

MINERA LOS PELAMBRES

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA

LÍNEA DE BASE. SECCIÓN IIIc

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA

LÍNEA DE BASE. SECCIÓN IIIc

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----|
| 7.1.4.2 Caracterización Química (Oceanografía Química) | 1 |
| 7.1.4.2.1 Columna de Agua | 1 |
| 7.1.4.2.2 Calidad de Agua | 15 |
| 7.1.4.2.3 Calidad Sedimentos Submareales | 80 |
| 7.1.4.2.4 Metales en Tejidos de Biota Marina | 136 |
| 7.1.4.2.5 Síntesis General de Resultados de la Caracterización Química | 169 |

INDICE DE TABLAS

| | | |
|---------------|---|----|
| Tabla EMQ-1: | Coordenadas geográficas en UTM (WGS84) de las estaciones de muestreo de columna de agua, calidad de agua y sedimentos submareales realizados en las campañas durante el 2012, 2014 y 2015 | 1 |
| Tabla EMQ-2: | Norma primaria calidad de agua. D.S. N° 144/2008 | 15 |
| Tabla EMQ-3: | Guía para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas marinas | 15 |
| Tabla EMQ-4: | Analitos evaluados en cada campaña realizadas el 2012, 2014 y 2015 | 17 |
| Tabla EMQ-5: | Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos. Campaña verano, 2012 | 19 |
| Tabla EMQ-6: | Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña verano, 2012 | 20 |
| Tabla EMQ-7: | Calidad de agua. Concentración de compuestos orgánicos. Campaña verano, 2012 | 21 |
| Tabla EMQ-8: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña verano, 2012 | 22 |
| Tabla EMQ-9: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña verano 2012 | 23 |
| Tabla EMQ-10: | Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos. Campaña otoño, 2012 | 25 |
| Tabla EMQ-11: | Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña otoño, 2012 | 26 |

| | | |
|---------------|--|----|
| Tabla EMQ-12: | Calidad de agua. Concentración de compuestos orgánicos. Campaña otoño, 2012..... | 27 |
| Tabla EMQ-13: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña otoño, 2012..... | 28 |
| Tabla EMQ-14: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña otoño, 2012..... | 29 |
| Tabla EMQ-15: | Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos. Campaña invierno, 2012..... | 31 |
| Tabla EMQ-16: | Calidad de agua. Concentración de parámetros. Campaña invierno, 2012..... | 32 |
| Tabla EMQ-17: | Calidad de agua. Concentración de compuestos orgánicos. Campaña invierno, 2012 | 32 |
| Tabla EMQ-18: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña invierno, 2012 | 34 |
| Tabla EMQ-19: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña invierno, 2012 | 35 |
| Tabla EMQ-20: | Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos. Campaña primavera, 2012..... | 37 |
| Tabla EMQ-21: | Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña primavera, 2012 | 38 |
| Tabla EMQ-22: | Calidad de agua. Concentración de compuestos orgánicos. Campaña primavera, 2012 | 38 |
| Tabla EMQ-23: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña primavera, 2012 | 40 |
| Tabla EMQ-24: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña primavera, 2012 | 41 |
| Tabla EMQ-25: | Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos. Campaña otoño, 2014 | 43 |
| Tabla EMQ-26: | Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña otoño, 2014..... | 44 |
| Tabla EMQ-27: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña otoño, 2014..... | 45 |
| Tabla EMQ-28: | Calidad de agua. Concentración de metales totales. Campaña otoño, 2014..... | 47 |
| Tabla EMQ-29: | Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos. Campaña invierno, 2014 | 50 |
| Tabla EMQ-30: | Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña invierno, 2014 | 51 |
| Tabla EMQ-31: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña invierno, 2014 | 52 |

| | | |
|---------------|--|----|
| Tabla EMQ-32: | Calidad de agua. Concentración de metales totales. Campaña invierno, 2014..... | 54 |
| Tabla EMQ-33: | Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos. Campaña primavera, 2014 .. | 57 |
| Tabla EMQ-34: | Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña primavera, 2014 | 58 |
| Tabla EMQ-35: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña primavera, 2014 | 59 |
| Tabla EMQ-36: | Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos. Campaña verano, 2015 | 63 |
| Tabla EMQ-37: | Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña verano, 2015..... | 64 |
| Tabla EMQ-38: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña verano, 2015..... | 65 |
| Tabla EMQ-39: | Calidad de agua. Concentración de metales totales. Campaña verano, 2015..... | 67 |
| Tabla EMQ-40: | Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos. Campaña invierno, 2015..... | 71 |
| Tabla EMQ-41: | Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña invierno, 2015 | 72 |
| Tabla EMQ-42: | Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña invierno, 2015 | 73 |
| Tabla EMQ-43: | Calidad de agua. Concentración de metales totales. Campaña invierno, 2015..... | 75 |
| Tabla EMQ-44: | Norma primaria de calidad de agua (D.S. 144/2008) y valores presentes en línea de base | 77 |
| Tabla EMQ-45: | Clase de los analitos por campaña según la clasificación de la guía para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas marina, CONAMA (2005)..... | 79 |
| Tabla EMQ-46: | Calidad Sedimento Submareales. Analitos analizados en las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015..... | 82 |
| Tabla EMQ-47: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Campaña verano, 2012 | 83 |
| Tabla EMQ-48: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Verano, 2012 | 86 |
| Tabla EMQ-49: | Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Verano, 2012 | 87 |
| Tabla EMQ-50: | Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Verano, 2012 | 87 |
| Tabla EMQ-51: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Otoño 2012..... | 88 |

| | | |
|---------------|--|-----|
| Tabla EMQ-52: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Otoño 2012..... | 91 |
| Tabla EMQ-53: | Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Otoño 2012 | 92 |
| Tabla EMQ-54: | Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Otoño 2012..... | 92 |
| Tabla EMQ-55: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Invierno 2012..... | 93 |
| Tabla EMQ-56: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Invierno 2012..... | 96 |
| Tabla EMQ-57: | Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Invierno, 2012 ... | 97 |
| Tabla EMQ-58: | Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Invierno 2012 | 97 |
| Tabla EMQ-59: | Calidad Sedimentos Submareales, Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Primavera 2012 | 99 |
| Tabla EMQ-60: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Primavera 2012 | 101 |
| Tabla EMQ-61: | Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Primavera, 2012..... | 102 |
| Tabla EMQ-62: | Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Primavera 2012..... | 103 |
| Tabla EMQ-63: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Otoño 2014..... | 104 |
| Tabla EMQ-64: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Otoño 2014..... | 107 |
| Tabla EMQ-65: | Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Otoño 2014 | 108 |
| Tabla EMQ-66: | Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Otoño 2014..... | 108 |
| Tabla EMQ-67: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Invierno 2014..... | 109 |
| Tabla EMQ-68: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Invierno 2014..... | 112 |
| Tabla EMQ-69: | Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Invierno 2014 .. | 113 |
| Tabla EMQ-70: | Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Invierno 2014 | 114 |
| Tabla EMQ-71: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Primavera 2014 | 115 |
| Tabla EMQ-72: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Invierno 2014..... | 118 |
| Tabla EMQ-73: | Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Invierno 2014 .. | 119 |

| | | |
|---------------|--|-----|
| Tabla EMQ-74: | Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Invierno 2014 | 119 |
| Tabla EMQ-75: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Verano 2015..... | 121 |
| Tabla EMQ-76: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Verano 2015 | 124 |
| Tabla EMQ-77: | Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Verano 2015. .. | 125 |
| Tabla EMQ-78: | Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Verano 2015 | 125 |
| Tabla EMQ-79: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Invierno 2015..... | 127 |
| Tabla EMQ-80: | Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Invierno 2015 | 129 |
| Tabla EMQ-81: | Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Invierno 2015 .. | 130 |
| Tabla EMQ-82: | Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos. Invierno 2015 | 131 |
| Tabla EMQ-83: | Sedimentos submareales. Concentración de Cobre (Cu) durante las campañas de 2012, 2014 y 2015. | 135 |
| Tabla EMQ-84: | Sedimentos marinos. Concentración de cobre (mg/kg) en distintos puertos de Chile | 136 |
| Tabla EMQ-85: | Metales en tejido de biota (mg/kg). Verano 2012 | 141 |
| Tabla EMQ-86: | Metales en tejido de biota (mg/kg). Otoño 2012 | 143 |
| Tabla EMQ-87: | Metales en tejido de biota (mg/kg). Invierno 2012 | 146 |
| Tabla EMQ-88: | Metales en tejido de biota (mg/kg). Primavera 2012..... | 149 |
| Tabla EMQ-89: | Metales en tejido de biota (mg/kg). Otoño 2014 | 152 |
| Tabla EMQ-90: | Metales en tejido de biota (mg/kg). Invierno 2014 | 155 |
| Tabla EMQ-91: | Metales en tejido de biota (mg/kg). Primavera 2014 | 158 |
| Tabla EMQ-92: | Metales en tejido de biota (mg/kg). Verano 2015 | 161 |
| Tabla EMQ-93: | Metales en tejido de biota (mg/kg). Invierno 2015..... | 164 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|---------------|--|---|
| Figura EMQ-1: | Ubicación de las estaciones de muestreo de columna de agua, calidad de agua y sedimentos submareales realizados en las campañas durante los años 2012, 2014 y 2015 | 3 |
| Figura EMQ-2: | Perfiles de temperatura (°C) durante las campañas de 2012 | 5 |
| Figura EMQ-3: | Perfiles de temperatura (°C) durante las campañas de 2014 | 6 |
| Figura EMQ-4: | Perfiles de temperatura (°C) durante las campañas de 2015 | 7 |
| Figura EMQ-5: | Perfiles de salinidad (psu) durante las campañas de 2012..... | 9 |

| | | |
|----------------|---|-----|
| Figura EMQ-6: | Perfiles de salinidad (psu) durante las campañas de 2014..... | 10 |
| Figura EMQ-7: | Perfiles de salinidad (psu) durante las campañas de 2015..... | 11 |
| Figura EMQ-8: | Perfiles de oxígeno disuelto (mg/L) durante las campañas de 2012..... | 12 |
| Figura EMQ-9: | Perfiles de oxígeno disuelto (mg/L) durante las campañas de 2014..... | 13 |
| Figura EMQ-10: | Perfiles de oxígeno disuelto (mg/L) durante las campañas de 2015..... | 14 |
| Figura EMQ-11: | Concentración promedio de arsénico (As) | 78 |
| Figura EMQ-12: | Concentración promedio de plomo (Pb) | 78 |
| Figura EMQ-13: | Concentración de solidos suspendidos totales (SST)..... | 79 |
| Figura EMQ-14: | Concentración de cobre (Cu) | 80 |
| Figura EMQ-15: | Sedimentos submareales. Concentración en porcentaje de Carbono Orgánico Total (C.O.T.) durante las campañas de 2012, 2014 y 2015 | 132 |
| Figura EMQ-16: | Sedimentos submareales. Concentración de Nitrógeno total durante las campañas de 2012, 2014 y 2015 | 132 |
| Figura EMQ-17: | Sedimentos submareales. Concentración de Arsénico (As) durante las campañas de 2012, 2014 y 2015 | 133 |
| Figura EMQ-18: | Sedimentos submareales. Concentración de mercurio durante las campañas de 2012, 2014 y 2015 | 134 |
| Figura EMQ-19: | Sedimentos submareales. Concentración de Cobre (Cu) durante las campañas de 2012, 2014 y 2015 | 135 |
| Figura EMQ-20: | Ubicación de las estaciones de muestreo para análisis de metales en tejido de biota durante las campañas durante el 2012, 2014 y 2015 ... | 138 |
| Figura EMQ-21: | Concentración de arsénico (As) en tejido de biota marina durante todas las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015..... | 166 |
| Figura EMQ-22: | Concentración de cadmio (Cd) en tejido biota marina todas las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015 | 167 |
| Figura EMQ-23: | Concentración de cromo total (Cr) en tejido de biota marina durante todas las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015 | 167 |
| Figura EMQ-24: | Confrontación de cobre (Cu) en tejido de biota marina durante todas las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015 | 168 |

LÍNEA DE BASE. SECCIÓN IIIc

7.1.4.2 Caracterización Química (Oceanografía Química)

A continuación se entrega en detalle la información obtenida de las campañas realizadas el 2012 (verano, otoño, invierno y primavera) e información levantada de las campañas 2014 (otoño, invierno y primavera) y 2015 (verano e invierno). Se presentan los resultados de las concentraciones de los parámetros físicos-químicos de calidad de agua, sedimentos marinos submareales y metales en tejidos de biota marina. Todas estas estaciones de muestreo estuvieron ubicadas en el sector de bahía Conchalí, correspondiente al área de influencia del proyecto (Figura EMQ-1), adicionalmente se asignaron estaciones de control situadas fuera de Bahía Conchalí, al norte en el sector denominado Los Lilenes y hacia el sector sur denominado Cascabeles.

7.1.4.2.1 *Columna de Agua*

- *Materiales y Métodos*

Durante las campañas ejecutadas el 2012 (verano, otoño, primavera) la caracterización de la estructura de la columna de agua se realizó mediante la elaboración de perfiles verticales de temperatura (°C), salinidad (psu) y oxígeno disuelto (ml/L), entre superficie y la profundidad máxima de cada estación de muestreo. Se realizó un total de diez lances verticales en las estaciones de muestreo (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, CN, CS) (Tabla EMQ-1 y Figura EMQ-1). Para registrar las variables se utilizó el instrumento CTDO Hydrolab DS5 (verano) y CTDO SBR XR-620 (otoño, invierno y primavera), el cual almacenó datos cada 5 y 3 segundos respectivamente, a medida que descendía por la columna de agua.

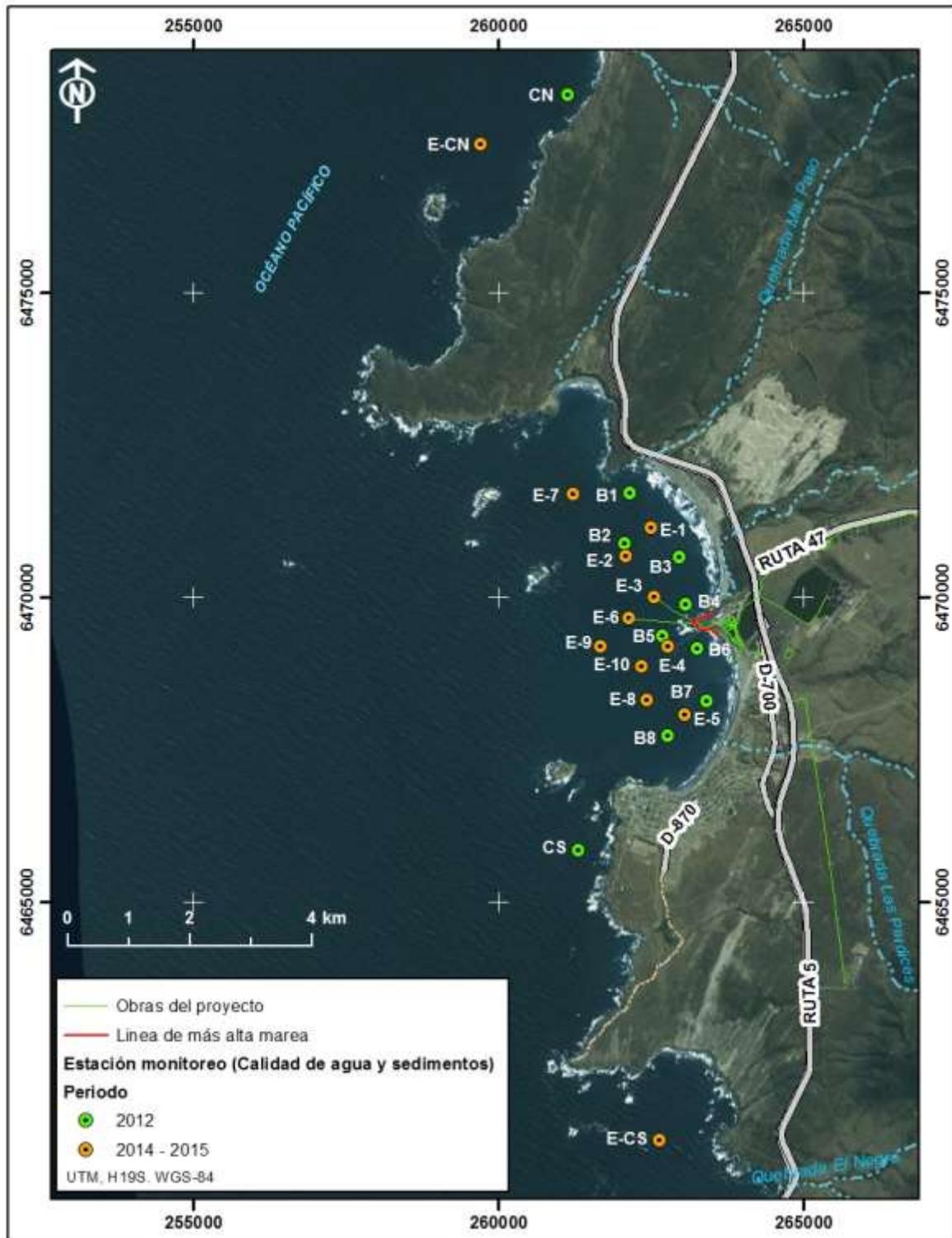
En las campañas de 2014 (otoño, invierno y primavera) y 2015 (verano e invierno), al igual que en las campañas de 2012, se caracterizó la columna de agua realizando perfiles verticales, utilizando el CTDO Hydrolab DS5, almacenando datos cada 5 segundos a medida que desciende por la columna de agua. Los perfiles se realizaron en doce nuevas estaciones de muestreo (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7 E-8, E-9, E-10, E-CN, E-CS) (Tabla EMQ-1 y Figura EMQ-1), permitiendo tener una caracterización más completa del área de influencia y de las estaciones controles.

Tabla EMQ-1: Coordenadas geográficas en UTM (WGS84) de las estaciones de muestreo de columna de agua, calidad de agua y sedimentos submareales realizados en las campañas durante el 2012, 2014 y 2015

| Estación | Este (m) | Norte (m) | Prof.(m) | Campañas |
|-----------|----------|-----------|----------|----------|
| B1 | 262.149 | 6.471.701 | 11 | 2012 |
| B2 | 262.060 | 6.470.869 | 23 | 2012 |
| B3 | 262.970 | 6.470.648 | 10 | 2012 |
| B4 | 263.075 | 6.469.873 | 6 | 2012 |
| B5 | 262.695 | 6.469.353 | 20 | 2012 |
| B6 | 263.263 | 6.469.147 | 10 | 2012 |
| B7 | 263.419 | 6.468.284 | 10 | 2012 |
| B8 | 262.770 | 6.467.724 | 12 | 2012 |

| Estación | Este (m) | Norte (m) | Prof.(m) | Campañas |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| CS | 261.307 | 6.465.844 | 16 | 2012 |
| CN | 261.140 | 6.478.230 | 13 | 2012 |
| E-1 | 262.494 | 6.471.129 | 18 | 2014 - 2015 |
| E-2 | 262.079 | 6.470.675 | 24 | 2014 - 2015 |
| E-3 | 262.520 | 6.469.984 | 22 | 2014 - 2015 |
| E-4 | 262.782 | 6.469.180 | 19 | 2014 - 2015 |
| E-5 | 263.056 | 6.468.074 | 14 | 2014 - 2015 |
| E-6 | 262.147 | 6.469.643 | 28 | 2014 - 2015 |
| E-7 | 261.230 | 6.471.686 | 28 | 2014 - 2015 |
| E-8 | 262.425 | 6.468.310 | 23 | 2014 - 2015 |
| E-9 | 261.672 | 6.469.180 | 34 | 2014 - 2015 |
| E-10 | 262.338 | 6.468.858 | 24 | 2014 - 2015 |
| E-CN | 259.710 | 6.477.427 | 47 | 2014 - 2015 |
| E-CS | 262.636 | 6.461.093 | 43 | 2014 - 2015 |

Figura EMQ-1: Ubicación de las estaciones de muestreo de columna de agua, calidad de agua y sedimentos submareales realizados en las campañas durante los años 2012, 2014 y 2015



- *Resultados*

Temperatura

- Verano 2012

Se observó un patrón normal en la mayoría de las estaciones evaluadas, caracterizado por una disminución en el gradiente térmico a medida que la profundidad aumenta. Solo en la estación B8 emplazada frente al pueblo de Los Vilos se registró un gradiente entre la superficie y 2 metros de profundidad variando entre 15,5°C y 13,9°C, respectivamente. En el resto de las estaciones, la temperatura de la columna de agua en términos absolutos fluctuó entre 14,6°C (en el nivel superficial de B7) y 11,7°C en el fondo de la estación B2 (Figura EMQ-2).

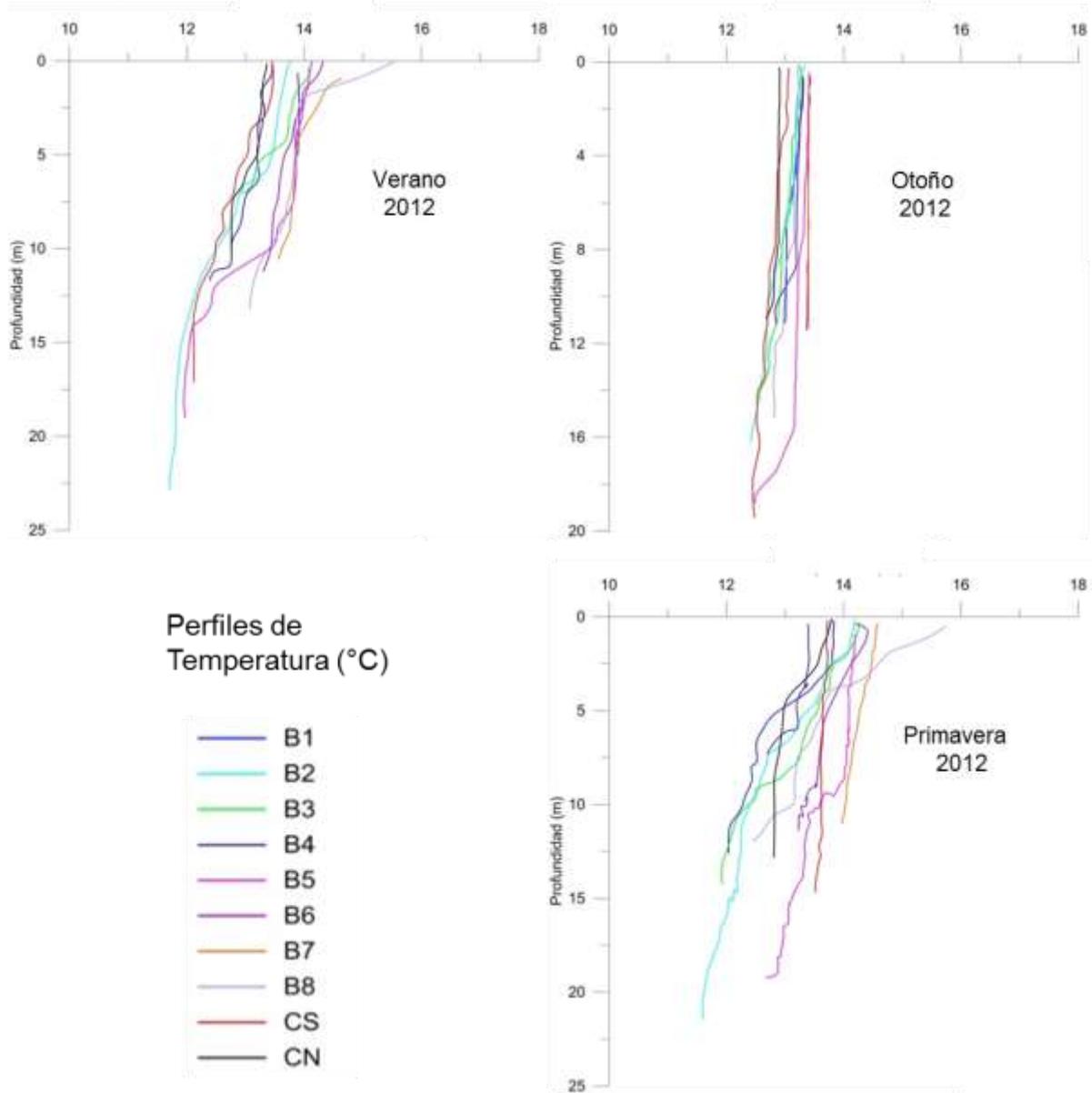
- Otoño 2012

La temperatura en la columna de agua se comportó relativamente homogénea entre superficie y fondo. Se observó que la temperatura se mantuvo alrededor de los 13,5 °C en todas las estaciones. Sin embargo, el punto de la estación CN registró un pequeño gradiente térmico en los primeros metros de la columna de agua. Por otro lado, en la estación CS se registró la mínima temperatura superficial (13,1°C) la que se mantuvo hasta los 6 metros de profundidad para luego descender hasta 12,7°C (temperatura mínima registrada) a los 15,7 metros de profundidad. La temperatura superficial de todas las estaciones varió entre 14°C y 13,1°C correspondiente a las estaciones CN y CS, respectivamente (Figura EMQ-2).

- Primavera 2012

La estructura térmica de la columna de agua mostró un patrón general de mezcla difuso. Por ejemplo, en la estación B7 no se detectó una estratificación. Pero, las estaciones (B4, CN, B1, B2, B3) presentaron un leve gradiente térmico entre los 3 a 5 metros de profundidad. Bajo esta profundidad, la temperatura presentó una disminución gradual en función de la profundidad de cada estación. Un caso especial corresponde a la estación B5, la que presentó un gradiente térmico leve entre los 9 y 11 metros (Figura EMQ-2).

Figura EMQ-2: Perfiles de temperatura (°C) durante las campañas de 2012



- Otoño 2014

La columna de agua en todas las estaciones presentó una leve estratificación térmica bajo los 10 metros de profundidad. Este patrón general registró temperaturas superficiales cercanas los 13,6 °C, la cual disminuyó paulatinamente hasta llegar bajo los 10 metros, lugar donde la temperatura en la columna de agua desciende hasta los 12,4°C. Se registró una diferencia de temperatura en la columna de agua entre las estaciones control norte (E-CN) y (E-CS), en donde la estación (E-CS) mostró menor temperatura a lo largo de la columna de agua. También se aprecia una clara estratificación en la estación E-9 a los 20 metros (Figura EMQ-3).

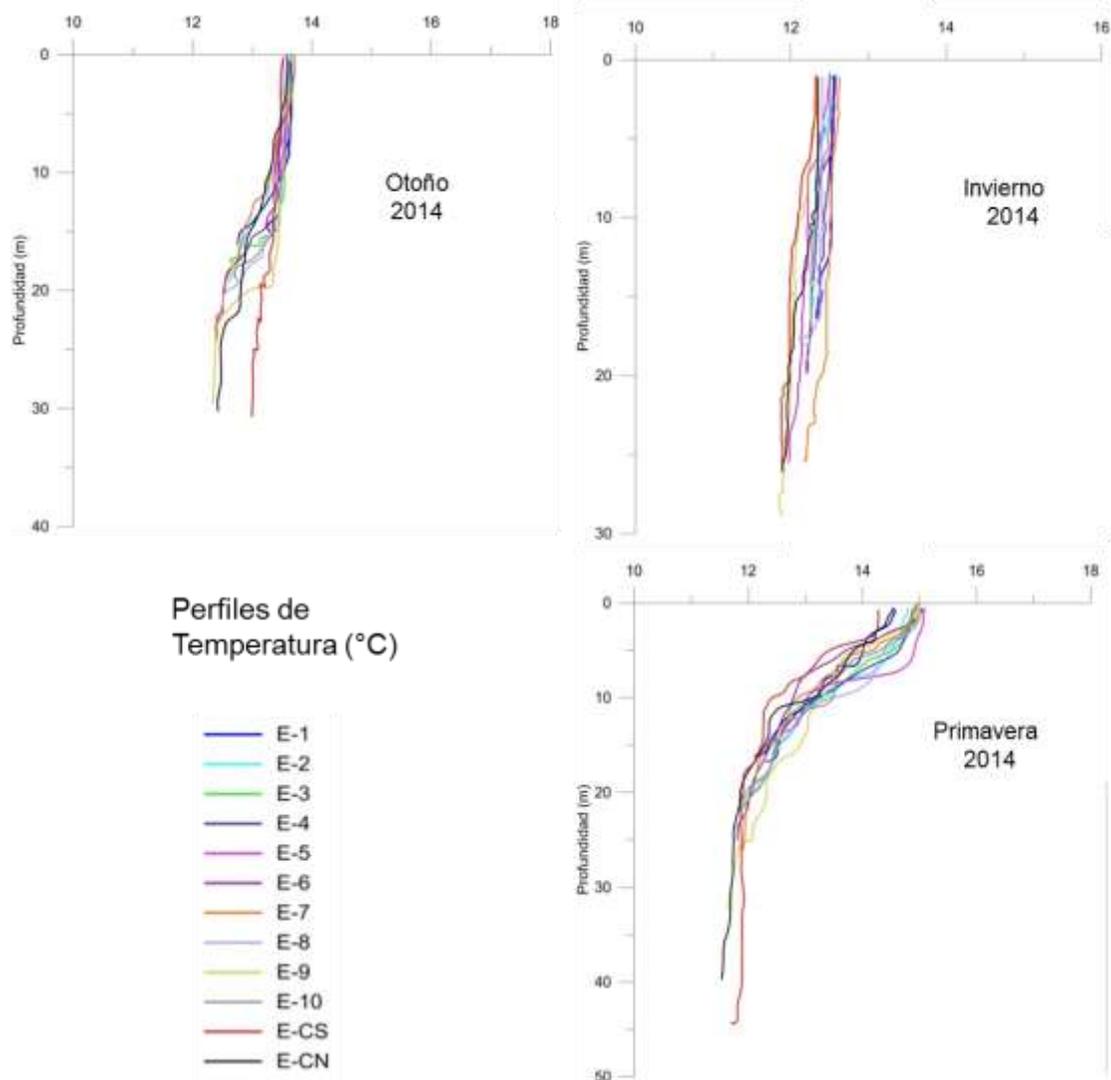
- Invierno 2014

Durante el día de muestreo no se observó variaciones de temperatura en la columna de agua. En la capa superficial en todas las estaciones la temperatura se mantuvo alrededor de los 12,5 °C, mientras que en el fondo de la columna de agua la temperatura estuvo entre los 12 y 12,5 °C, presentando casi nula variación térmica (Figura EMQ-3).

- Primavera 2014

La estructura térmica de la columna de agua mostró una clara termoclina entre los 5 y 10 metros de profundidad en todas las estaciones de muestreo. En general la temperatura superficial fue de alrededor de 15 °C, la cual descendió bruscamente estabilizándose a los 12°C bajo los 10 metros de profundidad (Figura EMQ-3).

Figura EMQ-3: Perfiles de temperatura (°C) durante las campañas de 2014



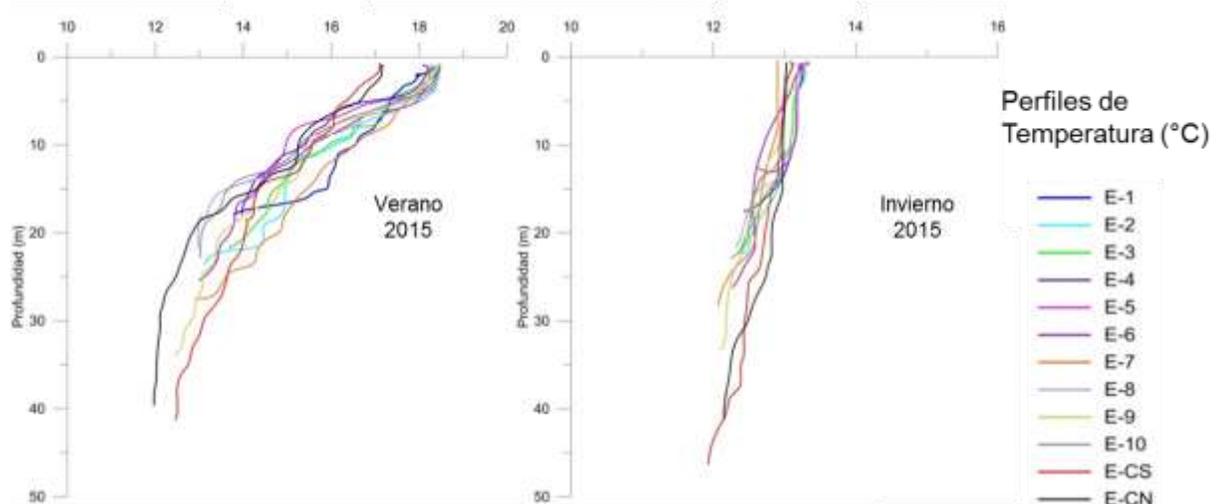
- Verano 2015

La estructura térmica de la columna de agua reveló un patrón clásico para la zona centro-norte de Chile en época estival. Esta mostró una mayor temperatura en las capas superficiales de alrededor de 18 °C, la cual disminuyó paulatinamente a medida que aumentó la profundidad, llegando entre los 12 y 13 grados en el fondo. Asociado a este patrón, se apreció una variación térmica entre los 6 y 9 metros de profundidad en todas las estaciones. Además, se observa una diferencia de menor temperatura en los estratos superiores entre las estaciones controles con las estaciones al interior de la bahía (Figura EMQ-4).

- Invierno 2015

En invierno 2015 se observó una pequeña variación térmica entre los estratos superiores y la capa de fondo en cada estación de muestreos, pero no se distinguió una termoclina en la columna de agua. El estrato superficial la temperatura fue alrededor de 13 °C y de 12°C en los estratos cercanos al fondo, tanto en el interior de la bahía como en los puntos controles. Este comportamiento térmico es típico de invierno en la zona central de Chile (Figura EMQ-4).

Figura EMQ-4: Perfiles de temperatura (°C) durante las campañas de 2015



Salinidad

- Verano 2012

La estructura salina vertical en la columna de agua evaluada, presentó un comportamiento similar en todas las estaciones analizadas, con valores superficiales que oscilaron entre 33,9 psu (B7) y 34,4 psu en B1, los que aumentaron levemente hasta la máxima profundidad de cada estación analizada donde las salinidades tienden a homogeneizarse en torno a 34,2 psu. Las estaciones control norte y sur registraron un comportamiento salino similar al descrito para las estaciones ubicadas en el área de influencia. (Figura EMQ-5).

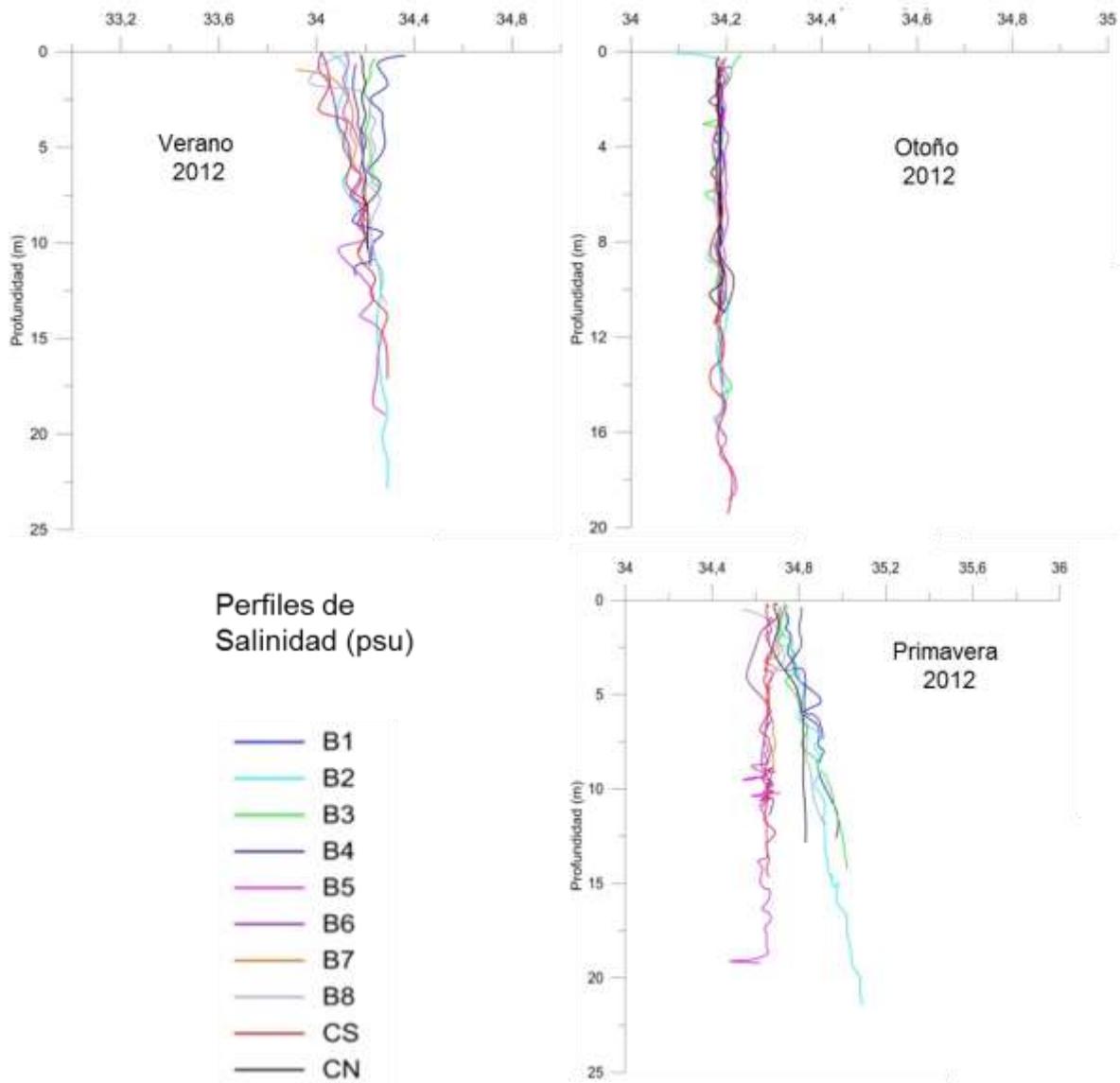
- Otoño 2012

La estructura salina vertical en la columna de agua evaluada, presentó un comportamiento similar en casi todas las estaciones analizadas (a excepción de la estación B7), con valores superficiales que oscilaron entre 34,1 psu (B1) y 34,2 psu en B8, los que aumentaron levemente hasta la máxima profundidad de cada estación analizada, donde las salinidades tienden a homogeneizarse en torno a 34,2 psu. Por otro lado, la estación B7 presentó un comportamiento distinto al de la otras estaciones registrando en superficie 34,2 psu para luego descender hasta los 4 metros de profundidad donde se homogeniza siguiendo el patrón de las demás estaciones (Figura EMQ-5).

- Primavera 2012

La estructura salina en la columna de agua evaluada, presentó un rango de variación estrecho entre 34,6 psu en la estación B8 y 34,8 psu en la estación B4. Esta estructura presentó dos grupos de estaciones: aquellas que presentaron una concentración de sales homogénea en la columna de agua, con registros de 34,6 psu, indicando condiciones de mezcla, correspondientes a las estaciones B6, CS, B5 y B7. Un segundo grupo de estaciones (B8, B4, B1, B3, B2, CN) presentaron aumento en los valores de salinidad en función de la profundidad, con valores de 34,6-34,7 psu en superficie y alcanzando en la estación más profunda (B2) 35,09 psu (Figura EMQ-5).

Figura EMQ-5: Perfiles de salinidad (psu) durante las campañas de 2012



- Otoño 2014

La salinidad en la columna de agua mostró poca variación en todas las estaciones, los valores fluctuaron entre 34,2 psu en E-7 hasta un máximo de 35,7 psu en la estación E-9. Todos los perfiles de salinidad fueron aumentando a levemente a medida que aumenta la profundidad (Figura EMQ-6).

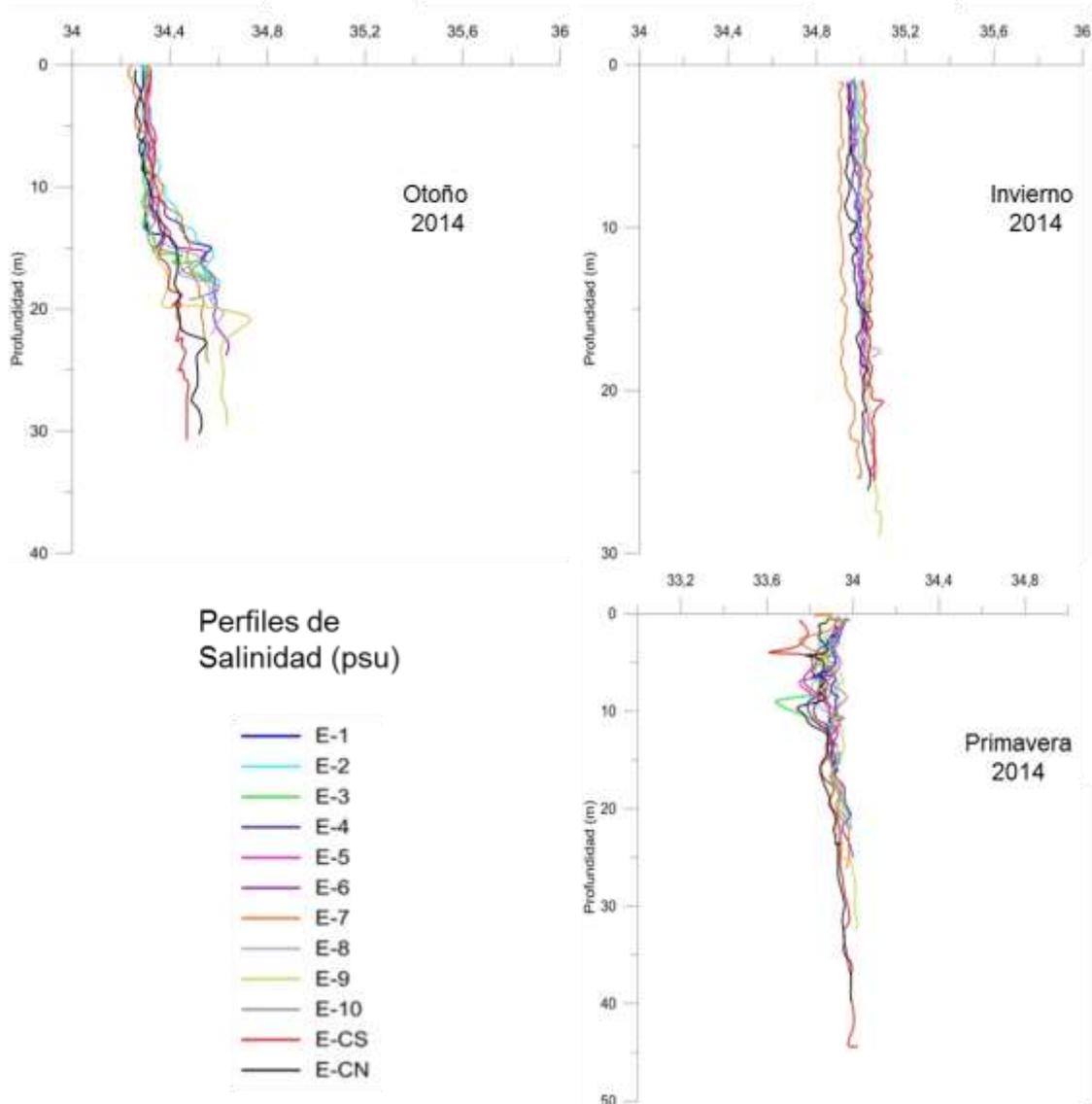
- Invierno 2014

En los perfiles de la columna de agua en todas las estaciones muestreadas exhibieron una estructura salina homogénea en toda de la columna de agua, los cuales estuvieron alrededor de los 35 psu de salinidad (Figura EMQ-6).

- Primavera 2014

La estructura salina en la columna de agua, presentó un rango de variación estrecho entre 33,6 psu a 34,0 psu. En general la salinidad tuvo un comportamiento normal, con un leve incremento a medida que la profundidad aumenta. Se reportaron algunas variaciones puntuales de menor salinidad en las estaciones CN-S y en E-3 bajo los 10 metros (Figura EMQ-6).

Figura EMQ-6: Perfiles de salinidad (psu) durante las campañas de 2014



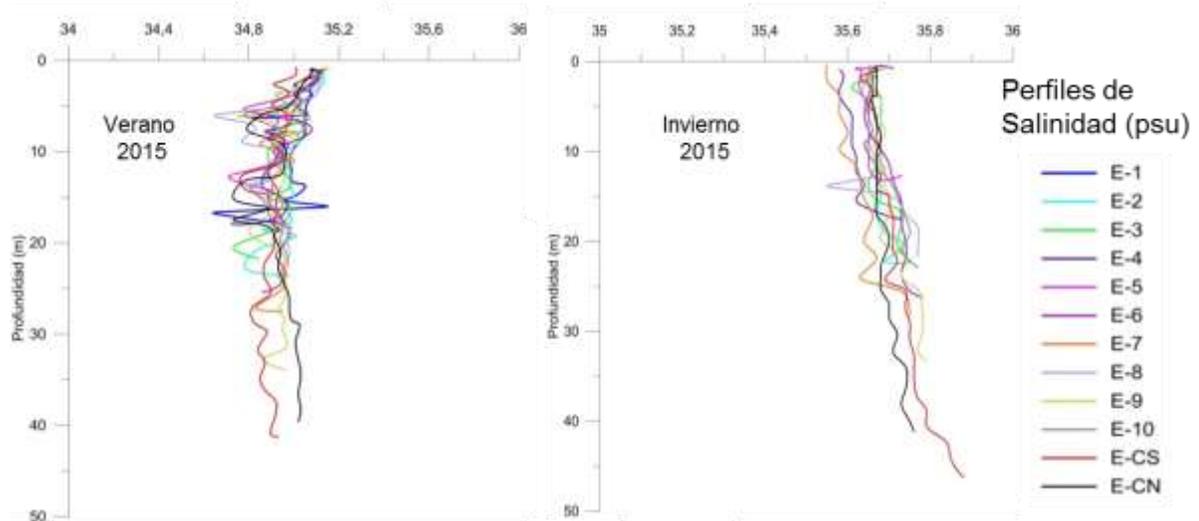
- Verano 2015

La salinidad en la columna de agua mostró poca variación en todas las estaciones, los valores fluctuaron entre 34,6 y 35 psu. En general la salinidad tuvo un comportamiento normal con leves incrementos de salinidad a medida que la profundidad aumenta, reportándose algunas variaciones a los 6 y 16 metros de profundidad (Figura EMQ-7).

- Invierno 2015

La salinidad en la columna de agua en invierno 2015, presenta niveles sobre 35 psu, con leves aumentos a mayor profundidad. No se apreciaron diferencias entre las estaciones al interior del área de influencia en relación con las estaciones controles. Se observa una columna de agua sin estratificación. Solamente hubo una pequeña variación en la salinidad con valores más bajos en la estación E-8 a los 14 metros (Figura EMQ-7).

Figura EMQ-7: Perfiles de salinidad (psu) durante las campañas de 2015



Oxígeno disuelto

- Verano 2012

En la época estival las concentraciones de oxígeno disuelto mostraron una columna de agua homogénea entre superficie y los 5 metros de profundidad aproximadamente, condición que también se registró en las estaciones B5, B7 y B8 alcanzando los 10 metros de profundidad. Luego, a medida que aumentó la profundidad de la columna de agua, el oxígeno disuelto mostró una importante disminución de sus concentraciones llegando a un mínimo de 2,2 mg/L en la estación más profunda (B2 con 23 m de profundidad). Por su parte, la máxima concentración de oxígeno disuelto se registró en el nivel superficial de B6 con 9,08 mg/L (Figura EMQ-8).

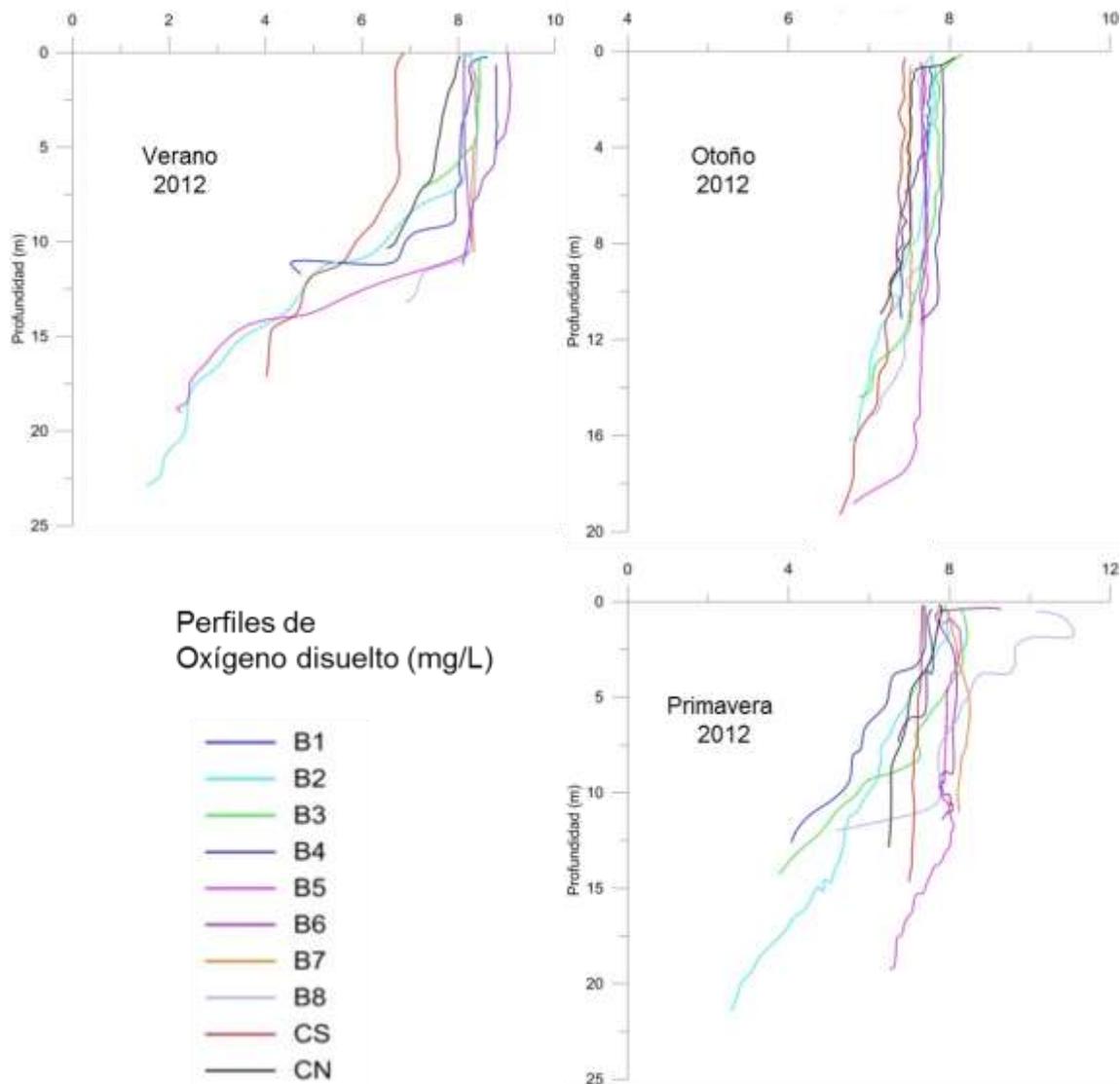
- Otoño 2012

Conforme a los resultados obtenidos, la concentración de oxígeno disuelto durante la época de otoño mostró, en la mayoría de las estaciones evaluadas, una columna de agua homogénea entre superficie y fondo, sin apreciarse gradientes u oxiclinas (Figura EMQ-8).

- Primavera 2012

En primavera los valores de oxígeno disuelto en la columna de agua registraron concentraciones alrededor de 8 mg/L. La mayoría de las estaciones indicaron condiciones de mezcla para esta variable hasta 10 m de profundidad. Las mínimas concentraciones se observaron en las estaciones profundas, llegando a 2,6 mg/L en la estación B2 a 21 m de profundidad (Figura EMQ-8).

Figura EMQ-8: Perfiles de oxígeno disuelto (mg/L) durante las campañas de 2012



- Invierno 2014

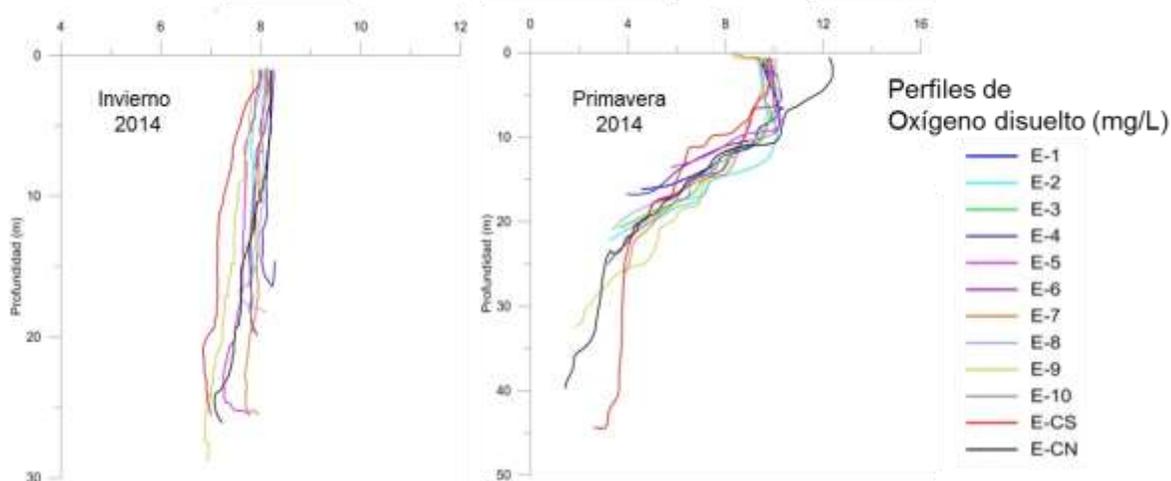
Las concentraciones de oxígeno disuelto en la columna de agua se mostraron homogéneas. Estas exhibieron concentraciones superficiales entre 7,8 y 8,4 mg/L, las cuales disminuyeron levemente a medida que la profundidad aumentó. Las estaciones E-9 y E-CS registraron los

menores niveles de oxígeno disuelto, alrededor de los 7 mg/L entre los 20 y 30 metros de profundidad (Figura EMQ-9).

- Primavera 2014

En general en todas las estaciones de muestreo las concentraciones de oxígeno disuelto en la columna de agua registraron concentraciones alrededor de los 9 mg/L, entre la superficie y 7 metros de profundidad. A medida que la profundidad aumentó, la concentración de oxígeno disminuyó paulatinamente en todas las estaciones hasta alcanzar niveles bajo los 4 mg/L (Figura EMQ-9).

Figura EMQ-9: Perfiles de oxígeno disuelto (mg/L) durante las campañas de 2014



- Verano 2015

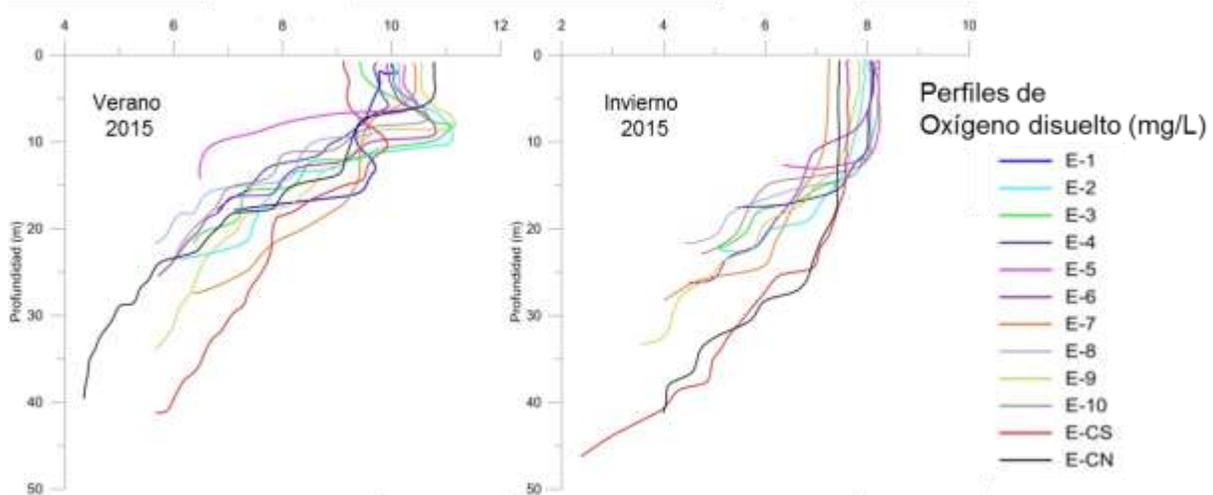
Las concentraciones de oxígeno disuelto en todas las estaciones mostraron en los primeros metros de la columna de agua concentraciones cercanas a los 10 mg/l, luego entre los 6 y 10 metros se observó un aumento de la concentración del oxígeno. A medida que se incrementó la profundidad, la concentración de oxígeno disminuyó paulatinamente llegando alrededor de 6 mg/L en la capa de fondo. Casos especiales se observaron en las estaciones controles, evidenciando en los primeros metros de la columna de agua diferencias importantes. En E-CS, entre los 0 y 5 metros se mantuvo la concentración de oxígeno alrededor de los 9 mg/L, bajo los 10 metros de profundidad se observó que el máximo no superó los 10 mg/L y a partir de ahí, el oxígeno descendió paulatinamente llegando a los 6 mg/L a los 40 metros. Mientras que la E-CN el máximo se mantuvo casi en 11 mg/L en los primeros metros y luego descendió gradualmente hasta llegar a 4,8 mg/L a los 40 metros de profundidad (Figura EMQ-10).

• Invierno 2015

Los niveles de oxígeno disuelto en todas las estaciones exhibieron en los primeros metros de la columna de agua valores alrededor de los 8 mg/l, luego a una profundidad de 10 metros se observó la existencia de oxiclina con una disminución paulatina de concentraciones de oxígeno hasta llegar a las capas de fondo (4 mg/L). Todas las estaciones al interior del área de influencia se comportaron de la misma forma en los primeros 10 metros de la columna de

agua. Bajo los 10 metros, se observó que en la bahía hubo una menor concentración de oxígeno, que en las estaciones controles. Además las oxiclinas en la estaciones controles se manifiesta a los 17 metros de profundidad (Figura EMQ-10).

Figura EMQ-10: Perfiles de oxígeno disuelto (mg/L) durante las campañas de 2015



- Síntesis de resultados de la columna de agua

La zona costera del centro de Chile se caracteriza por la presencia de dos masas de agua, la masa Subantártica que se encuentra en la capa superficial y la masa Ecuatorial Subsuperficial ubicada a mayor profundidad (Avaria *et al.*, 1989). Estas masas de agua se ven influenciadas por las variaciones estacionales mostrando cambios en la estructura la columna de agua. En términos de la temperatura, la columna de agua se comporta del siguiente modo: en primavera y verano se produce una leve estratificación de la columna de agua por la formación de gradientes estacionales, en otoño estos gradientes se debilitan para desaparecer en invierno, permitiendo la homogenización de la columna de agua y la presencia de una capa de mezcla. En general, la salinidad es relativamente estable (34,0 a 35,0 psu), y la columna de agua presenta un alto contenido de oxígeno disuelto (3 a 7 mg/L) (Avaria *et al.*, 1989).

La temperatura evidenció en verano 2015 un máximo de 18,5 °C en superficie, y en general alrededor de los 10 m profundidad se apreciaron gradientes térmicos por las características de la época veraniega y el ingreso de aguas cálidas la zona. En todas las campañas de otoño la columna de agua se comportó homogénea al igual que en invierno, la cual tuvo un estrecho margen de variación de 0,5 °C. En primavera (2012 y 2014) se reportó una mayor estratificación térmica, registrando gradientes térmicos entre los 3 y 9 metros de profundidad.

La salinidad presentó poca variación entre las distintas estaciones oscilando aproximadamente entre 34 a 35 psu, lo cual es normal para la zona central de Chile (Sievers y Vega, 2000). Cabe destacar que no hay aporte de agua dulce a la bahía Conchalí. Las sutiles variaciones en la salinidad probablemente se deben a las condiciones hidrodinámicas locales.

Los niveles de oxígeno en general se mantuvieron normales para la zona central de Chile que van desde 3 a 7 mg/L (Sievers y Vega, 2000), en todas las épocas del año, con mayor oxigenación en los primeros metros de la columna de agua (9 a 10 mg/L) que en el fondo. En verano se observaron gradientes en los primeros 5 metros de profundidad, en invierno y otoño hubo poca variación en la columna de agua y en primavera se observó claramente mayores niveles de oxígeno disuelto en la superficie que el fondo. Algo distinto se observó en invierno 2015 donde se evidenció una oxiclina bajo los 10 metros en todas las estaciones

7.1.4.2.2 Calidad de Agua

- *Antecedentes sobre Normas de Calidad de Agua*

En Chile existe la norma primaria de calidad de agua D.S. N° 144/08, publicada en el Diario Oficial el 7 de abril de 2009, la cual establece los límites de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación, con la cual se contrastarán los resultados de la línea de base (Tabla EMQ-2).

Tabla EMQ-2: Norma primaria calidad de agua. D.S. N° 144/2008

| Compuestos o elementos | Unidad | Percentil | Valor máximo permitido |
|------------------------|--------------|-----------|------------------------|
| Color | Escala Pt-Co | 80 | 100 |
| pH | Unidad de pH | 95 | 6,0 – 8,5* |
| Cianuro | mg/L | 95 | 0,77 |
| Arsénico | mg/L | 95 | 0,11 |
| Cadmio | mg/L | 95 | 0,033 |
| Cromo | mg/L | 95 | 0,55 |
| Mercurio | mg/L | 95 | 0,011 |
| Plomo | mg/L | 95 | 0,11 |
| Coliformes Fecales | NMP/100mL | 100 | 1000 |

(*): pH expresado en términos de valor mínimo y máximo

Por otra parte, en el documento “Guía para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas” (CONAMA, 2005), que tiene por objetivo proteger, conservar, recuperar o preservar la calidad de las aguas marinas, se clasifica la calidad de las aguas según los elementos o compuesto que contenga. Esta guía se tomó como referencia para determinar la calidad de agua de los elementos o componentes que no están indicados en la norma primaria de calidad de agua. En la Tabla EMQ-3 se entregan los rangos de los elementos o compuestos considerados en la guía para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas.

Tabla EMQ-3: Guía para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas marinas

| Analitos | Unidad | Expresión | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
|------------------------|------------|------------------|---------|------------|---------|
| Sólidos suspendidos | mg/L | SS | < 25 | 25 –80 | 80-400 |
| Aceites y Grasas emul. | mg/L | A y G | 5 | 5 | 10 |
| Detergentes | mg/L | SAAM | < 0,2 | 0,2 – 1 | 01-oct |
| Coliformes fecales | NMP/100 mL | Coli.fec./100 mL | < 2 | < 43 | < 1.000 |
| Coliformes totales | NMP/100 mL | Coli.tot./100 mL | < 70 | 70 – 1.000 | < 1.000 |

| Analitos | Unidad | Expresión | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
|---------------------------------|--------|-----------|-----------|-----------------|--------------|
| pH | unidad | pH | 7,5 – 8,5 | 6,5 – 9,5 | 6,0 – 9,5 |
| Fluoruro ¹ | mg/L | F- | < 0,0369 | 0,0369-0,0443 | 0,0443-2,3 |
| Sulfuro | mg/L | S2- | < 0,002 | 0,002- 0,005 | 0,005- 0,01 |
| Fenoles | mg/L | Fenoles | < 0,001 | 0,001 - 0,01 | 0,01 – 1 |
| Hidrocarburos totales | mg/L | HCT | < 0,02 | 0,02 – 0,05 | 0,05 – 1 |
| Hidroc. Aromáticos Policíclicos | mg/L | HAP | < 0,0002 | < 0,0002 | 0,0002-0,001 |
| Aluminio | mg/L | Al | < 0,2 | 0,2 - 1,5 | 1,5 |
| Arsénico | mg/L | As | < 0,01 | 0,01 - 0,05 | 0,05 |
| Cadmio | mg/L | Cd | < 0,005 | 0,005 - 0,01 | 0,01 |
| Cobre | mg/L | Cu | < 0,01 | 0,01 - 0,05 | 0,05 |
| Cromo total | mg/L | Cr total | < 0,01 | 0,01 - 0,05 | 0,05 - 0,1 |
| Mercurio | mg/L | Hg | < 0,0002 | 0,0002 - 0,0005 | 0,0005 |
| Níquel | mg/L | Ni | < 0,002 | 0,002 - 0,1 | 0,1 |
| Plomo | mg/L | Pb | < 0,003 | 0,003 - 0,05 | 0,05 |
| Selenio | mg/L | Se | < 0,005 | 0,005 - 0,01 | 0,01 |
| Estaño | mg/L | Sn | < 0,02 | 0,02 - 0,1 | 0,1 |
| Zinc | mg/L | Zn | < 0,03 | 0,03 - 0,1 | 0,1 |

1: El valor se establece en función de la salinidad del agua, medida como psu.

Clase 1: Muy buena calidad. Indica agua apta para la conservación de comunidades acuáticas, para la desalinización de agua para consumo humano y demás usos definidos, cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta Clase.

Clase 2: Buena calidad. Indica un agua apta para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas y para los usos comprendidos en la Clase 3.

Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.

- *Materiales y Métodos*

En todas las campañas efectuadas (2012, 2014 y 2015) se aplicó la misma metodología, con la única diferencia que en las campañas del 2012 se realizaron 10 estaciones de muestreo, mientras que en las campañas efectuadas el 2014 y 2015 se tomaron muestras en 12 estaciones (Figura EMQ-1). La metodología consistió en la toma de muestras en dos niveles de profundidad: superficie (S) y fondo (F) (aproximadamente a 0,5 metros del fondo). Las muestras de superficie fueron recolectadas directamente con los envases esterilizados provenientes del laboratorio analítico acreditado ALS, cuyos resultados para las campañas del año 2012 se expresaron en µg/L y para las campañas 2014-2015 se expresaron en mg/L de acuerdo a los informes de laboratorio. Para estos efectos, el envase fue introducido en el agua y una vez sumergido se procedió a llenarse. En aquellos puntos definidos como de fondo, la toma de muestras se realizó con una botella oceanográfica marca General Oceanics modelo Niskin de 5 litros de capacidad y recubierta en teflón (lo que evita interferencias en los análisis de metales). Las muestras fueron rotuladas y despachadas en condiciones de refrigeración, y entregadas en laboratorio analítico antes de 24 horas desde su recolección junto a sus respectivas cadenas de custodia. El Anexo EM-2 contiene copias de los certificados de análisis provistos por el laboratorio. La Tabla EMQ-4 entrega en detalle de los parámetros analizados en cada una de las campañas identificadas en los párrafos precedentes.

Tabla EMQ-4: Analitos evaluados en cada campaña realizadas el 2012, 2014 y 2015

| Parámetros | Analitos | 2012 | | | | 2014 | | | 2015 | |
|----------------------------|-----------------------------|--------|-------|----------|-----------|-------|----------|-----------|--------|----------|
| | | Verano | Otoño | Invierno | Primavera | Otoño | Invierno | Primavera | Verano | Invierno |
| Parámetros Físico-Químicos | Sólidos sedimentables | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Sólidos suspendidos totales | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Aceites & grasas | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Detergentes (SAAM) | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Parámetros Microbiológicos | Coliformes fecales | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Coliformes totales | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Parámetros Inorgánicos | Fluoruro | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Sulfato | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Sulfuro | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Fósforo reactivo | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Fósforo total | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Nitrógeno Kjeldhal | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Nitrógeno total | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Nitrito | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Nitrato | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Compuestos Orgánicos | Silicato | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Fenoles | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Hidroc. Volátiles | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Hidroc. Fijos | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | C. O. T. | X | X | X | X | | X | X | X | X |
| | Hidroc. Totales | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Hidroc. Aro. policíclicos * | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Metales | Trihalometanos ** | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Metales disueltos *** | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Metales totales **** | | | | | X | X | | X | X |

C.O.T.: Carbono Orgánico Total
 *: los Hidrocarburos aromáticos policíclicos incluyen los siguientes parámetros individuales: acenafteno, acenaftileno, acridina, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(ah)antraceno, fenantreno, fluorantreno, fluoreno, indeno(123-cd)pireno, naftaleno, pireno, quinolina.
 **: los Trihalometanos incluyen los siguientes parámetros individuales: bromodiclorometano, dibromoclorometano, tetraclorometano, tribromometano, triclorometano, trihalometano total
 ***: los metales disueltos incluyen Aluminio (Al), Arsénico (As), Boro (B), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Hierro (Fe), Mercurio (Hg), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Selenio (Se), Estaño (Sn), Estroncio (Sr), Vanadio (V), Zinc (Zn), Plata (Ag), Bario (Ba), Berilio (Be), Bismuto (Bi), Calcio (Ca), Cesio (Cs), Galio (Ga), Potasio (K), Litio (Li), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Fósforo (P), Renio (Re), Rubidio (Rb), Antimonio (Sb), Silíce (Si), Telurio (Te), Torio (Th), Talio (Tl), Titanio (Ti), Urano (U), Wolframio (W), Itrio (Y), Circonio (Zr).
 ****: los metales totales incluyen los metales totales incluyen Plata (Ag), Aluminio (Al), Arsénico (As), Boro (B), Bario (Ba), Berilio (Be), Bismuto (Bi), Calcio (Ca), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Mercurio (Hg), Potasio (K), Litio (Li), Magnesio (Mg), Molibdeno (Mo), Sodio (Na), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Antimonio (Sb), Selenio (Se), Silíce (Si), Estaño (Sn), Estroncio (Sr), Titanio (Ti), Talio (Tl), Vanadio (V), Circonio (Zr).

- *Resultados*

Los resultados de cada una de las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015 se entregan tabulados para las concentraciones de cada analito analizado. En las estaciones que presentaron alguna concentración bajo el límite de detección, siguiendo las metodologías propuestas por el laboratorio analítico, se incorporó dicho valor en la tabla.

Verano 2012

En la Tabla EMQ-5, Tabla EMQ-6, Tabla EMQ-7, Tabla EMQ-8 y Tabla EMQ-9, se entrega en detalle las concentraciones de los parámetros evaluados para determinar la calidad del agua de mar en el área del proyecto, a nivel superficial y fondo de la columna de agua.

Conforme a la Tabla EMQ-5, los sólidos sedimentables presentaron niveles inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,1 mg/L hr), al igual que los niveles de aceites & grasas (<2 mg/L) y detergentes (SAAM; <0,01 mg/L). Una condición similar se registró también para los sólidos suspendidos totales en la gran mayoría de las estaciones y profundidades, sin embargo, se obtuvieron niveles cuantificables solamente en algunas estaciones en la bahía, con máximo de 38,5 mg/L en B1-S. La calidad microbiológica del cuerpo de agua marino mostró niveles preferentemente inferiores al límite de detección de la metodología empleada (1,8 NMP/100ml), con niveles cuantificables de coliformes fecales y totales en B9-S (1,9 NMP/100ml) y algunas estaciones de fondo (B2, B5, B6 y B8), donde en B8-F se registró la máxima concentración de 33 NMP/100 ml de coliformes fecales y totales, valores inferiores a la norma primaria de calidad del aguas.

Respecto de los parámetros inorgánicos (Tabla EMQ-6), los siguientes analitos presentaron niveles inferiores al límite de detección de la respectiva metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas: sulfuro (<0,01 mg/L), fósforo reactivo (<0,1 mg/L), fósforo total <0,5 mg/L), nitrógeno Kjeldahl y total (<0,5 mg/L). El fluoruro registró concentraciones homogéneas entre estaciones y profundidades evaluadas fluctuando entre 0,74 mg/L y 0,86 mg/L en las estaciones B5-S y B2-S, respectivamente, pero sin un patrón claro de variabilidad vertical entre superficie y fondo. El sulfato registró niveles importantes de variabilidad, fluctuando entre 2.022 mg/L y 3.223 mg/L en B3-F y B5-F, respectivamente; el nitrito presentó niveles homogéneos entre estaciones, con concentraciones que fluctuaron entre <0,01 mg/L (límite de detección de la metodología empleada) y 0,02 mg/L. En cuanto al nitrato, también se obtuvieron niveles homogéneos fluctuando entre 0,28 mg/L (CS-F) y 0,43 mg/L (B2-F y B5-F). Respecto del silicato, los valores fluctuaron entre 1 mg/L y 2 mg/L.

Respecto de los parámetros orgánicos evaluados (Tabla EMQ-7), los siguientes analitos presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas: fenoles (<0,001 mg/L), hidrocarburos volátiles (<0,5 mg/L), hidrocarburos fijos (<2 mg/L), hidrocarburos totales (<2mg/L), hidrocarburos aromáticos policíclicos (<0,0001 mg/L) y trihalometanos (<0,002 mg/L). El único parámetro que presentó niveles cuantificables fue el C.O.T. (carbono orgánico total) que varió entre 0,828 mg/L (B9-F) y 1,270 mg/L (B8-S), sin apreciarse una tendencia clara de variabilidad vertical en estas concentraciones a través de la columna de agua.

En cuanto a la fracción disuelta de los metales analizados (Tabla EMQ-8), los siguientes analitos registraron concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología aplicada en todas las estaciones y profundidades analizadas: aluminio (<5 µg/L), arsénico

(<4 µg/L y <2 µg/L), cobalto (<0,05 µg/L), cromo (0,5 µg/L), mercurio (<0,01 µg/L), plomo (0,3 µg/L) y selenio (2 µg/L). Respecto de aquellos metales que registraron niveles cuantificables, el boro mostró valores homogéneos y fluctuando entre 5,41 (B6-S) y 5,89 µg/L (B3-S); el cadmio fluctuó entre el límite de detección de la metodología empleada (<0,005 µg/L; B1-S) y 0,12 µg/L en el nivel superficial de B8; el cobre y el hierro registraron niveles preferentemente inferiores al límite de detección de las respectivas metodologías empleadas (<0,5 µg/L y 10 µg/L, respectivamente) en la gran mayoría de puntos evaluados, el Cu registró un nivel máximo de 1,1 µg/L en el nivel fondo de B7, y el Fe un máximo de 16,5 µg/L en B2-F. Una condición similar se registró para el elemento níquel, que solo mostró niveles cuantificables en la estación CS-S y en ambas profundidades evaluadas de la estación control norte donde se registró un máximo de 0,57 µg/L en el nivel superficial de esta estación; el manganeso (Mn) fluctuó entre 0,28 µg/L (B2-F y B9-S) y 0,67 µg/L en (B7-F) y el molibdeno (Mo) varió entre 11,7 µg/L y 12,75 µg/L en B6-F y B4-S, respectivamente. Finalmente, el estroncio (Sr), vanadio (V) y zinc (Zn) registraron niveles homogéneos entre estaciones evaluadas con máximos de 8,51 µg/L (B5-F), 1,98 µg/L (B2-S) y 14,05 µg/L (B8-S), respectivamente (Tabla EMQ-8). Respecto de la variabilidad vertical de estos metales disueltos en agua de mar, ninguno de ellos evidenció un patrón claro de variación, registrándose indistintamente concentraciones mayores y/o menores en el nivel superficial y fondo de la columna de agua.

Respecto del resto de metales evaluados en este estudio (Tabla EMQ-9) y que comúnmente registran menores referencias en estudios de línea de base marina que acompañan estudios de impacto ambiental, se observa que la plata (Ag), berilio (Be), bismuto (Bi), cesio (Cs), galio (Ga), fósforo (P), renio (Re), antimonio (Sb), sílice (Si), telurio (Te), torio (Th), titanio (Ti), talio (Tl), wolframio (W), itrio (Y) y circonio (Zr) registraron concentraciones inferiores al límite de detección de las respectivas metodologías empleadas. Por su parte, el litio (Li), sodio (Na), magnesio (Mg), potasio (K), calcio (Ca), rubidio (Ru), bario (Ba) y uranio (U) presentaron niveles cuantificables que variaron en el mismo rango de concentraciones esperables para el agua de mar.

Tabla EMQ-5: Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos. Campaña verano, 2012

| | Físico-químicos | | | | Microbiológicos | |
|----------|-----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Sólidos sedimentables | Sólidos suspendidos totales | Aceites & grasas | Detergentes (SAAM) | Coliformes fecales | Coliformes totales |
| Estación | ml/L hr | mg/L | mg/L | mg/L | NMP/100 mL | NMP/100 mL |
| B1-S | <0,1 | 38,5 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B1-F | <0,1 | 22,5 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B2-S | <0,1 | 36 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B2-F | <0,1 | 31,5 | <2 | <0,01 | 1,9 | 3,2 |
| B3-S | <0,1 | 16 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B3-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B4-S | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B4-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B5-S | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B5-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | 2 | 2 |
| B6-S | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B6-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | 2 | 2 |
| B7-S | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B7-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | 2 |

| | Físico-químicos | | | | Microbiológicos | |
|-------------|-----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Sólidos sedimentables | Sólidos suspendidos totales | Aceites & grasas | Detergentes (SAAM) | Coliformes fecales | Coliformes totales |
| B8-S | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B8-F | <0,1 | 13,5 | <2 | <0,01 | 33 | 33 |
| B9-S | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | 1,9 | 1,9 |
| B9-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| CN-S | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| CN-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-6: Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña verano, 2012

| Estación | Parámetros Inorgánicos | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------|---------|---------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|---------|---------|----------|
| | Fluoruro | Sulfato | Sulfuro | Fósforo reactivo | Fósforo total | Nitrógeno Kjeldahl | Nitrógeno total | Nitrito | Nitrato | Silicato |
| B1-S | 0,82 | 2884 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,37 | 1 |
| B1-F | 0,81 | 2664 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,4 | 1 |
| B2-S | 0,86 | 2894 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,37 | 1 |
| B2-F | 0,81 | 2874 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,43 | 1,5 |
| B3-S | 0,82 | 2894 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,38 | 1,5 |
| B3-F | 0,83 | 2022 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,37 | 1 |
| B4-S | 0,79 | 2580 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,35 | 1 |
| B4-F | 0,8 | 2879 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,35 | 1 |
| B5-S | 0,74 | 2932 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,36 | 1 |
| B5-F | 0,81 | 3223 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,43 | 1 |
| B6-S | 0,77 | 3028 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,37 | 2 |
| B6-F | 0,8 | 3120 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,41 | 1,5 |
| B7-S | 0,78 | 2972 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,37 | 1,5 |
| B7-F | 0,77 | 3065 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,37 | 1 |
| B8-S | 0,79 | 2784 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,37 | 1 |
| B8-F | 0,78 | 2961,5 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,39 | 1 |
| B9-S | 0,79 | 2894 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,29 | 1 |
| B9-F | 0,79 | 2928 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,3 | 1 |
| CN-S | 0,82 | 2735,5 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,31 | 1 |
| CN-F | 0,78 | 2739,5 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,28 | 1 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-7: Calidad de agua. Concentración de compuestos orgánicos. Campaña verano, 2012

| Compuestos Orgánicos | | | | | | | |
|----------------------|---------|-------------------|---------------|----------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| | Fenoles | Hidroc. Volátiles | Hidroc. Fijos | C. O. T. | Hidroc. Totales | Hidroc. Aromáticos policíclicos* | Trihalometanos ** |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| B1-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 1,028 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B1-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,998 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B2-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,970 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B2-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,835 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B3-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,883 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B3-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,893 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B4-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,929 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B4-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,922 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B5-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,927 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B5-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,853 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B6-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,978 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B6-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 1,050 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B7-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 1,016 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B7-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 1,245 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B8-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 1,270 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B8-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,919 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B9-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,834 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B9-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,828 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| CN-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,928 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| CN-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,898 | <2 | <0,0001 | <0,002 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

*: Los Hidrocarburos aromáticos policíclicos incluyen los siguientes parámetros individuales: acenafteno, acenaftileno, acridina, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(ah)antraceno, fenantreno, fluorantreno, fluoreno, indeno(123-cd)pireno, naftaleno, pireno, quinolina.

** : Los Trihalometanos incluyen los siguientes parámetros individuales: bromodiclorometano, dibromoclorometano, tetraclorometano, tribromometano, triclorometano, trihalometano total.

C.O.T.: Carbono Orgánico Total.

Tabla EMQ-8: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña verano, 2012

| Estación | Al | As | B | Cd | Co | Cu | Cr | Fe | Hg | Mn | Mo | Ni | Pb | Se | Sn | Sr | V | Zn |
|----------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| B1-S | <5 | <4 | 5,46 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,49 | 11,9 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,73 | 1,94 | 10,35 |
| B1-F | <5 | <4 | 5,6 | 0,06 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,39 | 12,35 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 8,01 | 1,95 | 10,75 |
| B2-S | <5 | <4 | 5,66 | 0,05 | <0,05 | 0,53 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,41 | 12,4 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 8,28 | 1,98 | 9,60 |
| B2-F | <5 | <2 | 5,55 | 0,06 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | 16,5 | <0,01 | 0,28 | 12,2 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,55 | 1,97 | 10,75 |
| B3-S | <5 | <2 | 5,89 | 0,09 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,45 | 12,55 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,48 | 1,93 | 9,15 |
| B3-F | <5 | <4 | 5,6 | 0,09 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,53 | 11,9 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,56 | 1,91 | 10,70 |
| B4-S | <5 | <2 | 5,57 | 0,07 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,49 | 12,75 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,63 | 1,93 | 10,70 |
| B4-F | <5 | <4 | 5,52 | 0,06 | <0,05 | <0,5 | <0,6 | <10 | <0,01 | 0,44 | 12 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,73 | 1,95 | 9,80 |
| B5-S | <5 | <2 | 5,55 | 0,08 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,38 | 11,95 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 8,24 | 1,95 | 9,60 |
| B5-F | <5 | <2 | 5,7 | 0,08 | <0,05 | <0,5 | <2 | <10 | <0,01 | 0,38 | 12,35 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 8,51 | 1,91 | 11,20 |
| B6-S | <5 | <2 | 5,41 | 0,06 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,62 | 11,95 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 8,47 | 1,91 | 12,10 |
| B6-F | <5 | <2 | 5,53 | 0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,37 | 11,7 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,90 | 1,87 | 11,90 |
| B7-S | <5 | <2 | 5,43 | 0,08 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,67 | 12,05 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,81 | 1,91 | 10,65 |
| B7-F | <5 | <4 | 5,59 | 0,08 | <0,05 | 1,1 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,6 | 11,75 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,68 | 1,92 | 11,65 |
| B8-S | <5 | <2 | 5,62 | 0,12 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,53 | 12,15 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,74 | 1,94 | 14,05 |
| B8-F | <5 | <4 | 5,6 | 0,09 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,56 | 12,65 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,56 | 1,96 | 9,65 |
| B9-S | <5 | <4 | 5,51 | 0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,28 | 12,25 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,60 | 1,84 | 9,65 |
| B9-F | <5 | <4 | 5,61 | 0,07 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | 12,5 | <0,01 | 0,43 | 12,25 | 0,53 | <0,3 | <2 | <1 | 7,53 | 1,87 | 11,60 |
| CN-S | <5 | <4 | 5,69 | 0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | 12,5 | <0,01 | 0,42 | 12,4 | 0,57 | <0,3 | <2 | <1 | 7,61 | 1,88 | 11,30 |
| CN-F | <5 | <4 | 5,44 | 0,07 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | 12,5 | <0,01 | 0,4 | 12,15 | 0,51 | <0,3 | <2 | <1 | 7,45 | 1,80 | 11,25 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-9: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña verano 2012

| | Ag | Ba | Be | Bi | Ca | Cs | Ga | K | Li | Mg | Na | P | Re | Ru | Sb | Si | Te | Th | Ti | TI | U | W | Y | Zr |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|------|------|-------|------|--------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Estación | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| B1-S | <0,1 | 6,4 | <0,5 | <0,5 | 398 | <0,5 | <0,5 | 398 | 208 | 1.300 | 11.050 | <1,0 | <0,5 | 119 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,24 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B1-F | <0,1 | 6,35 | <0,5 | <0,5 | 411 | <0,5 | <0,5 | 411 | 214,5 | 1.305 | 11.450 | <1,0 | <0,5 | 122,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,26 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B2-S | <0,1 | 6,5 | <0,5 | <0,5 | 424 | <0,5 | <0,5 | 426 | 208 | 1.370 | 11.800 | <1,0 | <0,5 | 121 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,18 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B2-F | <0,1 | 6,35 | <0,5 | <0,5 | 409 | <0,5 | <0,5 | 397 | 211,5 | 1.330 | 10.800 | <1,0 | <0,5 | 121 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,19 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B3-S | <0,1 | 6,45 | <0,5 | <0,5 | 407 | <0,5 | <0,5 | 396 | 217 | 1.345 | 10.700 | <1,0 | <0,5 | 123,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,15 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B3-F | <0,1 | 6,4 | <0,5 | <0,5 | 411 | <0,5 | <0,5 | 398 | 203,5 | 1.355 | 10.800 | <1,0 | <0,5 | 117,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,08 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B4-S | <0,1 | 6,25 | <0,5 | <0,5 | 416 | <0,5 | <0,5 | 403 | 208 | 1.360 | 10.900 | <1,0 | <0,5 | 121,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,14 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B4-F | <0,1 | 6,1 | <0,5 | <0,5 | 408 | <0,5 | <0,5 | 402 | 207 | 1.345 | 11.000 | <1,0 | <0,5 | 122,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,17 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B5-S | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 448 | <0,5 | <0,5 | 433 | 208 | 1.450 | 11.750 | <1,0 | <0,5 | 121,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 2,95 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B5-F | <0,1 | 6,6 | <0,5 | <0,5 | 460 | <0,5 | <0,5 | 444 | 215,5 | 1.400 | 12.050 | <1,0 | <0,5 | 124,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,13 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B6-S | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 442 | <0,5 | <0,5 | 441 | 197 | 1.430 | 11.950 | <1,0 | <0,5 | 117,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 2,97 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B6-F | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 413 | <0,5 | <0,5 | 399 | 204 | 1.320 | 10.900 | <1,0 | <0,5 | 118,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,1 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B7-S | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 399 | <0,5 | <0,5 | 398 | 198,5 | 1.310 | 11.200 | <1,0 | <0,5 | 117 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,08 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B7-F | <0,1 | 6,35 | <0,5 | <0,5 | 393 | <0,5 | <0,5 | 394 | 205 | 1.280 | 11.050 | <1,0 | <0,5 | 121,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,11 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B8-S | <0,1 | 6,25 | <0,5 | <0,5 | 396 | <0,5 | <0,5 | 394 | 209,5 | 1.305 | 11.100 | <1,0 | <0,5 | 120,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,11 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B8-F | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 389 | <0,5 | <0,5 | 388 | 208,5 | 1.290 | 10.850 | <1,0 | <0,5 | 122 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,05 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B9-S | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 414 | <0,5 | <0,5 | 386 | 210 | 1.310 | 10.800 | <1,0 | <0,5 | 121 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,04 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B9-F | <0,1 | 6,1 | <0,5 | <0,5 | 412 | <0,5 | <0,5 | 386 | 204,5 | 1.295 | 10.700 | <1,0 | <0,5 | 121 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,07 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| CN-S | <0,1 | 6,25 | <0,5 | <0,5 | 414 | <0,5 | <0,5 | 390 | 208 | 1.320 | 10.800 | <1,0 | <0,5 | 122,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,14 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| CN-F | <0,1 | 6,1 | <0,5 | <0,5 | 409 | <0,5 | <0,5 | 383 | 197,5 | 1.275 | 10.550 | <1,0 | <0,5 | 118 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,08 | <1 | <0,5 | <0,5 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Otoño 2012

En las Tabla EMQ-10, Tabla EMQ-11, Tabla EMQ-12, Tabla EMQ-13 y Tabla EMQ-14, se entrega en detalle las concentraciones de los parámetros evaluados para determinar la calidad del agua de mar en el área del proyecto, a nivel superficial y fondo de la columna de agua.

Conforme a la Tabla EMQ-10, los sólidos sedimentables, aceites & grasas y detergentes (SAAM) presentaron niveles inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades analizadas. Situación similar se registró para los sólidos suspendidos totales que presentaron concentraciones en torno al límite de detección (<3 mg/L) obteniéndose un registro máximo de 4,5 mg/L en B3-F y B9-F, respectivamente. La calidad microbiológica del cuerpo de agua marino mostró niveles preferentemente inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<1,8 NMP/100ml), con niveles cuantificables de coliformes en B8-S y B8-F con 3 y 1,9 NMP/100 ml, respectivamente, y en B6-F y B8-S ambos con 3,5 NMP/100 ml, que corresponde a la máxima concentración medida en esta campaña de otoño.

Respecto de los parámetros inorgánicos medidos en esta campaña de otoño (Tabla EMQ-11), los siguientes analitos presentaron niveles inferiores o cercanos al límite de detección de la respectiva metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas: sulfuro (<0,01 mg/L), fósforo reactivo (<0,01 mg/L), fósforo total (<0,1 mg/L), nitrógeno Kjeldahl y total (<0,5 mg/L) y silicatos (<1 mg/L). El fluoruro registró concentraciones homogéneas entre estaciones y profundidades evaluadas fluctuando entre 0,90 mg/L en las estaciones B2-S y CN-S y 0,99 mg/L en B6-F; el sulfato registró niveles importantes de variabilidad, fluctuando entre 2.809,5 mg/L y 3.260 mg/L en B3-F y B6-F, respectivamente; el nitrito presentó niveles menores y homogéneos entre estaciones, con concentraciones que fluctuaron entre <0,01 mg/L (límite de detección de la metodología empleada) y 0,05 mg/L, en cuanto al nitrato se registraron niveles que fluctuaron entre 0,13 mg/L (CN-S) y 0,48 mg/L (B2-S).

Respecto de los parámetros orgánicos evaluados (Tabla EMQ-12), los siguientes analitos presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas: fenoles (<0,001 mg/L), hidrocarburos volátiles (<0,5 mg/L), hidrocarburos fijos (<2 mg/L), hidrocarburos totales (<2mg/L), hidrocarburos aromáticos policíclicos (<0,0001 mg/L), y trihalometanos (<0,002 mg/L). El único parámetro que presentó niveles cuantificables fue el C.O.T. (carbono orgánico total) que varió entre <0,5 mg/L en varias estaciones y profundidades analizadas y 1,065 mg/L en B4-S, sin apreciarse una tendencia clara de variabilidad vertical en estas concentraciones a través de la columna de agua.

En cuanto a la fracción disuelta de los metales analizados (Tabla EMQ-13), los siguientes analitos registraron niveles o concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología aplicada en todas las estaciones y profundidades analizadas: arsénico (<3 µg/L y <2 µg/L), cobalto (<0,05 µg/L), selenio (2 µg/L) y estaño (<1 µg/L). Respecto de aquellos metales que registraron niveles cuantificables, el aluminio, cobre, cromo, hierro, mercurio, níquel y plomo presentaron concentraciones preferentemente bajo el límite de detección de la respectiva metodología empleada, en el caso del aluminio, cromo total y plomo la concentración máxima se registró en B3-S con 10,75 µg/L, 0,72 g/L y 0,52 µg/L, respectivamente. En cuanto al cobre, en B7-S registró el valor máximo de 9,3 µg/L, el hierro

presentó un nivel máximo en B9-S CS con 29,5 µg/L; el mercurio presentó un registro máximo levemente superior al límite de detección (<0,01 µg/L), el níquel solo registró un nivel cuantificable en la totalidad de puntos y profundidad analizadas.

Respecto de aquellos metales que registraron niveles cuantificables en la mayoría las estaciones y profundidades analizadas, el boro mostró niveles homogéneos con un máximo de 4,71 µg/L (B6-S), el cadmio tuvo un registro máximo en CN-S con 0,21 µg/L, el manganeso varió entre valores inferiores al límite de detección (<0,3 µg/L) y 0,85 µg/L en B2-S, el molibdeno mostró concentraciones homogéneas y fluctuando entre 11,5 µg/L (B6-F) y 12,75 en CN-S; el estroncio también mostró valores homogéneos entre puntos de muestreo variando entre 6,99 µg/L en CN-F y 8,26 µg/L en B1-S; el vanadio registró un máximo de 2,11 µg/L en B5-F, y por último el zinc varió entre 5,45 µg/L en B4-S y 10,45 µg/L (B7-S). Respecto de la variabilidad vertical de estos metales disueltos en agua de mar, ninguno de ellos evidenció un patrón claro de variación, registrándose indistintamente concentraciones mayores y/o menores en el nivel superficial y profundo de la columna de agua.

Por otro lado, se observó que el berilio (Be), bismuto (Bi), cesio (Cs), galio (Ga), fósforo (P), renio (Re), antimonio (Sb), sílice (Si), telurio (Te), torio (Th), titanio (Ti), talio (Tl), wolframio (W), itrio (Y) y circonio (Zr), registraron concentraciones inferiores al límite de detección de las respectivas metodologías empleadas (Tabla EM-14), condición similar se registró para la plata (Ag), la que solo presentó un valor cuantificable de 0,12 ug/L en B4-S. Por su parte el litio (Li), sodio (Na), magnesio (Mg), potasio (K), calcio (Ca), rubidio (Ru), bario (Ba) y uranio (U), presentaron niveles cuantificables que variaron en el mismo rango de concentraciones esperables para el agua de mar, por lo que pueden ser consideradas normales.

Tabla EMQ-10: Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos. Campaña otoño, 2012

| | Físico-químicos | | | | Microbiológicos | |
|----------|-----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Sólidos sedimentables | Sólidos suspendidos totales | Aceites & grasas | Detergentes (SAAM) | Coliformes fecales | Coliformes totales |
| Estación | ml/L hr | mg/L | mg/L | mg/L | NMF/100 mL | NMF/100 mL |
| B1-S | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B1-F | <0,1 | 4.0 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B2-S | <0,1 | 4.0 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B2-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B3-S | <0,1 | 4,5 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B3-F | <0,1 | 3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B4-S | <0,1 | 3,5 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B4-F | <0,1 | 3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B5-S | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B5-F | <0,1 | 4 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B6-S | <0,1 | 5 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B6-F | <0,1 | 3,5 | <2 | <0,01 | 3,15 | 3,15 |
| B7-S | <0,1 | 3 | <2 | <0,01 | <1,8 | 3,15 |
| B7-F | <0,1 | 3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B8-S | <0,1 | 3 | <2 | <0,01 | 3 | 3 |
| B8-F | <0,1 | 5 | <2 | <0,01 | 1,9 | 1,9 |
| B9-S | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| B9-F | <0,1 | 4,5 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |

| | Físico-químicos | | | | Microbiológicos | |
|------|-----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Sólidos sedimentables | Sólidos suspendidos totales | Aceites & grasas | Detergentes (SAAM) | Coliformes fecales | Coliformes totales |
| CN-S | <0,1 | 3 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |
| CN-F | <0,1 | 3,5 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-11: Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña otoño, 2012

| Estación | Parámetros Inorgánicos | | | | | | | | | |
|----------|------------------------|---------|---------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|---------|---------|----------|
| | Fluoruro | Sulfato | Sulfuro | Fósforo reactivo | Fósforo total | Nitrógeno Kjeldahl | Nitrógeno total | Nitrito | Nitrato | Silicato |
| B1-S | 0,91 | 2826 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,05 | 0,16 | <1,0 |
| B1-F | 0,91 | 2873 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,04 | 0,18 | <1,0 |
| B2-S | 0,9 | 2875 | <0,01 | 0,08 | <0,1 | <0,5 | 0,65 | 0,04 | 0,48 | <1,0 |
| B2-F | 0,91 | 2809,5 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,21 | <1,0 |
| B3-S | 0,91 | 2809,5 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,04 | 0,15 | <1,0 |
| B3-F | 0,91 | 2846,5 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,04 | 0,18 | <1,0 |
| B4-S | 0,94 | 3235,5 | <0,01 | <0,01 | 0,15 | <0,5 | <0,5 | 0,05 | 0,16 | <1,0 |
| B4-F | 0,99 | 3254 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,04 | 0,18 | <1,0 |
| B5-S | 0,91 | 2829,5 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,05 | 0,17 | <1,0 |
| B5-F | 0,92 | 2887,5 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,05 | 0,17 | <1,0 |
| B6-S | 0,97 | 3254 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,05 | 0,18 | <1,0 |
| B6-F | 0,94 | 3260 | <0,01 | <0,01 | 0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,04 | 0,19 | <1,0 |
| B7-S | 0,94 | 3235 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,2 | <1,0 |
| B7-F | 0,94 | 3258 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,37 | 1 |
| B8-S | 0,94 | 3231 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,19 | <1,0 |
| B8-F | 0,95 | 3251,5 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,2 | <1,0 |
| B9-S | 0,95 | 3231 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,04 | 0,17 | <1,0 |
| B9-F | 0,93 | 3255,5 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,25 | <1,0 |
| CN-S | 0,9 | 2862,5 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,13 | <1,0 |
| CN-F | 0,96 | 2914 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,04 | 0,22 | <1,0 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-12: Calidad de agua. Concentración de compuestos orgánicos. Campaña otoño, 2012

| Compuestos Orgánicos | | | | | | | |
|----------------------|---------|-------------------|---------------|----------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| | Fenoles | Hidroc. Volátiles | Hidroc. Fijos | C. O. T. | Hidroc. Totales | Hidroc. aromáticos policíclicos* | Trihalometanos ** |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| B1-S | <0,001 | <0,5 | <2 | <0,5 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B1-F | <0,001 | <0,5 | <2 | <0,5 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B2-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,618 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B2-F | <0,001 | <0,5 | <2 | <0,5 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B3-S | <0,001 | <0,5 | <2 | <0,5 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B3-F | <0,001 | <0,5 | <2 | <0,5 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B4-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 1,065 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B4-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,733 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B5-S | <0,001 | <0,5 | <2 | <0,5 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B5-F | <0,001 | <0,5 | <2 | <0,5 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B6-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,835 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B6-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,507 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B7-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,724 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B7-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 1,05 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B8-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,673 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B8-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,85 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B9-S | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,92 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| B9-F | <0,001 | <0,5 | <2 | 0,705 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| CN-S | <0,001 | <0,5 | <2 | <0,5 | <2 | <0,0001 | <0,002 |
| CN-F | <0,001 | <0,5 | <2 | <0,5 | <2 | <0,0001 | <0,002 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

*: Los Hidrocarburos aromáticos policíclicos incluyen los siguientes parámetros individuales: acenafteno, acenaftileno, acridina, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(ah)antraceno, fenantreno, fluorantreno, fluoreno, indeno(123-cd)pireno, naftaleno, pireno, quinolina.

** : Los Trihalometanos incluyen los siguientes parámetros individuales: bromodiclorometano, dibromoclorometano, tetraclorometano, tribromometano, triclorometano, trihalometano total.

C.O.T...: Carbono Orgánico Total.

Tabla EMQ-13: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña otoño, 2012

| | Al | As | B | Cd | Co | Cu | Cr | Fe | Hg | Mn | Mo | Ni | Pb | Se | Sn | Sr | V | Zn |
|----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Estación | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| B1-S | <5 | <3 | 4,71 | 0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | 0,02 | <0,30 | 12,35 | 0,76 | 0,32 | <2 | <1 | 8,26 | 1,93 | 7,3 |
| B1-F | 8 | <2 | 4,64 | 0,12 | <0,05 | 0,68 | <0,5 | 17,5 | 0,03 | 0,8 | 11,95 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,25 | 1,96 | 7,85 |
| B2-S | 7,85 | <2 | 4,51 | 0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | 0,03 | 0,85 | 12,6 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,85 | 1,88 | 5,6 |
| B2-F | 7,9 | <3 | 4,7 | 0,1 | <0,05 | 0,93 | <0,5 | 14 | 0,02 | <0,30 | 12,45 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,69 | 1,92 | 6,6 |
| B3-S | 10,75 | <2 | 4,58 | 0,11 | <0,05 | 0,85 | 0,72 | 15,5 | 0,03 | <0,45 | 12,55 | <0,5 | 0,52 | <2 | <1 | 7,24 | 1,83 | 8,3 |
| B3-F | 8,95 | <3 | 4,66 | 0,18 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | 13,5 | 0,03 | <0,30 | 12,75 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,01 | 1,98 | 7 |
| B4-S | <5 | <3 | 4,56 | 0,12 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,23 | 12,15 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,32 | 1,75 | 5,45 |
| B4-F | <5 | <3 | 4,57 | 0,2 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,29 | 12 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,18 | 1,78 | 7 |
| B5-S | 8,05 | <2 | 4,7 | 0,14 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | 0,02 | <0,30 | 12,45 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,88 | 1,93 | 6,25 |
| B5-F | 10,5 | <3 | 4,63 | 0,09 | <0,05 | 0,6 | <0,5 | 25 | 0,02 | <0,35 | 12,5 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,51 | 2,11 | 6,5 |
| B6-S | <5 | <3 | 4,59 | 0,12 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,37 | 11,6 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,26 | 1,77 | 6,65 |
| B6-F | <5 | <2 | 4,52 | 0,15 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,26 | 11,5 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,27 | 1,73 | 6,5 |
| B7-S | <5 | <3 | 4,52 | 0,18 | <0,05 | 9,3 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,26 | 11,75 | <0,5 | 0,51 | <2 | <1 | 7,43 | 1,76 | 10,45 |
| B7-F | <5 | <3 | 4,53 | 0,14 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,27 | 11,65 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,25 | 1,75 | 6,2 |
| B8-S | <5 | <3 | 4,59 | 0,17 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,45 | 11,8 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,29 | 1,8 | 6,55 |
| B8-F | <5 | <2 | 4,48 | 0,15 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,26 | 11,65 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,28 | 1,8 | 6,45 |
| B9-S | <5 | <3 | 4,51 | 0,16 | <0,05 | <0,5 | 0,67 | <10 | <0,01 | 0,23 | 12,05 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,21 | 1,78 | 7,05 |
| B9-F | <5 | <3 | 4,45 | 0,13 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 11,7 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,37 | 1,76 | 5,6 |
| CN-S | 5,6 | <3 | 4,64 | 0,21 | <0,05 | 0,74 | <0,5 | 29,5 | 0,03 | <0,30 | 12,75 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,81 | 1,89 | 6,75 |
| CN-F | 7,35 | <3 | 4,59 | 0,15 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | 11 | 0,03 | <0,40 | 12,55 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 6,99 | 1,93 | 8,35 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-14: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña otoño, 2012

| | Ag | Ba | Be | Bi | Ca | Cs | Ga | K | Li | Mg | Na | P | Re | Ru | Sb | Si | Te | Th | Ti | TI | U | W | Y | Zr |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|-------|------|--------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Estación | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| B1-S | <0,1 | 6,15 | <0,5 | <0,5 | 419 | <0,5 | <0,5 | 437 | 197 | 1345 | 11850 | <1,0 | <0,5 | 115,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,21 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B1-F | <0,1 | 6,15 | <0,5 | <0,5 | 375 | <0,5 | <0,5 | 382 | 198,5 | 1230 | 10450 | <1,0 | <0,5 | 114 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,26 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B2-S | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 403 | <0,5 | <0,5 | 414 | 192,5 | 1305 | 11350 | <1,0 | <0,5 | 113,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,23 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B2-F | <0,1 | 7,65 | <0,5 | <0,5 | 389 | <0,5 | <0,5 | 404 | 197,5 | 1295 | 10950 | <1,0 | <0,5 | 114 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,25 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B3-S | <0,1 | 6,5 | <0,5 | <0,5 | 382 | <0,5 | <0,5 | 382 | 191,5 | 1220 | 10250 | <1,0 | <0,5 | 113,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,24 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B3-F | <0,1 | 5,95 | <0,5 | <0,5 | 380 | <0,5 | <0,5 | 372 | 191,5 | 1200 | 9955 | <1,0 | <0,5 | 115,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,22 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B4-S | 0,12 | 5,95 | <0,5 | <0,5 | 401 | <0,5 | <0,5 | 387 | 173 | 1325 | 10600 | <1,0 | <0,5 | 113,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 2,99 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B4-F | <0,1 | 5,95 | <0,5 | <0,5 | 396 | <0,5 | <0,5 | 383 | 174,5 | 1320 | 10350 | <1,0 | <0,5 | 114,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,07 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B5-S | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 391 | <0,5 | <0,5 | 416 | 197,5 | 1315 | 11200 | <1,0 | <0,5 | 115 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,23 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B5-F | <0,1 | 6,1 | <0,5 | <0,5 | 391 | <0,5 | <0,5 | 398 | 198 | 1285 | 10650 | <1,0 | <0,5 | 115,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,17 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B6-S | <0,1 | 5,9 | <0,5 | <0,5 | 397 | <0,5 | <0,5 | 385 | 172 | 1320 | 10450 | <1,0 | <0,5 | 113,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | 0,052 | 3,07 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B6-F | <0,1 | 5,85 | <0,5 | <0,5 | 401 | <0,5 | <0,5 | 395 | 171 | 1330 | 10500 | <1,0 | <0,5 | 113 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,04 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B7-S | <0,1 | 5,9 | <0,5 | <0,5 | 408 | <0,5 | <0,5 | 401 | 173 | 1335 | 10650 | <1,0 | <0,5 | 113,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,01 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B7-F | <0,1 | 6 | <0,5 | <0,5 | 402 | <0,5 | <0,5 | 383 | 169,5 | 1325 | 10500 | <1,0 | <0,5 | 114 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,08 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B8-S | <0,1 | 5,85 | <0,5 | <0,5 | 400 | <0,5 | <0,5 | 390 | 173,5 | 1325 | 10500 | <1,0 | <0,5 | 112 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B8-F | <0,1 | 6,05 | <0,5 | <0,5 | 403 | <0,5 | <0,5 | 391 | 167,5 | 1320 | 10550 | <1,0 | <0,5 | 114 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 2,96 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B9-S | <0,1 | 5,95 | <0,5 | <0,5 | 399 | <0,5 | <0,5 | 383 | 172 | 1320 | 10400 | <1,0 | <0,5 | 114,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,04 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B9-F | <0,1 | 5,9 | <0,5 | <0,5 | 405 | <0,5 | <0,5 | 402 | 168,5 | 1335 | 10650 | <1,0 | <0,5 | 113 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | 0,053 | 2,99 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| CN-S | <0,1 | 6,2 | <0,5 | <0,5 | 399 | <0,5 | <0,5 | 413 | 195 | 1320 | 11100 | <1,0 | <0,5 | 116,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,29 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| CN-F | <0,1 | 6,2 | <0,5 | <0,5 | 382 | <0,5 | <0,5 | 370 | 193,5 | 1200 | 9930 | <1,0 | <0,5 | 114 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,23 | <1 | <0,5 | <0,5 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Invierno 2012

En las Tabla EMQ-15, Tabla EMQ-16, Tabla EMQ-17, Tabla EMQ-18 y Tabla EMQ-19 se entrega un detalle de las concentraciones de los parámetros evaluados para determinar la calidad del agua de mar en el área del proyecto, a nivel superficial y fondo de la columna de agua.

Conforme a la Tabla EMQ-15, los sólidos sedimentables, aceites & grasas y detergentes (SAAM) presentaron niveles inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades analizadas. Por su parte, los sólidos suspendidos totales presentaron concentraciones entre 4 y 17 mg/L, obteniéndose el registro máximo de 17 mg/L en CN-S. La calidad microbiológica total del cuerpo de agua marino mostró niveles en las estaciones, para ambas profundidades, inferiores al límite de detección de la metodología empleada, en pocas estaciones (B1-S, B1-F, B2-S, B2-F, B4-S y CN-S). El resto de las estaciones presentaron niveles cuantificables de coliformes en ambas profundidades, encontrándose el máximo valor a en B6-S con 24 NMP/100 ml.

Respecto de los parámetros inorgánicos (Tabla EMQ-16), los siguientes analitos presentaron niveles inferiores o cercanos al límite de detección de la respectiva metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas: sulfuro (<0,01 mg/L), fósforo total (<0,1 mg/L) y silicatos (<1 mg/L). El fluoruro registró concentraciones homogéneas entre estaciones y profundidades evaluadas fluctuando entre 0,81 y 0,83 mg/L. El sulfato registró, fluctuando entre 2.906 mg/L y 3.089 mg/L en CN-F y B9-S, respectivamente. El nitrito presentó niveles menores y homogéneos entre estaciones, con concentraciones que fluctuaron entre <0,01 mg/L (límite de detección de la metodología empleada) y 0,03 mg/L; en cuanto al nitrato se registraron niveles que fluctuaron entre 0,21 mg/L y 0,30 mg/L en B8-S. Con relación al Nitrógeno total Kjeldahl se registraron valores apenas por sobre el límite de detección en las estaciones B1, B2, B9 y CN, no superando los 0,07 mg/L. El resto de las estaciones estuvieron bajo el límite de detección.

Respecto de los parámetros orgánicos (Tabla EMQ-17), en todas las estaciones y profundidades evaluadas los hidrocarburos volátiles y trihalometanos presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada. Por su parte, los hidrocarburos fijos solo fueron cuantificables en las estaciones B1, B2, B9 y CN, con registros cercanos al límite de detección y no superando 0,07 mg/L. Esta misma situación se observó para el C.O.T. (carbono orgánico total), cuantificado solo en las estaciones antes mencionadas. En el caso de los fenoles, estos fueron cuantificados en todas las estaciones, mostrando valores homogéneos cuyas concentraciones fluctuaron entre 0,03 y 0,04 mg/L.

En cuanto a la fracción disuelta de los metales analizados (Tabla EMQ-18), los siguientes analitos registraron niveles o concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología aplicada en todas las estaciones y profundidades analizadas: arsénico (<3 µg/L y <2 µg/L), cobalto (<0,05 µg/L), cromo (<0,5 µg/L), hierro (<10 µg/L), níquel (<0,5 µg/L), plomo (<0,3 µg/L), selenio (<2 µg/L) y estaño (<1 µg/L). Respecto de aquellos metales que registraron niveles cuantificables, el aluminio y cobre, presentaron concentraciones levemente superiores al límite de detección de la respectiva metodología empleada. La máxima concentración de aluminio se detectó en la estación B5-F con 6,45 µg/L. En cuanto al cobre, solo fue cuantificado en B1-S, con una concentración de 0,65 µg/L.

Respecto de aquellos metales que registraron niveles cuantificables en la mayoría o todas las estaciones y profundidades analizadas, el boro mostró niveles homogéneos con un máximo de 4,70 µg/L (B8-F), el cadmio tuvo un registro máximo de 0,20 µg/L en B2-S y B8-S y en B9-F y CN-F. El manganeso varió entre valores inferiores al límite de detección (<0,2 µg/L) y 0,45 µg/L en B1-F, el molibdeno mostró concentraciones homogéneas y fluctuando entre 11,1 µg/L en B3-S y 11,65 en B5-S. El estroncio también mostró valores homogéneos entre puntos de muestreo variando entre 7,30 µg/L en CN-S y 7,78 µg/L en B8-F; el vanadio registró un máximo de 1,75 µg/L en B5-F, y por último el zinc registró una máxima concentración en la estación B7-F con 11,20 µg/L. Respecto de la variabilidad vertical de estos metales disueltos en agua de mar (Tabla EMQ-19), ninguno de ellos evidenció un patrón claro de variación, registrándose indistintamente concentraciones mayores y/o menores en el nivel superficial y profundo de la columna de agua.

Respecto del resto de metales evaluados se observó que la plata (Ag), berilio (Be), bismuto (Bi), cesio, galio (Ga), fósforo (P), renio (Re), antimonio (Sb), sílice (Si), telurio (Te), torio (Th), titanio (Ti), talio (Tl), wolframio (W), itrio (Y) y circonio (Zr), registraron concentraciones inferiores al límite de detección de las respectivas metodologías empleadas (Tabla EMQ-18). Por su parte el Litio (Li), sodio (Na), magnesio (Mg), potasio (K), calcio (Ca), rubidio (Ru), bario (Ba) y uranio (U), presentaron niveles cuantificables que variaron en el mismo rango de concentraciones esperables para el agua de mar, por lo que pueden ser consideradas normales.

Tabla EMQ-15: Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos. Campaña invierno, 2012

| | Físico-químicos | | | | Microbiológicos | |
|----------|-----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Sólidos sedimentables | Sólidos suspendidos totales | Aceites & grasas | Detergentes (SAAM) | Coliformes fecales | Coliformes totales |
| Estación | ml/L hr | mg/L | mg/L | mg/L | NMP/100 mL | NMP/100 mL |
| B1-S | <0,1 | 8 | <2 | <0,01 | 2 | <2,0 |
| B1-F | <0,1 | 14 | <2 | <0,01 | 2 | <2,0 |
| B2-S | <0,1 | 9 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B2-F | <0,1 | 5 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B3-S | <0,1 | 10 | <2 | <0,01 | 2 | 5 |
| B3-F | <0,1 | 6 | <2 | <0,01 | <2,0 | 2 |
| B4-S | <0,1 | 7 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B4-F | <0,1 | 4 | <2 | <0,01 | <2,0 | 2 |
| B5-S | <0,1 | 5 | <2 | <0,01 | <2,0 | 5 |
| B5-F | <0,1 | 7 | <2 | <0,01 | <2,0 | 3,5 |
| B6-S | <0,1 | 4 | <2 | <0,01 | 2 | 24 |
| B6-F | <0,1 | 4 | <2 | <0,01 | 6 | 6 |
| B7-S | <0,1 | 6 | <2 | <0,01 | 2 | 2 |
| B7-F | <0,1 | 4 | <2 | <0,01 | 3,5 | 3,5 |
| B8-S | <0,1 | 3 | <2 | <0,01 | 2 | 2 |
| B8-F | <0,1 | 4 | <2 | <0,01 | 2 | 5,5 |
| B9-S | <0,1 | 5 | <2 | <0,01 | 2 | 3,5 |
| B9-F | <0,1 | 5 | <2 | <0,01 | 3 | 4,5 |
| CN-S | <0,1 | 17 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| CN-F | <0,1 | 5 | <2 | <0,01 | 2 | 2 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-16: Calidad de agua. Concentración de parámetros. Campaña invierno, 2012

| Parámetros Inorgánicos | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|---------|---------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|---------|---------|----------|
| | Fluoruro | Sulfato | Sulfuro | Fósforo reactivo | Fósforo total | Nitrógeno Kjeldahl | Nitrógeno total | Nitrito | Nitrato | Silicato |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| B1-S | 0,82 | 2.957,0 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | 0,5 | 0,6 | 0,02 | 0,23 | <1,0 |
| B1-F | 0,83 | 2.969,5 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | 0,6 | 0,7 | 0,03 | 0,21 | <1,0 |
| B2-S | 0,82 | 3.025,5 | <0,01 | 0,03 | <0,1 | 0,7 | 0,8 | <0,01 | 0,23 | <1,0 |
| B2-F | 0,83 | 3.013,0 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,27 | <1,0 |
| B3-S | 0,84 | 2.998,5 | <0,01 | 0,03 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,21 | <1,0 |
| B3-F | 0,84 | 3.058,0 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,22 | <1,0 |
| B4-S | 0,84 | 3.002,5 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,21 | <1,0 |
| B4-F | 0,82 | 2.965,5 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,23 | <1,0 |
| B5-S | 0,84 | 2.700,0 | <0,01 | 0,03 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,21 | <1,0 |
| B5-F | 0,84 | 2.453,5 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,22 | <1,0 |
| B6-S | 0,82 | 2.461,5 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,24 | <1,0 |
| B6-F | 0,83 | 3.056,0 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,24 | <1,0 |
| B7-S | 0,81 | 3.019,0 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,25 | <1,0 |
| B7-F | 0,82 | 3.103,5 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,24 | <1,0 |
| B8-S | 0,83 | 3.068,5 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,30 | <1,0 |
| B8-F | 0,82 | 3.060,0 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,23 | <1,0 |
| B9-S | 0,83 | 3.089,0 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | 0,6 | 0,8 | 0,02 | 0,24 | <1,0 |
| B9-F | 0,82 | 2.951,5 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,29 | <1,0 |
| CN-S | 0,83 | 2.969,5 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,23 | <1,0 |
| CN-F | 0,84 | 2.906,0 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | 0,6 | 0,7 | 0,02 | 0,23 | <1,0 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-17: Calidad de agua. Concentración de compuestos orgánicos. Campaña invierno, 2012

| Compuestos Orgánicos | | | | | | | |
|----------------------|---------|-------------------|---------------|----------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| | Fenoles | Hidroc. Volátiles | Hidroc. Fijos | C. O. T. | Hidroc. Totales | Hidroc. aromáticos policíclicos* | Trihalometanos ** |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| B1-S | 0,04 | <0,1 | 0,5 | 0,6 | 0,02 | 0,23 | <1,0 |
| B1-F | 0,04 | <0,1 | 0,6 | 0,7 | 0,03 | 0,21 | <1,0 |
| B2-S | 0,03 | <0,1 | 0,7 | 0,8 | <0,01 | 0,23 | <1,0 |
| B2-F | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,27 | <1,0 |
| B3-S | 0,03 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,21 | <1,0 |
| B3-F | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,22 | <1,0 |
| B4-S | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,21 | <1,0 |
| B4-F | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,23 | <1,0 |
| B5-S | 0,03 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,21 | <1,0 |
| B5-F | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,22 | <1,0 |
| B6-S | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,24 | <1,0 |
| B6-F | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,24 | <1,0 |
| B7-S | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,25 | <1,0 |
| B7-F | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,24 | <1,0 |
| B8-S | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,30 | <1,0 |
| B8-F | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,23 | <1,0 |

| Compuestos Orgánicos | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|-----------------|------------------------|---|--------------------------|
| | Fenoles | Hidroc. Volátiles | Hidroc. Fijos | C. O. T. | Hidroc. Totales | Hidroc. aromáticos policíclicos* | Trihalometanos ** |
| B9-S | 0,04 | <0,1 | 0,6 | 0,8 | 0,02 | 0,24 | <1,0 |
| B9-F | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,29 | <1,0 |
| CN-S | 0,04 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,23 | <1,0 |
| CN-F | 0,04 | <0,1 | 0,6 | 0,7 | 0,02 | 0,23 | <1,0 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

*: Los Hidrocarburos aromáticos policíclicos incluyen los siguientes parámetros individuales: acenafteno, acenaftileno, acridina, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(ah)antraceno, fenantreno, fluorantreno, fluoreno, indeno(123-cd)pireno, naftaleno, pireno, quinolina.

** : Los Trihalometanos incluyen los siguientes parámetros individuales: bromodiclorometano, dibromoclorometano, tetraclorometano, tribromometano, triclorometano, trihalometano total.

C.O.T...: Carbono Orgánico Total.

Tabla EMQ-18: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña invierno, 2012

| | Al | As | B | Cd | Co | Cu | Cr | Fe | Hg | Mn | Mo | Ni | Pb | Se | Sn | Sr | V | Zn |
|----------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Estación | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| B1-S | <5 | <2 | 4,50 | 0,19 | <0,05 | 0,65 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,38 | 11,25 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,77 | 1,72 | <3,0 |
| B1-F | <5 | <2 | 4,58 | 0,18 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,45 | 11,50 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,48 | 1,74 | <3,0 |
| B2-S | <5 | <2 | 4,54 | 0,20 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,22 | 11,30 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,71 | 1,69 | <3,0 |
| B2-F | <5 | <2 | 4,50 | 0,20 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,21 | 11,55 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,56 | 1,70 | <3,0 |
| B3-S | 5,55 | <2 | 4,46 | 0,18 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,28 | 11,10 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,45 | 1,73 | <3,0 |
| B3-F | <5 | <3 | 4,57 | 0,19 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,23 | 11,40 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,52 | 1,67 | 5,15 |
| B4-S | <5 | <2 | 4,57 | 0,18 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,24 | 11,50 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,34 | 1,69 | 6,75 |
| B4-F | <5 | <2 | 4,55 | 0,18 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,24 | 11,45 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,47 | 1,70 | <3,0 |
| B5-S | <5 | <2 | 4,60 | 0,19 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,27 | 11,65 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,33 | 1,65 | <3,0 |
| B5-F | 6,45 | <2 | 4,55 | 0,19 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,23 | 11,45 | 0,52 | <0,3 | <2 | 1 | 7,40 | 1,75 | <3,0 |
| B6-S | <5 | <2 | 4,48 | 0,17 | <0,05 | <0,5 | 0,55 | <10 | <0,01 | 0,26 | 11,25 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,32 | 1,68 | <3,0 |
| B6-F | <5 | <2 | 4,55 | 0,18 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,22 | 11,30 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,55 | 1,70 | <3,0 |
| B7-S | 5,85 | <2 | 4,56 | 0,18 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,67 | 11,50 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,70 | 1,73 | <3,0 |
| B7-F | <5 | <2 | 4,59 | 0,16 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,29 | 11,35 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,58 | 1,70 | 11,20 |
| B8-S | <5 | <2 | 4,62 | 0,20 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,23 | 11,50 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,60 | 1,73 | 4,30 |
| B8-F | <5 | <2 | 4,70 | 0,11 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,24 | 11,45 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,78 | 1,69 | <3,0 |
| B9-S | <5 | <2 | 4,49 | 0,18 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,21 | 11,15 | <0,5 | 0,49 | <2 | <1 | 7,66 | 1,70 | <3,0 |
| B9-F | <5 | <2 | 4,55 | 0,20 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 11,45 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,58 | 1,67 | <3,0 |
| CN-S | <5 | <2 | 4,52 | 0,19 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,21 | 11,40 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,30 | 1,73 | <3,0 |
| CN-F | <5 | <2 | 4,53 | 0,20 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,24 | 11,60 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,45 | 1,71 | <3,0 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-19: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña invierno, 2012

| | Ag | Ba | Be | Bi | Ca | Cs | Ga | K | Li | Mg | Na | P | Re | Ru | Sb | Si | Te | Th | Ti | Tl | U | W | Y | Zr |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|------|------|-------|------|--------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Estación | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| B1-S | <0,1 | 5,70 | <0,5 | <0,5 | 409 | <0,5 | <0,5 | 399 | 181,0 | 1.315 | 11.350 | <1,0 | <0,5 | 112,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,21 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B1-F | <0,1 | 5,65 | <0,5 | <0,5 | 395 | <0,5 | <0,5 | 382 | 184,0 | 1.280 | 10.850 | <1,0 | <0,5 | 114,0 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,21 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B2-S | <0,1 | 5,65 | <0,5 | <0,5 | 406 | <0,5 | <0,5 | 399 | 181,5 | 1.310 | 11.250 | <1,0 | <0,5 | 114,0 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,14 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B2-F | <0,1 | 5,60 | <0,5 | <0,5 | 399 | <0,5 | <0,5 | 390 | 180,5 | 1.310 | 11.000 | <1,0 | <0,5 | 112,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,19 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B3-S | <0,1 | 5,55 | <0,5 | <0,5 | 398 | <0,5 | <0,5 | 380 | 180,5 | 1.260 | 10.850 | <1,0 | <0,5 | 111,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,19 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B3-F | <0,1 | 5,75 | <0,5 | <0,5 | 403 | <0,5 | <0,5 | 386 | 183,0 | 1.275 | 10.950 | <1,0 | <0,5 | 114,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,16 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B4-S | <0,1 | 5,70 | <0,5 | <0,5 | 392 | <0,5 | <0,5 | 376 | 182,5 | 1.245 | 10.650 | <1,0 | <0,5 | 113,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,14 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B4-F | <0,1 | 5,65 | <0,5 | <0,5 | 400 | <0,5 | <0,5 | 383 | 180,5 | 1.275 | 10.750 | <1,0 | <0,5 | 113,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,17 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B5-S | <0,1 | 5,70 | <0,5 | <0,5 | 391 | <0,5 | <0,5 | 372 | 182,5 | 1.255 | 10.500 | <1,0 | <0,5 | 115,0 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,21 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B5-F | <0,1 | 5,70 | <0,5 | <0,5 | 397 | <0,5 | <0,5 | 379 | 182,5 | 1.270 | 10.650 | <1,0 | <0,5 | 112,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,18 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B6-S | <0,1 | 5,75 | <0,5 | <0,5 | 396 | <0,5 | <0,5 | 374 | 181,5 | 1.265 | 10.500 | <1,0 | <0,5 | 113,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,22 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B6-F | <0,1 | 5,60 | <0,5 | <0,5 | 401 | <0,5 | <0,5 | 390 | 181,0 | 1.295 | 10.800 | <1,0 | <0,5 | 113,0 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,20 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B7-S | <0,1 | 5,65 | <0,5 | <0,5 | 404 | <0,5 | <0,5 | 398 | 180,0 | 1.315 | 11.000 | <1,0 | <0,5 | 113,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,17 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B7-F | <0,1 | 5,70 | <0,5 | <0,5 | 398 | <0,5 | <0,5 | 391 | 185,0 | 1.300 | 10.800 | <1,0 | <0,5 | 114,0 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,13 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B8-S | <0,1 | 5,75 | <0,5 | <0,5 | 402 | <0,5 | <0,5 | 393 | 184,0 | 1.295 | 10.900 | <1,0 | <0,5 | 114,0 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,22 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B8-F | <0,1 | 5,75 | <0,5 | <0,5 | 407 | <0,5 | <0,5 | 398 | 186,5 | 1.330 | 11.100 | <1,0 | <0,5 | 116,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,07 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B9-S | <0,1 | 5,60 | <0,5 | <0,5 | 403 | <0,5 | <0,5 | 396 | 177,5 | 1.275 | 11.150 | <1,0 | <0,5 | 113,5 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,12 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B9-F | <0,1 | 5,65 | <0,5 | <0,5 | 399 | <0,5 | <0,5 | 389 | 182,5 | 1.280 | 11.000 | <1,0 | <0,5 | 115,0 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,19 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| CN-S | <0,1 | 5,65 | <0,5 | <0,5 | 392 | <0,5 | <0,5 | 379 | 179,5 | 1.280 | 10.700 | <1,0 | <0,5 | 113,0 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,20 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| CN-F | <0,1 | 5,60 | <0,5 | <0,5 | 403 | <0,5 | <0,5 | 388 | 182,5 | 1.270 | 10.900 | <1,0 | <0,5 | 114,0 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,20 | <1 | <0,5 | <0,5 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Primavera 2012

En las Tabla EMQ-20, Tabla EMQ-21, Tabla EMQ-22, Tabla EMQ-23 y Tabla EMQ-24, se entrega un detalle de las concentraciones de los parámetros evaluados para determinar la calidad del agua de mar, a nivel superficial y fondo de la columna de agua.

Conforme la Tabla EMQ-20, los sólidos sedimentables, aceites & grasas presentaron niveles inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades analizadas. Por su parte, los sólidos suspendidos totales presentaron concentraciones entre 3 y 12 mg/L obteniéndose el registro máximo en B7-F de 12 mg/L. Por otra parte, la calidad microbiológica total del cuerpo de agua marino mostró niveles bajo el límite de detección en prácticamente todas las estaciones y profundidades analizadas. La única estación que presentó concentraciones cuantificables tanto de coliformes fecales y totales correspondió a CN-F con 2,0 NMP/100 ml.

Respecto de los parámetros inorgánicos (Tabla EMQ-21), los siguientes analitos presentaron niveles inferiores al límite de detección de la respectiva metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas; nitrógeno Kjeldhal (<0,5 mg/L) y nitrógeno total (<0,5 mg/L). Los parámetros sulfuro, fósforo total y silicato, presentaron uno o más valores puntuales, registrándose sulfuro solo en B7-F (0,015 mg/L), silicato en CN-F con 1,50 mg/L y fósforo total en B1-F de 0,15 mg/L, B2-F (0,1 mg/L), B7-F (0,1 mg/L), CN-F de 0,06 mg/L y B5-S (0,15 mg/L), B7-S (0,1 mg/L) y CN de (0,15 mg/L). El fluoruro registró concentraciones homogéneas entre estaciones y profundidades evaluadas fluctuando entre 0,92 y 0,94 mg/L. La concentración de sulfato fluctuó entre 2.091 mg/L y 2.772 mg/L en los niveles profundos de B1 y B5, respectivamente. El nitrito presentó niveles menores y homogéneos entre estaciones, con concentraciones que fluctuaron entre <0,01 mg/L y 0,03 mg/L; en cuanto al nitrato se registraron concentraciones que fluctuaron entre 0,015 mg/L (B7-S) y 0,36 mg/L B2-F.

Para los parámetros orgánicos (Tabla EMQ-22), la mayoría de los analitos presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas. Por su parte, el C.O.T. (carbono orgánico total) presentó concentraciones extremas de 0,802 mg/L en B2-S y 14,70 mg/L B6-S.

En cuanto a la fracción disuelta de los metales analizados (Tabla EMQ-23), los siguientes analitos registraron niveles o concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología aplicada en todas las estaciones y profundidades analizadas: aluminio (<5 µg/L), arsénico (<3 µg/L y <2 µg/L), mercurio (<0,01 µg/L), selenio (<2 µg/L) y estaño (<1 µg/L). Respecto de aquellos metales que registraron niveles cuantificables solo en una o algunas estaciones, el cadmio presentó una concentración de 0,12 µg/L en B5-S. Respecto del cobalto, sólo se registró una concentración de 0,089 µg/L en B9-F. En relación al cobre, las estaciones ubicadas en el sector costero de bahía Conchalí (B1, B2, B3 y B4) y las estaciones CN, B6, CS-S presentaron concentraciones bajo el límite de detección de la respectiva metodología empleada. La máxima concentración de cobre se detectó en la estación B9-F con 2,96 µg/L, mientras que la mínima concentración cuantificable corresponde a la estación B8-S con 0,50 µg/L. En cuanto al cromo, solo fue cuantificado en B5-S, con una concentración de 1,32 µg/L. De igual forma el hierro solo fue cuantificable en el nivel superficial de B5-S con 65 µg/L. El níquel presentó concentraciones cuantificables solo en las estaciones B7-S con 0,86 µg/L y en CS-F con 2,38 µg/L. Respecto del plomo, este solo fue cuantificado en B9-F y CN-F con 0,35 µg/L y 0,43 µg/L, respectivamente.

Respecto de aquellos metales que registraron niveles cuantificables en la mayoría o todas las estaciones y profundidades analizadas, el boro mostró niveles homogéneos con un máximo de 5,53 µg/L en la estación B9-F y una mínima concentración de 4,94 µg/L en B9-S, indicando condiciones homogéneas. El manganeso varió entre valores inferiores al límite de detección (<0,2 µg/L) y 0,90 µg/L en B9-F. El molibdeno mostró concentraciones homogéneas, fluctuando solo entre 12,1 µg/L (B5-P) y 13,7 µg/L en B9-F. El estroncio también mostró valores homogéneos entre puntos de muestreo variando entre 7,22 µg/L (B5-S) y 8,09 µg/L en B3-S; el vanadio registró un máximo de 2,06 µg/L en B9-F, y por último el zinc registró una máxima concentración en la estación B9-S, con 17,0 µg/L. Respecto de la variabilidad vertical de estos metales disueltos en agua de mar, ninguno de ellos evidenció un patrón claro de variación, registrándose indistintamente concentraciones mayores y/o menores en el nivel superficial y profundo de la columna de agua.

Respecto del resto de los metales evaluados en este estudio (Tabla EMQ-24), se observa que la plata (Ag), berilio (Be), bismuto (Bi), cesio (Ce), galio (Ga), fósforo (P), renio (Re), sílice (Si), telurio (Te), torio (Th), titanio (Ti), wolframio (W), itrio (Y) y Circonio (Zr), registraron concentraciones inferiores al límite de detección de las respectivas metodologías empleadas (Tabla EMQ-24). El antimonio (Sb) presentó solo una concentración cuantificable en de CS-F (0,52 ug/L) al igual que el talio (Tl) con 0,197 ug/L. Por su parte el litio (Li), sodio (Na), magnesio (Mg), potasio (K), calcio (Ca), rubidio (Ru), bario (Ba) y uranio (U), presentaron niveles cuantificables que variaron en el mismo rango de concentraciones esperables para el agua de mar, por lo que pueden ser consideradas normales.

Tabla EMQ-20: Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos. Campaña primavera, 2012

| Estación | Físico-químicos | | | | Microbiológicos | |
|----------|-----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Sólidos sedimentables | Sólidos suspendidos totales | Aceites & grasas | Detergentes (SAAM) | Coliformes fecales | Coliformes totales |
| | ml/L hr | mg/L | mg/L | mg/L | NMP/100 mL | NMP/100 mL |
| B1-S | <0,1 | 3 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B1-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B2-S | <0,1 | 5 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B2-F | <0,1 | 4,5 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B3-S | <0,1 | 10 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B3-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B4-S | <0,1 | 3 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B4-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B5-S | <0,1 | 3 | <2 | 0,06 | <2,0 | <2,0 |
| B5-F | <0,1 | 6,5 | <2 | 0,03 | <2,0 | <2,0 |
| B6-S | <0,1 | 4 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B6-F | <0,1 | 4 | <2 | 0,02 | <2,0 | <2,0 |
| B7-S | <0,1 | 3 | <2 | 0,02 | <2,0 | <2,0 |
| B7-F | <0,1 | 12 | <2 | 0,02 | <2,0 | <2,0 |
| B8-S | <0,1 | 5,5 | <2 | 1,73 | <2,0 | <2,0 |
| B8-F | <0,1 | 3 | <2 | 1,75 | <2,0 | <2,0 |
| B9-S | <0,1 | <3 | <2 | 0,01 | <2,0 | <2,0 |
| B9-F | <0,1 | <3 | <2 | 0,02 | <2,0 | <2,0 |
| CN-S | <0,1 | 3 | <2 | <0,01 | <2,0 | <2,0 |
| CN-F | <0,1 | <3 | <2 | <0,01 | 2 | 2 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-21: Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña primavera, 2012

| Parámetros Inorgánicos | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|---------|---------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|---------|---------|----------|
| | Fluoruro | Sulfato | Sulfuro | Fósforo reactivo | Fósforo total | Nitrógeno Kjeldhal | Nitrógeno total | Nitrito | Nitrato | Silicato |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| B1-S | 0,92 | 2729 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,025 | 0,235 | <1,0 |
| B1-F | 0,93 | 2091 | <0,01 | 0,075 | 0,15 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,305 | <1,0 |
| B2-S | 0,92 | 2675 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,015 | 0,175 | <1,0 |
| B2-F | 0,925 | 2687 | <0,01 | 0,07 | 0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,355 | <1,0 |
| B3-S | 0,93 | 2651 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,135 | <1,0 |
| B3-F | 0,93 | 2638 | <0,01 | 0,065 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,31 | <1,0 |
| B4-S | 0,935 | 2696 | <0,01 | 0,065 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,18 | <1,0 |
| B4-F | 0,94 | 2704 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,24 | <1,0 |
| B5-S | 0,93 | 2746 | <0,01 | 0,06 | 0,15 | <0,5 | <0,5 | 0,015 | 0,12 | <1,0 |
| B5-F | 0,93 | 2772 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,025 | 0,195 | <1,0 |
| B6-S | 0,93 | 2764 | <0,01 | 0,03 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,015 | <1,0 |
| B6-F | 0,925 | 2762 | <0,01 | 0,05 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,015 | 0,125 | <1,0 |
| B7-S | 0,93 | 2766 | <0,01 | 0,05 | 0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,01 | 0,015 | <1,0 |
| B7-F | 0,92 | 2760 | 0,015 | 0,055 | 0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,015 | 0,125 | <1,0 |
| B8-S | 0,93 | 2688 | <0,01 | 0,05 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | <0,01 | <1,0 |
| B8-F | 0,935 | 2663 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,16 | <1,0 |
| B9-S | 0,92 | 2725 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,2 | <1,0 |
| B9-F | 0,92 | 2717 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | <0,5 | 0,03 | 0,21 | <1,0 |
| CN-S | 0,94 | 2709 | <0,01 | 0,06 | 0,15 | <0,5 | <0,5 | 0,015 | 0,28 | <1,0 |
| CN-F | 0,935 | 2692 | <0,01 | 0,06 | 0,7 | <0,5 | <0,5 | 0,02 | 0,305 | 1,5 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-22: Calidad de agua. Concentración de compuestos orgánicos. Campaña primavera, 2012

| Compuestos Orgánicos | | | | | | | |
|----------------------|---------|-------------------|---------------|----------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| | Fenoles | Hidroc. Volátiles | Hidroc. Fijos | C. O. T. | Hidroc. Totales | Hidroc. Aromáticos policíclicos* | Trihalometanos ** |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| B1-S | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 0,952 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B1-F | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 0,95 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B2-S | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 0,802 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B2-F | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 0,914 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B3-S | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,041 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B3-F | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,075 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B4-S | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,235 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B4-F | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,033 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B5-S | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,06 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B5-F | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 0,837 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B6-S | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 14,7 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B6-F | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,103 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B7-S | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,35 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B7-F | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,62 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B8-S | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,73 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |

| Compuestos Orgánicos | | | | | | | |
|----------------------|---------|-------------------|---------------|----------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| | Fenoles | Hidroc. Volátiles | Hidroc. Fijos | C. O. T. | Hidroc. Totales | Hidroc. Aromáticos policíclicos* | Trihalometanos ** |
| B8-F | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,751 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B9-S | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,39 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| B9-F | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 2,7 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| CN-S | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 1,037 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |
| CN-F | <0,001 | <0,5 | <2,0 | 0,858 | <2,0 | <0,0001 | <0,002 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

*: Los Hidrocarburos aromáticos policíclicos incluyen los siguientes parámetros individuales: acenafteno, acenaftileno, acridina, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(ah)antraceno, fenantreno, fluorantreno, fluoreno, indeno(123-cd)pireno, naftaleno, pireno, quinolina.

** : Los Trihalometanos incluyen los siguientes parámetros individuales: bromodiclorometano, dibromoclorometano, tetraclorometano, tribromometano, triclorometano, trihalometano total.

C.O.T.: Carbono Orgánico Total.

Tabla EMQ-23: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña primavera, 2012

| | Al | As | B | Cd | Co | Cu | Cr | Fe | Hg | Mn | Mo | Ni | Pb | Se | Sn | Sr | V | Zn |
|----------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Estación | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| B1-S | <5 | <3 | 5,27 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 12,7 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,73 | 1,9 | <3 |
| B1-F | <5 | <2 | 5,35 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 12,5 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,64 | 1,8 | <3 |
| B2-S | <5 | <2 | 5,27 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 12,5 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,73 | 1,8 | 16 |
| B2-F | <5 | <2 | 5,29 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 12,7 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,53 | 1,8 | 6 |
| B3-S | <5 | <2 | 5,2 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 12,5 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 8,09 | 1,8 | <3 |
| B3-F | <5 | <2 | 5,19 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 12,5 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,32 | 1,8 | 5,7 |
| B4-S | <5 | <2 | 5,23 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 12,6 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,36 | 1,8 | <3 |
| B4-F | <5 | <2 | 5,16 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,21 | 12,4 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,46 | 1,8 | <3 |
| B5-S | <5 | <2 | 5,12 | 0,12 | <0,05 | 1,54 | 1,32 | <10 | <0,01 | 0,25 | 12,5 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,22 | 1,8 | <3 |
| B5-F | <5 | <2 | 4,95 | <0,05 | <0,05 | 0,74 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,23 | 12,1 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,24 | 1,8 | <3 |
| B6-S | <5 | <2 | 5,1 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,32 | 12,4 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,28 | 1,7 | <3 |
| B6-F | <5 | <2 | 5,05 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 12,4 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,27 | 1,8 | <3 |
| B7-S | <5 | <2 | 5,01 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | 65 | <0,01 | 0,33 | 12,6 | 0,9 | <0,3 | <2 | <1 | 7,51 | 1,7 | 8,6 |
| B7-F | <5 | <2 | 5,14 | <0,05 | <0,05 | 1,28 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,51 | 12,6 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,45 | 1,7 | <3 |
| B8-S | <5 | <2 | 5,16 | <0,05 | <0,05 | 0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,36 | 12,5 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,35 | 1,8 | <3 |
| B8-F | <5 | <2 | 5,16 | <0,05 | <0,05 | 0,53 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 12,4 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,64 | 1,8 | <3 |
| B9-S | <5 | <3 | 4,94 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 12,4 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,32 | 1,7 | 17 |
| B9-F | <5 | <2 | 5,53 | <0,05 | 0,089 | 2,96 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,9 | 13,7 | 2,4 | 0,4 | <2 | <1 | 7,41 | 2,1 | 3,9 |
| CN-S | <5 | <2 | 5,09 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | 0,2 | 12,4 | <0,5 | <0,3 | <2 | <1 | 7,29 | 1,7 | 7,7 |
| CN-F | <5 | <2 | 5,18 | <0,05 | <0,05 | <0,5 | <0,5 | <10 | <0,01 | <0,20 | 12,4 | <0,5 | 0,4 | <2 | <1 | 7,49 | 1,7 | <3 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-24: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña primavera, 2012

| | Ag | Ba | Be | Bi | Ca | Cs | Ga | K | Li | Mg | Na | P | Re | Ru | Sb | Si | Te | Th | Ti | Tl | U | W | Y | Zr |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|--------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Estación | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| B1-S | <0,1 | 6,2 | <0,5 | <0,5 | 410 | <0,5 | <0,5 | 390 | 192 | 1295 | 10800 | <1,0 | <0,5 | 122 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,3 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B1-F | <0,1 | 6,4 | <0,5 | <0,5 | 403 | <0,5 | <0,5 | 385 | 192 | 1280 | 10650 | <1,0 | <0,5 | 122 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,2 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B2-S | <0,1 | 6,2 | <0,5 | <0,5 | 408 | <0,5 | <0,5 | 387 | 188 | 1285 | 10700 | <1,0 | <0,5 | 121 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,2 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B2-F | <0,1 | 6,4 | <0,5 | <0,5 | 396 | <0,5 | <0,5 | 375 | 191 | 1255 | 10350 | <1,0 | <0,5 | 123 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,3 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B3-S | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 427 | <0,5 | <0,5 | 404 | 185 | 1325 | 11050 | <1,0 | <0,5 | 120 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,2 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B3-F | <0,1 | 6,2 | <0,5 | <0,5 | 386 | <0,5 | <0,5 | 367 | 186 | 1225 | 9970 | <1,0 | <0,5 | 122 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,3 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B4-S | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 386 | <0,5 | <0,5 | 369 | 185 | 1220 | 9955 | <1,0 | <0,5 | 120 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,2 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B4-F | <0,1 | 6,2 | <0,5 | <0,5 | 396 | <0,5 | <0,5 | 376 | 187 | 1240 | 10080 | <1,0 | <0,5 | 119 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,2 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B5-S | <0,1 | 6,4 | <0,5 | <0,5 | 388 | <0,5 | <0,5 | 374 | 215 | 1220 | 9765 | <1,0 | <0,5 | 125 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,2 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B5-F | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 388 | <0,5 | <0,5 | 375 | 216 | 1215 | 9765 | <1,0 | <0,5 | 123 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,4 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B6-S | <0,1 | 6,2 | <0,5 | <0,5 | 389 | <0,5 | <0,5 | 378 | 219 | 1245 | 9895 | <1,0 | <0,5 | 123 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,3 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B6-F | <0,1 | 6,3 | <0,5 | <0,5 | 391 | <0,5 | <0,5 | 378 | 216 | 1250 | 9955 | <1,0 | <0,5 | 124 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,3 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B7-S | <0,1 | 6,2 | <0,5 | <0,5 | 402 | <0,5 | <0,5 | 388 | 218 | 1275 | 10350 | <1,0 | <0,5 | 125 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,3 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B7-F | <0,1 | 6,4 | <0,5 | <0,5 | 398 | <0,5 | <0,5 | 385 | 218 | 1270 | 10250 | <1,0 | <0,5 | 123 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,2 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B8-S | <0,1 | 6 | <0,5 | <0,5 | 390 | <0,5 | <0,5 | 376 | 188 | 1215 | 9930 | <1,0 | <0,5 | 120 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,3 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B8-F | <0,1 | 6,2 | <0,5 | <0,5 | 405 | <0,5 | <0,5 | 387 | 188 | 1245 | 10300 | <1,0 | <0,5 | 121 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,3 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B9-S | <0,1 | 6,1 | <0,5 | <0,5 | 390 | <0,5 | <0,5 | 372 | 211 | 1260 | 10100 | <1,0 | <0,5 | 123 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,3 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| B9-F | <0,1 | 7,2 | <0,5 | <0,5 | 395 | <0,5 | <0,5 | 380 | 237 | 1280 | 10300 | <1,0 | <0,5 | 129 | 0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | 0,2 | 3,5 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| CN-S | <0,1 | 6,1 | <0,5 | <0,5 | 387 | <0,5 | <0,5 | 378 | 181 | 1220 | 9870 | <1,0 | <0,5 | 121 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,2 | <1 | <0,5 | <0,5 |
| CN-F | <0,1 | 6,2 | <0,5 | <0,5 | 399 | <0,5 | <0,5 | 392 | 186 | 1230 | 10195 | <1,0 | <0,5 | 122 | <0,5 | <1.000 | <0,5 | <0,5 | <5 | <0,05 | 3,2 | <1 | <0,5 | <0,5 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Otoño 2014

En las Tabla EMQ-25, Tabla EMQ-26, Tabla EMQ-27 y Tabla EMQ-28, se entrega un detalle de las concentraciones de los parámetros evaluados para determinar la calidad del agua de mar, a nivel superficial y fondo.

Según la Tabla EMQ-25, los sólidos sedimentables, aceites & grasas presentaron niveles inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades analizadas. Por su parte, los sólidos suspendidos totales presentaron concentraciones entre 107 y 200 mg/L, sugiriendo una alta turbidez del agua de mar en todas las estaciones. Por otra parte, en la calidad microbiológica los coliformes fecales presentaron niveles levemente superiores al límite de detección, con un máximo en E-CS-F de 23 NMP/100 ml. Sin embargo, los coliformes totales mostraron niveles bajo el límite de detección como también concentraciones más elevadas llegando a un máximo de 170 NMP/100 ml en E-10-F. Respecto de los parámetros orgánicos todos los analitos presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas: fenoles (<0,001 mg/L), hidrocarburos volátiles (<0,5 mg/L), hidrocarburos fijos (<2,0 mg/L), hidrocarburos totales (<2,0 mg/L), hidrocarburos aromáticos policíclicos (<0,0001 mg/L) y trihalometanos (<0,002 mg/L).

Respecto de los parámetros inorgánicos (Tabla EMQ-26), se encontraron concentraciones homogéneas en todas la estaciones y profundidades, presentes en los siguientes parámetros: fluoruro (0,2 a 0,45 mg/L), sulfato (2.819 a 2.527 mg/L), fósforo total (0,2 a 0,8 mg/L), nitrato (0,23 a 0,27 mg/L). Los siguientes parámetros, registraron concentraciones menores al límite de detección de la metodología empleada; sulfuro (<0,01 mg/L), nitrito (<0,01 mg/L), cianuro total (<0,002 mg/L) y cromo VI (<0,01 mg/L). El fósforo reactivo mostró concentraciones baja a excepción de la estación E-9-F con 0,14 mg/L. Las concentraciones de silicato, en general, fueron mayores la capa de fondo (~3 mg/L) que en la superficie (~1 mg/L). Los analitos que presentaron leves variaciones fueron el nitrógeno Kjeldhal (<0,5 a 1,2 mg/L) y el nitrógeno total (0,23 a 1,44 mg/L).

En cuanto a los metales presentes en el agua de mar, disueltos (Tabla EMQ-27) y totales (Tabla EMQ-28), la mayoría mostró niveles inferiores a los límites de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades analizadas, incluyendo el cadmio (Cd), cromo (Cr), mercurio (Hg) y molibdeno (Mo). Sin embargo, se registró concentraciones de arsénico (As) en dos estaciones (E-5-S y E-8-F) con valores de 0,2 mg/L, sobrepasando la norma primaria de calidad de agua (0,11 mg/L). Del mismo modo, las niveles de plomo (Pb) en dos estaciones también fue superado la norma chilena de calidad de agua (valor de referencia 0,11 mg/L), reportándose en E-1-F y E-8-F con concentraciones de 2,2 mg/L y 1,4 mg/L, respectivamente. Por otro lado, el cobre (Cu) disuelto alcanzó en dos estaciones niveles levemente superiores a los límites de detección, en E-7-F (0,014 mg/L) y E-CS-S (0,018 mg/L). Respecto del resto de los metales evaluados, registraron concentraciones inferiores al límite de detección de las respectivas metodologías empleadas, o bien presentaron niveles cuantificables que variaron en el mismo rango de concentraciones esperables para el agua de mar.

Tabla EMQ-25: Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos. Campaña otoño, 2014

| Estación | Físico-químicos | | | | Microbiológicos | | Compuestos Orgánicos | | | | | |
|----------|-----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-------------------|---------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|
| | Sólidos Sedimentables | Sólidos Suspendedos Totales | Aceites & grasas | Detergentes (SAAM) | Coliformes fecales | Coliformes totales | Fenoles | Hidroc. Volátiles | Hidroc. Fijos | Hidroc. Totales | Hidroc. Aromáticos Policíclicos * | Trihalo- metanos ** |
| | ml/L hr | mg/L | mg/L | mg/L | NMP/100 mL | NMP/100 mL | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | <0,1 | 200 | <2 | 0,02 | 8 | 13 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-1-F | <0,1 | 182 | <2 | <0,01 | 2 | 2 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-2-S | <0,1 | 172 | <2 | 0,05 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-2-F | <0,1 | 166 | <2 | <0,01 | <1,8 | 5 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-3-S | <0,1 | 174 | <2 | <0,01 | <1,8 | 2 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-3-F | <0,1 | 174 | <2 | 0,01 | 2 | 5 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-4-S | <0,1 | 113 | <2 | 0,12 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-4-F | <0,1 | 108 | <2 | <0,01 | <1,8 | 5 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-5-S | <0,1 | 112 | <2 | <0,01 | <1,8 | 2 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-5-F | <0,1 | 107 | <2 | <0,01 | 2 | 5 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-6-S | <0,1 | 170 | <2 | 0,04 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-6-F | <0,1 | 186 | <2 | <0,01 | <1,8 | 8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-7-S | <0,1 | 188 | <2 | <0,01 | 5 | 8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-7-F | <0,1 | 188 | <2 | 0,02 | 8 | 79 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-8-S | <0,1 | 111 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-8-F | <0,1 | 113 | <2 | 0,16 | 5 | 12 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-9-S | <0,1 | 180 | <2 | 0,04 | <1,8 | 2 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-9-F | <0,1 | 186 | <2 | <0,01 | <1,8 | 2 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-10-S | <0,1 | 109 | <2 | <0,01 | <1,8 | 5 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-10-F | <0,1 | 118 | <2 | 0,04 | 2 | 170 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-CN-S | <0,1 | 111 | <2 | 0,08 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-CN-F | <0,1 | 117 | <2 | <0,01 | <1,8 | 8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-CS-S | <0,1 | 109 | <2 | 0,09 | 2 | 2 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |
| E-CS-F | <0,1 | 118 | <2 | 0,01 | 23 | 49 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

*: Los Hidrocarburos aromáticos policíclicos incluyen los siguientes parámetros individuales: acenafteno, acenaftileno, acridina, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(ah)antraceno, fenantreno, fluorantreno, fluoreno, indeno(123-cd)pireno, naftaleno, pireno, quinolina.

** : Los Trihalometanos incluyen los siguientes parámetros individuales: bromodiclorometano, dibromoclorometano, tetraclorometano, tribromometano, triclorometano, trihalometano total.

Tabla EMQ-26: Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña otoño, 2014

| | Fluoruro | Sulfato | Sulfuro | Fósforo Reactivo | Fósforo Total | Nitrógeno Kjeldhal | Nitrógeno Total | Nitrito | Nitrato | Silicato | Cianuro Total | Cromo VI |
|----------|----------|---------|---------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|---------|---------|----------|---------------|----------|
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 0,2 | 2725 | <0,01 | 0,02 | 0,3 | 1 | 1,29 | <0,01 | 0,26 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-1-F | 0,27 | 2754 | <0,01 | 0,03 | 0,7 | 1,1 | 1,31 | <0,01 | 0,25 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-2-S | 0,26 | 2733 | <0,01 | 0,04 | 0,8 | 1 | 1,26 | 0,03 | 0,23 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-2-F | 0,27 | 2799 | <0,01 | 0,02 | 0,4 | 1,1 | 1,36 | <0,01 | 0,25 | 4 | <0,002 | <0,01 |
| E-3-S | 0,28 | 2696 | <0,01 | 0,02 | 0,6 | 1,2 | 1,44 | <0,01 | 0,23 | <1 | <0,002 | 0,03 |
| E-3-F | 0,29 | 2675 | <0,01 | 0,02 | 0,3 | <0,5 | 0,25 | <0,01 | 0,25 | 3 | <0,002 | <0,01 |
| E-4-S | 0,34 | 2741 | <0,01 | 0,02 | 0,4 | <0,5 | 0,24 | <0,01 | 0,22 | 2 | <0,002 | <0,01 |
| E-4-F | 0,33 | 2696 | <0,01 | 0,03 | 0,3 | <0,5 | 0,29 | <0,01 | 0,24 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-5-S | 0,34 | 2626 | <0,01 | 0,03 | 0,5 | <0,5 | 0,3 | <0,01 | 0,21 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-5-F | 0,35 | 2712 | 0,03 | 0,03 | 0,2 | <0,5 | 0,24 | 0,03 | 0,21 | 2 | <0,002 | <0,01 |
| E-6-S | 0,31 | 2704 | <0,01 | 0,03 | 0,4 | 0,9 | 1,09 | <0,01 | 0,22 | 3 | <0,002 | <0,01 |
| E-6-F | 0,29 | 2700 | 0,01 | 0,03 | 0,3 | 0,7 | 0,96 | <0,01 | 0,24 | 2 | <0,002 | <0,01 |
| E-7-S | 0,32 | 2787 | <0,01 | 0,02 | 0,2 | 0,8 | 1,09 | <0,01 | 0,25 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-7-F | 0,32 | 2819 | <0,01 | 0,02 | 0,3 | 0,8 | 1,06 | <0,01 | 0,24 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-8-S | 0,35 | 2655 | 0,03 | 0,03 | 0,2 | <0,5 | 0,22 | <0,01 | 0,22 | 2 | <0,002 | <0,01 |
| E-8-F | 0,35 | 2712 | 0,01 | 0,02 | 0,3 | <0,5 | 0,56 | <0,01 | 0,24 | <1 | <0,002 | 0,03 |
| E-9-S | 0,31 | 2774 | <0,01 | 0,02 | 0,2 | 1 | 1,18 | <0,01 | 0,2 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-9-F | 0,33 | 2819 | <0,01 | 0,14 | 0,2 | 1 | 1,19 | <0,01 | 0,24 | 3 | <0,002 | <0,01 |
| E-10-S | 0,35 | 2527 | 0,01 | 0,04 | 0,3 | <0,5 | 0,64 | <0,01 | 0,22 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-10-F | 0,36 | 2663 | 0,01 | 0,06 | 0,4 | <0,5 | 0,48 | <0,01 | 0,24 | 2 | <0,002 | <0,01 |
| E-CN-S | 0,45 | 2675 | 0,02 | 0,03 | 0,4 | <0,5 | 0,25 | <0,01 | 0,25 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-CN-F | 0,37 | 2692 | <0,01 | 0,03 | 0,4 | <0,5 | 0,23 | <0,01 | 0,23 | 3 | <0,002 | <0,01 |
| E-CS-S | 0,35 | 2680 | 0,02 | 0,03 | 0,5 | 0,6 | 0,82 | 0,03 | 0,2 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-CS-F | 0,35 | 2696 | <0,01 | 0,03 | 0,3 | <0,5 | 0,27 | <0,01 | 0,27 | 3 | <0,002 | <0,01 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-27: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña otoño, 2014

| Estación | Metales Disueltos | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------------|-------|--------------|------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|
| | Ag | Al | As | B | Ba | Be | Bi | Ca | Cd | Co | Cr | Cu | Fe | Hg | K | Li |
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,85 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 460,9 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,037 | <0,0005 | 352,6 | 0,150 |
| E-1-F | 0,02 | <0,20 | <0,20 | 3,88 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 423,2 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,083 | <0,0005 | 340,3 | 0,158 |
| E-2-S | <0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,81 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 442,9 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,030 | <0,0005 | 363,0 | 0,152 |
| E-2-F | 0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,86 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 419,0 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,030 | <0,0005 | 357,4 | 0,152 |
| E-3-S | <0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,85 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 417,5 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,030 | <0,0005 | 326,3 | 0,151 |
| E-3-F | 0,02 | <0,20 | <0,20 | 3,86 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 453,2 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,079 | <0,0005 | 340,7 | 0,159 |
| E-4-S | <0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,87 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 433,1 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,030 | <0,0005 | 368,9 | 0,152 |
| E-4-F | <0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,65 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 465,0 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,044 | <0,0005 | 390,0 | 0,148 |
| E-5-S | <0,01 | <0,20 | 0,217 | 3,87 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 443,8 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,046 | <0,0005 | 364,0 | 0,158 |
| E-5-F | 0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,87 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 447,3 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,090 | <0,0005 | 376,7 | 0,155 |
| E-6-S | 0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,84 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 428,0 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,030 | <0,0005 | 331,9 | 0,154 |
| E-6-F | <0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,78 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 454,6 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,038 | <0,0005 | 329,7 | 0,148 |
| E-7-S | <0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,90 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 453,8 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,033 | <0,0005 | 359,0 | 0,157 |
| E-7-F | 0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,90 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 442,4 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,018 | 0,037 | <0,0005 | 342,3 | 0,152 |
| E-8-S | 0,02 | <0,20 | <0,20 | 3,91 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 456,9 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,037 | <0,0005 | 346,1 | 0,155 |
| E-8-F | 0,01 | <0,20 | 0,241 | 3,90 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 428,7 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,036 | <0,0005 | 325,2 | 0,159 |
| E-9-S | <0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,86 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 459,1 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,046 | <0,0005 | 386,4 | 0,150 |
| E-9-F | <0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,82 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 456,6 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,051 | <0,0005 | 362,9 | 0,153 |
| E-10-S | 0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,78 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 446,3 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,030 | <0,0005 | 360,5 | 0,154 |
| E-10-F | <0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,89 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 433,0 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,036 | <0,0005 | 358,3 | 0,160 |
| E-CN-S | <0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,88 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 406,3 | <0,01 | 0,021 | <0,01 | <0,01 | 0,047 | <0,0005 | 332,8 | 0,152 |
| E-CN-F | 0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,90 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 422,8 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,030 | <0,0005 | 333,2 | 0,153 |
| E-CS-S | 0,01 | <0,20 | <0,20 | 3,86 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 433,6 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,014 | 0,061 | <0,0005 | 314,0 | 0,154 |
| E-CS-F | 0,02 | <0,20 | <0,20 | 3,92 | <0,010 | <0,005 | <0,20 | 455,0 | <0,01 | 0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,054 | <0,0005 | 376,1 | 0,158 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte, en negrita valor sobre la norma primaria de calidad del agua D.S. 144/2008.

Continuación Tabla EMQ-27

| Metales Disueltos | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|-------|---------|-------|-------|-------------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| | Mg | Mn | Mo | Na | Ni | P | Pb | Sb | Se | Si | Sn | Sr | Ti | Tl | V | Zn |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 1315,2 | <0,005 | <0,03 | 10954,2 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | <0,20 | <0,20 | 0,24 | 0,41 | 8,40 | <0,01 | 1,02 | <0,03 | <0,005 |
| E-1-F | 1232,0 | <0,005 | <0,03 | 9952,3 | <0,05 | <0,30 | 0,22 | 0,22 | <0,20 | 0,30 | 0,32 | 7,72 | <0,01 | <0,20 | <0,03 | 0,01 |
| E-2-S | 1293,1 | <0,005 | <0,03 | 10586,5 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | <0,20 | <0,20 | 0,21 | 0,73 | 8,11 | <0,01 | 0,26 | <0,03 | <0,005 |
| E-2-F | 1178,2 | <0,005 | <0,03 | 10029,4 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | <0,20 | <0,20 | 0,33 | 0,32 | 7,67 | <0,01 | <0,20 | <0,03 | 0,01 |
| E-3-S | 1204,0 | <0,005 | <0,03 | 9850,0 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | <0,20 | <0,20 | 0,16 | 0,67 | 7,64 | <0,01 | 0,53 | <0,03 | 0,01 |
| E-3-F | 1329,2 | <0,005 | <0,03 | 10731,1 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | 0,26 | <0,20 | 0,31 | 0,21 | 8,36 | <0,01 | 0,89 | <0,03 | 0,02 |
| E-4-S | 1259,6 | <0,005 | <0,03 | 10246,7 | <0,05 | <0,30 | 0,06 | <0,20 | <0,20 | 0,14 | 0,23 | 7,98 | <0,01 | <0,20 | <0,03 | <0,005 |
| E-4-F | 1350,0 | <0,005 | <0,03 | 10989,6 | <0,05 | <0,30 | 0,09 | 0,31 | <0,20 | 0,35 | 0,63 | 8,55 | <0,01 | <0,20 | <0,03 | 0,01 |
| E-5-S | 1297,6 | <0,005 | <0,03 | 10437,0 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | <0,20 | 0,46 | 0,25 | 0,76 | 8,14 | <0,01 | 0,41 | <0,03 | 0,01 |
| E-5-F | 1297,6 | <0,005 | <0,03 | 10513,8 | <0,05 | <0,30 | 0,08 | <0,20 | <0,20 | 0,21 | 0,69 | 8,18 | <0,01 | 0,42 | <0,03 | 0,28 |
| E-6-S | 1247,3 | <0,005 | <0,03 | 10050,0 | <0,05 | <0,30 | 0,09 | <0,20 | <0,20 | 0,18 | 0,42 | 7,81 | <0,01 | 0,62 | <0,03 | 0,01 |
| E-6-F | 1330,4 | <0,005 | <0,03 | 10861,8 | 0,050 | <0,30 | <0,05 | <0,20 | <0,20 | 0,43 | 0,64 | 8,36 | <0,01 | 1,46 | <0,03 | 0,02 |
| E-7-S | 1322,8 | <0,005 | <0,03 | 10625,1 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | 0,23 | <0,20 | 0,20 | 0,65 | 8,25 | <0,01 | 0,33 | <0,03 | 0,02 |
| E-7-F | 1285,2 | <0,005 | <0,03 | 10516,7 | <0,05 | <0,30 | 0,06 | <0,20 | <0,20 | 0,45 | 0,22 | 8,13 | <0,01 | 0,47 | <0,03 | 0,05 |
| E-8-S | 1331,3 | <0,005 | <0,03 | 10666,1 | <0,05 | <0,30 | 0,10 | <0,20 | <0,20 | 0,23 | 0,66 | 8,34 | <0,01 | 1,10 | <0,03 | <0,005 |
| E-8-F | 1240,3 | <0,005 | <0,03 | 10038,5 | <0,05 | <0,30 | 0,14 | <0,20 | <0,20 | 0,32 | 0,13 | 7,78 | <0,01 | <0,20 | <0,03 | 0,06 |
| E-9-S | 1313,7 | <0,005 | <0,03 | 10730,1 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | 0,32 | <0,20 | 0,13 | 0,49 | 8,38 | <0,01 | <0,20 | <0,03 | 0,01 |
| E-9-F | 1327,2 | <0,005 | <0,03 | 10598,5 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | 0,27 | <0,20 | 0,52 | 0,75 | 8,36 | <0,01 | <0,20 | <0,03 | 0,03 |
| E-10-S | 1308,3 | <0,005 | <0,03 | 10614,5 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | 0,23 | <0,20 | 0,24 | 0,52 | 8,23 | <0,01 | 0,45 | <0,03 | <0,005 |
| E-10-F | 1253,2 | <0,005 | <0,03 | 10130,2 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | 0,26 | <0,20 | 0,31 | 0,60 | 7,92 | <0,01 | <0,20 | <0,03 | 0,01 |
| E-CN-S | 1163,4 | <0,005 | <0,03 | 9318,8 | <0,05 | <0,30 | 0,13 | 0,31 | 0,79 | 0,27 | 0,54 | 7,20 | <0,01 | 0,79 | <0,03 | 0,03 |
| E-CN-F | 1227,2 | <0,005 | <0,03 | 9642,7 | <0,05 | <0,30 | 0,12 | <0,20 | <0,20 | 0,40 | 0,30 | 7,59 | <0,01 | <0,20 | <0,03 | <0,005 |
| E-CS-S | 1259,6 | <0,005 | <0,03 | 10146,6 | <0,05 | <0,30 | <0,05 | <0,20 | <0,20 | 0,26 | 0,57 | 7,88 | <0,01 | <0,20 | <0,03 | 0,02 |
| E-CS-F | 1321,5 | <0,005 | <0,03 | 10700,2 | <0,05 | <0,30 | 0,11 | <0,20 | 0,47 | 0,51 | 0,59 | 8,37 | <0,01 | <0,20 | <0,03 | 0,02 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte, en negrita valor sobre la norma primaria de calidad del agua D.S. 144/2008.

Tabla EMQ-28: Calidad de agua. Concentración de metales totales. Campaña otoño, 2014

| Metales Totales | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-------|--------------|-------|--------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | Ag | Al | As | B | Ba | Be | Bi | Ca | Cd | Co | Cr | Cu | Fe | K | Li |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 3,955 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 408,3 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,030 | 379,0 | 0,152 |
| E-1-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,001 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 395,3 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,049 | 398,9 | 0,155 |
| E-2-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 3,995 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 404,5 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 388,9 | 0,153 |
| E-2-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,017 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 404,7 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,052 | 410,9 | 0,151 |
| E-3-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,050 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 404,7 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,053 | 381,5 | 0,158 |
| E-3-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 3,893 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 399,3 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,046 | 361,4 | 0,150 |
| E-4-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 3,956 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 392,3 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,042 | 349,9 | 0,152 |
| E-4-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,042 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 401,2 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,041 | 369,3 | 0,164 |
| E-5-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,105 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 397,4 | <0,010 | 0,016 | <0,010 | <0,010 | 0,097 | 369,4 | 0,158 |
| E-5-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,145 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 401,8 | <0,010 | 0,037 | <0,010 | <0,010 | 0,048 | 369,4 | 0,153 |
| E-6-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,044 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 390,6 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 364,6 | 0,149 |
| E-6-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 3,988 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 410,9 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 403,5 | 0,151 |
| E-7-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 3,968 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 414,6 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 393,7 | 0,151 |
| E-7-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 3,966 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 398,3 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,039 | 381,3 | 0,151 |
| E-8-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,065 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 398,0 | <0,010 | 0,016 | <0,010 | <0,010 | 0,071 | 374,1 | 0,158 |
| E-8-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,025 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 386,4 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 368,0 | 0,153 |
| E-9-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,058 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 409,4 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 410,3 | 0,155 |
| E-9-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,060 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 413,9 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,065 | 377,1 | 0,160 |
| E-10-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,232 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 420,3 | <0,010 | 0,023 | <0,010 | <0,010 | 0,050 | 402,3 | 0,163 |
| E-10-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,152 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 416,6 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,042 | 379,0 | 0,160 |
| E-CN-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,089 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 402,2 | <0,010 | 0,025 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 363,7 | 0,161 |
| E-CN-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,027 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 401,0 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,063 | 363,4 | 0,152 |
| E-CS-S | <0,010 | <0,20 | 0,226 | 4,015 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 400,0 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,012 | 0,068 | 366,3 | 0,157 |
| E-CS-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,147 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 408,7 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,042 | 360,6 | 0,157 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte, en negrita valor sobre la norma primaria de calidad del agua D.S. 144/2008.

Continuación Tabla EMQ-28

| Metales Totales | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|---------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | Mg | Mn | Mo | Na | Ni | P | Pb | Sb | Se | Si | Sn | Sr | Ti | Tl | V | Zn |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 1338 | <0,0050 | <0,030 | 11169 | <0,050 | <0,30 | 0,071 | <0,20 | <0,20 | 0,256 | 0,278 | 7,951 | <0,010 | 0,650 | <0,030 | 0,007 |
| E-1-F | 1286 | <0,0050 | <0,030 | 11107 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | 0,230 | 0,236 | 0,192 | 7,816 | <0,010 | 0,373 | <0,030 | 0,021 |
| E-2-S | 1316 | <0,0050 | <0,030 | 11218 | <0,050 | 0,356 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,477 | 0,301 | 7,951 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,005 |
| E-2-F | 1327 | <0,0050 | <0,030 | 11122 | <0,050 | 0,688 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,375 | <0,030 | 7,858 | <0,010 | 0,408 | <0,030 | 0,010 |
| E-3-S | 1318 | <0,0050 | <0,030 | 11082 | <0,050 | 0,400 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,245 | 0,702 | 7,785 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,020 |
| E-3-F | 1288 | <0,0050 | <0,030 | 10693 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,317 | 0,286 | 7,648 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,037 |
| E-4-S | 1282 | <0,0050 | <0,030 | 10744 | <0,050 | 0,384 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,279 | 0,302 | 7,618 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,065 |
| E-4-F | 1303 | <0,0050 | <0,030 | 10935 | <0,050 | 0,360 | <0,050 | <0,20 | 0,866 | 0,298 | 0,616 | 7,765 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,020 |
| E-5-S | 1306 | <0,0050 | <0,030 | 10885 | <0,050 | 1,085 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,283 | 0,370 | 7,706 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,036 |
| E-5-F | 1332 | <0,0050 | <0,030 | 11079 | <0,050 | 0,768 | <0,050 | <0,20 | 0,371 | 0,319 | 0,296 | 7,856 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,283 |
| E-6-S | 1294 | <0,0050 | <0,030 | 10824 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | 0,912 | 0,553 | 0,172 | 7,660 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,033 |
| E-6-F | 1338 | <0,0050 | <0,030 | 11281 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,142 | 0,220 | 7,973 | <0,010 | 0,231 | <0,030 | 0,018 |
| E-7-S | 1369 | <0,0050 | <0,030 | 11515 | <0,050 | <0,30 | 0,082 | <0,20 | <0,20 | 0,293 | 0,214 | 8,129 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,025 |
| E-7-F | 1307 | <0,0050 | <0,030 | 10747 | <0,050 | 0,882 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,457 | 0,214 | 7,629 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,065 |
| E-8-S | 1300 | <0,0050 | <0,030 | 10874 | <0,050 | 0,877 | <0,050 | <0,20 | 0,503 | 0,255 | 0,328 | 7,730 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,028 |
| E-8-F | 1272 | <0,0050 | <0,030 | 10551 | <0,050 | 0,770 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,342 | <0,030 | 7,510 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,025 |
| E-9-S | 1337 | <0,0050 | <0,030 | 11115 | <0,050 | <0,30 | 0,073 | <0,20 | <0,20 | 0,103 | 0,515 | 7,897 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,017 |
| E-9-F | 1337 | <0,0050 | <0,030 | 11270 | <0,050 | 0,475 | <0,050 | <0,20 | 0,517 | 0,407 | <0,030 | 7,972 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,017 |
| E-10-S | 1367 | <0,0050 | <0,030 | 11412 | <0,050 | 1,345 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,301 | 0,246 | 8,080 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,024 |
| E-10-F | 1360 | <0,0050 | <0,030 | 11368 | <0,050 | 1,466 | 0,083 | <0,20 | 0,854 | 0,330 | 0,208 | 8,098 | <0,010 | 0,418 | <0,030 | 0,026 |
| E-CN-S | 1313 | <0,0050 | <0,030 | 10819 | <0,050 | 0,413 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,211 | <0,030 | 7,733 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,118 |
| E-CN-F | 1325 | <0,0050 | <0,030 | 11005 | <0,050 | 0,485 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,444 | 0,463 | 7,829 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,022 |
| E-CS-S | 1301 | <0,0050 | <0,030 | 10917 | <0,050 | 0,606 | <0,050 | <0,20 | 0,226 | 0,166 | 0,076 | 7,730 | <0,010 | 0,400 | <0,030 | 0,039 |
| E-CS-F | 1337 | <0,0050 | <0,030 | 11166 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | 0,328 | 0,463 | 0,499 | 7,920 | <0,010 | 0,552 | <0,030 | 0,048 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Invierno 2014

En las Tabla EMQ-29, Tabla EMQ-30, Tabla EMQ-31 y Tabla EMQ-32, se entrega un detalle de las concentraciones de los parámetros evaluados para determinar la calidad del agua de mar, a nivel superficial y fondo.

Según la Tabla EMQ-29, los sólidos sedimentables y aceites & grasas presentaron niveles inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades analizadas. Por su parte, los sólidos suspendidos totales presentaron concentraciones entre 9 y 24 mg/L, que se catalogan como clase 1 de muy buena calidad por la propuesta de norma secundaria de aguas de Chile. Los detergentes (SAAM) presentaron valores que fluctuaron entre el límite de detección (0,10 mg/L) y 0,3 mg/L en la capa superficial de ambas estaciones controles. Por otra parte, en la calidad microbiológica los coliformes fecales presentaron en casi todas las estaciones niveles bajo el límite de detección, salvo en la estación E-4-S con 6,8 NMP/ 100 mL. En los coliformes totales también se encontraron en la mayoría de las estaciones valores bajo el límite de detección, sin embargo en la estación E-1 (superficie y fondo) se registraron valores cuantificables de 23 y 7,8 NMP/100 ml, respectivamente, mientras que en E-CS-F se reportó el máximo de 49 NMP/100 ml. Respecto de los parámetros orgánicos todos los analitos presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas: fenoles (<0,001 mg/L), hidrocarburos volátiles (<0,5 mg/L), hidrocarburos fijos (<2,0 mg/L), hidrocarburos totales (<2,0 mg/L), hidrocarburos aromáticos policíclicos (<0,0001 mg/L) y trihalometanos (<0,002 mg/L). A diferencia de los niveles de C.O.T. (carbono orgánico total) presentaron niveles cuantificables en la mayoría de las estaciones de muestreo, con valores mayores a 4 mg/L en E-4-F, E-5-S y E-8-F.

Respecto de los parámetros inorgánicos (Tabla EMQ-30), se encontraron concentraciones homogéneas, en todas la estaciones y profundidades, presentes en los siguientes parámetros: fluoruro (0,49 a 0,62 mg/L), sulfato (2391 a 2774 mg/L) fósforo total (0,1 a 0,4 mg/L), nitrógeno Kjeldhal (<0,5 a 0,7 mg/L), nitrógeno total (0,57 a 1,44 mg/L), nitrato (0,56 a 1,44 mg/L), silicato (<0,1 a 1 mg/L). Los siguientes parámetros, registraron concentraciones menores al límite de detección de la metodología empleada; sulfuro (<0,01 mg/L), nitrito (<0,01 mg/L), cianuro total (<0,002 mg/L) y cromo VI (<0,01 mg/L). El fósforo reactivo mostró concentraciones bajas a excepción en E1-S de 0,19 mg/L.

En cuanto a los metales presentes en el agua de mar, disueltos (Tabla EMQ-31) y totales (Tabla EMQ-32), la mayoría mostró niveles inferiores a los límites de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades analizadas, incluyendo metales presentes en la norma primaria de calidad agua como el arsénico (As) y mercurio (Hg). Además, el cobre (Cu) y molibdeno (Mo) tuvieron concentraciones bajo el límite de detección. Por otro lado, cromo (Cr) y cobalto (Co) presentaron concentraciones bajas en todas estaciones y profundidades menores a 0,01 mg/L. Sin embargo, el análisis de las concentraciones del plomo (Pb), dio como resultado que en la gran mayoría de las estaciones presentaron niveles superiores a los permitido por la norma primaria de calidad de agua de Chile (valor de referencia 0,11 mg/L), con máximos de 0,28 mg/L en la estación E-4-F. Respecto del resto de los metales evaluados, registraron concentraciones inferiores al límite de detección de las respectivas metodologías empleadas, o bien presentaron niveles cuantificables que variaron en el mismo rango de concentraciones esperables para el agua de mar.

Tabla EMQ-29: Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos. Campaña invierno, 2014

| Estación | Físico-químicos | | | | Microbiológicos | | Compuestos Orgánicos | | | | | | |
|----------|-----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|--------|
| | Sólidos sedimentables | Sólidos suspendidos totales | Aceites & grasas | Detergentes (SAAM) | Coliformes fecales | Coliformes totales | Fenoles | Hidroc. Volátiles | Hidroc. Fijos | Hidroc. Totales | Hidroc. aromáticos policíclicos* | Trihalometanos ** | C.O.T. |
| | ml/L hr | mg/L | mg/L | mg/L | NMP/100 mL | NMP/100 mL | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | <0,1 | 13 | <2 | 0,13 | <1,8 | 23,0 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1,2 |
| E-1-F | <0,1 | 15 | <2 | 0,12 | <1,8 | 7,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1,1 |
| E-2-S | <0,1 | 19 | <2 | 0,05 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1,5 |
| E-2-F | <0,1 | 15 | <2 | <0,01 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1,5 |
| E-3-S | <0,1 | 10 | <2 | 0,06 | <1,8 | 2,0 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1 |
| E-3-F | <0,1 | 16 | <2 | <0,01 | <1,8 | 2,0 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1,1 |
| E-4-S | <0,1 | 15 | <2 | 0,01 | 6,8 | 6,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1,3 |
| E-4-F | <0,1 | 13 | <2 | 0,12 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 4,2 |
| E-5-S | <0,1 | 11 | <2 | 0,01 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 4,1 |
| E-5-F | <0,1 | 15 | <2 | 0,08 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <1,0 |
| E-6-S | <0,1 | 16 | <2 | 0,09 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <1,0 |
| E-6-F | <0,1 | 14 | <2 | 0,06 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1 |
| E-7-S | <0,1 | 24 | <2 | 0,11 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1,5 |
| E-7-F | <0,1 | 10 | <2 | 0,06 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <1 |
| E-8-S | <0,1 | 12 | <2 | 0,09 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <1 |
| E-8-F | <0,1 | 9 | <2 | 0,09 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 4,5 |
| E-9-S | <0,1 | 12 | <2 | 0,13 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1,1 |
| E-9-F | <0,1 | 15 | <2 | 0,06 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1 |
| E-10-S | <0,1 | 10 | <2 | 0,10 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 3,3 |
| E-10-F | <0,1 | 13 | <2 | 0,09 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <1 |
| E-CN-S | <0,1 | 14 | <2 | 0,30 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1,3 |
| E-CN-F | <0,1 | 13 | <2 | 0,15 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1,2 |
| E-CS-S | <0,1 | 14 | <2 | 0,30 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 3 |
| E-CS-F | <0,1 | 13 | <2 | 0,13 | 2,0 | 49,0 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | 1,3 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

*: Los Hidrocarburos aromáticos policíclicos incluyen los siguientes parámetros individuales: acenafteno, acenaftileno, acridina, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(ah)antraceno, fenantreno, fluorantreno, fluoreno, indeno(123-cd)pireno, naftaleno, pireno, quinolina.

** : Los Trihalometanos incluyen los siguientes parámetros individuales: bromodiclorometano, dibromoclorometano, tetraclorometano, tribromometano, triclorometano, trihalometano total.

Tabla EMQ-30: Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña invierno, 2014

| Parámetros Inorgánicos | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|---------|---------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|---------|---------|----------|---------------|----------|
| | Fluoruro | Sulfato | Sulfuro | Fósforo reactivo | Fósforo total | Nitrógeno Kjeldhal | Nitrógeno total | Nitrito | Nitrato | Silicato | Cianuro Total | Cromo VI |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 0,53 | 2725 | <0,01 | 0,19 | <0,1 | <0,5 | 0,78 | <0,01 | 0,58 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-1-F | 0,54 | 2391 | <0,01 | 0,07 | <0,1 | <0,5 | 0,57 | <0,01 | 0,57 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-2-S | 0,49 | 2651 | <0,01 | <0,01 | 0,2 | <0,5 | 0,65 | <0,01 | 0,65 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-2-F | 0,51 | 2700 | <0,01 | <0,01 | 0,2 | <0,5 | 0,67 | <0,01 | 0,67 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-3-S | 0,50 | 2412 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | 0,68 | <0,01 | 0,56 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-3-F | 0,62 | 2560 | <0,01 | 0,07 | 0,3 | <0,5 | 0,59 | <0,01 | 0,59 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-4-S | 0,52 | 2680 | <0,01 | <0,01 | 0,4 | <0,5 | 0,62 | <0,01 | 0,62 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-4-F | 0,53 | 2634 | <0,01 | <0,01 | 0,3 | <0,5 | 0,65 | <0,01 | 0,65 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-5-S | 0,52 | 2684 | <0,01 | <0,01 | 0,4 | <0,5 | 0,84 | <0,01 | 0,72 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-5-F | 0,52 | 2737 | <0,01 | <0,01 | 0,4 | <0,5 | 0,99 | 0,01 | 0,64 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-6-S | 0,51 | 2692 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | 0,88 | <0,01 | 0,88 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-6-F | 0,52 | 2630 | <0,01 | 0,06 | 0,1 | <0,5 | 0,58 | <0,01 | 0,58 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-7-S | 0,52 | 2692 | <0,01 | <0,01 | 0,2 | <0,5 | 0,72 | <0,01 | 0,72 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-7-F | 0,52 | 2696 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | 0,72 | <0,01 | 0,72 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-8-S | 0,52 | 2671 | <0,01 | <0,01 | 0,2 | <0,5 | 0,63 | <0,01 | 0,63 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-8-F | 0,53 | 2622 | <0,01 | <0,01 | 0,4 | 0,7 | 1,31 | <0,01 | 0,62 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-9-S | 0,54 | 2659 | <0,01 | 0,05 | <0,1 | <0,5 | 0,63 | <0,01 | 0,57 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-9-F | 0,54 | 2774 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | 0,59 | <0,01 | 0,59 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-10-S | 0,53 | 2663 | <0,01 | <0,01 | 0,2 | <0,5 | 0,86 | <0,01 | 0,64 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-10-F | 0,53 | 2675 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,5 | 0,94 | <0,01 | 0,62 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-CN-S | 0,62 | 2671 | <0,01 | 0,07 | <0,1 | <0,5 | 1,06 | <0,01 | 0,58 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-CN-F | 0,55 | 2696 | <0,01 | 0,07 | <0,1 | <0,5 | 1,44 | <0,01 | 1,44 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-CS-S | 0,54 | 2729 | <0,01 | 0,06 | <0,1 | <0,5 | 0,82 | <0,01 | 0,65 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-CS-F | 0,54 | 2692 | <0,01 | 0,07 | <0,1 | <0,5 | 1,07 | <0,01 | 0,84 | 1 | <0,002 | <0,01 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-31: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña invierno, 2014

| Metales Disueltos | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|-------|
| Estación | Ag | Al | As | B | Ba | Be | Bi | Ca | Cd | Co | Cr | Cu | Fe | Hg | K | Li |
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,727 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 435,9 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 457,3 | 0,383 |
| E-1-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,745 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 435,5 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 457,2 | 0,391 |
| E-2-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,802 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 435,4 | <0,010 | <0,010 | 0,014 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 453,0 | 0,354 |
| E-2-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,772 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 435,9 | <0,010 | <0,010 | 0,011 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 453,9 | 0,377 |
| E-3-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,794 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 435,8 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 458,9 | 0,386 |
| E-3-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,791 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 438,7 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 458,9 | 0,382 |
| E-4-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,845 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 439,3 | <0,010 | <0,010 | 0,015 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 454,7 | 0,409 |
| E-4-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,842 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 437,4 | <0,010 | <0,010 | 0,012 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 457,8 | 0,395 |
| E-5-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,802 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 436,7 | <0,010 | 0,014 | 0,015 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 453,2 | 0,394 |
| E-5-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,823 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 435,7 | <0,010 | <0,010 | 0,012 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 455,1 | 0,377 |
| E-6-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,756 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 440,8 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 459,3 | 0,396 |
| E-6-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,850 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 437,9 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 462,6 | 0,371 |
| E-7-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,772 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 438,2 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 454,1 | 0,391 |
| E-7-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,838 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 439,3 | <0,010 | <0,010 | 0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 455,0 | 0,383 |
| E-8-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,810 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 440,7 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 456,5 | 0,387 |
| E-8-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,797 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 435,1 | <0,010 | <0,010 | 0,011 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 451,1 | 0,374 |
| E-9-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,841 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 436,7 | <0,010 | <0,010 | 0,011 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 462,0 | 0,379 |
| E-9-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,826 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 439,2 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 465,7 | 0,372 |
| E-10-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,777 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 433,5 | <0,010 | <0,010 | 0,016 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 451,6 | 0,361 |
| E-10-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,787 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 438,1 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 456,5 | 0,393 |
| E-CN-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,753 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 431,2 | <0,010 | <0,010 | 0,016 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 448,2 | 0,381 |
| E-CN-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,752 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 430,3 | <0,010 | <0,010 | 0,011 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 448,1 | 0,373 |
| E-CS-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,815 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 437,1 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 456,6 | 0,372 |
| E-CS-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,786 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 440,4 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 458,6 | 0,387 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Continuación Tabla EMQ-31

| Metales Disueltos | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|---------|--------|-------|--------|-------|--------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|---------|
| | Mg | Mn | Mo | Na | Ni | P | Pb | Sb | Se | Si | Sn | Sr | Ti | Tl | V | Zn |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 1456 | <0,0050 | <0,030 | 11443 | <0,050 | <0,30 | 0,126 | <0,20 | <0,20 | 0,871 | <0,030 | 7,310 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-1-F | 1455 | <0,0050 | <0,030 | 11488 | <0,050 | <0,30 | 0,145 | <0,20 | <0,20 | 0,873 | 0,069 | 7,293 | <0,010 | 1,748 | <0,030 | <0,0050 |
| E-2-S | 1627 | 0,007 | <0,030 | 12992 | <0,050 | <0,30 | 0,200 | <0,20 | <0,20 | 1,263 | 0,108 | 7,320 | <0,010 | 0,589 | <0,030 | 0,018 |
| E-2-F | 1728 | <0,0050 | <0,030 | 13399 | <0,050 | <0,30 | 0,156 | <0,20 | <0,20 | 1,352 | <0,030 | 7,387 | <0,010 | 1,072 | <0,030 | <0,0050 |
| E-3-S | 1526 | <0,0050 | <0,030 | 12132 | <0,050 | <0,30 | 0,056 | <0,20 | <0,20 | 0,895 | 0,097 | 7,324 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-3-F | 1492 | <0,0050 | <0,030 | 11864 | <0,050 | <0,30 | 0,188 | <0,20 | <0,20 | 1,022 | 0,061 | 7,360 | <0,010 | 1,310 | <0,030 | <0,0050 |
| E-4-S | 1601 | <0,0050 | <0,030 | 13664 | <0,050 | <0,30 | 0,149 | <0,20 | <0,20 | 1,402 | 0,106 | 7,370 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-4-F | 1773 | <0,0050 | <0,030 | 13180 | <0,050 | <0,30 | 0,092 | <0,20 | <0,20 | 1,331 | 0,098 | 7,365 | <0,010 | 1,734 | <0,030 | <0,0050 |
| E-5-S | 1626 | <0,0050 | <0,030 | 12899 | <0,050 | <0,30 | 0,210 | <0,20 | <0,20 | 1,338 | 0,044 | 7,342 | <0,010 | 0,707 | <0,030 | <0,0050 |
| E-5-F | 1498 | <0,0050 | <0,030 | 13000 | <0,050 | <0,30 | 0,126 | <0,20 | <0,20 | 1,297 | 0,080 | 7,348 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-6-S | 1486 | <0,0050 | <0,030 | 11731 | <0,050 | <0,30 | 0,139 | <0,20 | <0,20 | 0,889 | <0,030 | 7,337 | <0,010 | 1,913 | <0,030 | <0,0050 |
| E-6-F | 1593 | <0,0050 | <0,030 | 12583 | <0,050 | <0,30 | 0,181 | <0,20 | <0,20 | 1,007 | 0,065 | 7,407 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-7-S | 1680 | <0,0050 | <0,030 | 13099 | <0,050 | <0,30 | 0,112 | <0,20 | <0,20 | 1,283 | 0,069 | 7,329 | <0,010 | 1,332 | <0,030 | 0,006 |
| E-7-F | 1626 | <0,0050 | <0,030 | 13466 | <0,050 | <0,30 | 0,165 | <0,20 | <0,20 | 1,440 | <0,030 | 7,368 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-8-S | 1660 | <0,0050 | <0,030 | 13217 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 1,291 | 0,085 | 7,383 | <0,010 | 1,616 | <0,030 | <0,0050 |
| E-8-F | 1728 | <0,0050 | <0,030 | 13683 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 1,328 | <0,030 | 7,327 | <0,010 | 1,731 | <0,030 | <0,0050 |
| E-9-S | 1550 | <0,0050 | <0,030 | 12315 | <0,050 | <0,30 | 0,063 | <0,20 | <0,20 | 0,843 | 0,078 | 7,357 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-9-F | 1696 | <0,0050 | <0,030 | 13502 | <0,050 | <0,30 | 0,140 | <0,20 | <0,20 | 1,283 | <0,030 | 7,429 | <0,010 | 2,494 | <0,030 | <0,0050 |
| E-10-S | 1792 | <0,0050 | <0,030 | 13219 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 1,346 | 0,097 | 7,339 | <0,010 | 0,334 | <0,030 | <0,0050 |
| E-10-F | 1828 | <0,0050 | <0,030 | 13333 | <0,050 | <0,30 | 0,153 | <0,20 | <0,20 | 1,368 | 0,071 | 7,359 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-CN-S | 1397 | <0,0050 | <0,030 | 11184 | <0,050 | <0,30 | 0,114 | <0,20 | <0,20 | 0,914 | 0,038 | 7,236 | <0,010 | 1,447 | <0,030 | <0,0050 |
| E-CN-F | 1478 | <0,0050 | <0,030 | 11776 | <0,050 | <0,30 | 0,138 | <0,20 | <0,20 | 0,905 | <0,030 | 7,228 | <0,010 | 1,090 | <0,030 | <0,0050 |
| E-CS-S | 1552 | <0,0050 | <0,030 | 12209 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 1,393 | <0,030 | 7,375 | <0,010 | 1,833 | <0,030 | <0,0050 |
| E-CS-F | 1545 | <0,0050 | <0,030 | 12351 | <0,050 | <0,30 | 0,094 | <0,20 | <0,20 | 1,342 | <0,030 | 7,394 | <0,010 | 1,245 | <0,030 | 0,007 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte, en negrita valor sobre la norma primaria de calidad del agua D.S. 144/2008.

Tabla EMQ-32: Calidad de agua. Concentración de metales totales. Campaña invierno, 2014

| Estación | Metales Totales | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | Ag | Al | As | B | Ba | Be | Bi | Ca | Cd | Co | Cr | Cu | Fe | K | Li |
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,979 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 477,1 | <0,010 | <0,010 | 0,010 | <0,010 | <0,030 | 459,0 | 0,418 |
| E-1-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,109 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 484,5 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 468,6 | 0,430 |
| E-2-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,067 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 483,5 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 467,0 | 0,422 |
| E-2-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,067 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 480,8 | <0,010 | <0,010 | 0,013 | <0,010 | <0,030 | 468,6 | 0,424 |
| E-3-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,167 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 492,9 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 476,8 | 0,438 |
| E-3-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,958 | 0,029 | <0,0050 | <0,20 | 475,8 | 0,011 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 461,3 | 0,445 |
| E-4-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,051 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 477,8 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 462,5 | 0,405 |
| E-4-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,213 | 0,018 | <0,0050 | <0,20 | 498,5 | <0,010 | <0,010 | 0,012 | <0,010 | 0,034 | 482,4 | 0,430 |
| E-5-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,131 | 0,013 | <0,0050 | <0,20 | 489,3 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 470,9 | 0,411 |
| E-5-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,012 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 479,2 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 459,6 | 0,406 |
| E-6-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,054 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 477,2 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 464,8 | 0,407 |
| E-6-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,118 | 0,011 | <0,0050 | <0,20 | 489,6 | <0,010 | <0,010 | 0,015 | <0,010 | <0,030 | 474,1 | 0,443 |
| E-7-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,096 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 486,9 | <0,010 | <0,010 | 0,011 | <0,010 | <0,030 | 471,8 | 0,427 |
| E-7-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,354 | 0,011 | <0,0050 | <0,20 | 510,9 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,100 | 491,9 | 0,425 |
| E-8-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,052 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 483,4 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,077 | 465,9 | 0,429 |
| E-8-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,155 | 0,013 | <0,0050 | <0,20 | 492,6 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,136 | 477,1 | 0,422 |
| E-9-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,061 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 481,7 | <0,010 | <0,010 | 0,013 | <0,010 | <0,030 | 467,8 | 0,413 |
| E-9-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,112 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 486,0 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 474,5 | 0,442 |
| E-10-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,072 | 0,012 | <0,0050 | <0,20 | 487,1 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,043 | 470,3 | 0,427 |
| E-10-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,129 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 488,5 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 471,2 | 0,414 |
| E-CN-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,924 | 0,021 | <0,0050 | <0,20 | 466,4 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 449,8 | 0,392 |
| E-CN-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,864 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 463,5 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | 447,5 | 0,381 |
| E-CS-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,108 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 490,8 | <0,010 | 0,014 | <0,010 | <0,010 | 0,033 | 475,4 | 0,446 |
| E-CS-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 5,256 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 499,9 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,108 | 482,8 | 0,440 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Continuación Tabla EMQ-32

| Estación | Metales Totales | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|---------|--------|-------|--------|-------|--------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | Mg | Mn | Mo | Na | Ni | P | Pb | Sb | Se | Si | Sn | Sr | Ti | Tl | V | Zn |
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 1407 | <0,0050 | <0,030 | 11600 | <0,050 | <0,30 | 0,217 | <0,20 | <0,20 | 1,259 | <0,030 | 7,191 | <0,010 | 0,287 | <0,030 | 0,060 |
| E-1-F | 1506 | <0,0050 | <0,030 | 12269 | <0,050 | <0,30 | 0,121 | <0,20 | <0,20 | 1,313 | <0,030 | 7,334 | <0,010 | 1,146 | <0,030 | 0,073 |
| E-2-S | 1418 | <0,0050 | <0,030 | 11571 | <0,050 | <0,30 | 0,166 | <0,20 | <0,20 | 1,689 | <0,030 | 7,356 | <0,010 | 0,329 | <0,030 | 0,044 |
| E-2-F | 1483 | <0,0050 | <0,030 | 11989 | <0,050 | <0,30 | 0,201 | <0,20 | <0,20 | 1,784 | <0,030 | 7,364 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,053 |
| E-3-S | 1473 | <0,0050 | <0,030 | 12202 | <0,050 | <0,30 | 0,202 | <0,20 | <0,20 | 1,225 | <0,030 | 7,452 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,052 |
| E-3-F | 1417 | <0,0050 | <0,030 | 11853 | <0,050 | <0,30 | 0,134 | <0,20 | <0,20 | 1,423 | <0,030 | 7,236 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,053 |
| E-4-S | 1410 | <0,0050 | <0,030 | 11503 | <0,050 | <0,30 | 0,112 | <0,20 | <0,20 | 1,701 | <0,030 | 7,296 | <0,010 | 0,532 | <0,030 | 0,046 |
| E-4-F | 1411 | <0,0050 | <0,030 | 11546 | <0,050 | <0,30 | 0,282 | <0,20 | <0,20 | 1,742 | <0,030 | 7,565 | <0,010 | 0,884 | <0,030 | 0,061 |
| E-5-S | 1487 | <0,0050 | <0,030 | 12193 | <0,050 | <0,30 | 0,178 | 0,211 | <0,20 | 1,666 | <0,030 | 7,411 | <0,010 | 0,309 | <0,030 | 0,052 |
| E-5-F | 1416 | <0,0050 | <0,030 | 11741 | <0,050 | <0,30 | 0,107 | <0,20 | <0,20 | 1,700 | <0,030 | 7,279 | <0,010 | 0,267 | <0,030 | 0,044 |
| E-6-S | 1570 | <0,0050 | <0,030 | 12840 | <0,050 | <0,30 | 0,111 | <0,20 | <0,20 | 1,254 | <0,030 | 7,256 | <0,010 | 0,545 | <0,030 | 0,125 |
| E-6-F | 1500 | <0,0050 | <0,030 | 12377 | <0,050 | <0,30 | 0,168 | <0,20 | <0,20 | 1,425 | <0,030 | 7,420 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,040 |
| E-7-S | 1591 | <0,0050 | <0,030 | 13053 | <0,050 | <0,30 | 0,138 | <0,20 | <0,20 | 1,680 | 0,042 | 7,385 | <0,010 | 0,447 | <0,030 | 0,049 |
| E-7-F | 1685 | <0,0050 | <0,030 | 13679 | <0,050 | <0,30 | 0,113 | <0,20 | <0,20 | 1,971 | <0,030 | 7,711 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,061 |
| E-8-S | 1422 | <0,0050 | 0,039 | 11706 | <0,050 | <0,30 | 0,127 | <0,20 | 0,241 | 1,724 | 0,044 | 7,336 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,051 |
| E-8-F | 1513 | <0,0050 | <0,030 | 12485 | <0,050 | <0,30 | 0,212 | <0,20 | <0,20 | 1,789 | 0,102 | 7,480 | <0,010 | 0,502 | <0,030 | 0,054 |
| E-9-S | 1512 | <0,0050 | <0,030 | 12424 | <0,050 | <0,30 | 0,101 | <0,20 | <0,20 | 1,291 | <0,030 | 7,330 | <0,010 | 1,018 | <0,030 | 0,049 |
| E-9-F | 1377 | <0,0050 | <0,030 | 11332 | <0,050 | <0,30 | 0,162 | <0,20 | <0,20 | 1,660 | <0,030 | 7,410 | <0,010 | 1,119 | <0,030 | 0,044 |
| E-10-S | 1328 | <0,0050 | <0,030 | 11028 | <0,050 | <0,30 | 0,225 | <0,20 | <0,20 | 1,813 | 0,049 | 7,371 | <0,010 | 0,882 | <0,030 | 0,055 |
| E-10-F | 1401 | <0,0050 | <0,030 | 11542 | <0,050 | <0,30 | 0,129 | <0,20 | <0,20 | 1,733 | 0,069 | 7,410 | <0,010 | 0,426 | <0,030 | 0,049 |
| E-CN-S | 1318 | <0,0050 | <0,030 | 10917 | <0,050 | <0,30 | 0,088 | <0,20 | <0,20 | 1,289 | <0,030 | 7,063 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,059 |
| E-CN-F | 1570 | <0,0050 | <0,030 | 13071 | <0,050 | <0,30 | 0,153 | <0,20 | <0,20 | 1,381 | <0,030 | 7,034 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,066 |
| E-CS-S | 1418 | <0,0050 | <0,030 | 11698 | <0,050 | <0,30 | 0,108 | <0,20 | <0,20 | 1,818 | <0,030 | 7,443 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,062 |
| E-CS-F | 1474 | <0,0050 | <0,030 | 12151 | <0,050 | <0,30 | 0,226 | <0,20 | <0,20 | 1,762 | 0,105 | 7,582 | <0,010 | 0,762 | <0,030 | 0,070 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte, en negrita valor sobre la norma primaria de calidad del agua D.S. 144/2008.

Primavera 2014

En las Tablas EMQ-33, Tabla EMQ-34 y Tabla EMQ-35, se entrega un detalle de las concentraciones de los parámetros evaluados para determinar la calidad del agua de mar, a nivel superficial y fondo.

Según la Tabla EMQ-33, los sólidos sedimentables y aceites & grasas presentaron niveles inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades analizadas. Por su parte, los sólidos suspendidos totales presentaron concentraciones entre 99 y 122 mg/L, que se catalogan como “Clase 3, de regular calidad” por la norma secundaria de aguas de Chile. Los detergentes (SAAM) presentaron valores que fluctuaron entre 0,02 mg/L y 0,77 mg/L, rango de valores que cabe en la categoría de “Clase 2, de buena calidad” por la propuesta de norma secundaria de aguas de Chile. Por otra parte, en la calidad microbiológica los coliformes fecales presentaron en casi todas las estaciones niveles bajo el límite de detección, salvo en la estación E-4-F con 4 mg/L. En los coliformes totales en todas las estaciones presentaron valores bajo el límite de detección. Respecto de los parámetros orgánicos casi todos los analitos presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas: hidrocarburos volátiles (<0,5 mg/L), hidrocarburos fijos (<2,0 mg/L), hidrocarburos totales (<2,0 mg/L), hidrocarburos aromáticos policíclicos (<0,0001 mg/L) y trihalometanos (<0,002 mg/L) y C.O.T. (<2 mg/L). El único parámetro orgánico que obtuvo valores cuantificables fueron los fenoles, los que variaron entre el límite de detección (<0,001 mg/L) en E-CN-F y 0,014 mg/L en ambas profundidades en E-1.

Respecto de los parámetros inorgánicos (Tabla EMQ-34), se registraron concentraciones homogéneas, en todas las estaciones y profundidades en los siguientes parámetros: fluoruro (0,53 a 0,88 mg/L), sulfato (2.457 a 3.081 mg/L), fósforo total (0,1 a 0,5 mg/L), fósforo reactivo (0,02 a 0,13 mg/L), nitrógeno Kjeldhal (<0,5 a 0,7 mg/L), nitrógeno total (0,40 a 1,31 mg/L), nitrato (0,40 a 1,31 mg/L), silicato (<0,1 a 2 mg/L). Los siguientes parámetros, registraron concentraciones menores al límite de detección de la metodología empleada; sulfuro (<0,01 mg/L), nitrógeno Kjeldhal (<0,5 mg/L), nitrito (<0,01 mg/L), cianuro total (<0,002 mg/L) y cromo VI (<0,01 mg/L).

En cuanto a los metales presentes en el agua de mar, en la Tabla EMQ-35 se muestran los metales disueltos. La mayoría de los metales mostraron valores inferiores a los límites de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades analizadas, incluyendo metales presentes en la norma primaria de calidad agua como el arsénico (As) y mercurio (Hg). Además, el cobre (Cu) y molibdeno (Mo) presentaron concentraciones bajo el límite de detección. Por otro lado, cromo (Cr) y cobalto (Co) presentaron bajas concentraciones en todas las estaciones y profundidades (menores a 0,01 mg/L). En esta oportunidad, en la campaña de primavera 2014 el análisis de las concentraciones del plomo (Pb) dio como resultado niveles bajo los límites de detección (<0,050 mg/L) en todas las estaciones y profundidades. Respecto del resto de los metales evaluados, se registraron concentraciones inferiores al límite de detección de las respectivas metodologías empleadas, o bien presentaron niveles cuantificables que variaron en el mismo rango de concentraciones esperables para el agua de mar. En esta campaña no se midieron los metales totales.

Tabla EMQ-33: Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos. Campaña primavera, 2014

| Estación | Físico-químicos | | | | Microbiológicos | | Compuestos Orgánicos | | | | | | |
|----------|-----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|---------------------|--------|
| | Sólidos sedimentables | Sólidos suspendidos totales | Aceites & grasas | Detergentes (SAAM) | Coliformes fecales | Coliformes totales | Fenoles | Hidroc. Volátiles | Hidroc. Fijos | Hidroc. Totales | Hidroc. aromáticos policíclicos* | Trihalo- metanos ** | C.O.T. |
| | ml/L hr | mg/L | mg/L | mg/L | NMP/100 mL | NMP/100 mL | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | <0,1 | 108 | <2 | 0,03 | <1,8 | <1,8 | 0,014 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-1-F | <0,1 | 116 | <2 | 0,05 | <1,8 | <1,8 | 0,014 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-2-S | <0,1 | 106 | <2 | 0,15 | <1,8 | <1,8 | 0,004 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-2-F | <0,1 | 100 | <2 | 0,49 | <1,8 | <1,8 | 0,008 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-3-S | <0,1 | 116 | <2 | 0,63 | <1,8 | <1,8 | 0,008 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-3-F | <0,1 | 108 | <2 | 0,49 | <1,8 | <1,8 | 0,003 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-4-S | <0,1 | 108 | <2 | 0,05 | <1,8 | <1,8 | 0,009 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-4-F | <0,1 | 114 | <2 | 0,23 | 4 | <1,8 | 0,008 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-5-S | <0,1 | 113 | <2 | 0,54 | <1,8 | <1,8 | 0,007 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-5-F | <0,1 | 118 | <2 | 0,77 | <1,8 | <1,8 | 0,006 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-6-S | <0,1 | 104 | <2 | 0,55 | <1,8 | <1,8 | 0,005 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-6-F | <0,1 | 107 | <2 | 0,6 | <1,8 | <1,8 | 0,006 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-7-S | <0,1 | 107 | <2 | 0,54 | <1,8 | <1,8 | 0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-7-F | <0,1 | 103 | <2 | 0,47 | <1,8 | <1,8 | 0,006 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-8-S | <0,1 | 99 | <2 | 0,16 | <1,8 | <1,8 | 0,008 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-8-F | <0,1 | 106 | <2 | 0,08 | <1,8 | <1,8 | 0,008 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-9-S | <0,1 | 103 | <2 | 0,68 | <1,8 | <1,8 | 0,003 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-9-F | <0,1 | 110 | <2 | 0,53 | <1,8 | <1,8 | 0,003 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-10-S | <0,1 | 106 | <2 | 0,02 | <1,8 | <1,8 | 0,013 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-10-F | <0,1 | 100 | <2 | 0,08 | <1,8 | <1,8 | 0,009 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-CN-S | <0,1 | 110 | <2 | 0,5 | <1,8 | <1,8 | 0,004 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-CN-F | <0,1 | 122 | <2 | 0,42 | <1,8 | <1,8 | <0,001 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-CS-S | <0,1 | 106 | <2 | 0,48 | <1,8 | <1,8 | 0,006 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |
| E-CS-F | <0,1 | 115 | <2 | 0,58 | <1,8 | <1,8 | 0,005 | <0,5 | <2 | <2 | <0,0001 | <0,005 | <2 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

*: Los Hidrocarburos aromáticos policíclicos incluyen los siguientes parámetros individuales: acenafteno, acenaftileno, acridina, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(ah)antraceno, fenantreno, fluorantreno, fluoreno, indeno(123-cd)pireno, naftaleno, pireno, quinolina.

** : Los Trihalometanos incluyen los siguientes parámetros individuales: bromodiclorometano, dibromoclorometano, tetraclorometano, tribromometano, triclorometano, trihalometano total.

Tabla EMQ-34: Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña primavera, 2014

| Parámetros Inorgánicos | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|---------|---------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|---------|---------|----------|---------------|----------|
| | Fluoruro | Sulfato | Sulfuro | Fósforo reactivo | Fósforo total | Nitrógeno Kjeldhal | Nitrógeno total | Nitrito | Nitrato | Silicato | Cianuro Total | Cromo VI |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 0,53 | 2848 | <0,01 | 0,07 | 0,1 | <0,5 | 0,66 | <0,01 | 0,65 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-1-F | 0,59 | 2857 | <0,01 | 0,07 | 0,2 | <0,5 | 0,77 | <0,01 | 0,76 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-2-S | 0,62 | 2813 | <0,01 | 0,06 | 0,2 | <0,5 | 0,64 | <0,01 | 0,63 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-2-F | 0,61 | 3019 | <0,01 | 0,07 | 0,3 | <0,5 | 0,79 | <0,01 | 0,78 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-3-S | 0,57 | 2869 | <0,01 | 0,06 | 0,3 | <0,5 | 0,65 | <0,01 | 0,64 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-3-F | 0,58 | 2865 | <0,01 | 0,07 | 0,3 | <0,5 | 0,78 | <0,01 | 0,77 | 1 | <0,002 | <0,01 |
| E-4-S | 0,81 | 2653 | <0,01 | 0,02 | <0,1 | <0,5 | 0,42 | <0,01 | 0,42 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-4-F | 0,81 | 2723 | <0,01 | 0,03 | <0,1 | <0,5 | 0,51 | <0,01 | 0,51 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-5-S | 0,65 | 2723 | <0,01 | 0,07 | 0,2 | <0,5 | 0,69 | <0,01 | 0,68 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-5-F | 0,73 | 2657 | <0,01 | 0,07 | 0,5 | <0,5 | 0,78 | <0,01 | 0,77 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-6-S | 0,72 | 2918 | <0,01 | 0,07 | 0,4 | <0,5 | 0,67 | <0,01 | 0,66 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-6-F | 0,74 | 2735 | <0,01 | 0,07 | 0,4 | <0,5 | 0,77 | <0,01 | 0,76 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-7-S | 0,74 | 2749 | <0,01 | 0,07 | 0,2 | <0,5 | 0,63 | <0,01 | 0,62 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-7-F | 0,74 | 2887 | <0,01 | 0,07 | 0,3 | <0,5 | 0,8 | <0,01 | 0,79 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-8-S | 0,81 | 2700 | <0,01 | 0,13 | <0,1 | <0,5 | 0,4 | <0,01 | 0,4 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-8-F | 0,79 | 2731 | <0,01 | 0,03 | <0,1 | <0,5 | 1,31 | <0,01 | 1,31 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-9-S | 0,7 | 2686 | <0,01 | 0,09 | 0,5 | <0,5 | 0,72 | <0,01 | 0,71 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-9-F | 0,68 | 2457 | <0,01 | 0,06 | 0,3 | <0,5 | 0,71 | <0,01 | 0,7 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-10-S | 0,88 | 2739 | <0,01 | 0,02 | <0,1 | <0,5 | 0,41 | <0,01 | 0,41 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-10-F | 0,83 | 2780 | <0,01 | 0,04 | <0,1 | <0,5 | 0,55 | <0,01 | 0,55 | 2 | <0,002 | <0,01 |
| E-CN-S | 0,73 | 3081 | <0,01 | 0,07 | 0,3 | <0,5 | 0,78 | <0,01 | 0,78 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-CN-F | 0,68 | 2996 | <0,01 | 0,07 | 0,3 | <0,5 | 0,81 | <0,01 | 0,81 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-CS-S | 0,72 | 2772 | <0,01 | 0,07 | 0,2 | <0,5 | 0,77 | <0,01 | 0,76 | <1 | <0,002 | <0,01 |
| E-CS-F | 0,73 | 2871 | <0,01 | 0,07 | <0,1 | <0,5 | 0,79 | <0,01 | 0,79 | <1 | <0,002 | <0,01 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-35: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña primavera, 2014

| Estación | Ag | Al | As | B | Ba | Be | Bi | Ca | Cd | Co | Cr | Cu | Fe | Hg | K | Li |
|----------|--------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|-------|
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 1,259 | <0,20 | <0,20 | 4,457 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 424,6 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 349,7 | 0,237 |
| E-1-F | 0,866 | 0,451 | <0,20 | 4,563 | 0,054 | <0,0050 | <0,20 | 423,5 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 335,1 | 0,216 |
| E-2-S | 36,637 | <0,20 | <0,20 | 4,359 | 0,012 | <0,0050 | <0,20 | 428,2 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 347,9 | 0,232 |
| E-2-F | 38,541 | <0,20 | <0,20 | 4,405 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 418,6 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 345,8 | 0,232 |
| E-3-S | 0,687 | <0,20 | <0,20 | 4,327 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 414,2 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,224 | <0,0005 | 343,5 | 0,218 |
| E-3-F | 0,757 | <0,20 | <0,20 | 4,389 | 0,018 | <0,0050 | <0,20 | 423,1 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 346,1 | 0,221 |
| E-4-S | 0,049 | <0,20 | <0,20 | 4,028 | 0,010 | <0,0050 | <0,20 | 422,6 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 379,8 | 0,198 |
| E-4-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 4,008 | 0,011 | <0,0050 | <0,20 | 426,7 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 381,2 | 0,196 |
| E-5-S | 3,921 | <0,20 | <0,20 | 4,378 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 429,4 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 351,3 | 0,205 |
| E-5-F | 0,714 | <0,20 | <0,20 | 4,258 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 418,0 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 339,1 | 0,197 |
| E-6-S | 0,941 | <0,20 | <0,20 | 4,318 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 428,5 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 342,8 | 0,177 |
| E-6-F | 0,460 | <0,20 | <0,20 | 4,439 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 432,5 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 355,9 | 0,172 |
| E-7-S | 0,224 | <0,20 | <0,20 | 4,327 | 0,011 | <0,0050 | <0,20 | 439,3 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 358,8 | 0,170 |
| E-7-F | 0,188 | <0,20 | <0,20 | 4,340 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 433,1 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 354,6 | 0,179 |
| E-8-S | 0,292 | <0,20 | <0,20 | 3,983 | 0,015 | <0,0050 | <0,20 | 425,3 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 384,1 | 0,183 |
| E-8-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 3,790 | 0,032 | <0,0050 | <0,20 | 441,4 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 398,4 | 0,174 |
| E-9-S | 35,718 | <0,20 | <0,20 | 4,492 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 426,4 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 352,2 | 0,179 |
| E-9-F | 0,372 | <0,20 | <0,20 | 4,457 | 0,026 | <0,0050 | <0,20 | 428,2 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 354,4 | 0,169 |
| E-10-S | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 3,931 | 0,016 | <0,0050 | <0,20 | 425,0 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,034 | <0,0005 | 379,8 | 0,207 |
| E-10-F | <0,010 | <0,20 | <0,20 | 3,552 | 0,013 | <0,0050 | <0,20 | 425,1 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 381,1 | 0,182 |
| E-CN-S | 0,326 | <0,20 | <0,20 | 4,315 | 0,053 | <0,0050 | <0,20 | 419,1 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 347,7 | 0,168 |
| E-CN-F | 0,461 | <0,20 | <0,20 | 4,203 | 0,033 | <0,0050 | <0,20 | 424,6 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 347,8 | 0,166 |
| E-CS-S | 0,401 | <0,20 | <0,20 | 4,261 | 0,045 | <0,0050 | <0,20 | 419,6 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 346,7 | 0,152 |
| E-CS-F | 5,453 | <0,20 | <0,20 | 4,188 | <0,010 | <0,0050 | <0,20 | 421,5 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,030 | <0,0005 | 344,0 | 0,149 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Continuación Tabla EMQ-35

| Metales Disueltos | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|---------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|---------|
| | Mg | Mn | Mo | Na | Ni | P | Pb | Sb | Se | Si | Sn | Sr | Ti | Tl | V | Zn |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 1279 | <0,0050 | <0,030 | 10790 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 2,297 | <0,030 | 7,878 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-1-F | 1244 | <0,0050 | <0,030 | 10472 | <0,050 | 3,237 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 7,069 | <0,030 | 7,614 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-2-S | 1279 | <0,0050 | 0,032 | 10812 | <0,050 | 1,658 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 4,976 | <0,030 | 7,830 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-2-F | 1267 | <0,0050 | 0,030 | 10766 | <0,050 | 0,552 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 5,207 | <0,030 | 7,507 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-3-S | 1261 | <0,0050 | <0,030 | 10655 | <0,050 | 1,132 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 5,064 | <0,030 | 7,569 | 0,016 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-3-F | 1279 | <0,0050 | <0,030 | 10804 | <0,050 | 0,588 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 4,648 | 0,043 | 7,645 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-4-S | 1360 | <0,0050 | <0,030 | 12083 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 1,668 | <0,030 | 7,282 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-4-F | 1374 | <0,0050 | <0,030 | 12199 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 1,834 | <0,030 | 7,364 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-5-S | 1285 | <0,0050 | <0,030 | 10873 | <0,050 | 1,014 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 5,678 | <0,030 | 7,671 | <0,010 | <0,20 | 0,036 | <0,0050 |
| E-5-F | 1254 | <0,0050 | <0,030 | 10582 | <0,050 | 1,541 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 6,507 | <0,030 | 7,427 | <0,010 | <0,20 | 0,032 | <0,0050 |
| E-6-S | 1277 | <0,0050 | <0,030 | 10800 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 3,544 | <0,030 | 7,532 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-6-F | 1314 | <0,0050 | <0,030 | 11092 | <0,050 | 1,016 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 4,995 | <0,030 | 7,647 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-7-S | 1322 | <0,0050 | <0,030 | 11235 | <0,050 | 0,916 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 5,454 | <0,030 | 7,776 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,009 |
| E-7-F | 1307 | <0,0050 | <0,030 | 11104 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 4,957 | <0,030 | 7,729 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-8-S | 1396 | <0,0050 | <0,030 | 12267 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 2,231 | <0,030 | 7,403 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-8-F | 1444 | <0,0050 | <0,030 | 12746 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 2,045 | <0,030 | 7,522 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,298 |
| E-9-S | 1310 | <0,0050 | <0,030 | 11146 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 4,843 | <0,030 | 7,637 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-9-F | 1310 | <0,0050 | <0,030 | 11108 | <0,050 | 1,401 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 7,132 | <0,030 | 7,623 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-10-S | 1349 | <0,0050 | <0,030 | 11929 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 0,993 | <0,030 | 7,602 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,144 |
| E-10-F | 1369 | <0,0050 | <0,030 | 12075 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 1,933 | <0,030 | 7,414 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | 0,020 |
| E-CN-S | 1292 | <0,0050 | <0,030 | 10976 | <0,050 | 1,827 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 7,346 | <0,030 | 7,607 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-CN-F | 1297 | <0,0050 | <0,030 | 11037 | <0,050 | <0,30 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 7,219 | <0,030 | 7,577 | <0,010 | <0,20 | 0,033 | <0,0050 |
| E-CS-S | 1292 | 0,009 | <0,030 | 10973 | 0,055 | 0,333 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 5,562 | <0,030 | 7,490 | <0,010 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |
| E-CS-F | 1281 | <0,0050 | <0,030 | 10891 | <0,050 | 0,501 | <0,050 | <0,20 | <0,20 | 6,484 | <0,030 | 7,329 | 0,014 | <0,20 | <0,030 | <0,0050 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Verano 2015

En las Tabla EMQ-36, Tabla EMQ-37, Tabla EMQ-38 y Tabla EMQ-39, se entrega un detalle de las concentraciones de los parámetros evaluados para determinar la calidad del agua de mar, a nivel superficial y fondo.

Según la Tabla EMQ-36, los sólidos sedimentables y aceites & grasas presentaron niveles inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades analizadas. Por su parte, los sólidos suspendidos totales presentaron concentraciones entre 22 y 54 mg/L, sin exhibir un patrón claro de entre las agua de superficie y fondo. Este parámetro según la propuesta de norma secundaria de aguas de Chile se encuentra catalogado como “case 2 de buena calidad”. Los detergentes (SAAM) presentaron valores que fluctuaron entre el límite de detección (<0,10 mg/L) y 0,7 mg/L en la capa de fondo en la estación E-2. Por otra parte, en la calidad microbiológica los coliformes totales y los coliformes fecales presentaron en todas las estaciones niveles bajo el límite de detección (<0,20 NMP /100 mL). Respecto de los parámetros orgánicos, la gran mayoría de los analitos presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas. Los analitos orgánicos de fenoles y C.O.T. (carbono orgánico total) presentaron niveles cuantificables en algunas de estaciones de muestreo a diferentes profundidades. Los fenoles, variaron desde el límite de detección (<0,001 mg/L) a 0,06 mg/L en la estación E-9 a nivel del fondo, sin presentar un patrón claro de entre las agua de superficie y fondo. El C.O.T., solamente presentó valores cuantificables en la capa de fondo en las estaciones E-7 y E-9 con valores de 2,78 mg/L y 13 mg/L, respectivamente.

Respecto de los parámetros inorgánicos (Tabla EMQ-37), se encontraron concentraciones generalmente homogéneas, en todas las estaciones y profundidades. En particular, el fluoruro osciló entre 0,44 a 0,54 mg/L; para el sulfato las concentraciones rondaron los 2.700 mg/L, salvo en dos estaciones, en E-4-S con 5.469 mg/L y E-1-A con 4.009 mg/L; el fósforo total fluctuó entre el límite de detección (<0,2 mg/L) y 0,5 mg/L, encontrándose una inclinación de mayores valores en los estratos profundos; el nitrógeno total fluctuó ente 0,6 y 1 mg/L, donde las concentraciones de superficie presentaron valores superiores a las de fondo; el nitrato (muy similar al nitrógeno total) varió entre 0,57 y 1,02 mg/L, con concentraciones de superficie mayores que las fondo; el silicato en casi todas las estaciones presento niveles entre el límite de (<0,4 mg/L), salvo en dos estaciones, en E-2-F (0,4 mg/L) y E-3-F (0,51 mg/L). Los siguientes parámetros, registraron concentraciones menores al límite de detección de la metodología empleada: fósforo reactivo (<0,09 mg/L), nitrógeno Kjeldhal (<0,05 mg/L), nitrito (0,01 mg/L) cianuro total (<0,002 mg/L) y cromo VI (<0,01 mg/L).

En cuanto a los metales presentes en el agua de mar en su forma disuelta (Tabla EMQ-38) y en su forma total (Tabla EMQ-39), algunos metales mostraron niveles inferiores a los límites de detección de la metodología empleada en todas las estaciones y profundidades analizadas, como por ejemplo en los metales disueltos: cadmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), fierro (Fe), mercurio (Hg), manganeso (Mn), vanadio (Va) y zinc (Zn), en tanto en los metales totales; barrio (Ba), berilio (Be), cadmio (Cd), mercurio (Hg), manganeso (Mn), níquel (Ni), vanadio (V) y zinc (Zn). Por otro lado, los metales que mostraron bajas concentraciones en su forma disuelta fueron: plata (Ag) menor a 0,012 mg/L, aluminio (Al) menor a 0,77 mg/L, cobalto (Co) entre <0,01 a 0,9 mg/L, níquel (Ni) menor a 0,12 mg/L, fósforo (P) entre <0,3 a 0,45 mg/L y titanio (Ti) menor a 0,05 mg/L. En tanto los metales totales fueron: plata (Ag)

menor a 0,011 mg/L, aluminio (Al) menor a 1,26 mg/L, bismuto (Bi) menor a 0,5 mg/L, cromo (Cr) entre <0,01 a 0,034 mg/L, cobre (Cu) menor a 0,34 mg/L, fierro (Fe) menor a 0,78 mg/L y fósforo (P) entre <0,3 a 0,5 mg/L. Dentro de los metales que tienen límites máximos de concentraciones en agua de mar, descritos en la norma primaria de calidad de agua de Chile, el arsénico (As) y el plomo (Pb) mostraron valores sobre la norma en distintas profundidades y estaciones, tanto para los metales disueltos como para los totales. En el caso del arsénico (As) el valor máximo permitido es 0,11 mg/L, el cual fue superando en la estación E-CN-S en su forma disuelta (0,72 mg/L) y en la estación E-8-F en su forma total con 1,31 mg/L. En el caso del Plomo (Pb) el valor máximo permitido es 0,11 mg/L, según la norma primaria de calidad de agua, el cual fue sobrepasado la estación E-8-F en su forma disuelta (0,44 mg/L) y en la estación E-7-S en su forma total con 0,62 mg/L. El molibdeno (Mo) varió entre el límite de detección y 0,13 mg/L en la estación E-6-F en su forma disuelta y 0,10 mg/L en la estación E-CN-S en su forma total. En el caso del cobre (Cu) en su forma disuelta no superó el límite de detección en todas las estaciones y profundidades, y en su forma total solamente en la estación E-6-S se detectó niveles cuantificables con un valor de 0,012 mg/L. Respecto del resto de los metales evaluados, sin referencia nacional, presentaron niveles cuantificables que variaron en el mismo rango de concentraciones esperables para el agua de mar.

En general, dados los resultados de los analitos, la columna de agua presentó condiciones de mezcla entre la superficie y fondo. Solamente dos analitos, fósforo total y C.O.T., presentaron una tendencia a presentar mayores concentraciones en la capa fondo, Además, otros dos analitos, el nitrógeno total y el nitrito, mostraron valores superiores en la capa superficial respecto de la de fondo. Esta variación se puede explicar posiblemente por la mayor presencia de materia orgánica acumulada en la capa de fondo por decantación y producción orgánica, los que a la vez consumen compuestos nitrogenados.

Tabla EMQ-36: Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos. Campaña verano, 2015

| Estación | Físico-químicos | | | | Microbiológicos | | Compuestos Orgánicos | | | | | | C.O.T. |
|----------|-----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|---------------------|--------|
| | Sólidos sedimentables | Sólidos suspendidos totales | Aceites & grasas | Detergentes (SAAM) | Coliformes fecales | Coliformes totales | Fenoles | Hidroc. Volátiles | Hidroc. Fijos | Hidroc. Totales | Hidroc. aromáticos policíclicos* | Trihalo- metanos ** | |
| | ml/L hr | mg/L | mg/L | mg/L | NMP/100 mL | NMP/100 mL | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | < 0,1 | 30 | < 2,0 | 0,03 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-1-F | < 0,1 | 44 | < 2,0 | 0,02 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-2-S | < 0,1 | 40 | < 2,0 | < 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | 0,002 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-2-F | < 0,1 | 30 | < 2,0 | 0,07 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-3-S | < 0,1 | 32 | < 2,0 | 0,02 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-3-F | < 0,1 | 30 | < 2,0 | 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-4-S | < 0,1 | 30 | < 2,0 | 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-4-F | < 0,1 | 42 | < 2,0 | 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-5-S | < 0,1 | 26 | < 2,0 | 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-5-F | < 0,1 | 54 | < 2,0 | < 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | 0,005 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-6-S | < 0,1 | 36 | < 2,0 | 0,05 | < 2,0 | < 2,0 | 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-6-F | < 0,1 | 30 | < 2,0 | 0,02 | < 2,0 | < 2,0 | 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-7-S | < 0,1 | 34 | < 2,0 | 0,02 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-7-F | < 0,1 | 46 | < 2,0 | 0,04 | < 2,0 | < 2,0 | 0,002 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | 2,78 |
| E-8-S | < 0,1 | 34 | < 2,0 | 0,03 | < 2,0 | < 2,0 | 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-8-F | < 0,1 | 24 | < 2,0 | 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-9-S | < 0,1 | 34 | < 2,0 | < 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | 0,004 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-9-F | < 0,1 | 22 | < 2,0 | < 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | 0,006 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | 13 |
| E-10-S | < 0,1 | 28 | < 2,0 | < 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | 0,004 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-10-F | < 0,1 | 30 | < 2,0 | 0,04 | < 2,0 | < 2,0 | 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-CN-S | < 0,1 | 28 | < 2,0 | 0,02 | < 2,0 | < 2,0 | 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-CN-F | < 0,1 | 46 | < 2,0 | 0,07 | < 2,0 | < 2,0 | 0,004 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-CS-S | < 0,1 | 38 | < 2,0 | < 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | 0,005 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-CS-F | < 0,1 | 28 | < 2,0 | 0,01 | < 2,0 | < 2,0 | 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

*: Los Hidrocarburos aromáticos policíclicos incluyen los siguientes parámetros individuales: acenafteno, acenaftileno, acridina, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(ah)antraceno, fenantreno, fluorantreno, fluoreno, indeno(123-cd)pireno, naftaleno, pireno, quinolina.

** : Los Trihalometanos incluyen los siguientes parámetros individuales: bromodiclorometano, dibromoclorometano, tetraclorometano, tribromometano, triclorometano, trihalometano total.

Tabla EMQ-37: Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña verano, 2015

| | Fluoruro | Sulfato | Sulfuro | Fósforo reactivo | Fósforo total | Nitrógeno Kjeldhal | Nitrógeno total | Nitrito | Nitrato | Silicato | Cianuro Total | Cromo VI |
|----------|----------|---------|---------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|---------|---------|----------|---------------|----------|
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 0,49 | 4009 | < 0,01 | < 0,09 | < 0,2 | < 0,5 | 0,6 | < 0,010 | 0,607 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-1-F | 0,48 | 2647 | < 0,01 | < 0,09 | 0,2 | < 0,5 | 0,7 | < 0,010 | 0,704 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-2-S | 0,49 | 2585 | 0,01 | < 0,09 | < 0,2 | < 0,5 | 0,7 | < 0,010 | 0,68 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-2-F | 0,47 | 2585 | < 0,01 | < 0,09 | 0,4 | < 0,5 | 0,9 | < 0,010 | 0,871 | 0,44 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-3-S | 0,48 | 2609 | < 0,01 | < 0,09 | < 0,2 | < 0,5 | 0,6 | < 0,010 | 0,647 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-3-F | 0,47 | 3437 | < 0,01 | < 0,09 | < 0,2 | < 0,5 | 0,8 | < 0,010 | 0,774 | 0,51 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-4-S | 0,48 | 5469 | < 0,01 | < 0,09 | 0,4 | < 0,5 | 0,7 | < 0,010 | 0,665 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-4-F | 0,54 | 2485 | < 0,01 | < 0,09 | 0,3 | < 0,5 | 1 | < 0,010 | 0,997 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-5-S | 0,47 | 2494 | < 0,01 | < 0,09 | 0,3 | < 0,5 | 0,6 | < 0,010 | 0,591 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-5-F | 0,48 | 2638 | < 0,01 | < 0,09 | 0,5 | < 0,5 | 0,7 | < 0,010 | 0,739 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-6-S | 0,47 | 2704 | < 0,01 | < 0,09 | 0,3 | < 0,5 | 0,6 | < 0,010 | 0,571 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-6-F | 0,48 | 2589 | < 0,01 | < 0,09 | 0,4 | < 0,5 | 0,7 | < 0,010 | 0,685 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-7-S | 0,49 | 2922 | < 0,01 | < 0,09 | < 0,2 | < 0,5 | 0,6 | < 0,010 | 0,615 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-7-F | 0,49 | 2408 | < 0,01 | < 0,09 | 0,3 | < 0,5 | 0,8 | < 0,010 | 0,836 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-8-S | 0,44 | 2577 | < 0,01 | < 0,09 | 0,5 | < 0,5 | 0,6 | < 0,010 | 0,609 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-8-F | 0,49 | 2601 | < 0,01 | < 0,09 | 0,4 | < 0,5 | 0,7 | < 0,010 | 0,671 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-9-S | 0,47 | 2519 | < 0,01 | < 0,09 | 0,2 | < 0,5 | 0,8 | < 0,010 | 0,777 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-9-F | 0,48 | 2544 | < 0,01 | < 0,09 | < 0,2 | < 0,5 | 1 | < 0,010 | 0,98 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-10-S | 0,47 | 3231 | < 0,01 | < 0,09 | 0,3 | < 0,5 | 0,6 | < 0,010 | 0,621 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-10-F | 0,5 | 2486 | < 0,01 | < 0,09 | 0,2 | < 0,5 | 0,9 | < 0,010 | 0,88 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-CN-S | 0,46 | 2358 | < 0,01 | < 0,09 | < 0,2 | < 0,5 | 0,8 | < 0,010 | 0,752 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-CN-F | 0,48 | 2416 | < 0,01 | < 0,09 | 0,3 | < 0,5 | 0,7 | < 0,010 | 0,744 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-CS-S | 0,47 | < 10 | < 0,01 | < 0,09 | 0,3 | < 0,5 | 0,7 | < 0,010 | 0,697 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-CS-F | 0,48 | 2692 | < 0,01 | < 0,09 | 0,3 | < 0,5 | 1 | < 0,010 | 1,015 | < 0,40 | < 0,002 | < 0,010 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-38: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña verano, 2015

| Metales Disueltos | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------|---------|-------------|------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|
| | Ag | Al | As | B | Ba | Be | Bi | Ca | Cd | Co | Cr | Cu | Fe | Hg | K | Li |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | < 0,010 | < 0,200 | 0,43 | 4,08 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 386,1 | < 0,010 | 0,04 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 369,2 | 0,135 |
| E-1-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 3,72 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 358,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 341,9 | 0,106 |
| E-2-S | 0,012 | < 0,200 | < 0,200 | 3,96 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 373 | < 0,010 | 0,028 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 362 | 0,051 |
| E-2-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 3,73 | < 0,010 | < 0,005 | 0,29 | 353,1 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 343,2 | 0,11 |
| E-3-S | < 0,010 | < 0,200 | 0,41 | 4,09 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 387,9 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 372,4 | 0,093 |
| E-3-F | < 0,010 | < 0,200 | 0,47 | 3,92 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 372,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 363,2 | 0,093 |
| E-4-S | < 0,010 | < 0,200 | 0,27 | 4,35 | < 0,010 | < 0,005 | 0,36 | 407,4 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 392,1 | 0,168 |
| E-4-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,26 | < 0,010 | < 0,005 | 0,24 | 403,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 387,5 | 0,196 |
| E-5-S | < 0,010 | < 0,200 | 0,64 | 4,02 | < 0,010 | < 0,005 | 0,37 | 376,4 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 361,8 | 0,112 |
| E-5-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 3,91 | 0,018 | < 0,005 | 0,46 | 360,8 | < 0,010 | 0,086 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 350,2 | 0,101 |
| E-6-S | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,37 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 402,4 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 387,9 | 0,098 |
| E-6-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,09 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 392,3 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 374,2 | 0,13 |
| E-7-S | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,42 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 413,6 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 402,3 | 0,119 |
| E-7-F | < 0,010 | 0,77 | < 0,200 | 4,42 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 425,4 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 401,8 | 0,225 |
| E-8-S | < 0,010 | < 0,200 | 0,33 | 4,52 | < 0,010 | < 0,005 | 0,26 | 432,2 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 414,5 | 0,24 |
| E-8-F | < 0,010 | < 0,200 | 0,24 | 4,22 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 385,5 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 369,6 | 0,15 |
| E-9-S | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 379,6 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 362,7 | 0,086 |
| E-9-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 3,89 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 374,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 365,5 | 0,089 |
| E-10-S | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 3,96 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 365,2 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 350,4 | 0,099 |
| E-10-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,29 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 402,6 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 385,1 | 0,171 |
| E-CN-S | < 0,010 | < 0,200 | 0,72 | 4,1 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 381,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 366,3 | 0,107 |
| E-CN-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,11 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 384,1 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 371,9 | 0,16 |
| E-CS-S | < 0,010 | < 0,200 | 0,35 | 4,27 | < 0,010 | < 0,005 | 0,21 | 401,4 | < 0,010 | 0,019 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 387,8 | 0,179 |
| E-CS-F | < 0,010 | < 0,200 | 0,5 | 3,91 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 367,8 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 353,2 | 0,065 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte, en negrita valor sobre la norma primaria de calidad del agua D.S. 144/2008.

Continuación Tabla EMQ-38

| Metales Disueltos | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|---------|---------|-------|---------|---------|-------------|---------|---------|---------|---------|------|---------|---------|---------|---------|
| | Mg | Mn | Mo | Na | Ni | P | Pb | Sb | Se | Si | Sn | Sr | Ti | Tl | V | Zn |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 1201 | < 0,005 | < 0,030 | 10652 | < 0,050 | < 0,300 | 0,10 | < 0,200 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 7,39 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-1-F | 1104 | < 0,005 | < 0,030 | 10952 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,36 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 6,78 | < 0,010 | 4,38 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-2-S | 1157 | < 0,005 | < 0,030 | 10754 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,43 | < 0,200 | < 0,050 | 0,58 | 7,08 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-2-F | 1097 | < 0,005 | < 0,030 | 10569 | < 0,050 | < 0,300 | 0,13 | < 0,200 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 6,72 | < 0,010 | 9,93 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-3-S | 1205 | < 0,005 | 0,07 | 10854 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,20 | 2,10 | < 0,050 | 0,25 | 7,39 | 0,02 | 14,14 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-3-F | 1153 | < 0,005 | < 0,030 | 11251 | < 0,050 | < 0,300 | 0,19 | 0,44 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 7,08 | < 0,010 | 21,75 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-4-S | 1264 | < 0,005 | 0,08 | 10541 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 7,78 | 0,02 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-4-F | 1248 | < 0,005 | < 0,030 | 10362 | < 0,050 | 0,30 | 0,43 | 0,85 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 7,66 | 0,02 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-5-S | 1175 | < 0,005 | < 0,030 | 10625 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,54 | 1,21 | 0,23 | < 0,030 | 7,23 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-5-F | 1141 | < 0,005 | < 0,030 | 10705 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 0,27 | < 0,030 | 7,03 | < 0,010 | 10,04 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-6-S | 1253 | < 0,005 | < 0,030 | 10542 | < 0,050 | < 0,300 | 0,25 | 0,59 | < 0,200 | < 0,050 | 0,71 | 7,74 | < 0,010 | 7,97 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-6-F | 1222 | < 0,005 | 0,13 | 10251 | < 0,050 | < 0,300 | 0,16 | < 0,200 | < 0,200 | 0,62 | 0,30 | 7,52 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-7-S | 1299 | < 0,005 | < 0,030 | 10645 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 0,38 | < 0,030 | 8,01 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-7-F | 1277 | < 0,005 | < 0,030 | 10522 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | 0,80 | 1,56 | 0,10 | 7,95 | 0,05 | 10,54 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-8-S | 1330 | < 0,005 | < 0,030 | 10754 | < 0,050 | 0,45 | < 0,050 | < 0,200 | 0,60 | < 0,050 | 0,60 | 8,20 | 0,04 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-8-F | 1192 | < 0,005 | < 0,030 | 10754 | < 0,050 | < 0,300 | 0,44 | < 0,200 | 0,59 | 0,32 | < 0,030 | 7,32 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-9-S | 1174 | < 0,005 | < 0,030 | 10554 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,54 | 1,49 | < 0,050 | < 0,030 | 7,15 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-9-F | 1162 | < 0,005 | < 0,030 | 10665 | 0,12 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 0,10 | 0,42 | 7,17 | < 0,010 | 9,86 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-10-S | 1150 | < 0,005 | < 0,030 | 10851 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | 0,64 | < 0,050 | < 0,030 | 7,04 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-10-F | 1248 | < 0,005 | 0,06 | 10754 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | 1,87 | < 0,050 | < 0,030 | 7,73 | < 0,010 | 6,66 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-CN-S | 1176 | < 0,005 | < 0,030 | 10352 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 7,22 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-CN-F | 1180 | < 0,005 | < 0,030 | 10854 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,47 | < 0,200 | < 0,050 | 0,04 | 7,29 | < 0,010 | 6,11 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-CS-S | 1259 | < 0,005 | < 0,030 | 11149 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,61 | 0,23 | 0,78 | < 0,030 | 7,75 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-CS-F | 1140 | < 0,005 | < 0,030 | 10595 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | < 0,050 | 0,37 | 7,01 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte, en negrita valor sobre la norma primaria de calidad del agua D.S. 144/2008.

Tabla EMQ-39: Calidad de agua. Concentración de metales totales. Campaña verano, 2015

| Estación | Metales Totales | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|---------|-------------|------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-------|-------|
| | Ag | Al | As | B | Ba | Be | Bi | Ca | Cd | Co | Cr | Cu | Fe | Hg | K | Li |
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,07 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 372,5 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 361,6 | 0,08 |
| E-1-F | < 0,010 | < 0,200 | 0,24 | 4,7 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 428,3 | < 0,010 | 0,046 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 423,4 | 0,095 |
| E-2-S | < 0,010 | < 0,200 | 0,48 | 4,05 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 371,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 359 | 0,108 |
| E-2-F | < 0,010 | < 0,200 | 0,5 | 4,22 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 392,5 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 380,7 | 0,084 |
| E-3-S | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,25 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 390 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 379,1 | 0,082 |
| E-3-F | < 0,010 | < 0,200 | 0,25 | 3,99 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 369,2 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 358,7 | 0,103 |
| E-4-S | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,19 | < 0,010 | < 0,005 | 0,31 | 394,5 | < 0,010 | 0,017 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 382,9 | 0,064 |
| E-4-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,79 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 436,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 425,2 | 0,225 |
| E-5-S | < 0,010 | < 0,200 | 0,54 | 4,16 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 383,6 | < 0,010 | 0,036 | 0,034 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 377,6 | 0,129 |
| E-15-F | < 0,010 | < 0,200 | 0,23 | 4,83 | < 0,010 | < 0,005 | 0,41 | 450,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 436,8 | 0,205 |
| E-6-S | 0,011 | < 0,200 | 0,87 | 4,51 | < 0,010 | < 0,005 | 0,23 | 410,6 | < 0,010 | 0,04 | < 0,010 | 0,012 | < 0,030 | < 0,0005 | 403,2 | 0,062 |
| E-6-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,18 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 383,5 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 370,7 | 0,107 |
| E-7-S | < 0,010 | < 0,200 | 0,79 | 4,42 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 404 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 393 | 0,138 |
| E-7-F | < 0,010 | 1,26 | < 0,200 | 4,2 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 402,6 | < 0,010 | 0,057 | < 0,010 | < 0,010 | 0,783 | < 0,0005 | 378,2 | 0,123 |
| E-8-S | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,46 | < 0,010 | < 0,005 | 0,5 | 409,4 | < 0,010 | 0,011 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 400,3 | 0,132 |
| E-8-F | < 0,010 | < 0,200 | 1,31 | 4,07 | < 0,010 | < 0,005 | 0,46 | 376,8 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 366 | 0,084 |
| E-9-S | < 0,010 | < 0,200 | 0,44 | 4,52 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 413,1 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 401,8 | 0,137 |
| E-9-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,14 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 389,9 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 381,6 | 0,099 |
| E-10-S | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 3,96 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 368,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 351 | 0,045 |
| E-10-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,29 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 401 | < 0,010 | 0,045 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 391 | 0,155 |
| E-CN-S | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,36 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 393,1 | < 0,010 | 0,041 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 385,8 | 0,112 |
| E-CN-F | < 0,010 | 0,28 | 0,49 | 4,32 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,200 | 403,6 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 393,2 | 0,13 |
| E-CS-S | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 4,66 | < 0,010 | < 0,005 | 0,41 | 428 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 418,7 | 0,203 |
| E-CS-F | < 0,010 | < 0,200 | < 0,200 | 3,94 | < 0,010 | < 0,005 | 0,31 | 361,1 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | < 0,0005 | 350,7 | 0,083 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte, en negrita valor sobre la norma primaria de calidad del agua D.S. 144/2008.

Continuación Tabla EMQ-39

| Estación | Metales Totales | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|---------|---------|-------|---------|---------|-------------|---------|---------|---------|---------|------|---------|---------|---------|---------|
| | Mg | Mn | Mo | Na | Ni | P | Pb | Sb | Se | Si | Sn | Sr | Ti | Tl | V | Zn |
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 1179 | < 0,005 | < 0,030 | 11215 | < 0,050 | 0,50 | < 0,050 | 0,74 | < 0,200 | < 0,050 | 0,16 | 7,26 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-1-F | 1357 | < 0,005 | < 0,030 | 11326 | < 0,050 | < 0,300 | 0,06 | 0,29 | 0,73 | < 0,050 | 0,34 | 8,40 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-2-S | 1162 | < 0,005 | < 0,030 | 10408 | < 0,050 | < 0,300 | 0,27 | 0,32 | < 0,200 | < 0,050 | 0,16 | 7,16 | < 0,010 | 6,18 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-2-F | 1236 | < 0,005 | < 0,030 | 10325 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,52 | < 0,200 | < 0,050 | 0,40 | 7,63 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-3-S | 1236 | < 0,005 | < 0,030 | 10253 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,65 | 0,23 | < 0,050 | < 0,030 | 7,60 | 0,01 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-3-F | 1158 | < 0,005 | < 0,030 | 10453 | < 0,050 | < 0,300 | 0,29 | < 0,200 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 7,14 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-4-S | 1236 | < 0,005 | 0,03 | 10338 | < 0,050 | < 0,300 | 0,18 | 0,49 | 0,25 | < 0,050 | < 0,030 | 7,59 | < 0,010 | 13,25 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-4-F | 1371 | < 0,005 | < 0,030 | 11326 | < 0,050 | 0,35 | < 0,050 | 0,53 | 1,17 | < 0,050 | 1,07 | 8,48 | 0,02 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-5-S | 1214 | < 0,005 | < 0,030 | 11363 | < 0,050 | < 0,300 | 0,57 | 0,22 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 7,52 | < 0,010 | 16,94 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-5-F | 1402 | < 0,005 | < 0,030 | 11930 | < 0,050 | 0,37 | 0,42 | 0,38 | < 0,200 | 0,21 | 0,36 | 8,64 | 0,02 | 17,26 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-6-S | 1304 | < 0,005 | < 0,030 | 10332 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,36 | < 0,200 | < 0,050 | 0,12 | 8,04 | 0,01 | 19,81 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-6-F | 1214 | < 0,005 | < 0,030 | 10327 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,80 | 0,88 | < 0,050 | < 0,030 | 7,50 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-7-S | 1276 | < 0,005 | < 0,030 | 10326 | < 0,050 | < 0,300 | 0,62 | 0,55 | 1,20 | < 0,050 | 0,14 | 7,89 | 0,02 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-7-F | 1229 | < 0,005 | < 0,030 | 11312 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,42 | < 0,200 | 2,58 | < 0,030 | 7,68 | 0,09 | 9,77 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-8-S | 1302 | < 0,005 | 0,04 | 10363 | < 0,050 | < 0,300 | 0,16 | 0,59 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 8,05 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-8-F | 1188 | < 0,005 | < 0,030 | 12522 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,55 | < 0,200 | < 0,050 | 0,26 | 7,34 | < 0,010 | 0,46 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-9-S | 1302 | < 0,005 | < 0,030 | 10251 | < 0,050 | < 0,300 | 0,18 | < 0,200 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 8,03 | 0,03 | 30,77 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-9-F | 1232 | < 0,005 | < 0,030 | 11342 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,39 | < 0,200 | < 0,050 | 0,79 | 7,64 | < 0,010 | 7,13 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-10-S | 1152 | < 0,005 | 0,05 | 10252 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | < 0,050 | 0,06 | 7,09 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-10-F | 1264 | < 0,005 | < 0,030 | 11216 | < 0,050 | < 0,300 | 0,37 | 0,28 | < 0,200 | < 0,050 | 0,35 | 7,83 | 0,02 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-CN-S | 1254 | < 0,005 | 0,10 | 10224 | < 0,050 | < 0,300 | 0,18 | 0,63 | 0,51 | < 0,050 | 0,21 | 7,76 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-CN-F | 1266 | < 0,005 | < 0,030 | 10266 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | 0,31 | 0,05 | 0,25 | 7,84 | 0,01 | 14,34 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-CS-S | 1357 | < 0,005 | < 0,030 | 10222 | < 0,050 | 0,40 | 0,51 | 0,66 | < 0,200 | < 0,050 | 1,01 | 8,34 | 0,03 | 2,28 | < 0,030 | < 0,005 |
| E-CS-F | 1146 | < 0,005 | 0,03 | 10336 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | 0,69 | < 0,200 | < 0,050 | 0,98 | 7,06 | < 0,010 | < 0,200 | < 0,030 | < 0,005 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte, en negrita valor sobre la norma primaria de calidad del agua D.S. 144/2008.

Invierno 2015

En las Tablas EMQ-40, Tabla EMQ-41, Tabla EMQ-42 y Tabla EMQ-43, se entrega un detalle de las concentraciones de los parámetros evaluados para determinar la calidad del agua de mar de mar, a nivel superficial y fondo de la columna de agua.

De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla EMQ-40, los sólidos sedimentables y aceites & grasas presentaron niveles inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades analizadas. Por su parte, los sólidos suspendidos totales presentaron concentraciones entre 296 y 34 mg/L, exhibiendo mayores concentraciones en la superficie en casi todas estaciones de muestreo. Este parámetro según la propuesta de norma secundaria de aguas de Chile se encuentra catalogado como “clase 2 de buena calidad” para la mayoría de las estaciones profundas (< 80 mg/L) y como “clase 3 de regular calidad” para casi todas las estaciones superficiales (< 400 mg/l). Los detergentes (SAAM) presentaron valores que fluctuaron entre el límite de detección (<0,10 mg/L) y 0,029 mg/L en la capa de superficial en la estación E-7. Por otra parte, en la calidad microbiológica los coliformes totales y los coliformes fecales presentaron en todas las estaciones niveles bajo el límite de detección (<0,20 mg/L), salvo en esporádicos caso que presentaron valores mínimos como por ejemplo en E-1-S y E-CS-F con 4 NMP/100 ml. Respecto de los parámetros orgánicos la gran mayoría de los analitos presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada, en todas las estaciones y profundidades evaluadas, como es el caso de: hidrocarburos volátiles (<0,5 mg/L), hidrocarburos fijos (<2,0 mg/L), hidrocarburos totales (<2,0 mg/L), hidrocarburos aromáticos policíclicos (<0,0001 mg/L) y trihalometanos (<0,005 mg/L). El C.O.T. al igual que los analitos descritos anteriormente presentaron en todas las estaciones y profundidades valores bajo el límite de detección (<2,0 mg/L). Los analitos orgánicos de fenoles presentaron niveles en bajas concentraciones en todas las estaciones y profundidades que fluctuaron entre el límite de detección (<0,001 mg/L) y 0,011 mg/L.

Respecto de los parámetros inorgánicos (Tabla EMQ-41), se encontraron concentraciones generalmente homogéneas, en todas las estaciones y profundidades, en específico: el fluoruro osciló entre 90,95 a 44,45 mg/L; para el sulfato las concentraciones rondaron los 2.500 mg/L; el nitrógeno Kjeldahl fluctuó entre el límite de detección (<0,5 mg/L) y 1,1 mg/L en la estación superficial de CS; el nitrógeno total al igual que el nitrato presento niveles máximos en la estación CS-F de 8,6 mg/L y 8,05 mg/L, respectivamente, y valores mínimos en la E-9-F de 1,9 mg/L y 1,85 mg/L, respectivamente. Los siguientes parámetros, registraron concentraciones menores al límite de detección de la metodología empleada: sulfuro (<0,01 mg/L), fósforo reactivo (<0,07 mg/L), fósforo total (<0,2 mg/L), nitrito (0,08 mg/L), silicato (<1,00 mg/L), cianuro total (<0,002 mg/L) y cromo VI (<0,01 mg/L)

En cuanto a los metales presentes en el agua de mar en su forma disuelta (Tabla EMQ-42) y en su forma total (Tabla EMQ-43), algunos metales mostraron niveles inferiores a los límites de detección de la metodología empleada en todas las estaciones y profundidades analizadas. Como por ejemplo en los metales disueltos, plata (Ag), arsénico (AS), berilio (Be), bismuto (Bi), cadmio (Cd), cobalto (Cu), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), fósforo (P), plomo (Pb), antimonio (Sb), selenio (Se) y talio (Ta). En tanto en los metales totales: plata (Ag), arsénico (AS), berilio (Be), bismuto (Bi), cadmio (Cd), cobre (Cu), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), fósforo (P), antimonio (Sb), selenio (Se) y talio (Ta).

Dentro de los metales que tienen límites máximos permitidos de concentraciones en agua de mar, descritos en la norma primaria de calidad de agua de Chile, solamente el plomo (Pb) mostró un valor sobre la norma en una sola estación y profundidad para los metales totales. Esto se observó en el estrato profundo de la estación E-10 con concentraciones de 0,18 mg/L, siendo el valor máximo permitido de 0,11 mg/L. El molibdeno (Mo) y el cobre (Cu) en su forma disuelta y total no superaron el límite de detección en todas las estaciones y profundidades durante la presente campaña. Respecto del resto de los metales evaluados, presentaron niveles cuantificables que variaron en el mismo rango de concentraciones esperables para el agua de mar.

En general, dados los resultados de los analitos, la columna de agua presentó condiciones de mezcla, sin presentar altos valores de metales en el agua de mar respecto de las referencias. Se rescata que para el día de muestreo que los niveles de nitrito y nitrógeno Kjeldhal se mantuvieron bajos el límite de cuantificación, en cambio las concentraciones de nitrógeno y nitrógeno total fueron elevadas (con máximos de 8,6 mg/L).

Tabla EMQ-40: Calidad de agua. Concentración de parámetros físico-químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos. Campaña invierno, 2015

| Estación | Físico-químicos | | | | Microbiológicos | | Compuestos Orgánicos | | | | | | C.O.T. mg/L |
|----------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|--|--------------------------------|----------------|
| | Sólidos sedimentables ml/L hr | Sólidos suspendidos totales mg/L | Aceites & grasas mg/L | Detergentes (SAAM) mg/L | Coliformes fecales NMP/100 mL | Coliformes totales NMP/100 mL | Fenoles mg/L | Hidroc. Volátiles mg/L | Hidroc. Fijos mg/L | Hidroc. Totales mg/L | Hidroc. aromáticos policíclicos* mg/L | Trihalo- metanos ** mg/L | |
| E-1-S | < 0,1 | 278 | < 2,0 | < 0,010 | 4 | 4 | 0,002 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-1-F | < 0,1 | 44 | < 2,0 | < 0,010 | < 2,0 | < 2,0 | 0,007 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-2-S | < 0,1 | 152 | < 2,0 | 0,02 | < 2,0 | < 2,0 | 0,004 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-2-F | < 0,1 | 60 | < 2,0 | 0,015 | < 2,0 | < 2,0 | 0,002 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-3-S | < 0,1 | 194 | < 2,0 | 0,016 | < 2,0 | < 2,0 | 0,002 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-3-F | < 0,1 | 112 | < 2,0 | 0,028 | 2 | 2 | 0,002 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-4-S | < 0,1 | 284 | < 2,0 | < 0,010 | < 2,0 | < 2,0 | 0,009 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-4-F | < 0,1 | 38 | < 2,0 | < 0,010 | < 2,0 | < 2,0 | 0,002 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-5-S | < 0,1 | 202 | < 2,0 | < 0,010 | < 2,0 | < 2,0 | 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-5-F | < 0,1 | 208 | < 2,0 | 0,02 | < 2,0 | < 2,0 | 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-6-S | < 0,1 | 60 | < 2,0 | < 0,010 | < 2,0 | < 2,0 | 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-6-F | < 0,1 | 214 | < 2,0 | < 0,010 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-7-S | < 0,1 | 188 | < 2,0 | 0,029 | < 2,0 | < 2,0 | 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-7-F | < 0,1 | 34 | < 2,0 | < 0,010 | < 2,0 | < 2,0 | 0,008 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-8-S | < 0,1 | 172 | < 2,0 | < 0,010 | < 2,0 | < 2,0 | 0,006 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-8-F | < 0,1 | 42 | < 2,0 | 0,028 | < 2,0 | < 2,0 | 0,004 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-9-S | < 0,1 | 50 | < 2,0 | 0,027 | < 2,0 | < 2,0 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-9-F | < 0,1 | 44 | < 2,0 | < 0,010 | < 2,0 | 2 | < 0,001 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-10-S | < 0,1 | 296 | < 2,0 | < 0,010 | < 2,0 | < 2,0 | 0,003 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-10-F | < 0,1 | 178 | < 2,0 | 0,024 | < 2,0 | < 2,0 | 0,011 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-CN-S | < 0,1 | 36 | < 2,0 | < 0,010 | < 2,0 | 2 | 0,004 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-CN-F | < 0,1 | 48 | < 2,0 | 0,02 | < 2,0 | < 2,0 | 0,008 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-CS-S | < 0,1 | 170 | < 2,0 | 0,015 | < 2,0 | < 2,0 | 0,005 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |
| E-CS-F | < 0,1 | 54 | < 2,0 | < 0,010 | 4 | 4 | 0,006 | < 0,50 | < 2 | < 2 | < 0,0010 | < 0,005 | <2,00 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

*: Los Hidrocarburos aromáticos policíclicos incluyen los siguientes parámetros individuales: acenafteno, acenaftileno, acridina, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(ah)antraceno, fenantreno, fluorantreno, fluoreno, indeno(123-cd)pireno, naftaleno, pireno, quinolina.

** : Los Trihalometanos incluyen los siguientes parámetros individuales: bromodiclorometano, dibromoclorometano, tetraclorometano, tribromometano, triclorometano, trihalometano total.

Tabla EMQ-41: Calidad de agua. Concentración de parámetros inorgánicos. Campaña invierno, 2015

| | Fluoruro | Sulfato | Sulfuro | Fósforo reactivo | Fósforo total | Nitrógeno Kjeldhal | Nitrógeno total | Nitrito | Nitrato | Silicato | Cianuro Total | Cromo VI |
|----------|----------|---------|---------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|---------|---------|----------|---------------|----------|
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 71,15 | 2610 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 3,8 | < 0,08 | 3,8 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-1-F | 82,7 | 2412 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 3,1 | < 0,08 | 3,05 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-2-S | 86,1 | 2445 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2,1 | < 0,08 | 2,1 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-2-F | 70,45 | 2387 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2,6 | < 0,08 | 2,55 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-3-S | 81,85 | 2305 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2 | < 0,08 | 1,95 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-3-F | 66,15 | 2404 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2,9 | < 0,08 | 2,85 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-4-S | 72,55 | 2486 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 5,9 | < 0,08 | 5,85 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-4-F | 83,35 | 2782 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 7,2 | < 0,08 | 7,15 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-5-S | 44,95 | 2437 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2,4 | < 0,08 | 2,4 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-5-F | 65,55 | 2700 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2,3 | < 0,08 | 2,25 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-6-S | 77,15 | 2445 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2,2 | < 0,08 | 2,15 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-6-F | 46,75 | 2503 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2,4 | < 0,08 | 2,4 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-7-S | 74,75 | 2404 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2,4 | < 0,08 | 2,4 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-7-F | 74,95 | 2470 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 1,9 | < 0,08 | 1,85 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-8-S | 49,15 | 2330 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2,2 | < 0,08 | 2,15 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-8-F | 90,95 | 2173 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2 | < 0,08 | 2 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-9-S | 67,1 | 2486 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | 0,6 | 4,6 | < 0,08 | 4 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-9-F | 71,3 | 2535 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2,5 | < 0,08 | 2,5 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-10-S | 77 | 2560 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 4,7 | < 0,08 | 4,65 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-10-F | 75,15 | 2610 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 3,7 | < 0,08 | 3,7 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-CN-S | 53,15 | 2478 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2 | < 0,08 | 2 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-CN-F | 67,35 | 2486 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | 0,5 | 8,6 | < 0,08 | 8,05 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-CS-S | 47,2 | 2280 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | 1,1 | 3,9 | < 0,08 | 2,75 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |
| E-CS-F | 44,45 | 2379 | < 0,01 | < 0,07 | < 0,2 | < 0,5 | 2,2 | < 0,08 | 2,15 | < 1,00 | < 0,002 | < 0,010 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-42: Calidad de agua. Concentración de metales disueltos. Campaña invierno, 2015

| Estación | Metales Disueltos | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------------|-------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|
| | Ag | Al | As | B | Ba | Be | Bi | Ca | Cd | Co | Cr | Cu | Fe | Hg | K | Li |
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | < 0,010 | 0,793 | < 0,200 | 4,397 | 0,025 | < 0,005 | < 0,200 | 438 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,29 | <0,0005 | 375,6 | 0,145 |
| E-1-F | < 0,010 | 1,314 | < 0,200 | 4,593 | 0,09 | < 0,005 | < 0,200 | 429,3 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,475 | <0,0005 | 375,8 | 0,108 |
| E-2-S | < 0,010 | 0,23 | < 0,200 | 4,621 | 0,036 | < 0,005 | < 0,200 | 448 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 378,9 | 0,204 |
| E-2-F | < 0,010 | 0,514 | < 0,200 | 4,558 | 0,024 | < 0,005 | < 0,200 | 445,3 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 382,4 | 0,153 |
| E-3-S | < 0,010 | 0,728 | < 0,200 | 4,553 | 0,023 | < 0,005 | < 0,200 | 429,3 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 362,4 | 0,135 |
| E-3-F | < 0,010 | 0,743 | < 0,200 | 4,501 | 0,023 | < 0,005 | < 0,200 | 426,5 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 358,4 | 0,139 |
| E-4-S | < 0,010 | 0,534 | < 0,200 | 4,498 | 0,055 | < 0,005 | < 0,200 | 431,5 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 362,5 | 0,125 |
| E-4-F | < 0,010 | 1,065 | < 0,200 | 4,351 | 0,027 | < 0,005 | < 0,200 | 449,2 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,063 | <0,0005 | 376 | 0,126 |
| E-5-S | < 0,010 | 0,934 | < 0,200 | 4,251 | 0,04 | < 0,005 | < 0,200 | 454,1 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 385,5 | 0,107 |
| E-5-F | < 0,010 | 1,447 | < 0,200 | 4,486 | 0,024 | < 0,005 | < 0,200 | 447,2 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,331 | <0,0005 | 386,3 | 0,142 |
| E-6-S | < 0,010 | 0,48 | < 0,200 | 4,571 | 0,023 | < 0,005 | < 0,200 | 451,1 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 389,7 | 0,195 |
| E-6-F | < 0,010 | 0,648 | < 0,200 | 4,407 | 0,05 | < 0,005 | < 0,200 | 436,6 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 374,8 | 0,163 |
| E-7-S | < 0,010 | 0,352 | < 0,200 | 4,455 | 0,03 | < 0,005 | < 0,200 | 459,5 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 387,2 | 0,158 |
| E-7-F | < 0,010 | 0,846 | < 0,200 | 4,433 | 0,023 | < 0,005 | < 0,200 | 451,4 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 391,1 | 0,132 |
| E-8-S | < 0,010 | 0,236 | < 0,200 | 4,453 | 0,025 | < 0,005 | < 0,200 | 457,5 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 388,3 | 0,197 |
| E-8-F | < 0,010 | 0,438 | < 0,200 | 4,578 | 0,025 | < 0,005 | < 0,200 | 457 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 390,6 | 0,169 |
| E-9-S | < 0,010 | 0,724 | < 0,200 | 4,375 | 0,045 | < 0,005 | < 0,200 | 430 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 375,9 | 0,13 |
| E-9-F | < 0,010 | 0,777 | < 0,200 | 4,376 | 0,029 | < 0,005 | < 0,200 | 443,4 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 378,3 | 0,13 |
| E-10-S | < 0,010 | 0,326 | < 0,200 | 5,042 | 0,033 | < 0,005 | < 0,200 | 447,5 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 382,1 | 0,145 |
| E-10-F | < 0,010 | 2,724 | < 0,200 | 4,299 | 0,038 | < 0,005 | < 0,200 | 434,4 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,047 | <0,0005 | 375,1 | 0,139 |
| E-CN-S | < 0,010 | 0,684 | < 0,200 | 4,619 | 0,03 | < 0,005 | < 0,200 | 461,3 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 392,9 | 0,141 |
| E-CN-F | < 0,010 | 0,499 | < 0,200 | 4,518 | 0,026 | < 0,005 | < 0,200 | 458,9 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 389,9 | 0,135 |
| E-CS-S | < 0,010 | 1,042 | < 0,200 | 5,299 | 0,033 | < 0,005 | < 0,200 | 551 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 445,6 | 0,371 |
| E-CS-F | < 0,010 | 0,532 | < 0,200 | 4,521 | 0,019 | < 0,005 | < 0,200 | 438,6 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,030 | <0,0005 | 381,2 | 0,212 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Continuación Tabla EMQ-42

| Metales Disueltos | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|-------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|
| | Mg | Mn | Mo | Na | Ni | P | Pb | Sb | Se | Si | Sn | Sr | Ti | Tl | V | Zn |
| Estación | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 1361 | 0,03 | < 0,030 | 11517 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 6,135 | < 0,030 | 7,794 | < 0,010 | < 0,200 | 0,064 | < 0,005 |
| E-1-F | 1367 | 0,04 | < 0,030 | 11491 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 20,16 | < 0,030 | 7,856 | 0,051 | < 0,200 | 0,064 | < 0,005 |
| E-2-S | 1370 | 0,036 | < 0,030 | 11565 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 9,788 | < 0,030 | 7,813 | 0,043 | < 0,200 | 0,038 | < 0,005 |
| E-2-F | 1382 | 0,014 | < 0,030 | 11694 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 5,718 | < 0,030 | 7,862 | 0,025 | < 0,200 | 0,039 | < 0,005 |
| E-3-S | 1315 | 0,022 | < 0,030 | 11095 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 14,31 | < 0,030 | 7,657 | 0,04 | < 0,200 | 0,059 | < 0,005 |
| E-3-F | 1298 | 0,024 | < 0,030 | 10927 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 10,86 | < 0,030 | 7,365 | 0,039 | < 0,200 | 0,064 | < 0,005 |
| E-4-S | 1321 | 0,051 | < 0,030 | 11197 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 12,02 | < 0,030 | 7,571 | < 0,010 | < 0,200 | 0,058 | < 0,005 |
| E-4-F | 1368 | 0,044 | < 0,030 | 11523 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 13,92 | < 0,030 | 7,749 | < 0,010 | < 0,200 | 0,059 | < 0,005 |
| E-5-S | 1401 | 0,056 | < 0,030 | 11754 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 6,423 | < 0,030 | 7,841 | 0,041 | < 0,200 | 0,06 | < 0,005 |
| E-5-F | 1407 | 0,047 | < 0,030 | 11892 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 8,934 | < 0,030 | 8,094 | 0,038 | < 0,200 | 0,064 | < 0,005 |
| E-6-S | 1406 | 0,017 | < 0,030 | 11869 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 5,788 | < 0,030 | 8,067 | 0,054 | < 0,200 | 0,052 | < 0,005 |
| E-6-F | 1365 | 0,029 | < 0,030 | 11530 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 7,669 | < 0,030 | 7,794 | 0,026 | < 0,200 | 0,059 | < 0,005 |
| E-7-S | 1400 | 0,021 | < 0,030 | 11892 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 5,883 | < 0,030 | 7,974 | 0,026 | < 0,200 | 0,061 | < 0,005 |
| E-7-F | 1425 | 0,035 | < 0,030 | 12012 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 8,086 | < 0,030 | 8,016 | 0,026 | < 0,200 | 0,066 | < 0,005 |
| E-8-S | 1408 | 0,046 | < 0,030 | 11915 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 8,311 | < 0,030 | 8,008 | 0,055 | < 0,200 | 0,041 | < 0,005 |
| E-8-F | 1426 | 0,017 | < 0,030 | 11980 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 6,101 | < 0,030 | 8,095 | < 0,010 | < 0,200 | 0,051 | < 0,005 |
| E-9-S | 1363 | 0,043 | < 0,030 | 11600 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 10,92 | < 0,030 | 7,801 | 0,023 | < 0,200 | 0,067 | < 0,005 |
| E-9-F | 1380 | 0,033 | < 0,030 | 11615 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 6,802 | < 0,030 | 7,778 | < 0,010 | < 0,200 | 0,062 | < 0,005 |
| E-10-S | 1380 | 0,044 | < 0,030 | 11685 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 6,78 | < 0,030 | 7,881 | 0,04 | < 0,200 | 0,057 | < 0,005 |
| E-10-F | 1358 | 0,058 | < 0,030 | 11456 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 8,65 | < 0,030 | 7,763 | < 0,010 | < 0,200 | 0,064 | < 0,005 |
| E-CN-S | 1439 | 0,035 | < 0,030 | 12072 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 6,915 | < 0,030 | 8,179 | < 0,010 | < 0,200 | 0,06 | < 0,005 |
| E-CN-F | 1418 | 0,043 | < 0,030 | 12019 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 5,628 | < 0,030 | 8,054 | < 0,010 | < 0,200 | 0,06 | < 0,005 |
| E-CS-S | 1614 | 0,067 | < 0,030 | 13573 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 24,33 | < 0,030 | 9,472 | 0,025 | < 0,200 | < 0,030 | 0,75 |
| E-CS-F | 1380 | 0,025 | < 0,030 | 11675 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 6,138 | < 0,030 | 7,947 | < 0,010 | < 0,200 | 0,031 | < 0,005 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Tabla EMQ-43: Calidad de agua. Concentración de metales totales. Campaña invierno, 2015

| Estación | Metales Totales | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|-------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|-------|-------|
| | Ag | Al | As | B | Ba | Be | Bi | Ca | Cd | Co | Cr | Cu | Fe | Hg | K | Li |
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | < 0,010 | 1,937 | < 0,200 | 4,872 | 0,049 | < 0,005 | < 0,200 | 457,5 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,776 | <0,0005 | 382,7 | 0,218 |
| E-1-F | < 0,010 | 1,827 | < 0,200 | 5,127 | 0,111 | < 0,005 | < 0,200 | 453,1 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,589 | <0,0005 | 385,8 | 0,229 |
| E-2-S | < 0,010 | 2,134 | < 0,200 | 4,715 | 0,07 | < 0,005 | < 0,200 | 484,6 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,461 | <0,0005 | 388,7 | 0,368 |
| E-2-F | < 0,010 | 1,996 | < 0,200 | 7,224 | 0,03 | < 0,005 | < 0,200 | 447,4 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,209 | <0,0005 | 384 | 0,358 |
| E-3-S | < 0,010 | 1,635 | < 0,200 | 4,884 | 0,03 | < 0,005 | < 0,200 | 464 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,438 | <0,0005 | 385,3 | 0,263 |
| E-3-F | < 0,010 | 1,774 | < 0,200 | 4,636 | 0,041 | < 0,005 | < 0,200 | 463,6 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,414 | <0,0005 | 393,3 | 0,241 |
| E-4-S | < 0,010 | 1,91 | < 0,200 | 4,869 | 0,072 | < 0,005 | < 0,200 | 462 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,399 | <0,0005 | 385,9 | 0,212 |
| E-4-F | < 0,010 | 2,201 | < 0,200 | 5,142 | 0,044 | < 0,005 | < 0,200 | 449,6 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,324 | <0,0005 | 382,7 | 0,234 |
| E-5-S | < 0,010 | 1,969 | < 0,200 | 5,526 | 0,054 | < 0,005 | < 0,200 | 474,5 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,55 | <0,0005 | 394,9 | 0,196 |
| E-5-F | < 0,010 | 2,32 | < 0,200 | 5,032 | 0,073 | < 0,005 | < 0,200 | 480,2 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,368 | <0,0005 | 394,2 | 0,199 |
| E-6-S | < 0,010 | 1,804 | < 0,200 | 5,285 | 0,039 | < 0,005 | < 0,200 | 471,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,342 | <0,0005 | 401 | 0,262 |
| E-6-F | < 0,010 | 1,749 | < 0,200 | 5,15 | 0,059 | < 0,005 | < 0,200 | 450,1 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,276 | <0,0005 | 381,6 | 0,257 |
| E-7-S | < 0,010 | 2,495 | < 0,200 | 5,133 | 0,03 | < 0,005 | < 0,200 | 466,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 1,106 | <0,0005 | 390,1 | 0,243 |
| E-7-F | < 0,010 | 1,796 | < 0,200 | 5,38 | 0,037 | < 0,005 | < 0,200 | 461,8 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,31 | <0,0005 | 396,4 | 0,198 |
| E-8-S | < 0,010 | 1,929 | < 0,200 | 5,052 | 0,035 | < 0,005 | < 0,200 | 461 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,38 | <0,0005 | 390,6 | 0,283 |
| E-8-F | < 0,010 | 1,893 | < 0,200 | 5,614 | 0,042 | < 0,005 | < 0,200 | 459,2 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,336 | <0,0005 | 399,1 | 0,265 |
| E-9-S | < 0,010 | 2,375 | < 0,200 | 5,298 | 0,046 | < 0,005 | < 0,200 | 456,3 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,291 | <0,0005 | 383,5 | 0,155 |
| E-9-F | < 0,010 | 2,364 | < 0,200 | 5,218 | 0,038 | < 0,005 | < 0,200 | 462,4 | < 0,010 | < 0,010 | 0,026 | < 0,010 | 0,327 | <0,0005 | 394 | 0,182 |
| E-10-S | < 0,010 | 3,371 | < 0,200 | 5,498 | 0,034 | < 0,005 | < 0,200 | 572,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,404 | <0,0005 | 482,7 | 0,233 |
| E-10-F | < 0,010 | 2,871 | < 0,200 | 4,749 | 0,226 | < 0,005 | < 0,200 | 444,1 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,515 | <0,0005 | 378,3 | 0,217 |
| E-CN-S | < 0,010 | 1,713 | < 0,200 | 4,955 | 0,053 | < 0,005 | < 0,200 | 470,1 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,278 | <0,0005 | 398,5 | 0,244 |
| E-CN-F | < 0,010 | 1,91 | < 0,200 | 4,862 | 0,034 | < 0,005 | < 0,200 | 461,7 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,366 | <0,0005 | 391,6 | 0,259 |
| E-CS-S | < 0,010 | 6,004 | < 0,200 | 6,198 | 0,058 | < 0,005 | < 0,200 | 623,1 | < 0,010 | 0,013 | < 0,010 | < 0,010 | 0,374 | <0,0005 | 537,9 | 0,248 |
| E-CS-F | < 0,010 | 2,269 | < 0,200 | 4,945 | 0,032 | < 0,005 | < 0,200 | 476 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 | 0,226 | <0,0005 | 392,2 | 0,32 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

Continuación Tabla EMQ-43

| Estación | Metales Totales | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|-------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|---------|---------|---------|
| | Mg | Mn | Mo | Na | Ni | P | Pb | Sb | Se | Si | Sn | Sr | Ti | Tl | V | Zn |
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| E-1-S | 1397 | 0,056 | < 0,030 | 11810 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 93,04 | < 0,030 | 7,982 | 0,025 | < 0,200 | 0,109 | < 0,005 |
| E-1-F | 1413 | 0,048 | < 0,030 | 11880 | < 0,050 | < 0,300 | 0,068 | < 0,200 | < 0,200 | 26,57 | < 0,030 | 8,046 | 0,069 | < 0,200 | 0,108 | < 0,005 |
| E-2-S | 1409 | 0,071 | < 0,030 | 11836 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | < 0,050 | < 0,030 | 8,434 | 0,055 | < 0,200 | 0,048 | < 0,005 |
| E-2-F | 1402 | 0,03 | < 0,030 | 11707 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 22,63 | < 0,030 | 8,069 | 0,101 | < 0,200 | 0,053 | < 0,005 |
| E-3-S | 1407 | 0,054 | < 0,030 | 11905 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 24,69 | < 0,030 | 7,984 | 0,056 | < 0,200 | 0,083 | < 0,005 |
| E-3-F | 1430 | 0,041 | < 0,030 | 12039 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 21,91 | < 0,030 | 8,122 | 0,056 | < 0,200 | 0,09 | < 0,005 |
| E-4-S | 1406 | 0,054 | < 0,030 | 11838 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 23,39 | < 0,030 | 8,196 | 0,04 | < 0,200 | 0,1 | < 0,005 |
| E-4-F | 1398 | 0,047 | < 0,030 | 11768 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 33,41 | < 0,030 | 8,027 | 0,13 | < 0,200 | 0,099 | < 0,005 |
| E-5-S | 1443 | 0,066 | < 0,030 | 12121 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 23,41 | < 0,030 | 8,266 | 0,093 | < 0,200 | 0,102 | < 0,005 |
| E-5-F | 1444 | 0,051 | < 0,030 | 12154 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 27,46 | < 0,030 | 8,2 | 0,204 | < 0,200 | 0,109 | < 0,005 |
| E-6-S | 1451 | 0,035 | < 0,030 | 12244 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 82,23 | < 0,030 | 8,364 | 0,101 | < 0,200 | 0,068 | < 0,005 |
| E-6-F | 1385 | 0,039 | < 0,030 | 11715 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 23,09 | < 0,030 | 7,855 | 0,05 | < 0,200 | 0,08 | < 0,005 |
| E-7-S | 1425 | 0,064 | < 0,030 | 12051 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 37,93 | < 0,030 | 8,129 | 0,053 | < 0,200 | 0,1 | < 0,005 |
| E-7-F | 1440 | 0,037 | < 0,030 | 12152 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 24,01 | < 0,030 | 8,434 | 0,052 | < 0,200 | 0,102 | < 0,005 |
| E-8-S | 1419 | 0,056 | < 0,030 | 11984 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 24,79 | < 0,030 | 8,052 | 0,102 | < 0,200 | 0,062 | < 0,005 |
| E-8-F | 1442 | 0,036 | < 0,030 | 12165 | 0,059 | < 0,300 | 0,059 | < 0,200 | < 0,200 | 22,57 | < 0,030 | 8,425 | 0,027 | < 0,200 | 0,06 | < 0,005 |
| E-9-S | 1405 | 0,043 | < 0,030 | 11857 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 36,07 | < 0,030 | 7,827 | 0,026 | < 0,200 | 0,112 | < 0,005 |
| E-9-F | 1438 | 0,033 | < 0,030 | 12157 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | < 0,050 | 0,097 | 8,179 | 0,026 | < 0,200 | 0,113 | < 0,005 |
| E-10-S | 1763 | 0,047 | < 0,030 | 14904 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 23,12 | < 0,030 | 9,931 | 0,096 | < 0,200 | 0,104 | < 0,005 |
| E-10-F | 1373 | 0,059 | < 0,030 | 11629 | < 0,050 | < 0,300 | 0,183 | < 0,200 | < 0,200 | 22,22 | < 0,030 | 7,854 | 0,07 | < 0,200 | 0,098 | < 0,005 |
| E-CN-S | 1451 | 0,044 | < 0,030 | 12219 | 0,056 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 25,73 | < 0,030 | 8,407 | 0,13 | < 0,200 | 0,088 | < 0,005 |
| E-CN-F | 1425 | 0,044 | < 0,030 | 12065 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 22,73 | < 0,030 | 8,179 | 0,055 | < 0,200 | 0,094 | < 0,005 |
| E-CS-S | 2061 | 0,126 | < 0,030 | 16421 | 0,065 | < 0,300 | 0,087 | < 0,200 | < 0,200 | 28,35 | < 0,030 | 11,22 | 0,056 | < 0,200 | < 0,030 | 0,922 |
| E-CS-F | 1428 | 0,041 | < 0,030 | 12037 | < 0,050 | < 0,300 | < 0,050 | < 0,200 | < 0,200 | 26,57 | < 0,030 | 8,223 | 0,042 | < 0,200 | 0,033 | < 0,005 |

S: superficial; F: fondo, CS: control sur; CN: control norte

- *Síntesis de resultados de la calidad de agua*

Los principales resultados de los analitos o elementos que incluye la norma primaria de calidad de agua (D.S. 144/2008) se muestran en la Tabla EMQ-44. En este sentido, el arsénico (As) superó el valor máximo permitido de 0,11 mg/L en dos oportunidades, en otoño 2014 solo en el área de influencia y verano 2015 en el área de influencia como también las estaciones controles, llegando a un máximo de 0,72 mg/L en la estación control E-CN-S (Figura EMQ-11). La concentración de arsénico disuelto en el agua de mar varía estacionalmente por los ciclos naturales entre los sedimentos y la columna de agua. En general, de acuerdo a lo indicado por Neff (1977), bajas concentraciones ocurren en primavera cuando el arsénico disuelto es asimilado por los productores primarios (fitoplancton), en otoño y a finales de verano las concentraciones aumentan producto de la remineralización y removilización del arsénico en los sedimentos, patrón observado en esta línea de base.

El plomo (Pb) superó el valor máximo permitido de 0,11 mg/L en tres oportunidades; en otoño e invierno 2014, dentro y fuera de la bahía, como también en verano 2015 al interior de la bahía. El resto de las campañas el plomo no superó el límite de detección establecido (Figura EMQ-12). Adicionalmente, los monitoreos realizados por la Directemar en el marco del proyecto POAL (Programa de Observación del Ambiente Litoral) que se realiza semestralmente en la bahía Conchalí y que son de carácter público, exhibieron valores con concentraciones menores a 0,025 mg/L durante los años 2007 a 2014. Los valores que superaron la normas se pueden explicar ya que este metal puede ser introducido al agua de mar tanto por motores de combustión interna y actividad industrial (Valdés *et al.*, 2011).

Tabla EMQ-44: Norma primaria de calidad de agua (D.S. 144/2008) y valores presentes en línea de base

| Analitos o elementos | Unidad | Percentil | Valor máx. permitido | Valores en LdB EM |
|----------------------|-----------|-----------|----------------------|---|
| Cianuro | mg/L | 95 | 0,77 | Bajo límite |
| Arsénico | mg/L | 95 | 0,11 | Supera límite en dos campañas, otoño 2014 y verano 2015 |
| Cadmio | mg/L | 95 | 0,033 | Bajo límite |
| Cromo | mg/L | 95 | 0,55 | Bajo límite |
| Mercurio | mg/L | 95 | 0,011 | Bajo límite |
| Plomo | mg/L | 95 | 0,11 | Supera límite en tres campañas, otoño e invierno 2014 y verano 2015 |
| Coliformes Fecales | NMP/100mL | 100 | 1.000 | Bajo límite |

LdB EM: Línea de base Ecosistemas Marinos

Figura EMQ-11: Concentración promedio de arsénico (As)

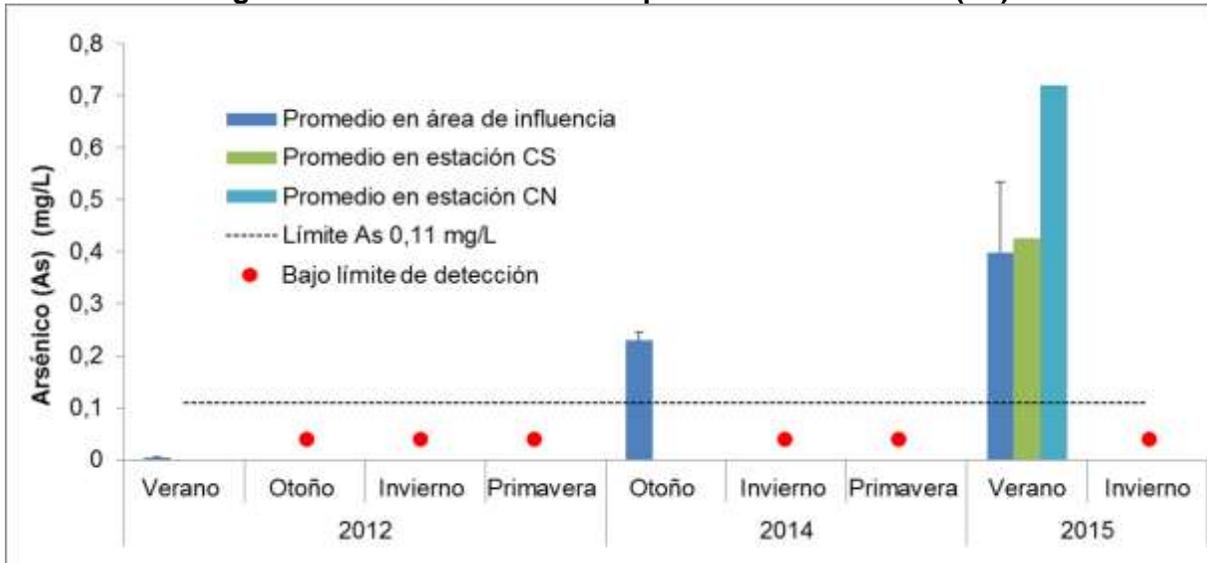
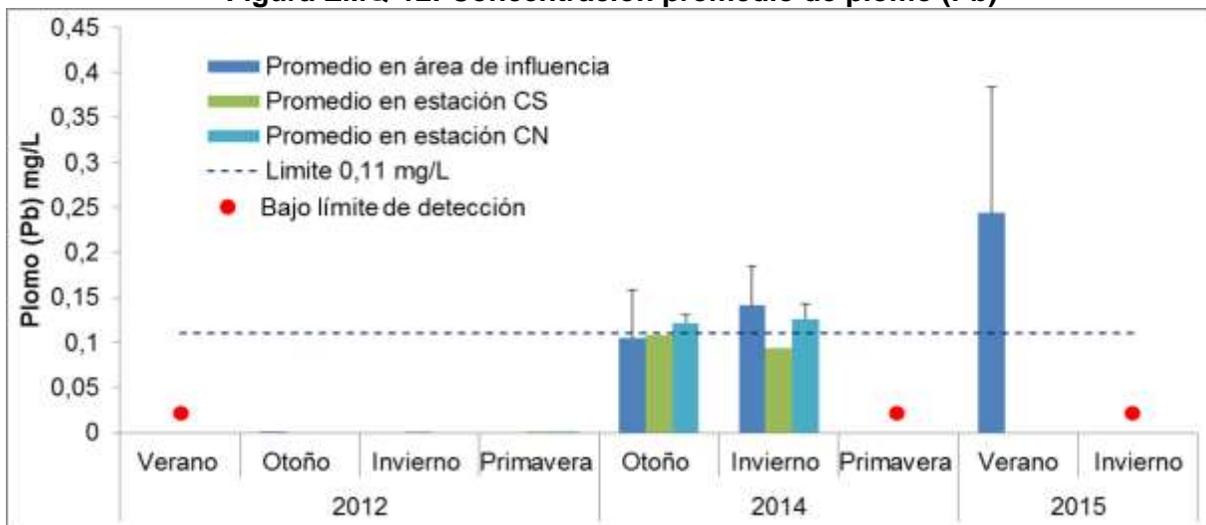


Figura EMQ-12: Concentración promedio de plomo (Pb)



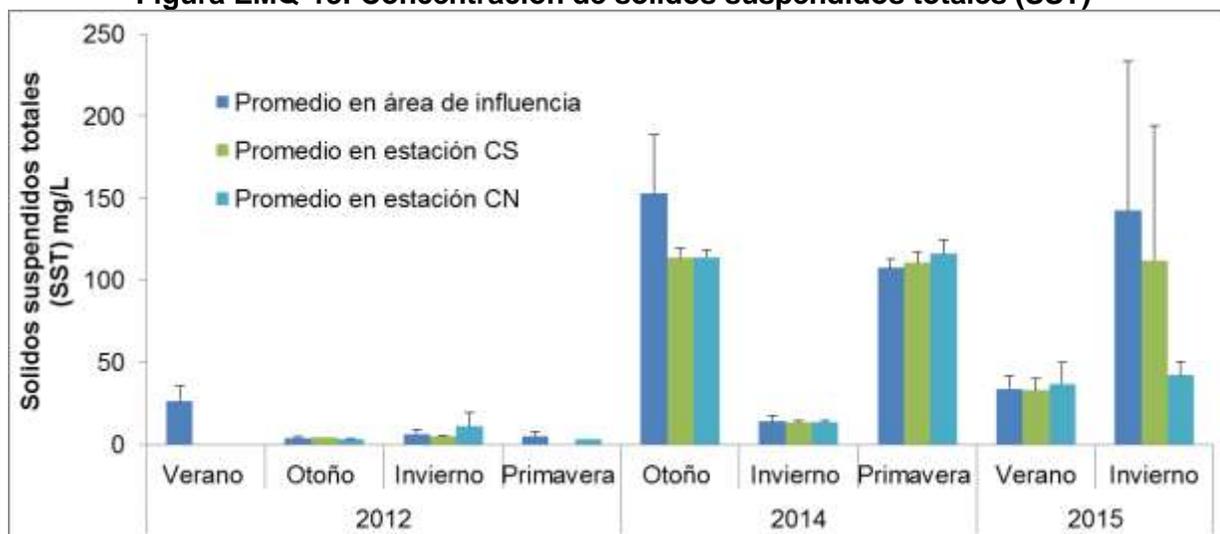
Los analitos o elementos que incluye la guía para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas marinas (CONAMA, 2005), se muestran resumidos en la Tabla EMQ-45. La mayoría de los analitos se encuentran en Clase 1 (muy buena calidad), es decir, aptas para la protección de las comunidades acuáticas. En algunas campañas la calidad de agua estuvo clasificada como Clase 2 (muy buena calidad), es decir apta para actividades extractivas y cultivos de recursos hidrobiológicos, como en el caso de algunas estaciones en de cobre (Cu) y zinc (Zn). En escasas ocasiones la calidad de agua estuvo clasificada como Clase 3 (regular calidad), es decir aptas para actividades portuarias y navegación. En este último caso, los sólidos suspendidos totales (SST) presentaron concentraciones en esta categoría, dado que están expuestos a condiciones oceanográficas (viento y marejadas) que provocan la resuspensión y transporte de sedimento, cambiando la concentración de sólidos suspendidos totales en las distintas épocas del año (Figura EMQ-13). Adicionalmente, se ha estudiado que los cambios en las concentraciones de los sólidos

sedimentables dependen la naturaleza de la partícula y los procesos naturales de la columna de agua (Taguchi & Hargrave, 1978).

Tabla EMQ-45: Clase de los analitos por campaña según la clasificación de la guía para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas marina, CONAMA (2005)

| Analitos | Clase 1 (muy buena calidad) | Clase 2 (buena calidad) | Clase 3 (regular calidad) |
|---|--|--------------------------------|---|
| Sólidos suspendidos totales (SST) mg/L | < 25 | 25 –80 | 80-400 |
| | 2012 (otoño, invierno, primavera), 2014 (invierno) | 2012 (otoño), 2015 (verano) | 2014 (otoño, primavera), 2015 (invierno) |
| Coliformes totales NMP/100 ml | < 70 | 70 – 1.000 | < 1.000 |
| | 2012 (todas), 2014 (invierno, primavera), 2015 (todas) | 2014 (otoño) | - |
| Cobre (Cu) mg/L | < 0,01 | 0,01 – 0,05 | 0,05 |
| | 2012 (todas), 2014 (invierno, primavera), 2015 (invierno, primavera) | 2014 (Otoño) | - |
| Zinc (Zn) mg/L | < 0,03 | 0,03 – 0,1 | 0,1 |
| | 2012 (todas), 2014 (invierno), 2015 (todas) | 2014 (otoño) | 2014 (primavera) |

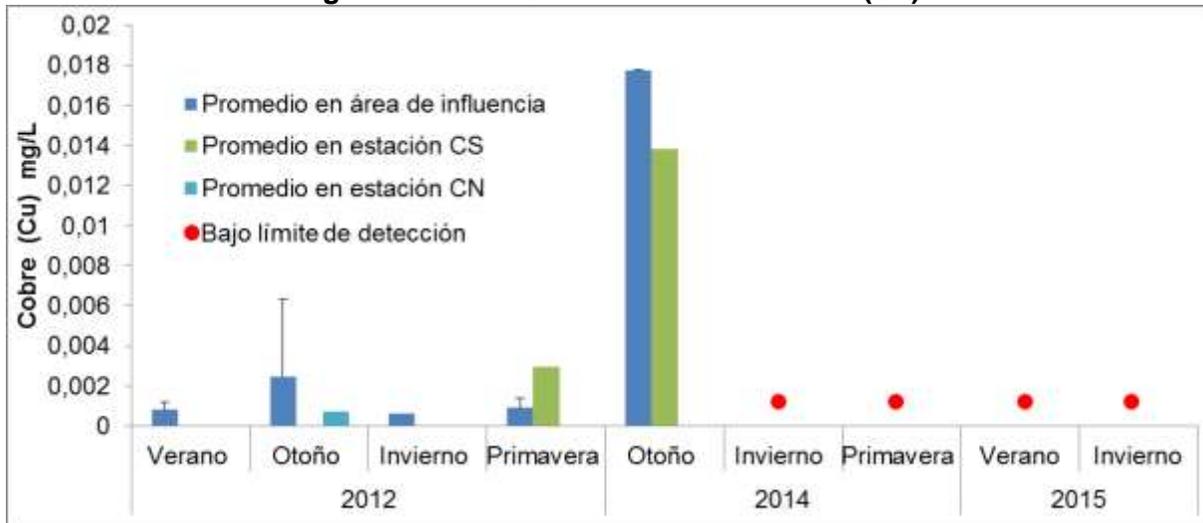
Figura EMQ-13: Concentración de solidos suspendidos totales (SST)



La norma primaria de calidad de agua (D.S. 144/2008) no contempla el cobre (Cu) dentro de sus valores máximos permitidos, sin embargo, los límites están referenciados en la “guía para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas marinas” de la CONAMA (2005). Durante todas las campañas realizadas el año 2012, en conjunto con invierno 2014, primavera 2014 y verano 2015 los valores de cobre (Cu) se situaron en la categoría de “Clase 1: muy buena calidad” (<0,01 mg/L) es decir, aptas para la protección de

las comunidades acuáticas. Sin embargo, en otoño 2014 los valores se situaron en la categoría de “Clase 2: buena calidad” (0,01 - 0,05 mg/L) es decir, apta para actividades extractivas y cultivos de recursos hidrobiológicos (Tabla EMQ-45). Cabe destacar que se ha detectado la presencia natural de cobre en las aguas por las características geológicas presentes en Chile (Castillo y Valdés, 2011), lo que explicaría la mayor concentración de cobre encontrada en la estación CS en octubre 2014 (fuera de bahía Conchalí). En las campañas de invierno y primavera 2014 y verano 2015 las concentraciones de cobre no sobrepasaron el límite de detección.

Figura EMQ-14: Concentración de cobre (Cu)



Los analitos o elementos orgánicos como el sulfato, nitrato, fosfato y carbono orgánico total, forman parte de sus propios los ciclos biogeoquímicos los que fluctúan según asimilaciones y remineralizaciones en los balances de la columna de agua con el sedimento y la biota presente. Muchos de los analitos inorgánicos y algunos metales se encontraron bajo el nivel permitido pro las normas referenciales y en la mayoría de los casos no superaron el límite de detección de la metodología empleada por el laboratorio analítico. Un ejemplo de esto, en el área de influencia y en las estaciones controles, son los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's), hidrocarburos totales (HCT) y aceite y grasas, entre otros. También, como norma general se observaron niveles cuantificables que variaron en el mismo rango de concentraciones esperables para el agua de mar, siendo el caso el sodio (Na), potasio (K), estaño (Sn), entre otros.

7.1.4.2.3 Calidad Sedimentos Submareales

- *Antecedentes sobre la Normativa de Calidad de Sedimentos Marinos*

A nivel nacional, no existe una normativa que regule la concentración de parámetros ambientales en los sedimentos marinos. Dada esta situación y basándonos en criterios actualizados en sedimentos marinos, las concentraciones registradas en este estudio fueron comparadas con las establecidas por el Canadian Council Ministers of the Environmental del Gobierno de Canadá: ISQG, 2002: “*Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life in Interim Marine Sediment Quality Guidelines*”, el cual tiene dos índices con valores de referencia:

- el ISQG (“*Interim Sediment Quality Guidelines*”): que establece el límite o umbral de concentración para la protección de la vida acuática y
- PEL (“*Probable Effect Level*”): que establece límite sobre los efectos probables en la biota (siempre el ISQG es menor que el PEL).

Para comparar los límites de Nitrógeno total (Nt) y C.O.T. (carbono orgánico total) se siguió los parámetros establecidos por Persaud *et al.* (1993) en “*Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario*”, ya que es la única norma internacional que establece límites para dichos parámetros. Para comparar los valores pH, M.O.T. (materia orgánica total) y potencial redox se utilizaron los límites establecidos por la Resolución Exenta de la Subpesca N°3612/2009 (resolución del Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA)). Además, se utilizaron referencias científicas de Macdonald (1996) para comparar los metales níquel (Ni) y plata (Ag) en sedimentos.

- *Materiales y Métodos*

En todas las campañas efectuadas (2012, 2014, y 2015) se aplicó la misma metodología, con la única diferencia que en las campañas del 2012 se realizaron en 10 estaciones de muestreos, mientras que en las campañas efectuadas el 2014 y 2015 se tomaron muestras en 12 estaciones (mismos puntos considerados para calidad de agua, Figura EMQ-1). Cada una de las muestras de sedimento fue extraída mediante buceo autónomo por buzos especialistas, utilizando unidades de muestreo tipo core de 30 cm de diámetro por 50 cm de alto. Para estos efectos, el buzo extrajo con la ayuda del core los primeros 10 cm de la capa superficial del sedimento, completando lo 0,06 m² de muestra, para posteriormente depositarlos en sus respectivos envases.

En cada estación se obtuvo una muestra para los diversos análisis químicos, una muestra para granulometría del sedimento y tres muestras para análisis biológico de la infauna submareal. Una vez obtenidas, las muestras fueron debidamente rotuladas y trasladadas al laboratorio analítico acreditado ALS.

En el Anexo EM-2 se entregan copias de los certificados de análisis provistos por los respectivos laboratorios analíticos.

Adicionalmente, en cada toma de muestra se realizaron mediciones *in situ* de potencial redox (óxido reducción) inmediatamente después de colectada las muestras de sedimento. Las mediciones potencial redox fueron realizadas con un equipo de campo medidor de ORP/Temperatura marca Hanna Instrument modelo HI-991002 (precisión +/-2 mV), cuyos valores fueron corregidos al Electrodo Normal de Hidrógeno (NHE).

En las campañas del 2014 y 2015 se midió el pH *in situ* en los sedimentos con el mismo equipo utilizado para el potencial redox. También se obtuvo valores materia orgánica total (M.O.T.).

A continuación se entrega la batería de analitos analizados en las todas las campañas de la línea de base (Tabla EMQ-46).

Tabla EMQ-46: Calidad Sedimento Submareales. Analitos analizados en las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015

| | 2012 | | | | 2014 | | | 2015 | |
|----------------------|--------|-------|----------|-----------|-------|----------|-----------|--------|----------|
| | Verano | Otoño | Invierno | Primavera | Otoño | Invierno | Primavera | Verano | Invierno |
| Potencial Redox (mV) | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| HTP (mg/kg) | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Nitrógeno total (%) | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| C.O.T. (%) | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| M.O.T. (%) | | | | | X | X | X | X | X |
| pH | | | | | X | X | X | X | X |
| HAP's * | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Metales ** | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Granulometría | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

HTP: Hidrocarburos totales de Petróleo
C.O.T.: Carbono Orgánico Total
M.O.T.: Materia Orgánica Total
*: Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's) incluyen los siguientes parámetros individuales: acenafteno, acenaftileno, acridina, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(ah)antraceno, fenantreno, fluorantreno, fluoreno, indeno(123-cd)pireno, naftaleno, pireno, quinolina.
**: Aluminio (Al), Plata (Ag), Arsénico (As), Bario (Ba), Berilio (Be), Bismuto (Bi), Calcio (Ca), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Hierro (Fe), Mercurio (Hg), Potasio (K), Litio (Li), Magnesio (Mg), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Sodio (Na), Níquel (Ni), Fósforo (P), Plomo (Pb), Antimonio (Sb), Selenio (Se), Estaño (Sn), Estroncio (Sr), Talio (Tl), Titanio (Ti), Uranio (U), Vanadio (V), Zinc (Zn).

- **Resultados**

Para efectos de la presente línea base se presentan los resultados separados por campañas y años, donde se incluyen tablas con los resultados de todos los analitos o parámetros evaluados, otorgando especial énfasis en aquellos parámetros que con mayor frecuencia son considerados en la literatura científica y referencias internacionales.

Verano 2012

Las Tabla EMQ-47 y Tabla EMQ-48, muestran los resultados de la caracterización química de los sedimentos submareales y la granulometría de los sedimentos durante la campaña de verano 2012. Con el objeto de facilitar el análisis, los resultados se describen por cada parámetro de interés.

- **Potencial Redox_(NHE)**

El potencial redox_(NHE) medido mostró una fluctuación entre 124 mV en la estación B3 y 349 mV en la estación B1. Por su parte, las estaciones CS y CN mostraron valores por sobre 300 mV. Cabe señalar que valores de potencial redox negativos indican una condición reductora de los sedimentos, dominados por nitrato y sulfato reducción, asociado a su condición anóxica. Los valores positivos evidencian la predominancia de procesos oxidativos en la degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos evaluados. Además, estos valores en todas las estaciones estuvieron sobre la norma (>50 mV) de la Subpesca (R.E

Nº3.612/2009). Por lo anterior, al registrarse solo valores positivos y sobre la norma de la Subpesca, se observa una adecuada oxigenación de los sedimentos en el área de influencia (Tabla EMQ-47).

- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) y Aromáticos Policíclicos (HAP)

La concentración de HTP registrada en todas las estaciones evaluadas en este estudio, fue inferior al límite de detección de la metodología empleada (<50 mg/kg), y la misma condición se registró para los HAP (<0,05 µg/kg) (Tabla EMQ-47).

- Carbono Orgánico Total (C.O.T.)

La concentración de C.O.T. en las estaciones evaluadas fluctuó entre <0,1% en las estaciones B3 y B4, y 0,79% en la estación B8 emplazada frente a la ciudad de Los Vilos. Las cuales son menores al 1% establecido a nivel internacional en Ontario, Canadá (Persaud *et al.*, 1993) (Tabla EMQ-47).

- Nitrógeno total (Nt)

La concentración de Nt en las estaciones evaluadas fluctuó entre el límite de detección de la metodología empleada (<0,02%) en las estaciones B1, B2, B3 y B4, y un máximo de 0,063% en la estación B8. Los valores registrados en esta campaña fueron inferiores al límite o nivel inferior de efectos esperados sobre la biota de 0,06%, definidos por Persaud *et al.* (1993) que indica el nivel de contaminación en sedimentos que puede ser tolerado por la mayoría de las especies bentónicas. La excepción a esta condición corresponde a los niveles de nitrógeno total registrados en la estación B8 (0,063%), que superaron levemente el límite de efectos esperados (Tabla EMQ-47).

Tabla EMQ-47: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Campaña verano, 2012

| Estación | Redox (mV) | HTP (mg/kg) | HAP's (µg/kg) | C.O.T. (%) | Nitrógeno total (%) |
|----------|------------|-------------|---------------|------------|---------------------|
| B1 | 349 | <50 | <50 | 0,11 | <0,020 |
| B2 | 283 | <50 | <50 | 0,13 | <0,020 |
| B3 | 124 | <50 | <50 | <0,10 | <0,020 |
| B4 | 284 | <50 | <50 | <0,10 | <0,020 |
| B5 | 303 | <50 | <50 | 0,23 | 0,028 |
| B6 | 164 | <50 | <50 | 0,2 | 0,022 |
| B7 | 274 | <50 | <50 | 0,15 | 0,021 |
| B8 | 151 | <50 | <50 | 0,79 | 0,063 |
| CS | 313 | <50 | <50 | 0,72 | 0,057 |
| CN | 303 | <50 | <50 | 0,55 | 0,051 |

Respecto de las concentraciones de metales en sedimentos submareales. A continuación se entrega un breve análisis de la importancia ambiental de aquellos analitos que presentaron niveles de referencia (Tabla EMQ-48).

- Arsénico (As)

Los niveles de arsénico registrados en esta campaña estival fluctuaron entre 0,53 mg/kg en la estación CS, y 11,89 mg/kg en B1. De acuerdo a los estándares de calidad consultados, las concentraciones obtenidas en las estaciones B1 y B2 superan el umbral de 7,24 mg/kg (ISQG, 2002), pero son inferiores al límite de efectos probables sobre la biota (PEL; 41,6 mg/kg) establecidos por la misma normativa.

- Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio presentó valores que fluctuaron entre el límite de detección de la metodología empleada (<0,05 mg/kg) en las estaciones B3 y B4 y un máximo de 0,323 mg/kg en la estación B2. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos (ISQG, 2002), estas concentraciones de cadmio fueron inferiores al nivel umbral indicado en la normativa de referencia. .

- Cobre (Cu)

Las concentraciones de cobre obtenidas en esta campaña mostraron niveles máximos en las estaciones B1 y B2 con 232,24 mg/kg y 215,75 mg/kg, respectivamente. El mínimo registro de cobre fue obtenido en las estaciones ubicadas fuera de bahía Conchalí con 1,18 mg/kg y 1,40 mg/kg en CS y CN, respectivamente. De acuerdo a los estándares de calidad de sedimentos, la concentración de cobre registrada en B1 y B2 superaron el nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (108 mg/kg). El resto de las estaciones en el área de influencia las concentraciones de cobre no superaron los niveles umbral ISQG (18,7 mg/kg).

- Cromo total (Cr)

En las estaciones al interior del área de influencia las concentraciones de cromo total fueron notablemente superiores en comparación con las estaciones control CS y CN. Dentro de la bahía los niveles fluctuaron entre 10,89 mg/kg (B8) y un máximo de 27,95 mg/kg en B3, en contraste con las bajas concentraciones registradas en CS (0,99 mg/kg) y CN (3,05 mg/kg). De acuerdo a los estándares de calidad de sedimentos establecidos se estableció un valores umbral de 52,3 mg/kg y PEL o efectos probables de 160 mg/kg respectivamente (ISQG, 2002). De esta forma, los valores obtenidos en verano 2012 son inferiores al umbral ISQG (2002).

- Níquel (Ni)

Las concentraciones de níquel presentaron valores extremos de 0,4 mg/kg en CS y máximos de 7,03 mg/kg y 7,17 mg/kg en B1 y B2, respectivamente. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el estado de Florida (EEUU) de 15,9 mg/L (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 42,8 mg/L (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de níquel registrados en esta campaña estival son indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal.

- Mercurio (Hg)

El mercurio presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,005 mg/kg), solamente se registró niveles cuantificables en las estaciones B1 y B2 con 0,2910 mg/kg y 0,3235 mg/kg, respectivamente. Los parámetros descritos por ISQG (2002) tienen como concentración límite para la protección de la vida acuática un valor de 0,13 mg/kg y como concentración de efectos probables (PEL) un valor de 0,70 mg/kg, por lo que las máximas concentraciones informadas en verano 2012 para B1 y B2 son superiores al umbral para la protección de la biota, pero inferiores al límite PEL o de efectos probables.

- Plata (Ag)

La plata presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,10 mg/kg), solamente registró niveles cuantificables en las estaciones B1 y B2 con 0,33 mg/kg y 0,31 mg/kg, respectivamente. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el estado de Florida (EEUU) de 0,73 mg/L (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 1,77 mg/L (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda).

- Plomo (Pb)

De manera similar a lo descrito para el arsénico, cadmio, cobre y mercurio, los niveles promedio de plomo fueron notablemente superiores en las estaciones de muestreo B1 y B2 donde se registraron concentraciones de 27,02 mg/kg y 21,97 mg/kg, respectivamente, lo que contrasta con el resto de estaciones evaluadas donde el Pb fluctuó entre 0,58 mg/kg en la estación CS y 3,77 mg/kg en B8 emplazada frente a la localidad de Los Vilos. De acuerdo a los estándares de calidad de sedimentos para este metal tiene como límite 30,2 mg/kg como nivel umbral y 112 mg/kg como límite PEL.

- Zinc (Zn)

El zinc presentó una concentración promedio que fluctuó entre valores máximos en B1 y B2 con 80,65 mg/kg y 75,85 mg/kg, respectivamente, y valores mínimos en las estaciones CS y CN con 1,4 mg/kg y 4,85 mg/kg, respectivamente. De acuerdo a los estándares de calidad de sedimentos, el zinc tiene como concentración límite para la protección de la vida acuática un valor de 124 mg/L y como concentración de efectos probables (PEL) un valor de 271 mg/L (ISQG, 2002). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores al rango del estándar consultado.

- Metales sin referencias de calidad

Respecto de aquellos metales que no fue posible contar con valores referenciales de calidad para sedimentos, es posible mencionar algunas tendencias importantes respecto de la distribución espacial de las concentraciones obtenidas. Por ejemplo, el aluminio (Al), berilio (Be), bismuto (Bi), cobalto (Co), hierro (Fe), potasio (K), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), antimonio (Sb), selenio (Se), estaño (Sn) y titanio (Ti), presentaron una clara tendencia a mayores concentraciones en las estaciones costeras B1 y B2, lo que se condice con la mayoría de los metales analizados en detalle en los párrafos precedentes.

Además, de todos estos metales nombrados e identificados, el Be, Bi, Li, Mo, Se y Sn registraron niveles inferiores al límite de detección de la respectiva metodología empleada en el resto de estaciones evaluadas (B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, CS y CN).

Tabla EMQ-48: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Verano, 2012

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | |
|----|--------|---------------|---------------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | CS | CN |
| Al | mg/kg | 8.930 | 8.925 | 4.135 | 3.310 | 4.975 | 3.855 | 3.725 | 2.705 | 216 | 968 |
| Ag | mg/kg | 0,33 | 0,31 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| As | mg/kg | 11,89 | 11,28 | 3,12 | 2,93 | 3,68 | 3,08 | 3,65 | 3,66 | 0,53 | 0,87 |
| Ba | mg/kg | 127,51 | 111,7 | 9,6 | 5,61 | 12,1 | 15,05 | 14,25 | 25,75 | 30,8 | 25,65 |
| Be | mg/kg | 0,33 | 0,33 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 |
| Bi | mg/kg | 0,4 | 0,36 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,20 | <0,20 |
| Ca | mg/kg | 6.990 | 10.610 | 4.735 | 3.645 | 33.000 | 77.150 | 81.300 | 189.500 | 360.000 | 307.500 |
| Cd | mg/kg | 0,32 | 0,323 | <0,050 | <0,050 | 0,055 | 0,066 | 0,064 | 0,107 | 0,131 | 0,089 |
| Co | mg/kg | 12,38 | 11,59 | 5,37 | 3,49 | 3,57 | 2,14 | 2,05 | 2,02 | 0,22 | 0,76 |
| Cu | mg/kg | 232,24 | 215,75 | 17,25 | 8,86 | 14,75 | 6,86 | 5,29 | 6,76 | 1,18 | 1,4 |
| Cr | mg/kg | 15,9 | 17,3 | 27,95 | 13,55 | 18,2 | 14,5 | 14,45 | 10,89 | 0,99 | 3,05 |
| Fe | mg/kg | 30.250 | 30.450 | 36.700 | 18.500 | 17.750 | 9.205 | 9.775 | 7.515 | 534 | 2.395 |
| Hg | mg/kg | 0,291 | 0,3235 | <0,0050 | <0,0050 | 0,0056 | <0,0050 | <0,0050 | 0,0065 | <0,0050 | <0,0050 |
| K | mg/kg | 1.625 | 1.600 | 1.055 | 795 | 1.245 | 960 | 905 | 845 | 245 | 375 |
| Li | mg/kg | 12,4 | 11,7 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Mg | mg/kg | 5.380 | 5.345 | 2.600 | 1.980 | 2.890 | 2.640 | 2.515 | 3.675 | 4.880 | 4.300 |
| Mn | mg/kg | 249,5 | 248 | 142,5 | 102,6 | 111 | 74,4 | 72,5 | 55,1 | 21,7 | 37,1 |
| Mo | mg/kg | 1,27 | 1,23 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 |
| Na | mg/kg | 5.765 | 5.190 | 2.540 | 1.980 | 3.605 | 3.960 | 3.485 | 5.455 | 7.185 | 7.335 |
| Ni | mg/kg | 7,03 | 7,17 | 4,86 | 3,16 | 4,36 | 3,42 | 3,29 | 3,95 | 0,4 | 1,76 |
| P | mg/kg | 690 | 854 | 572 | 363 | 1.150 | 1.900 | 1.935 | 1.097 | 304 | 336 |
| Pb | mg/kg | 27,02 | 21,97 | 2,8 | 1,84 | 2,76 | 3,34 | 3,57 | 3,77 | 0,58 | 0,82 |
| Sb | mg/kg | 0,8 | 0,74 | 0,14 | 0,1 | 0,15 | 0,13 | 0,14 | 0,13 | <0,10 | <0,10 |
| Se | mg/kg | 0,33 | 0,33 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 |
| Sn | mg/kg | 2,15 | 2 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | <2,00 |
| Sr | mg/kg | 49 | 69 | 34,7 | 28 | 277 | 688,5 | 720 | 1.560 | 3.040 | 2.415 |
| Ti | mg/kg | 690 | 742 | 602 | 462 | 671 | 568 | 550 | 242 | 12 | 84 |
| Tl | mg/kg | 0,209 | 0,204 | <0,050 | <0,050 | 0,184 | 0,211 | 0,207 | 0,084 | <0,050 | <0,050 |
| U | mg/kg | 0,604 | 0,722 | 0,86 | 0,27 | 0,863 | 0,939 | 0,938 | 0,514 | 0,14 | 0,21 |
| V | mg/kg | 65,35 | 69,85 | 145,5 | 70,8 | 59,85 | 26,2 | 28,7 | 18,75 | 2,29 | 4,93 |
| Zn | mg/kg | 80,65 | 75,85 | 21,75 | 14,65 | 19,6 | 15,1 | 14,25 | 13,05 | 1,4 | 4,85 |

En negrita valores sobre la norma referencial ISQG, 2002.

- Granulometría

La fracción más representativa de los sedimentos del submareal del área de influencia fue arena, la que predominó sobre otras componentes granulométricas con valores de 100% en la gran mayoría de estaciones analizadas, con la excepción de B8 con 79% y CS con 85%, estaciones que también fueron las únicas en mostrar la presencia de la fracción grava con 21% y 15%, respectivamente. La fracción más fina del sedimento (limo arcilla o fango), mostró ausencia total en todas las estaciones evaluadas (Tabla EMQ-49).

La clasificación textural, mostró la predominancia de arenas finas (B1, B3, B4, B6, B7 y B8) y muy finas (B2 y B5) donde los tamaños medios de grano fluctuaron entre 2,01 phi (B8) y 3,15 phi (B5), y solo en las estaciones CN y CS se registró una clasificación textural de arena gruesa, con un tamaño medio de grano de 0,39 phi y 0,16 phi, respectivamente (Tabla EMQ-50).

Tabla EMQ-49: Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Verano, 2012

| Estación | Caracterización Granulométrica (%) | | |
|----------|------------------------------------|----------------|----------------|
| | Fracción Fangos | Fracción Arena | Fracción Grava |
| B1 | 0 | 100 | 0 |
| B2 | 0 | 100 | 0 |
| B3 | 0 | 100 | 0 |
| B4 | 0 | 100 | 0 |
| B5 | 0 | 100 | 0 |
| B6 | 0 | 100 | 0 |
| B7 | 0 | 100 | 0 |
| B8 | 0 | 79 | 21 |
| CS | 0 | 85 | 15 |
| CN | 0 | 100 | 0 |

Tabla EMQ-50: Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Verano, 2012

| Estación | Diámetro medio grano (phi) | Grado de selección (phi) | Asimetría | Curtosis | Clasificación* |
|----------|----------------------------|--------------------------|-----------|----------|----------------|
| B1 | 2,36 | 0,32 | 0,69 | 3,65 | Arena fina |
| B2 | 3,03 | 0,34 | 0,53 | 2,45 | Arena muy fina |
| B3 | 2,68 | 0,32 | 1,29 | 4,96 | Arena fina |
| B4 | 2,16 | 0,33 | 0,42 | 3,05 | Arena fina |
| B5 | 3,15 | 0,35 | 0,38 | 2,39 | Arena muy fina |
| B6 | 2,79 | 0,34 | -0,24 | 2,48 | Arena fina |
| B7 | 2,77 | 0,34 | -0,37 | 3,02 | Arena fina |
| B8 | 2,01 | 0,69 | 0,41 | 2,19 | Arena fina |
| CS | 0,16 | 0,29 | 1,29 | 7,28 | Arena gruesa |
| CN | 0,39 | 0,23 | 1,02 | 4,78 | Arena gruesa |

*Clasificación textural según Wentworth, 1922

Otoño 2012

La Tabla EMQ-51 y Tabla EMQ-52, muestran los resultados de la caracterización química de los sedimentos submareales y la granulometría de los sedimentos submareales durante la campaña de otoño 2012. Con el objeto de facilitar el análisis, los resultados se describen por cada parámetro de interés.

Potencial Redox _(NHE)

El potencial redox _(NHE) medido mostró una fluctuación entre 103 mV en la estación B8 y 382 mV en la estación B3. Por su parte, las estaciones CS y CN mostraron valores por sobre 300 mV. Cabe señalar que valores de potencial redox negativos indican una condición reductora de los sedimentos y dominados por nitrato y sulfato reducción, asociado a su condición anóxica, y los valores positivos evidencian la predominancia de procesos oxidativos en la degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos evaluados. Además, estos valores en todas las estaciones estuvieron sobre la norma (>50 mV) de la Subpesca (R.E N°3.612/2009). Por lo anterior, al registrarse solo valores positivos y sobre la norma de la

Subpesca, se observa una adecuada oxigenación de los sedimentos en el área de influencia (Tabla EMQ-51).

- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) y Aromáticos Policíclicos (HAP)

La concentración de HTP registrada en todas las estaciones evaluadas en esta campaña de otoño fueron inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<50 mg/kg), y la misma condición se registró para los HAP (<0,05 mg/kg) (Tabla EMQ-51).

- Carbono Orgánico Total (C.O.T.)

La concentración de C.O.T. en las estaciones evaluadas fluctuó entre <0,1% en las estaciones B1 y B4, y 1,2% en la estación B8 emplazada frente a la ciudad de Los Vilos. A nivel internacional se ha establecido en la provincia de Ontario, Canadá, valores límites de 1% como rango de efecto bajo y 10% como de efecto severo sobre la calidad de los sedimentos (Persaud *et al.*, 1993). En consecuencia, el máximo valor de C.O.T. registrado en este estudio es levemente superior al rango inferior de posibles efectos, pudiendo ser considerados normales (Tabla EMQ-51).

- Nitrógeno total (Nt)

La concentración de nitrógeno total en las estaciones evaluadas fluctuó entre el límite de detección de la metodología empleada (<0,02%) en la estación B3 y un máximo de 0,105% en la estación B8 emplazada frente a la localidad de Los Vilos. De acuerdo a la normativa internacional consultada sobre calidad de sedimentos, los valores registrados en esta campaña en 6 de las 10 estaciones evaluadas fueron inferiores al límite o nivel inferior de efectos esperados sobre la biota de 0,06%, definidos por Persaud *et al.* (1993) que indica el nivel de contaminación en sedimentos que puede ser tolerado por la mayoría de las especies bentónicas). Por el contrario, las estaciones B5, B8, CN y CS superaron el límite de efectos esperados pero fueron inferiores al límite de efectos severos (0,48%), que indica el nivel de contaminación que podría afectar de manera severa a la mayoría de las especies bentónicas (Tabla EMQ-51).

Tabla EMQ-51: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Otoño 2012

| Estación | Redox (mV) | HTP (mg/kg) | HAP's (µg/kg) | C.O.T. (%) | Nitrógeno total (%) |
|----------|------------|-------------|---------------|------------|---------------------|
| B1 | 325 | <50 | <50 | <0,10 | 0,02 |
| B2 | 271 | <50 | <50 | 0,15 | 0,022 |
| B3 | 382 | <50 | <50 | 0,11 | <0,020 |
| B4 | 341 | <50 | <50 | <0,10 | 0,02 |
| B5 | 230 | <50 | <50 | 0,14 | 0,085 |
| B6 | 115 | <50 | <50 | 0,27 | 0,033 |
| B7 | 318 | <50 | <50 | 0,28 | 0,033 |
| B8 | 103 | <50 | <50 | 1,2 | 0,105 |
| CS | 334 | <50 | <50 | 0,67 | 0,0715 |
| CN | 331 | <50 | <50 | 0,39 | 0,0655 |

Respecto de las concentraciones de metales en sedimentos submareales (Tabla EMQ-52). A continuación se entrega un breve análisis de la importancia ambiental de aquellos analitos

que presentaron niveles de referencia, y que con mayor frecuencia son considerados en estudios marinos.

- Arsénico (As)

La concentración de arsénico registrado en esta campaña de otoño fluctuaron entre 0,57 mg/kg en la estación CS, y 4,51 mg/kg en B8. De acuerdo a los estándares de calidad consultados, las máximas concentraciones obtenidas en esta campaña de otoño no superaron el umbral ISQG establecido por Gobierno de Canadá (7,24 mg/kg) y son también inferiores al límite de efectos probables sobre la biota (PEL; 41,6 mg/kg).

- Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio presentó valores que fluctuaron entre el límite de detección de la metodología empleada (<0,05 mg/kg) en las estaciones B1, B2, B3 y B4, y un máximo de 0,11 mg/kg en la estación CS. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos (ISQG, 2002), estas concentraciones de cadmio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,7 mg/kg). Por lo tanto, no se evidencian valores anormales de este elemento en los fondos sedimentarios del área de influencia evaluada.

- Cobre (Cu)

Los niveles máximos se registraron en la estaciones B1 y B2 con valores de 232,24 mg/kg y 215,75 mg/kg, respectivamente y los mínimos se registraron en CS (1,13 mg/kg) y CN (1,96 mg/kg). De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), dichas concentraciones de cobre fueron inferiores al nivel umbral ISQG (18,7 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (108 mg/kg). Por lo tanto, estos valores indican niveles normales de cobre en los fondos sedimentarios evaluados.

- Cromo total (Cr)

De manera similar a lo registrado para el cobre, los registros de cromo total muestran valores notablemente superiores en las estaciones ubicadas dentro de bahía Conchalí en comparación con las estaciones CS y CN. En efecto, las estaciones emplazadas dentro del área de influencia fluctuaron entre 5,91 mg/kg en B4 y un máximo de 22,30 mg/kg en B3, mientras que las estaciones control registraron 0,76 mg/kg y 2,50 mg/kg en CS y CN, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de cromo total fueron inferiores al nivel umbral ISQG (52,3 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (160 mg/kg). Por lo tanto, estos valores indican la ausencia de procesos de alteración o perturbación en los sedimentos por acumulación de este metal.

- Níquel

Las concentraciones de níquel en el área de influencia presentaron valores extremos de un mínimo de 0,65 mg/kg en la estación CS y un máximo de 4,39 en B5. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá. Sin embargo, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el estado de

Florida (EEUU) de 15,9 mg/kg (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 42,8 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda)

- Mercurio (Hg)

El mercurio presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,005 mg/kg) y solamente registró niveles cuantificables en las estaciones B5 y B8 con 0,01 mg/kg y 0,06 mg/kg, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos (ISQG, 2002), las concentraciones de mercurio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,13 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (0,7 mg/kg).

- Plata (Ag)

El metal plata presentó concentración inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,10 mg/kg) en la totalidad de estaciones y profundidades evaluadas. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002), no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 0,73 mg/kg (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 1,77 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de plata registrados son normales y muy inferiores al criterio de calidad comentado, e indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal.

- Plomo (Pb)

De manera similar a lo descrito para el cobre, cromo, níquel, los niveles de Pb fueron superiores en las estaciones de muestreo emplazadas dentro del área de influencia en comparación con las estaciones CS y CN. En efecto, las estaciones emplazadas dentro de la bahía fluctuaron entre 1,72 mg/kg en B4 y un máximo de 4 mg/kg en B8, mientras que las estaciones control registraron <0,5 mg/kg y 0,67 mg/kg en CS y CN, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos (ISQG, 2002), las concentraciones de mercurio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (30,2 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (112 mg/kg).

- Zinc (Zn)

El zinc presentó una concentración que fluctuó entre un máximo de 20,10 mg/kg en B5 y valores mínimos en CS y CN con 1,5 mg/kg y 4,85 mg/kg, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos (ISQG, 2002), las concentraciones de zinc fueron inferiores al nivel umbral ISQG (124 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (271 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores al rango del estándar consultado indicando una ausencia de alteración química de los sedimentos.

- Analitos (metales) sin referencias de calidad

Respecto de aquellos metales que no fue posible contar con valores referenciales de calidad para sedimentos, es posible mencionar algunas tendencias importantes respecto de la distribución espacial de las concentraciones obtenidas. Por ejemplo, al igual que el bario (Ba)

analizado en los párrafos precedentes, el calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y estroncio (Sr) registraron valores máximos en las estaciones CS. Los siguientes elementos registraron concentraciones inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada en todas las estaciones evaluadas: berilio (Be; <0,20 mg/kg), bismuto (Bi; <0,20 mg/kg), litio (Li; <5,0 mg/kg), molibdeno (Mo; <0,50 mg/kg), estaño (Sn; <2,0 mg/kg). El resto de los elementos y metales evaluados no registraron un patrón o tendencia clara en su distribución espacial.

Tabla EMQ-52: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Otoño 2012

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | CS | CN |
| Al | mg/kg | 3.380 | 4.630 | 3.795 | 3.590 | 4.950 | 3.785 | 3.780 | 2.985 | 160 | 977 |
| Ag | mg/kg | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| As | mg/kg | 3 | 3,22 | 3,14 | 2,92 | 4,16 | 3,4 | 3,62 | 4,51 | 1 | 0,87 |
| Ba | mg/kg | 5,11 | 6 | 6,85 | 6,66 | 12,1 | 14,05 | 14,8 | 26,05 | 43 | 27,35 |
| Be | mg/kg | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 |
| Bi | mg/kg | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 |
| Ca | mg/kg | 4.280 | 5.220 | 4.380 | 4.275 | 34.100 | 81.700 | 86.250 | 233.500 | 407.000 | 368.000 |
| Cd | mg/kg | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,13 | 0,11 | 0,09 |
| Co | mg/kg | 3,53 | 4,35 | 4,59 | 2,72 | 3,67 | 2,15 | 2,15 | 1,93 | 0,15 | 0,87 |
| Cu | mg/kg | 9,23 | 12,25 | 11 | 9,24 | 14,25 | 6,51 | 5,78 | 12,5 | 1,13 | 1,96 |
| Cr | mg/kg | 13,2 | 19,85 | 22,3 | 5,91 | 16,8 | 14,2 | 14,9 | 11,1 | 0,76 | 2,5 |
| Fe | mg/kg | 17.250 | 24.550 | 29.100 | 7.820 | 16.550 | 8.680 | 9.385 | 8.445 | 559,5 | 2.412,5 |
| Hg | mg/kg | <0,0050 | <0,0050 | 0,01 | <0,0050 | 0,01 | <0,0050 | <0,0050 | 0,06 | <0,0050 | <0,0050 |
| K | mg/kg | 885 | 1.000 | 1.095 | 1.045 | 1.400 | 1.005 | 1.000 | 1.125 | 285 | 425 |
| Li | mg/kg | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Mg | mg/kg | 2.325 | 2.750 | 2.615 | 2.305 | 3.300 | 2.795 | 2.810 | 4.540 | 5.095 | 4.585 |
| Mn | mg/kg | 106 | 141 | 133 | 84 | 112 | 71 | 76,4 | 55,35 | 19,4 | 40,1 |
| Mo | mg/kg | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 |
| Na | mg/kg | 3.295 | 2.680 | 3.735 | 3520 | 3.905 | 4.020 | 4.300 | 6.770 | 8.450 | 7.895 |
| Ni | mg/kg | 3,24 | 4,14 | 4,14 | 2,55 | 4,39 | 3,57 | 3,54 | 4,18 | 0,65 | 1,53 |
| P | mg/kg | 438,5 | 742,5 | 473 | 301 | 1.115 | 2.025 | 2.075 | 1.056 | 314 | 335,5 |
| Pb | mg/kg | 2,04 | 3,16 | 2,69 | 1,72 | 2,82 | 3,29 | 3,73 | 4 | <0,50 | 0,67 |
| Sb | mg/kg | 0 | 0 | 0 | <0,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | <0,10 | <0,10 |
| Se | mg/kg | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,22 | <0,20 | <0,20 |
| Sn | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 |
| Sr | mg/kg | 32,25 | 30,95 | 31,45 | 36,3 | 271,5 | 705 | 745,5 | 1.740 | 3.175 | 2.675 |
| Ti | mg/kg | 490 | 716,5 | 685,5 | 452,5 | 637,5 | 495,5 | 589 | 211,5 | 10,2 | 93,5 |
| Tl | mg/kg | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0 | 0 | 0,21 | 0,09 | <0,050 | <0,050 |
| U | mg/kg | 0,33 | 0,76 | 0,53 | 0,22 | 0,79 | 0,93 | 0,97 | 0,58 | 0,16 | 0,12 |
| V | mg/kg | 63 | 89 | 117 | 21 | 53 | 23 | 25,9 | 23,35 | 2,49 | 6,53 |
| Zn | mg/kg | 15,9 | 19,8 | 17,85 | 14 | 20,1 | 14,7 | 14,85 | 17,7 | 1,5 | 4,85 |

- Granulometría

La fracción más representativa de los sedimentos del submareal del área de influencia fue arena, la que predominó sobre otras componentes granulométricas con valores sobre el 90% en la gran mayoría de estaciones analizadas (desde B1 hasta B7). Con la excepción de B8 con 70,29%, CS con 28,05% y CN con 63%, estaciones que también fueron las únicas que mostraron presencia importante de la fracción grava entre con 28% y 71%. La fracción más fina del sedimento (fango) mostró en general escasa presencia con valores máximos en las estaciones B2 (4%), B5 (8%) y B7 (3%) (Tabla EMQ-52).

La clasificación textural mostró la predominancia de arenas finas (B1, B2, B3, B4, B5, B6 y B8), y muy finas (B5 y B7). Los tamaños medios de grano fluctuaron entre 0,11 phi (B8) y 2,97 phi (B5), y solo en las estaciones CS y CN se registró una clasificación textural de grava arenosa, con un tamaño medio de grano de -1,64 phi y -0,96 phi, respectivamente (Tabla EMQ-53).

Tabla EMQ-53: Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Otoño 2012

| Estación | Caracterización Granulométrica (%) | | |
|----------|------------------------------------|----------------|----------------|
| | Fracción Fango | Fracción Arena | Fracción Grava |
| B1 | 0,21 | 99,79 | 0 |
| B2 | 4 | 96 | 0 |
| B3 | 0,54 | 99,65 | 0 |
| B4 | 0 | 100 | 0 |
| B5 | 8,47 | 91,53 | 0 |
| B6 | 0,95 | 99,03 | 0,01 |
| B7 | 3 | 94,64 | 2 |
| B8 | 1,8 | 70,29 | 28,93 |
| B9 | 0,01 | 28,05 | 72 |
| CN | 0,01 | 63,06 | 36,93 |

Tabla EMQ-54: Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Otoño 2012

| Estación | Diámetro medio grano (phi) | Grado de selección (phi) | Asimetría | Curtosis | Clasificación* |
|----------|----------------------------|--------------------------|-----------|----------|-----------------------|
| B1 | 2,3 | 0,5 | 0,35 | 0,79 | Arena Fina |
| B2 | 2,48 | 0,46 | 0,69 | 0,5 | Arena Fina |
| B3 | 2,35 | 0,54 | 0,38 | 1,24 | Arena Fina |
| B4 | 1,99 | 0,07 | 1,26 | -0,31 | Arena Fina |
| B5 | 2,97 | 0,74 | -0,05 | 0,62 | Arena Fina |
| B6 | 2,46 | 0,45 | 0,73 | 0,5 | Arena Fina |
| B7 | 2,5 | 0,89 | 0,08 | 1,6 | Arena Fina |
| B8 | 0,11 | 1,8 | 0,07 | 0,71 | Arena Gruesa |
| CS | -1,64 | 0,53 | 0,6 | 0,54 | Grava areno Gruesa |
| CN | -0,96 | 0,82 | -0,02 | 0,54 | Arena con mucha grava |

*Clasificación textural según Wentworth, 1922

Invierno 2012

La Tabla EM-55 y Tabla EM-56, muestran los resultados de la caracterización química de los sedimentos submareales y la granulometría de los sedimentos submareales (Tabla EMQ-55 y Tabla EMQ-56) durante la campaña de invierno 2012. Con el objeto de facilitar el análisis, los resultados se describen por cada parámetro de interés.

- Potencial Redox _(NHE)

El potencial redox _(NHE) medido *in situ* mostró una fluctuación entre 134 mV en la estación B6 y 356 mV en la estación B1. Por su parte, las estaciones control mostraron valores de 284 mV en CS y de 350 mV en CN. Cabe señalar que valores de potencial redox negativos indican una condición reductora de los sedimentos y dominados por nitrato y sulfato

reducción, asociado a su condición anóxica, y los valores positivos evidencian la predominancia de procesos oxidativos en la degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos evaluados. Además, estos valores en todas las estaciones estuvieron sobre la norma (>50 mV) de la Subpesca (R.E N°3.612/2009). Por lo anterior, al registrarse solo valores positivos y sobre la norma de la Subpesca, se observa una adecuada oxigenación de los sedimentos en el área de influencia (Tabla EMQ-55).

- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) y Aromáticos Policíclicos (HAP)

La concentración de HTP registrada en todas las estaciones evaluadas en esta campaña de invierno fueron inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<50 mg/kg), y la misma condición se registró para los HAP (<0,05 µg/kg) (Tabla EMQ-55).

- Carbono Orgánico Total (C.O.T.)

La concentración de C.O.T. en las estaciones evaluadas fluctuó entre 0,12% en la estación B1 y 0,86% en CS. A nivel internacional se ha establecido en la provincia de Ontario, Canadá, valores límites de 1% como rango de efecto bajo y 10% como de efecto severo sobre la calidad de los sedimentos (Persaud *et al.*, 1993), en consecuencia, el máximo valor de C.O.T. registrado es menor al rango inferior de posibles efectos (Tabla EMQ-55).

- Nitrógeno total (Nt)

La concentración de nitrógeno total en las estaciones evaluadas fluctuó entre el límite de detección de la metodología empleada (<0,02%) en las estaciones B1, B2, B3, B4 y B6 y un máximo de 0,065% en la estación CN. De acuerdo a la normativa internacional consultada sobre calidad de sedimentos, los valores registrados en esta campaña en 9 de las 10 estaciones evaluadas fueron inferiores al límite o nivel inferior de efectos esperados sobre la biota de 0,06%, definidos por Persaud *et al.* (1993) que indica el nivel de contaminación en sedimentos que puede ser tolerado por la mayoría de las especies bentónicas). Por el contrario, la estación CN superó el límite de efectos esperados pero fue inferior al límite de efectos severos (0,48%), que indica el nivel de contaminación que podría afectar de manera severa a la mayoría de las especies bentónicas (Tabla EMQ-55).

Tabla EMQ-55: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Invierno 2012

| Estación | Redox (mV) | HTP (mg/kg) | HAP's (µg/kg) | C.O.T. (%) | Nitrógeno total (%) |
|----------|------------|-------------|---------------|------------|---------------------|
| B1 | 356 | <50 | <50 | 0,12 | <0,020 |
| B2 | 278 | <50 | <50 | 0,15 | <0,020 |
| B3 | 144 | <50 | <50 | 0,13 | <0,020 |
| B4 | 279 | <50 | <50 | 0,13 | <0,020 |
| B5 | 322 | <50 | <50 | 0,21 | 0,0225 |
| B6 | 134 | <50 | <50 | 0,29 | <0,020 |
| B7 | 264 | <50 | <50 | 0,43 | 0,0205 |
| B8 | 147 | <50 | <50 | 0,51 | 0,032 |
| CS | 284 | <50 | <50 | 0,86 | 0,0585 |
| CN | 350 | <50 | <50 | 0,79 | 0,065 |

Respecto de las concentraciones de metales en sedimentos submareales (Tabla EMQ-56). A continuación se entrega un breve análisis de la importancia ambiental de aquellos analitos que presentaron niveles de referencia, y que con mayor frecuencia son considerados en estudios marinos.

- Arsénico (As)

Las concentraciones de arsénico registrado fluctuaron entre 0,53 mg/kg en la estación CS, y 4,53 mg/kg en la estación CN. El resto de las estaciones, fluctuaron entre 3,01 mg/kg en B4 y 3,83 mg/kg en B7. De acuerdo a los estándares de calidad consultados, las máximas concentraciones obtenidas no superan el umbral ISQG establecido por Gobierno de Canadá (7,24 mg/kg), y son también inferiores al límite de efectos probables sobre la biota (PEL; 41,6 mg/kg).

- Cadmio (Cd)

La concentración de Cd presentó valores que fluctuaron entre el límite de detección de la metodología empleada (<0,05 mg/kg) en las estaciones B1, B2, B3, B4 y B5, y un máximo de 0,11 mg/kg en la estación CS. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), estas concentraciones de cadmio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,7 mg/kg). Por lo tanto, no se evidencian valores anormales de este elemento en los fondos sedimentarios del área de influencia evaluada.

- Cobre (Cu)

El nivel máximo de este elemento se registró en la estación CN con 351,2 mg/kg, fuera del área de influencia, y el mínimo fue obtenido en la estación CS con 0,78 mg/kg. El resto de las estaciones presentaron concentraciones entre 7,01 mg/kg en la estación B8 y 13,85 mg/kg en la estación B2. De acuerdo a los estándares de calidad de sedimentos (ISQG, 2002), la máxima concentración de cobre fue registrada en la estación CN, fuera del área de influencia, la cual superó el nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (108 mg/kg) establecido por el Gobierno de Canadá. El resto de las estaciones las concentraciones fueron menores al nivel umbral ISQG (18,7 mg/kg). Indicando que sola la estación CN se encuentra sobre la norma consultada y el resto los valores están bajo dicha norma.

- Cromo total (Cr)

Los registros de cromo total obtenidos muestran valores notablemente superiores en las estaciones ubicadas dentro de bahía Conchalí en comparación con las estaciones CS y CN. En efecto, las estaciones emplazadas dentro del área de influencia entre 10,95 mg/kg en B4 y un máximo de 34,35 mg/kg en B3, mientras que las estaciones control registraron 0,76 mg/kg y 6,5 mg/kg en CS y CN, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos (ISQG, 2002), las concentraciones de cromo total fueron inferiores al nivel umbral ISQG (52,3 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (160 mg/kg).

- Níquel (Ni)

Las concentraciones de níquel presentaron valores extremos de un mínimo de 0,56 mg/kg en la estación CS y un máximo de 5,41 en B3. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá. Sin embargo, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 15,9 mg/kg (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 42,8 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda).

- Mercurio (Hg)

El mercurio presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,005 mg/kg), solamente registró niveles cuantificables en las estaciones B5, B6, B8 y CS las que no superaron 0,0098 mg/kg. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de mercurio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,13 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (0,7 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores a dichos límites de calidad de sedimentos, indicando la ausencia de procesos de alteración o perturbación.

- Plata (Ag)

La plata presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,10 mg/kg) en prácticamente la totalidad de estaciones evaluadas, registrándose solo una concentración de 0,16 mg/kg en la estación CN. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 0,73 mg/kg (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 1,77 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de plata registrados son normales y muy inferiores al criterio de calidad comentado, e indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal.

- Plomo (Pb)

De manera similar a lo descrito para el cobre, cromo, níquel, los niveles de plomo fueron superiores en las estaciones de muestreo emplazadas dentro del área de influencia en comparación con las estaciones CS y CN. En efecto, el valor más bajo de plomo se registró en la estación CS con 0,6 mg/kg, y el máximo valor registrado fue de 3,99 mg/kg en la estación B7. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de mercurio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (30,2 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (112 mg/kg). De este modo, los resultados registrados pueden ser considerados normales e indicativos de la ausencia de alteración química de los sedimentos por la presencia de este elemento.

- Zinc (Zn)

El zinc presentó una concentración promedio que fluctuó entre un máximo de 24,25 mg/kg en la estación CN y una concentración mínima de 1,10 mg/kg en la estación CS. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de zinc fueron inferiores al nivel umbral ISQG (124 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (271 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores al rango del estándar consultado indicando una ausencia de alteración química de los sedimentos.

- Analitos (metales) sin referencias de calidad

Respecto de aquellos metales que no fue posible contar con valores referenciales de calidad para sedimentos, es posible mencionar algunas tendencias importantes respecto de la distribución espacial de las concentraciones obtenidas. Por ejemplo, al igual que el bario (Ba), el calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y estroncio (Sr) registraron valores máximos en la estación control CS. Los siguientes elementos registraron concentraciones inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada en todas las estaciones evaluadas: selenio (Se) y estaño (Sn). El resto de los elementos y metales evaluados no registraron un patrón o tendencia clara en su distribución espacial.

Tabla EMQ-56: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Invierno 2012

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | |
|----|--------|----------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------------|----------|
| | | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | CS | CN |
| Al | mg/kg | 4.320 | 5.695 | 5.025 | 3.545 | 5.125 | 3.885 | 4.120 | 3.345 | 166 | 2.638,5 |
| Ag | mg/kg | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | 0,16 |
| As | mg/kg | 3,22 | 3,66 | 3,13 | 3,01 | 3,76 | 3,41 | 3,83 | 3,71 | 0,53 | 4,53 |
| Ba | mg/kg | 5,56 | 6,82 | 7,2 | 4,92 | 9,99 | 13,7 | 14,95 | 19,45 | 29,2 | 41,2 |
| Be | mg/kg | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 |
| Bi | mg/kg | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,29 |
| Ca | mg/kg | 5.865 | 6.270 | 7.215 | 3.560 | 28.950 | 77.850 | 75.800 | 148.000 | 375.000 | 173.180 |
| Cd | mg/kg | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0,057 | 0,057 | 0,08 | 0,113 | 0,09 |
| Co | mg/kg | 3,52 | 4,7 | 5,82 | 3,04 | 3,39 | 2,18 | 2,3 | 1,81 | 0,12 | 5,13 |
| Cu | mg/kg | 10,33 | 13,85 | 13,45 | 8,89 | 12,35 | 6,68 | 6,46 | 7,01 | 0,78 | 351,2 |
| Cr | mg/kg | 13,8 | 20,85 | 34,35 | 10,95 | 18,55 | 14,75 | 15,95 | 12,35 | 0,74 | 6,5 |
| Fe | mg/kg | 17.900 | 26.300 | 44.950 | 14.600 | 17.850 | 9.185 | 11.400 | 7.740 | 369,5 | 12.115 |
| Hg | mg/kg | <0,0050 | <0,0050 | <0,0050 | <0,0050 | 0,0098 | 0,0059 | <0,0050 | 0,0054 | <0,0050 | 0,0062 |
| K | mg/kg | 930 | 1.115 | 1.110 | 840 | 1.220 | 1.080 | 1.045 | 815 | 320 | 810 |
| Li | mg/kg | <5,0 | 5,05 | <5,0 | <5,0 | 5 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Mg | mg/kg | 2.475 | 3.030 | 2.820 | 2.220 | 3.030 | 2.940 | 2.790 | 3.045 | 5.145 | 4.070 |
| Mn | mg/kg | 120 | 155,5 | 170 | 99,35 | 113,5 | 74,4 | 80,7 | 63,7 | 17,5 | 168,55 |
| Mo | mg/kg | <0,50 | <0,50 | 0,51 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | 12,55 |
| Na | mg/kg | 3.435 | 3.565 | 3.360 | 3.435 | 5.455 | 5.750 | 5.030 | 4.235 | 9.330 | 4.290 |
| Ni | mg/kg | 3,45 | 4,64 | 5,41 | 2,96 | 4,25 | 3,67 | 3,68 | 3,21 | 0,56 | 4,43 |
| P | mg/kg | 502 | 843 | 697,5 | 389,5 | 1.270 | 2.055 | 1.970 | 1.630 | 339,5 | 398 |
| Pb | mg/kg | 2,39 | 3,6 | 3,01 | 1,95 | 3,15 | 3,53 | 3,99 | 4,54 | 0,6 | 3,56 |
| Sb | mg/kg | 0,14 | 0,2 | 0,18 | 0,11 | 0,17 | 0,13 | 0,15 | 0,12 | <0,10 | 0,32 |
| Se | mg/kg | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,33 |
| Sn | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 |
| Sr | mg/kg | 44,5 | 37,2 | 50,4 | 26,7 | 240,5 | 674,5 | 665 | 1.200 | 3.060 | 1.332,50 |
| Ti | mg/kg | 632,5 | 786,5 | 831,5 | 441,5 | 721 | 515,5 | 610 | 416 | 5,9 | 117,6 |

| | | Estación | | | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | Unidad | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | CS | CN |
| Tl | mg/kg | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0,2 | 0,225 | 0,216 | 0,139 | <0,050 | <0,050 |
| U | mg/kg | 0,694 | 0,749 | 0,963 | 0,29 | 0,906 | 1,058 | 0,968 | 0,824 | 0,134 | 1,16 |
| V | mg/kg | 66,35 | 96 | 182,5 | 52,4 | 61,25 | 26,35 | 35,95 | 21 | 1,85 | 13,2 |
| Zn | mg/kg | 17,05 | 22,1 | 22,5 | 15,1 | 17,4 | 15,1 | 14,8 | 13,05 | 1,1 | 24,25 |

En negrita valores sobre la norma referencial ISQG, 2002.

- Granulometría

La fracción más representativa de los sedimentos submareales del fue arena, la que predominó sobre otras componentes granulométricas con valores sobre el 90% en la gran mayoría de estaciones analizadas (desde B1 hasta B8), con la excepción de CS con 50,05% y CN con 78,94%, estaciones que también fueron las únicas en mostrar presencia importante de la fracción grava con 49,94% y 21,05%, respectivamente. La fracción más fina del sedimento (fango) mostró en general escasa presencia con la excepción de las estaciones B2 (6,51%) y B5 (9,08%) (Tabla EMQ-57).

La clasificación textural mostró la predominancia de arenas finas (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 y B8). Solo en las estaciones controles CS y CN se registró una clasificación textural de arena gravosa (Tabla EMQ-58).

Tabla EMQ-57: Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Invierno, 2012

| Estación | Caracterización Granulométrica (%) | | |
|----------|------------------------------------|----------------|----------------|
| | Fracción Fangos | Fracción Arena | Fracción Grava |
| B1 | 0,67 | 99,33 | 0 |
| B2 | 6,51 | 93,49 | 0 |
| B3 | 1,47 | 98,53 | 0 |
| B4 | 0,03 | 99,97 | 0 |
| B5 | 9,08 | 90,92 | 0 |
| B6 | 1,13 | 98,86 | 0,01 |
| B7 | 1,31 | 97,95 | 0,74 |
| B8 | 0,38 | 89,62 | 10 |
| CS | 0,01 | 50,05 | 49,94 |
| CN | 0,01 | 78,94 | 21,05 |

Tabla EMQ-58: Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Invierno 2012

| Estación | Diámetro medio grano (phi) | Grado de selección (phi) | Asimetría | Curtosis | Clasificación* |
|----------|----------------------------|--------------------------|-----------|----------|----------------------|
| B1 | 2,3 | 0,5 | 0,35 | 0,79 | Arena |
| B2 | 2,48 | 0,46 | 0,69 | 0,5 | Arena |
| B3 | 2,35 | 0,54 | 0,38 | 1,24 | Arena |
| B4 | 1,99 | 0,07 | 1,26 | -0,31 | Arena |
| B5 | 2,97 | 0,74 | -0,05 | 0,62 | Arena |
| B6 | 2,46 | 0,45 | 0,73 | 0,5 | Arena |
| B7 | 2,5 | 0,89 | 0,08 | 1,6 | Arena y grava escasa |
| B8 | 0,11 | 1,8 | 0,07 | 0,71 | Arena con grava |
| CS | -1,64 | 0,53 | 0,6 | 0,54 | Grava arenosa |
| CN | -0,96 | 0,82 | -0,02 | 0,54 | Arena con grava |

*Clasificación textural según Wentworth, 1922

Primavera 2012

La Tabla EMQ-59 y Tabla EMQ-60, muestran los resultados de la caracterización química de los sedimentos submareales y la granulometría de los sedimentos submareales (Tabla EMQ-61 y Tabla EMQ-62) durante la campaña de primavera 2012. Con el objeto de facilitar el análisis, los resultados se describen por cada parámetro de interés.

- Potencial Redox _(NHE)

El potencial Redox _(NHE) medido mostró una fluctuación entre 263 mV en la estación B7 y 446 mV en la estación B1. Por su parte, las estaciones control mostraron valores de 391 mV en CS y de 390 mV en CN. Cabe señalar que valores de potencial redox negativos indican una condición reductora de los sedimentos y dominados por nitrato y sulfato reducción, asociado a su condición anóxica, y los valores positivos evidencian la predominancia de procesos oxidativos en la degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos evaluados. Además, estos valores en todas las estaciones estuvieron sobre la norma (>50 mV) de la Subpesca (R.E N°3.612/2009). Por lo anterior, al registrarse solo valores positivos y sobre la norma de la Subpesca, se observa una adecuada oxigenación de los sedimentos en el área de influencia (Tabla EMQ-59).

- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) y Aromáticos Policíclicos (HAP)

La concentración de HTP registrada en las estaciones evaluadas en esta campaña fluctuó entre el límite de detección (<50 mg/kg) en las estaciones B4, B5, B6, B8 y CN, mientras que el resto de las estaciones presentaron concentraciones cuantificables con una concentración máxima en B2 (422 mg/kg) y una concentración mínima de 86 mg/kg en B1. Por su parte, las concentraciones de Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en todas las estaciones analizadas estuvieron bajo el límite de detección de la metodología empleada (<0,05 µg/kg) (Tabla EMQ-59).

- Carbono Orgánico Total (C.O.T.)

La concentración de C.O.T. en las estaciones evaluadas fluctuó entre 0,13% en la estación B2 y 0,77% en la estación CS. Por su parte, la estación B3 presentó una concentración bajo el límite de detección de la técnica utilizada (<0,10%). A nivel internacional se ha establecido en la provincia de Ontario, Canadá, valores límites de 1% como rango de efecto bajo y 10% como de efecto severo sobre la calidad de los sedimentos (Persaud *et al.*, 1993), en consecuencia, el máximo valor de C.O.T. registrado en este estudio es menor al rango inferior de posibles efectos, pudiendo ser considerados normales (Tabla EMQ-57).

- Nitrógeno total (Nt)

La concentración de nitrógeno total en las estaciones evaluadas fluctuó entre el límite de detección de la metodología empleada (<0,02%) en las estaciones B2, B3, B4 y un máximo de 0,065% en la estación CS. De acuerdo a la normativa internacional consultada sobre calidad de sedimentos, los valores registrados en esta campaña en 9 de las 10 estaciones evaluadas fueron inferiores al límite o nivel inferior de efectos esperados sobre la biota de 0,06%, definidos por Persaud *et al.* (1993) que indica el nivel de contaminación en sedimentos que puede ser tolerado por la mayoría de las especies bentónicas. Por el contrario, la estación control CS superó el límite de efectos esperados pero fue inferior al

límite de efectos severos (0,48%), que indica el nivel de contaminación que podría afectar de manera severa a la mayoría de las especies bentónicas (Tabla EMQ-59).

Tabla EMQ-59: Calidad Sedimentos Submareales, Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Primavera 2012

| Estación | Redox (mV) | HTP (mg/kg) | HAP's (µg/kg) | C.O.T. (%) | Nitrógeno total (%) |
|----------|------------|-------------|---------------|------------|---------------------|
| B1 | 446 | 86 | <50 | 0,14 | 0,024 |
| B2 | 384 | 422 | <50 | 0,13 | <0,020 |
| B3 | 321 | 223 | <50 | <0,10 | <0,020 |
| B4 | 419 | <50 | <50 | 0,37 | <0,020 |
| B5 | 350 | <50 | <50 | 0,16 | 0,024 |
| B6 | 277 | <50 | <50 | 0,19 | 0,023 |
| B7 | 263 | 297 | <50 | 0,22 | 0,026 |
| B8 | 318 | <50 | <50 | 0,2 | 0,021 |
| CS | 391 | 141 | <50 | 0,77 | 0,065 |
| CN | 390 | <50 | <50 | 0,71 | 0,044 |

Respecto de las concentraciones de metales en sedimentos submareales (Tabla EMQ-60). A continuación se entrega un breve análisis de la importancia ambiental de aquellos analitos que presentaron niveles de referencia, y que con mayor frecuencia son considerados en estudios marinos.

- Arsénico (As)

Los niveles de arsénico registrados fluctuaron entre 0,64 mg/kg en la estación CS, y 3,81 mg/kg en la estación B7. El resto de las estaciones, fluctuaron entre 1,17 mg/kg en CN y 3,65 mg/kg en B5. De acuerdo a los estándares de calidad consultados, las máximas concentraciones obtenidas en esta campaña de primavera no superaron el umbral ISQG (2002) establecido por Gobierno de Canadá (7,24 mg/kg), y son también inferiores al límite de efectos probables sobre la biota (PEL; 41,6 mg/kg).

- Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio presentó valores que fluctuaron entre el límite de detección de la metodología empleada (<0,05 mg/kg) en las estaciones B1, B2, B3, B4 y B5, y un máximo de 0,18 mg/kg en la estación CS. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), estas concentraciones de Cd fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,7 mg/kg), por lo tanto, no se evidencian valores anormales de este elemento en los fondos sedimentarios del área de influencia evaluada.

- Cobre (Cu)

El nivel máximo de cobre se registró en la estación B5 con 12,9 mg/kg, y el mínimo en la estación CS con 1,33 mg/kg. El resto de las estaciones presentaron concentraciones entre 1,82 mg/kg en la estación CN y 12,8 mg/kg en la estación B3. De acuerdo a los estándares de calidad de sedimentos, la máxima concentración de cobre registrada en la estación B5 no superó el nivel umbral ISQG (18,7 mg/kg) y PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (108 mg/kg).

- Cromo total (Cr)

Los registros de cromo total obtenidos muestran valores notablemente superiores en las estaciones ubicadas dentro de bahía Conchalí en comparación con las estaciones CS y CN. En efecto, en las estaciones emplazadas dentro de la bahía las concentraciones fluctuaron entre 5,77 mg/kg en B4 y un máximo de 33,40 mg/kg en B3, mientras que las estaciones control registraron 1,54 mg/kg y 3,73 mg/kg en CS y CN, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de cromo total fueron inferiores al nivel umbral ISQG (52,3 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (160 mg/kg). Por lo tanto, estos valores indican la ausencia de procesos de alteración o perturbación en los sedimentos por acumulación de este metal.

- Níquel (Ni)

Las concentraciones de níquel presentaron valores extremos de 1,36 mg/kg en CS y un máximo de 5,15 mg/kg en B3. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 15,9 mg/kg (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 42,8 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de níquel registrados en esta campaña son indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal.

- Mercurio (Hg)

El mercurio presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,005 mg/kg) en las estaciones B2, B3, B4, B7 y CN, registrando niveles cuantificables máximo y mínimo en las estaciones B1, B5 y B8 con 0,006 mg/kg y 0,014 mg/kg en la estación B6. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de mercurio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,13 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (0,7 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores a dichos límites de calidad de sedimentos, indicando la ausencia de procesos de alteración o perturbación.

- Plata (Ag)

La plata presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,10 mg/kg) en la totalidad de estaciones evaluadas. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 0,73 mg/L (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 1,77 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de plata registrados son normales y muy inferiores al criterio de calidad comentado, e indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal.

- Plomo (Pb)

De manera similar a lo descrito para el cromo total, los niveles promedio de plomo fueron superiores en las estaciones de muestreo emplazadas dentro de bahía Conchalí en comparación con las estaciones CS y CN. En efecto, el valor más bajo de plomo se registró en la estación CS con 0,70 mg/kg, y el máximo valor registrado fue de 5,12 mg/kg en la estación B8. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de plomo fueron inferiores al nivel umbral ISQG (30,2 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (112 mg/kg). De este modo, los resultados registrados pueden ser considerados normales e indicativos de la ausencia de alteración química de los sedimentos por la presencia de este elemento.

- Zinc (Zn)

El zinc presentó una concentración promedio que fluctuó entre un máximo de 21,20 mg/kg en la estación B3 y una concentración mínima de 2,95 mg/kg en la estación CS. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de zinc fueron inferiores al nivel umbral ISQG (124 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (271 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores al rango del estándar consultado indicando una ausencia de alteración química de los sedimentos.

- Analitos (metales) sin referencias de calidad

Respecto de aquellos metales que no fue posible contar con valores referenciales de calidad para sedimentos, es posible mencionar algunas tendencias importantes respecto de la distribución espacial de las concentraciones obtenidas. Por ejemplo, al igual que el bario (Ba) y cadmio (Cd) analizados en los párrafos precedentes, el calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y estroncio (Sr) registraron valores máximos en la estación CS. Los siguientes elementos registraron concentraciones inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada en todas las estaciones evaluadas: molibdeno (Mo), selenio (Se) y estaño (Sn). El resto de los elementos y metales evaluados no registraron un patrón o tendencia clara en su distribución espacial.

Tabla EMQ-60: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Primavera 2012

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| | | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | CS | CN |
| Al | mg/kg | 4.525 | 4.770 | 4.850 | 2.660 | 5.390 | 3.725 | 4.100 | 4.010 | 360 | 1.520 |
| Ag | mg/kg | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| As | mg/kg | 3,2 | 3,08 | 3,01 | 2,41 | 3,65 | 3,19 | 3,81 | 3,51 | 0,64 | 1,17 |
| Ba | mg/kg | 8,2 | 6,5 | 7,2 | 7,8 | 11,2 | 15,1 | 16,0 | 15,0 | 29,5 | 24,6 |
| Be | mg/kg | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,21 | <0,20 | <0,20 |
| Bi | mg/kg | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 |
| Ca | mg/kg | 19.675 | 5.450 | 7.350 | 50.850 | 36.050 | 87.150 | 87.800 | 107.000 | 379.500 | 320.000 |
| Cd | mg/kg | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,18 | 0,08 |
| Co | mg/kg | 3,16 | 4,47 | 5,81 | 1,95 | 3,35 | 2,17 | 2,23 | 2,11 | 0,18 | 1,1 |
| Cu | mg/kg | 11,39 | 12,55 | 12,8 | 5,92 | 12,9 | 6,24 | 6,57 | 8,05 | 1,33 | 1,82 |
| Cr | mg/kg | 14 | 20,75 | 33,4 | 5,77 | 18,8 | 13,85 | 15 | 14 | 1,54 | 3,73 |
| Fe | mg/kg | 15.500 | 26.100 | 43.200 | 7.780 | 16.000 | 8.315 | 9.965 | 8.900 | 527 | 3.690 |

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------|---------|-------|-------|---------|-------|--------|---------|
| | | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | CS | CN |
| Hg | mg/kg | 0,006 | <0,0050 | <0,0050 | <0,0050 | 0,006 | 0,014 | <0,0050 | 0,006 | 0,009 | <0,0050 |
| K | mg/kg | 1.025 | 1.040 | 1.080 | 560 | 1.245 | 990 | 1.025 | 940 | 225 | 420 |
| Li | mg/kg | 5,4 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | 5,65 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Mg | mg/kg | 2.570 | 2.840 | 2.865 | 1.890 | 2.960 | 2.840 | 2.825 | 3.005 | 4.480 | 3.900 |
| Mn | mg/kg | 101,5 | 134,5 | 155,5 | 63,95 | 106 | 66,75 | 73,35 | 71,75 | 13,5 | 44,9 |
| Mo | mg/kg | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 |
| Na | mg/kg | 3.120 | 2.775 | 3.380 | 2.180 | 3.985 | 4.595 | 4.440 | 4.840 | 6.140 | 5.695 |
| Ni | mg/kg | 3,6 | 4,27 | 5,15 | 1,99 | 4,26 | 3,35 | 3,59 | 3,52 | 1,36 | 2,26 |
| P | mg/kg | 802 | 879 | 771 | 314 | 1.270 | 1.995 | 1.850 | 1.930 | 369 | 379 |
| Pb | mg/kg | 2,47 | 3,08 | 3,53 | 1,35 | 3,15 | 3,36 | 3,88 | 5,12 | 0,7 | 1,12 |
| Sb | mg/kg | 0,15 | 0,17 | 0,17 | <0,10 | 0,16 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | <0,10 |
| Se | mg/kg | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,33 |
| Sn | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 |
| Sr | mg/kg | 158 | 32 | 50 | 443 | 285 | 754 | 780 | 903 | 2985 | 2380 |
| Ti | mg/kg | 591 | 597 | 713 | 268 | 674 | 452 | 545 | 522 | 22 | 136 |
| Tl | mg/kg | 0,12 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0,19 | 0,21 | 0,21 | 0,19 | <0,050 | <0,050 |
| U | mg/kg | 0,52 | 0,73 | 1,74 | 0,23 | 0,86 | 0,91 | 0,97 | 0,9 | 0,22 | 0,26 |
| V | mg/kg | 52,7 | 93,2 | 174,5 | 26,6 | 52,3 | 22,0 | 29,9 | 24,8 | 2,6 | 7,3 |
| Zn | mg/kg | 16,8 | 20,6 | 21,2 | 10,3 | 18,9 | 14,5 | 14,9 | 14,9 | 3,0 | 6,8 |

- Granulometría

La fracción más representativa de los sedimentos submareales del área de influencia fue arena, la que predominó sobre otras componentes granulométricas con valores sobre el 90% en la gran mayoría de estaciones analizadas (desde B1 hasta B8), con la excepción de CS con 24,71% y CN con 83,66%, estaciones que también fueron las únicas en mostrar presencia importante de la fracción grava con 75,25% y 16,34%, respectivamente. La fracción más fina del sedimento (fango) mostró en general escasa presencia con la excepción de las estaciones B2 (4,97%) y B5 (8,69%) (Tabla EMQ-61).

La clasificación textural mostró la predominancia de arena y arena con grava escasa (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 y B8). Solo en las estaciones CS y CN se registró una clasificación textural de arena gravosa y arena con grava respectivamente (Tabla EMQ-62).

Tabla EMQ-61: Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Primavera, 2012

| Estación | Caracterización Granulométrica (%) | | |
|----------|------------------------------------|----------------|----------------|
| | Fracción Fango | Fracción Arena | Fracción Grava |
| B1 | 0,48 | 99,51 | 0 |
| B2 | 4,97 | 95,02 | 0 |
| B3 | 1,48 | 98,51 | 0 |
| B4 | 0,02 | 90,75 | 9,22 |
| B5 | 8,69 | 91,32 | 0 |
| B6 | 0,9 | 99,1 | 0 |
| B7 | 1,43 | 97,79 | 0,78 |
| B8 | 0,97 | 99,04 | 0 |
| CS | 0,04 | 24,71 | 75,25 |
| CN | 0,01 | 83,66 | 16,34 |

Tabla EMQ-62: Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Primavera 2012

| Estación | Diámetro medio grano (phi) | Grado de selección (phi) | Asimetría | Curtosis | Clasificación* |
|----------|----------------------------|--------------------------|-----------|----------|-------------------------|
| B1 | 2,3 | 0,5 | 0,36 | 1,77 | Arena |
| B2 | 2,84 | 0,65 | -0,18 | 0,93 | Arena |
| B3 | 2,44 | 0,45 | 0,75 | 0,52 | Arena |
| B4 | 0,42 | 1,35 | 0,14 | 0,86 | Arena levemente gravosa |
| B5 | 2,96 | 0,74 | -0,04 | 0,61 | Arena |
| B6 | 2,45 | 0,45 | 0,73 | 0,51 | Arena |
| B7 | 2,48 | 0,46 | 0,67 | 0,5 | Arena levemente gravosa |
| B8 | 2,43 | 0,44 | 0,76 | 0,54 | Arena |
| CS | -1,94 | 1 | 0,15 | 0,67 | Grava arenosa |
| CN | -0,82 | 0,8 | 0 | 0,88 | Arena con grava |

*Clasificación textural según Wentworth, 1922

Otoño 2014

La Tabla EMQ-63 y Tabla EMQ-64, muestran los resultados de la caracterización química de los sedimentos submareales y la granulometría de los sedimentos submareales (Tabla EMQ-65 y Tabla EMQ-66) durante la campaña de otoño 2014. Con el objeto de facilitar el análisis, los resultados se describen por cada parámetro de interés.

- Potencial Redox _(NHE) y pH

El potencial Redox _(NHE) medido mostró una fluctuación entre 183 mV en la estación E-9 y 391 mV en la estación E-7. Por su parte, las estaciones control mostraron valores de 330 mV en E-CS y de 270 mV en E-CN. Cabe señalar que valores de potencial redox negativos indican una condición reductora de los sedimentos y dominados por nitrato y sulfato reducción, asociado a su condición anóxica, y los valores positivos evidencian la predominancia de procesos oxidativos en la degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos evaluados. Además, estos valores en todas las estaciones estuvieron sobre la norma (>50 mV) de la Subpesca (R.E N°3.612/2009). Por lo anterior, al registrarse solo valores positivos y sobre la norma de la Subpesca, se observa una adecuada oxigenación de los sedimentos en el área de influencia.

Por otro lado, los valores de pH obtenidos *in situ* en los sedimentos marinos oscilaron entre 7,02 en la estación E-6 y 8,28 en la estación E-CN, los cuales son mayores al límite (pH 6,8) establecido por la Subpesca (R.E N°3.612/2009) (Tabla EMQ-63).

- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) y Aromáticos Policíclicos (HAP's)

La concentración de HTP registrada en las estaciones evaluadas fueron inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<50 mg/kg) en las estaciones dentro y fuera de la bahía Conchalí, al igual que las concentraciones de Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en todas las estaciones analizadas (<0,05 µg/kg) (Tabla EMQ-63).

- Carbono Orgánico Total (C.O.T.) y Materia Orgánica Total (M.O.T.)

La concentración de C.O.T. en las estaciones evaluadas fluctuó entre 0,05% en la estación E-CN y 0,4% en la estación E-10. A nivel internacional se ha establecido en la provincia de Ontario, Canadá, valores límites de 1% como rango de efecto bajo y 10% como de efecto severo sobre la calidad de los sedimentos (Persaud *et al.*, 1993), en consecuencia, el máximo valor de C.O.T. registrado en este estudio es menor al rango inferior de posibles efectos, pudiendo ser considerados normales. La concentración de M.O.T. en las estaciones evaluada osciló ente 0,39 % en E-1 y de igual valor en E-9 y E-CN de 1,18 %, siendo menores al límite de 9% lo establecido por la Subpesca (R.E N°3.612/2009) (Tabla EMQ-63).

- Nitrógeno total (Nt)

La concentración de nitrógeno total en todas las estaciones evaluadas fue inferior al límite de detección de la metodología empleada (<0,02%). De acuerdo a la normativa internacional consultada que establece el límite o nivel inferior de efectos esperados sobre la biota de 0,06%, definidos por Persaud *et al.* (1993) (que indica el nivel de contaminación en sedimentos que puede ser tolerado por la mayoría de las especies bentónicas). Por lo tanto, no hay efecto sobre la biota sedimentaria (Tabla EMQ-63).

Tabla EMQ-63: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Otoño 2014

| Estación | Redox (mV) | pH | HTP (mg/kg) | HAP's (µg/kg) | C.O.T. (%) | M.O.T. (%) | Nitrógeno total (%) |
|----------|------------|------|-------------|---------------|------------|------------|---------------------|
| E-1 | 322 | 8,13 | <50 | <0,05 | 0,08 | 0,39 | <0,020 |
| E-2 | 373 | 7,94 | <50 | <0,05 | 0,08 | 0,46 | <0,020 |
| E-3 | 355 | 8,06 | <50 | <0,05 | 0,12 | 0,51 | <0,020 |
| E-4 | 301 | 7,9 | <50 | <0,05 | 0,14 | 0,82 | <0,020 |
| E-5 | 308 | 8,16 | <50 | <0,05 | 0,13 | 0,82 | <0,020 |
| E-6 | 325 | 7,02 | <50 | <0,05 | 0,18 | 0,82 | <0,020 |
| E-7 | 391 | 7,71 | <50 | <0,05 | 0,12 | 0,64 | <0,020 |
| E-8 | 215 | 7,77 | <50 | <0,05 | 0,27 | 1,04 | <0,020 |
| E-9 | 183 | 7,79 | <50 | <0,05 | 0,36 | 1,18 | <0,020 |
| E-10 | 312 | 7,49 | <50 | <0,05 | 0,4 | 0,98 | <0,020 |
| ECS | 330 | 7,5 | <50 | <0,05 | 0,09 | 0,81 | <0,020 |
| E-CN | 270 | 8,28 | <50 | <0,05 | 0,05 | 1,18 | <0,020 |

Respecto de las concentraciones de metales en sedimentos submareales (Tabla EMQ-64). A continuación se entrega un breve análisis de la importancia ambiental de aquellos analitos que presentaron niveles de referencia, y que con mayor frecuencia son considerados en estudios marinos.

- Arsénico (As)

Los niveles de arsénico registrados fluctuaron entre el nivel mínimo de detección (<5,0 mg/kg) en las estaciones E-2, E-4 y E-10 y 29,7 mg/kg en la estación E-3. El resto de las estaciones, fluctuaron entre 11,1 mg/kg en E-5 y 27,4 mg/kg en E-CN. De acuerdo a los estándares de calidad consultados, las máximas concentraciones obtenidas en esta

campaña superan el umbral ISQG (7,24 mg/kg), sin embargo, son inferiores al límite de efectos probables sobre la biota (PEL; 41,6 mg/kg) establecido por el Gobierno de Canadá.

- Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio presentó valores en todas las estaciones bajo límite de detección de la metodología empelada (<0,05 mg/kg). De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), estas concentraciones de cadmio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,7 mg/kg), por lo tanto, no se evidencian valores anormales de este elemento en los fondos sedimentarios del área de influencia evaluada.

- Cobre (Cu)

El nivel máximo de cobre se registró en la estación E-3 con 22,8 mg/kg, y el mínimo en la estación E-CS con 6,4 mg/kg. El resto de las estaciones presentaron concentraciones entre 11,9 mg/kg en la estación E-5 y 21,8 mg/kg en la estación E-1. De acuerdo a los estándares de calidad de sedimentos, dos estaciones (E-3 y E-5) superaron concentración del nivel umbral ISQG (18,7 mg/kg) de cobre. Sin embargo, estas estaciones no superaron el límite PEL o de efectos probables sobre la biota acuática (108 mg/kg).

- Cromo total (Cr)

Los registros promedio de cromo total obtenidos muestran valores notablemente superiores en las estaciones ubicadas dentro de bahía Conchalí en comparación con las estaciones E-CS y E-CN. En efecto, las estaciones emplazadas dentro de la bahía fluctuaron entre 4,5 mg/kg en E-5 y un máximo de 16,9 mg/kg en E-8, mientras que las estaciones control registraron <1,0 mg/kg y 3,6 mg/kg en E-CS y E-CN, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de cromo total fueron inferiores al nivel umbral ISQG (52,3 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (160 mg/kg). Por lo tanto, estos valores indican la ausencia de procesos de alteración o perturbación en los sedimentos por acumulación de este metal.

- Níquel (Ni)

Las concentraciones de níquel presentaron valores que fluctuaron entre el límite de detección <5,0 mg/kg en la mayoría de las estaciones (E-1, E-2, E-4, E-5, E-7, E-10 y E-CN) y un máximo de 10,3 mg/kg en la estación control E-CS. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 15,9 mg/kg (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 42,8 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de níquel registrados en esta campaña son indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal.

- Mercurio (Hg)

El mercurio presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,005 mg/kg) en todas las estaciones, solamente se registraron niveles cuantificables en E-1 (0,029 mg/kg) y en E-2 (0,028 mg/kg). De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos (ISQG, 2002), las concentraciones de mercurio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,13 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (0,7 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores a dichos límites de calidad de sedimentos, indicando la ausencia de procesos de alteración o perturbación.

- Plata (Ag)

La plata presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,20 mg/kg) en la totalidad de estaciones evaluadas, a excepción de la estación E-CS (2,6 mg/kg). No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 0,73 mg/L (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 1,77 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que solo en la estación E-CS el valor fue mayor a la norma referencial.

- Plomo (Pb)

La concentración plomo presentó valores en todas las estaciones bajo límite de detección de la metodología empleada (<30 mg/kg). De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos (ISQG, 2002), las concentraciones de plomo fueron inferiores al nivel umbral ISQG (30,2 mg/kg) y menores al nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (112 mg/kg). De este modo, los resultados registrados pueden ser considerados normales e indicativos de la ausencia de alteración química de los sedimentos por la presencia de este elemento.

- Zinc (Zn)

El zinc presentó una concentración promedio que fluctuó entre un máximo de 25,4 mg/kg en la estación E-6 y una concentración mínima de 11,3 mg/kg en la estación E-CS. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de zinc fueron inferiores al nivel umbral ISQG (124 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (271 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores al rango del estándar consultado indicando una ausencia de alteración química de los sedimentos.

- Analitos (metales) sin referencias de calidad

Respecto de aquellos metales que no fue posible contar con valores referenciales de calidad para sedimentos, es posible mencionar algunas tendencias importantes respecto de la distribución espacial de las concentraciones obtenidas. Por ejemplo, el calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), níquel (Ni), selenio (Sn) y estroncio (Sr) registraron valores máximos en la estación control E-CS. Los siguientes elementos registraron concentraciones inferiores a los

respectivos límites de detección de la metodología empleada en todas las estaciones evaluadas: Berilio (Be), Bismuto (Bi), molibdeno (Mo), selenio (Se), estaño (Sn) y Talio (TI). El resto de los elementos y metales evaluados no registraron un patrón o tendencia clara en su distribución espacial.

Tabla EMQ-64: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Otoño 2014

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|
| | | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-CS | E-CN |
| Al | mg/kg | 3432 | 4014 | 3677 | 3921 | 2746 | 4266 | 3522 | 3787 | 4676 | 3856 | 2223 | 3606 |
| Ag | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 2,6 | <2,0 |
| As | mg/kg | 21,1 | <5,0 | 29,7 | <5,0 | 11,1 | 23,2 | <5,0 | 15,4 | 26,5 | <5,0 | 25,7 | 27,4 |
| Ba | mg/kg | 4,8 | 5,8 | 7,2 | 10,9 | 12,7 | 7,2 | 8,2 | 13,3 | 15 | 13,8 | 25,1 | 9,1 |
| Be | mg/kg | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Bi | mg/kg | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Ca | mg/kg | 4939 | 4693 | 5906 | 55328 | 87798 | 8996 | 31208 | 72417 | 66323 | 75452 | 223190 | 74106 |
| Cd | mg/kg | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 |
| Co | mg/kg | 6,1 | 6,6 | 6,4 | <2,0 | <2,0 | 2,7 | 3 | 2,5 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 3,7 |
| Cu | mg/kg | 21,8 | 17 | 22,8 | 14,7 | 11,9 | 15,4 | 12,2 | 14,2 | 16,8 | 14,6 | 6,4 | 14,1 |
| Cr | mg/kg | 9,6 | 13,4 | 10,1 | 9,5 | 4,5 | 10,8 | 7,4 | 16,9 | 14,8 | 6,8 | <1,0 | 3,6 |
| Fe | mg/kg | 29480 | 22401 | 30514 | 10279 | 5914 | 15947 | 13445 | 8530 | 11847 | 10162 | 5028 | 10483 |
| Hg | mg/kg | 0,029 | 0,028 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 |
| K | mg/kg | 847,9 | 1032 | 1190 | 1004 | 727 | 1078 | 913,8 | 928 | 1165 | 944 | 329 | 669 |
| Li | mg/kg | 3,3 | 3,9 | 3,6 | 4,7 | 3,7 | 4,5 | 3,7 | 4,5 | 5,2 | 4,8 | 3,2 | 5 |
| Mg | mg/kg | 2425 | 3001 | 2806 | 2670 | 2410 | 2669 | 2577 | 2656 | 3137 | 2805 | 7577 | 2996 |
| Mn | mg/kg | 123,9 | 126,2 | 125,5 | 75,1 | 46,8 | 101,9 | 94,7 | 65,5 | 87,1 | 70,5 | 82,6 | 79,3 |
| Mo | mg/kg | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 |
| Na | mg/kg | 2485 | 4610 | 4647 | 4019 | 3669 | 3556 | 2804 | 4473 | 4257 | 4340 | 6703 | 3817 |
| Ni | mg/kg | <5,0 | <5,0 | 5,3 | <5,0 | <5,0 | 5,4 | <5,0 | 5,3 | 5,9 | <5,0 | 10,3 | <5,0 |
| P | mg/kg | 554,8 | 739,2 | 578,2 | 1844 | 1923 | 881,5 | 598,3 | 2051 | 2096 | 2303 | 446,9 | 571,2 |
| Pb | mg/kg | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 |
| Sb | mg/kg | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Se | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 |
| Sn | mg/kg | 29,2 | 28,6 | 7,8 | <5,0 | 47,1 | <5,0 | 7,9 | 32,6 | 36,9 | <5,0 | 64,7 | <5,0 |
| Sr | mg/kg | 29,3 | 25,3 | 39,4 | 475,4 | 826,7 | 68,8 | 234,1 | 620 | 558,1 | 693,1 | 2516 | 622,4 |
| Ti | mg/kg | 422,6 | 430,6 | 479,6 | 381,5 | 258 | 421,4 | 441 | 380,8 | 424,7 | 385,5 | 286,9 | 581,1 |
| TI | mg/kg | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |
| V | mg/kg | 105,7 | 68,2 | 110,5 | 26,4 | 10,6 | 48,2 | 40,6 | 19,3 | 30,3 | 26,1 | 4,3 | 27,7 |
| Zn | mg/kg | 20,8 | 22,7 | 21 | 22,8 | 16,9 | 25,4 | 17,7 | 18 | 24,4 | 18,4 | 11,3 | 21,1 |

En negrita valores sobre la norma referencial ISQG, 2002 y MacDonald, 1996.

- Granulometría

La fracción más representativa de los sedimentos submareales del área de influencia fue arena con más de un 90% en todas las estaciones, salvo en tres estaciones E-8, E-9 y E-CS. Dentro de las estaciones caracterizadas de arena, el 62 % perteneció a arenas finas (0,125 a 0,25 mm de diámetro) y seguido por un 28% de arenas muy finas (0,0625 a 0,125 mm de diámetro). En las estaciones E-8 y E-9 el sedimento estuvo mezclado en fracciones similares entre fango, arena muy fina y arena fina. En contraste con la estación E-CS que presentó una mezcla entre arena media (28%), arena gruesa (33%) arena muy gruesa (17%) y grava (16%) (Tabla EMQ-65).

La clasificación textural mostró la predominancia de arena y arena levemente gravosa (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7, E-10 y E-CN). En las estaciones E-8 y E-9 se registró una clasificación textural de arena fangosa. La estación E-CS se clasificó como arena gravosa (Tabla EMQ-66).

Tabla EMQ-65: Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Otoño 2014

| Estación | Caracterización Granulométrica (%) | | | | | | |
|----------|------------------------------------|----------------|------------|-------------|--------------|------------------|-------|
| | Fango | Arena Muy Fina | Arena Fina | Arena Media | Arena Gruesa | Arena Muy Gruesa | Grava |
| E-1 | 3,4 | 26,0 | 65,7 | 4,7 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| E-2 | 8,0 | 35,7 | 55,8 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| E-3 | 4,2 | 14,9 | 78,9 | 1,9 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| E-4 | 7,5 | 42,4 | 48,0 | 1,4 | 0,7 | 0,1 | 0,0 |
| E-5 | 1,0 | 11,3 | 72,1 | 15,2 | 0,4 | 0,0 | 0,0 |
| E-6 | 8,7 | 25,3 | 64,8 | 0,7 | 0,4 | 0,1 | 0,0 |
| E-7 | 4,0 | 29,3 | 65,5 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| E-8 | 22,7 | 26,7 | 42,5 | 7,0 | 0,9 | 0,1 | 0,0 |
| E-9 | 23,7 | 35,0 | 39,8 | 1,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| E-10 | 9,2 | 41,3 | 47,3 | 2,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 |
| E-CS | 3,1 | 0,2 | 1,7 | 28,8 | 33,4 | 17,0 | 16,0 |
| E-CN | 2,7 | 25,4 | 59,6 | 5,9 | 4,5 | 1,5 | 0,4 |

Tabla EMQ-66: Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Otoño 2014

| Estación | Peso total (gr) | Diámetro medio grano (phi) | Grado de selección (phi) | Asimetría | Curtosis | Clasificación* |
|----------|-----------------|----------------------------|--------------------------|-----------|----------|-------------------------|
| E-1 | 100,05 | 3,05 | 0,52 | 0,53 | 0,66 | Arena |
| E-2 | 100,05 | 3,14 | 0,77 | 0,6 | 1,18 | Arena |
| E-3 | 100,07 | 2,98 | 0,48 | 0,57 | 1,8 | Arena |
| E-4 | 100,01 | 3,17 | 0,74 | 0,53 | 1,09 | Arena |
| E-5 | 100,01 | 2,73 | 0,45 | 0 | 2,43 | Arena |
| E-6 | 100 | 3,1 | 0,79 | 0,66 | 1,32 | Arena Levemente Gravosa |
| E-7 | 100,06 | 3,08 | 0,52 | 0,52 | 0,63 | Arena |
| E-8 | 100,08 | 3,58 | 1,46 | 0,61 | 1,73 | Arena Fangoso |
| E-9 | 100,06 | 3,85 | 1,36 | 0,41 | 1,6 | Arena Fangoso |
| E-10 | 100,01 | 3,34 | 0,82 | 0,04 | 1,28 | Arena |
| E-CS | 100,02 | 0,69 | 1,08 | -0,17 | 0,73 | Arena Gravosa |
| E-CN | 100,01 | 3 | 0,77 | 0,12 | 1,34 | Arena Levemente Gravosa |

*Clasificación textural según Wentworth, 1922

Invierno 2014

La Tabla EMQ-67 y Tabla EMQ-68, muestran los resultados de la caracterización química de los sedimentos submareales y la granulometría de los sedimentos submareales (Tabla EMQ-69 y Tabla EMQ-70) durante la campaña de invierno 2014. Con el objeto de facilitar el análisis, los resultados se describen por cada parámetro de interés.

- Potencial Redox _(NHE) y pH

El potencial Redox _(NHE) medido mostró una fluctuación entre 535 mV en la estación E-2 y 183 mV en la estación E-9. Por su parte, las estaciones control mostraron valores de 330

mV en E-CS y de 278 mV en E-CN. Cabe señalar que valores de potencial redox negativos indican una condición reductora de los sedimentos y dominados por nitrato y sulfato reducción, asociado a su condición anóxica, y los valores positivos evidencian la predominancia de procesos oxidativos en la degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos evaluados. Además, estos valores en todas las estaciones estuvieron sobre la norma (>50 mV) de la Subpesca (R.E N°3.612/2009). Por lo anterior, al registrarse solo valores positivos y sobre la norma de la Subpesca, se observa una adecuada oxigenación de los sedimentos en el área de influencia. Por otro lado, los valores de pH obtenidos *in situ* en los sedimentos marinos oscilaron entre 6,9 en la estación E-2 y 8,38 en la estación E-CN, los cuales son mayores al límite (pH 6,8) establecido por la Subpesca (R.E N°3.612/2009) (Tabla EMQ-67).

- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) y Aromáticos Policíclicos (HAP's)

La concentración de HTP registrada en las estaciones evaluadas fueron inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<50 mg/kg) en las estaciones dentro y fuera de bahía Conchalí. Lo mismo se observó en las concentraciones de Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en todas las estaciones analizadas, las cuales estuvieron bajo el límite de detección de la metodología empleada (<0,05 µg/kg) (Tabla EMQ-67).

- Carbono Orgánico Total (C.O.T.) y Materia Orgánica Total (M.O.T.)

La concentración de C.O.T. fluctuó entre 0,12% en la estación E-1 y E-3 y 2,3% en la estación E-6 y E-9. A nivel internacional se ha establecido en la provincia de Ontario, Canadá, valores límites de 1% como rango de efecto bajo y 10% como de efecto severo sobre la calidad de los sedimentos (Persaud *et al.*, 1993); en consecuencia, el máximo valor de C.O.T. registrado en este estudio está levemente superior al rango inferior de posibles efectos, pudiendo ser considerados muy levemente perturbados. La concentración de M.O.T. en las estaciones evaluada osciló entre 0,50 % en E-3 y en E-CS y E-8 con un valor de 1,10 %, siendo menores al límite de 9% lo establecido por la Subpesca (R.E N°3.612/2009) (Tabla EMQ-67).

- Nitrógeno total (Nt)

La concentración de nitrógeno total en la mitad de las estaciones evaluadas fue inferior al límite de detección de la metodología empleada (<0,02%). En resto de las estaciones no superaron el 0,03% (máximo valor en E-2). De acuerdo a la normativa internacional consultada que establece al límite o nivel inferior de efectos esperados sobre la biota de 0,06%, definidos por Persaud *et al.* (1993) que indica el nivel de contaminación en sedimentos que puede ser tolerado por la mayoría de las especies bentónicas). Por lo tanto, no hay efecto sobre la biota sedimentaria (Tabla EMQ-67).

Tabla EMQ-67: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Invierno 2014

| Estación | Redox (mV) | pH | HTP (mg/kg) | HAP's (µg/kg) | C.O.T. (%) | M.O.T. (%) | Nitrógeno total (%) |
|----------|------------|------|-------------|---------------|------------|------------|---------------------|
| E-1 | 275 | 8,10 | <50 | <0,05 | 0,12 | 0,61 | <0,020 |
| E-2 | 535 | 6,9 | <50 | <0,05 | 0,15 | 0,62 | 0,030 |
| E-3 | 355 | 7,76 | <50 | <0,05 | 0,12 | 0,50 | <0,020 |

| Estación | Redox (mV) | pH | HTP (mg/kg) | HAP's (µg/kg) | C.O.T. (%) | M.O.T. (%) | Nitrógeno total (%) |
|----------|------------|------|-------------|---------------|------------|------------|---------------------|
| E-4 | 310 | 7,8 | <50 | <0,05 | 0,19 | 0,93 | <0,020 |
| E-5 | 350 | 8,06 | <50 | <0,05 | 0,15 | 0,86 | 0,028 |
| E-6 | 225 | 7,08 | <50 | <0,05 | 0,23 | 0,91 | 0,029 |
| E-7 | 361 | 7,51 | <50 | <0,05 | 0,12 | 0,76 | <0,020 |
| E-8 | 215 | 7,77 | <50 | <0,05 | 0,19 | 1,10 | 0,029 |
| E-9 | 183 | 7,79 | <50 | <0,05 | 0,23 | 1,08 | 0,024 |
| E-10 | 312 | 7,49 | <50 | <0,05 | 0,19 | 1,02 | 0,026 |
| E-CS | 330 | 7,5 | <50 | <0,05 | 0,15 | 1,10 | 0,022 |
| E-CN | 278 | 8,38 | <50 | <0,05 | 0,13 | 0,78 | <0,020 |

Respecto de las concentraciones de metales en sedimentos submareales (Tabla EM-68). A continuación se entrega un breve análisis de la importancia ambiental de aquellos analitos que presentaron niveles de referencia, y que con mayor frecuencia son considerados en estudios marinos.

- Arsénico (As)

Los niveles de arsénico registrados fluctuaron entre el nivel mínimo de detección (<5,0 mg/kg) en 8 estaciones, salvo en E-8 y E-CN, las cuales obtuvieron valores de 8,5 mg/kg y 9,6 mg/kg, respectivamente. De acuerdo a los estándares de calidad consultados, las máximas concentraciones obtenidas en esta campaña superan el umbral ISQG (7,24 mg/kg), sin embargo, son inferiores al límite de efectos probables sobre la biota (PEL; 41,6 mg/kg).

- Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio presentó valores bajo el límite de detección de la metodología empelada (<0,05 mg/kg) en 9 estaciones. Las estaciones que presentaron niveles cuantificables fueron E-8 con 0,7 mg/kg, E-9 con 0,61 mg/kg y E-CS con 0,66 mg/kg. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos (ISQG, 2002), estas concentraciones de cadmio están en el límite del nivel umbral ISQG (0,7 mg/kg), por lo tanto, pueden que se evidencien valores anormales de este elemento en los fondos sedimentarios del área de influencia evaluada.

- Cobre (Cu)

Los niveles de cobre fluctuaron entre 14,0 mg/kg en las estación E-8 y el límite de detección de la metodología empelada (<2,0 mg/kg). Se observó concentraciones de 3,5 mg/kg en la estación E-CS y 8,9 mg/kg en la estación E-10. De acuerdo a los estándares de calidad de sedimentos establecidos por el Gobierno de Canadá y adoptados en este estudio, la máxima concentración de cobre registrada en la estación E-CN no supera el nivel umbral ISQG (18,7 mg/kg), ni el valor PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (108 mg/kg) establecido por el Gobierno de Canadá, indicando concentraciones normales de este metal en los sedimentos del área de influencia.

- Cromo total (Cr)

El nivel máximo de cromo total se registró en la estación E-CN con 11,9 mg/kg, y el mínimo fue bajo el límite de detección de la metodología empleada (<2,0 mg/kg). Se observó concentraciones de 4,1 mg/kg en la estación E-CS y 9,9 mg/kg en la estación E-10. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de cromo total fueron inferiores al nivel umbral ISQG (52,3 mg/kg) y menores al nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (160 mg/kg). Por lo tanto, estos valores indican la ausencia de procesos de alteración o perturbación en los sedimentos por acumulación de este metal.

- Níquel (Ni)

Las concentraciones de níquel en las estaciones presentaron valores menores al límite de detección empleado <5,0 mg/kg. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 15,9 mg/kg (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 42,8 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de níquel registrados en esta campaña son indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal.

- Mercurio (Hg)

El mercurio presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,005 mg/kg) en casi todas las estaciones, solamente se registrando niveles cuantificables en E-2 (0,04 mg/kg), E-4 (0,035 mg/kg), E-5 (0,16 mg/kg) y en E-7 (0,06 mg/kg). De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de mercurio en E-5 fue mayor al nivel umbral ISQG (0,13 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (0,7 mg/kg). Por lo tanto, dicho aumento en las concentraciones puede indicar un leve proceso de alteración o perturbación.

- Plata (Ag)

La plata presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,10 mg/kg) en la totalidad de estaciones evaluadas, salvo en E-CS con un nivel de 2,5 mg/kg. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 0,73 mg/L (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 1,77 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de plata registrados son normales y muy inferiores al criterio de calidad comentado, e indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal.

- Plomo (Pb)

La concentración de cadmio presentó valores bajo límite de detección de la metodología empelada (<30 mg/kg) en todas las estaciones analizadas. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de plomo fueron inferiores al nivel umbral ISQG (30,2 mg/kg) y menores al nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (112 mg/kg). De este modo, los resultados registrados pueden ser considerados normales e indicativos de la ausencia de alteración química de los sedimentos por la presencia de este elemento.

- Zinc (Zn)

Al igual que el cobre y el cromo total las concentraciones de zinc en las estación E-1 a E-6 obtuvieron valores bajo el límite de detección de la metodología empelada (<1,0 mg/k). En cuanto a los registros cuantificables los valores de zinc fluctuaron entre 7,4 mg/kg en E-CS y 15,1 mg/kg en E-CS. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de zinc fueron inferiores al nivel umbral ISQG (124 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (271 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores al rango del estándar consultado indicando una ausencia de alteración química de los sedimento.

- Analitos (metales) sin referencias de calidad

Respecto de aquellos metales que no fue posible contar con valores referenciales de calidad para sedimentos, es posible mencionar algunas tendencias importantes respecto de la distribución espacial de las concentraciones obtenidas. Por ejemplo, al igual que la plata (Ag) analizada previamente, el bario (Ba), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), níquel (Ni), selenio (Sn) y estroncio (Sr) registraron valores máximos en las estaciones CS. Los siguientes elementos registraron concentraciones inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada en todas las estaciones evaluadas: berilio (Be), bismuto (Bi), litio (Li), molibdeno (Mo), selenio (Se), estaño (Sn) y talio (Tl). El resto de los elementos y metales evaluados no registraron un patrón o tendencia clara en su distribución espacial.

Tabla EMQ-68: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Invierno 2014

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|------------|---------|--------|------------|------------|
| | | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-CS | E-CN |
| Al | mg/kg | 56,3 | 57,0 | 59,7 | 68,0 | <50 | 68,9 | 3.404 | 3.691 | 3.885 | 4.253 | 2.068 | 4.359 |
| Ag | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 2,5 | <2,0 |
| As | mg/kg | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | 8,5 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | 9,6 |
| Ba | mg/kg | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | 12,3 | 12,8 | 12,4 | 11,8 | 23,6 | 5,7 |
| Be | mg/kg | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Bi | mg/kg | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Ca | mg/kg | 78,32 | 1195 | 107,0 | 76,04 | 1608 | 244,6 | 128.093 | 105.432 | 108.986 | 81.240 | 402.926 | 52.795 |
| Cd | mg/kg | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | 0,70 | 0,61 | <0,50 | 0,66 | <0,50 |
| Co | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 3,6 | <2,0 | 3,5 | 3,5 | 3,4 | 3,2 |
| Cu | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 5,8 | 14,0 | 6,5 | 8,9 | <1,0 | 3,5 |
| Cr | mg/kg | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | 9,7 | 9,1 | 9,6 | 9,9 | 4,1 | 11,9 |
| Fe | mg/kg | 300,1 | 157,6 | 387,1 | 321,1 | 113,0 | 232,5 | 8.169 | 6.403 | 6.433 | 7.740 | 2.954 | 9.940 |

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|------|--------|-------|-------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-CS | E-CN | |
| Hg | mg/kg | <0,025 | 0,04 | <0,025 | 0,035 | 0,16 | <0,025 | 0,06 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | |
| K | mg/kg | <200 | <200 | <200 | <200 | <200 | <200 | 842,8 | 1.069 | 992 | 1.148 | 374 | 783 | |
| Li | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 196,0 | 182,0 | 181,9 | 190,9 | 241,1 | 205,2 | |
| Mg | mg/kg | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | 2.155 | 2.048 | 1.910 | 1.994 | 3.642 | 1.958 | |
| Mn | mg/kg | 1,63 | 1,07 | 1,77 | 1,96 | <1,0 | 1,52 | 63,3 | 49,5 | 48,3 | 59,3 | 62,9 | 75,2 | |
| Mo | mg/kg | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | |
| Na | mg/kg | <200 | <200 | <200 | <200 | <200 | <200 | 3654 | 7510 | 3521 | 5141 | 8215 | 2633 | |
| Ni | mg/kg | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | |
| P | mg/kg | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | 579,8 | 1142 | 1249 | 970,9 | 225,3 | 379,6 | |
| Pb | mg/kg | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | |
| Sb | mg/kg | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | |
| Se | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 9,9 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 12,2 | <2,0 | |
| Sn | mg/kg | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | |
| Sr | mg/kg | 0,60 | 7,18 | 0,79 | <0,50 | 8,66 | 1,77 | 798,2 | 623,9 | 659,5 | 465,0 | 2306 | 349,7 | |
| Ti | mg/kg | 5,7 | 4,8 | 6,2 | 5,6 | 3,5 | 5,7 | 443,3 | 391,1 | 348,3 | 374,1 | 275,9 | 704,4 | |
| Tl | mg/kg | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | 51,3 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | |
| V | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 39,1 | 24,4 | 24,4 | 32,5 | 10,8 | 44,8 | |
| Zn | mg/kg | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | 11,7 | 9,9 | 11,8 | 13,0 | 7,4 | 15,1 | |

En negrita valores sobre la norma referencial ISQG, 2002 y MacDonald, 1996.

- Granulometría

La fracción más representativa de los sedimentos submareales fue en general arena, con más de un 90% en todas las estaciones salvo en cuatro estaciones E-6, E-8, E-9 y E-CS. Dentro de las estaciones caracterizadas como arena, el 66,7 % corresponde a arenas finas (0,125 a 0,25 mm de diámetro) y seguido por un 22,3% de arenas muy finas (0,0625 a 0,125 mm de diámetro). En las estaciones E-6, E-8 y E-9 el sedimento estuvo mezclado en fracciones similares entre fango, arena muy fina y arena fina. En contraste con la estación E-CS que presentó una mezcla entre arena media (22,43%), arena gruesa (44,56%) arena muy gruesa (18,51%) y grava (11,4%) (Tabla EMQ-69).

La clasificación textural mostró la predominancia de arena y arena levemente gravosa (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-7, E-10 y E-CN). En las estaciones E-6, E-8 y E-9 se registró una clasificación textural de arena fangosa. Últimamente la estación E-CS se clasificó como arena gravosa (Tabla EMQ-70).

Tabla EMQ-69: Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Invierno 2014

| Caracterización Granulométrica (%) | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------------|------------|-------------|--------------|------------------|-------|
| Estación | Fango | Arena Muy Fina | Arena Fina | Arena Media | Arena Gruesa | Arena Muy Gruesa | Grava |
| E-1 | 0,39 | 12,52 | 78,92 | 8,1 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| E-2 | 4,27 | 28,3 | 66,9 | 0,45 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| E-3 | 3,37 | 18,19 | 71,82 | 6,05 | 0,54 | 0,03 | 0,00 |
| E-4 | 9,13 | 37,56 | 50,86 | 1,42 | 0,91 | 0,12 | 0,00 |
| E-5 | 4,39 | 25,19 | 69,02 | 1,13 | 0,21 | 0,06 | 0,01 |
| E-6 | 17,84 | 30,91 | 50,72 | 0,36 | 0,15 | 0,01 | 0,00 |
| E-7 | 2,53 | 11,3 | 68,43 | 17,22 | 0,49 | 0,02 | 0,00 |
| E-8 | 19,68 | 17,45 | 48,71 | 12,22 | 1,8 | 0,14 | 0,00 |

| Caracterización Granulométrica (%) | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------------|------------|-------------|--------------|------------------|-------|
| Estación | Fango | Arena Muy Fina | Arena Fina | Arena Media | Arena Gruesa | Arena Muy Gruesa | Grava |
| E-9 | 24,81 | 27,55 | 39,24 | 3,62 | 4,09 | 0,67 | 0,01 |
| E-10 | 8,22 | 28,2 | 61,45 | 1,86 | 0,26 | 0,01 | 0,00 |
| E-CS | 2,08 | 0,19 | 0,83 | 22,43 | 44,56 | 18,51 | 11,4 |
| E-CN | 3,31 | 17,04 | 66,44 | 10,66 | 2,32 | 0,23 | 0,00 |

Tabla EMQ-70: Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Invierno 2014

| Estación | Peso total | Diámetro medio grano (phi) | Grado de selección (phi) | Asimetría | Curtosis | Clasificación* |
|----------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------|----------|---------------------------------|
| E-1 | 100,05 | 2,75 | 0,42 | 2,46 | 2,46 | Arena |
| E-2 | 100,04 | 3,08 | 0,52 | 0,64 | 0,64 | Arena |
| E-3 | 100,07 | 2,99 | 0,59 | 2,32 | 2,32 | Arena |
| E-4 | 100,07 | 3,16 | 0,82 | 1,27 | 1,27 | Arena |
| E-5 | 100,02 | 3,06 | 0,51 | 0,66 | 0,66 | Arena Levemente Gravosa |
| E-6 | 100,01 | 3,34 | 1,1 | 1,56 | 1,56 | Arena Fangoso |
| E-7 | 100,07 | 2,55 | 0,6 | 2,4 | 2,4 | Arena |
| E-8 | 100,06 | 3,36 | 1,37 | 1,77 | 1,77 | Arena Fangoso |
| E-9 | 100,04 | 3,84 | 1,57 | 1,8 | 1,8 | Arena Fangoso Levemente Gravosa |
| E-10 | 100,06 | 3,11 | 0,78 | 1,24 | 1,24 | Arena |
| E-CS | 100,06 | 0,69 | 1,01 | 0,81 | 0,81 | Arena Gravosa |
| E-CN | 100 | 2,96 | 0,63 | 2,41 | 2,41 | Arena Levemente Gravosa |

*Clasificación textural según Wentworth, 1922

- **Primavera 2014**

La Tabla EMQ-71 y Tabla EMQ-72, muestran los resultados de la caracterización química de los sedimentos submareales y la granulometría de los sedimentos submareales (Tabla EMQ-73 y Tabla EMQ-74) durante la campaña de primavera 2014. Con el objeto de facilitar el análisis, los resultados se describen por cada parámetro de interés.

- Potencial Redox _(NHE) y pH

El potencial Redox _(NHE) medido mostró una fluctuación entre 196 mV en la estación E-9 y 445 mV en la estación E-2. Por su parte, las estaciones control mostraron valores de 270 mV en E-CS y de 347 mV en E-CN. Cabe señalar que valores de potencial redox negativos indican una condición reductora de los sedimentos y dominados por nitrato y sulfato reducción, asociado a su condición anóxica, y los valores positivos evidencian la predominancia de procesos oxidativos en la degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos evaluados. Además, estos valores es todas las estaciones estuvieron sobre la norma (>50 mV) de la Subpesca (R.E N°3.612/2009). Por lo anterior, al registrarse solo valores positivos y sobre la norma de la Subpesca, se observa una adecuada oxigenación de los sedimentos en el área de influencia. Por otro lado, los valores de pH obtenidos *in situ* en los sedimentos marinos oscilaron entre 6,84 en la estación E-CN y 8,16 en la estación E-5,

los cuales son mayores al límite (pH 6,8) establecido por la Subpesca (R.E N°3.612/2009) (Tabla EMQ-71).

- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) y Aromáticos Policíclicos (HAP's)

La concentración de HTP registrada en las estaciones evaluadas fueron inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<50 mg/kg) en las estaciones dentro y fuera de la bahía Conchalí. Lo mismo se observó en las concentraciones de Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en todas las estaciones analizadas, las cuales estuvieron bajo el límite de detección de la metodología empleada (<0,05 µg/kg) (Tabla EMQ-71).

- Carbono Orgánico Total (C.O.T.) y Materia Orgánica Total (M.O.T.)

La concentración de C.O.T. en las estaciones evaluadas fluctuó entre 0,08% en la estación E-CS y 0,34% en la estación E-8. A nivel internacional se ha establecido en la provincia de Ontario, Canadá, valores límites de 1% como rango inferior, y 10% como de impacto severo sobre la calidad de los sedimentos (Persaud *et al.*, 1993), en consecuencia, el máximo valor de C.O.T. registrado en este estudio es menor al rango inferior de posibles efectos, pudiendo ser considerados normales. La concentración de M.O.T. en las estaciones evaluada fluctuó ente 0,49 % en E-8 y 1,31 en E-CN, siendo menores al límite de 9% establecido por la Subpesca (R.E N°3.612/2009) (Tabla EMQ-71).

- Nitrógeno total (Nt)

La concentración de nitrógeno total en cinco estaciones evaluadas fue inferior al límite de detección de la metodología empleada (<0,02%), el máximo registrado fue de 0,040% en la estación E-8. De acuerdo a la normativa internacional consultada que establece al límite o nivel inferior de efectos esperados sobre la biota de 0,06%, definidos por Persaud *et al.* (1993) que indica el nivel de contaminación en sedimentos que puede ser tolerado por la mayoría de las especies bentónicas. Por lo tanto, no hay efecto sobre la biota sedimentaria (Tabla EMQ-71).

Tabla EMQ-71: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Primavera 2014

| Estación | Redox (mV) | pH | HTP (mg/kg) | HAP's (µg/kg) | C.O.T. (%) | M.O.T. (%) | Nitrógeno total (%) |
|----------|------------|------|-------------|---------------|------------|------------|---------------------|
| E-1 | 275 | 7,77 | <50 | <0.05 | 0,08 | 0,53 | <0,020 |
| E-2 | 445 | 7,71 | <50 | <0.05 | 0,11 | 0,53 | <0,020 |
| E-3 | 355 | 8,06 | <50 | <0.05 | 0,11 | 0,57 | <0,020 |
| E-4 | 301 | 7,9 | <50 | <0.05 | 0,23 | 0,99 | 0,026 |
| E-5 | 308 | 8,16 | <50 | <0.05 | 0,15 | 0,81 | 0,021 |
| E-6 | 312 | 7,49 | <50 | <0.05 | 0,23 | 0,96 | 0,028 |
| E-7 | 330 | 7,5 | <50 | <0.05 | 0,14 | 0,9 | 0,020 |
| E-8 | 308 | 8,16 | <50 | <0.05 | 0,34 | 0,49 | 0,040 |
| E-9 | 196 | 7,79 | <50 | <0.05 | 0,21 | 1,09 | 0,032 |
| E-10 | 312 | 7,49 | <50 | <0.05 | 0,17 | 0,98 | 0,026 |
| E-CN | 347 | 6,84 | <50 | <0.05 | 0,10 | 1,31 | <0,020 |
| E-CS | 270 | 8,01 | <50 | <0.05 | 0,08 | 0,83 | <0,020 |

Respecto de las concentraciones de metales en sedimentos submareales (Tabla EMQ-72), a continuación se entrega un breve análisis de la importancia ambiental de aquellos analitos que presentaron niveles de referencia, y que con mayor frecuencia son considerados en estudios marinos.

- Arsénico (As)

Los niveles de arsénico registrados fueron menores al límite de detección (<5,0 mg/kg) en todas las estaciones evaluadas. De acuerdo a los estándares de calidad consultados, las concentraciones obtenidas en esta campaña no superan el umbral ISQG establecido por Gobierno de Canadá (7,24 mg/kg), ni el límite de efectos probables sobre la biota (PEL; 41,6 mg/kg) establecido por el Gobierno de Canadá.

- Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio presentó valores bajo límite de detección de la metodología empleada (<0,05 mg/kg) en todas las estaciones. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), estas concentraciones de cadmio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,7 mg/kg), por lo tanto, no se evidencian valores anormales de este elemento en los fondos sedimentarios del área de influencia evaluada.

- Cobre (Cu)

El nivel máximo de cobre se registró en la estación E-8 con 15,132 mg/kg, y el mínimo en la estación E-CS con 1,193 mg/kg. El resto de las estaciones presentaron concentraciones entre 14,327 mg/kg en la estación E-9 y 3,034 mg/kg en la estación E-CN. De acuerdo a los estándares de calidad de sedimentos establecidos por el Gobierno de Canadá y adoptados en este estudio, ninguno de las concentraciones de cobre registradas en esta campaña supera el nivel umbral ISQG (18,7 mg/kg) y del valor PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (108 mg/kg) establecido por el Gobierno de Canadá (108 mg/kg), indicando concentraciones normales de este metal en los sedimentos del área de influencia.

- Cromo total (Cr)

Los registros promedio de cromo total obtenidos muestran valores notablemente superiores en las estaciones ubicadas dentro de bahía Conchalí en comparación con las estaciones E-CS y E-CN. En efecto, las estaciones emplazadas dentro de la bahía fluctuaron entre 11,09 mg/kg en E-8 y un máximo de 22,88 mg/kg en E-3, mientras que las estaciones control registraron 4,49 mg/kg y 10,45 mg/kg en E-CS y E-CN, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de cromo total fueron inferiores al nivel umbral ISQG (52,3 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (160 mg/kg). Por lo tanto, estos valores indican la ausencia de procesos de alteración o perturbación en los sedimentos por acumulación de este metal.

- Níquel (Ni)

Las concentraciones de níquel en las estaciones analizadas presentaron valores inferiores al límite de detección empleado (<5,0 mg/kg). No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 15,9 mg/kg (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 42,8 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de níquel registrados en esta campaña son indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal.

- Mercurio (Hg)

El mercurio presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,005 mg/kg) en casi todas las estaciones, solamente se registrando niveles cuantificables en E-4 (0,045 mg/kg). De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos (ISQG, 2002), las concentraciones de mercurio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,13 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (0,7 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores a dichos límites de calidad de sedimentos, indicando la ausencia de procesos de alteración o perturbación.

- Plata (Ag)

La plata presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,10 mg/kg) en la totalidad de estaciones evaluadas. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002), no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 0,73 mg/L (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 1,77 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de plata registrados son normales y muy inferiores al criterio de calidad comentado, e indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal.

- Plomo (Pb)

La concentración plomo en cinco las estaciones presentó valores bajo límite de detección de la metodología empleada (<3,0 mg/kg). El resto de las estaciones variaron entre 3,4 mg/kg en E-8 y E-CN y 4,3 mg/kg en E-5. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de plomo fueron inferiores al nivel umbral ISQG (30,2 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (112 mg/kg). De este modo, los resultados registrados pueden ser considerados normales e indicativos de la ausencia de alteración química de los sedimentos por la presencia de este elemento.

- Zinc (Zn)

El zinc presentó concentraciones que fluctuaron entre un máximo de 16,16 mg/kg en la estación E-2 y una concentración mínima de 4,39 mg/kg en la estación E-CS. De acuerdo a

los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de zinc fueron inferiores al nivel umbral ISQG (124 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (271 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores al rango del estándar consultado indicando una ausencia de alteración química de los sedimentos.

- Analitos (metales) sin referencias de calidad

Respecto de aquellos metales que no fue posible contar con valores referenciales de calidad para sedimentos, es posible mencionar algunas tendencias importantes respecto de la distribución espacial de las concentraciones obtenidas. Por ejemplo, el bario (Ba), el calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), y estroncio (Sr) registraron valores máximos en la estación control E-CS. Los siguientes elementos registraron concentraciones inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada en todas las estaciones evaluadas: Berilio (Be), Bismuto (Bi), molibdeno (Mo), antimonio (Sb), estaño (Sn) y Talio (Tl). El resto de los elementos y metales evaluados no registraron un patrón o tendencia clara en su distribución espacial.

Tabla EMQ-72: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Invierno 2014

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | | | |
|----|--------|----------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-CS | E-CN |
| Al | mg/kg | 3535 | 4320 | 3785 | 3683 | 2982 | 4056 | 2270 | 3255 | 4273 | 3161 | 853 | 2793 |
| Ag | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 |
| As | mg/kg | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Ba | mg/kg | 6,35 | 6,96 | 6,46 | 13,77 | 12,44 | 8,37 | 17,81 | 20,47 | 13,83 | 16,06 | 28,85 | 16,93 |
| Be | mg/kg | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Bi | mg/kg | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Ca | mg/kg | 4222 | 4357 | 5041 | 45414 | 56850 | 6388 | 116483 | 91899 | 34314 | 77106 | 302843 | 97564 |
| Cd | mg/kg | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 |
| Co | mg/kg | 3,245 | 3,144 | 3,688 | 2,052 | <2,0 | 2,974 | <2,0 | <2,0 | 2,2 | <2,0 | <2,0 | <2,0 |
| Cu | mg/kg | 8,485 | 10,562 | 8,954 | 8,372 | 5,168 | 11,347 | 4,067 | 15,132 | 14,327 | 4,420 | 1,193 | 3,034 |
| Cr | mg/kg | 15,67 | 13,25 | 22,88 | 13,36 | 11,14 | 13,52 | 11,74 | 11,09 | 11,72 | 11,35 | 4,49 | 10,45 |
| Fe | mg/kg | 20318 | 18084 | 29612 | 10722 | 6940 | 15149 | 9490 | 8113 | 10639 | 8013 | 1970 | 8297 |
| Hg | mg/kg | <0,025 | <0,025 | <0,025 | 0,045 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 |
| K | mg/kg | 758,7 | 793,2 | 800,9 | 792,9 | 603,5 | 919,9 | 434,3 | 671,6 | 935,6 | 558,3 | 227,0 | 479,9 |
| Li | mg/kg | 3,756 | 4,408 | 4,161 | 5,239 | 4,573 | 5,415 | 3,971 | 5,242 | 6,152 | 4,758 | 2,337 | 5,499 |
| Mg | mg/kg | 1991 | 2144 | 1962 | 2038 | 1911 | 2123 | 2412 | 2388 | 2232 | 2037 | 3998 | 2523 |
| Mn | mg/kg | 113,7 | 136,5 | 141,9 | 91,8 | 66,9 | 111,0 | 89,1 | 73,9 | 95,6 | 74,5 | 58,9 | 75,3 |
| Mo | mg/kg | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 |
| Na | mg/kg | 1518 | 1985 | 1824 | 2526 | 3329 | 2513 | 2915 | 3941 | 2988 | 2487 | 6540 | 3035 |
| Ni | mg/kg | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| P | mg/kg | 553,9 | 777 | 810 | 2201 | 3191 | 1005 | 1264 | 1843 | 1483 | 2961 | 328 | 586 |
| Pb | mg/kg | <30 | <30 | <30 | 3,8 | 4,3 | <30 | <30 | 3,4 | <30 | 3,9 | <30 | 3,4 |
| Sb | mg/kg | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Se | mg/kg | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 2,11 | 2,14 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 |
| Sn | mg/kg | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Sr | mg/kg | 28,6 | 28,34 | 35,97 | 410,6 | 527,9 | 53,55 | 1066,81 | 799,0 | 278,5 | 669,9 | 2520 | 780,5 |
| Ti | mg/kg | 502,4 | 846,0 | 792,1 | 722,9 | 555,2 | 620,4 | 701,3 | 589,2 | 694,3 | 629,4 | 195,9 | 696,3 |
| Tl | mg/kg | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |
| V | mg/kg | 82,58 | 70,16 | 126,9 | 39,23 | 20,03 | 57,76 | 40,90 | 25,00 | 38,76 | 27,50 | 5,38 | 26,13 |
| Zn | mg/kg | 14,94 | 16,16 | 15,85 | 12,57 | 9,99 | 15,79 | 10,13 | 11,45 | 13,61 | 9,30 | 4,39 | 12,26 |

- Granulometría

La fracción más representativa de los sedimentos submareales del área de influencia fue arena fina con más de un 50% en todas las estaciones, salvo en E-8 donde el aumento el fango y en E-CN representado por un mayor porcentaje de grava. Dentro de las estaciones caracterizadas de arena, el 64 % perteneció a arenas finas (0,125 a 0,25 mm de diámetro) y seguido por un 18% de arenas muy finas (0,0625 a 0,125 mm de diámetro). En la estación E-8 el sedimento estuvo mezclado en fracciones similares entre fango (18%) y arena muy fina (15%). En contraste con la estación E-CN que presentó una mezcla entre arena gruesa (40%) arena muy gruesa (21%) y grava (13%) (Tabla EMQ-73).

La clasificación textural mostró la predominancia de arena y arena levemente gravosa (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7, E-9, E-10 y E-CS). En la estación E-8 el sedimento se clasificó como arena fangosa, mientras que la estación E-CN fue clasificada como arena fangosa (Tabla EMQ-74).

Tabla EMQ-73: Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Invierno 2014

| Caracterización Granulométrica (%) | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------------|------------|-------------|--------------|------------------|-------|
| Estación | Fango | Arena Muy Fina | Arena Fina | Arena Media | Arena Gruesa | Arena Muy Gruesa | Grava |
| E-1 | 1,94 | 19,40 | 70,77 | 7,73 | 0,14 | 0,01 | 0,01 |
| E-2 | 5,38 | 31,45 | 62,33 | 0,79 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| E-3 | 4,54 | 12,77 | 71,81 | 10,28 | 0,59 | 0,01 | 0,00 |
| E-4 | 7,92 | 32,96 | 56,07 | 1,91 | 1,04 | 0,1 | 0,00 |
| E-5 | 0,91 | 16,45 | 78,83 | 3,57 | 0,17 | 0,06 | 0,02 |
| E-6 | 10,00 | 15,71 | 72,88 | 1,31 | 0,08 | 0,01 | 0,00 |
| E-7 | 1,46 | 8,57 | 62,78 | 26,25 | 0,94 | 0 | 0 |
| E-8 | 18,11 | 15,36 | 40,53 | 23,58 | 2,22 | 0,22 | 0 |
| E-9 | 5,48 | 8,28 | 60,69 | 23,57 | 1,96 | 0,02 | 0 |
| E-10 | 7,74 | 19,89 | 60,37 | 10,77 | 1,16 | 0,05 | 0,01 |
| E-CS | 2,41 | 21,27 | 64,27 | 6,45 | 3,06 | 1,47 | 1,06 |
| E-CN | 3,84 | 0,07 | 0,49 | 20,50 | 40,33 | 21,16 | 13,6 |

Tabla EMQ-74: Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Invierno 2014

| Estación | Peso total | Diámetro medio grano | Grado de selección | Asimetría | Curtosis | Clasificación* |
|----------|------------|----------------------|--------------------|-----------|----------|-------------------------|
| E-1 | 100,01 | 2,98 | 0,59 | 0,30 | 2,31 | Arena levemente gravosa |
| E-2 | 100 | 3,1 | 0,57 | 0,55 | 0,73 | Arena levemente gravosa |
| E-3 | 100,06 | 2,93 | 0,6 | 0,29 | 2,53 | Arena |
| E-4 | 100,04 | 3,12 | 0,77 | 0,61 | 1,17 | Arena |
| E-5 | 100,03 | 2,95 | 0,45 | 0,55 | 1,69 | Arena levemente gravosa |
| E-6 | 100,05 | 3,07 | 0,83 | 0,70 | 1,68 | Arena |
| E-7 | 100,03 | 2,47 | 0,63 | -0,25 | 0,99 | Arena |

| Estación | Peso total | Diámetro medio grano | Grado de selección | Asimetría | Curtosis | Clasificación* |
|----------|------------|----------------------|--------------------|-----------|----------|-------------------------|
| E-8 | 100,01 | 3,01 | 1,48 | 0,39 | 1,23 | Arena fangosa |
| E-9 | 100,05 | 2,49 | 0,72 | -0,16 | 1,25 | Arena |
| E-10 | 100,07 | 3,03 | 0,88 | 0,46 | 1,60 | Arena levemente gravosa |
| E-CN | 100,05 | 0,66 | 1,03 | -0,13 | 1,10 | Arena gravosa |
| E-CS | 100,05 | 2,98 | 0,75 | 0,14 | 3,03 | Arena levemente gravosa |

*Clasificación textural según Wentworth, 1922

Verano 2015

En la Tabla EMQ-75 y en Tabla EMQ-76 se muestran los resultados de la caracterización química de los sedimentos submareales, y la granulometría de los sedimentos submareales (Tabla EMQ-77 y Tabla EMQ-78) durante la campaña de verano 2015. Con el objeto de facilitar el análisis, los resultados se describen por cada parámetro de interés.

- Potencial Redox _(NHE) y pH

El potencial Redox _(NHE) medido mostró una fluctuación entre 173 mV en la estación E-6 y 459 mV en la estación E-2. Por su parte, las estaciones control mostraron valores de 352 mV en E-CS y de 346 mV en E-CN. Cabe señalar que valores de potencial redox negativos indican una condición reductora de los sedimentos y dominados por nitrato y sulfato reducción, asociado a su condición anóxica, y los valores positivos evidencian la predominancia de procesos oxidativos en la degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos evaluados. Además, estos valores en todas las estaciones estuvieron sobre la norma (>50 mV) de la Subpesca (R.E N°3.612/2009). Por lo anterior, al registrarse solo valores positivos y sobre la norma de la Subpesca, se observa una adecuada oxigenación de los sedimentos en el área de influencia.

Por otro lado, los valores de pH obtenidos *in situ* en los sedimentos marinos oscilaron entre 7,13 en la estación E-5 y 7,78 en la estación E-2, los cuales son mayores al límite (pH 6,8) establecido por la Subpesca (R.E N°3.612/2009) (Tabla EMQ-75).

- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) y Aromáticos Policíclicos (HAP's)

La concentración de HTP registrada en las estaciones evaluadas fueron inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<50 mg/kg) en las estaciones al interior del área de influencia y fuera de esta. Lo mismo se observó en las concentraciones de Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en todas las estaciones analizadas, las cuales estuvieron bajo el límite de detección de la metodología empleada (<0,05 µg/kg) (Tabla EMQ-75).

- Carbono Orgánico Total (C.O.T.) y Materia Orgánica Total (M.O.T.)

La concentración de C.O.T. en las estaciones evaluadas fluctuó entre 0,12% en 7 estaciones dentro y fuera de la bahía y 0,36% en la estación E-9. A nivel internacional se ha establecido en la provincia de Ontario, Canadá, valores límites de 1% como rango inferior, y 10% como de impacto severo sobre la calidad de los sedimentos (Persaud *et al.*, 1993), en

consecuencia, el máximo valor de C.O.T. registrado en este estudio es menor al rango inferior de posibles efectos, pudiendo ser considerados normales. La concentración de M.O.T. en las estaciones evaluada osciló entre 0,51 % en E-1 y 1,27% en E-8, siendo menores al límite de 9% establecido por la Subpesca (R.E N°3.612/2009) (Tabla EMQ-75).

- Nitrógeno total (Nt)

La concentración de nitrógeno total en cinco estaciones evaluadas fue inferior al límite de detección de la metodología empleada (<0,02%), el máximo registrado fue de 0,045% en la estación E-8. De acuerdo a la normativa internacional consultada que establece al límite o nivel inferior de efectos esperados sobre la biota de 0,06%, definidos por Persaud *et al.*, (1993) que indica el nivel de contaminación en sedimentos que puede ser tolerado por la mayoría de las especies bentónicas. Por lo tanto, de acuerdo a la normativa de referencia no hay efecto sobre la biota sedimentaria (Tabla EMQ-75).

Tabla EMQ-75: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Verano 2015.

| Estación | Redox (mV) | pH | HTP (mg/kg) | HAP's (µg/kg) | C.O.T. (%) | M.O.T. (%) | Nitrógeno total (%) |
|----------|------------|------|-------------|---------------|------------|------------|---------------------|
| E-1 | 459 | 7,3 | <50 | <0,05 | 0,12 | 0,51 | <0,020 |
| E-2 | 421 | 7,78 | <50 | <0,05 | 0,12 | 0,57 | <0,020 |
| E-3 | 332 | 7,72 | <50 | <0,05 | 0,12 | 0,64 | <0,020 |
| E-4 | 316 | 7,34 | <50 | <0,05 | 0,21 | 0,93 | 0,025 |
| E-5 | 175 | 7,13 | <50 | <0,05 | 0,21 | 0,82 | <0,020 |
| E-6 | 173 | 7,15 | <50 | <0,05 | 0,28 | 0,92 | 0,026 |
| E-7 | 412 | 7,24 | <50 | <0,05 | 0,21 | 0,74 | <0,020 |
| E-8 | 260 | 7,55 | <50 | <0,05 | 0,29 | 1,27 | 0,045 |
| E-9 | 318 | 7,56 | <50 | <0,05 | 0,36 | 1,19 | 0,032 |
| E-10 | 385 | 7,19 | <50 | <0,05 | 0,21 | 1,06 | 0,02 |
| E-CS | 352 | 7,29 | <50 | <0,05 | 0,21 | 0,98 | 0,025 |
| E-CN | 346 | 7,16 | <50 | <0,05 | 0,21 | 1 | 0,03 |

Respecto de las concentraciones de metales en sedimentos submareales (Tabla EMQ-76). A continuación se entrega un breve análisis de la importancia ambiental de aquellos analitos que presentaron niveles de referencia, y que con mayor frecuencia son considerados en estudios marinos.

- Arsénico (As)

Los niveles de arsénico registrados fueron menores a el límite de detección (<5,0 mg/kg) en todas las estaciones evaluadas a excepción de la estación E-6 que tuvo un valor de 5 mg/kg. De acuerdo a los estándares de calidad consultados, las concentraciones obtenidas en esta campaña no superan el umbral ISQG establecido por Gobierno de Canadá (7,24 mg/kg), ni el límite de efectos probables sobre la biota (PEL; 41,6 mg/kg) establecido por el Gobierno de Canadá.

- Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio presentó valores en todas las estaciones dentro de la bahía Conchalí bajo el límite de detección de la metodología empleada (<0,5 mg/kg) a excepción de la estación E-4 con valor de 0,55 mg/kg. En las estaciones controles las concentraciones de cadmio también presentaron niveles bajos con 1,35 y 0,51 en E-CS y E-CN, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), estas concentraciones de cadmio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,7 mg/kg), por lo tanto, no se evidencian valores anormales de este elemento en los fondos sedimentarios del área de influencia.

- Cobre (Cu)

El nivel máximo de cobre se registró en la estación E-8 con 10,0 mg/kg, y las menores concentraciones se localizaron en las estaciones controles con valores de <1,0 y 1,5 mg/kg en E-CS y E-CN, respectivamente. El resto de las estaciones ubicadas dentro de la bahía Conchalí presentaron concentraciones entre 9,4 mg/kg en la estación E-9 y 4,9 mg/kg en la estación E-5. De acuerdo a los estándares de calidad de sedimentos establecidos por el Gobierno de Canadá y adoptados en este estudio, ninguna de las concentración de cobre registrada en esta campaña supera el nivel umbral ISQG (18,7 mg/kg) y del valor PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (108 mg/kg) establecido por el Gobierno de Canadá (108 mg/kg), indicando concentraciones normales de este metal en los sedimentos del área de influencia.

- Cromo total (Cr)

Los registros de cromo total obtenidos muestran valores superiores en las estaciones ubicadas dentro de bahía Conchalí en comparación con las estaciones E-CS y E-CN. En efecto, las estaciones emplazadas dentro de la bahía fluctuaron entre 25 mg/kg en E-3 y un mínimo 9,1 mg/kg en E-8, mientras que las estaciones control registraron 6,4 y 6,0 mg/kg en E-CS y E-CN, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de cromo total fueron inferiores al nivel umbral ISQG (52,3 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (160 mg/kg). Por lo tanto, estos valores indican la ausencia de procesos de alteración o perturbación en los sedimentos por acumulación de este metal en el área de influencia.

- Níquel (Ni)

Las concentraciones de níquel presentaron valores inferiores al límite de detección empleado (<5,0 mg/kg) en todas las estaciones. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 15,9 mg/kg (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 42,8 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de níquel registrados en esta campaña son indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal en el área de influencia.

- Mercurio (Hg)

El mercurio presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,025 mg/kg) en 8 de las 12 las estaciones. Las mayores concentraciones de este metal se localizaron en E-10 con valores de 0,08 mg/kg y las menores en E-9 con 0,03 mg/kg. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de mercurio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,13 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (0,7 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores a dichos límites de calidad de sedimentos, indicando la ausencia de procesos de alteración o perturbación en el área de influencia.

- Plata (Ag)

La plata presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<2,0 mg/kg) en la totalidad de estaciones evaluadas. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 0,73 mg/L (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 1,77 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de plata registrados son normales y muy inferiores al criterio de calidad comentado, e indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal.

- Plomo (Pb)

La concentración plomo presentó valores en todas las estaciones niveles bajo límite de detección de la metodología empleada (<30 mg/kg). De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de plomo fueron inferiores al nivel umbral ISQG (30,2 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (112 mg/kg). De este modo, los resultados registrados pueden ser considerados normales e indicativos de la ausencia de alteración química de los sedimentos por la presencia de este elemento en el área de influencia.

- Zinc (Zn)

El zinc presentó una concentración promedio que fluctuó entre un máximo de 18,1 mg/kg en la estación E-3 y una concentración mínima de 6,6 mg/kg en la estación E-CS. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de zinc fueron inferiores al nivel umbral ISQG (124 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (271 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores al rango del estándar consultado indicando una ausencia de alteración química de los sedimentos en el área de influencia.

- Analitos (metales) sin referencias de calidad

Respecto de aquellos metales que no fue posible contar con valores referenciales de calidad para sedimentos, es posible mencionar algunas tendencias importantes respecto de la distribución espacial de las concentraciones obtenidas. Por ejemplo, el bario (Ba), el calcio (Ca), cadmio (Cd) magnesio (Mg), sodio (Na) fósforo (P), estaño (Sn) y estroncio (Sr) registraron valores máximos en la estación control E-CS. Los siguientes elementos registraron concentraciones inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada en todas las estaciones evaluadas: plata (Ag), berilio (Be), bismuto (Bi), molibdeno (Mo), antimonio (Sb). El resto de los elementos y metales evaluados no registraron un patrón o tendencia clara en su distribución espacial (Tabla EMQ-76).

Tabla EMQ-76: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Verano 2015

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|
| | | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-CS | E-CN |
| Al | mg/kg | 3181 | 3658 | 3408 | 3093 | 2683 | 3344 | 3321 | 3084 | 3562 | 2973 | 1983 | 1962 |
| Ag | mg/kg | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 |
| As | mg/kg | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | 5 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 |
| Ba | mg/kg | 4,5 | 4,6 | 5,1 | 8,1 | 8,6 | 4,7 | 7,7 | 10,3 | 8,2 | 10,6 | 11,6 | 11,5 |
| Be | mg/kg | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 |
| Bi | mg/kg | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 |
| Ca | mg/kg | 4024 | 4075 | 5478 | 48020 | 46677 | 6373 | 22454 | 60708 | 27620 | 59974 | 154700 | 135563 |
| Cd | mg/kg | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | 0,55 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | 1,35 | 0,51 |
| Co | mg/kg | 4,8 | 5,7 | 6,6 | 2,6 | 3,4 | 3,8 | 4,4 | 3,5 | 3,5 | 2,5 | < 2,00 | < 2,00 |
| Cu | mg/kg | 7 | 9,1 | 7 | 5,5 | 4,9 | 9,3 | 7,5 | 10 | 9,4 | 5,8 | < 1,00 | 1,5 |
| Cr | mg/kg | 12 | 12,8 | 25 | 10,8 | 10,6 | 14,8 | 9,6 | 9,1 | 11,6 | 10,6 | 6,4 | 6 |
| Fe | mg/kg | 16281 | 16462 | 31954 | 6864 | 7565 | 16612 | 10426 | 6290 | 10819 | 7219 | 2567 | 4645 |
| Hg | mg/kg | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | 0,055 | <0,025 | <0,025 | 0,03 | 0,08 | 0,055 | <0,025 |
| K | mg/kg | 724 | 749 | 736 | 646 | 519 | 761 | 919 | 658 | 747 | 624 | 237 | 386 |
| Li | mg/kg | < 2,00 | 2,5 | 2,6 | 2,1 | < 2,00 | 2,5 | 2,7 | 2,7 | 2,3 | 2,1 | < 2,00 | 2,1 |
| Mg | mg/kg | 1922 | 2204 | 2047 | 2006 | 1712 | 2010 | 2292 | 1991 | 2011 | 2057 | 3039 | 2635 |
| Mn | mg/kg | 99,9 | 109,7 | 136,5 | 62,8 | 61,4 | 93,8 | 87,1 | 52,3 | 78,1 | 56,8 | 45,9 | 47,7 |
| Mo | mg/kg | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 |
| Na | mg/kg | 2752 | 2944 | 2909 | 3508 | 3212 | 3126 | 3381 | 3490 | 3451 | 3578 | 5071 | 4600 |
| Ni | mg/kg | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 |
| P | mg/kg | 274 | 395 | 469 | 929 | 1150 | 519 | 338 | 930 | 716 | 1126 | 1728 | 342 |
| Pb | mg/kg | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 |
| Sb | mg/kg | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 |
| Se | mg/kg | 6,8 | < 2,00 | 3,3 | 7,8 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | 4,7 | < 2,00 | 6,1 | 7,4 | 13,1 |
| Sn | mg/kg | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | 7,8 | < 5,00 | 7,1 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | 15,8 | 8,1 |
| Sr | mg/kg | 27,9 | 25,4 | 35,7 | 396,4 | 385,4 | 41,2 | 181,6 | 448,5 | 217,5 | 467,5 | 1210 | 1077 |
| Ti | mg/kg | 571,5 | 643,2 | 747,6 | 570,3 | 598,5 | 520,9 | 608,8 | 474,6 | 608,6 | 515,8 | 474,2 | 510,6 |
| Tl | mg/kg | < 50,0 | < 50,0 | 78 | < 50,0 | < 50,0 | < 50,0 | < 50,0 | 52 | < 50,0 | < 50,0 | < 50,0 | < 50,0 |
| V | mg/kg | 61,4 | 58,5 | 128,1 | 22 | 25,4 | 60,4 | 36,5 | 18,6 | 35,9 | 23,1 | 9,5 | 16,5 |
| Zn | mg/kg | 14,7 | 16,4 | 18,1 | 10,8 | 9,1 | 15,1 | 13,9 | 10,2 | 13,2 | 11,5 | 6,6 | 8,2 |

En negrita valores sobre la norma de referencia ISQG, 2002.

- Granulometría

La fracción más representativa de los sedimentos submareales del área de influencia fue arena gruesa con más de un 50% en las estaciones E-1, E-3, E-5, E-6, E-7, E-CN y E-CS, seguido por la fracción de arena muy gruesa en E-2, E-4, E-8, E-9 y E-10. En general las estaciones dentro y fuera de la bahía fueron similares con prevalencia de arenas gruesas y arenas muy gruesas, a excepción de la E-10 que presentó una composición mezclada de las fracciones granulométricas (Tabla EMQ-77).

La clasificación textural mostró la predominancia de arena y arena levemente fangosa (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7, E-10, E-CS y E-CN). En las estaciones E-8 y E-9 el sedimento se clasificó como arena fangosa (Tabla EMQ-78).

Tabla EMQ-77: Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Verano 2015.

| Caracterización Granulométrica (%) | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------------|------------|-------------|--------------|------------------|-------|
| Estación | Fango | Arena Muy Fina | Arena Fina | Arena Media | Arena Gruesa | Arena Muy Gruesa | Grava |
| E-1 | 0 | 0,03 | 0,16 | 3,72 | 64,15 | 29,6 | 2,34 |
| E-2 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0,53 | 32,79 | 60,43 | 6,24 |
| E-3 | 0 | 0,01 | 0,12 | 2,46 | 61,38 | 33,03 | 3,00 |
| E-4 | 0,02 | 1,03 | 6,09 | 8,89 | 22,36 | 58,39 | 3,23 |
| E-5 | 0,58 | 0,61 | 0,83 | 4,93 | 36,77 | 56,27 | 0 |
| E-6 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,7 | 50,46 | 40,02 | 8,77 |
| E-7 | 0 | 0 | 0,06 | 1,58 | 48,89 | 46,82 | 2,66 |
| E-8 | 0 | 0,16 | 1,42 | 9,82 | 27,35 | 40,24 | 21,01 |
| E-9 | 0 | 0,74 | 4,38 | 6,09 | 17,14 | 46,54 | 25,11 |
| E-10 | 3,79 | 20,42 | 29,62 | 10,04 | 8,06 | 24,89 | 3,19 |
| E-CS | 0 | 0,01 | 0,13 | 12,34 | 80,38 | 6,51 | 0,64 |
| E-CN | 1,17 | 1,16 | 3,34 | 16,30 | 66,1 | 11,71 | 0,23 |

Tabla EMQ-78: Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos granulométricos. Verano 2015

| Estación | Peso total | Diámetro medio grano | Grado de selección | Asimetría | Curtosis | Clasificación* |
|----------|------------|----------------------|--------------------|-----------|----------|-------------------------|
| E-1 | 100,04 | 3,06 | 0,52 | 0,51 | 0,63 | Arena |
| E-2 | 100,01 | 3,41 | 0,63 | -0,23 | 0,95 | Arena |
| E-3 | 100,05 | 3,09 | 0,52 | 0,49 | 0,61 | Arena |
| E-4 | 100,03 | 3,15 | 0,95 | -0,71 | 1,16 | Arena levemente fangosa |
| E-5 | 100,07 | 3,33 | 0,63 | -0,56 | 0,85 | Arena levemente fangosa |
| E-6 | 100,06 | 3,17 | 0,80 | 0,57 | 1,24 | Arena levemente fangosa |
| E-7 | 100,05 | 3,15 | 0,52 | 0,37 | 0,59 | Arena |
| E-8 | 100,01 | 3,71 | 1,41 | 0,19 | 1,83 | Arena fangoso |
| E-9 | 100,07 | 3,93 | 1,65 | 0,17 | 2,30 | Arena fangoso |
| E-10 | 100,04 | 1,49 | 1,65 | 0,40 | 0,60 | Arena levemente fangosa |
| E-CN | 100,03 | 2,49 | 0,72 | -0,39 | 2,97 | Arena levemente fangosa |
| E-CS | 100,07 | 2,72 | 0,41 | -0,03 | 2,44 | Arena |

*Clasificación textural según Wentworth, 1922

Invierno 2015

En la Tabla EMQ-79 y en Tabla EMQ-80, se muestran los resultados de la caracterización química de los sedimentos submareales, y la granulometría de los sedimentos submareales (Tabla EMQ-81 y Tabla EMQ-82) durante la campaña de invierno 2015. Con el objeto de facilitar el análisis, los resultados se describen por cada parámetro de interés.

- Potencial Redox _(NHE) y pH

El potencial Redox _(NHE) medido mostró una fluctuación entre 100 mV en la estación E-8 y 408 mV en la estación E-3. Por su parte, las estaciones control mostraron valores de 361 mV en E-CS y de 377 mV en E-CN. Cabe señalar que valores de potencial redox negativos indican una condición reductora de los sedimentos y dominados por nitrato y sulfato reducción, asociado a su condición anóxica, y los valores positivos evidencian la predominancia de procesos oxidativos en la degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos evaluados. Además, estos valores en todas las estaciones estuvieron sobre la norma (>50 mV) de la Subpesca (R.E N°3.612/2009). Por lo anterior, al registrarse solo valores positivos y sobre la norma de la Subpesca, se observa una adecuada oxigenación de los sedimentos en el área de influencia.

Por otro lado, los valores de pH obtenidos *in situ* en los sedimentos marinos oscilaron entre 7,26 en la estación E-5 y 7,6 en la estación E-9, los cuales son mayores al límite (pH 6,8) establecido por la Subpesca (R.E N°3.612/2009) (Tabla EMQ-79).

- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) y Aromáticos Policíclicos (HAP's)

La concentración de HTP registrada en las estaciones evaluadas fueron inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<50 mg/kg) en las estaciones al interior del área de influencia y fuera de esta. Lo mismo se observó en las concentraciones de Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en todas las estaciones analizadas, las cuales estuvieron bajo el límite de detección de la metodología empleada (<0,05 µg/kg) (Tabla EMQ-79).

- Carbono Orgánico Total (C.O.T.) y Materia Orgánica Total (M.O.T.)

La concentración de C.O.T. en las estaciones evaluadas fluctuó entre 0,07% en la estación E-1 y 0,29% en la estación E-8. A nivel internacional se ha establecido en la provincia de Ontario, Canadá, valores límites de 1% como rango inferior, y 10% como de impacto severo sobre la calidad de los sedimentos (Persaud *et al.*, 1993), en consecuencia, el máximo valor de C.O.T. registrado en este estudio es menor al rango inferior de posibles efectos, pudiendo ser considerados normales. La concentración de M.O.T. en las estaciones evaluada osciló entre 0,53 % en E-1 y 1,58% en E-CS, siendo menores al límite de 9% establecido por la Subpesca (R.E N°3.612/2009) (Tabla EMQ-79).

- Nitrógeno total (Nt)

La concentración de nitrógeno total osciló entre 0,023% en la estación E-1 y 0,062% en la estación E-CS. De acuerdo a la normativa internacional consultada que establece al límite o nivel inferior de efectos esperados sobre la biota de 0,06%, definidos por Persaud *et al.* (1993) que indica el nivel de contaminación en sedimentos que puede ser tolerado por la mayoría de las especies bentónicas. Por lo tanto, no hay efecto sobre la biota sedimentaria

(Tabla EMQ-79).

Tabla EMQ-79: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración compuestos orgánicos en sedimentos marinos. Invierno 2015.

| Estación | Redox (mV) | pH | HTP (mg/kg) | HAP's (µg/kg) | C.O.T. (%) | M.O.T. (%) | Nitrógeno total (%) |
|----------|------------|------|-------------|---------------|------------|------------|---------------------|
| E-1 | 251 | 7,27 | <50 | <0,05 | 0,07 | 0,53 | 0,023 |
| E-2 | 315 | 7,41 | <50 | <0,05 | 0,11 | 0,67 | 0,027 |
| E-3 | 408 | 7,35 | <50 | <0,05 | 0,11 | 0,59 | 0,03 |
| E-4 | 376 | 7,42 | <50 | <0,05 | 0,19 | 0,95 | 0,048 |
| E-5 | 311 | 7,26 | <50 | <0,05 | 0,16 | 1,07 | 0,038 |
| E-6 | 381 | 7,32 | <50 | <0,05 | 0,22 | 0,85 | 0,046 |
| E-7 | 355 | 7,41 | <50 | <0,05 | 0,09 | 0,97 | 0,047 |
| E-8 | 100 | 7,57 | <50 | <0,05 | 0,29 | 1,18 | 0,053 |
| E-9 | 238 | 7,6 | <50 | <0,05 | 0,25 | 1,02 | 0,037 |
| E-10 | 350 | 7,57 | <50 | <0,05 | 0,25 | 1,11 | 0,05 |
| E-CS | 361 | 7,55 | <50 | <0,05 | 0,25 | 1,58 | 0,062 |
| E-CN | 377 | 7,45 | <50 | <0,05 | 0,21 | 1,25 | 0,054 |

Respecto de las concentraciones de metales en sedimentos submareales (Tabla EMQ-81), a continuación se entrega un breve análisis de la importancia ambiental de aquellos analitos que presentaron niveles de referencia, y que con mayor frecuencia son considerados en estudios marinos.

- Arsénico (As)

Los niveles de arsénico registrados fueron menores a el límite de detección (<5,0 mg/kg) en todas las estaciones evaluadas. De acuerdo a los estándares de calidad consultados, las concentraciones obtenidas en esta campaña no superan el umbral ISQG establecido por Gobierno de Canadá (7,24 mg/kg), ni el límite de efectos probables sobre la biota (PEL; 41,6 mg/kg) establecido por el Gobierno de Canadá.

- Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio presentó valores en todas las estaciones bajo límite de detección de la metodología empleada (<0,5 mg/kg). De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), estas concentraciones de cadmio fueron inferiores al nivel umbral ISQG (0,7 mg/kg), por lo tanto, no se evidencian valores anormales de este elemento en los fondos sedimentarios del área de influencia.

- Cobre (Cu)

El nivel máximo de cobre se registró en la estación E-2 con 11,9 mg/kg y el valor mínimo al interior de la bahía fue en la estación E-9 con 1,99 mg/kg. En las estaciones controles los valores fueron de 1,91 y 4,04 mg/kg en E-CS y E-CN, respectivamente. De acuerdo a los estándares de calidad de sedimentos, ninguna de las concentraciones de cobre registradas en esta campaña supera el nivel umbral ISQG (18,7 mg/kg) y del valor PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (108 mg/kg) establecido por el Gobierno de

Canadá (108 mg/kg), indicando concentraciones normales de este metal en los sedimentos del área de influencia.

- Cromo total (Cr)

Los registros de cromo total obtenidos muestran valores superiores en casi todas las estaciones ubicadas al interior de bahía Conchalí en comparación con las estaciones E-CS y E-CN. En efecto, las estaciones emplazadas interior de la bahía fluctuaron entre 21 mg/kg en E-3 y un mínimo 7,41 mg/kg en E-9, mientras que las estaciones control registraron 4,45 y 8,44 mg/kg en E-CS y E-CN, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de cromo total fueron inferiores al nivel umbral ISQG (52,3 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (160 mg/kg). Por lo tanto, estos valores indican la ausencia de procesos de alteración o perturbación en los sedimentos por acumulación de este metal en el área de influencia.

- Níquel (Ni)

En todas las estaciones las concentraciones de níquel presentaron valores inferiores al límite de detección empleado (<5,0 mg/kg). No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 15,9 mg/kg (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 42,8 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible determinar que los niveles de níquel registrados en esta campaña son indicativos de la ausencia de procesos de alteración o perturbación asociados a este metal en el área de influencia.

- Mercurio (Hg)

El mercurio presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<0,025 mg/kg) en dos estaciones (E-8 y E-9). Las mayores concentraciones de este metal se localizaron en E-10 con valores de 0,165 mg/kg y las menores en E-3 con 0,04 mg/kg. Por su parte las estaciones control registraron valores de 0,135 y 0,095 mg/kg en E-CS y E-CN, respectivamente. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de mercurio solamente en dos oportunidades superaron nivel umbral ISQG (0,13 mg/kg) y en todos los casos fueron menores al nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (0,7 mg/kg).

- Plata (Ag)

La plata presentó concentraciones inferiores al límite de detección de la metodología empleada (<2,0 mg/kg) en la totalidad de estaciones evaluadas. No existen valores referenciales para este metal en la ISQG (2002) del Gobierno de Canadá, no obstante, MacDonald (1996) entrega valores de referencia de calidad de sedimentos para el Estado de Florida (EEUU) de 0,73 mg/L (rango inferior de efectos, basado en estudios de toxicidad crónica) y 1,77 mg/kg (rango medio de efectos, basado en estudios de toxicidad aguda). Considerando estas concentraciones como estándares referenciales de calidad, es posible

determinar que las concentraciones de plata registradas son normales y inferiores al criterio de calidad.

- Plomo (Pb)

Las concentraciones de plomo presentaron valores bajo el límite de detección de la metodología empleada (<30 mg/kg) en todas las estaciones. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de plomo fueron inferiores al nivel umbral ISQG (30,2 mg/kg) y menores a los nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (112 mg/kg). De este modo, los resultados registrados pueden ser considerados normales e indicativos de la ausencia de alteración química de los sedimentos por la presencia de este elemento en el área de influencia.

- Zinc (Zn)

El zinc presentó concentraciones que fluctuaron entre un máximo de 17,5 mg/kg en la estación E-2 y una concentración mínima de 2,34 mg/kg en la estación E-CS. De acuerdo a los valores referenciales de calidad de sedimentos propuestos por el Gobierno de Canadá (ISQG, 2002), las concentraciones de zinc fueron inferiores al nivel umbral ISQG (124 mg/kg) y menores al nivel PEL o de efectos probables sobre la biota acuática de sedimentos (271 mg/kg). Por lo tanto, las máximas concentraciones informadas son inferiores al rango del estándar consultado indicando una ausencia de alteración química de los sedimentos en el área de influencia.

- Analitos (metales) sin referencias de calidad

Respecto de aquellos metales que no fue posible contar con valores referenciales de calidad para sedimentos, es posible mencionar algunas tendencias importantes respecto de la distribución espacial de las concentraciones obtenidas. Por ejemplo, el calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), selenio (Se) y estroncio (Sr) registraron valores máximos en la estación control E-CS. Los siguientes elementos registraron concentraciones inferiores a los respectivos límites de detección de la metodología empleada en todas las estaciones evaluadas: plata (Ag), berilio (Be), bismuto (Bi), molibdeno (Mo), estaño (Sn) y antimonio (Sb). El resto de los elementos y metales evaluados no registraron un patrón o tendencia clara en su distribución espacial (Tabla EMQ-80).

Tabla EMQ-80: Calidad Sedimentos Submareales. Concentración de metales en sedimentos submareales. Invierno 2015

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | | | |
|----|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-CS | E-CN |
| Al | mg/kg | 3190 | 4432 | 3907 | 3082 | 2810 | 3940 | 2213 | 3304 | 1691 | 3003 | 1080 | 1910 |
| Ag | mg/kg | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 |
| As | mg/kg | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 |
| Ba | mg/kg | 4,51 | 6,03 | 5,11 | 8,48 | 9,46 | 6,07 | 11,2 | 11,3 | 22,9 | 10,3 | 22,2 | 18,6 |
| Be | mg/kg | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 |
| Bi | mg/kg | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 |
| Ca | mg/kg | 4041 | 4955 | 5965 | 70371 | 63212 | 6791 | 121555 | 71741 | 168964 | 79409 | 289927 | 212809 |
| Cd | mg/kg | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 |
| Co | mg/kg | 4,17 | 4,32 | 5,34 | < 2,00 | < 2,00 | 3,45 | 2,1 | 2,49 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 |
| Cu | mg/kg | 7,16 | 11,9 | 8,22 | 6,24 | 6,48 | 9,02 | 3,21 | 8,83 | 1,99 | 5,32 | 1,91 | 4,04 |

| | Unidad | Estación | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------------|--------|
| | | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-CS | E-CN |
| Cr | mg/kg | 17,8 | 12,1 | 21 | 10 | 10,3 | 13,5 | 7,89 | 9,15 | 7,41 | 9,73 | 4,45 | 8,44 |
| Fe | mg/kg | 23339 | 15668 | 27644 | 7489 | 7425 | 15443 | 6295 | 6560 | 4168 | 6417 | 1771 | 4332 |
| Hg | mg/kg | 0,165 | 0,055 | 0,04 | 0,085 | 0,085 | 0,07 | 0,05 | < 0,025 | < 0,025 | 0,085 | 0,135 | 0,095 |
| K | mg/kg | 638,3 | 831,3 | 662,1 | 556,9 | 425,9 | 789,4 | 314,6 | 551,8 | 373,3 | 541,7 | 290,5 | 356,4 |
| Li | mg/kg | < 2,00 | 2,65 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | 2,38 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 |
| Mg | mg/kg | 1844 | 2571 | 2056 | 1930 | 1689 | 2181 | 2055 | 1940 | 2453 | 2124 | 4428 | 2655 |
| Mn | mg/kg | 108,1 | 110,2 | 123,3 | 58,7 | 56,8 | 96,3 | 55,2 | 55 | 34,1 | 50,8 | 28,8 | 38 |
| Mo | mg/kg | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 | < 4,00 |
| Na | mg/kg | 2843 | 3832 | 2402 | 3679 | 2977 | 3738 | 3424 | 3380 | 4489 | 4248 | 9819 | 4336 |
| Ni | mg/kg | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 |
| P | mg/kg | 356,4 | 592,9 | 501,4 | 1031 | 1269 | 540 | 471,8 | 1100 | 260,7 | 1255 | 244,9 | 239,9 |
| Pb | mg/kg | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 | < 30,0 |
| Sb | mg/kg | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 |
| Se | mg/kg | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | 6,61 | 4,02 |
| Sn | mg/kg | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 | < 5,00 |
| Sr | mg/kg | 27,9 | 31,8 | 42,5 | 423,3 | 478,9 | 49 | 785,3 | 518 | 1393 | 544,4 | 2229 | 1073 |
| Ti | mg/kg | 566,8 | 571,2 | 640,7 | 432,8 | 431 | 533,1 | 411,3 | 436 | 186,9 | 309,2 | 160,7 | 267 |
| Tl | mg/kg | < 50,0 | 67,5 | < 50,0 | < 50,0 | < 50,0 | < 50,0 | < 50,0 | < 50,0 | 62,9 | 87,5 | < 50,0 | 57,6 |
| V | mg/kg | 95,7 | 53,6 | 108,1 | 25,5 | 25 | 56,6 | 25,1 | 19,7 | 12 | 19,4 | 7,81 | 14,1 |
| Zn | mg/kg | 14,2 | 17,5 | 16,9 | 9,61 | 8,04 | 14,6 | 7,37 | 8,89 | 6,47 | 8,95 | 2,34 | 6,17 |

En negrita valores sobre la norma de referencia ISQG, 2002.

- Granulometría

La fracción más representativa de los sedimentos submareales al interior de la bahía Conchalí fue arena muy fina con un promedio de 42% seguido por arena fina (36%). Mientras que en las estaciones controles la caracterización física de los sedimentos fue contradictoria, en E-CS el mayor porcentaje fue arena fina (70%) y arena media (24%), en cambio en la estación E-CN se detectó una mezcla de composición granulométrica en los sedimentos con mayor porcentaje de arena muy gruesa (34%) (Tabla EMQ-81).

La clasificación textural mostró la predominancia de arena, arena levemente gravosa y arena gravosa en las estaciones (E-1, E-3, E-4, E-5, E-7, E-9, E-CS y E-CN). En las estaciones E-2, E-6, E-8 y E-10 el sedimento se clasificó como arena fangosa (Tabla EMQ-82).

Tabla EMQ-81: Calidad Sedimentos Submareales. Facies texturales. Invierno 2015

| Caracterización Granulométrica (%) | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------------|------------|-------------|--------------|------------------|-------|
| Estación | Fango | Arena Muy Fina | Arena Fina | Arena Media | Arena Gruesa | Arena Muy Gruesa | Grava |
| E-1 | 3,53 | 33,73 | 59,51 | 3,01 | 0,18 | 0,04 | 0,01 |
| E-2 | 11,39 | 63,1 | 25,3 | 0,21 | 0 | 0 | 0 |
| E-3 | 4,6 | 37,52 | 57,04 | 0,81 | 0,02 | 0 | 0 |
| E-4 | 6,54 | 64,83 | 22,77 | 2,93 | 2,17 | 0,65 | 0,1 |
| E-5 | 0,91 | 44,94 | 26,41 | 7,28 | 3,66 | 5,79 | 11,01 |
| E-6 | 13,3 | 38,79 | 47,52 | 0,38 | 0 | 0 | 0 |
| E-7 | 1,61 | 18,31 | 64,32 | 15,27 | 0,48 | 0,01 | 0 |
| E-8 | 30,68 | 41,63 | 22,93 | 4,28 | 0,43 | 0,05 | 0 |
| E-9 | 19,11 | 25,03 | 8,02 | 15,92 | 28,84 | 3,05 | 0,04 |
| E-10 | 11,97 | 56,9 | 27,89 | 2,97 | 0,26 | 0,01 | 0 |
| E-CS | 2,31 | 2,38 | 70,23 | 23,72 | 1,08 | 0,22 | 0,07 |
| E-CN | 6,18 | 3,68 | 5,07 | 5,32 | 21,24 | 33,59 | 24,93 |

Tabla EMQ-82: Calidad Sedimentos Submareales. Estadígrafos. Invierno 2015

| Estación | Peso total | Diámetro medio grano | Grado de selección | Curtosis | Asimetría | Clasificación* |
|----------|------------|----------------------|--------------------|----------|-----------|---------------------------------|
| E-1 | 100,05 | 3,09 | 0,53 | 0,61 | 0,48 | Arena levemente gravosa |
| E-2 | 100,02 | 3,48 | 0,84 | 1,69 | -0,06 | Arena fangoso |
| E-3 | 100,05 | 3,12 | 0,53 | 0,6 | 0,46 | Arena |
| E-4 | 100,03 | 3,42 | 0,77 | 1,36 | -0,36 | Arena levemente gravosa |
| E-5 | 100,03 | 2,22 | 1,76 | 1,12 | -0,57 | Arena gravoso |
| E-6 | 100,02 | 3,37 | 0,93 | 1,5 | 0,1 | Arena fangoso |
| E-7 | 100,08 | 2,94 | 0,62 | 2,25 | 0,26 | Arena |
| E-8 | 100,06 | 4,13 | 1,53 | 1,11 | 0,42 | Arena fangoso |
| E-9 | 100,08 | 2,66 | 1,95 | 0,88 | 0,19 | Arena fangosa levemente gravosa |
| E-10 | 100,01 | 3,44 | 0,89 | 1,59 | -0,05 | Arena fangoso |
| E-CN | 100,02 | 0,2 | 1,7 | 1,84 | 0,45 | Arena gravoso |
| E-CS | 100,06 | 2,46 | 0,49 | 0,69 | -0,53 | Arena levemente gravosa |

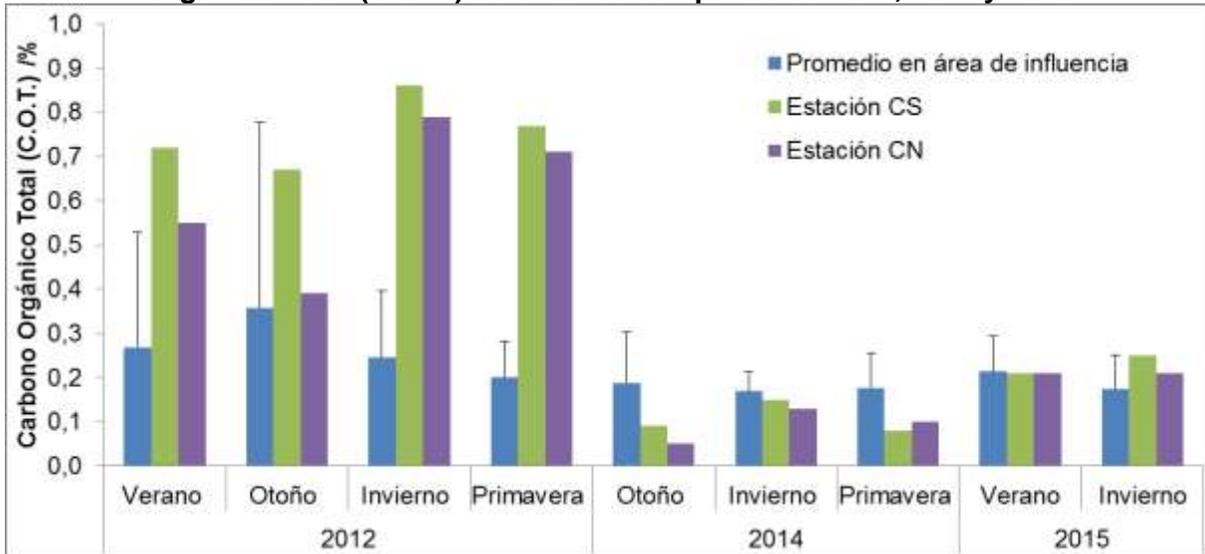
*Clasificación textural según Wentworth, 1922

- *Síntesis de resultados de sedimentos submareales*

La calidad química de la matriz sedimentaria submareal evaluada, registró preferentemente niveles o concentraciones inferiores a los límites establecidos por los estándares internacionales consultados, y definidos como adecuados para la protección de la vida acuática marina. Por ejemplo, en todas las campañas se registró los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's) y algunos metales analizados (e.g. berilio (Be), bismuto (Bi), molibdeno (Mo), estaño (Sn) y antimonio (Sb)) fueron inferiores a los límites establecidos por los estándares internacionales. De igual forma, la granulometría del sedimento submareal estuvo caracterizada por un predominio casi exclusivo de la fracción arena, en especial las fracciones arena fina y muy fina en la mayoría de las estaciones evaluadas dentro de la bahía Conchalí. Solo en las estaciones control norte y sur se registró predominio de arena más gruesa.

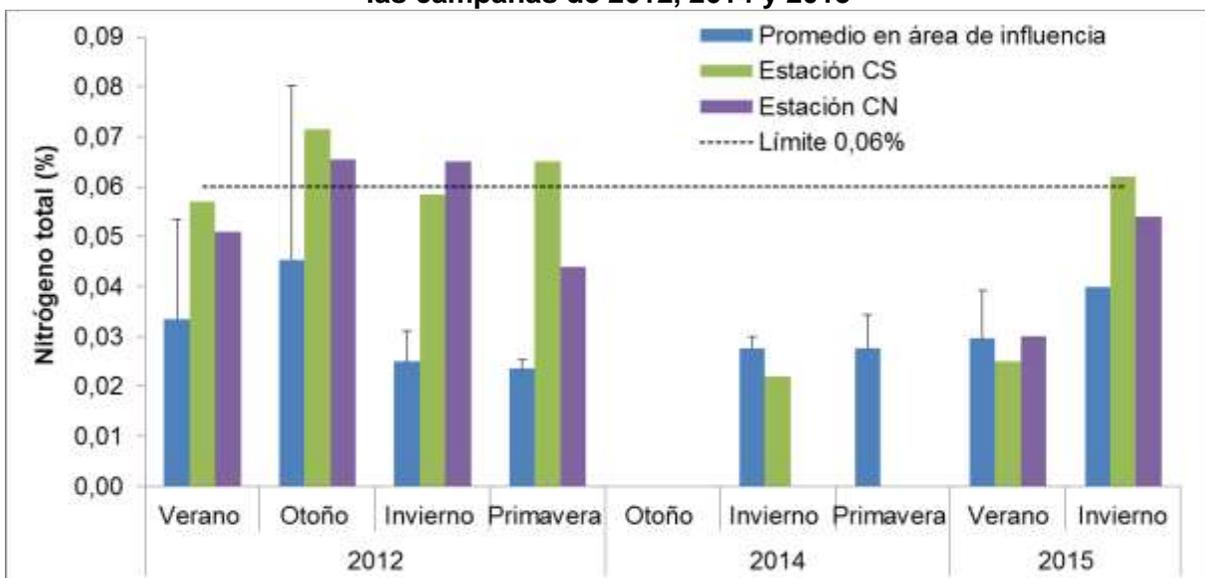
En las campañas realizadas 2014 y 2015, todos los valores medidos de pH fueron mayores a la norma (pH de 6,8) definida por la Subpesca (R.E. N° 3.612/2009), como también las mediciones del potencial redox, las cuales dieron resultados con valores positivos. Estos últimos evidenciaron la predominancia de procesos oxidativos en la degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos (Hinchey & Schaffner 2005), tanto en el área de influencia como en los controles. Igualmente, los valores del potencial redox estuvieron sobre el límite de >50 mV establecido por la Subpesca (R.E. N° 3.612/2009). Esta variable concuerda con los valores obtenidos de C.O.T. (carbono orgánico total) que no superó el 1% (Figura EMQ-15), y los cuales se encuentra bajo los límites obtenidos en Mejillones de un promedio de 1,53% (Guíñez *et al.*, 2010). Siguiendo la misma línea, los valores de M.O.T. (materia orgánica total) en el área de influencia como en los controles tuvo como valor máximo 1,58%, siendo inferior al límite de 9% establecido en la norma de la Subpesca (R.E. N° 3.612/2009). Además, los monitoreos realizados por la Directemar en el marco del proyecto POAL (Programa de Observación del Ambiente Litoral) que se realiza semestralmente en la bahía, exhibieron valores promedio de 0,53% durante los años 2007 a 2014. Por lo tanto la bahía Conchalí puede ser catalogada como ambiente normal sin perturbación en relación al pH, potencial redox, C.O.T. y M.O.T.

Figura EMQ-15: Sedimentos submareales. Concentración en porcentaje de Carbono Orgánico Total (C.O.T.) durante las campañas de 2012, 2014 y 2015



En esta misma línea, el nitrógeno total (Figura EMQ-16) siguió la misma tendencia en la mayoría de las estaciones mostrando niveles inferiores bajo los efectos esperados sobre la biota de 0,06% definido por Persaud *et al.* (1993) que indica el nivel de contaminación en sedimentos que puede ser tolerado por la mayoría de las especies bentónicas. Los valores encontrados en la bahía Conchalí son inferiores a los niveles de nitrógeno total muestreados en Mejillones (promedio de 0,12%), los cuales provienen de depositación de material orgánico de origen fitoplanctónico (Guíñez *et al.*, 2010), proceso similar que podría estar sucediendo en la bahía Conchalí. En la figura, campañas sin valor corresponden a niveles menores al límite de detección (<0,02%).

Figura EMQ-16: Sedimentos submareales. Concentración de Nitrógeno total durante las campañas de 2012, 2014 y 2015

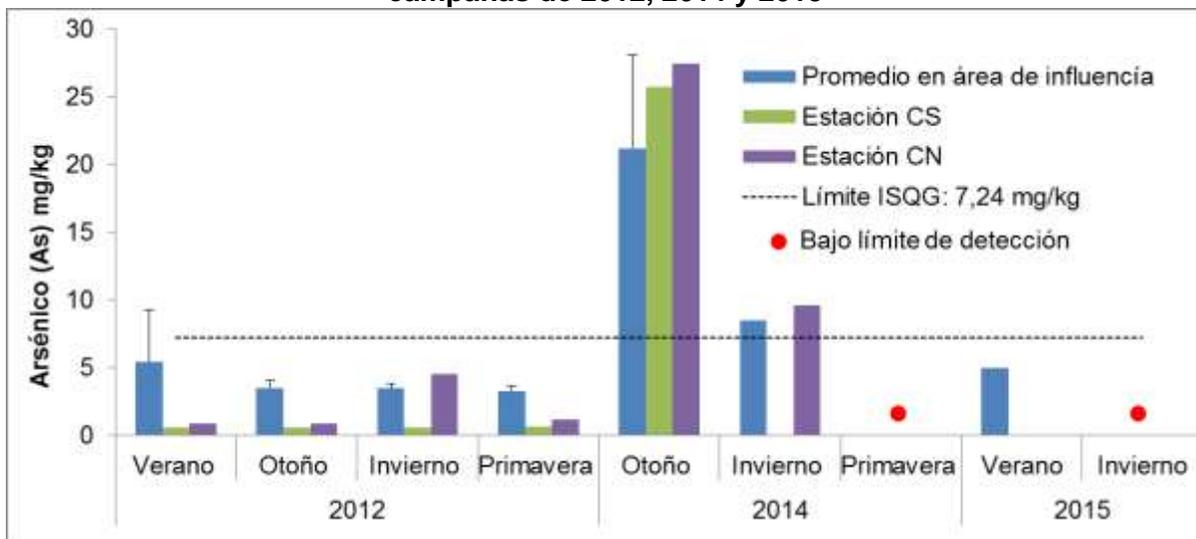


Respecto de las concentraciones de metales en sedimentos submareales que presentaron niveles de referencia en la normativa de calidad consultada. Cabe destacar que el cadmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn) presentaron concentraciones inferiores al umbral ISQG (2002) y son también inferiores al límite de efectos probables (PEL) sobre la biota marina definidos por la misma normativa.

En cuanto a la variabilidad espacial y distribución de las concentraciones de los metales evaluados en los sedimentos submareales en la totalidad de estaciones evaluadas, se apreció una amplia dispersión dentro del área de influencia, encontrando concentraciones máximas tanto en las estaciones controles como también en estaciones ubicadas al interior del área de influencia. Dentro de aquellos analitos que presentaron niveles de referencia, arsénico (As), mercurio (Hg) y plata (Ag) presentaron niveles que superaron a la norma internacional consultada.

El arsénico (As) en tres campañas superó el límite umbral ISQG (7,24 mg/kg), pero nunca sobrepasó el nivel PEL (41,6 mg/kg) establecido, (Figura EMQ-17). Internacionalmente el rango de normal de arsénico total en sedimentos marino fluctúa entre 5 a 15 mg/kg, sin embargo este metal en ciertas condiciones (o estados) puede asociarse con algunos metales presentes en la columna de agua, entre ellos el cobre (Neff 1997). Lo que coincide con el aumento de arsénico registrado en los sedimentos marinos en otoño 2014 (mayor a 20 mg/kg), como con el aumento de cobre en la columna de agua en la misma fecha (ver sección 7.1.4.2.1).

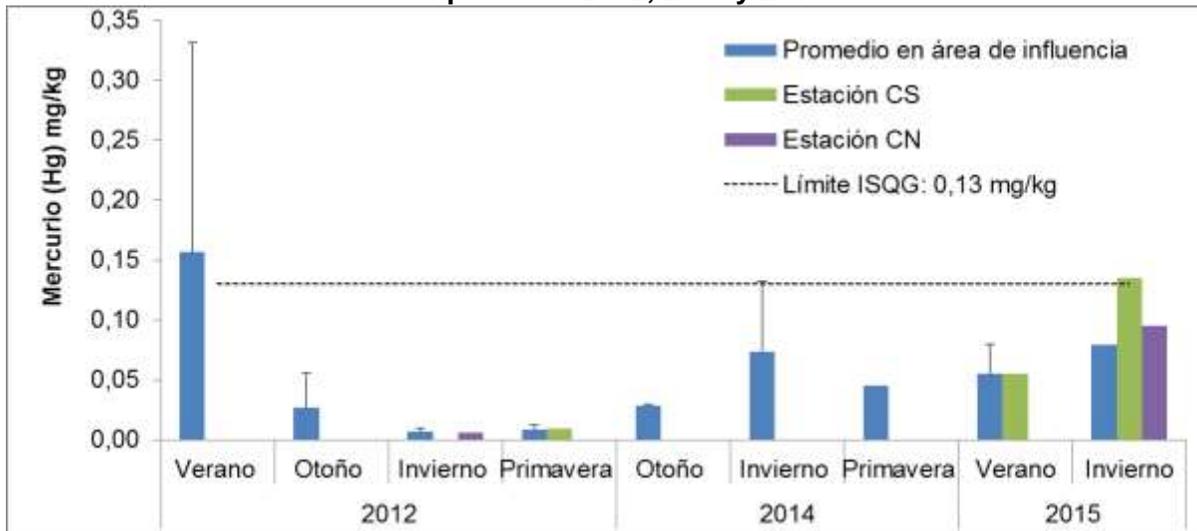
Figura EMQ-17: Sedimentos submareales. Concentración de Arsénico (As) durante las campañas de 2012, 2014 y 2015



La concentración de mercurio (Hg) dentro de la bahía Conchalí sobrepasó la norma ISQG (0,13 mg/kg) en dos oportunidades, en verano 2012 con un máximo 0,32 mg/kg e invierno 2014 con una máximo de 0,16 mg/kg, (Figura EMQ-18). No obstante, estos valores son menores a las concentraciones promedio de mercurio encontradas en los sedimentos marinos de la bahía de Antofagasta (0,404 mg/kg) (Valdés *et al.*, 2010). Además, en la literatura se ha establecido que solamente una parte del mercurio depositado permanece en los sedimentos debido a la internación con la columna de agua, la asimilación del mercurio y la oxidación por parte de la materia orgánica (Meritt & Amirbahman, 2009). Por lo tanto, al

igual que lo reportado en Antofagasta por Valdés *et al.* (2010), los altos valores de mercurio en verano 2012 se podrían deber principalmente a la mayor productividad biológica y la producción de oxígeno en la columna de agua, y en consecuencia a la interacción con los sedimentos marinos.

Figura EMQ-18: Sedimentos submareales. Concentración de mercurio durante las campañas de 2012, 2014 y 2015



Las concentraciones de plata (Ag) en la estación control CS en dos oportunidades superó la norma internacional (1,77 mg/kg; rango medio establecido por MacDonald (1996)), en otoño 2014 fue de 2,6 mg/kg y en invierno 2014 fue de con 2,5 mg/kg. Estos valores pueden estar asociados a la cercanía del emisario submarino de la ciudad de los Vilos, ya que se ha relacionado los altos niveles de plata con las descargas de origen antropogénico, además de ser un metal altamente oxidable (potencial redox) y dispersable fácilmente al estar unido con varios estados de cloro (Luoma *et al.*, 1995; McKay & Pedersen 2008)

La concentración de cobre (Cu) al interior del área de influencia en la campaña de verano 2012, en la estación B1 y B2, presento concentraciones superiores al nivel PEL (108 m/kg) y en la campana de invierno 2012, fuera del área de influencia, en la estación control CN, también presento concentraciones mayores al nivel PEL. Además, se reportó en otoño 2014, en las estaciones E-1 y E3, concentraciones levemente mayores al nivel de ISQG (18,7 mg/kg). De este modo se puede establecer que solo en tres oportunidades (verano e invierno 2012 y otoño 2014) se encontraron altas concentraciones de cobre, el resto de estaciones promedió una concentración de 9,0 mg/kg, la cual está bajo el nivel PEL establecido por el gobierno de Canadá (Figura EMQ-19 y Tabla EMQ-83). Adicionalmente, los monitoreos realizados por la Directemar en el marco del proyecto POAL (Programa de Observación del Ambiente Litoral) durante los años 2007 a 2014, exhibieron valores promedio de 6,9 mg/kg, con un único valor máximo de 25 mg/kg en noviembre el 2013 que superó el nivel ISQG (18,7 mg/kg).

Figura EMQ-19: Sedimentos submareales. Concentración de Cobre (Cu) durante las campañas de 2012, 2014 y 2015

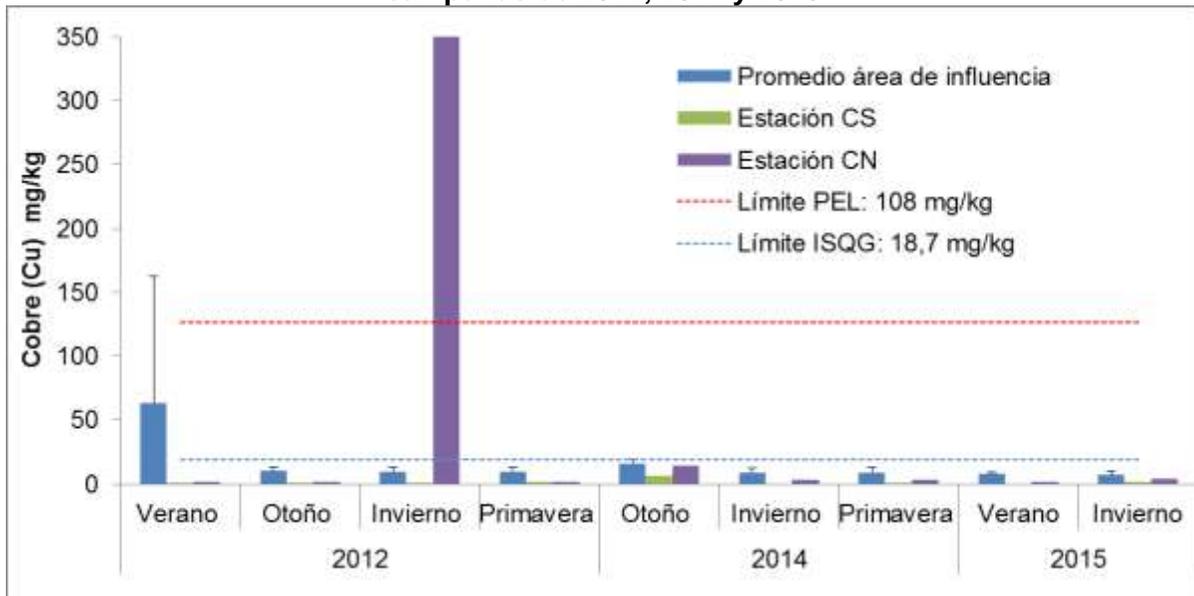


Tabla EMQ-83: Sedimentos submareales. Concentración de Cobre (Cu) durante las campañas de 2012, 2014 y 2015.

| Est. | 2012 | | | | 2014 | | | | 2015 | |
|------|--------------|-------|--------------|-----------|------|-------------|----------|-----------|--------|----------|
| | Verano | Otoño | Invierno | Primavera | Est. | Otoño | Invierno | Primavera | Verano | Invierno |
| B1 | 232,2 | 9,2 | 10,3 | 11,4 | E-1 | 21,8 | <2.0 | 8,5 | 7,0 | 7,2 |
| B2 | 215,8 | 12,3 | 13,9 | 12,6 | E-2 | 17 | <2.0 | 10,6 | 9,1 | 11,9 |
| B3 | 17,3 | 11 | 13,5 | 12,8 | E-3 | 22,8 | <2.0 | 9 | 7 | 8,2 |
| B4 | 8,9 | 9,2 | 8,9 | 5,9 | E-4 | 14,7 | <2.0 | 8,4 | 5,5 | 6,2 |
| B5 | 14,8 | 14,3 | 12,4 | 12,9 | E-5 | 11,9 | <2.0 | 5,2 | 4,9 | 6,5 |
| B6 | 6,9 | 6,5 | 6,7 | 6,2 | E-6 | 15,4 | <2.0 | 11,3 | 9,3 | 9,0 |
| B7 | 5,3 | 5,8 | 6,5 | 6,6 | E-7 | 12,2 | 5,8 | 4,1 | 7,5 | 3,2 |
| B8 | 6,8 | 12,5 | 7 | 8,1 | E-8 | 14,2 | 14 | 15,1 | 10 | 8,8 |
| CS | 1,2 | 1,1 | 0,8 | 1,3 | E-9 | 16,8 | 6,5 | 14,3 | 9,4 | 2,0 |
| CN | 1,4 | 2 | 351,2 | 1,8 | E-10 | 14,6 | 8,9 | 4,4 | 5,8 | 5,3 |
| | | | | | E-CS | 6,4 | <1.0 | 1,2 | < 1,0 | 1,9 |
| | | | | | E-CN | 14,1 | 3,5 | 3 | 1,5 | 4,0 |

En negrita valores sobre la norma de referencial ISQG, 2002.

En general, las concentraciones de cobre encontradas en los sedimentos submareales son menores a las reportadas en la mayoría de los puertos de Chile, acercándose más al nivel de control determinado por Aguirre-Martínez *et al.* (2009) (Tabla EMQ-84). Por lo tanto, se establece que la presencia de cobre en la bahía Conchalí presentó niveles bajos la referencia a las normas internacionales consultadas y a los estudios científicos citados, con excepción de algunas concentraciones puntuales obtenidas en el año 2012 las que superaron el nivel ISQG del gobierno de Canadá. Estas excepciones fueron cuantificadas en la primera campaña de verano del 2012 y en la estación control norte (CN), surgiendo que el cobre está presente de forma natural en las costas de Chile (Valdés *et al.*, 2010). De esta

manera se puede ilustrar, en relación al cobre, que en el área de influencia se mantiene niveles que no han los sedimentos marinos.

Tabla EMQ-84: Sedimentos marinos. Concentración de cobre (mg/kg) en distintos puertos de Chile

| Ubicación Puertos | Cu (mg/kg) | Referencia |
|-------------------|------------|---------------------------------------|
| Iquique | 514,33 | Aguirre-Martínez <i>et al.</i> , 2009 |
| Patache | 68,33 | Aguirre-Martínez <i>et al.</i> , 2009 |
| Antofagasta | 856,9 | Valdés <i>et al.</i> , 2010 |
| Talcahuano | 512,10 | Aguirre-Martínez <i>et al.</i> , 2009 |
| San Vicente | 109,80 | Aguirre-Martínez <i>et al.</i> , 2009 |
| Coliumo | 29,13 | Aguirre-Martínez <i>et al.</i> , 2009 |
| Nivel control | 30,00 | Aguirre-Martínez <i>et al.</i> , 2009 |

En consecuencia a todos los análisis realizados en esta línea de base se puede concluir, asimismo como establecer; que los sedimentos marinos son un resumidero de los contaminantes que ingresan y/o se generan en la columna de agua (Aguirre-Martínez *et al.*, 2009) y las concentraciones de metales fluctuaron de una campaña a otra. Este patrón estaría asociado a los procesos oceanográficos específicos al interior del área de influencia los que influyen en la concentración de metales presentes en los sedimentos submareales dispersándolos y/o acumulándolos en distintos lugares.

7.1.4.2.4 Metales en Tejidos de Biota Marina

- *Normativa de metales en tejido animal*

La referencia nacional de contaminantes en organismos se reduce al Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/1996), el cual solo norma los límites máximos para algunos de los metales analizados en este informe, (plomo, mercurio y arsénico) referidos a productos del mar, ya sea en pescados o mariscos (bivalvos, crustáceos, equinodermos y tunicados) congelados, en fresco o enfriados, mientras que los restantes elementos, tales como cobre (Cu), cadmio (Cd), cromo (Cr), antimonio (Sb), hierro (Fe), selenio (Se), zinc (Zn), solo hacen mención a “otros productos” alimenticios enlatados, y son utilizados solo como referencia. En consecuencia, para efectos de este estudio se utilizarán las referencias provenientes del DS 977/1996, conjuntamente las siguientes referencias o estándares internacionales:

- Reglamento (CE) 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas. Fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.
- Norma Oficial Mexicana NOM-129-SSA1-1995, Bienes y Servicios. Productos de la Pesca: secos-salados, ahumados, moluscos, cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- SFEI (1997) (1996). Annual Report: San Francisco Estuary Regional Monitoring Program for Trace Substances. San Francisco Estuary Institute, Richmond, CA.
- EPA, 1993 (en Ahumada, R. (1995). bahías: áreas de uso múltiple, un enfoque holístico del problema de la contaminación. Ciencia y Tecnología del Mar. Valparaíso, N° Especial).

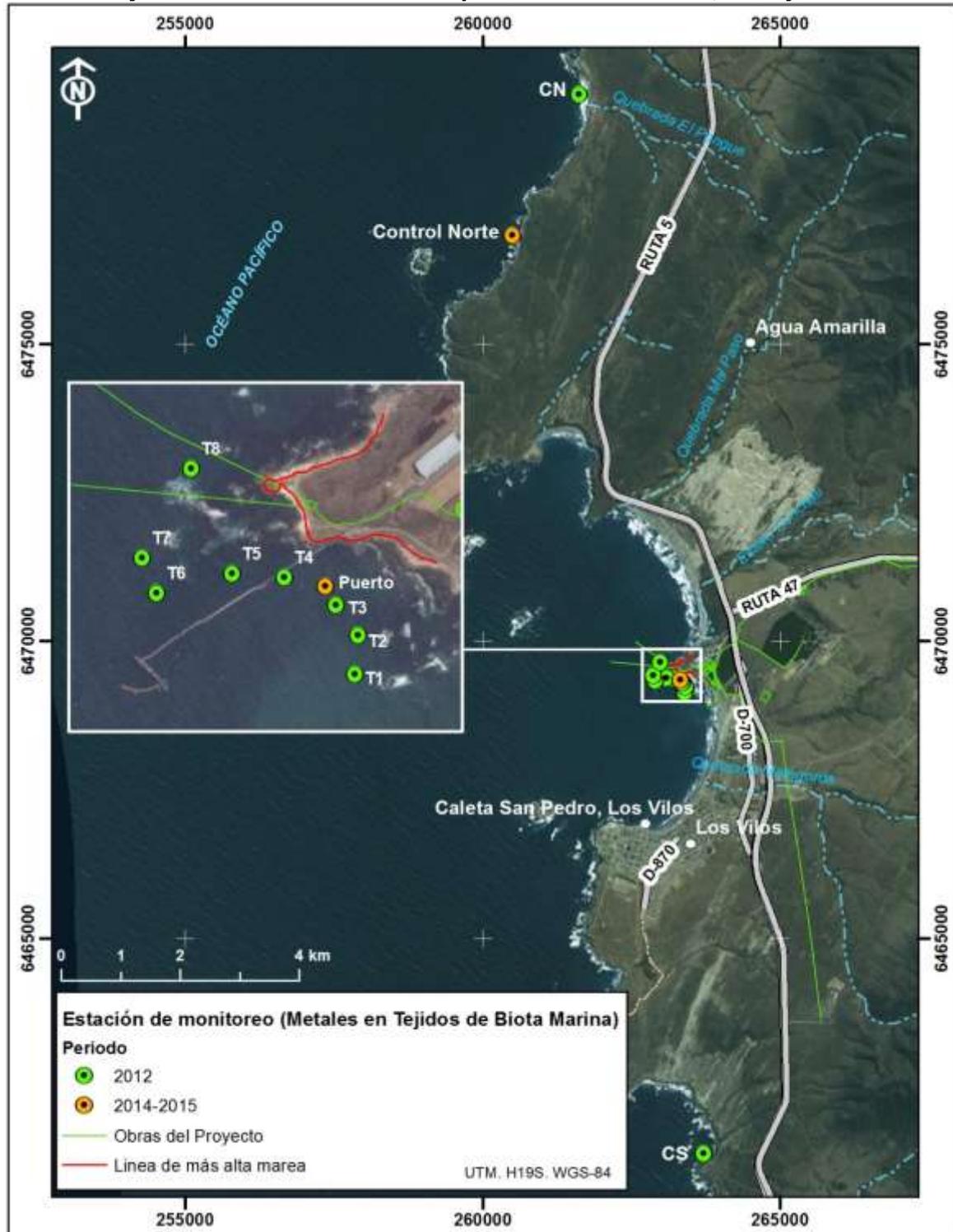
- *Materiales y Métodos*

En las campañas realizadas el 2012 (verano, otoño, invierno y primavera), se efectuaron los análisis del contenido de metales pesados en tejido de músculo de organismos marinos, los cuales incluyeron moluscos herbívoros o lapa (*Fisurella* sp.) y crustáceos decápodos carnívoros (jaibas de diferentes especies). Estos organismos fueron recolectados en las mismas 10 (diez) estaciones definidas y empleadas para el muestreo de las comunidades submareales de fondos rocosos (desde T1 hasta T8, incluido CN y CS), conforme a la disponibilidad de especies (Figura EMQ-20). La captura de estos organismos se ejecutó de acuerdo al permiso de pesca de investigación contenido en la Resolución Exenta N° 2.961 de 10 de noviembre de 2011 (ver Anexo EM-1) Los organismos fueron recolectados por buceo semi autónomo, luego dispuestos en contenedores plásticos debidamente rotulados y despachados en forma congeladas al laboratorio analítico acreditado ALS. En el Anexo EM-2 se entregan copias de los certificados analíticos.

En las campañas realizadas durante el 2014 (otoño, invierno, primavera) y el 2015 (verano e invierno) se efectuaron los análisis del contenido de metales pesados en tejido de músculo de los organismos marinos, los cuales incluyeron moluscos herbívoros o lapa (*Fisurella* sp.), bivalvos filtradores (*Perumytilus purpuratus*) y crustáceos decápodos carnívoros (jaibas de diferentes especies). Estos organismos fueron recolectados en el sector del puerto y en la estación E-CN (Figura EMQ-20). La captura de estos organismos se ejecutó de acuerdo al permiso de pesca de investigación contenido en la Resolución Exenta N° 1322 de 14 de mayo de 2014. Los organismos fueron recolectados buceo autónomo, luego dispuestos en contenedores plásticos debidamente rotulados y despachados al en forma congeladas al laboratorio analítico acreditado ALS. En el Anexo EM-2 se entregan copias de los certificados analíticos.

Para comparar las diferencias existentes en la concentración de metales el sector del puerto con la estación control norte (E-CN) se realizó un test estadístico ANOVA de una vía.

Figura EMQ-20: Ubicación de las estaciones de muestreo para análisis de metales en tejido de biota durante las campañas durante el 2012, 2014 y 2015



- *Resultados*

A continuación se muestran los resultados de cada una de las campañas realizadas en 2012, 2014 y 2015. Se exponen tabulados todos los parámetros evaluados y se detallan los analitos más representativos que con mayor frecuencia en la literatura científica y en las normas nacionales e internacionales, como es el caso de; arsénico (As), Cadmio (Cd), cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Estaño (Sn) y Zinc (Zn).

Verano 2012

La Tabla EMQ-85 exhibe los resultados de todos los analitos analizados en la los tejidos de la biota marina. Con el objeto de facilitar el análisis se describen los parámetros más representativos.

- **Arsénico (As)**

Las concentraciones de arsénico presentaron diferencias entre crustáceos y moluscos. En efecto, en tejido de crustáceos fluctuó entre 4,65 mg/kg (CN) y 19,7 mg/kg en T1, y en tejido de moluscos varió entre 0,88 mg/kg en T2 y 2,94 mg/kg en T3. El DS 977/1996 y la Norma mexicana (NOM-129-SSA1-1995) indican que el límite máximo de arsénico en moluscos es de 2 mg/kg, en consecuencia, todas las concentraciones de arsénico en tejido de crustáceos registrados sobrepasaron dicha normativa referencial, y también la sobrepasaron 4 de los 10 registros de arsénico obtenidos en moluscos herbívoros.

- **Cadmio (Cd)**

La concentración de cadmio en los tejidos de las especies presentó una importante variabilidad entre estaciones evaluadas. En efecto, en tejido de organismos crustáceos carnívoros los valores fluctuaron entre 0,026 mg/kg en T1 y 7,62 mg/kg en T5, y en tejido de moluscos varió entre 0,07 mg/kg en T2 y 7,14 mg/kg en T7. El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, el Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece límites referenciales para el cadmio, no obstante, de acuerdo a al Reglamento (CE) 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas, que fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, establece un límite admisible de cadmio para los moluscos bivalvos de 1 mg/kg. En consecuencia, solo 4 muestras de tejido, de un total de 10, de los recursos analizados en esta campaña de línea de base fueron inferiores a este límite o estándar referencial, y todo el resto resultó superior.

- **Cobre (Cu)**

Las concentraciones de Cu en tejido de crustáceos varió entre 6,81 mg/kg en la estación CS y 40,7 mg/kg en T8, y en tejido de molusco fluctuó entre 0,619 mg/kg en T1 y 17,5 mg/kg en T6. De acuerdo al DS 977/1996 del Ministerio de Salud, los máximos valores encontrados en esta campaña sobrepasan esta normativa, que establece como límite máximo en “otros productos” de alimentos una concentración de 10 mg/kg. En consecuencia, éste límite es sobrepasado en dos recursos evaluados, que representan diferentes niveles tróficos, carnívoro y herbívoro.

- Cromo total (Cr)

En tejido de crustáceos las concentraciones de cromo total fueron inferiores al límite de detección de la metodología empleada en todas las estaciones analizadas (<0,10 mg/kg). Sin embargo, en tejido de moluscos se registraron niveles cuantificables levemente superiores a este límite, con un máximo de 0,38 mg/kg en T3. El DS 977/1996 Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece valores límite para el cromo total. Sin embargo, la EPA 1993 (en Ahumada, 1995) establece un límite máximo de 0,1 mg/kg. Por otra parte, SFEI, (1997) establece para moluscos niveles máximos de cromo total de 4,3 mg/kg. En función de estos estándares referenciales, solo las concentraciones de cromo en moluscos recolectados en 5 de las 10 estaciones evaluadas sobrepasaron el nivel establecido por EPA (1993) pero todos resultan inferiores al límite de Mussel Watch (SFEI, 1997).

- Mercurio (Hg)

El mercurio registró niveles mayores en tejido de crustáceos en comparación a los moluscos. De este modo las concentraciones en crustáceos fluctuaron entre 0,0054 mg/kg en la estación CS y 0,0616 mg/kg en T1, mientras que en tejido de moluscos varió entre 0,0022 mg/kg en T5 y 0,0072 mg/kg en T3. Conforme a estos resultados, todos los valores de mercurio registrados en esta campaña estival fueron inferiores a las referencias nacionales e internacionales consultadas. En efecto, el DS 977/1996 del Ministerio de Salud de Chile indica valores referenciales de este elemento en mariscos frescos de 0,5 mg/kg, mientras que el Reglamento 221/02 de la Comunidad Europea indica un límite permisible en moluscos bivalvos de 1,5 mg/kg.

- Plomo (Pb)

Las concentraciones de plomo registradas fueron levemente superiores en moluscos respecto de crustáceos, con valores máximos de 0,244 mg/kg (T4) y 0,034 mg/kg (T2) en molusco y crustáceos, respectivamente. El DS 977/1996, Reglamento Sanitario de Alimentos, establece un valor máximo de plomo de 2 mg/kg en mariscos frescos, en consecuencia, todas las concentraciones obtenidas en este estudio se encuentran bajo este límite.

- Estaño (Sn)

Los niveles de estaño registrados presentaron valores inferiores al límite de detección de la metodología empleada en todas las estaciones analizadas (<0,05 mg/kg). El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, indica valores referenciales máximos de 250 mg/kg para el caso de conservas de pescados y mariscos, en consecuencia, las concentraciones de estaño registradas son notablemente inferiores al estándar nacional consultado, considerando que corresponde a productos enlatados.

- Zinc (Zn)

Los niveles zinc registrados fueron comparativamente superiores en crustáceos que en moluscos. En las concentraciones en tejidos de crustáceos fluctuó entre 20,9 mg/kg en T4 y 75,2 mg/kg en T1, y en moluscos varió entre 3,89 mg/kg en T3 y 38,5 mg/kg en T4. El Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/1996) indica que el límite máximo de zinc en

productos alimenticios es de 100 mg/kg, en consecuencia, las concentraciones actuales informadas en los tejidos de las especies analizadas son inferiores a este límite referencial.

Tabla EMQ-85: Metales en tejido de biota (mg/kg). Verano 2012

| Metales | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | CN | CS |
|------------------|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Aluminio (Al) | Crustáceo | <2,0 | 22,3 | 12,4 | 11,8 | 2,5 | 3,1 | 2,8 | <2,0 | 18,4 | <2,0 |
| | Molusco | 3,5 | 25,6 | 81,2 | 12 | 9,1 | 19,2 | 8,5 | 45,2 | 4,3 | 10,2 |
| Antimonio (Sb) | Crustáceo | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| | Molusco | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Arsénico (As) | Crustáceo | 19,7 | 8,28 | 12,4 | 6,86 | 13 | 16,9 | 13,2 | 13,7 | 4,65 | 14,4 |
| | Molusco | 1,78 | 0,881 | 2,94 | 1,33 | 1,84 | 2,21 | 1,41 | 2,43 | 2,49 | 1,85 |
| Bario (Ba) | Crustáceo | 0,279 | 0,338 | 0,28 | 0,666 | 0,132 | 0,173 | 0,217 | 0,178 | 0,461 | 0,184 |
| | Molusco | 0,045 | 0,107 | 0,391 | 0,093 | 0,068 | 0,079 | 0,043 | 0,131 | 0,067 | 0,056 |
| Berilio (Be) | Crustáceo | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| | Molusco | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| Bismuto (Bi) | Crustáceo | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| | Molusco | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Cadmio (Cd) | Crustáceo | 0,0266 | 1,76 | 3,54 | 0,562 | 7,62 | 2,44 | 1,5 | 4,07 | 1,44 | 3,7 |
| | Molusco | 6,24 | 0,0743 | 1,4 | 0,825 | 1,99 | 7,14 | 7,6 | 2,61 | 3,7 | 6,54 |
| Calcio (Ca) | Crustáceo | 9300 | 4600 | 8240 | 15200 | 4630 | 7130 | 3470 | 5070 | 6030 | 3670 |
| | Molusco | 575 | 577 | 1970 | 432 | 615 | 992 | 762 | 1600 | 609 | 607 |
| Cobre (Cu) | Crustáceo | 7,05 | 29,6 | 33,5 | 19,8 | 34 | 32,2 | 34,7 | 40,7 | 6,81 | 29,8 |
| | Molusco | 0,799 | 0,619 | 2,86 | 2,43 | 3,9 | 17,5 | 2,36 | 13,5 | 0,897 | 0,887 |
| Cobalto (Co) | Crustáceo | <0,020 | 0,026 | 0,03 | 0,023 | 0,045 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | 0,136 | <0,020 |
| | Molusco | 0,028 | 0,022 | 0,064 | 0,067 | 0,047 | 0,096 | 0,053 | 0,092 | 0,041 | 0,037 |
| Cromo total (Cr) | Crustáceo | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| | Molusco | 0,1 | 0,11 | 0,38 | <0,10 | 0,1 | 0,18 | 0,1 | 0,23 | <0,10 | 0,13 |
| Estaño (Sn) | Crustáceo | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | Molusco | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Estroncio (Sr) | Crustáceo | 140 | 65,2 | 92,1 | 197 | 43,4 | 73,3 | 38,4 | 57,6 | 96,7 | 36 |
| | Molusco | 5,94 | 7,52 | 20 | 5,19 | 6,97 | 10,2 | 8,24 | 13,9 | 7,79 | 5,68 |
| Litio (Li) | Crustáceo | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 |
| | Molusco | <0,30 | <0,30 | <0,30 | <0,10 | <0,30 | <0,30 | <0,30 | <0,30 | <0,30 | <0,30 |
| Magnesio (Mg) | Crustáceo | 802 | 838 | 908 | 1380 | 824 | 812 | 878 | 859 | 1210 | 906 |
| | Molusco | 868 | 918 | 892 | 713 | 907 | 986 | 978 | 998 | 925 | 789 |
| Manganeso (Mn) | Crustáceo | 0,218 | 1,09 | 1,4 | 0,631 | 1,29 | 1,26 | 0,666 | 1,12 | 0,737 | 0,808 |
| | Molusco | 0,742 | 0,675 | 2,2 | 14,7 | 0,714 | 1,13 | 0,7 | 1,48 | 0,782 | 0,926 |
| Mercurio (Hg) | Crustáceo | 0,0616 | 0,0201 | 0,0362 | 0,0078 | 0,0315 | 0,0492 | 0,0413 | 0,0375 | 0,0054 | 0,0281 |
| | Molusco | 0,0024 | 0,0025 | 0,0072 | 0,0029 | 0,0022 | 0,0055 | 0,0029 | 0,0046 | 0,0028 | 0,0026 |
| Molibdeno (Mo) | Crustáceo | <0,010 | 0,079 | 0,058 | 0,095 | 0,055 | 0,04 | 0,054 | 0,072 | 0,132 | 0,038 |
| | Molusco | 0,058 | 0,047 | 0,106 | 0,031 | 0,061 | 0,075 | 0,065 | 0,075 | 0,064 | 0,059 |
| Níquel (Ni) | Crustáceo | <0,10 | 0,2 | <0,10 | 0,13 | 0,3 | 0,16 | <0,10 | 0,21 | 0,38 | 0,12 |
| | Molusco | 0,2 | <0,10 | 0,23 | 0,28 | 0,3 | 0,37 | 0,11 | 0,37 | 0,28 | 0,18 |
| Plomo (Pb) | Crustáceo | <0,020 | 0,034 | 0,025 | 0,026 | 0,028 | 0,025 | <0,020 | <0,020 | 0,021 | <0,020 |
| | Molusco | 0,056 | 0,024 | 0,136 | 0,244 | 0,027 | 0,041 | 0,043 | 0,034 | 0,051 | 0,059 |
| Selenio (Se) | Crustáceo | 1,26 | 1,27 | 0,81 | 0,49 | 1,19 | 0,84 | 0,49 | 0,88 | 0,32 | 0,97 |
| | Molusco | 0,27 | 0,28 | 0,51 | 0,32 | 0,34 | 0,62 | 0,54 | 0,36 | 0,34 | 0,27 |
| Talio (Tl) | Crustáceo | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| | Molusco | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Uranio (U) | Crustáceo | <0,0020 | 0,018 | 0,0049 | 0,0202 | 0,0045 | 0,0035 | 0,0031 | 0,0047 | 0,0256 | 0,0028 |
| | Molusco | 0,03 | 0,0162 | 0,0339 | 0,0078 | 0,0337 | 0,0591 | 0,0214 | 0,0483 | 0,035 | 0,0306 |
| Vanadio (V) | Crustáceo | <0,10 | 0,23 | <0,10 | 0,11 | 0,13 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | 0,21 | <0,10 |
| | Molusco | <0,10 | 0,13 | 0,63 | 0,12 | <0,10 | 0,12 | <0,10 | 0,48 | <0,10 | <0,10 |
| Zinc (Zn) | Crustáceo | 75,2 | 36,3 | 28,6 | 20,9 | 43,4 | 58 | 31,6 | 51,5 | 21,3 | 47,3 |
| | Molusco | 4,07 | 3,89 | 13,7 | 38,5 | 10,9 | 15,4 | 11,3 | 10,5 | 4,25 | 4,22 |

Otoño 2012

La Tabla EMQ-86 exhibe los resultados de todos los analitos analizados en los tejidos de la biota marina durante la campaña de otoño 2012. Con el objeto de facilitar el análisis se describen los parámetros más representativos.

- Arsénico (As)

Los niveles de arsénico presentaron niveles diferenciales entre crustáceo y molusco. En efecto, en tejido de crustáceo las concentraciones fluctuaron entre 5,62 mg/kg en T8 y 43,3 mg/kg en T6 y en tejido de molusco varió entre 1,07 mg/kg (T8) y 2,81 mg/kg en CS. El DS 977/1996 y la Norma mexicana (NOM-129-SSA1-1995), indican que el límite máximo de arsénico en moluscos es de 2 mg/kg, en consecuencia, todas las concentraciones de arsénico en tejido de crustáceo y el 20% de las muestras de moluscos registradas en este estudio (incluyendo estaciones control) sobrepasaron dicha normativa referencial.

- Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio presentó importante variabilidad entre estaciones evaluadas pero no entre crustáceos y moluscos. En efecto, en tejido de crustáceo fluctuaron entre 0,187 mg/kg (T5) y 9,47 mg/kg en CN, y en tejido de moluscos varió entre 0,795 mg/kg (T5) y 4,54 mg/kg en CN. El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece límites referenciales para el cadmio, no obstante, de acuerdo a al Reglamento (CE) 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas, se establece un límite admisible de cadmio para los crustáceos de 1 mg/kg. En consecuencia, solo 6 muestras de tejido de crustáceos los límites de referencia.

- Cobre (Cu)

El cobre en los tejidos de organismos evaluados registró concentraciones notablemente superiores en crustáceos respecto de moluscos. Así, en tejido crustáceo varió entre 20,9 mg/kg en T3 y 55,5 mg/kg en CN, y en tejido de molusco fluctuó entre 1,89 mg/kg en CN y 11,9 mg/kg en T5. De acuerdo al DS 977/1996 del Ministerio de Salud, los máximos valores encontrados en esta campaña sobrepasan esta normativa, que establece como límite máximo de cobre en "otros productos" de alimentos una concentración de 10 mg/kg. En consecuencia, éste límite es sobrepasado por las concentraciones registradas en todas las muestras de tejidos.

- Cromo total (Cr)

En tejido de crustáceo las concentraciones de cromo total fueron inferiores al límite de detección de la metodología empleada en la mayoría de las estaciones analizadas (<0,10 mg/kg), y solo registró un nivel cuantificable de 0,12 mg/kg en T7. Sin embargo, en tejido de moluscos se registraron niveles cuantificables levemente superiores fluctuando entre <0,10 mg/kg (CS y T7) y un máximo de 0,95 mg/kg en T5. El DS 977/1996 Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece valores límite para el cromo total, sin embargo, la EPA 1993 (en Ahumada, 1995) establece un límite máximo de 0,1 mg/kg. Por otra parte, SFEI, 1997 establece para moluscos niveles máximos de Cr total de 4,3 mg/kg. En función de estos estándares referenciales, solo una muestra de crustáceo y 7 de moluscos de un total de 10

sobrepasaron el nivel establecido por EPA (1993), pero todos resultan inferiores al límite de Mussel Watch (SFEI, 1997).

- Mercurio (Hg)

El mercurio registró niveles mayores en tejido de crustáceo en comparación con moluscos. Es así como en crustáceos el nivel fluctuó entre 0,0062 mg/kg en T2 y 0,0649 mg/kg en CN, mientras que en tejido de moluscos varió entre <0,001 mg/kg en T2 y 0,0011 mg/kg en T3. Conforme a estos resultados, todos los valores de mercurio registrados fueron inferiores a las referencias nacionales e internacionales consultadas. En efecto, el DS 977/1996 del Ministerio de Salud de Chile indica valores referenciales de este elemento en mariscos frescos de 0,5 mg/kg, mientras que el Reglamento 221/02 de la Comunidad Europea indica un límite permisible en moluscos bivalvos de 1,5 mg/kg.

- Plomo (Pb)

Las concentraciones de plomo registradas fueron, en términos generales, de un orden magnitud superior en moluscos respecto de crustáceos, con un registro máximo de 0,374 mg/kg (CN) en crustáceo. El DS 977, Reglamento Sanitario de Alimentos, establece un valor máximo de plomo de 2 mg/kg en mariscos frescos, en consecuencia, todas las concentraciones obtenidas en este estudio se encuentran bajo este límite referencial.

- Estaño (Sn)

Los niveles de estaño registrados en los tejidos analizados presentaron valores inferiores al límite de detección de la metodología empleada en todas las estaciones analizadas (<0,05 mg/kg). El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, indica valores referenciales máximos de 250 mg/kg para el caso de conservas de pescados y mariscos, en consecuencia, las concentraciones de estaño registradas en este estudio pueden ser consideradas normales ya que son notablemente inferiores a este estándar nacional.

- Zinc (Zn)

Los niveles de zinc registrados fueron comparativamente superiores en crustáceos que en moluscos. En tejido de crustáceo fluctuó entre 22,2 mg/kg en T8 y 68,1 mg/kg en CN, y en moluscos varió entre 3,19 mg/kg en CN y 15,4 mg/kg en T8. El Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/1996) indica que el límite máximo de zinc en productos alimenticios es de 100 mg/kg, en consecuencia, las concentraciones actuales informadas en los tejidos de las especies analizadas son inferiores a este límite referencial.

Tabla EMQ-86: Metales en tejido de biota (mg/kg). Otoño 2012

| Metales | Tipo de muestra | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | CN | CS |
|----------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Aluminio (Al) | Crustáceo | 28 | 67,6 | 5,2 | 13,5 | 12,8 | 4,2 | 8,2 | 50,3 | 2,8 | <2,0 |
| | Molusco | 46,2 | 15,2 | 31,5 | 16,2 | 236 | 34,8 | 23,8 | 31,4 | 51,7 | 7,9 |
| Antimonio (Sb) | Crustáceo | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,011 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |
| | Molusco | 0,01 | <0,010 | <0,010 | 0,017 | 0,011 | <0,010 | <0,010 | 0,011 | <0,010 | <0,010 |
| Arsénico (As) | Crustáceo | 12 | 13,4 | 21,3 | 17,6 | 17,2 | 43,3 | 16,4 | 5,62 | 22,5 | 15,4 |
| | Molusco | 2,56 | 1,48 | 1,68 | 1,25 | 1,74 | 1,9 | 1,28 | 1,07 | 1,31 | 2,81 |
| Bario (Ba) | Crustáceo | 0,324 | 0,395 | 0,264 | 0,664 | 0,455 | 0,173 | 0,594 | 1,35 | 0,13 | 0,152 |
| | Molusco | 0,17 | 0,057 | 0,128 | 0,138 | 0,775 | 0,144 | 0,087 | 0,117 | 0,248 | 0,063 |

| Metales | Tipo de muestra | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | CN | CS |
|-------------------------|-----------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Berilio (Be) | Crustáceo | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| | Molusco | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| Bismuto (Bi) | Crustáceo | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 |
| | Molusco | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 |
| Cadmio (Cd) | Crustáceo | 0,964 | 0,355 | 1,39 | 0,878 | 0,187 | 1,29 | 0,633 | 0,721 | 9,47 | 7,41 |
| | Molusco | 1,58 | 0,813 | 1,5 | 1,33 | 0,795 | 1,34 | 1,8 | 3,05 | 4,54 | 4,31 |
| Calcio (Ca) | Crustáceo | 4820 | 5980 | 7400 | 26700 | 6710 | 2530 | 16400 | 22300 | 7240 | 9830 |
| | Molusco | 1030 | 633 | 1240 | 475 | 3470 | 926 | 795 | 2020 | 1330 | 467 |
| Cobre (Cu) | Crustáceo | 44,5 | 25,2 | 20,9 | 30,2 | 44,4 | 48,2 | 24,8 | 40,7 | 55,5 | 25,7 |
| | Molusco | 4,45 | 2,88 | 1,97 | 4,43 | 11,9 | 4,94 | 3,89 | 2,83 | 1,89 | 3,15 |
| Cobalto (Co) | Crustáceo | 0,036 | 0,09 | 0,102 | 0,075 | 0,039 | 0,074 | 0,073 | 0,045 | 0,071 | 0,029 |
| | Molusco | 0,063 | 0,037 | 0,059 | 0,049 | 0,12 | 0,045 | 0,051 | 0,08 | 0,056 | 0,032 |
| Cromo total (Cr) | Crustáceo | <0,10 | 0,16 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | 0,12 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| | Molusco | 0,39 | 0,57 | 0,46 | 0,1 | 0,95 | 0,3 | <0,10 | 0,14 | 0,57 | <0,10 |
| Estaño (Sn) | Crustáceo | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 |
| | Molusco | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 |
| Estroncio (Sr) | Crustáceo | 65,3 | 82,5 | 109 | 260 | 104 | 42,6 | 224 | 293 | 82,7 | 94,3 |
| | Molusco | 11,2 | 7,08 | 12 | 6,39 | 33,3 | 9,94 | 9,11 | 13,3 | 13 | 5,83 |
| Litio (Li) | Crustáceo | 0,16 | 0,13 | 0,16 | 0,4 | <0,10 | <0,10 | 0,17 | 0,21 | <0,10 | <0,10 |
| | Molusco | 0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | 0,24 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | 0,11 | <0,10 |
| Magnesio (Mg) | Crustáceo | 984 | 1580 | 1160 | 2580 | 1560 | 546 | 1960 | 2110 | 1130 | 1080 |
| | Molusco | 1040 | 1080 | 1130 | 1030 | 1150 | 1030 | 1010 | 1170 | 989 | 901 |
| Manganeso (Mn) | Crustáceo | 1,26 | 1,42 | 0,901 | 0,857 | 0,63 | 1,65 | 0,58 | 1,84 | 1,72 | 1,38 |
| | Molusco | 1,37 | 1,37 | 1,04 | 0,795 | 4,95 | 1,08 | 0,914 | 1,04 | 2,05 | 0,737 |
| Mercurio (Hg) | Crustáceo | 0,0143 | 0,0062 | 0,0121 | 0,0075 | 0,0068 | 0,0101 | 0,0109 | 0,0084 | 0,0649 | 0,0576 |
| | Molusco | 0,002 | <0,0010 | 0,0011 | 0,0014 | 0,0019 | 0,0015 | 0,0026 | 0,0012 | 0,0016 | 0,0032 |
| Molibdeno (Mo) | Crustáceo | 0,095 | 0,36 | 0,197 | 0,263 | 0,269 | 0,1 | 0,19 | 0,079 | 0,118 | 0,099 |
| | Molusco | 0,079 | 0,047 | 0,103 | 0,054 | 0,1 | 0,059 | 0,085 | 0,089 | 0,071 | 0,069 |
| Níquel (Ni) | Crustáceo | 0,15 | 0,39 | 0,27 | 0,24 | 0,13 | 0,13 | 0,24 | 0,26 | 0,26 | 0,29 |
| | Molusco | 0,31 | 0,33 | 0,36 | 0,13 | 0,38 | 0,26 | 0,14 | 0,14 | 0,34 | 0,19 |
| Plomo (Pb) | Crustáceo | 0,067 | 0,113 | 0,094 | 0,088 | 0,079 | 0,048 | 0,026 | 0,075 | 0,062 | 0,061 |
| | Molusco | 0,303 | 0,257 | 0,108 | 0,194 | 0,303 | 0,287 | 0,072 | 0,343 | 0,374 | 0,251 |
| Selenio (Se) | Crustáceo | 0,72 | 0,7 | 1,52 | 0,94 | 0,59 | 1,26 | 0,65 | 0,51 | 0,57 | 1,13 |
| | Molusco | 0,23 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,26 | 0,35 | <0,20 | <0,20 | 0,34 |
| Talio (Tl) | Crustáceo | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |
| | Molusco | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |
| Uranio (U) | Crustáceo | 0,0213 | 0,0525 | 0,0197 | 0,0492 | 0,0218 | 0,0101 | 0,0335 | 0,0272 | 0,0067 | 0,0029 |
| | Molusco | 0,0351 | 0,02 | 0,0409 | 0,0313 | 0,0499 | 0,0282 | 0,0391 | 0,0811 | 0,025 | 0,0308 |
| Vanadio (V) | Crustáceo | 0,2 | 0,56 | 2,9 | 0,24 | 0,24 | 0,36 | 0,15 | 0,35 | <0,10 | <0,10 |
| | Molusco | 0,78 | 0,12 | 0,26 | 0,11 | 1,54 | 0,22 | 0,17 | 0,29 | 0,96 | 0,13 |
| Zinc (Zn) | Crustáceo | 25,5 | 40 | 33,6 | 38,3 | 31,8 | 62,3 | 45 | 22,2 | 68,1 | 46,8 |
| | Molusco | 12,3 | 10,4 | 14,1 | 14,6 | 11 | 10,3 | 13,1 | 15,4 | 3,19 | 7,59 |

Invierno 2012

La Tabla EMQ-87 exhibe los resultados de todos los analitos analizados en los tejidos de la biota marina durante la campaña de invierno 2012. Con el objeto de facilitar el análisis se describen los parámetros más representativos.

- Arsénico (As)

Los niveles de arsénico presentaron niveles diferenciales entre crustáceo y moluscos. En efecto, en tejido de crustáceo fluctuó entre 9,55 mg/kg en T6 y 58,8 mg/kg en T5, y en tejido de molusco varió entre 1,53 mg/kg (T7) y 3,63 mg/kg en CN. El DS 977/1996 y la Norma mexicana (NOM-129-SSA1-1995) indican que el límite máximo de arsénico en moluscos es de 2 mg/kg, en consecuencia, los niveles de arsénico en el 100% de las muestras de tejidos de crustáceos y el 70% de las muestras de moluscos registrados en este estudio sobrepasaron dicha normativa referencial.

- Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio presentó variabilidad entre estaciones evaluadas, mostrando además mayores concentraciones en tejidos de moluscos. En efecto, en tejido de crustáceo las concentraciones fluctuaron entre 0,19 mg/kg (T7) y 2,44 mg/kg en T1, y en tejido de moluscos varió entre 0,783 mg/kg (T2) y 5,54 mg/kg en CS. El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece límites referenciales para el cadmio, no obstante, de acuerdo a al Reglamento (CE) 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas, que fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, se establece un límite admisible de Cd para los moluscos bivalvos de 1 mg/kg. En consecuencia, solo 6 muestras de tejido de crustáceo y 1 de molusco son inferiores a este límite o estándar referencial, y todo el resto resultan superiores.

- Cobre (Cu)

El cobre en los tejidos de organismos evaluados registró valores notablemente superiores en crustáceos respecto de moluscos. Así, en tejido de crustáceo el cobre varió entre 18,6 mg/kg en CN y 47,3 mg/kg en T2, y en tejido de molusco fluctuó entre 1,86 mg/kg en T1 y 4,13 mg/kg en T7. De acuerdo al DS 977/1996 del Ministerio de Salud, los máximos valores encontrados en esta campaña sobrepasan esta normativa, que establece como límite máximo de cobre en “otros productos” de alimentos una concentración de 10 mg/kg. En consecuencia, éste límite es sobrepasado por las concentraciones registradas en todas las muestras de tejido de crustáceo y en ninguna muestra de molusco.

- Cromo total (Cr)

En tejido de crustáceo las concentraciones de cromo total fueron inferiores al límite de detección de la metodología empleada en la mayoría de las estaciones analizadas (<0,10 mg/kg) en T1, T3, T4, T6, T7, CN, CS, registrándose una concentración de 0,10 mg/kg en T2 y T5 y 0,11 mg/kg en T8. Sin embargo, en tejido de moluscos se registraron niveles cuantificables en todas las estaciones, fluctuando entre 0,11 mg/kg (T1 y T6) y un máximo de 0,29 mg/kg en CS. El DS 977/1996 Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece valores límite para el cromo total, sin embargo, la EPA 1993 (En Ahumada, 1995) establece un límite máximo de 0,1 mg/kg. Por otra parte, SFEI, 1997 (MUSSEL WATCH) establece para moluscos niveles máximos de Cr total de 4,3 mg/kg. En función de estos estándares referenciales, solo una muestra de crustáceo y todas las de moluscos sobrepasaron el nivel establecido por EPA (1993) pero todos resultan inferiores al límite de Mussel Watch (SFEI, 1997).

- Mercurio (Hg)

El mercurio registró niveles en crustáceos que fluctuaron entre 0,0041 mg/kg en CN y 0,0285 mg/kg en la estación T6, mientras que en tejido de molusco varió entre 0,0012 mg/kg en T2 y 0,0027 mg/kg en CN. Conforme a estos resultados, todos los valores de mercurio registrados son inferiores a las referencias nacionales e internacionales consultadas. En efecto, el DS 977/1996 del Ministerio de Salud de Chile indica valores referenciales de este elemento en mariscos frescos de 0,5 mg/kg, mientras que el Reglamento 221/02 de la Comunidad Europea indica un límite permisible en moluscos bivalvos de 1,5 mg/kg.

- Plomo (Pb)

Las concentraciones de plomo registradas en la presente campaña fueron, en términos generales, similares entre crustáceos y moluscos, con un registro máximo de 0,317 mg/kg (T7) en moluscos. El DS 977, Reglamento Sanitario de Alimentos, establece un valor máximo de plomo de 2 mg/kg en mariscos frescos, en consecuencia, todas las concentraciones obtenidas en este estudio se encuentran bajo este límite referencial.

- Estaño (Sn)

Los niveles de estaño presentaron valores inferiores al límite de detección de la metodología empleada en todas las estaciones analizadas (<0,05 mg/kg) para crustáceos. Para el caso de moluscos, se cuantificaron concentraciones en dos estaciones, con 0,050 mg/kg en T4 y 0,095 mg/kg en T5. El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, indica valores referenciales máximos de 250 mg/kg para el caso de conservas de pescados y mariscos, en consecuencia, las concentraciones de estaño registradas en este estudio pueden ser consideradas normales ya que son notablemente inferiores a este estándar nacional.

- Zinc (Zn)

Los niveles de zinc registrados fueron comparativamente superiores en crustáceos que en moluscos. En tejido de crustáceo el zinc fluctuó entre 18,0 mg/kg en CN y 60,7 mg/kg en T7, y en moluscos varió entre 4,10 mg/kg en CS y 15,7 mg/kg en T2. El Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/1996) indica que el límite máximo de zinc en productos alimenticios es de 100 mg/kg, en consecuencia, las concentraciones actuales informadas en los tejidos de las especies analizadas son inferiores a este límite referencial.

Tabla EMQ-87: Metales en tejido de biota (mg/kg). Invierno 2012

| Metales | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | CN | CS |
|----------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Aluminio (Al) | Crustáceo | 18,3 | 25,4 | 13,9 | 5,7 | 13,2 | 5,5 | 4,1 | 15,3 | 8,8 | 5 |
| | Molusco | 21,6 | 21,6 | 38,7 | 26,9 | 33,3 | 24,3 | 8,1 | 99,1 | 30,9 | 7,3 |
| Antimonio (Sb) | Crustáceo | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,011 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,014 | 0,014 |
| | Molusco | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0,010 | <0,010 |
| Arsénico (As) | Crustáceo | 17,7 | 33,6 | 13,1 | 12,5 | 58,8 | 9,55 | 9,59 | 11,4 | 10,7 | 18,1 |
| | Molusco | 3,51 | 2,1 | 1,67 | 2,36 | 2,78 | 1,67 | 1,53 | 2,17 | 3,63 | 2,31 |
| Bario (Ba) | Crustáceo | 0,14 | 0,237 | 0,208 | 0,346 | 1,26 | 0,142 | 0,173 | 0,433 | 0,451 | 0,093 |
| | Molusco | 0,093 | 0,084 | 0,153 | 0,148 | 0,198 | 0,092 | 0,044 | 0,252 | 0,15 | 0,098 |
| Berilio (Be) | Crustáceo | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0,10 | <0,10 |
| | Molusco | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| Bismuto (Bi) | Crustáceo | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 |
| | Molusco | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 |

| Metales | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | CN | CS |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Cadmio (Cd) | Crustáceo | 2,44 | 0,681 | 1,5 | 0,286 | 0,485 | 0,343 | 0,19 | 0,423 | 2,08 | 1,52 |
| | Molusco | 1,06 | 0,783 | 2,09 | 1,84 | 2,14 | 2,39 | 3,18 | 1,92 | 3,8 | 5,54 |
| Calcio (Ca) | Crustáceo | 1450 | 2140 | 3920 | 11300 | 22300 | 4890 | 4840 | 8890 | 7650 | 11200 |
| | Molusco | 983 | 1280 | 889 | 1030 | 1220 | 1180 | 467 | 1200 | 1490 | 3220 |
| Cobre (Cu) | Crustáceo | 41,7 | 47,3 | 47,2 | 31,1 | 32,9 | 45 | 44,6 | 33,5 | 18,6 | 44,3 |
| | Molusco | 1,86 | 2,25 | 2,72 | 1,75 | 3,38 | 2,91 | 4,13 | 2,24 | 2,4 | 1,36 |
| Cobalto (Co) | Crustáceo | 0,071 | 0,049 | 0,079 | 0,04 | 0,046 | 0,029 | 0,034 | 0,025 | 0,115 | 0,044 |
| | Molusco | 0,058 | 0,052 | 0,046 | 0,101 | 0,077 | 0,057 | 0,08 | 0,107 | 0,069 | 0,042 |
| Cromo total (Cr) | Crustáceo | <0.10 | 0,1 | <0.10 | <0.10 | 0,1 | <0.10 | <0.10 | 0,11 | <0.10 | <0.10 |
| | Molusco | 0,11 | 0,15 | 0,23 | 0,27 | 0,19 | 0,11 | 0,27 | 0,27 | 0,17 | 0,29 |
| Estaño (Sn) | Crustáceo | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 |
| | Molusco | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0,05 | 0,095 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 |
| Estroncio (Sr) | Crustáceo | 21 | 30,5 | 55,3 | 143 | 287 | 53,3 | 61,1 | 118 | 95,8 | 147 |
| | Molusco | 8,95 | 9,06 | 10,3 | 11,2 | 11,4 | 8,19 | 5,78 | 12,1 | 12,3 | 12,5 |
| Litio (Li) | Crustáceo | <0.10 | 0,18 | 0,15 | 0,3 | 0,53 | 0,14 | 0,14 | 0,26 | 0,24 | 0,34 |
| | Molusco | 0,12 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,17 | 0,14 | 0,11 |
| Magnesio (Mg) | Crustáceo | 426 | 591 | 880 | 1610 | 2310 | 943 | 1150 | 1800 | 1720 | 2230 |
| | Molusco | 849 | 896 | 1030 | 964 | 1090 | 900 | 867 | 940 | 1020 | 1010 |
| Manganeso (Mn) | Crustáceo | 0,957 | 0,741 | 0,817 | 0,519 | 0,674 | 1,37 | 1,2 | 0,613 | 0,756 | 0,738 |
| | Molusco | 1,31 | 1,03 | 1,2 | 1,15 | 1,48 | 0,943 | 0,44 | 2,81 | 1,24 | 0,919 |
| Mercurio (Hg) | Crustáceo | 0,0216 | 0,0179 | 0,0102 | 0,0058 | 0,0251 | 0,0285 | 0,0172 | 0,0067 | 0,0041 | 0,0212 |
| | Molusco | 0,0018 | 0,0012 | 0,0013 | 0,0016 | 0,0022 | 0,0021 | 0,0017 | 0,0016 | 0,0027 | 0,0019 |
| Molibdeno (Mo) | Crustáceo | 0,139 | 0,16 | 0,161 | 0,192 | 0,129 | 0,05 | 0,037 | 0,158 | 0,153 | 0,117 |
| | Molusco | 0,075 | 0,077 | 0,136 | 0,077 | 0,09 | 0,071 | 0,045 | 0,073 | 0,099 | 0,088 |
| Níquel (Ni) | Crustáceo | 0,15 | 0,17 | 0,31 | 0,17 | 0,12 | 0,21 | <0.10 | 0,15 | 0,29 | 0,36 |
| | Molusco | 0,21 | 0,17 | 0,24 | 0,22 | 0,44 | 0,16 | 0,18 | 0,4 | 0,26 | 0,49 |
| Plomo (Pb) | Crustáceo | 0,117 | 0,169 | 0,123 | 0,028 | 0,037 | 0,06 | 0,065 | 0,061 | 0,154 | 0,072 |
| | Molusco | 0,113 | 0,207 | 0,224 | 0,096 | 0,119 | 0,072 | 0,317 | 0,18 | 0,254 | 0,177 |
| Selenio (Se) | Crustáceo | 1,82 | 1,32 | 1,23 | 0,6 | 0,7 | 0,53 | 0,53 | 0,4 | 0,26 | 0,49 |
| | Molusco | 0,26 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | 0,48 | 0,37 | 0,34 | 0,25 | 0,28 | 0,31 |
| Talio (Tl) | Crustáceo | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |
| | Molusco | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |
| Uranio (U) | Crustáceo | 0,0095 | 0,0217 | 0,012 | 0,0354 | 0,0305 | 0,005 | 0,0047 | 0,0317 | 0,0389 | 0,029 |
| | Molusco | 0,0218 | 0,0222 | 0,0322 | 0,0388 | 0,0392 | 0,0298 | 0,0274 | 0,0482 | 0,0575 | 0,0487 |
| Vanadio (V) | Crustáceo | 0,16 | 0,2 | 0,27 | 0,11 | 0,18 | <0.10 | <0.10 | 0,15 | 0,16 | 0,18 |
| | Molusco | 0,39 | 0,21 | 0,21 | 0,16 | 0,23 | 0,13 | <0.10 | 1,02 | 0,29 | <0.10 |
| Zinc (Zn) | Crustáceo | 57,9 | 35,7 | 35,7 | 34,6 | 46,2 | 44,1 | 60,7 | 42,3 | 18 | 61,9 |
| | Molusco | 15,6 | 15,7 | 12,9 | 13,9 | 15,1 | 8,73 | 8,97 | 10,4 | 4,55 | 4,1 |

Primavera 2012

La Tabla EMQ-88 exhibe los resultados de todos las analitos analizados en los tejidos de la biota marina durante la campaña de primavera 2012. Con el objeto de facilitar el análisis se describen los parámetros más representativos.

- Arsénico (As)

Los niveles de arsénico presentaron diferencias entre crustáceo y moluscos. En efecto, en tejido de crustáceo el arsénico fluctuó entre 8,36 mg/kg (T2) y 35,2 mg/kg en T3, y en tejido de molusco varió entre 1,72 mg/kg (CN) y 21,1 mg/kg en T3. El DS 977/1996 y la Norma mexicana (NOM-129-SSA1-1995) indican que el límite máximo de arsénico en moluscos es

de 2 mg/kg, en consecuencia, todas las concentraciones de arsénico en tejido de crustáceo registradas en este estudio sobrepasan dicha normativa referencial, y también la sobrepasan 8 de los 10 registros de As obtenidos en moluscos.

- Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio en los tejidos analizados presentó variabilidad entre estaciones evaluadas, mostrando además mayores concentraciones en tejidos de moluscos respecto de los de crustáceos. En efecto, en tejido de crustáceo las concentraciones fluctuaron entre 0,35 mg/kg (T5) y 10,4 mg/kg en CS, y en tejido de moluscos varió entre 1,71 mg/kg (T3) y 5,85 mg/kg en T6. De acuerdo a al Reglamento (CE) 221/2002 de la Comisión de la Comunidad Europea, se establece un límite admisible de cadmio para los moluscos bivalvos de 1 mg/kg. En consecuencia, solo 4 muestras de tejido de crustáceo presentaron concentraciones inferiores a este límite o estándar referencial.

- Cobre (Cu)

El cobre en los tejidos de organismos evaluados registró valores notablemente superiores en crustáceos respecto de moluscos. Así, en tejido de crustáceo el cobre varió entre 25,2 mg/kg en T6 y 61,0 mg/kg en la estación T3, y en tejido de molusco fluctuó entre 0,86 mg/kg en CN y 8,83 mg/kg en T3. De acuerdo al DS 977/1996 del Ministerio de Salud, los máximos valores encontrados en esta campaña sobrepasan esta normativa, que establece como límite máximo de cobre en “otros productos” de alimentos una concentración de 10 mg/kg. En consecuencia, las concentraciones registradas en las muestras de tejido de crustáceos superaron esta norma, mientras que las muestras de tejido de moluscos estuvieron por debajo de este límite.

- Cromo total (Cr)

En tejido de crustáceo las concentraciones de cromo total fueron inferiores al límite de detección de la metodología empleada en la mayoría de las estaciones analizadas (<0,10 mg/kg) en T1, T4, T5, T6, T7, T8, CN y CS, registrándose una concentración de 0,13 mg/kg en T3 y 0,14 mg/kg en T2. Sin embargo, en tejido de moluscos se registraron niveles cuantificables en la mayoría de las estaciones, fluctuando entre 0,13 mg/kg (CN) y un máximo de 0,31 mg/kg en CS y T3. Las estaciones T6 y T7 presentaron concentraciones bajo el límite de detección (<0,10 mg/kg). La EPA 1993 (En Ahumada, 1995) establece un límite máximo de 0,1 mg/kg. Por otra parte, SFEI, 1997 (MUSSEL WATCH) establece para moluscos niveles máximos de cromo total de 4,3 mg/kg. En función de estos estándares referenciales, las dos muestras de crustáceo y todas las muestras cuantificables de moluscos sobrepasaron el nivel establecido por EPA (1993), pero todos resultan inferiores al límite de Mussel Watch (SFEI, 1997).

- Mercurio (Hg)

El mercurio registró concentraciones en tejidos de crustáceos que fluctuaron entre 0,0065 mg/kg en T1 y 0,0277 mg/kg en T3, mientras que en tejido de molusco varió entre el límite de detección (<0,0010 mg/kg) en T7 y CN, 0,0012 mg/kg en T1, T6, T8 y 0,0032 mg/kg en T3. Conforme a estos resultados, todos los valores de mercurio registrados son inferiores a las referencias nacionales e internacionales consultadas. En efecto, el DS 977/1996 del Ministerio de Salud de Chile indica valores referenciales de este elemento en mariscos

frescos de 0,5 mg/kg, mientras que el Reglamento 221/02 de la Comunidad Europea indica un límite permisible en moluscos bivalvos de 1,5 mg/kg.

- Plomo (Pb)

Las concentraciones de plomo registradas fueron, en términos generales, similares entre crustáceos y moluscos, con un registro máximo de 0,803 mg/kg (CS) en crustáceos y 0,296 mg/kg (T3) en moluscos. El DS 977, Reglamento Sanitario de Alimentos, establece un valor máximo de plomo de 2 mg/kg en mariscos frescos, en consecuencia, todas las concentraciones obtenidas en este estudio se encuentran bajo este límite referencial.

- Estaño (Sn)

Las concentraciones de estaño presentaron valores inferiores al límite de detección de la metodología empleada en todas las estaciones analizadas (<0,05 y <0,10 mg/kg) para crustáceos. Para el caso de moluscos, se cuantificaron concentraciones en dos estaciones, con 0,050 mg/kg en T4 y 0,095 mg/kg en T5. El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, indica valores referenciales máximos de 250 mg/kg para el caso de conservas de pescados y mariscos, en consecuencia, las concentraciones de estaño registradas en este estudio pueden ser consideradas normales ya que son notablemente inferiores a este estándar nacional.

- Zinc (Zn)

Los niveles de zinc registrados fueron comparativamente superiores en crustáceos que en moluscos. En tejido de crustáceo el zinc fluctuó entre 33,8 mg/kg en T8 y 55,3 mg/kg en T6, mientras que en moluscos varió entre 4,21 mg/kg en CS y 17,1 mg/kg en T4. El Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/1996) indica que el límite máximo de zinc en productos alimenticios es de 100 mg/kg, en consecuencia, las concentraciones actuales informadas en los tejidos de las especies analizadas son inferiores a este límite referencial.

Tabla EMQ-88: Metales en tejido de biota (mg/kg). Primavera 2012

| Metales | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | CN | CS |
|----------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Aluminio (Al) | Crustáceo | 20,7 | 52 | 33,3 | 27,4 | 8,6 | 6,5 | 13,4 | 7,2 | 7,2 | 2 |
| | Molusco | 31,2 | 8,1 | 100 | 65,6 | 99,6 | 9,3 | 26,7 | 50 | 9 | 25,5 |
| Antimonio (Sb) | Crustáceo | <0.010 | <0.010 | 0,012 | <0.010 | 0,011 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,024 |
| | Molusco | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 |
| Arsénico (As) | Crustáceo | 12 | 8,36 | 35,2 | 19,3 | 10,3 | 29,7 | 20,2 | 24,6 | 11,4 | 13,4 |
| | Molusco | 2,16 | 3,34 | 21,1 | 3,39 | 2,09 | 4,38 | 1,91 | 4,74 | 1,72 | 2,1 |
| Bario (Ba) | Crustáceo | 1,29 | 0,584 | 0,303 | 0,886 | 0,631 | 0,612 | 0,348 | 0,267 | 0,439 | 0,197 |
| | Molusco | 0,131 | 0,044 | 0,427 | 0,261 | 0,327 | 0,11 | 0,148 | 0,28 | 0,078 | 0,124 |
| Berilio (Be) | Crustáceo | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 |
| | Molusco | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 |
| Bismuto (Bi) | Crustáceo | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 |
| | Molusco | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 |
| Cadmio (Cd) | Crustáceo | 0,536 | 0,928 | 1,22 | 2,63 | 0,35 | 1,47 | 0,4 | 2,28 | 8,96 | 10,4 |
| | Molusco | 3,55 | 2,67 | 1,71 | 2,99 | 3,18 | 5,85 | 3,24 | 2,04 | 5,05 | 5,24 |
| Calcio (Ca) | Crustáceo | 27.000 | 3.460 | 3.020 | 27.200 | 18.300 | 25.300 | 7.630 | 7.260 | 11.100 | 5.100 |
| | Molusco | 819 | 524 | 3.000 | 2.060 | 2.280 | 1.670 | 7.410 | 1.510 | 711 | 1.790 |
| Cobre (Cu) | Crustáceo | 33,1 | 32,7 | 61 | 25,5 | 59,8 | 25,2 | 26,7 | 48,9 | 27 | 44,1 |
| | Molusco | 1,93 | 3,57 | 8,83 | 2,7 | 3,38 | 3,27 | 1,83 | 1,98 | 0,863 | 1,48 |

| Metales | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | CN | CS |
|-------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Cobalto (Co) | Crustáceo | 0,05 | 0,089 | 0,06 | 0,089 | 0,046 | <0,040 | 0,059 | 0,051 | 0,06 | 0,066 |
| | Molusco | 0,082 | 0,055 | 0,077 | 0,07 | 0,1 | 0,041 | 0,053 | 0,051 | 0,034 | 0,057 |
| Cromo total (Cr) | Crustáceo | <0,20 | 0,14 | 0,13 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| | Molusco | 0,15 | 0,28 | 0,31 | 0,27 | 0,34 | <0,10 | <0,10 | 0,17 | 0,13 | 0,31 |
| Estaño (Sn) | Crustáceo | <0,10 | <0,050 | <0,050 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 |
| | Molusco | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0,05 | 0,095 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 |
| Estroncio (Sr) | Crustáceo | 326 | 46,8 | 38,2 | 345 | 220 | 333 | 104 | 88,1 | 158 | 76,8 |
| | Molusco | 7,8 | 6,83 | 25,9 | 16,8 | 17,7 | 22,5 | 35,2 | 13,3 | 7,31 | 13 |
| Litio (Li) | Crustáceo | 0,46 | 0,16 | 0,14 | 0,43 | 0,26 | 0,68 | 0,22 | 0,13 | 0,22 | 0,13 |
| | Molusco | 0,12 | 0,11 | 0,2 | 0,17 | 0,17 | <0,10 | 0,16 | 0,14 | 0,1 | 0,11 |
| Magnesio (Mg) | Crustáceo | 2.730 | 759 | 640 | 1.790 | 2.090 | 1.640 | 1.660 | 976 | 1.480 | 809 |
| | Molusco | 986 | 911 | 1.120 | 1.020 | 1.130 | 879 | 1.030 | 970 | 1.000 | 1.010 |
| Manganeso (Mn) | Crustáceo | 1,41 | 1,38 | 0,855 | 1,5 | 0,896 | 0,451 | 0,705 | 0,874 | 0,847 | 1,05 |
| | Molusco | 1,47 | 1,41 | 2,23 | 1,89 | 2,65 | 1,72 | 1,3 | 1,62 | 0,905 | 1,42 |
| Mercurio (Hg) | Crustáceo | 0,0065 | 0,0181 | 0,0277 | 0,0107 | 0,0114 | 0,0259 | 0,0086 | 0,0159 | 0,014 | 0,0143 |
| | Molusco | 0,0012 | 0,0013 | 0,0032 | 0,0022 | 0,0018 | 0,0012 | <0,0010 | 0,0012 | <0,0010 | 0,0014 |
| Molibdeno (Mo) | Crustáceo | 0,303 | 0,082 | 0,121 | 0,101 | 0,205 | 0,1 | 0,185 | 0,083 | 0,103 | 0,108 |
| | Molusco | 0,09 | 0,09 | 0,081 | 0,113 | 0,101 | 0,074 | 0,09 | 0,072 | 0,076 | 0,097 |
| Níquel (Ni) | Crustáceo | 0,27 | 0,27 | 0,82 | 0,26 | <0,20 | <0,20 | 0,19 | 0,25 | 0,33 | 0,32 |
| | Molusco | 0,19 | 0,35 | 0,3 | 0,28 | 0,43 | 0,23 | 0,18 | 0,27 | 0,28 | 0,42 |
| Plomo (Pb) | Crustáceo | 0,046 | 0,06 | 0,09 | 0,114 | <0,040 | 0,053 | 0,038 | 0,04 | 0,049 | 0,803 |
| | Molusco | 0,091 | 0,08 | 0,296 | 0,227 | 0,266 | 0,109 | 0,209 | 0,086 | 0,081 | 0,108 |
| Selenio (Se) | Crustáceo | 0,55 | 0,8 | 1,45 | 1,02 | 0,9 | 0,92 | 0,5 | 1,72 | 0,87 | 1,04 |
| | Molusco | 0,24 | 0,54 | 0,35 | 0,36 | 0,5 | 0,39 | <0,20 | 0,35 | 0,28 | 0,24 |
| Talio (Tl) | Crustáceo | <0,020 | <0,010 | <0,010 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |
| | Molusco | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |
| Uranio (U) | Crustáceo | 0,0329 | 0,0127 | 0,0239 | 0,0144 | 0,0239 | 0,0181 | 0,0232 | 0,0114 | 0,02 | 0,0104 |
| | Molusco | 0,0392 | 0,0234 | 0,04 | 0,0478 | 0,0491 | 0,0314 | 0,0686 | 0,0345 | 0,0307 | 0,0526 |
| Vanadio (V) | Crustáceo | <0,20 | 0,25 | 0,23 | 4,02 | <0,20 | <0,20 | 0,15 | 0,31 | 0,25 | 0,12 |
| | Molusco | 0,26 | <0,10 | 1,13 | 0,47 | 0,85 | 0,11 | 0,27 | 0,34 | 0,14 | 0,25 |
| Zinc (Zn) | Crustáceo | 41,8 | 35,1 | 54,5 | 36 | 36 | 55,3 | 47,9 | 33,8 | 40,1 | 49,4 |
| | Molusco | 11 | 14,9 | 16,8 | 17,1 | 11,3 | 6,72 | 10,5 | 11,1 | 4,52 | 4,21 |

Otoño 2014

La Tabla EMQ-89 exhibe los resultados de todos los analitos analizados en los tejidos de la biota marina. Con el objeto de facilitar el análisis se describen los parámetros más representativos.

- Arsénico (As)

Los niveles de arsénico presentaron niveles similares entre moluscos herbívoros y bivalvos filtradores, mientras que en crustáceo las concentraciones fueron mayores. En efecto, los moluscos (herbívoro y filtradores) fluctuaron entre 1,55 en E-CN y 3,79 en E-CN, y en tejido de crustáceo la acumulación de arsénico fluctuó entre 10,7 mg/kg en el sector puerto y 13,6 mg/kg en E-CN. El DS 977/1996 y la Norma mexicana (NOM-129-SSA1-1995) indican que el límite máximo de arsénico en moluscos es de 2 mg/kg. En consecuencia, todas las concentraciones de arsénico (salvo el molusco herbívoro en E-CN) presentes en tejido de la biota registrados sobrepasan dicha normativa referencial.

- Cadmio (Cd)

Los niveles de acumulación de cadmio en los tejidos de los organismos en el sector del puerto mostró concentraciones similares, la cual varió entre 1,28 a 1,87 mg/kg. En contraste con lo encontrado en E-CN, donde las concentraciones de cadmio fueron mayores, fluctuando entre 0,502 a 3,97 mg/kg. El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece límites referenciales para el cadmio, no obstante, de acuerdo a al Reglamento (CE) (CE) 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas, que fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, se establece un límite admisible de cadmio para los moluscos bivalvos de 1 mg/kg. En consecuencia, solo 5 muestras de tejido resultaron superiores a este límite o estándar referencial, y una es inferior.

- Cobre (Cu)

El cobre en los tejidos de organismos evaluados registró valores notablemente superiores en crustáceos respecto de moluscos (herbívoro y filtrador). Así, en tejido de crustáceo el cobre varió entre 39,2 a 56,6 mg/kg, y en menor medida en tejido de moluscos (herbívoro y filtrador) 1,57 mg/kg en E-CN a 4,55 mg/kg en el sector puerto. De acuerdo al DS 977/1996 del Ministerio de Salud, los máximos valores encontrados en esta campaña sobrepasan esta normativa, que establece como límite máximo de cobre en “otros productos” de alimentos una concentración de 10 mg/kg. En consecuencia, éste límite es sobrepasado por las concentraciones registradas en todas las muestras de tejido de crustáceo y no es sobrepasado en ninguna muestra de molusco analizada.

- Cromo total (Cr)

Los niveles de acumulación del cromo total, exhibieron una mayor concentración en el sector del puerto que en el E-CN. En efecto, las concentraciones de crustáceo fueron bajas variando entre a 0,060 mg/kg en E-CN a 0,17 mg/kg en sector puerto, seguido de las concentraciones de moluscos herbívoros entre 0,153 mg/kg en E-CN a 0,288 mg/kg en sector puerto, y de mayores concentraciones de cromo en bivalvos filtradores, 1,16 mg/kg en E-CN a 2,35 mg/kg en sector puerto. La EPA 1993 (en Ahumada, 1995) establece un límite máximo de 0,1 mg/kg. Por otra parte, SFEI, 1997 establece para moluscos niveles máximos de cromo total de 4,3 mg/kg. En función de estos estándares referenciales, 5 de las 6 muestras de biota sobrepasaron el nivel establecido por EPA (1993), pero todas las concentraciones resultan inferiores al límite de Mussel Watch (SFEI, 1997).

- Mercurio (Hg)

El mercurio registró bajas concentraciones en todos los organismos y estaciones, con valores menores a 0,0301 mg/kg. Conforme a estos resultados, todos los valores de mercurio registrados fueron inferiores a las referencias nacionales e internacionales consultadas. En efecto, el DS 977/1996 del Ministerio de Salud de Chile indica valores referenciales de este elemento en mariscos frescos de 0,5 mg/kg, mientras que el Reglamento 221/02 de la Comunidad Europea indica un límite permisible en moluscos bivalvos de 1,5 mg/kg.

- Plomo (Pb)

Las concentraciones de plomo registradas fueron, en términos generales, similares entre crustáceos y moluscos herbívoros, con un registro máximo de 0,3 mg/kg en el sector del puerto. Mientras que en los bivalvos filtradores se observó una mayor concentración de plomo, alcanzando en el sector del puerto a 0,314 mg/kg y en la estación control E-CN a 0,353 mg/kg. El DS 977/1996, Reglamento Sanitario de Alimentos, establece un valor máximo de plomo de 2 mg/kg en mariscos frescos, en consecuencia, todas las concentraciones obtenidas en este estudio se encuentran bajo este límite referencial.

- Estaño (Sn)

Las concentraciones de estaño registrados presentaron valores inferiores al límite de detección de la metodología empleada en todas las estaciones analizadas (<0,02 mg/kg) para todos los organismos, a excepción del bivalvo filtrador en el sector del puerto (0,03 mg/kg). El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, indica valores referenciales máximos de 250 mg/kg para el caso de conservas de pescados y mariscos, en consecuencia, las concentraciones de estaño registradas en este estudio pueden ser consideradas normales ya que son notablemente inferiores a este estándar nacional.

- Zinc (Zn)

Las concentraciones de zinc registrados fueron comparativamente superiores en crustáceos que en moluscos herbívoros. En tejido de crustáceo el zinc tuvo un máximo de 31,2 mg/kg en el sector del puerto. Mientras que el molusco herbívoro acumuló un máximo de zinc de 12,6 mg/kg en el sector del puerto. En tanto, el molusco filtrador obtuvo concentraciones intermedias con un máximo de 24,4 mg/kg en la estación control E-CN. El Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/1996) indica que el límite máximo de zinc en productos alimenticios es de 100 mg/kg, en consecuencia, las concentraciones actuales informadas en los tejidos de las especies analizadas son inferiores a este límite referencial.

Tabla EMQ-89: Metales en tejido de biota (mg/kg). Otoño 2014

| Metales | Sector Puerto | | | Estación E-CN | | |
|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro |
| Aluminio (Al) | 68,3 | 385 | 62,5 | 38,8 | 305 | 5,92 |
| Antimonio (Sb) | 0,0068 | 0,0148 | 0,0073 | 0,0031 | 0,0094 | 0,0237 |
| Arsénico (As) | 2,16 | 2,71 | 10,7 | 1,55 | 3,79 | 13,6 |
| Bario (Ba) | 0,170 | 0,921 | 0,500 | 0,143 | 0,578 | 0,223 |
| Berilio (Be) | <0,0020 | 0,0177 | <0,0020 | <0,0020 | 0,0113 | <0,0020 |
| Bismuto (Bi) | <0,0020 | 0,0073 | <0,0020 | <0,0020 | 0,0026 | <0,0020 |
| Boro (B) | 1,58 | 5,02 | 1,53 | 1,04 | 4,39 | 2,02 |
| Cadmio (Cd) | 1,68 | 1,28 | 1,87 | 2,96 | 0,502 | 3,97 |
| Calcio (Ca) | 1090 | 5680 | 9340 | 1410 | 3810 | 8690 |
| Cesio (Cs) | 0,0089 | 0,0738 | 0,0093 | 0,0041 | 0,0560 | 0,0035 |
| Cromo total (Cr) | 0,288 | 2,35 | 0,170 | 0,153 | 1,16 | 0,060 |
| Cobalto (Co) | 0,0830 | 0,684 | 0,0904 | 0,0621 | 0,208 | 0,0339 |
| Cobre (Cu) | 4,55 | 2,47 | 39,2 | 1,57 | 2,11 | 56,6 |

| Metales | Sector Puerto | | | Estación E-CN | | |
|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro |
| Hierro (Fe) | 233 | 1370 | 139 | 78,7 | 610 | 24,9 |
| Plomo (Pb) | 0,300 | 0,314 | 0,116 | 0,0602 | 0,353 | 0,0304 |
| Litio (Li) | 0,16 | 0,51 | 0,17 | 0,13 | 0,49 | 0,13 |
| Magnesio (Mg) | 1230 | 1150 | 1060 | 1100 | 1020 | 1080 |
| Manganeso (Mn) | 2,56 | 7,06 | 1,86 | 1,34 | 5,82 | 1,29 |
| Mercurio (Hg) | 0,0018 | 0,0139 | 0,0217 | 0,0015 | 0,0301 | 0,0273 |
| Molibdeno (Mo) | 0,0959 | 0,146 | 0,0942 | 0,0651 | 0,138 | 0,0893 |
| Níquel (Ni) | 0,200 | 1,68 | 0,261 | 0,165 | 1,32 | 0,369 |
| Fósforo (P) | 1320 | 1620 | 3410 | 1120 | 1310 | 5830 |
| Potasio (K) | 2450 | 1630 | 2710 | 1930 | 1410 | 2620 |
| Rubidio(Rb) | 0,941 | 1,22 | 1,02 | 0,655 | 0,996 | 0,812 |
| Selenio (Se) | 0,332 | 0,556 | 0,810 | 0,178 | 0,379 | 1,05 |
| Sodio (Na) | 7050 | 7790 | 5780 | 7240 | 6400 | 5580 |
| Estroncio (Sr) | 10,6 | 39,4 | 125 | 14,7 | 20,2 | 85,9 |
| Telurio (Te) | <0,0040 | 0,0059 | <0,0040 | <0,0040 | <0,0040 | <0,0040 |
| Talio (Tl) | 0,00091 | 0,00511 | 0,00089 | 0,00043 | 0,00346 | 0,00060 |
| Estaño (Sn) | <0,020 | 0,030 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Uranio (U) | 0,0409 | 0,0999 | 0,0195 | 0,0329 | 0,0666 | 0,0100 |
| Vanadio (V) | 0,740 | 5,49 | 0,944 | 0,261 | 1,49 | 0,126 |
| Zinc (Zn) | 12,6 | 21,5 | 31,2 | 2,66 | 24,4 | 29,5 |
| Circonio (Zr) | 0,051 | 0,220 | <0,040 | 0,046 | 0,152 | <0,040 |

Invierno 2014

La Tabla EMQ-90 exhibe los resultados de todos los analitos analizados en los tejidos de la biota marina durante la campaña de invierno 2014. Con el objeto de facilitar el análisis se describen los parámetros más representativos.

- Arsénico (As)

Las concentraciones de arsénico presentaron niveles similares entre moluscos herbívoros y bivalvos filtradores, mientras que en crustáceo las concentraciones fueron mayores. En efecto, los moluscos (herbívoros y filtradores) fluctuaron entre 2,09 en el sector del puerto y 5,55 en E-CN, y en tejido de crustáceo la acumulación de arsénico fluctuó entre 16,3 mg/kg en E-CN y 18,9 mg/kg en el sector del puerto. El DS 977/1996 y la Norma mexicana (NOM-129-SSA1-1995) indican que el límite máximo de arsénico en moluscos es de 2 mg/kg. En consecuencia, todas las concentraciones de arsénico presentes en tejido de registrados sobrepasaron dicha normativa referencial.

- Cadmio (Cd)

Las concentraciones de acumulación de cadmio en los tejidos de todos los organismos en el sector del puerto mostraron concentraciones similares, la cual varió entre 1,31 a 2,20 mg/kg. En contraste con lo encontrado en E-CN, las concentraciones de cadmio fluctuaron entre

0,423 a 5,21 mg/kg. De acuerdo a al Reglamento (CE) 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas, que fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, se establece un límite admisible de cadmio para los crustáceos es de 1 mg/kg. En consecuencia, ambas muestras en el puerto como en el control fueron superiores al límite

- Cobre (Cu)

El cobre en los tejidos de organismos evaluados registró valores superiores en crustáceos respecto de moluscos (herbívoro y filtrador). En tejido de crustáceos, el cobre varió entre 47,0 mg/kg en E-CN a 61,0 mg/kg en el sector del puerto, y en menor medida en tejido de moluscos (herbívoro y filtrador) los que tuvieron una variación de 2,38 mg/kg en E-CN a 50,2 mg/kg en E-CN. De acuerdo al DS 977/1996 del Ministerio de Salud, los máximos valores encontrados en esta campaña sobrepasan esta normativa, que establece como límite máximo de cobre en “otros productos” de alimentos una concentración de 10 mg/kg. En consecuencia, éste límite es sobrepasado por las concentraciones registradas en todas las muestras de tejido de crustáceo y no es sobrepasado en ninguna muestra de molusco (herbívoro y filtrador) analizada.

- Cromo total (Cr)

Las concentraciones de acumulación del cromo total en bivalvos filtradores y crustáceos, exhibieron una mayor concentración en el sector del puerto que en el E-CN. En efecto, las concentraciones de crustáceo fueron bajas variando entre a 0,021 mg/kg en E-CN a 0,094 mg/kg en sector puerto. Seguido de las concentraciones de moluscos herbívoros que fluctuaron entre 0,443 mg/kg en E-CN a 0,174 mg/kg en sector puerto. Mayores niveles de acumulación se registraron en los bivalvos filtradores que fluctuaron entre 1,39 mg/kg en E-CN a 1,72 mg/kg en sector puerto. El DS 977/1996 Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece valores límite para el cromo total, sin embargo, la EPA 1993 (En Ahumada, 1995) establece un límite máximo de 0,1 mg/kg. Por otra parte, SFEI, 1997 establece para moluscos niveles máximos de cromo total de 4,3 mg/kg. En función de estos estándares referenciales, 4 de las 6 muestras de biota sobrepasaron el nivel establecido por EPA (1993), pero todas las concentraciones resultaron inferiores al límite de Mussel Watch (SFEI, 1997).

- Mercurio (Hg)

El mercurio registró bajos niveles en todos los organismos y estaciones, con valores menores a 0,0294 mg/kg. Conforme a estos resultados, todos los valores de mercurio registrados son inferiores a las referencias nacionales e internacionales consultadas. En efecto, el DS 977/1996 del Ministerio de Salud de Chile indica valores referenciales de este elemento en mariscos frescos de 0,5 mg/kg, mientras que el Reglamento 221/02 de la Comunidad Europea indica un límite permisible en moluscos bivalvos de 1,5 mg/kg.

- Plomo (Pb)

Las concentraciones de plomo registradas fueron, similares entre moluscos herbívoros y bivalvos filtradores, con menores acumulaciones en el sector del puerto (máximo 0,258 mg/kg) que en E-CN (máximo de 4,35 mg/kg). Mientras que en crustáceo el nivel de acumulación fue menor llegando en el sector del puerto a 0,0686 mg/kg y en el E-CN a

0,0438 mg/kg. El DS 977, Reglamento Sanitario de Alimentos, establece un valor máximo de plomo de 2 mg/kg en mariscos frescos, en consecuencia, todas las concentraciones obtenidas en este estudio se encuentran bajo este límite referencial, a excepción de una estación.

- Estaño (Sn)

Las concentraciones de estaño registrados presentaron valores inferiores al límite de detección de la metodología empleada en todas las estaciones analizadas (<0,02 mg/kg) para todos los organismos, a excepción del bivalvo filtrador (0,038 mg/Kg) y molusco herbívoro (0,048 mg/kg) en E-CN. El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, indica valores referenciales máximos de 250 mg/kg para el caso de conservas de pescados y mariscos, en consecuencia, las concentraciones de estaño registradas en este estudio pueden ser consideradas normales ya que son notablemente inferiores a este estándar nacional.

- Zinc (Zn)

Las concentraciones de zinc registrados fueron comparativamente superiores en crustáceos que en moluscos herbívoros. En tejido de crustáceo el zinc tuvo un máximo de 34,3 mg/kg en el sector del puerto. Mientras que el molusco herbívoro acumulo un máximo de zinc de 12,0 mg/kg en el sector del puerto. En tanto, el molusco filtrador obtuvo niveles de intermedios con un máximo de 23,3 mg/kg en E-CN. El Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/1996) indica que el límite máximo de zinc en productos alimenticios es de 100 mg/kg, en consecuencia, las concentraciones informadas en los tejidos de las especies analizadas son inferiores a este límite referencial.

Tabla EMQ-90: Metales en tejido de biota (mg/kg). Invierno 2014

| Metales | Sector Puerto | | | Estación E-CN | | |
|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro |
| Aluminio (Al) | 55,4 | 331 | 27,0 | 87,0 | 327 | 1,34 |
| Antimonio (Sb) | 0,0056 | 0,0137 | 0,0069 | 0,0258 | 1,57 | 0,0049 |
| Arsénico (As) | 2,79 | 3,49 | 18,9 | 2,09 | 5,55 | 16,3 |
| Bario (Ba) | 0,224 | 0,491 | 0,223 | 0,496 | 37,4 | 0,145 |
| Berilio (Be) | 0,0020 | 0,0206 | <0,0020 | 0,0035 | 0,0122 | <0,0020 |
| Bismuto (Bi) | <0,0020 | 0,0056 | <0,0020 | <0,0020 | 0,0097 | <0,0020 |
| Boro (B) | 1,47 | 7,52 | 1,44 | 1,76 | 7,59 | 2,30 |
| Cadmio (Cd) | 1,31 | 1,59 | 2,20 | 3,25 | 0,423 | 5,21 |
| Calcio (Ca) | 2890 | 5470 | 5660 | 6020 | 8380 | 8700 |
| Cesio (Cs) | 0,0084 | 0,0287 | 0,0068 | 0,0083 | 0,0553 | 0,0034 |
| Cromo total (Cr) | 0,174 | 1,72 | 0,094 | 0,443 | 1,39 | 0,021 |
| Cobalto (Co) | 0,0434 | 0,321 | 0,0837 | 0,0756 | 0,504 | 0,0426 |
| Cobre (Cu) | 4,67 | 3,62 | 61,0 | 2,38 | 50,2 | 47,0 |
| Hierro (Fe) | 127 | 1330 | 110 | 183 | 1330 | 12,7 |
| Plomo (Pb) | 0,285 | 0,258 | 0,0686 | 4,35 | 2,18 | 0,0438 |
| Litio (Li) | 0,14 | 0,25 | 0,16 | 0,20 | 0,47 | 0,14 |
| Magnesio (Mg) | 1040 | 1050 | 948 | 1230 | 1300 | 1080 |

| Metales | Sector Puerto | | | Estación E-CN | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro |
| Manganeso (Mn) | 1,81 | 8,81 | 1,30 | 2,58 | 13,8 | 0,943 |
| Mercurio (Hg) | 0,0024 | 0,0198 | 0,0229 | 0,0026 | 0,0267 | 0,0294 |
| Molibdeno (Mo) | 0,0632 | 0,185 | 0,117 | 0,0846 | 0,162 | 0,0814 |
| Níquel (Ni) | 0,212 | 1,54 | 0,269 | 0,249 | 1,62 | 0,167 |
| Fósforo (P) | 1890 | 1480 | 3980 | 1550 | 2970 | 5780 |
| Potasio (K) | 2450 | 1630 | 2840 | 2040 | 1700 | 2560 |
| Rubidio(Rb) | 1,05 | 1,11 | 0,993 | 0,826 | 1,09 | 0,848 |
| Selenio (Se) | 0,445 | 0,779 | 1,02 | 0,240 | 0,469 | 0,903 |
| Sodio (Na) | 6110 | 6440 | 6500 | 7130 | 7040 | 5510 |
| Estroncio (Sr) | 14,2 | 27,4 | 65,1 | 49,4 | 44,9 | 88,4 |
| Telurio (Te) | <0,0040 | <0,0040 | <0,0040 | <0,0040 | <0,0040 | <0,0040 |
| Talio (Tl) | 0,00161 | 0,00432 | 0,00111 | 0,00095 | 0,00354 | 0,00063 |
| Estaño (Sn) | <0,020 | <0,020 | <0,020 | 0,048 | 0,038 | <0,020 |
| Uranio (U) | 0,0296 | 0,126 | 0,0156 | 0,0489 | 0,0843 | 0,00528 |
| Vanadio (V) | 0,285 | 5,59 | 0,459 | 0,711 | 1,68 | 0,077 |
| Zinc (Zn) | 12,0 | 22,3 | 34,3 | 4,66 | 23,3 | 32,5 |
| Circonio (Zr) | 0,057 | 0,151 | <0,040 | 0,086 | 0,134 | <0,040 |

Primavera 2014

La Tabla EMQ-91 exhibe los resultados de todos los analitos analizados en los tejidos de la biota marina. Con el objeto de facilitar el análisis se describen los parámetros más representativos.

- Arsénico (As)

Las concentraciones de arsénico fueron similares entre moluscos herbívoros y bivalvos filtradores, mientras que en crustáceo las concentraciones fueron mayores. En efecto, los moluscos herbívoros y bivalvos filtradores fluctuaron entre 1,71 mg/kg en E-CN y 4,78 mg/kg en E-CN, y en tejido de crustáceo la acumulación de arsénico fluctuó entre 13 mg/kg en E-CN y 22,6 mg/kg en el sector del puerto. El DS 977/1996 y la norma mexicana (NOM-129-SSA1-1995) indican que el límite máximo de arsénico en moluscos es de 2 mg/kg. En consecuencia, en la gran mayoría de los tejidos registrados sobrepasan las concentraciones de arsénico de ambas normativas referenciales.

- Cadmio (Cd)

Las concentraciones de cadmio en el sector del puerto en todos los tejidos de los organismos mostraron concentraciones similares las que fluctuaron entre 0,81 a 2,2 mg/kg. En contraste con lo encontrado en E-CN, donde las concentraciones de cadmio fueron desiguales para cada una de las especies analizadas. En moluscos herbívoros fue de 3,48 mg/kg, en bivalvos filtradores fue de 0,5 mg/kg y en crustáceos fue de 7,1 mg/kg. El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece límites referenciales para el cadmio, no obstante, de acuerdo a al Reglamento (CE) 221/2002

de la Comisión de Comunidades Europeas, que fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, se establece un límite admisible de cadmio para crustáceos de 1 mg/kg. En consecuencia, en el sector del puerto y en la estación control norte superaron el límite.

- Cobre (Cu)

El cobre en los tejidos de organismos evaluados registró valores superiores en crustáceos respecto de moluscos herbívoros y bivalvos filtradores. Así, en tejido de crustáceo el cobre varió entre 46,0 mg/kg en E-CN a 74,8 mg/kg en el sector del puerto, y en menor medida en tejido de moluscos (herbívoro y filtrador) los que tuvieron una variación de 3,2 mg/kg en sector del puerto a 16,0 mg/kg en E-CN. De acuerdo al DS 977/1996 del Ministerio de Salud, los máximos valores encontrados en esta campaña sobrepasan esta normativa, que establece como límite máximo de cobre en “otros productos” de alimentos una concentración de 10 mg/kg. En consecuencia, éste límite fue sobrepasado por las concentraciones registradas en todas las muestras de tejido de crustáceo y es sobrepasado solamente en una muestra de bivalvo filtrador analizado.

- Cromo total (Cr)

Las concentraciones de cromo total en bivalvos filtradores, exhibieron una mayor concentración en el sector del puerto y estación control E-CN en comparación con los otros organismos analizados (crustáceos y moluscos herbívoros). En efecto, las concentraciones de crustáceo fueron bajas en E-CN de 0,024 mg/kg y 0,14 mg/kg en el sector del puerto. Al igual que las concentraciones de los moluscos herbívoros con 0,19 mg/kg en E-CN y 0,079 mg/kg en el sector del puerto. El DS 977/1996 Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece límite para el cromo total, sin embargo, la EPA 1993 (En Ahumada, 1995) establece un límite máximo de 0,1 mg/kg. Por otra parte, SFEI, 1997 establece para moluscos niveles máximos de cromo total de 4,3 mg/kg. En función de estos estándares referenciales, 4 de las 6 muestras de biota sobrepasaron el nivel establecido por EPA (1993), pero todas las concentraciones resultan inferiores al límite de Mussel Watch (SFEI, 1997).

- Mercurio (Hg)

El mercurio registró bajas concentraciones en todos los organismos y estaciones, con valores menores a 0,0314 mg/kg. Conforme a estos resultados, todos los valores de mercurio registrados son inferiores a las referencias nacionales e internacionales consultadas. En efecto, el DS 977/1996 del Ministerio de Salud de Chile indica valores referenciales de este elemento en mariscos frescos de 0,5 mg/kg, mientras que el Reglamento 221/02 de la Comunidad Europea indica un límite permisible en moluscos bivalvos de 1,5 mg/kg.

- Plomo (Pb)

En general las concentraciones de plomo registradas en ambos lugares y en todos los organismos fueron bajas (menores a 0,5 mg/kg), a excepción de los moluscos herbívoros y bivalvos filtradores en E-CN que obtuvieron niveles de 2,33 y 1,16 mg/kg respectivamente. El DS 977, Reglamento Sanitario de Alimentos, establece un valor máximo de plomo de 2

mg/kg en mariscos frescos, en consecuencia, todas las concentraciones obtenidas en este estudio se encuentran bajo este límite referencial, a excepción de una estación.

- Estaño (Sn)

Las concentraciones de estaño registrados presentaron valores inferiores al límite de detección de la metodología empleada en todas las estaciones analizadas (<0,02 mg/kg) para todos los organismos, a excepción del bivalvo filtrador (0,03 mg/kg) en E-CN. El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, indica valores referenciales máximos de 250 mg/kg para el caso de conservas de pescados y mariscos, en consecuencia, las concentraciones de estaño registradas en este estudio pueden ser consideradas normales ya que son notablemente inferiores a este estándar nacional.

- Zinc (Zn)

Las concentraciones de zinc registrados fueron comparativamente superiores en todos los organismos en el sector del puerto que la E-CN. En tejido de crustáceo el zinc tuvo un máximo de 38,0 mg/kg en el sector del puerto. Mientras que el molusco herbívoro presentó un máximo de zinc de 10,2 mg/kg en el sector del puerto. En tanto, el molusco filtrador obtuvo un nivel máximo de 22,0 mg/kg en el sector del puerto. El Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/1996) indica que el límite máximo de zinc en productos alimenticios es de 100 mg/kg, en consecuencia, las concentraciones informadas en los tejidos de las especies analizadas son inferiores a este límite referencial.

Tabla EMQ-91: Metales en tejido de biota (mg/kg). Primavera 2014

| Metales | Sector Puerto | | | Estación E-CN | | |
|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro |
| Aluminio (Al) | 13,4 | 19,3 | 51,00 | 14,3 | 303 | 0,68 |
| Antimonio (Sb) | 0,0025 | 0,011 | 0,0088 | 0,0055 | 0,0244 | 0,0033 |
| Arsénico (As) | 1,81 | 4,24 | 22,6 | 1,71 | 4,78 | 13 |
| Bario (Ba) | 0,066 | 0,371 | 0,5 | 0,148 | 0,495 | 0,105 |
| Berilio (Be) | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 | 0,0091 | <0,0020 |
| Bismuto (Bi) | <0,0020 | 0,0046 | <0,0020 | <0,0020 | 0,0076 | <0,0020 |
| Boro (B) | 1,59 | 6,42 | 3,43 | 1,67 | 6,35 | 3,18 |
| Cadmio (Cd) | 1,86 | 0,81 | 2,2 | 3,48 | 0,5 | 7,1 |
| Calcio (Ca) | 525,00 | 7360,00 | 5240,00 | 1040,00 | 8200,00 | 5340,00 |
| Césio (Cs) | 0,003 | 0,005 | 0,0093 | 0,0035 | 0,0205 | 0,0029 |
| Cromo total (Cr) | 0,079 | 0,702 | 0,14 | 0,19 | 1,08 | 0,024 |
| Cobalto (Co) | 0,048 | 0,0661 | 0,142 | 0,0605 | 0,355 | 0,037 |
| Cobre (Cu) | 3,2 | 8,00 | 74,8 | 5,21 | 16,00 | 46,00 |
| Hierro (Fe) | 77,4 | 58,1 | 143,00 | 57,8 | 896 | 9 |
| Plomo (Pb) | 0,159 | 0,41 | 0,079 | 1,16 | 2,33 | 0,072 |
| Litio (Li) | 0,1 | 0,11 | 0,15 | 0,12 | 0,5 | 0,2 |
| Magnesio (Mg) | 1060,00 | 1090,00 | 989,00 | 1230,00 | 1070,00 | 1290,00 |
| Manganeso (Mn) | 0,988 | 1,1 | 2,4 | 0,968 | 9,16 | 0,96 |

| | Sector Puerto | | | Estación E-CN | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro |
| Metales | | | | | | |
| Mercurio (Hg) | 0,0017 | 0,0141 | 0,0193 | 0,0076 | 0,0165 | 0,0314 |
| Molibdeno (Mo) | 0,0568 | 0,13 | 0,115 | 0,0855 | 0,131 | 0,07 |
| Níquel (Ni) | 0,154 | 1,08 | 0,54 | 0,205 | 1,84 | 0,18 |
| Fósforo (P) | 1500,00 | 2520,00 | 3780,00 | 1390,00 | 2880,00 | 3580,00 |
| Potasio (K) | 1850,00 | 2060,00 | 2090,00 | 1920,00 | 2020,00 | 2040,00 |
| Rubidio (Rb) | 0,785 | 0,85 | 0,89 | 0,777 | 0,97 | 0,68 |
| Selenio (Se) | 0,201 | 0,48 | 0,867 | 0,308 | 0,5 | 0,59 |
| Sodio (Na) | 6520,00 | 6500,00 | 5720,00 | 7500,00 | 6060,00 | 7740,00 |
| Estroncio (Sr) | 6,95 | 51,1 | 70,00 | 10,8 | 37,7 | 62,9 |
| Telurio (Te) | <0,0040 | 0,0044 | <0,0040 | <0,0040 | 0,0042 | <0,0040 |
| Talio (Tl) | 0,00069 | 0,00193 | 0,0009 | 0,00066 | 0,00297 | 0,00045 |
| Estaño (Sn) | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | 0,03 | <0,020 |
| Uranio (U) | 0,0289 | 0,0716 | 0,0244 | 0,0491 | 0,077 | 0,009 |
| Vanadio (V) | 0,163 | 0,27 | 1,26 | 0,162 | 1,59 | 0,081 |
| Zinc (Zn) | 10,2 | 22,00 | 38 | 7,71 | 24,00 | 20,00 |
| Circonio (Zr) | <0,040 | <0,040 | <0,040 | <0,040 | 0,139 | <0,040 |

Verano 2015

La Tabla EMQ-92 exhibe los resultados de todos los analitos analizados en los tejidos de la biota marina. Con el objeto de facilitar el análisis se describen los parámetros más representativos.

- Arsénico (As)

Las concentraciones de arsénico fueron similares entre moluscos herbívoros y bivalvos filtradores, mientras que en crustáceo las concentraciones fueron mayores. En efecto, los moluscos herbívoros y bivalvos filtradores fluctuaron entre 2,08 mg/kg en E-CN y 3,52 mg/kg en el sector del puerto, y en tejido de crustáceo la acumulación de arsénico fluctuó entre 12,8 mg/kg en el sector del puerto y 20,4 mg/kg en E-CN. El DS 977/1996 y la norma mexicana (NOM-129-SSA1-1995) indican que el límite máximo de arsénico en moluscos es de 2 mg/kg. En consecuencia, todos los tejidos registrados sobrepasan las concentraciones de arsénico de ambas normativas referenciales.

- Cadmio (Cd)

Las concentraciones de acumulación de cadmio en el sector del puerto en los tejidos de moluscos herbívoros y bivalvos filtradores mostraron concentraciones similares de 1,98 y 1,53 mg/kg, respectivamente. En crustáceos la acumulación fue mayor con 7,35 mg/kg. Algo similar se encontró en E-CN, donde las concentraciones de cadmio fueron desiguales en cada una de las especies analizadas, en moluscos herbívoros fue de 3,11 mg/kg, en bivalvos filtradores fue de 0,996 mg/kg y en crustáceos fue de 6,37 mg/kg. El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece límites

referenciales para el cadmio, no obstante, de acuerdo a al Reglamento (CE) 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas, que fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, se establece un límite admisible de cadmio para los crustáceos de 1 mg/kg. En consecuencia, solo 5 muestras de tejido son superiores a este límite o estándar referencial, y una es inferior.

- Cobre (Cu)

El cobre en los tejidos de organismos evaluados registró valores superiores en crustáceo respecto de moluscos herbívoros y bivalvos filtrador. De esta manera, en tejido de crustáceo el cobre obtuvo valores de 31,3 mg/kg en E-CN y 49,8 mg/kg en el sector del puerto. En el sector del puerto las concentraciones de cobre fueron mayores en comparación a E-CN reportados en moluscos herbívoros y bivalvos filtradores, estos fueron de 6,12 y 2,44 mg/kg, respectivamente. En la estación E-CN los valores fueron de 2,29 mg/kg para moluscos herbívoros y 1,81 mg/kg para bivalvos filtradores. De acuerdo al DS 977/1996 del Ministerio de Salud, los máximos valores encontrados en esta campaña sobrepasan esta normativa, que establece como límite máximo de cobre en “otros productos” de alimentos una concentración de 10 mg/kg. En consecuencia, en el sector del puerto y en la estación control norte superaron el límite.

- Cromo total (Cr)

Las concentraciones de acumulación del cromo total en todos los organismos analizados exhibieron una cierta similitud entre en el sector del puerto y en E-CN. En efecto, las concentraciones de moluscos herbívoros fueron de 0,165 mg/kg en el sector del puerto y 0,082 mg/kg en E-CN, las concentraciones en bivalvos filtradores fue de 1,21 mg/kg en el sector del puerto y 1,36 mg/kg en E-CN y los valores de cobre crustáceo fue de 0,142 en el sector del puerto y 0,11 en E-CN. El DS 977/1996 Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece valores límite para el cromo, sin embargo, la EPA 1993 (en Ahumada, 1995) establece un límite máximo de 0,1 mg/kg. Por otra parte, SFEI, 1997 establece para moluscos niveles máximos de cromo total de 4,3 mg/kg. En función de estos estándares referenciales, 5 de las 6 muestras de biota sobrepasaron el nivel establecido por EPA (1993), pero todas resultan inferiores al límite de Mussel Watch (SFEI, 1997).

- Mercurio (Hg)

El mercurio registró bajos niveles en todos los organismos y estaciones, con valores menores a 0,0174 mg/kg. Conforme a estos resultados, todos los valores de mercurio registrados son inferiores a las referencias nacionales e internacionales consultadas. En efecto, el DS 977/1996 del Ministerio de Salud de Chile indica valores referenciales de este elemento en mariscos frescos de 0,5 mg/kg, mientras que el Reglamento 221/02 de la Comunidad Europea indica un límite permisible en moluscos bivalvos de 1,5 mg/kg.

- Plomo (Pb)

En general las concentraciones de plomo registradas en ambos lugares y en todos los organismos fueron bajas (menores a 0,2 mg/kg), a excepción de los moluscos herbívoros en el sector del puerto con valores de 3,78 mg/kg. El DS 977, Reglamento Sanitario de Alimentos, establece un valor máximo de plomo de 2 mg/kg en mariscos frescos, en

consecuencia, todas las concentraciones obtenidas en este estudio se encuentran bajo este límite referencial, a excepción de los moluscos herbívoros en el sector del puerto.

- Estaño (Sn)

Las concentraciones de estaño registrados presentaron valores inferiores al límite de detección de la metodología empleada en todas las estaciones analizadas (<0,02 mg/kg) para todos los organismos. El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, indica valores referenciales máximos de 250 mg/kg para el caso de conservas de pescados y mariscos, en consecuencia, las concentraciones de estaño registradas en este estudio pueden ser consideradas normales ya que son notablemente inferiores a este estándar nacional.

- Zinc (Zn)

Las concentraciones de zinc registrados fueron superiores en moluscos herbívoros y bivalvos filtradores en el sector del puerto que la estación E-CN. En cambio, esto no ocurre en los tejidos de crustáceo donde el zinc tuvo un máximo de 35,6 mg/kg en E-CN y 20,5 mg/kg en el sector del puerto. Es así como, en molusco herbívoro la concentración de zinc fue de 10,1 mg/kg en el sector del puerto y 3,68 mg/kg en E-CN. La concentración en bivalvos filtradores fue de 24,5 mg/kg en el sector del puerto y 15,4 mg/kg en E-CN. El Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/1996) indica que el límite máximo de zinc en productos alimenticios es de 100 mg/kg, en consecuencia, las concentraciones informadas en los tejidos de las especies analizadas son inferiores a este límite referencial.

Tabla EMQ-92: Metales en tejido de biota (mg/kg). Verano 2015

| Metales | Sector Puerto | | | Estación E-CN | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro |
| Aluminio (Al) | 9,01 | 115,00 | 47,5 | 9,65 | 83,2 | 7,19 |
| Antimonio (Sb) | 0,0113 | 0,0092 | 0,0076 | 0,0031 | 0,0067 | 0,0077 |
| Arsénico (As) | 2,16 | 3,52 | 12,8 | 2,08 | 2,45 | 20,4 |
| Bario (Ba) | 0,05 | 3,83 | 0,187 | 0,051 | 3,57 | 0,217 |
| Berilio (Be) | <0,0020 | 0,0067 | <0,0020 | <0,0020 | 0,0043 | <0,0020 |
| Bismuto (Bi) | <0,0020 | 0,0046 | <0,0020 | <0,0020 | <0,0040 | <0,0020 |
| Boro (B) | 1,62 | 5,64 | 1,81 | 1,83 | 5,25 | 1,66 |
| Cadmio (Cd) | 1,98 | 1,53 | 7,35 | 3,11 | 0,996 | 6,37 |
| Calcio (Ca) | 566,00 | 23800,00 | 3010,00 | 662,00 | 34900,00 | 5180,00 |
| Césio (Cs) | 0,0026 | 0,022 | 0,009 | 0,0027 | 0,0096 | 0,0047 |
| Cromo total Cr) | 0,165 | 1,21 | 0,142 | 0,082 | 1,36 | 0,11 |
| Cobalto (Co) | 0,0528 | 0,182 | 0,0819 | 0,0294 | 0,133 | 0,0725 |
| Cobre (Cu) | 6,12 | 2,44 | 49,8 | 2,29 | 1,81 | 31,3 |
| Hierro (Fe) | 40,3 | 316,00 | 135,00 | 35,5 | 233,00 | 60,8 |
| Plomo (Pb) | 3,78 | 0,146 | 0,0843 | 0,13 | 0,148 | 0,242 |
| Litio (Li) | 0,11 | 0,29 | 0,24 | 0,13 | 0,35 | 0,15 |
| Magnesio (Mg) | 1070,00 | 1170,00 | 989,00 | 1050,00 | 1410,00 | 897,00 |
| Manganeso(Mn) | 0,713 | 3,51 | | 0,838 | 3,58 | 0,596 |

| Metales | Sector Puerto | | | Estación E-CN | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro |
| | | | 1,24 | | | |
| Mercurio (Hg) | 0,0021 | 0,0113 | 0,0174 | 0,002 | 0,0084 | 0,016 |
| Molibdeno (Mo) | 0,063 | 0,142 | 0,0903 | 0,057 | 0,116 | 0,0698 |
| Níquel (Ni) | 0,336 | 1,77 | 0,278 | 0,174 | 1,17 | 0,366 |
| Fósforo (P) | 1100,00 | 1430,00 | 1980,00 | 1070,00 | 1240,00 | 3620,00 |
| Potasio (K) | 1930,00 | 1830,00 | 1910,00 | 1870,00 | 1240,00 | 3390,00 |
| Rubidio (Rb) | 0,74 | 1,04 | 0,902 | 0,694 | 0,591 | 1,05 |
| Selenio (Se) | 0,215 | 0,53 | 0,57 | 0,21 | 0,365 | 0,948 |
| Sodio (Na) | 6880,00 | 6410,00 | 7220,00 | 7200,00 | 7940,00 | 6010,00 |
| Estroncio (Sr) | 6,21 | 215,00 | 40,6 | 7,43 | 284,00 | 66,7 |
| Telúrio (Te) | <0,0040 | 0,0108 | <0,0040 | <0,0040 | <0,0080 | <0,0040 |
| Talio (Tl) | <0,00040 | 0,00479 | 0,00122 | 0,00052 | 0,00288 | 0,00074 |
| Estaño (Sn) | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,040 | <0,020 |
| Uranio (U) | 0,0338 | 0,0674 | 0,0242 | 0,025 | 0,0747 | 0,0212 |
| Vanadio (V) | 0,08 | 0,834 | 0,445 | 0,141 | 0,717 | 0,291 |
| Zinc (Zn) | 10,1 | 24,5 | 20,5 | 3,68 | 15,4 | 35,6 |
| Circonio (Zr) | <0,040 | 0,092 | <0,040 | <0,040 | <0,080 | <0,040 |

Invierno 2015

La Tabla EMQ-93 exhibe los resultados de todos los analitos analizados en la biota marina. Con el objeto de facilitar el análisis se describen los parámetros más representativos.

- Arsénico (As)

Las concentraciones de arsénico presentaron niveles similares entre moluscos herbívoros y bivalvos filtradores, mientras que en crustáceo las concentraciones fueron mayores. En efecto, los moluscos herbívoros y bivalvos filtradores fluctuaron entre 1,94 mg/kg en el sector del puerto y 4,86 mg/kg en la estación E-CN, y en tejido de crustáceo la acumulación de arsénico fue de 10,3 mg/kg en el sector del puerto y 13,4 mg/kg en E-CN. El DS 977/1996 y la norma mexicana (NOM-129-SSA1-1995) indican que el límite máximo de arsénico en moluscos es de 2 mg/kg. En consecuencia, todos los tejidos registrados sobrepasan los niveles de arsénico de ambas normativas referenciales.

- Cadmio (Cd)

La acumulación de cadmio en el sector del puerto fue distinta para cada especie analizada, la menor concentración fue en los bivalvos filtradores (0,849 mg/kg), seguido por los crustáceos (1,23 mg/kg) y la mayor concentración se presentó en los moluscos herbívoros (3,64 mg/kg). En la estación control E-CN, las concentraciones no se comportaron del mismo modo, la menor fue en los bivalvos filtradores (0,533 mg/kg), seguido por los moluscos

herbívoros (2,94 mg/kg) y el mayor nivel se presentó en los crustáceos (3,64 mg/kg). El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece límites referenciales para el cadmio, no obstante, de acuerdo al Reglamento (CE) 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas, que fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, se establece un límite admisible de cadmio para los crustáceos de 1 mg/kg. En consecuencia, en el sector del puerto y en la estación control norte superaron el límite.

- Cobre (Cu)

El cobre en los tejidos de organismos evaluados registró valores superiores en crustáceo respecto de moluscos herbívoros y bivalvos filtrador. De esta manera, en tejido de crustáceo el cobre obtuvo un valor máximo de 56 mg/kg en E-CN y en menor medida en el sector del puerto un valor de 28,3 mg/kg. En el sector del puerto y en la estación E-CN los niveles de cobre fueron similares en moluscos herbívoros y bivalvos filtradores. Para los moluscos herbívoros estos fueron de 1,46 mg/kg (sector puerto) y 1,83 mg/kg (E-CN), y para los bivalvos filtradores las concentraciones fueron de 2,75 mg/kg (sector puerto) y 2,85 mg/kg (E-CN). De acuerdo al DS 977/1996 del Ministerio de Salud, los máximos valores encontrados en esta campaña sobrepasan esta normativa solo en crustáceos, que establece como límite máximo de cobre en "otros productos" de alimentos una concentración de 10 mg/kg.

- Cromo total (Cr)

Las concentraciones de acumulación del cromo total en todos los organismos analizados exhibieron una cierta similitud entre en el sector del puerto y en E-CN. En efecto, los niveles de moluscos herbívoros fueron de 0,173 mg/kg en el sector del puerto y 0,127 mg/kg en E-CN, las concentraciones en bivalvos filtradores fue de 1,1 mg/kg en el sector del puerto y 0,694 mg/kg en E-CN y en crustáceo fue de 0,122 mg/kg en el sector del puerto y 0,185 mg/kg en E-CN. El DS 977/1996 Reglamento Sanitario de los Alimentos, no establece valores límite para el cromo, sin embargo, la EPA 1993 (en Ahumada, 1995) establece un límite máximo de 0,1 mg/kg. Por otra parte, SFEI, 1997 establece para moluscos niveles máximos de cromo total de 4,3 mg/kg. En función de estos estándares referenciales, las 6 muestras de biota sobrepasaron el nivel establecido por EPA (1993), pero todas las concentraciones resultan inferiores al límite de Mussel Watch (SFEI, 1997).

- Mercurio (Hg)

El mercurio registró niveles similares en todos los organismos y estaciones, con valores menores a 0,0884 mg/kg. Conforme a estos resultados, todos los valores de mercurio registrados son inferiores a las referencias nacionales e internacionales consultadas. En efecto, el DS 977/1996 del Ministerio de Salud de Chile indica valores referenciales de este elemento en mariscos frescos de 0,5 mg/kg, mientras que el Reglamento 221/02 de la Comunidad Europea indica un límite permisible en moluscos bivalvos de 1,5 mg/kg.

- Plomo (Pb)

En general las concentraciones de plomo registradas en ambos lugares y en todos los organismos fueron bajas (menores a 0,2 mg/kg), a excepción de los moluscos herbívoros en el sector del puerto con valores de 3,58 mg/kg. El DS 977, Reglamento Sanitario de

Alimentos, establece un valor máximo de plomo de 2 mg/kg en mariscos frescos, en consecuencia, todas las concentraciones obtenidas en este estudio se encuentran bajo este límite referencial, a excepción de los moluscos herbívoros en el sector del puerto.

- Estaño (Sn)

Las concentraciones de estaño registrados presentaron valores inferiores al límite de detección de la metodología empleada en todas las estaciones analizadas (<0,02 mg/kg) para todos los organismos, menos en moluscos herbívoros en el sector del puerto (0,023 mg/kg). El DS 977/1996 del Ministerio de Salud, indica valores referenciales máximos de 250 mg/kg para el caso de conservas de pescados y mariscos, en consecuencia, las concentraciones de estaño registradas en este estudio pueden ser consideradas normales ya que son notablemente inferiores a este estándar nacional.

- Zinc (Zn)

Las concentraciones de zinc registrados en todos los organismos analizados exhibieron una cierta similitud entre en el sector del puerto y en E-CN. En efecto, las concentraciones de moluscos herbívoros fueron de 3,42 mg/kg en el sector del puerto y 3,76 mg/kg en E-CN, las concentraciones en bivalvos filtradores fue de 23,2 mg/kg en el sector del puerto y 26,4 mg/kg en E-CN y en crustáceo fue de 32,5 mg/kg en el sector del puerto y 37,3 mg/kg en E-CN. El Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/1996) indica que el límite máximo de zinc en productos alimenticios es de 100 mg/kg, en consecuencia, las concentraciones informadas en los tejidos de las especies analizadas son inferiores a este límite referencial.

Tabla EMQ-93: Metales en tejido de biota (mg/kg). Invierno 2015

| Metales | Sector Puerto | | | Estación E-CN | | |
|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro |
| Aluminio (Al) | 50,3 | 29,2 | 31,5 | 29 | 20,2 | 30,8 |
| Antimonio (Sb) | 0,0414 | 0,0069 | 0,0051 | 0,0053 | 0,0069 | 0,009 |
| Arsénico (As) | 1,94 | 3,42 | 10,3 | 2,12 | 4,86 | 13,4 |
| Bario (Ba) | 0,14 | 0,248 | 0,183 | 0,123 | 0,178 | 0,179 |
| Berilio (Be) | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 |
| Bismuto (Bi) | <0,0020 | 0,0023 | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 |
| Boro (B) | 1,37 | 7,03 | 1,04 | 1,5 | 7,11 | 2,48 |
| Cadmio (Cd) | 3,64 | 0,849 | 1,23 | 2,94 | 0,533 | 5,65 |
| Calcio (Ca) | 1770 | 3600 | 3380 | 1330 | 1690 | 9770 |
| Cesio (Cs) | 0,0064 | 0,0075 | 0,0078 | 0,0045 | 0,0039 | 0,0047 |
| Cromo (Cr) | 0,173 | 1,1 | 0,122 | 0,127 | 0,694 | 0,185 |
| Cobalto (Co) | 0,0948 | 0,0798 | 0,0481 | 0,111 | 0,0574 | 0,0389 |
| Cobre (Cu) | 1,46 | 2,75 | 28,3 | 1,83 | 2,85 | 56 |
| Hierro (Fe) | 115 | 96 | 77,5 | 84,4 | 55,2 | 70,6 |
| Plomo (Pb) | 3,58 | 0,141 | 0,0586 | 0,152 | 0,169 | 0,0452 |
| Litio (Li) | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,14 | 0,2 |
| Magnesio (Mg) | 1060 | 1080 | 925 | 1010 | 1220 | 1240 |

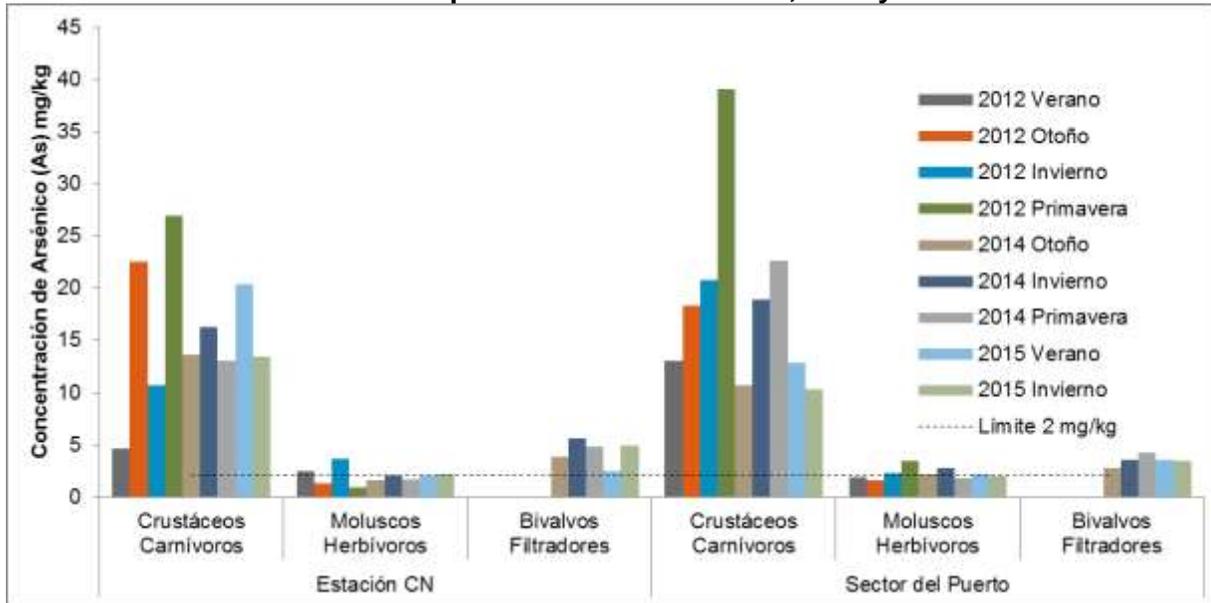
| Metales | Sector Puerto | | | Estación E-CN | | |
|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro | Molusco herbívoro | Bivalvo filtrador | Crustáceo carnívoro |
| Manganeso (Mn) | 1,67 | 1,22 | 0,871 | 1,59 | 1,63 | 2,75 |
| Mercurio (Hg) | 0,0737 | 0,146 | 0,0878 | 0,0884 | 0,128 | 0,117 |
| Molibdeno (Mo) | 0,0025 | 0,0134 | 0,0129 | 0,0027 | 0,0165 | 0,0433 |
| Níquel (Ni) | 0,618 | 1,32 | 0,113 | 0,184 | 1,06 | 0,29 |
| Fósforo (P) | 1390 | 2210 | 1660 | 1320 | 2190 | 5890 |
| Potasio (K) | 1820 | 1640 | 1890 | 1900 | 1730 | 2120 |
| Rubidio (Rb) | 0,741 | 0,698 | 0,866 | 0,776 | 0,645 | 0,665 |
| Selenio (Se) | 0,192 | 0,475 | 0,653 | 0,262 | 0,479 | 0,669 |
| Sodio (Na) | 6690 | 7340 | 7340 | 6530 | 8250 | 6590 |
| Estroncio (Sr) | 15 | 26,4 | 53,3 | 12,8 | 13,4 | 83,2 |
| Telúrio (Te) | <0,0040 | <0,0040 | <0,0040 | <0,0040 | <0,0040 | <0,0040 |
| Talio (Tl) | 0,00065 | 0,00222 | <0,00040 | 0,00068 | 0,00149 | 0,00095 |
| Estaño (Sn) | 0,023 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Uranio (U) | 0,0447 | 0,0821 | 0,012 | 0,0277 | 0,1 | 0,0251 |
| Vanadio (V) | 0,368 | 0,46 | 0,696 | 0,308 | 0,414 | 0,307 |
| Zinc (Zn) | 3,42 | 23,2 | 32,5 | 3,76 | 26,4 | 37,3 |
| Circonio (Zr) | 0,046 | <0,040 | <0,040 | <0,040 | <0,040 | <0,040 |

- *Síntesis de resultados de Metales en Tejido de Biota Marina*

Dentro de los metales que tiene una mayor representatividad en el área de influencia y que presentan parámetros con niveles de detección establecidos (As, Cd, Cu, Cr, Pb, Hg, Sn y Zn), destacaron las concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), cromo total (Cr) y cobre (Cu), registrados en tejido musculares de las biota analizada, las que sobrepasaron los límites aceptables para el consumo humano según la normativa consultada (nacional e internacional). En general, estos parámetros fueron sobrepasados en las cuatro campañas realizadas el 2012, en dos campañas realizadas el 2014 y en dos campañas efectuadas el 2015. Las concentraciones de mercurio (Hg), estaño (Sn), zinc (Zn) en todas las estaciones y sectores fueron inferiores a los límites establecidos por las diversas normativas consultadas (nacional e internacional). Para el plomo (Pb), en cinco oportunidades (invierno y primavera del 2014 y 2015) superó el límite de 2 mg/kg en moluscos (herbívoros y filtradores).

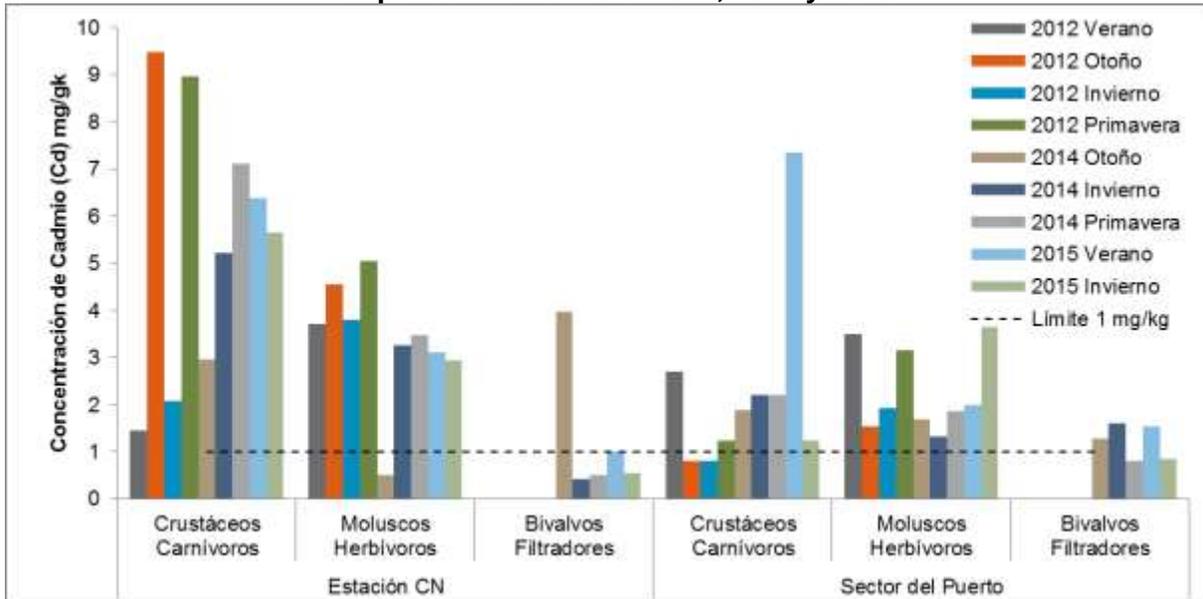
Las concentraciones de arsénico (As) no presentaron diferencias significativas entre las muestras obtenidas en el sector control (CN) y las muestras recolectadas en el sector del puerto ($F=0,15$; $F_{\text{Crítico}}=4,06$; $p> 0,05$). En la gran mayoría de las muestras analizadas de crustáceos, moluscos herbívoros y bivalvos filtradores, tanto en el sector del puerto como en el control, las concentraciones de arsénico sobrepasaron el límite establecido por la norma chilena (DS 977/1996) el cual es de 2 mg/kg (Figura EMQ-21). La gran diferencia de acumulación de los crustáceos en comparación con el resto de las biotas marinas analizadas, se puede explicar ya que los crustáceos están en un escalafón más alto en la cadena alimenticia, por lo tanto, este metal puede ser absorbido en los tejidos de distintas formas de arsénico (e.g. metil arsénico o arsenobetaina) (Neff, 1997; Maher, 1984).

Figura EMQ-21: Concentración de arsénico (As) en tejido de biota marina durante todas las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015



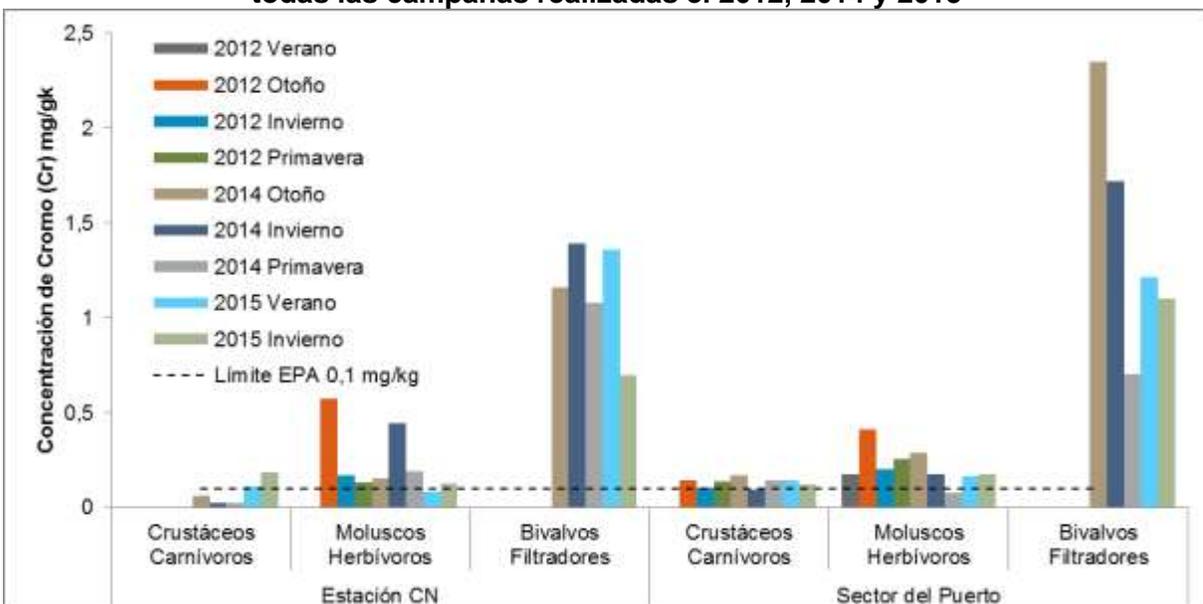
Las concentraciones de cadmio (Cd) en casi todas las campañas realizadas fueron superiores a lo establecido por la norma de referencia internacional del Reglamento (CE) 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas (1 mg/kg) (Figura EMQ-22). Se registraron diferencias significativas entre muestras obtenidas en el sector control (CN) y las muestras obtenidas en el sector del puerto ($F=7,66$; $F_{\text{Crítico}}=4,06$; $p < 0,05$), donde los crustáceos obtuvieron niveles mayores en la estación E-CN. Normalmente este metal está asociado a la industria del zinc y a desechos de plástico, pintura y aleaciones (Valdés *et al.*, 2011). Sin embargo, en Chile el cadmio no proviene de estas fuentes, sino que se presenta naturalmente en la columna de agua en conexión con centros de surgencia, el cual es transportado desde el fondo marino en asociación con sales de fosfato (Hervé-Fernández *et al.*, 2010). Es debido a esto, que en el sector de la estación control E-CN, el cual se encuentra más expuesto a condiciones de surgencia, presenta mayores niveles de cadmio en todos los organismos.

Figura EMQ-22: Concentración de cadmio (Cd) en tejido biota marina todas las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015



Las concentraciones de cromo total (Cr) en bivalvos filtradores fueron inferiores a la norma internacional de SFEI 1997 (MUSSEL WATCH) de 2,5 mg/kg. Pero en la mayoría de los casos fue superior a la norma de la EPA 1993 (0,1 mg/kg) (Figura EMQ-23). En términos generales no hubo diferencia significativa ($F=0,007$; $F_{\text{Crítico}}=4,09$; $p > 0,05$) entre las muestras obtenidas en la estación E-CN y las muestras obtenidas en la estación del sector del puerto en todas las especies analizadas. Se aprecia un leve aumento de cromo total en bivalvos filtradores en el sector de puerto en comparación con la estación CN pero este no es significativo ($F=0,038$; $F_{\text{Crítico}}=5,98$; $p > 0,05$).

Figura EMQ-23: Concentración de cromo total (Cr) en tejido de biota marina durante todas las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015

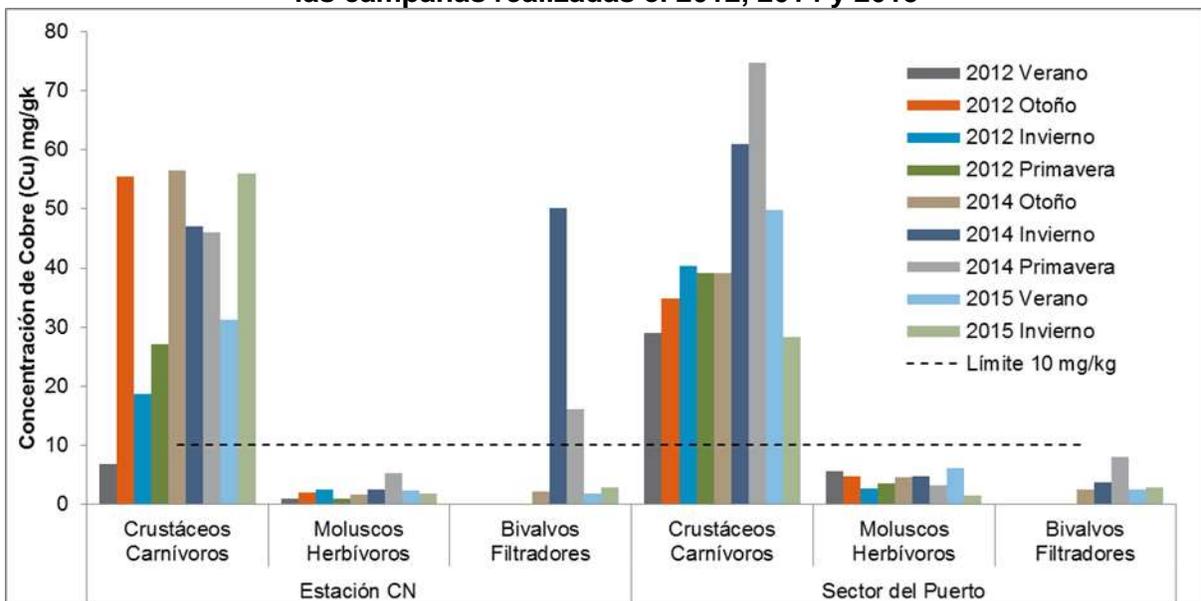


No se detectaron diferencias significativas ($F=0,01$; $F_{Crítico}=4,06$; $p> 0,05$) entre las muestras obtenidas en el sector control (CN) y las muestras obtenidas en el sector del área de influencia, las concentraciones de cobre (Cu) en los tejidos de todas la especies analizadas,

En específico, los crustáceos analizados exhibieron concentraciones elevadas en el área de influencia (promedio 44, 0 mg/kg) en comparación a la estación CN (promedio 38,3 mg/kg) ($p>0,05$) (Figura EMQ-24). Este resultado, coincide con estudios en crustáceos efectuados en la bahía de Caldera donde se evidenció que la concentración promedio de cobre fue de 15,5 mg/kg, tanto en el sector del puerto como el zonas alejadas (Castillo y Valdés, 2011). Una explicación a las elevadas concentraciones de cobre en crustáceos es debido a que este metal se encuentra de forma natural dentro del organismo, en especial en los pigmentos respiratorios (hemocianina) de la hemolinfa (Gil *et al.*, 2006). Conjuntamente, se ha publicado que el cobre está presente de forma natural en las aguas y se puede bioacumular en organismos de mayor escala trófica como en peces, moluscos y crustáceos (Castillo y Valdés, 2011; Connell 1990; Owen, 1981). Estos valores son superiores a lo que indica la norma referencial establecida en DS 977/1996 del Ministerio de Salud de Chile que no establece un límite máximo para peces, moluscos o crustáceos, pero si establece un límite de 10 mg/kg de cobre en alimentos catalogados como “otros productos” (sin especificar a cuáles se refiere).

La concentraciones de cobre en los tejidos de moluscos herbívoros y bivalvos filtradores se mantuvieron bajo la norma chilena (DS 977/1996) de 10 mg/kg (indicada para “otros productos” no identificados), a excepción de los valores encontrados en la estación E-CN de bivalvos filtradores durante el primavera e invierno 2014 con 50 mg/kg y 16 mg/kg, respectivamente. Esto difiere a lo encontrado en la bahía de Antofagasta donde las concentraciones de cobre en moluscos promediaron 7,2 mg/kg con mayores concentraciones en las proximidades del puerto y menores concentraciones en zonas alejadas al puerto (Calderón y Valdés, 2012).

Figura EMQ-24: Confrontación de cobre (Cu) en tejido de biota marina durante todas las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015



7.1.4.2.5 Síntesis General de Resultados de la Caracterización Química

La columna de agua mostró patrones usuales para la costa central de Chile según la estacionalidad. Se observó la siguiente tendencia en términos de temperatura: en primavera y verano se produce una leve estratificación de la columna de agua por la formación de gradientes estacionales (mayor temperatura en superficie), en otoño estos gradientes se debilitan para desaparecer en invierno, permitiendo la homogenización de la columna de agua. La salinidad se mantuvo en el rango esperado para la zona central de Chile (34-35 psu). El oxígeno disuelto fue mayor en la superficie (9-10 mg/L) y en el resto de la columna de agua varió entre 3-7 mg/L.

La calidad del agua presentó características relativamente homogéneas en casi todos los parámetros entre las diferentes estaciones evaluadas, obteniéndose niveles o concentraciones similares en las estaciones emplazadas al interior de bahía Conchalí en comparación con estaciones controles ubicadas fuera de ella; no se observaron tampoco grandes diferencias entre los valores de superficie y fondo. En general, el cobre estuvo presente en el agua de mar en bajas concentraciones, presentando concentraciones más elevadas solamente en otoño 2014. Estos valores estarían como la presencia natural del metal en las aguas por las características geológicas de la costa chilena.

Los análisis realizados el 2012, 2014 y 2015 a los sedimentos submareales dan cuenta de que en el área de influencia no existe presencia de contaminantes orgánicos y que los procesos oxidativos de la degradación de la materia orgánica son normales. Además, el tiempo de residencia de los metales es bajo y las concentraciones de metales varían de una campaña a otra. De este modo, los procesos oceanográficos específicos a nivel de la bahía influyen en el patrón de las concentraciones de los metales presentes en los sedimentos submareales dispersándolos y/o acumulándolos en distintas áreas. En general las concentraciones de cobre encontradas en los sedimentos submareales son bajas, con algunas excepciones reportadas que superaron los límites establecidos por la normativa de referencia canadiense (ISQG, 2002), que sin embargo, fueron menores a los obtenidos en la mayoría de los puertos de Chile, y que se pueden deber a que el cobre se encuentra de forma natural en las costas de Chile.

En las muestras de metales en tejido de biota marina, la mayoría presentó niveles de concentración inferiores a los límites establecidos por las diversas normativas consultadas: normativa nacional (DS 977/1996) e internacional (Reglamento (CE) 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas, EPA 1993). Los metales que sobrepasaron los límites establecidos para el consumo humano en algunos organismos fueron el arsénico (As), cadmio (Cd) y cobre (Cu) y en menor cuantía el cromo total (Cr). En concreto, para el arsénico (As) en casi todas las muestras superó el límite de 2 mg/kg establecido por DS 977/1996, sin embargo, este se bioacumula como arsénico orgánico.

Las concentraciones de cadmio (Cd) en casi todos los organismos fueron superiores a lo establecido por la norma internacional del Reglamento (CE) 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas (1 mg/kg), sin embargo, en Chile este metal se presenta naturalmente en la columna de agua en conexión con centros de surgencia. El cromo total (Cr) también presentó valores sobre la norma internacional EPA 1993, aunque estos valores están en los rangos encontrados en el sur de Chile. Para el cobre (Cu), en Chile no existe una normativa específica y se establece como referencia 10 mg/kg el límite aceptable para el consumo, pero el reglamento no menciona peces, moluscos o crustáceos, sino se refiere a

“otros productos”. Dentro de este estudio, los moluscos en la mayoría de los casos presentaron concentraciones inferiores a dicho límite. Por otro lado, en los crustáceos la gran mayoría de los análisis sobrepasaron el límite referencial, probablemente por la presencia natural de este metal traza en los pigmentos respiratorios (hemocianina) de la hemolinfa, sumado a la bioacumulación del cobre (Cu) que se puede dar en los crustáceos por presentar una escala trófica mayor.