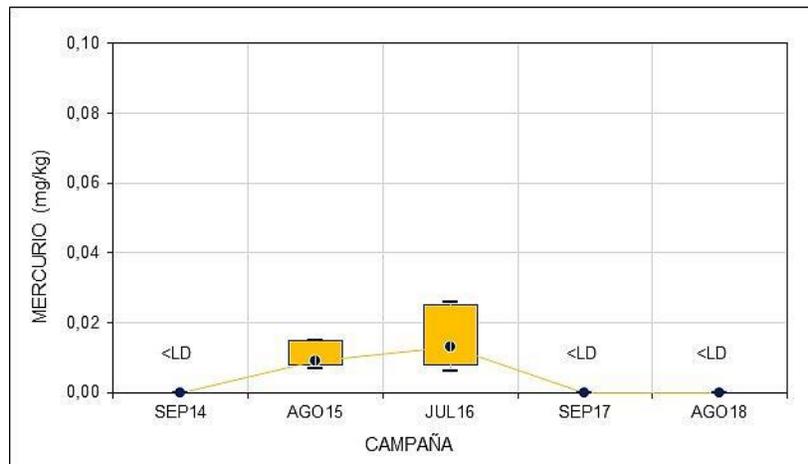
g. MERCURIO

- **Distribución espacial**

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).

- **Fluctuación temporal**

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 6.37). 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 tres campañas restantes, todas las mediciones estuvieron bajo el límite de detección.



Fuente: Ecotecnos
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.37. Fluctuación temporal de la concentración de mercurio en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

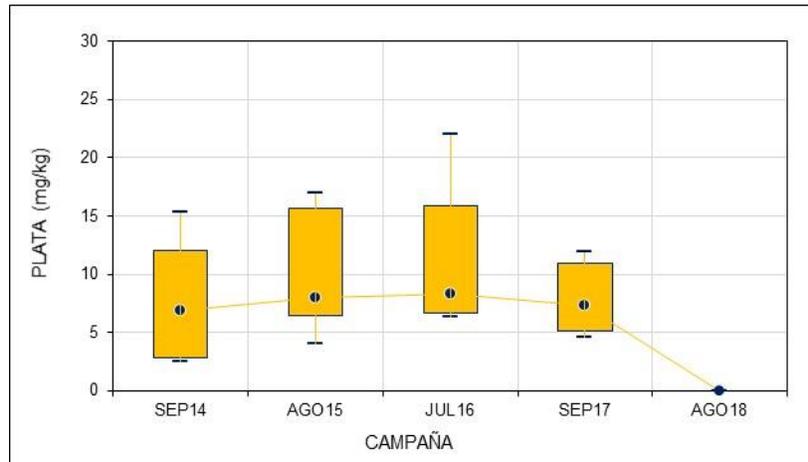
h. PLATA

- **Distribución espacial**

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

- **Fluctuación temporal**

A diferencia de la presente campaña (agosto de 2018) en que no se detectó plata en los sedimentos submareales, en las cuatro campañas previas este elemento ha estado presente (Figura 6.38). 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.



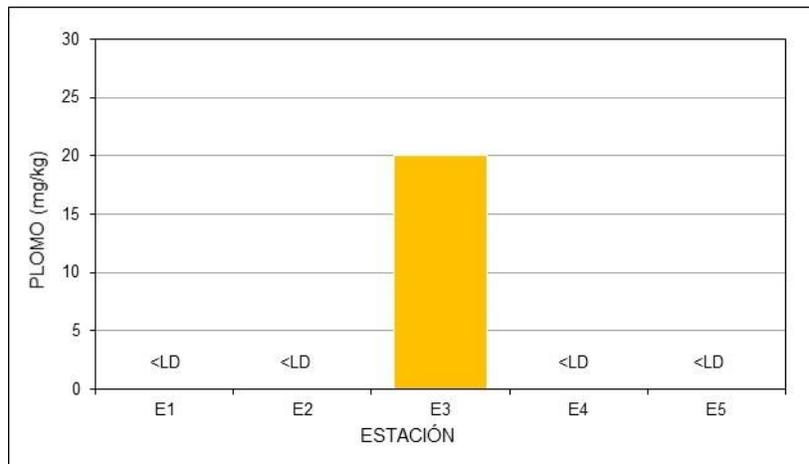
Fuente: Ecotecnos
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.38. Fluctuación temporal de la concentración de plata en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

i. PLOMO

- **Distribución espacial**

La ocurrencia de plomo solo fue detectada en los sedimentos de la estación E3 (Figura 6.39), con un valor de 20 mg/kg. En los sedimentos de las estaciones restantes las mediciones estuvieron bajo el límite de detección (< 2 mg/kg)

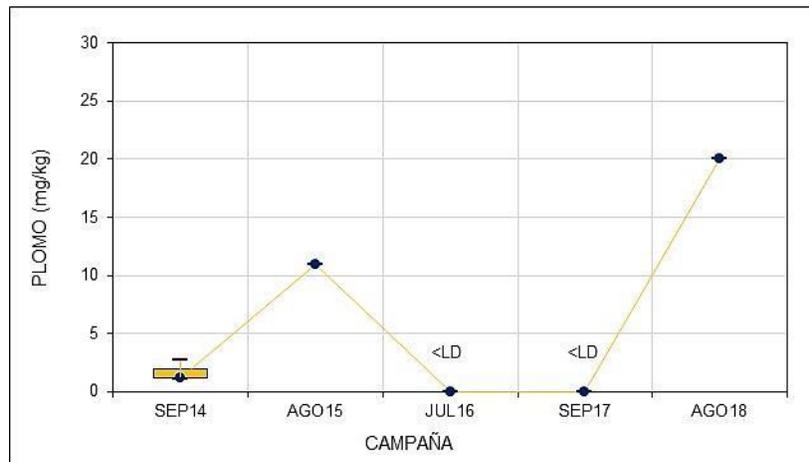


Fuente: Ecotecnos
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.39. Distribución espacial del plomo en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

El plomo no ha sido un elemento de recurrente aparición en los sedimentos submareales del área de monitoreo (Figura 6.40); 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.



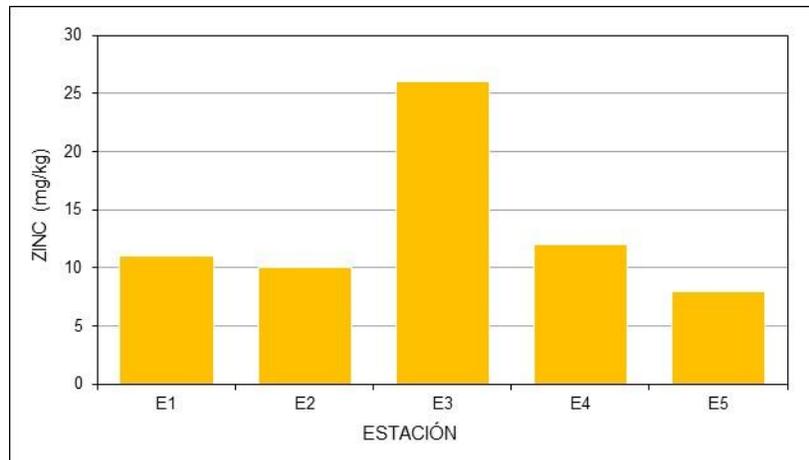
Fuente: Ecotecnos
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.40. Fluctuación temporal de la concentración de plomo en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

j. ZINC

- **Distribución espacial**

La ocurrencia de zinc fue registrada en los sedimentos de toda el área de monitoreo (Figura 6.41). Dentro del rango de variación observado (8 - 26 mg/kg), la mayor medición se detectó en la estación E3. En los sedimentos de las estaciones restantes los niveles de concentración no superaron los 12 mg/kg.

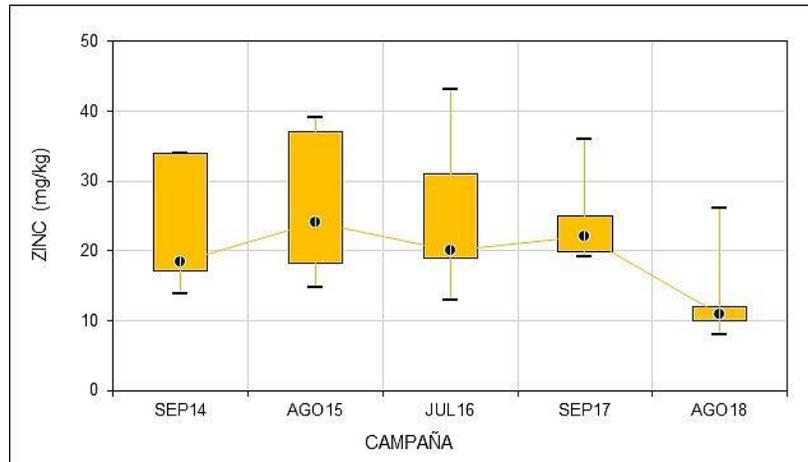


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.41. Distribución espacial del zinc en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

En la presente campaña se registraron los niveles de zinc más bajos de la serie histórica disponible (Figura 6.42). 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 mayor valor de concentración se registró en julio de 2016 (43 mg/kg).



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.42. Fluctuación temporal de la concentración de zinc en sedimentos submareales. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

6.3 METALES TRAZA EN ESPECIES BIOINDICADORAS

6.3.1 TEJIDOS DE *Emerita analoga*

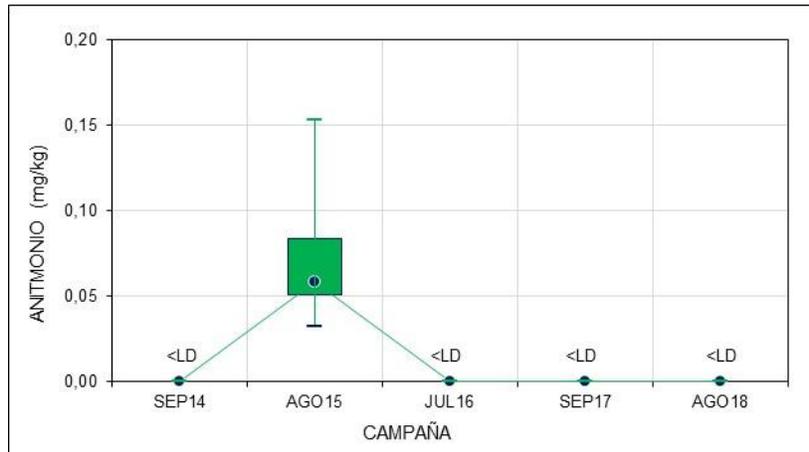
a. ANTIMONIO

- **Distribución espacial**

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

- **Fluctuación temporal**

Según el registro histórico disponible, mayoritariamente este elemento ha estado analíticamente ausente en los tejidos de esta especie (Figura 6.43). Solo en la campaña de agosto de 2015 se detectó antimonio en los tejidos de este crustáceo (0,03-015 mg/kg).



Fuente: Ecotecnos

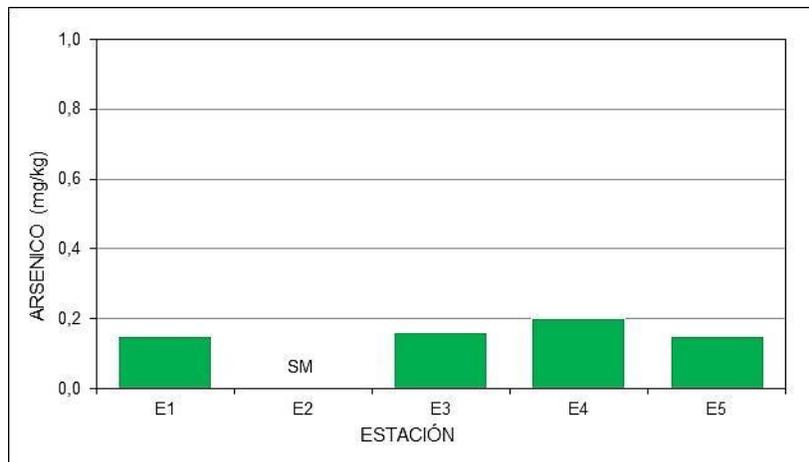
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.43. Fluctuación temporal de la concentración de antimonio en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

b. ARSÉNICO

• Distribución temporal

La presencia de arsénico fue detectada en los tejidos de *E. analoga*, en todas las estaciones de monitoreo en donde se recolectó ejemplares de este crustáceo (Figura 6.44). Los niveles tisulares de arsénico registraron una bajísima variación (0,15-0,20 mg/kg) dentro del área de monitoreo. Considerando este rango de variación, este metal presentó niveles de concentración homogéneos en los ejemplares recolectados.



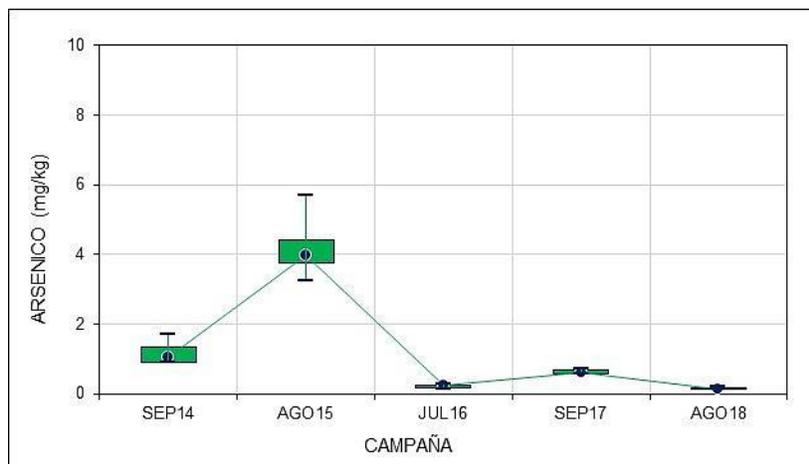
Fuente: Ecotecnos

SM: sin muestra

Figura 6.44. Distribución espacial del arsénico en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

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 6.45). Los niveles tisulares de arsénico detectados en la presente campaña (agosto 2018), están dentro del rango de variación histórico y son similares a los registrados en las dos campañas previas (julio de 2016 y septiembre de 2017).



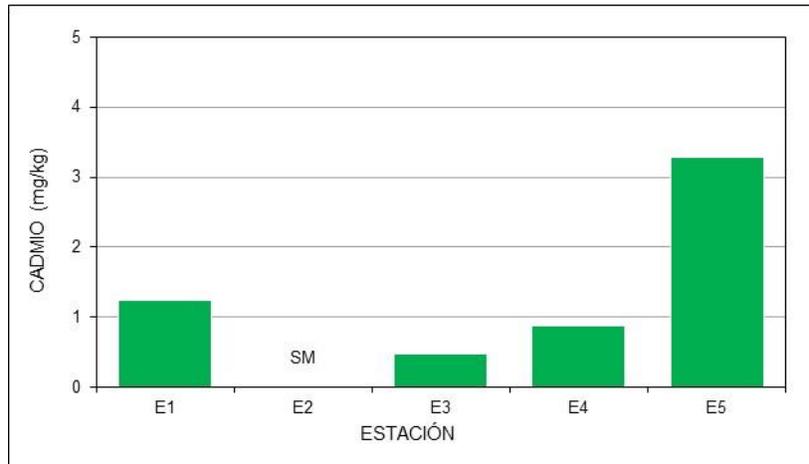
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.45. Fluctuación temporal de la concentración de arsénico en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

c. CADMIO

- **Distribución espacial**

El cadmio se detectó en los ejemplares de *E. analoga* procedentes de todas las estaciones con captura efectiva (Figura 6.46). Los niveles de concentración de este elemento variaron entre 0,47 mg/kg y 3,29 mg/kg, registrándose la mayor medición tisular en los individuos de este crustáceo recolectados en la estación E5.

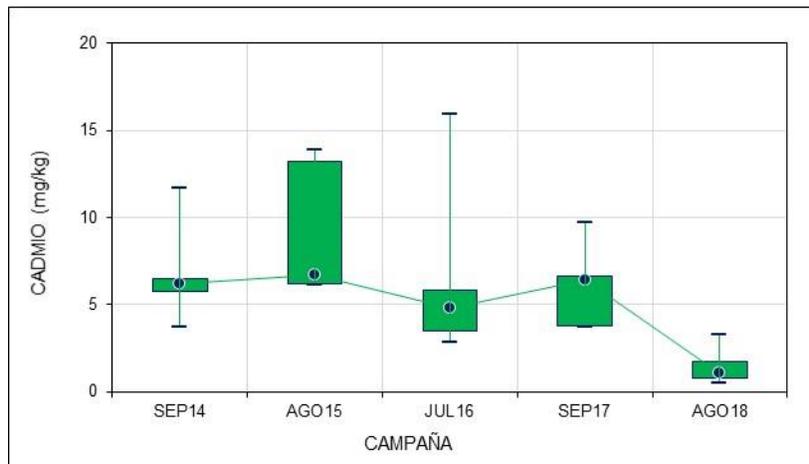


Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.46. Distribución espacial del cadmio en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

En la presente campaña (agosto de 2018) se registraron los menores niveles de concentración de cadmio en los tejidos de la especie bioindicadora (Figura 6.47). 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.

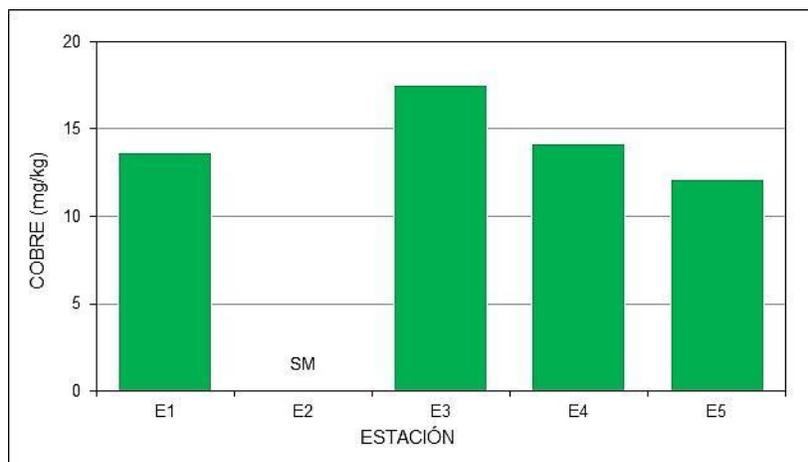


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.47. Fluctuación temporal de la concentración de cadmio en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

d. COBRE

Los niveles de concentración de cobre variaron entre 12,1 mg/kg y 17,5 mg/kg, con el valor máximo registrado en los ejemplares recolectados en la estación E3 (Figura 6.48). Desde la estación E3 hacia la E5, los niveles de cobre tisular muestran un gradiente en disminución.

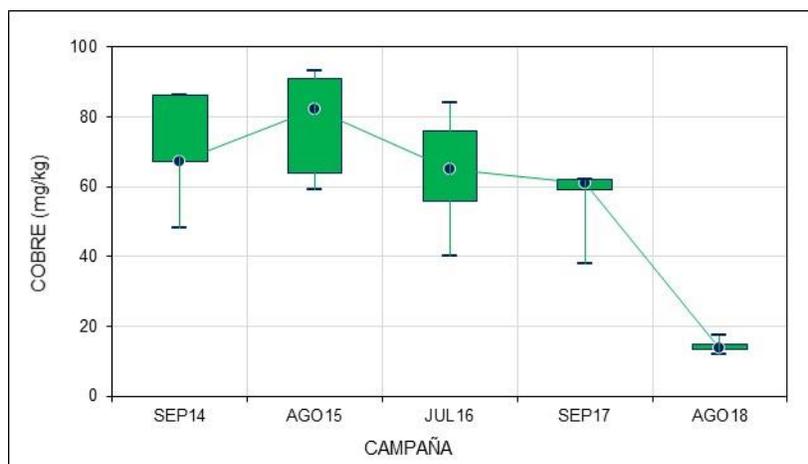


Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.48. Distribución espacial del cobre en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

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 6.49). Durante este período la mediana fluctuó entre 61 mg/kg y 82 mg/kg. En la presente campaña (agosto de 2018), este elemento mostró una notable disminución en sus niveles de concentración tisular, con valores bajo los 20 mg/kg.



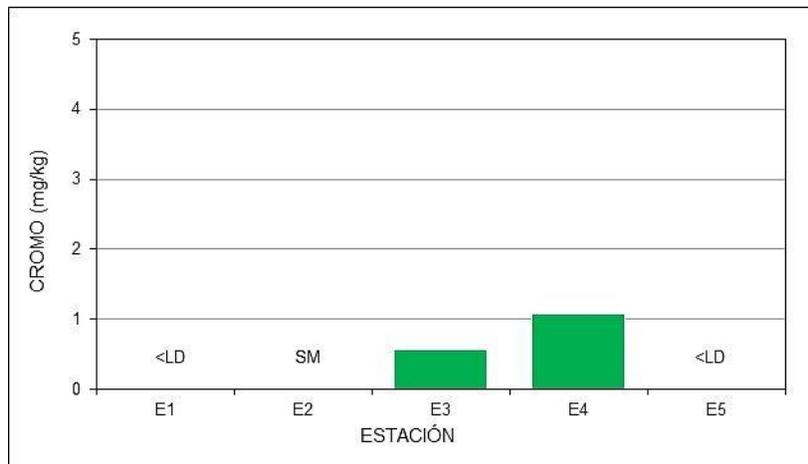
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.49. Fluctuación temporal de la concentración de cobre en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

e. CROMO

- **Distribución espacial**

La presencia de cromo (Figura 6.50), fue detectada en los ejemplares de *E. analoga* recolectados en dos estaciones del área de monitoreo (E3 y E4). En estos puntos, los niveles de concentración tisular de cromo variaron entre 0,6 mg/kg y 1,1 mg/kg, respectivamente. En las estaciones restantes (E1 y E5) los niveles de cromo tisular fueron analíticamente indetectables.



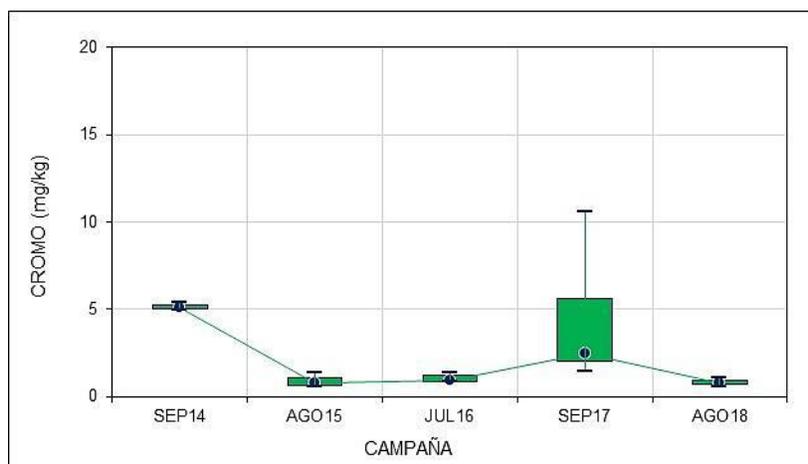
Fuente: Ecotecnos

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

Figura 6.50. Distribución espacial del cromo en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

El registro histórico ha revelado que la mayoría de las mediciones de cromo tisular han permanecido bajo los 5 mg/kg (Figura 6.51). 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 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.



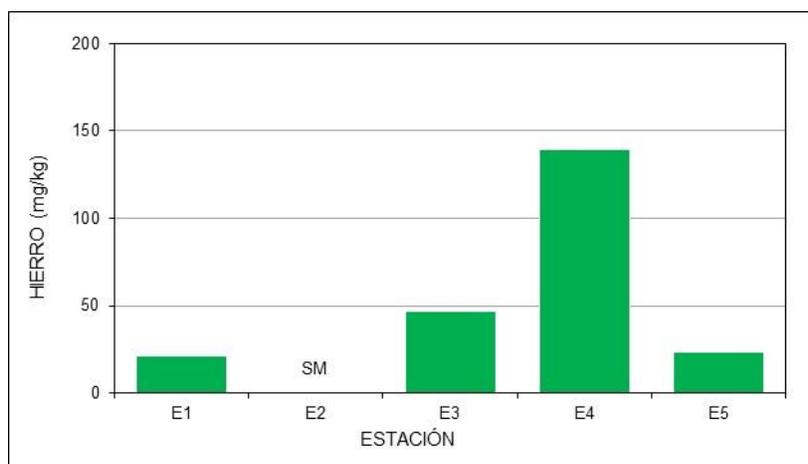
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.51. Fluctuación temporal de la concentración de cromo en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

f. HIERRO

• Distribución espacial

En la distribución espacial de los niveles tisulares de hierro (21-140 mg/kg), el mayor valor se detectó en los ejemplares provenientes de la estación E4, mientras que el mínimo estuvo asociado con los individuos de *E. analoga* capturados en E1 (Figura 6.52). Considerando estos resultados, este elemento presentó una variación de un orden de magnitud para los ejemplares recolectados dentro del área de monitoreo.



Fuente: Ecotecnos

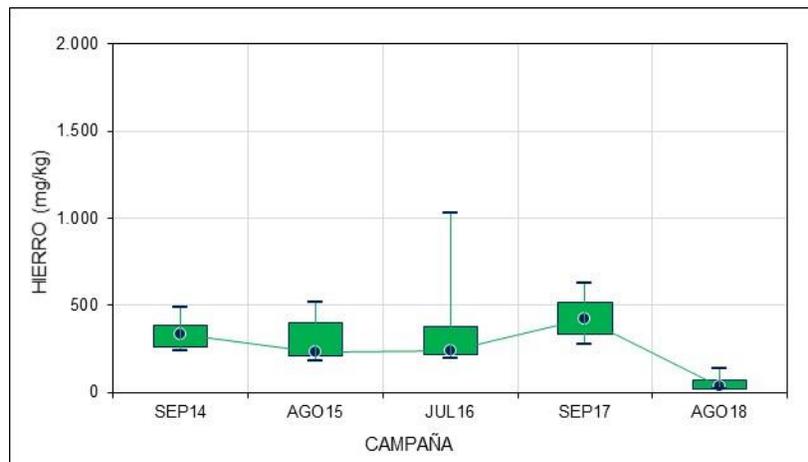
SM: sin muestra

Figura 6.52. Distribución espacial del hierro en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

Durante gran parte de la serie histórica disponible (septiembre de 2014 a septiembre de 2017), el hierro tisular ha mostrado una baja variabilidad en los tejidos de esta especie bioindicadora, con valores de mediana que han fluctuado entre 230 mg/kg y 420 mg/kg (Figura 6.53).

Sin embargo, el rango de variación ha presentado una mayor dispersión, registrándose niveles comparativamente mayores asociados a los ejemplares capturados en la campaña de julio de 2016. En la presente campaña (agosto de 2018), las mediciones de hierro tisular fueron comparativamente menores y las más bajas de la serie histórica.



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.53. Fluctuación temporal de la concentración de hierro en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

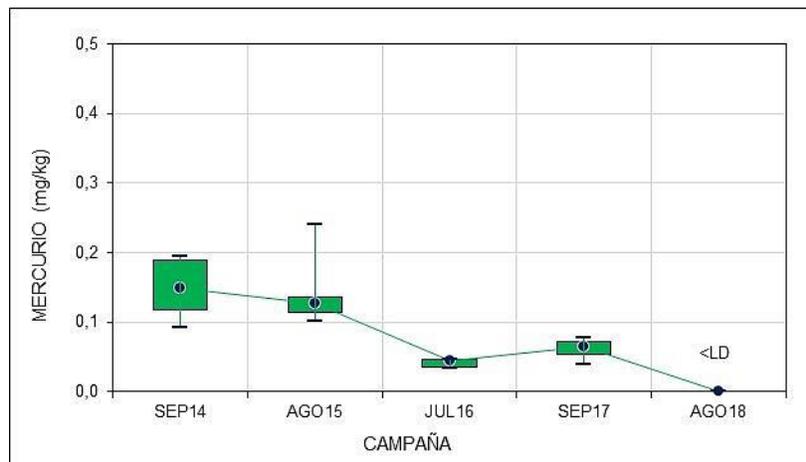
g. MERCURIO

- **Distribución espacial**

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

- **Fluctuación temporal**

Los niveles de mercurio tisular han mostrado una disminución sostenida desde la campaña de septiembre de 2014 a la fecha (Figura 6.54). Dentro de la variabilidad observada para los niveles de concentración, para este período 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, no había sido registrada con anterioridad en la serie histórica.



Fuente: Ecotecnos

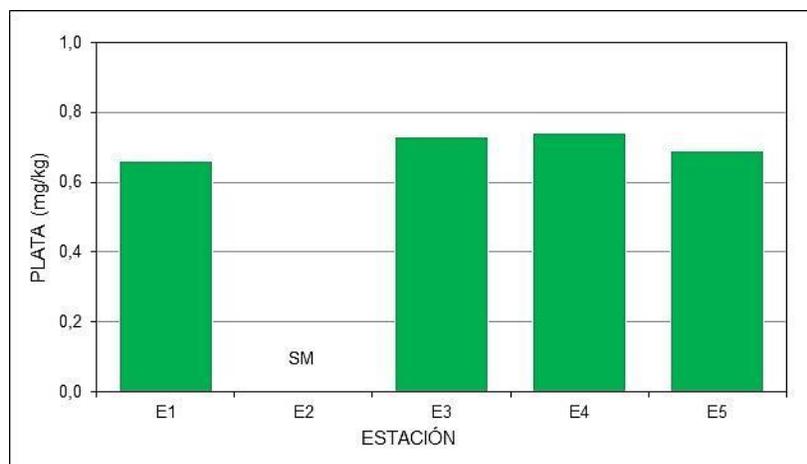
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.54. Fluctuación temporal de la concentración de mercurio en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

h. PLATA

- **Distribución espacial**

La presencia de plata es detectada en los tejidos de ejemplares de *E. analoga* recolectados en toda el área de monitoreo (Figura 6.55). Los niveles tisulares de este elemento registraron un rango entre 0,66 mg/kg y 0,74 mg/kg, presentando de este modo una baja variabilidad espacial.



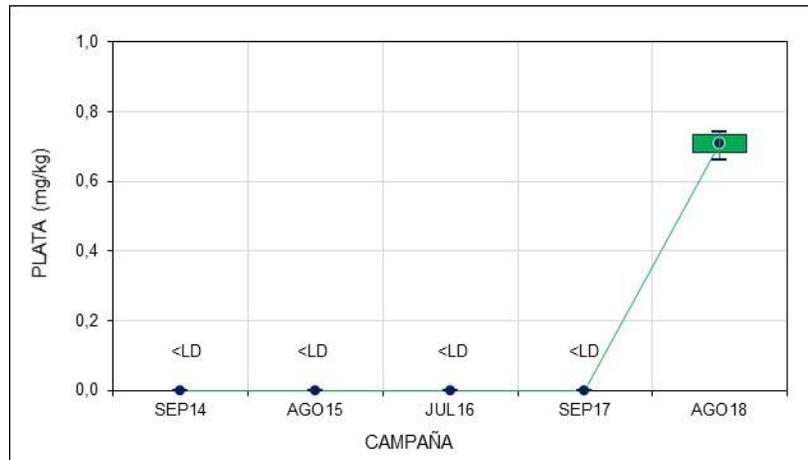
Fuente: Ecotecnos

SM: sin muestra

Figura 6.55. Distribución espacial de la plata en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

Según los registros de la serie histórica (Figura 6.56), en las previas a la actual (agosto de 2018), no había sido registrada la presencia de plata en los tejidos de la especie biomonitora (*i.e.* bajo límite de detección). En la actual campaña, es la primera ocasión en que se detecta plata tisular en ejemplares de *E. analoga*.



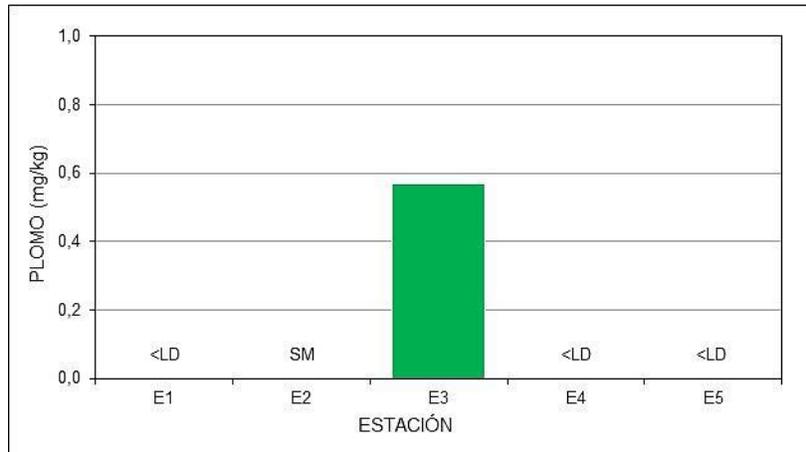
Fuente: Ecotecnos
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.56. Fluctuación temporal de la concentración de plata en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

i. PLOMO

- **Distribución espacial**

Solamente en los ejemplares de *E. analoga* recolectados en E3, se registró la presencia de plomo en los tejidos (Figura 6.57). El valor detectado alcanzó los 0,6 mg/kg. En las estaciones restantes, los niveles tisulares de plomo estuvieron bajo el límite de detección (<0,09 mg/kg).



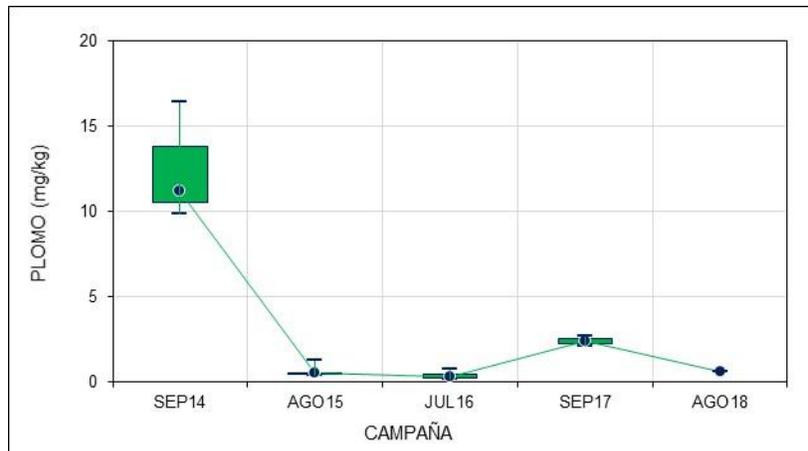
Fuente: Ecotecnos

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

Figura 6.57. Distribución espacial del plomo en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

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 6.58).



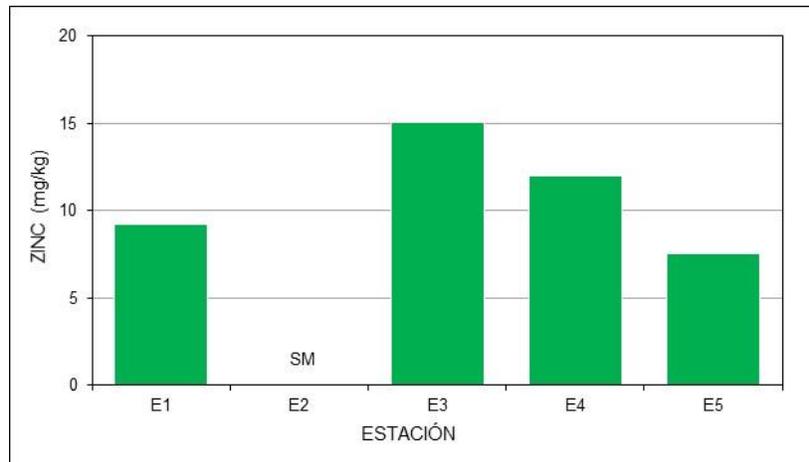
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.58. Fluctuación temporal de la concentración de plomo en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

j. ZINC

- **Distribución espacial**

En todas las muestras analizadas, se registró la presencia de zinc en los tejidos de los ejemplares capturados (Figura 6.59). Dentro del área de monitoreo, los niveles de este elemento variaron entre 7,5 mg/kg y 15,0 mg/kg, con el valor máximo registrado en los ejemplares recolectados en la estación E3; el mínimo de zinc tisular se detectó en los individuos obtenidos en la estación E5.



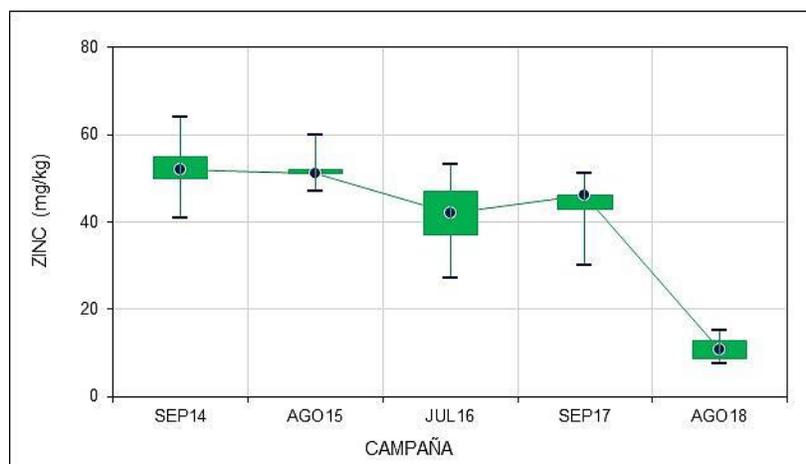
Fuente: Ecotecnos

SM: sin muestra

Figura 6.59. Distribución espacial del zinc en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

En las primeras cuatro campañas (septiembre de 2014 a julio de 2016), los niveles tisulares de zinc fluctuaron entre 27 mg/kg y 64 mg/kg (Figura 6.60), revelando una leve disminución en los niveles de concentración. En la presente campaña (agosto de 2018), se produjo una drástica disminución del zinc tisular, registrándose valores bajo los 15,08 mg/kg.



Fuente: Ecotecnos

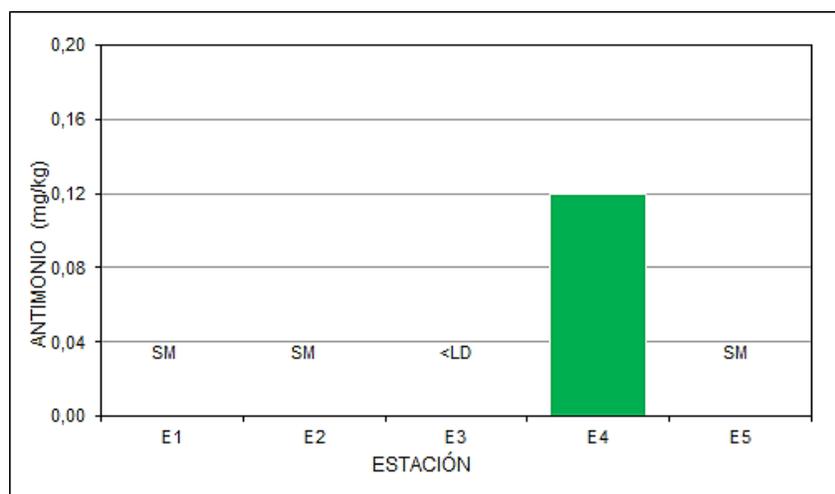
Figura 6.60. Fluctuación temporal de la concentración de zinc en tejidos de ejemplares de *Emerita analoga*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

6.3.2 TEJIDOS DE *Choromytilus chorus*

a. ANTIMONIO

- **Distribución espacial**

La ocurrencia de antimonio en *Ch. chorus* solo fue detectada en ejemplares recolectados en la estación E4 (0,12 mg/kg). En la estación restante los niveles de concentración fueron menores al límite de detección (Figura 6.61).



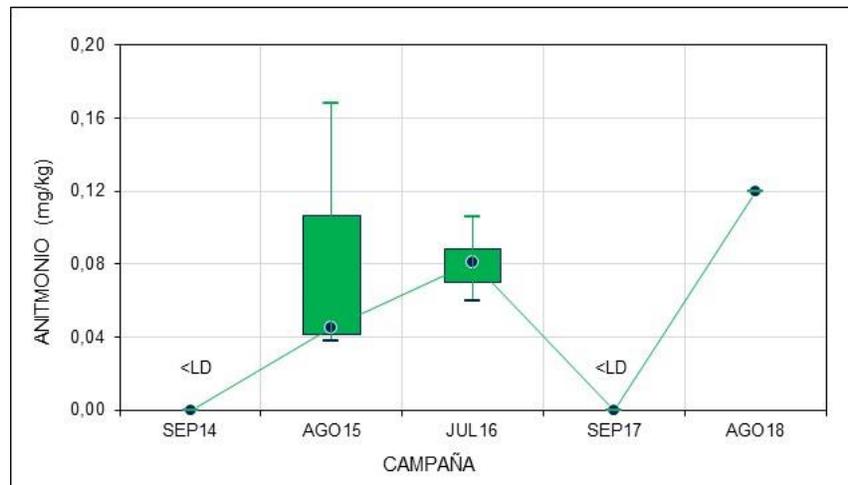
Fuente: Ecotecnos

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

Figura 6.61. Distribución espacial del antimonio en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

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 y julio de 2016 (Figura 6.62). De ambas campañas, 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. La única medición registrada para la presente campaña (agosto de 2018) estuvo dentro del rango de variación histórico.



Fuente: Ecotecnos

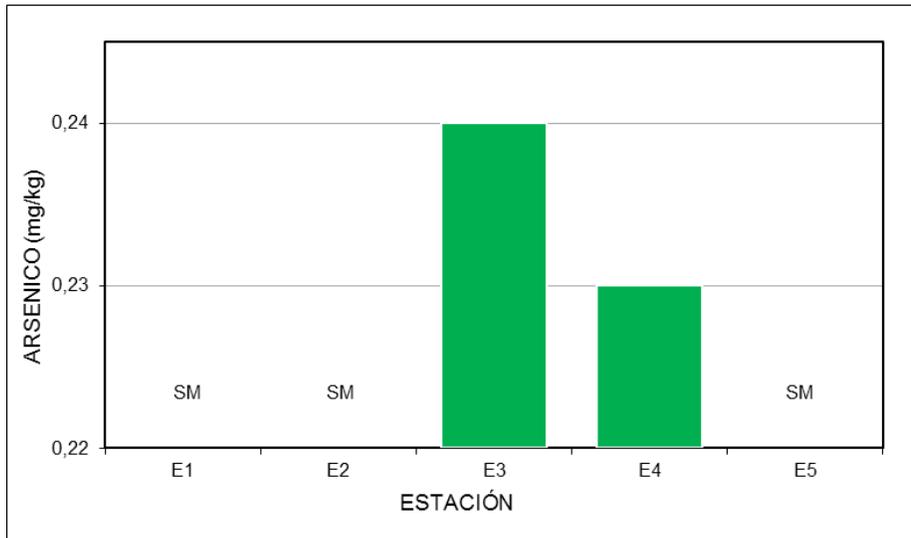
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.62. Fluctuación temporal de la concentración de antimonio en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

b. ARSÉNICO

- **Distribución temporal**

La ocurrencia de arsénico fue registrada en los tejidos de los ejemplares de “choro zapato” provenientes de las estaciones de muestreo (E3 y E4) (Figura 6.63). Los valores de arsénico tisular prácticamente no mostraron diferencias entre ambas estaciones (0,24 mg/kg y 0,23 mg/kg, respectivamente).



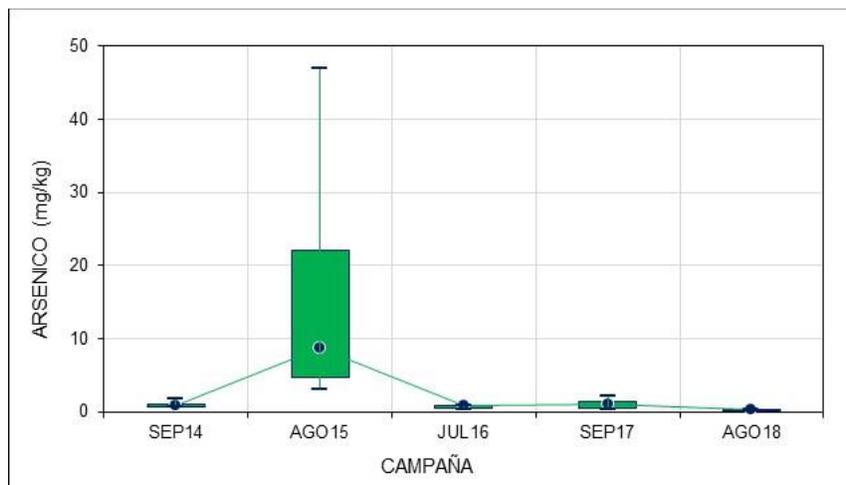
Fuente: Ecotecnos

SM: sin muestra

Figura 6.63. Distribución espacial del arsénico en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

De la serie histórica representada en la Figura 6.64, 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 (agosto de 2018) se detectaron los valores de concentración de arsénico tisular más bajos de la serie histórica.



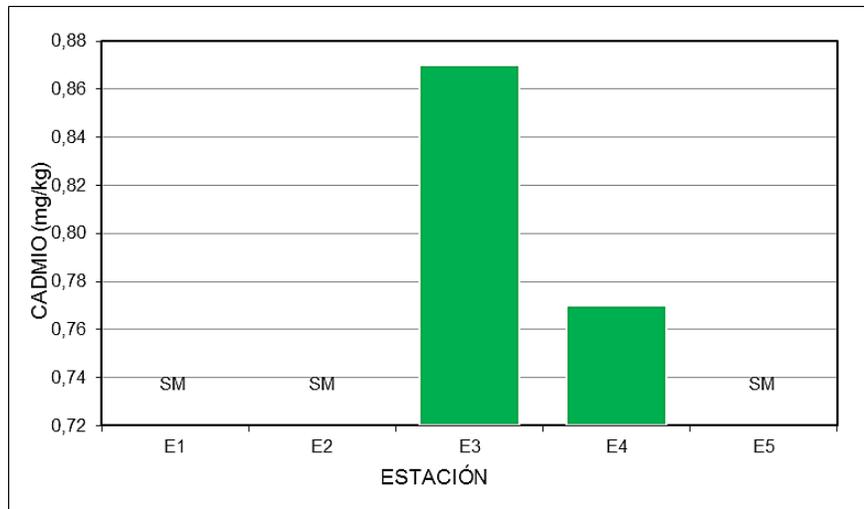
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.64. Fluctuación temporal de la concentración de arsénico en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

c. CADMIO

- **Distribución espacial**

En ambas estaciones de recolección de *Ch. chorus*, se registró la ocurrencia de cadmio en los tejidos de los ejemplares de choro zapato (Figura 6.65). Los niveles de concentración fueron similares en ambas estaciones: 0,87 mg/kg (E3) y 0,77 mg/kg (E4).

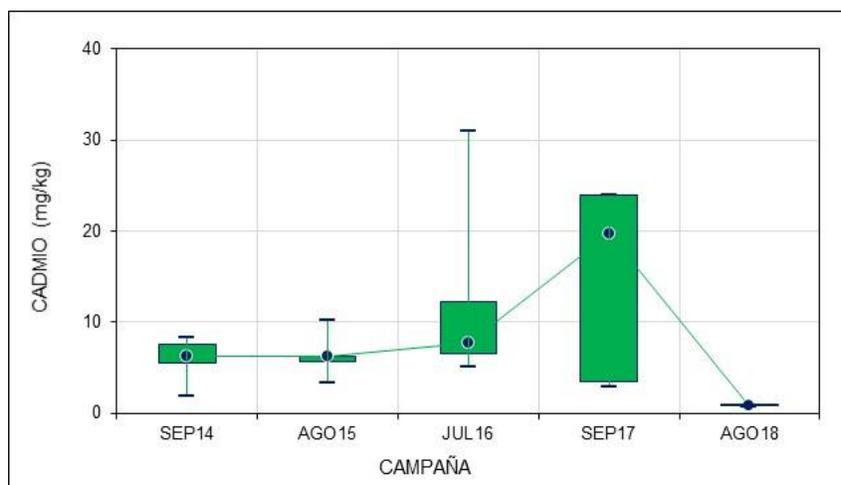


Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.65. Distribución espacial del cadmio en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

Los niveles de cadmio tisular han mostrado fluctuaciones temporales importante durante el seguimiento ambiental (Figura 6.66). El rango de variación del cadmio tisular en las primeras cuatro campañas fluctuó entre 1,9 mg/kg y 31,0 mg/kg; mientras que, en la presente campaña (agosto de 2018) los niveles de concentración de este elemento mostraron una notable disminución con valores que no superaron 1 mg/kg.

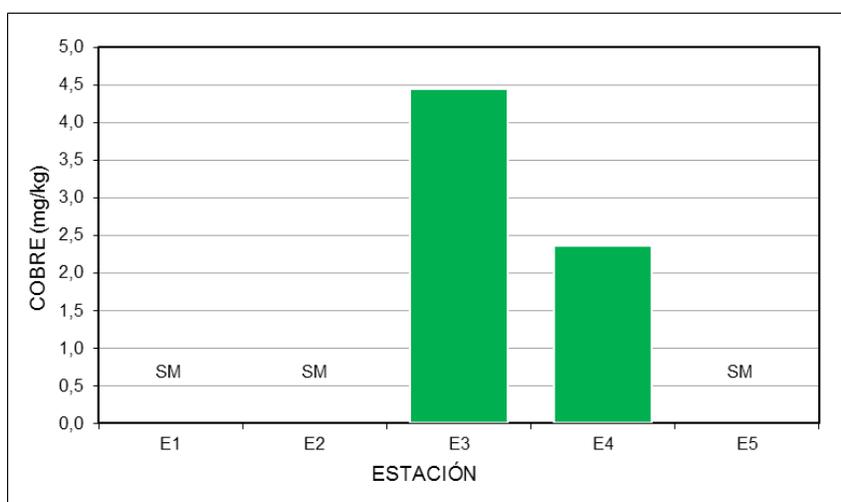


Fuente: Ecotecnos

Figura 6.66. Fluctuación temporal de la concentración de cadmio en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

d. COBRE

Este metal se registró en los tejidos de *Ch. chorus* capturado en ambas estaciones (Figura 6.67). En los individuos obtenidos en E3 (4,5 mg/kg) se registró un valor cercano al doble del medido en los ejemplares extraídos en E4 (2,4 mg/kg).



Fuente: Ecotecnos

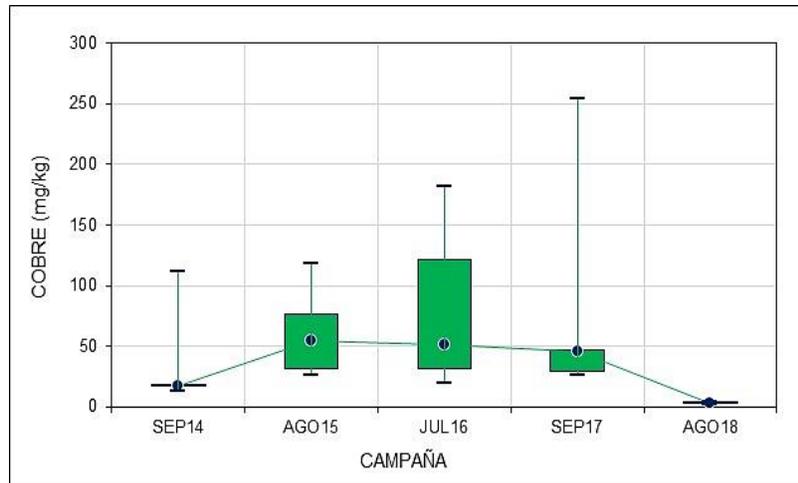
SM: sin muestra

Figura 6.67. Distribución espacial del cobre en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

A diferencia de las campañas previas, en que se registraron niveles de cobre entre 12,7 mg/kg y 254,0 mg/kg, en la actual campaña los valores de este elemento no superaron los

5 mg/kg (Figura 6.68). Esta tendencia evidencia una fuerte caída en los valores de este metal en los tejidos de la especie bioindicadora.



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.68. Fluctuación temporal de la concentración de cobre en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

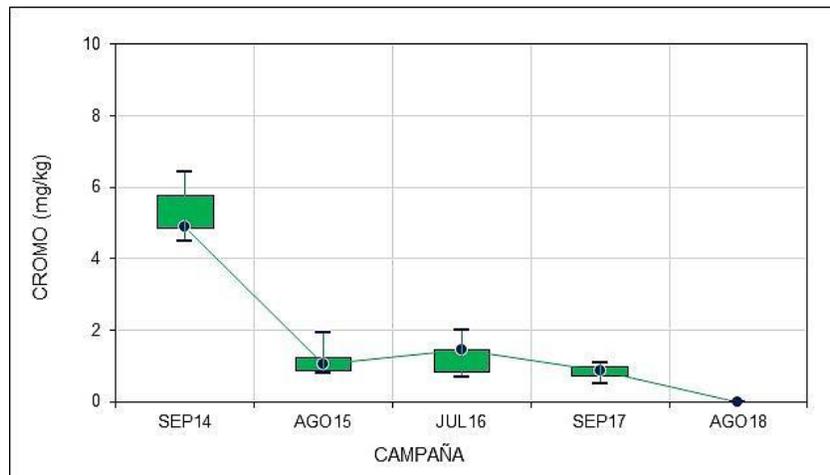
e. CROMO

- **Distribución espacial**

En ninguna de las dos estaciones de muestreo, se registraron niveles analíticamente cuantificables de cromo en los tejidos de *Ch. chorus*.

- **Fluctuación temporal**

De acuerdo con la Figura 6.69, 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), mientras que en la campaña actual se registraron niveles analíticamente indetectables (< 0,53 mg/kg).



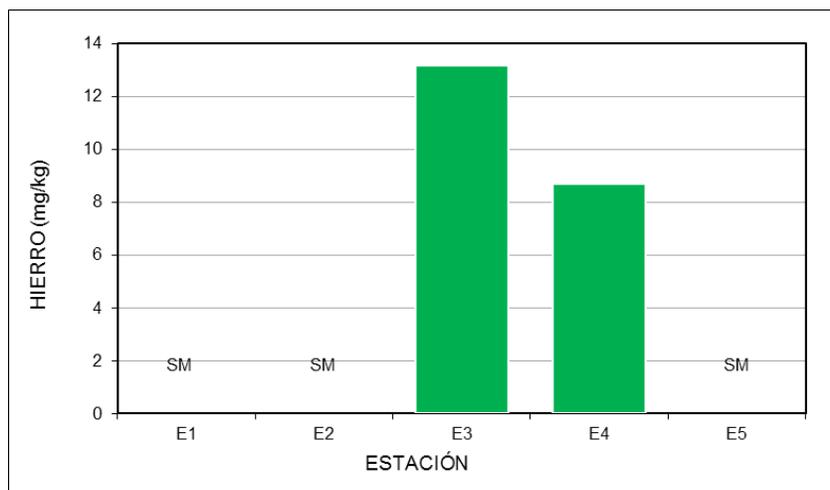
Fuente: Ecotecnos

Figura 6.69. Fluctuación temporal de la concentración de cromo en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

f. HIERRO

- **Distribución espacial**

La concentración de hierro tisular fue mayor en los ejemplares de “choro zapato” recolectados en la estación E3, respecto de los ejemplares obtenidos en E4 (Figura 6.70). Las mediciones fueron de 13,2 mg/kg y 8,7 mg/kg de hierro, respectivamente.



Fuente: Ecotecnos

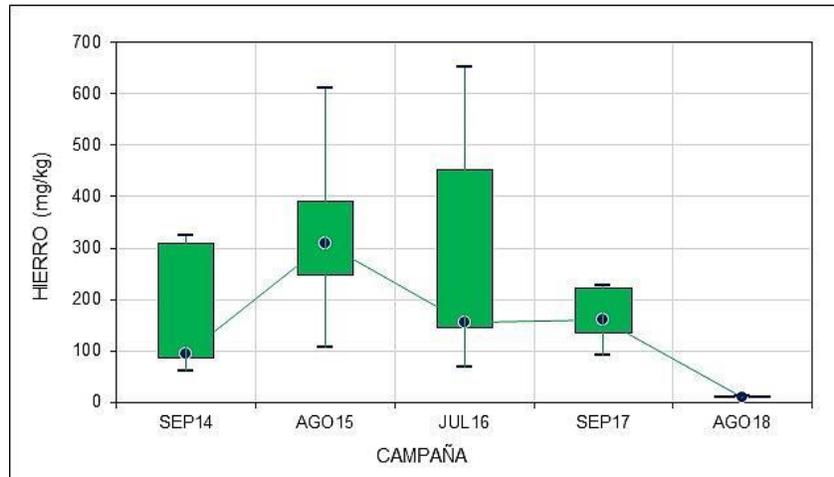
SM: sin muestra

Figura 6.70. Distribución espacial del hierro en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

El hierro en los tejidos de *Ch. chorus* ha mostrado una variabilidad importante durante el transcurso de este seguimiento (Figura 6.71). 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, en la actual campaña (agosto de 2018) los valores de hierro disminuyeron notoriamente (< 14 mg/kg).



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.71. Fluctuación temporal de la concentración de hierro en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

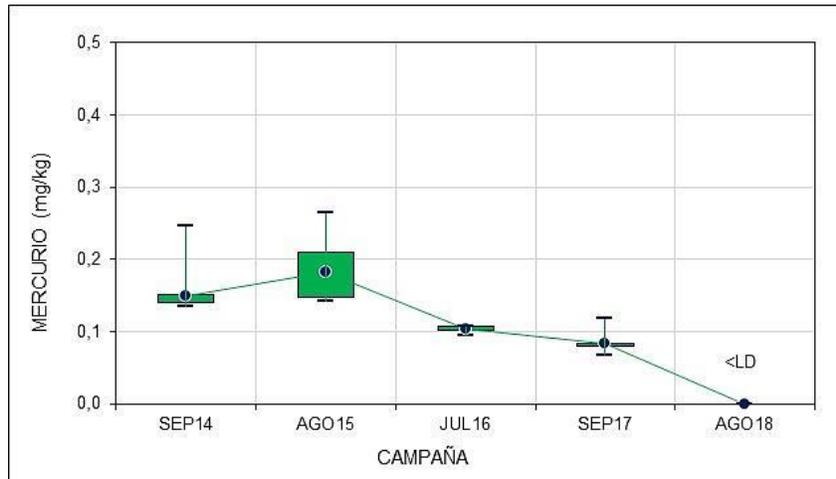
g. MERCURIO

- **Distribución espacial**

La presencia de mercurio no fue detectada en los tejidos de la especie biomonitora. Todas las mediciones estuvieron bajo el límite de detección (< 0,04 mg/kg).

- **Fluctuación temporal**

La actual campaña constituye la primera de este seguimiento en que no se detectó mercurio en los tejidos de *Ch. chorus* (Figura 6.72). Considerando la serie histórica disponible se aprecia una tendencia a la baja en los niveles de concentración, dado que en las dos primeras campañas los niveles de este elemento fluctuaron entre 0,14 mg/kg y 0,27 mg/kg.



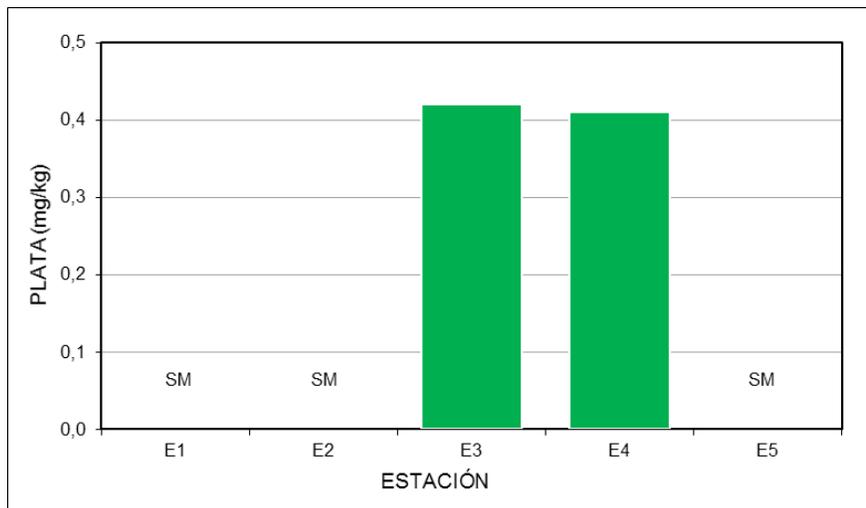
Fuente: Ecotecnos
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.72. Fluctuación temporal de la concentración de mercurio en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

h. PLATA

- **Distribución espacial**

En los ejemplares de ambas estaciones se detectó plata en los tejidos de este molusco bivalvo, sin que prácticamente se registraran diferencias entre ambos puntos de colecta (Figura 6.73).

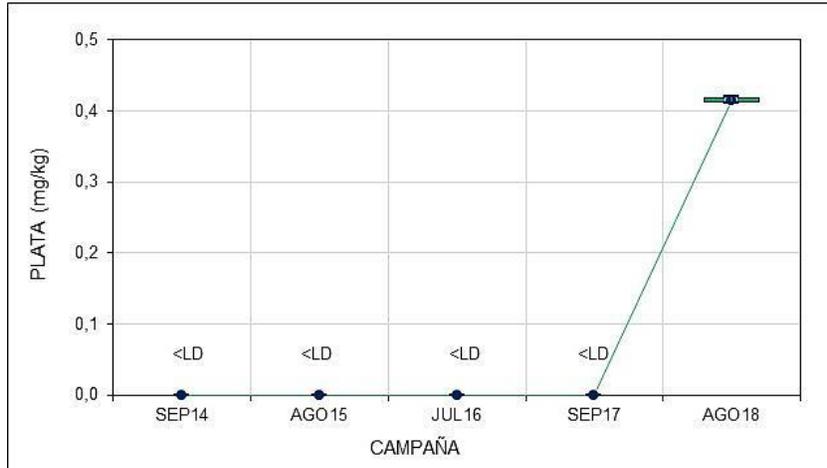


Fuente: Ecotecnos
SM: sin muestra

Figura 6.73. Distribución espacial de la plata en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

La actual campaña ha sido la única en que se registra la ocurrencia de plata tisular. En las cuatro campañas previas, los niveles de este elemento han sido analíticamente indetectables (Figura 6.74).



Fuente: Ecotecnos

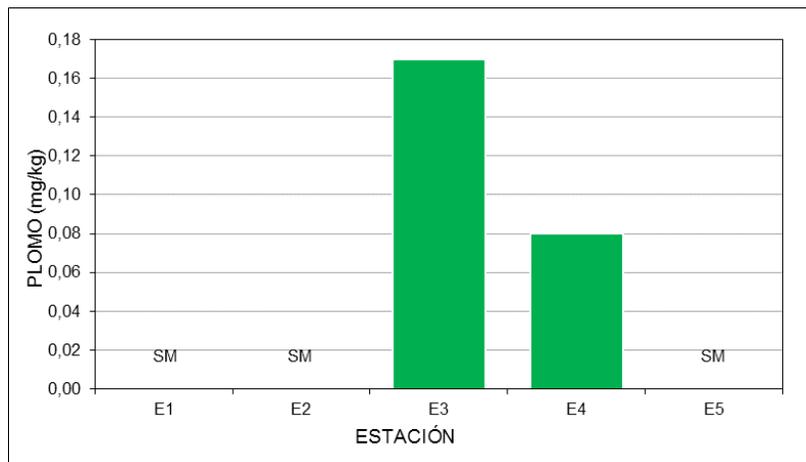
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.74. Fluctuación temporal de la concentración de plata en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

i. PLOMO

- **Distribución espacial**

La concentración de plomo fue mayor en los tejidos de los ejemplares recolectados en la estación E3 (0,17 mg/kg), en comparación con los obtenidos en E4 (0,08 mg/kg) (Figura 6.75).



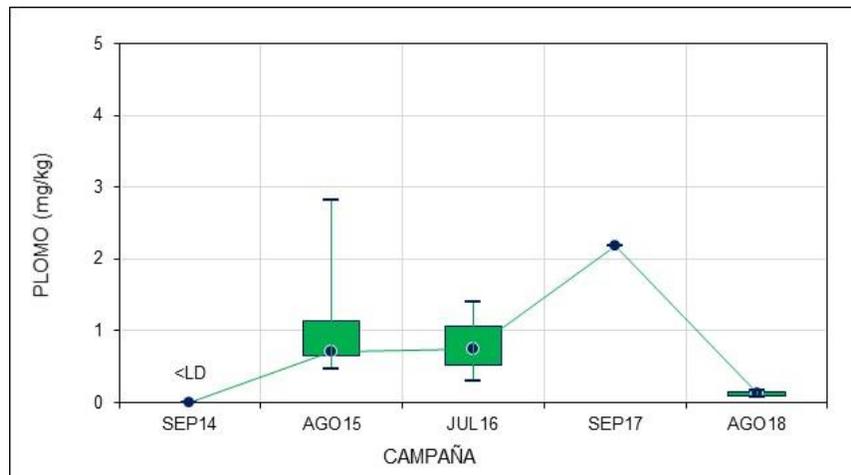
Fuente: Ecotecnos

SM: sin muestra

Figura 6.75. Distribución espacial del plomo en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

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 elemento en los ejemplares recolectados en todas las estaciones. Exceptuando la campaña de septiembre de 2014, en que todas las mediciones estuvieron bajo el límite de detección, en la presente campaña (agosto de 2018) se registraron los niveles de concentración tisular más bajos de la serie histórica (Figura 6.76).



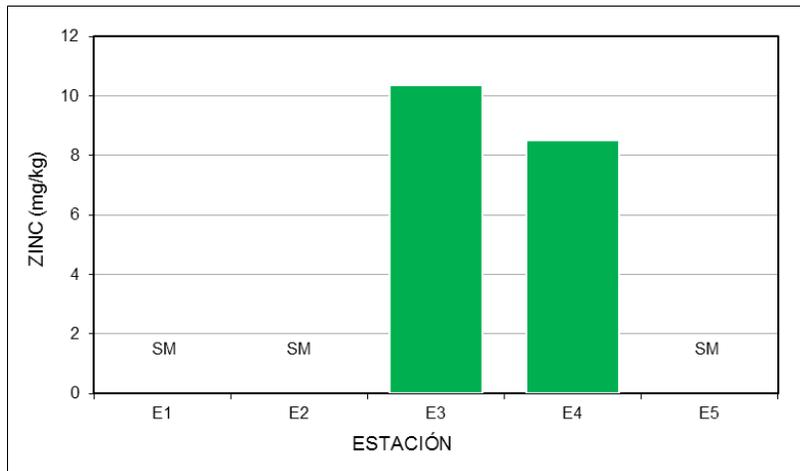
Fuente: Ecotecnos
<LD: Bajo límite de detección

Figura 6.76. Fluctuación temporal de la concentración de plomo en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

j. ZINC

- **Distribución espacial**

La mayor concentración de zinc se detectó en los ejemplares recolectados en E3 (10,36 mg/kg), aunque la diferencia con respecto a la observada en los individuos capturados en E4 (8,52 mg/kg) fue mínima (Figura 6.77).

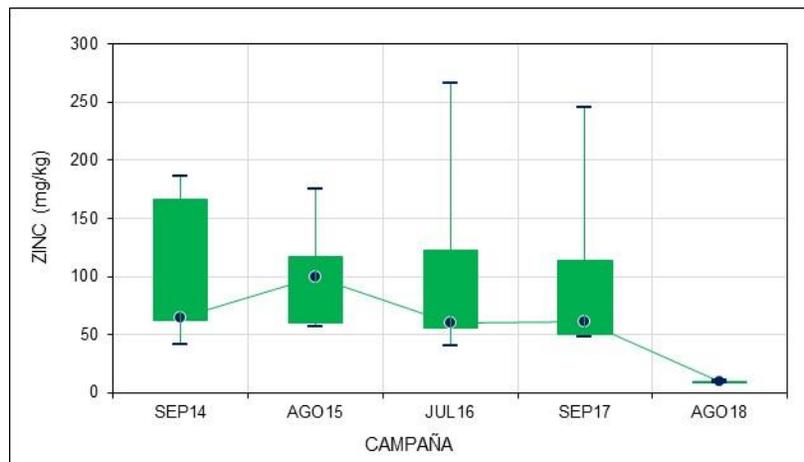


Fuente: Ecotecnos
 SM: sin muestra

Figura 6.77. Distribución espacial del zinc en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

- **Fluctuación temporal**

Este elemento evidencia una tendencia a la baja en sus niveles de concentración, aunque esta tendencia se observó con mayor claridad en la última campaña (Figura 6.78). En las primeras cuatro campañas, los niveles tisulares de zinc variaron entre 40 mg/kg y 245 mg/kg, en comparación con la presente campaña (agosto de 2018) en que las mediciones no superaron los 11 mg/kg



Fuente: Ecotecnos

Figura 6.78. Fluctuación temporal de la concentración de zinc en tejidos de ejemplares de *Choromytilus chorus*. PVA Ampliación instalaciones portuarias Puerto Mejillones. Agosto 2018.

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		75
		Fecha de emisión: 16-10-2018	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 (22):

Columna de agua

- La totalidad de los parámetros medidos no mostró diferencias en sus valores, al comparar las estaciones referenciales (control) y las estaciones restantes en el área de monitoreo.
- La temperatura y transparencia de la columna de agua, registraron mediciones dentro de los rangos respectivos observados históricamente. La concentración de sólidos totales mostró diferencias notables entre las mediciones históricas y la presente campaña. Estas diferencias podrían obedecer a la aplicación de análisis distinta, desde la cual se desconoce el factor de error en los instrumentos utilizados.
- De los parámetros analizados, las mediciones de transparencia y sólidos suspendidos se mantuvieron dentro de los rangos históricos.
- Para la presente campaña, todos los metales presentaron niveles de concentración acordes con valores referenciales señalados en la literatura especializada.
- En la actual campaña, no se detectó la ocurrencia de mercurio, plomo disuelto y plomo total. Los niveles de concentración de antimonio, cobre y zinc disuelto se mantuvieron dentro de los respectivos rangos históricos. Los restantes metales traza mostraron una disminución en sus mediciones con respecto a la serie histórica de datos.

Sedimentos submareales

- La composición granulométrica en la presente campaña, considerando el tamaño medio de los granos (promedio gráfico), fue similar a la observada en campañas previas.
- La distribución espacial de los metales traza analizados, reveló diferencias en los niveles de concentración entre las estaciones referenciales (control) y restantes solamente para el cobre y cromo.
- De la serie de metales traza, las mediciones de antimonio, cadmio, mercurio y plata estuvieron bajo sus respectivos límites de detección. Por otra parte, el arsénico, cobre, cromo y hierro registraron niveles de concentración dentro de los rangos observados en campañas previas. Así también, las mediciones de plata y zinc registraron valores de concentración menores al rango histórico solamente el plomo registró un alza en sus niveles de concentración.

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		76
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

Metales traza en especies bioindicadoras

- Atendiendo que solo se logró recolectar ejemplares de *Emerita analoga* desde las estaciones de control o referenciales, de la serie de metales traza analizados un total de siete mostraron diferencias en sus niveles de concentración entre los niveles medidos en ejemplares recolectados en las estaciones restantes. En este sentido, las mediciones de arsénico, cobre, cromo, hierro, plata y zinc fueron comparativamente mayores en los tejidos de *Emerita analoga* obtenidas en las estaciones no referenciales.
- De los metales analizados en tejidos de *E. analoga*, el antimonio y mercurio registraron mediciones bajo sus respectivos límites de detección. Por otra parte, los valores de concentración de arsénico, cromo y plomo estuvieron dentro de sus respectivos rangos históricos. El cadmio, cobre, hierro y zinc registraron una disminución en sus niveles de concentración tisular; mientras que los niveles de concentración de plata revelaron un leve aumento con respecto a la serie histórica.
- En cuanto a las mediciones en los tejidos de *Ch. chorus*, solo el metaloide mercurio no pudo ser detectado analíticamente en la referida especie bioindicadora. Los niveles de antimonio, arsénico y plomo, estuvieron comprendidos dentro de sus respectivos rangos históricos. Los valores de concentración de cadmio, cobre, cromo, hierro y zinc mostraron una disminución respecto a la serie histórica; solamente la concentración de plata tisular reveló un alza con respecto a datos previos.

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		77
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

8 REFERENCIAS

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.

WHO. 2002. Silver and silver compounds: environmental aspects. Concise International Chemical Assessment Document 44. World Health Organization. 36 p.

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		78
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

9 ANEXOS

9.1 AUTORIZACIÓN SHOA

ARMADA DE CHILE
SERVICIO HIDROGRÁFICO
Y OCEANOGRÁFICO

SHOA ORDINARIO N° 13270/24/63 / 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 Oct 2018

- 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

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		80
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

9.2 CERTIFICADOS DE LABORATORIOS

	RAMÓN FREIRE N° 50 COLINA - SANTIAGO - Chile Teléfono: (56-2) 2350 2100 Email: info@cesmec.cl www.bureauveritas.cl	INFORME DE ENSAYO SAF-55153 Fecha de emisión: 01/10/2018	
<hr/> DIVISION ALIMENTOS, AGUAS Y RILES SANTIAGO <hr/>			

ANTECEDENTES

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

Tipo de muestras.	Bioacumulación en Tejidos
Fecha recepción de muestras	03/09/2018
Hora recepción de muestras	10:20

IDENTIFICACIÓN MUESTRAS

Sin especificación. / Identificación Cliente

375098-01 / E-3 Choromytilus
 375098-02 / E-4 Choromytilus
 375098-03 / E-3 Emerita
 375098-04 / E-4 Emerita
 375098-05 / E-5 Emerita
 375098-06 / E-1 Emerita

METODOLOGÍAS

ITEMS	Metodología
Antimonio	Determinación de Iones Metálicos por ICP-OES
Arsénico	Digestión ácida/AAS - Generación de Hidruros
Cadmio	Determinación de Iones Metálicos por ICP-OES
Cobre	Determinación de Iones Metálicos por ICP-OES
Cromo	Determinación de Iones Metálicos por ICP-OES



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

**INFORME DE ENSAYO
SAF-55153
Fecha de emisión: 01/10/2018**



METODOLOGÍAS

ITEMS	Metodología
Hierro	Determinación de Iones Metálicos por ICP-OES
Mercurio	Digestión ácida/AAS - Generación de Hidruros
Plata	Determinación de Iones Metálicos por ICP-OES
Plomo	Determinación de Iones Metálicos por ICP-OES
Zinc	Determinación de Iones Metálicos por ICP-OES

RESULTADOS QUÍMICOS

MUESTRA	Antimonio mg/kg	Arsénico mg/kg	Cadmio mg/kg	Cobre mg/kg	Cromo mg/kg
E-3 Choromytilus	ND	0,24	0,07	4,45	ND
E-4 Choromytilus	0,12	0,23	0,77	2,36	ND
E-3 Emerita	ND	0,16	0,47	17,50	0,57
E-4 Emerita	ND	0,20	0,07	14,16	1,07
E-5 Emerita	ND	0,15	3,29	12,13	ND
E-1 Emerita	ND	0,15	1,24	13,65	ND

MUESTRA	Hierro mg/kg	Mercurio mg/kg	Plata mg/kg	Plomo mg/kg	Zinc mg/kg
E-3 Choromytilus	13,15	ND	0,42	0,17	10,36
E-4 Choromytilus	6,66	ND	0,41	0,06	6,52
E-3 Emerita	46,61	ND	0,73	0,57	15,06
E-4 Emerita	139,66	ND	0,74	ND	11,96
E-5 Emerita	23,52	ND	0,69	ND	7,53
E-1 Emerita	21,29	ND	0,66	ND	9,25

FECHAS DE ANALISIS

ENSAYOS	Fecha y Hora de Inicio	/	Fecha y Hora de Término
Antimonio	26/09/2018 11:29	/	26/09/2018 13:00



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

**INFORME DE ENSAYO
SAF-55153
Fecha de emisión: 01/10/2018**



FECHAS DE ANALISIS

ENSAYOS	Fecha y Hora de Inicio	/	Fecha y Hora de Término
Arsénico	26/09/2018 11:34	/	27/09/2018 13:30
Cadmio	26/09/2018 11:29	/	26/09/2018 13:00
Cobre	26/09/2018 11:29	/	26/09/2018 13:00
Cromo	26/09/2018 11:29	/	26/09/2018 13:00
Hierro	26/09/2018 11:32	/	26/09/2018 13:00
Mercurio	26/09/2018 11:34	/	28/09/2018 13:45
Plata	26/09/2018 11:29	/	26/09/2018 13:00
Plomo	26/09/2018 11:29	/	26/09/2018 13:00
Zinc	26/09/2018 11:32	/	26/09/2018 13:00

ND = No Detectado (menor al límite de detección)

LIMITES:

Plata: Límite de detección = 0.27 mg/kg
 Arsénico: Límite de detección = 0.02 mg/kg
 Cadmio: Límite de detección = 0.03 mg/kg
 Cromo: Límite de detección = 0.53 mg/kg
 Cobre: Límite de detección = 0.06 mg/kg
 Hierro: Límite de detección = 0.27 mg/kg
 Mercurio: Límite de detección = 0.04 mg/kg
 Plomo: Límite de detección = 0.09 mg/kg
 Antimonio: Límite de detección = 1.38 mg/kg
 Zinc: Límite de detección = 0.27 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.

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		83
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	



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

INFORME DE ENSAYO
SAF-55153
Fecha de emisión: 01/10/2018




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



Informe de Análisis: ES18-53944-B



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACIÓN

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

Acreditado por INN, Acreditaciones LE 117, LE118, LE119, LE 1214, LE 1215, LE 1277, LE 057, LE 1006 de Santiago, LE 621 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:	30-08-2018
Nro de Muestras:	10	Fecha Ingreso:	31-08-2018 13:10
Material / Producto:	AGUA DE MAR	Fecha Inicio:	31-08-2018 13:44
		Fecha termino	08-09-2018 12:19

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

Notas:

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
Turbiedad	SM 2130 B Ed.22, 2012
Antimonio	SM 3114 B Ed.22, 2012

RESULTADOS DE ANALISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E2-S	E2-F	E3-S	E3-F
Antimonio	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Turbiedad	NTU	0.2	<0.20	2.1	0.50	0.60

RESULTADOS DE ANALISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E4-S	E4-F	E5-S	E5-F
Antimonio	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Turbiedad	NTU	0.2	0.30	3.9	2.9	0.75

RESULTADOS DE ANALISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA	
			E1-S	E1-F
Antimonio	mg/l	0.001	<0.001	<0.001
Turbiedad	NTU	0.2	0.40	0.55

*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 Madere #136, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7267 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

T (56-2) 289 89561 F (56-2) 69 99507 T (56-55) 23 4056 F (56-55) 23 4594 T (55) 32 1800 F (55) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ventas.chile@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



Informe de Análisis: ES18-53944-B

FECHAS EJECUCION ANALISIS CRITICOS

Análisis	Fecha Inicio	Fecha Termino
Turbiedad	31-08-2018 13:44	08-09-2018 20:44

FECHAS EJECUCION ANALISIS

Análisis	Fecha
Antimonio	08-09-2018 09:01

LD (límite de detección)

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

Santiago 04 de octubre de 2018



Johana Marlene Imbarra Fuentes
Jefa 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 #136, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

Tel: (56-2) 289 89561 | Fax: (56-2) 89 99587 | Email: ecotecnos@sgs.com | www.sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



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 Av. La Florida #10269, Depto. 301, 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 : ES18-53944-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 verdicas según mi mejor conocimiento y entendimiento.

04 de octubre de 2018



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 : ES18-53944-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 verdicas según mi mejor conocimiento y entendimiento.

04 de octubre de 2018



Informe de Análisis: ES18-53944-A



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACIÓN

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

Acreditado por INN, Acreditaciones LE 117, LE118, LE119, LE 1214, LE 1215, LE 1277, LE 057, LE 1006 de Santiago, LE 621 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:	30-08-2018
Nro de Muestras:	10	Fecha Ingreso:	31-08-2018 13:10
Material / Producto:	AGUA DE MAR	Fecha Inicio:	31-08-2018 13:44
		Fecha termino	08-09-2018 12:19

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:

I. Ambiental: Carlos Nolberto Jimenez Troncoso 13.062.734-K

Métodos de Ensayo

Análisis

Sólidos Suspendidos Totales
Metales-Extracción MiBK
Mercurio
Arsénico/Selenio
Sólidos Totales

Metodología

SM 2540 D Ed.22, 2012
SM 3111 C Ed.22, 2012
SM 3112 B Ed.22, 2012
SM 3114 B Ed.22, 2012
SM 2540 B Ed.22, 2012

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E2-S	E2-F	E3-S	E3-F
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	2.1	3.4	3.2	10.7
Cinc Disuelto	ug/l	0.5	0.6	0.9	<0.5	5.3
Cobre	ug/l	1	<1.00	1.12	<1.00	<1.00
Cromo	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50	<2.50
Hierro	ug/l	2.5	3.02	18.99	6.44	7.80
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	28	21	18	9
Sólidos Totales	mg/l	5	40260	39390	40090	39310

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

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

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Maduro #136, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7267 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

Tel: (56-2) 289 89581 F: (56-2) 69 99507 E: (56-55) 23 4096 F: (56-55) 23 4596 E: (55) 32 1800 F: (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ventas.chile@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



Informe de Análisis: ES18-53944-A

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E4-S	E4-F	E5-S	E5-F
Arsénico	mg/l	0.001	0.001	<0.001	0.002	0.001
Cadmio	ug/l	1	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Cinc	ug/l	0.5	1.9	2.8	2.6	1.7
Cinc Disuelto	ug/l	0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.5
Cobre	ug/l	1	<1.00	1.41	<1.00	<1.00
Cromo	ug/l	2.5	<2.50	<2.50	<2.50	<2.50
Hierro	ug/l	2.5	2.66	16.94	3.05	6.04
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 Suspendedos Totales	mg/l	5	15	21	33	19
Sólidos Totales	mg/l	5	30110	39670	40230	39390

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA	
			E1-S	E1-F
Arsénico	mg/l	0.001	0.001	0.001
Cadmio	ug/l	1	<1.00	<1.00
Cinc	ug/l	0.5	1.1	2.5
Cinc Disuelto	ug/l	0.5	<0.5	<0.5
Cobre	ug/l	1	1.01	<1.00
Cromo	ug/l	2.5	<2.50	<2.50
Hierro	ug/l	2.5	3.30	5.94
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005	<0.0005
Plata	ug/l	2.5	<2.50	<2.50
Plomo	ug/l	2.5	<2.50	<2.50
Plomo Disuelto	ug/l	2.5	<2.50	<2.50
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	5	10	8
Sólidos Totales	mg/l	5	30410	30660

FECHAS EJECUCION ANALISIS CRITICOS

Análisis	Fecha Inicio	Fecha Terminó
Sólidos Suspendedos Totales	31-08-2018 13:44	08-09-2018 12:19
Sólidos Totales	31-08-2018 13:44	05-09-2018 18:12

FECHAS EJECUCION ANALISIS

Análisis	Fecha
Arsénico	05-09-2018 15:09
Cadmio	06-09-2018 11:09
Cinc	06-09-2018 11:09
Cinc Disuelto	06-09-2018 11:09
Cobre	06-09-2018 11:09
Cromo	06-09-2018 11:09
Hierro	06-09-2018 11:09
Mercurio	04-09-2018 16:27
Plata	06-09-2018 11:09
Plomo	06-09-2018 11:09
Plomo Disuelto	06-09-2018 11:09

LD (límite de detección)

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

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

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

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #136, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

Tel: (56-2) 289 89581 F: (56-2) 69 99587 E: (56-55) 23 4056 F: (56-55) 23 4596 E: (55) 32 1800 F: (55) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: www.neotecnos.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		90
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	



Page 3 of 3

Informe de Análisis: ES18-53944-A

Santiago 04 de octubre de 2018


 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 #136, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

T (56-2) 289 89561 F (56-2) 69 99507 T (56-55) 23 4096 F (56-55) 23 4596 T (60) 32 1800 F (60) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: sgs@neotecnos.cl

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Verificado y Firmado por		ES18-53944-A		(B signed)	
		SGSCHILE			
		Creado el: 2018-10-04 08:51:45		Nº Documento: WS 8000-01-10-E246-598	
		Este documento es una representación de un documento original en formato electrónico. Para verificar el estado actual del documento, verifíquelo en S.derech.cl			
Los certificados de Autentia cumplen con los estándares internacionales para firma electrónica, lo que no implica que sean compatibles con todos los softwares de visualización, no afectando ello en caso alguno la validez de la firma.					
	Firmante:	13062734-K	JIMÉNEZ TRONCOSO, CARLOS NOLBERTO		
Firma Simple	Institución - Rol:	SGSCHILE - INSP AMBIENTAL 1			
Validado con Pin	Fecha de Firma:	2018-10-04 14:10:18			
	Auditoría Autentia:	NONE-P1DU-DKCE-8DBU			
	Operador:	13062734-K			
	Firmante:	12671524-2	IRRIBARRA FUENTES JOHANNA MARLENE		
Firma Simple	Institución - Rol:	SGSCHILE - JEFE LABORATORIO			
Validado con Pin	Fecha de Firma:	2018-10-04 14:14:22			
	Auditoría Autentia:	NONE-P1DU-DKL9-6XSP			
	Operador:	12671524-2			
	Firmante:	12671524-2	IRRIBARRA FUENTES JOHANNA MARLENE		
Firma Simple	Institución - Rol:	SGSCHILE - REPRESENTANTE LEGAL			
Validado con Pin	Fecha de Firma:	2018-10-04 14:14:54			
	Auditoría Autentia:	NONE-P1DU-DKM6-PDRX			
	Operador:	12671524-2			



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 Av. La Florida #10269, Depto. 301, 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 : ES18-54039, 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.

04 de octubre de 2018



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 : ES18-54039, 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.

04 de octubre de 2018



Informe de Análisis: ES18-54039



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACIÓN

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

Acreditado por INN, Acreditaciones LE 1117, LE1218, LE1119, LE 1214, LE 1215, LE 1377, LE 057, LE 1006 de Santiago \ LE 621 y LE 622 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:	30-08-2018
Nro de Muestras:	5	Fecha Ingreso:	31-08-2018 08:30
Material / Producto:	SEDIMENTOS	Fecha Inicio:	31-08-2018 09:20
Lugar de Muestreo:	MEJILLONES	Fecha término	14-09-2018 14:37
Plan de Muestreo:			
Muestreado por:	Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.		
ETFa:	023-01	I. Ambiental:	Carlos Nolberto Jimenez Troncoso 13.062.734-K
Instrumento Ambiental:			
Notas:			

Métodos de Ensayo

Análisis

Cincentos
Mercurio
Metales
Selenio/Arsénico/Antimonio

Metodología

1-CNV-LAB-116 Basado en EPA 3050B, 1-CNV-LAB-501 basado en EPA 6010B, SM 3120B Ed 22.2012
1-CNV-LAB-110 Basado en EPA 7471 AQ
1-CNV-LAB-118 Basado en EPA 3050, SM 3111B Ed 22, 2012
1-CNV-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 7267 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1813.

t (50-2) 289 89061 f (56-2) 89 89587 t (50-05) 23 4098 f (50-05) 23 4396 t (05) 32 1900 f (05) 32 1901 www.sgs.com
E-Mail: info@sgs.cl

Miembro del Grupo SGS (Instituto Central de Control de Calidad)



Informe de Análisis: ES18-54039

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E-1	E-2	E-3	E-4
Antimonio	mg/kg	2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
Arsénico	mg/kg	0,01	1,66	4,33	3,41	4,91
Cadmio	mg/kg	2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
Cinc	mg/kg	5	11	10	26	12
Cobre	mg/kg	3,5	4,4	5,5	14,7	14,1
Cromo	mg/kg	2,5	9,8	12,2	12,2	12,5
Hierro	mg/kg	5	9007	7600	7175	5408
Mercurio	mg/kg	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plata	mg/kg	5	<5	<5	<5	<5
Piomo	mg/kg	2	<2	<2	20	<2

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA
			E-5
Antimonio	mg/kg	2,5	<2,5
Arsénico	mg/kg	0,01	3,43
Cadmio	mg/kg	2,5	<2,5
Cinc	mg/kg	5	8
Cobre	mg/kg	3,5	8,4
Cromo	mg/kg	2,5	9,3
Hierro	mg/kg	5	4003
Mercurio	mg/kg	0,01	<0,01
Plata	mg/kg	5	<5
Piomo	mg/kg	2	<2

FECHAS EJECUCION ANALISIS

Analista	Fecha
Antimonio	07-09-2018 08:39
Arsénico	07-09-2018 08:42
Cadmio	07-09-2018 08:39
Cinc	07-09-2018 08:39
Cobre	07-09-2018 08:39
Cromo	07-09-2018 08:39
Hierro	07-09-2018 08:39
Mercurio	04-09-2018 08:29
Plata	06-09-2018 17:49
Piomo	07-09-2018 08:39

Determinación de metales y/o elementos realizada en base seca

LD (límite de detección)

(*) Parámetros no Acreditados

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

Santiago 04 de octubre de 2018



Johana Marlene Iribarra Fuentes
Jefa 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 7267 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km. 1613.

Tel: (56-2) 289 89061 F: (56-2) 89 89587 E: (56-55) 23 4098 F: (56-55) 23 4396 E: (55) 32 1900 F: (55) 32 1901 www.sgs.com

E-Mail: chile@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Instituto General de Supervisión)

Verificado y Firmado por		ES18-54039		(5 signed)	
		SGSCHILE			
		Creado el: 2018-10-04 08:52:28		- Nº Documento: WS-8000-01-10-E232-188	
		Este documento es una representación de un documento original en formato electrónico. Para verificar el estado actual del documento, verifíquelo en S.derech.cl			
Los certificados de Autentia cumplen con los estándares internacionales para firma electrónica, lo que no implica que sean compatibles con todos los softwares de visualización, no afectando ello en caso alguno la validez de la firma.					
	Firmante:	13062734-K	JIMÉNEZ TRONCOSO, CARLOS NOLBERTO		
	Institución - Rol:	SGSCHILE - INSP AMBIENTAL 1			
	Fecha de Firma:	2018-10-04 14:09:18			
	Auditoría Autentia:	NONE-P1DU-DKAX-GD9E			
	Operador:	13062734-K			
	Firmante:	12671524-2	IRRIBARRA FUENTES JOHANNA MARLENE		
	Institución - Rol:	SGSCHILE - JEFE LABORATORIO			
	Fecha de Firma:	2018-10-04 14:13:06			
	Auditoría Autentia:	NONE-P1DU-DKJ1-JMBU			
	Operador:	12671524-2			
	Firmante:	12671524-2	IRRIBARRA FUENTES JOHANNA MARLENE		
	Institución - Rol:	SGSCHILE - REPRESENTANTE LEGAL			
	Fecha de Firma:	2018-10-04 14:13:39			
	Auditoría Autentia:	NONE-P1DU-DKK1-NXDD			
	Operador:	12671524-2			



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 Av. La Florida #10269, Depto. 301, 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 : E518-54041, 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.

04 de octubre de 2018



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 : ES18-54041, 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.

04 de octubre de 2018



Informe de Análisis: ES18-54041

Análisis solicitado por:	ECOTECNOS S.A. PROY AGUAS CALLE LIMACHE 3405, OF. 31., VIÑA DEL MAR, CHILE		
Atención a:	DANIZA MOLINA	Fecha Muestreo:	30-08-2018
Nro de Muestras:	5	Fecha Ingreso:	31-08-2018 08:30
Material / Producto:	SEDIMENTOS	Fecha Inicio:	04-09-2018 13:40
Lugar de Muestreo:	MEJILLONES	Fecha término:	02-10-2018 11:54
Plan de Muestreo:			
Muestreado por:	Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.		
ETFA:	023-01	I. Ambiental:	Carlos Nolberto Jimenez Troncoso 13.062.734-K
Instrumento Ambiental:			
Notas:	Análisis Granulometría realizado por ETFA 031-01		

Métodos de Ensayo	Metodología
Análisis	Resolución Ejecuta N°3612 del 29/10/2009 SUPESCA, numeral 26
Granulometría (**)	

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA			
			E-1	E-2	E-3	E-4
% de Fango	%		0.0	0.5	0.9	1.7
10 (2,0 mm),% Retención	%		35.22	11.08	17.11	0.31
120 (0,125 mm),% Retención	%		13.64	44.98	22.22	18.11
18 (1,0 mm),% Retención	%		13.93	8.89	3.89	0.20
230 (0,063 mm),% Retención	%		2.42	8.34	36.82	74.16
35 (0,5 mm),% Retención	%		10.96	10.41	8.20	1.04
60 (0,25 mm),% Retención	%		14.79	15.81	10.83	4.48

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA
			E-5
% de Fango	%		0.3
10 (2,0 mm),% Retención	%		41.56
120 (0,125 mm),% Retención	%		13.57
18 (1,0 mm),% Retención	%		7.57
230 (0,063 mm),% Retención	%		28.29
35 (0,5 mm),% Retención	%		4.73
60 (0,25 mm),% Retención	%		4.00

*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 7267 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1813.

Tel: (50-2) 289 89061 F: (56-2) 89 89587 T: (50-05) 23 4098 F: (50-05) 23 4396 E: (05) 32 1900 F: (05) 32 1901 www.sgs.com

E-Mail: chile@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Instituto General de Surveilhance)



Informe de Análisis: ES18-54041

FECHAS EJECUCION ANALISIS

Análisis	Fecha
% de Fango	04-09-2018 13:40
10 (2.0 mm),% Retención	04-09-2018 13:40
120 (0,125 mm),% Retención	04-09-2018 13:40
18 (1.0 mm),% Retención	04-09-2018 13:40
230 (0,063 mm),% Retención	04-09-2018 13:40
35 (0.5 mm),% Retención	04-09-2018 13:40
60 (0,25 mm),% Retención	04-09-2018 13:40
LD (límite de detección)	04-09-2018 13:40

(*) Parámetros no Acreditados

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



Johana Marlene Iribarra Fuentes
Jefa Laboratorio

Santiago 04 de octubre de 2018

"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 7267 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km. 1813.

t (50-2) 289 89561 f (56-2) 89 89587 t (50-05) 23 4098 f (50-05) 23 4596 t (05) 32 1900 f (05) 32 1901 www.sgs.com

E-Mail: pluvios@sgs.cl

Miembro del Grupo SGS (Instituto General de Supervisión)

Verificado y Firmado por		ES18-54041		(5 signed)	
		SGSCHILE			
		Creado el: 2018-10-04 09:52:08		Nº Documento: WS-8000-01-10-E24C-1042	
		Este documento es una representación de un documento original en formato electrónico. Para verificar el estado actual del documento, verifíquelo en S.dicet.cl			
Los certificados de Autentia cumplen con los estándares internacionales para firma electrónica, lo que no implica que sean compatibles con todos los softwares de visualización, no afectando ello en caso alguno la validez de la firma.					
	Firma Simple Validado con PIN	Firmante: Institución - Rol: Fecha de Firma: Auditoría Autentia: Operador:	13062734-K SGSCHILE - INSP AMBIENTAL 1 2018-10-04 14:10:24 NONE-P1DU-DKCE-8DBU 13062734-K	JIMÉNEZ TRONCOSO, CARLOS NOLBERTO	
	Firma Simple Validado con PIN	Firmante: Institución - Rol: Fecha de Firma: Auditoría Autentia: Operador:	12671524-2 SGSCHILE - JEFE LABORATORIO 2018-10-04 14:13:04 NONE-P1DU-DKJ1-JMBU 12671524-2	IRRIBARRA FUENTES JOHANNA MARLENE	
	Firma Simple Validado con PIN	Firmante: Institución - Rol: Fecha de Firma: Auditoría Autentia: Operador:	12671524-2 SGSCHILE - REPRESENTANTE LEGAL 2018-10-04 14:13:36 NONE-P1DU-DKK1-NXDD 12671524-2	IRRIBARRA FUENTES JOHANNA MARLENE	

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		102
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

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

[Handwritten signatures of Eduardo Ceballos Osorio and Sergio Toro Galleguillos]

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 NORMALIZACIÓN

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

9.4 REGISTROS DE TERRENO

F A&S-1.1/V.0
 REGISTRO DATOS DE CAMPO Y MEDICIONES CTDO
 ecotecnos 

REGISTRO DATOS DE CAMPO Y MEDICIONES CTDO

Inspección	IVA - PA - 22	
Campaña	Austro 2018	
Fecha	31-08-18	
Equipos Utilizados	CTDO	
Estado del Mar	Llena	
	Cobertura Nubosa	1/8

Est.	WP	Prof. Est.	Prof. Muestreo	Oxígeno	Temp Agua	pH	Cloro	Hora Inicio CTDO	Hora Final CTDO	Prof. Secchi	Temp Amb.	Direc Vto	Vel. Vto m/s
E5		24						11:29:25	11:43:09	6,5			
E4		24						13:48:00	13:50:30	7			
E3		25						14:41:50	14:45:36	4			
E2		11						15:25:20	15:29:57	4			
E1		9						15:37:28	15:39:12	5			

Observaciones

Dese Brue
 Nombre y Firma Muestreador

Giskel Fovered Godoy
 Nombre y Firma Jefe de Terreno

F GEN-1.6 / V.0
REGISTRO DIARIO DE ACTIVIDADES EN TERRENO

ECOTECNOS



REGISTRO DIARIO DE ACTIVIDADES EN TERRENO

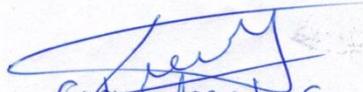
Jefe de Terreno	Cristina Acevedo G.
Inspección	PVA-PM-Nº 22
Lugar	Mejillones
Fecha	30-09-18

Identificación de Profesionales y Especialidad	
Nombre	Especialidad
Cristina Acevedo G.	Lic. en Biología Marina
Diego Bravo G.	Biólogo Marino

Descripción de Actividades Realizadas
• Toma de muestras de columna de agua, sedimento submareal y Chironomylus

Observaciones: Se reposicionan los puntos E-2 y E-1 debido a las condiciones del lugar
--

Actividades Programadas Día Siguiente
Toma de muestras de Bioacumulación en Emerica análoga y ETPD.


Cristina Acevedo G.
Nombre y Firma Jefe de Terreno

F GEN-1.6 / V.0
REGISTRO DIARIO DE ACTIVIDADES EN TERRENO

ECOTECNOS



REGISTRO DIARIO DE ACTIVIDADES EN TERRENO

Jefe de Terreno	Cristina Acevedo G.
Inspección	PVA - PM - N° 22
Lugar	Mejillones
Fecha	31/08/18

Identificación de Profesionales y Especialidad	
Nombre	Especialidad
Cristina Acevedo G.	Lic. en Biología Marina
Diego Bravo G.	Biólogo Marino

Descripción de Actividades Realizadas
<ul style="list-style-type: none"> • Toma de muestras de Bioacumulación en Gremata ovetoga. • Mediciones in situ con CTD.

Observaciones:
Se regresó a los puertos E-2 y E-1 debido a las condiciones del lugar.

Actividades Programadas Día Siguiente
• Despacho de material.


Cristina Acevedo G.
 Nombre y Firma Jefe de Terreno

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		107
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

9.5 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".

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

4º. 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.

5º. 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.

6º. 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 3º 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.

7º. 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.

8º. 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. **PUBLÍQUENSE** 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

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		110
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

9.6 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.
Mario Herrera A.	Abogado y Biólogo Marino	Revisión y Edición

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		111
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

9.7 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 22, invierno 2018, 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 Representante Legal

16 de octubre de 2018

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

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		112
		Fecha de emisión: 16-10-2018	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 22, invierno 2018, 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

16 de octubre de 2018

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

9.8 INFORME DE INSPECCIÓN

F GEN-3.1 / V.1
INFORME DE INSPECCIÓN



ECOTECNOS

INFORME DE INSPECCIÓN Informe N° 37 / 2018 Fecha de Emisión: 16-octubre-2018

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:	Desde 30 hasta 31 de agosto 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:	31 de agosto al 1 de septiembre de 2018
Responsable del Muestreo:	Cristian Acevedo G.
Inspector Ambiental Responsable de la Medición:	Roberto Ramírez A. (Ecotecnos)
Código IA (RUN):	15.124.501-3

	PVA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DE PUERTO MEJILLONES MEJILLONES - REGIÓN DE ANTOFAGASTA	EDICIÓN / REVISIÓN 1/0		114
		Fecha de emisión: 16-10-2018	Elaborado por: EcoTecnos S.A.	

F GEN-3.1 / V.1
INFORME DE INSPECCIÓN



ECOTECNOS

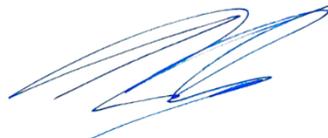
4. MUESTREOS Y MEDICIONES REALIZADOS DENTRO DE LOS ALCANCES DE LA ETFA:

- 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 22, invierno 2018.



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



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