

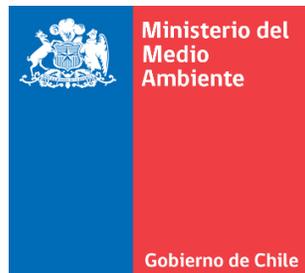


INFORME FINAL

“Sistematización de información de calidad de agua, sedimentos, objetos de valoración ambiental y fuentes de emisión, como insumos para la elaboración de una Norma Secundaria de Calidad de Aguas en la Bahía de Quintero”

ID mercado público N° 608897-34-LE19

Centro de Ecología Aplicada Ltda. 7 de abril de 2020



Ministerio del
Medio Ambiente



CONTROL DEL DOCUMENTO			
Versión	Fecha	Elaborado por	Aprobado por
2	07/04/2020	Patricio Bahamondes Ítalo Serey Jorge Cubillos	José María Peralta

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento corresponde al informe final asociado al estudio titulado “Sistematización de información de calidad de agua, sedimentos, objetos de valoración ambiental y fuentes de emisión, como insumos para la elaboración de una Norma Secundaria de Calidad de Aguas en la Bahía de Quintero”, ID mercado público N° 608897-34-LE19.

Con respecto a la recopilación y sistematización de la información ambiental de bahía Quintero, se revisaron 235 documentos, provenientes de distintas fuentes de información. Entre éstas destaca la contraparte técnica, quien otorgó la información sistematizada de los Planes de Vigilancia Ambiental (PVAs), asociados a las distintas Resoluciones de Calificación Ambiental vigentes en bahía Quintero.

En general, se cuenta con información entre los años 1972 y 2019. En función de la cantidad de datos cuantitativos extraíbles y la georreferenciación de éstos, las fuentes más relevantes corresponden al POAL, PVA, DIA, EIA y CEA 2013. Sin embargo, la información más consistente en el tiempo y en el espacio, proviene del POAL y de los PVAs asociados a las distintas actividades industriales presente en la bahía.

Es necesario indicar que no se analiza el estado ambiental de la columna de agua ni de los sedimentos en bahía Quintero, puesto que no es el objetivo de este estudio y ya existen esfuerzos realizados que dan cuenta del estado ambiental de la columna de agua y sedimentos en bahía Quintero (CEA, 2013; Encina, 2014; Encina, 2015; IFOP, 2016 y DIRINMAR, 2019). El análisis a continuación tiene por objeto, definir si la información ambiental disponible para la calidad química del agua en bahía Quintero, es suficiente para dar inicio al proceso de elaboración de una Norma Secundaria de Calidad de Aguas, o se necesitan realizar más estudios al respecto. En este contexto, es necesario prestar atención en cuatro aspectos esenciales: i) cantidad de años que se cuenta con información, ii) la frecuencia de muestreo (escala temporal), iii) la distribución de los puntos de muestreo (escala espacial) y iv) las variables monitoreadas.

En las 5 fuentes de información más relevantes, se observan dos tendencias: i) muestreos sistemáticos en el tiempo y en el espacio (POAL y PVA) y ii) muestreos puntuales en el tiempo y en el espacio (CEA 2013, EIA y DIA). El POAL y los PVAs cuentan con la mayor cantidad de años en que se han registrado datos de las distintas variables (25 años). La frecuencia de muestreo en el caso del POAL ha sido semestral la mayoría del tiempo (2) y en el caso de los PVA ha sido trimestral (4). Por otra parte, en los registros realizados por DIA, EIA y CEA todas las variables observadas tienen 2 – 4 observaciones anuales, a nivel de uno o dos años de seguimiento. Estos representan observaciones puntuales en el tiempo y difícilmente permiten entender dinámicas de largo plazo que se requieren en una normativa, por lo tanto, en adelante estas fuentes de información no son consideradas en el análisis. En cuanto a la distribución espacial de los puntos de muestreo, los PVAs

presentan la mayor distribución en el área de estudio con un número de 96 puntos. El POAL presenta 11 puntos de muestreo en el área de estudio.

El análisis sistemático del conocimiento específico de la biota de la bahía Quintero es reciente, este se ha realizado especialmente por los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental. Las muestras biológicas se han realizado bajo programas o estudios y se han hecho más regulares, independiente de sus alcances solamente en la última década. La composición que se asume es la potencial que debería existir en la zona central del país.

La información se reduce a ciertos grupos taxonómicos, como es el caso del fitoplancton, zooplancton y macroinfauna. Mamíferos y aves, en general cuentan con pocos registros. En la mayoría de los casos se cuenta con la referencia geográfica de la toma de muestras, excepto en el desembarque de recursos hidrobiológicos reportados por SERNAPESCA, en donde no se indica el lugar específico de las colectas, sino el lugar de descarga. La mejor representación temporal y espacial de la biota ocurre con los registros de los PVAs y se restringe a datos de fitoplancton, zooplancton y macroinfauna bentónica.

Por otra parte, se ha registrado la presencia de especies en categoría de conservación. La mayoría de los registros corresponden a cetáceos en general, el mustélido *Lontra felina* (chungungo), el ave *Spheniscus humboldti* (pingüino de Humboldt), el Pinnípedo *Arctocephalus philippii* (Lobo fino de Juan Fernández) y el reptil *Lepidochelys olivácea* (Tortuga olivácea)

El conjunto de datos obtenidos de los componentes del ambiente marino, se han registrado después que entraran en operaciones las industrias y las actividades portuarias de mayor magnitud. Así, los datos de todo tipo, sobre los componentes de los ecosistemas marinos, no pueden representar las condiciones de una línea de referencia de condiciones naturales de los ecosistemas, para normas secundarias de calidad ambiental, en prácticamente ninguno de sus componentes. Se desconoce, por ejemplo, la condición base de las concentraciones o niveles de metales pesados en el agua, sedimentos y organismos antes que iniciaran sus actividades importantes industrias como ENAP, Codelco-Ventanas (antes ENAMI), la Central Térmica a carbón Ventanas (AES GENER). Actualmente se pueden determinar los niveles, dado que técnicamente es posible obtener esa información, pero esencialmente en las muestras de agua y de la biota. Las normas secundarias son para proteger la componente del ambiente y en especial la biodiversidad y en sentido estricto este conjunto de datos no puede servir de referencia.

Dado lo anterior, se requiere una base de referencia externa del mismo conjunto de variables que se desea normar y que tengan un período de registro de una o dos décadas para ser usada como referencia o línea base. En este caso significaría información de otra área, donde podamos asumir que no ha sido alterada por descargas de materiales provenientes de actividades industriales u otros sectores económicos o de actividad humana.

La escala espacial para los puntos de muestreo supone una homogeneidad en la bahía, y dado la existencia de un sistema hidrodinámico específico, no hay necesariamente homogeneidad espacial. Así, la localización espacial de las muestras y los instantes de tiempo en los cuales se han obtenido, tienen relevancia en los resultados, dado que representan más bien una condición heterogénea. Las escalas temporales en los que obtienen los datos en los diferentes programas y estudios no son necesariamente adecuadas a las escalas temporales en las que se expresa la dinámica de las masas de agua (mareas llenante, vaciante, patrones de circulación estacionales, anuales, etc.). Las normas secundarias de calidad ambiental deben tener en consideración la complejidad de la estructura y función de los componentes de los ecosistemas, y de la heterogeneidad de los organismos. Los distintos componentes y fenómenos definen sus propias escalas espacio-temporales, de observación, y una escala espacio-temporal, si bien provee información que representa una medición bien ejecutada, no necesariamente es adecuada o suficiente para fenómenos o componentes a otras escalas espacio-temporales.

Por otra parte, se elaboró un modelo conceptual de la estructura de los ecosistemas de la bahía de Quintero, donde se definieron dos tipos de ecosistemas marinos: i) intermareal, y ii) submareal en el área de la bahía de Quintero; a su vez para cada uno de estos tipos se distinguieron por tipo de sustrato, intermareal y submareal blando y duro. Los componentes abióticos son la columna de agua en la bahía, los sustratos duros y los sustratos blandos. Los componentes bióticos se han definido en concordancia con criterio taxonómico y de grupos funcionales, ampliamente reconocidos en ecología de comunidades. Los componentes se han diferenciado en función de los ecosistemas intermareales y submareales, y su relación con los sustratos duros y blandos.

La red de relaciones tróficas destaca las relaciones principales entre grupos o ensambles de organismos que conforman los componentes bióticos de los distintos ecosistemas. Se observa una alta complejidad en las relaciones de alimentación en estos ecosistemas marinos. El modelo muestra las relaciones más relevantes entre componentes de los ecosistemas y entre los distintos ecosistemas definidos.

Se definieron los objetos de conservación ambiental de interés en la bahía Quintero, en función del enfoque “filtro grueso-filtro fino” cuya hipótesis es que, conservando los niveles de organización más altos, como los sistemas ecológicos o paisajes que corresponden al filtro grueso, se conserva todo lo que se encuentra en su interior como pequeñas comunidades naturales, especies y diversidad genética (filtro fino). En dicha hipótesis se supone también que algunas especies podrían no ser conservadas por el filtro grueso y deberían, por lo tanto, ser conservadas a través de esfuerzos individuales. En esta categoría se consideraron las que están en peligro crítico de extinción, las muy locales y aquéllas de amplio rango. El filtro grueso es una aproximación útil, ya que “captura” la gran mayoría de especies y procesos biológicos de un área.

Al priorizar los niveles de organización más altos, se definieron tres objetos de conservación; i) columna de agua; ii) ecosistema submareal blando; y iii) ecosistema submareal duro. Conservando una apropiada calidad de los objetos de conservación indicados anteriormente, y en una escala espacial de “bahía” se contribuye a la conservación de la biodiversidad asociada a cada uno de ellos. No obstante, es importante relevar la presencia de comunidades y especies que requieran de una atención especial y que constituyen por sí mismas un objeto de conservación: iv) comunidades submareales asociadas a los bosques de macroalgas pardas; v) *Lontra felina* (Chungungo) en categoría de conservación “Vulnerable”; vi) cetáceos en categoría de conservación “Vulnerables” y en “Peligro”; vii) *Spheniscus humboldti* (Pingüino de Humboldt) en categoría de conservación “Vulnerable”; viii) *Arctocephalus philippii* (Lobo fino de Juan Fernández) en categoría de conservación “Vulnerable”; y ix) *Lepidochelys olivácea* (Tortuga olivácea) en categoría de conservación “Vulnerable”.

Con respecto a la realización de un modelo conceptual DPSIR Eco-Salud para la comprensión del estado y las presiones ambientales en bahía Quintero, se utilizó un marco de trabajo de aproximación sistémica en función de las directrices recomendadas por Bradley & Yee (2015).

En el modelo general DPSIR Eco-Salud de bahía Quintero las fuerzas motrices más importantes son las actividades industriales que generan descargas difusas y puntuales en la bahía, las cuales corresponden al sector que suministra alimentos y materias primas. Las presiones más importantes corresponden a la descargas puntuales y difusas de elementos potencialmente contaminantes como resultado de la operación de industrias, operación portuaria y descarga de aguas residuales. también se destacan las actividades de cosecha de recursos hidrobiológicos, las que corresponden a las actividades de pesca, acuicultura y recolección. Con respecto a esta presión, se identifica una brecha en las estadísticas de desembarques de SERNAPESCA, ya que estas indican solamente las caletas donde ocurre el desembarque, sin identificar las coordenadas de recolección.

El análisis de variables medidas en bahía Quintero muestra que se pueden describir algunos patrones de ellas en función de la profundidad, de los años y de las estaciones. Sin embargo, los análisis estadísticos de serie de tiempo no mostraron autocorrelación en el tiempo, debido a la heterogeneidad de las observaciones, la distancia temporal de los muestreos y la existencia de mediciones perdidas, es decir que no se realizaron. Sin embargo, la limitación mayor es la baja densidad temporal de las observaciones y la falta de regularidad en las mediciones. En los últimos años se ha aumentado para algunas variables, la regularidad estacional de las mediciones. El análisis sugiere que se debe hacer un esfuerzo por realizar muestreos más coordinados en el tiempo.

La brecha más importante está dada por la baja regularidad temporal de los muestreos de las variables que se han medido en la bahía, ya sea por programas como el POAL , por determinaciones de los programas de vigilancia y por estudios específicos realizados por el

MMA. Para desarrollar inferencia estadística de los datos se requiere una mayor regularidad en el muestreo temporal de las variables. Desde el punto de vista de la representación espacial, una mejor distribución en el espacio de las distintas áreas tal como se presenta en las áreas de vigilancia propuestas.

Los resultados observados corresponden a valores que incluyen los efectos antrópicos sobre la bahía y que no se dispone de datos de referencias anteriores. De tal manera que no es posible establecer comparaciones con instantes de tiempo de referencia de la misma bahía.

La normativa de NSCA respecto de las áreas de vigilancia, genera algunas limitaciones en la distribución de los puntos de observación, que a nuestro juicio no son aplicables en el caso de la bahía, debido a los efectos del conjunto de las acciones antrópicas puede distribuirse en la masa de agua en la bahía, debido a los patrones de circulación de corrientes, que presentan una dinámica temporal descrita en las simulaciones de ella.

Las variables propuestas son comunes en los estudios de las características del ambiente marino, incluyen en este caso metales que están asociados a los sectores productivos y a las operaciones portuarias de carga de productos mineros o como a la descarga de combustibles que ocurren en la bahía. Otro grupo de ellas corresponde a características que son alteradas por descargas de aguas servidas tratadas que corresponden a la ciudad de Quintero. Las variables a medir se deben registrar para todos los puntos que se proponen, independientemente de la localización espacial que tengan en la bahía o en los ecosistemas, ya que son relevantes para entender el funcionamiento ecológico de la bahía y por la naturaleza de las actividades antrópicas que ocurren en el área y que tienen relación al uso del territorio marítimo.

La distribución espacial de los puntos de seguimiento futuro considera no solamente las variables relacionadas con las propiedades del agua (para normas secundarias de calidad ambiental de agua) sino que también permitir localizar en esos mismo puntos, la obtención de muestras de sedimento y de componentes bióticos de los ecosistemas.

Los nueve objetos de conservación corresponden a: i) columna de agua; ii) ecosistema submareal e intermareal blando; y iii) ecosistema submareal e intermareal duro, iv) comunidades submareales asociadas a los bosques de macroalgas pardas; v) *Lontra felina* (Chungungo) en categoría de conservación “Vulnerable”; vi) cetáceos en categoría de conservación “Vulnerables” y en “Peligro”; vii) *Spheniscus humboldti* (Pingüino de Humboldt) en categoría de conservación “Vulnerable”; viii) *Arctocephalus philippii* (Lobo fino de Juan Fernández) en categoría de conservación “Vulnerable”; y ix) *Lepidochelys olivácea* (Tortuga olivácea) en categoría de conservación “Vulnerable”.

Se presentan dos propuestas de tabla de clases con distintos criterios para definir las. La primera se basa en los datos observados en bahía Quintero, mientras que la segunda se



basa en valores definidos por la normativa internacional y referencias nacionales respecto de las variables seleccionadas. Dado que nuestra aproximación es de manejo adaptativo, las clases de la tabla pueden ser modificadas y precisadas en la medida que se obtenga mayor conocimiento sobre las variables y su conducta espaciotemporal en la bahía de Quintero. ya que las fuerzas motrices de los cambios ambientales se relacionan fundamentalmente con actividad industrial, medidas de gestión sobre las fuerzas motrices son fundamentales para mejorar el estado ecológico del ecosistema de la bahía.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	3
1 INTRODUCCIÓN	17
2 ÁREA DE ESTUDIO	19
3 OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo General.....	20
3.2 Objetivos Específicos	20
4 METODOLOGÍA.....	21
4.1 Enfoque Metodológico	21
4.1.1 Sistema Ambiental.....	21
4.1.2 DPSIR Eco-Salud	22
4.1.3 Aproximación Jerárquica a la Biodiversidad.....	24
4.1.4 Escalas Espacio -Temporales	29
4.1.5 Uso del Concepto de Hábitat en Ambientes Marinos	30
4.1.6 Modelos de Localización Espacial de los Ecosistemas	31
4.1.7 Criterios para la Selección de Variables y Parámetros para la Elaboración de una NSCA para Bahía Quintero	32
4.1.7.1 Comparación con Normas y Antecedentes Internacionales.....	32
4.2 Sistema Actual vs Sistema Natural	41
4.3 Aproximación Adaptativa	41
4.4 Recopilación y Sistematización.....	42
4.5 Base de Datos y Análisis Estadísticos	45
4.5.1 Análisis Temporal	45
4.5.2 Análisis Espacial	46
4.6 Integración de Áreas de Vigilancia y Variables.....	48
4.6.1 Áreas Ambientales en la Bahía Quintero	48
4.6.2 Criterios o Atributos ambientales de las áreas	48
4.6.3 Integración.....	48
4.7 Tabla de clases.....	49
4.7.1 Procedimiento 1	49

4.7.2	Procedimiento 2	49
5	RESULTADOS POR OBJETIVO	51
5.1	Objetivo Específico 1 (OE-1)	51
5.1.1	Recopilación y Sistematización.....	51
5.1.1.1	Dinámica Oceanográfica	52
5.1.1.2	Localización Espacial de los Ecosistemas	56
5.1.1.3	Columna de Agua	61
5.1.1.4	Sedimentos.....	66
5.1.1.5	Biota	71
5.1.1.6	Emisiones al Agua.....	75
5.1.1.7	Servicios Ecosistémicos	82
5.1.2	Modelo Holístico o Sistémico	96
5.1.2.1	Modelo Conceptual para los Ecosistemas Marinos de la Bahía	96
5.1.2.1.1	Corrientes Superficiales y Temperatura	98
5.1.3	Geodatabase.....	100
5.2	Objetivo Específico 2 (OE-2)	101
5.2.1	Análisis Crítico (basado en el enfoque ecosistémico)	101
5.2.2	Criterios para la Selección de Variables, Puntos de Monitoreo y Áreas de Vigilancia	102
5.2.2.1	Variables y Parámetros	102
5.2.2.1.1	Las variables sugeridas por la Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marítimas (MMA, 2017). 102	
5.2.2.1.2	Variables normadas internacionalmente y variables sugeridas en documentos nacionales (CONAMA, 2004).....	103
5.2.2.1.3	Materiales potencialmente contaminantes	103
5.2.2.1.4	Variables medidas en bahía Quintero	103
5.2.2.2	Puntos de Seguimiento y Áreas de Vigilancia	104
5.2.2.2.1	Morfología Costera y Fondo Marino	104
5.2.2.2.2	Modelo de Circulación de la Bahía Quintero y Mareas.....	104
5.2.2.2.3	Biodiversidad y Conservación	105

5.2.2.3	Uso del Territorio Marítimo y del Borde Costero	106
5.2.2.4	Aspectos Sociales y Culturales (uso no industrial)	108
5.3	Objetivo Específico 3 (OE-3)	108
5.3.1	Componentes de los ecosistemas	108
5.3.2	Interacciones Tróficas en los Ecosistemas	109
5.3.3	Interacciones de Materiales en los Ecosistemas	109
5.4	Objetivo Específico 4 (OE-4)	113
5.5	Objetivo Específico 5 (OE-5)	115
5.5.1	Modelo DPSIR Eco-Salud	115
5.6	Objetivo Específico 6 (OE-6)	119
5.6.1	Análisis de la Base de Datos Agua	119
5.6.1.1	Aceites y Grasas.....	119
5.6.1.1	Cobre Total	120
5.6.1.1	Coliformes Fecales	121
5.6.1.1	Densidad.....	122
5.6.1.1	Oxígeno Disuelto	122
5.6.1.1	pH	123
5.6.1.1	Sólidos Suspendedos	124
5.6.1.2	Temperatura.....	124
5.6.2	Descripción Espaciotemporal de variables ambientales en Bahía Quintero .	125
5.6.2.1	Aceites y Grasas.....	125
5.6.2.1	Cloro Libre Residual.....	127
5.6.2.2	Cobre	129
5.6.2.3	Coliformes Fecales	131
5.6.2.1	Densidad.....	133
5.6.2.2	Hidrocarburos Totales.....	137
5.6.2.3	Oxígeno Disuelto	139
5.6.2.3.1	Análisis de la Distribución Espacial del Oxígeno Disuelto	143
5.6.2.4	pH	144
5.6.2.5	Solidos Disueltos	146

5.6.2.6	Sólidos Suspendedos	148
5.6.2.1	Temperatura.....	151
5.6.2.1.1	Análisis de Distribución Espacial para la Temperatura.....	154
5.6.2.1	Transparencia	155
5.6.3	Evaluación para Análisis de Series de Tiempo.....	157
5.6.4	Análisis de Datos de Sedimentos.....	161
5.6.4.1	Arsénico.....	163
5.6.4.2	Cobre	164
5.6.4.3	Cromo	165
5.6.4.4	Zinc	166
5.6.4.5	Hidrocarburos Alifáticos Totales	169
5.6.4.6	Hidrocarburos Aromáticos Totales	170
5.6.4.7	Materia orgánica	171
5.6.4.8	Potencial REDOX.....	172
5.6.5	Propuesta de Variables, Parámetros, Puntos de Monitoreo y Áreas de Vigilancia	173
5.6.5.1	Síntesis Variables y Parámetros Nacionales e Internacionales.....	173
5.6.5.2	Propuesta de Variables	191
5.6.6	Áreas de Vigilancia y Puntos de Seguimiento.	192
5.6.6.1	Morfología Costera y Fondo Marino.....	192
5.6.6.2	Modelo de Circulación de la Bahía.....	193
5.6.6.3	Biodiversidad y Conservación	194
5.6.6.3.1	Áreas de los Ecosistemas.....	194
5.6.6.3.2	Grupos Funcionales	195
5.6.6.3.3	Especies en Categorías de Conservación.....	195
5.6.6.4	Uso del Territorio Marítimo y del Litoral	195
5.6.7	Propuesta de Áreas de Vigilancia y Puntos de Seguimiento	197
5.6.7.1	Integración de las Áreas ambientales en Bahía Quintero.....	197
5.6.7.1.1	Áreas de Vigilancia y Puntos de Observación Propuestos	200
5.6.8	Propuesta de Frecuencias de Monitoreo	207



5.6.9	Propuesta de Objetivos Ambientales por Área de Vigilancia.....	207
5.6.9.1	<i>Controlar y disminuir la variación de algunas variables fisicoquímicas en la masa de agua de la bahía.</i>	207
5.6.9.2	<i>Conservación de la biodiversidad de las AMERB</i>	208
5.6.9.3	<i>Conservación de la biodiversidad de la bahía en los ecosistemas sustratos blando y duro</i>	208
5.6.9.4	Especies en Categorías de Conservación	209
5.6.10	Propuesta de Tabla de Clases.....	210
5.6.10.1.1	Propuesta 1.....	210
5.6.10.1.2	Propuesta 2.....	214
6	DISCUSIONES.....	218
7	CONCLUSIONES	220
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	224
9	GLOSARIO DE TÉRMINOS	228
10	ANEXOS.....	231
10.1	DIA, EIA y CEA 2013_Agua	231
10.2	DIA, EIA y CEA 2013_Sedimentos	236
10.3	Columna de agua	239
10.3.1	Nutrientes.....	239
10.3.1.1	Amonio POAL	239
10.3.1.2	Fósforo Total POAL.....	240
10.3.1.3	Nitrógeno Kjeldahl POAL.....	241
10.3.1.4	Fosfato POAL	242
10.3.1.5	Nitrato POAL.....	243
10.3.1.6	Nitrito POAL.....	244
10.3.2	Microbiológicos	245
10.3.2.1	Coliformes fecales POAL	245
10.3.2.2	Coliformes fecales PVA.....	246
10.3.3	Metales.....	247
10.3.3.1	Cobre disuelto POAL.....	247

10.3.3.2	Cobre disuelto PVA.....	248
10.3.3.3	Cobre total POAL.....	249
10.3.3.4	Cobre total PVA.....	250
10.3.3.5	Cromo disuelto POAL.....	251
10.3.3.6	Cromo total POAL.....	252
10.3.3.7	Mercurio disuelto POAL.....	253
10.3.3.8	Mercurio total POAL.....	254
10.3.3.9	Plomo disuelto POAL.....	255
10.3.3.10	Plomo disuelto PVA.....	256
10.3.3.11	Plomo total POAL.....	257
10.3.3.12	Plomo total PVA.....	258
10.3.3.13	Zinc disuelto POAL.....	259
10.3.3.14	Zinc total POAL.....	260
10.3.3.15	Cadmio disuelto POAL.....	261
10.3.3.16	Cadmio total POAL.....	262
10.3.4	Hidrocarburos.....	263
10.3.4.1	Hidrocarburos aromáticos policíclicos POAL.....	263
10.3.4.2	Hidrocarburos aromáticos policíclicos PVA.....	264
10.3.4.3	Hidrocarburos aromáticos totales PVA.....	265
10.3.4.4	Hidrocarburos totales PVA.....	266
10.3.5	In-situ.....	267
10.3.5.1	Oxígeno disuelto POAL.....	267
10.4	Sedimentos.....	268
10.4.1	Metales.....	268
10.4.1.1	Cobre POAL.....	268
10.4.1.2	Cobre PVA.....	269
10.4.1.3	Cromo POAL.....	270
10.4.1.4	Mercurio POAL.....	271
10.4.1.5	Plomo POAL.....	272
10.4.1.6	Plomo PVA.....	273



10.4.1.7	Zinc POAL.....	274
10.4.1.8	Cadmio POAL.....	275
10.4.1.9	Níquel PVA.....	276
10.4.1.10	Vanadio PVA	277
10.4.2	Materia orgánica PVA.....	278
10.4.3	Hidrocarburos aromáticos totales.....	279
10.4.4	Hidrocarburos aromáticos policíclicos PVA.....	280
10.4.5	Hidrocarburos totales PVA	281
10.4.6	Carbono orgánico total PVA	282
10.5	Fuentes de información.....	283
10.5.1	Contraparte técnica, POAL, RETC y SERNAPESCA	283
10.5.2	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	288
10.5.3	Publicaciones científico-técnicas.....	290
10.6	DPSIR Eco-Salud	294
10.6.1	Fuerzas motrices.....	297
10.6.1.1	Fuerzas motrices económicas	298
10.6.1.2	Fuerzas motrices sociales.....	299
10.6.2	Presiones	300
10.6.2.1	Presiones ambientales	300
10.6.2.2	Presiones del comportamiento humano	301
10.6.3	Estado	302
10.6.3.1	Estado ambiental.....	303
10.6.3.2	Estado de los sistemas humanos	304
10.6.4	Impactos	305
10.6.4.1	Servicios ecosistémicos	305
10.6.4.2	Bienestar humano	306
10.6.5	Respuestas.....	306
10.6.5.1	Respuestas basadas en las fuerzas motrices	308
10.6.5.2	Respuestas basadas en las presiones.....	309
10.6.5.3	Respuestas basadas en el estado.....	310



10.6.5.4	Respuestas basadas en el impacto.....	311
10.6.6	Resumen	311
10.7	Tabla de similitud	317

1 INTRODUCCIÓN

Las comunas de Quintero y Puchuncaví se ubican política y geográficamente en la Región de Valparaíso, encontrándose al lado norte de la Provincia de Valparaíso. La comuna de Quintero presenta una superficie de 148 km², mientras que la superficie de la comuna de Puchuncaví corresponde a 300 km². Ambas comunas limitan al norte con la comuna de Zapallar (Provincia de Petorca), al sur con las comunas de Quillota (Provincia de Quillota) y Concón (Provincia de Valparaíso), al este con las comunas de Nogales y La Cruz (Provincia de Quillota), y al oeste con el Océano Pacífico (BNC, 2017).

El territorio en el que se ubican las comunas de Quintero y Puchuncaví reúne particularidades climatológicas y biodiversidad que conviven con una zona portuaria destinada a la carga y descarga de productos principalmente mineros, combustibles con una producción agro- industrial de pequeña y mediana escala. En esta situación la localidad de Quintero-Puchuncaví es un territorio que cuenta con industrias intensivas en emisiones y material particulado, refinería de petróleo, transporte de carga peligrosa con una importante dotación de empleos locales. En general, la comuna cuenta con 22 localidades, de cuales, 4 son urbanas y las restantes 18, rurales que la convierte en una zona altamente sensible a los impactos sociales, económicos y ambientales (Guajardo, A & Chavarri, R., 2018).

En este contexto, la bahía de Quintero corresponde a uno de los territorios en los que existen emisiones históricas de materiales, y que poseen propiedades que se miden como variables para los que existen normas de emisión. En este territorio, el Consejo para la Recuperación Ambiental y Social o CRAS y la ciudadanía perciben que la bahía tiene elevadas concentraciones ambientales, debido a las descargas de Residuos industriales Líquidos (RILES), aguas servidas, sentinas, afloramiento de carbón y a emergencias químicas (mal manejo de botes y gestión de la actividad portuaria). Además, señalan que esta contaminación estaría afectando no sólo a la biodiversidad, sino que también limitando otros aspectos como la pesca, el turismo y las actividades de recreación. Además, observan problemas en la biodiversidad como la desaparición de algas, la afectación de la pulga de mar (*Emerita análoga*) por derrames y cenizas, la disminución de aves en la costa, en especial las migratorias, y la aparición de musgos y algas que antes no había. Así mismo, los habitantes de la zona reclaman que no se han tomado medidas para descontaminar la bahía, a pesar de que se han realizados estudios de evaluación de riesgo ambiental y un muestreo de recursos marinos después del gran derrame de petróleo que afectó a la bahía en el año 2014.

En acuerdo a la percepción mencionada anteriormente, una de las soluciones propuestas por el CRAS para alcanzar una buena calidad del medio marino que permita diferentes usos (productivos, recreación y salud) es la “Implementación de una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA)”, considerada de alta prioridad (“Inmediata”) por el CRAS. Así el



presente estudio se realiza con el objeto de generar los insumos de información necesarios para la elaboración futura de una NSCA en la bahía de Quintero.

De acuerdo con el art. 32 de la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, el MMA elabora Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) en aire, agua y suelo. Particularmente, las referencias a NSCA del presente documento, se entenderán como aquellas que se aplican a aguas marinas. Las NSCA son instrumentos regulatorios cuyo objetivo es conservar o preservar los ecosistemas acuáticos, a través del mantenimiento o mejoramiento de la calidad de las aguas continentales y marinas. Las NSCA apoyan el control del impacto de contaminantes de fuentes puntuales y difusas en la calidad del agua y su impacto en los ecosistemas.

Antes de priorizar la elaboración de una NSCA en un determinado territorio, se debe realizar un "análisis integral" del área de interés. Este análisis debe considerar la información necesaria para elaborar el Anteproyecto de las NSCA y el Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES).

En el caso de la bahía de Quintero, para lograr este objetivo se debe completar la información necesaria para evaluar el estado integral de la bahía, es decir, se debe recopilar, sistematizar y analizar toda la información disponible para normar: datos físico-químicos, biológicos, ecotoxicológicos, geoquímicos, ecológicos, localización de estaciones de monitoreo, fuentes de contaminación puntuales y difusas, otros instrumentos de regulación aplicados en el territorio, impactos sobre la biota y sobre las personas (por ejemplo, mortandad de peces u otros organismos, mareas tóxicas, intoxicaciones o alergias al bañarse) y aspectos socio-económicos.

El presente estudio busca levantar información ambiental actualizada de la bahía de Quintero, y recopilar los antecedentes necesarios para la elaboración de una futura NSCA. Los productos resultantes del presente estudio están asociados con las medidas del Programa de Recuperación Ambiental y Social para la zona de Quintero y Puchuncaví: C1.2 Evaluar la factibilidad técnica para la implementación de una norma de calidad secundaria de agua en la bahía de Quintero y C.1.4 Realizar los estudios específicos para completar el diagnóstico de la bahía.

2 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se centra en la bahía de Quintero, ubicada en la comuna de Puchuncaví, Región de Valparaíso, en la zona costera de Chile Central. Este sistema corresponde a una bahía somera (alrededor de 40m) que se encuentra emplazada con dirección norte-sur, en forma de herradura y abierta hacia el norte, condición que ofrece una escasa protección contra el oleaje y vientos, los que predominan en épocas invernales.

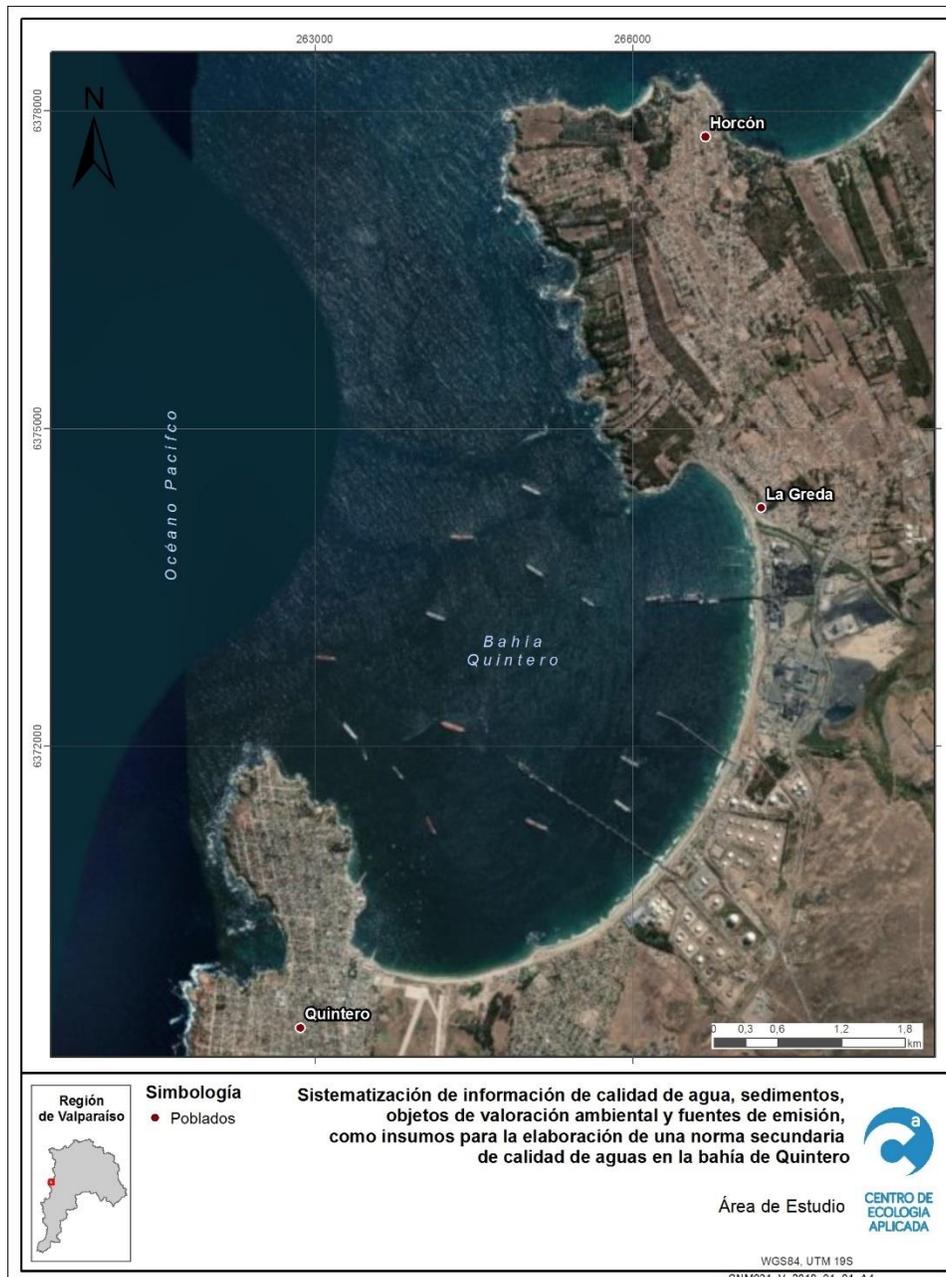


Figura 2-1 Ubicación geográfica de la bahía Quintero, Región de Valparaíso.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Realizar un análisis integral de información histórica y actual de los ecosistemas de la bahía de Quintero, incluyendo aspectos de calidad del agua, sedimentos, emisiones hídricas puntuales y difusas y objetos de conservación presentes. Lo anterior, como antecedentes necesarios para la elaboración de una futura Norma Secundaria de Calidad Ambiental en la bahía.

3.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos (OE) son los siguientes:

- OE1: Recopilar, sistematizar y clasificar información histórica y georreferenciada de calidad de aguas, sedimentos, flora y fauna marina y fuentes hídricas de contaminación puntuales y difusas de distinto origen, sanitario, industrial y agrícola entre otros, desde diversas fuentes verificables.
- OE2: Realizar un análisis crítico de la información recopilada e identificar vacíos de información con objeto de generar una futura Norma Secundaria de Calidad de Aguas en la bahía de Quintero.
- OE3: Realizar un modelo conceptual de la estructura de los ecosistemas de la bahía de Quintero.
- OE4: Definir objetos de conservación ambiental de interés en la bahía.
- OE5: Realizar un modelo conceptual para comprender el estado y las presiones ambientales de la bahía.
- OE6: Definir y justificar debidamente los criterios que permitan la elaboración de una NSCA en la bahía de Quintero, considerando: i) propuesta de variables y parámetros a normar y límites de calidad; ii) propuesta de áreas de vigilancia; iii) propuesta de objetivos ambientales por área de vigilancia; iv) propuesta de tabla de clases; v) propuesta de frecuencias de monitoreo; y vi) propuesta de espacios para la mejora de la calidad del agua, asociados a tipos de fuentes o actividades productivas presentes en la bahía de Quintero.

4 METODOLOGÍA

4.1 Enfoque Metodológico

4.1.1 Sistema Ambiental

Definir el ámbito donde se deben proponer regulaciones, siempre resulta complejo para las autoridades. En este caso, el Estado ha definido la bahía de Quintero como el área donde se debe proponer un conjunto de regulaciones medioambientales, en este caso específicamente en relación con los niveles de materiales o energía potencialmente contaminantes en la masa de agua.

El sistema ambiental está conformado por aquellas entidades o conjunto de ellas que forman parte del problema ambiental en estudio, en nuestro caso la autoridad requiere conocer las condiciones de información, expertise y conocimiento adecuados para establecer NSCA del mar en la bahía de Quintero. Para definir el sistema ambiental tenemos como criterio estructurador a los flujos de energía (térmica) y materiales potencialmente contaminantes que pueden impactar o impactan a distintos componentes de la naturaleza y la población humana.

Un sistema ambiental es un conjunto de “modelos y métodos para una cuantificación integrada y la representación de flujos de materiales y energía en diferentes subsistemas de la naturaleza y sociedad, y la evaluación de la sostenibilidad futura de distintas alternativas de acción” (Eriksson, 2000). Esto resulta en un sistema complejo, donde se establecen numerosas relaciones de distintos tipos entre los componentes y para cada uno de ellos, se pueden definir modelos conceptuales o numéricos específicos, que forman parte del sistema ambiental. Así los componentes son estructuras que pueden describirse con varios modelos y varios conjuntos de parámetros, dentro de un modelo más amplio. En nuestro caso, hay modelaciones de las corrientes y de efectos de estas en las propiedades físicas como la temperatura y algunas concentraciones de contaminantes (CEA, 2013) Las variables que relacionan los componentes pueden ser muy distintas, como flujos de materiales, datos de concentración de un elemento o temperatura del agua de refrigeración en las descargas al océano, regulaciones de la autoridad ambiental, interés de la población local por definir niveles aceptables de un elemento o compuesto, información de operación de las actividades de servicios y de producción, normativas por variables de elementos potencialmente contaminantes.

Con los antecedentes indicados más arriba, y con las características de los problemas ambientales y desde una perspectiva integradora, basados en los flujos de materiales y energía potencialmente contaminantes, se definieron los siguientes componentes: i) Complejo Industrial-Portuario Ventanas que realiza las principales actividades de servicios y de producción; ii) Institucionalidad Ambiental que norma jurídicamente las relaciones de las industrias con el medio ambiente y fiscaliza su cumplimiento; iii) población Local incluyendo a sus autoridades y asociaciones de trabajadores, organizaciones no

gubernamentales y organizaciones sociales locales ; iv) Ecosistemas Marinos de la bahía de Quintero (CEA, 2013). El sistema ambiental resultante de las relaciones que se establecen posee características únicas, es decir no se repite. Este hecho, tiene como consecuencia, que la aplicación de normativas generales existentes en el país, tienen un espacio importante para ser mejoradas, desarrollando mecanismos de acuerdo institucionales específicos, entre los actores del sistema ambiental (CEA, 2013).

4.1.2 DPSIR Eco-Salud

Los problemas ambientales (como contaminación, extensión urbana, equidad ambiental) son complejos y a menudo trascienden las escalas espaciales y temporales. La investigación científica y las decisiones son frecuentemente limitadas por un entorno económico particular, nivel de la autoridad o campo científico y por lo tanto, dirigidos a un único aspecto de un problema con insuficiente comprensión o consideración de las consecuencias de corto y largo plazo, para el sistema mayor. Adicionalmente los actores y los tomadores de decisiones, con frecuencia, implementan múltiples acciones de manejo no-coordinadas. Mientras cada una de esas acciones de manejo, puede ser implementada exitosamente para un propósito particular, los efectos combinados pueden no llevar a una mejora de las condiciones ambientales.

El sistema conceptual o de pensamiento es una aproximación a la resolución de problemas, que está basada en la idea que las partes componentes de un sistema, son mejor comprendidas en el contexto de sus relaciones e interacciones unos con otros, y con otros sistemas. Los modelos conceptuales, los que consisten en diagramas y narrativas que los acompañan, pueden ser desarrollados para caracterizar, visualizar y organizar conexiones entre factores claves en un sistema complejo y puede ser usado para evaluar consecuencias de decisiones alternativas sobre la provisión de servicios ecosistémicos uniendo estresores ambientales y antropogénicos a las condiciones de los ecosistemas (Bradley & Yee, 2015).

Una base de trabajo, basada en una aproximación sistémica es el de Fuerzas Motrices – Presiones – Estado – Impacto – Respuestas (DPSIR), aproximación que ha sido una valiosa herramienta para la organización y comunicación de los hechos ambientales complejos. DPSIR fue desarrollado por la Agencia Ambiental Europea, ha sido usado por las Naciones Unidas y ha sido adoptada por la Agencia de Protección Ambiental de US (Bradley & Yee, 2015).

La base de trabajo DPSIR es un sistema de pensamiento que supone relaciones causa-efecto entre componentes interactuantes de sistemas ambientales, económicos y sociales. La base de trabajo DPSIR ha sido usada para muchas aplicaciones de recursos ambientales, incluyendo el manejo de sistemas agrícolas, recursos de agua, recursos de suelo y la tierra, biodiversidad y recursos marinos. DPSIR también ha sido usada para integrar aspectos económicos, culturales, sociales de la salud humana y del medio ambiente en una única base de trabajo. DPSIR ha sido usada más comúnmente en el contexto del manejo medio

ambiental, para unirlos a los factores económicos y ecológicos. Para muchos tipos de toma de decisiones medio ambientales, esta versión básica fue suficiente. La EPA ha denominado a esta aproximación como Eco DPSIR.

Marco de trabajo DPSIR

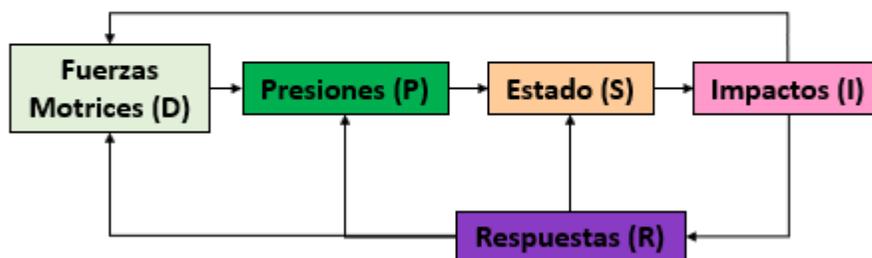


Figura 4-1 Base de trabajo de la ECO DPSIR y las relaciones conceptuales entre las categorías DPSIR

La base de trabajo DPSIR define cinco categorías fundamentales que interactúan, como se muestra en la **Figura 4-1**. Esta base puede ser considerada como un paradigma que se aleja de las investigaciones que se focalizan en aspectos singulares de hechos complejos. En ese marco, se definen las siguientes categorías: **i) Fuerzas motrices**, que son factores que motivan las actividades humanas y satisfacen las necesidades humanas, las que se han sido identificadas consistentemente como condiciones necesarias y materiales para una buena vida, buena salud, buenas relaciones sociales, seguridad y libertad; **ii) Presiones**, que son definidas como actividades humanas, que inducen cambios en el medio ambiente, o conductas humanas que pueden incluir la salud humana; **iii) Estados**, que se refiere a estado del ambiente natural y construido (calidad y cantidad de los componentes, químicos, físicos y biológicos o componentes de los ecosistemas) y del sistema humano; **iv) Impactos**, que son cambios en la calidad y funcionamiento de los ecosistemas y tienen un impacto sobre el bienestar de los humanos, incluyendo la producción de bienes de los ecosistemas y finalmente el bienestar humano; y **v) Respuestas**, este componente puede tener lugar en cualquier nivel de la red causal. Las respuestas son acciones tomadas por individuos o grupos en la sociedad o gobierno, para prevenir, compensar, mejorar o adaptarse a los cambios en el estado del medio ambiente, y para modificar las conductas humanas que contribuyen a los riesgos de salud, para modificar directamente la salud a través de tratamientos médicos o para compensar los impactos económicos y sociales de las condiciones humanas sobre el bienestar de la población (Bradley & Yee, 2015).

Este marco de trabajo puede ser articulado fácilmente con las descripciones ecológicas basadas en los niveles de organización ecológica (individuo, población, comunidad, ecosistema, paisaje, bioma, biosfera) o bien con la aproximación de la biodiversidad, que integra esos niveles de distintas maneras, como las propuestas por Noss (1990) para ambientes terrestres y Zacharias et al (2000) para los ambientes marinos. También puede ser adecuadamente integrado con la idea de servicios ecosistémicos desarrollada desde una perspectiva más ecológica de las necesidades humanas y su bienestar (MEA, 2005). Así, DPSIR es una base, a nuestro juicio flexible, y que facilita el trabajo para la resolución de problemas ambientales complejos. Por otra parte, ésta permite operacionalizar la idea de “sistema ambiental” desarrollada anteriormente, que también es una aproximación conceptual sistémica. DPSIR presenta la ventaja que incorpora las acciones de una forma más explícita en cualquier nivel de la red de interacciones, bajo la idea de respuestas. De este modo se ha adoptado DPSIR para desarrollar el presente estudio.

4.1.3 Aproximación Jerárquica a la Biodiversidad

Uno de los desafíos más importantes para los servicios del Estado, es poner en valor los esfuerzos realizados por las administraciones en la obtención de datos en sistemas de seguimiento u observaciones en distintos instantes de tiempo y con diferentes extensiones espaciales o áreas, es decir, con observaciones con distintas escalas espacio-temporales. Cuando se desarrolla una recopilación este hecho es básico, porque los datos existentes tienen distintos objetivos y alcances. Sin embargo, se solicita integrarlos en una síntesis que oriente la obtención de más información, pero para nuevas preguntas o preguntas más complejas.

Para el desarrollo de Normas Secundarias de Calidad del Agua en el área de estudio, la integración de la información, la obtención de más datos y su posterior seguimiento desde un punto de vista de la conservación de la biodiversidad marina, es conveniente tener una base conceptual ecológica, que permita interpretar y utilizar adecuadamente los datos existentes.

En este contexto, en los ambientes terrestres una de las aproximaciones para el monitoreo de la biodiversidad que incluye el espacio y que ha sido de gran aceptación, es el modelo de Biodiversidad en el que se distinguen tres atributos primarios: i) composición ii) estructura y iii) función. Los tres atributos, de hecho, constituyen la biodiversidad de un área (Franklin, 1981). La composición dice relación con la identidad y variedad de elementos en una colección, incluye la lista de especies y las medidas de diversidad genética y de especies. La estructura es la organización física o patrones de un sistema, desde la complejidad del hábitat como es medida dentro de las comunidades, a los patrones de parches y otros elementos a escala del paisaje. El atributo funcional incluye procesos evolutivos y ecológicos, como el flujo génico, perturbaciones y ciclado de nutrientes (Noss, 1980). Esta aproximación es usada ampliamente en los monitoreos de biodiversidad en los ambientes

terrestres. Los tres atributos de la biodiversidad y sus niveles e interacciones se muestran en la **Figura 4-2**.

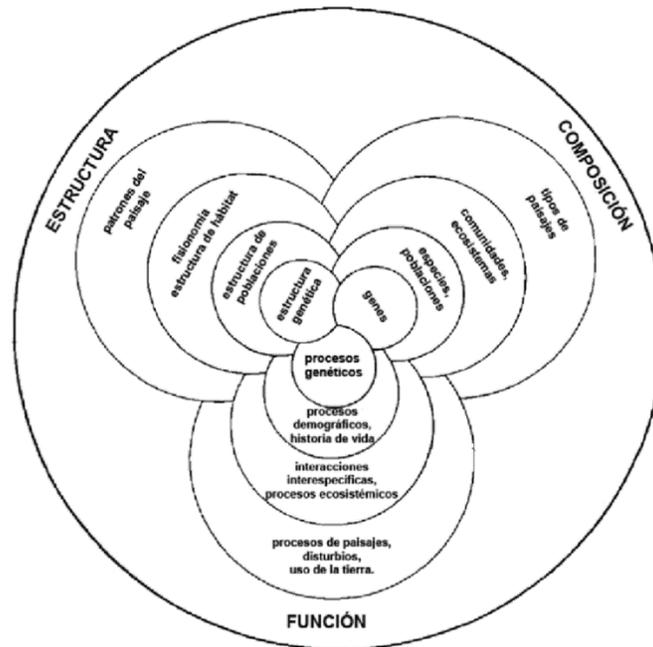


Figura 4-2 Modelo jerárquico de la biodiversidad en función de sus tres atributos básicos, composición, estructura y función (Noss, 1980).

El concepto de jerarquía sugiere que la biodiversidad debe ser monitoreada a múltiples niveles de organización, y en múltiples escalas espaciales y temporales. No hay un único nivel de organización fundamental (por ejemplo, gen, población comunidad) y diferentes niveles de resolución son apropiados para diferentes preguntas. Grandes preguntas requieren respuestas desde diferentes escalas. Si, por ejemplo, estamos interesados en los efectos de cambio climático sobre la biodiversidad podemos considerar: i) los factores climáticos que controlan los ecotonos mayores de la vegetación y patrones de riqueza de especies a través de los continentes; ii) la disponibilidad de hábitats y uniones del paisaje para la migración de especies; iii) los controles climáticos sobre el régimen de perturbaciones local y regional; iv) las capacidades de dispersión de especies individuales y sus requerimientos fisiológicos y autoecológicos; v) la variación genética controlada dentro y entre poblaciones de una especie en respuesta a las variables climáticas. La investigación de gran escala sobre un fenómeno global y es complementado por estudios intensivos de las historias de vida de los organismos en ambientes locales. Otro valor del concepto de jerarquía para evaluar la biodiversidad es el reconocimiento de efectos de estrés ambiental que pueden expresarse en diferentes maneras a diferentes niveles de la organización

biológica. Puede esperarse que efectos en un nivel reverberen a través de otros niveles, a menudo de manera inesperada (Noss, 1980).

Para los ambientes marinos, se ha desarrollado una aproximación similar, propuesta por Zacharias & Roff (2000). En ambientes marinos, el monitoreo y conservación de la biodiversidad es complejo debido a la naturaleza de esos sistemas, fuertemente dominados por variables físicas y que tienen una amplia documentación. Sin embargo, desde el punto de vista ecológico, el seguimiento de la biodiversidad es difícil y se debe desarrollar la obtención de información en forma apropiada para su análisis e integración.

La separación entre los atributos estructurales y funcionales y la división de la organización biológica en cuatro niveles jerárquicos es consistente con la función de los ecosistemas marinos (Zacharias & Roff, 2000) (**Tabla 4-2**).

Tabla 4-1 Comparación entre el modelo jerárquico de la biodiversidad en ambientes terrestres desarrollado por Noss (1980) y marino, según Zacharias & Roff (1990) en relación con los tres aspectos de la biodiversidad.

Composición		Estructura		Función	
Terrestre	Marino	Terrestre	Marino	Terrestre	Marino
Genes, Especies, poblaciones	Genes, Especies, poblaciones	Estructura genética Estructura poblacional	Estructura genética Estructura poblacional	Procesos genéticos Procesos Demográficos Historias de Vida	Procesos genéticos Procesos Demográficos Historias de Vida
Comunidades, Ecosistemas	Comunidades	Fisionomía, Estructura del hábitat	Estructura de la comunidad	Interacciones interespecíficas Procesos ecosistémicos	Relaciones organismo-hábitat
Tipos de Paisajes	Ecosistemas	Patrones de paisaje	Estructura de los ecosistemas	Procesos y perturbaciones del paisaje; tendencias en el uso de la tierra	Procesos físicos y químicos

Tabla 4-2 Estructura y procesos en tres niveles de organización.

Población		Comunidad		Ecosistema	
Estructura (estático)	Procesos (función)	Estructura (estático)	Procesos (función)	Estructura (estático)	Procesos (función)
-Estructura de la población	-Migración	-Áreas de transición	-Sucesión	-Propiedades del agua	-Ciclos Biogeoquímicos
-Distribución	-Reclutamiento	-Grupos funcionales	-Predación	-Topografía del fondo	-Productividad
-Dispersión	-Reproducción	-Metapoblaciones	-Competencia	-Bordes/límites	-Movimiento del agua
-Especies claves	-Retención	-Heterogeneidad	-Parasitismo	-Exposición al oleaje	-Eventos/Perturbación
	-Evolución		-Mutualismo		
			-Comensalismo		
			-Enfermedades		
Especies		-Endemismo		-Tipo de sustrato	
-Indicadoras		-Riqueza de especies		-Profundidad	-Anomalías
-Paraguas		-Diversidad		-Iluminación	-Acoplamiento
-Carismáticas		-Estados estables alternativos		-Estratificación	-Retención
-Vulnerables		-Uniformidad		-Patchiness	-Arrastre
-Económicas		-Abundancia de especies		-Gases disueltos	-Deseccación
		-Áreas representativas y distintivas		-Áreas distintivas y representativas	
		-Biomasa			

En los ambientes marinos los niveles jerárquicos genética y población-especies pueden ser utilizados de la misma manera que en los ambientes terrestres, pero las comunidades y los ecosistemas tienen una connotación diferente. En los ambientes marinos, las comunidades son percibidas como entidades biológicas, y los ecosistemas como sistemas definidos física y químicamente. Dada la importancia de los componentes abióticos para la biodiversidad marina.



La adaptación hecha por Zacharias & Roff (2000), difiere de la de Noss en el tratamiento de los niveles de organización de comunidad y ecosistemas. En el marco marino, la comunidad se refiere principalmente a los componentes bióticos comunitarios de la biodiversidad, y el nivel ecosistema —concordantes con la terminología marina— denota principalmente los componentes físicos y químicos. La distinción entre lo biótico (genético, población y comunidad) y lo abiótico (ecosistema) es necesario porque procesos como predación, competencia, son frecuentemente más difíciles de observar que propiedades o procesos en los componentes abióticos como las corrientes, el sustrato o la temperatura.

Se proponen tres niveles para desarrollar el seguimiento de los ambientes marinos. El primer nivel incluye las técnicas a nivel poblacional que se han usado extensamente bajo la idea de manejo de pesquerías. Una segunda base de trabajo ecológica es la comunidad y requiere de conocimiento de la estructura de la comunidad, pero es considerado más robusta. La conservación a nivel comunitario se ha ocupado en todos los ambientes marinos, pero especialmente en los bentónicos. La mayoría de los estudios han combinado estructura y procesos ecosistémicos con aproximaciones comunitarias y/o poblacionales, para construir una base biofísica de la comunidad y su ambiente abiótico (Zacharias & Roff, 2000). La estructura y procesos ecosistémicos son partes integrales de los análisis para determinar qué tipo de variables bióticas o abióticas o combinaciones de ellas son importantes para conservar la biodiversidad. En esta aproximación comunitaria-ecosistémica se incluye a los estudios que usan la idea de hábitat. En ambientes marinos hábitat es la combinación de estructuras y procesos de los ecosistemas que sostienen una comunidad reconocible (Zacharias & Roff, 2000). Esta combinación ha sido usada extensivamente en los ambientes intermareales, donde las comunidades y ecosistemas han sido usada para desarrollar “biotopos” o “tipos de hábitat”. Un tercer nivel es usar solamente la estructura y procesos ecosistémicos para alcanzar los fines de conservación. La ventaja de esta aproximación es que la estructura y procesos de los ecosistemas son relativamente más fáciles de observar y seguir, a menudo indican la presencia de grandes áreas de productividad o diversidad y pueden ser correlacionadas con las comunidades biológicas.

En nuestra opinión, esta base de trabajo facilita las aproximaciones a distintos niveles y permite integrar datos de diferentes tipos y espacio - temporalmente distintos, con flexibilidad y valorizando la información existente. En este marco desarrollaremos el enfoque para establecer las brechas de información para el establecimiento de Normas Secundarias de Calidad Ambiental de agua y la conservación de la biodiversidad.

4.1.4 Escalas Espacio -Temporales

En cualquier análisis de fenómenos, las escalas espaciales y temporales son de gran importancia, para focalizar un estudio. En el caso de los estudios ecológicos, y en relación con la biodiversidad, es frecuente se enfrenten distintas escalas espaciales y temporales, que están definidas por la naturaleza de los fenómenos ecológicos. Bissonett & Storch (2007) ilustran este hecho en una figura que tiene tres ejes que los denomina resolución espacial, resolución temporal y resolución ecológica (**Figura 4-3**).

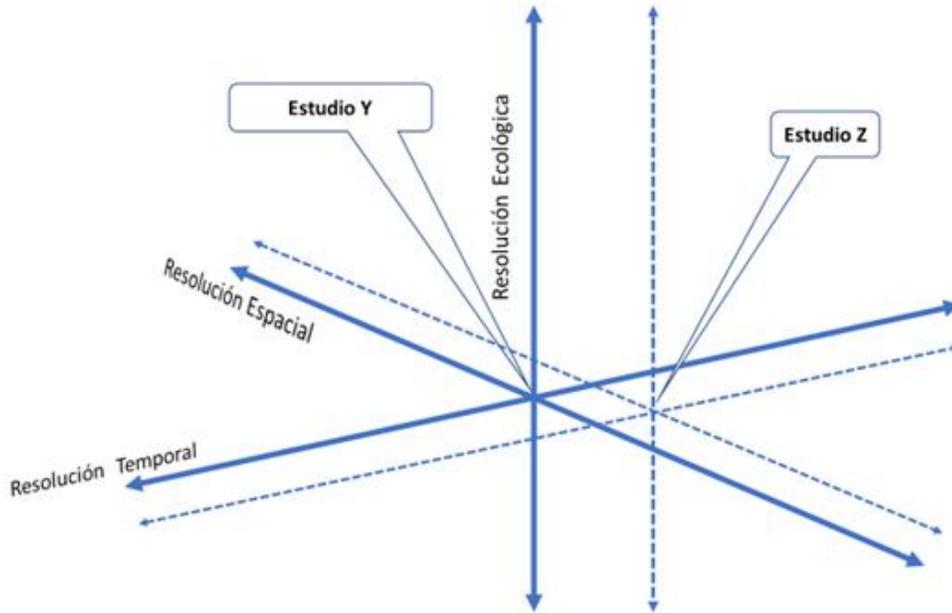


Figura 4-3 Modelo de las relaciones entre la resolución ecológica, espacial y temporal de los estudios ecológicos (modificado de Bissonette & Storch, 2007)

El modelo se refiere a niveles de resolución espaciales o temporales, asociadas inseparablemente del nivel o resolución ecológico que se requiere o desea estudiar. Ecológicamente significa que más importante que los tiempos de vida de las especies focales, y las conductas de ocupación del territorio por parte de las poblaciones (de especies), son importantes el diseño de las observaciones de terreno y especialmente si se desea estimar su abundancia. Lamentablemente, en la mayoría de los casos se disponen de poca información de biología de las especies (Bissonette & Storch, 2007).

En los estudios ambientales, a esta complejidad se agregan otras, relacionadas con los procesos ambientales de producción y funcionamiento de las industrias y de numerosas actividades humanas, que tienen sus propias escalas espacio-temporales. Por ejemplo, las mareas que presentan un ciclo diario, con escalas de tiempo de horas. Los procesos productivos pueden presentar ciclos diarios, mensuales o estacionales, pero también pueden presentar eventos accidentales que ocurren en breves períodos de tiempo. Por



ejemplo, derrames, procesos de dispersión de aguas de enfriamiento, que se acoplan a los ciclos naturales generando una alta complejidad para su análisis y seguimiento.

La dictación de normas secundarias trata de encontrar estados de referencias en el tiempo, a partir de registros regulares de muestras de propiedades, en este caso de la masa de agua, como son la temperatura y concentraciones de materiales potencialmente contaminantes, o de velocidades de desplazamiento de las masas de agua en la bahía.

En este contexto espacio-temporal, con las limitaciones de las observaciones se debe establecer brechas de información que faciliten la proposición de normas de calidad secundaria para el agua de la bahía de Quintero.

4.1.5 Uso del Concepto de Hábitat en Ambientes Marinos

El Grupo de Trabajo de Mapeo de Hábitats Marinos (WGMHM) del ICES revisó las definiciones de hábitat (ICES, 2005) y desarrolló la siguiente definición de trabajo del término: "un espacio reconocible que puede ser distinguido por sus características abióticas, por sus características biológicas asociadas al ensamble biológico, operando a escalas espaciales y temporales definidas" (ICES, 2005). Actualmente hay una preocupación global por los impactos podrían llevar a una posterior degradación de hábitats marinos y continuar la pérdida de especies marinas (Davis et al, 2016). Para desarrollar planes en los espacios marinos y tomar decisiones que puedan alcanzar esos objetivos, requiere de conocimiento de la composición y distribución de comunidades bentónicas, que son características de un estado saludable y los efectos de las diversas actividades humanas.

El análisis del sustrato del fondo marino y los mapas de hábitats, los cuales identifican zonas de roca expuesta y depósitos superficiales de sedimentos finos y gruesos, y sedimentos mezclados, entregan detalles del fondo marino, tales como ondas de arena, afloramientos de roca, altos y bajos y entregan condiciones de base para el monitoreo de ecosistemas marinos. La interpretación y producción de mapas de geología marina, también puede entregar información importante de la estructura y composición del fondo marino, propiedades físicas y sedimentológicas y procesos geológicos tales como desastres naturales (Davis et al 2016).



4.1.6 Modelos de Localización Espacial de los Ecosistemas

La integración de conjuntos de datos abióticos que lleve a una clasificación de las características del fondo marino puede ser hecha con un Sistema de Información Georreferenciada (SIG) y se puede aplicar más fácilmente a la biodiversidad bentónica (Verfaillie et al., 2009). La ventaja de la clasificación con SIG es que los procesos y parámetros abióticos son generalmente más fáciles de observar y seguir que los datos bióticos. Más aún, estos pueden frecuentemente ser correlacionados con las comunidades y especies biológicas (Zacharias & Roff, 2000). Por otra parte, la ventaja de la clasificación con SIG es que la metodología es simple, comparado con los métodos estadísticos (Verfaillie et al 2009).

Existe una necesidad creciente de inventarios del fondo marino mapeado para la planificación marina espacial, estimar los impactos antrópicos y la determinación de objetos de conservación del fondo marino, que hacen de los mapas de hábitat, un ítem indispensable para la investigación y manejo marino. Así el mapeo de información ambiental y biológica (como, por ejemplo: profundidad, topografía, sustrato, energía hidrodinámica, composición de la comunidad) en distintas clases de hábitat. Cada clase es asumida y está asociada a condiciones abióticas distintivas y a comunidades biológicas distinguibles, y por lo tanto a generar unidades ecológica y ambientalmente significativas (Strong et al 2019).



4.1.7 Criterios para la Selección de Variables y Parámetros para la Elaboración de una NSCA para Bahía Quintero

4.1.7.1 Comparación con Normas y Antecedentes Internacionales

Cuando se completa la Tabla de Clases de Calidad con criterios y metodologías respaldadas científicamente, que evalúen la relación entre los datos fisicoquímicos y sus impactos sobre los ecosistemas acuáticos, se puede sumar a estos criterios de fijación de valores la revisión de antecedentes y normas internacionales. Para este análisis se deben utilizar solamente regulaciones internacionales que protejan los ecosistemas acuáticos o sus especies. En caso de faltar este tipo de información también se pueden utilizar aquellas normas cuyo objetivo sea la protección de Servicios Ecosistémicos en cuencas o cuerpos de agua marina, como agua potable (salud humana), riego, turismo y pesca artesanal. El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) de Chile ha validado la utilización de normativa de referencia de los siguientes países (art. 11, D.S. Nº 40/2012, MMA): "... República Federal de Alemania, República Argentina, Australia, República Federativa del Brasil, Canadá, Reino de España, Estados Unidos Mexicanos, Estados Unidos de América, Nueva Zelandia, Reino de los Países Bajos, República Italiana, Japón, Reino de Suecia y Confederación Suiza (MMA, 2017).

Para realizar esta comparativa de variables y parámetros para el caso de bahía Quintero, en el ámbito en que aún no hay una normativa primaria ni secundaria vigente para aguas marinas en Chile, se revisaron normativas que cumplieran con el art. 11, D.S. Nº 40/2012, MMA relativas a la protección de ecosistemas acuáticos marinos y sus especies. Además, se incluye a esta comparación la "Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas", publicada en 2004. En la **Tabla 4-3** se presenta una lista de las normas y antecedentes revisados para realizar la comparativa de variables medidas y parámetros internacionales para la conservación de ecosistemas marinos.

Tabla 4-3 Normativa nacional e internacional revisada

Estado	Institución	Norma/Antecedente	Criterio
Australia - Australia Del Sur (2003)	Environmental Protection Authority - South Australia (EPA South Australia)	South Australia Environment Protection (Water Quality) Policy 2003	Ecosistema acuático marino
Australia & Nueva Zelandia (2018)	National Water Quality Management Strategy (NWQMS)	Australian And New Zealand Guidelines For Fresh And Marine Water Quality (NWRC & WQPSC, 2018)	Valores de alerta para sustancias tóxicas en niveles diferentes de protección (% de especies)
Brasil (2005)	CONAMA Brasil	Resolución 357/2005	Clase I - Estándares de agua salada
			Clase I - Estándares de agua salada para cuerpos de agua en que se realizan actividades de pesca o el cultivo de organismos con fines de consumo intensivo
Canadá (2001)	Canadian Council Of Ministers Of The Environment (CCME)	Canada CCME Water Quality Guidelines For The Protection Of Aquatic Life	Marino
Canadá - British Columbia (2019)	Ministry Of Environment & Climate Change Strategy	British Columbia Approved Water Quality Guidelines: Aquatic Life, Wildlife & Agriculture (2019)	Vida acuática marina
Chile (2004)	CONAMA Chile	Guía CONAMA Para El Establecimiento De Las Normas Secundarias De Calidad Ambiental Para Aguas Continentales Superficiales Y Marinas (2004)	IV. Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas
			Recuperación del estado trófico de fiordos, canales y estuarios
Estados Unidos (2004)	United States Environmental Protection Agency (US EPA)	US EPA National Recommended Water Quality Criteria	Tabla de criterios de vida acuática recomendados a nivel nacional
Estados Unidos - California (2019)	California Environmental Protection Agency	Water Quality Control Plan - Ocean Waters Of California (2019)	Objetivos para la protección de la vida acuática marina
Estados Unidos - Maryland (2020)	Maryland Department Of The Environment	Maryland's Surface Water Quality Standards	Criterios numéricos para sustancias tóxicas en aguas superficiales - vida acuática en agua salada
Japón (2003)	Ministry Of The Environment Government Of Japan	Japan Environmental Quality Standards For Water Pollution	Estándares de calidad ambiental para la conservación del ambiente vivo - 3. Aguas costeras
			Sustancias monitoreadas, cuerpos de agua, clase y valores referenciales para la conservación de la vida acuática

A continuación, se describen brevemente las normativas revisadas:

- i. Australia - Australia Del Sur: South Australia Environment Protection (Water Quality) Policy (2003)

La Política de protección del medio ambiente para calidad del agua del 2003 tiene por objeto proteger las aguas de Australia del Sur de los contaminantes. Las leyes de Australia del Sur que protegían los recursos hídricos de la contaminación eran inconsistentes y tenían poco que ver con el valor ambiental de las aguas. Esto significaba que los ríos y las aguas marinas y subterráneas corrían el riesgo de degradarse, lo que planteaba posibles efectos negativos para la economía, la comunidad y el medio ambiente. La nueva Política de Calidad del Agua aborda estas cuestiones y pone a Australia del Sur en consonancia con la Estrategia Nacional de Gestión de la Calidad del Agua. Esta política de calidad del agua se elaboró mediante una importante consulta con el público general, los grupos industriales, los consejos locales y organismos gubernamentales (EPA South Australia, 2003).

El objetivo principal de esta Política de Calidad del Agua es lograr la gestión sostenible de las aguas de Australia del Sur mediante la protección o la mejora de la calidad del agua, permitiendo al mismo tiempo el desarrollo económico y social. La política pretende lograr esto mediante:

- Estableciendo valores ambientales y objetivos de calidad del agua para los arroyos, ríos, océanos y aguas subterráneas. Los valores o usos protegidos del agua son: ecosistema acuático, agua potable, recreación y estética, agricultura y acuicultura, e industria.
- Estableciendo obligaciones para la industria y la comunidad para gestionar y controlar las diferentes formas de contaminación
- Fomentando un mejor uso de las aguas residuales al:
 - evitar la producción de aguas residuales
 - eliminar o reducir las aguas residuales
 - el reciclaje y la reutilización de las aguas residuales
 - el tratamiento de las aguas residuales para reducir el daño potencial al medio ambiente
 - la eliminación de los desechos de manera ambientalmente racional
- Utilizando Códigos de Práctica que describen las mejores prácticas de gestión ambiental para actividades particulares y que se pueden hacer cumplir utilizando Órdenes de Protección Ambiental
- Promover dentro de la comunidad la responsabilidad ambiental y la participación en las cuestiones ambientales
- Estableciendo límites de descarga para determinadas actividades.

ii. Australia & Nueva Zelandia: Australian And New Zealand Guidelines For Fresh And Marine Water Quality (WQPSC, 2018)

Las Directrices para la calidad del agua dulce y marina de Australia y Nueva Zelandia son una iniciativa conjunta de los gobiernos de Australia y Nueva Zelandia, en asociación con los estados y territorios australianos. Aunque existe una estructura de gobernanza conjunta para las Directrices sobre la calidad del agua, el contexto de gestión y las responsabilidades jurisdiccionales difieren entre Australia y Nueva Zelandia.

La supervisión de las Directrices sobre la calidad del agua es responsabilidad del Subcomité de Política de Calidad del Agua (WQPSC) y del Comité Nacional de Reforma del Agua (NWRC).

El objetivo de las Directrices para la calidad del agua dulce y marina de Australia y Nueva Zelandia es proporcionar una orientación autorizada sobre la gestión de la calidad del agua en Australia y Nueva Zelandia. Esta orientación incluye el establecimiento de objetivos de calidad del agua y la calidad de los sedimentos diseñados para mantener los valores comunitarios actuales, o probablemente futuros, de los recursos hídricos naturales y seminaturales.

Las directrices de calidad del agua proporcionan: una plataforma para la gestión y planificación coherente de la calidad del agua; apoyo técnico a la Estrategia Nacional de Gestión de la Calidad del Agua de Australia y a la Declaración de Política Nacional de Gestión del Agua Dulce de Nueva Zelandia; y herramientas sólidas para que los gobiernos y la comunidad evalúen y gestionen la calidad del agua y los sedimentos del ambiente.

Las Directrices sobre la calidad del agua se centran en la calidad del agua en el contexto de una gestión más amplia de la salud de los ecosistemas. La información en las Directrices sobre la calidad del agua: puede ser aplicable a las aguas naturales y seminaturales de Australia y Nueva Zelandia, incluidas las aguas dulces, las aguas subterráneas, y las aguas marinas y de estuario; apoyará diferentes valores comunitarios del agua, como los ecosistemas acuáticos, el agua potable, las industrias primarias, la recreación y los valores culturales y espirituales.

Las Directrices sobre la calidad del agua no tienen por objeto aplicarse directamente a las concentraciones de contaminantes en las descargas industriales o a la calidad de las aguas pluviales (a menos que se considere que los sistemas de aguas pluviales tienen un valor comunitario pertinente).

Dentro de los temas que las Directrices sobre la calidad del agua abarcan se encuentran: una descripción detallada del enfoque sistemático recomendado para la gestión de la calidad del agua mediante un marco explícito de gestión de la calidad del agua; orientación sobre los usos típicos de las Directrices sobre la calidad del agua en el marco, incluida la planificación, las aprobaciones y la vigilancia y evaluación de la calidad del agua; valores de

referencia cuantitativos para la calidad del agua y los sedimentos (y orientación sobre su derivación) para apoyar la protección de los valores de la comunidad, y el contexto en el que deben aplicarse; y orientación detallada sobre la vigilancia de la calidad del agua y su relación con el Marco de Gestión de la Calidad del Agua.

iii. Brasil: Resolución 357/2005

La Resolución 357 del Consejo Nacional del Medioambiente (CONAMA) de Brasil establece las disposiciones para la clasificación de los cuerpos de agua, así como directivas ambientales para su marco de trabajo, establece condiciones y normas para las descargas de efluentes y hace otras disposiciones. Esta Resolución también establece disposiciones para la clasificación de las directivas ambientales para los cuerpos de agua superficiales, así como para el establecimiento de condiciones y normas relativas a las descargas de efluentes (CONAMA Brasil, 2005).

Esta resolución considera que el agua es un componente del desarrollo sostenible en base a los principios de la función ecológica de la propiedad, la prevención, el cuidado, el contaminador-compensador, el usuario-pagador y la integración, así como el reconocimiento del valor intrínseco de la naturaleza; que la clasificación de las aguas dulces, salobres y saladas es esencial para la preservación de su nivel de calidad, evaluada mediante procedimientos específicos a fin de salvaguardar su uso preponderante; que el marco de trabajo de los cuerpos de agua debe basarse no sólo en su estado actual sino también en los niveles de calidad que deben presentar para satisfacer las necesidades de la comunidad; que la salud y el bienestar humanos, así como el equilibrio ecológico acuático, no deben verse afectados por el deterioro de la calidad del agua; la necesidad de crear instrumentos para evaluar la evolución de la calidad del agua en relación con la clasificación establecida, a fin de facilitar el establecimiento de normas y el control de las metas enfocadas a la consecución de los objetivos propuestos; la necesidad de reformular las clasificaciones existentes a fin de mejorar la distribución del uso del agua y especificar las condiciones y normas de calidad requeridas sin perjuicio de otras mejoras futuras; y que el control de la contaminación está directamente relacionado con la salvaguardia de las condiciones de salud, un medio ambiente ecológicamente equilibrado y el mejoramiento de las condiciones de vida, al tiempo que se tienen en cuenta las prioridades y clasificaciones ambientales que se requieren para determinados cuerpos de agua (CONAMA Brasil, 2005).

iv. Canadá: Canada CCME Water Quality Guidelines For The Protection Of Aquatic Life (2001)

Las directrices canadienses sobre la calidad del agua tienen por objeto proteger la vida acuática de aguas superficiales y marinas de estresores antropogénicos como los aportes químicos o los cambios en los componentes físicos (por ejemplo, el pH, la temperatura y los desechos). Las directrices son límites numéricos o declaraciones narrativas basadas en los datos toxicológicos más actuales y científicamente defendibles de que se disponga para el parámetro de interés. Los valores de las directrices tienen por objeto proteger todas las

formas de vida acuática y todos los aspectos de los ciclos de vida acuáticos, incluida la etapa de vida más sensible de las especies más sensibles a largo plazo. Las directrices sobre la calidad del agua ambiental elaboradas para la protección de la vida acuática proporcionan el punto de referencia con base científica para un nivel de protección de la vida acuática en el Canadá que sea coherente a nivel nacional (CCME, 2001).

Las directrices canadienses sobre la calidad del agua para la vida acuática no se limitan a una especie (biótica) en particular, sino que se proporciona información específica sobre las especies en las respectivas fichas descriptivas y, más detallada, en los documentos de apoyo, de modo que el encargado de la calidad del agua y otros usuarios puedan determinar la idoneidad de la directriz para la protección y mejora de las especies locales. Se mantuvo un enfoque coherente con el protocolo aprobado a nivel nacional y científicamente defendible para la elaboración de directrices de calidad del agua (dulce y marina) para la protección de la vida acuática. Es importante señalar que el protocolo nacional hace hincapié en el mejor juicio científico en todos los casos, de modo que la naturaleza del parámetro y la variación en la calidad y cantidad de la información de apoyo requiere modificaciones en los procedimientos de derivación de vez en cuando (CCME, 2001).

- v. Canadá - British Columbia: British Columbia Approved Water Quality Guidelines: Aquatic Life, Wildlife & Agriculture (2019)

Muchas jurisdicciones desarrollan Directrices de Calidad Ambiental para proteger la calidad del agua. Las directrices de British Columbia representan niveles seguros de sustancias que protegen los diferentes usos del agua, incluyendo: agua potable, recreación, vida acuática, vida silvestre y agricultura. En este documento se resumen las Directrices de Calidad Ambiental aprobadas para la vida acuática, la vida silvestre y la agricultura. En British Columbia, la definición de calidad del agua incluye los sedimentos, por lo tanto los documentos de las directrices pueden incluir valores de calidad de los sedimentos (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019).

Las Directrices de Calidad Ambiental proporcionan una orientación normativa a quienes toman decisiones que afectan a la calidad del agua. Aunque las Directrices de Calidad Ambiental no tienen ningún estatus legal directo, una vez aprobadas, deben ser consideradas en cualquier decisión que afecte a la calidad del agua que se tome dentro del Ministerio de Medioambiente y la Estrategia para el Cambio Climático. Estas se utilizan para evaluar la calidad del agua y pueden servir de base para determinar los límites permitidos en las autorizaciones de descarga de desechos. La superación de una directriz no implica que existan riesgos inaceptables, sino más bien que puede aumentar el potencial de efectos adversos y puede ser necesaria una investigación adicional (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019).

- vi. Chile: Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas (CONAMA, 2004).

La “Guía para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas” en el territorio de la República de Chile, fue diseñada por el Departamento de Control de la Contaminación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, sobre la base de los antecedentes del proceso de elaboración de la “Norma de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales” y del “Anteproyecto de la Norma de Calidad para Aguas Marinas”, proceso cuya duración fue de aproximadamente cuatro años y contó con los aportes técnicos, consensos y validación de los Órganos de la Administración del Estado competentes en la materia (CONAMA, 2004).

El principal objetivo de esta guía fue el de optimizar los resultados obtenidos del trabajo de elaboración de la Norma y Anteproyecto indicados en el párrafo anterior; además de servir de base técnica para la elaboración y homogeneización de las normas secundarias de calidad de aguas del país y particularmente proveer a los Comités Operativos y Ampliados que se constituyan en cada región, de propuestas de criterios, definiciones, clases de calidad, valores, parámetros, metodologías y gestión de programas de vigilancia, entre otros aspectos (CONAMA 2004).

Dentro de esta guía se establecen criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de aguas marinas (CONAMA 2004).

- vii. Estados Unidos: US EPA National Recommended Water Quality Criteria (2004)

Los Criterios de Calidad del Agua Recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos corresponden a una tabla que contiene los criterios más actualizados de los criterios de calidad del agua del medio ambiente de la vida acuática. Los criterios de la vida acuática para los productos químicos tóxicos son la concentración más alta de contaminantes o parámetros específicos en el agua que no se espera que planteen un riesgo significativo para la mayoría de las especies en un entorno determinado o una descripción narrativa de las condiciones deseadas de una masa de agua "libre de" ciertas condiciones negativas. En la tabla se enumeran los criterios de vida acuática recomendados por la EPA, donde los gobiernos estatales y tribales pueden utilizar estos criterios o utilizarlos como orientación para elaborar los suyos propios (US EPA, 2004).

- viii. Estados Unidos – California: Water Quality Control Plan - Ocean Waters Of California (2019)

Las normas oceánicas protegen los usos beneficiosos de las aguas marinas de California mediante el establecimiento de objetivos de calidad del agua y disposiciones de aplicación en los planes y políticas de control de la calidad del agua en todo el Estado de California. Los planes y políticas de normas oceánicas incluyen: el Plan de Control de Calidad del Agua

para las Aguas Oceánicas de California (Plan Oceánico); el Plan de Control de Calidad del Agua para el Control de la Temperatura en las Aguas Costeras e Interestatales y en las Bahías y Estuarios Encerrados de California (Plan Térmico de California); y la Política de Control de Calidad del Agua sobre el Uso de las Aguas Costeras y Estuarios para el enfriamiento de las Centrales Eléctricas (Política de Enfriamiento) (California Environmental Protection Agency, 2019).

La Dependencia de Normas Oceánicas se encarga de elaborar y actualizar los planes y políticas estatales relativos a las aguas marinas, y de prestar apoyo científico y coordinación interinstitucional en relación con la contaminación marina y la gestión de los recursos (California Environmental Protection Agency, 2019).

ix. Estados Unidos – Maryland: Maryland's Surface Water Quality Standards (2020)

Un uso designado es una meta para la calidad del agua. Típicamente, la meta es la descripción de un uso designado apropiado por los humanos y/o la vida acuática para un cuerpo de agua. Los usos designados para un cuerpo de agua en particular pueden incluir la recreación, el marisqueo, el suministro de agua y/o el hábitat de vida acuática. Los usos designados establecidos pueden o no cumplirse actualmente, pero deben ser alcanzables. En Maryland estos usos designados se agrupan en "Clases de uso" para describir una combinación única de usos designados que se aplican a un solo cuerpo de agua. Cada segmento de arroyo, lago, bahía, etc. en Maryland se asigna a una clase de uso (Maryland Department of the Environment, 2020).

Los criterios de calidad del agua son criterios numéricos que establecen la calidad mínima del agua para cumplir con los usos designados. Maryland tiene numerosos criterios numéricos para la protección de la vida acuática y la salud humana. Se han publicado criterios para tóxicos, oxígeno disuelto, turbidez, bacterias y temperatura (Maryland Department of the Environment, 2020).

La política de antidegradación de Maryland asegura que la calidad del agua es adecuada para los usos designados. Las regulaciones de la EPA cuentan con tres niveles de protección: el nivel 1 especifica el estándar mínimo que debe cumplirse, lo que a menudo se denomina "pescable-nadable"; el nivel 2 protege el agua que es mejor que el mínimo especificado para ese uso designado; Maryland está desarrollando el tercer nivel de protección (Nivel 3) llamado "Recurso Agua Nacional Sobresaliente" (Maryland Department of the Environment, 2020).

x. Japón: Japan Environmental Quality Standards For Water Pollution (2003)

La Ley Básica de Medioambiente establece dos tipos de Normas de Calidad Ambiental (NCA) relativas a la contaminación del agua: normas de calidad ambiental del agua para proteger la salud humana y normas de calidad ambiental del agua para proteger el medio ambiente vivo. Cada tipo de norma establece los niveles deseables para lograr y mantener el agua



pública y otros objetivos de la política de calidad del agua (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003).

Actualmente, se han establecido NCA para 26 sustancias relacionadas con la salud humana, incluidos el cadmio y el cianuro total. Las normas ambientales se establecieron para la calidad de las aguas subterráneas en marzo de 1997. Además, otras 27 sustancias han sido designadas como "sustancias de vigilancia". Estas sustancias no se han convertido directamente en NCA hasta el momento, pero se han identificado como necesitadas de mayor observación (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003).

También se han establecido NCA relacionadas con el medio ambiente vivo, incluyendo normas para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO) y el oxígeno disuelto (DO). Además, se han establecido NCA para los niveles de nitrógeno y fósforo en lagos/embalses y zonas marítimas/costeras, a fin de prevenir la eutrofización. En 2003 se establecieron normas adicionales de calidad ambiental para el zinc total con el fin de conservar la vida acuática. Además, se han designado otras tres sustancias como "sustancias de vigilancia" (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003).

4.2 Sistema Actual vs Sistema Natural

Un aspecto fundamental para el desarrollo de normas es conocer las variables y los parámetros de ellas en los ecosistemas naturales, como por ejemplo las propiedades físicas y químicas del agua, de forma de proponer valores que permitan obtener los objetivos de conservación, que a su vez garanticen la conservación de la biodiversidad. En el caso de la bahía de Quintero, es necesario destacar que no existen antecedentes o registros de las condiciones oceanográficas ni biológicas específicas, antes del inicio de las actividades productivas más relevantes y que tienen directa relación con los ecosistemas marinos. Así en términos lógicos, no tenemos una base de datos que pueda representar las condiciones de la bahía antes de las principales perturbaciones actuales. Debe recordar que la ley de medioambiente es muy posterior al inicio de actividades productivas importantes como son el terminal marítimo de descarga de petróleo, refinería de cobre; producción de energía eléctrica, descarga de carbón mineral. Este hecho representa una limitación estructural para la proposición de variables y parámetros de las que permitan conseguir los objetivos de conservación, a partir de condiciones naturales.

4.3 Aproximación Adaptativa

Dado las limitaciones expuestas en el punto anterior, una aproximación posible es desarrollar NCSA, en un modelo que permita incorporar los nuevos conocimientos que se adquieran en ciencias, así como de los sistemas naturales y las condiciones observadas por el monitoreo o seguimiento. Esta aproximación de gestión ha sido ampliamente usada en USA, y es conocida como Manejo Adaptativo (MA).

“El manejo adaptativo (es un proceso de decisión que) promueve la realización de decisiones flexibles, que pueden ser ajustadas frente a incertezas o resultados de acciones de otros eventos, y que llegan a ser mejor entendidos” (Williams et al 2009). El seguimiento cuidadoso de esos resultados, tanto de los avances científicos y las ayudas de ajustes de política u operaciones, como partes de un proceso de aprendizaje iterativo. El manejo adaptativo incorpora la investigación en la acción. Específicamente es la integración en forma continua de diseño, manejo y monitoreo para poner a prueba sistemáticamente supuestos en orden a aprender y adaptar” (Salafsky et al 2001, Salafsky et al 2003). El manejo adaptativo también reconoce la importancia de la variabilidad natural que contribuye a la productividad y resiliencia ecológica. No es un proceso de “ensayo y error”, sino que más bien enfatiza el aprendizaje mientras se hace. El manejo adaptativo no representa un fin en sí mismo, sino más bien un medio, para decisiones más efectivas y que realzan los beneficios. En cierta medida, es una ayuda para alcanzar metas económicas, sociales y ambientales, incrementando el conocimiento científico y reduciendo las tensiones entre los actores.

Actualmente el MA es visto como clave para manejar ecosistemas tanto en procesos marinos como ribereños, cambio climático, crecimiento poblacional, actividad económica y

el futuro de la relación humana con los recursos naturales que entrega la costa (Zedler, 2016).

En orden a un manejo más sustentable y conservar la biodiversidad y los recursos marinos en los océanos del planeta, ha habido un avance en los encargados del mar para implementar manejo-basado en evidencias, donde la evidencia científica desde el monitoreo y la investigación es usada para decisiones de manejo más transparentes y robustas. El manejo basado en evidencia tiene estados críticos, que son reportar, monitorear y evaluar (MER, por sus siglas en inglés), con foco en la evaluación de presiones y del estado ambiental, evaluando la efectividad el manejo, haciendo público los hallazgos demostrando rendición de cuentas públicas, y entregando la evidencia de fundamento para informar del manejo adaptativo (Pomeroy et al., 2005; Ferraro et al., 2006; Levin et al., 2009; Jones, 2015). Los procesos de toma de decisiones que las actividades MER incluyen son manejo de pesquerías basados en ecosistemas (Long et al., 2015), manejo de conservación estado-dependiente (Nichols & Williams, 2006) y manejo adaptativo de recursos naturales Holling, 1978, Addisson, 2018).

4.4 Recopilación y Sistematización

Para obtener los resultados de este objetivo específico, se realizó una búsqueda de datos e información a partir de fuentes públicas y verificables, toda la información ambiental disponible, así como los instrumentos normativos, considerando para ello, entre otros, los organismos públicos competentes, empresas privadas emplazadas en el sector, centros académicos e investigación, etc., la cual fue sistematizada y analizada desde la perspectiva del objetivo general del estudio.

La sistematización de datos se realizó sobre una base de trabajo explícita que facilita la integración en los modelos conceptuales y en la ocurrencia de patrones de fenómenos como la contaminación por metales, hidrocarburos, materiales sólidos, o gases u otras descargas de la ciudad y del barrio industrial de Quintero.

Dentro de la información recopilada, se encuentra la caracterización física, química y biológica de los componentes de los ecosistemas (agua, sedimentos, tipos de sustratos como duro y blando), para lo cual se recurrió a la siguiente información:

- i) Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) existentes en la zona del estudio.
- ii) programas de Vigilancia Ambiental (PVAs) de las empresas.
- iii) programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL) de la DIRECTEMAR.
- iv) Registros de fiscalizaciones y monitoreos de la SISS, SMA y Autoridad Sanitaria;

- v) Informes de estudios que recogen la sistematización de los datos anteriores (PVAs, POAL, monitoreos, etc.); APLs que tengan incidencia en el área y componentes involucrados en el estudio; y Privados.
- vi) Información proporcionada por el RETC.
- viii) Antecedentes recopilados de los análisis y resultados de estudios aportados por la Contraparte Técnica.
- ix) Denuncias llevadas a cabo por la ciudadanía respecto al área y componentes del estudio.
- x) Estudios e investigaciones realizados en la bahía de Quintero;
- xi) Estudios de casos en Bahías de similares características;
- xii) Otro tipo de información que contribuya para la caracterización física, química y biológica de la bahía.

Para la búsqueda bibliográfica de publicaciones científicas u otro tipo de publicaciones sobre bahía Quintero, se utilizó el software "Publish or Perish" de www.harzing.com (**Figura 4-4**), proyecto liderado por la Dra. Anne-Wil Harzing, profesora de Administración Internacional del Dpto. de Administración y Mercado de la Universidad de Melbourne en Australia. Este software analiza las citas académicas usando información del buscador académico de Google (<http://scholar.google.com>). El software PoP puede ser instalado en forma libre y presenta una serie de indicadores de especial interés para un investigador: cantidad de publicaciones, número total de citas, citas por artículo, citas por autor, índice Hirsch y algunas variantes de él, entre varios otros.

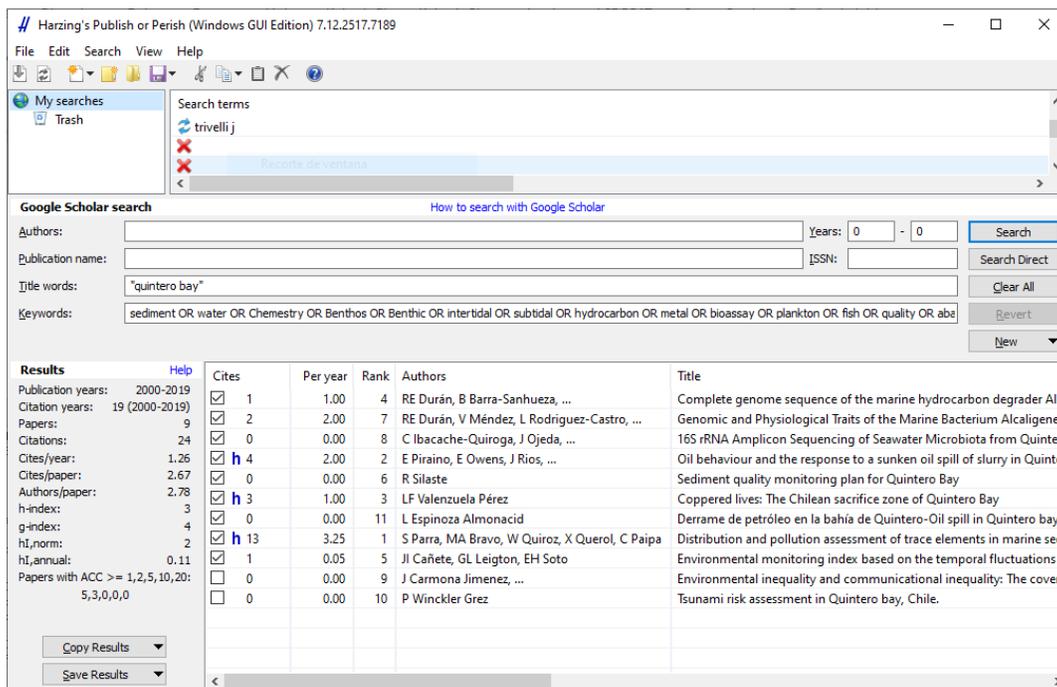


Figura 4-4 Interfaz de software “Publish or Perish” de www.harzing.com

La información recopilada y sistematizada fue incorporada en un sistema de base de datos (Geodatabase), en acuerdo con las especificaciones técnicas para nuevos productos cartográficos, de la División de Recursos Naturales y Biodiversidad, 2014. Esta base de datos contiene información de cada una de las descargas hídricas con incidencia en la bahía e información disponible por matrices ambientales agua, sedimento y biota recopilada en los estudios anteriores y disponibles respecto a la bahía. Asimismo, se incorporó toda la información de las fuentes fijas y difusas que contribuyen a la contaminación del medio ambiente marino, sin perjuicio que ellas estén reguladas y sean periódicamente fiscalizadas.

4.5 Base de Datos y Análisis Estadísticos

Se trabajó con la base de datos correspondiente a la medición de variables en agua, sedimento, biota, metales biota, pluma térmica, efluentes y emisiones de agua en la Bahía de Quintero, entre los años 1993 y 2019. Dicha base de datos se compone de observaciones generadas por distintas fuentes de información, correspondientes a los monitoreos realizados por las unidades fiscalizables desde el punto de vista de resoluciones ambientales, ubicadas en la bahía, y el Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL). Esta base de datos fue validada a través de la verificación tanto de las escalas como de las unidades de medición, así como también que la digitación de información fuera correcta.

Posteriormente, se exploró la base de datos para establecer la frecuencia de observaciones según fuente de información y según variable medida en el periodo de análisis. Debido a que en la base de datos existen varias variables con valores que se encuentran por debajo de los límites de detección, se realizó un proceso de sustitución, con un medio del valor del límite de detección, indicado para la variable en análisis (Helsel & Hirsh 2002, Helsel 2005, Fu, & Wang, 2008 Helsel, 2012).

4.5.1 Análisis Temporal

Se realizó un análisis descriptivo en función de las variables que poseen registros en distintos tipos de seguimiento. Se agregaron todos los datos disponibles, realizados por diferentes planes de seguimiento. Una vez revisada la base de datos se determinó desarrollar un análisis temporal y otro espacial.

En el software abierto **R** la función de la media aritmética, se calcula tomando la suma de los valores y dividiendo por el número de valores en la serie de datos, es decir:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

En donde **n** es el número de observaciones (o valores en la serie de datos, en función del período de estudio 2003-2018; de un año o de una estación del año) y **x_i** es la *i*-ésima observación.

Para las curvas diferenciadas por año o estación, se calculó la media de todas las observaciones en cada nivel de profundidad según el año o la estación del año, es decir:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ijk}$$

Donde n es el número de observaciones y $x_{i,jk}$ es la i -ésima observación para el j -ésimo nivel de profundidad en el k -ésimo año o estación.

La bahía fue considerada como una unidad, de forma que el análisis agrega toda la información de los puntos en un único gráfico, que representa la bahía de Quintero. Algunas de las variables tienen información detallada en función de la profundidad, ya que se miden con instrumentación in situ. Esas variables como por ejemplo temperatura, oxígeno disuelto, pH se pueden describir cada 25 cm y en algunos casos hasta aproximadamente 30 m de profundidad, dependiendo de su localización en la bahía. En otros casos las mediciones corresponden a muestras tomadas a distintas profundidades o bien solamente con indicaciones de niveles superficial, medio y fondo. Se elaboraron gráficos de una variable X en función de la profundidad. Las escalas temporales seleccionadas fueron las siguientes: i) análisis global de todos los datos registrados, con diferentes períodos de tiempo por variable; ii) análisis de los datos agregados anualmente y; iii) análisis de los datos agregados estacionalmente. Para cada variable se calculó la media de todas las observaciones existentes (n) para el periodo 2000-2019, lo que resulta en valores distintos para cada variable y escalas temporales indicadas.

Análisis de Series de Tiempo

El análisis con series de tiempo se realizó para las variables que presentan un conjunto de datos adecuados. Una de las limitaciones de los datos es que son registros irregulares en el tiempo, de modo que la autocorrelación es difícil de establecer. Para las variables que presentan una frecuencia más alta en la toma de información, se calcularon las series de tiempo. Una serie temporal es un conjunto de observaciones de una variable tomadas a lo largo de intervalos regulares de tiempo. El interés de su análisis estadístico radica en el estudio del comportamiento de la serie, lo que permite explicar sus variaciones y, sobre todo, en la posibilidad de predecir valores futuros. El principio fundamental que subyace al análisis de las series de tiempo es que los valores actuales (y futuros) de la serie dependen en cierta medida de los valores que ha tomado en el pasado, de modo que podríamos considerar que la serie tiene una cierta inercia que impide -o hace poco probables- cambios demasiado bruscos en periodos cortos de tiempo. Esta inercia puede ser utilizada para la predicción, admitiendo que en el futuro se comportará de modo similar a como lo hizo en el pasado. El éxito en el análisis y en la predicción de valores futuros dependerá sobre todo de la disponibilidad de una muestra amplia y fiable, y de la regularidad de la serie. En una serie temporal los estudios más frecuentes que se suelen hacer son la creación de un modelo y el análisis de los ciclos.

4.5.2 Análisis Espacial

Los mismos datos se usaron para realizar este análisis, ahora en función de las coordenadas espaciales de los puntos de muestreo. En este caso todos los datos registrados en esas coordenadas se agregaron en función del período de estudio desde 2000 a 2019 todos los

datos registrados y simultáneamente, se agregaron todos los datos registrados en profundidad, de forma de obtener un único valor, la media, que represente al punto de observación, para obtener áreas o zonas en que dicha variable presenta distintos rangos de valores medios.

Para calcular la distribución espacial de los valores de las variables se consideraron todos los datos de profundidad y se calculó la media de las observaciones en cada uno de los puntos, es decir:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}$$

Donde n es el número de observaciones en el período de estudio, y donde x_{ij} es la i -ésima observación en el j -ésimo punto de muestreo.

Análisis Geoestadístico

Una de las principales limitaciones de este análisis es que los puntos que presentan un grupo de variables importantes son muy pocos en el espacio horizontal de la bahía. Esto trae como consecuencia que pocas variables se encuentran bien representadas en todo el espacio de ella. Los resultados se muestran mapas de isolíneas realizados en SIG con la técnica de Kriging, procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores z . A diferencia de otros métodos de interpolación en el conjunto de herramientas de Interpolación, utilizar la herramienta Kriging en forma efectiva implica una investigación interactiva del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores z antes de seleccionar el mejor método de estimación para generar la superficie de salida (Esri, 2020).

En un SIG se realizó análisis espacial como los valores medios obtenidos, como se indicó más arriba, mediante la técnica Kriging. Los resultados entregaron las áreas con distintos rangos de la variable analizada, que permiten evaluar la heterogeneidad de la bahía respecto de la variable en estudio. Este análisis se realizó solamente para aquellas variables para las que se disponen de datos adecuados.

4.6 Integración de Áreas de Vigilancia y Variables

La gestión requiere de definir áreas que presenten características ambientales similares. Estas áreas se consideran homogéneas internamente, desde una perspectiva ambiental, para fines de gestión en la bahía Quintero.

4.6.1 Áreas Ambientales en la Bahía Quintero

Se identificaron diferentes áreas del litoral en bahía Quintero, así como de la superficie de la bahía, en función de sus características físicas. Las características físicas usadas fueron el fondo marino tanto duro como blando, la naturaleza de borde duro o rocoso; y blando o arenoso. Así, usando las características de la marea que oscila cotidianamente, se han definido los ecosistemas marinos como intermareal y submareales tanto de fondo blando como duro o rocoso. La definición de áreas de uso de recursos biológicos reguladas en las AMERB, la existencia de terminales portuarios y la existencia de usos antrópicos de ellas. Se eligieron estas variables porque son independientes del desarrollo de los ecosistemas, de los cuales son partes constitutivas. También se incluyen áreas que pueden ser el resultado de la distribución espacial de los valores de una variable específica, generando una superficie delimitable.

4.6.2 Criterios o Atributos ambientales de las áreas

Para la integración de los distintos aspectos ambientales se usaron propiedades o criterios ambientales, de cuatro tipos: i) morfología costera y fondo marino, ii) modelo de circulación del agua; iii) biodiversidad y conservación; iv) uso del territorio marítimo y del litoral. Cada uno de ellos con diferente nivel de precisión debido a las limitaciones de los datos y la naturaleza de los sistemas marinos. Por la razón anterior, los criterios tampoco tienen el mismo número de aspectos o atributos a incluir. Los criterios fueron aplicados a cada una de las áreas y se calificaron como presente o ausente.

4.6.3 Integración

Cada una de estas áreas definidas se caracterizaron en función de los criterios o atributos ambientales- Así se construyó una matriz con las áreas en las columnas y los criterios o atributos en las filas, indicando con el valor 1 si el atributo está presente en el área respectiva. Se calculó la similitud entre las áreas mediante el índice de Bray & Curtis. La matriz resultante se usó para realizar una ordenación mediante el método MDS (multidimensional scaling) para luego realizar una clasificación mediante un análisis de cluster, elaborando un dendrograma de similitud entre las áreas.

De esta forma se obtienen áreas similares, las cuales se integran y pueden definirse como áreas de vigilancia (AV).

4.7 Tabla de clases

Para el establecimiento de la tabla de clases de calidad para bahía de Quintero se deben tener presente las condiciones siguientes:

1. No existen valores de las variables del sistema natural, obtenidos antes del desarrollo de las actividades antrópicas en la bahía de Quintero.
2. Los valores de las variables registrados en las bases de datos, representan las condiciones actuales de la bahía de Quintero, desde aproximadamente dos décadas, bajo influencia antrópica.

4.7.1 Procedimiento 1

Los criterios para establecer las clases de calidad son:

Revisión de los parámetros propuestos en la normativa internacional o nacional, los cuales se indican en la **Tabla 4-3** y en el **acápito 5.6.5.1**. Además para más detalle se encuentra disponible en la carpeta de anexos digitales “05_Tablas” en el documento: “2020_03_CNM031_Tabla_referencias_y_datos_observados.xlsx”.

Para la Tabla de Clases se consideró el rango de valores observados entre el valor mínimo y el valor máximo dentro de la bahía de Quintero. Estos valores permiten definir los percentiles que fueron definidos en cinco grupos, para hacerlos coincidir con las cinco clases a proponer. A excepción de la variable pH.

Este procedimiento define las clases de las variables en función del rango de valores observados para cada una de ellas. Representa una tabla de clases a partir de las condiciones actuales.

4.7.2 Procedimiento 2

Los criterios para establecer las clases de calidad son:

Revisión de los parámetros propuestos en la normativa internacional o nacional, los cuales se indican en la **Tabla 4-3** y en el **acápito 5.6.5.1**. Además para más detalle se encuentra disponible en la carpeta de anexos digitales “05_Tablas” en el documento: “2020_03_CNM031_Tabla_referencias_y_datos_observados.xlsx”.

Se realiza una ordenación de los parámetros por nivel de exigencia, del más restrictivo al menos restrictivo, ya sean valores de referencia o rangos. Y se establece cada clase de acuerdo con estos parámetros, definiendo la tabla de clases para la calidad del agua de manera independiente a los valores observados en bahía Quintero.



En el caso de que no existan referencias suficientes para completar la tabla, se usa el procedimiento 1.

Este procedimiento para establecer las clases puede entregar rangos de parámetros o valores muy exigentes para asignar categorías de calidad, respecto de los valores que se han registrado en la bahía de Quintero.

5 RESULTADOS POR OBJETIVO

5.1 Objetivo Específico 1 (OE-1)

OE1: Recopilar, sistematizar y clasificar información histórica y georreferenciada de calidad de aguas, sedimentos, flora y fauna marina y fuentes hídricas de contaminación puntuales y difusas de distinto origen, sanitario, industrial y agrícola entre otros, desde diversas fuentes verificables.

5.1.1 Recopilación y Sistematización

Con respecto a la recopilación y sistematización de la información ambiental de bahía Quintero, se revisó información de 235 documentos, provenientes de distintas fuentes de información. Entre éstas destaca la contraparte técnica, quien otorgó la información sistematizada de los Planes de Vigilancia Ambiental (PVAs), asociados a las distintas Resoluciones de Calificación Ambiental vigentes en bahía Quintero (**Tabla 5-1**).

En general, se cuenta con información entre los años 1972 y 2019. En función de la cantidad de datos cuantitativos extraíbles y la georreferenciación de éstos, las fuentes más relevantes corresponden al POAL, PVA, DIA, EIA y CEA 2013. Sin embargo, la información más consistente en el tiempo y en el espacio, proviene del POAL y de los PVAs asociados a las distintas actividades industriales presente en la bahía.

Tabla 5-1 Número de documentos revisados, por periodo y fuente de información. Bahía Quintero.

Fuente	Periodo		Nº documentos
Contraparte técnica	2005	2019	76
POAL	1993	2018	68
RETC	2019	2019	1
SERNAPESCA	2012	2019	7
SEIA_DIA	1998	2019	25
SEIA_EIA	2004	2018	19
Publicaciones	1972	2019	39
Total			235

Los documentos originales asociados a cada una de las fuentes de información se encuentran en la carpeta de anexos digitales “01_Recopilación” y un resumen de éstos se ubican en el acápite **10 Anexos** del presente documento, en las tablas **Tabla 10-7**, **Tabla 10-8**, **Tabla 10-9**. Las bases de datos sistematizadas y el resumen de las búsquedas de publicaciones, se encuentran en la carpeta de anexos digitales “02_Sistematización”:

- i) 2019_10_CNM031_BDD_V0_MERGE.xlsx: Base de datos consolidada de la información recopilada de las fuentes indicadas en la **Tabla 5-1**, separadas por componente (Agua, Sedimentos, Biota, Metales Biota, Emisiones Agua (RETC), Pluma térmica, Efluentes).
- ii) 2019_10_CNM031_DOCUMENTOS_REVISADOS.xlsx: Resumen de todos los documentos revisados y sistematizados en la base de datos.
- iii) 2019_10_CNM031_RESUMEN_BUSQUEDA_PUBLICACIONES.xlsx: Resumen de la búsqueda bibliográfica realizada con el software Publish or Perish, en el que se indican los parámetros y resultados de la búsqueda.
- iv) 2019_10_CNM031_RESUMEN_BUSQUEDA_PUBLICACIONES.docx: Resultados de la búsqueda bibliográfica realizada en formato APA.

5.1.1.1 Dinámica Oceanográfica

Recientemente, la Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático de la DIRECTEMAR, realizó un informe de diagnóstico ambiental para la bahía de Quintero (DIRINMAR, 2019), en el cual resume muy bien la dinámica oceanográfica del área de estudio y menciona lo siguiente:

Las aguas superficiales de bahía Quintero ingresan por el sector norte de la boca y salen por el sur (**Figura 5-1**). La circulación de las aguas en la bahía está influenciada por las corrientes de marea. En condición de marea llenante, las corrientes se dirigen hacia el interior de la bahía, mientras que en marea vaciante, las corrientes tienden a orientarse hacia fuera de la bahía (**Figura 5-2**).

Bahía Quintero presenta un sistema de doble celda permanente, con giro en sentido ciclónico (en el sentido de las agujas del reloj), con un flujo de entrada por el norte de la bahía y un fuerte flujo de salida por el sur (**Figura 5-3**), similar a lo descrito por Bakovic y Balic (1984). Las velocidades máximas medidas fueron del orden de 40 cm/s en superficie y de 20 cm/s en el fondo.

Se han registrado magnitudes de intensidad de las corrientes de hasta 10 cm/s, mostrando un cambio de magnitud y dirección del campo vectorial superficial durante períodos de marea llenante, con un flujo de agua alejándose de la costa en dirección NW y W. Mediciones similares realizadas en 1993 frente a las instalaciones de la termoeléctrica de Ventanas, muestran una marcada estratificación de la velocidad, observándose una capa

superficial (0 a 3 m), con un flujo opuesto al de la capa más profunda. Las máximas velocidades se asociaron tanto a la componente N-S como E-W, con magnitudes de hasta 4 cm/s, similar característica se ha observado cerca de la costa y hacia el sector central de la bahía. La fase de marea vaciante, la velocidad de las corrientes superficiales presenta un patrón de circulación divergiendo hacia el SW y NW, mostrando que la dinámica de las aguas tiende a vaciarse de la bahía alejándose de la costa.

Mediciones lagrangianas en el sector costero central de la bahía, han mostrado, para una marea vaciante, un movimiento hacia el norte, con velocidades promedio del orden de los 30 cm/s, mientras que, en llenante, el sentido es inverso, con dirección sur y valores de magnitud promedio del orden de 5 cm/s. En términos generales, los diversos estudios realizados en el sector costero central de la bahía han confirmado la influencia de la marea con corrientes, orientadas en dirección SW, NW y W, según la fase de marea presente.

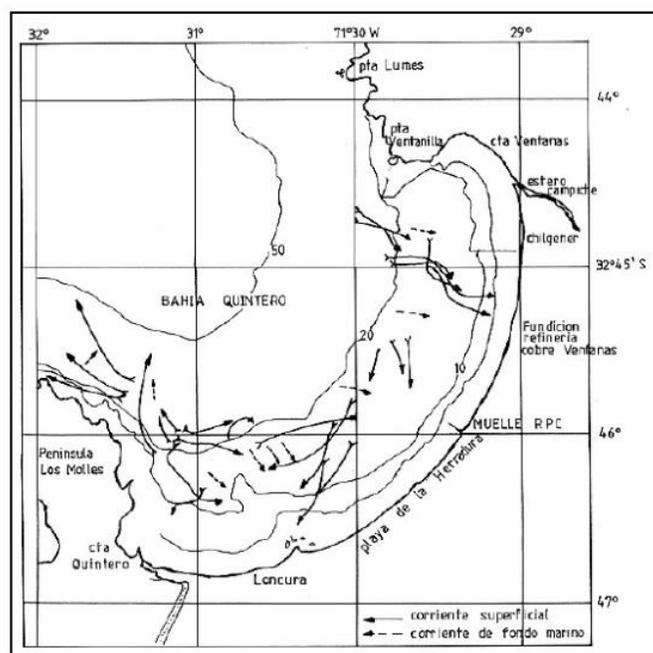


Figura 5-1 Esquema de circulación de la corriente en la bahía Quintero, según Escobar et al. (1971). DIRINMAR 2019.

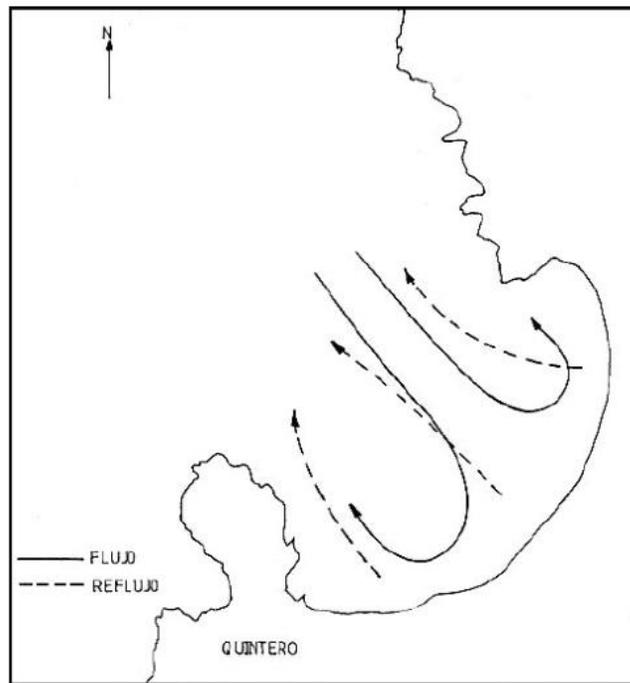


Figura 5-2 Esquema de circulación de la corriente de marea en la bahía Quintero, según Bakovic y Balic (1984). DIRINMAR, 2019.

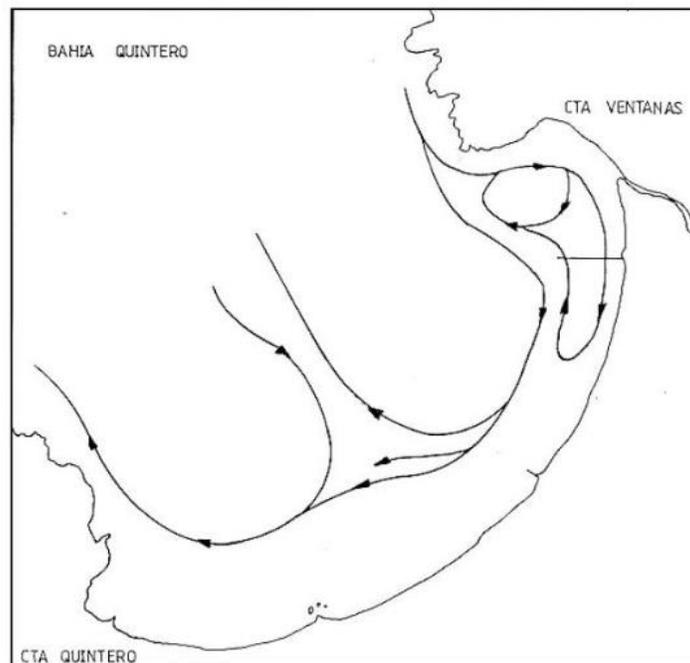


Figura 5-3 Esquema de circulación de la corriente en la bahía Quintero, según Malet y Andrade (1991). DIRINMAR, 2019.

Mediciones de corrientes eulerianas, muestran que, en el sector de Ventanas, las corrientes superficiales y subsuperficiales se desplazan en dirección paralela a la costa, tanto hacia el norte como hacia el sur de la bahía. Los registros indican que, en condiciones de cuadratura, la intensidad de las corrientes es muy baja, del orden de <3 cm/s.

Los flujos netos, que representan a la circulación más o menos permanente, muestran flujos saliendo de la bahía en dirección NW. No obstante, existen variaciones estacionales a este patrón semipermanente que modifican el flujo neto hacia el SW en verano, con una magnitud promedio de 4 cm/s, y hacia el NW en invierno, con una magnitud promedio de 5 cm/s.

Mediciones lagrangianas realizadas con derivadores, en el año 1993, en las inmediaciones del muelle de Puerto Ventanas, muestran que en períodos de marea vaciante, el flujo se desplaza preferentemente en dirección hacia el N y NW, con valores promedio de 26 cm/s, en tanto que, en marea llenante el flujo es hacia la costa con valores promedio de hasta 14 cm/s (**Figura 5-4**).

Mediciones eulerianas realizadas durante un período de 32 días, en julio y agosto del año 2005, en un punto central de la bahía, muestran un perfil vertical promedio de las corrientes, en el cual, las corrientes en el primer metro fluyen hacia el SE, entre 1 m y los 13 m fluye preferentemente hacia el SW y por debajo de los 13 metros hasta el fondo (15 m) vuelve a fluir hacia el sureste.

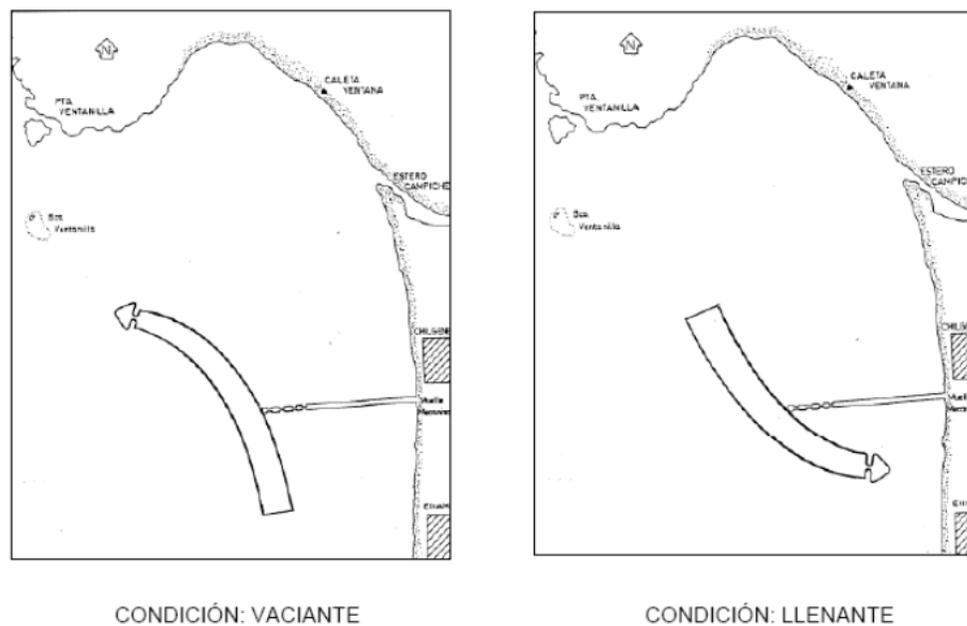


Figura 5-4 Esquema de circulación de la corriente de marea superficial, en el sector del muelle de Puerto Ventanas. DIRINMAR, 2019.

5.1.1.2 Localización Espacial de los Ecosistemas

Tal como se mencionó en acápites anteriores, la investigación y el manejo de sistemas marinos exige la existencia de inventarios del fondo marino para la planificación, la estimación de los efectos antrópicos y para la determinación de los objetos de conservación del fondo marino. En el caso de la bahía de Quintero, es fundamental alcanzar una expresión espacial de los ecosistemas y sus amenazas, que permita gestionar de mejor forma el territorio marítimo y conservar la biodiversidad con programas de seguimiento adecuados a la complejidad de los ecosistemas y su localización espacial en relación con las actividades productivas.

Un primer intento de expresión espacial de los ecosistemas y sus amenazas en bahía Quintero, corresponde a los Mapas de Sensibilidad Ambiental, desarrollados por la autoridad marítima. Si bien están orientados a asesorar en forma eficiente y rápida a la Autoridad Marítima Local ante un derrame de hidrocarburos, también podrían ser utilizados para determinar a macro escala la distribución espacial de los distintos tipos de ecosistemas y potenciales objetos de conservación (**Figura 5-5 a Figura 5-7**).

En acuerdo con el párrafo anterior, en bahía Quintero se pueden reconocer, al menos tres tipos de ecosistemas: i) ecosistema intermareal rocoso, ii) ecosistema intermareal arenoso y iii) ecosistema submareal (**Figura 5-8**). Con respecto al sistema submareal, este podría ser categorizado, también en función del tipo de sustrato en submareal rocoso y arenoso. Al respecto, es necesario aumentar el alcance espacial del mapeo existente para determinar la ubicación y extensión de cada uno de éstos. Por otra parte, la **Figura 5-8** indica un patrón en la distribución espacial de los ecosistemas intermareales, en donde el intermareal rocoso se ubica en los extremos sur y norte de la bahía, mientras que el intermareal arenoso se extiende entre los sacos norte y sur de la bahía.

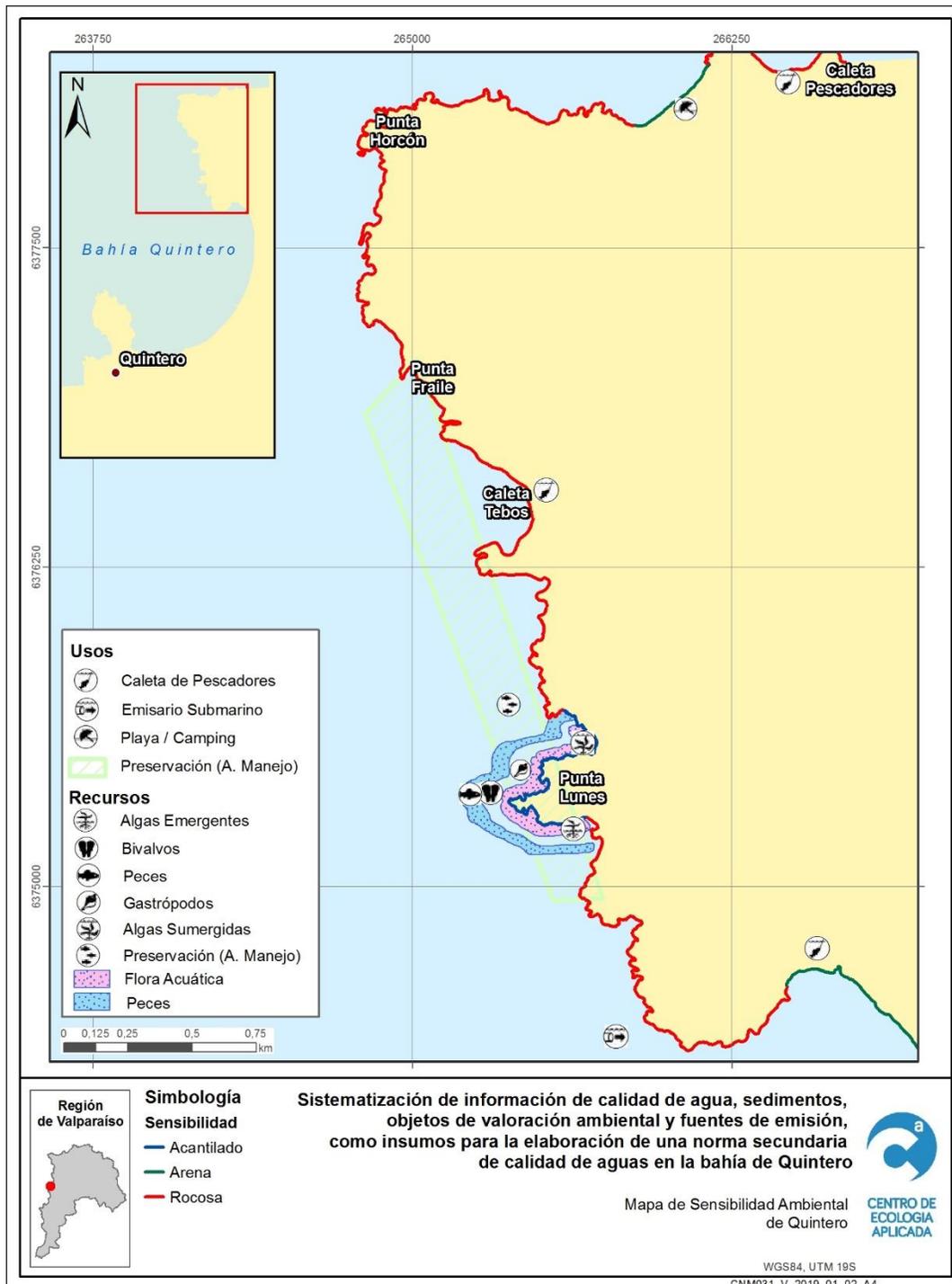


Figura 5-5 Mapa de Sensibilidad ambiental de bahía Quintero. Fuente: <https://www.directemar.cl/directemar/datos-p-o-a-l/mapas-de-sensibilidad-ambiental-msa>.

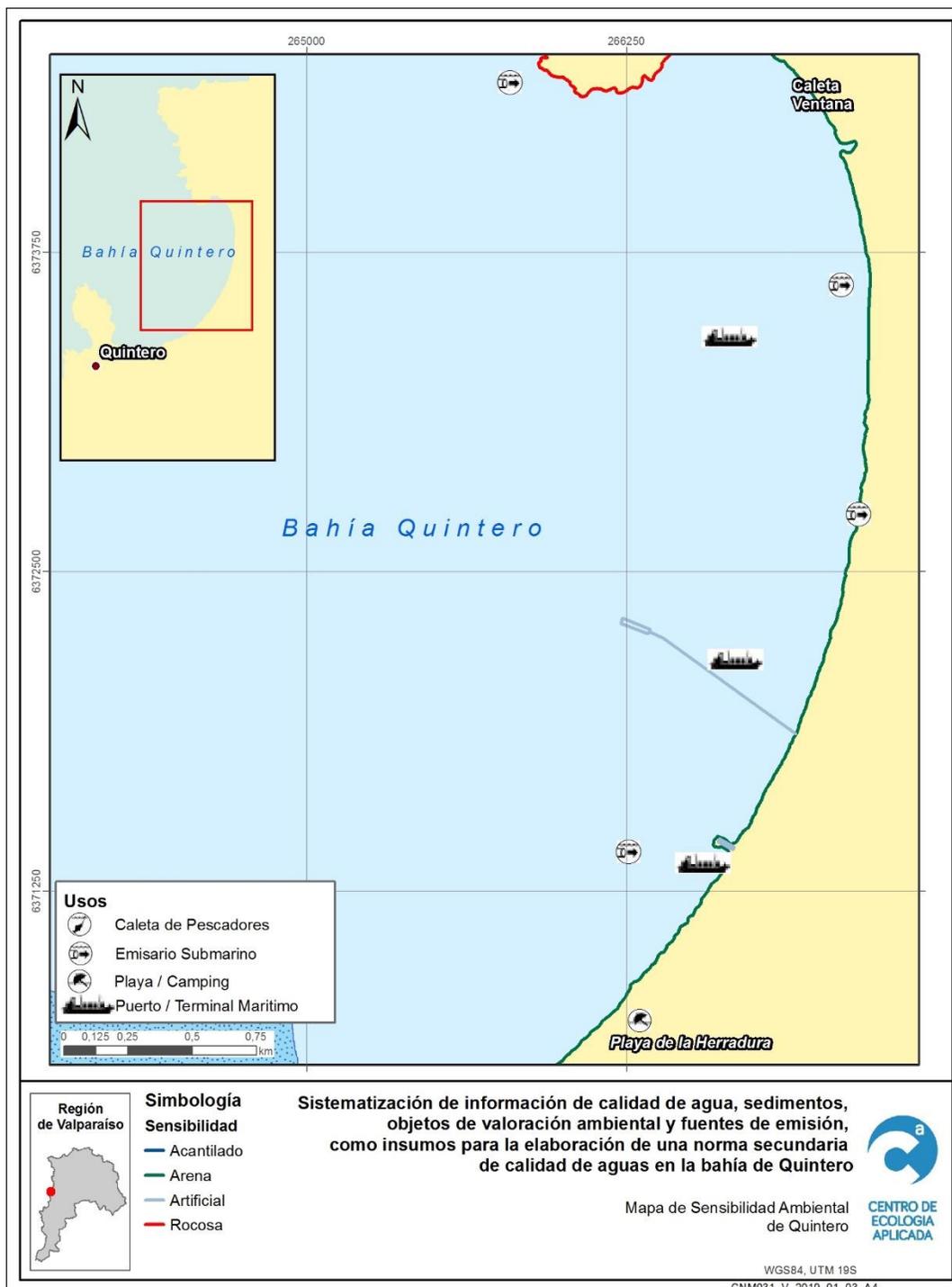


Figura 5-6 Mapa de Sensibilidad ambiental de bahía Quintero. Fuente: <https://www.directemar.cl/directemar/datos-p-o-a-l/mapas-de-sensibilidad-ambiental-msa>.

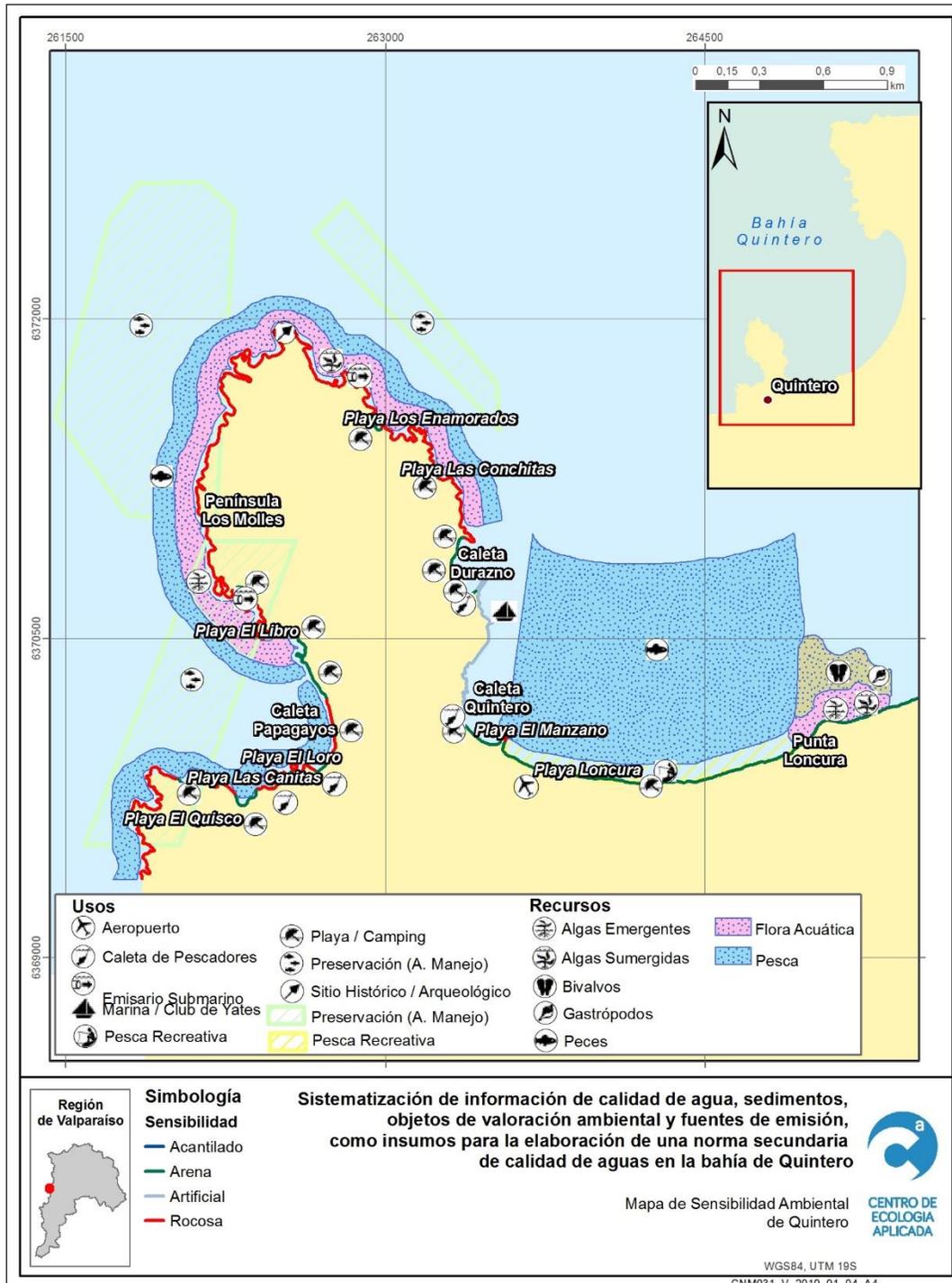


Figura 5-7 Mapa de Sensibilidad ambiental de bahía Quintero. Fuente: <https://www.directemar.cl/directemar/datos-p-o-a-l/mapas-de-sensibilidad-ambiental-msa>.

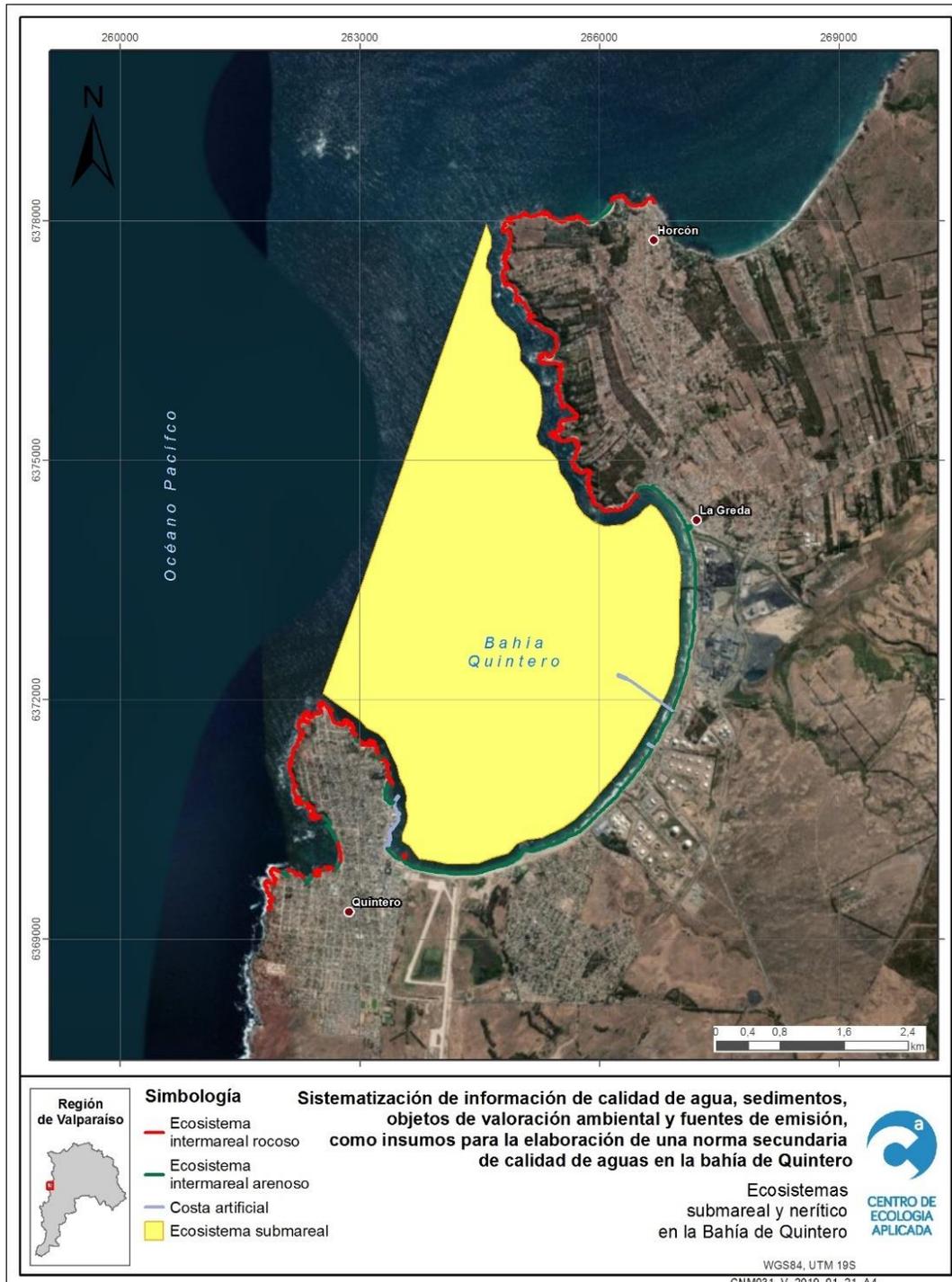


Figura 5-8 Localización espacial de los ecosistemas marinos presentes en bahía Quintero

5.1.1.3 Columna de Agua

Es necesario indicar que en este acápite no se analiza el estado ambiental de la columna de agua en bahía Quintero, puesto que no es el objetivo de este estudio y ya existen esfuerzos realizados que dan cuenta del estado ambiental de la columna de agua y sedimentos en bahía Quintero (CEA, 2013; Encina, 2014; Encina, 2015; IFOP, 2016 y DIRINMAR, 2019).

El análisis a continuación tiene por objeto, definir si la información ambiental disponible para la calidad química del agua en bahía Quintero, es suficiente para dar inicio al proceso de elaboración de una Norma Secundaria de Calidad de Aguas, o se necesitan realizar más estudios al respecto.

En este contexto, es necesario prestar atención en cuatro aspectos esenciales: i) cantidad de años que se cuenta con información, ii) la frecuencia de muestreo (escala temporal), iii) la distribución de los puntos de muestreo (escala espacial) y iv) las variables monitoreadas.

En las 5 fuentes de información más relevantes, se observan dos tendencias: i) muestreos sistemáticos en el tiempo y en el espacio (POAL y PVA) y ii) muestreos puntuales en el tiempo y en el espacio (CEA 2013, EIA y DIA). El POAL y los PVAs cuentan con la mayor cantidad de años en que han registrado datos de las distintas variables (25 años). La frecuencia de muestreo en el caso del POAL ha sido semestral la mayoría del tiempo (2) y en el caso de los PVA ha sido trimestral (4) (**Tabla 5-2**). Por otra parte, en los registros realizados por DIA, EIA y CEA todas las variables observadas tienen 2 – 4 observaciones anuales, a nivel de uno o dos años de seguimiento. Estos representan observaciones puntuales en el tiempo y difícilmente permiten entender dinámicas de largo plazo que se requieren en una normativa, por lo tanto, en adelante estas fuentes de información no son consideradas en el análisis.

Tabla 5-2 Número de muestreos por fuente de datos desde el año 1993 hasta 2019. Bahía Quintero.

Fuente	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
POAL	1	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		1	2	2	3	2	2	
PVA		1	4	3	4	4	4	5	5	5	4	5	5	6	7	4	7	8	7	7	1	1	5	1	2	2	2
DIA									1			1					1	1		3				2			
EIA											1	2			2							1	2		1	1	
CEA 2013																				1	1						

En cuanto a la distribución espacial de los puntos de muestreo, los PVAs presentan la mayor distribución en el área de estudio con un número de 96 puntos. El POAL presenta 11 puntos de muestreo en el área de estudio. Algunos puntos de la fuente RETC se indican en las áreas terrestres debido a que la coordenada que aparece en los informes corresponde a la localización de las plantas de operación y no a los lugares donde descargan los materiales al cuerpo de agua de la bahía (Figura 5-9).

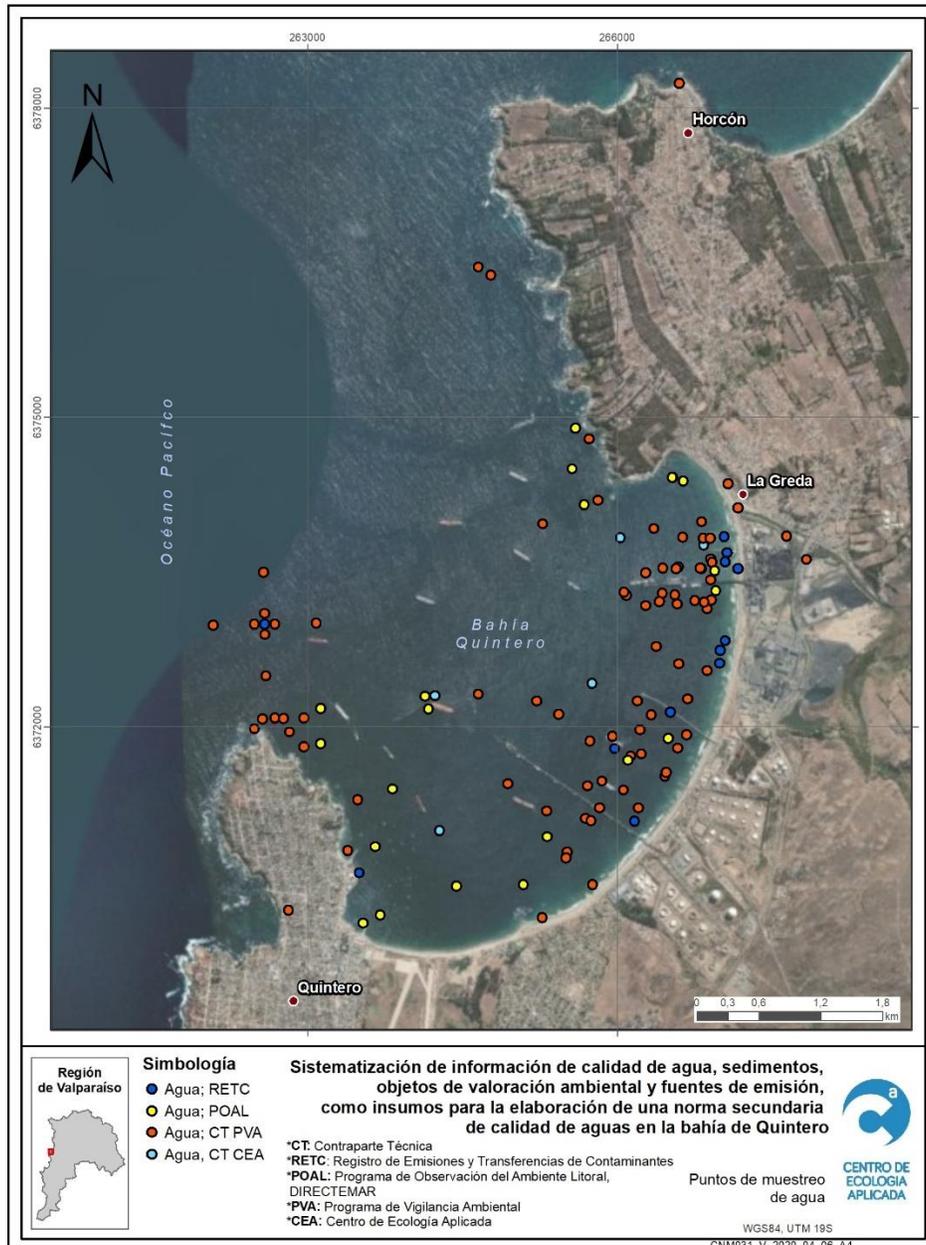


Figura 5-9 Distribución espacial de los puntos de muestreo, asociados a las distintas fuentes de información

Con respecto a las variables monitoreadas, POAL ha considerado 53 variables en el periodo de monitoreo (1993-2018) y el conjunto de variables con más frecuencia son los nutrientes y los metales (**Tabla 5-3**). Los PVAs han considerado 46 variables en el periodo (1997-2019) de monitoreo y el conjunto de variables con más frecuencia son los parámetros *in situ*, los biológicos y los metales (**Tabla 5-4**).

En el acápite **10.3. Columna de agua** se incorpora una representación gráfica de los parámetros más frecuentes en ambos programas de monitoreo (POAL y PVAs). La descripción analítica de cada uno se encuentra incluida en el acápite **5.6.2. Descripción Espaciotemporal de variables ambientales en Bahía Quintero**.

Tabla 5-3 Parámetros analizados por el Programa de Observación Litoral (POAL), DIRECTEMAR. Bahía Quintero.

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
Nutrientes	Amonio	1993	2018	47
	Fosfato	1997	2017	31
	Fosforo total	1993	2011	38
	Nitrato	1993	2018	29
	Nitrito	1993	2017	18
	Nitrógeno total Kjeldahl	1994	2011	37
	Nitrógeno-amonio	1993	2011	10
	Nitrógeno-nitrato	1993	2011	28
	P - fosfato	2013	2018	9
Biológicos	Coliformes fecales	1993	2017	48
	Coliformes totales	1993	1996	9
	DBO	2008	2018	2
	DQO	2008	2008	1
Metales	Aluminio disuelto	2009	2010	3
	Arsénico disuelto	2013	2018	11
	Cadmio disuelto	2007	2018	20
	Cadmio total	1993	2011	38
	Cobre disuelto	2007	2018	20
	Cobre total	1993	2011	38
	Cromo disuelto	2007	2011	9
	Cromo total	1993	2011	38
	Hierro disuelto	2009	2010	3
	Hierro total	2009	2010	3
	Mercurio disuelto	2007	2018	20
	Mercurio total	1993	2011	38
	Plomo disuelto	2007	2018	20
	Plomo total	1993	2011	38
	Zinc disuelto	2007	2011	9
Zinc total	1993	2011	38	

Categoría	Parámetros	Periodo	Nº de muestreos	Categoría
Orgánicos	Aceites y grasas	1997	2011	29
	Acenafteno	2013	2017	10
	Acenaftileno	2014	2017	6
	Antraceno	2013	2017	10
	Benzo(a)antraceno	2013	2017	10
	Benzo(a)pireno	2013	2017	10
	Benzo(b)fluoranteno	2013	2017	10
	Benzo(ghi)perileno	2013	2017	10
	Benzo(k)fluoranteno	2013	2017	10
	Criseno	2013	2017	10
	Dibenzo (a, h) antraceno	2013	2017	10
	Fenantreno	2013	2017	10
	Fluoranteno	2013	2017	10
	Fluoreno	2013	2017	10
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	1997	2018	33
	Hidrocarburos fijos	2013	2018	11
	Hidrocarburos totales	2009	2015	8
	Hidrocarburos volátiles	2013	2015	5
	Indeno (1 2 3-cd) pireno	2013	2017	10
	Naftaleno	2013	2017	10
Pireno	2017	2017	2	
Fisicoquímico	Solidos disueltos totales	2007	2011	9
	Solidos suspendidos totales	2007	2017	19
In-situ	Oxígeno disuelto	2007	2017	16

* variable no especifica fracción en fuente de información.

Tabla 5-4 Parámetros analizados por los Planes de Vigilancia Ambiental, asociados a las distintas RCAs. Bahía Quintero.

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
Nutrientes	Nitrógeno total Kjeldahl	2015	2017	2
Biológico	Coliformes fecales	2010	2018	109
	Coliformes totales	2012	2018	13
Metales	Arsénico total	1994	2018	48
	Cobre *	2013	2018	19
	Cobre disuelto	2013	2018	19
	Cobre particulado	2013	2018	19
	Cobre total	1994	2018	48
	Níquel *	2004	2018	43
	Níquel disuelto	2013	2018	19
	Níquel particulado	2013	2018	19
	Plomo *	2004	2018	43
	Plomo disuelto	2013	2018	19
	Plomo particulado	2013	2018	19
	Vanadio *	2004	2018	43
	Vanadio disuelto	2013	2018	19
	Vanadio particulado	2013	2018	19
Orgánicos	Aceites y grasas	2004	2018	134
	Benceno	2004	2018	25
	Compuestos fenólicos	1995	2019	91
	Etilbenceno	2004	2018	25
	Hidrocarburos parafínicos	2013	2019	26
	Hidrocarburos alifáticos	2004	2018	25
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	2004	2018	54
	Hidrocarburos aromáticos totales	1994	2019	143
	Hidrocarburos fijos	2012	2018	11
	Hidrocarburos totales	2010	2019	77
	Hidrocarburos volátiles	2012	2018	11
	SAAM	2015	2017	2
	Tolueno	2004	2018	25
	Xileno	2004	2018	25
Fisicoquímicos	Densidad	2012	2018	8
	Solidos disueltos *	1995	2019	72
	Solidos sedimentables	2013	2019	26
	Solidos suspendidos	1994	2019	99
	Solidos suspendidos totales	2012	2018	11

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
In-situ	Cloro libre residual	1994	2019	72
	Conductividad	2013	2018	11
	Oxígeno disuelto	1994	2019	2884
	pH	1994	2019	2871
	Salinidad	2010	2019	57
	Saturación de oxígeno	2010	2018	2752
	Temperatura	1994	2019	2868
	Transparencia	1994	2019	143
	Zona fótica	2013	2019	26
Macroelementos	Fluoruros	1994	2018	48

5.1.1.4 Sedimentos

Es necesario indicar que en este acápite no se analiza el estado ambiental de los sedimentos en bahía Quintero, puesto que no es el objetivo de este estudio y ya existen esfuerzos realizados que dan cuenta del estado ambiental de la columna de agua y sedimentos en bahía Quintero (CEA, 2013; Encina, 2014; Encina, 2015; IFOP, 2016 y DIRINMAR, 2019).

El análisis a continuación tiene por objeto, definir si la información ambiental disponible para la calidad química de los sedimentos en bahía Quintero, es suficiente para dar inicio al proceso de elaboración de una Norma Secundaria de Calidad de Aguas, o se necesitan realizar más estudios al respecto.

En este contexto, es necesario prestar atención en cuatro aspectos esenciales: i) cantidad de años que se cuenta con información, ii) la frecuencia de muestreo (escala temporal), iii) la distribución de los puntos de muestreo (escala espacial) y iv) las variables monitoreadas.

Al igual que en la columna de agua, en los sedimentos las 5 fuentes de información más relevantes presentan dos tendencias: i) muestreos sistemáticos en el tiempo y en el espacio (POAL y PVA) y ii) muestreos puntuales en el tiempo y en el espacio (CEA 2013, EIA y DIA). El POAL y los PVAs cuentan con la mayor cantidad de años en que han registrado datos de las distintas variables (20años). La frecuencia de muestreo en el caso del POAL ha sido semestral la mayoría del tiempo (2) y en el caso de los PVA ha sido trimestral (4) (**Tabla 5-5**). Por otra parte, en los registros realizados por DIA, EIA y CEA todas las variables observadas tienen 2 – 4 observaciones anuales, a nivel de uno o dos años de seguimiento. Estos representan observaciones puntuales en el tiempo y difícilmente permiten entender dinámicas de largo plazo que se requieren en una normativa, por lo tanto, en adelante estas fuentes de información no son consideradas en el análisis.



Los valores de este componente son más conservativos y representan mejor los procesos acumulados de interacciones con descargas o aportes desde la masa de agua. Esta característica es fundamental para el seguimiento de eventos contaminantes y donde la sedimentación es el proceso estructural para obtener evidencia. En este caso la bahía de Quintero presenta una batimetría que indica que es somera, de forma que influye en la hidrodinámica y ésta, en la distribución de los sedimentos. Los valores que se observan pueden considerarse en el largo plazo como indicadores de cambio.

Tabla 5-5 Número de muestreos por fuente de datos desde el año 1994 hasta 2019. Bahía Quintero.

Fuente	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
POAL				2	2	2		2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2		1	4	4	4	4	4	2
PVA	1	4	3	4	4	4	5	5	5	4	6	7	7	9	6	9	9	8	9	6	6	6	6	6	6	2
DIA								1			1					1							2			1
EIA										1	1			1		1				1	2		1	1		
CEA 2013																			1	1						

En cuanto a la distribución espacial de los puntos de muestreo, los PVAs presentan la mayor distribución en el área de estudio con un número de 96 puntos. El POAL presenta 21 puntos de muestreo en el área de estudio (**Figura 5-10**).

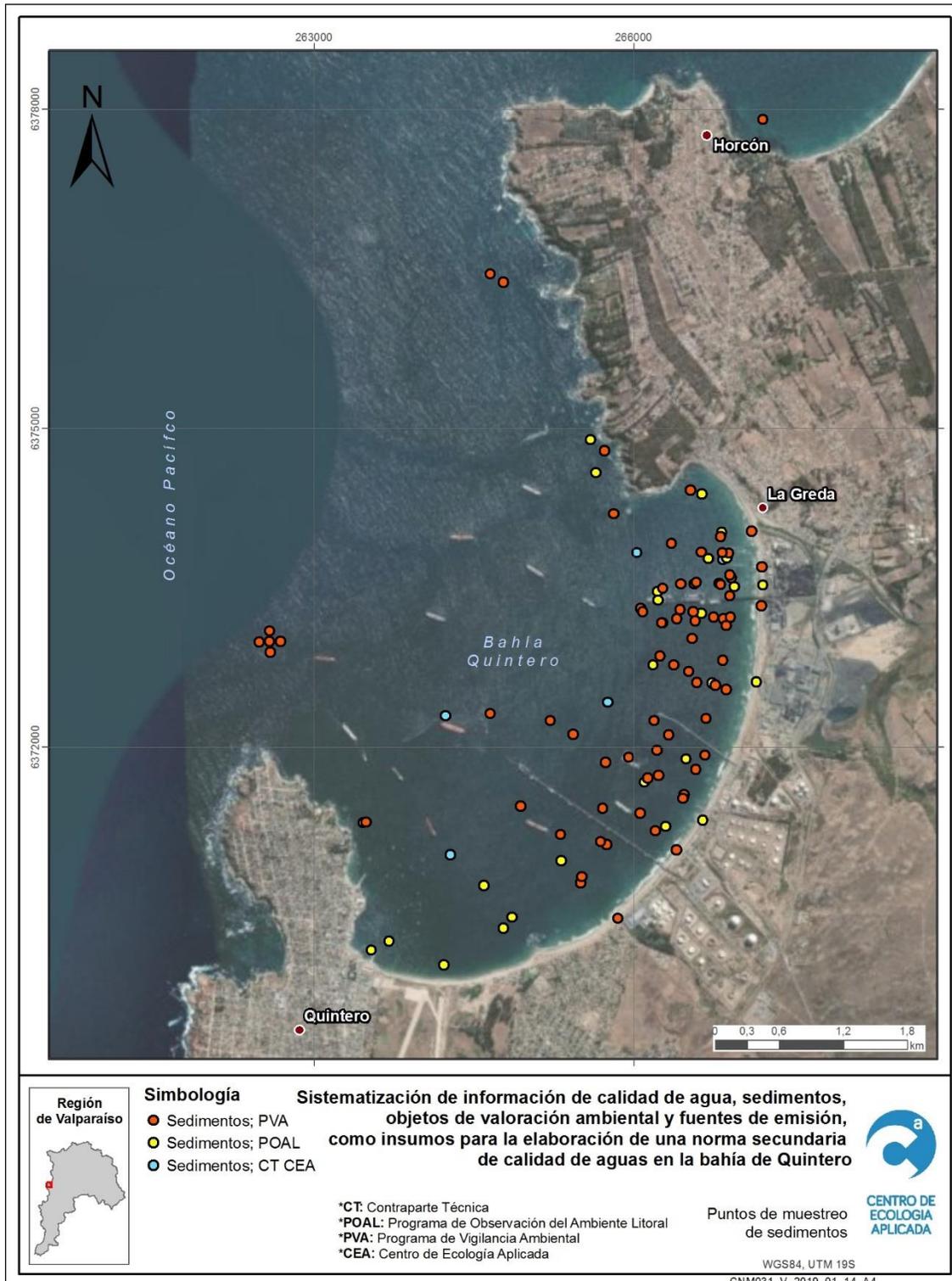


Figura 5-10 Distribución espacial de los puntos de muestreo, asociados a las distintas fuentes de información.

Con respecto a las variables monitoreadas, POAL ha considerado 50 variables en el periodo de monitoreo (1997-2018) y el conjunto de variables con más frecuencia son los metales, materia orgánica y nutrientes (**Tabla 5-6**). Los PVAs han considerado 35 variables en el periodo (1994-2015) de monitoreo y el conjunto de variables con más frecuencia son la granulometría, los metales y los hidrocarburos (**Tabla 5-7**).

En el acápite **10.4. Sedimentos**, se incorpora una representación gráfica de los parámetros más frecuentes en ambos programas de monitoreo (POAL y PVAs). La descripción analítica de cada uno se encuentra disponible en el acápite **5.6.4 Análisis de Datos de Sedimentos**.

Tabla 5-6 Parámetros analizados por el Programa de Observación Litoral (POAL), DIRECTEMAR. Bahía Quintero.

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
Físico	Granulometría	2013	2018	19
Metales	Arsénico	2018	2018	2
	Arsénico total	2013	2017	17
	Cadmio	2018	2018	2
	Cadmio total	1997	2017	44
	Cobre total	1997	2017	44
	Cromo total	1997	2011	27
	Mercurio	2018	2018	2
	Mercurio total	1997	2017	44
	Plomo	2018	2018	2
	Plomo total	1997	2017	44
	Zinc total	1997	2011	27
	Nutrientes	Fosforo total	1997	2018
Nitrato		2018	2018	1
Nitrito		2018	2018	1
Nitrógeno total		2018	2018	2
Nitrógeno total Kjeldahl		1997	2017	42
N-nitrato		2018	2018	1
N-nitrito		2018	2018	1
Orgánico	Acenafteno	2018	2018	2
	Acenaftileno	2018	2018	2
	Antraceno	2018	2018	2
	Benzo(a)antraceno	2018	2018	2
	Benzo(a)pireno	2018	2018	2
	Benzo(b)fluoranteno	2018	2018	2
	Benzo(ghi)perileno	2018	2018	2
	Benzo(j)fluoranteno	2018	2018	2

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
	Benzo(k)fluoranteno	2018	2018	2
	Bifenilos policlorados	1997	2011	27
	Carbono orgánico total	2013	2015	9
	Criseno	2018	2018	2
	Dibenzo (a, h)antraceno	2018	2018	2
	Fenantreno	2018	2018	2
	Fluoranteno	2018	2018	2
	Fluoreno	2018	2018	2
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	2013	2018	19
	Hidrocarburos fijos	2018	2018	2
	Hidrocarburos totales	1997	2017	40
	Indeno (1,2,3) pireno	2018	2018	2
	Materia orgánica	1997	2018	46
	Naftaleno	2018	2018	2
	Pentaclorofenol	2013	2015	7
	Pireno	2018	2018	2
	Xileno	2013	2015	7

Tabla 5-7 Parámetros analizados por los Planes de Vigilancia Ambiental, asociados a las distintas RCAs. Bahía Quintero.

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
Fisicoquímico	Sulfuros	1994	2019	108
Físico	Granulometría	1994	2019	48
Metales	Arsénico total	1994	2018	48
	Cobre	2005	2018	37
	Cobre total	1994	2018	48
	Níquel	2004	2018	34
	Plomo	2004	2018	34
	Vanadio	2004	2018	34
Orgánico	Benceno	2004	2018	25
	Carbono orgánico total	1994	2018	75
	Etilbenceno	2004	2018	25
	Hidrocarburos alifáticos	2004	2018	25
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	2004	2018	49
	Hidrocarburos aromáticos totales	2004	2018	25
	Hidrocarburos totales	2010	2019	67
	Materia orgánica	1995	2019	82

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
	Tolueno	2004	2018	25
	Xileno	2004	2018	25

5.1.1.5 Biota

El análisis sistemático del conocimiento específico de la biota de la bahía Quintero es reciente, este se ha realizado especialmente por los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental. Las muestras biológicas se han realizado bajo programas o estudios y se han hecho más regulares, independiente de sus alcances solamente en la última década. La composición que se asume es la potencial que debería existir en la zona central del país.

La información se reduce a ciertos grupos taxonómicos, como es el caso del fitoplancton, zooplancton y macroinfauna. Mamíferos y aves, en general cuentan con pocos registros. En la mayoría de los casos se cuenta con la referencia geográfica de la toma de muestras, excepto en el desembarque de recursos hidrobiológicos reportados por SERNAPESCA, en donde no se indica el lugar específico de las colectas, sino el lugar de descarga. La mejor representación temporal y espacial (**Figura 5-11**) de la biota ocurre con los registros de los PVAs y se restringe a datos de fitoplancton, zooplancton y macroinfauna bentónica. (**Tabla 5-8**).

Por otra parte, se ha registrado la presencia de especies en categoría de conservación. La mayoría de los registros corresponden a cetáceos en general, el mustélido *Lontra felina* (chungungo), el ave *Spheniscus humboldti* (pingüino de Humboldt), el Pinnípedo *Arctocephalus philippii* (Lobo fino de Juan Fernández) y el reptil *Lepidochelys olivácea* (Tortuga olivácea) (**Tabla 5-9**).

Tabla 5-8 Número de muestreos por fuente de datos desde el año 1968 hasta 2019. Bahía Quintero

Fuente	Grupo	1968	1975	1985	1991	1993	1995	1997	1998	2000	2003	2004	2007	2009	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
CEA 2013	Fitoplancton														1	1							
	Ictioplancton														1	1							
	Macroinfauna														1	1							
	Macrofauna														1	1							
	Zooplancton														1	1							
IFOP 2016	Cetáceos		1	1	1		1	1		1								1	1				
	Mustélidos																	2	2				
	Pinnípedos	1						1					1					3	4				
PVA	Fitoplancton															6	3	4	4	4	4	4	1
	Macroinfauna															3	12	8	13	14	13	15	2
	Macrofauna															1	7	2	2	1	1	1	
	Zooplancton																10	9	9	10	10	10	1
POAL	Macroinfauna															1	1	1					
U. Valparaíso 2006	Pinnípedos												1										
DIA	Fitoplancton											1			1				2				
	Macroinfauna														1								
	Zooplancton												1			1							
EIA	Macroinfauna					2					3	3	2						1	1			
	Zooplancton																1			1	1		
SERNAPESCA	Algas														12	12	12	12	12	12			
	Crustáceos														12	12	12	12	12	12			
	Moluscos														12	12	12	12	12	12			
	Otros														12	12	12	12	12	12			
	Peces														12	12	12	12	12	12			
SERNAPESCA	Aves															4		2	4	1	1	2	
	Mustélidos														1				1			3	
	Pinnípedos														2	1		6	9	2	2	2	
	Quelonios																				1		

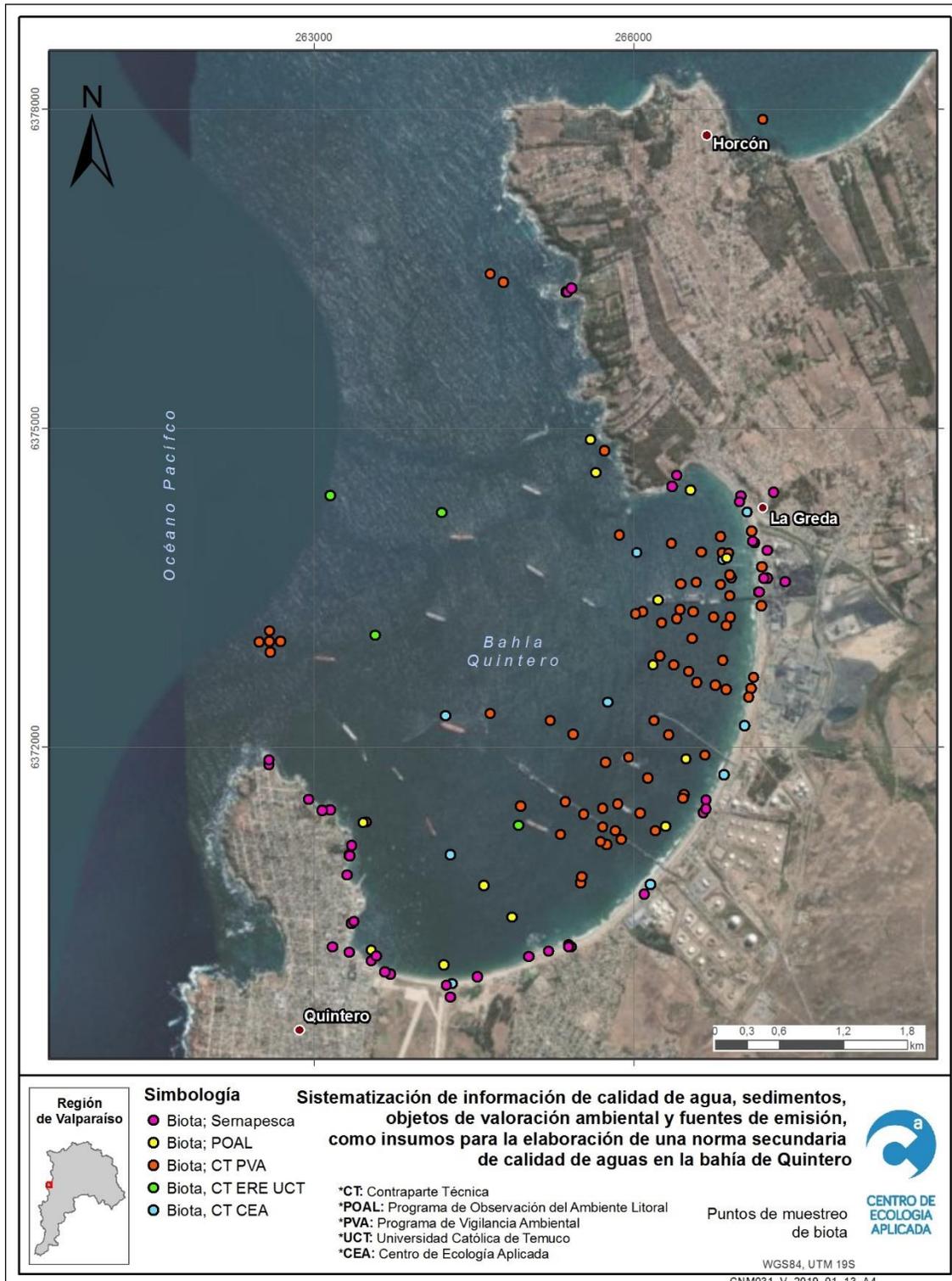


Figura 5-11 Distribución espacial de los puntos de muestreo, asociados a las distintas fuentes de información.

Tabla 5-9 Listado de especies en categoría de conservación

Grupo	Nombre común	Taxa	Categoría Vigente	Referencia o Decreto
Pinnípedos	Lobo fino de Juan Fernández	<i>Arctocephalus philippii</i>	Vulnerable	DS 23/2009 MINSEGPRES
	Lobo marino común	<i>Otaria flavescens</i>	Preocupación Menor	DS 13/2013 MMA
Quelonios	Tortuga olivácea	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Vulnerable	DS 06/2017 MMA
Mustélidos	Chungungo	<i>Lontra felina</i>	Vulnerable	DS 42/2011 MMA
Aves	Pingüino de Humboldt	<i>Spheniscus humboldti</i>	Vulnerable	DS 50/2008 MINSEGPRES
	Pingüino Magallánico	<i>Spheniscus magellanicus</i>	En Riesgo Bajo	DS Nº 225/1995
Cetáceos	Delfín	<i>Delphinus Capensis</i>	Datos insuficientes	DS 06/2017 MMA
	Ballena franca austral	<i>Eubalaena Australis</i>	En Peligro	DS 23/2009 MINSEGPRES
	Falso calderón	<i>Grampus Griseus</i>	Preocupación Menor	DS 06/2017 MMA
	Delfín oscuro	<i>Lagenorhynchus Obscurus</i>	Preocupación Menor	DS 06/2017 MMA
	Delfín liso austral	<i>Lissodelphis Peronii</i>	Datos insuficientes	DS 06/2017 MMA
	Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Vulnerable	DS 23/2009 MINSEGPRES
	Orca	<i>Orcinus Orca</i>	Datos insuficientes	DS 06/2017 MMA
	Marsopa espinosa	<i>Phocoena Spinipinnis</i>	Datos insuficientes	DS 06/2017 MMA
	Falsa orca	<i>Pseudorca Crassidens</i>	Datos insuficientes	DS 06/2017 MMA
	Delfín nariz de botella	<i>Tursiops Truncatus</i>	En Peligro	DS 42/2011 MMA
Peces	Albacora	<i>Xiphias gladius</i>	Preocupación Menor	Red list IUCN
	Raya volantín	<i>Zearaja chilensis</i>	Vulnerable	Red list IUCN
	Tiburón o marrajo dentado	<i>Isurus oxyrinchus</i>	En Peligro	Red list IUCN

5.1.1.6 Emisiones al Agua

En acuerdo a la información reportada por el RETC, se identificaron 12 descargas directas a la bahía de Quintero. La mayoría corresponde al rubro “Generación de Energía”. El período de descarga declarado en general va desde el año 2006 al 2017. La mayor frecuencia de declaraciones se registra en el rubro “Suministro y tratamiento de aguas” (12 registros) (**Tabla 5-10**). La mayoría de las descargas se ubican en el sector noreste de la bahía, hacia el saco norte, en el ecosistema submareal en los primeros veriles (<20m) (**Figura 5-12**).

Con respecto a las variables declaradas, la mayoría de las descargas considera aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, sustancias activas de azul de metileno, metales e hidrocarburos (**Tabla 5-11**). Con respecto a las descargas, se presenta un resumen de las descargas anuales en la bahía Quintero por proyecto (**Tabla 5-12**).

En la **Tabla 5-13** se presenta un resumen de las descargas anuales en la bahía Quintero por variable de acuerdo a la información disponible en la plataforma del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), en la cual se registra y sistematiza, por fuente o agrupación de fuentes de un mismo establecimiento, la naturaleza, caudal y concentración de emisiones de contaminantes que sean objeto de una norma de emisión, y la naturaleza, volumen y destino de los residuos sólidos generados que señale el reglamento D.S. N° 1/2013 MMA.

En la **Tabla 5-12** se observa un gran aporte de masa a la bahía por parte de la industria termoeléctrica, mientras que en la **Tabla 5-13** se puede observar una gran carga de cloruros, sulfatos y sólidos suspendidos totales en la bahía Quintero aportado por las termoeléctricas, esto corresponde a principalmente a la operación de termoeléctricas con sistema húmedo abierto de enfriamiento, también llamado de paso único, donde circula agua fría hacia el condensador desde un cuerpo de agua (mar) y la descarga al mismo cuerpo de agua a una mayor temperatura. La cantidad de agua requerida para condensar el vapor y el aumento de temperatura del agua dependerá del tipo de central, sus características de diseño, y la temperatura del agua captada; lo anterior es independiente del tipo de combustible utilizado. Los requerimientos de agua pueden llegar a ser 190 m³/MWh, y el aumento de temperatura entre 8°C a 16°C (Inodú, 2015).

Tabla 5-10 Listado de proyectos en el área de estudio con descarga líquida. Fuente: RETC

N°_ID	RUBRO_RET	NOMBRE_TITULAR	PROYECTO	PERIODO		DECLARACIONES
1	Generación de energía	EMPRESA ELECTRICA CAMPICHE S.A.	CENTRAL TERMoeLECTRICA CAMPICHE	2015	2017	3
2	Generación de energía	EMPRESA ELECTRICA VENTANAS S.A	CENTRAL TERMOELÉCTRICA NUEVA VENTANAS	2016	2017	2
3	Generación de energía	AES GENER S A	CENTRAL TERMOELÉCTRICA VENTANAS	2014	2015	2
4	Generación de energía	AES GENER S A	CENTRAL TERMOELÉCTRICA VENTANAS UNIDADES 1 Y 2	2008	2017	5
6	Combustibles	GASMAR S A	GASMAR S A	2017	2017	1
7	Suministro y tratamiento de aguas	ESVAL S.A.	Nombre del proyecto asociado al titular ni coordenadas disponibles (Respuesta solicitud OIRS No 1-2019-V-131)	2006	2017	12
8	Pesca	PESQUERA QUINTERO SA	PESQUERA QUINTERO S.A.	2013	2017	5
9	Combustibles	COMPANIA DE PETROLEOS DE CHILE COPEC S A	PLANTA DE LUBRICANTES COPEC	2017	2017	1
10	Producción de metal	CORP NACIONAL DEL COBRE DE CHILE	REFINERIA VENTANAS	2006	2017	7
11	Industria manufacturera	ENAP REFINERIAS S A	TERMINAL MARÍTIMO DE QUINTERO	2013	2017	5
12	Combustibles	GNL QUINTERO SA	TERMINAL MARITIMO GNL QUINTERO	2012	2017	6

Tabla 5-11 Variables declaradas en las descargas líquidas vertidas en la bahía de Quintero.

PARAMETRO	Nº de ID											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aceites y grasas	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x
Aluminio			x	x	x		x			x	x	x
Arsénico		x	x	x	x		x	x		x	x	x
Boro		x		x			x	x				
Cadmio			x	x	x		x	x		x	x	
Cianuro				x	x		x			x	x	
Cloruros		x		x			x	x				
Cobre	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x
Cromo hexavalente				x			x			x	x	
Cromo total	x	x	x	x	x		x			x	x	
Estaño					x		x			x	x	
Fluoruros	x		x	x	x		x	x		x	x	
Fosforo total				x			x	x		x		x
Hidrocarburos fijos				x			x	x				
Hidrocarburos totales					x	x	x	x	x	x	x	x
Hidrocarburos volátiles						x	x	x	x	x	x	x
Hierro / hierro disuelto		x	x	x	x		x	x		x		x
Índice de fenol				x	x		x	x		x	x	x
Manganeso			x	x	x		x			x	x	x
Mercurio			x	x	x		x			x		
Molibdeno			x	x	x		x			x	x	
Níquel	x		x	x	x		x			x	x	
Nitritos más nitratos							x					
Nitrógeno total Kjeldahl				x	x		x	x		x		x
Pentaclorofenol				x			x					
Plomo	x		x	x	x		x	x		x	x	x
Selenio		x	x	x	x		x		x	x	x	
Sólidos suspendidos totales	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Sulfatos				x			x	x				
Sulfuros	x			x			x			x	x	x
Sustancias activas de azul de metileno		x	x	x	x		x	x		x	x	x
Tetracloroetano				x			x					
Tolueno / metil benceno / toluol / Fenilmetano				x			x	x				
Triclorometano		x		x			x	x				
Xileno				x			x	x				
Zinc	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x

Tabla 5-12 Total de descargas anuales (ton/a) por proyecto. Fuente: RETC

PROYECTO	Descargas anuales RETC (ton/a)											Total General
	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Central Termoelectrica Campiche									5984,71	8474,52	5141,15	19600,37
Central Termoeléctrica Nueva Ventanas								14304,64	5676,16	283774,52	449061,69	752816,99
Central Termoeléctrica Ventanas								10883,44	5195,78			16079,22
Central Termoeléctrica Ventanas Unidades 1 Y2			0,15	4,22	0,45					377653,12	380092,79	757750,71
Codelco División Ventanas								3,86	6,76			10,61
Gasmar SA											18,08	18,08
Pesquera Quintero S.A.							3,29	1,81	118,08	2,51	5,80	131,48
Planta De Lubricantes Copec								0,02	0,03		0,04	0,08
Refineria Ventanas	47,62	69,26	4,87	59,74			2,82			4,85	5,64	194,77
Terminal Marítimo De Quintero							2,34	1,98	3,18	0,78	42,40	50,66
Terminal Maritimo Gnl Quintero						10,77	6894,63	1782,33	5192,32	3040,77	3889,98	20810,77
Total Anual	47,62	69,26	5,02	63,96	0,45	10,77	6903,07	26978,05	22176,98	672951,05	838257,53	1567463,70



Tabla 5-13 Total de descargas anuales (ton/a) por año. Fuente: RETC

Variable	Descargas anuales RETC (ton/a)												Total general
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Aceites y grasas	7,12	27,04	9,05	111,09	86,51	83,70	108,17	1463,55	981,29	3024,42	2494,45	7644,38	16040,76
Aluminio	0,06	0,46	0,19	0,88	0,01	0,20	0,80	0,59	27,90	96,38	60,16	70,81	258,44
Arsénico	2,98	0,98	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	4,72	2,24	3,92	2,32	5,37	22,57
Boro			0,00	0,00	0,00					0,02	160,39	179,90	340,32
Cadmio	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,29	0,21	0,48	1,25
Cianuro	0,01	0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,16
Cloruros	1,46	3,60	0,13	4,19	9,52		50,01			108,42	606902,63	770286,15	1377366,12
Cobre	0,12	0,28	0,05	0,32	0,01	0,02	0,07	0,14	1,25	5,82	39,40	44,96	92,44
Cromo hexavalente	0,01	0,06	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,04	0,23
Cromo total	0,01	0,06	0,01	0,08	0,00	0,00	0,00	0,01	18,25	4,65	3,51	6,96	33,54
Estaño	0,01	0,02	0,00	0,20	0,06	0,07	0,08	0,11	0,06	0,07	0,07	0,06	0,81
Fluoruros	24,52	21,92	0,23	15,76	0,00	0,21	1,97	0,51	51,51	377,65	407,04	381,30	1282,63
Fosforo total	0,24	0,40	0,34	3,56	2,59	2,42	1,08	0,88	0,79	1,26	1,09	2,41	17,05
Hidrocarburos fijos	0,48	0,46	0,55	9,86	9,38	11,19	10,86	6,21	9,13	8,16	10,24	12,26	88,77
Hidrocarburos totales	1,52	12,27	1,86	23,74	9,30	11,19	11,42	10,28	89,00	473,08	368,04	497,05	1508,75
Hidrocarburos volátiles	0,06	1,13	0,12	1,41	0,02	0,02	0,13	0,70	0,61	0,43	0,70	9,48	14,80
Hierro / hierro disuelto	0,39	0,50	0,07	0,12	0,02		0,03	0,10	16,22	2,50	5,41	16,51	41,88
índice de fenol	0,02	0,11	0,01	0,13	0,06	0,08	0,09	0,09	0,09	0,11	0,08	0,13	1,00
Manganeso	0,09	0,06	0,01	0,07	0,00	0,02	0,13	0,05	1,00	8,42	2,62	4,02	16,49
Mercurio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,02	0,10	0,13	0,24	0,50
Molibdeno	0,01	0,01	0,01	0,07	0,00	0,03	0,04	0,06	3,60	1,65	2,10	8,81	16,39
Níquel	0,23	0,27	0,01	0,07	0,00	0,01	0,00	0,16	1,44	0,89	1,59	4,02	8,69
Nitritos más nitratos		0,03		0,00	0,00								0,03
Nitrógeno total Kjeldahl	2,06	4,08	3,36	9,91	6,89	9,82	28,88	8,99	4,53	6,47	5,53	10,03	100,54
Pentaclorofenol			0,00	0,00	0,00								0,00
Plomo	0,01	0,06	0,01	0,07	0,00	0,01	0,01	0,02	0,90	4,00	4,97	22,39	32,44
Selenio	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,59	1,38	4,74	7,04
Sólidos suspendidos totales	14,43	86,91	16,25	298,75	303,25	301,92	343,66	5798,45	26176,59	18361,22	22827,31	6920,13	81448,89
Sulfatos		0,48	0,01	0,87	2,77					7,42	39943,70	52278,34	92233,59
Sulfuros	0,05	0,25	0,03	0,28	0,00	0,02	0,33	0,13	0,06	47,59	40,27	16,02	105,03
Sustancias activas de azul de metileno	0,23	0,21	0,19	2,24	4,07	7,10	4,24	7,41	34,51	56,58	16,98	60,07	193,84
Tetracloroetano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
Tolueno / metil benceno / toluol / fenilmetano			0,00	0,00	0,00					0,00			0,00
Triclorometano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98	0,10	2,09
Xileno			0,00	0,00	0,00					0,00			0,00
Zinc	0,32	0,33	0,10	0,18	0,00	0,02	0,09	0,09	5,63	10,89	45,18	114,17	176,99

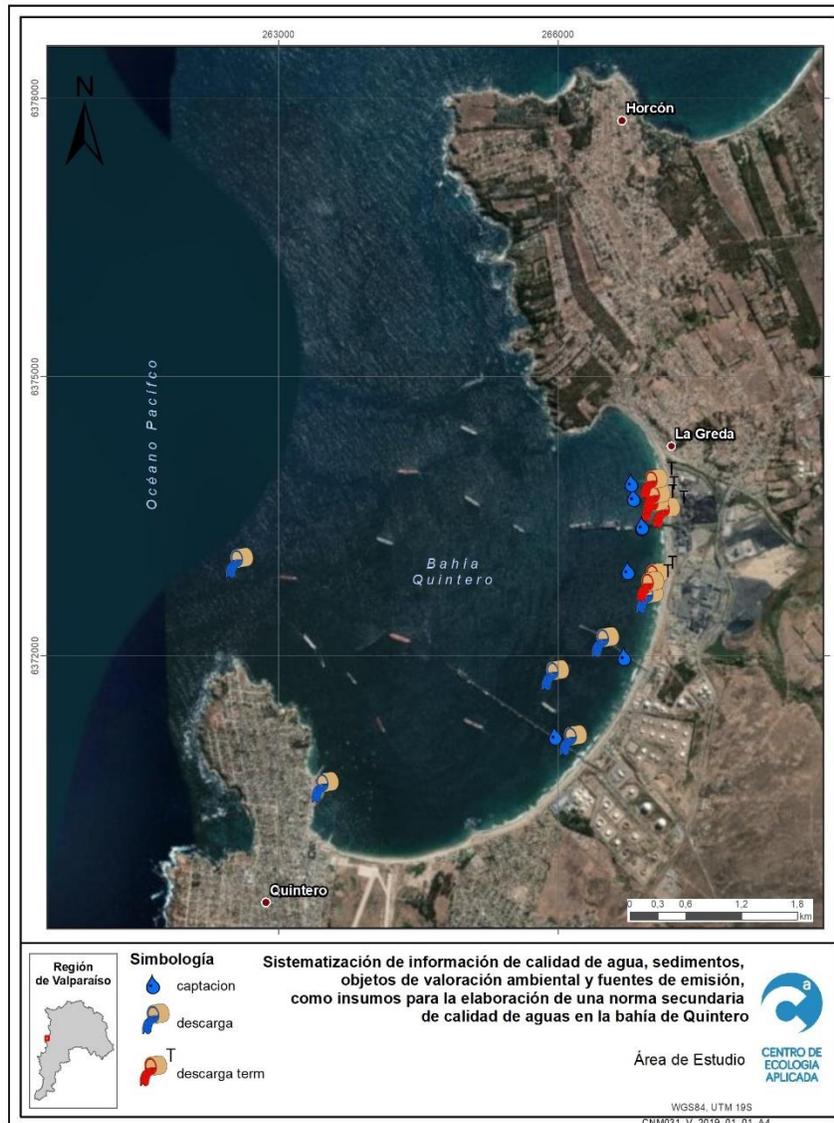


Figura 5-12 Captaciones y descargas asociadas a las distintas actividades que se desarrollan en bahía Quintero.
Fuente: CEA 2013

Tabla 5-14 Captaciones y descargas asociadas a las distintas actividades que se desarrollan en bahía Quintero.
Fuente: CEA 2013, DIRECTEMAR 2020

Norte	Este	Titular
6373563	267051	C.T. VENTANAS U1 Descarga
6373391	266907	C.T. VENTANAS U1 Captación
6373566	267051	C.T. VENTANAS U2 Descarga
6373402	266908	C.T. VENTANAS U2 Captación
6373707	266808	C.T. NUEVA VENTANAS Descarga
6373708	266816	C.T. NUEVA VENTANAS Captación
6372836	267048	C.T. ENERGIA MINERA - (Emisario Descarga Norte)
6372922	266759	C.T. ENERGIA MINERA Captación
6372742	266998	C.T. ENERGIA MINERA (Emisario Descarga Sur)
6373689	267061	C.T. CAMPICHE Descarga
6373865	266795	C.T. CAMPICHE Captación
6372617	266991	CODELCO VENTANAS
6372153	266511	GASMAR Descarga 300
6371996	266719	GASMAR Captación 300
6372191	266110	ENAP REFINERIA QUINTERO
6371087	266168	GNL QUINTERO Descarga
6371142	265976	GNL QUINTERO Captación
6370582	263480	PESQUERA QUINTERO
6372997	262585	ESVAL QUINTERO
6370124	263487	ESVAL (descarga emergencia)
6374528	265934	I.MUNICIPALIDAD DE PUCHUNCAVI
6372142	266515	GASMAR_Descarga 1200
6371996	266719	GASMAR Captación 1200

5.1.1.7 Servicios Ecosistémicos

Los estudios de servicios ecosistémicos en la bahía son escasos, y el mejor representante corresponde al esfuerzo realizado por IFOP 2016, en donde se reconocieron un total de 18 servicios ecosistémicos marino-costeros. Para la categoría de servicios de provisión, se identificaron dos tipos de servicios (Provisión de alimento y Materias primas). Para la categoría de servicios de regulación, se identificaron dos tipos de servicios (Tratamiento y asimilación de aguas residuales y Regulación del clima). Para la categoría de servicios culturales, se identificaron tres tipos de servicios (Información para el desarrollo cognitivo, Turismo y recreación, y Apreciación estética). Finalmente, se identificaron dos tipos de servicios de soporte (Hábitat para especies migratorias y criadero y Protección del patrimonio genético).

Tabla 5-15 Categorías, descripción y ejemplos de servicios ecosistémicos.

Categoría	Descripción	Ejemplos
Provisión	Productos obtenidos desde los ecosistemas	Alimentos, materias primas, agua dulce, recursos medicinales, energía, vías marítimas
Regulación	Beneficios obtenidos desde la regulación de los procesos ecosistémicos	Regulación calidad del aire y el clima local, secuestro y almacenamiento de carbono, moderación de los desastres naturales, tratamiento de las aguas residuales, prevención de la erosión costera, regulación biológica, control de la contaminación
Culturales	Beneficios no-materiales obtenidos desde los ecosistemas	Actividades recreativas, turismo, apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte y el diseño, experiencia espiritual y sentido de pertenencia
Soporte	Procesos necesarios para mantener todos los demás servicios	Hábitats para las especies, mantenimiento de la diversidad genética, estructura y dinamismo trófico, resiliencia

i. Infraestructura costera

Respecto a infraestructura costera podemos mencionar los terminales de embarque y descarga asociados al Parque Industrial Quintero, el muelle ASIMAR y el Club de Yates de Quintero (Figura 5-13).

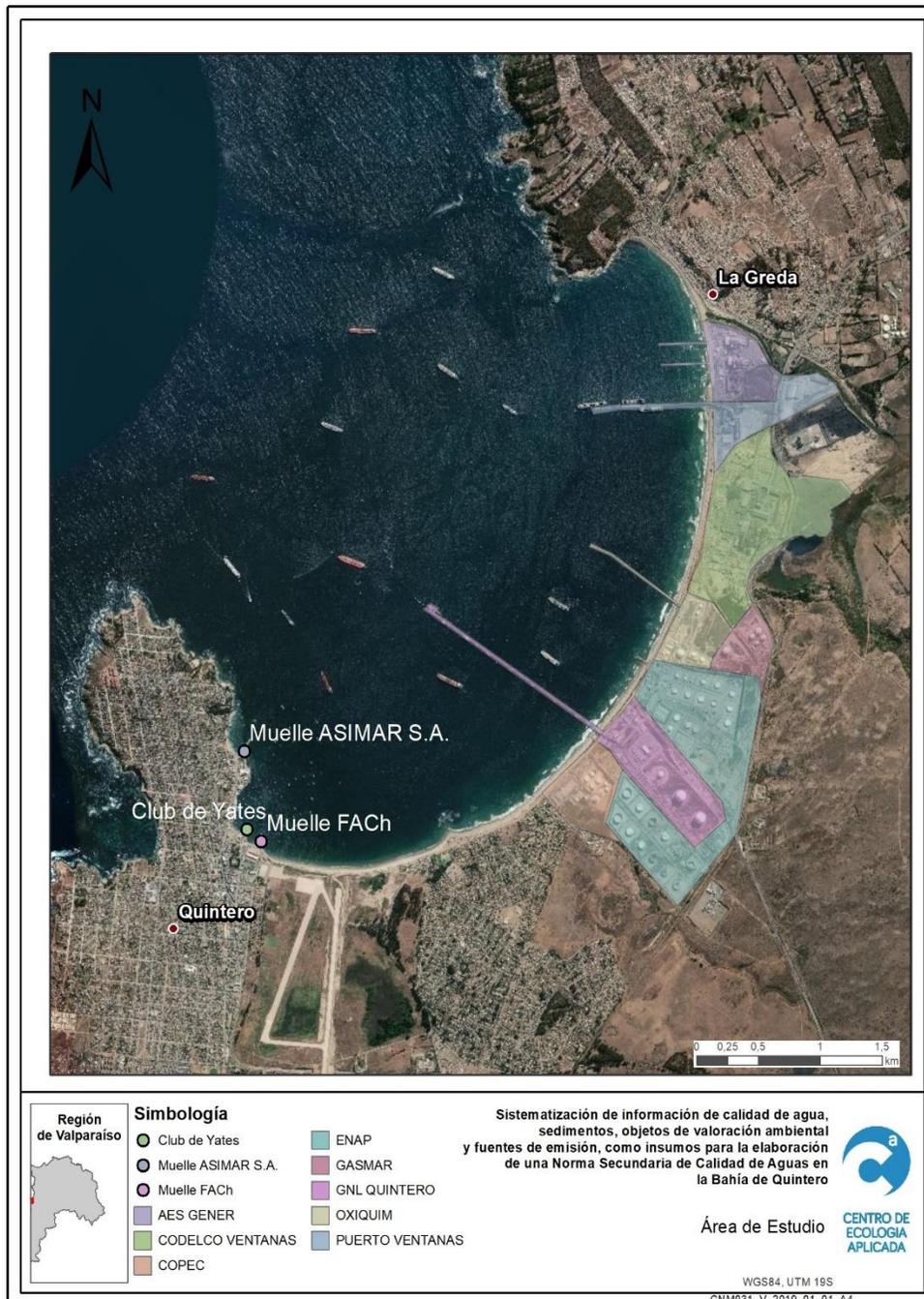


Figura 5-13 Centros poblados e infraestructura costera presentes en el área de estudio. Fuente: IFOP, 2016.

ii. Caletas

Cuatro son las caletas administradas por las organizaciones de pescadores artesanales. El nivel de implementación, operatividad e infraestructura es variable entre las diferentes caletas (Figura 5-14).

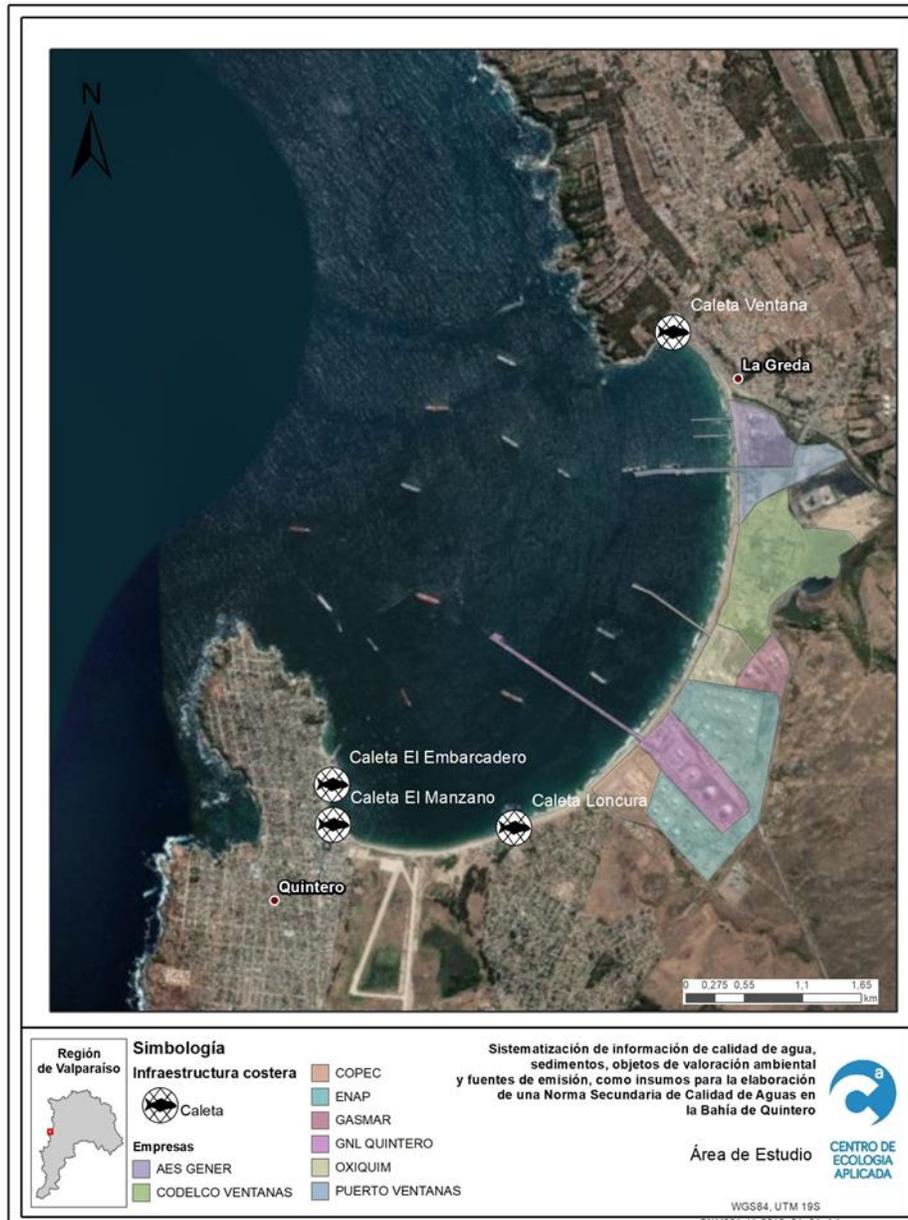


Figura 5-14 Caletas de pescadores artesanales presentes en el área de estudio.

iii. Playas

Al menos 11 playas están descritas para el área de estudio. Existe una gran variabilidad en cuanto al tipo de uso (e.g. balneario, paisajismo, descanso), morfología, intensidad de uso, tamaño, accesibilidad, cercanía a centros industriales, entre otros (**Figura 5-15**).

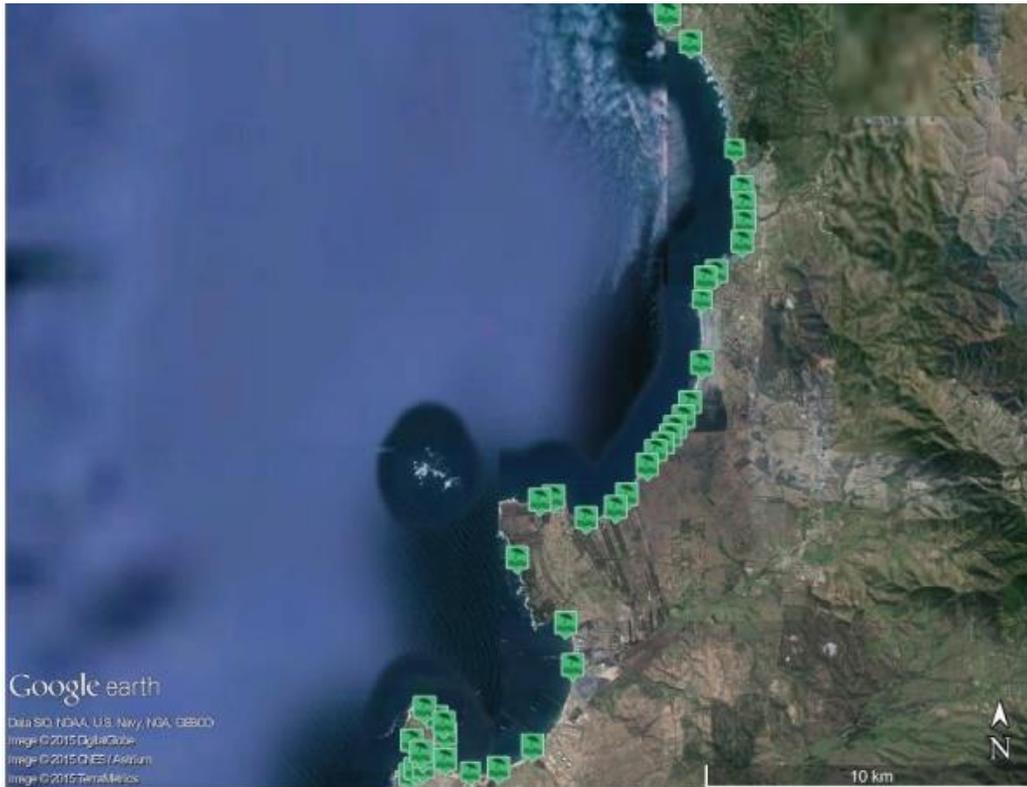


Figura 5-15 Playas y balnearios presentes en el área de estudio. Fuente: IFOP, 2016.

iv. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)

En el área de estudio se encuentran 3 AMERB administradas por diferentes organizaciones de pescadores. Entre los principales elementos naturales que caracterizan a las diferentes AMERB destacan las comunidades bentónicas dominadas por el alga huiro palo (*Lessonia trabeculata*). En cuanto a las especies que son principalmente objeto del manejo y explotación en las AMERB destacan el loco (*Concholepas concholepas*), la lapa negra (*Fissurella latimarginata*), la lapa rosada (*Fissurella cumingi*) y el erizo rojo (*Loxechinus albus*) (Figura 5-16).

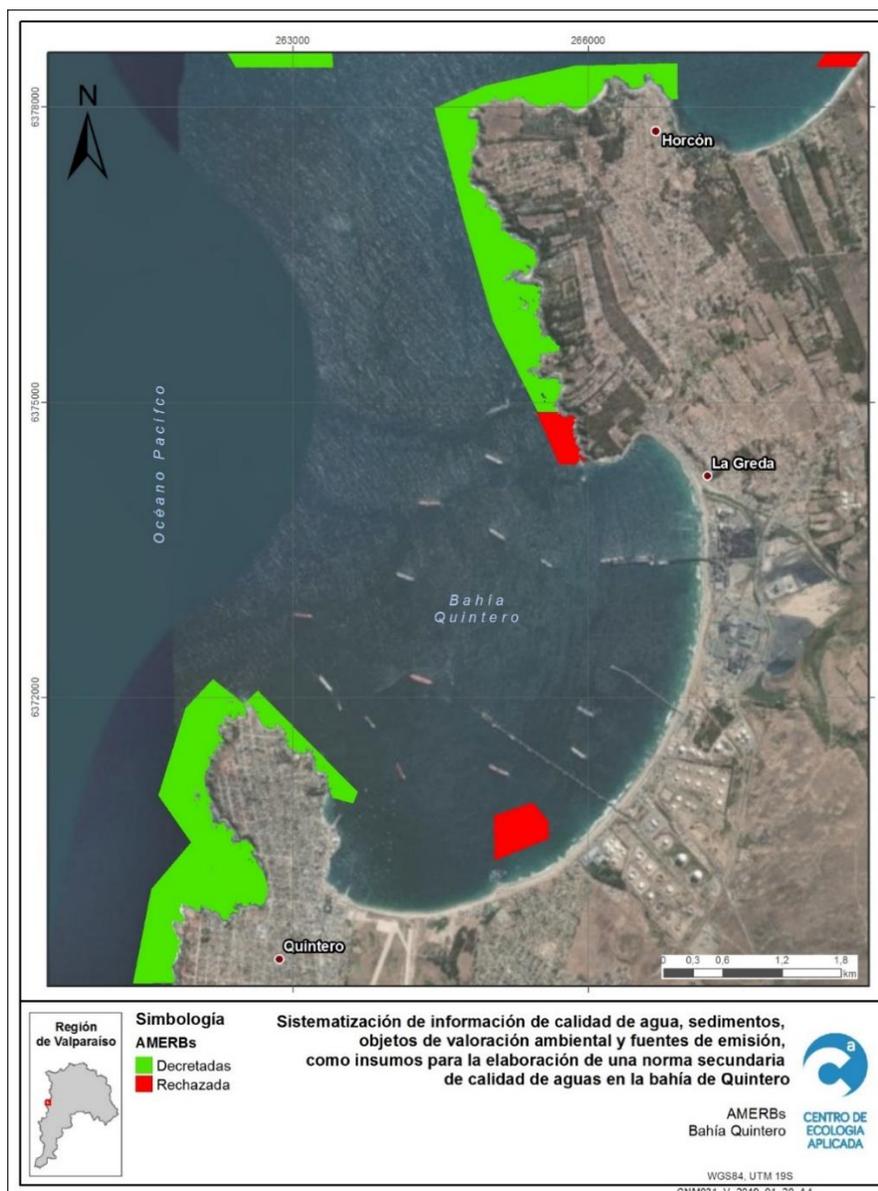


Figura 5-16 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos presentes en el área de estudio.

v. Acuicultura

En el área de estudio, un espacio solicitado para realizar acuicultura de pequeña escala dentro de una AMERB ha sido reconocido (**Figura 5-17**).

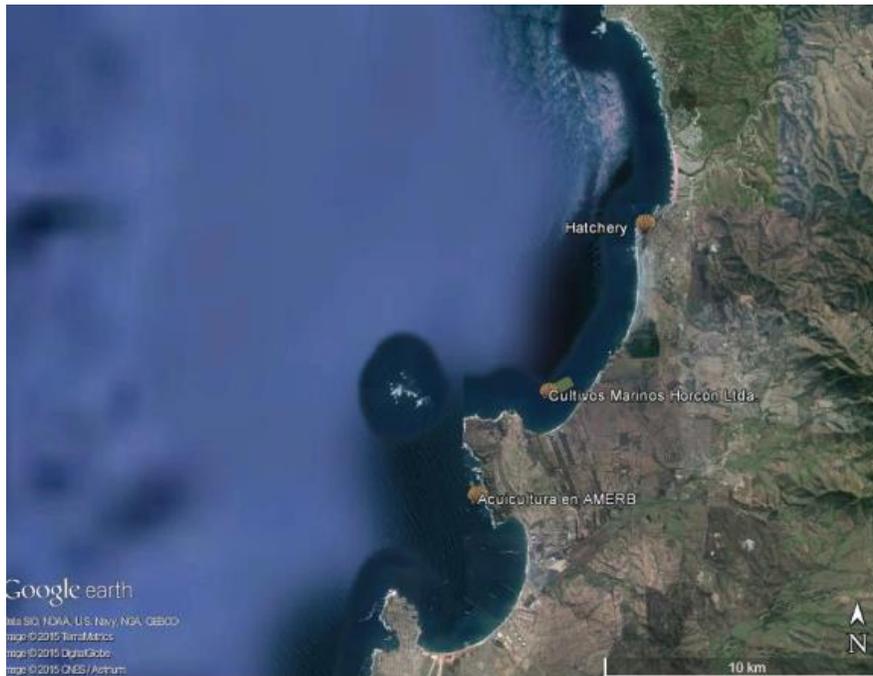


Figura 5-17 Áreas de acuicultura presentes en el área de estudio. Fuente: IFOP, 2016.

vi. Áreas de buceo recreativo

Existen al menos 5 áreas reconocidas donde se practica buceo recreativo de forma frecuente, existiendo también diversos centros de buceo. Entre los puntos de buceo destacados dentro de estas áreas podemos mencionar el cristo sumergido en el área de Quintero y naufragios en la zona de los Farellones de Quintero (**Figura 5-18**).

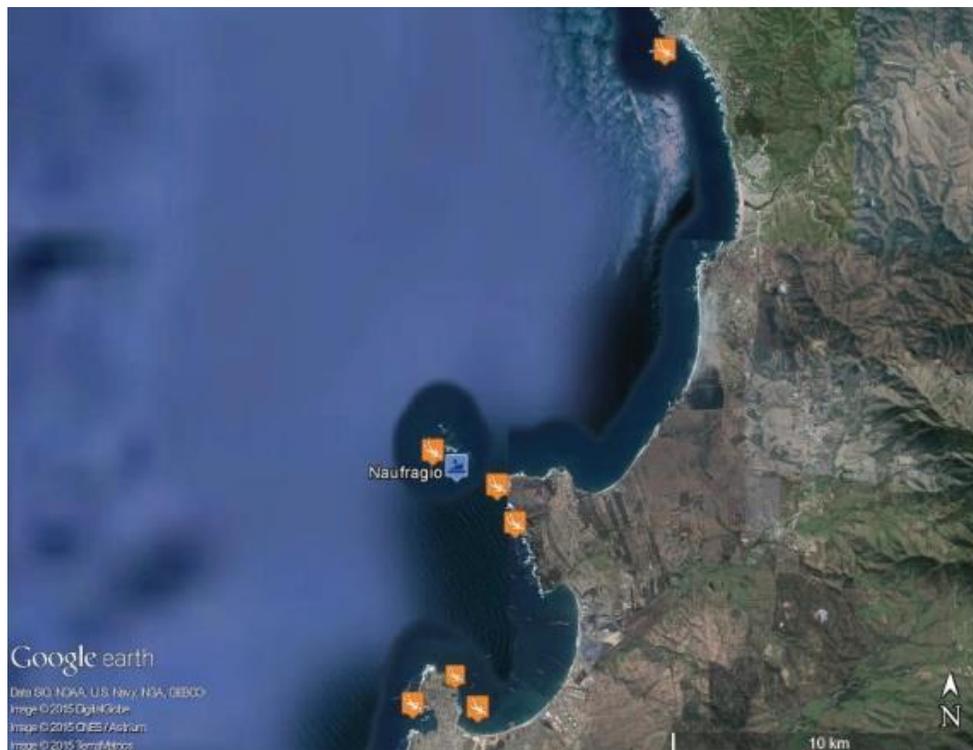


Figura 5-18 . Áreas de práctica de buceo recreativo presentes en el área de estudio. Fuente: IFOP, 2016.

vii. Áreas de otros deportes acuáticos

En 4 playas del área de estudio se encuentran puntos de práctica frecuente de surf. El kayakismo es otro deporte que se practica con frecuencia en el área de Quintero y Maitencillo (**Figura 5-19**).

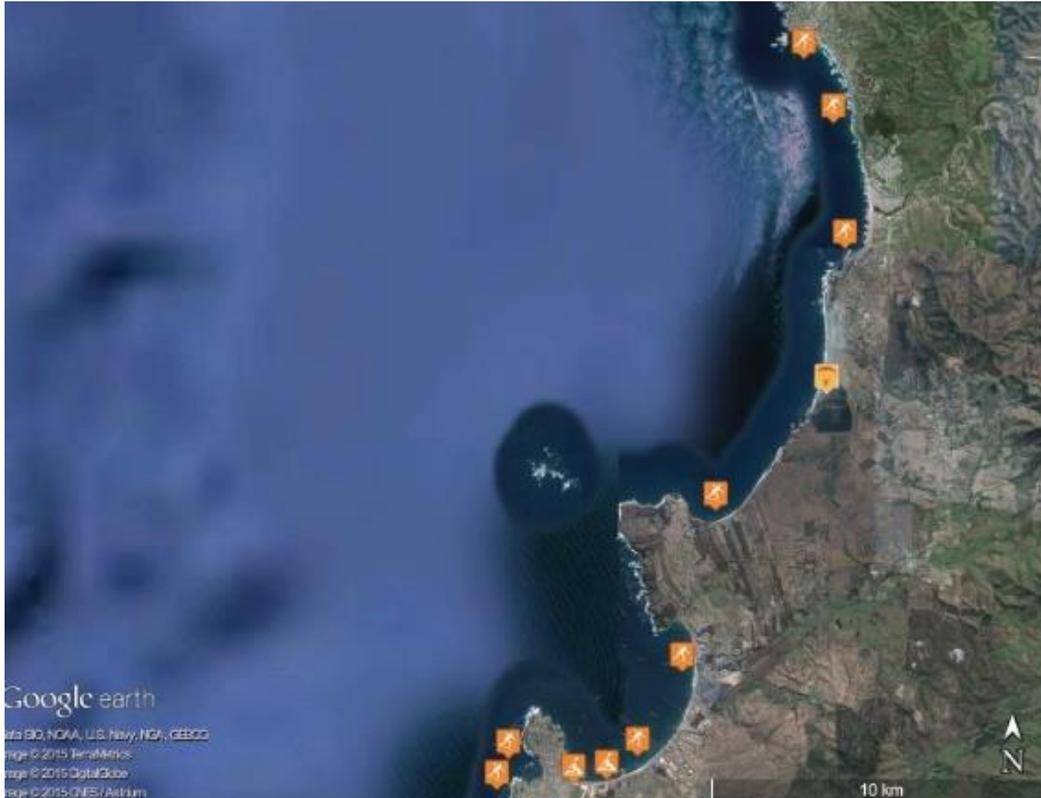


Figura 5-19 Áreas de práctica de deportes acuáticos presentes en el área de estudio. Fuente: IFOP, 2016.

viii. Pesca deportiva

En 2 playas del área de estudio se encuentran puntos de práctica de pesca deportiva, destacando el lenguado (*Paralichthys adspersus*) y corvina (*Cilus gilberti*) las especies más representativas (**Figura 5-20**).

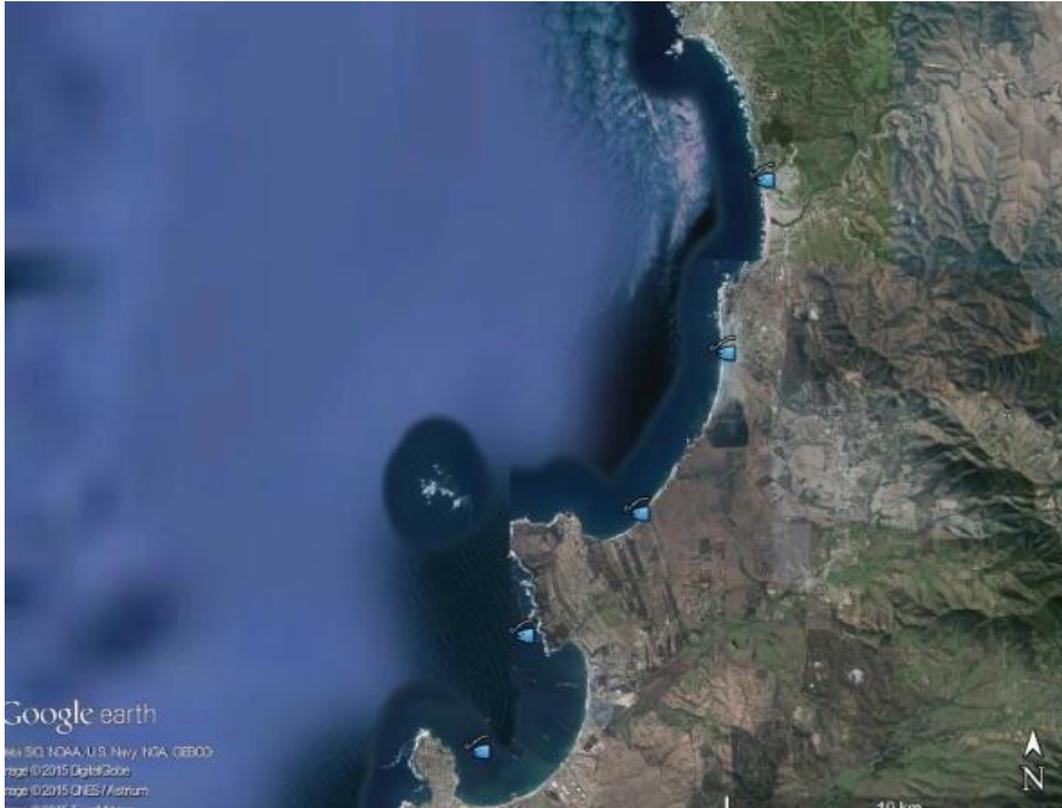


Figura 5-20 Áreas de práctica de pesca deportiva presentes en el área de estudio. Fuente: IFOP, 2016.

ix. Áreas de interés paisajístico y turismo costero

En el área de estudio existen diferentes atractivos turísticos basados en características naturales y paisajísticas costeras. Podemos mencionar senderos o paseos peatonales costeros en los sectores de Ventanas (Paseo Los Girasoles), Loncura (Paseo peatonal GNL Quintero-Loncura) y Quintero (Sendero costero). Paseos a caballo y en carreta son atractivos típicos de sectores como Loncura. Diversos miradores y puntos de gran atractivo paisajístico pueden ser encontradas en el área de estudio, como por ejemplo, Las Ventanas en Ventanas, y la Cueva del Pirata y Puntilla Sanfuentes en Quintero. Otra actividad turística corresponde a paseos en lancha como los que se ofrecen en Ventanas y Loncura los que pueden ser parte de rutas o circuitos turísticos costeros. Finalmente es importante mencionar el turismo gastronómico asociados a todos los poblados costeros del área de estudio (**Figura 5-21**).

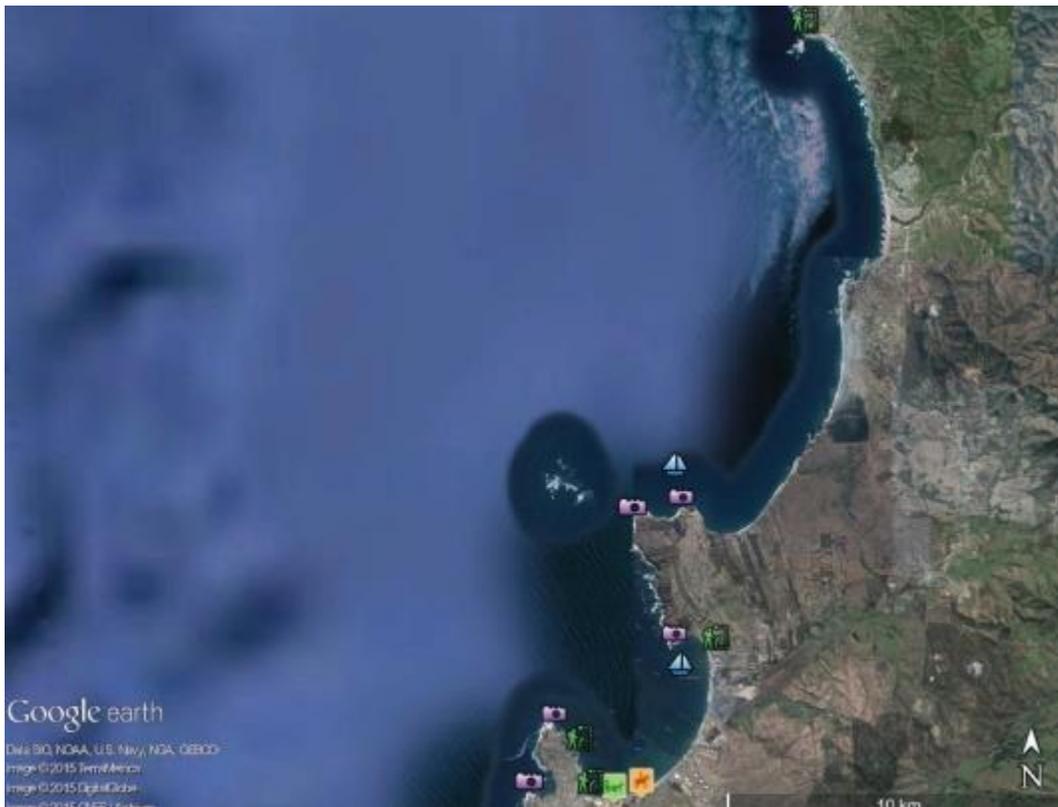


Figura 5-21 Áreas de interés paisajístico y turismo costero presentes en el área de estudio. Fuente: IFOP, 2016.

x. Sitios costeros de relevancia para la biodiversidad

En el área de estudio encontramos diversos sitios costeros o con influencia costera reconocidos como relevantes para la conservación de la biodiversidad. El Humedal de Campiche, ubicado en el sector de Ventanas, y que a pesar del enorme impacto antrópico al que ha sido sometido, tiene un importante rol como sitio de descanso y alimentación para varias especies de aves costeras migratorias, destacando el zarapito (*Numenius phaeopus*) y la gaviota de Franklin (*Larus pipixcan*) (Figura 5-22).

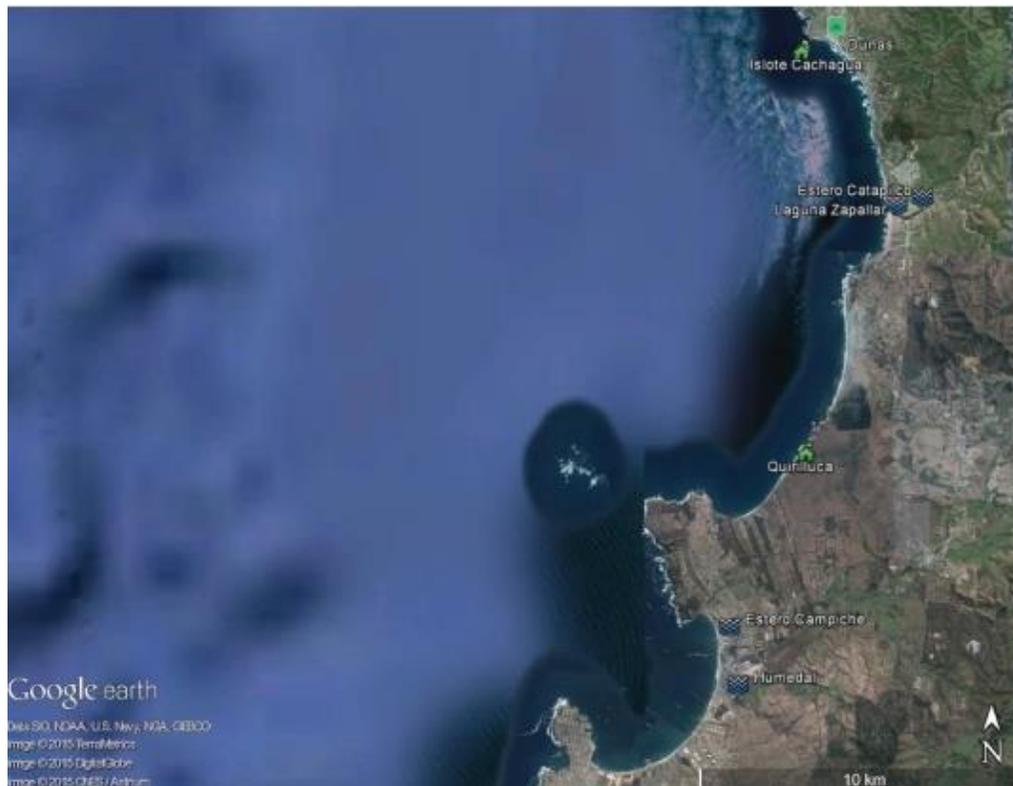


Figura 5-22 Sitios costeros de relevancia para la biodiversidad presentes en el área de estudio. Fuente: IFOP, 2016.

xi. Áreas relevantes para el avistamiento de biota marina

Dos son las principales áreas en la cuales se realizar turismo de avistamiento de biota: Farellones de Quintero o Isla de los Lobos con avistamiento de aves y lobos marinos, y la bahía Quintero con avistamiento de aves (**Figura 5-23**).



Figura 5-23 Áreas relevantes para el avistamiento de biota marina presentes en el área de estudio. Fuente: IFOP, 2016.

xii. Bosques de macroalgas

Bosques de algas pardas o huirales son identificables y aún poco explotados fuera de las AMERB, como por ejemplo Ventanas (**Figura 5-24**).

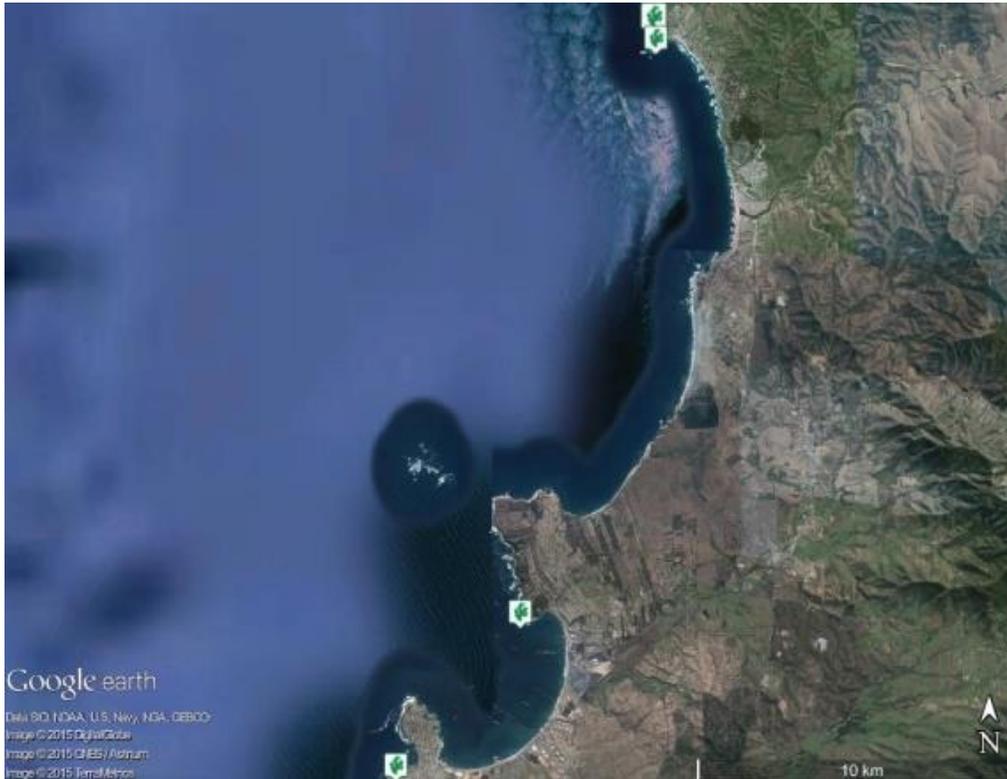


Figura 5-24 Áreas de bosques de macroalgas presentes en el área de estudio. Fuente: IFOP, 2016.

xiii. Geositos costeros

Es un geosito costero que se encuentra en el área de estudio y que es reconocido por la Sociedad Geológica de Chile (www.sociedadgeologica.cl). Arco de Roca Las Ventanas con valor en los aspectos Escénico–Geológico–Mineralógico–Petroológico–Geomorfológico–Estructural (**Figura 5-25**).

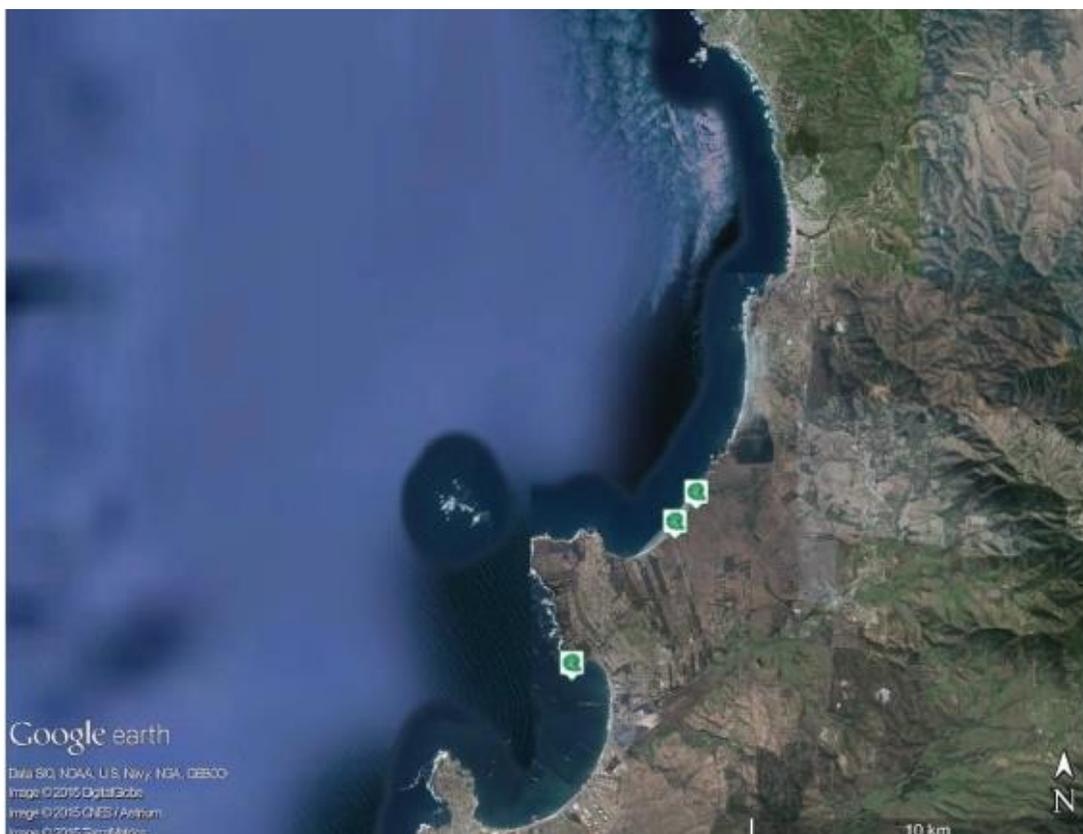


Figura 5-25 . Geositos costeros presentes en el área de estudio. Fuente: IFOP, 2016.

5.1.2 Modelo Holístico o Sistémico

5.1.2.1 Modelo Conceptual para los Ecosistemas Marinos de la Bahía

El modelo conceptual propuesto para el sistema ambiental consideró varios componentes genéricos, en este análisis de antecedentes, el componente fundamental es el de ecosistemas marinos, el cual se aborda desde un punto de vista físico, para distinguir los flujos de materiales, energía y/o organismos a la masa de agua de la Bahía de Quintero.

Desde el punto de vista del desarrollo de normas secundarias de calidad ambiental (NSCA), es conveniente tener una descripción conceptual de los principales tipos de flujo de materiales que pueden ingresar a la masa de agua en la bahía y se describen en **Figura 5-26**

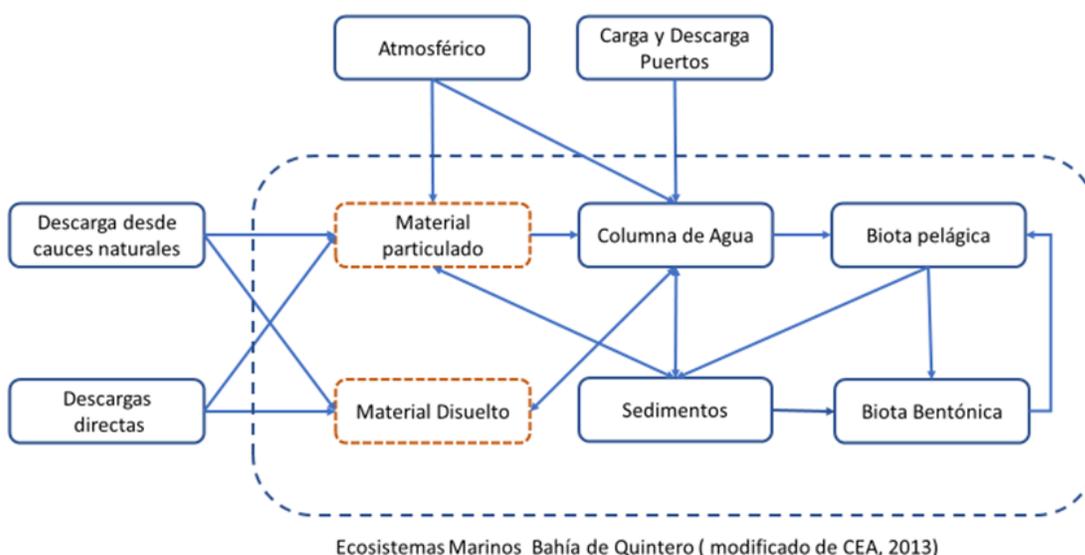


Figura 5-26 Modelo conceptual de ecosistemas en bahía de Quintero (modificado de CEA 2013). El modelo destaca la forma en que los materiales producto de la actividad antrópica ingresan a los ecosistemas marinos.

- **Atmosférico:** Este flujo fue diferenciado en gases y material particulado sedimentable. Los gases provienen principalmente de las fuentes fijas que operan en el área de estudio, las cuales corresponden principalmente a SO_x, NO_x, NH₃ y CO. En cambio, el material particulado sedimentable proviene de los acopios de carbón y cenizas provenientes de las centrales termoeléctricas y de las emisiones de la fundición CODELCO Ventanas (CEA, 2013).
- **Descarga desde cauces naturales:** La información obtenida permitió identificar que los principales contaminantes que descargan los ríos son nutrientes, coliformes fecales y metales pesados. Los coliformes fecales se comportan como derivadores pasivos ya que no existe reproducción de estos organismos en el agua de mar.



- Descargas directas: Éstas corresponden a emisarios que desaguan directamente en la bahía de Quintero, entre los cuales es posible destacar el emisario de la refinería de Ventanas que arroja principalmente metales pesados y el emisario de ESVAL que descarga materia orgánica, nutrientes y coliformes fecales.

Respecto a los compartimientos del modelo esquematizado en la Figura 5-26. A continuación, se describen sus principales características:

- Material particulado: Corresponde a la concentración de elementos contaminantes asociados a partículas y que provienen de los diferentes flujos externos.
- Material disuelto: Corresponde a la concentración de elementos contaminantes que provienen de los flujos externos en forma biodisponible.
- Agua: Corresponde a la concentración de elementos contaminantes en la masa de agua y que son transferidos a especies de las comunidades a través de las interacciones entre la superficie de los organismos y el agua y a través de la malla trófica. Las partículas pueden interactuar con las especies en la trama trófica a través del proceso de filtración y posterior biotransferencia o bien, los compuestos disueltos a través de fenómenos de superficie.
- Sedimentos: Corresponde a la concentración de elementos contaminantes en la masa de agua y que son transferidos a especies de las comunidades a través de las interacciones entre la superficie de los organismos, los sedimentos y a través de la malla trófica bentónica. Las partículas pueden interactuar con los organismos de las poblaciones de especies a la malla trófica, a través del proceso de ingestión directa en los sedimentos.
- Biota pelágica: Corresponde a las especies presentes que pueden presentar algún nivel de elementos contaminantes o xenobióticos y que habitan en la columna de agua.
- Biota bentónica: Corresponde a las especies presentes que pueden presentar algún nivel de elementos contaminantes o xenobióticos que habitan en los sedimentos.

5.1.2.1.1 Corrientes Superficiales y Temperatura

El estudio desarrollado para el MMA por CEA (2013) elaboró modelos de distribución de las corrientes y diferencial de temperatura de capa superficial del mar, a escala temporal de un día en invierno, primavera, verano y otoño.

La **Figura 5-27** muestra la dirección de la masa de agua superficial durante un día de invierno y la velocidad del desplazamiento en m/s. A una velocidad media de 0.25 m/s, la masa de agua se desplaza 900 m en una hora. Desde el punto de vista de la temperatura, el incremento se extiende por una buena parte de la bahía, principalmente en la mitad norte con un área pequeña con un alto diferencial indicado en rojo, (CEA, 2013).

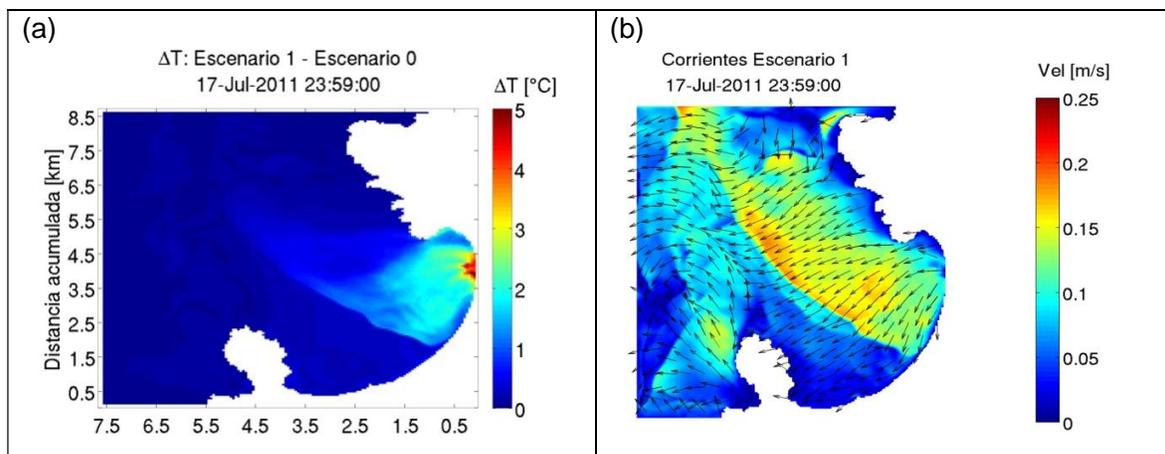


Figura 5-27 Resultados numéricos del modelo Quintero para un día durante el invierno. (a) Exceso de temperatura en superficie para la situación actual (Escenario 1) respecto de la situación base sin descargas (Escenario 0). (b) Estructura superficial de corrientes en la bahía de Quintero (CEA, 2013).

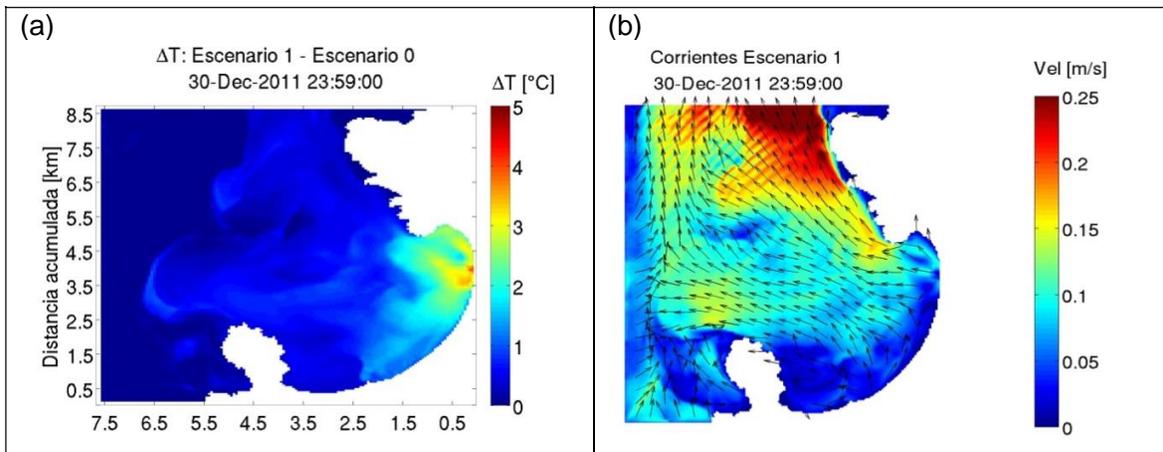


Figura 5-28 Resultados numéricos del modelo Quintero para un día durante la primavera-verano. (a) Exceso de temperatura en superficie para la situación actual (Escenario 1) respecto de la situación base sin descargas (Escenario 0). (b) Estructura superficial de corrientes en la bahía de Quintero, (CEA, 2013).

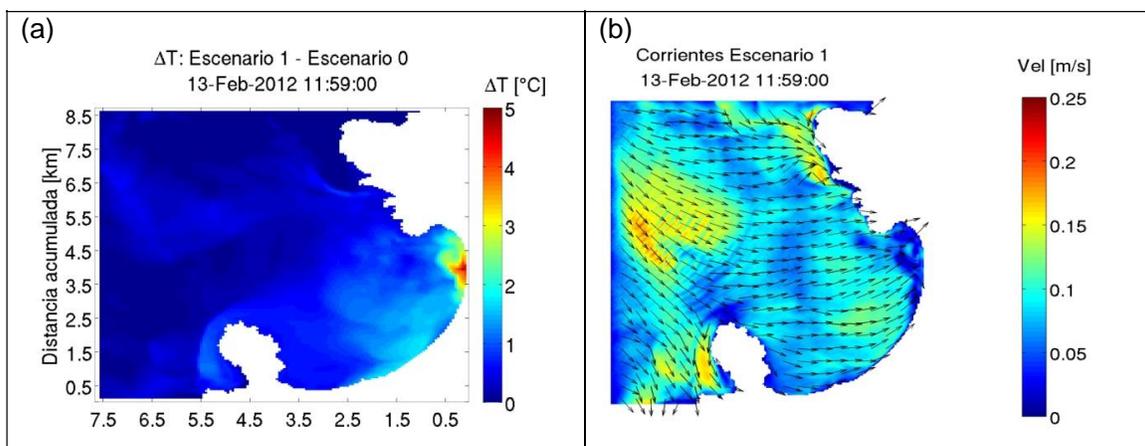


Figura 5-29 Resultados numéricos del modelo Quintero para un día durante el verano. (a) Exceso de temperatura en superficie para la situación actual (Escenario 1) respecto de la situación base sin descargas (Escenario 0). (b) Estructura superficial de corrientes en la bahía de Quintero.

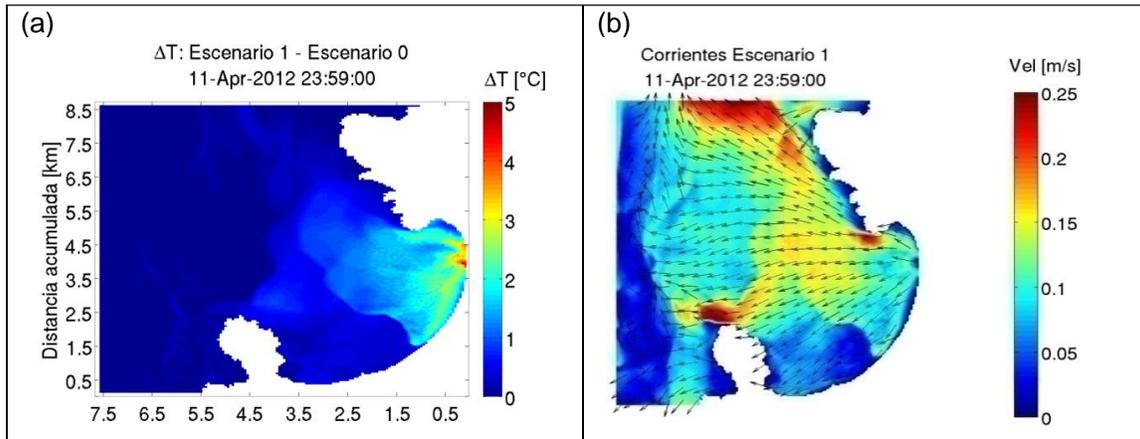


Figura 5-30 Resultados numéricos del modelo Quintero para un día durante el otoño. (a) Exceso de temperatura en superficie para la situación actual (Escenario 1) respecto de la situación base sin descargas (Escenario 0). (b) Estructura superficial de corrientes en la bahía de Quintero.

Este grupo de figuras muestra la complejidad de las corrientes en superficie en la bahía de Quintero, y ayuda a comprender las áreas de influencia de las descargas de aguas de enfriamiento para el conjunto de las unidades termoeléctricas que operan en el sector de Ventanas.

Este efecto, dado el tiempo de operaciones de las plantas, forma parte de los patrones de cambio o perturbación ecológica de las comunidades marinas, en el sentido propuesto para los niveles de la biodiversidad (Zacharias & Roff, 2000).

5.1.3 Geodatabase

La información ambiental y georreferenciada se incluyó en una Geodatabase, en acuerdo a las bases técnicas del presente estudio y se ubica en la carpeta de anexos digitales “03_Geodatabase”.

5.2 Objetivo Específico 2 (OE-2)

OE2: Realizar un análisis crítico de la información recopilada e identificar vacíos de información con objeto de generar una futura norma secundaria de calidad de aguas en la bahía de Quintero.

5.2.1 Análisis Crítico (basado en el enfoque ecosistémico)

Una de las principales limitaciones de enfoque detectadas, tiene relación con los Objetos de Protección y Evaluación de Riesgo Ecológico. CEA 2013 y Encina 2014 definieron el estado del ecosistema a través del proceso de evaluación del riesgo ecológico. Para definir el estado ambiental de los ecosistemas de la bahía de Quintero este enfoque es pertinente, sin embargo, al momento de pensar en una NSCA este enfoque presenta limitaciones ya que requiere de una aproximación experimental para estimar los efectos de las concentraciones de un material o sustancia en forma separada del resto de los materiales y simultáneamente de experimentos o bioensayos especie específicos. Esta aproximación no puede incorporar los efectos sinérgicos. Debido a que la norma es sustancia específica se hace imposible incorporar los efectos sinérgicos. En la práctica, desde unos pocos bioensayos se extrapola un valor de protección para el resto de las especies (comunidad). CEA 2013 desarrolló bioensayos para la evaluación de riesgo ecológico, Encina 2014 desarrolló un análisis estratificado de los sedimentos para establecer cambios en los niveles de metales pesados en función del tiempo.

Los objetos de protección en el desarrollo de las normativas se orientan a definir niveles en función del medio abiótico o medio biótico. En el medio abiótico como las normas de calidad del aire, con niveles de concentración de determinados materiales, que pueden afectar a la salud humana o bien a organismos (especies) en general. Se habla también en forma genérico del medio ambiente o de los ecosistemas, tanto terrestres como acuáticos. Generalmente los objetos de protección son organismos (poblaciones de especies) en el área de interés. Esta aproximación se ha estructurado en la “evaluación de riesgo ecológico” (ERE) mediante un conjunto de prácticas desarrolladas por distintas agencias de los Estados.

El objeto de estas regulaciones es proteger a las especies y de una forma más general la biodiversidad biológica, en todas sus formas y niveles de organización. Las NSCA en este caso, deben cumplir con ese mismo mandato social. Se deben proponer normas de los niveles de materiales o energía que permitan proteger la biodiversidad.

Los estudios del riesgo ecológico se han desarrollado bajo el siguiente paradigma: “*supone o asume que los datos de impactos de las pruebas estándares de especies o factores ambientales son los receptores principales o representativos de todo el conjunto del proceso de riesgo, y por lo tanto, son usados como puntos ambientales finales*” y que obviamente tiene limitaciones (Chen et al 2013). Estos puntos finales, frecuentemente se basan en los valores de grupos sociales que son usuarios del ambiente, más que elegir mediciones

basadas en investigaciones científicas holísticas (Campbell, 2001). Como consecuencia, componentes relacionados indirectamente a las reacciones causa-efecto no son tomadas en consideración, aunque ellas son realmente parte de los procesos de respuesta o resiliencia del sistema perturbado (Chen et al 2013).

El trabajo de Encina (2014), profundiza los aspectos metodológicos necesarios para alcanzar los estándares de información y desarrollar una Evaluación de Riesgo Ecológico, basado en el paradigma indicado. Es importante destacar, que las recomendaciones son adecuadas para la aplicación más estandarizada del enfoque indicado. Sin embargo, eso no repara las limitaciones que tiene la aproximación.

Otra limitación de este paradigma reduccionista es que frecuentemente la información obtenida desde una evaluación sitio-específica, se expande o extrapola a otros ecosistemas homogéneos expuestos a la misma amenaza o peligro, que inevitablemente subestima los efectos de la sensibilidad de las mallas tróficas ecológicas y las interacciones entre organismos (Chen et al 2013).

5.2.2 Criterios para la Selección de Variables, Puntos de Monitoreo y Áreas de Vigilancia

En este estudio las propiedades fisicoquímicas o ecológicas se han definido como variables, mientras que los valores, rangos o límites se indican como parámetros.

5.2.2.1 Variables y Parámetros

En este estudio las propiedades fisicoquímicas o ecológicas se han definido como variables, mientras que los valores, rangos o límites se indican como parámetros. Para incluir las variables en el análisis se consideró que deben tener registro, en programas de seguimiento, datos de línea base o referencia y que represente concentraciones naturales. Sin embargo, esta última condición no se puede cumplir para numerosas variables que se monitorean actualmente, debido a que no se disponen de registros con anterioridad a los procesos de descarga en la bahía de Quintero.

5.2.2.1.1 Las variables sugeridas por la Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marítimas (MMA, 2017).

Los impactos de contaminantes en los ecosistemas acuáticos pueden afectar a los diferentes niveles tróficos del ecosistema. La Tabla 3 muestra un resumen de ejemplos de impactos de metales y metaloides seleccionados dependiendo del tipo de componente biótico. Sin embargo, este cuadro es referencial, puesto que, si la concentración de un determinado parámetro está elevada en una cuenca o en cuerpo de agua marina, siempre se debe realizar un análisis de literatura actualizada y preferentemente local (en Chile, el río, el lago o el agua marina que se quiere normar), lo que robustecerá los antecedentes y

criterios para fijar un valor en cada lugar y completar adecuadamente su justificación (MMA, 2017).

5.2.2.1.2 Variables normadas internacionalmente y variables sugeridas en documentos nacionales (CONAMA, 2004).

Un grupo importante de las variables que comprenden las normativas describen propiedades o características oceanográficas importantes para la vida de la biota y el funcionamiento de los ecosistemas marinos. Entre ellas se encuentran la temperatura, el oxígeno disuelto, la turbidez, pH.

5.2.2.1.3 Materiales potencialmente contaminantes

Los Impactos de los ecosistemas acuáticos, pueden ser originados por diversos materiales que ingresan a los componentes de los ecosistemas marinos como son por ejemplo los metales pesados, hidrocarburos de distintos tipos, nutrientes en niveles altos, materia orgánica entre otros. Los metales en las aguas marinas son indicados como materiales que pueden presentar niveles o concentraciones que son peligrosos para la vida acuática, dada sus propiedades químicas y que en el caso de la Bahía de Quintero son importantes en los Riles, así como los derrames potenciales de hidrocarburos, concentrados de metales, combustibles sólidos y otros materiales asociados a los procesos de transporte.

5.2.2.1.4 Variables medidas en bahía Quintero

Información disponible con énfasis en: extensión temporal del monitoreo de cierta variable, representatividad en la escala temporal y espacial. Este criterio, de extensión temporal se puede pensar debido a la existencia del programa POAL que se desarrolla en algunos de los puertos más importante del país, desde el año 1999. No obstante, no todas las variables presentan extensiones temporales equivalentes. La representatividad espacial de las variables es mucho más difícil de satisfacer, debido a que la mayoría de los puntos de muestreo o monitoreo, se definieron de acuerdo a resoluciones específicas de los EIA, cuando estos procesos se definieron por ley, en función de puntos de descarga de RILES.

Establecer, cuando los datos tengan una estructura adecuada las relaciones entre variables y parámetros relaciones entre variables que puedan estar relacionadas. La cantidad de observaciones y la calidad de ellas es una fuerte limitante para establecer asociaciones entre los conjuntos de valores observados en el área de estudio. Entre las variables se encuentran los registros de RETC correspondiente a las emisiones y descargas de industrias.

Se realizó un análisis espacio-temporal de las variables y sus valores observados en el período de estudio en la bahía de Quintero. Los resultados que se obtuvieron para las variables que presentan valores, pueden ser usados como referenciales.

5.2.2.2 *Puntos de Seguimiento y Áreas de Vigilancia*

El criterio principal de la selección de un AV es la presencia de hábitats acuáticos que alberguen biodiversidad (incluyendo microorganismos, plantas, peces, entre otros) que sea significativa para la bahía, tanto en términos de riqueza y abundancia, y que se vayan a ver potencialmente afectados por la calidad del agua de la bahía.

La localización de los puntos de seguimiento, han sido definidas en función de características del ambiente marino en la bahía, así como por la localización de fuentes puntuales de emisión o descarga de materiales que modifican las propiedades del agua marina. Los puntos de muestreo que corresponden a planes de vigilancia de unidades fiscalizables o empresas se localizan en las inmediaciones de los puntos de descargas y privilegian el seguimiento de variables relacionadas específicamente a ese tipo de descarga o características de los RILES, asociados a resoluciones de calificación ambiental de distintos EIA o declaraciones de impacto ambiental. En consecuencia, esos puntos son recientes y miden los valores de variables que se indican en los documentos legales respectivos.

Este enfoque de la autoridad ambiental ha sido analítico y caso a caso, y el seguimiento se ha considerado sin los efectos sinérgicos de las características físicas y químicas del agua. Por otra parte, los análisis integrados con un enfoque ecosistémico para los procesos, en los participan los materiales que se descargan, no han alcanzado un nivel suficiente para desarrollar acciones integradas. Así, falta una visión y análisis integrado o sistémico de la bahía respecto de las acciones antrópicas que resultan en procesos de contaminación de las aguas y sus efectos en la biodiversidad los ecosistemas marinos

5.2.2.2.1 Morfología Costera y Fondo Marino

La morfología de la costa tiene importancia para determinar procesos oceanográficos como corrientes y mareas. Simultáneamente estas se asocian a la existencia de sustratos duros y blandos que determinan de forma importante a los ecosistemas marinos del litoral y del fondo de la zona costera. El fondo marino sustrato es definido en muchos trabajos como tipos de hábitat para las especies y comunidades. La cartografía del borde costero y los sustratos duros o blandos, forman parte de la definición de hábitats, especialmente para los organismos bentónicos.

5.2.2.2.2 Modelo de Circulación de la Bahía Quintero y Mareas

Las corrientes de la masa de agua son importantes en el funcionamiento de los ecosistemas, y tienen relevancia en propiedades físicas y químicas del agua, en la dilución de materiales y cambios físicos como la temperatura. También determinan aspectos de la distribución espacial de sedimentos en la bahía. El modelo general de corrientes superficiales se presentó en el punto **5.1.2.1.1. Corrientes Superficiales y Temperatura**.

5.2.2.2.3 Biodiversidad y Conservación

xiv. Tipos de Ecosistemas

El criterio establecido para diferenciar hábitat blando de duro usará la definición de las AMERB, el borde litoral rocoso, arenoso, y la localización de los puntos de muestreo de fondo de la bahía que indican sedimentos. Dada las características de profundidad de la bahía descritas anteriormente, se han definido los ecosistemas marinos como: i) Intermareal duro; ii) intermareal blando; iii) submareal duro; y iv submareal blando (**Figura 5-100 Áreas de los ecosistemas en la bahía de Quintero**).

Desde la perspectiva de las especies, se definen como hábitats, especialmente en relación a los organismos bentónicos, y se refieren como hábitats de sustrato duro y blando en la zona intermareal, así como submareal de sustrato duro o blando (dominado por sedimentos) son descritos en función de la naturaleza del sustrato o fondo, como grandes tipos de hábitat

xv. Grupos Funcionales o Componentes Bióticos

Se consideró a los grupos funcionales de la malla trófica propuesta para la bahía de Quintero, los cuales se encuentran en la sección correspondiente a componentes de los ecosistemas (**5.3.1**).

xvi. Especies que son Recursos Hidrobiológicos de las AMERB

Se incluyó como criterio las especies que se definieron como recursos hidrobiológicos en la designación de AMERB por la Subsecretaría de Pesca

xvii. Especies en Estados de Conservación

Es importante identificar la presencia de comunidades y especies que requieran de una atención especial y que constituyen por sí mismas un objeto de conservación, las especies en estado de conservación fueron identificadas en la bibliografía revisada, la cual se indica en el Objetivo Específico 1 (OE-1) en el acápite 5.1.1 Recopilación y Sistematización, en el punto . Las cuales corresponden a censos de lobos, avistamientos de fauna y los registros de varamientos obtenidos de SERNAPESCA.

- a) *Lontra felina (Chungungo)* en categoría de conservación "Vulnerable"
- b) *Cetáceos* en categoría de conservación "Vulnerables" y en "Peligro"
- c) *Spheniscus humboldti (Pingüino de Humboldt)* en categoría de conservación "Vulnerable"
- d) *Arctocephalus philippii (Lobo fino de Juan Fernández)* en categoría de conservación "Vulnerable"
- e) *Lepidochelys olivácea (Tortuga olivácea)* en categoría de conservación "Vulnerable"

El criterio para la definición de las especies en estado de conservación se puede encontrar en los resultados del Objetivo Específico 4 (**acápite 5.4**).

5.2.2.3 *Uso del Territorio Marítimo y del Borde Costero*

La bahía de Quintero, como territorio marítimo, contiene una serie de actividades productivas, así como el territorio continental del borde costero. De acuerdo con el Modelo DPSIR, las actividades humanas son fuerzas motrices que determinan presiones y estas afectan la calidad del agua y la biodiversidad en aspectos muy variados. De ahí la importancia de visualizar la bahía bajo en concepto de territorio marítimo, como una continuidad de las actividades del borde costero del territorio continental.

xviii. Localización de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos

Son áreas de ecosistemas marinos que se localizan en zonas de sustrato duro y se otorgan en la zona submareal. Los pescadores artesanales extraen recursos hidrobiológicos autorizados por la Subsecretaría de Pesca del Ministerio de Economía. Estas áreas incluyen una lista de especies que son los recursos hidrobiológicos autorizados para su extracción. La provisión de recursos es un tipo de servicio ecosistémico, que entregan los ecosistemas naturales a la población humana.

Tabla 5-16 Especies que se extraen en las zonas AMERB de la bahía de Quintero

AMERB	Especies	Nombre científico
EL PAPAGALLO	Erizo	<i>Loxechinus albus</i>
	Lapa rosada o frutilla	<i>Fissurella cumingi</i>
	Lapa negra	<i>Fissurella latimarginata</i>
	Loco	<i>Concholepas concholepas</i>
NORWESTE PENINSULA LOS MOLLES	Lapa rosada o frutilla	<i>Fissurella cumingi</i>
	Lapa negra	<i>Fissurella latimarginata</i>
	Loco	<i>Concholepas</i>
EMBARCADERO	Erizo	<i>Loxechinus albus</i>
	Huiro	<i>Macrocystis spp/ Macrocystis pyrifera</i>
	Huiro negro o chascón	<i>Lessonia nigrescens/ Lessonia berteroaana-spicata</i>
	Huiro palo	<i>Lessonia trabeculata</i>
	Lapa rosada o frutilla	<i>Fissurella cumingi</i>
	Lapa negra	<i>Fissurella latimarginata</i>
VENTANAS (PUNTA LUNES)	Loco	<i>Concholepas</i>
	Erizo	<i>Loxechinus albus</i>
	Huiro palo	<i>Lessonia trabeculata</i>
	Lapa negra	<i>Fissurella latimarginata</i>
	Lapa rosada o frutilla	<i>Fissurella cumingi</i>
	Lapa reina	<i>Fissurella maxima</i>
HORCON	Loco	<i>Concholepas</i>
	Erizo	<i>Loxechinus albus</i>
	Lapa rosada o frutilla	<i>Fissurella cumingi</i>
	Lapa negra	<i>Fissurella latimarginata</i>
	Loco	<i>Concholepas</i>

xix. Localización de los Puntos de Descarga e Infraestructura

Actualmente, las actividades antrópicas y las regulaciones existentes han definido una serie de puntos de descarga de Riles, generados por las actividades industriales autorizadas por la administración del estado. Esas descargas corresponden a transferencias de masa de distintos materiales que ingresan a los ecosistemas marinos. Estos materiales se dispersan o diluyen en algún grado, gobernado por el desplazamiento de las masas de agua en la bahía. Las descargas o emisiones son transferidas al agua que es un componente estructural de los ecosistemas marinos y de ahí interactúan con los componentes bióticos de los mismos. Por otra parte, existe un conjunto de infraestructura portuaria para descarga de combustibles líquidos y sólidos que pueden impactar, por accidentes o derrames causados

por operaciones defectuosas, los componentes de distintos ecosistemas marinos. Adicionalmente a la infraestructura de terminales marítimos existe una infraestructura asociadas a las aducciones de agua de mar, para los procesos de enfriamiento de las centrales térmicas de producción de energía.

Por otra parte, las recomendaciones para el establecimiento de áreas de vigilancia, debe considerar que si las fuentes puntuales o difusas potencialmente pueden modificar las características ecológicas de un cuerpo de agua a normar, se puede fijar el límite de un AV de tal modo que controle dicha fuente. Las NSCA no son normas de emisión, por esta razón no se puede poner un cierre de un AV directamente o muy cercano a la descarga de un RIL. Sin embargo, las NSCA deben proteger los ecosistemas acuáticos. Para este fin se puede fijar el cierre de un AV en el punto más cercano al punto de dilución completa (requiere un estudio específico) de la pluma de contaminantes de una fuente puntual. En este sentido, las NSCA son instrumentos adicionales para controlar y disminuir el impacto de las fuentes puntuales en los ecosistemas acuáticos, como también de las fuentes difusas, tales como el drenaje ácido de rocas, los nutrientes provenientes de praderas agrícolas y el riego con purines, entre otros.

5.2.2.4 Aspectos Sociales y Culturales (uso no industrial)

En este criterio se incorporan las actividades correspondientes a la pesca artesanal, el uso de playas en términos recreativos, las que forman parte de los servicios ecosistémicos que entregan los ecosistemas y que forman parte de la actividad económica tradicional de los grupos humanos presentes en la bahía de Quintero. Aquí se incluyen áreas de buceo recreativo, pesca deportiva, otros deportes acuáticos, áreas de interés turístico y paisajístico, avistamiento de fauna marina, geositos costeros, playas y caletas, entre los más destacados.

5.3 Objetivo Específico 3 (OE-3)

OE3: Realizar un modelo conceptual de la estructura de los ecosistemas de la bahía de Quintero.

5.3.1 Componentes de los ecosistemas

Desde el punto de vista ecosistémico se han definido dos tipos de ecosistemas marinos: i) intermareal, y ii) submareal en el área de la bahía de Quintero; a su vez para cada uno de estos tipos se distinguieron por tipo de sustrato, intermareal y submareal blando y duro. Los componentes abióticos son la columna de agua en la bahía, los sustratos duros y los sustratos blandos. Los componentes bióticos se han definido en concordancia con criterio taxonómico y de grupos funcionales, ampliamente reconocidos en ecología de comunidades. Los componentes se han diferenciado en función de los ecosistemas intermareales y submareales, y su relación con los sustratos duros y blandos.

Los componentes en sustrato duro son los siguientes: i) peces pelágicos; ii) peces bentodemersales; iii) peces del intermareal; iv) carnívoros cnidarios; v) carnívoros equinodermos y moluscos; vi) crustáceos; vii) crustáceos peracáridos; viii) herbívoros; ix) filtradores; x) macroalgas; xi) microalgas bentónicas; y xii) poliquetos bentónicos. Los componentes en sustrato blando son los siguientes: i) microalgas bentónicas, ii) partículas de sedimento (orgánico); iii) poliquetos; iv) moluscos bivalvos; v) crustáceos (decápodos); crustáceos peracáridos; y peces bentodemersales; ii) insectos (en el intermareal). Otros componentes bióticos que forman parte de estos ecosistemas y a la vez de gran importancia son: i) microalgas en sustratos duros; fitoplancton; macroalgas; zooplancton; ictioplancton; aves pelágicas; aves litorales; mamíferos marinos; material particulado orgánico; material particulado (inorgánico) y material disuelto.

5.3.2 Interacciones Tróficas en los Ecosistemas

Las relaciones tróficas principales entre componentes de los distintos ecosistemas marinos se muestran en la **Figura 5-31**. Estas relaciones tróficas señaladas son entre distintos tipos de organismos. El análisis puede realizarse en dos niveles principales: i) en cada tipo de ecosistema y ii) entre ecosistemas. La red de relaciones tróficas destaca las relaciones principales entre grupos o ensambles de organismos que conforman los componentes bióticos de los distintos ecosistemas. Se observa una alta complejidad en las relaciones de alimentación en estos ecosistemas marinos. El modelo muestra las relaciones más relevantes entre componentes de los ecosistemas y entre los distintos ecosistemas definidos. En esta figura se indican solamente las interacciones tróficas, lo que no significa que las otras interacciones entre componentes abióticos y bióticos no ocurran. La figura destaca las complejas interacciones tróficas entre componentes bióticos de los distintos ecosistemas. Este hecho, determina que los cambios que pueden ocurrir en la Bahía de Quintero, por impactos potenciales se pueden propagar en función de la red de interacciones trófica de los ecosistemas, a todas las áreas y ecosistemas de la bahía. Hay que destacar, que en cada uno de los ecosistemas ocurren interacciones de mayor intensidad, que se indican al interior de cada uno de los ecosistemas, representados por las cajas. Por otra parte, la columna de agua es un componente constante de los ecosistemas marinos definidos.

La **Figura 5-31** se encuentra disponible en alta resolución en la carpeta de anexos digitales “04_Mapas conceptuales”:

- “CNM031_Ecosistema_Quintero_trófico_V0.cmap”, el cual puede ser visualizado con el software libre Cmaps Tools (<https://cmap.ihmc.us/>)
- “CNM031_Ecosistema_Quintero_trófico_V0.jpg”

5.3.3 Interacciones de Materiales en los Ecosistemas

La **Figura 5-32** destaca las relaciones de materiales que ingresan a determinados componentes de los ecosistemas y muestran la dirección donde pueden ocurrir efectos

potenciales o impactos en los distintos componentes bióticos, sin indicar cuál es el tipo biótico. Los procesos que permiten la llegada de materiales a los ecosistemas marinos corresponden a descargas de RILES y derrames o pérdidas operacionales de los procesos de carga y descarga de combustibles y/o productos industriales sólidos. Es de interés destacar que los materiales ingresan a la columna de agua, ya sea superficialmente o bien en el fondo de ella sobre los sedimentos y se distribuyen en la columna de agua de la bahía, en función de la dinámica o desplazamiento de las masas de agua. Desde la masa de agua, los materiales potencialmente contaminantes, puede afectar a todos los componentes bióticos de los ecosistemas definidos. Por otra parte, el proceso de cosecha, que ocurre especialmente en las AMERB, también forma parte de la dinámica de los ecosistemas que ocurren en la bahía de Quintero. Los componentes correspondientes a material particulado y material disuelto contienen los elementos o sustancias potencialmente contaminantes para los organismos que se indican en la definición del problema o bien en la caracterización de la bahía.

La **Figura 5-32** se encuentra disponible en alta resolución en la carpeta de anexos digitales “04_Mapas conceptuales”:

- “CNM031_Ecosistema_Quintero_materiales_V0.cmap”, el cual puede ser visualizado con el software libre Cmaps Tools (<https://cmap.ihmc.us/>)
- “CNM031_Ecosistema_Quintero_materiales_V0.jpg”

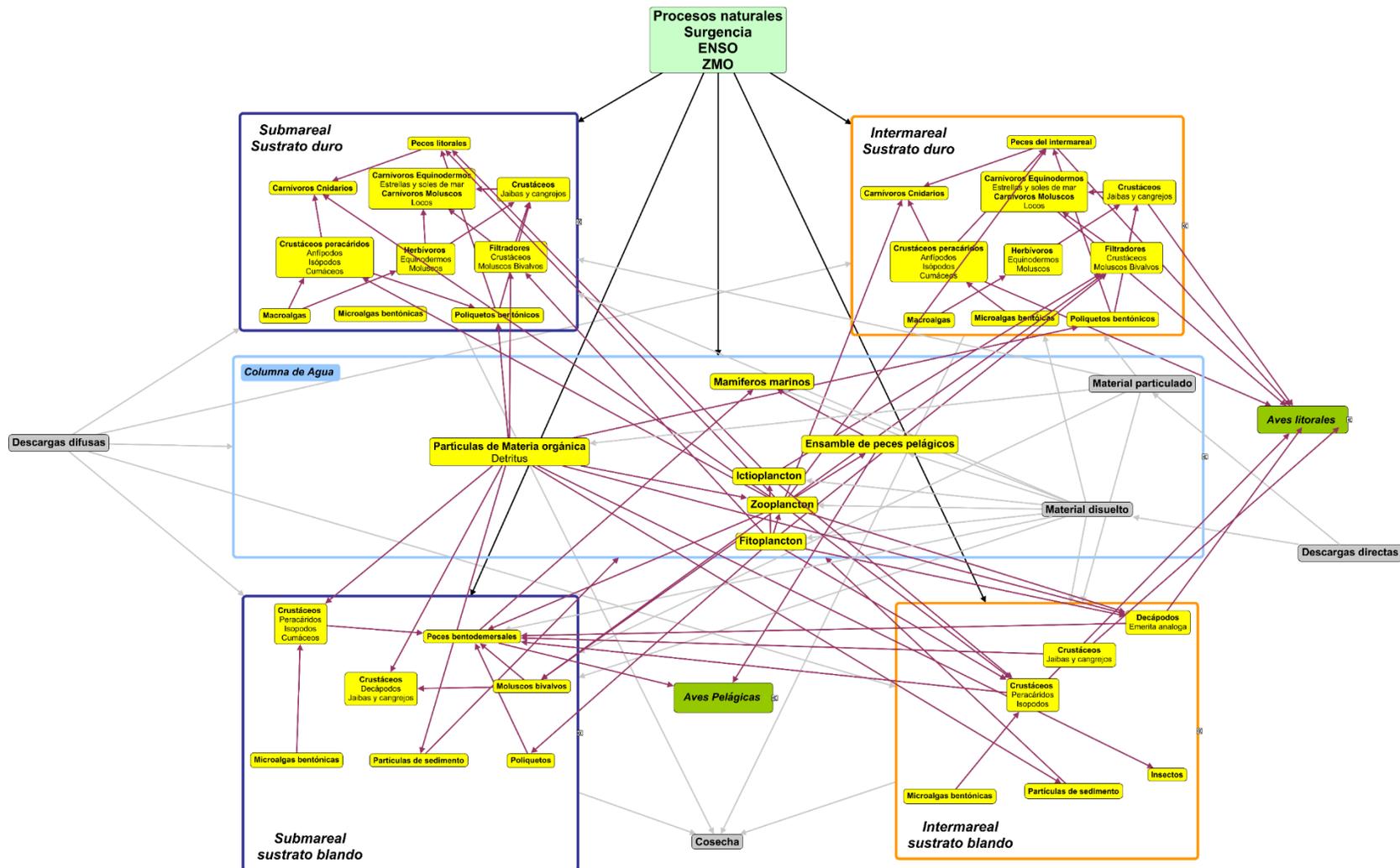


Figura 5-31 Modelo de interacciones tróficas en los distintos tipos de ecosistemas definidos en la bahía. Las flechas (moradas) representan las interacciones tróficas y la dirección desde que componente biológico fluye la energía hacia otro u otros componentes de los ecosistemas de Bahía Quintero. En líneas más tenues se indican los flujos de materiales que ingresan a los ecosistemas y que potencialmente son contaminantes.

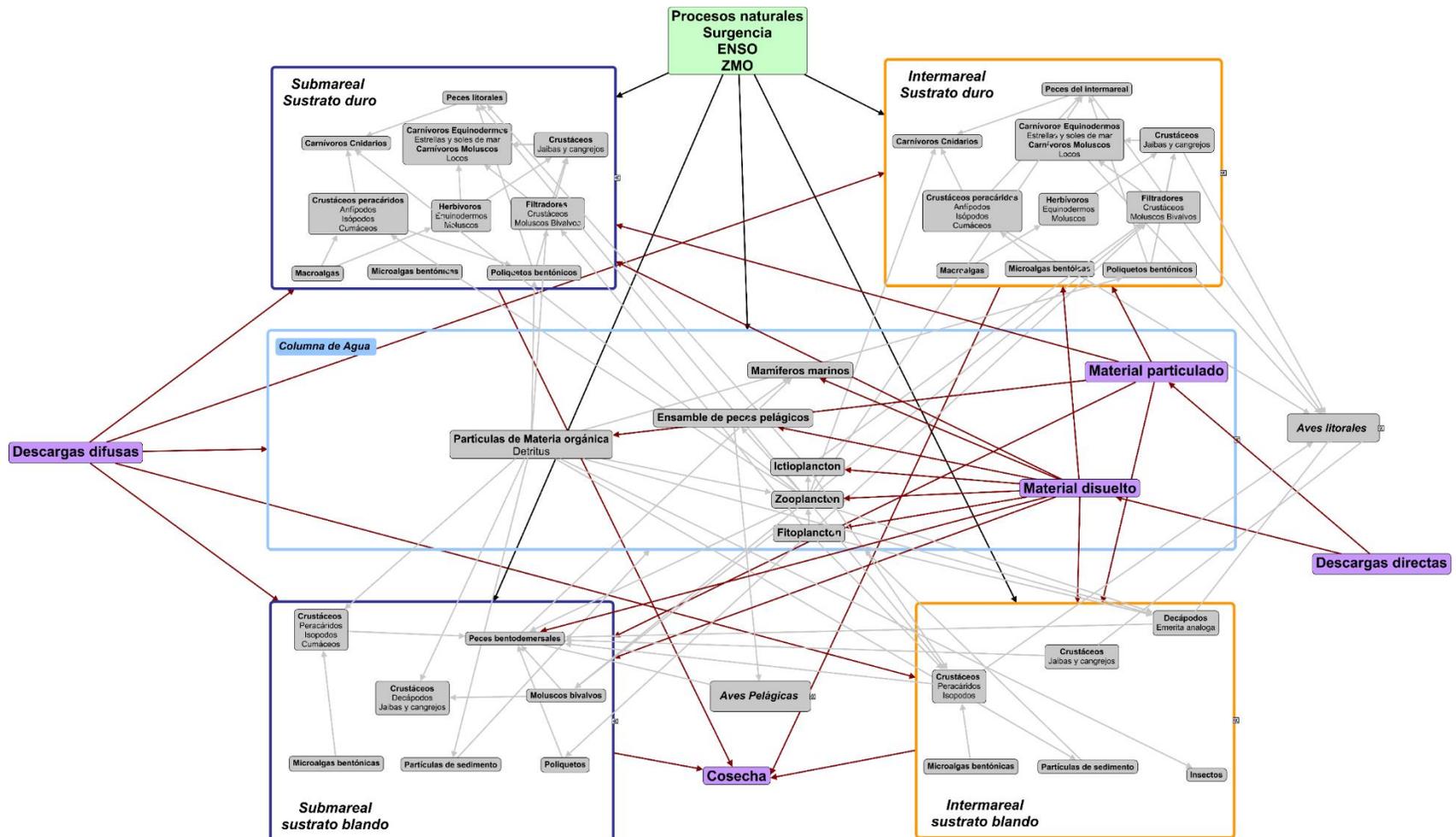


Figura 5-32 Modelo de interacciones en función de materiales en los distintos tipos de ecosistemas definidos en la bahía. En líneas destacadas se indican los flujos materiales que ingresan a la columna de agua de la bahía de Quintero. Este modelo, indica que los flujos provenientes de las descargas de las actividades económicas y de los residuos urbanos, pueden llegar a todos los organismos de la Bahía. Las relaciones tróficas aparecen en líneas tenues.

5.4 Objetivo Específico 4 (OE-4)

OE4: Definir objetos de conservación ambiental de interés en la bahía.

Diversidad biológica o biodiversidad, de acuerdo con la definición del artículo 2 del Convenio de Diversidad Biológica, corresponde a la “variabilidad de organismos vivos de todo tipo, incluyendo entre otras cosas, los sistemas ecológicos terrestres, marinos y acuáticos y de los complejos ecológicos de los cuales forman parte; esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre especies y de los ecosistemas” (ONU, 1992). Así, la diversidad biológica ocurre a diferentes niveles de organización: de genes a ecosistemas y paisajes (Noss 1990; Peck 1998).

En varias teorías se sostiene que los más altos niveles de organización (sistemas ecológicos y paisajes) contienen y afectan a los más bajos como genes, especies y poblaciones (O’Neill, Johnson y King 1986). Además, tal diversidad biológica ocurre a diferentes escalas espaciales.

En acuerdo a lo anterior, la selección de objetos de conservación se realizó en función del enfoque “filtro grueso-filtro fino” cuya hipótesis es que, conservando los niveles de organización más altos, como los sistemas ecológicos o paisajes que corresponden al filtro grueso, se conserva todo lo que se encuentra en su interior como pequeñas comunidades naturales, especies y diversidad genética (filtro fino). En dicha hipótesis se supone también que algunas especies podrían no ser conservadas por el filtro grueso y deberían, por lo tanto, ser conservadas a través de esfuerzos individuales. En esta categoría se consideraron las que están en peligro crítico de extinción, las muy locales y aquéllas de amplio rango. El filtro grueso es una aproximación útil, ya que “captura” la gran mayoría de especies y procesos biológicos de un área.

Por otra parte, la selección incluyó las siguientes directrices generales:

- a) Que exista un mandato legal para su protección o gestión (Ej.: algún grado de amenaza, dado por su inclusión en algún catálogo nacional o regional)
- b) Que necesiten ser gestionados para ser mantenidos, mejorados o controlados
- c) Que de alguna forma sean representativos de especies, hábitats o ecosistemas a escala nacional o regional
- d) Que resulten de interés por su carácter singular, raro o excepcional
- e) Que sean sensibles a cambios ambientales (p. ej. cambio climático)
- f) Que sean relevantes en cuanto a provisión de los servicios ecosistémicos del sistema ambiental

- g) Que sean relevantes para la conservación de la estructura o funcionamiento del ecosistema
- h) Que sean de interés por implicar, de forma indirecta, la conservación de otros objetos de conservación
- i) Que sean de interés para la comunicación a la sociedad de objetivos de conservación más amplios

Considerando lo expuesto anteriormente, a continuación se indica el listado de objetos de conservación, priorizando los niveles de organización más altos (filtro grueso):

- i) Columna de agua
- ii) Ecosistema submareal blando
- iii) Ecosistema submareal duro

Conservando una apropiada calidad de los objetos de conservación indicados anteriormente, y en una escala espacial de "bahía" se contribuye a la conservación de la biodiversidad asociada a cada uno de ellos. No obstante, es importante relevar la presencia de comunidades y especies que requieran de una atención especial y que constituyen por sí mismas un objeto de conservación:

- iv) Comunidades submareales asociadas a los bosques de macroalgas pardas.
- v) *Lontra felina* (Chungungo) en categoría de conservación "Vulnerable"
- vi) Cetáceos en categoría de conservación "Vulnerables" y en "Peligro"
- vii) *Spheniscus humboldti* (Pingüino de Humboldt) en categoría de conservación "Vulnerable"
- viii) *Arctocephalus philippii* (Lobo fino de Juan Fernández) en categoría de conservación "Vulnerable"
- ix) *Lepidochelys olivácea* (Tortuga olivácea) en categoría de conservación "Vulnerable"

5.5 Objetivo Específico 5 (OE-5)

OE5: Realizar un modelo conceptual para comprender las presiones y estados ambientales de la bahía.

5.5.1 Modelo DPSIR Eco-Salud

Con respecto a la realización de un modelo conceptual para la comprensión del estado y las presiones ambientales en bahía Quintero, se utilizó un marco de trabajo de aproximación sistémica en función de las directrices recomendadas por Bradley & Yee (2015). Este marco de trabajo corresponde al DPSIR (Fuerzas Motrices – Presiones – Estado – Impacto – Respuestas), el que integra aspectos económicos, culturales, sociales de la salud humana y del medio ambiente en una única base de trabajo. El modelo conceptual elaborado en el marco de la fuerzas motrices-presiones-estado-impactos-respuestas de bahía Quintero se puede observar en la **Figura 5-33**. El enfoque metodológico de esta base de trabajo se describe en el **acápito 4.1.2 DPSIR** y la descripción operacional para poner en práctica este enfoque se describe en el **Anexo 10.6 DPSIR Eco-Salud**

En el modelo general DPSIR Eco-Salud de bahía Quintero las fuerzas motrices más importantes son las actividades industriales que generan descargas difusas y puntuales en la bahía, las cuales corresponden al sector que suministra alimentos y materias primas. Entre las que destacan: la minería (Codelco Ventanas); las refinerías de petróleo (ENAP, COPEC); la pesca (Pesquera Quintero); la acuicultura; la agricultura; el sector energético con la presencia de termoeléctricas (Complejo termoeléctrico Ventanas AES GENER, Central Quintero ENEL) y la distribución de gas (GNL Quintero, Gasmar); y la gestión de residuos la que se ve representada principalmente por la planta de tratamiento de aguas servidas y emisario submarino de ESVAL.

Otras fuerzas motrices económicas que se identifican para bahía Quintero corresponden las que satisfacen las necesidades de: i) agua (abastecimiento de agua potable (ESVAL); riego y agua de consumo industrial); ii) vivienda (construcción, bienes raíces, viviendas unifamiliares y de unidades múltiples); iii) salud (atención médica, hospitales, consultorios, asistencia social, centros de cuidado infantil); iv) cultura (turismo y recreación, pesca recreativa, playas, práctica de buceo recreativo; avistamiento de fauna; surf y kayakismo), educación (primaria y secundaria), información (telecomunicaciones, investigación y desarrollo científico) y organizaciones sociales (sindicatos pesqueros, agrupaciones sociales y culturales, grupos estudiantiles, juntas de vecinos); v) seguridad (administración pública y defensa); y vi) la infraestructura que proporcionan el apoyo físico, organizativo y técnico para que la economía funcione.

En cuanto a las fuerzas motrices sociales, para bahía Quintero se identifican a los siguientes conductores sociales: i) las relaciones sociales, que son las interacciones y conexiones diarias dentro de una comunidad, incluyendo: grupos sociales, estado civil, dinámicas familiares, afiliaciones religiosas; ii) la equidad, que describe la justicia de las oportunidades

en una comunidad, incluyendo el acceso a la educación, la atención de la salud, y a los puestos de trabajo; iii) la gobernabilidad, que es la disposición política y las características de una comunidad, incluyendo: patrones de votación, las funciones de los responsables de la toma de decisiones, y el tipo de gobierno; iv) y la identidad cultural, que son las actitudes históricas, sociales y culturales que definen a una comunidad, incluyendo a las comunidades urbanas, rurales, tribales o costeras; como también a identidad étnica o religiosa

En el modelo general DPSIR Eco-Salud de bahía Quintero las presiones más importantes corresponden a la descargas puntuales y difusas de elementos potencialmente contaminantes como resultado de la operación de industrias, operación portuaria y descarga de aguas residuales.

De acuerdo con CEA (2014), en la bahía de Quintero las descargas predominantes en esa época fueron aluminio, hierro, molibdeno, cobre y cromo, condición que se mantiene en el escenario actual. Donde los principales responsables de las descargas fueron Central Térmica Ventanas - Descarga Unidades 1, 2 y 3. Los resultados indican que la bahía mantiene en la actualidad sectores con un alto contenido de nutrientes, materia orgánica, coliformes fecales y metales pesados. Adicionalmente, es posible identificar la presencia de una carga térmica que altera las características físicas y potencialmente ecológicas de la bahía de Quintero. Al evaluar la presencia de metales pesados en los organismos marinos, fue posible detectar que estos eran bioacumulados en los tejidos de algas, choritos, jaibas y peces, y que a través de la trama trófica se bioconcentran y biomagnifican.

Las estimaciones de riesgo basados en la distribución de sensibilidad de especies, utilizando un enfoque probabilístico, permitió estimar que las concentraciones ambientales de los metales arsénico, cadmio, cromo y mercurio no presentan riesgo ecológico, sin embargo, el cobre presenta una probabilidad sobre el 89.8 % de producir efectos crónicos (CEA, 2014).

Dentro de las presiones ambientales identificadas en bahía Quintero, también se destacan las actividades de cosecha de recursos hidrobiológicos, las que corresponden a las actividades de pesca, acuicultura y recolección. Con respecto a esta presión, se identifica una brecha en las estadísticas de desembarques de SERNAPESCA, ya que estas indican solamente las caletas donde ocurre el desembarque, sin identificar las coordenadas de recolección.

Otras presiones ambientales identificadas en bahía Quintero incluyen: i) los cambios en el uso de la tierra como resultado de alteraciones del paisaje natural, típicamente asociadas con el crecimiento de la población, en las que se incluyen el desarrollo territorial y costero, la alteración del litoral y las modificaciones hidrológicas; ii) los usos de contacto, que son actividades humanas que conducen a una alteración o manipulación directa del medio ambiente, las que incluyen las modificaciones físicas (dragado, relleno, daños producto de los equipos y anclajes de embarcaciones, encallamientos de embarcaciones, alteraciones,



movimiento de embarcaciones); y iii) la adición biológica) descarga de lastre, liberación de especies no nativas, alimentación, creación de hábitat artificial).

La **Figura 5-33** se encuentra disponible en alta resolución en la carpeta de anexos digitales “04_Mapas conceptuales”:

“CNM031_DPSIR_Eco-Salud_Quintero_V0”, el cual puede ser visualizado con el software libre Cmaps Tools (<https://cmap.ihmc.us/>)

- “CNM031_DPSIR_Eco-Salud_Quintero_V0.jpg”

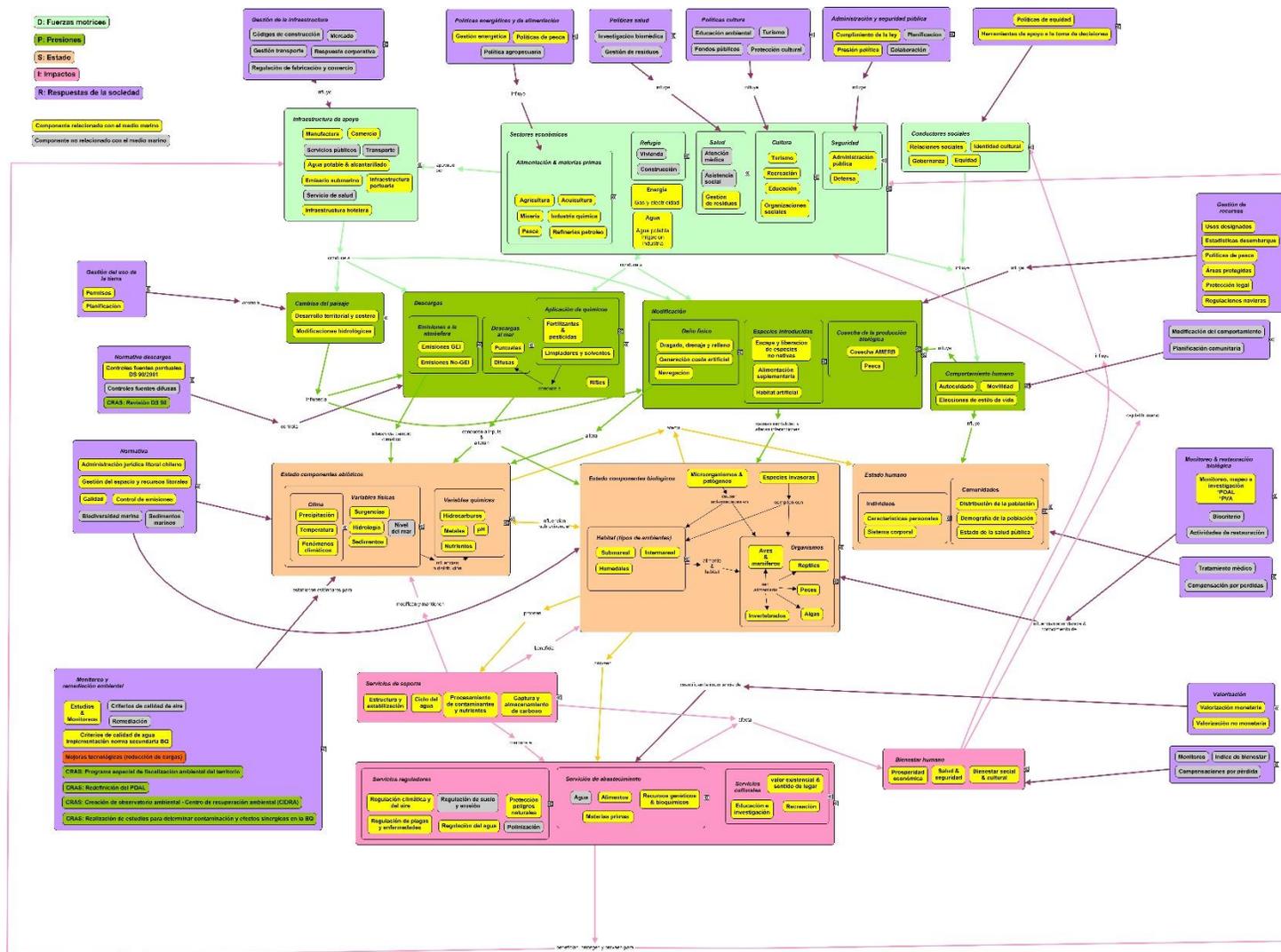


Figura 5-33 Modelo conceptual DPSIR Eco-Salud para la bahía Quintero

5.6 Objetivo Específico 6 (OE-6)

OE6: Definir y justificar debidamente los criterios que permitan la elaboración de una NSCA en la bahía de Quintero.

La aplicación de las NSCA en aguas marinas debe considerar como objetivos principales, la descontaminación de zonas con mucha presión antrópica y la protección de ecosistemas acuáticos sensibles con una biodiversidad de alto valor. Por ejemplo, para el resguardo de especies endémicas en los fiordos del sur de Chile o de las especies endémicas y migratorias en las áreas marinas protegidas. La aplicación de las normas en sistemas marinos puede contemplar desde una simple bahía, fiordo, marisma u otro tipo de ecosistema, hasta una ecorregión marina, dependiendo de la información disponible en cada caso (MMA, 2017).

5.6.1 Análisis de la Base de Datos Agua

Dada la importancia de la estacionalidad en la política de seguimiento, con el objeto de describir la existencia de fenómenos estacionales en la conducta de las variables, se realizó un análisis de la distribución y periodicidad de las observaciones en función estacional y anual.

5.6.1.1 Aceites y Grasas

Para la variable aceites y grasas se cuenta con un total 20 observaciones entre los años 1997 y 2007, siendo otoño la estación más representada, seguida de la estación primavera (**Tabla 5-17**), sumando entre ambas estaciones un total de 15 observaciones.

Tabla 5-17 Recuento de observaciones estacionales de aceites y grasas según año de medición

Año	Estación				Total
	Invierno	Otoño	Primavera	Verano	
1997		x	x		2
1998		x	x		2
1999			x	x	2
2000	x	x			2
2001	x	x			2
2002	x		x		2
2003		x	x		2
2004	x				1
2005		x	x		2
2006		x			1
2007		x	x		2
Total	4	8	7	1	20

5.6.1.1 Cobre Total

Para la variable cobre total se cuenta con un total 35 observaciones entre los años 1993 y 2009, siendo las estaciones más representadas las correspondientes a otoño y primavera (**Tabla 5-18**), con un total de 22 observaciones.

Tabla 5-18 Recuento de observaciones estacionales de cobre total según año de medición

Año	Estación				Total
	Invierno	Otoño	Primavera	Verano	
1993			x		1
1994	x	x		x	3
1995	x			x	2
1996	x	x	x		3
1997		x	x		2
1998		x	x		2
1999			x	x	2
2000	x	x			2
2001	x	x			2
2002	x		x		2
2003		x	x		2
2004	x				1
2005		x	x		2
2006		x			1
2007		x	x		2
2008	x				1
2009			x	x	2
2010				x	1
2011		x	x		2
Total	8	11	11	5	35

Los resultados obtenidos con las variables seleccionadas en este estudio muestran que en general no existe una regularidad estacional en la medición o diseño de los planes de seguimiento. De esta forma, existen muchos valores que pierden su valor estadístico, ya que no se le dio una continuidad a la medición en los planes de seguimiento. Esto determina limitaciones importantes para la elaboración de inferencias estadísticas con los datos.

5.6.1.1 Coliformes Fecales

Para la variable coliformes fecales se tiene un total de 54 observaciones entre los años 1993 y 2018, en donde las estaciones más representadas corresponden a otoño y primavera, las cuales suman un total de 32 observaciones (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Tabla 5-19 Recuento de observaciones estacionales de coliformes fecales según año de medición

Año	Estación				Total
	Invierno	Otoño	Primavera	Verano	
1993			x		1
1994	x	x		x	3
1995	x			x	2
1996	x	x	x		3
1997		x	x		2
1998		x	x		2
1999			x	x	2
2000	x	x			2
2001	x	x			2
2002	x		x		2
2003		x	x		2
2004	x				1
2005		x	x		2
2006		x			1
2007		x	x		2
2009				x	1
2010	x				1
2011		x	x		2
2012	x	x	x	x	4
2013	x	x	x	x	4
2014	x		x		2
2015		x	x	x	3
2016		x		x	2
2017	x	x	x	x	4
2018		x		x	2
Total	12	17	15	10	54

5.6.1.1 Densidad

Para la variable densidad se tiene un total de 8 observaciones entre los años 2012 y 2018, con mediciones solo en las estaciones de invierno y verano. La estación más representada corresponde a verano (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Tabla 5-20 Recuento de observaciones estacionales de densidad según año de medición

Año	Estación		Total
	Invierno	Verano	
2012		x	1
2013		x	1
2015		x	1
2016	x	x	2
2017	x	x	2
2018		x	1
Total	2	6	8

5.6.1.1 Oxígeno Disuelto

Para la variable oxígeno disuelto se tiene un total de 28 observaciones, 7 por estación cada estación del año (**Tabla 5-21**), pero estas observaciones no son regulares en años sucesivos. La fracción de observaciones con mayor continuidad se produce entre los años 2015 y 2018. Sin embargo, resultan pocas observaciones con un total de 15 observaciones.

Tabla 5-21 Recuento de observaciones estacionales de oxígeno disuelto según año de medición.

Año	Estación				Total
	Invierno	Otoño	Primavera	Verano	
2004	x			x	2
2007		x	x		2
2008	x				1
2009		x	x	x	3
2010	x			x	2
2011		x	x		2
2013		x			1
2015	x		x	x	3
2016	x	x	x	x	4
2017	x	x	x	x	4
2018	x	x	x	x	4
Total	7	7	7	7	28

5.6.1.1 pH

Para la variable pH se tiene un total de solamente 9 observaciones, distribuidas en los años 2004 y el periodo 2015-2017. La estación con mayor representación corresponde al verano, con tan solo 3 mediciones, seguida de todas las demás estaciones con 2 observaciones cada una (**Tabla 5-22**).

Tabla 5-22 Recuento de observaciones estacionales de pH según año de medición.

Año	Estación				Total
	Invierno	Otoño	Primavera	Verano	
2004	x			x	2
2015			x		1
2016	x	x		x	3
2017		x	x	x	3
Total	2	2	2	3	9

5.6.1.1 Sólidos Suspendidos

Para la variable sólidos suspendidos se obtuvo un total de 8 observaciones entre los años 2007 y 2016 (no consecutivos), siendo la primavera la estación con mayor cantidad de observaciones: 4 (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). Se debe hacer la observación que en las fuentes de información no se especifica a que fracción corresponde la variable de sólidos suspendidos.

Tabla 5-23 Recuento de observaciones estacionales de sólidos suspendidos según año de medición

Año	Estación			Total
	Invierno	Otoño	Primavera	
2007		x	x	2
2008	x			1
2009			x	1
2011		x	x	2
2013		x		1
2016			x	1
Total	1	3	4	8

5.6.1.2 Temperatura

Para la variable temperatura se obtuvieron un total 21 observaciones, entre los años 2004 y 2018 (no consecutivos). La mayor parte de estas observaciones corresponden a la estación verano (7), seguido de invierno y otoño, con 5 observaciones cada una (**Tabla 5-24**).

Tabla 5-24 Recuento de observaciones estacionales de temperatura según año de medición.

Año	Estación				Total
	Invierno	Otoño	Primavera	Verano	
2004	x			x	2
2009		x			1
2012				x	1
2013		x		x	2
2015	x		x	x	3
2016	x	x	x	x	4
2017	x	x	x	x	4
2018	x	x	x	x	4
Total	5	5	4	7	21

5.6.2 Descripción Espaciotemporal de variables ambientales en Bahía Quintero

Los datos registrados en función de la profundidad se analizaron cada 25 cm, de forma que para cada análisis se revisan cuantos datos cumplen con esta condición. Los cuales son representados por un punto, que corresponde a la media de los valores observados de acuerdo las condiciones de cada análisis.

5.6.2.1 Aceites y Grasas

La variable Aceites y Grasas posee solamente 5 puntos en los distintos niveles de profundidad, observaciones donde se puede estimar su valor medio para el conjunto de los años del periodo de estudios.

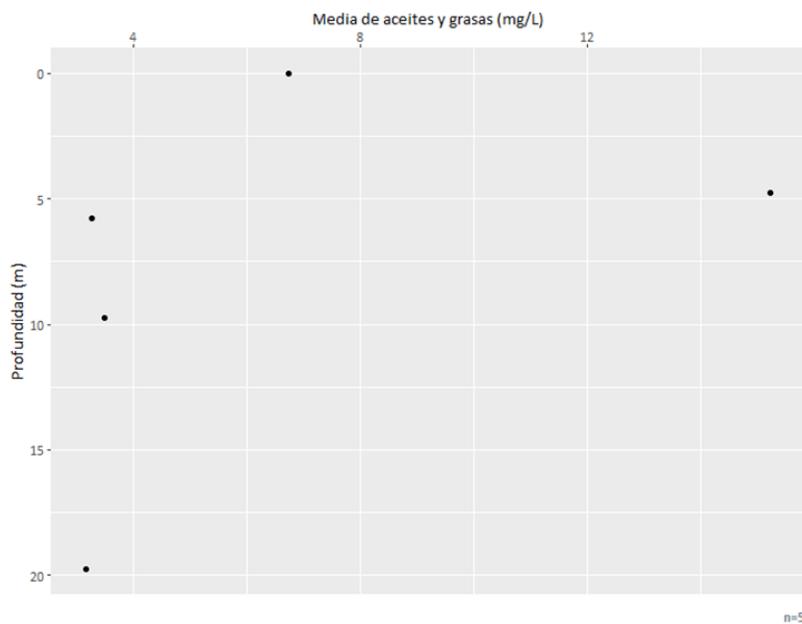


Figura 5-34 Media de aceites y grasas (mg/L) según profundidad, curva general.

Las mediciones son escasas y no muestran un patrón en función de los años ni de las estaciones del año.

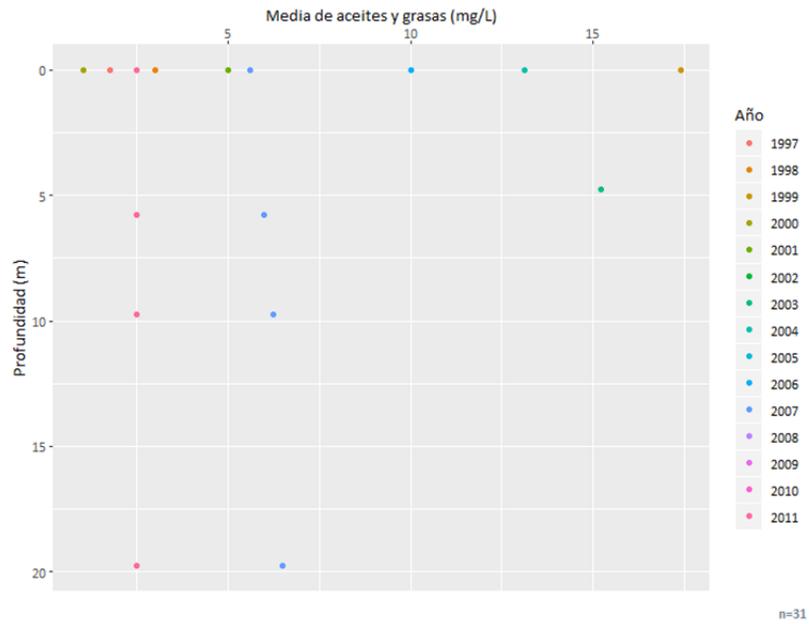


Figura 5-35 Media de aceites y grasas (mg/L) según profundidad y año.

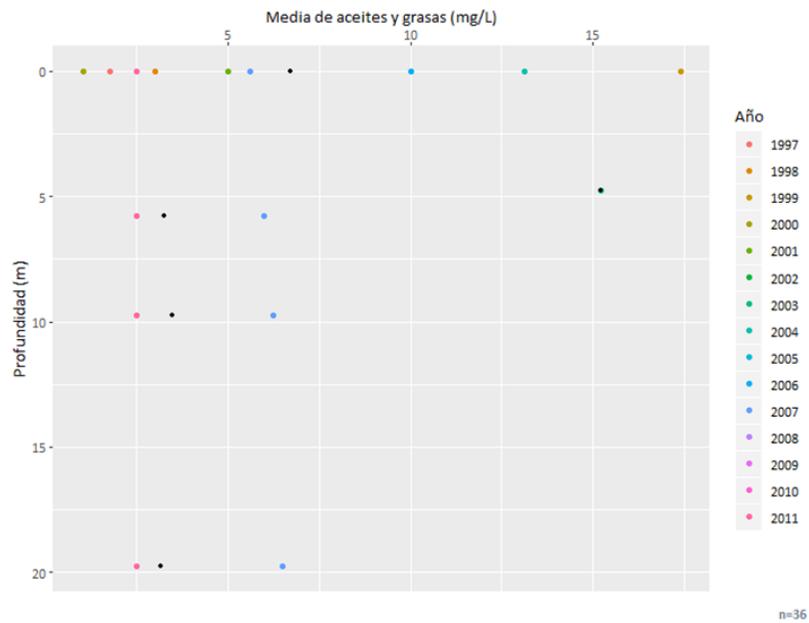


Figura 5-36 Media de aceites y grasas (mg/L) según profundidad. Curva general y por año.

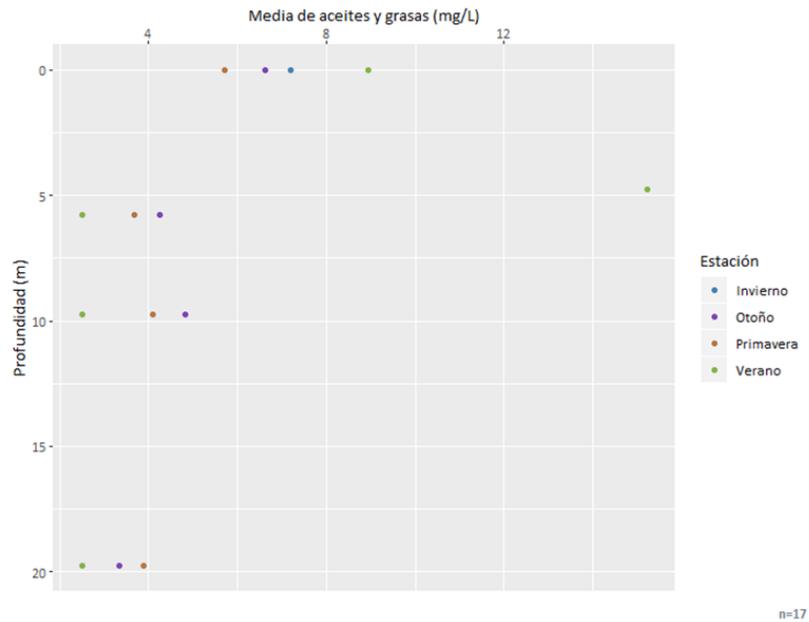


Figura 5-37 Media de aceites y grasas (mg/L) según profundidad y estación del año.

5.6.2.1 Cloro Libre Residual

Este material presenta mayores valores en las profundidades de bajo 10 metros y sus valores mayores son en los años 2017 y 2018. Este elemento está asociado al tratamiento de aguas servidas.

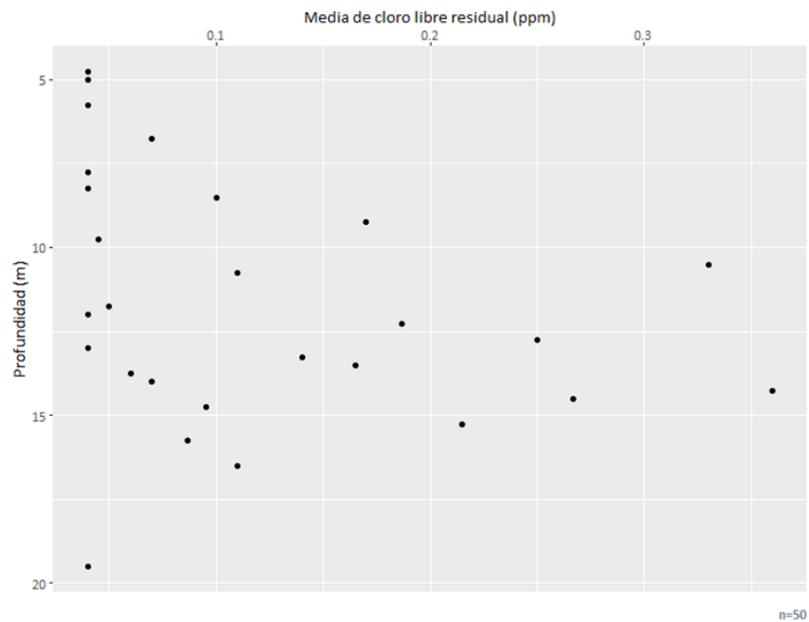


Figura 5-38 Media de cloro libre residual (ppm) según profundidad, curva general.

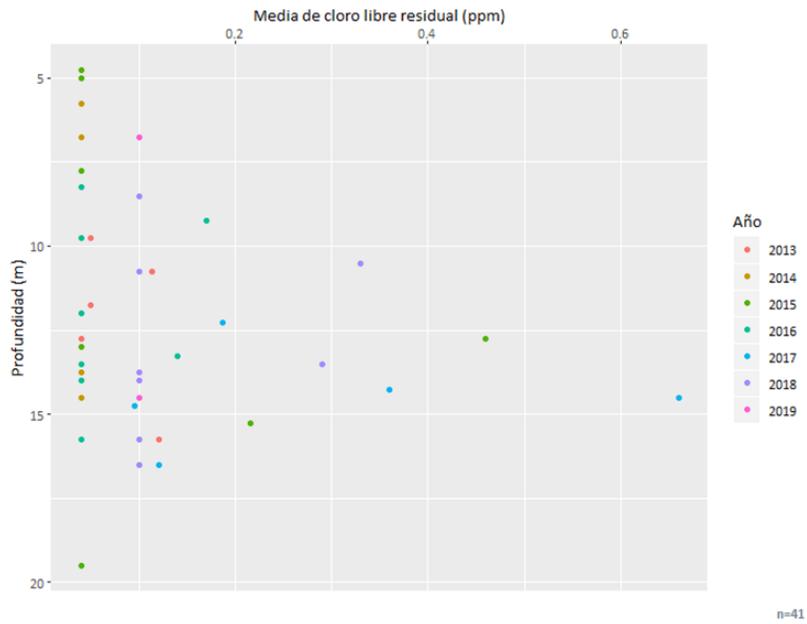


Figura 5-39 Media de cloro libre residual (ppm) según profundidad y año.

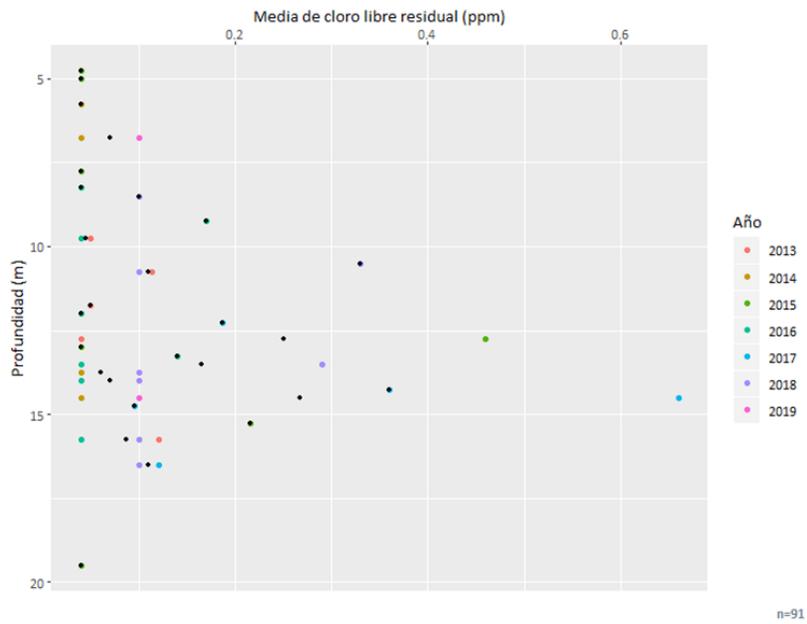


Figura 5-40 Media de cloro libre residual (ppm) según profundidad, curva general y por año.

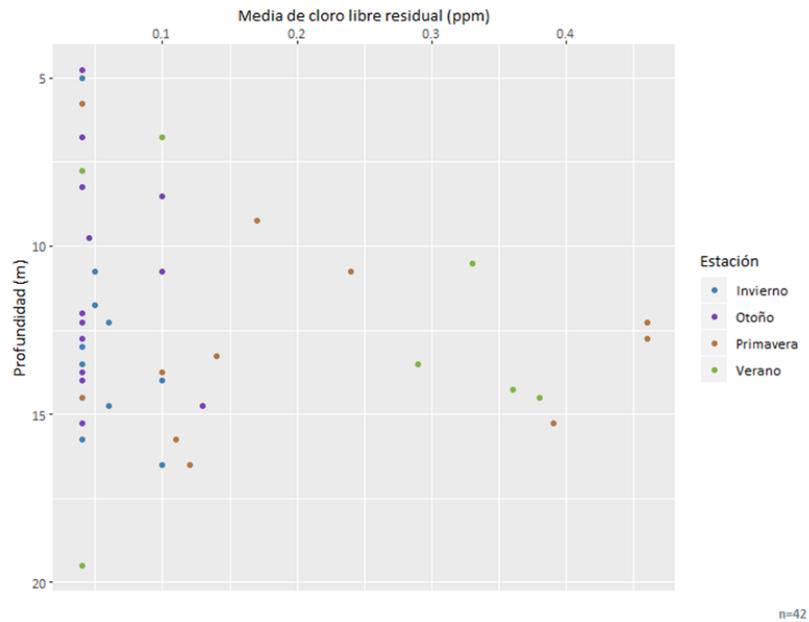


Figura 5-41 Media de cloro libre residual (ppm) según profundidad y estación del año.

5.6.2.2 Cobre

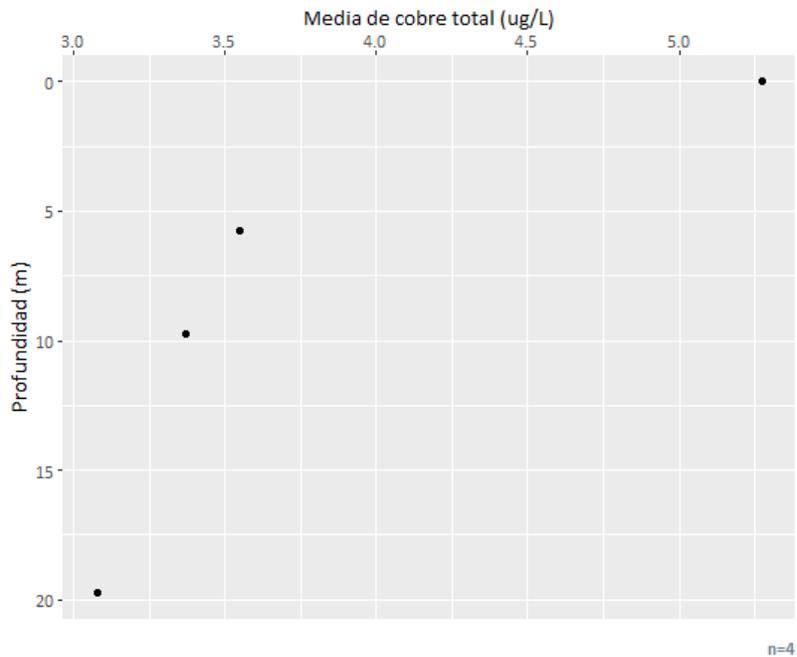


Figura 5-42 Media de cobre total ($\mu\text{g/L}$) según profundidad, curva general.

Las mediciones son pocas, siendo los valores en las aguas superficiales los que presentan valores mayores. No ocurren diferencias importantes ni en función de los años, ni de las estaciones del año.

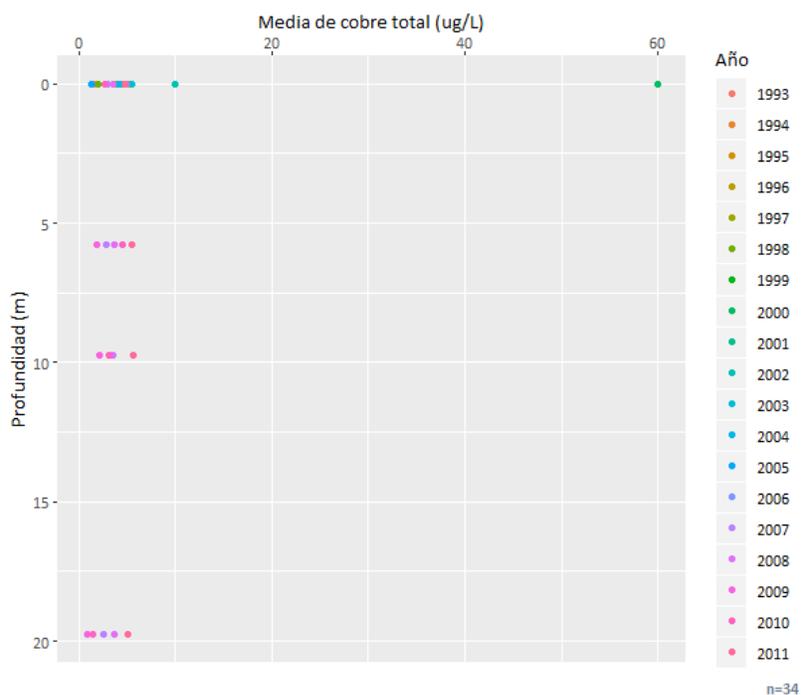


Figura 5-43 Media de cobre total ($\mu\text{g/L}$) según profundidad y año.

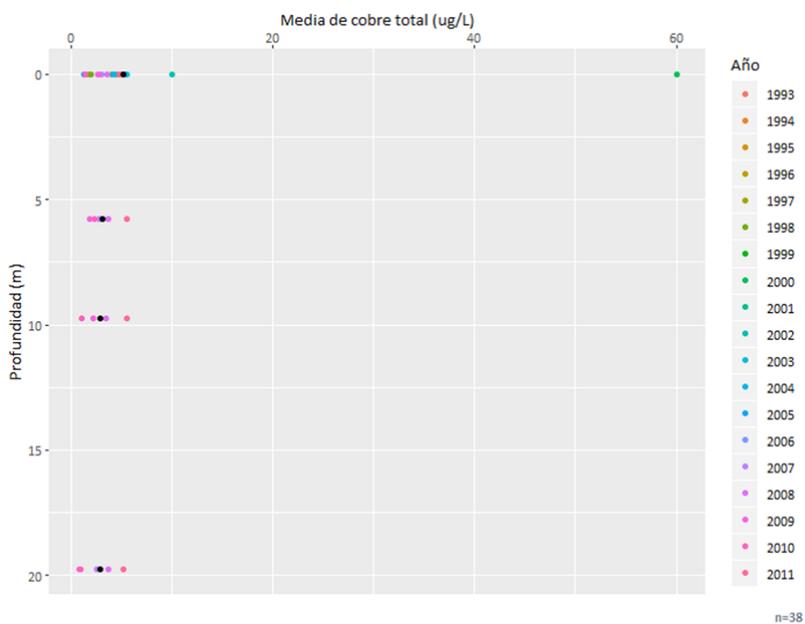


Figura 5-44 Media de cobre total ($\mu\text{g/L}$) según profundidad, curva general y por año.

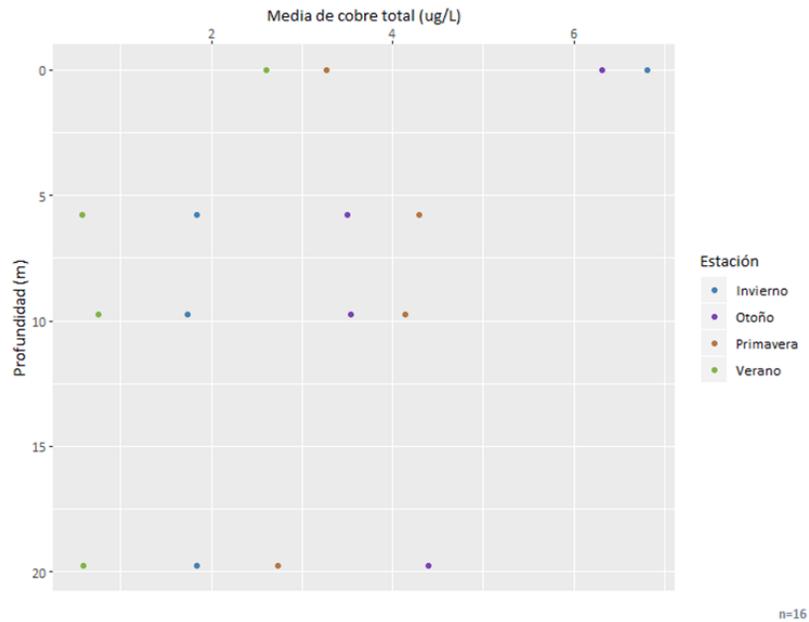


Figura 5-45 Media de cobre total ($\mu\text{g/L}$) según profundidad y estación del año.

5.6.2.3 Coliformes Fecales

Esta variable muestra sus valores más importantes en los primeros 5 metros de profundidad y está asociado a las descargas de la PTAS . El agua servida proveniente de la ciudad debe subir hacia la superficie, transportando los coliformes fecales.

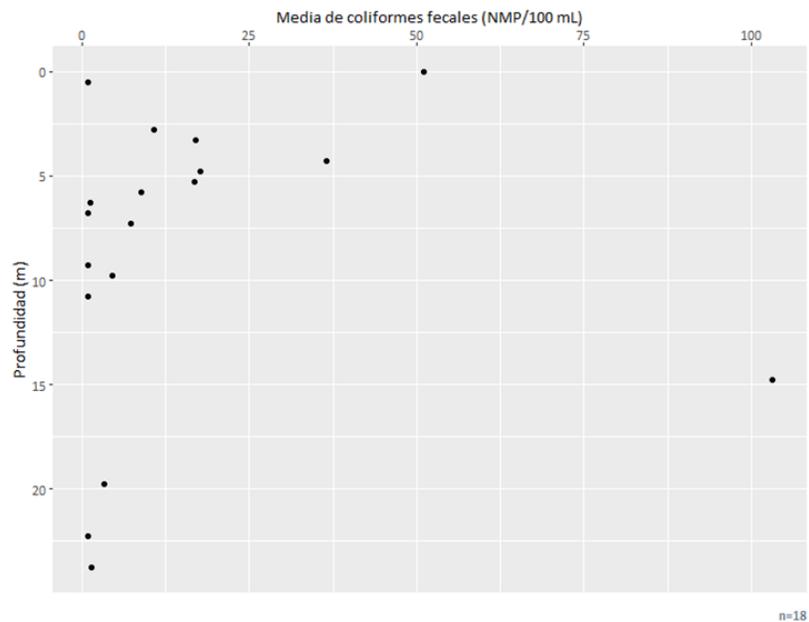


Figura 5-46 Media de coliformes fecales (NMP/100 mL) según profundidad y año.

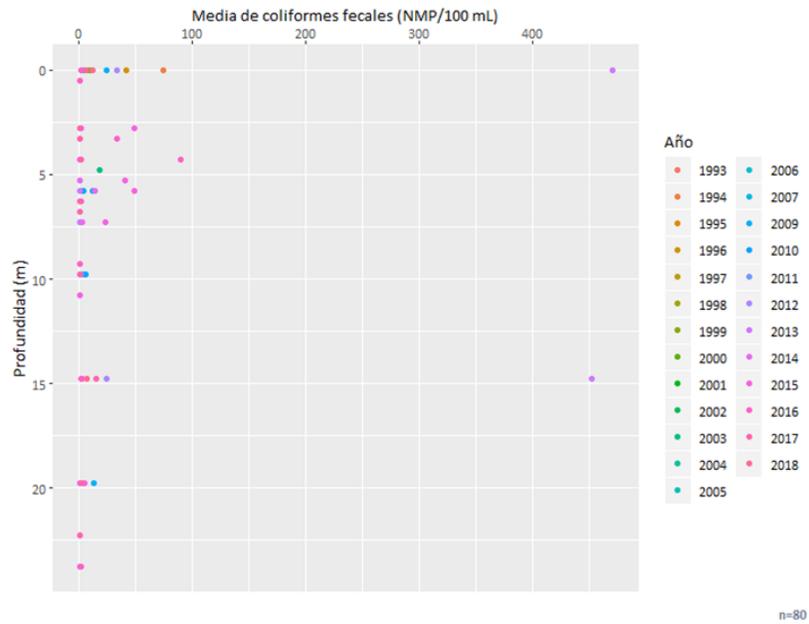


Figura 5-47 Media de coliformes fecales (NMP/100 mL) según profundidad y año.

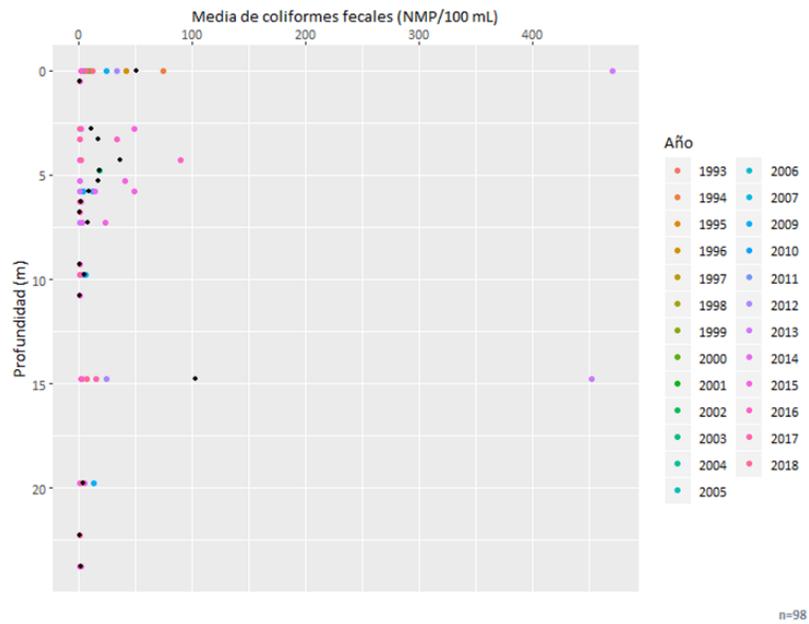


Figura 5-48 Media de coliformes fecales (NMP/100 mL) según profundidad, curva general y por año.

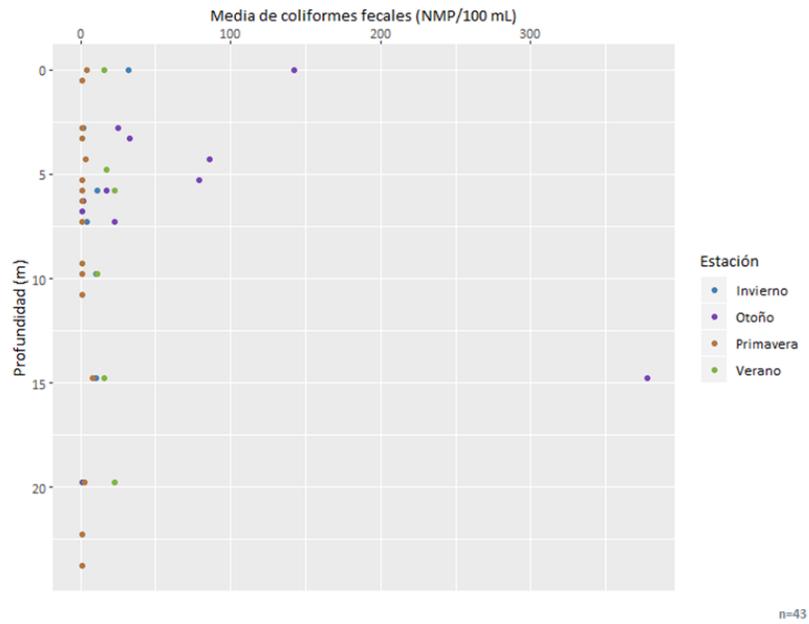


Figura 5-49 Media de coliformes fecales (NMP/100 mL) según profundidad y estación del año.

5.6.2.1 Densidad

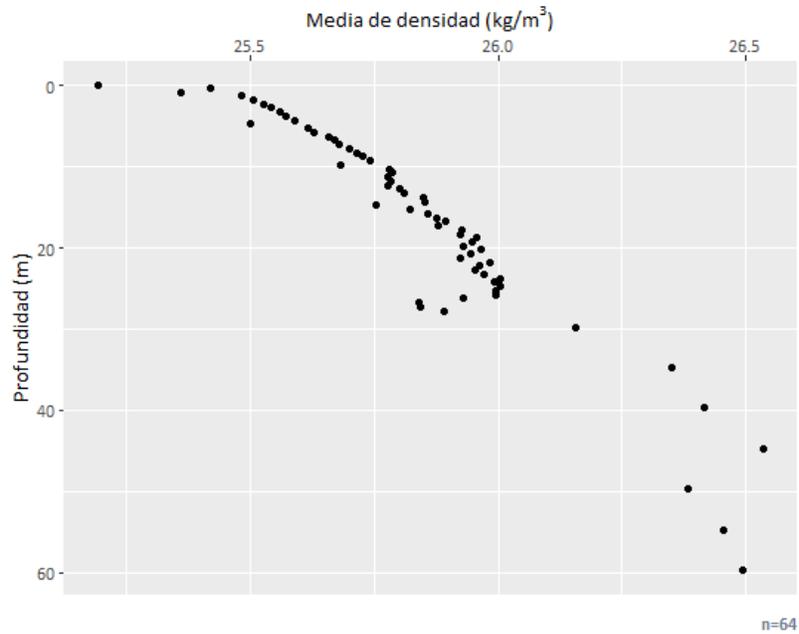


Figura 5-50 Media de densidad (kg/m^3) según profundidad, curva general.

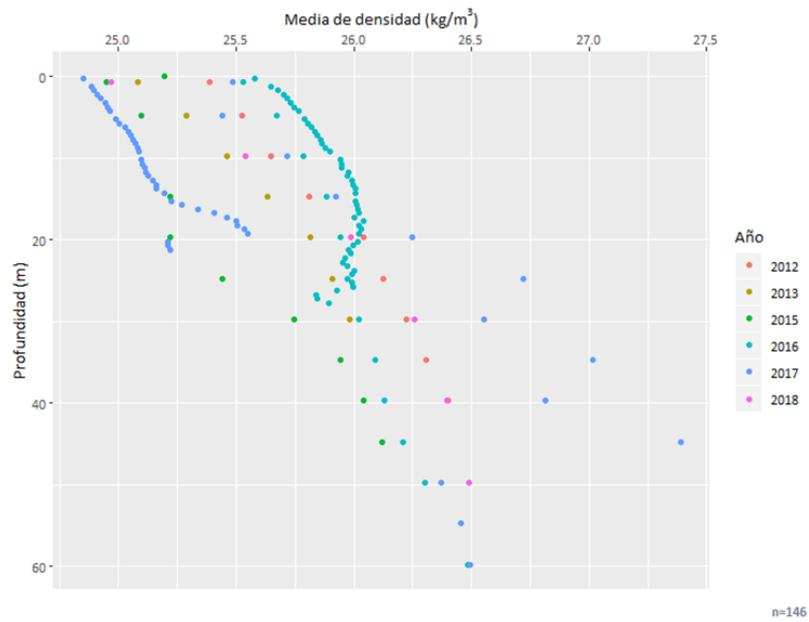


Figura 5-51 Media de densidad (kg/m³) según profundidad y año.

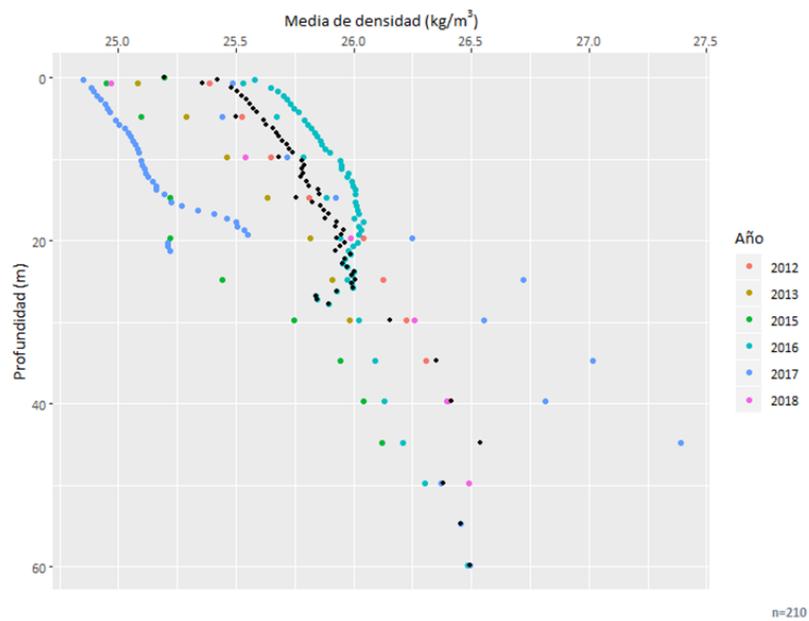


Figura 5-52 Media de densidad (kg/m³) según profundidad, curva general y por año.

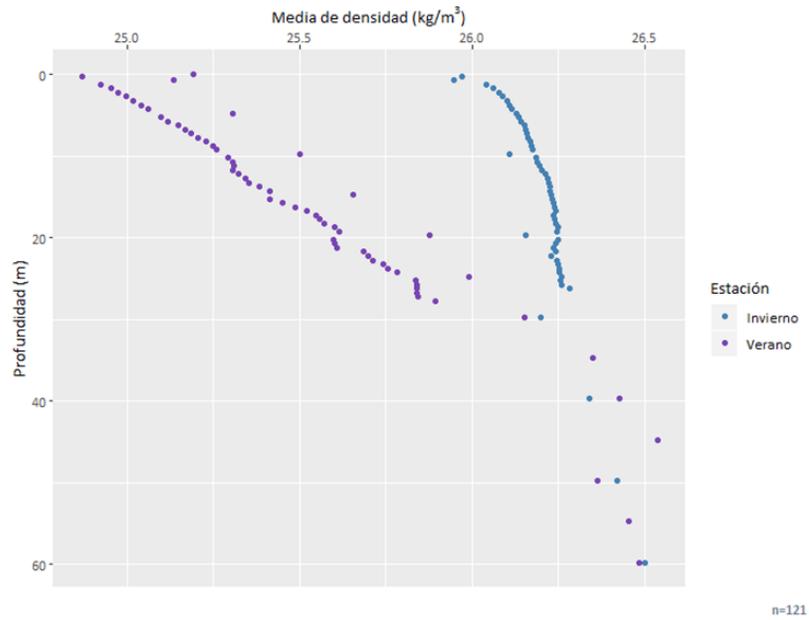


Figura 5-53 Media de densidad (kg/m³) según profundidad y estación del año.

Fósforo Total

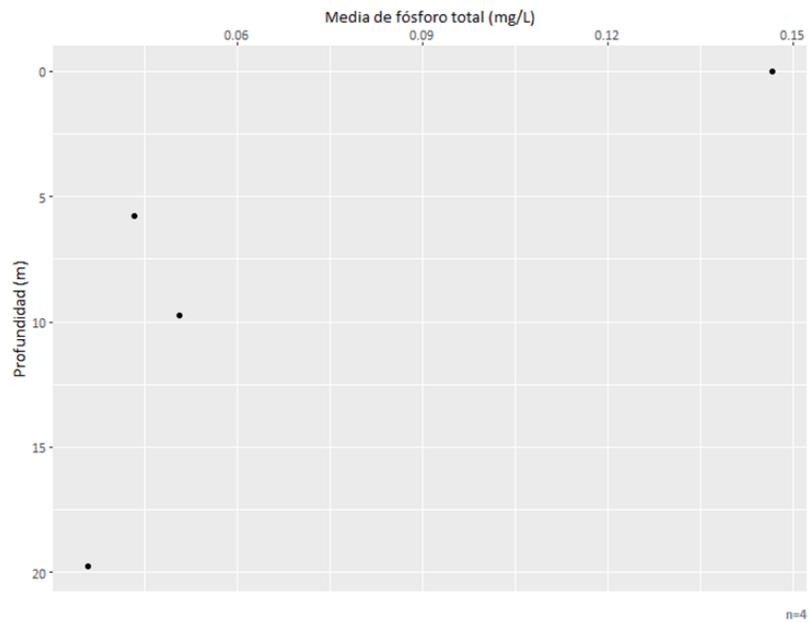


Figura 5-54 Media de fósforo total (mg/L) según profundidad, curva general.

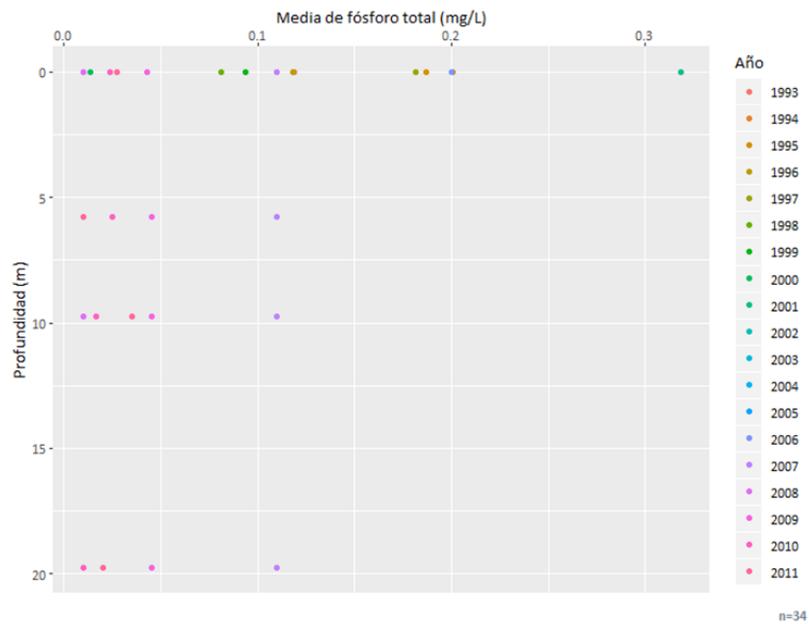


Figura 5-55 Media de fósforo total (mg/L) según profundidad y año.

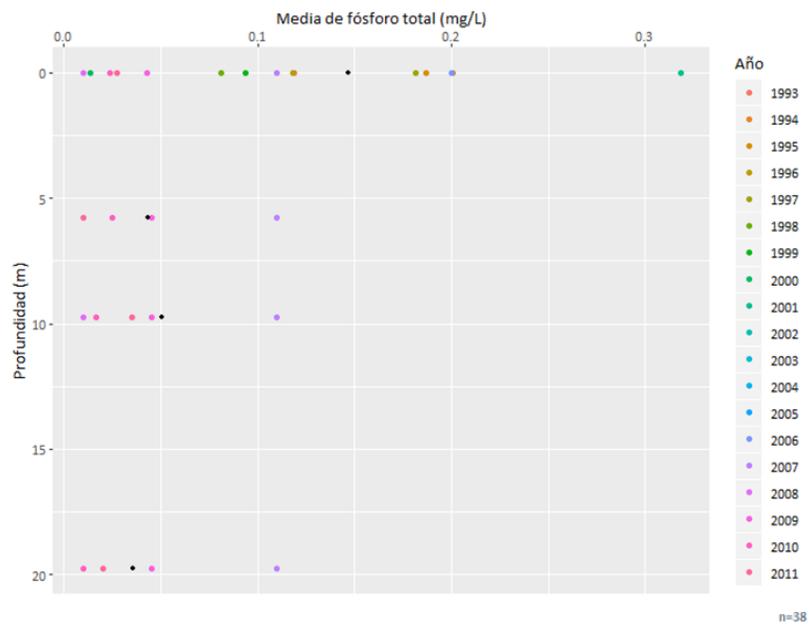


Figura 5-56 Media de fósforo total (mg/L) según profundidad, curva general y por año.

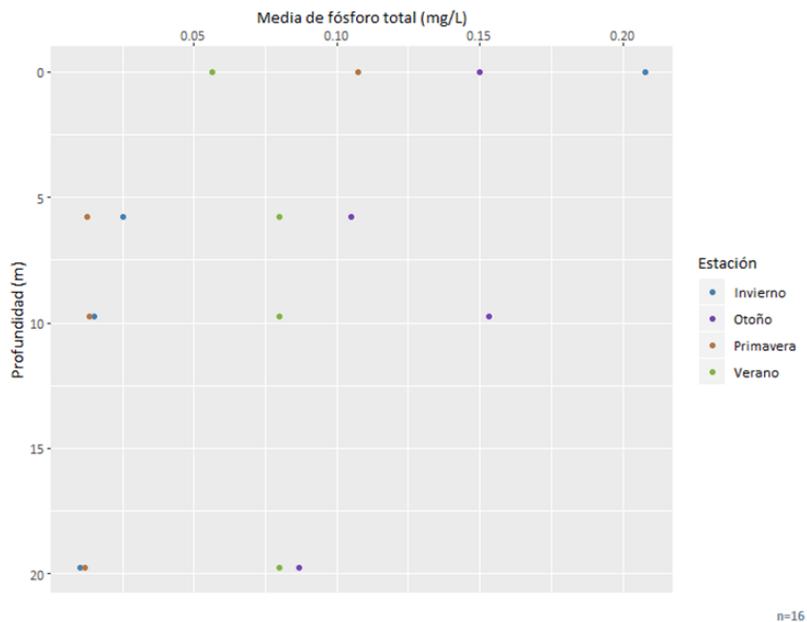


Figura 5-57 Media de fósforo total (mg/L) según profundidad y estación del año.

5.6.2.2 Hidrocarburos Totales

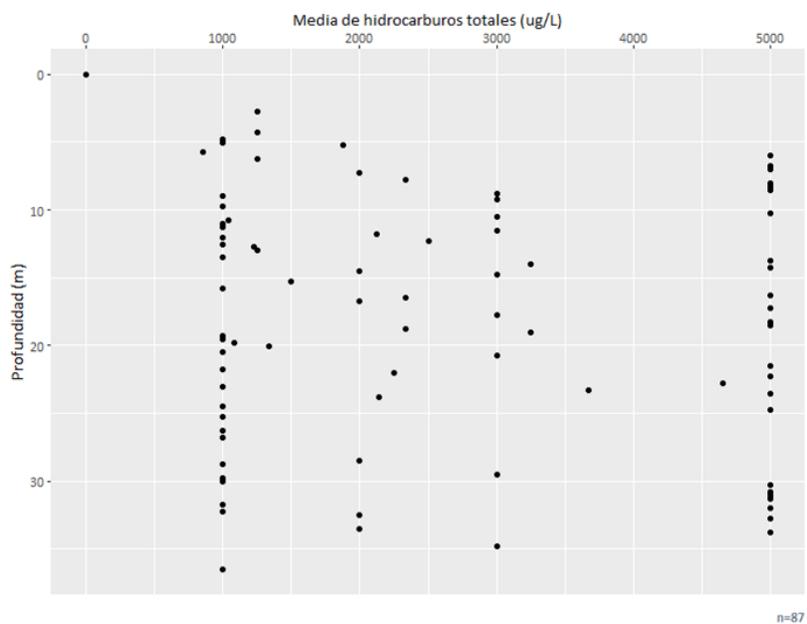


Figura 5-58 Media de hidrocarburos totales ($\mu\text{g/L}$) según profundidad, curva general.

Presentan niveles bastante homogéneos en la columna de agua, con valores entre 1 y 5 mg/l. Desde el punto de vista anual, ha ocurrido un incremento, especialmente en los años 2018 y 2019, y no hay una clara diferenciación en función de las estaciones del año.

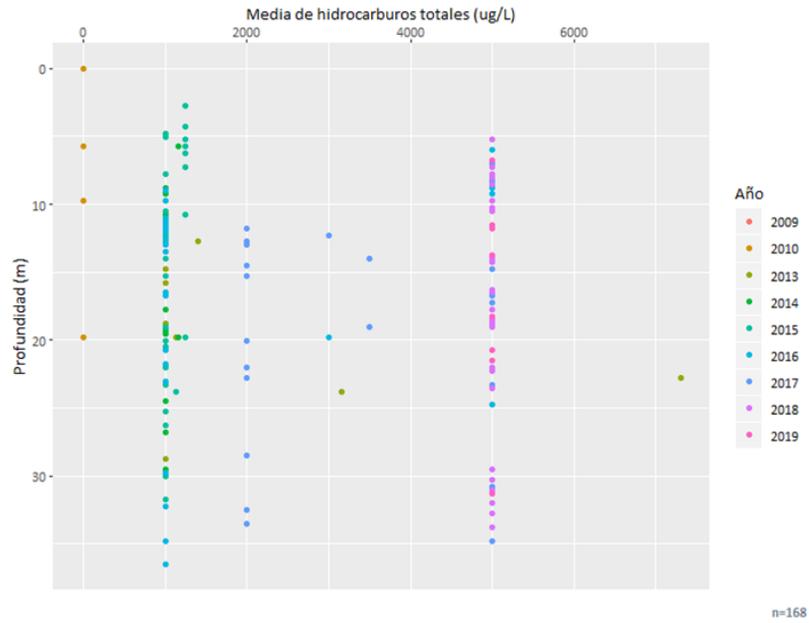


Figura 5-59 Media de hidrocarburos totales ($\mu\text{g/L}$) según profundidad y año.

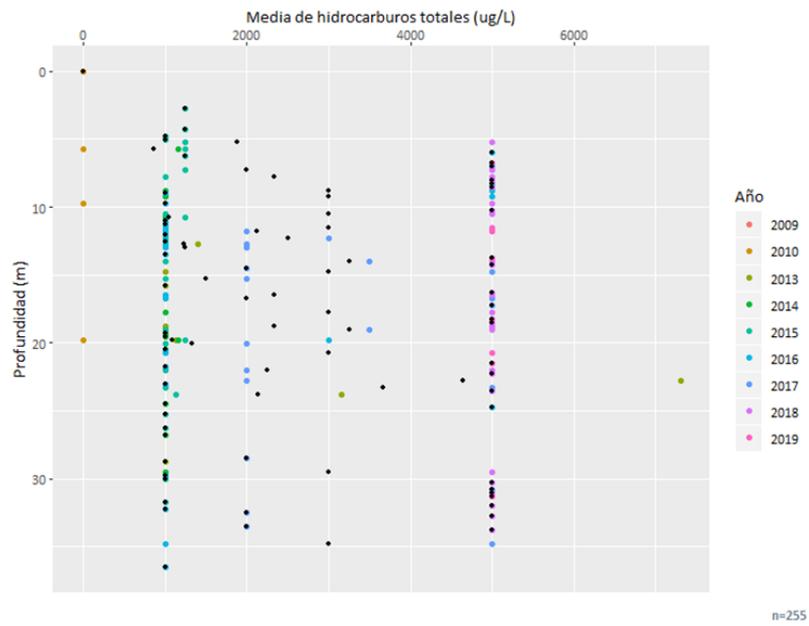


Figura 5-60 Media de hidrocarburos totales ($\mu\text{g/L}$) según profundidad, curva general y por año.

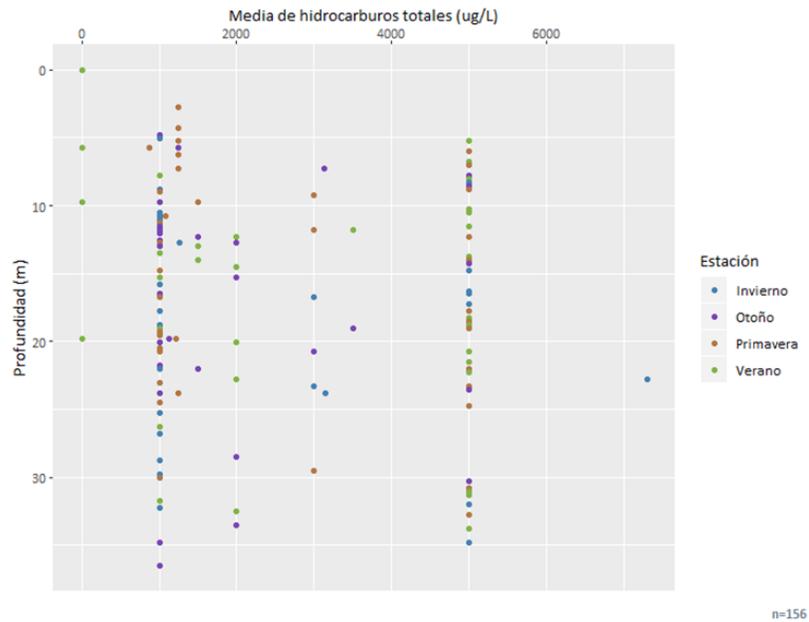


Figura 5-61 . Media de hidrocarburos totales (µg/L) según profundidad y estación del año.

5.6.2.3 Oxígeno Disuelto

Los valores < 3 mg/L pueden corresponder a la zona mínima de oxígeno (ZMO) o bien a procesos de perturbación en la bahía producto de las descargas de aguas servidas u otras actividades productivas. De acuerdo con los registros, la mayor parte de esos valores se observan en las estaciones de primavera y verano. Valores entre 3 y 4 mg/l se observan principalmente en otoño. Los valores de invierno casi no caen bajo el umbral de los 4mg/l.

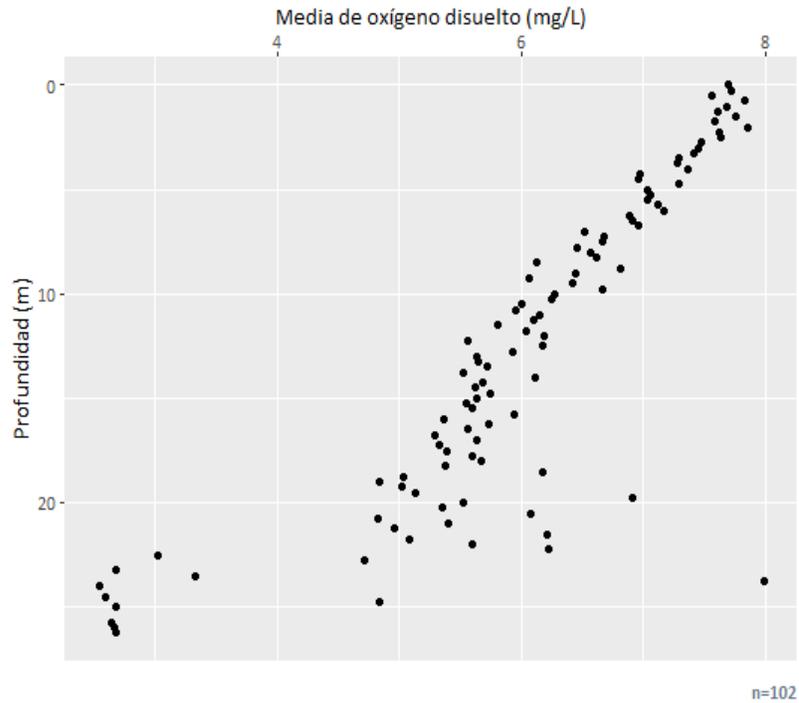


Figura 5-62 Media de oxígeno disuelto (mg/L) según profundidad, curva general.

Los valores medios muestran una disminución del oxígeno en función de la profundidad, en un patrón esperado hasta los 20 metros. Bajo esa profundidad hay un grupo de valores muy bajos y que representan una anomalía respecto de la curva esperada. Por otra parte, también ocurren niveles importantes en profundidades mayores a 20 metros, y que muestran una cierta complejidad de la circulación de las masas de agua en la bahía. Los valores muy bajos y profundos corresponderían a puntos que se encuentran cercanos a la descarga de la planta de tratamiento de aguas servidas en la bahía y no representarían al sistema natural.

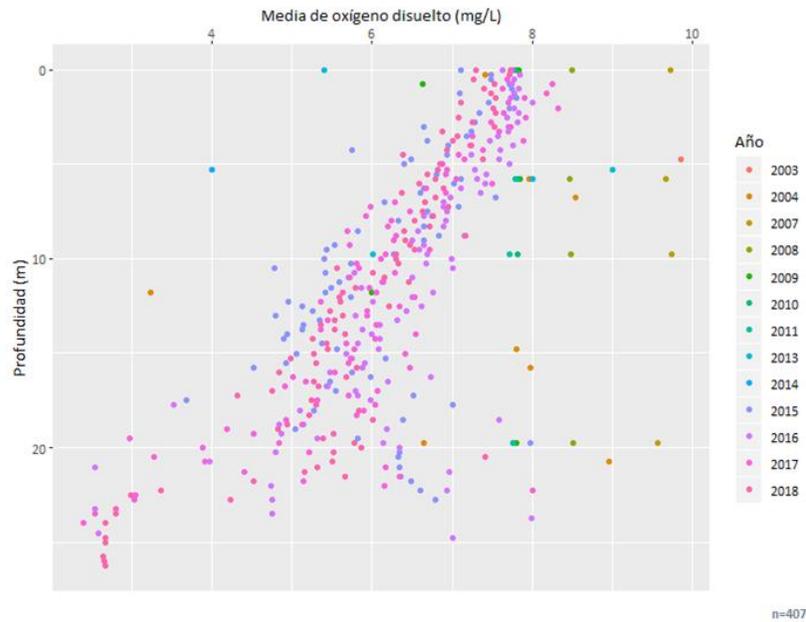


Figura 5-63 Media de oxígeno disuelto (mg/L) según profundidad y año.

En función de los años los valores medios de OD también presentan una disminución. Sin embargo, a profundidades mayores de 20 m sufren un aumento notable en su dispersión. En función de las estaciones del año, la columna de agua presenta en invierno, diferencias menores entre la superficie y las medidas de mayor profundidad.

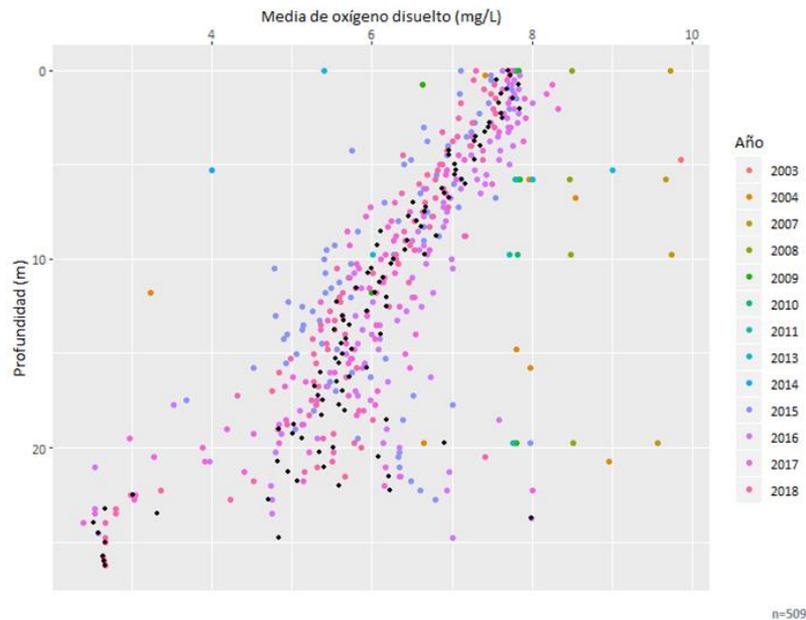


Figura 5-64 Media de oxígeno disuelto (mg/L) según profundidad, curva general y por año.

En cambio, los valores menores se presentan en verano y la parte inferior de la columna de agua, con niveles que pueden considerarse bajos y no adecuados para algunos grupos de organismos o especies más sensibles.

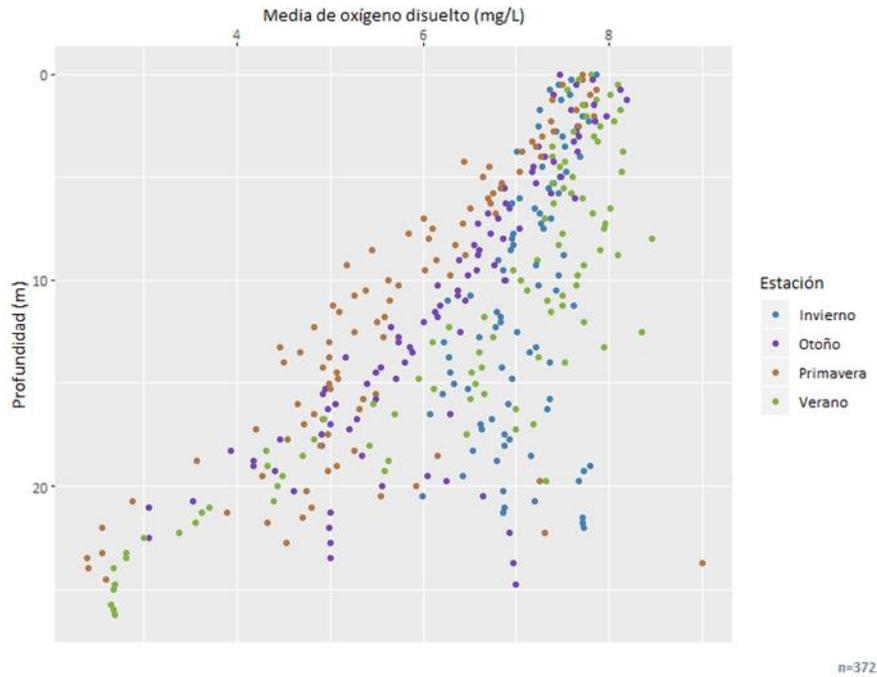


Figura 5-65 Media de oxígeno disuelto (mg/L) según profundidad y estación del año.

5.6.2.3.1 Análisis de la Distribución Espacial del Oxígeno Disuelto

En este acápite se analizan los datos de oxígeno disuelto para el conjunto de años de observación, obteniéndose un valor único para el punto. Este análisis supone que la bahía es homogénea, o una unidad respecto de las variables que se incluyen en el análisis.

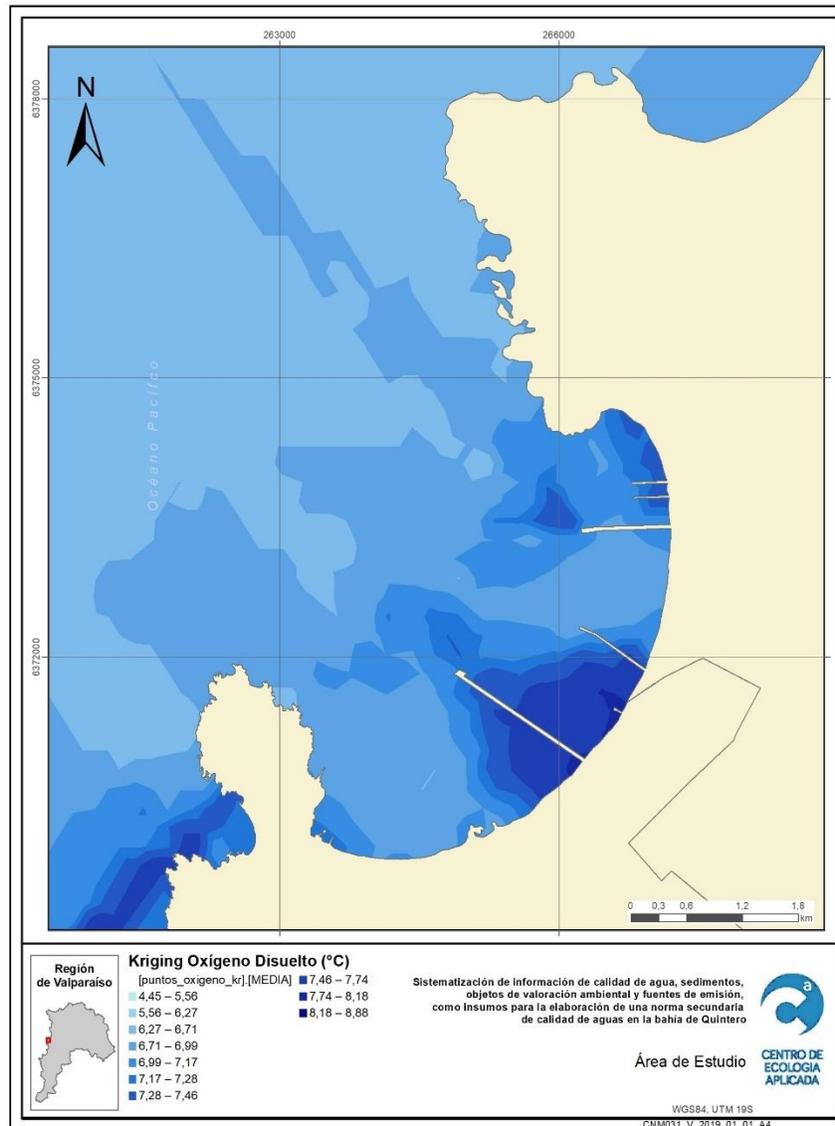


Figura 5-66 Media de Oxígeno Disuelto en la columna de agua en la bahía de Quintero.

5.6.2.4 pH

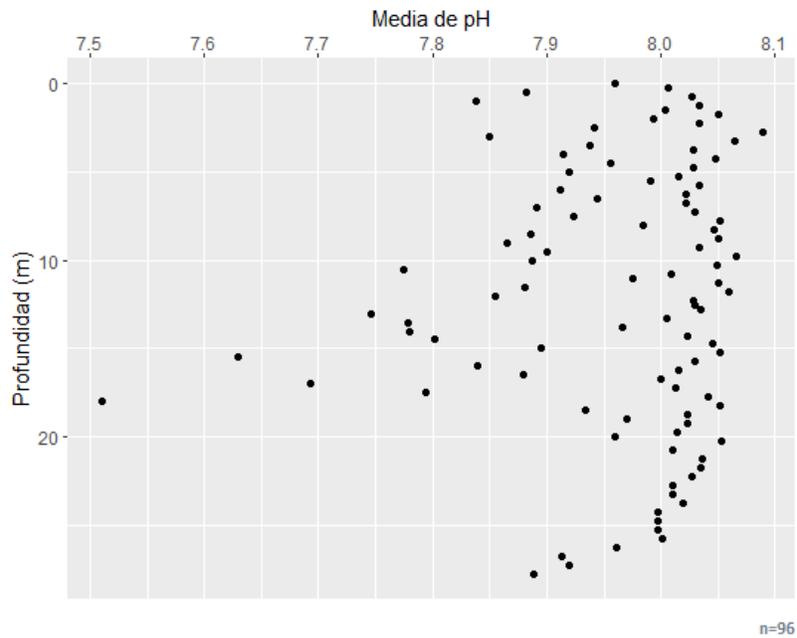


Figura 5-67 Media de pH según profundidad, curva general.

El pH es bastante estable en la columna de agua y en general se encuentra en valores cercanos a 8. El año 2016 presentó valores mucho más estables en la columna de agua.

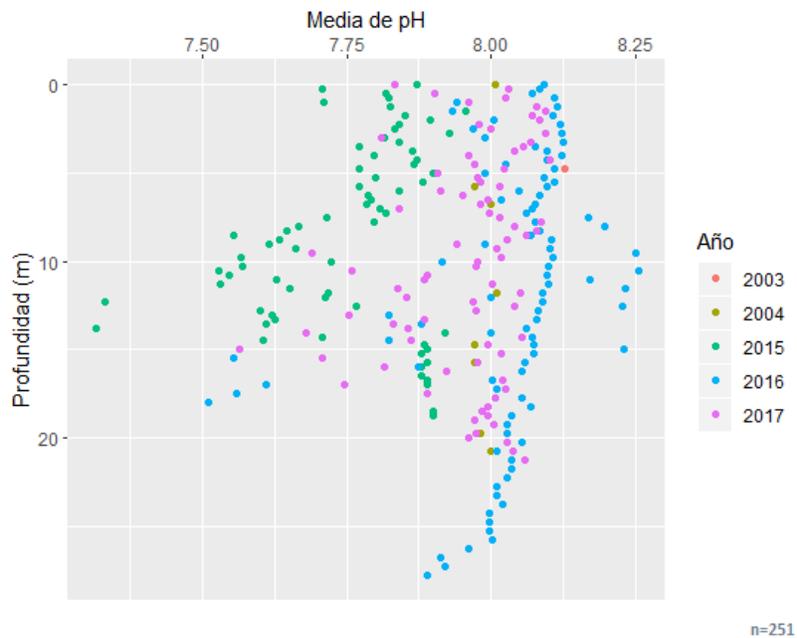


Figura 5-68 Media de pH según profundidad y año.

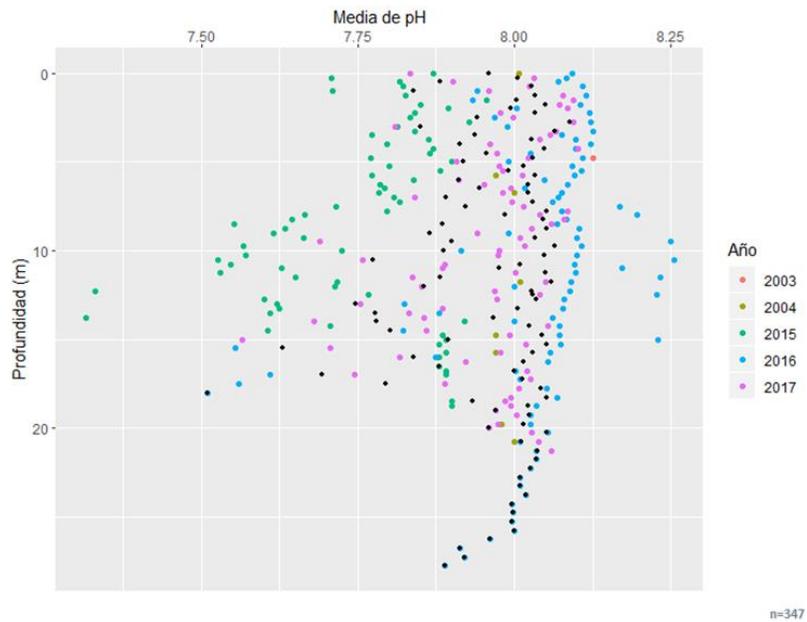


Figura 5-69 Media de pH según profundidad, curva general y por año.

Estacionalmente, es en la primavera cuando se presentan los valores más bajos, pero siempre sobre el valor 7.

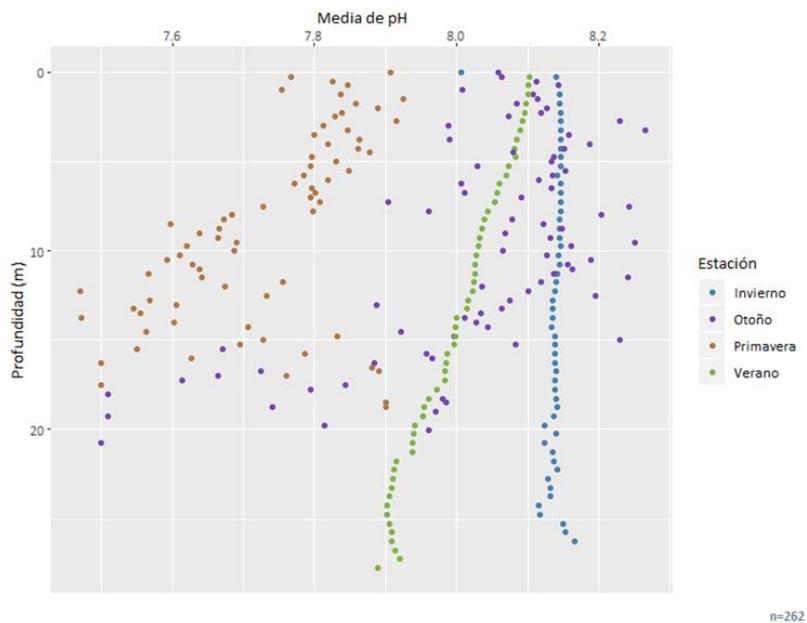


Figura 5-70 Media de pH según profundidad y estación del año.

5.6.2.5 Sólidos Disueltos

Los valores medidos son escasos y no se evidencian patrones anuales ni estacionales. Se debe hacer la observación que en las fuentes de información no se especifica a que fracción corresponde la variable de sólidos suspendidos.

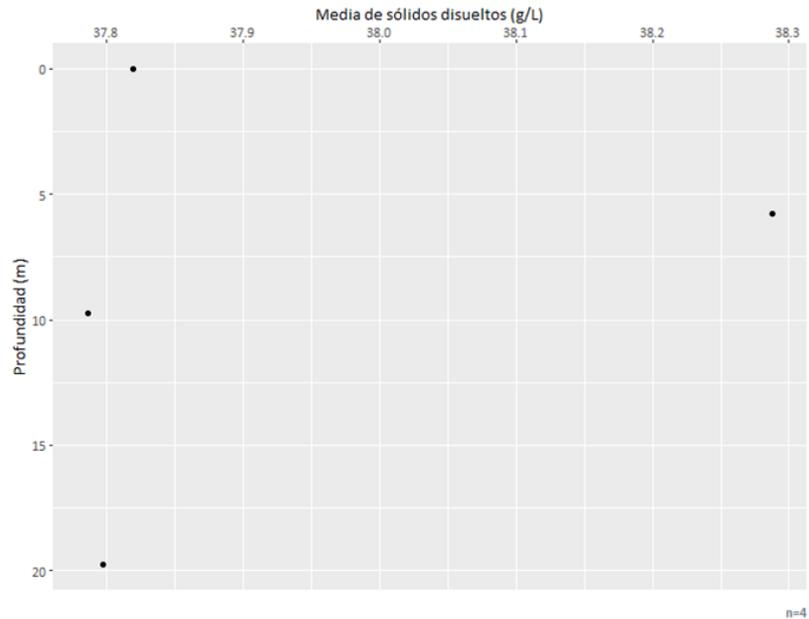


Figura 5-71 Media de sólidos disueltos (g/L) según profundidad, curva general.

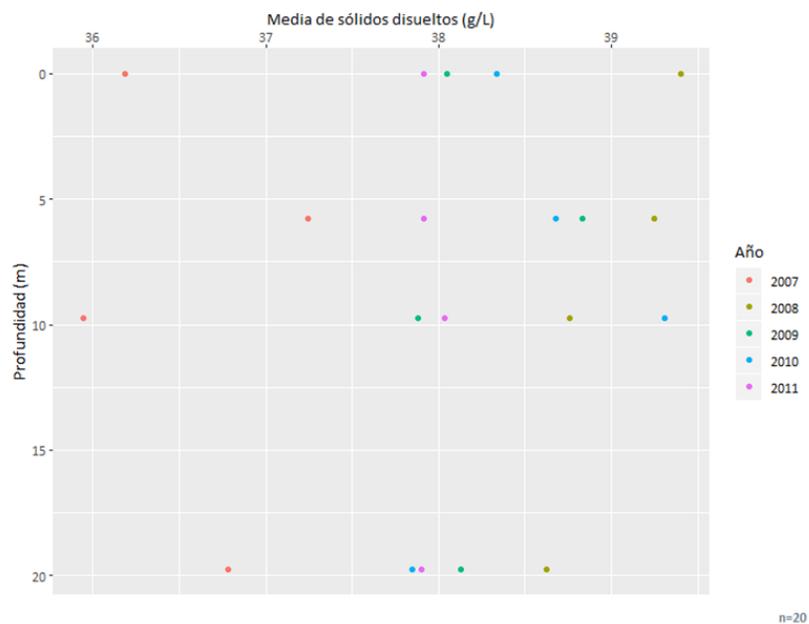


Figura 5-72 Media de sólidos disueltos (g/L) según profundidad y año.

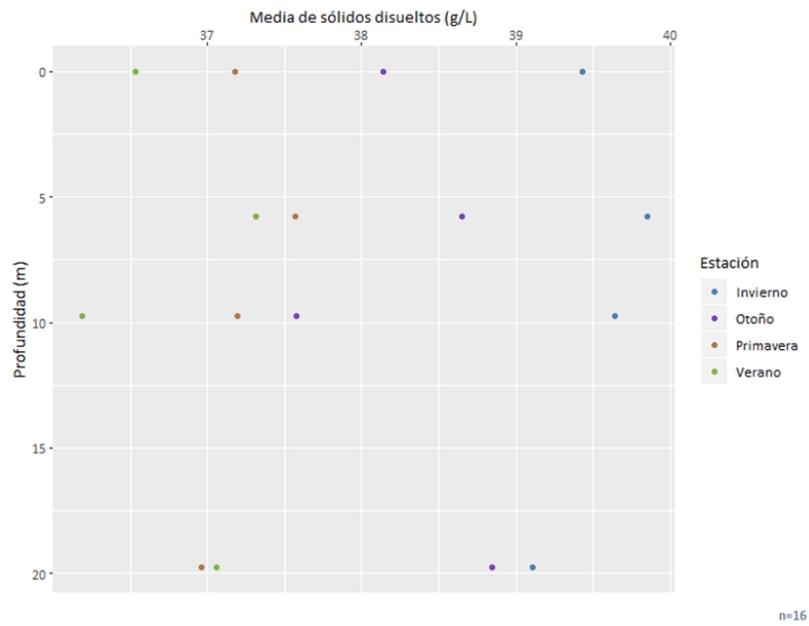


Figura 5-73 Media de sólidos disueltos (g/L) según profundidad y estación del año.

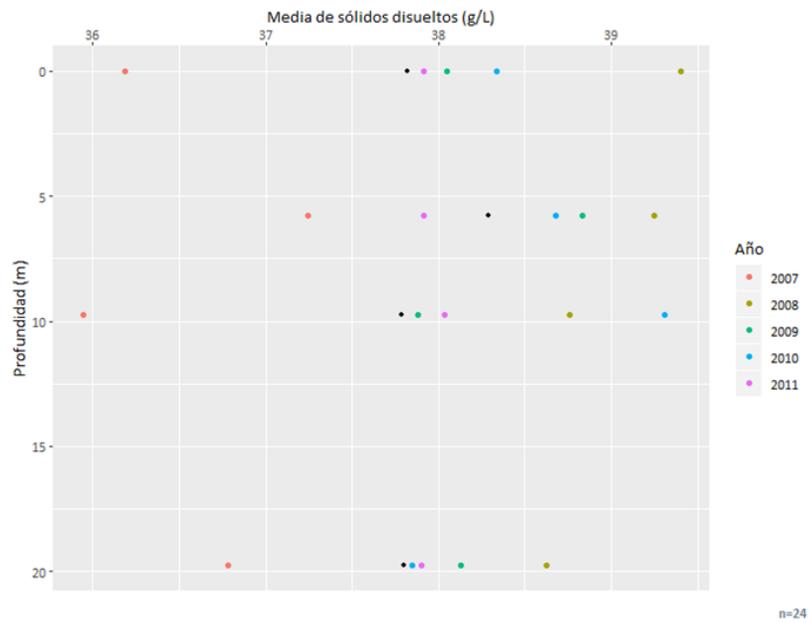


Figura 5-74 Media de sólidos disueltos (mg/L) según profundidad, curva general y por año.

5.6.2.6 Sólidos Suspendidos

Los valores se presentan bastante homogéneos en función de la profundidad. No obstante, se puede apreciar que existe una mayor dispersión de las concentraciones en la parte más superficial de la columna de agua. Algunos años presentaron valores más altos en los 20 metros superiores de la columna de agua. Se debe hacer la observación que en las fuentes de información no se especifica a que fracción corresponde la variable de sólidos suspendidos.

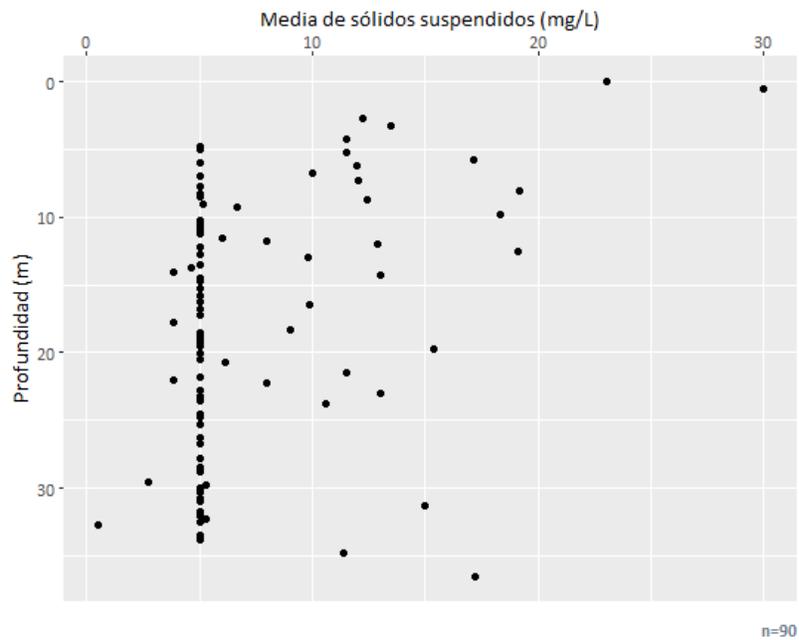


Figura 5-75 Media de sólidos suspendidos (mg/L) según profundidad, curva general.

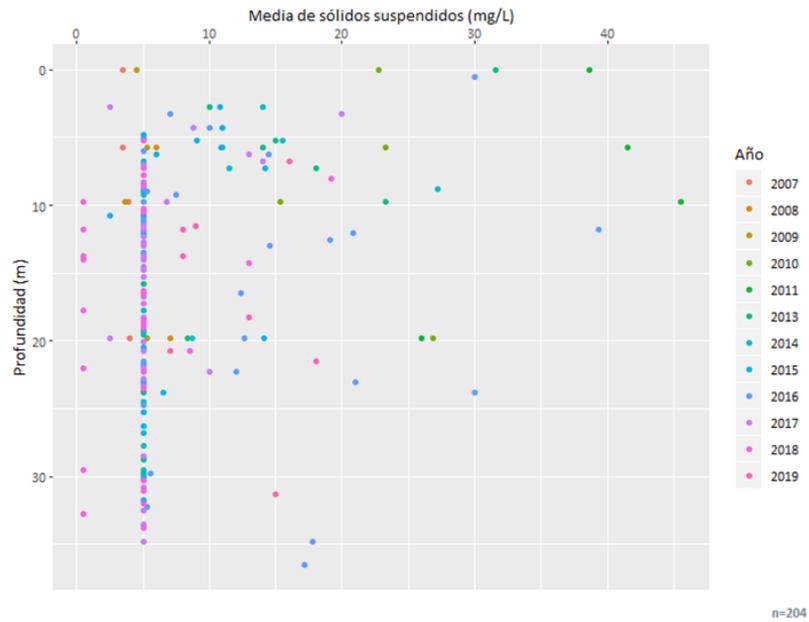


Figura 5-76 Media de sólidos suspendidos (mg/L) según profundidad y año.

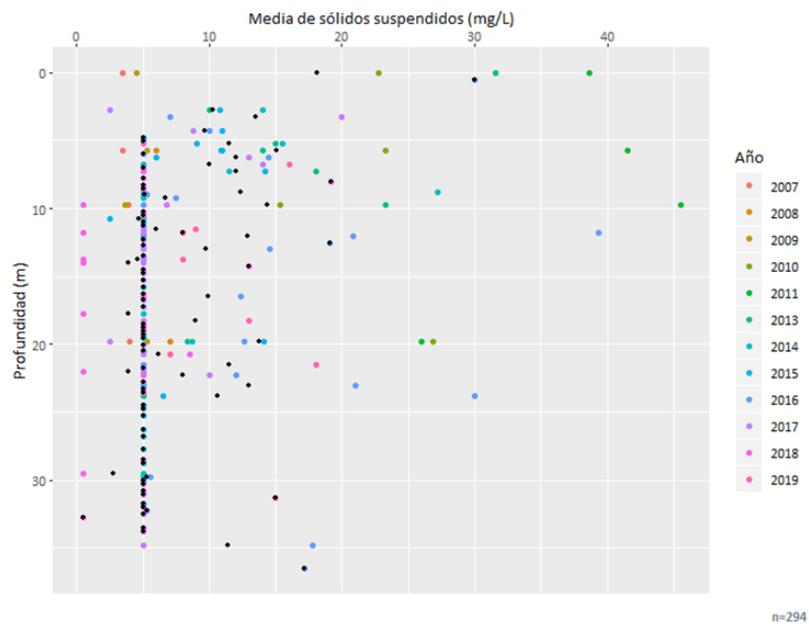


Figura 5-77 Media de sólidos suspendidos (mg/L) según profundidad, curva general y por año.

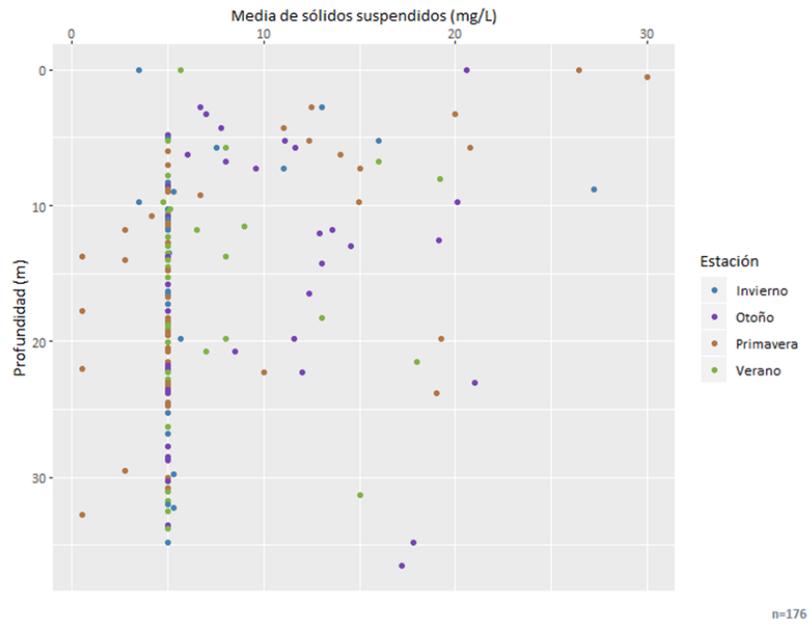


Figura 5-78 Media de sólidos suspendidos (mg/L) según profundidad y estación del año.

5.6.2.1 Temperatura

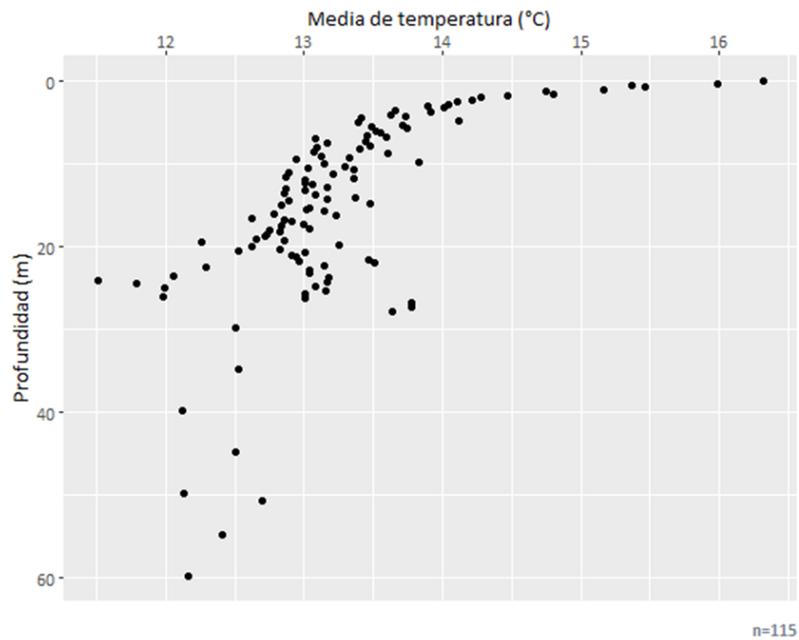


Figura 5-79 Media de temperatura (°C) según profundidad, curva general.

La curva de descenso de la temperatura desde los niveles superficiales hacia los profundos disminuye rápidamente en superficie desde los 18 hasta los 14 °C en los dos primeros metros. La temperatura presenta una variabilidad mucho mayor en superficie y disminuye en profundidad. No obstante, se puede apreciar que el año 2009, es particularmente anómalo en sus valores.

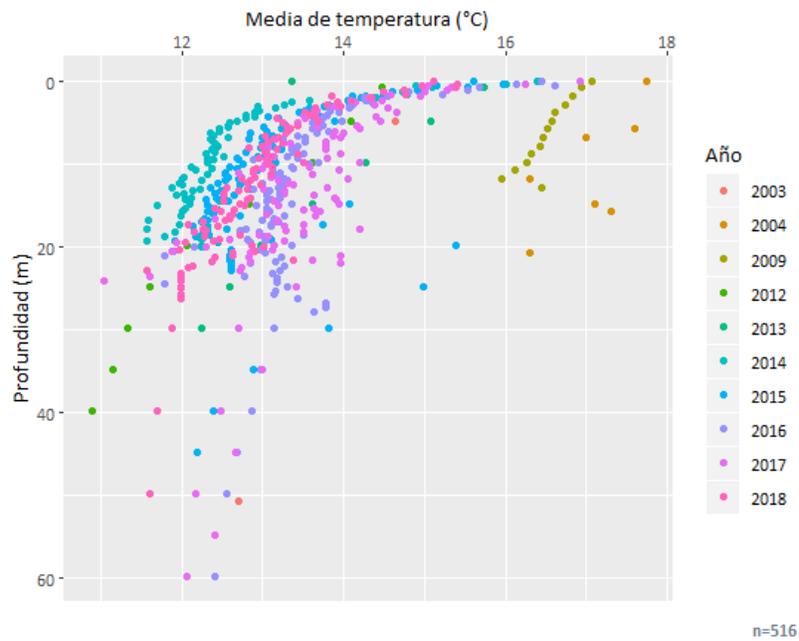


Figura 5-80 Media de temperatura (°C) según profundidad y año.

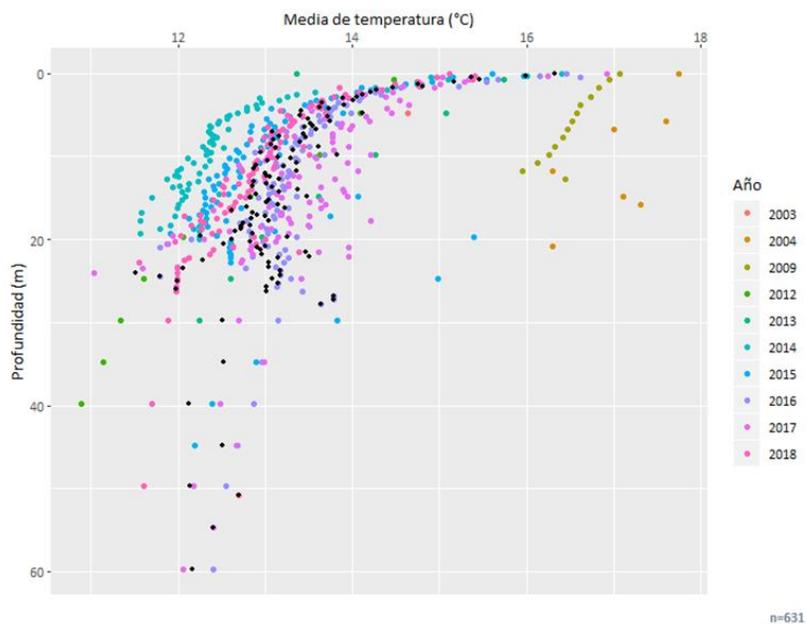


Figura 5-81 Media de temperatura (°C) según profundidad, curva general y por año.

La observaciones en función de la profundidad muestran que en general las temperatura de la estación de verano es más alta que las demás estaciones en casi todos los niveles de profundidad. La estación de invierno es la que presenta las temperaturas más bajas en

superficie, pero cerca de los 5 metros de profundidad, la temperatura es más baja en primavera. En todas las estaciones, la temperatura disminuye con la profundidad.

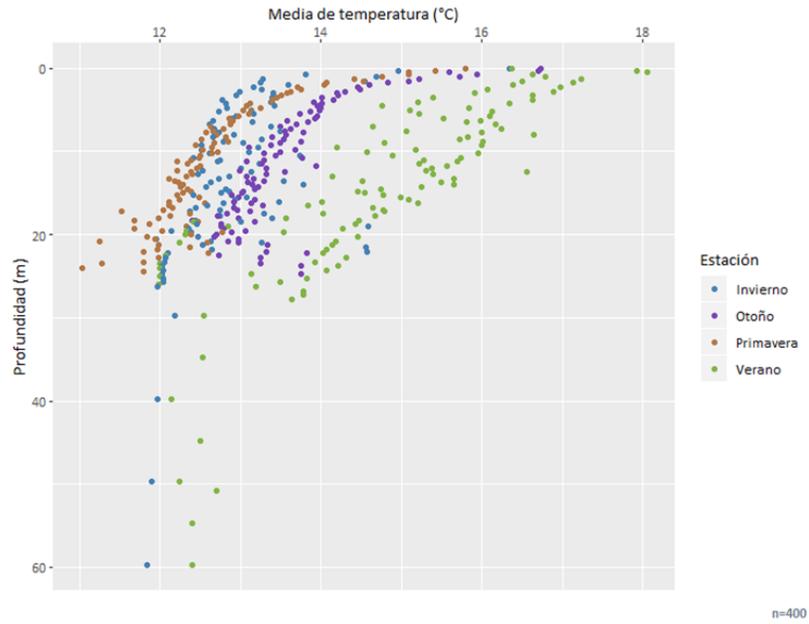


Figura 5-82 Media de temperatura (°C) según profundidad y estación del año.

5.6.2.1.1 Análisis de Distribución Espacial para la Temperatura

El patrón espacial de temperaturas muestra la existencia de tres núcleos más cálidos en el área de bahía. Dos al interior de esta, asociados a la generación de potencia eléctrica, y uno asociado a las descargas de la PTAS de Quintero. En este nivel de agregación de los datos, este resultado es altamente significativo de la modificación una propiedad física estructural de la masa de agua como es la temperatura.

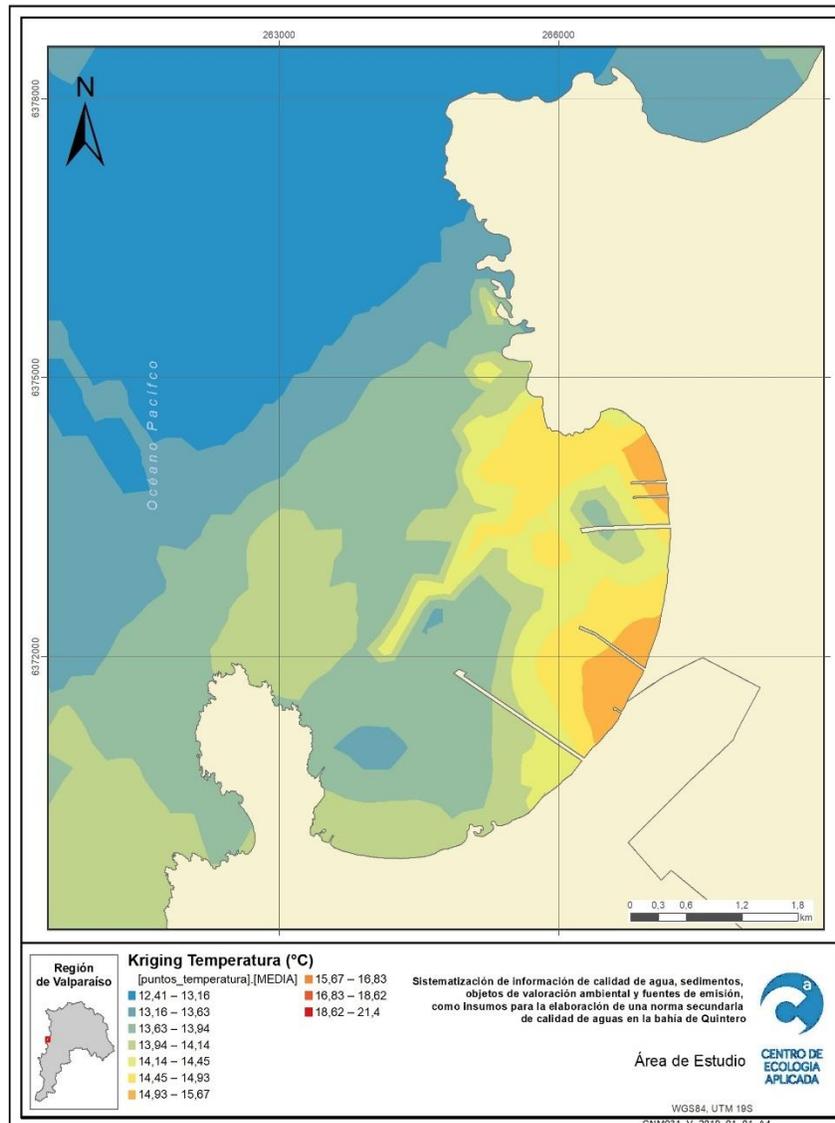


Figura 5-83 Temperatura media de la columna de agua en la bahía de Quintero.

5.6.2.1 Transparencia

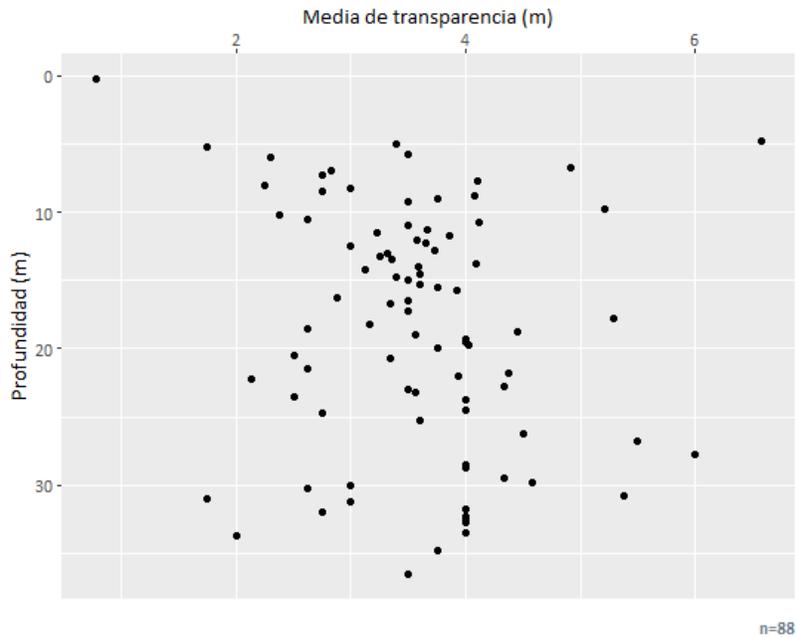


Figura 5-84 Media de transparencia según profundidad, curva general.

En general la transparencia se encuentra entre 2 y 6 metros a distintos niveles de profundidad y no se aprecia que cambie con la profundidad. En algunos años el agua presentó valores mayores como en 2014.

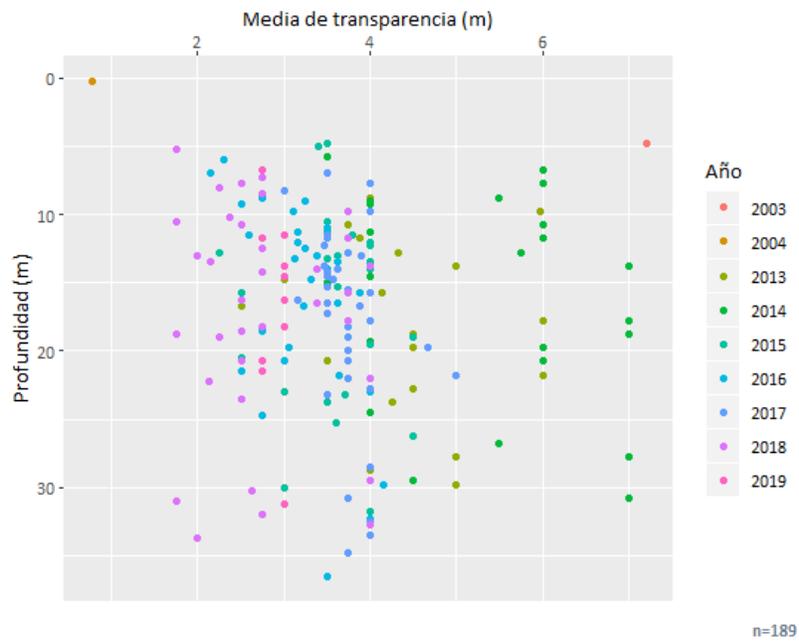


Figura 5-85 Media de transparencia según profundidad, desagregada por año.

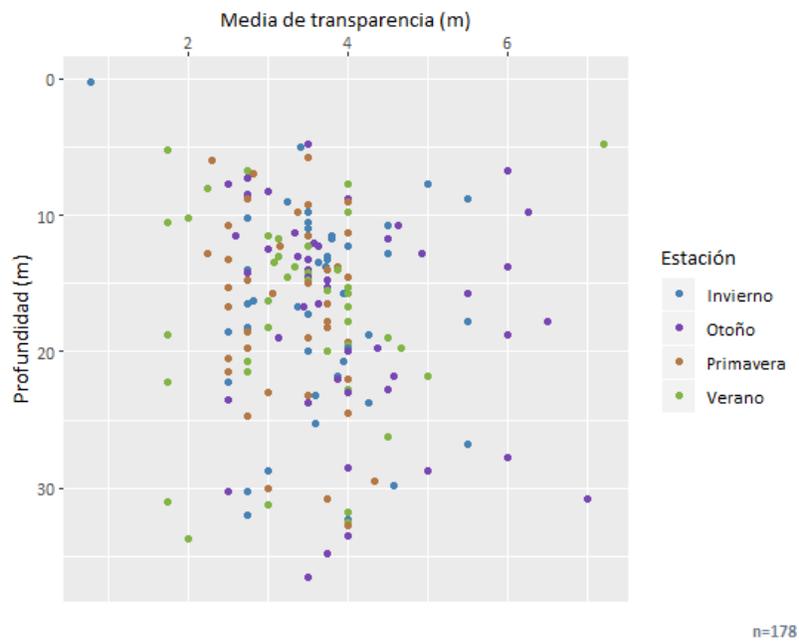


Figura 5-86 Media de transparencia según profundidad, desagregada por estación.

La transparencia es mayor en otoño y es menor en los meses de verano.

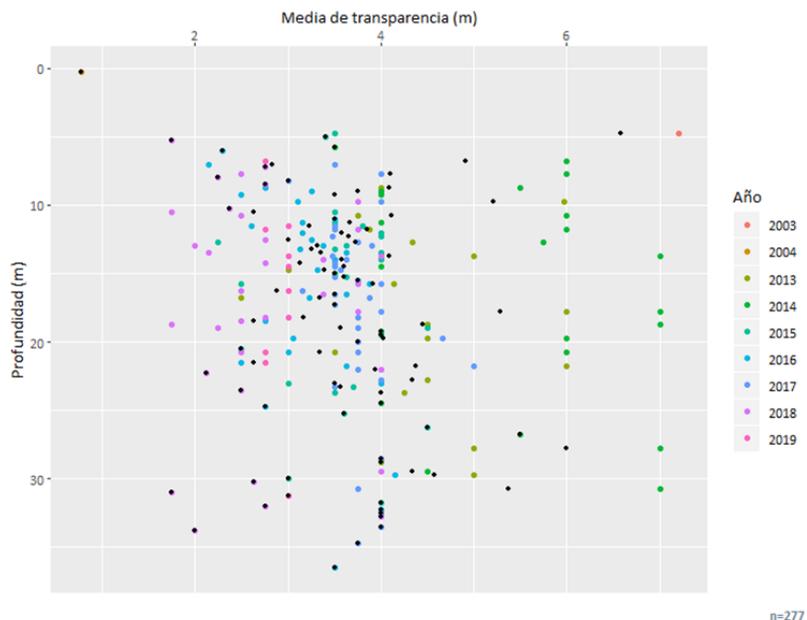


Figura 5-87 Media de transparencia (m) según profundidad, curva general y por año.

5.6.3 Evaluación para Análisis de Series de Tiempo

La característica fundamental para juzgar sobre la consistencia de una serie temporal es la invariabilidad en la forma de observación o recolección de los datos, a través del tiempo. Una serie temporal recopilada con un método primitivo, sesgado, pero inmutable a través de los años, es mucho más consistente en relación con una serie recopilada a través de métodos más eficientes, pero con cambios en el transcurso del tiempo.

Se calculó la media de distintas variables hasta el primer metro de profundidad para no generar una mayor varianza de estas medias, al considerar las variadas profundidades disponibles. Estos valores se agruparon según la estación (verano, otoño, invierno, primavera) y el año correspondiente. De esta forma, las variables con mayor cantidad de observaciones en el tiempo fueron: aceites y grasas, cobre total, coliformes fecales, oxígeno disuelto, salinidad y temperatura. Sin embargo, cabe señalar que estas cuentan con valores perdidos durante periodos consecutivos dentro de la serie de tiempo, los cuales no son factibles de imputar dada esta baja cantidad de observaciones.

los valores hasta un metro se realizaron debido que al incorporar los datos de mayores profundidades al reducirse el número de valores de la variable, resulta en variabilidad que solamente genera ruido en el análisis de las series de tiempo.

Tabla 5-25 Diagnóstico variables medidas históricamente en bahía Quintero.

Variable	Observaciones	Diagnóstico
Aceites y grasas (mg/L)	Periodo: 1997-2007.	La máxima cantidad de datos consecutivos es 2. Dada la baja cantidad de observaciones y la alta cantidad de datos perdidos, no se obtuvieron autocorrelaciones en la serie de tiempo que permitieran modelarla.
	Estaciones evaluadas: verano, otoño, invierno, primavera.	
	Nro. de estaciones: 43	
	Observaciones: 20	
	Datos faltantes: 23	
Cloro libre residual (ppm)	Periodo: -	No existen datos de profundidades menores o iguales a 1 m.
	Estaciones evaluadas: -	
	Nro. de estaciones: -	
	Observaciones: -	
	Datos faltantes: -	
Cobre total (µg/L)	Periodo: 1993-2011.	La máxima cantidad de datos consecutivos es 4. Dada la alta cantidad de datos faltantes, no se obtuvieron autocorrelaciones en la serie de tiempo que permitieran modelarla.
	Estaciones evaluadas: verano, otoño, invierno, primavera.	
	Nro. de estaciones: 73	
	Observaciones: 35	
	Datos faltantes: 38	
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	Periodo: 1993-2018.	La máxima cantidad de datos consecutivos es 9. Alta cantidad de datos perdidos, no se obtuvieron autocorrelaciones en la serie de tiempo que permitieran modelarla.
	Estaciones evaluadas: verano, otoño, invierno, primavera	
	Nro. de estaciones: 99	
	Observaciones: 54	
	Datos faltantes: 45	
Densidad (kg/m3)	Periodo: 2012-2018.	Existen solo dos mediciones en invierno. Sin observaciones en el año 2014. Existe baja cantidad de observaciones que permitan calcular autocorrelaciones en la serie de tiempo.
	Estaciones evaluadas: verano, invierno.	
	Nro. de estaciones: 12	
	Observaciones: 8	
	Datos faltantes: 4	
Hidrocarburos aromáticos totales (µg/L)	Periodo: 2009	Solo una observación disponible con una profundidad de hasta un metro. No existe serie de tiempo que sea posible modelar.
	Estaciones evaluadas: otoño	
	Nro. de estaciones: 1	
	Observaciones: 1	
	Datos faltantes: 0	
Hidrocarburos totales (mg/L)	Periodo: 2009-2010	Baja cantidad de observaciones disponibles para poder modelar una serie de tiempo.
	Estaciones evaluadas: verano y primavera.	
	Nro. de estaciones: 4	
	Observaciones: 3	
	Datos faltantes: 1	
	Periodo: 2004-2018.	

Variable	Observaciones	Diagnóstico
Oxígeno disuelto (mg/L)	Estaciones evaluadas: verano, otoño, invierno, primavera.	Sin observaciones en los años 2005, 2006, 2012 y 2014. La serie solo comienza a ser regular en 2016. A partir de dicho año se alcanzan el máximo de valores consecutivos que es 12. Debido a la baja cantidad de observaciones disponibles no se obtuvieron autocorrelaciones para modelar la serie de tiempo.
	Nro. de estaciones: 60	
	Observaciones: 28	
	Datos faltantes: 32	
pH	Periodo: 2015-2017.	Observaciones en 2004 y luego sin observaciones durante el periodo 2003-2014. A partir de 2015, el máximo de observaciones consecutivas es 3. Muy baja cantidad de observaciones que permitan modelar la serie de tiempo.
	Estaciones evaluadas: verano, otoño, invierno, primavera.	
	Nro. de estaciones: 12	
	Observaciones: 7	
Salinidad (PSU)	Periodo: 2004-2018.	Dos observaciones en 2004, luego sin observaciones hasta 2012. Solo a partir de 2015 presenta un patrón más regular, alcanzando 12 observaciones continuas. Dada la baja cantidad de observaciones, no se obtuvieron autocorrelaciones que permitieran modelar la serie de tiempo.
	Estaciones evaluadas: verano, otoño, invierno, primavera.	
	Nro. de estaciones:	
	Observaciones: 19	
Sólidos disueltos (mg/mL)	Periodo: 2007-2011	No existen periodos continuos de observaciones. Dada la baja cantidad de datos disponibles, no es posible modelar la serie de tiempo.
	Estaciones evaluadas: verano, otoño, invierno, primavera.	
	Nro. de estaciones: 20	
	Observaciones: 9	
Sólidos suspendidos (mg/mL)	Periodo: 2007-2016.	No existen observaciones en los años 2012, 2014 y 2015. No existen periodos continuos de observaciones. Dada la baja cantidad de datos disponibles, no es posible modelar la serie de tiempo.
	Estaciones evaluadas: verano, otoño, invierno, primavera	
	Nro. de estaciones: 40	
	Observaciones: 10	
Temperatura (°C)	Periodo: 2013-2018	Observaciones en 2004 y luego sin observaciones los años 2005-2008 y 2010-2011. La serie se estabiliza a partir del año 2015, logrando a partir de esa fecha 16 observaciones consecutivas. Se analizó la serie a partir del año 2013 y no se obtuvieron autocorrelaciones en la serie de tiempo.
	Estaciones evaluadas: verano, otoño, invierno, primavera.	
	Nro. de estaciones: 24	
	Observaciones: 20	
Transparencia (m)	Periodo: 2004	Al considerar solo el primer metro de profundidad, se obtiene una sola medición en invierno de 2004. No existe serie de tiempo que se pueda modelar.
	Estaciones evaluadas: invierno	
	Nro. de estaciones: 1	
	Observaciones: 1	
	Datos faltantes: 0	

* En fuentes de información no se especifica a que fracción corresponden las variables sólidos suspendidos y disueltos.

Las siguientes variables no alcanzan un número suficiente de observaciones, las cuales, además, tendrán un menor número considerando hasta 1 m de profundidad y agrupadas estacionalmente:

Tabla 5-26 Variables con data insuficiente para series de tiempo

Variables con data insuficiente para series de tiempo					
Saturación de oxígeno	Oxígeno	Compuestos fenólicos	Fluoruros	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	Arsénico total
Sólidos sedimentables	Zona fótica	Hidrocarburos parafínicos	Coliformes totales	Plomo	Hidrocarburos fijos
Níquel	Vanadio	Sólidos suspendidos totales	Hidrocarburos volátiles	Cobre disuelto	Plomo disuelto
Amonio	Nitrógeno total Kjeldahl	Cobre	Fosforo total	Nitrato	Cadmio total
Cromo total	Mercurio total	Plomo total	Zinc total	Níquel disuelto	Vanadio disuelto
Nitrito	Cobre particulado	Níquel particulado	Plomo particulado	Vanadio particulado	Nitrógeno-nitrato
Fosfato	Cadmio disuelto	Mercurio disuelto	Hidrocarburos alifáticos	Benceno	Etilbenceno
Tolueno	Xileno	DBO	Carbono orgánico total	Cloruros	P - fosfato
Nitrógeno-amonio	Arsénico	Cromo disuelto	Zinc disuelto	SAAM	Zinc
Arsénico disuelto	Cadmio	Nitrógeno total	Cromo	Hierro	Mercurio
Molibdeno	Cianuro	Selenio	Sulfatos	Sulfuro	Acenafteno
Aluminio disuelto	Antraceno	Benzo(a)antraceno	Benzo(a)pireno	Benzo(b)fluoranteno	Benzo(ghi)perileno
Benzo(k)fluoranteno	Criseno	Dibenzo(a,h)antraceno	Fenantreno	Fluoranteno	Fluoreno
Hierro disuelto	Hierro total	Indeno(1 2 3-cd)pireno	Naftaleno	Fosforo	Sólidos totales
Acenaftileno	Alcalinidad	Aluminio total	Bario disuelto	Bario total	Boro disuelto
Boro total	Carbono orgánico disuelto	Clorofila "a"	Cobalto disuelto	Cobalto total	Color verdadero
Conductividad	Magnesio	Manganeso disuelto	Manganeso total	Molibdeno disuelto	Molibdeno total
Níquel total	Plata disuelto	Plata total	Selenio disuelto	Selenio total	Sodio
Vanadio total	Ortofosfato	DQO	Clorofila	Nitrógeno orgánico	Sólidos disueltos totales
Pireno	Detergentes	Aluminio			

5.6.4 Análisis de Datos de Sedimentos

El análisis de sedimentos se realiza desde una aproximación descriptiva, sin buscar establecer su uso para inferencia estadística, para permitir un análisis referencial y explorar sus niveles, pero no orientado a establecer normas. Se realizó un análisis descriptivo de las variables que presentan un número de observaciones mayores a 100 observaciones para la totalidad del periodo de estudio.

En la **Tabla 5-27** , se muestran algunos parámetros asociados a los diagramas de las variables graficadas mediante boxplots. Los resultados se comparan con niveles de referencia propuestos para sedimentos marinos del mar mediterráneo, que se muestran en la **Tabla 5-28** (Pazi, 2011).

Tabla 5-27 Parámetros estadísticos descriptivos de variables medidas en sedimentos en Bahía Quintero.

Variable	Primer						
	Unidad	Mínimo	cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Máximo	Media
Arsénico total	mg/kg	0,10	2,10	4,67	6,70	50,90	5,14
Bifenilos policlorados	ug/kg	0,00	0,03	0,05	0,05	25,00	1,32
Cadmio total	mg/kg	0,03	0,05	0,05	0,30	15,50	0,55
Carbono orgánico total	ppm	0,00	700,00	2100,00	6795,00	123000,00	6016,90
Cobre total	mg/kg	0,15	22,00	38,00	64,15	810,00	56,92
Cromo total	mg/kg	0,23	7,50	11,75	19,00	132,20	14,58
Fósforo total	mg/kg	0,05	26,00	86,40	203,00	2302,00	192,10
Hf c34-c50	mg/kg	5,00	5,00	5,00	25,25	226,00	29,20
Hidrocarburos alifáticos	mg/kg	0,05	0,11	0,21	8,02	220,00	8,49
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	ppm	0,00	0,02	0,08	1,00	3,37	0,45
Hidrocarburos aromáticos totales	mg/kg	0,01	0,05	0,05	0,84	26,40	1,06
Hidrocarburos totales	ppm	5,00-8	0,02	1,00	12,50	409,00	11,98
Materia orgánica	%	0,00	0,21	0,70	1,18	12,30	0,98
Mercurio total	mg/kg	0,01	0,01	0,05	0,05	2,14	0,06
Níquel	ppm	0,20	0,75	1,40	2,09	19,60	2,43
Nitrógeno total	mg/kg	37,70	80,00	127,00	191,00	14200,00	689,17
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/kg	0,00	117,40	206,90	357,20	2061,00	285,76
pH	-	2,55	4,04	7,11	7,61	7,90	5,90
Plomo total	mg/kg	0,14	1,20	4,55	6,72	35,36	5,58
Potencial redox	mV	-217,00	146,98	223,40	363,50	471,30	240,09
Sulfuros	mg/kg	0,00	0,20	1,00	1,30	151,00	2,40
Vanadio	ppm	1,08	15,20	21,00	31,20	86,50	25,57
Zinc total	mg/kg	0,17	18,18	29,10	39,71	213,55	31,72

Tabla 5-28 Estándares de referencia aplicables para metales pesados en sedimentos marinos (Pazi, 2011).

Metal	Promedio Corteza	No contaminado	Moderadamente contaminado	Fuertemente contaminado
As	1,80	< 3	3 -- 5	> 8
Cu	55,00	< 25	25 - 50	> 50
Cr	100,00	< 25	25 -75	> 75
Ni	75,00	< 20	20 - 50	> 50
Pb	12,50	< 40	40 - 60	> 60
Zn	70,00	< 90	90 -200	> 200

5.6.4.1 Arsénico

Los resultados muestran un nivel medio de aproximadamente 5 mg/Kg, que de acuerdo con la **Tabla 5-27** corresponde a sedimentos contaminados. No obstante, hay observaciones con valores de más de 50 mg/kg, que son extremadamente elevados, indicando muestras de sedimentos muy contaminados con este material. La **Figura 5-88**, indica que muchas muestras presentan valores muy altos, de más de 20 mg/kg, es decir, están fuertemente contaminadas.

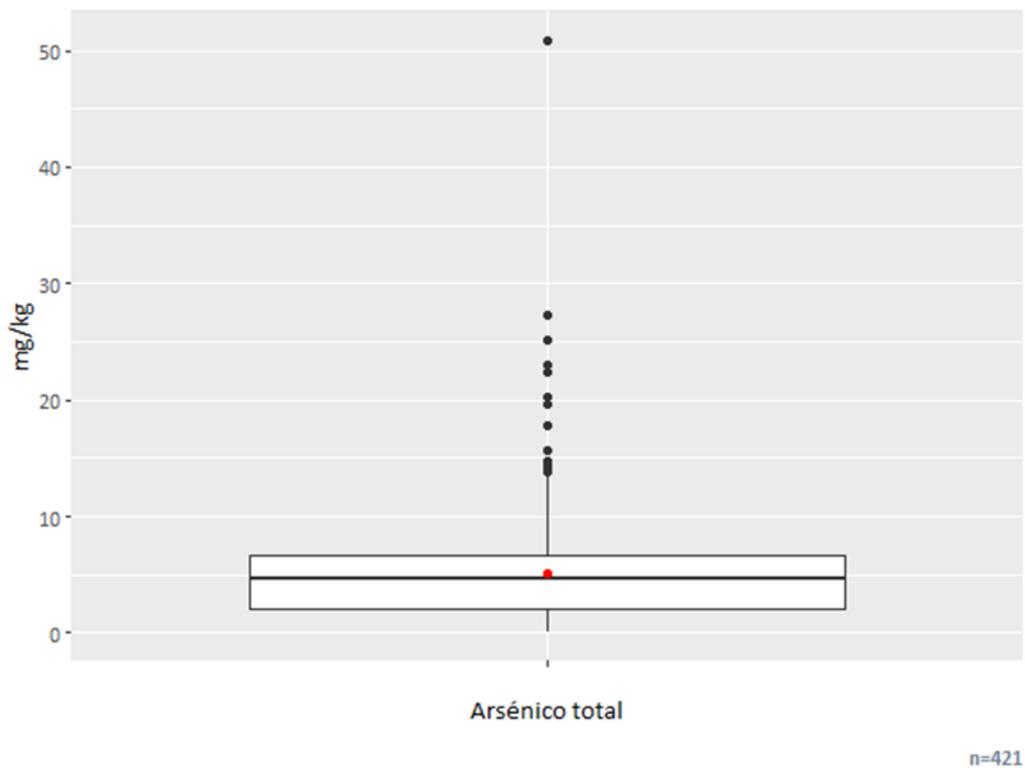


Figura 5-88 Distribución de los valores de arsénico total (mg/kg). El punto rojo indica la media.

5.6.4.2 Cobre

Este elemento presenta un valor en los sedimentos elevado, con una media de ≈ 50 mg/kg, y con valores frecuentes sobre 200 mg/kg (ver **Tabla 5-28, Figura 5-89**). Este resultado muestra valores muy altos para este elemento en los sedimentos de la bahía. Indudablemente que dicen relación a las descargas de la fundición de cobre Ventanas. Mas de la mitad de los valores se encuentra sobre 50 mg/kg, es decir, muchas muestras están fuertemente contaminadas.

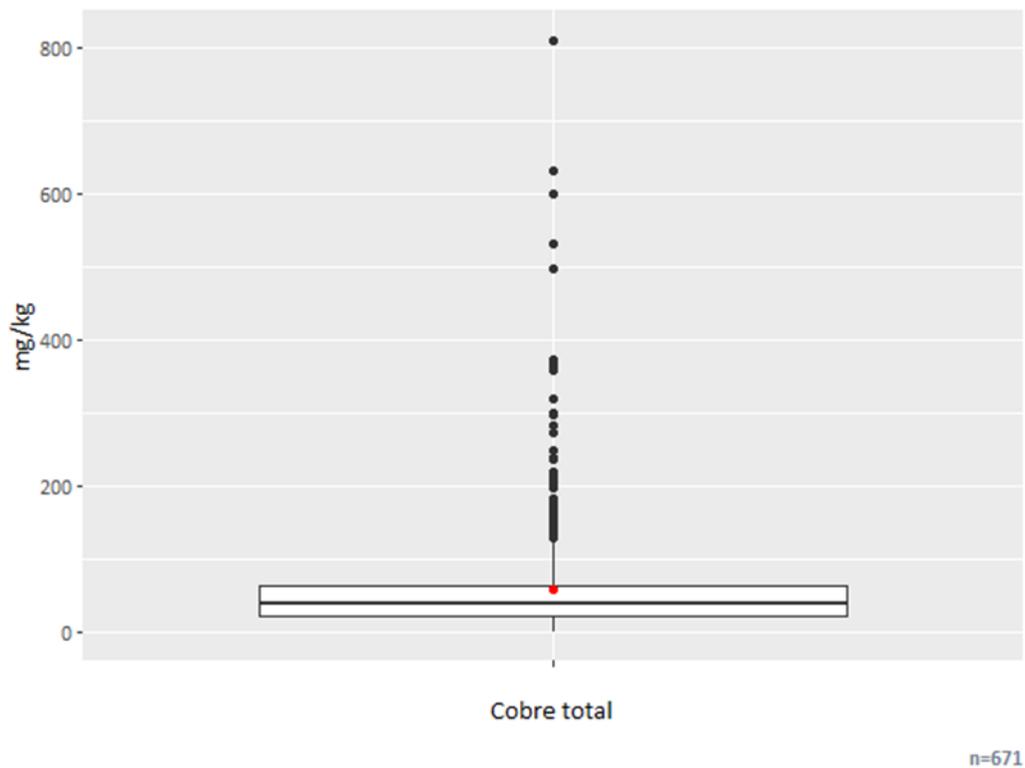


Figura 5-89 Distribución de los valores de cobre total (mg/kg). El punto rojo indica la media.

5.6.4.3 Cromo

Este elemento, muestra que si bien hay valores considerados relativamente bajos, también hay un gran número, de observaciones con valores muy altos (**Tabla 5-28**). Estos resultados del contenido de Cr en los sedimentos indican que hay muchas muestras sobre la media y que son muy altos, es decir, hay numerosas muestras con sedimentos contaminados con este elemento.

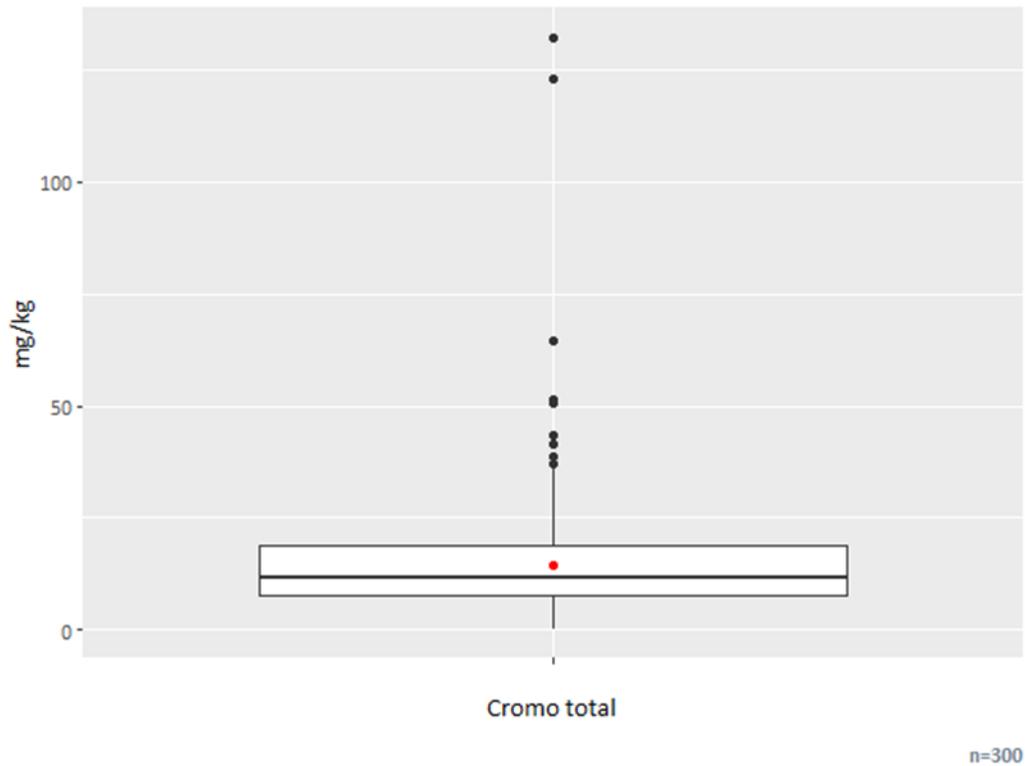


Figura 5-90 Distribución de los valores de cromo total (mg/kg). El punto rojo indica la media.

5.6.4.4 Zinc

El nivel medio de este elemento en las muestras es de menos de 30 mg/Kg, (**Figura 5-91**) indicando que los sedimentos no estarían contaminados por este elemento, aunque una pocas muestras tienen valores cercanos a 200g/kg, que se considera un nivel de contaminación fuerte (**Tabla 5-28**).

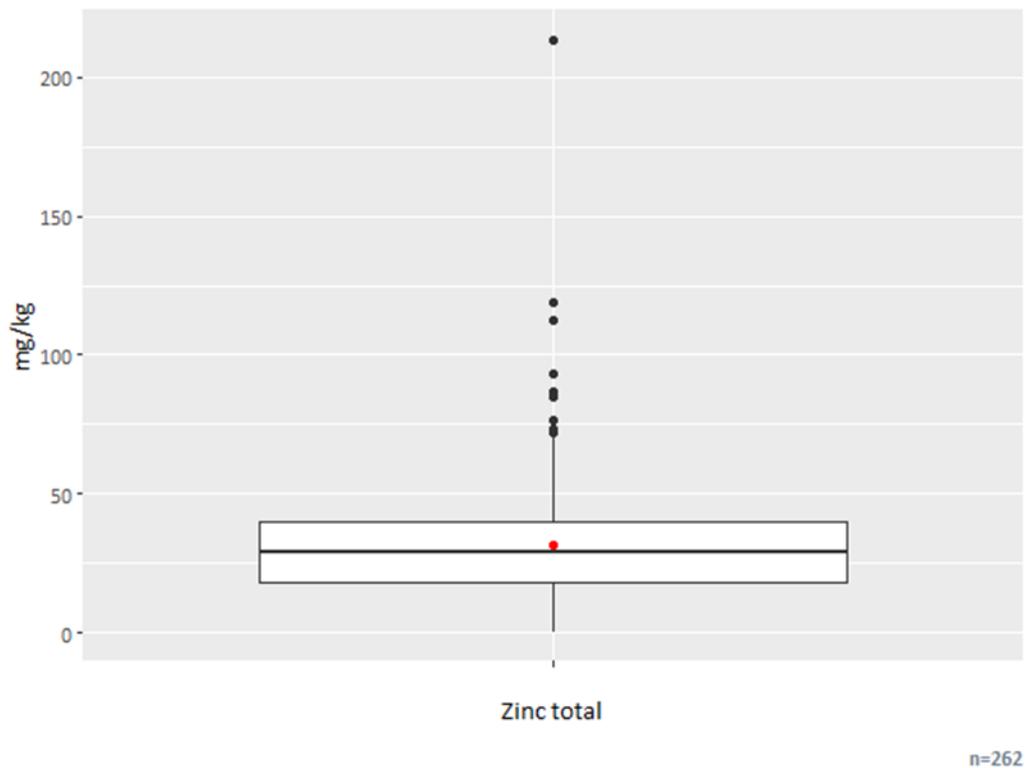


Figura 5-91 Distribución de los valores de zinc total (mg/kg). El punto rojo indica la media.

Fósforo

Este elemento es complejo, ya que tiene varias especies químicas. Los valores de fósforo total son un indicador de distintos procesos que ocurren en el fondo marino. El análisis descriptivo, indica que hay una proporción importante de valores que se encuentra por sobre la media, que alcanza 192 mg/kg. Además, se presentan muestras con valores muy altos (**Figura 5-92, Tabla 5-28**)

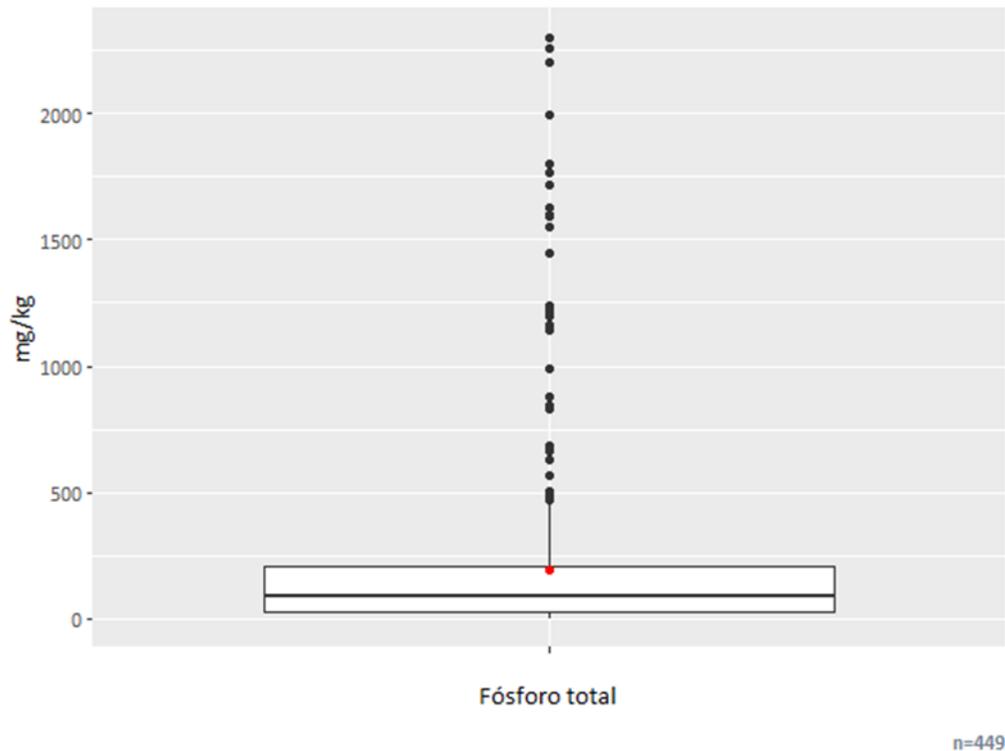


Figura 5-92 . Distribución de los valores de fósforo total (mg/kg). El punto rojo indica la media.

Nitrógeno total

Los niveles de nitrógeno total son altos en los puntos muestreados y se observan valores muy elevados, en muestras que alcanzan cerca del 25 % de los valores registrados. Estos valores reflejan en alguna medida, efectos de las actividades antrópicas que proveen materia orgánica al fondo marino y dicen relación con la descarga de materia orgánica a los ecosistemas marinos.

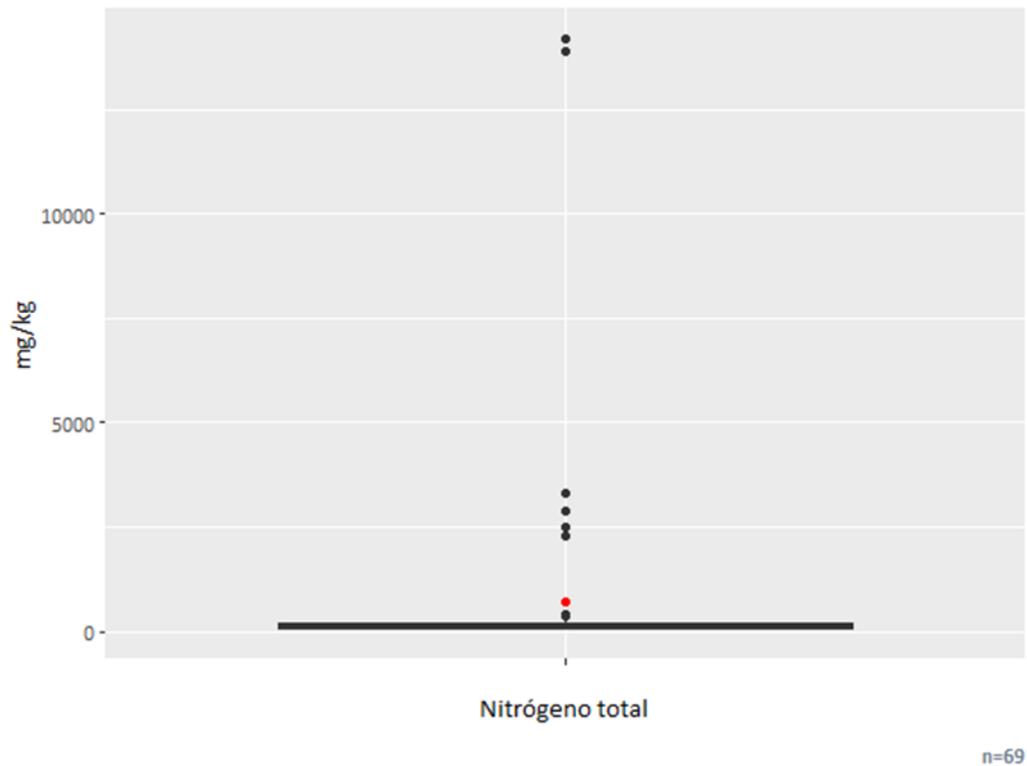


Figura 5-93 Distribución de los valores de nitrógeno total (mg/kg). El punto rojo indica la media.

5.6.4.5 Hidrocarburos Alifáticos Totales

Estos hidrocarburos son indicadores de contaminación por petróleo en los sedimentos. Estas moléculas no se encuentran en los sedimentos de ambientes no contaminados por hidrocarburos. Las concentraciones observadas se encuentran en un amplio rango, algunas muy elevadas y muestran eventos de contaminación en el pasado que están registradas en los sedimentos.

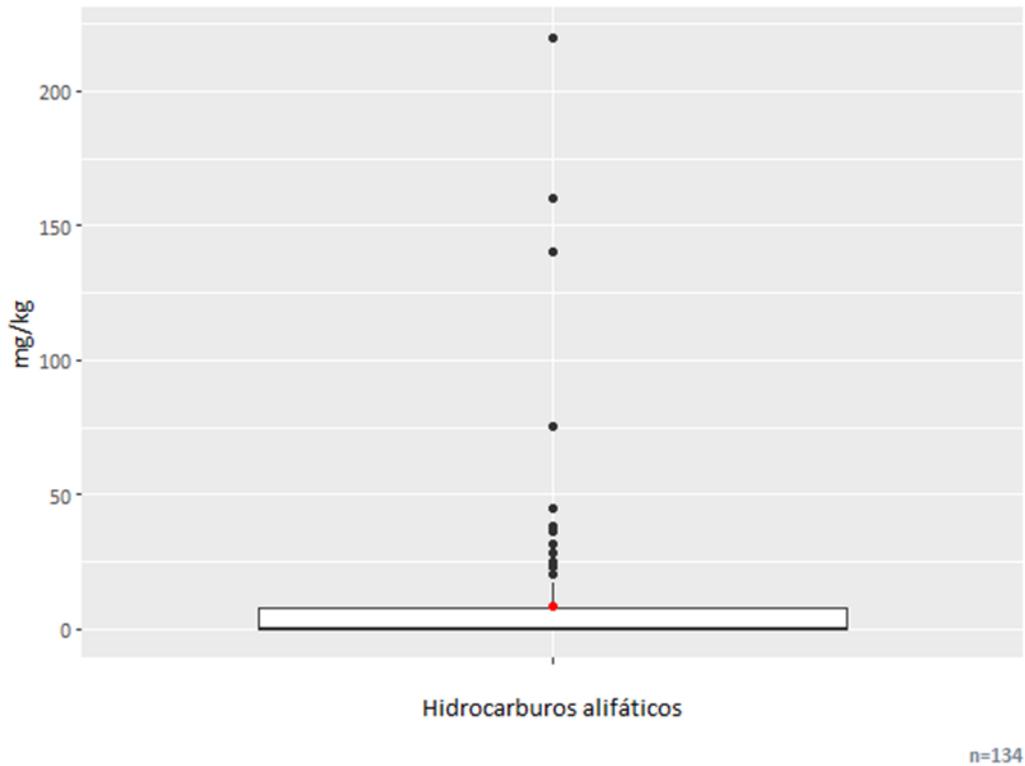


Figura 5-94 Distribución de los valores de hidrocarburos aromáticos totales (mg/kg). El punto rojo indica la media.

5.6.4.6 Hidrocarburos Aromáticos Totales

La presencia de hidrocarburos en los sedimentos, muestran un proceso de contaminación por estas moléculas de origen orgánico, que dicen relación a la actividad portuaria, y en este caso a las fugas de combustibles líquidos en el puerto de Quintero.

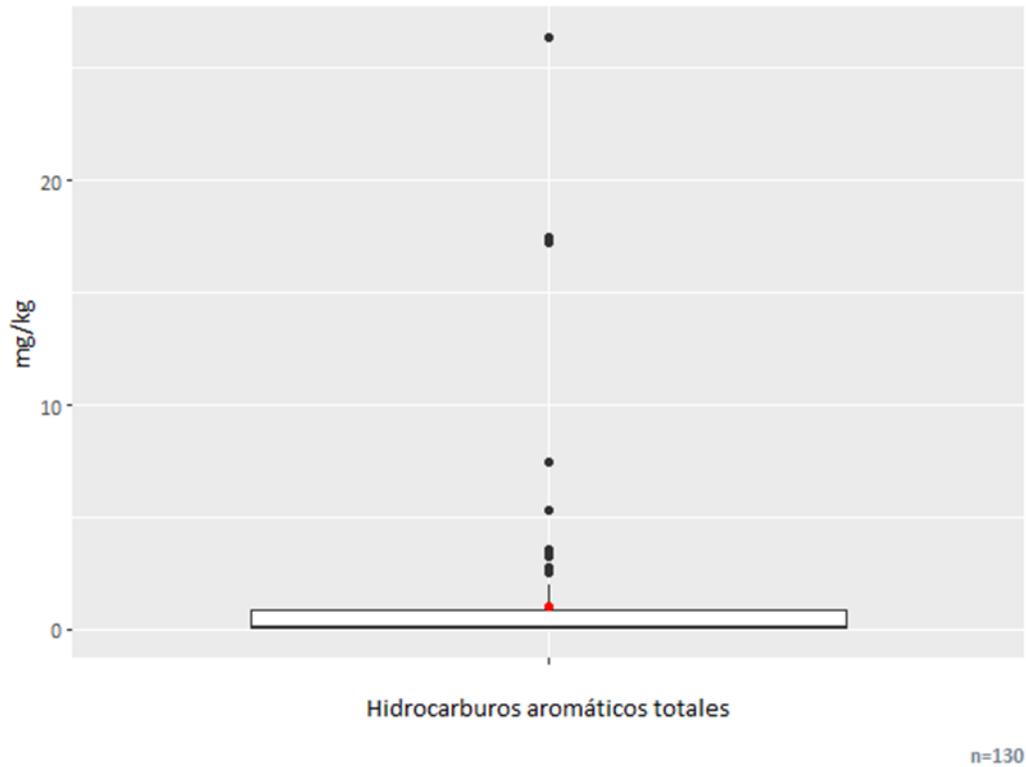


Figura 5-95 Distribución de los valores de hidrocarburos alifáticos (mg/kg). El punto rojo indica la media.

5.6.4.7 *Materia orgánica*

Si bien, hay un número importante de muestras que presentan niveles de bajos de materia orgánica, hay un porcentaje importante que presenta valores elevados, lo que indica la existencia de procesos de contaminación por sedimentación de materia orgánica.

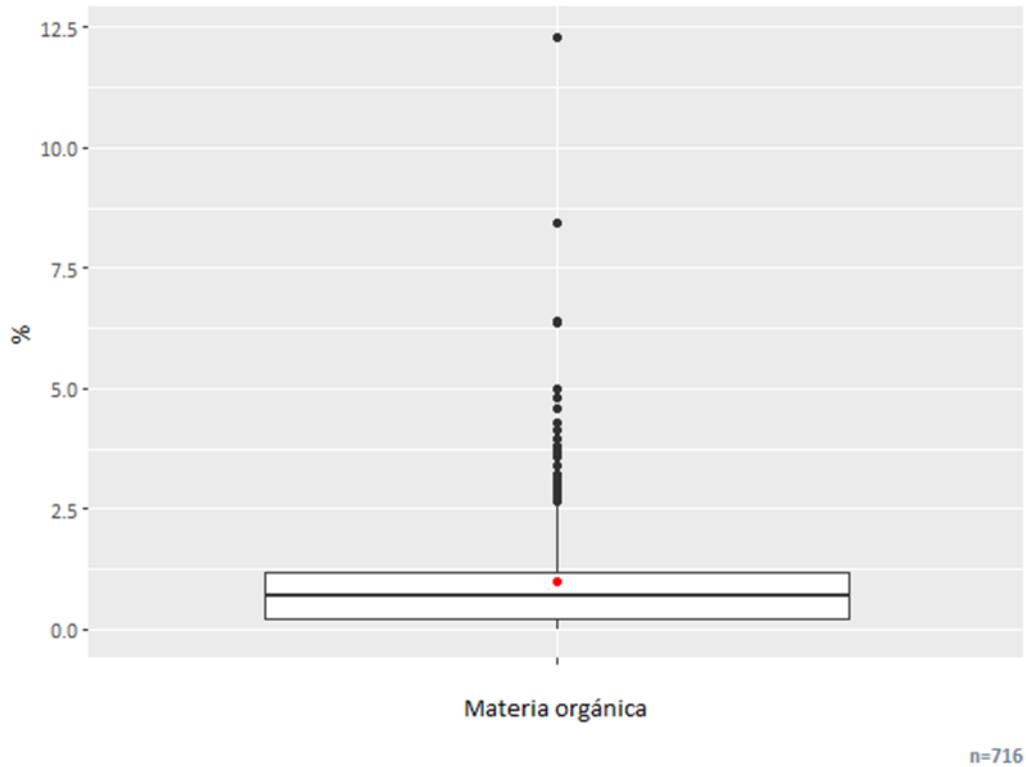


Figura 5-96 Distribución de los valores de materia orgánica (%). El punto rojo indica la media.

5.6.4.8 Potencial REDOX

Los valores de óxido reducción, se encuentran en el lado positivo, lo que significa que ocurren procesos aeróbicos en la mayoría de las muestras analizadas. Sin embargo, hay un número de muestras que se presenta niveles bajos y algunos muy negativos, que sugieren condiciones desfavorables para los organismos bentónicos.

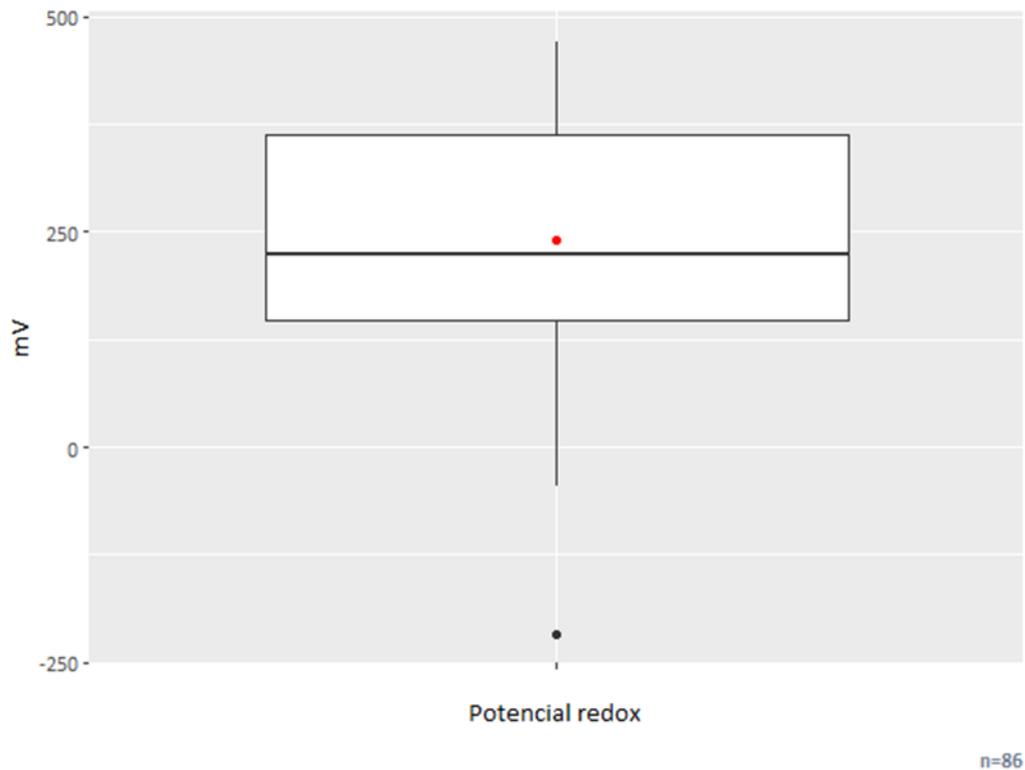


Figura 5-97 Distribución de los valores de potencial redox (mV). El punto rojo indica la media.

La información entregada por el análisis de estas variables, indican que los niveles de las variables medidas correspondientes a metales pesados, son en general altos y reflejan la ocurrencia de valores más altos que los presentes en sectores costeros del mar mediterráneo (Pazi, 2011). Los resultados de las variables comparadas determinan que la bahía de Quintero presenta niveles de contaminación altos y que reflejan los impactos de las actividades industriales que se desarrollan en el borde costero. Los resultados de hidrocarburos revelan la actividad de carga y descarga de combustibles líquidos de gran relevancia en la bahía. Por otra parte, los valores de óxido-reducción indican que hay sectores y momentos, en que las condiciones de degradación de la materia orgánica en los sedimentos, ocurre en condiciones de anoxia.

British Columbia (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019). En el caso de la temperatura, las recomendaciones corresponden a excedencias de la variación de la temperatura con respecto al rango natural.

Las recomendaciones de la guía CONAMA 2004 indican que no debe haber una variación mayor a $\pm 2^{\circ}\text{C}$ con respecto al grado natural de la temperatura (promedio mensual) para la conservación de las comunidades acuáticas en agua marina y la desalinización de agua para consumo humano (Clase 1); para aguas de Clase 2 aptas para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas, esta variación no debe ser mayor a $\pm 3^{\circ}\text{C}$; mientras que para aguas de Clase 3 aptas para actividades portuarias navegación y otros usos de menores requerimientos de calidad de agua, esta variación no debe ser mayor a $\pm 5^{\circ}\text{C}$ (CONAMA, 2004).

De acuerdo con la normativa de British Columbia, Canadá. La referencia normativa indica que la variación de temperatura no debe ser mayor a $\pm 1^{\circ}\text{C}$ para la conservación de la vida acuática en aguas marinas y estuarinas. Donde la tasa de cambio horaria de la temperatura no debe ser mayor a 0.5°C (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019).

Las referencias normativas para temperatura necesitan conocer los rangos de temperatura naturales del sistema a normar.

Tabla 5-30 Referencias normativas Temperatura

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Rango
Temperatura	CONAMA, Chile, 2004	Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas	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.	La variación de temperatura respecto del rango natural presente en el área de medición no debe exceder los 2°C (temperatura promedio mensual $\pm 2^{\circ}\text{C}$)
			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.	La variación de temperatura respecto del rango natural presente en el área de medición no debe exceder los 3°C (temperatura promedio mensual $\pm 3^{\circ}\text{C}$)
			Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.	La variación de temperatura respecto del rango natural presente en el área de medición no debe exceder los 5°C (temperatura promedio mensual $\pm 5^{\circ}\text{C}$)
	British Columbia (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019)	Water quality guidelines for temperature	Vida acuática en aguas marinas y estuarinas	Variación de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ del referente ambiental natural con una tasa de cambio horaria inferior a 0.5°C

ii. Oxígeno Disuelto

Para oxígeno disuelto se identificaron un total de cinco referencias normativas, las que corresponden a las referencias normativas de Japón (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003), Canadá (CCME, 2001), Brasil (CONAMA Brasil, 2005), Australia del Sur (EPA South Australia, 2003) y British Columbia (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019).

La normativa japonesa indica que para aguas de Clase A, en las que se conserva el ambiente natural y son aptas para uso pesquero de clases 1 y 2, la concentración mínima de oxígeno disuelto permitida es de 7.5 mg/L (7500 µg/L); para aguas de Clase 2, aptas para uso pesquero de Clase 2 y uso industrial, la concentración mínima de oxígeno disuelto permitida es de 5.0 mg/L (5000 µg/L); mientras que para aguas de Clase 3, aptas solo para la conservación del paisaje y no perturbar la vida de la población, la concentración mínima de oxígeno disuelto permitida es de 2.0 mg/L (2000 µg/L) (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003).

La normativa canadiense indica que la concentración mínima de oxígeno disuelto para la protección de la vida acuática en aguas marinas debe ser mayor a los 8000 µg/L para exposiciones largas o crónicas (CCME, 2001).

La normativa brasilera indica que la concentración mínima de oxígeno disuelto debe ser de 6000 µg/L para aguas saladas de Clase I, las que se consideran aptas para contacto primario, la protección de las comunidades acuáticas, y las actividades de pesca y acuicultura (CONAMA Brasil, 2005).

La normativa de Australia del sur indica que el valor mínimo de oxígeno disuelto que permite la protección de la contaminación y el ecosistema acuático de aguas marina corresponde a 6000 µg/L (EPA South Australia, 2003).

La normativa de British Columbia es más específica en este aspecto, indicando que la referencia para exposición crónica para la protección de la vida acuática, destinada a proteger las especies y fases biológicas más sensibles contra los efectos subletales y letales para exposiciones indefinidas, calculada como el promedio de cinco muestras en treinta días, no debe ser inferior a 8000 µg/L (con un valor mínimo instantáneo de 5000 µg/L) para la protección de todas las fases biológicas exceptuando embriones enterrados y alevines. Esta normativa indica que para la protección de embriones y alevines el oxígeno disuelto no debe ser inferior a 11000 µg/L (con un valor mínimo instantáneo de 9000 µg/L) (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019).

Tabla 5-31 Referencias normativas Oxígeno Disuelto.

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Parámetro
Oxígeno disuelto	Japón (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003)	Aguas costeras	Clase A: Conservación del ambiente natural y son aptas para uso pesquero de clase 1 y 2	≥ 7500 µg/L
			Clase B: Aptas para uso pesquero de Clase 2 y uso industrial	≥ 5000 µg/L
			Clase C: Aptas solo para la conservación del paisaje y no perturbar la vida de la población	≥ 2000 µg/L
	Canadá (CCME, 2001)	Water quality guidelines for the protection of aquatic life	Marine (long term)	> 8,000 µg/L
	Brasil (CONAMA Brasil, 2005)	Clase I - Estándares de agua salada		6000 µg/L
	Australia del Sur (EPA South Australia, 2003)	Ecosistema acuático marino		
British Columbia (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019)	Vida acuática marina		Protección de todas las fases biológicas exceptuando embriones enterrados y alevines	8000 µg/L
			Protección de todas las fases biológicas incluyendo embriones enterrados y alevines	11000 µg/L

iii. Saturación de Oxígeno

Para saturación de oxígeno se identificaron un total de dos referencias normativas, las que corresponden a las recomendaciones de la primera guía para el establecimiento de las NSCA para aguas continentales superficiales y marinas (CONAMA, 2004).

Las recomendaciones de la guía CONAMA 2004 indican que la saturación de oxígeno debe estar sobre el 90% para la conservación de las comunidades acuáticas en agua marina y la desalinización de agua para consumo humano (Clase 1); para aguas de Clase 2 aptas para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas, se recomienda un rango de saturación de oxígeno entre el 70% y 80%; mientras que para aguas de Clase 3 aptas para actividades portuarias navegación y otros usos de menores requerimientos de calidad de agua, la saturación de oxígeno puede variar entre el 40% y el 69% . En el criterio correspondiente a la recuperación del estado trófico de fiordos, canales y estuarios, CONAMA propone una saturación de oxígeno no menor al 90% (CONAMA, 2004).

Tabla 5-32 Referencias normativas Saturación de oxígeno

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Parámetro
Saturación de oxígeno	CONAMA, Chile, 2004	Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas	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.	> 90 %
			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.	70% - 89%
			Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.	40% - 69%

iv. Salinidad

No se encontraron referencias normativas para salinidad.

v. pH

Para pH se identificaron siete referencias normativas, las que corresponden a las recomendaciones de la primera guía para el establecimiento de las NSCA para aguas continentales superficiales y marinas (CONAMA, 2004), y a las referencias normativas de Japón (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003), Canadá (CCME, 2001), , Brasil (CONAMA Brasil, 2005), Australia del Sur (EPA South Australia, 2003) y British Columbia (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019).

Las recomendaciones de la guía CONAMA 2004 indican un rango recomendado de pH de 7.5-8.5 para la conservación de las comunidades acuáticas en agua marina y la desalinización de agua para consumo humano (Clase 1); para aguas de Clase 2 aptas para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas, se recomienda un rango de pH de 6.5-9.5; mientras que para aguas de Clase 3 aptas para actividades portuarias navegación y otros usos de menores requerimientos de calidad de agua, se recomienda el mismo rango de pH de 6.5-9.5 . En el criterio correspondiente a la recuperación del estado trófico de fiordos, canales y estuarios, CONAMA propone un rango de pH de entre 6.0-9.5 (CONAMA, 2004).

La normativa japonesa indica que para aguas de Clase A, en las que se conserva el ambiente natural y son aptas para uso pesquero de clases 1 y 2, el pH se debe encontrar en un rango entre 7.8 y 8.3 (7.8-8.3); el mismo rango se recomienda para aguas de Clase 2, aptas para uso pesquero de Clase 2 y uso industrial, y para aguas de Clase 3, aptas solo para la conservación del paisaje y no perturbar la vida de la población (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003).

La normativa canadiense indica un rango recomendado de pH para la protección de la vida acuática en aguas marinas entre 7.0 y 8.7 (7.0-8.7) para exposiciones largas o crónicas (CCME, 2001).

La normativa estadounidense indica un rango recomendado de pH para la protección de la vida acuática en aguas marinas entre 6.5 y 8.5 (6.5-8.5) para exposiciones largas o crónicas (US EPA, 2004).

La normativa brasilera indica un rango de pH de entre 6.5 y 8.5 para aguas saladas de Clase I, las que se consideran aptas para contacto primario, la protección de las comunidades acuáticas, y las actividades de pesca y acuicultura (CONAMA Brasil, 2005).

La normativa de Australia del sur indica un rango de pH de entre 7.0 y 8.7 que permite la protección de la contaminación y el ecosistema acuático de aguas (EPA South Australia, 2003).

Tabla 5-33 Referencias normativas pH

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Rango
pH	CONAMA, Chile, 2004	Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas	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.	7.5 ≤ pH ≤ 8.5
			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.	6.5 ≤ pH ≤ 9.5
			Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.	6.0 ≤ pH ≤ 9.5
	Japón (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003)	Aguas costeras	Clase A: Conservación del ambiente natural y son aptas para uso pesquero de clase 1 y 2	7.8 ≤ pH ≤ 8.3
			Clase B: Aptas para uso pesquero de clase 2 y uso industrial	7.8 ≤ pH ≤ 8.3
			Clase C: Aptas solo para la conservación del paisaje y no perturbar la vida de la población	7.8 ≤ pH ≤ 8.3
	Estados Unidos (US EPA, 2004)	Tabla de criterios de vida acuática recomendados a nivel nacional	Exposición crónica	6.5-8.5
Canadá (CCME, 2001)	Water quality guidelines for the protection of aquatic life	Marine (long term)	7.0 ≤ pH ≤ 8.7	
Brasil (CONAMA Brasil, 2005)	Clase I - Estándares de agua salada		6.5-8.5	
British Columbia (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019)	Vida acuática marina	Máximo WQG	7.0-8.7	

vi. Densidad

No se encontraron referencias normativas para densidad.

vii. Sólidos Suspendidos

Para sólidos suspendidos se identificaron cuatro referencias normativas, las que corresponden a las recomendaciones de la primera guía para el establecimiento de las NSCA para aguas continentales superficiales y marinas (CONAMA, 2004), y a las referencias normativas de Australia del Sur (EPA South Australia, 2003) En estas normativas no se especifica fracción correspondiente a sólidos suspendidos.

Las recomendaciones de la guía CONAMA 2004 indican una concentración máxima de sólidos suspendidos no mayor a 25 mg/L (25000 µg/L) para la conservación de las comunidades acuáticas en agua marina y la desalinización de agua para consumo humano (Clase 1); para aguas de Clase 2 aptas para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas, se recomienda un rango de concentraciones de sólidos suspendidos entre los 25 mg/L (25000 µg/L) y los 80 mg/L (80000 µg/L); mientras que para aguas de Clase 3 aptas para actividades portuarias navegación y otros usos de menores requerimientos de calidad de agua, se recomienda un rango de concentraciones de sólidos suspendidos entre los 80 mg/L (80000 µg/L) y los 400 mg/L (400000 µg/L) (CONAMA, 2004).

La normativa de Australia del sur indica una concentración máxima de sólidos suspendidos no mayor a 10 mg/L (10000 µg/L), la que permite la protección de la contaminación y el ecosistema acuático de aguas marinas (EPA South Australia, 2003).

Tabla 5-34 Referencias normativas Sólidos Suspendidos

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Parámetro
Sólidos suspendidos	CONAMA, Chile, 2004	Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas	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.	< 25,000 µg/L
			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.	25,000 µg/L - 80,000 µg/L
			Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.	80,000 µg/L - 400,000 µg/L
	Australia del Sur (EPA South Australia, 2003)	Ecosistema acuático marino		10,000 µg/L

viii. Sólidos Disueltos

No se encontraron referencias normativas para sólidos disueltos.

ix. Transparencia

No se encontraron referencias normativas para transparencia. Pero sí para turbidez.

x. Coliformes Fecales

Para coliformes fecales se identificó una referencia normativa, la que corresponde a las recomendaciones de la primera guía para el establecimiento de las NSCA para aguas continentales superficiales y marinas (CONAMA, 2004).

Las recomendaciones de la guía CONAMA 2004 indican una concentración máxima de coliformes fecales de 2 NMP/100mL para la conservación de las comunidades acuáticas en agua marina y la desalinización de agua para consumo humano (Clase 1); para aguas de Clase 2 aptas para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas, se recomienda una concentración máxima de coliformes fecales de 43 NMP/100mL; mientras que para aguas de Clase 3 aptas para actividades portuarias navegación y otros usos de menores requerimientos de calidad de agua, se recomienda una concentración máxima de coliformes fecales de 1000 NMP/100mL (CONAMA, 2004).

Tabla 5-35 Referencias normativas Coliformes Fecales

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Rango
Coliformes fecales	CONAMA, Chile, 2004	Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas	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.	< 2 NMP/100mL
			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.	< 43 NMP/100mL
			Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.	< 1,000 NMP/100mL

xi. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

Para hidrocarburos aromáticos policíclicos se identificaron un total de dos referencias normativas, las que corresponden a las recomendaciones de la primera guía para el

establecimiento de las NSCA para aguas continentales superficiales y marinas (CONAMA, 2004), y a las referencias normativas de Australia del Sur (EPA South Australia, 2003).

Las recomendaciones de la guía CONAMA 2004 indican una concentración máxima de hidrocarburos aromáticos policíclicos no mayor a 0.0002 mg/L (0.2 µg/L) para la conservación de las comunidades acuáticas en agua marina y la desalinización de agua para consumo humano (Clase 1); para aguas de Clase 2 aptas para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas, se recomienda una concentración máxima de hidrocarburos aromáticos policíclicos no mayor a 0.0002 mg/L (0.2 µg/L); mientras que para aguas de Clase 3 aptas para actividades portuarias navegación y otros usos de menores requerimientos de calidad de agua, se recomienda un rango de hidrocarburos aromáticos policíclicos entre los 0.0002 mg/L (0.2 µg/L) y 0.001 mg/L (1 µg/L); (CONAMA, 2004).

La normativa de Australia del sur indica que una concentración máxima de hidrocarburos aromáticos policíclicos que permite la protección de la contaminación y el ecosistema acuático de aguas marina corresponde a 3 µg/L (EPA South Australia, 2003).

Tabla 5-36 Referencias normativas HAP

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Rango
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	CONAMA, Chile, 2004	Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas	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.	< 0.2 µg/L
			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.	< 0.2 µg/L
			Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.	0.2 µg/L - 1.0 µg/L
	Australia del Sur (EPA South Australia, 2003)	Ecosistema acuático marino		3 µg/L

xii. Hidrocarburos Aromáticos Totales

No se encontraron referencias normativas para hidrocarburos aromáticos totales.

xiii. Hidrocarburos Totales

Para hidrocarburos totales se identificó una referencia normativa, la que corresponde a las recomendaciones de la primera guía para el establecimiento de las NSCA para aguas continentales superficiales y marinas (CONAMA, 2004).

Las recomendaciones de la guía CONAMA 2004 indican una concentración máxima de hidrocarburos totales no mayor a 0.02 mg/L (20 µg/L) para la conservación de las comunidades acuáticas en agua marina y la desalinización de agua para consumo humano (Clase 1); para aguas de Clase 2 aptas para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas, se recomienda un rango de concentración de hidrocarburos totales entre los 0.02 mg/L (20 µg/L) y los 0.05 mg/L (50 µg/L) ; mientras que para aguas de Clase 3 aptas para actividades portuarias navegación y otros usos de menores requerimientos de calidad de agua, se recomienda un rango de concentración de hidrocarburos totales entre los 0.05 mg/L (50 µg/L) y los 1.00 mg/L (1000 µg/L) (CONAMA, 2004).

Tabla 5-37 Referencias normativas Hidrocarburos totales

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Rango
Hidrocarburos totales	CONAMA, Chile, 2004	Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas	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.	20 µg/L
			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.	20 µg/L - 50 µg/L
			Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.	50 µg/L - 100 µg/L

xiv. Compuestos Fenólicos / Fenoles

Para fenoles se identificaron un total de cuatro referencias normativas, las que corresponden a las recomendaciones de la primera guía para el establecimiento de las NSCA para aguas continentales superficiales y marinas (CONAMA, 2004), y a las referencias normativas de Japón (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003), California (California Environmental Protection Agency, 2019), y Australia del Sur (EPA South Australia, 2003).

Las recomendaciones de la guía CONAMA 2004 indican una concentración máxima fenoles no mayor a 0.001 mg/L (1 µg/L) para la conservación de las comunidades acuáticas en agua

marina y la desalinización de agua para consumo humano (Clase 1); para aguas de Clase 2 aptas para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas, se recomienda un rango de cloro libre residual entre los 0.001 mg/L (1 µg/L) y 0.01 mg/L (10 µg/L); mientras que para aguas de Clase 3 aptas para actividades portuarias navegación y otros usos de menores requerimientos de calidad de agua, se recomienda un rango de cloro libre residual entre los 0.01 mg/L (10 µg/L) y 1.00 mg/L (1000 µg/L); (CONAMA, 2004).

La normativa japonesa indica una concentración máxima de fenoles no mayor de 2 mg/L (2000 µg/L) que para la protección de la vida acuática de Clase A, y una concentración máxima de 0.2 mg/L (200 µg/L) para la protección de la vida acuática de clase A Especial (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003).

La normativa de California indica una concentración máxima de fenoles para la protección de la vida acuática en aguas marinas de 30 µg/L expresado como la mediana de 6 meses, con una concentración máxima diaria de 120 µg/L, y una concentración máxima instantánea de 300 µg/L (California Environmental Protection Agency, 2019).

La normativa de Australia del sur indica que una concentración máxima de fenoles que permite la protección de la contaminación y el ecosistema acuático de aguas marina corresponde a 50 µg/L (EPA South Australia, 2003).

Tabla 5-38 Referencias normativas Fenoles

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Parámetro
Fenoles	CONAMA, Chile, 2004	Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas	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.	1 µg/L
			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.	1,0-10,0 µg/L
			Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.	10-100 µg/L
	Japón (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003)	Sustancias monitoreadas para la protección de la vida acuática en aguas costeras	Protección de la vida acuática de Clase A	≤ 2000 µg/L
			Protección de la vida acuática de Clase A Especial	≤ 200 µg/L
	California (California Environmental	Objetivos para la protección de la vida acuática marina	Mediana de 6 meses	30 µg/L

Protection Agency, 2019)		Concentración máxima diaria	120 µg/L
		Concentración máxima instantánea	300 µg/L
Australia del Sur (EPA South Australia, 2003)	Ecosistema acuático marino		50 µg/L

xv. Cloro Libre Residual

Para cloro libre residual se identificaron tres referencias normativas, las que corresponden a las recomendaciones de la primera guía para el establecimiento de las NSCA para aguas continentales superficiales y marinas (CONAMA, 2004), y a las referencias normativas del estado estadounidense de California (California Environmental Protection Agency, 2019) y Brasil (CONAMA Brasil, 2005).

Las recomendaciones de la guía CONAMA 2004 indican una concentración máxima de cloro libre residual no mayor a 0.002 mg/L (2 µg/L) para la conservación de las comunidades acuáticas en agua marina y la desalinización de agua para consumo humano (Clase 1); para aguas de Clase 2 aptas para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas, se recomienda un rango de cloro libre residual entre los 0.002 mg/L (2 µg/L) y 0.01 mg/L (10 µg/L); mientras que para aguas de Clase 3 aptas para actividades portuarias navegación y otros usos de menores requerimientos de calidad de agua, se recomienda un rango de cloro libre residual entre los 0.01 mg/L (10 µg/L) y 0.10 mg/L (100 µg/L); (CONAMA, 2004).

La normativa de California indica una concentración de cloro libre residual para la protección de la vida acuática en aguas marinas de 2 µg/L expresado como la mediana de 6 meses, con una concentración máxima diaria de 8 µg/L, y una concentración máxima instantánea de 60 µg/L (California Environmental Protection Agency, 2019).

La normativa brasilera indica una concentración máxima de cloro libre residual de 10 µg/L para aguas saladas de Clase I, las que se consideran aptas para contacto primario, la protección de las comunidades acuáticas, y las actividades de pesca y acuicultura (CONAMA Brasil, 2005).

Tabla 5-39 Referencias normativas Cloro Libre Residual

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Rango
Cloro libre residual	CONAMA, Chile, 2004	Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas	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.	< 2 µg/L
			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.	2 µg/L - 10 µg/L
			Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.	10 µg/L - 100 µg/L
	California (California Environmental Protection Agency, 2019)	Objetivos para la protección de la vida acuática marina	Mediana de 6 meses	2 µg/L
			Concentración máxima diaria	8 µg/L
			Concentración máxima instantánea	60 µg/L
	Brasil (CONAMA Brasil, 2005)	Clase I - Estándares de agua salada		10 µg/L

xvi. Cobre Total

Para cobre total se identificaron nueve referencias normativas, las que corresponden a las referencias normativas del estado estadounidense de California (California Environmental Protection Agency, 2019), las referencias normativas del estado estadounidense de Maryland (Maryland Department of the Environment, 2020) para exposiciones agudas y crónicas, de Japón (Ministry of the Environment Government of Japan, 2003), las Directrices para la calidad del agua dulce y marina de Australia y Nueva Zelanda para la protección de la vida acuática (NWRC & WQPSC, 2018), Australia del Sur (EPA South Australia, 2003) y British Columbia para exposiciones crónicas y agudas (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019).

La normativa de California indica una concentración máxima de cobre total para la protección de la vida acuática en aguas marinas de 3 µg/L expresado como la mediana de 6 meses, con una concentración máxima diaria de 12 µg/L, y una concentración máxima instantánea de 30 µg/L (California Environmental Protection Agency, 2019).

La normativa de Maryland indica una concentración máxima de 3.1 µg/L para la protección de la vida acuática en aguas marinas para exposiciones crónicas, y de 4.8 µg/L para exposiciones agudas (Maryland Department of the Environment, 2020).

La normativa estadounidense indica una concentración máxima de 3.1 µg/L para la protección de la vida acuática en aguas marinas para exposiciones crónicas, y de 4.8 µg/L para exposiciones agudas (US EPA, 2004).

Las Directrices para la calidad del agua dulce y marina de Australia y Nueva Zelanda indican una concentración de 0.3 µg/L para la protección del 99% de la vida acuática; de 1.3 µg/L para la protección del 95% de la vida acuática; de 3 µg/L para la protección del 90% de la vida acuática; y de 8 µg/L para la protección del 80% de la vida acuática (NWRC & WQPSC, 2018).

La normativa de Australia del sur indica una concentración máxima de 10 µg/L para la protección de la vida acuática en aguas marinas (EPA South Australia, 2003).

Tabla 5-40 Referencias normativas Cobre Total

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Rango
Cobre total	California (California Environmental Protection Agency, 2019)	Objetivos para la protección de la vida acuática marina	Mediana de 6 meses	3 µg/L
			Concentración máxima diaria	12 µg/L
			Concentración máxima instantánea	30 µg/L
	Maryland (Maryland Department of the Environment, 2020)	Criterios numéricos para sustancias tóxicas en aguas superficiales - vida acuática en agua salada	Exposiciones crónicas	3.1 µg/L
			Exposiciones agudas	4.8 µg/L
	Estados Unidos (US EPA, 2004)	Tabla de criterios de vida acuática recomendados a nivel nacional	Exposiciones crónicas	3.1 µg/L
			Exposiciones agudas	4.8 µg/L
	Australia y Nueva Zelanda (NWRC & WQPSC, 2018)	Valores de alerta para sustancias tóxicas en niveles diferentes de protección (% de especies)	Protección del 99% de las especies	0.3 µg/L
			Protección del 95% de las especies	1.3 µg/L
			Protección del 90% de las especies	3 µg/L
			Protección del 80% de las especies	8 µg/L
	Australia del Sur (EPA South Australia, 2003)	Ecosistema acuático marino		10 µg/L
	British Columbia (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019)	Vida acuática marina	Exposiciones crónicas	2 µg/L
Exposiciones agudas			3 µg/L	

xvii. Arsénico Total

Para arsénico total se identificaron nueve referencias normativas, las que corresponden a las referencias normativas del estado estadounidense de California (California Environmental Protection Agency, 2019), las referencias normativas del estado estadounidense de Maryland (Maryland Department of the Environment, 2020) para exposiciones agudas y crónicas, Canadá para exposiciones crónicas (CCME, 2001), Brasil (CONAMA Brasil, 2005), Australia del Sur (EPA South Australia, 2003) y British Columbia para exposiciones crónicas y agudas (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019).

La normativa de California indica una concentración máxima de cobre total para la protección de la vida acuática en aguas marinas de 8 µg/L expresado como la mediana de 6 meses, con una concentración máxima diaria de 32 µg/L, y una concentración máxima instantánea de 80 µg/L (California Environmental Protection Agency, 2019).

La normativa de Maryland indica una concentración máxima de 36 µg/L para la protección de la vida acuática en aguas marinas para exposiciones crónicas, y de 69 µg/L para exposiciones agudas (Maryland Department of the Environment, 2020).

La normativa canadiense indica una concentración de arsénico total de 12.5 µg/L para exposiciones largas o crónicas (CCME, 2001).

La normativa estadounidense indica una concentración máxima de 36 µg/L para la protección de la vida acuática en aguas marinas para exposiciones crónicas, y de 69 µg/L para exposiciones agudas (US EPA, 2004).

La normativa brasilera indica una concentración máxima de arsénico total de 10 µg/L para aguas saladas de Clase I, las que se consideran aptas para contacto primario, la protección de las comunidades acuáticas, y las actividades de pesca y acuicultura. Y de 0.14 µg/L para aguas saladas de la Clase I Especial, las que se consideran aptas para la preservación de los ambientes acuáticos en conservación (CONAMA Brasil, 2005).

La normativa de Australia del sur indica una concentración máxima de arsénico de 50 µg/L, la que permite la protección de la contaminación y el ecosistema acuático de aguas (EPA South Australia, 2003).

La normativa de British Columbia indica una concentración máxima de 12.5 µg/L de arsénico para la protección de la vida acuática en aguas marinas (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019).

Tabla 5-41 Referencias normativas Arsénico Total

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Rango
Arsénico total	California (California Environmental Protection Agency, 2019)	Objetivos para la protección de la vida acuática marina	Mediana de 6 meses	8 µg/L
			Concentración máxima diaria	32 µg/L
			Concentración máxima instantánea	80 µg/L
	Maryland (Maryland Department of the Environment, 2020)	Criterios numéricos para sustancias tóxicas en aguas superficiales - vida acuática en agua salada	Exposiciones crónicas	36 µg/L
			Exposiciones agudas	69 µg/L
	Estados Unidos (US EPA, 2004)	Tabla de criterios de vida acuática recomendados a nivel nacional	Exposiciones crónicas	36 µg/L
			Exposiciones agudas	69 µg/L
	Canadá (CCME, 2001)	Water quality guidelines for the protection of aquatic life	Marine (long term)	< 12.5 µg/L
	Brasil (CONAMA Brasil, 2005)	Clase I - Estándares de agua salada		10 µg/L
			Clase I - Estándares de agua salada para cuerpos de agua en que se realizan actividades de pesca o el cultivo de organismos con fines de consumo intensivo	0.14 µg/L
Australia del Sur (EPA South Australia, 2003)	Ecosistema acuático marino		50 µg/L	
British Columbia (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019)	Vida acuática marina	Máximo WQG	12.5 µg/L	

xviii. Aceites y Grasas

Para aceites y grasas se identificaron dos referencias normativas, las que corresponden a las recomendaciones de la primera guía para el establecimiento de las NSCA para aguas continentales superficiales y marinas (CONAMA, 2004), y a las referencias normativas de Australia del Sur (EPA South Australia, 2003).

Las recomendaciones de la guía CONAMA 2004 indican un valor máximo de aceites y grasas de 5000 µg/L (5 mg/L) para la conservación de las comunidades acuáticas en agua marina y la desalinización de agua para consumo humano (Clase 1); para aguas de Clase 2 aptas para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas, también se recomienda un valor máximo de 5000 µg/L (5 mg/L); mientras que para aguas de Clase 3 aptas para actividades portuarias navegación y otros usos de menores requerimientos de calidad de agua, se recomienda un máximo de 10000 µg/L (10 mg/L) (CONAMA, 2004).

La normativa de Australia del sur indica un valor máximo de aceites y grasas de 10000 µg/L (10 mg/L) que permite la protección de la contaminación y el ecosistema acuático de aguas (EPA South Australia, 2003).

Tabla 5-42 Referencias normativas Aceites y grasas

Aceites y grasas	CONAMA, Chile, 2004	Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas	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.	5,000 µg/L
			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.	5,000 µg/L
			Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.	10,000 µg/L
	Australia del Sur (EPA South Australia, 2003)	Ecosistema acuático marino		10,000 µg/L

xix. Fluoruros

Para fluoruros se identificaron tres referencias normativas, las que corresponden a las recomendaciones de la primera guía para el establecimiento de las NSCA para aguas continentales superficiales y marinas (CONAMA, 2004), y a las referencias normativas de Brasil (CONAMA Brasil, 2005), y British Columbia para exposiciones agudas (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019).

Las recomendaciones de la guía CONAMA 2004 indican concentraciones de fluoruros en función de la salinidad (S) en PSU, con una concentración de $< 0.0369 \times S$ mg/L para la conservación de las comunidades acuáticas en agua marina y la desalinización de agua para consumo humano (Clase 1); para aguas de Clase 2 aptas para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas, se indica $0.0369 \times S - 0.0443 \times S$ mg/L; mientras que para aguas de Clase 3 aptas para actividades portuarias navegación y otros usos de menores requerimientos de calidad de agua, se recomienda $0.0443 \times S - 2.3$ mg/L (CONAMA, 2004).

La normativa brasilera indica una concentración máxima de fluoruros de 1400 µg/L para aguas saladas de Clase I, las que se consideran aptas para contacto primario, la protección de las comunidades acuáticas, y las actividades de pesca y acuicultura (CONAMA Brasil, 2005).

La normativa de British Columbia indica una concentración para exposiciones agudas de 1500 µg/L de fluoruros para la protección de la vida acuática en aguas marinas (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019).

Tabla 5-43 Referencias normativas Fluoruros. (*) S: Salinidad en PSU.

Variable	Referencia	Criterio	Subcriterio	Rango
Fluoruros	CONAMA, Chile, 2004	Criterios nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas	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.	< 0.0369xS mg/L (*)
			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.	0.0369xS – 0.0443xS mg/L (*)
			Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.	0.0443xS – 2.3 mg/L (*)
	Brasil (CONAMA Brasil, 2005)	Clase I - Estándares de agua salada		1400 µg/L
	British Columbia (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019)	Vida acuática marina	Máximo WQG	1500 µg/L

5.6.5.2 Propuesta de Variables

Las variables propuestas a medir en bahía Quintero se indican en la Tabla 5-44. Donde el grupo A está conformado por variables que dicen relación con el funcionamiento de los ecosistemas, el grupo B corresponde a variables que son metales pesados, el grupo C son variables asociadas a plantas de tratamiento de aguas servidas, y el grupo D a descargas de combustibles y navegación.

Tabla 5-44 Propuesta de variables a medir en bahía Quintero

Variable
Grupo A: Funcionamiento ecosistémico
pH
Fósforo total (mg/L)
Nitrato (mg/L)
Nitrógeno total (mg/L)
Temperatura (°C)
Oxígeno disuelto (mg/L)
DBO (mg/L)
DQO (mg/L)
Grupo B: Metales pesados
Arsénico total (µg/L)
Mercurio total (µg/L)
Plomo total (µg/L)
Cobre total (µg/L)
Cadmio total (µg/L)
Grupo C: PTAS
Cloro libre residual (ppm) (mg/L)
Coliformes fecales (NMP/100 mL)
Sólidos suspendidos (mg/L)
Grupo D: Carga y descarga de combustibles / Navegación
Hidrocarburos totales (mg/L)

Todas las variables propuestas deben medirse en los puntos de seguimiento o monitoreo que se indican más adelante, ya que son relevantes para entender el funcionamiento ecológico de la bahía y por la naturaleza de las actividades antrópicas que ocurren en el área y que tienen relación al uso del territorio marítimo.

5.6.6 Áreas de Vigilancia y Puntos de Seguimiento.

Los resultados consideran la información integrada en distintos aspectos que permiten caracterizar las áreas de interés de la bahía Quintero, indicados como criterios para definir las áreas de vigilancia.

5.6.6.1 Morfología Costera y Fondo Marino

En la **Figura 5-98** se observa la línea litoral rocosa y arenosa y el fondo marino rocoso y blando, que determinan la existencia de los ecosistemas intermareales de fondo blando y duro, así como también la de los ecosistemas submareales de fondo blando y duro, determinados por el sustrato.

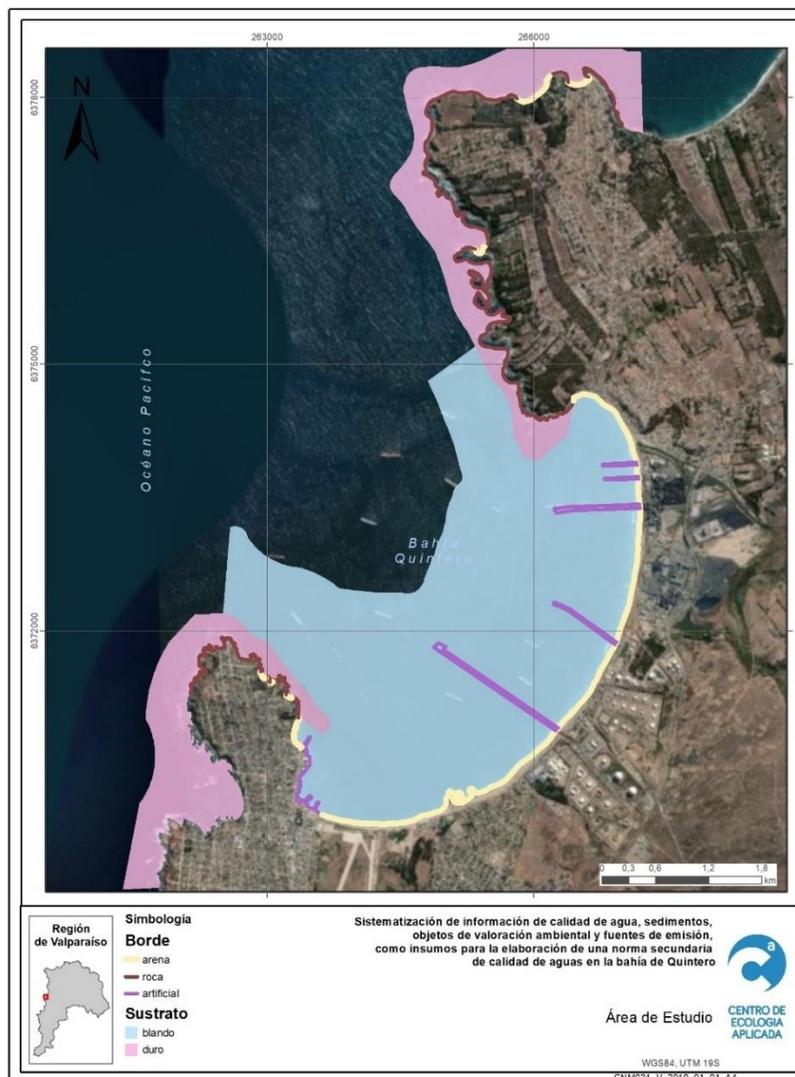


Figura 5-98 Borde de la bahía de Quintero, en rojo se muestra el litoral rocoso y en amarillo el litoral arenoso.

5.6.6.2 Modelo de Circulación de la Bahía

El estudio desarrollado para el MMA por CEA (2014) elaboró modelos de distribución de las corrientes y diferencial de temperatura de capa superficial del mar, a escala de temporal de un día en invierno, primavera, verano y otoño.

La **Figura 5-27** muestra la dirección de la masa de agua superficial durante un día de invierno y la velocidad del desplazamiento en m/s. A una velocidad media de .25 m/s, la masa de agua se desplaza 900 m en una hora.

Este grupo de figuras muestra la complejidad de las corrientes en superficie en la bahía de Quintero, y ayuda a comprender las áreas de influencia de las descargas de aguas de enfriamiento para el conjunto de las unidades termoeléctricas que operan en el sector de Ventanas.

Este efecto, dado el tiempo de operaciones de las plantas, forma parte de los patrones de cambio o perturbación ecológica de las comunidades marinas, en el sentido propuesto para los niveles de la biodiversidad (Zacharias & Roff, 2000).

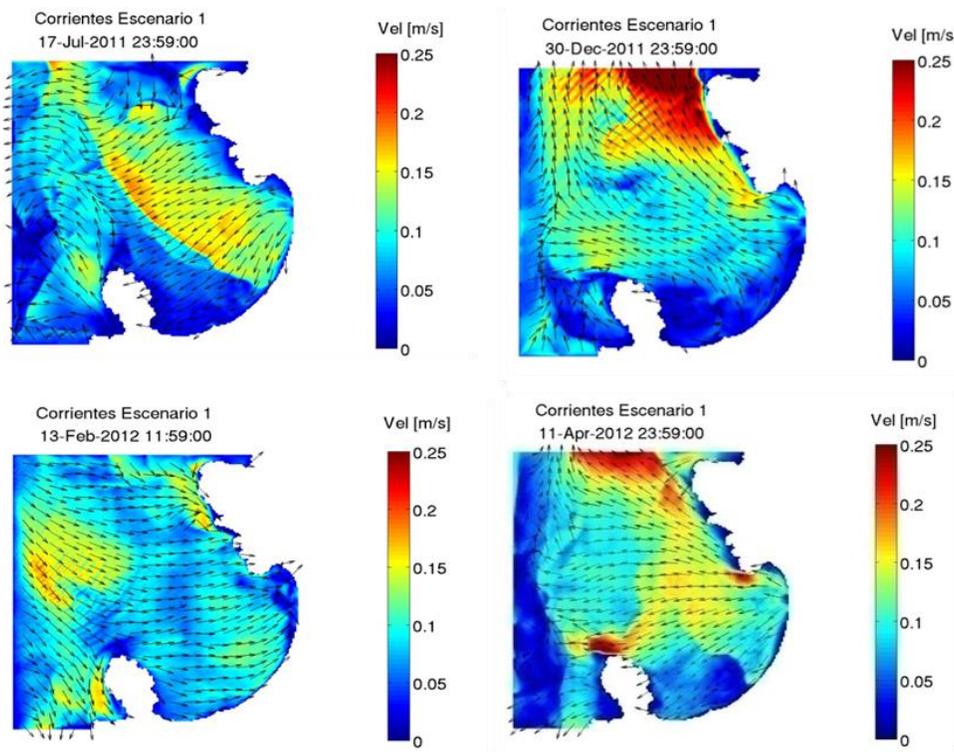


Figura 5-99 Modelación corrientes superficiales bahía Quintero (CEA, 2014)

5.6.6.3 Biodiversidad y Conservación

5.6.6.3.1 Áreas de los Ecosistemas

En el área de estudio los ecosistemas intermareales ocupan un área en forma de una banda estrecha del litoral, debido a que la oscilación de mareas es baja. Esto es especialmente acentuado en el intermareal de sustrato duro. En el intermareal de fondo blando en cambio ocupa una banda más ancha y por consiguiente presenta una mayor superficie. El área de los ecosistemas submareales es mucho más extensa, tanto en el de sustrato duro como en el blando, ocupando la mayor parte de la bahía de Quintero.

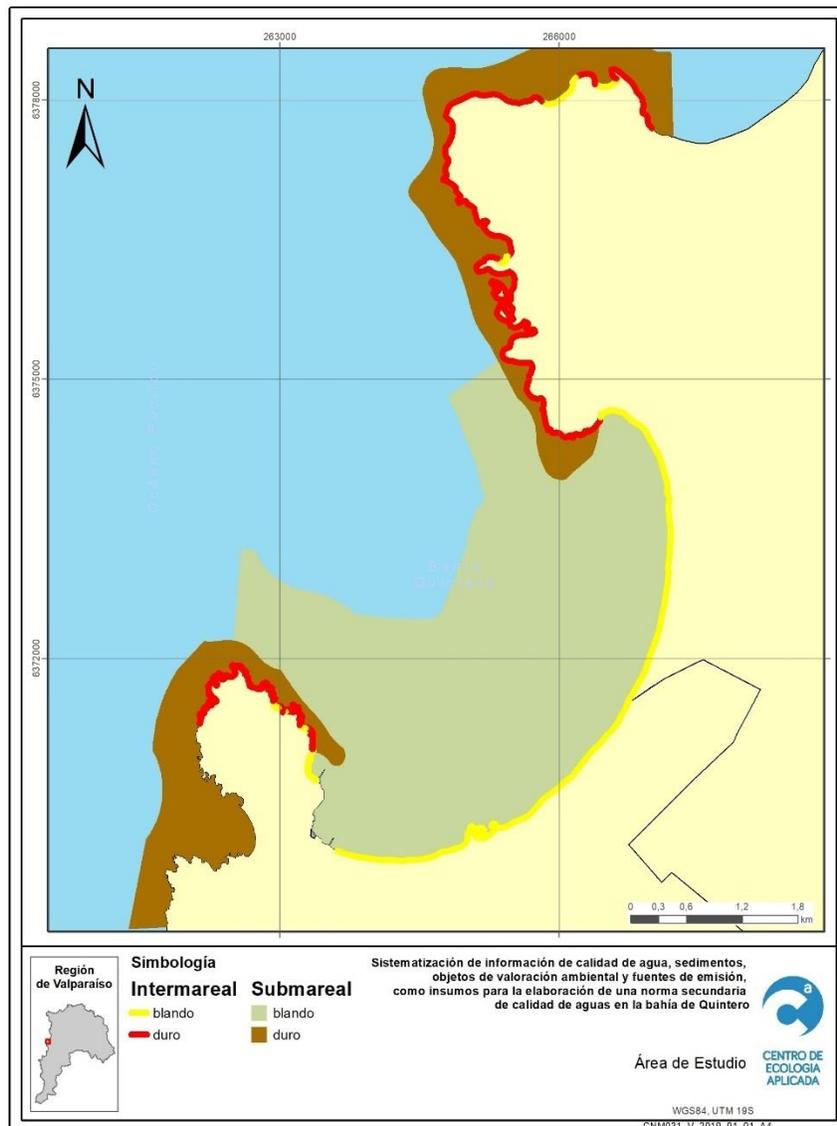


Figura 5-100 Áreas de los ecosistemas en la bahía de Quintero

5.6.6.3.2 Grupos Funcionales

Estos grupos funcionales corresponden a los componentes bióticos de los ecosistemas y se encuentran definidos en el objetivo específico 3, en el acápite 5.3.1, donde se indican en detalle.

5.6.6.3.3 Especies en Categorías de Conservación

Las especies indicadas en alguna categoría de conservación debieran ser consideradas en la definición de las áreas específicas de vigilancia. No obstante, no hay registros documentados de su presencia en los distintos sectores de la bahía Quintero. Debido a lo anterior no se incluyeron en el análisis de similitud entre las áreas identificadas.

5.6.6.4 Uso del Territorio Marítimo y del Litoral

El uso del territorio marítimo es altamente complejo debido a las numerosas actividades productivas, que se indican en la **Figura 5-101**. Las aducciones de agua de mar, por parte de centrales de producción de energía, es altamente significativo en la bahía. En la actualidad hay varias centrales de energía que usan agua de refrigeración que descargan y generan cambios en la temperatura del agua. Por otra parte, existen varios puntos de descarga de la planta de CODELCO-Ventanas, con RILES que aportan materiales que ingresan al agua y que sedimentan en la bahía. La actividad de las centrales térmicas se desarrolla en parte mediante el uso de carbón mineral, que debe ser descargado por uno de los terminales marítimos existentes.

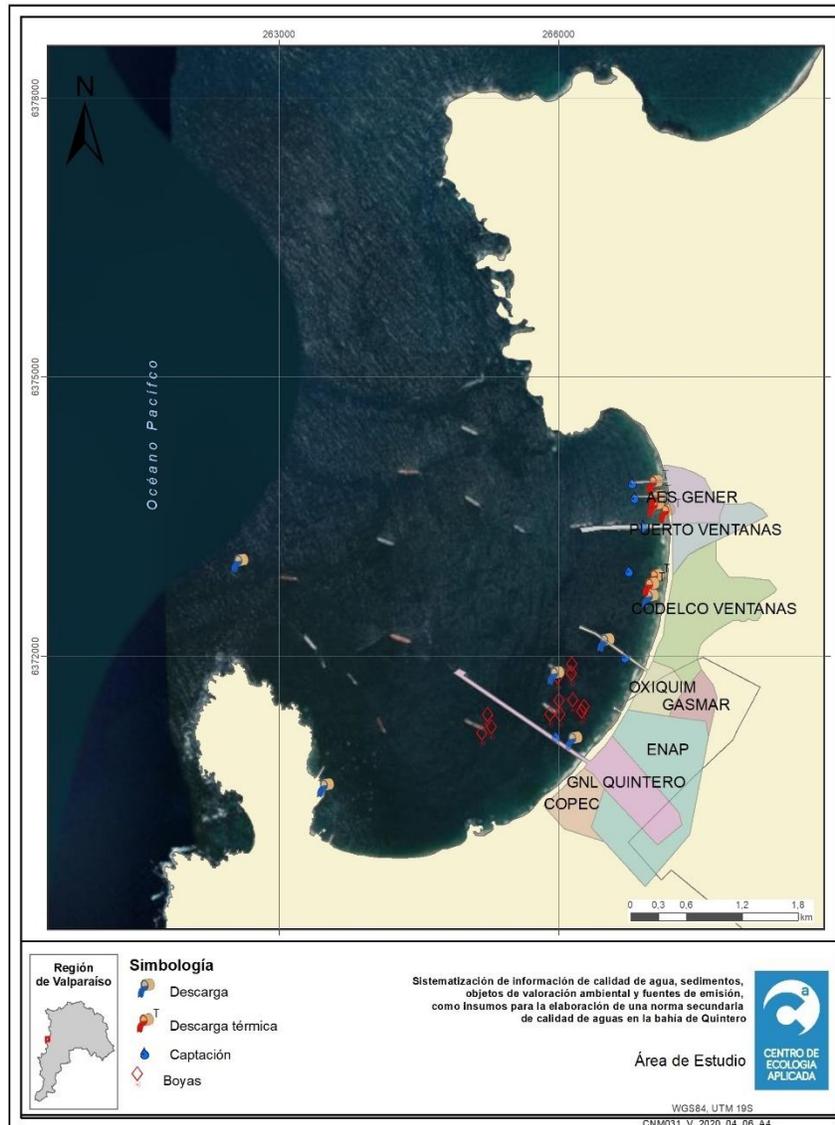


Figura 5-101 Usos del territorio en el área de Bahía Quintero. En esta figura se observa: i) localización de áreas industriales; ii) puntos de aducción de agua marina ; iii) localización de descargas puntuales de industrias; iv) boyas de descarga de combustibles; v)

Uno de los terminales también permite el embarque de concentrados de cobre. Ambas operaciones pueden generar derrames de materiales sólidos a la masa de agua de la bahía. El borde costero tiene un uso intensivo en caletas y playas que determinan necesidades y presiones sobre la calidad del agua en la bahía. Las presiones de contaminación con aguas de PTAS es una de las principales para el uso recreativo del borde costero. Aledaño al borde costero se encuentran localizada amplias instalaciones industriales, que ocupan una superficie importante del territorio continental.

5.6.7 Propuesta de Áreas de Vigilancia y Puntos de Seguimiento

5.6.7.1 Integración de las Áreas ambientales en Bahía Quintero

Una forma de establecer áreas que sean homogéneas es ordenar o clasificar áreas o puntos de acuerdo a un conjunto de atributos o propiedades ambientales (**Anexo 10.7**).

Los resultados de la ordenación mediante el análisis MDS se muestran en la **Figura 5-102**, estos resultados indican la existencia de grupos de áreas con características ambientales similares: i) áreas con ecosistemas intermareales y submareales con sustrato blando, con aguas con temperaturas medias más altas y con terminales portuarios GNL, Ventanas, Oxiquim y boyas para descarga de combustibles; ii) áreas con ecosistemas intermareales y submareales con sustrato duro, que incluye las áreas de AMERB y algunas caletas ; iii) áreas con Caletas y Playas, que se encuentran en el intermareal sea con sustrato duro o blando, con el conjunto de usos que se desarrollan en esas áreas y su vecindad.

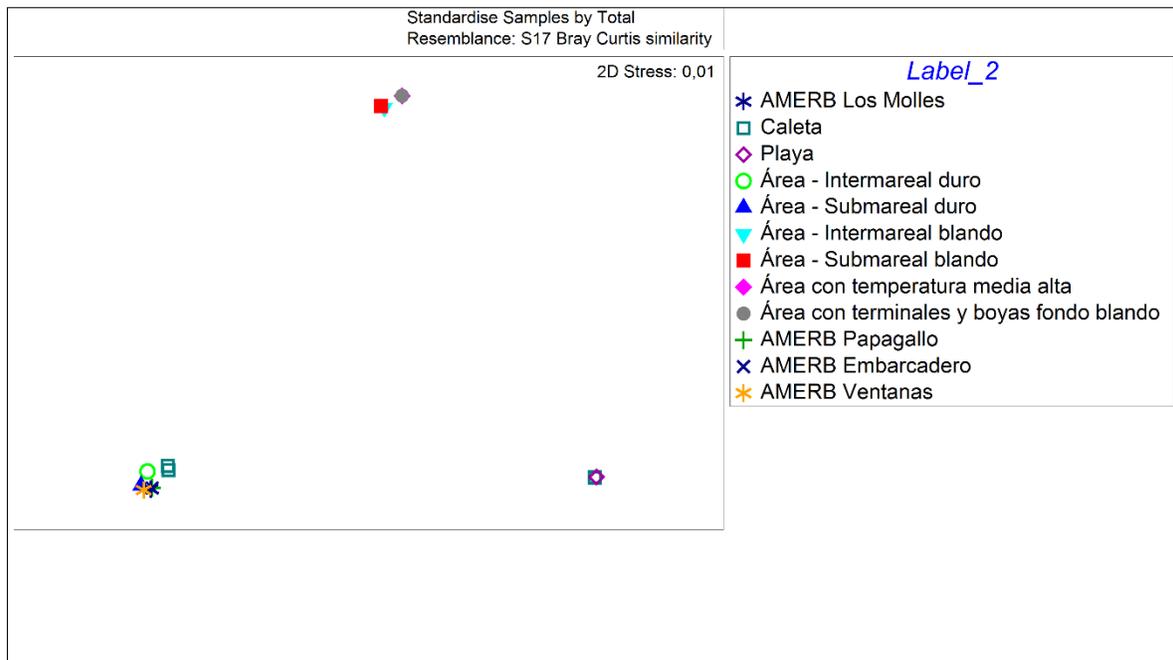


Figura 5-102 Análisis MDS de la matriz de similitud entre las áreas en la bahía de Quintero, con el objetivo de identificar áreas de vigilancia ambiental.



Group average

Standardise Samples by Total
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity

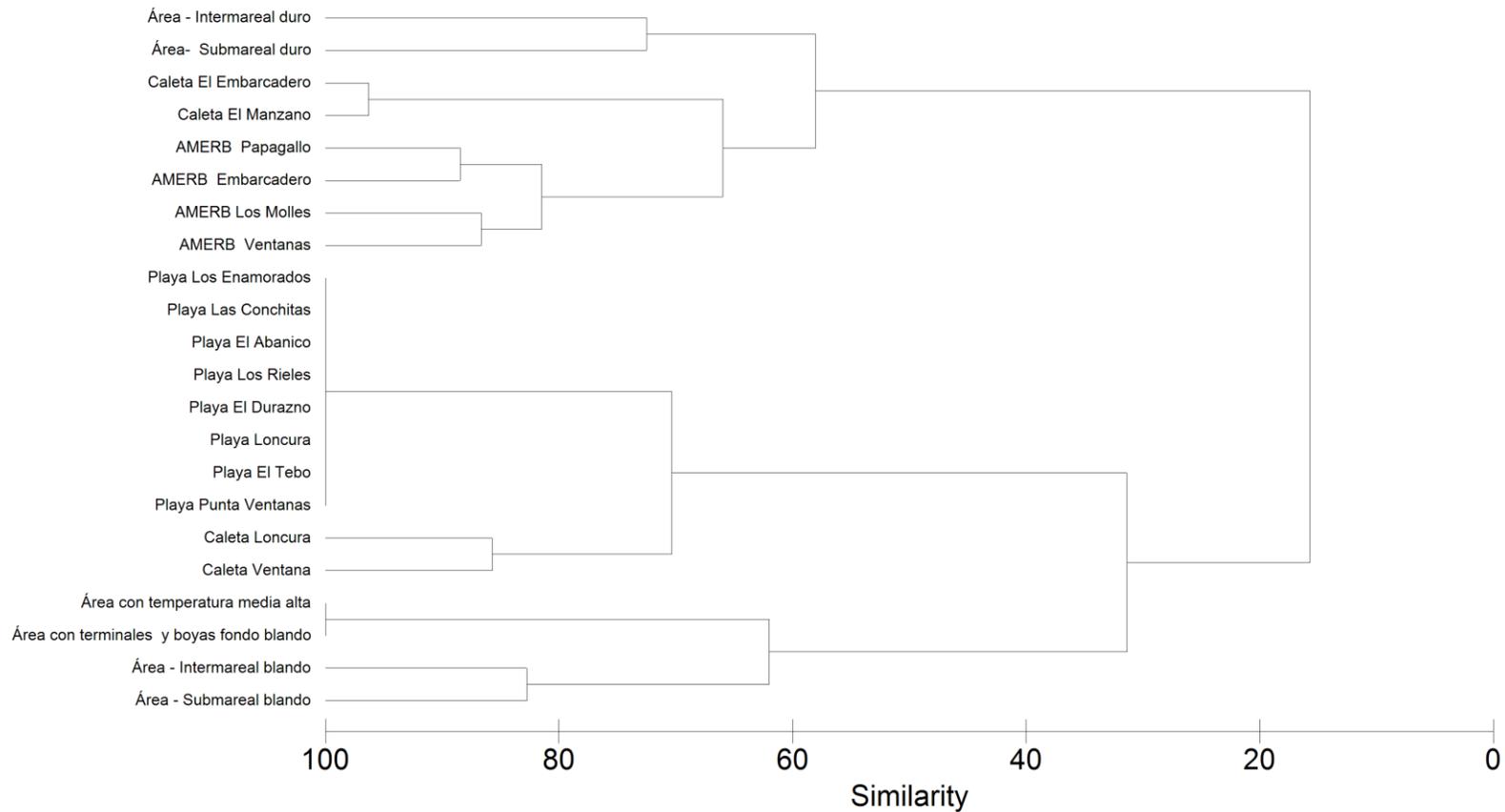


Figura 5-103 Análisis de cluster entre las áreas ambientales para definir áreas de vigilancia ambiental en Bahía Quintero.



La matriz de similitud también se usó para clasificar las áreas mediante el análisis de cluster, este análisis origina el dendrograma que se observa en la **Figura 5-103, el que** muestra la existencia de tres grupos de áreas muy similares. Los tres grupos principales son : i) Áreas con ecosistemas intermareales y submareales de fondo blando; con aguas con temperaturas medias más altas; con terminales portuarios GNL, Ventanas, Oxiquim y boyas para descarga de combustibles; ii) Áreas con ecosistemas intermareales y submareales de fondo duro, con algunas caletas y las AMERB, que se encuentran en el submareal; ii) Áreas de playas y algunas caletas , que se encuentran en el intermareal duro, pero principalmente blando y las actividades antrópicas asociadas.

Ambos métodos para analizar la similitud entre las áreas ambientales entregan resultados muy parecidos y sirven de base para proponer áreas de vigilancia.

5.6.7.1.1 Áreas de Vigilancia y Puntos de Observación Propuestos

a) *Áreas de Vigilancia*

Las áreas de vigilancia fueron definidas con un conjunto de atributos obtenidos desde la información existente en documentos de diferente tipo. Las áreas presentan un nivel de homogeneidad relativamente alto en función del índice de similitud y agregadas en el dendrograma. Los atributos fueron equiponderados, de forma que es básicamente un enfoque cualitativo. Estas se clasificaron de la siguiente forma, la cual se resume en la **Tabla 5-45** y **Figura 5-104**:

i. Área Industrial

incluye una gran parte de la bahía de Quintero y corresponde al territorio marítimo donde se localizan las principales obras de los terminales portuarios con distintas finalidades, incluyendo las boyas para descargas de combustibles, y ductos tanto de aducción como de descarga de Riles y descargas térmicas y presenta una diferenciación térmica respecto del resto del territorio marítimo de la bahía. En ella se desarrollan ecosistemas submareales de fondo blando.

ii. Área Norte

Se encuentra entre el área industrial por el Este y hacia el océano por Oeste, hacia el noreste limita con el Área AMERB Norte. Corresponde ecosistemas submareales de fondo blando, de más profundidad. No incluye áreas intermareales.

iii. Área Sur

Limita hacia el sur oeste con el intermareal rocoso, que en parte corresponde al Área AMERB Sur y con el intermareal de zona urbana de Quintero. Hacia el sur limita con intermareal de sustrato blando. Incluye una zona de pesca. Por otra parte, es la zona donde las velocidades de las masas de agua son menores, en distintos momentos del año, según los cálculos de modelos de simulación para diferentes escenarios.

iv. Área AMERB Norte

Corresponde a un área que incluye el borde del litoral rocoso, y donde se encuentran definida un área AMERB, que corresponde a los ecosistemas submareales de sustrato duro o rocoso. En ella se localiza un sector donde se desarrolla producción marina como acuicultura.

v. Área AMERB Sur

Corresponde a un área que incluye el borde del litoral rocoso, y donde se encuentran definida un área AMERB, que corresponde a los ecosistemas submareales de sustrato duro o rocoso. Presenta un sector externo a la bahía, sector el Papagayo y luego rodea la península donde se localiza Quintero hacia el interior de la bahía.

vi. Área Intermareal Dura

Es la zona intermareal rocosa, donde se desarrollan los ecosistemas intermareales de sustrato duro.

vii. Área Intermareal Blanda

Considera el borde costero, conformado fundamentalmente por sustrato blando. Se desarrollan ecosistemas intermareales de sustrato blando y presentan habitualmente avifauna litoral.

Los límites trazados en el territorio marítimo, desde el punto de vista ambiental no pueden considerarse fijos, como los límites en el litoral y corresponden a referencias geográficas, dado el dinamismo de las masas de agua.

Tabla 5-45 Identificación áreas de monitoreo

Nombre	Color	Ecosistema
A. Área Industrial A		Submareal blando
B. Área Industrial B		Submareal blando
N. Área Norte		Submareal blando
S. Área Sur		Submareal blando
AN. Área AMERB norte		Submareal blando
AS. Área AMERB sur		Submareal blando
Intermareal blando		Intermareal blando
Intermareal duro		Intermareal duro

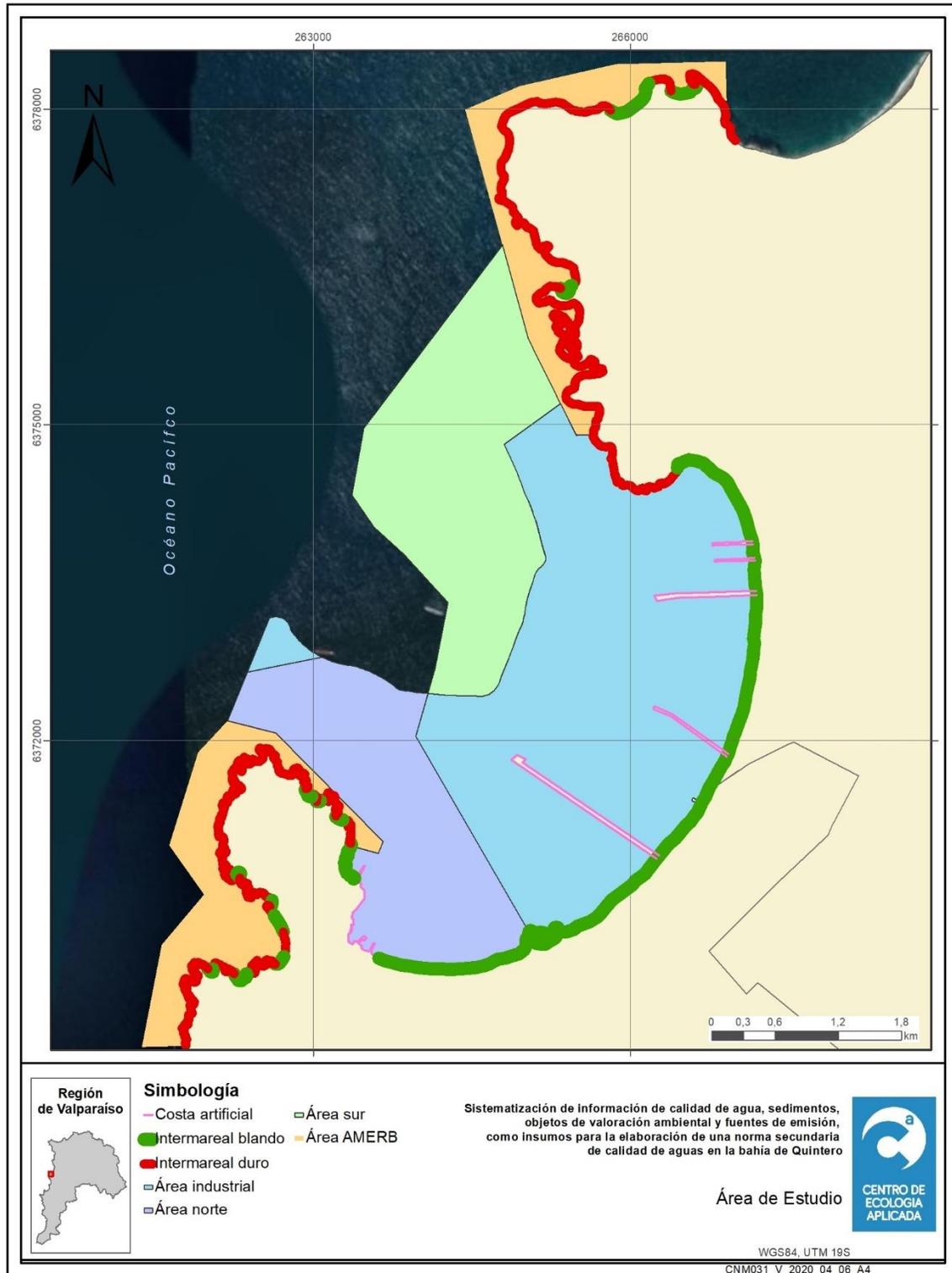


Figura 5-104 Propuesta de Áreas de Vigilancia propuestas para Bahía Quintero

b) Puntos de Seguimiento

Los puntos de seguimiento, de acuerdo con el sentido legal deben encontrarse a cierta distancia de los puntos de descarga o emisión, debido a que no son puntos para evaluar los RILES. Esto significa que las áreas de vigilancia, en varios casos no podrían localizarse en la bahía Quintero, debido a que no está asegurado el efecto de dilución a lo que alude la recomendación de la NSCA a este respecto. De acuerdo con los análisis de los datos de temperatura y oxígeno disuelto, la dilución del efecto ocurriría fuera de la bahía propiamente tal, en dirección norte.

Desde el punto de vista de una NCSA, ecológicamente es fundamental conocer los valores de varias variables (temperatura, oxígeno disuelto, pH, sólidos disueltos, etc.), independiente de la existencia o no de la normativa indicada anteriormente, ya que su objetivo es la conservación de la biodiversidad.

La densidad de puntos en las áreas debiera ser de varios puntos por cada una de las áreas individualizadas en la figura. Hay que indicar que no hay registros en las áreas AMERB. Para el conjunto de áreas de vigilancia proponemos un conjunto de 20 puntos distribuidos como se indica en la **Figura 5-105**.

Los ecosistemas y áreas definidas no se encuentran en su estado natural, producto de décadas actividades antrópica, en la bahía de Quintero. Entonces, las áreas definidas, representan áreas homogéneas en su estado actual con actividad antrópica, y la representatividad debe entenderse que es del estado actual de los ecosistemas y sus componentes. Habitualmente, se indican puntos de control, pero se ha preferido referirse a ellos como puntos de referencia, ya que la idea de control supone una homogeneidad ecológica con los puntos o áreas a comparar dentro de la bahía. Sin embargo, se desconocen las alteraciones que pueden haber sufrido los puntos de referencia propuestos. Así, los análisis en términos más precisos corresponden a comparaciones entre puntos o áreas, que se supone no debieran presentar diferencias significativas respecto de los puntos de referencia, los cuáles a su vez se suponen poco perturbados por acciones antrópicas.

El número de puntos de seguimiento se pensó en función de la superficie del área de vigilancia, pero también de la forma, como en el caso del intermareal. Por otra parte, la distribución seleccionada se hace en consideración a que se deben desarrollar no solamente muestreos de la columna de agua y fondo marino (sustratos blando y duro), sino que también puedan ser incorporados muestreos sobre los componentes bióticos de los ecosistemas, y poder asociarlos a las características físicas y químicas del agua y de los sedimentos.

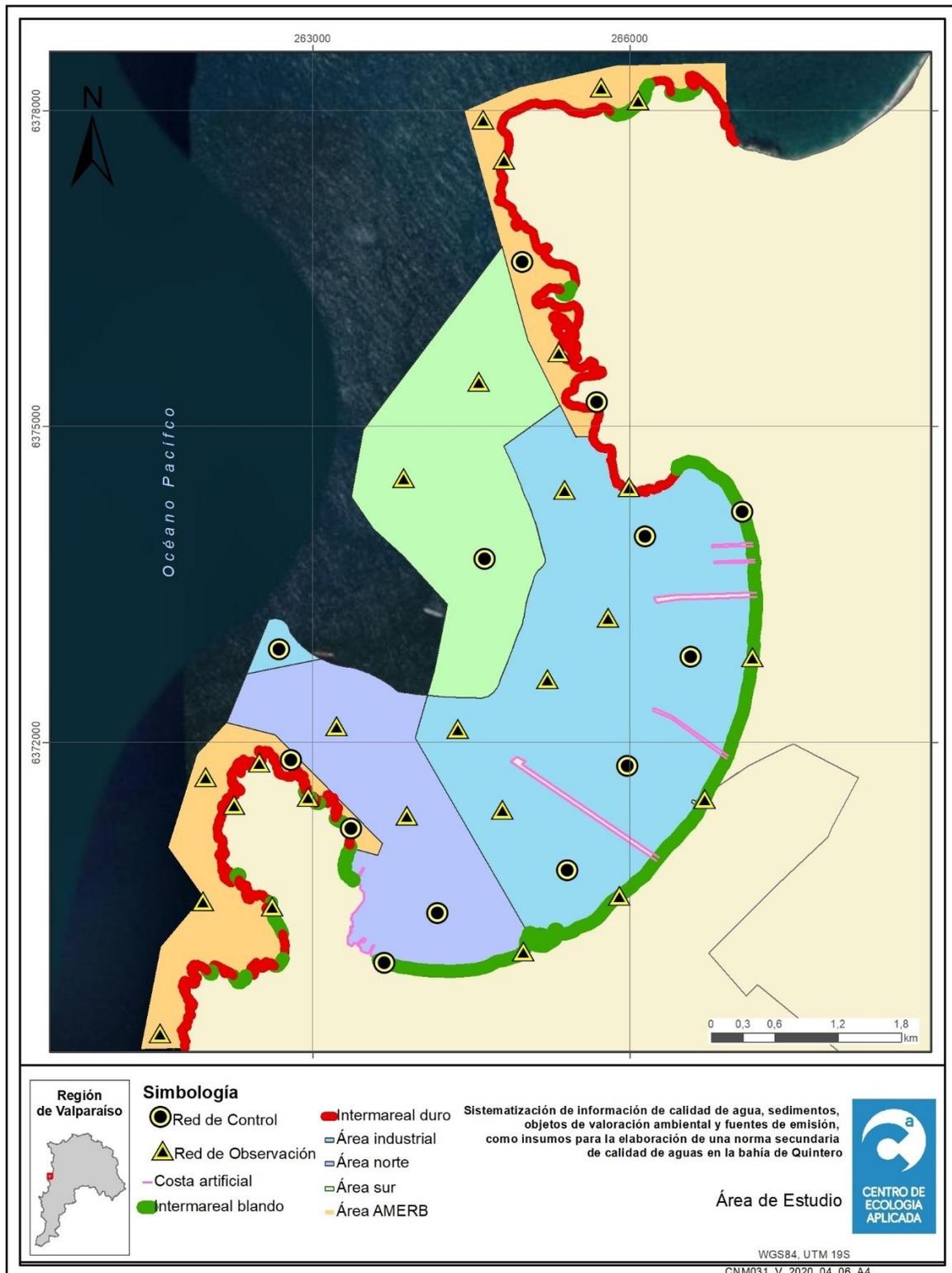


Figura 5-105 Propuesta de puntos de seguimiento.

Los puntos de control y observación sugeridos o propuestos tienen por objeto obtener una información con una densidad espacial mayor a la existente (POAL, y otros seguimientos). Esto es fundamental para alcanzar una cobertura espacial que permita inferir estadísticamente, valores esperables en los ecosistemas en su estado actual y detectar tendencias de cambio en el mediano y largo plazo. Hay que enfatizar, que esa base de datos se debe construir con nuevas observaciones (puntos en el espacio y nuevas frecuencias de registro u obtención de datos) (**Tabla 5-46** y **Tabla 5-47**).

Tabla 5-46 Red de control propuesta para bahía Quintero.

Área de Vigilancia	Tipo	UTM Este	UTM Norte
AMERB - Norte	Submareal	264987	6376562
AMERB - Sur	Submareal	262794	6371833
Industrial - A	Submareal	266149	6373956
Industrial - A	Submareal	266577	6372813
Industrial - A	Submareal	265978	6371778
Industrial - A	Submareal	265411	6370789
Industrial - B	Submareal	262687	6372887
Intermareal blando	Intermareal	267069	6374188
Intermareal blando	Intermareal	263681	6369910
Intermareal duro	Intermareal	265691	6375234
Intermareal duro	Intermareal	263364	6371183
Norte	Submareal	264628	6373743
Sur	Submareal	264184	6370383

Tabla 5-47 Red de observación propuesta para bahía Quintero

Área de Vigilancia	Tipo	UTM Este	UTM Norte
AMERB - Norte	Submareal	264616	6377911
AMERB - Norte	Submareal	265733	6378216
AMERB - Sur	Submareal	261990	6371672
AMERB - Sur	Submareal	261961	6370492
AMERB - Sur	Submareal	261559	6369239
Industrial - A	Submareal	265800	6373182
Industrial - A	Submareal	265223	6372603
Industrial - A	Submareal	264796	6371362
Industrial - A	Submareal	264376	6372129
Industrial - A	Submareal	265388	6374399
Intermareal blando	Intermareal	262497	6371809
Intermareal blando	Intermareal	262960	6371485
Intermareal blando	Intermareal	264996	6370017
Intermareal blando	Intermareal	266710	6371461
Intermareal blando	Intermareal	262617	6370444
Intermareal blando	Intermareal	266084	6378094
Intermareal blando	Intermareal	267163	6372810
Intermareal blando	Intermareal	265907	6370543
Intermareal duro	Intermareal	264814	6377534
Intermareal duro	Intermareal	262259	6371406
Intermareal duro	Intermareal	265330	6375702
Intermareal duro	Intermareal	265993	6374422
Norte	Submareal	264572	6375425
Norte	Submareal	263863	6374512
Sur	Submareal	263228	6372157
Sur	Submareal	263895	6371308

5.6.8 Propuesta de Frecuencias de Monitoreo

La frecuencia de observación o seguimiento de las variables debe ser trimestral, porque permite establecer si existen oscilaciones estacionales y es usado para la mayoría de las variables en las normativas internacionales.

Esta frecuencia, es adecuada para establecer la existencia de ciclos estacionales y así evaluar las tendencias de largo plazo.

Por otra parte, es importante enfatizar un protocolo de observaciones que tenga una baja variabilidad temporal, ya que la forma apropiada es estimar una serie de tiempo, que requiere como condición muestreos equidistantes en el tiempo. En los datos acumulados hasta el momento solamente en unas pocas variables se pueden usar y no entregaron autocorrelaciones que permitieran modelarlas.

Por otra parte, la regularidad temporal de los muestreos u observaciones es clave y requiere un rango de diferencias de pocos días de variabilidad en la equidistancia en el tiempo de las muestras. Esto significa un esfuerzo de coordinación importante y que debe ser anticipado en este proceso normativo y de buenas prácticas de seguimiento.

Dado que no existe una información anterior a las actividades industriales en bahía Quintero hemos considerado agregar puntos de referencia externos a la bahía propiamente tal, de modo de obtener alguna información adicional, distinta y con menos modificaciones que la que se obtiene o registrará en el futuro, al interior de ella.

La frecuencia de observación para variables fisicoquímicas debe ser trimestral, como es sugerida en normativas internacionales. Esta frecuencia, es adecuada para establecer la existencia de ciclos estacionales y así evaluar las tendencias de largo plazo. Por otra parte, es importante enfatizar un protocolo de observaciones que tenga una baja variabilidad temporal, ya que la forma apropiada es estimar una serie de tiempo, que requiere como condición muestreos equidistantes en el tiempo. Esto significa un esfuerzo de coordinación importante y que debe ser anticipado en este proceso normativo o de buenas prácticas.

5.6.9 Propuesta de Objetivos Ambientales por Área de Vigilancia

Los objetivos ambientales propuestos son los siguientes

5.6.9.1 Controlar y disminuir la variación de algunas variables fisicoquímicas en la masa de agua de la bahía.

a) Temperatura

Las observaciones de la temperatura en la bahía muestran que ocurren variaciones importantes en la temperatura de la columna de agua en la bahía. La descripción de los percentiles muestra que hay diferencias importantes de hasta más de 10 °C en la

temperatura del agua en sus valores directos, más de 3° C en valores medios en los valores anuales y más de 3° C en sus valores estacionales, especialmente en las aguas más superficiales. Las normativas de calidad del agua de mar para conservar la biodiversidad indican de acuerdo con la información existente que no debiera oscilar en más de 2°C (CONAMA, 2004).

La bahía de Quintero al tener un grupo de termoeléctricas que descargan agua de enfriamiento, están contribuyendo a aumentar esas diferencias, proceso que debe ser enfrentado desde la gestión y regulación desde el Estado, para esas industrias.

b) Oxígeno Disuelto

Los valores de esta variable pueden estar asociados a las condiciones de la temperatura del agua, la actividad fotosintética en los ecosistemas, y a la descarga de niveles altos de DBO y DQO en las aguas de los RILES. Esta variable, es una condición determinante para la presencia de distintos grupos de organismos, especialmente para aquellos que no pueden desplazarse en forma autónoma, como lo es el plancton. En otros organismos, niveles bajo de oxígeno como algunos de los observados en la columna de agua pueden limitar la presencia y afectar la biodiversidad de los ecosistemas.

c) Metales

Los metales pesados como arsénico, cobre, mercurio, plomo, y cadmio presentan niveles que exceden con frecuencia los recomendados en las regulaciones internacionales y sus descargas deben ser controladas adecuadamente, para evitar problemas de contaminación. No obstante, los valores de pH en el agua de la bahía y los niveles de oxígeno en la columna de agua son favorables a la mantención en formas químicas insolubles, aunque deben ser seguidos de acuerdo con lo indicado, en frecuencia trimestral.

5.6.9.2 Conservación de la biodiversidad de las AMERB

La conservación de las AMERB se fundamenta en la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas marinos de sustrato duro, donde se encuentran las especies que son recursos hidrobiológicos que se extraen en las AMERB por los pescadores. Las especies de las AMERB en sus áreas forman parte de la estructura trófica de los ecosistemas submareales en sustrato duro y el seguimiento de sus condiciones a través de las variables seleccionadas es básico para mantener el potencial de extracción de los recursos hidrobiológicos de ellas.

5.6.9.3 Conservación de la biodiversidad de la bahía en los ecosistemas sustratos blando y duro

Los ecosistemas que se desarrollan en la bahía Quintero y donde se encuentra la biodiversidad asociadas al fondo marino son: i) los ecosistemas intermareales y submareales en sustrato duro, donde estos últimos son los que tienen una mayor extensión en superficie en este tipo de sustrato; ii) ecosistemas intermareales y submareales en

sustrato blando con todos los grupos funcionales y sus especies descritos anteriormente. Los ecosistemas submareales de sustrato blando se extienden en la mayor parte de la bahía y es el área donde las actividades productivas incorporan o extraen materiales y producen cambios físicos y químicos en la masa de agua de la bahía de Quintero.

5.6.9.4 *Especies en Categorías de Conservación*

Se sugiere que las especies indicadas en la lista que se presenta a continuación deban tener un seguimiento para constatar su presencia o abundancia en los diferentes sectores que forman parte de sus hábitats. Esto permitirá realizar evaluaciones de su estado de conservación en el futuro en el área de la bahía de Quintero. Estas especies además pueden ser indicadoras indirectas del estado o calidad de los ecosistemas marinos.

- *Lontra felina* (Chungungo) en categoría de conservación “Vulnerable”
- Cetáceos en categoría de conservación “Vulnerables” y en “Peligro”
- iii) *Spheniscus humboldti* (Pingüino de Humboldt) en categoría de conservación “Vulnerable”
- *Arctocephalus philippii* (Lobo fino de Juan Fernández) en categoría de conservación “Vulnerable”
- *Lepidochelys olivácea* (Tortuga olivácea) en categoría de conservación “Vulnerable”.



5.6.10 Propuesta de Tabla de Clases

A continuación se presenta tabla de clases de calidad ambiental de acuerdo con los valores observados en Bahía Quintero de acuerdo a propuestas indicadas en **acápite 4.6.1**.

El grupo A está conformado por variables que dicen relación con el funcionamiento de los ecosistemas, el grupo B corresponde a variables que son metales pesados, el grupo C son variables asociadas a plantas de tratamiento de aguas servidas, y el grupo D a descargas de combustibles y navegación.

De acuerdo con los resultados alcanzados con los mayores niveles de exigencia existente en el conjunto de normativas consultadas, la tabla de clases para las variables seleccionadas en función de los valores observados en Bahía Quintero. En este contexto de análisis solamente el pH y oxígeno disuelto, para una parte importante de sus valores, cumple con lo propuesto en las normativas. Todas las demás variables presentan valores brutos con altos porcentajes que exceden las normas más exigentes respectivas usadas como referentes sean internacionales o nacionales.

5.6.10.1.1 Propuesta 1

Es necesario recordar que el criterio definido es considerar los límites de las variables en función de los percentiles, de la masa de datos observada (n) en la bahía, respecto cada variable. Este procedimiento, opera como si los valores observados describieran una situación ambiental sin efectos antrópicos. Es decir, es como si fuera una línea base. Por otra parte, los valores de cada clase alcanzan rangos diferentes, debido a que los valores se ajustan a la frecuencia de datos en cada rango de percentil, y no a los valores de la variable.

Tabla 5-48 Propuesta 1 de Tabla de Clases.

Variable	Clase				
	1	2	3	4	5
Grupo A: Funcionamiento ecosistémico					
pH	7,8-8,3	7,4-8,4	7,4-8,4	7,4-8,4	7,4-8,4
Fósforo total (mg/L)	0,002-0,07	0,08-0,09	0,1-0,1676	0,2-0,2	0,2-0,597
Nitrato (mg/L)	0,01-0,5212	0,58-1,566	1,72425-2	2,1045-2,398	2,59-4,6
Nitrógeno total (mg/L)	0,02-0,272	0,3-0,49	0,5-0,65	0,8015-1,22	1,4505-11,4
Temperatura (°C)	TMM ± 2 °C	TMM ± 3 °C	TMM ± 5 °C	TMM > ± 5 °C	TMM > ± 5 °C
Oxígeno disuelto (mg/L)	8,46-12,5	7,8-8,26	6,83-7,63	5,92-6,6	2,01-5,63
DBO (mg/L)	2-3	3,5-4	4-5	5-5	5-6
DQO (mg/L)	28,1-28,3	28,3-28,3	28,3-28,3	28,345-28,6	28,635-28,7
Grupo B: Metales pesados					
Arsénico total (ug/L)	0-0,001	0,0014-0,002	0,002-0,0046	0,0055-0,0102	0,014925-0,1288
Mercurio total (ug/L)	0,045-0,045	0,059-0,14	0,183-1	1-1	1-2,6
Plomo total (ug/L)	0,012-0,55	0,64-0,994	1,06-1,852	2,059-4,918	5,79-50
Cobre total (ug/L)	0-1	1,45-2,792	3,1-4,7	5,267-8	9,3-70
Cadmio total (ug/L)	0,03-0,1	0,1-0,13	0,15-0,206	0,249-0,85	1,128-10
Grupo C: PTAS					
Cloro libre residual (ppm) (mg/L)	0-0,03	0,04-0,1	0,1-0,1	0,1-0,1	0,1-0,66
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	0-1,8	1,8-2	2-4,5	11-33	49-9200
Sólidos suspendidos (mg/L)	0,2-5	5-5	5-9	13-23,28	27,3-253
Grupo D: Carga y descarga de combustibles / Navegación					
Hidrocarburos totales (mg/L)	0,02-0,272	0,3-0,49	0,5-0,65	0,8015-1,22	1,4505-11,4

a) pH

El rango más exigente es el propuesto por Japón, con valores de pH entre $7.8 \leq \text{pH} \leq 8.3$. EL 70% de los datos se encuentra dentro del rango propuesto por Japón.

b) Fósforo

La tabla indica que los valores de fósforo para clase 1, entre 0,002 mg/L- 0,07 mg/L donde el 20% de las muestras presenta valores menores a $< 0,007$ mg/L. La clase 2 tiene un rango entre 0,08 a 0,09 mg/L siendo mucho más estrecha y en ella se encuentra el 20% de los datos registrados.

c) Nitrato

Para el nitrato, en el agua de mar, se indica que la clase 1 resultan niveles entre 0,01-0,52 mg/L. En cambio, para la clase 5, los valores quedan entre 2,59 a 4,6 mg/L.

d) Nitrógeno Total

La clase 1 indica que los valores se encuentran entre 0,02 y 0,272 mg/L, mientras que en la clase 2 los valores alcanzan hasta 1,56 mg/L. En la clase 5 alcanzan valores varias veces mayor entre 1,45 a 11,4 mg/L.

e) Temperatura

Esta variable es indicada en las normativas internacionales a nivel mensual. Los registros actuales no tienen en el caso de Quintero, registros en todos los meses en forma regular, para para calcular su desviación respecto de la media. De esta forma no se puede la tabla indicada más arriba en forma consistente, para evaluar la calidad ambiental con esta variable.

f) Oxígeno Disuelto

Es importante destacar que ocurre un amplio rango en la cantidad de oxígeno disuelto desde altos de 12,5 mg/L, hasta valores muy bajos de 2,01 mg/L, que pueden ser limitantes para muchos organismos acuáticos. La clase 1 presenta valores altos desde 8,46 hasta 12,5 mg/L, y 20% de los datos en ese rango, mientras que la clase 5 solamente alcanza niveles 2,01 a 5,6 mg/L.. Así, la clase 5 corresponde a valores bajos y que en casos afectar negativamente a la fauna de los ecosistemas.

g) DBO y DQO

Las observaciones en bahía Quintero son poco numerosas, 99 para DBO y solamente 12 para DQO, y nos posible con este reducido número de muestras, a nuestro juicio, utilizar las categorías que se definieron.

h) Clorofila a

No se dispone de datos de concentración de clorofila a, variable fundamental para estimar la producción de los ecosistemas en la columna de agua.

i) Arsénico

El valor de concentración de este elemento en el agua es bajo, en la clase 1 es de 0,001 µg/L y la clase 5 alcanza niveles de 0,129 µg/L. Si se considera la normativa de Nueva Zelanda, donde se propone que el nivel de 0.1 µg/L, protegería el 99% de las especies, en Bahía Quintero, solo el 40 % de las mediciones cumpliría esa referencia.

j) Plomo

La clase 1 de acuerdo con los percentiles definidos, está en el rango 0,022 a 0,55 µg/L . La norma de California que acepta 2 µg/L como nivel, aproximadamente el 40 % de los valores medidos excede dicho nivel. Así la clase 4, alcanza el valor 2,059 en su rango inferior y las clases 1,2 y3 , estarían bajo ese nivel y serían buenas.

k) Cobre

Las clases 1 y 2 están por debajo del nivel propuesto en Nueva Zelandia de 0.3 ug/l para proteger el 99% de las especies. Es decir, cerca del 40% de los valores observados, en las otras clases se excedería el nivel.

l) Cadmio

La norma de Canadá CCME indica que el valor a alcanzar es de 0.12 µg/L. El caso de bahía Quintero más del 60 % de los valores excede el nivel y comprende las clases 3, 4 y 5.

m) Cloro libre residual

La norma más exigente en este caso se ha propuesto por CONAMA y es de 0.002 ug/l. solamente una fracción pequeña de las observaciones cumple con esta condición.

n) Coliformes fecales

El nivel más exigente, propuesto por CONAMA es de < 2 NMP/100 ml. En la bahía de Quintero, así el 40% de los valores registrados está por debajo con ese nivel.

o) Sólidos Suspendidos

El nivel más exigente ha sido propuesto es de 10 mg/l, en bahía Quintero más del 60% de los registros está por debajo del valor indicado.

p) Hidrocarburos

El valor más exigente encontrado es el propuesto por CONAMA de 0.2 mg/l, y en bahía Quintero menos del 20 % cumple con el nivel indicado .

Cabe señalar, que las observaciones de las distintas variables no poseen una distribución que dé cuenta de la superficie de la bahía y de las diferentes áreas. Estos resultados son con los datos registrados

5.6.10.1.2 Propuesta 2

Tabla 5-49 Propuesta 2 Tabla de Clases

Grupo A: Funcionamiento ecosistémico					
pH	7,8-8,3	7,5-8,5	7-8,7	6,5-9,5	6-9,5
Fósforo total (mg/L)	0,02	0,03	0,045	0,05	0,062
Nitrato (mg/L)	0,4	3,7	4,6	>4,6	>4,6
Nitrógeno total (mg/L)	0,08	0,2	0,3	0,6	1
Temperatura (°C)	TMM ± 2 °C	TMM ± 3 °C	TMM ± 5 °C	TMM > ± 5 °C	TMM > ± 5 °C
Oxígeno disuelto (mg/L)	8	7,5	6	5	2
DBO (mg/L)	10	>10	>10	>10	>10
DQO (mg/L)	2	3	8	>8	>8
	2	>2	>2	>2	>2
Grupo B: Metales pesados					
Arsénico total (ug/L)	0,14	8	10	12,5	36
Mercurio total (ug/L)	0,016	0,04	0,1	0,2	0,4
Plomo total (ug/L)	2	2,2	4,4	5	5,6
Cobre total (ug/L)	0,3	1,3	2	3	3,1
Cadmio total (ug/L)	0,12	0,7	1	2	5
Grupo C: PTAS					
Cloro libre residual (ppm) (mg/L)	0,002	0,01	0,02	0,1	>0,1
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	2	43	1000	>1000	>1000
Sólidos suspendidos (mg/L)	10	25	80	400	>400
Grupo D: Carga y descarga de combustibles / Navegación					
Hidrocarburos totales (mg/L)	0,02	0,05	0,1	>0,1	>0,1

a) pH

Para la variable pH se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a Japón Clase A; para la Clase 2 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 1; para la Clase 3 la referencia correspondiente a Canadá CCME; para la Clase 4 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 2; y para la Clase 5 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 3.

b) Fósforo Total

Para la variable Fósforo Total se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a Japón Clase I; para la Clase 2 la referencia correspondiente a Japón Clase II; para la Clase 3 la referencia correspondiente a CONAMA para la recuperación del estado trófico; para la Clase 4 la referencia correspondiente a Japón Clase III; y para la Clase 5 la referencia correspondiente a CONAMA Brasil.

c) Nitrato

Para la variable Nitrato se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a CONAMA Brasil; para la Clase 2 la referencia correspondiente a British Columbia. Al no haber más referencias se utiliza para la Clase 3 el valor correspondiente al máximo umbral observado para el Nitrato (4,6 mg/L), mientras que las Clases 4 y 5 corresponden a una concentración de nitrato mayor al de la Clase 3.

d) Nitrógeno Total

Para la variable Nitrógeno Total se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a CONAMA para la recuperación del estado trófico; para la Clase 2 la referencia correspondiente a Japón Clase I; para la Clase 3 la referencia correspondiente a Japón Clase II; para la Clase 4 la referencia correspondiente a Japón Clase III; y para la Clase 5 la referencia correspondiente a Japón Clase IV.

e) Temperatura

Para la variable Temperatura se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 1; para la Clase 2 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 2; para la Clase 3 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 3. Para las Clases 4 y 5 se propone utilizar una variación mayor a la clase 3 definida.

f) Oxígeno Disuelto

Para la variable Oxígeno Disuelto se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a Canadá CCME y British Columbia; para la Clase 2 la referencia correspondiente a Japón Clase A; para la Clase 3 la referencia correspondiente a Australia Sur y Brasil; para la Clase 4 la referencia correspondiente a Japón Clase B; y para la Clase 5 la referencia correspondiente a Japón Clase C.

g) DBO

Para la variable DBO se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a Australia del Sur. Al no haber más referencias, para las clases siguientes se propone que el parámetro sea mayor a la Clase 1.

h) DQO

Para la variable DQO se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a Japón Clase A y CONAMA para la recuperación del estado trófico; para la Clase 2 la referencia correspondiente a British Columbia. Al no haber más referencias se utiliza para la Clase 3 el valor correspondiente al máximo umbral observado para el Nitrato (4,6 mg/L), mientras que las Clases 4 y 5 corresponden a una concentración de nitrato mayor al de la Clase 3.

i) Clorofila a

Para la variable Clorofila a se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a CONAMA para la recuperación del estado trófico. Al no haber más referencias, para las clases siguientes se propone que el parámetro sea mayor a la Clase 1.

j) Arsénico Total

Para la variable Arsénico Total se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a Brasil para acuicultura; para la Clase 2 la referencia correspondiente a California; para la Clase 3 la referencia correspondiente a Brasil; para la Clase 4 la referencia correspondiente a Canadá CCME y British Columbia; y para la Clase 5 la referencia correspondiente a Maryland.

k) Mercurio Total

Para la variable Mercurio Total se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a Canadá CCME; para la Clase 2 la referencia correspondiente a California; para la Clase 3 la referencia correspondiente a Australia & Nueva Zelandia para la protección del 99% de las especies; para la Clase 4 la referencia correspondiente a Brasil; y para la Clase 5 la referencia correspondiente a Australia & Nueva Zelandia para la protección del 95% de las especies.

l) Plomo Total

Para la variable Plomo Total se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a California y British Columbia; para la Clase 2 la referencia correspondiente a Australia & Nueva Zelandia para la protección del 99% de las especies; para la Clase 3 la referencia correspondiente a Australia & Nueva Zelandia para la protección del 95% de las especies; para la Clase 4 la referencia correspondiente a Australia Sur; y para la Clase 5 la referencia correspondiente a la EPA

m) Cobre Total

Para la variable Cobre Total se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a Australia & Nueva Zelandia para la protección del 99% de las especies; para la Clase 2 la referencia correspondiente a Australia & Nueva Zelandia para la protección del 95% de las especies; para la Clase 3 la referencia correspondiente a British Columbia; para la Clase 4 la referencia correspondiente a California y Australia & Nueva Zelandia para la protección del 90% de las especies; y para la Clase 5 la referencia correspondiente a Maryland.

n) Cadmio Total

Para la variable se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a Canadá CCME; para la Clase 2 la referencia correspondiente a Australia & Nueva Zelandia para la protección del 99% de las especies; para la Clase 3 la referencia correspondiente a California; para la Clase 4 la referencia correspondiente a Australia del Sur; y para la Clase 5 la referencia correspondiente a Brasil.

o) Cloro Libre Residual

Para la variable Cloro Libre Residual se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 1; para la Clase 2 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 2 y Brasil; para la Clase 3 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 3; para la Clase 4 la referencia correspondiente a California; la Clase 5 corresponde a los valores sobre la Clase 4.

p) Coliformes Fecales

Para la variable Coliformes Fecales se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 1; para la Clase 2 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 2; para la Clase 3 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 3; las Clases 4 y 5 corresponden a los valores sobre la clase 3.

q) Sólidos Suspendidos

Para la variable Sólidos Suspendidos se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a Australia del Sur; para la Clase 2 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 1; para la Clase 3 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 2; para la Clase 4 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 3; y para la Clase 5 la referencia correspondiente a los valores mayores a CONAMA Clase 3.

r) Hidrocarburos Totales

Para la variable Hidrocarburos Totales se propone para la Clase 1 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 1; para la Clase 2 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 2; para la Clase 3 la referencia correspondiente a CONAMA Clase 3; las Clases 4 y 5 corresponden a los valores sobre la clase 3.

6 DISCUSIONES

Los datos de las propiedades fisicoquímicas del agua que se han medido en bahía Quintero son numerosos. Muchas de estas mediciones han tenido el carácter exploratorio para saber de la existencia, por ejemplo, de materiales que pueden ser peligrosos para los organismos, y se han realizado en pocas oportunidades como se observa en la base de datos.

Otras variables se han medido como consecuencia de Resoluciones de Calificación Ambiental y tienen planes de vigilancia ambiental. Estas resoluciones se han caracterizado por ser sectoriales y desde esa perspectiva se concentran en variables que dicen relación directa con las actividades industriales que desarrollan. Así, las variables fisicoquímicas que ayudan a describir las condiciones de vida de los organismos marinos y que permiten entender el funcionamiento de los ecosistemas marinos que se desarrollan en la bahía, se encuentran poco representadas, tanto espacialmente como temporalmente. En ese contexto los datos obtenidos por el programa POAL, tienen un valor referencial, no obstante que tenga limitaciones técnicas para algunos tipos de análisis. Sin embargo, contribuyen a describir los procesos físico-químicos en función de la profundidad. También contribuyen a estas descripciones los datos de las empresas o unidades fiscalizables ambientalmente que operan en el litoral y descargan RILES a la bahía.

Los valores de concentración de elementos o compuestos en muestras de sedimentos indican que la bahía Quintero, presenta niveles elevados de varios elementos como metales pesados, hidrocarburos, y materia orgánica y en algunos sectores sedimentos con valores de óxido reducción bajos o negativos, todas características que sugieren contaminación en distintos aspectos.

Por ejemplo, si se compara con los niveles de metales pesados indicados en la **Tabla 5-28** (2011), en el Mediterráneo, con el valor medio observado en la bahía de Quintero tenemos que el As y el Cu, presentan valores que indican contaminación moderadamente contaminados. En los metales Cr, Ni, Pb y Zn están en niveles que indica que no hay contaminación por esos metales. Estos resultados indican claramente que la contaminación de los sedimentos está relacionada a descargas de RILES que contienen esos elementos. Por otra parte, los valores observados que se muestran en la **Tabla 5-27**, indican valores máximos muy superiores, de 50,9 mg/kg para el caso del arsénico y de 810 mg/kg para el cobre. Es decir, estos sedimentos se encuentran contaminados por los elementos indicados, más allá de cualquier normativa de comparación internacional.

En otras regiones de Chile en sedimentos de puertos, también se han encontrado niveles importantes de metales pesados y han mostrado que algunos metales en el sedimento, entre ellos el cobre, tienen un efecto negativo en la abundancia y diversidad de la fauna que habita en los sedimentos o meiofauna, mediante experimentos de laboratorio correlacionados a observaciones de terreno (Lee & Correa, 2005, 2007, Calderón & Valdés,

2012). Un análisis más detallado de los datos de materiales potencialmente contaminantes en sedimentos queda fuera del alcance de este estudio.

Entonces, es recomendable un estudio de los sedimentos, para determinar la historia de acumulación de metales pesados en las últimas seis décadas, fundamentado en los procesos de estratificación que ocurren en los sedimentos y así esclarecer los niveles de los metales en el pasado (Fowler et al., 1975; Li et al. 2010; Luo et al., 2010). Esto requiere un muestreo especial de sedimento, tanto superficial como en estratos para entender el desarrollo de los efectos de descargas industriales. Estas determinaciones deben realizarse dentro y fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL). Lo anterior, para determinar la dinámica temporal de los sedimentos como reservorio de metales pesados.

Los resultados del análisis de la columna de agua sugieren que los niveles observados son mayores que los sugeridos en normativas internacionales, cuando se comparan con las más exigentes de la recopiladas en el estudio. Las propuestas de seguimiento consideran una densidad mayor de puntos repartidos en diferentes áreas de vigilancia y con un grupo de variables que debieran ser medidas en todos ellos. Esto permitirá alcanzar una mejor cobertura tanto espacial como temporal de las características físicas y químicas de las masas de aguas que reciben en forma continua descargas de RILES provenientes de la actividad industrial y la población de Quintero. En la medida que se desarrolle un plan de ese tipo se podrán realizar análisis estadísticos espacio-temporales robustos que permitan establecer tendencias de cambio y patrones espaciales de estas propiedades. Esto también entregará los efectos potenciales espacialmente localizados, de forma de entender sus potenciales efectos en las AMERB, así como en la conservación de las especies y los ecosistemas de los cuales ellas forman parte.

La baja simultaneidad de los muestreos de las distintas unidades fiscalizables y que entregan o reportan información ambiental de variables medidas en el agua, debe ser superada con una mayor coordinación ambiental interinstitucional, que debe ser coordinadas por las unidades de MMA pertinentes.

Por otra parte, los procesos de evaluación ambiental muestran una cierta debilidad para establecer efectos sinérgicos o sistémicos en los procesos que permiten la conservación de la biodiversidad. Esto requiere de la coordinación temporal de las mediciones, así como de la colaboración de las empresas. La organización logística temporal es fundamental para la obtención de valores robustos en su interpretación, más allá de la calidad analítica que actualmente autoridad exige.

7 CONCLUSIONES

El conjunto de datos obtenidos de los componentes del ambiente marino, se han registrado después que entraran en operaciones las industrias y las actividades portuarias de mayor magnitud. Así, los datos de todo tipo, sobre los componentes de los ecosistemas marinos, no pueden representar las condiciones de una línea de referencia de condiciones naturales de los ecosistemas, para normas secundarias de calidad ambiental, en prácticamente ninguno de sus componentes. Se desconoce, por ejemplo, la condición base de las concentraciones o niveles de metales pesados en el agua, sedimentos y organismos antes que iniciaran sus actividades importantes industrias como ENAP, Codelco-Ventanas (antes ENAMI), la Central Térmica a carbón Ventanas (AES GENER). Actualmente se puede determinar los niveles, dado que técnicamente es posible obtener esa información, pero esencialmente en las muestras de agua, dado la dinámica de las masas de agua no podemos obtener información pasada. En el caso de la biota los tiempos de vida de los organismos hacen también muy difícil obtener información de condiciones pasadas. Solamente para los sedimentos es posible obtener niveles pasados, en una escala de tiempo adecuada, es decir antes del inicio de las operaciones industriales en la bahía de Quintero. Las normas secundarias son para proteger la componente del ambiente y en especial la biodiversidad y en sentido estricto este conjunto de datos no puede servir de referencia.

Dado lo anterior, se requiere una base de referencia externa del mismo conjunto de variables que se desea normar y que tengan un período de registro de una o dos décadas para ser usada como referencia o línea base. En este caso significaría información de otra área, donde podamos asumir que no ha sido alterada por descargas de materiales provenientes de actividades industriales u otros sectores económicos o de actividad humana.

La escala espacial para los puntos de muestreo supone una homogeneidad en la bahía, y dado la existencia de un sistema hidrodinámico específico, no hay necesariamente homogeneidad espacial. Así, la localización espacial de las muestras y los instantes de tiempo en los cuales se han obtenido, tienen relevancia en los resultados, dado que representan más bien una condición heterogénea. Las escalas temporales en los que obtienen los datos en los diferentes programas y estudios no son necesariamente adecuadas a las escalas temporales en las que se expresa la dinámica de las masas de agua (mareas llenante, vaciante, patrones de circulación estacionales, anuales, etc.). Las normas secundarias de calidad ambiental deben tener en consideración la complejidad de la estructura y función de los componentes de los ecosistemas, y de la heterogeneidad de los organismos. Los distintos componentes y fenómenos definen sus propias escalas espaciotemporales, de observación, y una escala espacio-temporal, si bien provee información que representa una medición bien ejecutada, no necesariamente es adecuada o suficiente para fenómenos o componentes a otras escalas espacio-temporales.

Las normas secundarias, para proteger la biodiversidad, en la forma como se han usado en Chile, han hecho énfasis en la protección de especies como objetos de conservación. Esta aproximación, supone que todos los procesos se expresan a nivel de las poblaciones de especies y que es suficiente para proteger la biodiversidad en sus distintos atributos.

Se definieron dos tipos de ecosistemas marinos: i) intermareal, y ii) submareal en el área de la bahía de Quintero; a su vez para cada uno de estos tipos se distinguieron por tipo de sustrato, intermareal y submareal blando y duro. Los componentes abióticos son la columna de agua en la bahía, los sustratos duros y los sustratos blandos. Los componentes bióticos se han definido en concordancia con criterio taxonómico y de grupos funcionales. Los componentes se han diferenciado en función de los ecosistemas intermareales y submareales, y su relación con los sustratos duros y blandos.

La red de relaciones tróficas destaca las relaciones principales entre grupos o ensambles de organismos que conforman los componentes bióticos de los distintos ecosistemas. Se observa una alta complejidad en las relaciones de alimentación en estos ecosistemas marinos. El modelo muestra las relaciones más relevantes entre componentes de los ecosistemas y entre los distintos ecosistemas definidos.

Se definieron los objetos de conservación ambiental de interés en la bahía Quintero, en función del enfoque “filtro grueso-filtro fino”. El filtro grueso es una aproximación útil, ya que “captura” la gran mayoría de especies y procesos biológicos de un área.

El análisis de variables medidas en bahía Quintero muestra que se pueden describir algunos patrones de ellas en función de la profundidad, de los años y de las estaciones. Sin embargo, los análisis estadísticos de serie de tiempo no mostraron autocorrelación en el tiempo, debido a la heterogeneidad de las observaciones, la distancia temporal de los muestreos, y la existencia de mediciones perdidas, es decir que no se realizaron. Sin embargo, la limitación mayor es la baja densidad temporal de las observaciones y la falta de regularidad en las mediciones. En los últimos años se ha aumentado para algunas variables, la regularidad estacional de las mediciones. El análisis sugiere que se debe hacer un esfuerzo por realizar muestreos más coordinados en el tiempo.

La brecha más importante está dada por la baja regularidad temporal de los muestreos de las variables que se han medido en la bahía, ya sea por programas como el POAL, por determinaciones de los programas de vigilancia y por estudios específicos realizados por el MMA.

La normativa de NSCA respecto de las áreas de vigilancia, genera algunas limitaciones en la distribución de los puntos de observación, que a nuestro juicio no son aplicables en el caso de la bahía, debido a los efectos del conjunto de las acciones antrópicas puede distribuirse en la masa de agua en la bahía, debido a los patrones de circulación de corrientes, que presentan una dinámica temporal descrita en las simulaciones de ella.

Las variables propuestas son comunes en los estudios de las características del ambiente marino, incluyen en este caso metales que están asociados a los sectores productivos y a las operaciones portuarias de carga de productos mineros o como a la descarga de combustibles que ocurren en la bahía. Otro grupo de ellas corresponde a características que son alteradas por descargas de aguas servidas tratadas que corresponden a la ciudad de Quintero. Las variables a medir se deben registrar para todos los puntos que se proponen, independientemente de la localización espacial que tengan en la bahía o en los ecosistemas,

Los nueve objetos de conservación corresponden a: i) columna de agua; ii) ecosistema submareal e intermareal Blando; y iii) ecosistema submareal e intermareal duro, iv) comunidades submareales asociadas a los bosques de macroalgas pardas; v) *Lontra felina* (Chungungo) en categoría de conservación “Vulnerable”; vi) cetáceos en categoría de conservación “Vulnerables” y en “Peligro”; vii) *Spheniscus humboldti* (Pingüino de Humboldt) en categoría de conservación “Vulnerable”; viii) *Arctocephalus philippii* (Lobo fino de Juan Fernández) en categoría de conservación “Vulnerable”; y ix) *Lepidochelys olivácea* (Tortuga olivácea) en categoría de conservación “Vulnerable”.

Con respecto a la realización de un modelo conceptual DPSIR Eco-Salud para la comprensión del estado y las presiones ambientales en bahía Quintero, se utilizó un marco de trabajo de aproximación sistémica en función de las directrices recomendadas por Bradley & Yee (2015). Las fuerzas motrices más importantes son las actividades industriales que generan descargas difusas y puntuales en la bahía, las cuales corresponden al sector que suministra alimentos y materias primas. Las presiones más importantes corresponden a la descargas puntuales y difusas de elementos potencialmente contaminantes como resultado de la operación de industrias, operación portuaria y descarga de aguas residuales. también se destacan las actividades de cosecha de recursos hidrobiológicos, las que corresponden a las actividades de pesca, acuicultura y recolección. Con respecto a esta presión, se identifica una brecha en las estadísticas de desembarques de SERNAPESCA, ya que estas indican solamente las caletas donde ocurre el desembarque, sin identificar las coordenadas de recolección.

Las presiones sobre el ambiente son evidentes desde las actividades humanas y desde los registros de variables ambientales físico-químicas del agua, de los metales y de propiedades que se modifican por la descarga de aguas de plantas de tratamiento de aguas servidas. Sin embargo, hay que destacar, que los datos de biodiversidad específicamente en el área de la bahía han sido poco estudiados y requieren de información propia del área. Las conclusiones del estudio MMA del año 2013 realizado por CEA, siguen siendo válidas y los resultados obtenidos en este estudio apoyan la misma conclusión de que la bahía se encuentra en una condición de modificación de origen antrópico. Los análisis de los respecto de metales pesados y otros materiales como hidrocarburos y materia orgánica evidencian los efectos de las actividades antrópicas en la bahía. Así, los sedimentos también deberían ser considerados en el seguimiento del estado ambiental de la bahía de Quintero.



Finalmente se debe indicar, que las observaciones o registros de variables ambientales que describen la calidad del agua para la conservación de la biodiversidad sugieren que estas deben seguir su muestreo mejorando la frecuencia de observaciones, agregando un conjunto de puntos que permitan una mejor cobertura de las áreas de la bahía y de los ecosistemas que en ella se desarrollan.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Addison PFE, Collins, DJ, Trebilco R, Howe S.,Bax N, Hedge P, Jones G, Miloslavich P, Roelfsema C. Sams M, Stuart-Smith RD, Scanes P, von Baumgarten P, and A. McQuatters-Gollop A. 2018. A new wave of marine evidence-based management: emerging challenges and solutions to transform monitoring, evaluating, and reporting. ICES Journal of Marine Science (2018), 75(3), 941–952. doi:10.1093/icesjms/fsx216

Bissonett JA & Storch I 2007. (Eds) Temporal Dimensions of Landscape Ecology. Springer. 284p.

BNC, 2017. Reportes estadísticos comunales. Disponible en línea en: <https://bit.ly/2X9bs1C>

Bradley, P. AND S. Yee. Using the DPSIR Framework to Develop a Conceptual Model: Technical Support Document. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-15/154, 2015.

California Environmental Protection Agency, 2019. California Ocean Plan. California, Estados Unidos

CCME, 2001. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canadá.

CEA, 2013. Análisis de riesgo ecológico por sustancias potencialmente contaminantes en el aire, suelo y agua, en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví. Informe Final. MMA.

Chen, S, Chen, B & Fath, BD. 2013. Ecological risk assessment on the system scale: A review of state-of-the-art models and future perspectives. Ecological Modelling 250: 25-33.

CONAMA Brasil, 2005. Resolución 357/2005 Establece disposiciones para la clasificación de los cuerpos de agua, así como directivas ambientales para su marco de trabajo, establece condiciones y normas para las descargas de efluentes y establece otras disposiciones. Brasil.

CONAMA, 2004. Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas . CONAMA, Chile.

Davis Tom R., Harasti David, Smith Stephen D. A.,2015. Developing a habitat classification typology for subtidal habitats in a temperate estuary in New South Wales, Australia. Marine and Freshwater Research 67, 1186-1195.

Encina, 2014. Levantamiento de información sobre sedimentos para llevar a cabo un proceso de evaluación de riesgo ecológico en la bahía de Quintero, Región de Valparaíso. Universidad Católica de Temuco.

Encina, 2015. Aplicación de los lineamientos metodológicos en la evaluación de riesgo ecológico en la bahía de Quintero, Región de Valparaíso. Universidad Católica de Temuco.

EPA South Australia, 2003. South Australia Environment Protection (Water Quality) policy 2003. Australia del Sur, Australia.

ERIKSSON, O. (2000). A systems Perspective of Waste an Energy --strengths and weaknesses of the ORWARE model. Tesis. Royal Institute of Technology, Suecia, 33 pp.

Esri, 2020. Como funciona Kriging. Disponible en: <https://bit.ly/3dXs6qG>

Ferraro, P. J., Pattanayak, S. K., and Mace, G. 2006. Money for nothing? A call for empirical evaluation of biodiversity conservation investments. Plos Biology, 4: 482–488.

Fu, L & Wang, Y-G 2008. Statistical Tools for Analyzing Water Quality Data.

Guajardo, A & Chavarri, R., 2018. Análisis Caso Quintero-Puchuncavi: Una Mirada desde la Sostenibilidad. Facultad Economía y Negocios, Universidad de Chile.

Helsel DR & R.M. Hirsch, RM 2002. Chapter A3. Statistical Methods in Water Resources, Book 4, Hydrologic Analysis and Interpretation. Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey.

Helsel DR 2005. More Than Obvious: Better Methods for Interpreting NONDETECT DATA. environmental Science & Technology, 420-423.

Helsel DR 2012. Statistics for censored environmental data using Minitab and R. Wiley Series in statistics in practice.

Holling, C. S. 1978. Adaptive environmental assessment and management, The Blackburn Press, New Jersey.

ICES, 2005. Report of the Working Group on Marine Habitat Mapping (WGMHM). International Council for the Exploration of the Sea.

IFOP, 2016. Determinación de los impactos en los recursos hidrobiológicos y en los ecosistemas marinos presentes en el área de influencia del derrame de hidrocarburo de bahía Quintero, V Región. Informe final, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Inodú, 2015. Propuesta de Regulación Ambiental para Sistemas de refrigeración de Centrales Termoeléctricas y otros Sectores que Succionan Agua y Descargan Cursos de Agua en sus Procesos Industriales. Preparado para el Medio Ambiente. Chile.



Jones, G. 2015. What's working, what's not: the monitoring and reporting system for Tasmania's National Parks and reserves. In Science and Stewardship to Protect and Sustain Wilderness Values: Tenth World Wilderness Congress Symposium, pp. 77–90. Ed. by A. Watson, S. Carver, Z. Krenova, and B. McBride. Salamanca, Spain.

Levin, P. S., Fogarty, M. J., Murawski, S. A., and Fluharty, D. 2009. Integrated ecosystem assessments: developing the scientific basis for ecosystem-based management of the ocean. *Plos Biology*, 7:23

Long, R. D., Charles, A., and Stephenson, R. L. 2015. Key principles of marine ecosystem-based management. *Marine Policy*, 57: 53–60.

Maryland Department of the Environment, 2020. Maryland's Surface Water Quality Standards. Maryland, Estados Unidos.

MEA, 2005. Ecosystems and Human Well-being. Millenium Ecosystem Assesment.

Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019. British Columbia Approved Water Quality Guidelines: Aquatic Life, Wildlife & Agriculture. Summary Report. British Columbia, Canadá.

Ministry of the Environment Government of Japan, 2003. Environmental quality standards for water pollution. Japón.

MMA, 2017. Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental EN AGUAS CONTINENTALES Y MARINAS 2017. Ministerio del Medioambiente, Chile.

MMA, 2017. Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental EN AGUAS CONTINENTALES Y MARINAS 2017.

Nichols, J. D., and Williams, B. K. 2006. Monitoring for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 21: 668–673.

Noss, R,1990). Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology - CONSERV BIOL*. 4. 355-364

Noss, R. 1980. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology* 4, (4) 335-364.

NWRC & WQPSC, 2018. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality, Australia & Nueva Zelandia.

ONU, 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Disponible en línea en: <https://www.cbd.int/convention/>



Pazi, I, 2011. Assessment of heavy metal contamination in Candarli Gulf sediment, Eastern Aegean Sea. *Environ Monit Assess* 174, 199–208.

Pomeroy, R. S., Watson, L. M., Parks, J. E., and Cid, G. A. 2005. How is your MPA doing? A methodology for evaluating the management effectiveness of marine protected areas. *Ocean and Coastal Management*, 48: 485–502.

Salafsky N, & Margoluis, R, 2003. Adaptive Management, an approach for evaluating Management Effectiveness.

Salafsky N, Margoluis R, Redford, K 2001. Adaptive Management: A Tool for Conservation Practitioners.

Strong, J. A., Clements, A., Lillis, H., Galparsoro, I., Bildstein, T., and Pesch, R. 2019. A review of the influence of marine habitat classification schemes on mapping studies: inherent assumptions, influence on end products, and suggestions for future developments. *ICES Journal of Marine Science*, 76: 10–22.

US EPA 2004. National Recommended Water Quality Criteria

US EPA, 2004. National Recommended Water Quality Criteria. Estados Unidos.

Verfaillie, E., Degraer, S., Schelfaut K., Willems, W., Van Lancker, V. 2009. A protocol for classifying ecologically relevant marine zones, a statistical approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 83 (2009) 175–185

Williams, B. K., R. C. Szaro, and C. D. Shapiro. 2009. Adaptive Management: The U.S. Department of the Interior Technical Guide. Adaptive Management Working Group, U.S. Department of the Interior, Washington, DC

Zacharias, MA & Roff JC.2000. A hierarchical Approach to Conserving Marine Biodiversity. *Conservation Biology* 14 (5) 1327-1334.

Zedler, JB. 2016. What's New in Adaptive Management and Restoration of Coasts and Estuaries? *Estuaries and Coasts*, DOI 10.1007/s12237-016-0162-5.

9 GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. Bentos, comunidad formada por los organismos que habitan el fondo de ecosistemas acuáticos.
2. Bioacumulación, es el término general para describir el proceso por el cual los químicos son incorporados por una planta o animal ya sea directamente desde una exposición a un medio contaminado (agua, sedimento, suelo) o por comer alimentos conteniendo químicos;
3. Bioconcentración, es un término relacionado, en el cual sustancias químicas son absorbidas por una planta o animal a niveles más altos que el ambiente circundante;
4. Biomagnificación, es un término que describe el proceso en el cual los niveles de químicos en plantas o animales se incrementan desde la transferencia a través de la malla trófica (predadores tienen niveles de concentración más altos de un químico particular que su presa).
5. Biota, conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan o pertenecen a un área definida.
6. Contaminación: la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente.
7. Contaminante, todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.
8. Daño Ambiental, toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes.
9. Ecosistema, comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de factores físicos en un mismo ambiente.
10. Elemento traza metálico, son trazas de metales en cantidades extremadamente pequeñas, que residen o están presentes en el tejido o células de animales y plantas. Estos realizan funciones indispensables para el mantenimiento de la vida, crecimiento y reproducción, pero pueden ser tóxicos si son ingeridos en cantidades excesivas.
11. Epibiota, organismos que viven en la superficie de otros organismos vivos.
12. Flujo másico, es una magnitud física que representa la variación de masa en el tiempo, o dicho de otra forma, es la cantidad de material que ingresa (o sale) desde un sistema o volumen de control. También se le llama carga másica, o gasto másico.
13. Grupo funcional, conjunto de especies que poseen características en común, agrupadas con características enfocadas
14. Ictiofauna, conjunto de especies de peces que existen en una determinada área, en este caso, corresponde al grupo de peces que viven en la columna de agua.

15. Impacto Ambiental, la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.
16. Malla trófica, es la interconexión natural de las cadenas alimenticias y generalmente es una representación gráfica (o grafo) de qué se come a qué, en una comunidad ecológica. Las interacciones son representadas por una flecha, que indica la dirección a la cual fluye la energía, o visto de otra forma, la punta de la flecha indica el depredador.
17. Medio Ambiente Libre de Contaminación, aquél en el que los contaminantes se encuentran en concentraciones y períodos inferiores a aquéllos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.
18. Medio Ambiente, el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.
19. NMP, Número Más Probable, es una forma de obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos a partir de distintas muestras. Se utiliza para determinar la presencia o ausencia de características específicas de microorganismos.
20. Pelágico, dicho de un animal o de una vegetal marino que viven en la zona o columna de agua oceánica alejadas de la costa.
21. Plancton, conjunto de organismos pelágicos que se encuentran en suspensión en el agua del mar o en las aguas dulces.
22. Reparación, la acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.
23. Zona fótica, en sistemas acuáticos, es aquella zona en la que penetra la luz del sol.
24. Zona Latente, aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental.
25. Zona Saturada, aquélla en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas.
26. Flujo geostrófico, fenómeno en el cual se considera que un flujo se ve influenciado por los efectos de presión y de Coriolis.
27. Efecto de Coriolis, es el efecto que se observa en un sistema de referencia en rotación, siendo este caso, La Tierra, la cual rota en torno a su eje, causando una aceleración relativa para un observador ubicado en La Tierra.
28. Momentum, o cantidad de movimiento, representa una magnitud física que describe el movimiento de una partícula.
29. Forzante, se le llama comúnmente a las condiciones que generan un cambio en el movimiento o de inercia de una partícula, alterando su condición inicial.



30. Zona nerítica, se le llama a la zona marítima cercana a la costa pero que no tiene contacto directo con el litoral, abarcando desde los 10 m de profundidad hasta los 200 m bajo el nivel medio del mar.

10 ANEXOS

10.1 DIA, EIA y CEA 2013_Agua

Tabla 10-1 Parámetros analizados en las Declaraciones de Impacto Ambiental. Bahía Quintero.

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
Nutrientes	Fosforo	2016	2016	1
	Nitrógeno total	2016	2016	2
Biológicos	Coliformes fecales	2016	2016	1
	Coliformes totales	2016	2016	1
	DBO	2016	2016	2
Metales	Arsénico	2016	2016	2
	Cobre	2016	2016	2
	Plomo	2016	2016	1
Orgánicos	Benceno	2010	2012	4
	Carbono orgánico total	2016	2016	2
	Etilbenceno	2010	2012	4
	Hidrocarburos alifáticos	2009	2009	1
	Hidrocarburos aromáticos totales	2009	2009	1
	Hidrocarburos totales	2001	2001	1
	Suma BTEX	2010	2012	4
	Suma PAH	2010	2012	4
	Suma TMB	2010	2012	4
	Suma TPH	2010	2012	4
	Tolueno	2010	2012	4
	Xilenos totales	2010	2012	4
	Fisicoquímicos	Densidad	2016	2016
Solidos suspendidos		2001	2016	3
Solidos totales		2016	2016	2
In-situ	Oxígeno	2016	2016	2
	Oxígeno disuelto	2004	2009	2
	pH	2001	2016	3
	Salinidad	2016	2016	2
	Temperatura	2009	2016	3
	Transparencia	2004	2009	2
Macroelementos	Cloruros	2016	2016	2
	Fluoruros	2016	2016	2
	Espesor de FLNA	2010	2012	4

Tabla 10-2 Parámetros analizados en los Estudios de Impacto Ambiental. Bahía Quintero.

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
Nutrientes	Amonio	2004	2017	4
	Fosforo total	2016	2017	2
	Nitrato	2004	2017	4
	Nitrito	2004	2017	4
	Nitrógeno total Kjeldahl	2016	2017	2
	Ortofosfato	2004	2004	2
Biológicos	Clorofila	2013	2013	1
	Coliformes fecales	2003	2017	4
	Coliformes totales	2003	2017	3
	DBO	2016	2017	2
	DQO	2013	2013	1
Metales	Aluminio	2007	2014	2
	Arsénico	2014	2017	3
	Arsénico total	2007	2007	1
	Bario	2007	2007	1
	Berilio	2007	2007	1
	Boro	2007	2007	1
	Cadmio	2007	2017	5
	Cobalto	2007	2007	1
	Cobre	2007	2017	5
	Cromo	2014	2017	3
	Cromo total	2007	2007	1
	Hierro	2007	2017	4
	Litio	2007	2007	1
	Manganeso	2007	2007	1
	Mercurio	2007	2017	4
	Molibdeno	2007	2017	4
	Níquel	2007	2017	4
	Plata	2007	2007	1
	Plomo	2007	2017	4
	Selenio	2007	2017	3
Vanadio	2007	2017	3	
Zinc	2007	2017	5	
Orgánicos	Aceites y grasas	2003	2017	3
	Carbono orgánico total	2016	2017	2
	Detergentes	2003	2003	1
	Hidrocarburos fijos	2016	2017	2
	Hidrocarburos parafínicos	2014	2014	1

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
	Hidrocarburos totales	2014	2017	3
	Hidrocarburos volátiles	2016	2017	2
	SAAM	2016	2017	2
Fisicoquímicos	Cianuro	2016	2017	2
	Cianuro total	2007	2007	1
	Densidad	2016	2017	2
	Dureza total	2007	2007	1
	Sodio porcentual	2007	2007	1
	Solidos disueltos	2016	2017	2
	Solidos disueltos a 105°C	2007	2007	1
	Solidos disueltos totales	2013	2013	1
	Solidos sedimentables	2014	2017	3
	Solidos suspendidos	2013	2013	1
	Solidos suspendidos totales	2014	2017	3
	Sulfuro	2016	2017	2
	In-situ	Cloro libre residual	2014	2014
Conductividad		2007	2007	1
Oxígeno		2016	2017	2
Oxígeno disuelto		2003	2013	5
pH		2003	2017	6
Salinidad		2003	2017	7
Saturación de oxígeno		2016	2017	2
Temperatura		2003	2017	8
Transparencia		2003	2017	5
Zona fótica		2014	2014	1
Macroelementos	Calcio	2007	2007	1
	Cloruros	2007	2017	3
	Flúor	2007	2007	1
	Fluoruros	2016	2017	2
	Magnesio	2007	2007	1
	Potasio	2007	2007	1
	Sodio	2007	2007	1
	Sulfatos	2007	2017	3

Tabla 10-3 Parámetros analizados en CEA 2013. Bahía Quintero.

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
Nutrientes	Fosfato	2012	2013	2
	Fosforo	2012	2013	2
	Nitrato	2012	2013	2
	Nitrito	2012	2013	2
	Nitrógeno orgánico	2012	2012	1
	Nitrógeno total	2012	2013	2
	Nitrógeno total Kjeldahl	2012	2013	2
	Nitrógeno-amonio	2012	2013	2
Biológicos	Clorofila "a"	2012	2013	2
	Coliformes totales	2012	2013	2
	DBO	2012	2013	2
Metales	Aluminio disuelto	2012	2013	2
	Aluminio total	2012	2013	2
	Arsénico disuelto	2012	2013	2
	Arsénico total	2012	2013	2
	Bario disuelto	2012	2013	2
	Bario total	2012	2013	2
	Boro disuelto	2012	2013	2
	Boro total	2012	2013	2
	Cadmio disuelto	2012	2013	2
	Cadmio total	2012	2013	2
	Cobalto disuelto	2012	2013	2
	Cobalto total	2012	2013	2
	Cobre disuelto	2012	2013	2
	Cobre total	2012	2013	2
	Cromo disuelto	2012	2013	2
	Cromo total	2012	2013	2
	Hierro disuelto	2012	2013	2
	Hierro total	2012	2013	2
	Manganeso disuelto	2012	2013	2
	Manganeso total	2012	2013	2
	Mercurio disuelto	2012	2013	2
	Mercurio total	2012	2013	2
	Molibdeno disuelto	2012	2013	2
	Molibdeno total	2012	2013	2
Níquel disuelto	2012	2013	2	
Níquel total	2012	2013	2	

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
	Plata disuelto	2012	2013	2
	Plata total	2012	2013	2
	Plomo disuelto	2012	2013	2
	Plomo total	2012	2013	2
	Selenio disuelto	2012	2013	2
	Selenio total	2012	2013	2
	Vanadio disuelto	2012	2013	2
	Vanadio total	2012	2013	2
	Zinc disuelto	2012	2013	2
	Zinc total	2012	2013	2
Orgánicos	Aceites y grasas	2012	2013	2
	Carbono orgánico disuelto	2012	2013	2
	Carbono orgánico total	2012	2013	2
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	2012	2013	2
Fisicoquímicos	Alcalinidad	2012	2013	2
	Color verdadero	2012	2013	2
	Solidos disueltos	2012	2013	2
	Solidos suspendidos totales	2012	2013	2
In-situ	Conductividad	2012	2013	2
	Salinidad	2012	2013	2
Macroelementos	Cloruros	2012	2013	2
	Magnesio	2012	2013	2
	Sodio	2012	2013	2

10.2 DIA, EIA y CEA 2013_Sedimentos

Tabla 10-4 Parámetros analizados en las Declaraciones de Impacto Ambiental. Bahía Quintero.

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
Fisicoquímico	Sulfuros	2016	2019	2
Físico	Granulometría	2004	2016	9
In-situ	Potencial redox	2016	2019	2
Metales	Arsénico	2004	2019	3
	Cadmio	2004	2019	3
	Cobre	2004	2019	3
	Cromo	2004	2004	1
	Mercurio	2004	2019	3
	Plomo	2004	2019	3
	Zinc	2004	2004	1
Nutrientes	Fosforo total	2004	2019	3
	Nitrógeno total	2004	2004	1
	Nitrógeno total Kjeldahl	2016	2019	2
Orgánico	Carbono orgánico total	2004	2009	2
	Hidrocarburos alifáticos	2009	2009	1
	Hidrocarburos orgánicos totales	2009	2009	1
	Hidrocarburos totales	2001	2009	2
	Materia orgánica total	2016	2019	2

Tabla 10-5 Parámetros analizados en los Estudios de Impacto Ambiental. Bahía Quintero.

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
Biológico	Dbo5	2014	2014	1
Fisicoquímico	Sulfuros	2016	2017	2
Físico	Granulometría	2004	2017	6
In-situ	pH	2013	2017	4
	Potencial redox	2013	2017	3
	Redox (in situ)	2014	2014	1
	Temperatura	2014	2014	1
Metales	Arsénico	2016	2017	2
	Cadmio	2013	2017	4
	Cobre	2007	2017	5
	Cromo total	2014	2017	3
	Hierro	2014	2017	3
	Mercurio	2014	2017	3
	Molibdeno	2016	2017	2
	Níquel	2014	2017	3
	Plomo	2013	2017	4
	Selenio	2014	2017	3
	Vanadio	2016	2017	2
	Zinc	2014	2017	3
Nutrientes	Fosforo	2014	2014	1
	Fosforo total	2016	2017	2
	Nitrógeno total	2016	2017	2
Orgánico	Carbono orgánico total	2013	2017	4
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	2014	2017	3
	Hidrocarburos fijos	2013	2017	3
	Hidrocarburos totales	2013	2017	3
	Hidrocarburos volátiles	2013	2017	3
	Materia orgánica	2014	2014	1

Tabla 10-6 Parámetros analizados en CEA 2013. Bahía Quintero.

Categoría	Parámetros	Periodo		Nº de muestreos
Físico	Granulometría	2012	2013	2
In-situ	pH	2012	2013	2
	Potencial redox	2012	2013	2
	Temperatura	2013	2013	1
Metales	Aluminio total	2012	2013	2
	Arsénico total	2012	2013	2
	Bario total	2012	2013	2
	Berilio total	2012	2013	2
	Boro total	2012	2013	2
	Cadmio total	2012	2013	2
	Cobalto total	2012	2013	2
	Cobre total	2012	2013	2
	Cromo total	2012	2013	2
	Hierro total	2012	2013	2
	Manganeso total	2012	2013	2
	Mercurio total	2012	2013	2
	Molibdeno total	2012	2013	2
	Níquel total	2012	2013	2
	Plata total	2012	2013	2
	Plomo total	2012	2013	2
	Selenio total	2012	2013	2
	Vanadio total	2012	2013	2
	Zinc total	2012	2013	2
	Nutrientes	Amonio	2013	2013
Fosfato		2012	2013	2
Fosforo total		2012	2013	2
Nitrato		2012	2012	1
Nitrito		2012	2012	1
Nitritos		2013	2013	1
Nitrógeno inorgánico		2013	2013	1
Nitrógeno orgánico		2012	2013	2
Nitrógeno total		2012	2013	2
Nitrógeno total Kjeldahl		2012	2012	1
Nitrógeno-amonio		2012	2012	1
Orgánico	Carbono orgánico total	2012	2013	2
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	2012	2013	2
	Materia orgánica total	2012	2013	2

10.3 Columna de agua

10.3.1 Nutrientes

10.3.1.1 Amonio POAL

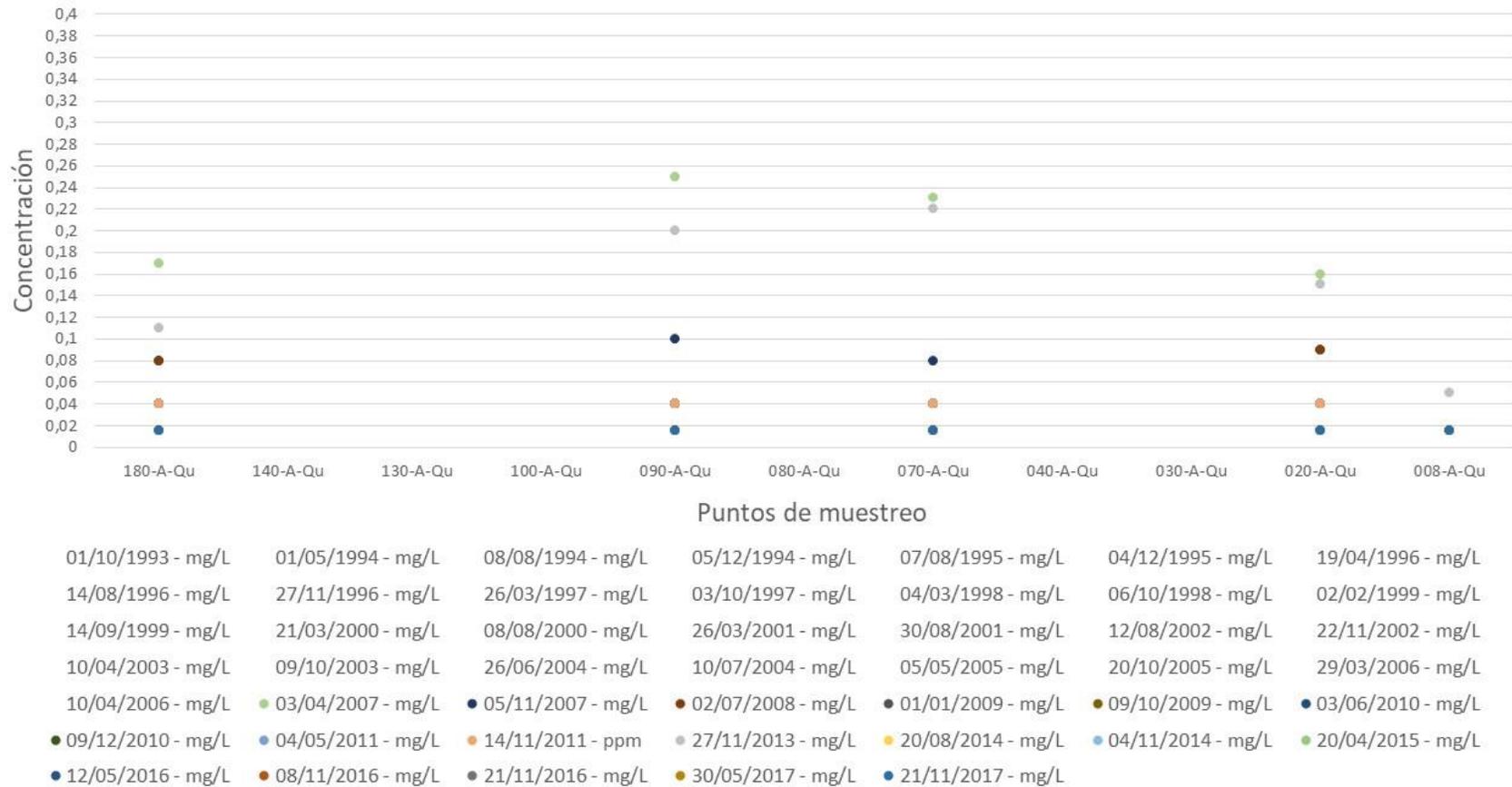


Figura 10-1 Amonio POAL



10.3.1.2 Fósforo Total POAL

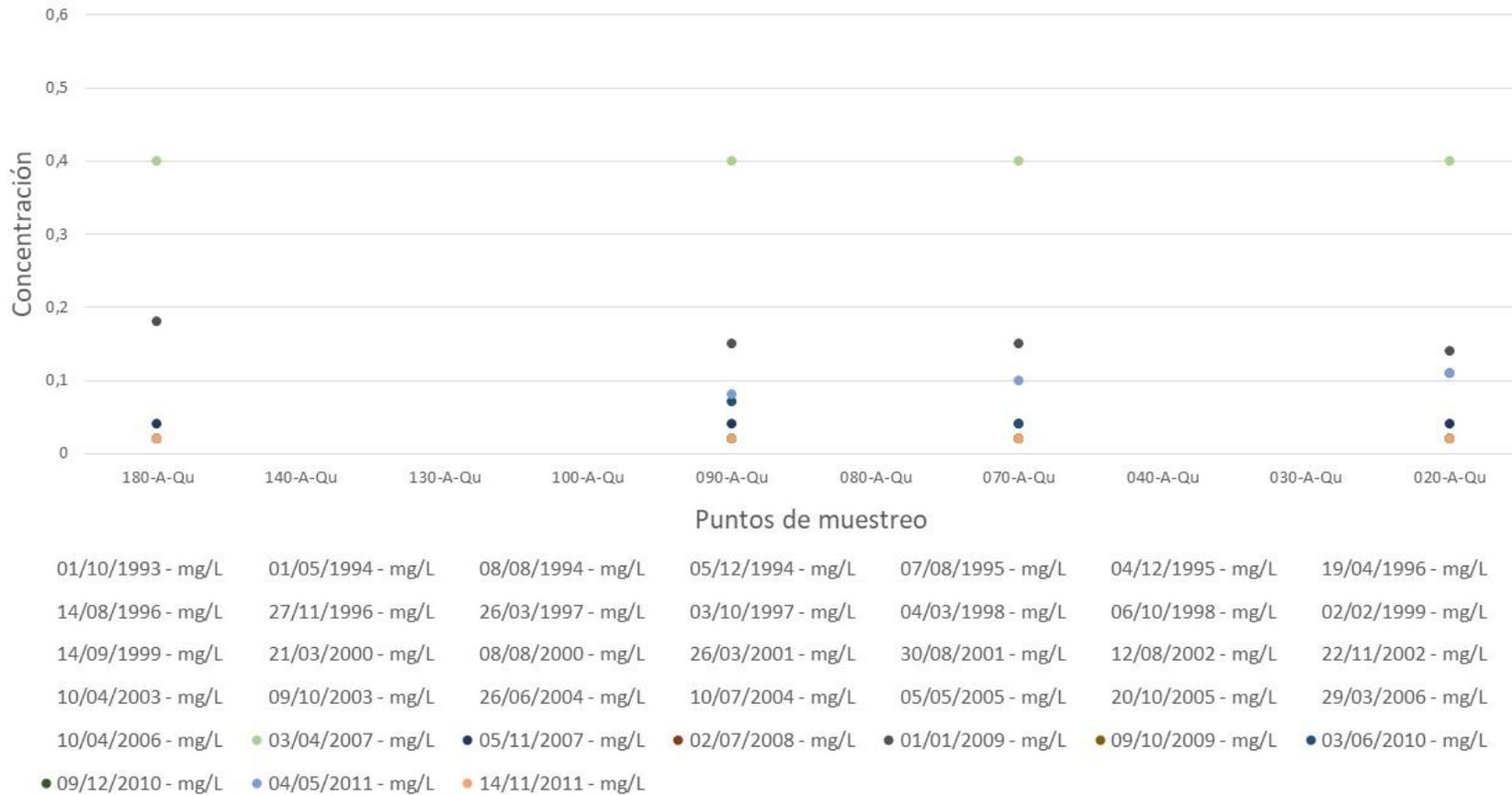


Figura 10-2 Fósforo total POAL

10.3.1.3 Nitrógeno Kjeldahl POAL

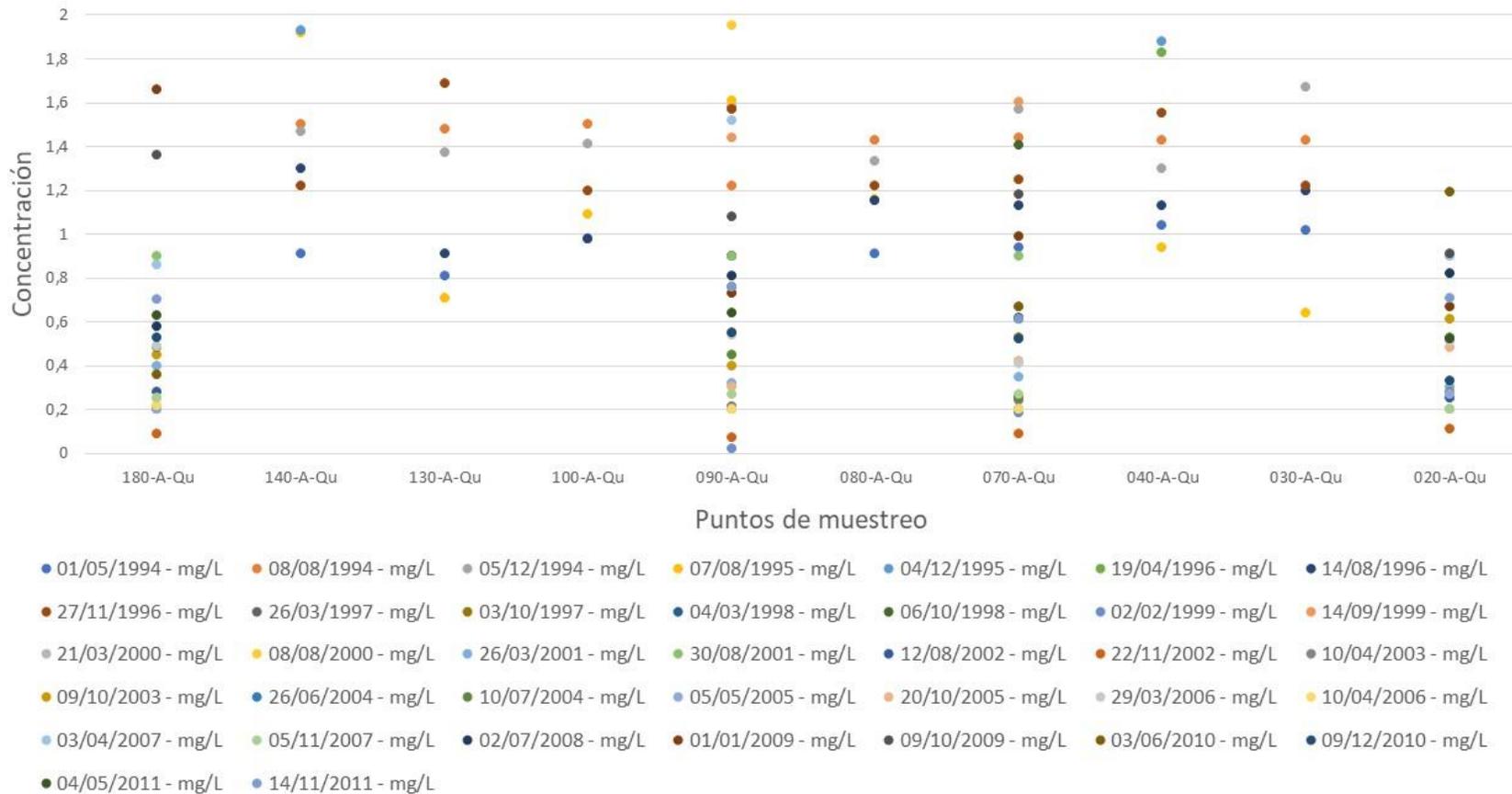


Figura 10-3 Nitrógeno Kjeldahl POAL



10.3.1.4 Fosfato POAL

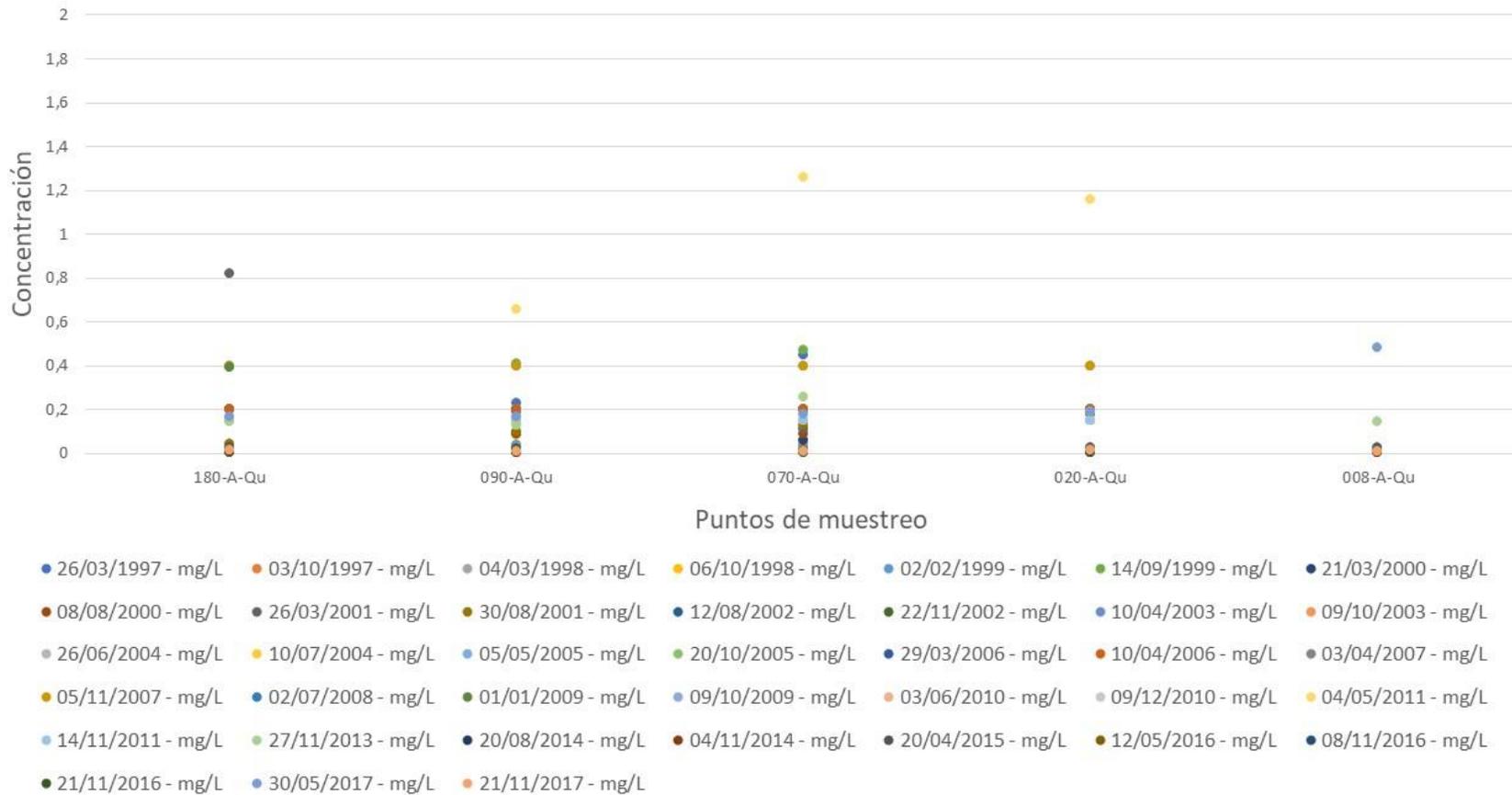


Figura 10-4 Fosfato POAL



10.3.1.5 Nitrato POAL

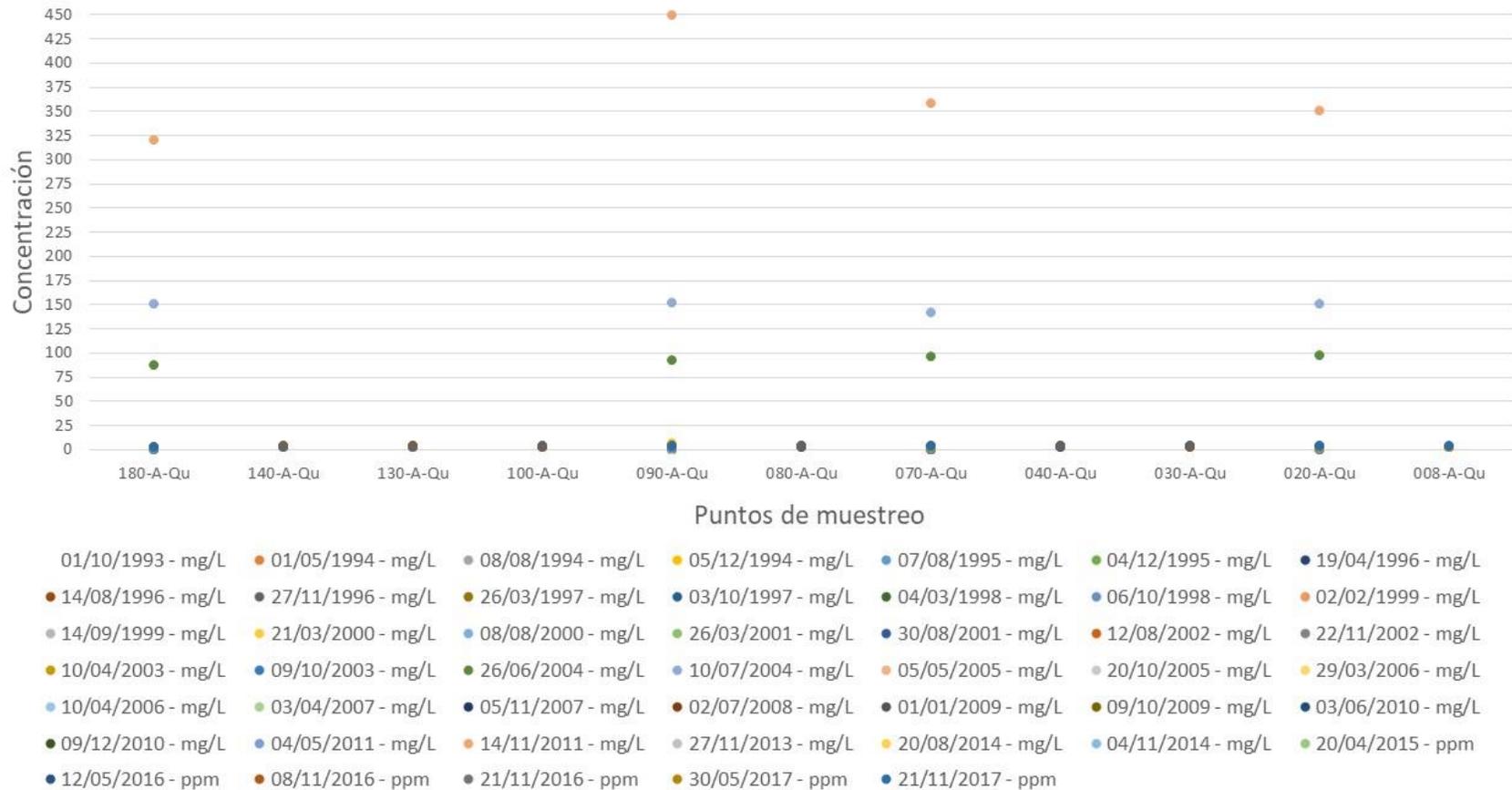


Figura 10-5 Nitrato POAL



10.3.1.6 Nitrito POAL

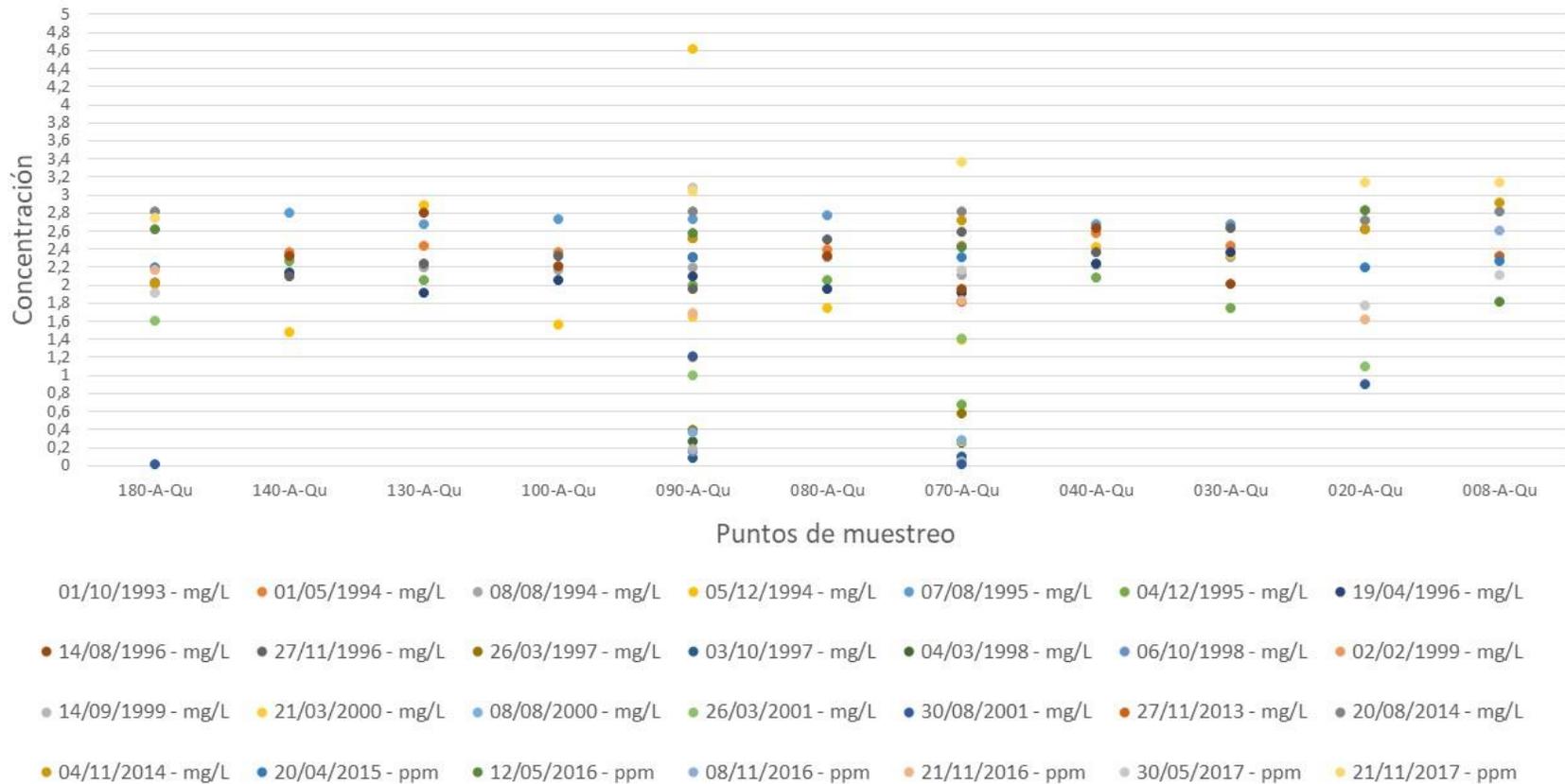


Figura 10-6 Nitrito POAL



10.3.2 Microbiológicos

10.3.2.1 Coliformes fecales POAL

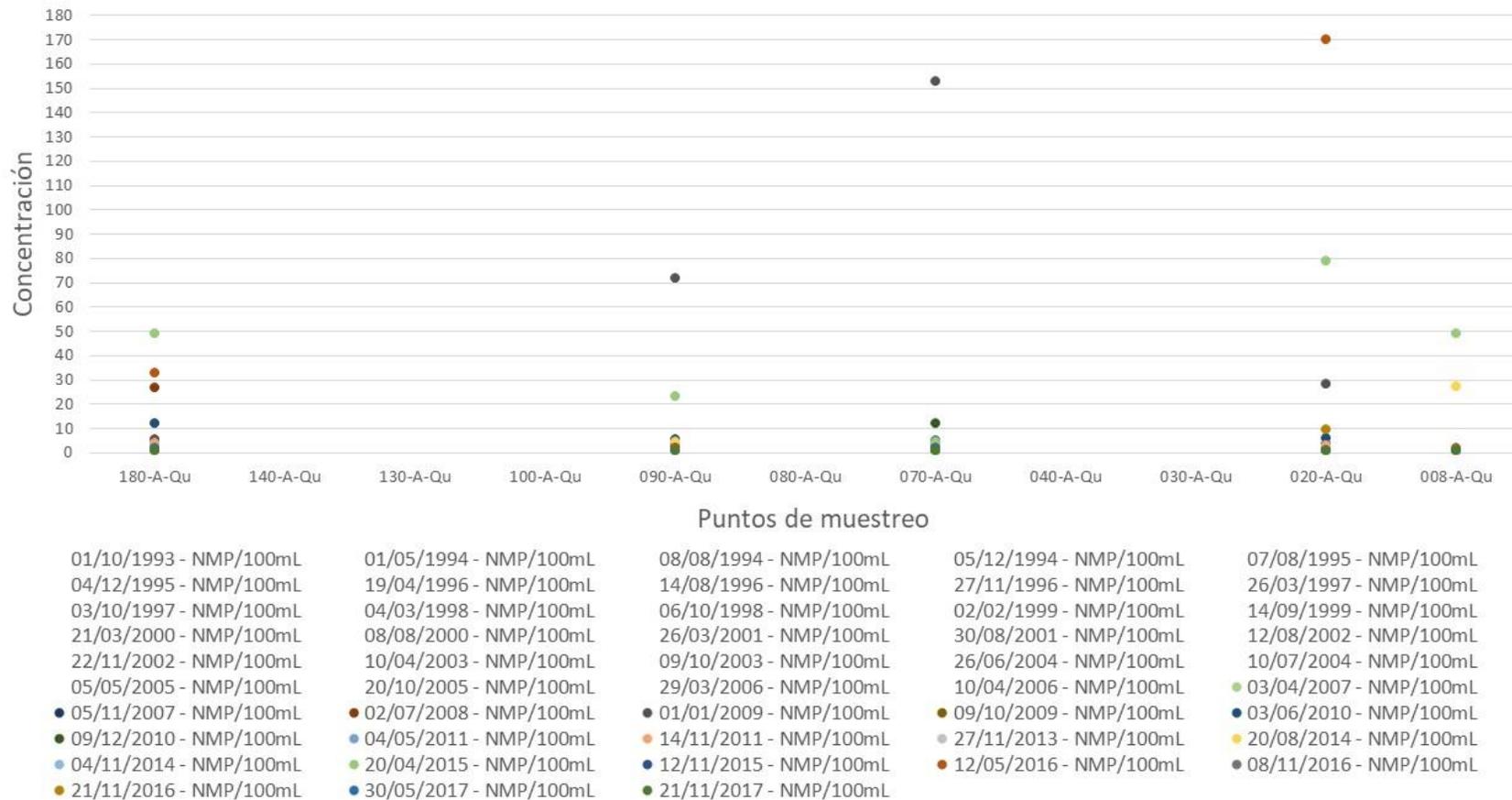


Figura 10-7 Coliformes fecales POAL

10.3.2.2 Coliformes fecales PVA

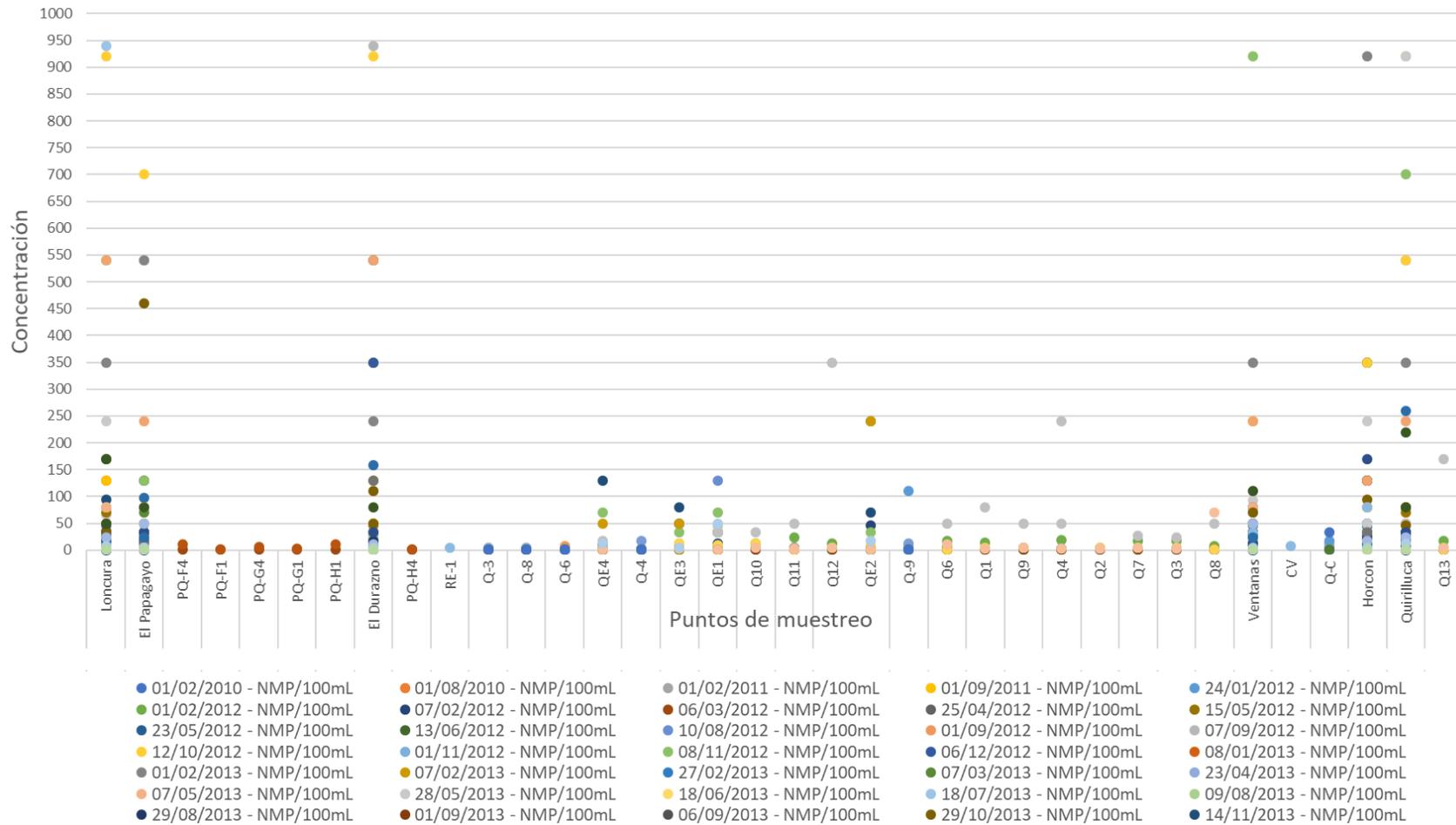


Figura 10-8 Coliformes fecales PVA

10.3.3 Metales

10.3.3.1 Cobre disuelto POAL

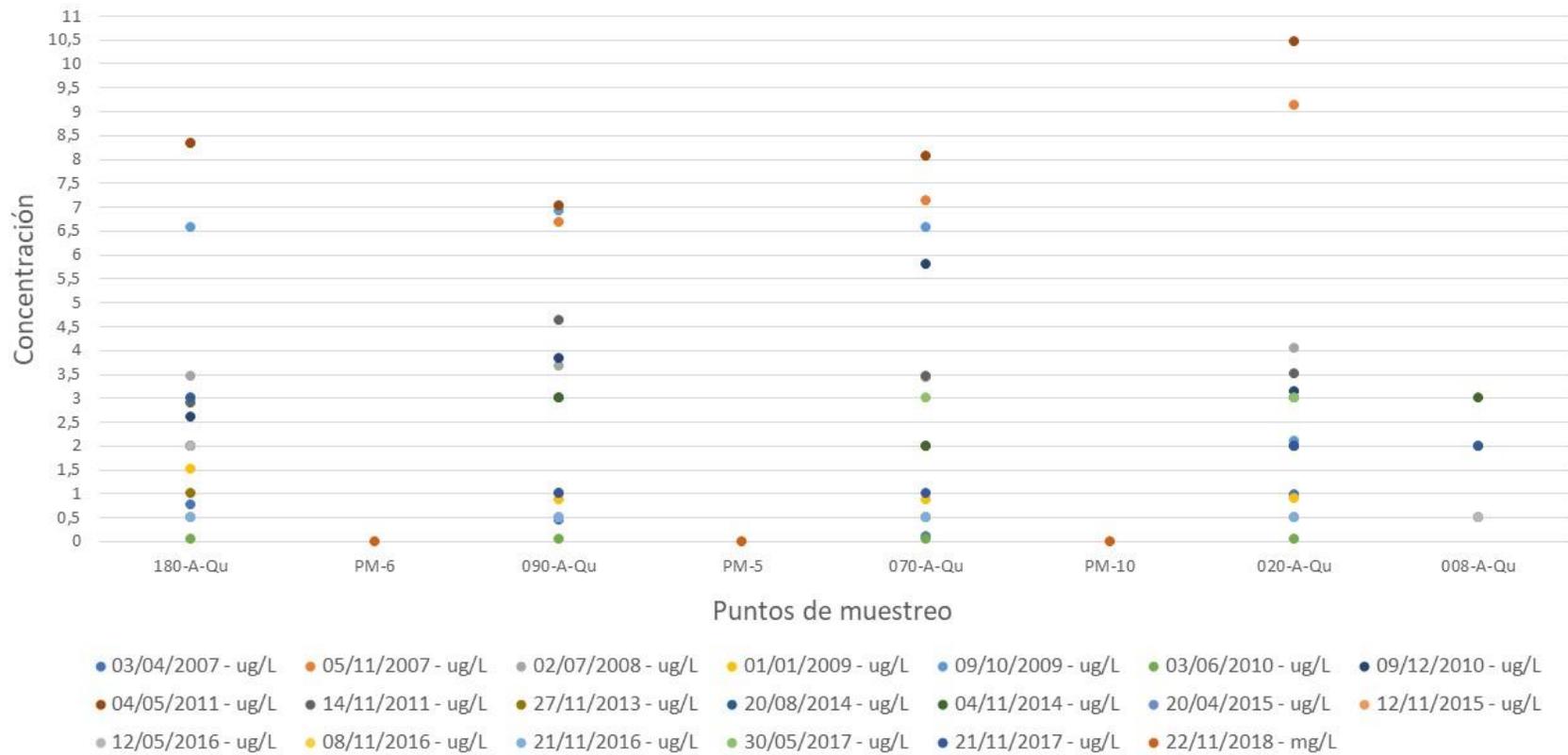


Figura 10-9 Cobre disuelto POAL



10.3.3.2 Cobre disuelto PVA

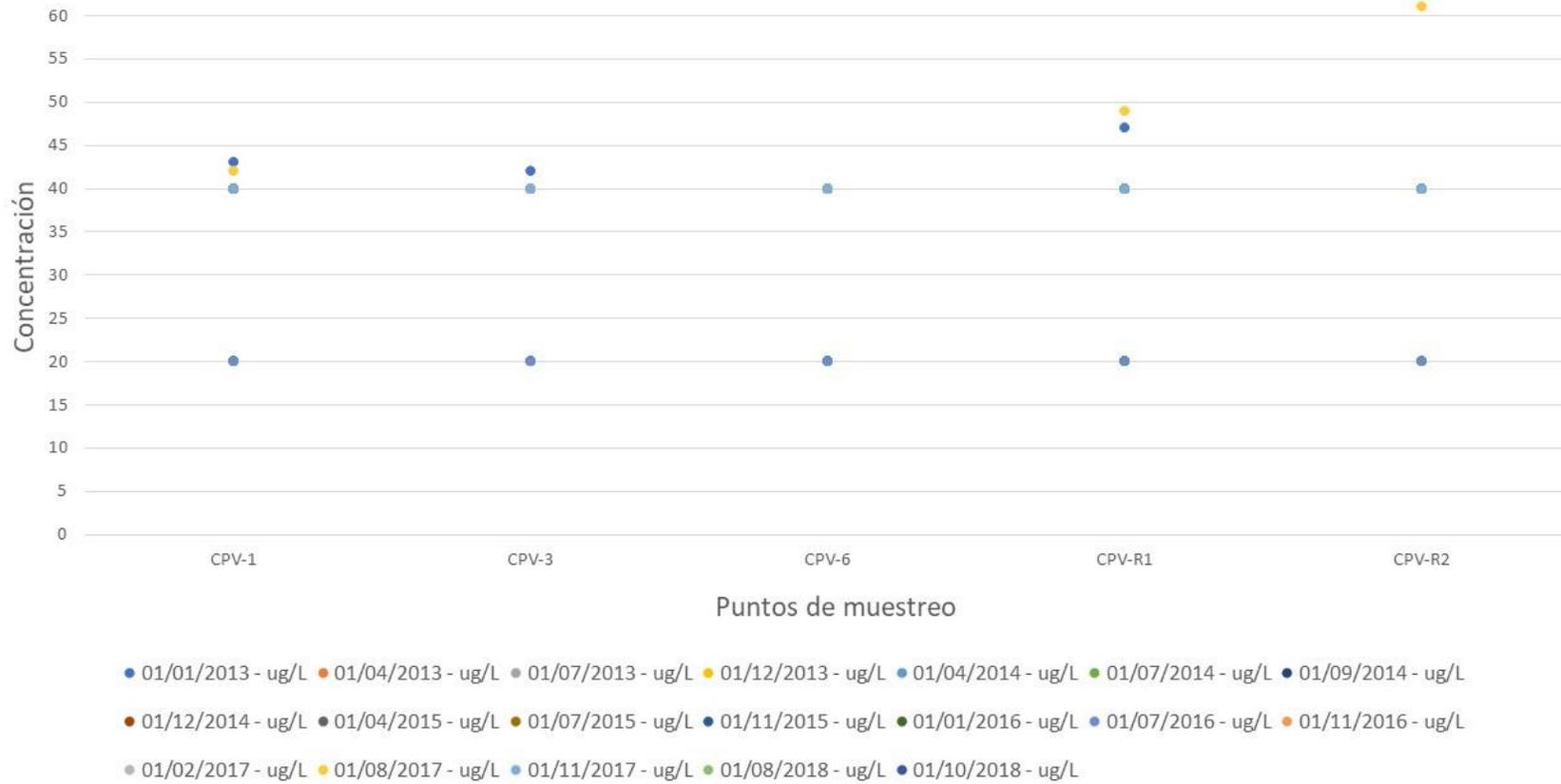


Figura 10-10 Cobre disuelto PVA



10.3.3.3 Cobre total POAL

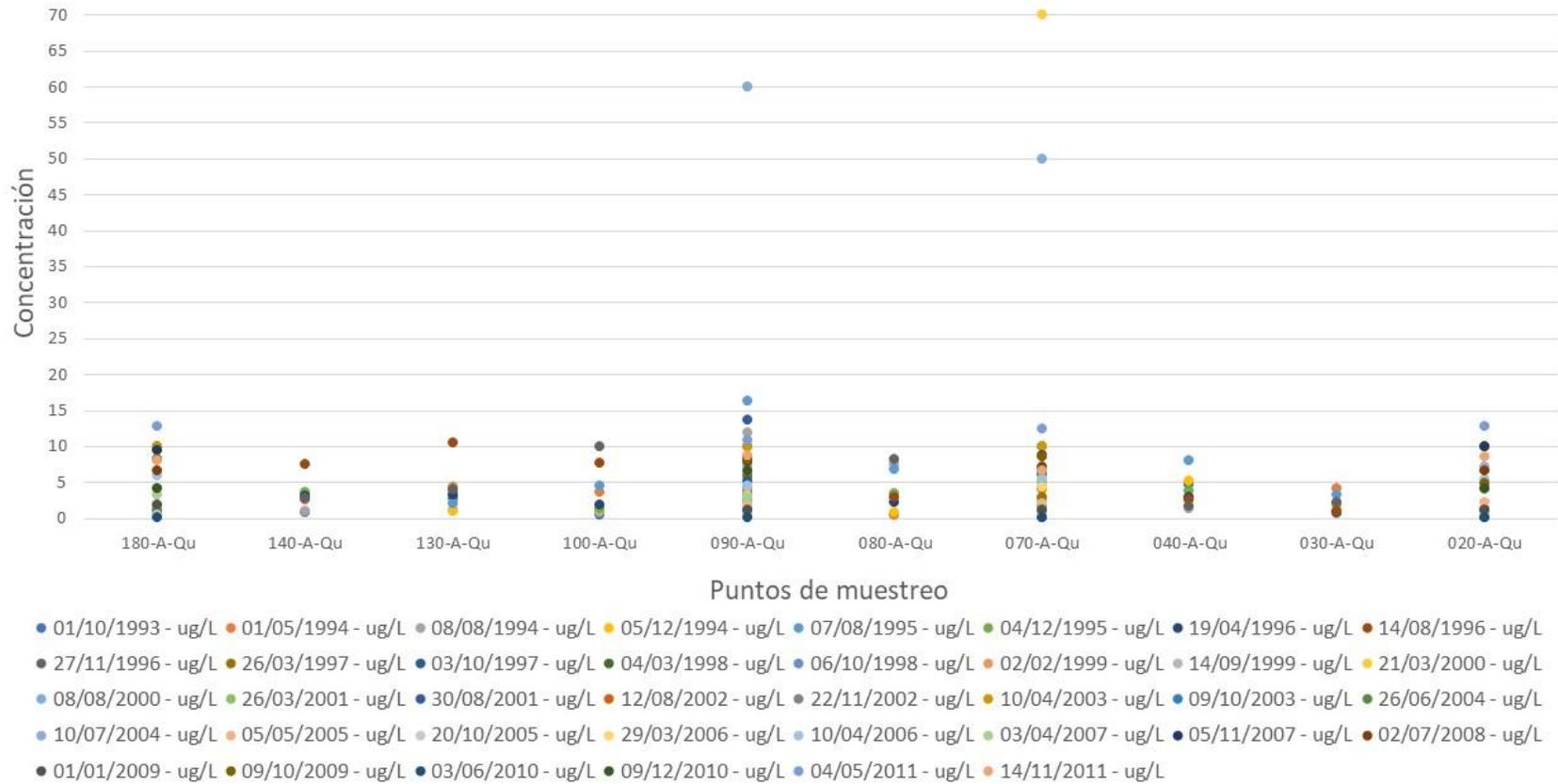


Figura 10-11 Cobre total POAL



10.3.3.4 Cobre total PVA

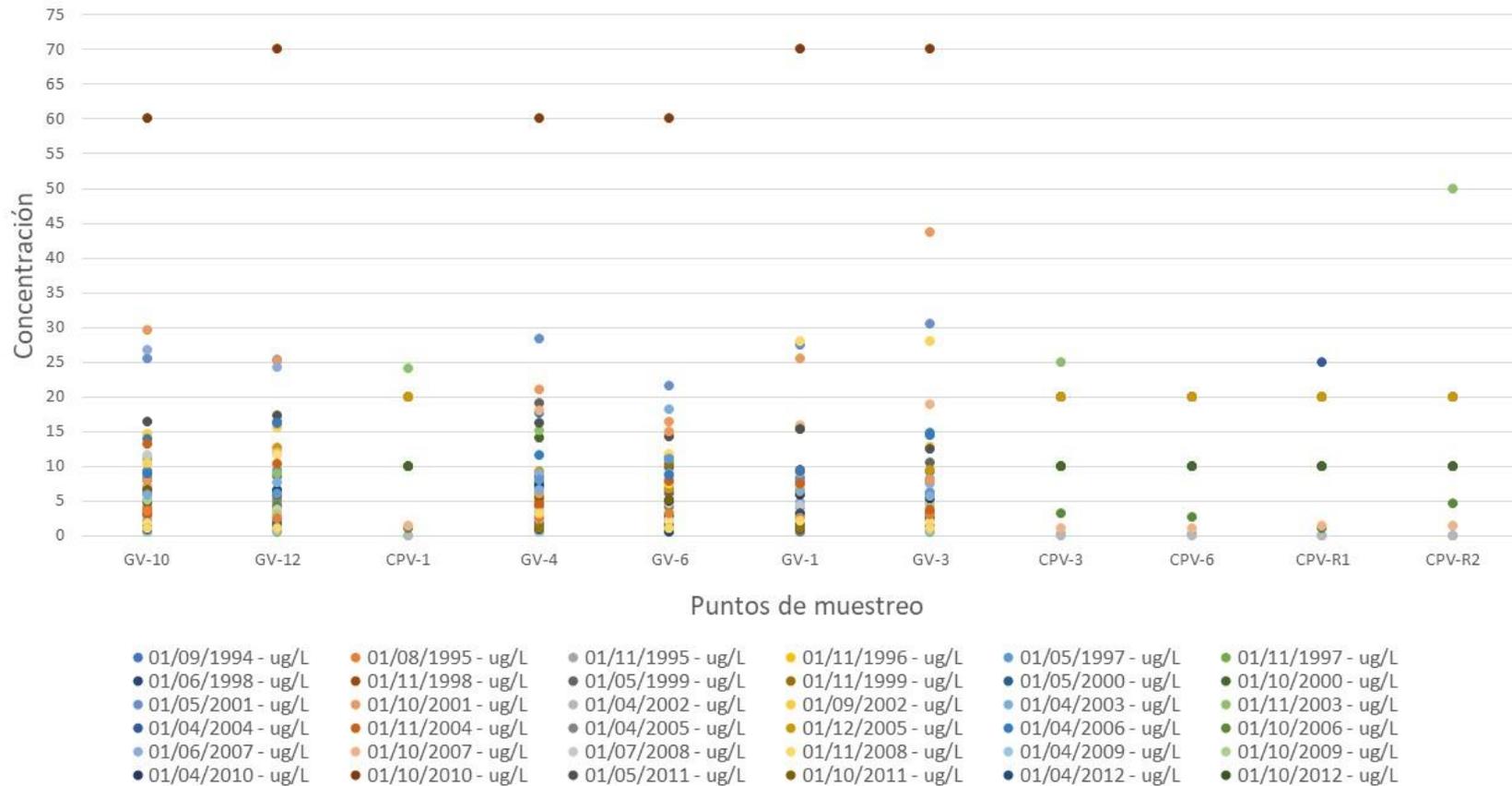


Figura 10-12 Cobre total PVA

10.3.3.5 Cromo disuelto POAL

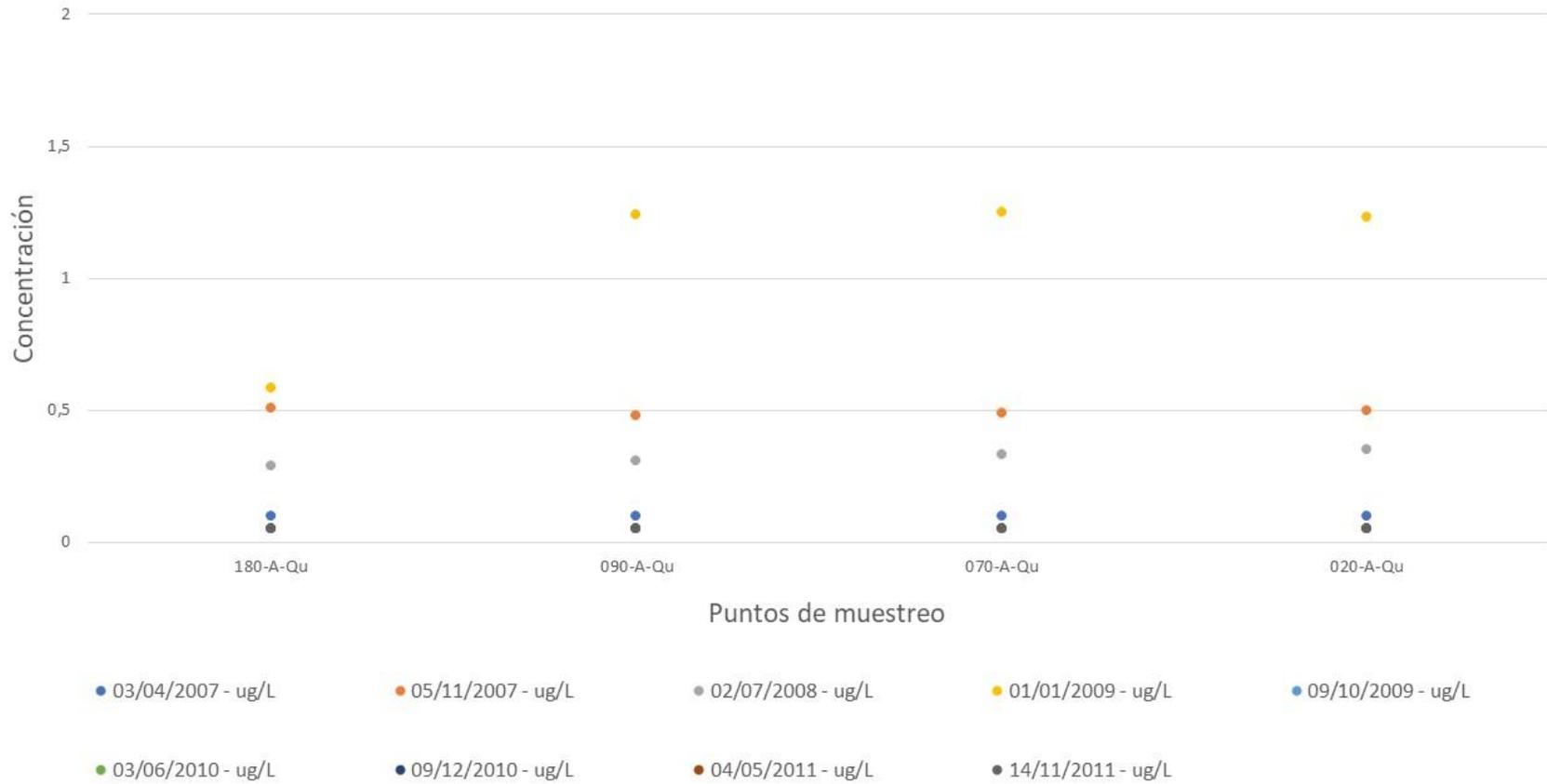


Figura 10-13 Cromo disuelto POAL



10.3.3.6 Cromo total POAL

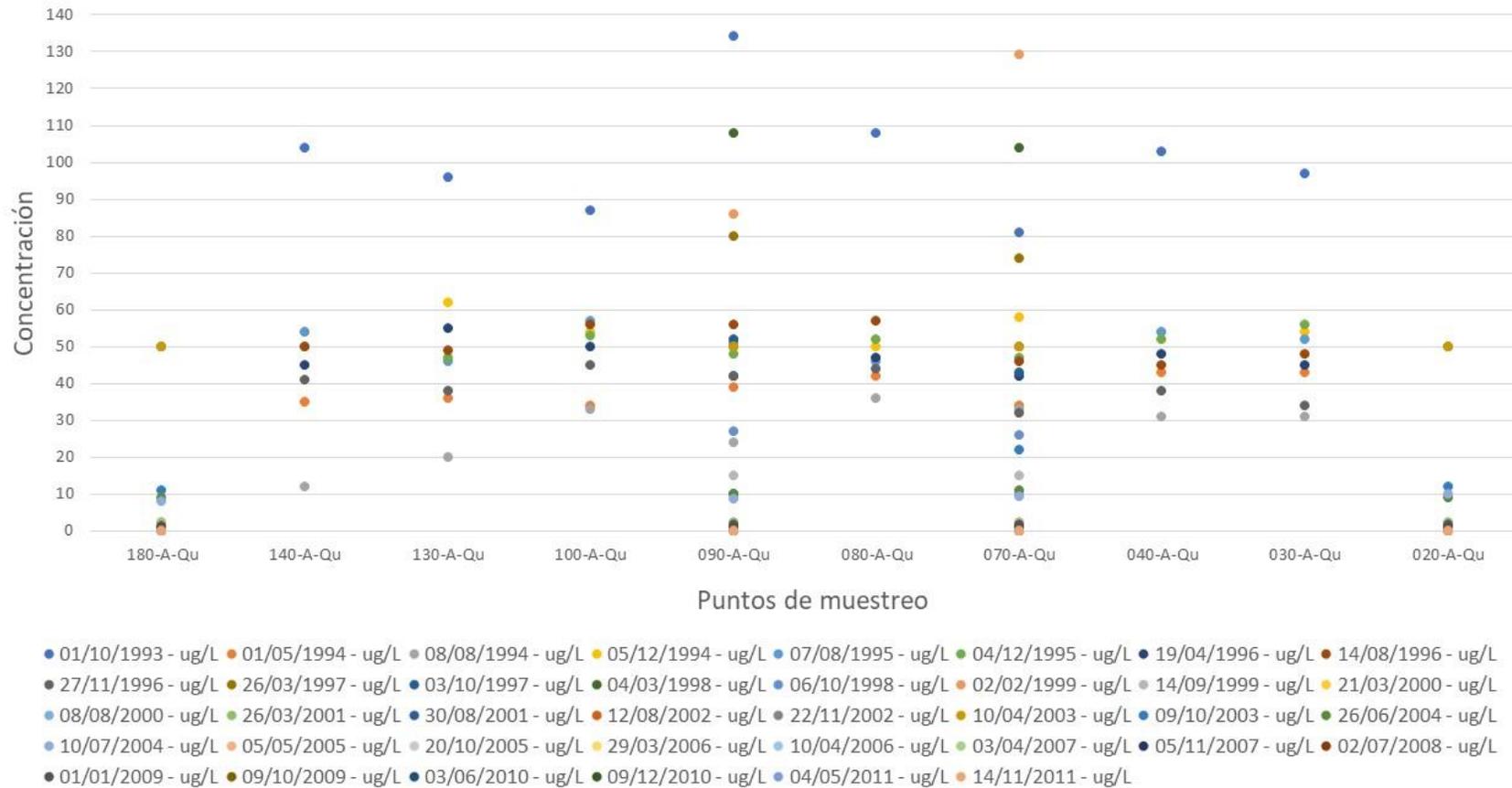


Figura 10-14 Cromo Total POAL



10.3.3.7 Mercurio disuelto POAL

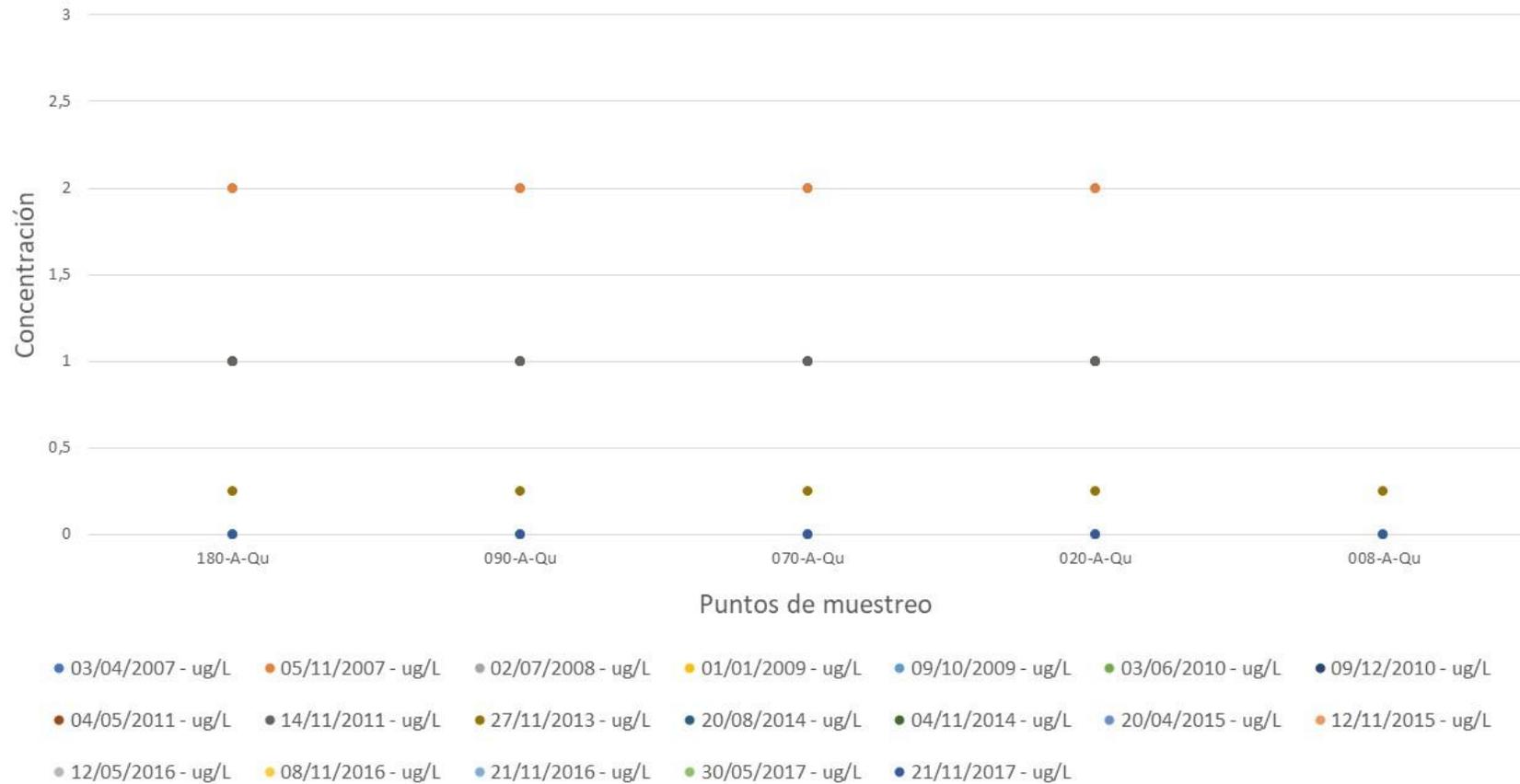


Figura 10-15 Mercurio disuelto POAL

10.3.3.8 Mercurio total POAL

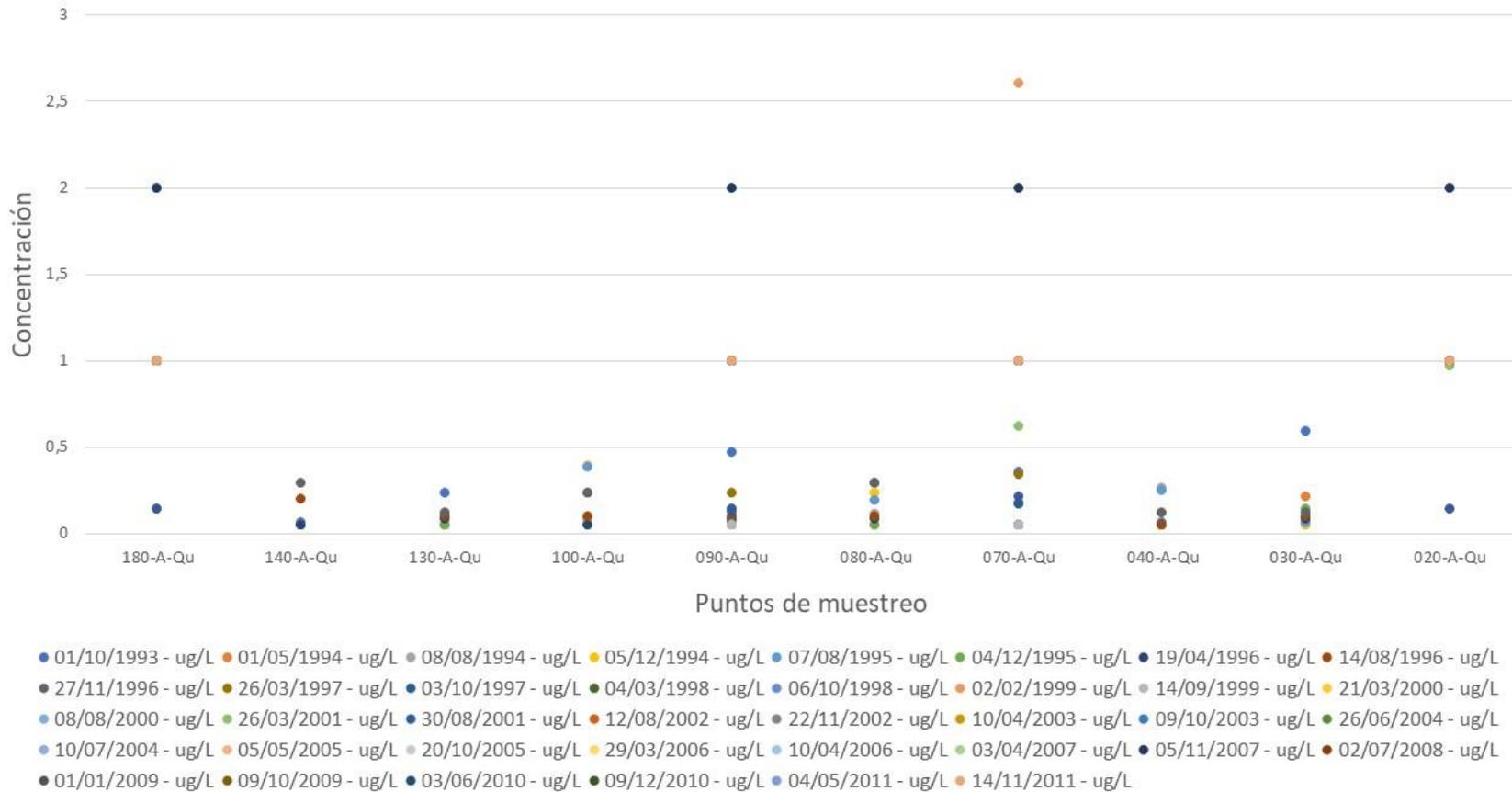


Figura 10-16 Mercurio total POAL

10.3.3.9 Plomo disuelto POAL

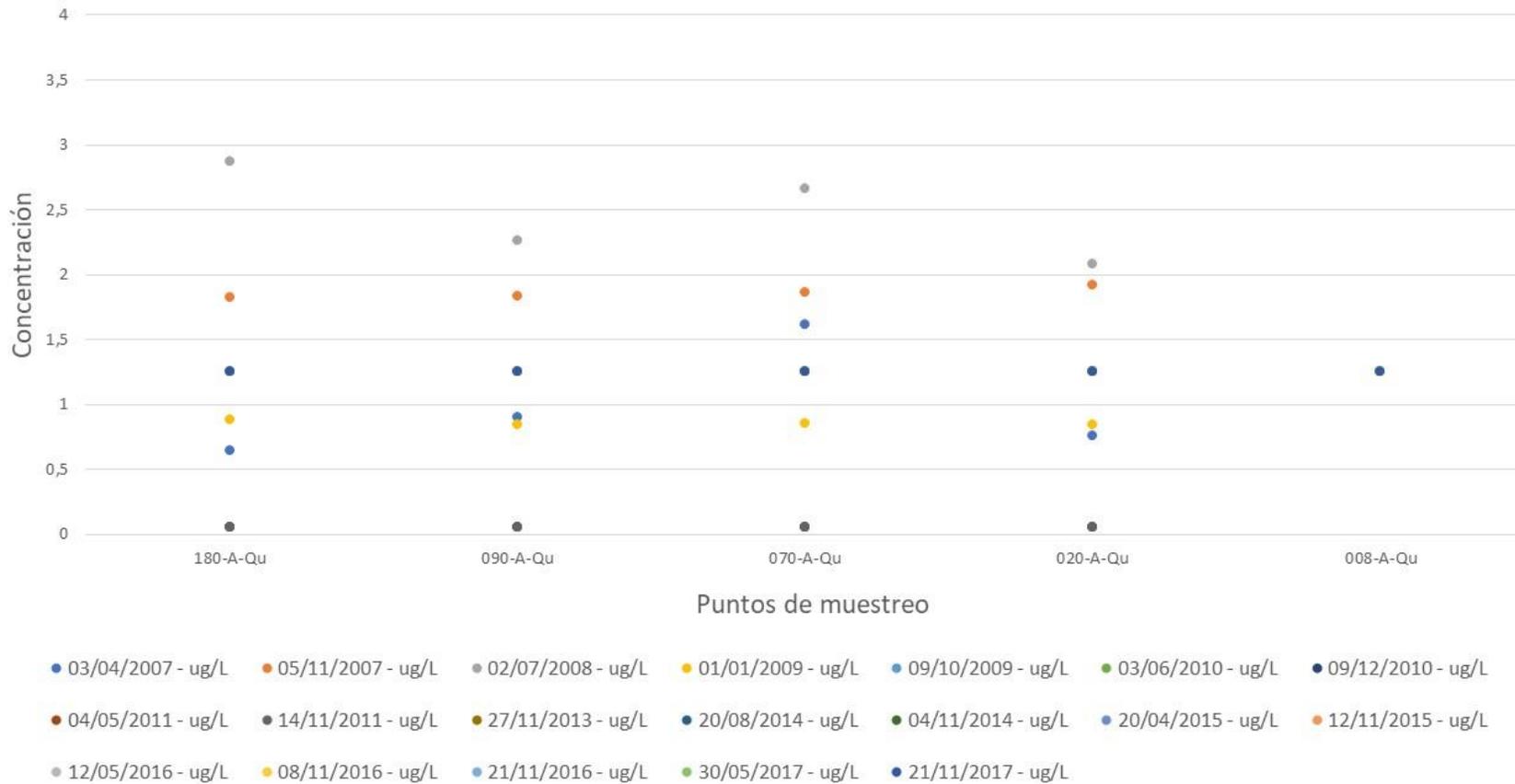


Figura 10-17 Plomo disuelto POAL

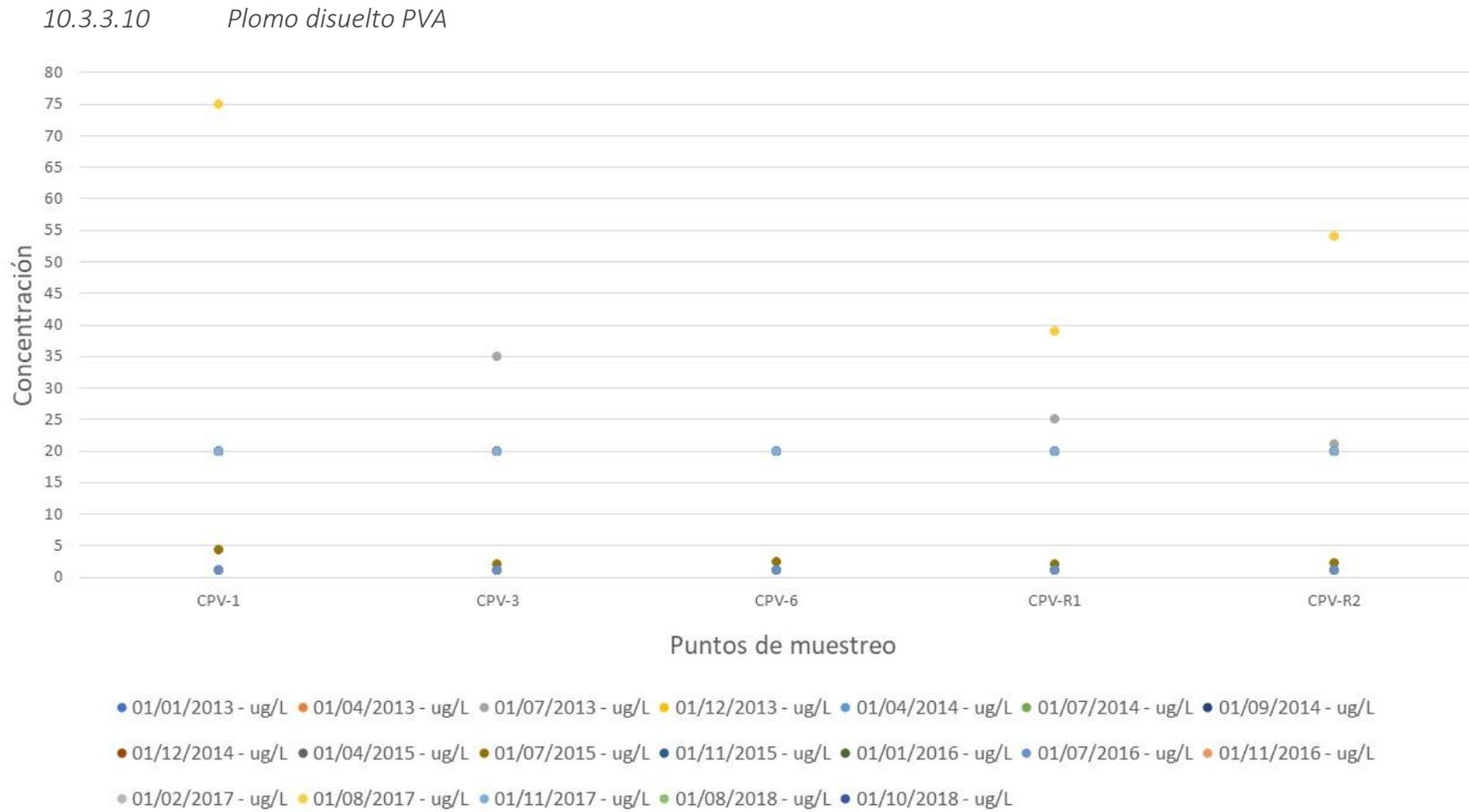


Figura 10-18 Plomo disuelto PVA

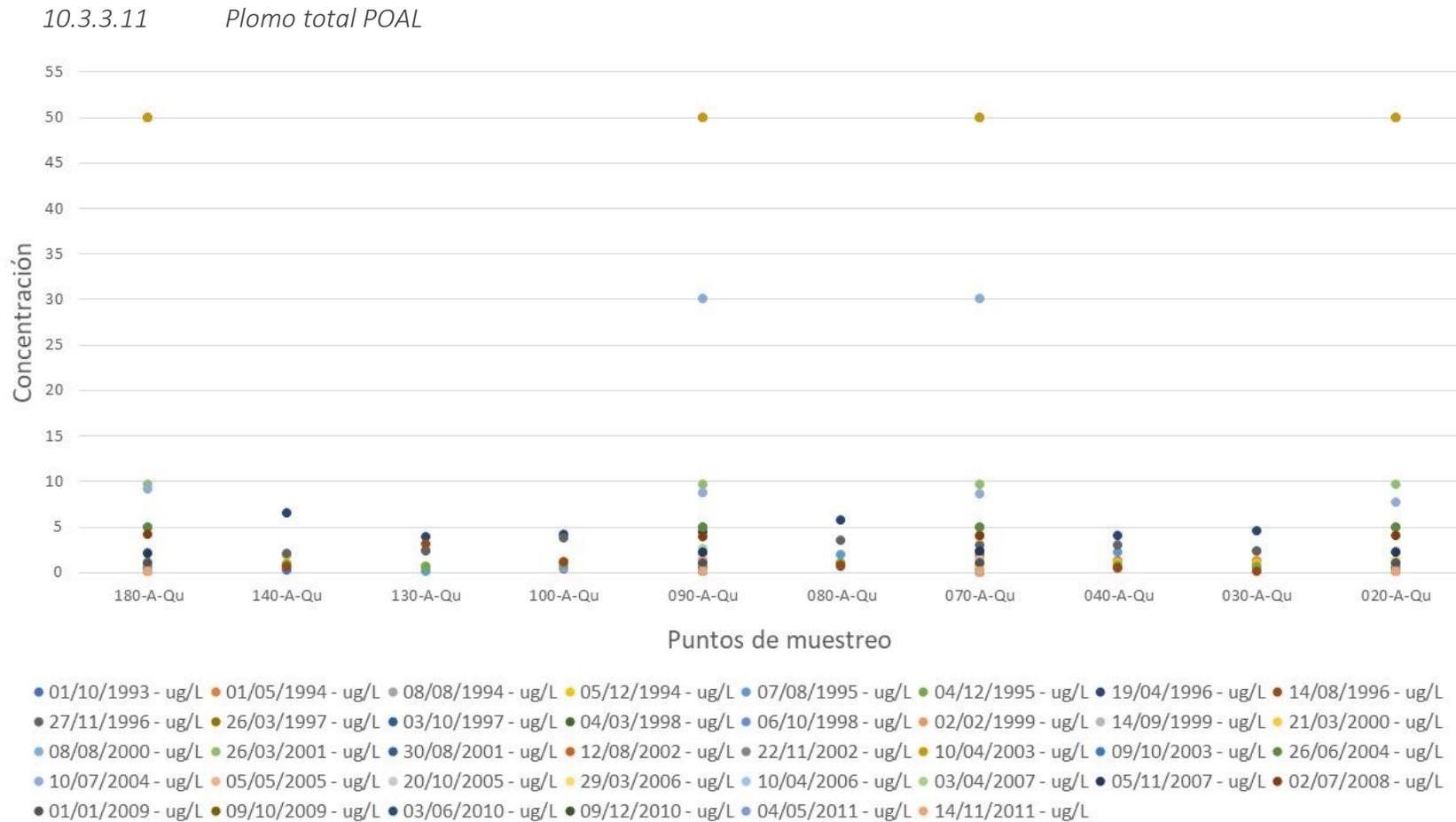


Figura 10-19 Plomo total POAL

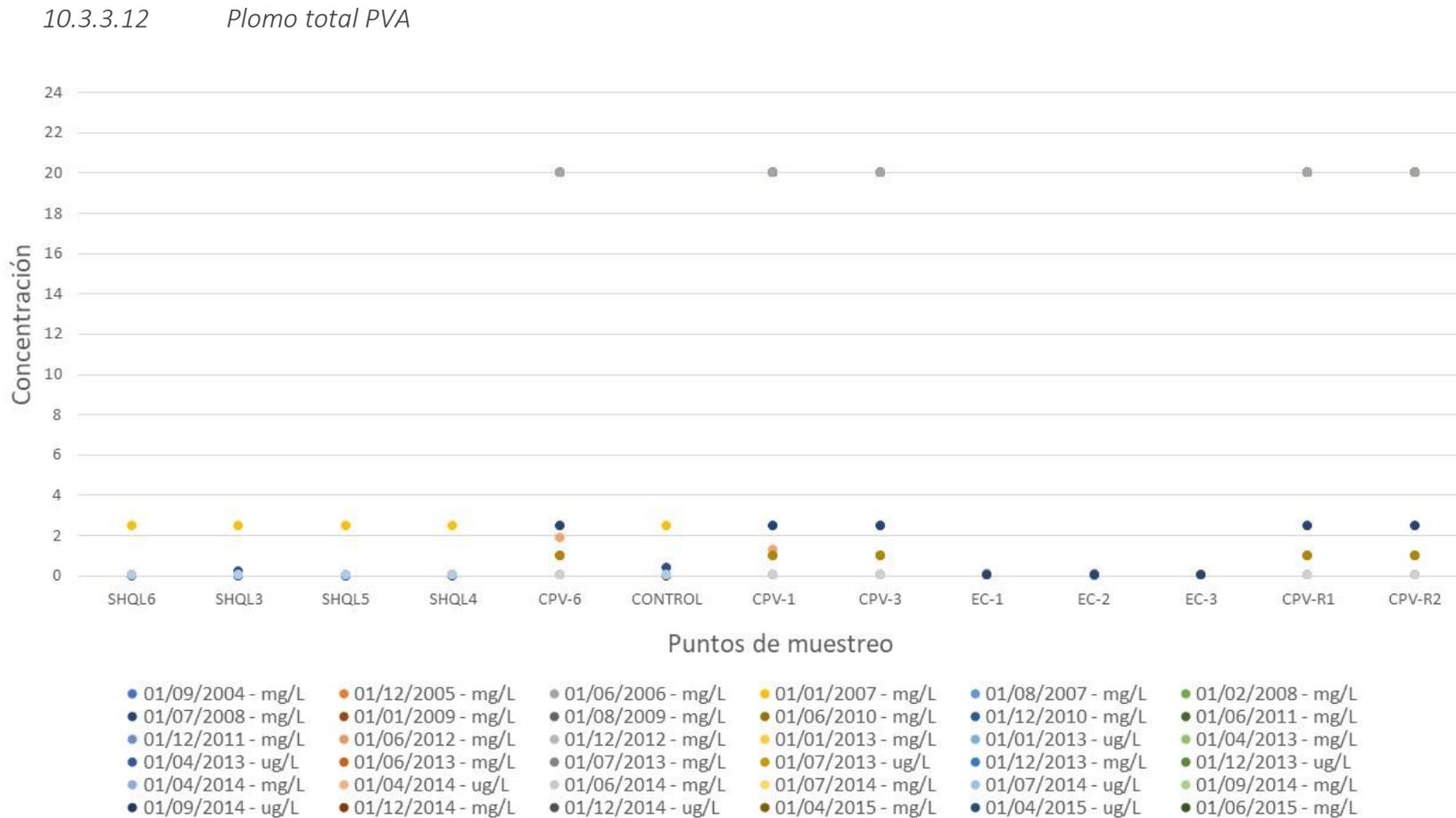


Figura 10-20 Plomo total PVA

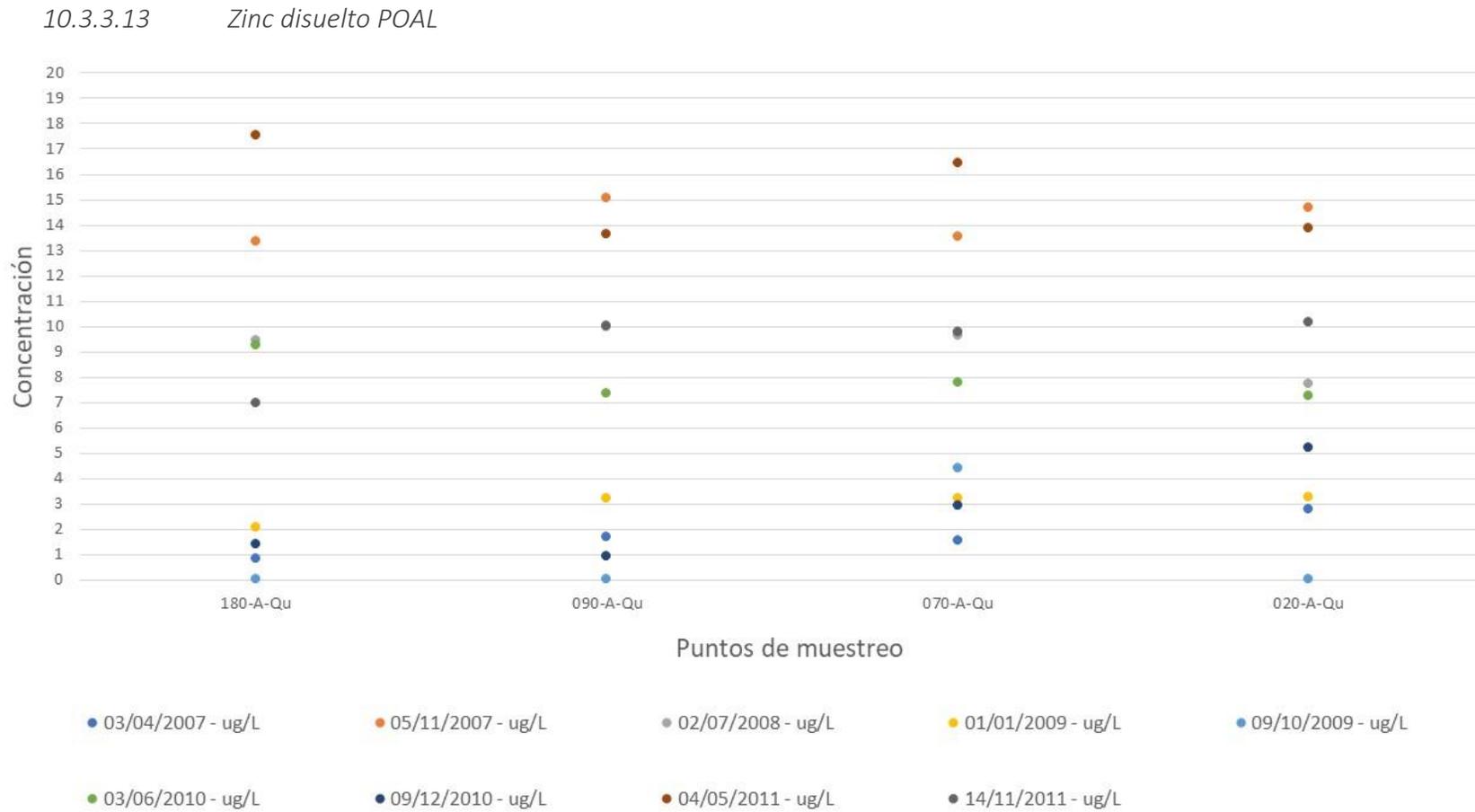


Figura 10-21 Zinc disuelto POAL



10.3.3.14 Zinc total POAL

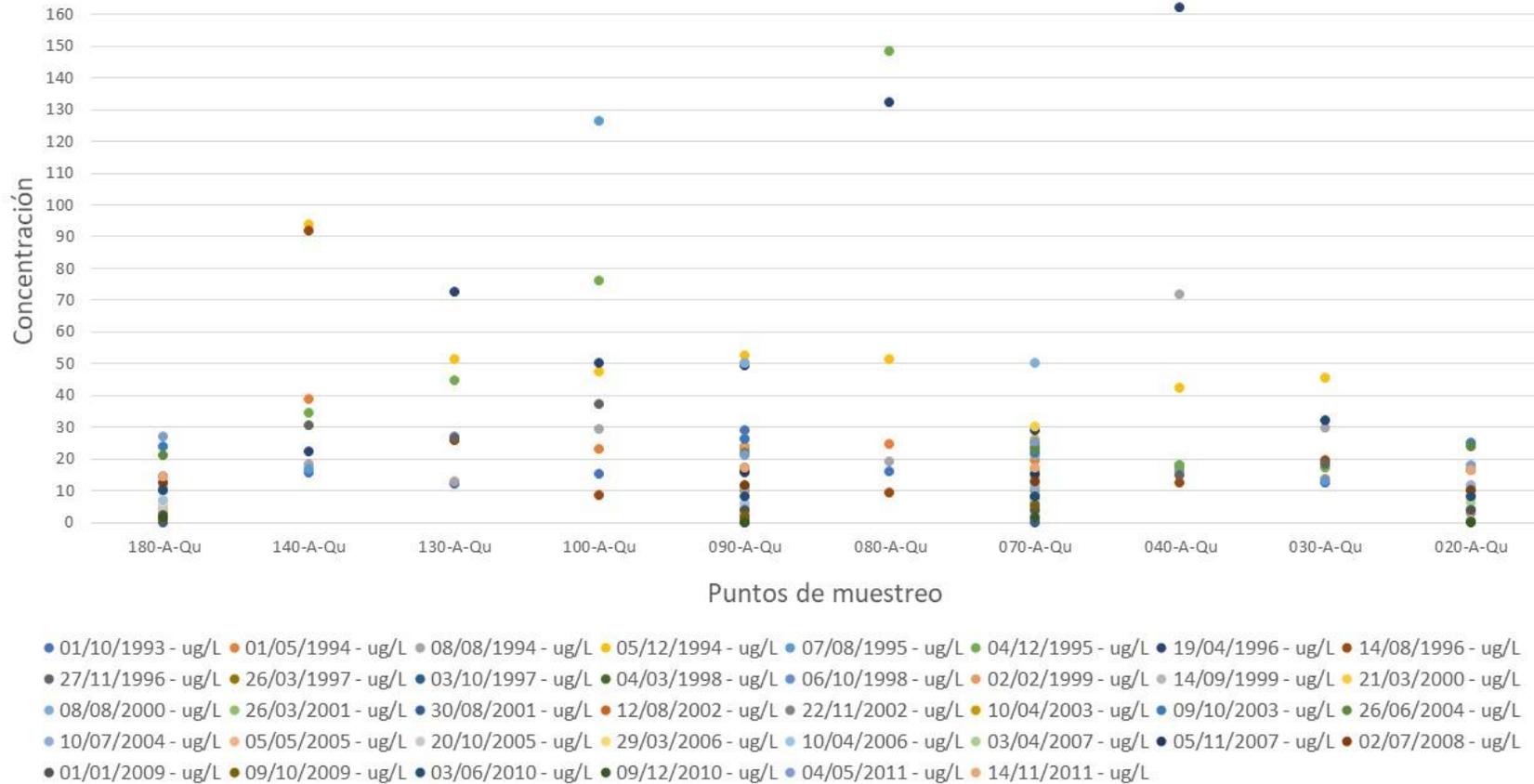


Figura 10-22 Zinc total POAL

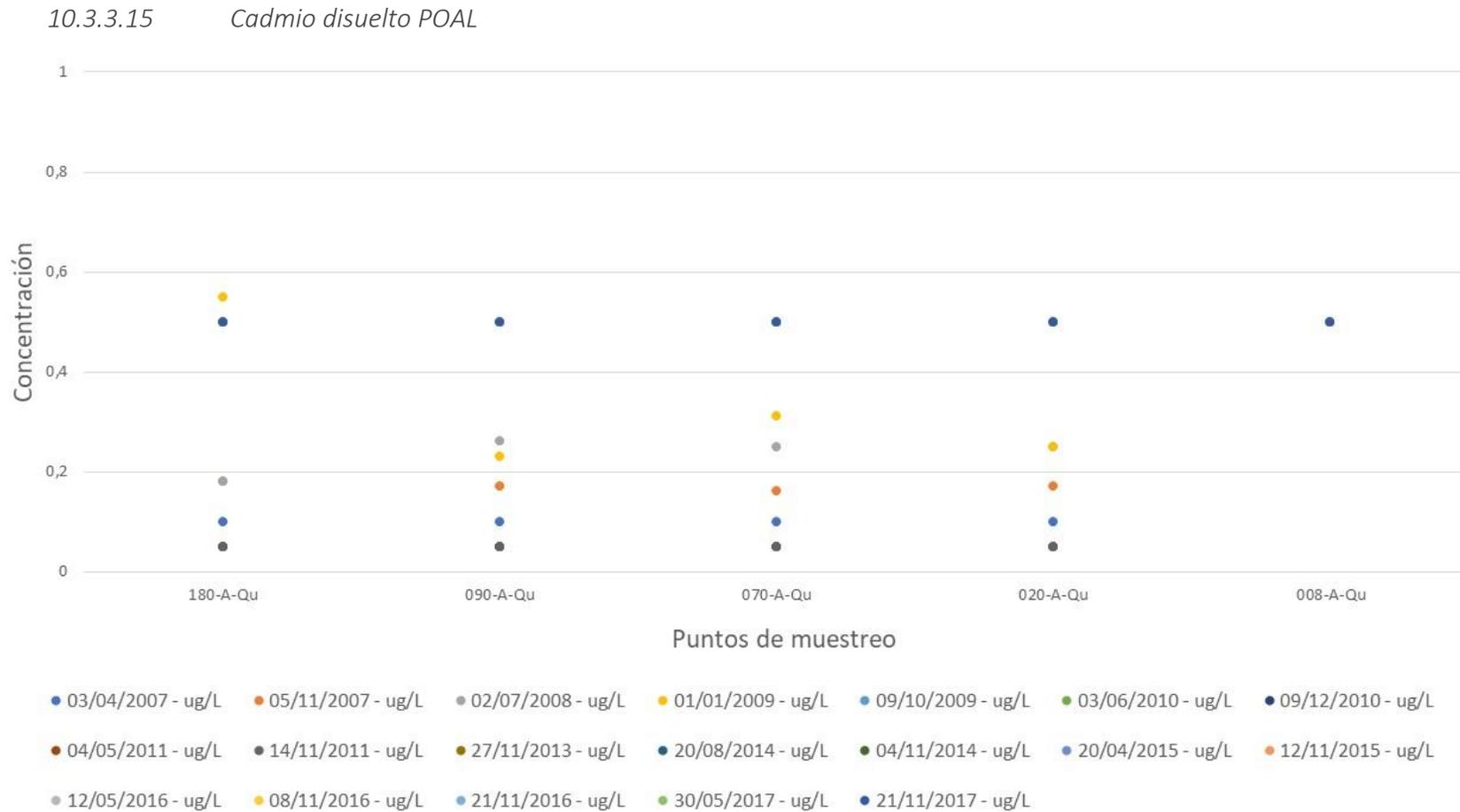


Figura 10-23 Cadmio disuelto POAL



10.3.3.16 Cadmio total POAL

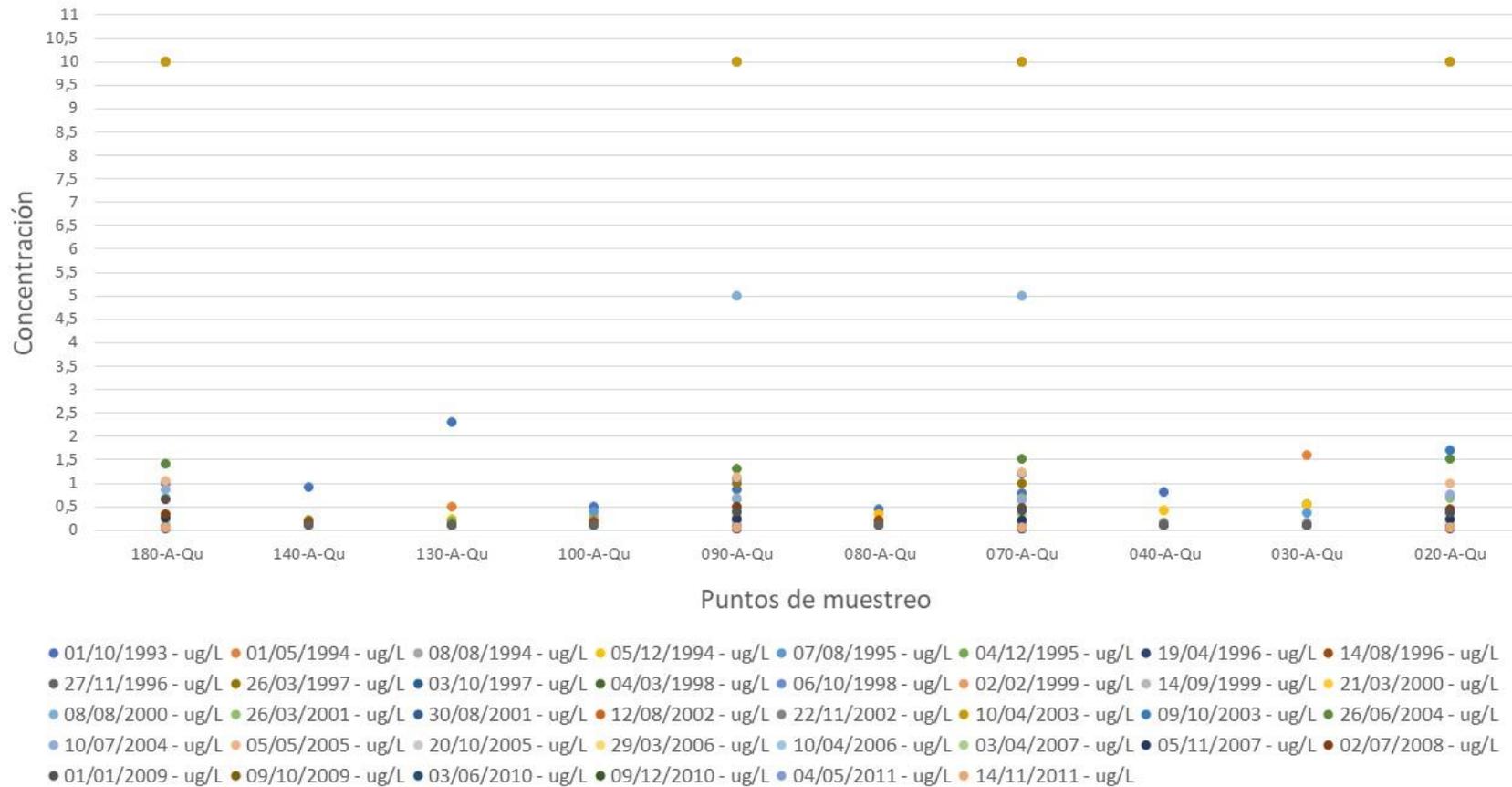


Figura 10-24 Cadmio total POAL



10.3.4 Hidrocarburos

10.3.4.1 Hidrocarburos aromáticos policíclicos POAL

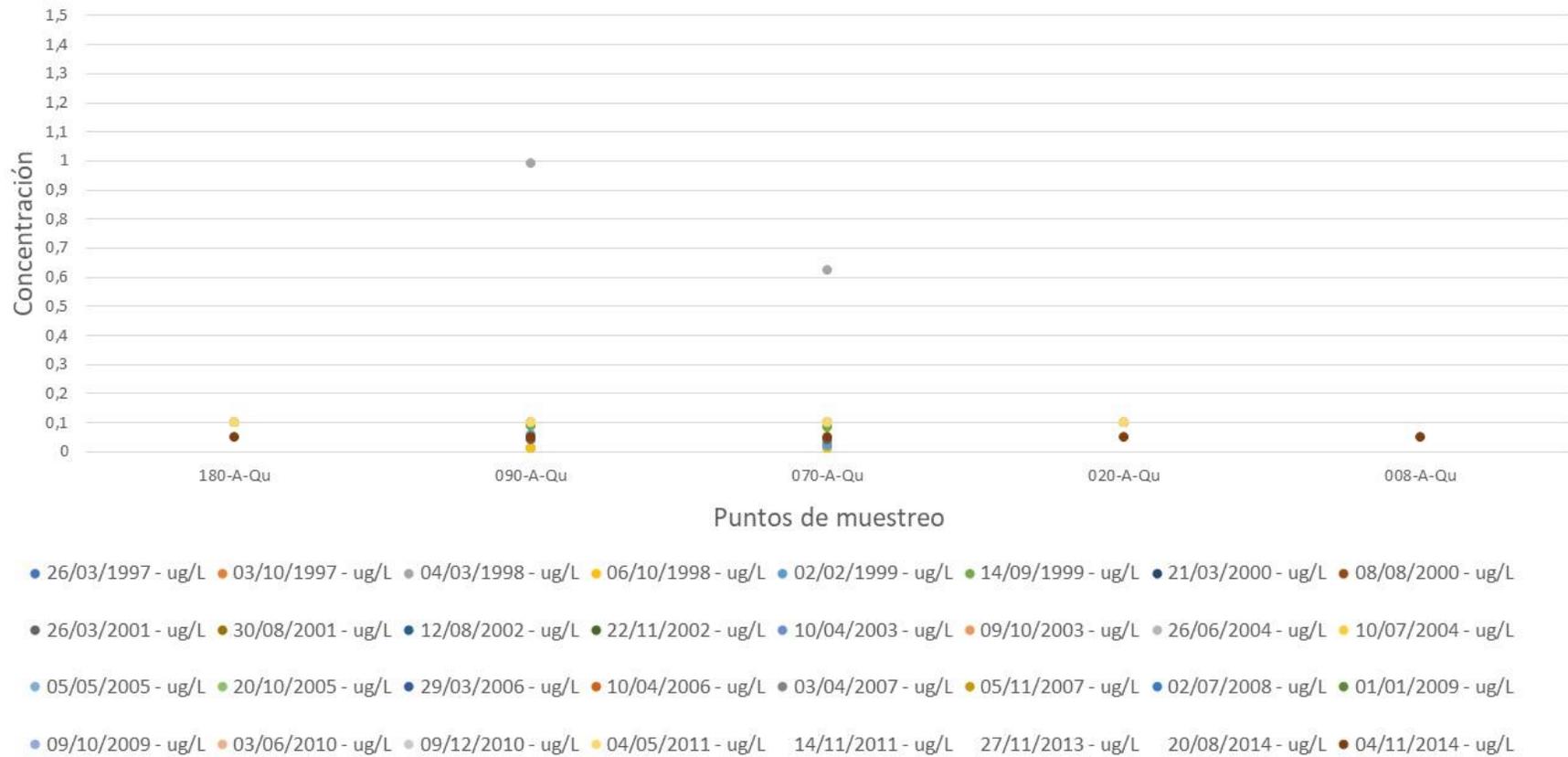
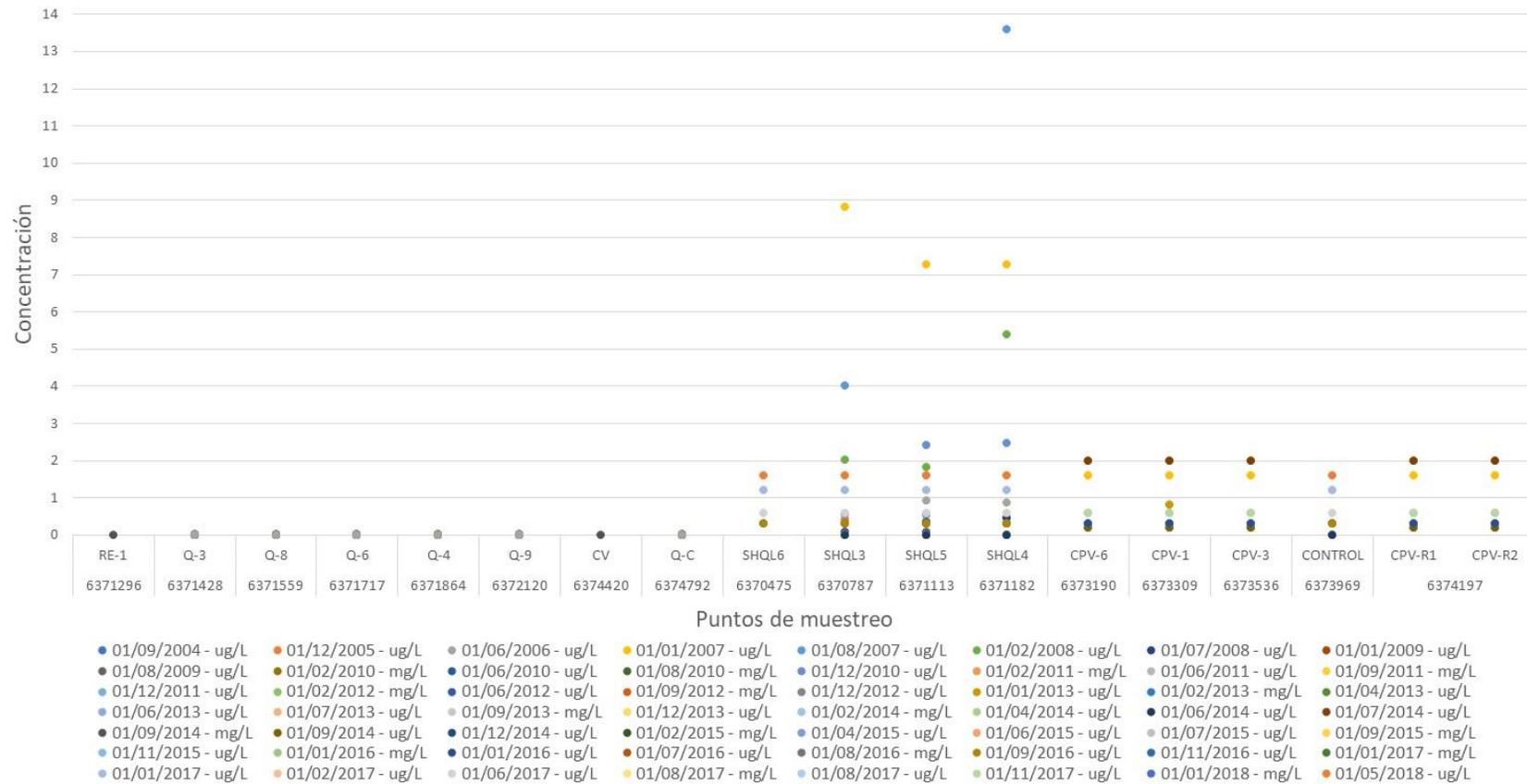


Figura 10-25 Hidrocarburos aromáticos policíclicos POAL

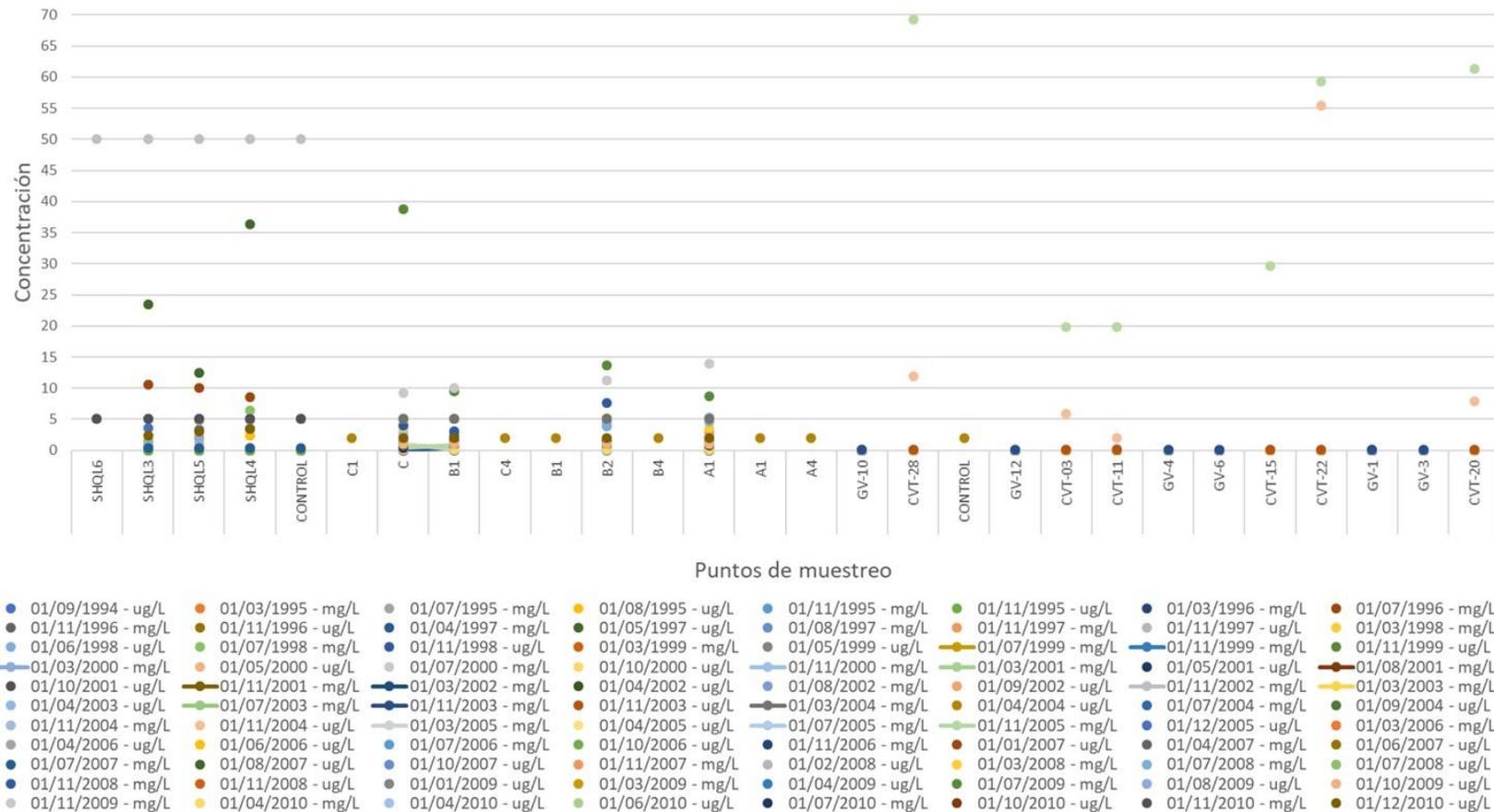


10.3.4.2 Hidrocarburos aromáticos policíclicos PVA



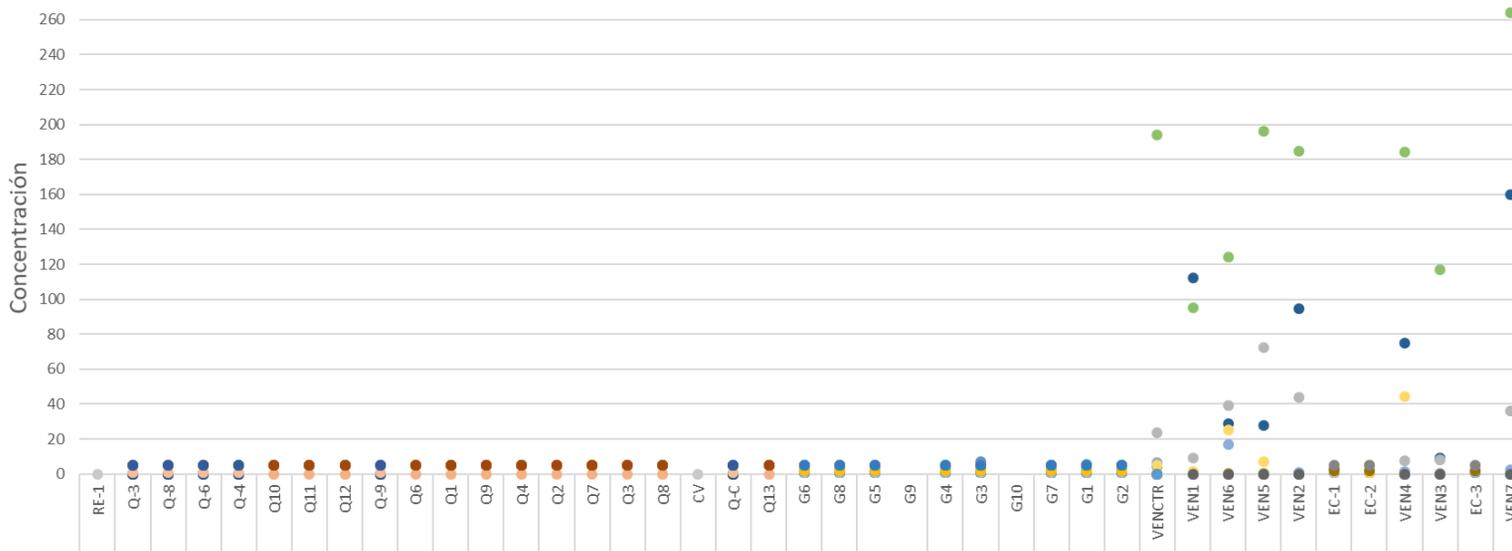


10.3.4.3 Hidrocarburos aromáticos totales PVA





10.3.4.4 Hidrocarburos totales PVA



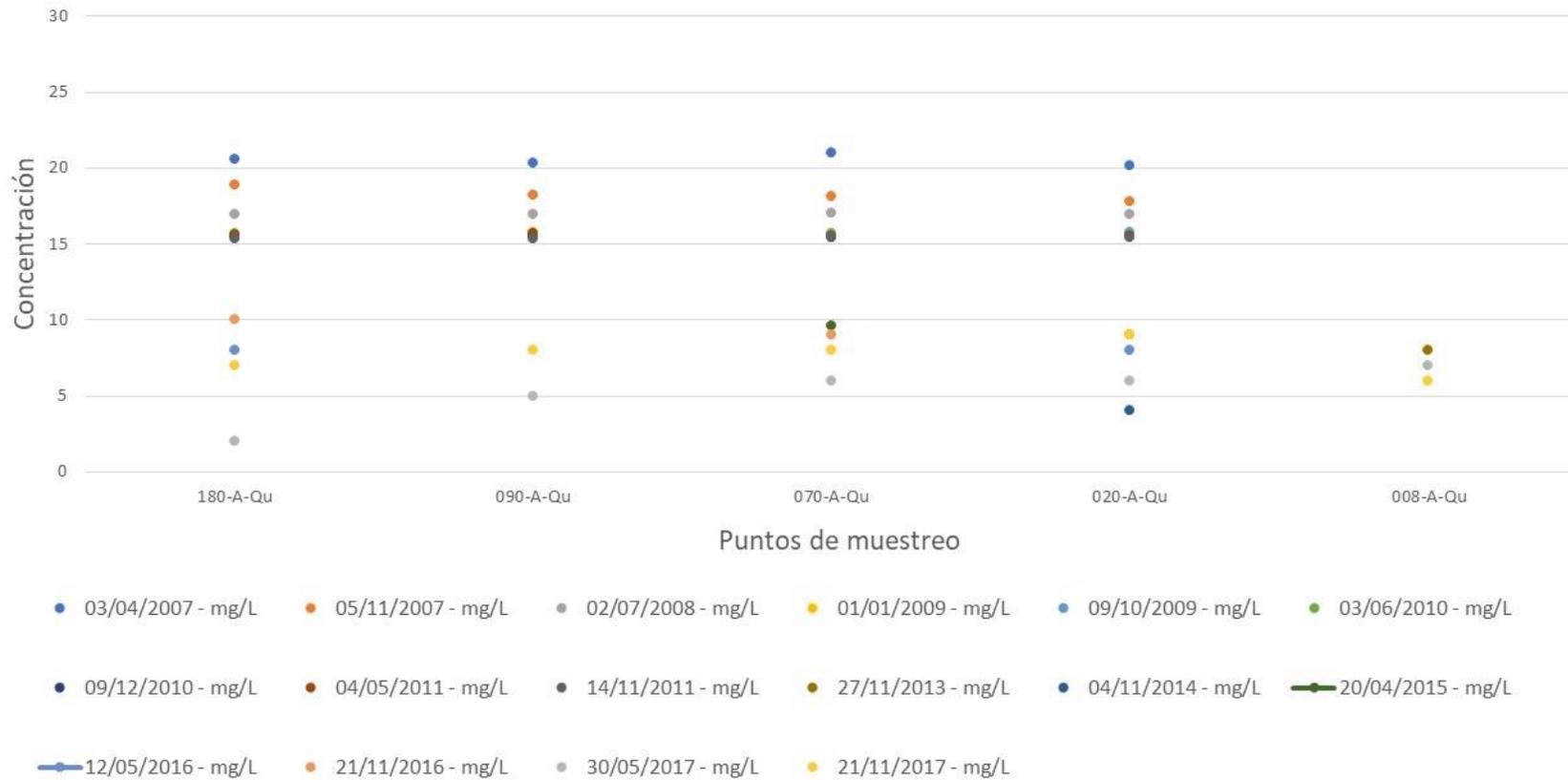
Puntos de muestreo

- 01/02/2010 - mg/L
- 01/08/2010 - mg/L
- 01/02/2011 - mg/L
- 01/09/2011 - mg/L
- 01/02/2012 - mg/L
- 01/09/2012 - mg/L
- 01/11/2012 - mg/L
- 01/01/2013 - mg/L
- 01/02/2013 - mg/L
- 01/03/2013 - mg/L
- 28/03/2013 - ug/L
- 01/05/2013 - mg/L
- 01/06/2013 - mg/L
- 01/07/2013 - mg/L
- 11/07/2013 - ug/L
- 01/08/2013 - mg/L
- 01/09/2013 - mg/L
- 10/09/2013 - ug/L
- 01/11/2013 - mg/L
- 30/12/2013 - ug/L
- 01/02/2014 - mg/L
- 27/03/2014 - ug/L
- 01/04/2014 - mg/L
- 01/05/2014 - mg/L
- 30/06/2014 - ug/L
- 01/08/2014 - mg/L
- 01/09/2014 - mg/L
- 29/09/2014 - ug/L
- 01/11/2014 - mg/L
- 17/12/2014 - ug/L
- 01/01/2015 - mg/L
- 01/02/2015 - mg/L
- 06/03/2015 - ug/L
- 01/04/2015 - mg/L
- 26/06/2015 - ug/L
- 01/08/2015 - mg/L
- 01/09/2015 - mg/L
- 23/09/2015 - ug/L
- 01/11/2015 - mg/L
- 02/11/2015 - mg/L
- 03/11/2015 - mg/L
- 02/12/2015 - ug/L
- 01/01/2016 - mg/L
- 26/02/2016 - mg/L
- 01/03/2016 - mg/L
- 23/03/2016 - ug/L
- 01/05/2016 - mg/L
- 23/06/2016 - ug/L
- 01/07/2016 - mg/L
- 01/08/2016 - mg/L
- 06/09/2016 - ug/L
- 01/11/2016 - mg/L
- 27/12/2016 - ug/L
- 01/01/2017 - mg/L
- 01/02/2017 - mg/L
- 17/02/2017 - mg/L
- 14/03/2017 - ug/L
- 01/05/2017 - mg/L
- 30/06/2017 - ug/L
- 01/08/2017 - mg/L
- 18/08/2017 - mg/L
- 25/08/2017 - mg/L
- 27/09/2017 - ug/L
- 01/11/2017 - mg/L
- 28/12/2017 - ug/L
- 01/01/2018 - mg/L
- 01/02/2018 - mg/L
- 09/02/2018 - mg/L
- 01/04/2018 - mg/L
- 04/04/2018 - ug/L
- 06/06/2018 - ug/L
- 01/07/2018 - mg/L
- 01/08/2018 - mg/L
- 27/09/2018 - ug/L
- 01/10/2018 - mg/L
- 05/12/2018 - ug/L
- 01/01/2019 - mg/L



10.3.5 In-situ

10.3.5.1 Oxígeno disuelto POAL

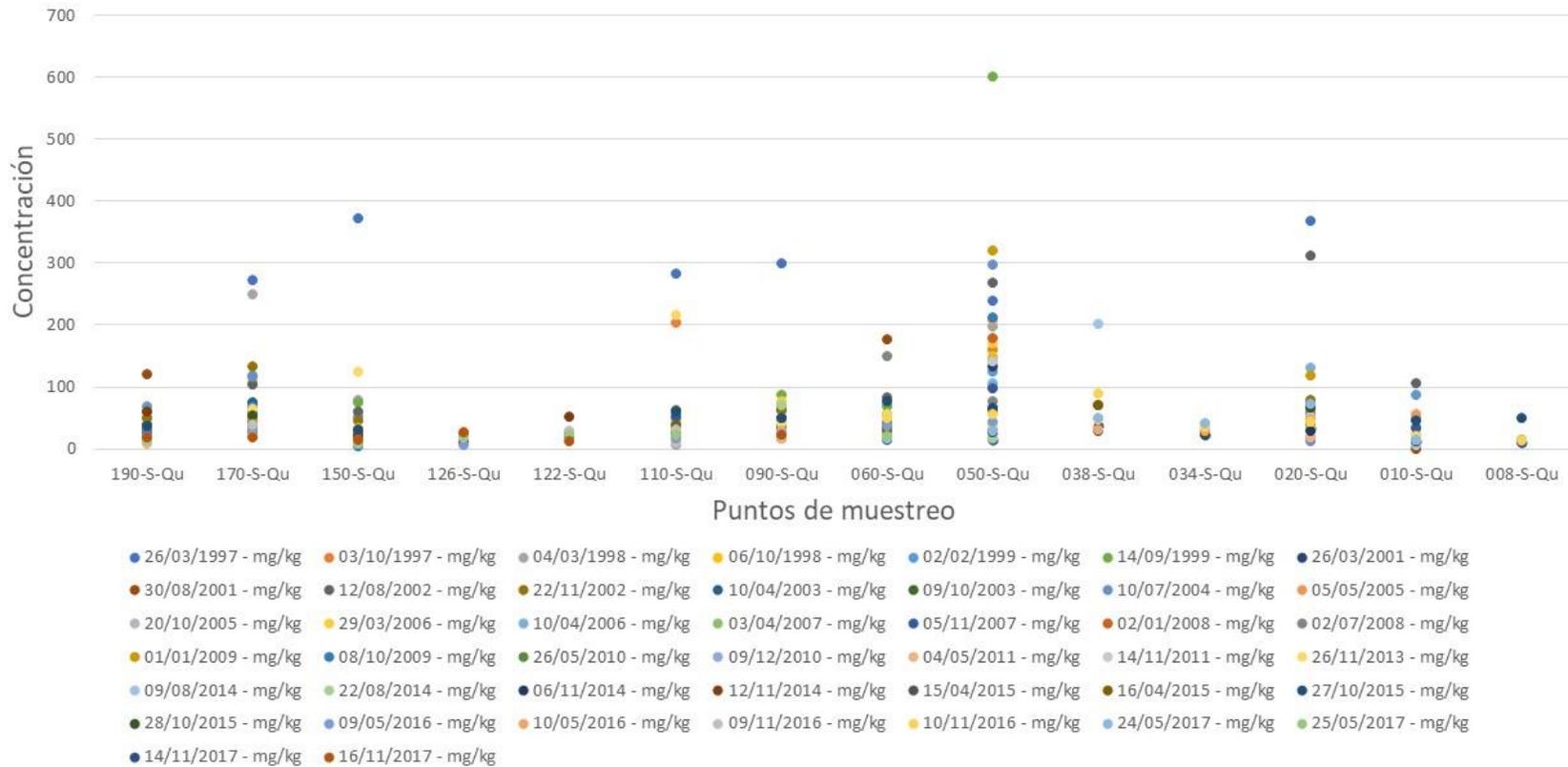




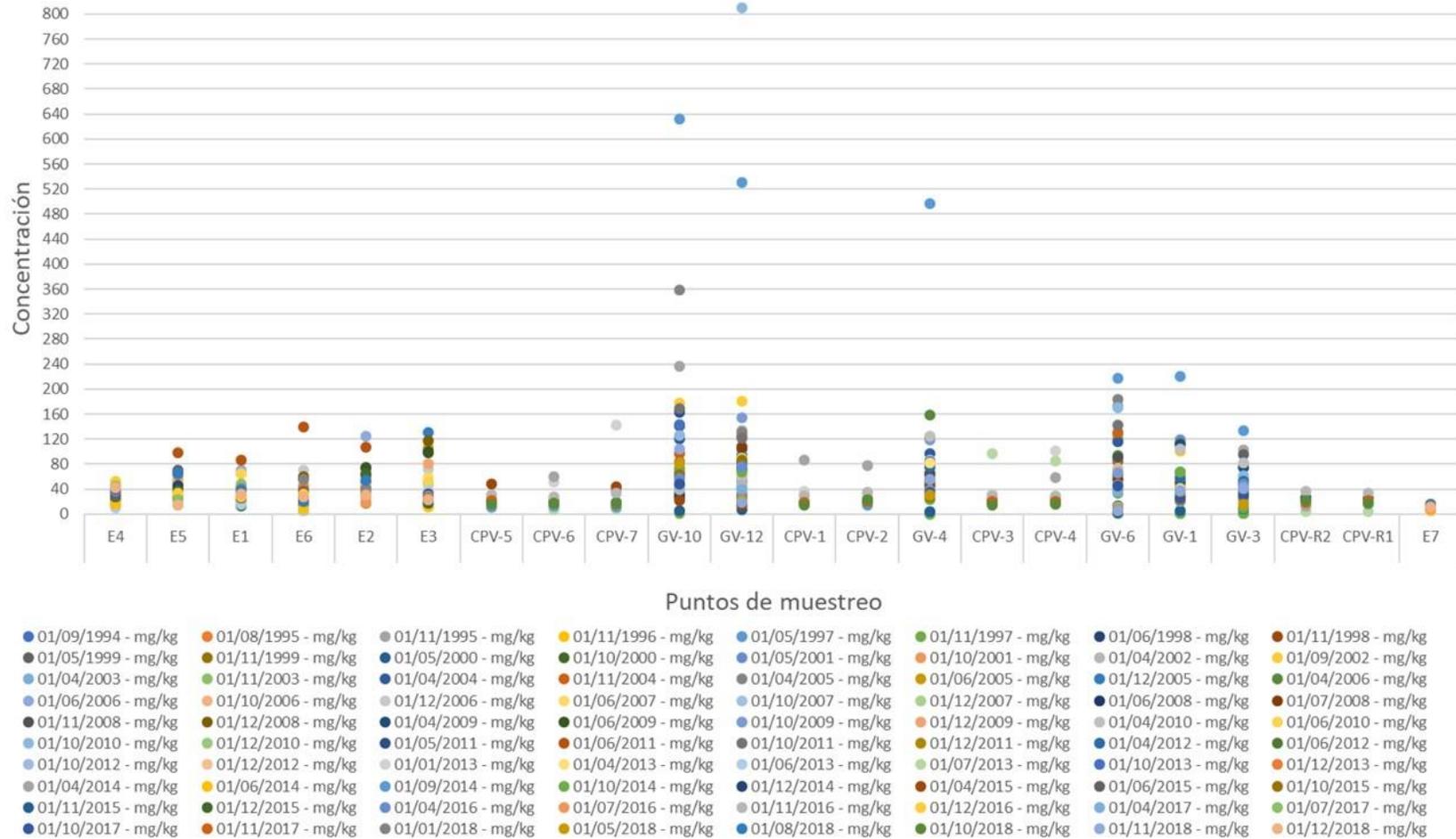
10.4 Sedimentos

10.4.1 Metales

10.4.1.1 Cobre POAL



10.4.1.2 Cobre PVA



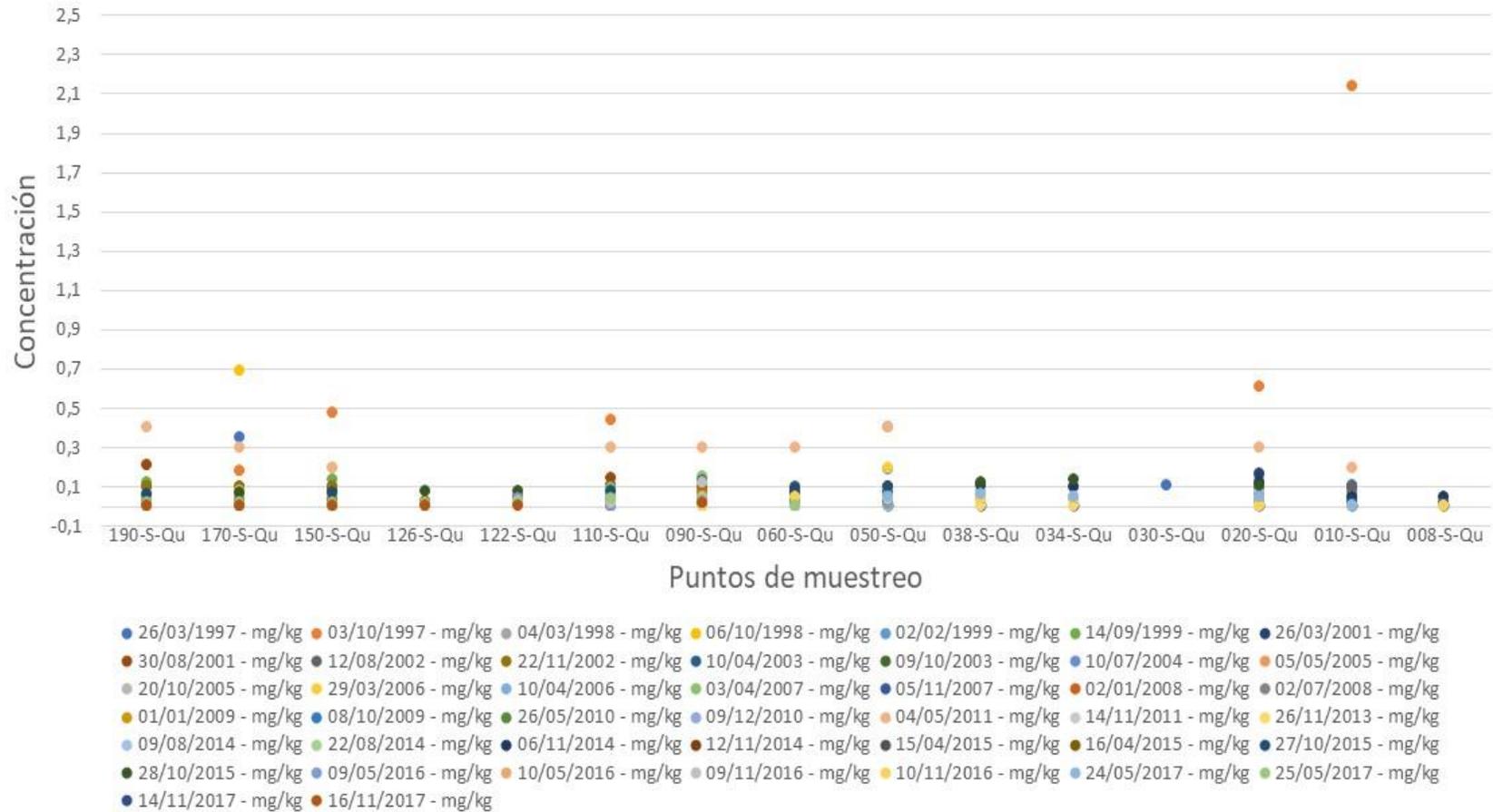


10.4.1.3 Cromo POAL



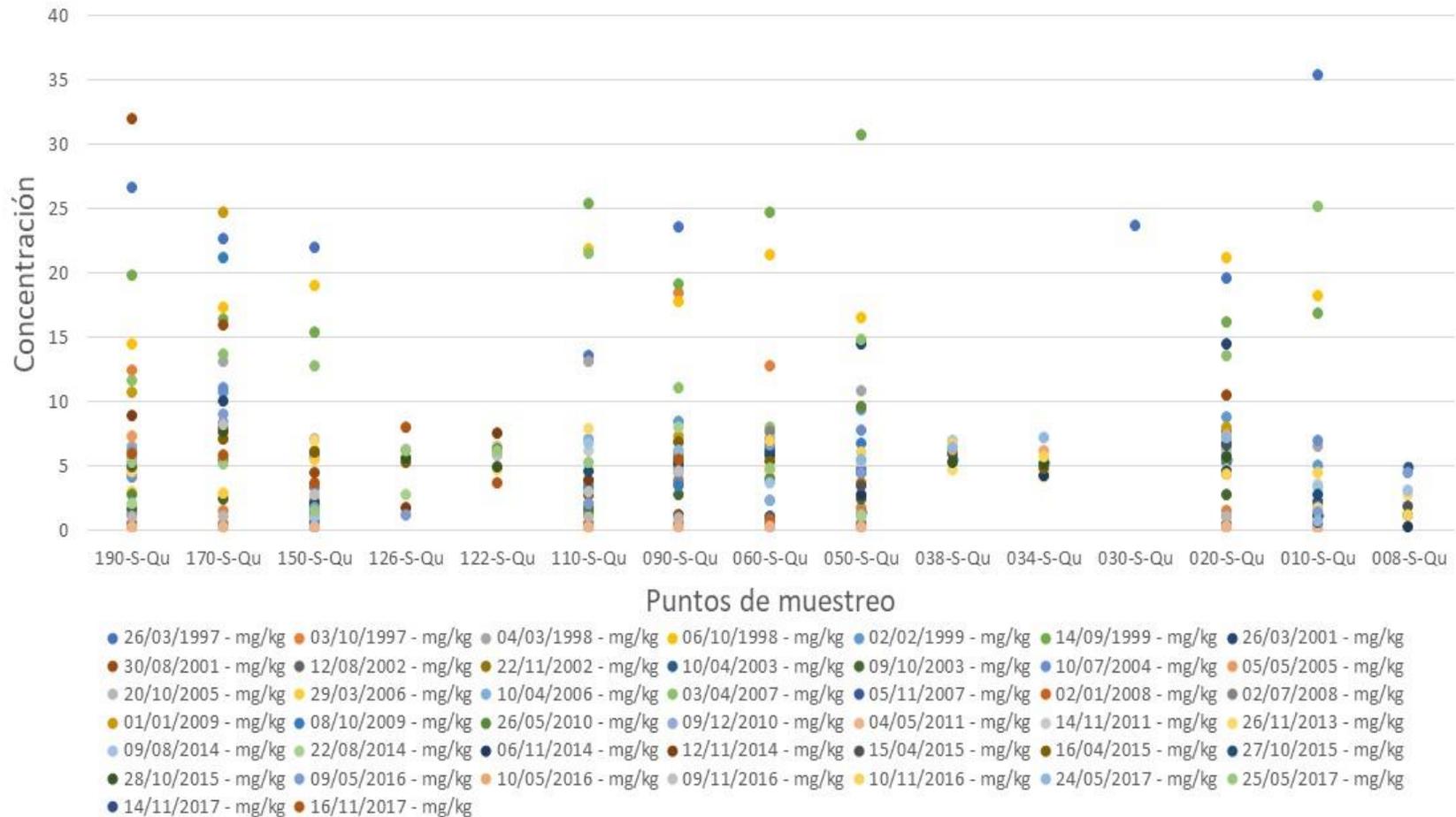


10.4.1.4 Mercurio POAL



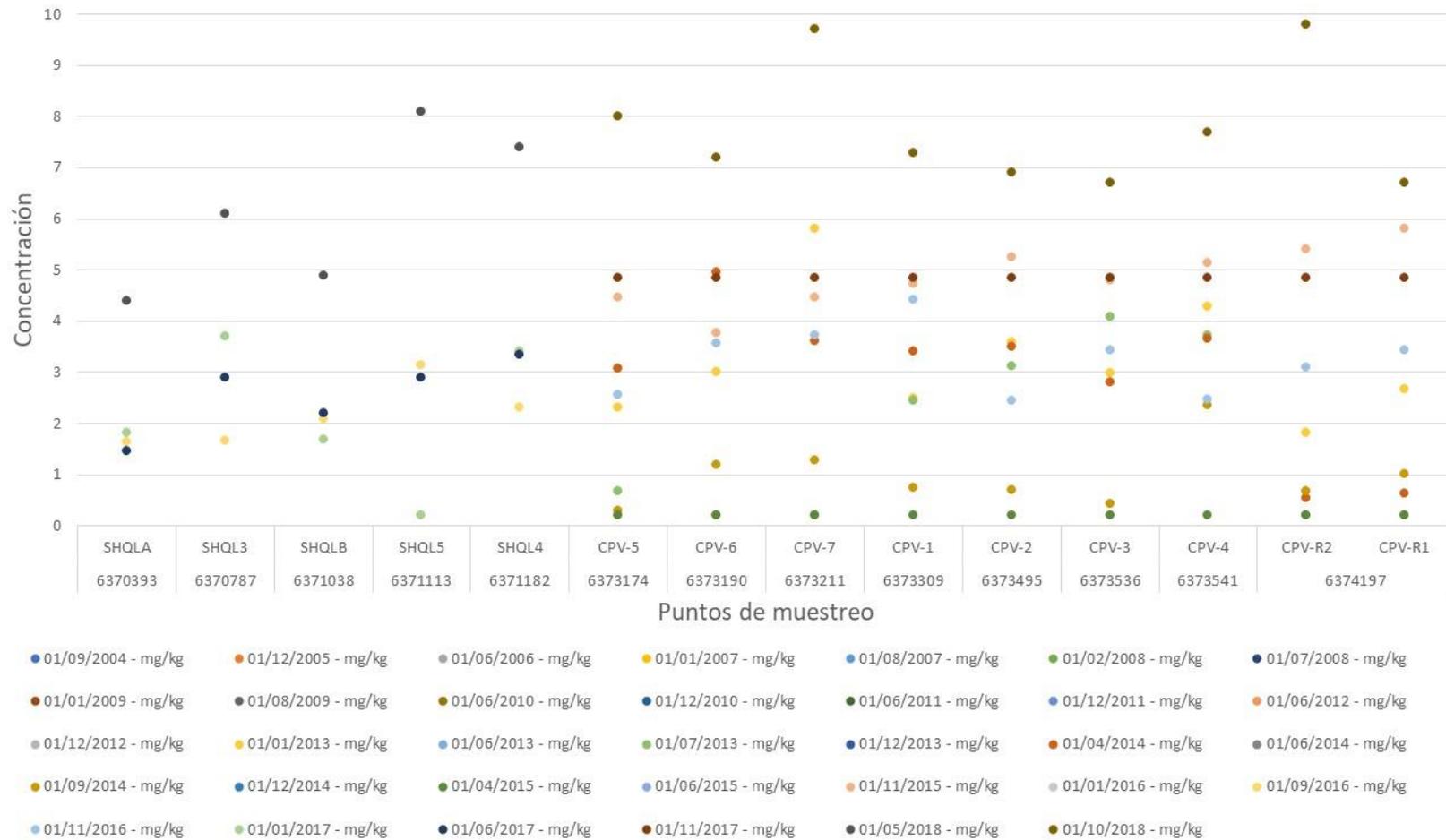


10.4.1.5 Plomo POAL



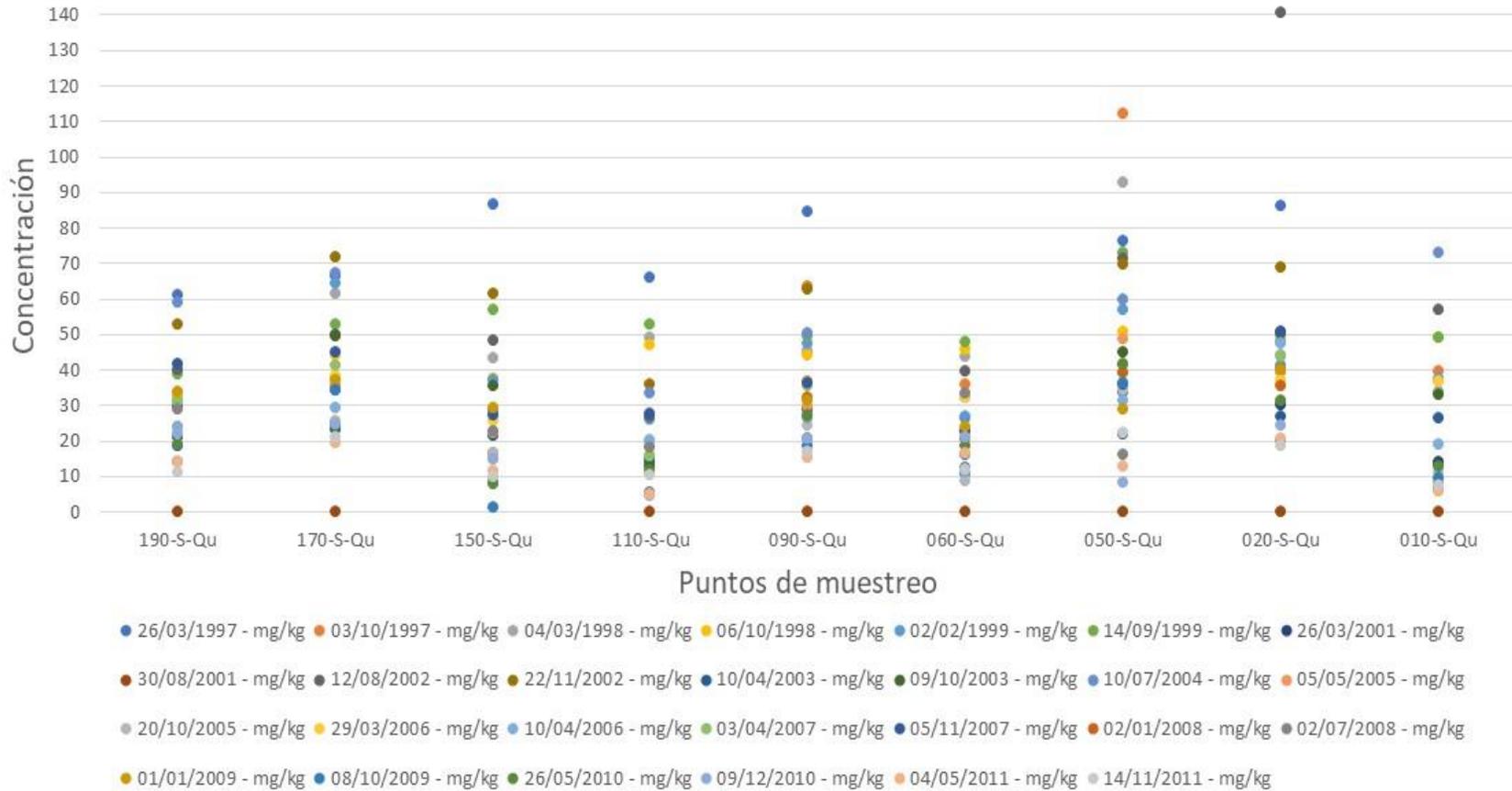


10.4.1.6 Plomo PVA



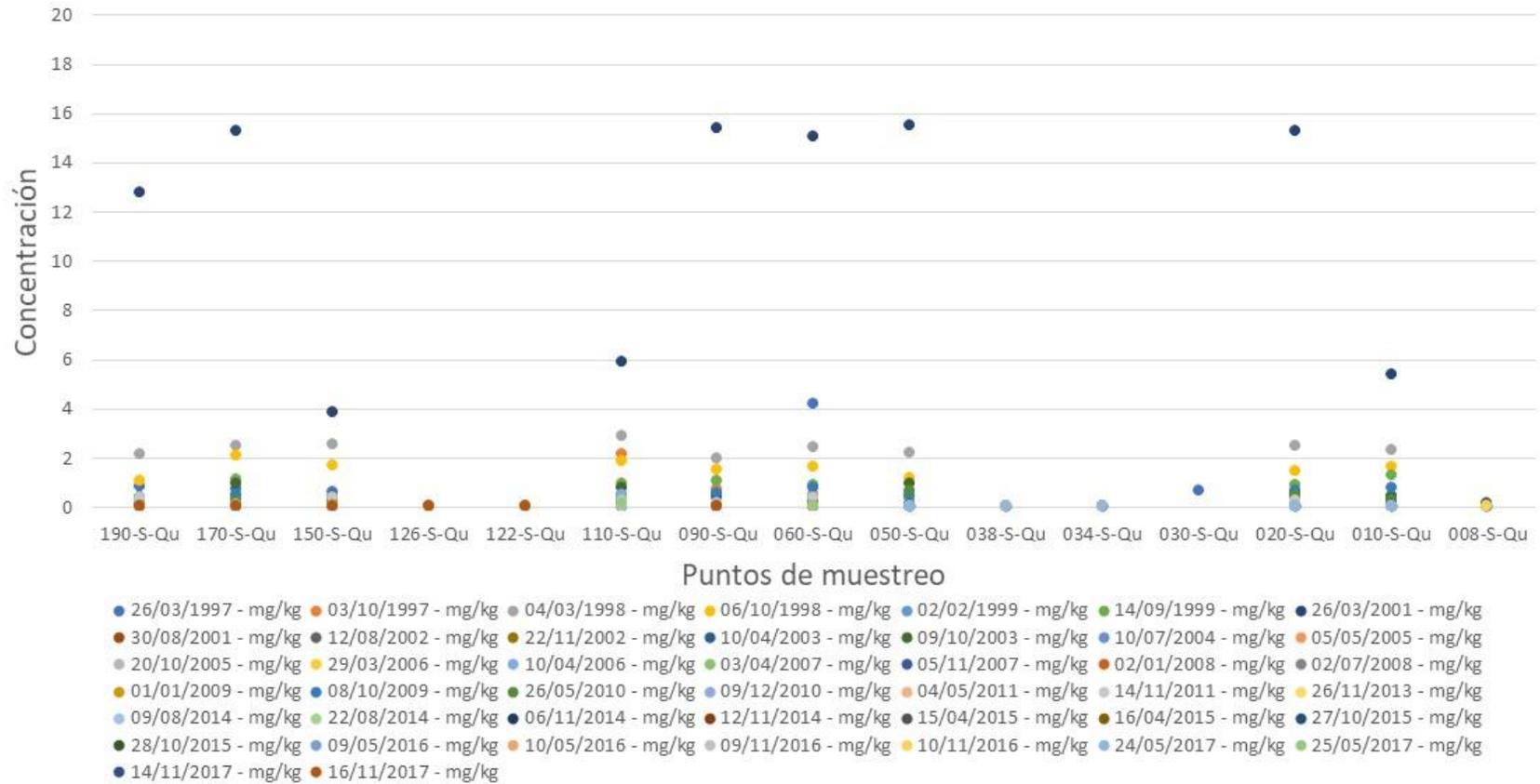


10.4.1.7 Zinc POAL





10.4.1.8 Cadmio POAL

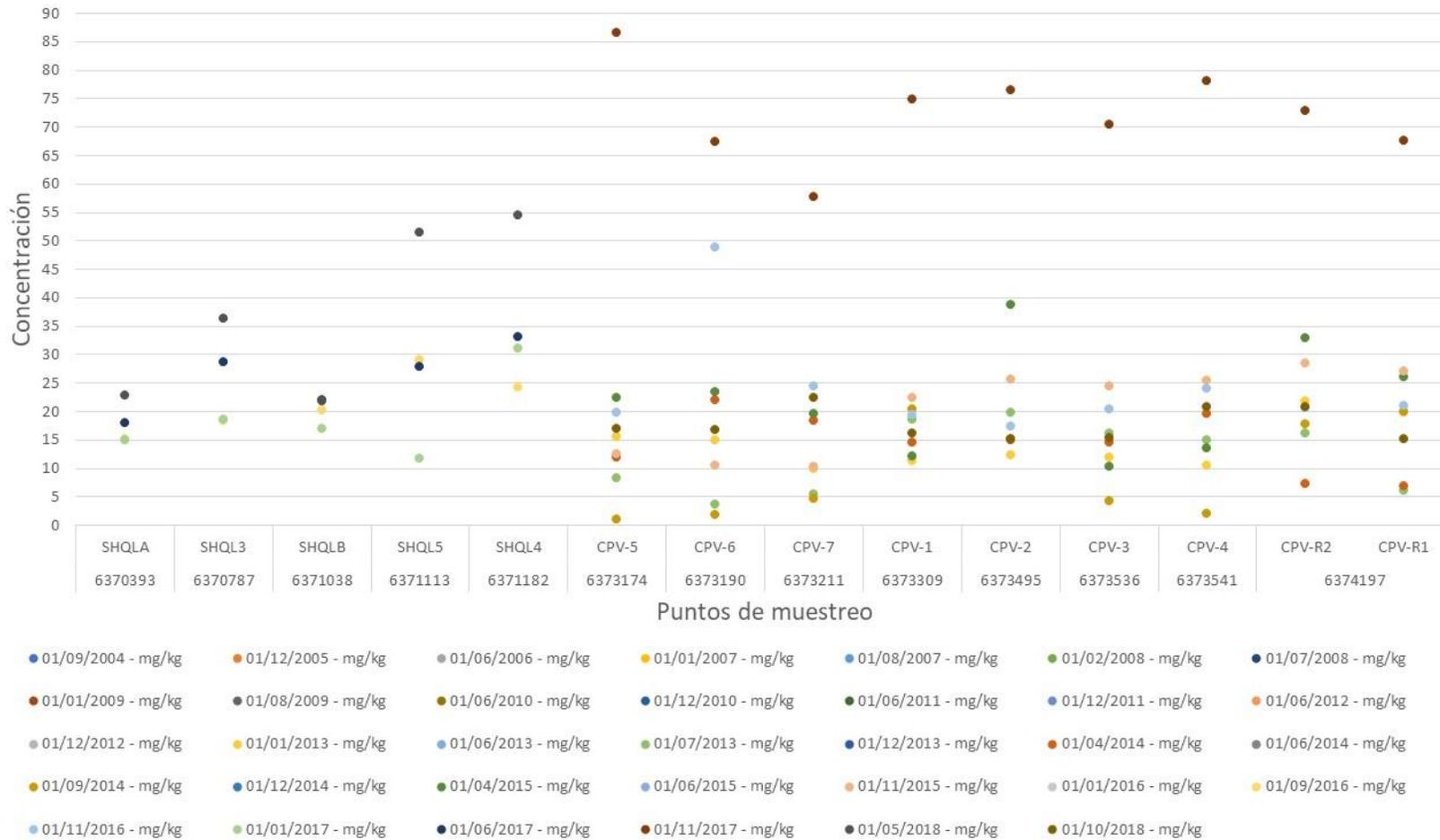




10.4.1.9 Níquel PVA

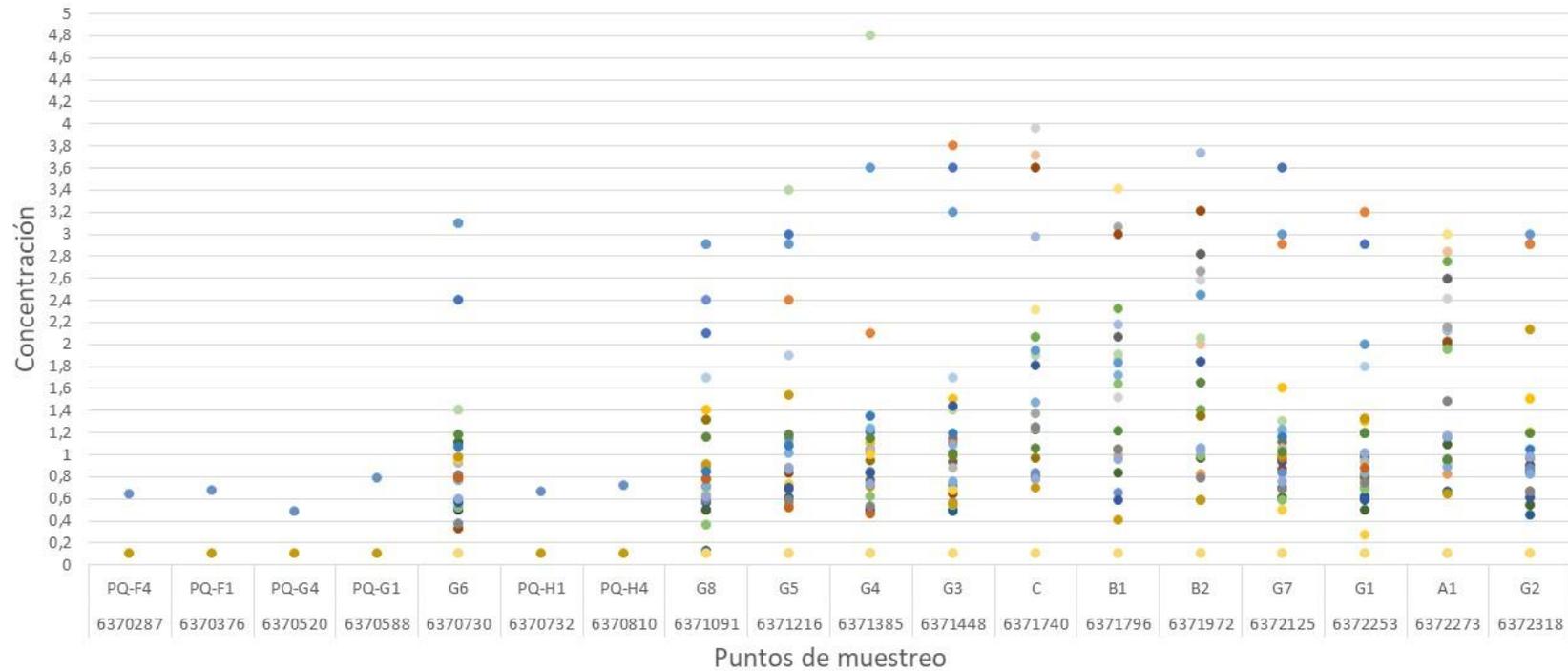


10.4.1.10 Vanadio PVA





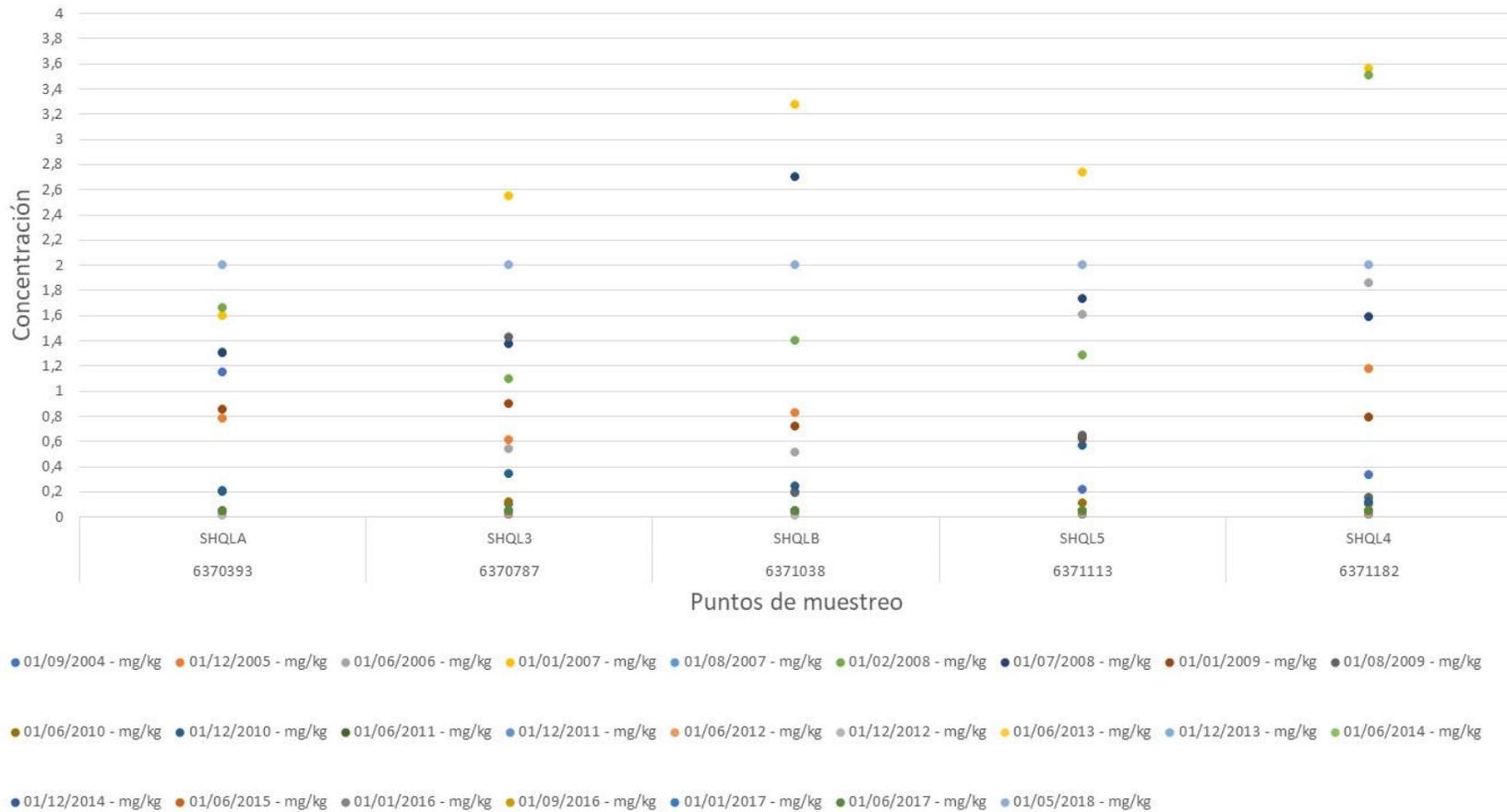
10.4.2 Materia orgánica PVA



- 01/03/1995 - % ● 01/07/1995 - % ● 01/11/1995 - % ● 01/03/1996 - % ● 01/07/1996 - % ● 01/11/1996 - % ● 01/04/1997 - % ● 01/08/1997 - % ● 01/11/1997 - % ● 01/03/1998 - % ● 01/07/1998 - %
- 01/03/1999 - % ● 01/07/1999 - % ● 01/11/1999 - % ● 01/03/2000 - % ● 01/07/2000 - % ● 01/11/2000 - % ● 01/03/2001 - % ● 01/08/2001 - % ● 01/11/2001 - % ● 01/03/2002 - % ● 01/08/2002 - %
- 01/11/2002 - % ● 01/03/2003 - % ● 01/07/2003 - % ● 01/11/2003 - % ● 01/03/2004 - % ● 01/07/2004 - % ● 01/11/2004 - % ● 01/03/2005 - % ● 01/07/2005 - % ● 01/11/2005 - % ● 01/03/2006 - %
- 01/07/2006 - % ● 01/11/2006 - % ● 01/04/2007 - % ● 01/07/2007 - % ● 01/11/2007 - % ● 01/03/2008 - % ● 01/07/2008 - % ● 01/11/2008 - % ● 01/03/2009 - % ● 01/07/2009 - % ● 01/11/2009 - %
- 01/04/2010 - % ● 01/07/2010 - % ● 01/11/2010 - % ● 01/04/2011 - % ● 01/09/2011 - % ● 01/03/2012 - % ● 01/08/2012 - % ● 01/11/2012 - % ● 01/01/2013 - % ● 01/03/2013 - % ● 01/05/2013 - %
- 01/06/2013 - % ● 01/07/2013 - % ● 01/08/2013 - % ● 01/11/2013 - % ● 01/02/2014 - % ● 01/05/2014 - % ● 01/08/2014 - % ● 01/11/2014 - % ● 01/01/2015 - % ● 01/04/2015 - % ● 01/08/2015 - %
- 01/11/2015 - % ● 01/02/2016 - % ● 01/03/2016 - % ● 01/05/2016 - % ● 01/07/2016 - % ● 01/11/2016 - % ● 01/02/2017 - % ● 01/05/2017 - % ● 01/08/2017 - % ● 01/11/2017 - % ● 01/02/2018 - %
- 01/04/2018 - % ● 01/07/2018 - % ● 01/10/2018 - % ● 01/11/2018 - % ● 01/01/2019 - %

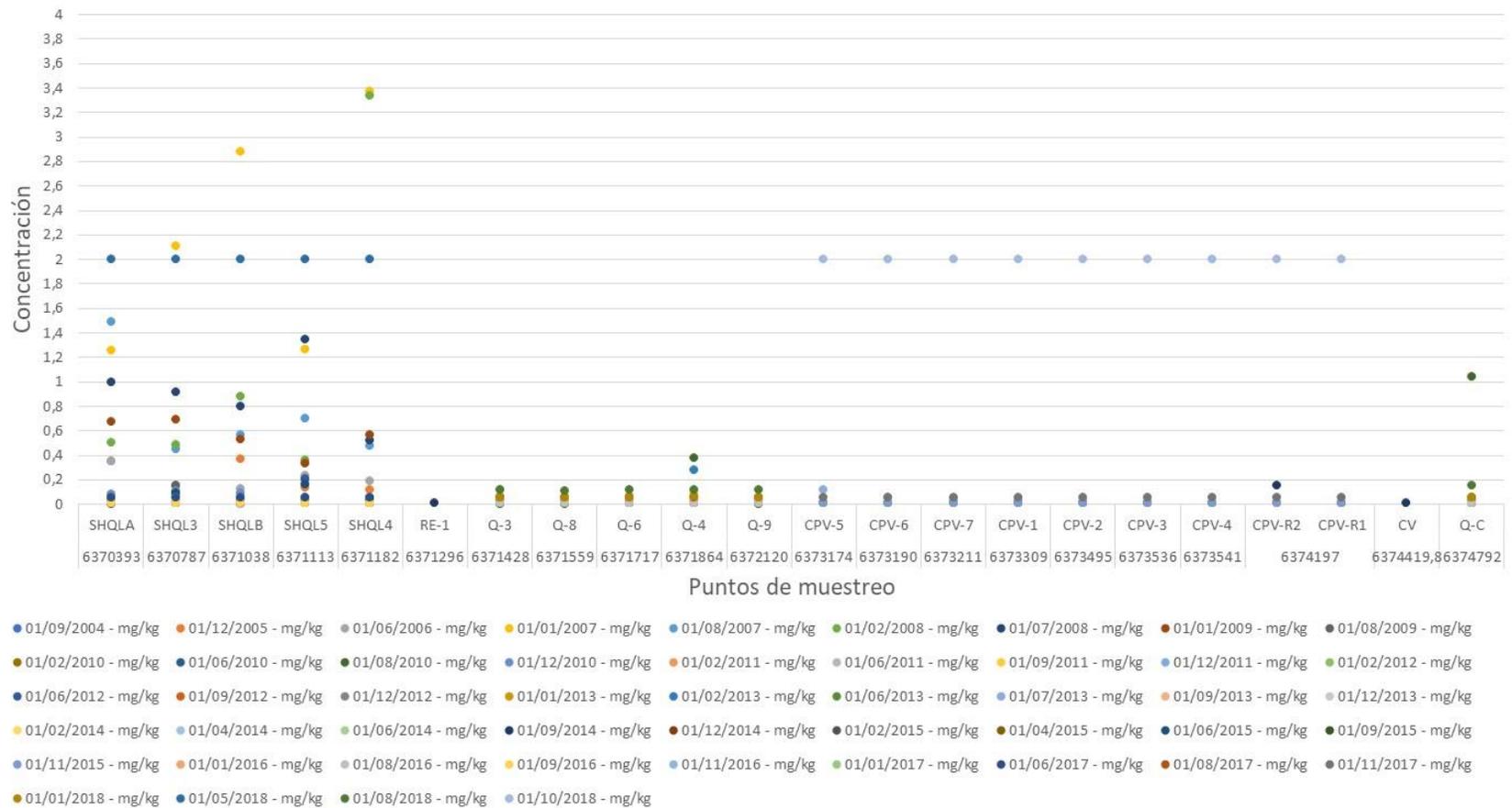


10.4.3 Hidrocarburos aromáticos totales



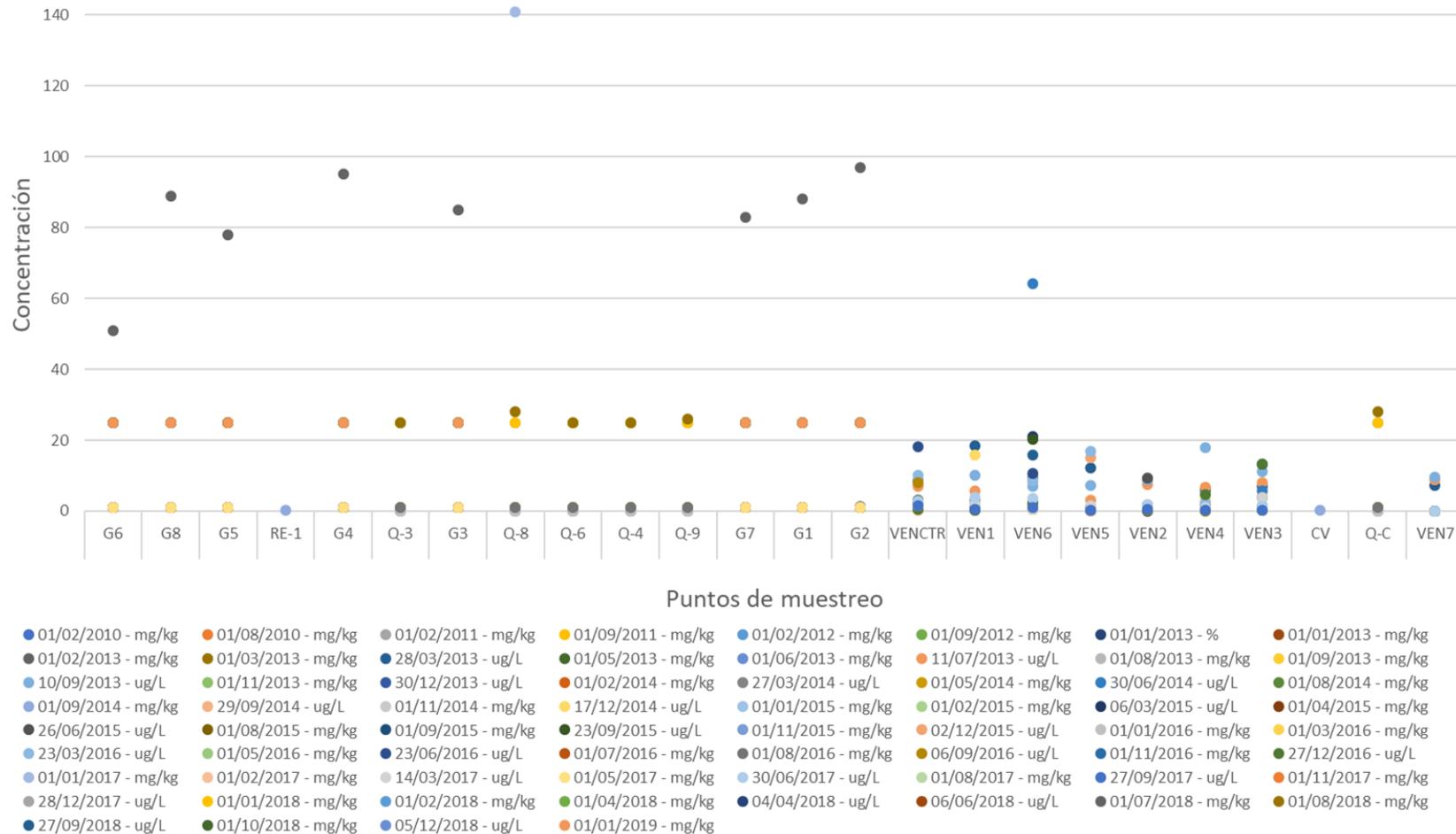


10.4.4 Hidrocarburos aromáticos policíclicos PVA

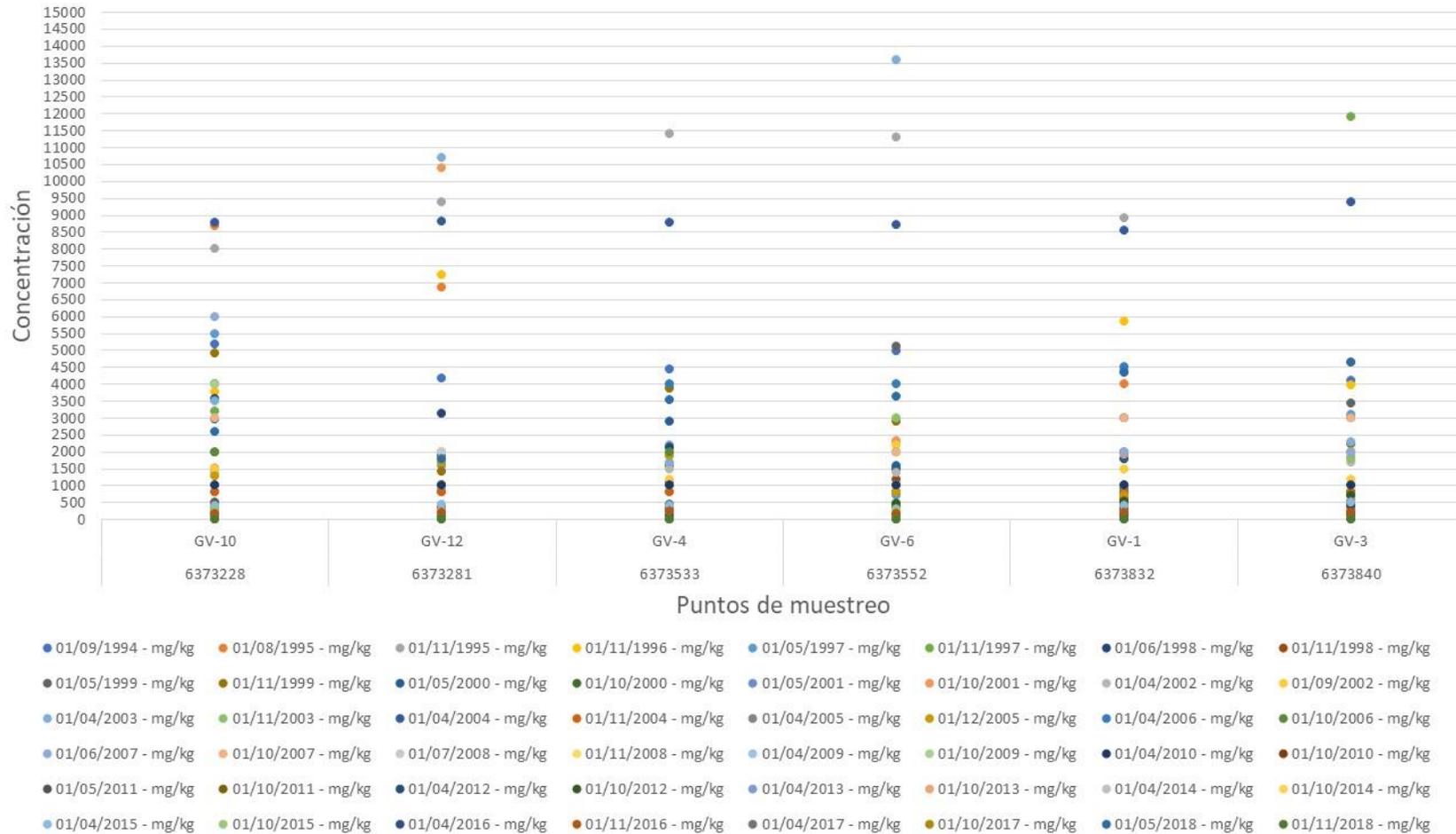




10.4.5 Hidrocarburos totales PVA



10.4.6 Carbono orgánico total PVA



10.5 Fuentes de información

10.5.1 Contraparte técnica, POAL, RETC y SERNAPESCA

Tabla 10-7 Documentos revisados desde distintas fuentes de información

Fuente	Documento	Año
Contraparte técnica	2012 Fchile-Muestreo Concentraciones En Alimentos	2012
Contraparte técnica	Acompaña Antecedentes Técnicos En Proceso De Elaboración Del Plan De Acción Para La Gestión Ambiental De Suelos Abandonados En Las Comunas De Concón, Quintero Y Puchuncaví Y Solicitan Ser Considerados En Comité Operativo Regional Ampliado	2014
Contraparte técnica	Análisis Crítico De Los Informes De Seguimiento Ambiental Y De Los Planes De Vigilancia Ambiental De Los Establecimientos Que Descargan Residuos Líquidos A La Bahía De Quintero, Región De Valparaíso	2019
Contraparte técnica	Análisis De Riesgo Ecológico Por Sustancias Potencialmente Contaminantes En El Aire, Suelo Y Agua, En Las Comunas De Concón, Quintero Y Puchuncaví. Noviembre, 2013	2013
Contraparte técnica	Análisis General De Impacto Económico Y Social Del Anteproyecto Del Plan De Prevención Y Descontaminación Atmosférica De Las Comunas De Concón, Quintero Y Puchuncaví.	2017
Contraparte técnica	Análisis Técnico-Económico De La Aplicación De Una Norma De Emisión Para Termoeléctricas	2010
Contraparte técnica	Anexo 1_Requerimientos Sig.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 11: Métodos De Análisis Utilizados Para Suelos, Vegetales Y Aguas	2006
Contraparte técnica	Anexo 16. Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 17_Encuesta Dieta.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 18_Analisis Egresos.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 20-Extraccion Adn.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 21_Metilacion.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 22_Protocolo Tbars.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 23_Mediciona Cat.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 24_Estres Oxid.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 25_Portada_Predios.Docx	2006
Contraparte técnica	Anexo 25_Predios.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 26_Iucn.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 27 Tabla Fauna.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 28_Flora.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 29_Sig.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 3_Ipt.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 4_Socioeconomico.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 5_Grupos Vulnerables.Pdf	2006

Fuente	Documento	Año
Contraparte técnica	Anexo 7. Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 7_Protocolo Metales.Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo 8_Protocolo Hc. Pdf	2006
Contraparte técnica	Anexo A: Informe De Fiscalización	2019
Contraparte técnica	Antecedentes Sedimentos Para Evaluación De Riesgo Ecológico En La Bahía De Quintero	2014
Contraparte técnica	Aplicación De Los Lineamientos Metodológicos En La Evaluación De Riesgo Ecológico En La Bahía De Quintero, Región De Valparaíso	2015
Contraparte técnica	Asistencia Técnica Para El Desarrollo De La Consulta Ciudadana Anteproyectos De Los Programas Para La Recuperación Ambiental Y Social De Las Comunas De Huasco Y Quintero – Puchuncaví	2016
Contraparte técnica	Catastro Ptas 2016	2019
Contraparte técnica	Compara_Normas_Internacionales_Con_Emisión Y Secundarias_Chile _A enero 2019	2019
Contraparte técnica	Comunicación Del Riesgo Ambiental Para Las Sustancias Potencialmente Contaminantes En El Aire, Suelo Y Agua, En Las Comunas De Concón, Quintero Y Puchuncaví	2014
Contraparte técnica	Determinación De Los Impactos En Los Recursos Hidrobiológicos Y En Los Ecosistemas Marinos Presentes En El Área De Influencia Del Derrame De Hidrocarburo De Bahía Quintero, V Región	2016
Contraparte técnica	Distribución Oceánica De Metales Pesados Asociados A La Actividad Del Complejo Industrial Ventanas En La Bahía De Quintero, V Región (Tesis)	2014
Contraparte técnica	Enriquecimiento Y Distribución Espacial De Arsénico En Los Suelos De Las Comunas De Quintero Y Puchuncaví.	2015
Contraparte técnica	Evaluación De Beneficios De Una Norma De Emisión Para Fundiciones De Cobre 2012 Geoaire-Agtes Norma Emisión Fundiciones De Cobre	2012
Contraparte técnica	Evaluación De Exposición Ambiental A Sustancias Potencialmente Contaminantes Presentes En El Aire, Comunas De Concón, Quintero Y Puchuncaví	2013
Contraparte técnica	Evaluación De Exposición Ambiental A Sustancias Potencialmente Contaminantes Presentes En El Aire, Comunas De Concón, Quintero Y Puchuncaví.	2013
Contraparte técnica	Evaluación De Riesgos Para La Salud De Las Personasy Biota Terrestre Por La Presencia De Contaminantes, En El Área De Influencia Industrial Y Energética De Lascomunas De Concón, Quintero Y Puchuncaví	2013
Contraparte técnica	Evaluación De Riesgos Para La Salud De Las Personasy Biota Terrestre Por La Presencia De Contaminantes, En El Área De Influencia Industrial Y Energética De Lascomunas De Concón, Quintero Y Puchuncaví. Principales Hallazgos	2013
Contraparte técnica	Evaluación Y Mitigación De La Exposición A Contaminantes En El Nuevo Sitio De Emplazamiento De La Escuela De La Greda	2012
Contraparte técnica	Evaluación Y Rediseño De Las Redes De Monitoreo De Calidad Del Aire	2017

Fuente	Documento	Año
Contraparte técnica	Extracto Dictuc	2008
Contraparte técnica	First Long-Term Record Of Halogenated Organic Compounds (Aox, Eox, And Pcdd/F) And Trace Elements (Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Pb, Ni, And Zn) In Marine Biota Of The Coastal Zone Of Southcentral Chile	2019
Contraparte técnica	Guía De Aspectos Ambientales Relevantes Para Centrales Termoeléctricas	2014
Contraparte técnica	Implementación Del Proceso Apell: Concientización Y Preparación Para Emergencias A Nivel Local En Las Comunas De Quintero Y Puchuncaví	2015
Contraparte técnica	Implementación Del Proceso Apell: Concientización Y Preparación Para Emergencias A Nivel Local En Las Comunas De Quintero Y Puchuncaví - Resumen	2015
Contraparte técnica	Implementación Del Proceso Apell: Concientización Y Preparación Para Emergencias A Nivel Local En Las Comunas De Quintero Y Puchuncaví Tríptico	2015
Contraparte técnica	Informe De Diagnóstico Ambiental Análisis Data Poal Bahía De Quintero (2005-2018) Y Unidades Fiscalizables Controladas Por La Autoridad Marítima	2019
Contraparte técnica	Informe De Observación Puerto Ventana – Puchuncaví Región De Valparaíso, Chile. Zona De Sacrificio	2013
Contraparte técnica	Inventario De Emisiones De La Zona De Ventanas Y Estimación De Su Impacto En La Calidad Del Aire	2008
Contraparte técnica	Levantamiento De Información Sobre Sedimentos Para Llevar A Cabo Un Proceso De Evaluación De Riesgo Ecológico En La Bahía De Quintero, Región De Valparaíso	2014
Contraparte técnica	Mapas De Sensibilidad Ambiental Bahías De Quintero, Concón Y Valparaíso	2005
Contraparte técnica	Monitoreo De Gases Atmosféricos Para Intentar Establecer El Origen De Los Eventos De Malos Olores En La Zona Industrial Del Valle De Puchuncaví	2017
Contraparte técnica	Muestreo De Suelos Para Las Comunas De Quintero Y Puchuncaví, Región De Valparaíso	2015
Contraparte técnica	Normas Secundarias De Calidad Ambiental Mma	2019
Contraparte técnica	Plan De Acción Para La Gestión Ambiental Por Potencial Presencia De Contaminantes En Las Comunas De Concón, Quintero Y Puchuncaví	2014
Contraparte técnica	Programa Para La Recuperación Ambiental Y Social De Quintero - Puchuncaví	2017
Contraparte técnica	PVA_01_BD_CT_AES_GENER_U3_SEM	2019
Contraparte técnica	PVA_01_BD_CT_AES_GENER_U3TRM	2019
Contraparte técnica	PVA_02_BD_CT_AES_GENER_U4	2019
Contraparte técnica	PVA_03_BD_CT_AES_GENER_U1_U2	2019
Contraparte técnica	PVA_04_BD_TM_VENTANAS	2019
Contraparte técnica	PVA_05_BD_CODELCO_VENTANAS	2019
Contraparte técnica	PVA_06_BD_PLANTA_GASMAR	2019
Contraparte técnica	PVA_07_BD_TM_OXIQUM	2019

Fuente	Documento	Año
Contraparte técnica	PVA_08_BD_TM_ENAP	2019
Contraparte técnica	PVA_09_BD_TM_GNL_QUINTERO	2019
Contraparte técnica	PVA_10_BD_TM_COPEC	2019
Contraparte técnica	PVA_11_BD_PESQ_QUINTERO	2019
Contraparte técnica	PVA_12_BD_PTAS_ESVAL	2019
Contraparte técnica	Resumen: Análisis De Riesgo Ecológico Por Sustancias Potencialmente Contaminantes En El Aire, Suelo Y Agua, En Las Comunas De Concón, Quintero Y Punchuncaví. Septiembre, 2013	2013
Contraparte técnica	Vid-20190712-Wa0014	2019
POAL	a_quintero_1993.xls	1993
POAL	a_quintero_1994.xls	1994
POAL	a_quintero_1995.xls	1995
POAL	a_quintero_1996.xls	1996
POAL	a_quintero_1997.xls	1997
POAL	a_quintero_1998.xls	1998
POAL	a_quintero_1999.xls	1999
POAL	a_quintero_2000.xls	2000
POAL	a_quintero_2001.xls	2001
POAL	a_quintero_2002.xls	2002
POAL	a_quintero_2003.xls	2003
POAL	a_quintero_2004.xls	2004
POAL	a_quintero_2005.xls	2005
POAL	a_quintero_2006.xls	2006
POAL	a_quintero_2007.xls	2007
POAL	a_quintero_2008.xls	2008
POAL	a_quintero_2009.xls	2009
POAL	a_quintero_2010.xls	2010
POAL	a_quintero_2011.xls	2011
POAL	a_quintero_2013.xls	2013
POAL	a_quintero_2014.xls	2014
POAL	a_quintero_2015.xls	2015
POAL	a_quintero_2016.xls	2016
POAL	a_quintero_2017.xls	2017
POAL	b_quintero_1994.xls	1994
POAL	b_quintero_1995.xls	1995
POAL	b_quintero_1996.xls	1996
POAL	b_quintero_1997.xls	1997
POAL	b_quintero_1998.xls	1998

Fuente	Documento	Año
POAL	b_quintero_1999.xls	1999
POAL	b_quintero_2000.xls	2000
POAL	b_quintero_2001.xls	2001
POAL	b_quintero_2002.xls	2002
POAL	b_quintero_2003.xls	2003
POAL	b_quintero_2004.xls	2004
POAL	b_quintero_2005.xls	2005
POAL	b_quintero_2006.xls	2006
POAL	b_quintero_2007.xls	2007
POAL	b_quintero_2008.xls	2008
POAL	b_quintero_2009.xls	2009
POAL	b_quintero_2010.xls	2010
POAL	b_quintero_2011.xls	2011
POAL	b_quintero_2013.xls	2013
POAL	b_quintero_2014.xls	2014
POAL	b_quintero_2015.xls	2015
POAL	b_quintero_2017.xls	2017
POAL	base_de_datos_analisis_macrofauna_poal_2013_2014_2015_fn.xlsx	2015
POAL	POAL 2018.xlsx	2018
POAL	s_quintero_1997.xls	1997
POAL	s_quintero_1998.xls	1998
POAL	s_quintero_1999.xls	1999
POAL	s_quintero_2000.xls	2000
POAL	s_quintero_2001.xls	2001
POAL	s_quintero_2002.xls	2002
POAL	s_quintero_2003.xls	2003
POAL	s_quintero_2004.xls	2004
POAL	s_quintero_2005.xls	2005
POAL	s_quintero_2006.xls	2006
POAL	s_quintero_2007.xls	2007
POAL	s_quintero_2008.xls	2008
POAL	s_quintero_2009.xls	2009
POAL	s_quintero_2010.xls	2010
POAL	s_quintero_2011.xls	2011
POAL	s_quintero_2013.xls	2013
POAL	s_quintero_2014.xls	2014
POAL	s_quintero_2015.xls	2015
POAL	s_quintero_2016.xls	2016

Fuente	Documento	Año
POAL	s_quintero_2017.xls	2017
RETC	Planilla Excel Plataforma Open Data	2019
SERNAPESCA	2012_desembarque_total_puerto_1.xls	2012
SERNAPESCA	2013_desembarque_total_puerto_1.xls	2013
SERNAPESCA	2014_desembarque_total_puerto_1.xls	2014
SERNAPESCA	2015_desembarque_total_puerto_1.xls	2015
SERNAPESCA	2016_desembarque_total_puerto_1.xls	2016
SERNAPESCA	desembarque_total_por_puerto_2017_1.xlsx	2017
SERNAPESCA	varamientos_base_2009_junio_2019.xlsx	2019

10.5.2 Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Tabla 10-8 Documento revisados del Sistema de Evaluación de impacto Ambiental

Ingreso SEIA	Titular	Proyecto
DIA		Terminal de Productos Importados
DIA	AES GENER	Desaladora Ventanas 3
DIA	COPEC SA	AMPLIACIÓN TERMINAL DE PRODUCTOS IMPORTADOS QUINTERO
DIA	COPEC SA	Construcción Etapa II TPI Bunkers
DIA	COPEC SA	Modificación Proyecto TT/MM Shell Quintero, Tercera y Cuarta Línea Submarina
DIA	COPEC SA	Planta de Conversión de Aceites Residuales a Aditivo
DIA	COPEC SA	Terminal marítimo Quintero (Copec)
DIA	ENAP REFINERIAS S. A	Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 y T-5107, Terminal Quintero
DIA	ENAP REFINERIAS S. A	Fondeadero Marítimo Para Barcazas Bahía de Quintero
DIA	ENAP REFINERIAS S. A	MEJORAMIENTO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RILES DEL TERMINAL QUINTERO
DIA	ENAP REFINERIAS S. A	Nueva Línea de Combustible Terminal Marítimo Bahía de Quintero
DIA	GNL Quintero S. A	Modificación de la Descarga de CLR fuera de ZPL en Terminal GNL Quintero
DIA	GNL Quintero S. A	MODIFICACIÓN DEL MUELLE DEL TERMINAL MARÍTIMO DE GAS NATURAL LICUADO

Ingreso SEIA	Títular	Proyecto
DIA	GNL Quintero S.A.	Plan de extracción en agua subterránea de hidrocarburos en fase libre
DIA	MOP	Dragado Sector Caleta El Manzano, V Región
DIA	Oxiquim	Ampliación de Capacidad de Almacenamiento Terminal Marítimo Quintero
DIA	Oxiquim	Ampliación del Terminal Marítimo Oxiquim (1997)
DIA	Oxiquim	Ampliación del Terminal Marítimo Oxiquim (2012)
DIA	Oxiquim	Ampliación Terminal Marítimo de Quintero
DIA	Pesquera Quintero	Proyecto Habilitación Sistema de Tratamiento de Aguas Industriales
DIA	Puerto Ventanas	Proyecto Bodega de Concentrados de Cobre en Puerto Ventanas
DIA	Puerto Ventanas	Proyecto Sitio 6
DIA	Sociedad Nacional de Oleoductos S.A.	Oleoducto de Conexión ENEX-SONACOL
EIA	AES GENER	Central Termoeléctrica Campiche (Ventanas 4)
EIA	AES GENER	Central Termoeléctrica Nueva Ventanas (LFC) (Ventanas 3)
EIA	Aguas Pacifico SpA	Proyecto Aconcagua (desalinizadora)
EIA	ENEL	Central Termoeléctrica Quintero
EIA	Energía Minera SA	Central Termoeléctrica Energía Minera
EIA	ESVAL	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas y Emisario Submarino de Quintero
EIA	GNL Quintero S.A.	Aumento de Capacidad Fase 2 del Terminal GNLQ
EIA	GNL Quintero S.A.	Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) en Quintero
EIA	Inversiones San José S.A.	PUERTO MULTIPROPOSITO SAN JOSE
EIA	Oxiquim	Descarga Almacenamiento y Regasificación de Gas Natural Licuado
EIA	Oxiquim	Terminal Multipropósito Oxiquim, Bahía de Quintero
EIA	Río Corriente S.A.	CENTRAL TÉRMICA RC GENERACIÓN

10.5.3 Publicaciones científico-técnicas

Tabla 10-9 Resumen de los resultados de búsqueda de publicaciones científico-técnicas

Búsqueda	Citas	Autores	Título	Año
1	1	Jl, Cañete, GL Leigton, EH Soto	Environmental monitoring index based on the temporal fluctuations in the abundance of two species of benthic polychaetes from Quintero Bay. Chile	2000
1	13	S Parra, MA Bravo, W Quiroz, X Querol, C Paipa	Distribution and pollution assessment of trace elements in marine sediments in the Quintero Bay (Chile)	2015
1	3	LF Valenzuela Pérez	Coppered lives: The Chilean sacrifice zone of Quintero Bay	2016
1	0	L Espinoza Almonacid	Derrame de petróleo en la bahía de Quintero-Oil spill in Quintero bay	2016
1	4	E Piraino, E Owens, J Rios, ...	Oil behaviour and the response to a sunken oil spill of slurry in Quintero Bay, Chile	2017
1	0	R Silaste	Sediment quality monitoring plan for Quintero Bay	2017
1	0	C Ibacache-Quiroga, J Ojeda, ...	16S rRNA Amplicon Sequencing of Seawater Microbiota from Quintero Bay, Chile, Affected by Oil Spills, Shows the Presence of an Oil-Degrading Marine Bacterial ...	2018
1	1	RE-DURÁN, B Barra-Sanhueza, ...	Complete genome sequence of the marine hydrocarbon degrader <i>Alcaligenes aquatilis</i> QD168, isolated from crude oil-polluted sediment of Quintero Bay, Central ...	2019
1	2	RE-DURÁN, V Méndez, L Rodríguez-Castro, ...	Genomic and Physiological Traits of the Marine Bacterium <i>Alcaligenes aquatilis</i> QD168 Isolated From Quintero Bay, Central Chile, Reveal a Robust Adaptive ...	2019
2	0	A ZAPATA	FORAMINIFERA FROM BENTHOS IN BAHIA QUINTERO-32-DEGREES-46'S-71-DEGREES-31'W	1980
3	17	A Aguayo-Lobo, J Cárdenas, D Torres	Análisis de los avistamientos de <i>Eubalaena australis</i>	1992

Búsqueda	Citas	Autores	Título	Año
			(Desmoulins, 1822) en aguas chilenas, desde 1983 hasta 1989	
3	0	MCONA PESQUERAS, Y DE ACUICULTURA	PROYECTO FIP 2003-32	2003
3	0	CP DE LOBOS, VA IX	FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA SUBSECRETARIA DE PESCA	2006
4	0	RO Gutierrez, JV Salas	MARINE TERMINAL IN QUINTERO	1972
4	15	M Sánchez	Sobre 4 especies de nemertinos de Quintero (Chile)	1973
4	3	C CASTRO, V POZO	Determinación de unidades con deterioro ambiental en el entorno de la Bahía de Quintero (320 38'y 320 48'latitud sur y los 710 28'y 710 40'longitud ...	1995
4	21	Jl, Cañete, GL Leighton, EH Soto	... de un índice de vigilancia ambiental basado en la variabilidad temporal de la abundancia de dos especies de poliquetos bentónicos de bahía Quintero ...	2000
4	1	Jl, Cañete, GL Leigton, EH Soto	Environmental monitoring index based on the temporal fluctuations in the abundance of two species of benthic polychaetes from Quintero Bay. Chile	2000
4	0	A Salinas	GNL Quintero and its commitment with the community: Shaping a new Quintero	2013
4	23	I González, A Neaman, P Rubio, ...	Spatial distribution of copper and pH in soils affected by intensive industrial activities in Puchuncaví and Quintero, central Chile	2014
4	0	A Rivera Hutinel, RD Valdés Quilodrán, ...	Distribución oceánica de metales pesados asociados a la actividad del complejo industrial Ventanas en la bahía de Quintero, V región	2014
4	13	S Parra, MA Bravo, W Quiroz, X Querol, C Paipa	Distribution and pollution assessment of trace elements in marine sediments in the Quintero Bay (Chile)	2015
4	3	LF Valenzuela Pérez	Coppered lives: The Chilean sacrifice zone of Quintero Bay	2016

Búsqueda	Citas	Autores	Título	Año
4	5	P Saravia Ramos, K Armingol Jaime, ...	El derrame de petróleo en Quintero, V región de Chile. Una mirada desde las organizaciones sociales	2016
4	0	RI GAETE ROSALES	MITIGACIÓN DEL IMPACTO DE AMBIENTAL DE LA BAHÍA DE QUINTERO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PARQUE EÓLICO OFFSHORE.	2016
4	4	E Piraino, E Owens, J Rios, ...	Oil behaviour and the response to a sunken oil spill of slurry in Quintero Bay, Chile	2017
4	0	R Silaste	Sediment quality monitoring plan for Quintero Bay	2017
4	0	FAH Leiva	... UN HUMEDAL CONTINENTAL EN CHILE CENTRAL. CASO DE ESTUDIO HUMEDAL LAGO JUANES, COMUNA DE QUINTERO, REGIÓN DE VALPARAÍSO ...	2018
4	1	RE-DURÁN, B Barra-Sanhueza, ...	Complete genome sequence of the marine hydrocarbon degrader <i>Alcaligenes aquatilis</i> QD168, isolated from crude oil-polluted sediment of Quintero Bay, Central ...	2019
4	2	RE-DURÁN, V Méndez, L Rodriguez-Castro, ...	Genomic and Physiological Traits of the Marine Bacterium <i>Alcaligenes aquatilis</i> QD168 Isolated From Quintero Bay, Central Chile, Reveal a Robust Adaptive ...	2019
4	0	N Schmidbauer, S Lopez-Aparicio	Fingerprint of Volatile Organic Compounds in the Quintero-Puchuncaví area. Results from Screening Campaign.	2019
4	0	M Hormazábal	Zonas de potencial acumulación de metales pesados en sedimentos marinos de la bahía de Quintero, como herramientas para la gestión territorial en ...	
5	2	C OLAVARIA, R ÁLVAREZ, R CORREA, ...	Impactos reales y potenciales de las actividades antropogénicas sobre mamíferos marinos en Chile: nutrias	2007
5	0	CDELP SUDESTE	MEMORIAS DEL TALLER DE TRABAJO SOBRE EL IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES	2006

Búsqueda	Citas	Autores	Título	Año
			ANTROPOGÉNICAS EN MAMÍFEROS MARINOS EN EL PACIFICO ...	
6	0	CDELP SUDESTE	MEMORIAS DEL TALLER DE TRABAJO SOBRE EL IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN MAMÍFEROS MARINOS EN EL PACIFICO ...	2006
6	2	C OLAVARIA, R ÁLVAREZ, R CORREA, ...	Impactos reales y potenciales de las actividades antropogénicas sobre mamíferos marinos en Chile: nutrias	2007
6	0	L Gutiérrez, F Vargas, P Pinto, W Troncoso, ...	Impact of human activities in habitat use and activity patterns of the marine otter (Lontra felina) in central Chile	2019
7	21	Jl, Cañete, GL Leighton, EH Soto	... de un índice de vigilancia ambiental basado en la variabilidad temporal de la abundancia de dos especies de poliquetos bentónicos de bahía Quintero, Chile	2000
7	2	LEE Almonacid	El polo industrial Quintero-Ventanas ¿Hacia dónde fue el desarrollo?	2015

10.6 DPSIR Eco-Salud

Los problemas ambientales (como contaminación, extensión urbana, equidad ambiental) son complejos y a menudo trascienden las escalas espaciales y temporales. La investigación científica y la decisiones son frecuentemente limitadas por un entorno económico particular, nivel de la autoridad o campo científico y, por lo tanto, dirigidos a un único aspecto de un problema con insuficiente comprensión o consideración de las consecuencias de corto y largo plazo, para el sistema mayor. Adicionalmente los actores y los tomadores de decisiones, con frecuencia, implementan múltiples acciones de manejo no-coordinadas. Mientras cada una de esas acciones de manejo, puede ser implementada exitosamente para un propósito particular, los efectos combinados pueden no llevar a una mejora de las condiciones ambientales.

El sistema conceptual o de pensamiento es una aproximación a la resolución de problemas, que está basada en la idea que las partes componentes de un sistema, son mejor comprendidas en el contexto de sus relaciones e interacciones unos con otros, y con otros sistemas.

Los modelos conceptuales, los que consisten en diagramas y narrativas que los acompañan, pueden ser desarrollados para caracterizar, visualizar y organizar conexiones entre factores claves en un sistema complejo y puede ser usado para evaluar consecuencias de decisiones alternativas sobre la provisión de servicios ecosistémicos uniendo estresores ambientales y antropogénicos a las condiciones de los ecosistemas

Un marco de trabajo basado en una aproximación sistémica es el marco de trabajo DPSIR (sigla en inglés para: fuerzas motrices, presiones, estado, impacto y respuestas), el cual ha sido una herramienta valiosa para la organización y comunicación de problemáticas ambientales complejas.

El marco de trabajo DPSIR fue desarrollado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA), ha sido utilizado por las Naciones Unidas, y ha sido adoptado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) en la iniciativa Puerto Rico Sostenible. El marco de trabajo DPSIR es un marco de pensamiento sistémico que asume relaciones causa-efecto entre los componentes que interactúan de los sistemas sociales, económicos y ambientales. El marco de trabajo del DPSIR ha sido utilizado para muchas aplicaciones ambientales, incluyendo la gestión de sistemas agrícolas, recursos hídricos, recursos de territoriales y de suelo, biodiversidad y recursos marinos. El marco DPSIR también puede utilizarse para integrar los aspectos sociales, culturales y económicos del medio ambiente y la salud humana en un marco único. El DPSIR se ha utilizado más comúnmente en el contexto de la gestión ambiental para vincular los factores ecológicos y socioeconómicos (Figura 10-26). Para muchas situaciones de toma de decisiones ambientales, esta versión básica será suficiente. Para los propósitos de este manual, nos referiremos a este DPSIR como el Eco DPSIR.

Marco de trabajo DPSIR

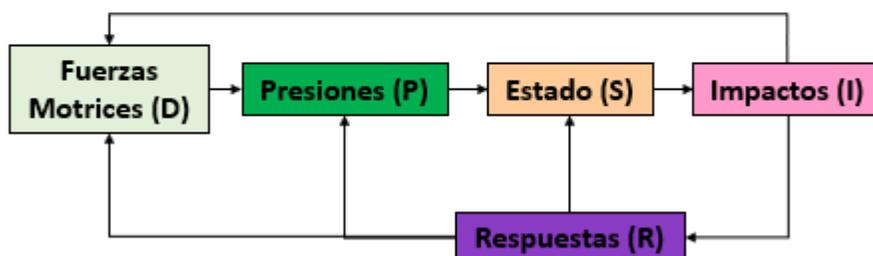


Figura 10-26 El marco de trabajo DPSIR Eco-Salud y las relaciones conceptuales entre las categorías DPSIR

Muchos temas ambientales incluyen aspectos de la salud humana y el bienestar, y el Eco DPSIR no captaba adecuadamente esos aspectos. La EPA ha ampliado el DPSIR para incluir más explícitamente la Salud Humana, con dos vías paralelas, una que representa la Salud de los Ecosistemas (a la izquierda) y la otra Salud Humana (a la derecha) (Figura 10-27). El DPSIR de Eco-Salud (Eco-Health DPSIR) también capta los conceptos fundamentales de la sostenibilidad, incluyendo la equidad, el capital natural, el bienestar y el hábitat humanos, incorpora los factores de riesgo sociales, económicos, físicos y de comportamiento relacionados con la salud y el bienestar humano (además de los factores ambientales) e integra los aspectos sociales, culturales y económicos de la salud de los ecosistemas y la salud humana en un único marco. La estructura del DPSIR de Eco-Salud sigue una secuencia lógica definida; sin embargo, tanto para los científicos que estudian la naturaleza como para los científicos que estudian la salud humana, representa un cambio de paradigma que se aleja de la investigación centrada en aspectos singulares de las problemáticas complejas.

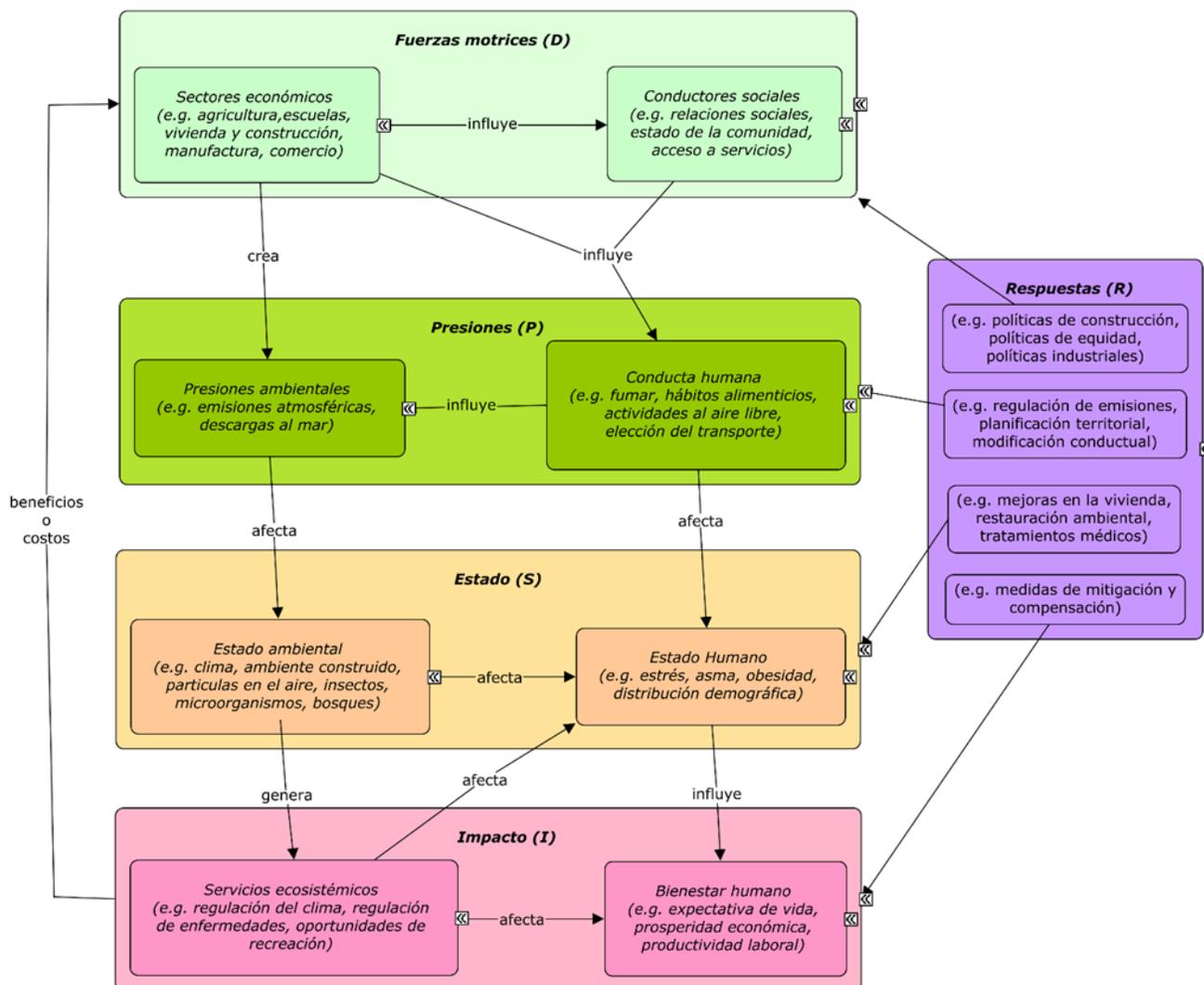


Figura 10-27 El marco de trabajo DPSIR de Eco-Salud, con dos vías paralelas que diferencian la salud del ecosistema (lado izquierdo) y la salud humana (lado derecho).

Durante los focus groups conducidos por la EPA, los participantes encontraron particularmente difícil colocar algunos conceptos en las categorías apropiadas. En consecuencia, la EPA desarrolló un riguroso sistema de definiciones que distingue los factores sociales, económicos y ambientales para reducir la confusión sobre el significado de las categorías y proporcionar un proceso genérico que podría aplicarse ampliamente en diferentes sistemas, temas o contextos de decisión. Las definiciones se derivaron en gran medida de la intención original del DPSIR, pero incluyen subcategorías para proporcionar claridad y ayudar a guiar los debates. La naturaleza genérica de las categorías y subcategorías hace que este marco integrador sea fácil de transferir y aplicar en una variedad de sistemas, comunidades y temas. Estas descripciones y listas detalladas tienen

la intención de servir como una guía de referencia rápida para que el facilitador y la persona que toma las notas las utilicen durante la realización de un taller de DPSIR.

10.6.1 Fuerzas motrices

Las Fuerzas Motrices son los factores que motivan las actividades humanas y satisfacen las necesidades humanas básicas, las cuales han sido identificadas consistentemente como las condiciones y materiales necesarios para una buena vida, buena salud, buenas relaciones sociales, seguridad y libertad. La distribución espacial y la intensidad de las Fuerzas Motrices es variable - éstas pueden originarse y actuar a nivel global, regional o local. Las fuerzas motrices no son:

- Influencias climáticas y meteorológicas (por ejemplo, huracanes, aumento del nivel del mar, cambio climático global). Todo esto es parte de Estado Ambiental
- Cualquier tipo de "gestión" (por ejemplo, la gestión del agua) - estas son respuestas
- Población humana - esto se refleja realmente en el estado humano, y es el resultado de las fuerzas impulsoras sociales.

Las fuerzas motrices describen "el desarrollo social, demográfico y económico de las sociedades". Muchos estudios se refieren específicamente a los sectores económicos como impulsores, mientras que los factores sociales que influyen en la estructura, las características y el funcionamiento de los sectores económicos se describen con menos frecuencia. Los determinantes sociales también tienen una fuerte influencia en la salud humana. Por lo tanto, a los efectos de este marco de trabajo, las Fuerzas Motrices se han dividido en dos categorías: los Sectores Económicos y los Conductores Sociales (Figura 10-28).

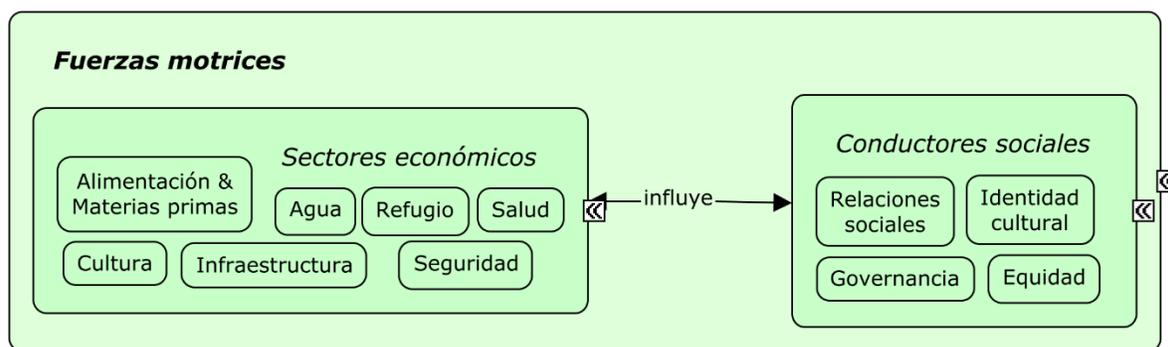


Figura 10-28 Categoría DPSIR —Fuerzas motrices

10.6.1.1 Fuerzas motrices económicas

Las fuerzas motrices económicas satisfacen las necesidades humanas de alimentos y materias primas, agua, cultura, seguridad, salud, vivienda e infraestructura. La EPA utiliza el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (NAICS), que es la norma gubernamental para definir los sectores económicos.

En algunos casos, las Fuerzas Motrices pueden caer en más de un sector (pesca recreativa para la alimentación y la cultura). Las cuestiones ambivalentes deben situarse donde sean más pertinentes para una cuestión de gestión.

- Los sectores que suministran alimentos y materias primas incluyen:
 - Agricultura - tierras de cultivo, pastizales
 - Acuicultura
 - Extracción de petróleo y gas
 - Pesca - pesca comercial, pesca artesanal y pesca recreativa
 - Silvicultura
 - Minería y canteras - minería del carbón, minería de minerales
- Los sectores que satisfacen las necesidades humanas de agua incluyen:
 - Abastecimiento de agua potable
 - Riego
- Los sectores que satisfacen las necesidades humanas en materia de alojamiento incluyen:
 - Vivienda - construcción de viviendas, bienes raíces, viviendas unifamiliares y de unidades múltiples
 - Textil y confección
- Los sectores que satisfacen las necesidades humanas en materia de salud incluyen:
 - Atención médica - hospitales
 - Farmacéutica y cosmética
 - Asistencia social - centros de cuidado infantil
 - Gestión de residuos - instalaciones de tratamiento de aguas residuales y vertederos
- Los sectores que satisfacen las necesidades humanas de la cultura incluyen:
 - Turismo y recreación - pesca y caza recreativa, playas y tierras naturales,
 - Educación - educación primaria y secundaria, colegios y universidades
 - Información - telecomunicaciones, investigación científica, investigación y desarrollo biotecnológico
 - Organizaciones sociales - iglesias, grupos de alcance, familias
- Los sectores que satisfacen las necesidades humanas en materia de seguridad incluyen:
 - Defensa nacional - defensa costera, municiones
 - Administración pública - gobierno, tribunales, aplicación de la ley
- Los sectores de infraestructura proporcionan el apoyo físico, organizativo y técnico para que la economía funcione e incluya:

- Fabricación y comercio
- Transporte - transporte aéreo y terrestre, operación de barcos y embarcaciones, almacenamiento
- Construcción e ingeniería civil - construcción de carreteras y líneas de servicios públicos, construcción de edificios, construcción de presas, construcción de tuberías
- Finanzas y seguros - bancos, aseguradoras
- Servicios técnicos - gestión de empresas, servicios de reparación y mantenimiento, servicios personales
- Servicios públicos - energía eléctrica, gas natural

10.6.1.2 Fuerzas motrices sociales

Los seres humanos viven juntos en comunidades organizadas con leyes, tradiciones y valores compartidos. Las fuerzas motrices sociales satisfacen las necesidades humanas de relaciones sociales, equidad, gobernabilidad e identidad cultural. Las fuerzas motrices sociales captan ampliamente el conjunto de características sociales, comunitarias y políticas que influyen en la estructura y función de los sectores económicos, así como actúan como determinantes clave de la salud humana. Por ejemplo, la falta de equidad o la gobernanza represiva pueden influir en la capacidad de los sectores económicos para funcionar o limitar la capacidad de las personas para satisfacer sus necesidades humanas básicas.

Las fuerzas impulsoras sociales incluyen:

- Las relaciones sociales son las interacciones y conexiones diarias dentro de una comunidad, incluyendo:
 - Afiliaciones religiosas
 - Grupos sociales
 - Matrimonio
 - Dinámica familiar
- La equidad describe la justicia de las oportunidades en una comunidad, incluyendo;
 - Acceso a la educación
 - Acceso a la atención de la salud
 - Acceso a los puestos de trabajo
- La gobernabilidad es la disposición política y las características de una comunidad, incluyendo;
 - Patrones de votación
 - Funciones de los responsables de la toma de decisiones
 - Tipo de gobierno
- Identidad Cultural son las actitudes históricas, sociales y culturales que definen a una comunidad, incluyendo;
 - Comunidades urbanas, rurales, tribales o costeras
 - Identidad étnica o religiosa

10.6.2 Presiones

Las presiones se definen como las actividades humanas, derivadas del funcionamiento de las fuerzas motrices sociales y económicas que inducen cambios en el medio ambiente, o comportamientos humanos que pueden influir en la salud humana. Las presiones no son estresantes. Los factores de estrés son los componentes del estado que son cambiados por las presiones. Las presiones se dividen en dos clases - Presiones Ambientales y Presiones del Comportamiento Humano (Figura 10-29).

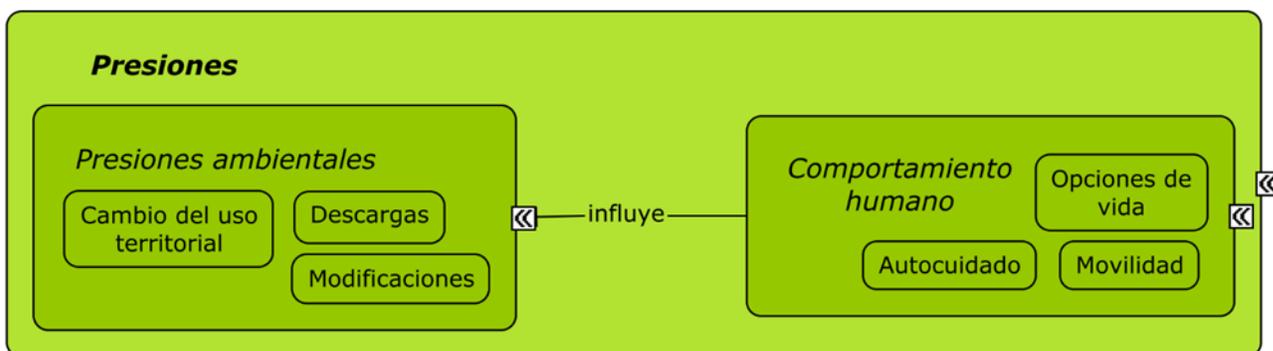


Figura 10-29 Categoría DPSIR—Presiones

10.6.2.1 Presiones ambientales

Desde el punto de vista medioambiental, identificar una actividad en particular como Presión implica una relación causal entre esa actividad y un cambio medioambiental. Las presiones ambientales pueden incluir descargas de agentes químicos, físicos o biológicos, cambios en el uso de la tierra y usos por contacto directo. La intensidad de las Presiones Ambientales depende de la tecnología y el alcance de las actividades en la fuente y puede variar entre regiones geográficas y escalas espaciales.

Las presiones ambientales incluyen:

- Cambios en el uso de la tierra como resultado de alteraciones del paisaje natural, típicamente asociadas con el crecimiento de la población, incluyendo:
 - Desarrollo costero
 - Desarrollo de la tierra
 - Alteración del litoral
 - Modificaciones hidrológicas
- La descarga de contaminantes como resultado de la operación de industrias o vehículos, o la distribución difusa de contaminantes de tierras agrícolas, caminos o prados a través de la escorrentía de agua subterránea o de aguas pluviales, incluyendo:
 - Productos químicos aplicados: uso de fertilizantes, pesticidas, insecticidas y herbicidas.

- emisiones atmosféricas - emisiones de vehículos y chimeneas, incluidas las emisiones de gases de efecto invernadero, emisiones de óxidos de nitrógeno y azufre, emisiones de compuestos orgánicos volátiles
- Vertidos al agua - vertidos puntuales y no puntuales, incluidos los vertidos de aguas residuales, los vertidos de contaminantes y la escorrentía superficial.
- Los usos de contacto son actividades humanas que conducen a una alteración o manipulación directa del medio ambiente, e incluyen:
 - Daños físicos - dragado y relleno, daños producto de los equipos y anclajes de embarcaciones, encallamientos de embarcaciones, alteraciones, movimiento de embarcaciones, deforestación.
 - Adición biológica - descarga de lastre, liberación de especies no nativas, alimentación, creación de hábitat artificial
 - Recolección biológica - recolección, pesca, captura accidental, desbroce.

10.6.2.2 Presiones del comportamiento humano

El Comportamiento Humano es una clase adicional de Presiones que pueden influir en la salud humana independientemente de las Presiones Ambientales, las cuales influyen en la condición física del ambiente. Definimos específicamente los Comportamientos Humanos, como con todas las Presiones, como actividades humanas que pueden aumentar las posibilidades de desarrollar una enfermedad, discapacidad o síndrome. En algunos casos, la carga de la enfermedad crónica se puede prevenir con modificaciones de estos comportamientos. Sin embargo, las fuerzas motrices sociales (por ejemplo, el estatus social, la exposición a la violencia) y los sectores económicos (por ejemplo, los servicios de salud, el gobierno) pueden a la vez motivar y restringir las acciones humanas (por ejemplo, nuestra capacidad de consumir una dieta saludable), y a menudo están más allá, o se perciben como si estuvieran más allá, del control personal.

Las Presiones del Comportamiento Humano incluyen:

- Autocuidado se refiere a acciones y actitudes que contribuyen al mantenimiento de la salud y el bienestar personal. El autocuidado incluye:
 - Nutrición y dieta (es decir, alimentación saludable)
 - Higiene personal
 - Prácticas de limpieza
 - Atención médica (por ejemplo, detección de enfermedades, atención primaria y vacunas)
- Estilo de vida es la suma de decisiones personales (es decir, sobre las cuales el individuo tiene control) que se puede decir que contribuyen a, o causan, enfermedad o muerte. El estilo de vida incluye:
 - Elección de transporte
 - Elección de alojamiento
 - Patrones de consumo (por ejemplo, comer en exceso)

- Uso de recursos y reciclaje
- Comportamientos sexuales de riesgo
- Consumo de tabaco y/o alcohol
- Ejercicio
- Exposición al sol
- La movilidad implica la forma en que las personas eligen ir de un lugar a otro. El comportamiento de viaje y la elección del modo de transporte, o la decisión de conducir, utilizar el transporte público, andar en bicicleta o a pie hasta un destino, están fuertemente influenciados por factores del entorno físico y construido, tales como el diseño de la comunidad, la distribución del uso de la tierra, la densidad de la población, la conectividad de las calles y la infraestructura de transporte.
 - Caminar
 - Ciclismo
 - Montar en un automóvil
 - Escalada
 - Transporte público

10.6.3 Estado

El Estado se refiere al estado del medio ambiente natural y construido (por ejemplo, la cantidad y calidad de los componentes físicos, químicos y biológicos). y sistemas humanos (por ejemplo, nivel de población y atributos individuales). Los procesos químicos, físicos y biológicos interactúan para afectar a diferentes componentes del ecosistema (por ejemplo, productos químicos, especies biológicas) que pueden ser medidos por sus atributos (métricas de cantidad o calidad). Toda la biota incorpora atributos de comunidad y población, pero la condición humana también incorpora el nivel individual y el nivel de subpoblación (Figura 10-30).

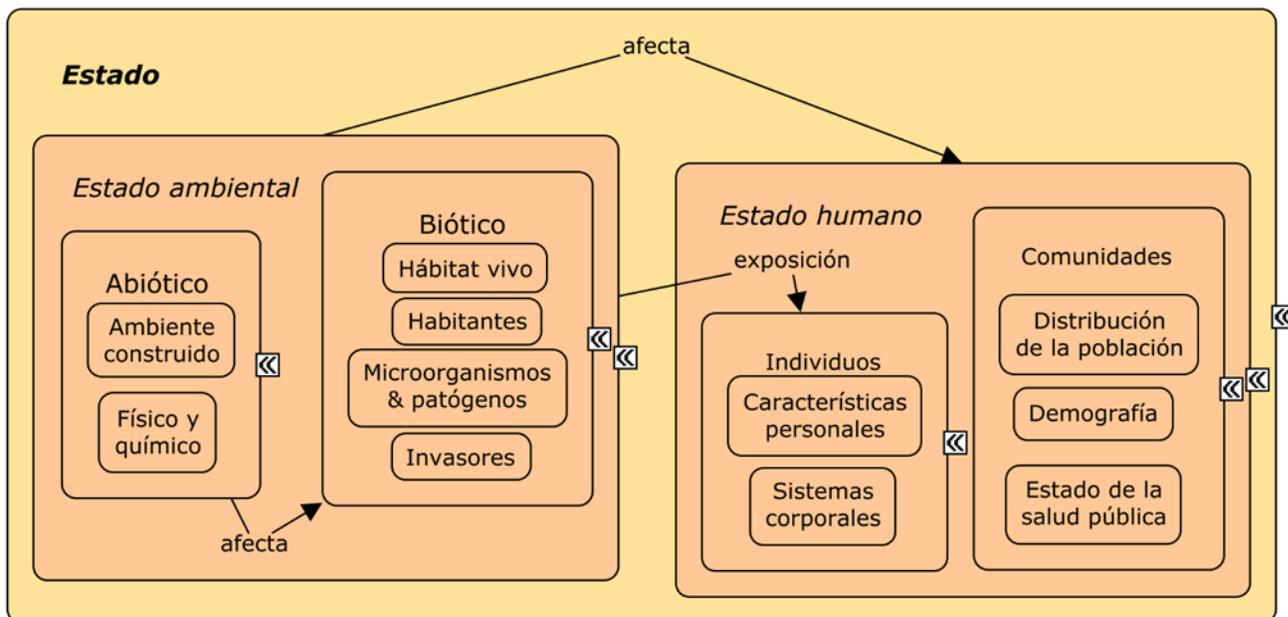


Figura 10-30 Categoría DPSIR—Estado

10.6.3.1 Estado ambiental

El Estado ambiental se refiere a todos los componentes físicos, químicos y biológicos del medio ambiente natural y construido. El estado ambiental incluye:

El Estado abiótico, incluye los factores químicos y físicos no vivos en el medio ambiente, así como el medio construido (estructuras artificiales), que afectan la supervivencia, el crecimiento y la distribución de los organismos vivos en el estado biológico. Los fenómenos abióticos forman parte de toda la biología. El estado abiótico refleja la magnitud, frecuencia y concentración de los componentes abióticos del medio ambiente, incluyendo:

- Ambiente físico (por ejemplo, clima, temperatura del aire y del mar, precipitaciones, tormentas y huracanes, sequía, hidrología, patrones de circulación oceánica, incendios).
- Ambiente químico (por ejemplo, nutrientes, pH, niveles de CO₂ atmosférico, salinidad, contaminantes)
- Ambiente construido: estructuras físicas artificiales o modificaciones extremas del entorno natural (por ejemplo, edificios y carreteras) que contribuyen al hábitat humano.

El Estado biótico, incluye los componentes biológicos del ecosistema y sus interacciones, incluidos los seres humanos. En general, esto incluye plantas o animales sésiles que proporcionan el hábitat y la base de la red alimenticia que soporta niveles tróficos más altos. La condición biológica puede ser medida por atributos a nivel individual o comunitario, incluyendo:

- Hábitat vivo (por ejemplo, desiertos, bosques, pastizales, tierras agrícolas, humedales, arrecifes de coral, lagos y arroyos de agua dulce, estuarios).
- Habitantes (por ejemplo, aves, mamíferos, reptiles, anfibios, invertebrados)
- Especies invasoras/no nativas (por ejemplo, plantas, animales, insectos)
- Microorganismos y patógenos (por ejemplo, descomponedores, micorrizas, bacterias, hongos, virus)

10.6.3.2 Estado de los sistemas humanos

La salud humana es "un estado de completo bienestar físico, mental y social y no simplemente la ausencia de enfermedad o dolencia". Los determinantes de la salud incluyen la estructura y función de los sectores económicos (por ejemplo, los servicios de salud, la educación, la formulación de políticas), las fuerzas motrices sociales (por ejemplo, la equidad y la identidad cultural), las conductas humanas (por ejemplo, la dieta y la movilidad), el medio ambiente físico (por ejemplo, los espacios verdes, el clima), y la biología y la genética de las personas. Estas relaciones se muestran a través de la influencia de las fuerzas motrices, las presiones y el estado ambiental en el estado humano (Figura 10-27). Al igual que con otras biotas (por ejemplo, peces, aves), las métricas del Estado Humano pueden incluir atributos a nivel de población, como la distribución o la demografía, y atributos a nivel individual, como las características personales intrínsecas, como la edad y el sexo, y la condición o salud de los sistemas corporales individuales

El Estado de Sistemas Humanos puede ser medido por atributos a nivel individual o comunitario, incluyendo:

- Nivel individual
 - Características personales
 - Etapa de vida
 - Género
 - Etnicidad
 - Situación socioeconómica
 - Sistemas corporales
 - Sistema respiratorio
 - Sistema inmunológico
 - Sistema gastrointestinal
 - Sistema reproductivo
 - Sistema endocrino
 - Sistema neurológico
 - Salud mental
 - Genética
- Nivel comunitario
 - Distribución de la población - distribuciones a nivel de la comunidad de:
 - Edad

- Situación económica
- Carrera
- Educación
- Género
- Estado de salud pública - métricas a nivel de la comunidad de:
 - Prevalencia de la enfermedad
 - Incidencia de enfermedades

10.6.4 Impactos

Los cambios en la calidad y el funcionamiento del ecosistema tienen un impacto en el bienestar de los seres humanos, incluyendo la producción de bienes y servicios del ecosistema y, en última instancia, el bienestar humano (Figura 10-31).

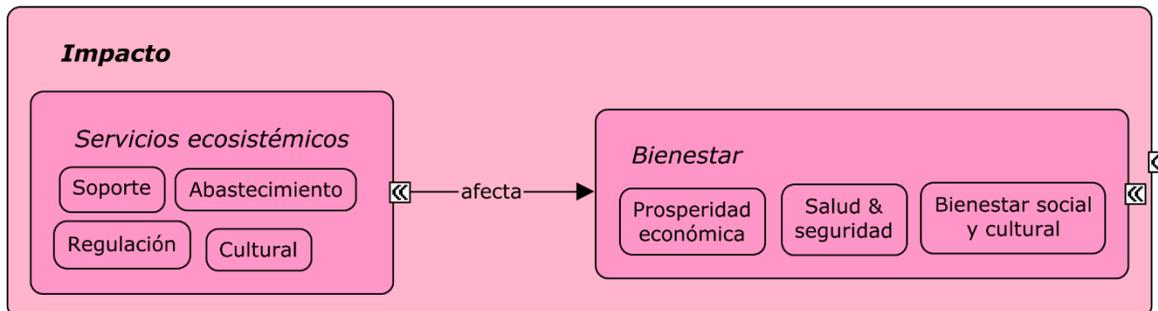


Figura 10-31 Categoría DPSRI—Impactos

10.6.4.1 Servicios ecosistémicos

Los bienes y servicios de los ecosistemas se han definido de diversas maneras como procesos de los ecosistemas, o los productos de esos procesos que benefician directa o indirectamente a los seres humanos. Tal como se define notablemente en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, los bienes y servicios de los ecosistemas incluyen:

- Servicios de aprovisionamiento: los productos biológicos, químicos o biológicos obtenidos o cosechados de los ecosistemas para uso humano, incluidos los alimentos, el agua, los recursos bioquímicos y genéticos y las materias primas.
- Servicios de regulación - los procesos biofísicos que regulan el ecosistema, incluyendo la regulación de la calidad del aire, la calidad del agua, el clima, las enfermedades, la polinización y los peligros naturales.
- Servicios culturales - los beneficios no materiales que las personas obtienen de la integridad ecológica de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas, incluyendo las oportunidades recreativas y educativas, el valor estético, el sentido del lugar y el valor espiritual o religioso.

- Procesos de soporte - procesos biofísicos que mantienen el funcionamiento del ecosistema y que son necesarios para la producción de otros servicios del ecosistema, pero que pueden no tener impactos directos en los seres humanos, incluyendo el ciclo de nutrientes y contaminantes, el suministro de alimentos y hábitat a especies críticas, el ciclo del agua y la producción primaria.

10.6.4.2 Bienestar humano

El Bienestar Humano es un concepto abstracto que captura una mezcla de las circunstancias de la vida de las personas y cuantifica el grado de satisfacción de las necesidades humanas básicas de alimentación, agua, salud, seguridad, cultura y vivienda. El bienestar humano refleja un estado físico, mental y social positivo. El Bienestar Humano puede cuantificarse mediante métricas que reflejen el grado de satisfacción de las necesidades humanas, incluidas las necesidades de materiales básicos, relaciones sociales, buena salud, seguridad y libertad.

El Bienestar Humano incluye:

- Prosperidad económica (por ejemplo, productividad, capacidad de trabajo, ingresos)
- Salud y seguridad (por ejemplo, duración de la vida, costos médicos o de seguro, días de enfermedad, dolor y sufrimiento)
- Bienestar cultural y social (por ejemplo, "felicidad", sentido de pertenencia, vitalidad comunitaria, realización espiritual).

10.6.5 Respuestas

Un beneficio clave en el uso del marco DPSIR es que incluye explícitamente un componente de Acción o Respuesta que puede ser tomado en cualquier nivel de la red causal (Figura 10-32). En el marco del DPSIR, las respuestas son acciones tomadas por grupos o individuos en la sociedad y el gobierno para prevenir, compensar, mejorar o adaptarse a los cambios en el estado del medio ambiente; y para modificar los comportamientos humanos que contribuyen a los riesgos para la salud, para modificar directamente la salud a través de tratamientos médicos, o para compensar los impactos sociales o económicos de la condición humana sobre el bienestar humano.

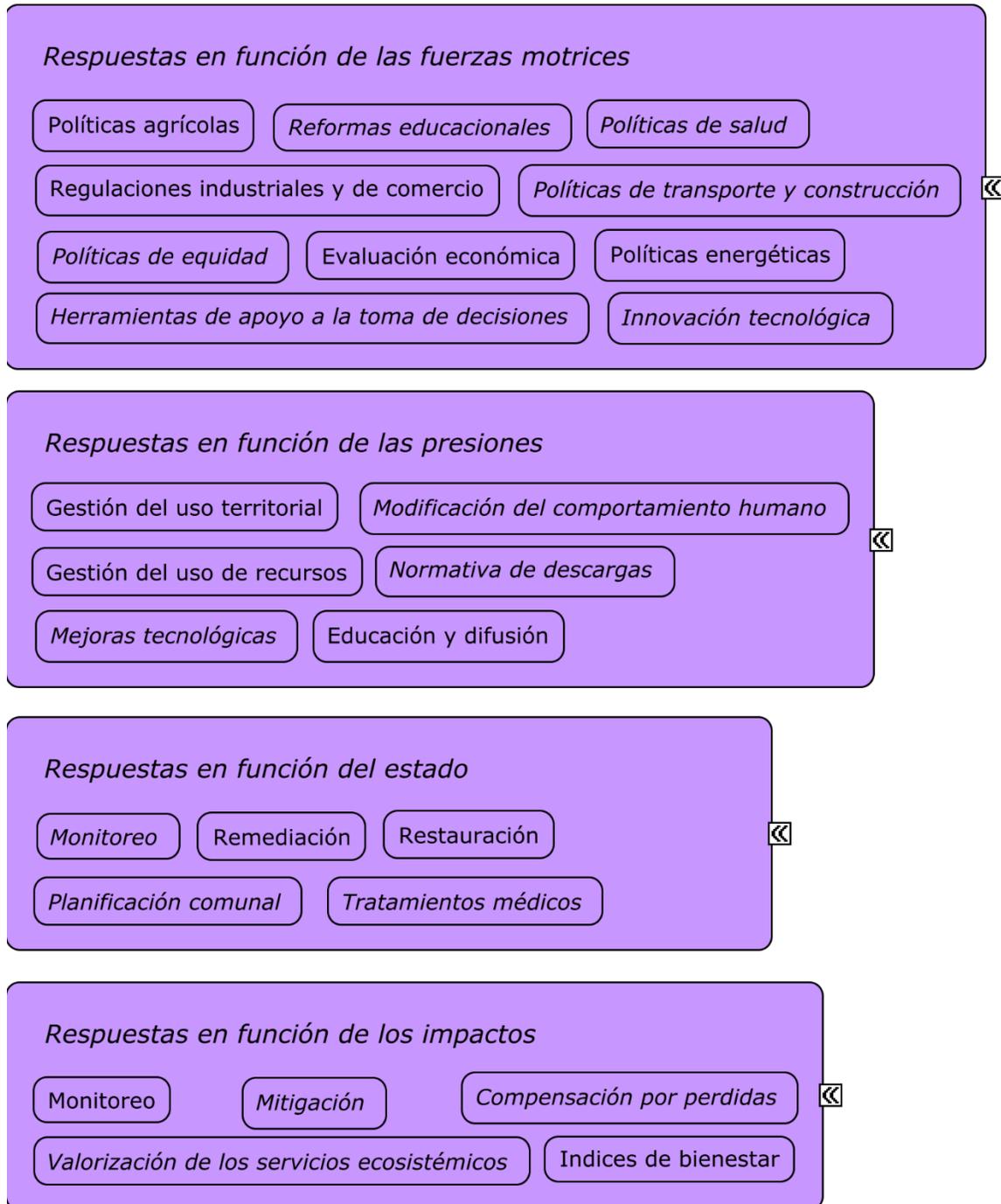


Figura 10-32 Categoría DPSIR—Respuestas

10.6.5.1 Respuestas basadas en las fuerzas motrices

Las respuestas pueden tratar de controlar a las Fuerzas Motrices a través de políticas o decisiones económicas que influyen directamente en los sectores, incluyendo:

- Las políticas alimentarias y energéticas son la legislación, las restricciones y las directrices que se aplican a los sectores que explotan o extraen recursos naturales, entre ellos:
 - Mejores prácticas de manejo agrícola - incluyendo el manejo de plagas y nutrientes, o amortiguadores de conservación.
 - Políticas de pesca y caza - tales como limitaciones de capturas, preferencias de los consumidores por especies sostenibles.
 - Políticas energéticas - incluyendo bonos de carbono, pruebas de emisiones, fuentes de energía alternativas
- Las políticas de salud son decisiones que influyen en el funcionamiento de los sectores de la salud, entre ellos:
 - Políticas de tratamiento de residuos
 - Financiación de la investigación biomédica
 - Leyes de patentes sobre productos bioquímicos encontrados de forma natural
- Las políticas culturales son respuestas que impactan la distribución y el funcionamiento de los sectores culturales, incluyendo el turismo, la recreación, la educación y las organizaciones sociales. Las respuestas incluyen:
 - Educación y extensión ambiental - incluyendo capacitación, exposiciones o material informativo
 - Políticas turísticas - incluyendo el establecimiento de centros de visitantes o la comercialización para aumentar, disminuir o dirigir las actividades turísticas.
- Las políticas de seguridad y administración pública son respuestas para mejorar la capacidad de las instituciones gubernamentales para tomar decisiones y hacerlas cumplir, entre otras cosas:
 - Medidas para mejorar la aplicación de la legislación vigente
 - Presión política por parte de ciudadanos o funcionarios sobre el gobierno
- Las políticas de transporte y construcción son respuestas para mejorar la distribución y el funcionamiento de los sectores que proporcionan infraestructura para edificios y redes de transporte, entre otros:
 - Códigos y políticas de construcción
 - Ordenanzas de la ciudad
- Las políticas de manufactura y comercio son respuestas para controlar la producción, distribución y venta de bienes y servicios, incluyendo:
 - Acciones para fomentar la competencia entre empresas
 - Cumplimiento de la normativa medioambiental
 - Protección del consumidor
 - Normas de seguridad en el lugar de trabajo

- Las políticas educativas buscan impactar la distribución, función y calidad de las instituciones educativas, incluyendo las escuelas secundarias y colegios, a través de acciones tales como:
 - Adoptar y hacer cumplir las normas educativas
 - Subvenciones para investigación, construcción o suministros
- Las políticas de equidad buscan mejorar la equidad y el acceso a los servicios entre las poblaciones a través de:
 - Eliminación de las barreras de acceso
 - Programas y acciones para potenciar la diversidad
- Las herramientas de apoyo a la toma de decisiones son herramientas que ayudan a los tomadores de decisiones a tomar decisiones informadas presentando la información de una manera sencilla, interactiva y científicamente defendible, incluyendo:
 - Desarrollo o aplicación de modelos, sitios web y otras herramientas
 - Análisis estadístico
 - Visualización y análisis geoespacial
 - Análisis costo-beneficio
 - Evaluaciones de compensación

10.6.5.2 Respuestas basadas en las presiones

Las respuestas también pueden buscar controlar las Presiones a través de regulaciones o tecnología que limitan las actividades humanas, o decisiones diseñadas para modificar el comportamiento humano, incluyendo:

- Gestión del uso de la tierra que busca planificar y controlar el desarrollo del territorio a través de:
 - Zonificación del uso del territorio
 - Permisos de construcción
 - Restauración de playas
 - Designación de áreas protegidas
- Limitaciones de descarga que limitan y monitorean la contaminación, incluyendo:
 - Regulaciones de descarga de fuentes no puntuales
 - Regulaciones de descarga de fuentes puntuales o móviles o Innovaciones tecnológicas, que implican la investigación y el desarrollo para mejorar el uso de la tecnología, incluyendo la adopción de prácticas ambientalmente sostenibles.
- Limitaciones de descarga que limitan y monitorean la contaminación, incluyendo:
 - Rangos de descarga de fuentes no puntuales
 - Regulaciones de descarga de fuentes puntuales o móviles
- Innovación tecnológica, que implica la investigación y el desarrollo para mejorar el uso de la tecnología, incluyendo la introducción de prácticas ambientalmente sostenibles:
 - Mejoras tecnológicas
 - Fuentes de energía alternativas - como la energía solar o eólica

- Gestión del uso de los recursos, son regulaciones, políticas y acciones diseñadas para controlar el uso de los recursos naturales, incluyendo:
 - Establecimiento de usos designados
 - Reglamentos y licencias de caza, pesca o navegación
 - Gestión de las zonas costeras, incluidas las zonas marinas protegidas
 - Designación de áreas protegidas

Las respuestas pueden estar diseñadas para modificar los comportamientos humanos individuales que contribuyen a los riesgos para la salud:

- Modificación de la conducta humana es un intento de un individuo de modificar su propia conducta, que puede estar contribuyendo negativamente a la salud personal, como dejar de fumar, hacer dieta u optar por el transporte público.
- Extensión y Educación procura que un individuo o grupo de individuos modifique su comportamiento al proveerles materiales e información a través de presentaciones, folletos y otras herramientas promocionales.

10.6.5.3 Respuestas basadas en el estado

Las respuestas también pueden tener un impacto directo en el estado del medio ambiente, la condición o la salud humanas:

- Respuestas ambientales que buscan controlar el ambiente físico, químico y biológico, incluyendo:
 - Monitoreo de la calidad del agua
 - Monitoreo de la calidad del aire
 - Establecimiento de criterios de calidad del agua o del aire
 - Monitoreo biológico
 - Investigación científica
 - Establecimiento de criterios biológicos
 - Actividades de restauración y remediación, incluyendo esfuerzos para restablecer las especies nativas.
- Tratamientos médicos diseñados para modificar directamente la condición o la salud humana, incluyendo
 - Medicamentos
 - Cirugía
 - Fisioterapia
- La planificación comunitaria busca modificar el estado de la comunidad mediante la promoción e implementación de acciones tales como
 - Asistencia al propietario
 - Mayores oportunidades económicas

10.6.5.4 Respuestas basadas en el impacto

Las respuestas también pueden estar diseñadas para cuantificar o compensar los impactos sociales y económicos de la condición humana sobre el bienestar humano:

- El monitoreo implica el seguimiento del éxito de las decisiones implementadas sobre uno o más indicadores que miden los impactos sobre el medio ambiente o el bienestar humano a través de
 - Encuestas y sondeos de opinión
 - Observaciones de campo
- Valoración de Servicios de los Ecosistemas es el proceso de estimar el valor monetario o no monetario de las decisiones potenciales o implementadas, incluyendo:
 - Valoración comercial
 - Valoración no comercial
- Mitigación es un esfuerzo para aliviar las cargas sobre las personas o el medio ambiente causadas por alguna acción, compensando por la pérdida de beneficios ambientales, incluyendo:
 - Mitigación compensatoria
 - Banco de mitigación
- La compensación por pérdidas es un esfuerzo para aliviar las cargas que pesan sobre los individuos causadas por alguna acción u ofensa, compensando las pérdidas económicas, sociales o emocionales con dinero u otras cosas de valor económico, e incluye:
 - Compensación económica
 - Seguro obligatorio de daños al medio ambiente
- El Índice de Bienestar Humano es un esfuerzo por cuantificar la condición de los seres humanos y de la sociedad, definida en términos de las necesidades materiales básicas y de otros recursos naturales para una buena vida, libertad y elección, salud, riqueza, relaciones sociales y seguridad personal.

10.6.6 Resumen

El marco de trabajo DPSIR proporciona un modelo conceptual flexible y bien definido para organizar y comunicar temas ambientales complejos.

La jerarquía de conceptos en ciencias sociales, de la salud y ambientales identificados en el marco genérico del DPSIR de Eco-Salud (Tabla 2-1) tiene por objeto identificar lugares potenciales para interacciones entre las perspectivas de múltiples interesados y entre disciplinas científicas.

La fortaleza del enfoque DPSIR es que:

- Es transparente y simple - con 5 conceptos que son fácilmente comprensibles tanto para los científicos como para las partes interesadas.



- Mejora la comunicación al simplificar las complejas conexiones entre los seres humanos y el medio ambiente.
- Fomenta un enfoque sistémico
- Es intrínsecamente centrado en el ser humano, atrayendo al público y a los responsables de la toma de decisiones.
- Implica relaciones causales entre los factores

Categoría	Conceptos
Fuerzas motrices	
Sectores Económicos	
Alimentación y materias primas	agricultura, acuicultura, extracción de petróleo y gas, pesca, silvicultura, minería
Agua	abastecimiento de agua potable, irrigación
Refugio	construcción de viviendas, inmobiliaria, textil y confección
Salud	atención médica, productos farmacéuticos y cosméticos, asistencia social, gestión de residuos, agencias de salud pública
Cultura	turismo y recreación, escuelas, telecomunicaciones, investigación científica, organizaciones sociales
Seguridad	administración pública, aplicación de la ley, defensa
Infraestructura	manufactura y comercio, transporte, construcción e ingeniería civil, industrias financieras y de seguros, servicios públicos, servicios técnicos
Fuerzas motrices sociales	
Relaciones Sociales	afiliaciones religiosas, grupos sociales, matrimonio o dinámica familiar
Identidad Cultural	comunidades urbanas, rurales, tribales o costeras; identidad étnica o religiosa;
Gobernanza	patrones de votación, roles de los tomadores de decisiones, tipo de gobierno
Equidad	acceso a la educación, acceso a la atención sanitaria, acceso al empleo
Presiones ambientales	
Descargas	vertidos de fuentes puntuales/no puntuales, vertidos agrícolas/urbanos, emisiones atmosféricas, fertilizantes/químicos aplicados, vertidos de aguas residuales, eliminación de residuos sólidos
Cambios en el uso del territorio	desarrollo costero, desarrollo del suelo, alteración del litoral, modificaciones hidrológicas, deforestación, desvegetación, creación de superficies impermeables
Usos de contacto	dragado, relleno, liberación de especies no autóctonas, creación de hábitats artificiales, recolección, pesca
Comportamiento humano	
Autocuidado	higiene personal, limpieza, tabaquismo, hábitos alimenticios
Movilidad	caminar, escalar, utilizar alternativas de transporte, patrones de tiempo y actividad
Opciones de Estilo de Vida	transporte o elección de vivienda, patrones de consumo, uso de recursos y reciclaje
Estado	

Categoría	Conceptos
Estado ambiental	
Estado abiótico	
Ambiente Físico y Químico	clima, temperatura del aire y del mar, precipitaciones, tormentas y huracanes, sequía, hidrología, patrones de circulación oceánica, incendios, nutrientes, pH, niveles de CO2 atmosférico, salinidad, contaminantes
Ambiente Construido	edificios, carreteras, mobiliario, vertederos, terrenos baldíos, parques
Estado Biótico	
Hábitat Vivo	desiertos, humedales, praderas, bosques, arrecifes de coral, tierras agrícolas
Habitantes	aves, mamíferos, peces, reptiles, anfibios, invertebrados
Especies invasoras	plantas invasoras, animales invasores, especies acuáticas invasoras
Microorganismos y patógenos	descomponedores, micorrizas; bacterias, hongos, virus
Estado humano	
Individuos	
Características personales	etapa de vida, género, etnia, situación socioeconómica
Sistemas corporales	sistema respiratorio, sistema inmunitario, sistema gastrointestinal, sistema reproductivo, sistema endocrino, sistema neurológico, salud mental, genética
Comunidades	
Distribución de la población	densidad de población, distribución espacial de la población
Población Demográfica	distribución a nivel comunitario de la edad, la situación económica, la raza, la educación y el género
Estado de salud pública	métricas a nivel comunitario de la prevalencia o incidencia de enfermedades
Impactos	
Servicios ecosistémicos	
Soporte	estabilización del suelo, atenuación de la energía de las olas, procesamiento de nutrientes y contaminantes, ciclo del agua, almacenamiento y ciclo del carbono, provisión de recursos y hábitat para especies críticas
Regulación	regulación de la calidad del aire y del agua, regulación del clima, regulación de la erosión, purificación del agua, regulación de enfermedades y plagas, polinización, regulación de riesgos naturales
Aprovisionamiento	recursos hídricos, recursos alimentarios, recursos bioquímicos o genéticos, combustible, fibra, recursos ornamentales
Cultural	valor recreativo y ecoturístico, valor estético, valor cultural, valor espiritual o religioso, sentido de pertenencia, valor educativo o del conocimiento, potencial de investigación

Categoría	Conceptos
Bienestar Humano	
Prosperidad económica	productividad, capacidad de trabajo, ingresos
Salud y seguridad	duración de la vida, costos médicos o de seguro, días de enfermedad, dolor y sufrimiento
Bienestar cultural y social	"felicidad", sentido de pertenencia, vitalidad comunitaria, realización espiritual, conexión con el mundo natural
Respuestas	
Respuestas basadas en las fuerzas motrices	
Políticas alimentarias y energéticas	mejores prácticas de gestión agrícola, políticas pesqueras, políticas de caza, políticas energéticas
Políticas de salud	políticas de tratamiento de residuos, financiación de la investigación biomédica, leyes de patentes bioquímicas
Políticas culturales	educación y divulgación ambiental, políticas turísticas
Políticas de transporte y construcción	códigos de construcción, ordenanzas municipales
Regulaciones de Manufactura y Comercio	cumplimiento de la normativa medioambiental, protección del consumidor, seguridad en el lugar de trabajo
Políticas de educación	normas educativas, subvenciones
Políticas de seguridad	aplicación de la ley, presión política sobre el gobierno
Políticas de Equidad	eliminación de las barreras de acceso, programas para mejorar la diversidad
Herramientas de apoyo a la toma de decisiones	modelos, sitios web, análisis estadístico, visualización, análisis geoespacial, análisis de costo-beneficio
Respuestas basadas en las presiones	
Gestión del uso del territorio	gestión del uso del territorio, permisos de construcción, restauración de playas, áreas protegidas designadas
Normativa de descargas	Regulaciones de fuentes no puntuales, regulaciones de fuentes puntuales y móviles
Innovaciones tecnológicas	mejoras tecnológicas, fuentes de energía alternativas

Categoría	Conceptos
Gestión del uso de recursos	establecimiento de usos designados, licencias de caza, licencias de pesca, licencias de navegación, áreas protegidas designadas
Modificación del Comportamiento	dejar de fumar, modificar la dieta, optar por el transporte público
Extensión y Educación	presentaciones, folletos, herramientas de promoción
Respuestas basadas en el estado	
Respuestas Ambientales	monitoreo, restauración, remediación
Tratamientos médicos	medicamentos, cirugía, terapia física
Planificación Comunitaria	mayores oportunidades económicas, apoyo a propietarios
Respuestas basadas en el impacto	
Monitoreo	encuestas, sondeos de opinión, observaciones de campo
Valorización	valoración comercial, valoración no comercial
Mitigación	mitigación compensatoria, banca de mitigación
Compensación por pérdidas	compensación financiera, seguro obligatorio de daños al medio ambiente
Índice de Bienestar Humano	Métodos para cuantificar y monitorear el bienestar

10.7 Tabla de similitud

Criterios Para definir Áreas de Vigilancia	Áreas de Ecosistemas Marinos							Áreas de Uso: Territorio Marítimo y Litoral				Caletas				Playas									
	E	S	E	S	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	Pl	Pl	Pl	Pl	Pl	Pl	Pl	Pl	Pl	Pl
Morfología Costera Y Fondo Marino																									
Duro (Rocoso)	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blando (Arenoso)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Modelo De Circulación Y Mareas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Circulación Lenta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Circulación Rápida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodiversidad Y Conservación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipos De Ecosistemas																									
Ecosistema Intermareal (Duro)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecosistema Intermareal (Blando)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ecosistema Submareal (Duro)	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecosistemas Submareal (Blando)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Grupos Funcionales o Componentes Bióticos - Áreas de Sustrato Duro																									
Peces Pelágicos	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peces Bentodemersales	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peces Del Intermareal	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carnívoros Cnidarios	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carnívoros Equinodermos Y Moluscos	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustáceos	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustáceos Peracáridos	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Herbívoros	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtradores	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macroalgas	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microalgas Bentónicas	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poliquetos Bentónicos.	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grupos Funcionales O Componentes Bióticos - Áreas De Sustrato Blando																									
Microalgas Bentónicas,	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Partículas De Sedimento (Orgánico);	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Poliquetos	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Moluscos Bivalvos	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1										
Crustáceos (Decápodos)	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0													
Crustáceos Peracáridos	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Peces Bentodemersales	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1											
Insectos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Criterios Para definir Áreas de Vigilancia	Áreas de Ecosistemas Marinos						Áreas de Uso: Territorio Marítimo y Litoral				Caletas				Playas						
	Intermareal duro	Submareal Duro	Intermareal Blando	Submareal Blando	temperatura media alta	Y boyas fondo blando	AMERB Papagallo	AMERB Los Molles	AMERB Embarcadero	AMERB Ventanas	Caleta El Embarcadero	Caleta El Manzano	Caleta Loncura	Caleta Ventana	Playa Los Enamorados	Playa Las Conchitas	Playa El Abanico	Playa Los Riles	Playa El Durazno	Playa Loncura	Playa El Tebo
Uso Del Territorio Marítimo Y Del Borde Costero																					
Muelle ASIMAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muelle Club De Yates	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muelle FACH	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boyas De Descarga De Hidrocarburos	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terminal Puerto Ventanas	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terminal Oxiquim	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terminal GNL	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aspectos Sociales Y Culturales																					
Extracción De Recursos Bentónicos (Biológicos)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acuicultura	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pesca Artesanal	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Aducción De Agua Para Enfriamiento	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Descarga De Planta De Tratamiento De Aguas Servidas	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Descarga De Riles	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Descarga Térmicas	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Descarga O Emisión De Riles /Derrames	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desembarco De Hidrocarburos	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naturaleza Del Borde / Vecindad																					
Arena - Industrial	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rocoso	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urbano - Rocoso	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0