



**INFORME TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE LAS NORMAS
SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS
MARINAS Y SEDIMENTOS DE LA BAHÍA DE QUINTERO-PUCHUNCAVÍ**

DOCUMENTO PREPARADO POR:

DEPARTAMENTO DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS
DIVISIÓN DE RECURSOS NATURALES Y BIODIVERSIDAD
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

Septiembre de 2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 BAHÍA DE QUINTERO-PUCHUNCAVÍ	3
1.2 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS NSCA BAHÍA QUINTERO-PUCHUNCAVÍ	6
1.3 LÍNEA DE TIEMPO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS NSCA BAHÍA QUINTERO-PUCHUNCAVÍ.....	9
2. FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA DEL ANTEPROYECTO DE LAS NSCA BAHÍA QUINTERO-PUCHUNCAVÍ.....	11
2.1 OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	11
2.2 DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE VIGILANCIA.....	11
2.3 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS A NORMAR.....	16
2.4 DEFINICIÓN DE TABLA DE CLASES DE CALIDAD.....	22
2.5 DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS DE CUMPLIMIENTO	26
2.6 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA BAHÍA.....	26
2.7 DETERMINACIÓN DE VALORES UMBRALES DE LAS NORMAS.....	30
3. REFERENCIAS	33
4. ANEXOS	38
4.1 ANEXO A: IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DESCARGA PRESENTES EN LA BAHÍA DE QUINTERO-PUCHUNCAVÍ.....	38
4.2 ANEXO B: PROPUESTA DE MODELO EMISIÓN-CONCENTRACIÓN SIMPLIFICADO DE LA BAHÍA DE QUINTERO-PUCHUNCAVÍ PARA LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL (AGIES) DEL ANTEPROYECTO DE NORMA (SE ADJUNTA)	39

1. Introducción

El presente Informe Técnico entrega los antecedentes, información y análisis realizados para la elaboración del anteproyecto de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas marinas y sedimentos de la bahía de Quintero-Puchuncaví (en adelante "Anteproyecto"). La información presentada en este informe considera los antecedentes contenidos en el expediente público de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas marinas y sedimentos de la bahía de Quintero-Puchuncaví (en adelante "NSCA bahía Quintero-Puchuncaví").

Los antecedentes presentados en este informe fueron puestos a disposición del Departamento de Economía Ambiental para la elaboración del Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES), como parte del proceso de elaboración del Anteproyecto.

Las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví se encuentran priorizadas en el Programa de Regulación Ambiental 2020-2021, aprobado mediante Res. Ex. N° 440, del 26 de mayo de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente.

1.1 Bahía de Quintero-Puchuncaví

La bahía de Quintero-Puchuncaví se encuentra ubicada en la región de Valparaíso, administrativamente forma parte de las comunas de Quintero y de Puchuncaví. Según información del Censo 2017, en estas comunas habita una población de 31.923 y 18.546 personas, respectivamente (Instituto Nacional de Estadística, 2018). La bahía de Quintero-Puchuncaví es una bahía de tipo somera, con profundidades máximas cercanas a 40 metros, extendiéndose desde Punta Ventanillas en su extremo norte, hasta Punta Liles en su extremo sur, abarcando un borde costero de aproximadamente 14 km, y una boca de 4,3 km de longitud (Centro de Ecología Aplicada, 2020; DIRINMAR, 2019; Holón, 2019).

La bahía de Quintero-Puchuncaví posee forma de herradura y está abierta hacia el norte, lo cual ofrece escasa protección contra el oleaje y vientos, particularmente en épocas invernales (Centro de Ecología Aplicada, 2020). La bahía posee un régimen mareal semidiurno mixto, con un tiempo de residencia de 4-5 días (Instituto de Fomento Pesquero, 2016). En la bahía de Quintero, además, se encuentra el estero Campiche, una subcuenca de 110 km² de extensión que presenta un régimen pluvial, cuyos caudales promedios no superan 1 m³/s, caudal que no es suficiente para romper la barrera de arena que existe en la desembocadura, de modo que la mayor parte del tiempo las aguas del estero no llegan superficialmente a la bahía y el sistema se independiza de forma superficial en una laguna costera (Centro de Ecología Aplicada, 2013; Dirección General de Aguas, 2005).

La bahía de Quintero-Puchuncaví y la zona terrestre aledaña presenta una importante variedad de usos, entre los que se encuentran: infraestructura costera como terminales de embarque y descarga, y un club de yates; caletas administradas por organizaciones de pescadores artesanales; actividades de turismo y recreación como restaurantes, hoteles, viviendas de veraneo, uso recreativo de playas; zonas de buceo recreativo; áreas de práctica de deportes acuáticos como surf y kayak; áreas de pesca deportiva; y actividades industriales de diversa índole como

generación de energía, procesamiento de metales y actividades pesqueras (Centro de Ecología Aplicada, 2020; Holón, 2019).

De acuerdo al Centro de Ecología Aplicada (2020), en la bahía de Quintero, además, se han registrado diversas especies en categoría de conservación, la mayoría de los registros corresponden a cetáceos tales como la ballena franca austral (*Eubalaena australis*, estado de conservación “en peligro”), delfín (*Delphinus capensis*, estado de conservación “datos insuficientes”), entre otros; el mustélido chungungo (*Lontra felina*, estado de conservación “vulnerable”); el ave pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*, estado de conservación “vulnerable”); el pinnípedo Lobo fino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippii*, estado de conservación “vulnerable”) y el reptil Tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*, estado de conservación “vulnerable”).

Destaca también la existencia de 6 Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) decretadas en la bahía correspondientes a: Horcón¹; Ventanas (Punta Lunes)²; Punta Ventanilla³; Embarcadero⁴; Norweste Península Los Molles⁵; y El Papagallo⁶, en las cuales se realiza la extracción de recursos hidrobentónicos como el loco (*Concholepas concholepas*), la lapa negra (*Fissurella latamarginata*), la lapa rosada (*Fissurella cumingi*) y el erizo rojo (*Loxechinus albus*), entre otros.

La Figura 1 muestra la ubicación de distintos usos y la distribución de los recursos hidrobiológicos existentes en la bahía de Quintero-Puchuncaví, de acuerdo a información provista por la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) de sus mapas de sensibilidad ambiental de la Bahía de Quintero (DIRECTEMAR, s. f.).

Respecto a los servicios ecosistémicos provistos por la bahía, el estudio de IFOP (2016) identifica 18 servicios ecosistémicos, dentro de los cuales se encuentran servicios ecosistémicos de provisión (p. ej. provisión de alimento por cosecha de peces y mariscos desde bancos naturales para consumo humano), regulación (p. ej. tratamiento y asimilación de aguas residuales por potencial de remoción de contaminantes y nutrientes orgánicos por algas), culturales (p. ej. información para el desarrollo cognitivo a través de proyectos de investigación científica, turismo y recreación por la presencia de playas y balnearios, la práctica de buceo recreativo, entre otros) y de soporte (p. ej. hábitat para especies migratorias y criadero, ya que los islotes, humedales y playas constituyen sitios de alimentación y descanso de aves migratorias y residentes).

¹ Declarada mediante Res. Ex. N° 2556/99 de la Subsecretaría de Pesca

² Declarada mediante Res. Ex. N° 2021/99 de la Subsecretaría de Pesca

³ Declarada mediante Res. Ex. N° 49/1999 de la Subsecretaría de Pesca

⁴ Declarada mediante Res. Ex. N° 2138/2003 de la Subsecretaría de Pesca

⁵ Declarada mediante Res. Ex. N° 1798/1999 de la Subsecretaría de Pesca

⁶ Declarada mediante Res. Ex. N° 3202/2013 de la Subsecretaría de Pesca

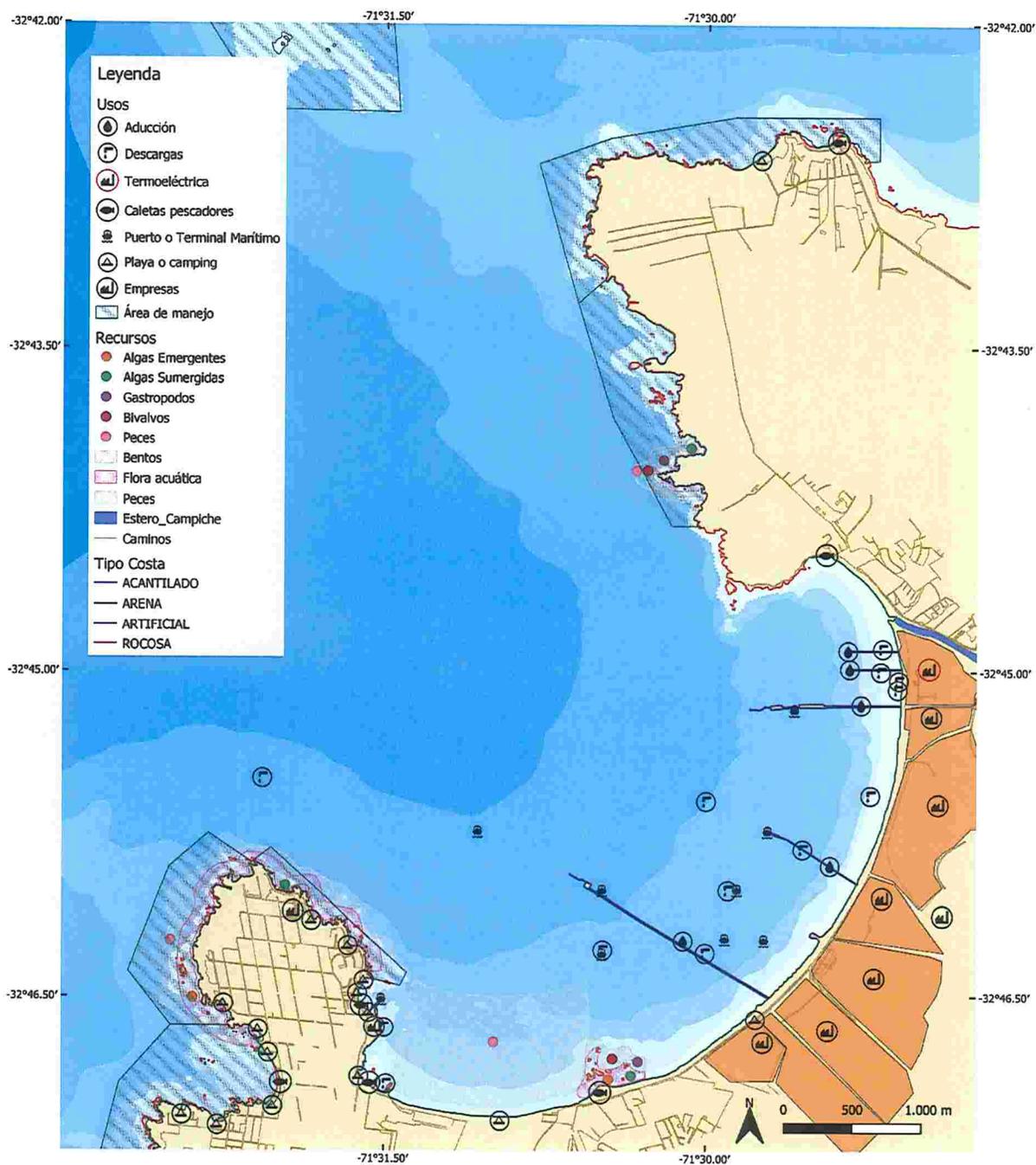


Figura 1. Usos antrópicos y recursos presentes en la bahía de Quintero-Puchuncaví. Fuente: Elaboración propia en base a DIRECTEMAR (s. f.).

1.2 Proceso de elaboración de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví

La Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, en su Artículo 2°, letra ñ), define a las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (en adelante “NSCA”) como *“aquellas que establecen los valores de las concentraciones y períodos máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza”*.

En base a lo anterior, las NSCA son un instrumento de gestión ambiental que, en el caso de normas para el medio hídrico, permiten conservar o preservar los ecosistemas acuáticos como la bahía de Quintero-Puchuncaví, a través de la mantención o mejora de la calidad de las aguas y sedimentos de la bahía y, consecuentemente, contribuyen a la conservación de las funciones ecológicas de estos ecosistemas y servicios ecosistémicos provistos por estos ecosistemas hídricos.

El proceso de dictación de NSCA se encuentra establecido en el Decreto Supremo N° 38, de 30 de octubre de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante “Reglamento”). En el Artículo 6° del referido Reglamento, se indica que este proceso *“comprenderá las siguientes etapas: desarrollo de estudios científicos, análisis técnico y económico, consulta a organismos competentes, públicos y privados, y análisis de las observaciones formuladas. Todas las etapas deberán tener una adecuada publicidad”*. En este sentido, las etapas señaladas y los plazos establecidos para cada una de ellas se resumen en la Figura 2.

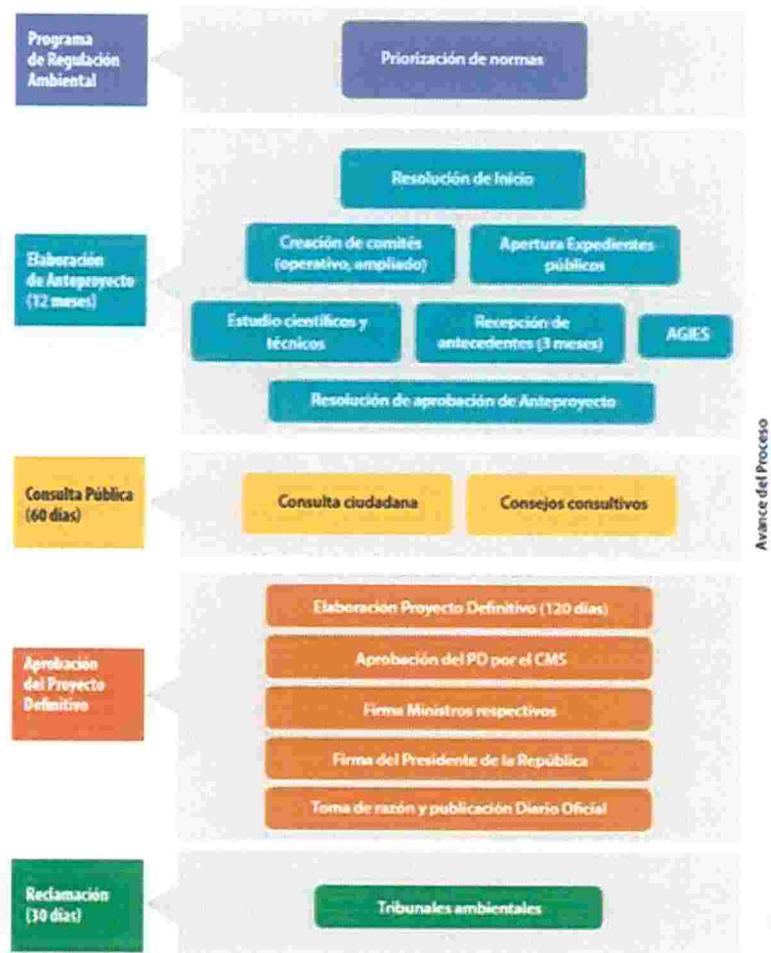


Figura 2. Etapas y plazos del proceso de elaboración de normas de calidad, según D.S. N° 38/2012 (Ministerio de Medio Ambiente, 2017).

En términos generales se reconocen 5 etapas, siendo la primera, la Priorización de las Normas en el Programa de Regulación Ambiental, por parte del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante, "MMA"), como lo señala el Reglamento en el Artículo 10°: *"Corresponderá al Ministro definir un programa de regulación ambiental que contenga los criterios de sustentabilidad y las prioridades programáticas en materia de políticas, planes y programas de dictación de normas de calidad ambiental y de emisión y demás instrumentos de gestión ambiental"*. En el caso particular de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví, estas normas se encuentran priorizadas en el Programa de Regulación Ambiental 2020-2021, aprobado mediante Res. Ex. N° 440, del 26 de mayo de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente.

La segunda etapa corresponde a la Elaboración del Anteproyecto, descrita en el Artículo 12° del Reglamento: *"La elaboración del Anteproyecto de norma se iniciará mediante resolución dictada*

al efecto por el Ministro una vez efectuada la publicación a que se refiere el artículo 10. Dicha etapa durará doce meses. El Ministro podrá encargar estudios u ordenar aquellas actividades necesarias para preparar el inicio de la elaboración del Anteproyecto de norma.” En el caso de la NSCA bahía Quintero-Puchuncaví, se dio inicio a la elaboración de estas NSCA mediante Res. Ex. N° 802, del 21 de agosto de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente.

La tercera etapa es de Consulta Pública, ésta se efectúa una vez se haya publicado la Resolución de aprobación del Anteproyecto y, según lo indicado por el Artículo 20° del Reglamento: *“Dentro del plazo de sesenta días, contado desde la publicación de la resolución señalada en el artículo 17, cualquier persona, natural o jurídica, podrá formular observaciones al contenido del anteproyecto de norma”.*

La cuarta etapa corresponde a la Elaboración del Proyecto Definitivo, la cual es descrita por el Artículo 21° del Reglamento, señalándose que: *“Dentro de los 120 días siguientes de vencido el plazo a que se refiere el artículo precedente, considerando los antecedentes contenidos en el expediente y el análisis de las observaciones formuladas en la etapa de consulta, se elaborará el proyecto definitivo de norma”.*

Adicionalmente, el Artículo 22° del Reglamento indica los pasos a seguir una vez elaborado el proyecto definitivo de la norma: *“Agotado el plazo a que hace referencia el artículo anterior, el Ministro remitirá el proyecto definitivo de norma al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad para su discusión y pronunciamiento, en conformidad a lo dispuesto en el artículo 71, letra f), de la ley N° 19.300.*

El proyecto definitivo de norma será conocido por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad en la sesión ordinaria o extraordinaria siguiente a la fecha de su presentación. El asunto deberá agregarse a la tabla respectiva”.

Posteriormente, el proyecto definitivo debe ser sometido a consideración del Presidente de la República, según lo indicado en el Artículo 23° del Reglamento: *“Emitido el pronunciamiento del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, el proyecto definitivo de norma será sometido a la consideración del Presidente de la República para su decisión”.*

Finalmente, es importante indicar que la quinta etapa hace referencia a la alternativa a que las NSCA sean reclamadas una vez publicada la norma en el Diario Oficial, de acuerdo con lo señalado en el Artículo 40° del Reglamento: *“Los decretos supremos que establezcan normas primarias y secundarias de calidad ambiental y de emisión, serán reclamables ante el Tribunal Ambiental competente, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 50 de la ley N° 19.300, por cualquier persona que considere que no se ajustan a dicha ley y a la cual le causen perjuicio.*

El plazo para interponer el reclamo será de treinta días, contado desde la fecha de publicación del decreto en el Diario Oficial, o desde la fecha de su aplicación, tratándose de las regulaciones especiales para casos de emergencia”.

1.3 Línea de tiempo del proceso de elaboración de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví

En base a los antecedentes expuestos en la sección 1.2 del presente informe, la Figura 3 presenta los hitos más relevantes en el proceso de elaboración de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví.

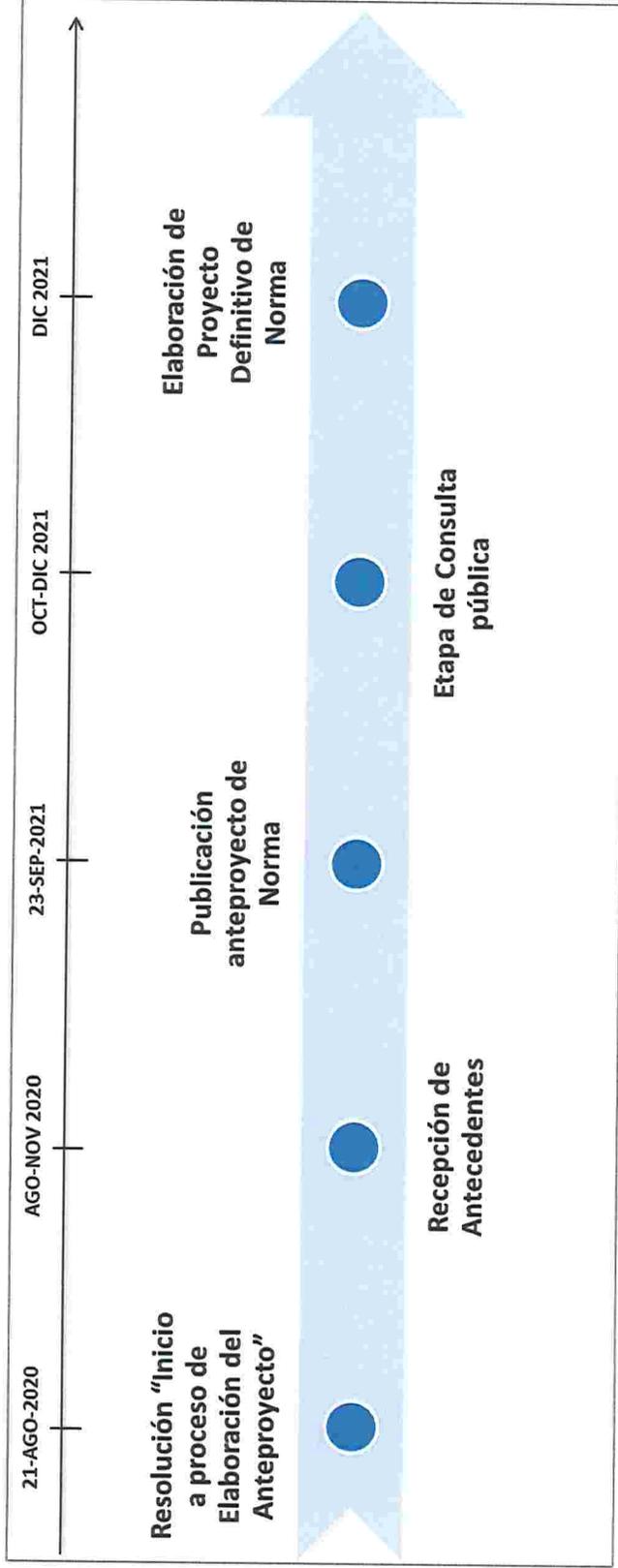


Figura 3. Línea de tiempo de principales hitos del proceso de elaboración de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví.

2. Fundamentación técnica del Anteproyecto de las NSCA Bahía Quintero-Puchuncaví

2.1 Objetivo y ámbito de aplicación

Las NSCA son instrumentos regulatorios cuyo objetivo es conservar o preservar los ecosistemas acuáticos⁷ a través del mantenimiento o mejora de la calidad de las aguas continentales y marinas, buscando la protección de ecosistemas sensibles a la contaminación y con valor ambiental. El enfoque ecosistémico empleado en el diseño de las NSCA permite contribuir a asegurar la provisión de bienes y servicios de los ecosistemas, por ejemplo, turismo, pesca artesanal, entre otros (Ministerio de Medio Ambiente, 2017).

En particular, las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví tienen por objetivo conservar o preservar los ecosistemas acuáticos y contribuir a la conservación de sus servicios ecosistémicos⁸ a través de la mantención o mejora de la calidad de las aguas y sedimentos de la bahía. Para abordar este objetivo, las NSCA establecen determinados umbrales de calidad ambiental para cada área de vigilancia⁹ y parámetro fisicoquímico establecido.

El ámbito de aplicación territorial de estas normas corresponde a la bahía de Quintero-Puchuncaví, la cual se encuentra ubicada administrativamente en la región de Valparaíso y fueron elaboradas siguiendo los lineamientos de la *“Guía para la elaboración de normas secundarias de calidad ambiental en aguas continentales y marinas”* (Ministerio de Medio Ambiente, 2017), la cual fue aprobada mediante Resolución Exenta del Ministerio del Medio Ambiente N° 1502 del 26 de diciembre de 2017.

Mayor detalle de las características generales de esta bahía y las especies presentes en ella se encuentra en la sección 1.1 del presente informe.

2.2 Definición de las áreas de vigilancia

Para la definición de las áreas de vigilancia, se utilizó la información contenida en los estudios Holón (2019), CEA (2020), Con Potencial Consultores (2020) y Universidad de Concepción (2021), y a partir de ellos se identificaron diferentes zonas de la bahía en función de características ambientales particulares, estas son:

- Tipo de sustrato de fondo marino: En la bahía de Quintero-Puchuncaví se distinguen dos tipos de fondo marino en función del tipo de sustrato, fondo marino duro (rocoso) y fondo marino blando.

⁷ Ecosistemas acuáticos: es una comunidad de componentes bióticos de todos los niveles tróficos (desde bacterias y hongos hasta vertebrados, anfibios y aves), y componentes abióticos (agua, clima, espacio geográfico, entre otros) en un hábitat acuático, como ríos, lagos, otros humedales, aguas marinas y también agua subterránea.

⁸ Servicios Ecosistémicos: contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano. Los que se clasifican en servicios de provisión, regulación y mantención, y culturales.

⁹ Área de Vigilancia: área de la bahía relativamente homogénea que se establece y delimita para efectos de asignar y controlar su calidad ambiental.

- **Objetos de conservación:** En la bahía de Quintero-Puchuncaví se distinguen diversos elementos a proteger, entre ellos: la columna de agua; el ecosistema intermareal y submareal blando, el ecosistema submareal e intermareal duro; diversas especies nativas en categoría de conservación, tales como chungungo (estado de conservación “vulnerable”), pingüino de Humboldt (estado de conservación “vulnerable”), entre otros); y especies bentónicas para extraídas en AMERBs (Loco, Lapa Negra, entre otros).
- **Tipo de fuentes puntuales:** En la bahía se observan distintas actividades antropogénicas como minería (refinación de cobre), generación de energía (termoeléctrica), puertos y terminales marítimos, entre otras.
- **Zonas de acumulación de contaminantes:** La geomorfología de la bahía, con áreas protegidas del oleaje en los extremos norte y sur, determina zonas con bajas velocidades de corriente, en las cuales se esperan mayores concentraciones de contaminantes, particularmente en sedimentos.

En base a dichas características ambientales, se definieron seis áreas de vigilancia en el Anteproyecto de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví (Figura 4) en función de su similitud o relativa homogeneidad en cuanto a dichas características, las que se presentan en la Tabla 1. La Tabla 2, en tanto, describe cada área de vigilancia del Anteproyecto, señalando los vértices del polígono que las delimita.

Tabla 1. Caracterización de las áreas de vigilancia en base a los criterios utilizados para la selección de áreas de vigilancia

Criterio	AMERB Norte	AMERB Sur	Industrial Norte	Industrial Centro	Bahía Sur	Centro Bahía
Tipo de fondo marino	Duro (Rocoso)	Duro (Rocoso)	Blando	Blando	Blando	Blando
Objetos de conservación	Especies presentes en ecosistemas con sustrato duro (ej: equinodermos carnívoros como la estrella y sol de mar); y especies bentónicas extraídas en AMERBs (ej: Loco, Lapa y Erizo).	Especies presentes en ecosistemas con sustrato duro (ej: equinodermos carnívoros como la estrella y sol de mar); y especies bentónicas extraídas en AMERBs (ej: Loco, Lapa y Erizo).	Especies presentes en ecosistemas con sustrato blando (ej: decápodos como la <i>Emerita analoga</i>).	Especies presentes en ecosistemas con sustrato blando (ej: decápodos como la <i>Emerita analoga</i>).	Especies presentes en ecosistemas con sustrato blando (ej: decápodos como la <i>Emerita analoga</i>).	Especies presentes en ecosistemas con sustrato blando (ej: decápodos como la <i>Emerita analoga</i>).
Tipo de fuentes puntuales	Sin presencia de descargas puntuales	Sin presencia de descargas puntuales	Diversas (Refinería de metales; Termoeléctricas,	Terminales Marítimos asociados a combustibles	Aguas Servidas y Procesos Pesquería	Sin presencia de descargas puntuales

			Terminales marítimos, Aguas servidas)	fósiles (GNL, ENAP, COPEC, GASMAR)		
Presencia de zonas más susceptibles de acumular contaminantes en sedimentos	No	No	Sí	No	Sí	No

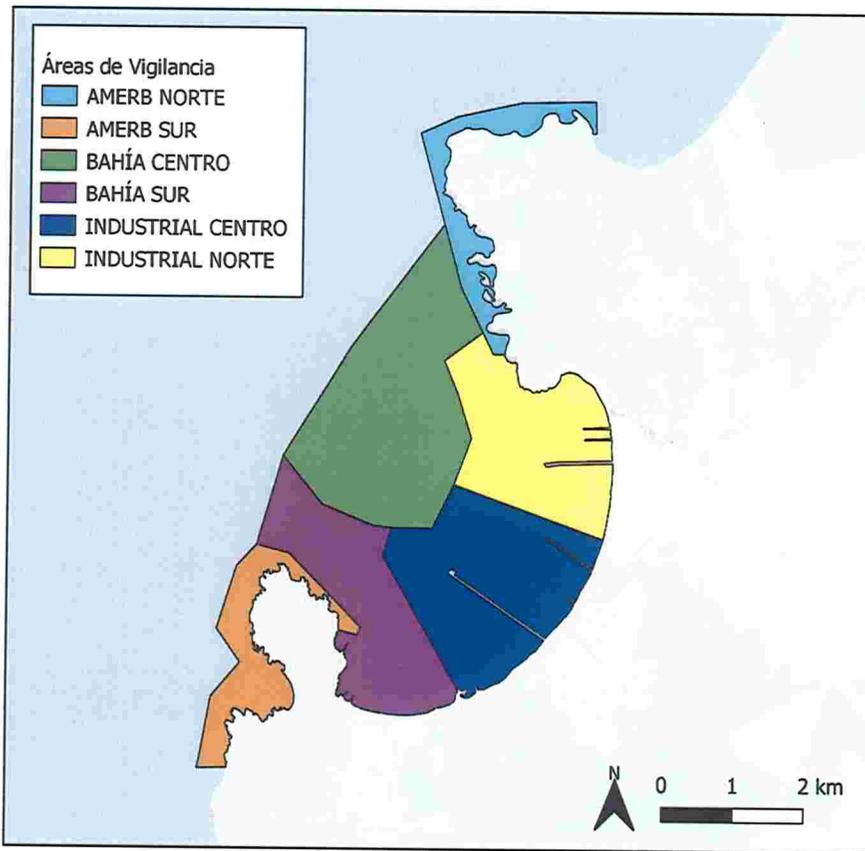


Figura 4. Mapa referencias de áreas de vigilancia, establecidas en las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví.

Tabla 2. Áreas de vigilancia establecidas en el Anteproyecto de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví consideradas para la Red de Control. Coordenadas en UTM WGS 84 – Huso 19.

N°	ÁREA DE VIGILANCIA	Coordenadas UTM	DESCRIPCIÓN DEL POLÍGONO
1	AMERB Norte	V23: E 265.654 N 6.374.905 V22: E 265.493 N 6.374.903 V21: E 265.342 N 6.375.201 V24: E 265.037 N 6.375.817 V25: E 264.790 N 6.376.711 V26: E 264.436 N 6.377.992 V27: E 264.954 N 6.378.220 V28: E 265.862 N 6.378.426 V29: E 266.903 N 6.378.451 V30: E 266.916 N 6.378.002	Corresponde al polígono que se forma al unir en línea recta los siguientes vértices: V23-V22-V21-V24-V25-V26-V27-V28-V29-V30 y siguiendo la línea de la costa hasta el vértice V23
2	Industrial Norte	V17: E 267.070 N 6.372.299 V16: E 264.955 N 6.373.063 V18: E 265.198 N 6.373.717 V19: E 264.995 N 6.374.362 V20: E 264.806 N 6.374.813 V21: E 265.342 N 6.375.201 V22: E 265.493 N 6.374.903 V23: E 265.654 N 6.374.905	Corresponde al polígono que se forma al unir en línea recta los siguientes vértices: V17-V16-V18-V19-V20-V21-V22-V23 y siguiendo la línea de la costa hasta el vértice V17
3	Bahía Centro	V14: E 264.084 N 6.372.448 V15: E 264.658 N 6.372.440 V16: E 264.955 N 6.373.063 V18: E 265.198 N 6.373.717 V19: E 264.995 N 6.374.362 V20: E 264.806 N 6.374.813 V21: E 265.342 N 6.375.201 V24: E 265.037 N 6.375.817 V25: E 264.790 N 6.376.711 V34: E 263.474 N 6.374.969 V33: E 262.547 N 6.373.460 V32: E 263.098 N 6.372.777 V31: E 263.826 N 6.372.475	Corresponde al polígono que se forma al unir en línea recta los siguientes vértices: V14-V15-V16-V18-V19-V20-V21-V24-V25-V34-V33-V32-V31-V14
4	Industrial Centro	V12: E 265.042 N 6.370.183 V13: E 263.968 N 6.372.042 V14: E 264.084 N 6.372.448 V15: E 264.658 N 6.372.440 V16: E 264.955 N 6.373.063 V17: E 267.070 N 6.372.299	Corresponde al polígono que se forma al unir en línea recta los siguientes vértices: V12-V13-V14-V15-V16-V17 y siguiendo la línea de la costa hasta el vértice V12
5	Bahía Sur	V11: E 263.357 N 6.371.001 V10: E 263.613 N 6.370.929 V9: E 263.658 N 6.371.045 V8: E 262.643 N 6.372.074 V7: E 262.186 N 6.372.192	Corresponde al polígono que se forma al unir en línea recta los siguientes vértices: V11-V10-V9-V8-V7-V33-V32-V31-V14-V13-

		V33: E 262.547 N 6.373.460 V32: E 263.098 N 6.372.777 V31: E 263.826 N 6.372.475 V14: E 264.084 N 6.372.448 V13: E 263.968 N 6.372.042 V12: E 265.042 N 6.370.183	V12 y siguiendo la línea de la costa hasta el vértice V11
6	AMERB Sur	V1: E 261.789 N 6.369.102 V2: E 261.375 N 6.369.092 V3: E 261.562 N 6.370.061 V4: E 261.966 N 6.370.538 V5: E 261.634 N 6.371.009 V6: E 261.908 N 6.371.890 V7: E 262.186 N 6.372.192 V8: E 262.643 N 6.372.074 V9: E 263.658 N 6.371.045 V10: E 263.613 N 6.370.929 V11: E 263.357 N 6.371.001	Corresponde al polígono que se forma al unir en línea recta los siguientes vértices: V1-V2-V3-V4-V5-V6-V7-V8-V9-V10-V11 y siguiendo la línea de la costa hasta el vértice V1

En el Programa de Medición y Control de la Calidad Ambiental del Agua (PMCCA)¹⁰ se podrán considerar áreas de vigilancia y estaciones de monitoreo adicionales y complementarias a las señaladas en la Tabla 2, como parte de la red de observación¹¹, con la finalidad de generar información complementaria y necesaria para la comprensión del estado de salud ambiental de esta bahía y sus ecosistemas asociados, así como para apoyar futuros procesos de revisión de estas normas.

2.3 Definición de parámetros a normar

La selección de parámetros a normar en el Anteproyecto se realizó utilizando la base de datos histórica de calidad de agua y sedimentos generada por CEA (2020), con la información proveniente del Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL) de la DIRECTEMAR; informes de seguimiento de variables ambientales de la Superintendencia del Medioambiente (SMA) de proyectos con Resolución de Calificación Ambiental (RCA); informes de seguimiento de variables ambientales de la DIRECTEMAR asociado a Programas de Vigilancia Ambiental (PVA) de proyectos sin RCA; y monitoreos ambientales contratados por el MMA en diferentes estudios, la cual fue actualizada con la información disponible para febrero de 2021. La selección de parámetros se hizo considerando los siguientes criterios (Figura 5):

- Suficiencia de datos: el parámetro cuenta con al menos 10 mediciones sobre el límite de detección en el periodo 2014-2020
- Toxicidad: el parámetro genera efectos tóxicos en la biota presente en la bahía
- Emisiones: el parámetro se relaciona con las actividades antrópicas que generan emisiones de contaminantes a la bahía
- Estado del ecosistema: El parámetro aporta información relevante respecto al estado general de la bahía
- Referencias internacionales¹²: El parámetro ha sido regulado en normativas o incorporado en lineamientos de referencia internacional dado sus efectos toxicológicos

¹⁰ PMCCA: programa sistemático de monitoreo destinado a caracterizar, medir, controlar y evaluar la variación de la calidad de las aguas en un periodo y en un área determinada, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las NSCA.

¹¹ Red de observación: red integrada por estaciones de la red de monitoreo de calidad de las aguas que incluyen parámetros adicionales y complementarios a los establecidos en las NSCA, o por estaciones adicionales a dicha red, con la finalidad de generar información complementaria y necesaria para la comprensión del estado de calidad de los cuerpos de agua y sus ecosistemas asociados, así como para apoyar futuros procesos de revisión de las NSCA.

¹² Para la matriz agua marina se consideraron las siguientes referencias internacionales: Brasil (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005), California (California Environmental Protection Agency, 2019), Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency, 2004), British Columbia (Ministry of Environment & Climate Change Strategy, 2019), Canadá (Canadian Council of Ministers of the Environment, s. f.-b), Australia y Nueva Zelanda (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-k), Europa (European Chemicals Agency, s. f.-b) y Países Bajos (E.M.J. Verbruggen, T.P. Traas et al., 2005).

Para la matriz sedimentos se consideraron las siguientes referencias internacionales: Noruega (Statens Forurensningstilsyn, 2007), Canadá (Canadian Council of Ministers of the Environment, s. f.-a), y Australia y Nueva Zelanda (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-j).

Estos criterios fueron aplicados a través del proceso de decisión mostrado en la Figura 5. Así, los parámetros presentes en la base de datos de calidad de agua y sedimentos fueron analizados, en primer lugar, según el criterio de suficiencia de datos (proceso 1). Por ejemplo, el arsénico total en agua de mar, dado que cumple con este criterio, es analizado en forma posterior en relación a los efectos tóxicos que genera en la biota, para lo cual se sabe que sobre ciertas concentraciones puede producir problemas menores en la respiración, decoloración en la epidermis y posterior muerte (Instituto de Fomento Pesquero, 2016). Cumpliendo este segundo criterio, finalmente se evalúa su relación con las actividades antrópicas desarrolladas en la bahía, las emisiones de este parámetro se relacionan a procesos de refinación de cobre y actividad de termoeléctricas, siendo finalmente seleccionado como parámetro a incluir en la red de control de estas normas.

En forma posterior, se revisaron parámetros que, no habiendo sido seleccionados en esta primera evaluación, fueran regulados en normativa o incorporados en lineamientos de referencia internacional debido a sus efectos tóxicos (proceso 2). Un ejemplo de esta situación es el cadmio total en agua de mar, el cual fue seleccionado porque está regulado normativa internacional; y se han reportado efectos tóxicos en biota tales como, afectación a los mecanismos de regulación de iones, producción de agotamiento de glucógeno en los músculos e hígado, malformaciones en órganos, cambios de conducta, y posteriormente la muerte del organismo (Instituto de Fomento Pesquero, 2016); y este parámetro es emitido en la bahía por procesos de refinación de cobre y actividad de termoeléctricas.

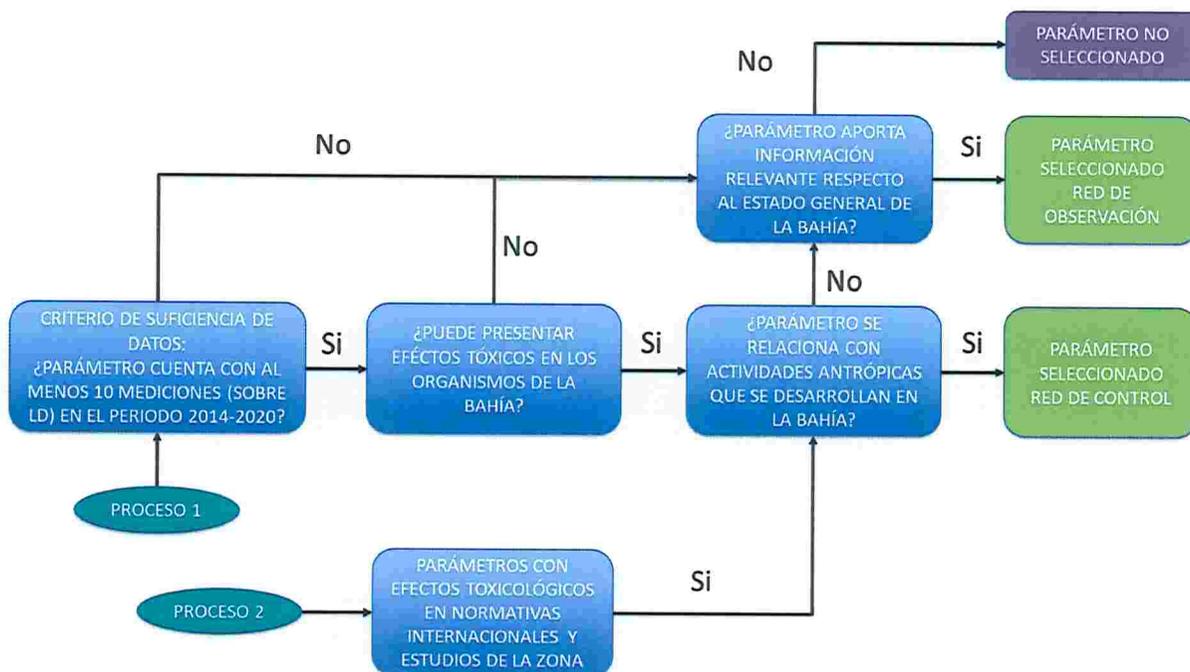


Figura 5. Criterios de selección de parámetros para las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví.

Siguiendo la metodología antes presentada, se definieron 16 parámetros a normar, los cuales son presentados en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros a normar y criterios de selección

N°	Parámetro	Justificación
1	Arsénico total	<p>El arsénico es un metal tóxico para la biota acuática, especialmente para algunas especies de fitoplancton. La toxicidad del arsénico depende principalmente del estado de oxidación, siendo el As(III) la forma más tóxica (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-a). En especies marinas puede producir problemas menores en la respiración, decoloración en la epidermis y posterior muerte (Instituto de Fomento Pesquero, 2016).</p> <p>Las emisiones de arsénico se relacionan a procesos de refinación de cobre y actividad de termoeléctricas.</p>
2	Cadmio total	<p>El cadmio es un metal tóxico para la biota acuática. En bivalvos puede ocurrir una bioconcentración significativa en ambientes marinos y estuarinos. La toxicidad del cadmio depende de la dureza, salinidad, pH y materia orgánica (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-c). En especies marinas puede afectar los mecanismos de regulación de iones, producir agotamiento de glucógeno en los músculos e hígado, malformaciones en órganos, cambios de conducta, y posteriormente la muerte (Instituto de Fomento Pesquero, 2016).</p> <p>Las emisiones de cadmio se relacionan a procesos de refinación de cobre y actividad de termoeléctricas.</p>
3	Cobre total	<p>El cobre es un metal traza esencial para el metabolismo de la mayor parte de la biota acuática, sin embargo, puede ser tóxico a concentraciones cercanas a las que permiten crecimiento óptimo en las algas. Se ha reportado bioconcentración de cobre en varias especies de fitoplancton, zooplancton, macrofitas y peces. La toxicidad del cobre depende de la dureza, la alcalinidad, salinidad y materia orgánica (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-e). En especies marinas puede producir cambios de conducta, daños ultraestructurales en células de branquias, inducir un deterioro celular, y degenerar del sistema nervioso central (Instituto de Fomento Pesquero, 2016).</p> <p>Las emisiones de cobre se relacionan a procesos de refinación de cobre, actividad de termoeléctricas y el uso de pinturas anti-<i>fouling</i>.</p>
4	Vanadio total	<p>El vanadio es un metal tóxico para la biota acuática. La toxicidad del vanadio depende principalmente del estado de oxidación, siendo el V(V) la especie más tóxica, además del pH y la dureza (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-l). En especies marinas puede producir efectos adversos en el crecimiento y posterior muerte (Instituto de Fomento Pesquero, 2016).</p> <p>Las emisiones de vanadio se relacionan con la actividad termoeléctrica.</p>
5	Níquel total	<p>El níquel es un elemento esencial que, en concentraciones elevadas, puede ser un metal tóxico para la biota acuática. La toxicidad del níquel depende del pH, la dureza, la alcalinidad y la salinidad (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-h). En organismos marinos vertebrados puede ocasionar</p>

		<p>manchas en la epidermis, dificultades respiratorias menores, y posterior muerte (Instituto de Fomento Pesquero, 2016).</p> <p>Las emisiones de níquel se relacionan a procesos de refinación de cobre y actividad de termoeléctricas.</p>
6	Plomo total	<p>El plomo es un metal tóxico para la biota acuática. La toxicidad del plomo depende principalmente de la dureza y salinidad (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-f). En organismos marinos puede provocar deformidades, neurotoxicidad, anemia hemolítica, efectos histopatológicos e inhibición en la síntesis de hemoglobina (Instituto de Fomento Pesquero, 2016).</p> <p>Las emisiones de plomo se relacionan a procesos de refinación de cobre y actividad de termoeléctricas.</p>
7	Mercurio total	<p>El mercurio es un metal tóxico para la biota acuática, en particular complejos orgánicos que son más tóxicos y tienen a bioacumularse. La toxicidad del mercurio depende de la dureza, salinidad y pH (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-g). Estudios de efectos crónicos de este metal en organismos marinos y de agua dulce, han reportado problemas en desarrollo de organismos (por ejemplo, aumento de incidencia de deformidades) junto con reducción en crecimiento y supervivencia (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2003).</p> <p>Las emisiones de mercurio se relacionan con procesos de refinación de cobre y actividad de termoeléctricas.</p>
8	Cromo total	<p>El cromo es un elemento esencial que, en concentraciones elevadas, puede ser un metal tóxico para la biota acuática. Los efectos biológicos adversos del cromo en los sedimentos incluyen la disminución de la diversidad y abundancia, la reducción de la mortalidad y los cambios de comportamiento de los organismos bentónicos, entre otros (Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999a).</p> <p>Las emisiones de cromo se relacionan con procesos de refinación de cobre, actividad de termoeléctricas.</p>
9	Cromo (VI)	<p>El cromo es un metal tóxico para la biota acuática. La toxicidad del cromo depende del estado de oxidación, siendo el Cr(VI) la especie más tóxica, además de la dureza, la alcalinidad y la temperatura (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-d). Estudios en organismos marinos para el cromo hexavalente han demostrado reducción en la respiración de crustáceos y afectación al crecimiento de plantas marinas (Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999c).</p> <p>Las emisiones de cromo se relacionan con procesos de refinación de cobre y actividad de termoeléctricas.</p>
10	Benceno	<p>El benceno es un hidrocarburo aromático tóxico para la biota acuática, parte de un grupo de compuestos denominados BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno) (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-b). Estudios en organismos marinos han reportado efectos negativos del benceno en el desarrollo de embriones de erizos de mar y mortalidad de huevos de peces (Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999b).</p>

		Las emisiones de benceno se relacionan con vertimientos accidentales de petróleo y escorrentía superficial de terminales marítimos de transporte y almacenamiento de petróleo.
11	Etilbenceno	<p>El etilbenceno es un hidrocarburo aromático tóxico para la biota acuática, parte de un grupo de compuestos denominados BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno) (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-b). Estudios en organismos marinos han reportado efectos negativos del etilbenceno en algas (inhibición de crecimiento y en invertebrados (reducción de movilidad) (Ayscough et al., 2002).</p> <p>Las emisiones de etilbenceno se relacionan con vertimientos accidentales de petróleo y escorrentía superficial de terminales marítimos de transporte y almacenamiento de petróleo.</p>
12	Tolueno	<p>El tolueno es un hidrocarburo aromático tóxico para la biota acuática, parte de un grupo de compuestos denominados BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno) (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-b). Estudios en organismos marinos han reportado efectos negativos del tolueno en peces como son la afectación a la eclosión y un aumento en la mortalidad (Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999d).</p> <p>Las emisiones de tolueno se relacionan con vertimientos accidentales de petróleo y escorrentía superficial de terminales marítimos de transporte y almacenamiento de petróleo.</p>
13	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	<p>Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) son compuestos formados por combustión incompleta de material orgánico, diagénesis y biosíntesis. Estos compuestos son tóxicos para la biota acuática (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-i). Los HAP constituyen una preocupación ambiental importante en los ecosistemas marinos debido a sus efectos adversos para los organismos, como su comportamiento de disruptor endocrino. Algunos de ellos son cancerígenos y están en la lista de prioridad de la USEPA, también han sido consideradas sustancias prioritarias de contaminantes según la Directiva Marco del Agua por su comportamiento medioambiental y sus efectos tóxicos (Nikolaou et al., 2009).</p> <p>Las emisiones de hidrocarburos aromáticos policíclicos se relacionan con vertimientos accidentales de petróleo; escorrentía superficial de terminales marítimos de transporte y almacenamiento de petróleo; y actividad de termoeléctricas.</p>
14	Naftaleno	<p>El naftaleno presenta efectos tóxicos para la biota acuática (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, s. f.-i). En el medio acuático, el Naftaleno es un HAP especialmente peligroso debido a su particular combinación de movilidad, toxicidad y efectos ambientales. Algunos estudios han concluido que la toxicidad del petróleo parece estar relacionado con la cantidad de hidrocarburos di-aromáticos (como el Naftaleno). Dentro de los efectos reportados en la biota acuática por concentraciones de Naftaleno se presenta el incremento en las tasas de consumo de oxígeno por invertebrados bentónicos, reducción en tasas de fotosíntesis, daño hepático, entre otros (Irwin, 1997).</p>

		Las emisiones de naftaleno se relacionan con vertimientos accidentales de petróleo; escorrentía superficial de terminales marítimos de transporte y almacenamiento de petróleo; y actividad de termoeléctricas.
15	4-nonilfenol	El 4-nonilfenol es un compuesto tóxico para la biota, además de ser un disruptor endocrino al presentar actividad estrogénica (U.S. Environmental Protection Agency, 2005). Es un compuesto orgánico utilizado en detergentes y productos de limpieza debido a sus propiedades como surfactante (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002).
16	Bromoformo	El bromoformo es tóxico para la vida acuática, siendo clasificado por la European Chemical Agency (ECHA) como "Tóxico para la vida acuática con efectos duraderos" (European Chemicals Agency, s. f.-a). El bromoformo, pertenece al grupo de los Trihalometanos (THM), siendo el principal compuesto halógeno que se produce en agua de mar. Los THM se forman al reaccionar la materia orgánica con el cloro presente en el ambiente, el cual se descarga en fuentes puntuales como termoeléctricas y procesamiento de gas. Se estima que el bromoformo corresponde a un 93-95% de los THM generados en agua de mar (Khalanski & Jenner, 2012).

Además, es importante señalar que el Programa de Monitoreo y Control de la Calidad Ambiental (en adelante, "PMCCA") definirá parámetros adicionales en la red de observación de estas normas, de forma de obtener información complementaria, que permita entender de mejor manera el estado de la bahía y que además pudiera utilizarse en futuras revisiones de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví. En este sentido, se considera pertinente evaluar la incorporación de los parámetros indicados en la Tabla 4, en la Red de Observación de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví.

Tabla 4. Principales parámetros propuestos para su incorporación a la Red de Observación de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví a incluir en el PMCCA de estas normas.

N°	Parámetro	Justificación
1	pH	El pH es un factor que afecta la especiación de contaminantes, modificando su biodisponibilidad.
2	Potencial redox	El potencial redox es un factor que afecta la especiación de contaminantes (estado de oxidación), modificando su biodisponibilidad.
3	Salinidad	La salinidad puede producir cambios en la biodiversidad de la zona, así como afectar la toxicidad de algunos contaminantes.
4	Oxígeno disuelto	Bajas concentraciones de oxígeno disuelto pueden producir asfixia en organismos

5	Temperatura ¹³	Puede producir cambios en la biodiversidad de la zona
6	Transparencia	Disminución en la transparencia puede ser indicador de inhibición de producción primaria, además puede ser utilizado como indicador de trofia
7	Fósforo total	Indicador de trofia
8	Nitrógeno total	Indicador de trofia
9	Clorofila a	Indicador de trofia
10	Carbón	Proporcionar monitoreo constante respecto a la presencia y acumulación de carbón en sedimentos.
11	Carbono orgánico total	Modifica biodisponibilidad de metales
12	Granulometría	Tamaño de grano puede favorecer la acumulación de metales
13	Metales disueltos	Aporta información sobre biodisponibilidad de metales
14	Hidrocarburos totales	Proporcionar monitoreo constante de otros hidrocarburos adicionales a los normados que pudieran estar presentes en la bahía.
15	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	Proporcionar monitoreo constante de otros hidrocarburos aromáticos policíclicos adicionales al naftaleno que pudieran estar presentes en la bahía.
16	Bioindicadores	Proporcionan una visión del estado de ecosistemas complejos y permiten integrar múltiples componentes (intervenciones antrópicas, relaciones entre comunidades, etc). Se propone el monitoreo de bioindicadores con una frecuencia de al menos dos veces por año.
17	Ensayos Ecotoxicológicos	Determinar efectos de las concentraciones de determinados parámetros de calidad de agua y sedimentos sobre la biota. Se propone la realización de estos ensayos en al menos las siguientes taxa: (i) Algas, (ii) Equinodermos, (iii) Moluscos y (iv) Crustáceos.

2.4 Definición de Tabla de Clases de Calidad

Las tablas de clases de calidad son una herramienta para evaluar el estado de los ecosistemas acuáticos en relación con la calidad fisicoquímica del agua de la bahía. Las tablas se construyen considerando 5 clases de calidad, cada una de las cuales corresponde a un rango de

¹³ En el caso particular de la temperatura, se propone incorporar la medición de este parámetro tanto en la bahía de Quintero-Puchuncaví, como en un sitio de referencia, el cual será definido en el PMCCA y debe contar con características similares a las de la bahía de Quintero-Puchuncaví (en cuanto a batimetría, dirección del viento, tamaño de sedimento, cantidad de materia orgánica, apertura de la bahía, entre otros) pero sin actividades antrópicas de relevancia que puedan modificar la temperatura natural de dicho sitio de referencia, de modo de obtener valores representativos de una condición sin intervención.

concentración. El valor señalado en cada clase representa el valor máximo de su rango, por lo que su valor mínimo viene dado por el valor señalado en la clase anterior. Estos rangos se fijan en base a la mayor cantidad de información biológica, ecotoxicológica, estadística y otros antecedentes relacionados con el estado de los ecosistemas acuáticos que se encuentre disponible en el momento de diseñar las NSCA (Ministerio de Medio Ambiente, 2017).

La Tabla de Clases de Calidad del Anteproyecto de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví presenta la clasificación de los valores de concentraciones ambientales para los distintos parámetros normados. Estas clases son definidas en virtud de alguno de los criterios establecidos en la Tabla 5, los cuales en su mayoría se relacionan con la variabilidad de los datos históricos de calidad de aguas en la bahía.

Los datos físico-químicos usados para la determinación de los percentiles que definen las clases de calidad provienen de la base de datos histórica elaborada por CEA (2020) y actualizada por MMA a febrero de 2021, la cual contiene información de calidad del agua y sedimentos de los programas POAL (1993-2020), PVA de unidades fiscalizables localizadas en la bahía (1994-2020) y monitoreos ambientales contratados por el MMA en diferentes estudios.

Tabla 5. Definición clases de calidad y criterios de definición de cada una de ellas por parámetro de acuerdo a la metodología propuesta por MMA (2017)¹⁴

Clase 1: Excelente	<p>Concentraciones ambientales de referencia que representan una condición muy buena de la bahía.</p> <p>Criterios de definición por parámetro para la matriz agua:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Percentil 50 de la distribución de todos los datos históricos de calidad fisicoquímica del agua del área de vigilancia con menor valor de percentil 50 para el respectivo parámetro. 2) Valor mínimo de las normas y lineamientos de referencia internacional consideradas en esta NSCA (ver sección 2.3). <p>Criterios de definición por parámetro para la matriz sedimentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Percentil 50 de los valores "background" determinados por el estudio de Universidad de Concepción (2021)¹⁵ respecto de calidad de sedimentos en la bahía.
---------------------------	--

¹⁴ **Percentil:** Corresponde al valor en la posición "k" de la serie de valores medidos y ordenados de forma creciente para cada área de vigilancia y parámetro ($X_1 \leq X_2 \dots \leq X_k \dots \leq X_{n-1} \leq X_n$). La posición "k" se calcula por medio de la siguiente fórmula: $k = q \cdot n$, donde "q" corresponde al valor del percentil deseado, tal que una proporción de los datos se encuentren bajo de la fracción "q", y "n" corresponde al número de valores efectivamente medidos durante el periodo analizado. Si el valor "k" no corresponde a un número entero, éste deberá ser aproximado al número entero más próximo.

¹⁵ El citado estudio tuvo como objetivo principal realizar una caracterización físico-química, en profundidad, de los sedimentos de la bahía de Quintero-Puchuncaví para estimar la concentración basal (calidad natural), determinar las variaciones temporales y comprender la influencia de la actividad industrial sobre la concentración de metaloides y metales pesados en los sedimentos de la bahía de Quintero-Puchuncaví.

	<p>2) Percentil 50 de la distribución de todos los datos históricos de calidad fisicoquímica del agua del área de vigilancia con menor valor de percentil 50 para el respectivo parámetro.</p>
<p>Clase 2: Óptima</p>	<p>Concentraciones ambientales consideradas como óptimas para la conservación y preservación de los ecosistemas acuáticos.</p> <p>Criterios de definición por parámetro para la matriz agua:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Percentil 85 de la distribución de todos los datos históricos de calidad fisicoquímica del agua del área de vigilancia con menor valor de percentil 85 para el respectivo parámetro. 2) Valor mínimo de las normas y lineamientos de referencia internacional asimiladas a Clase 2. 3) Segundo valor mínimo de las normas y lineamientos de referencia internacional asimiladas a Clase 2. <p>Criterios de definición por parámetro para la matriz sedimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Percentil 85 de la distribución de todos los datos históricos de calidad fisicoquímica de sedimentos del área de vigilancia con menor valor de percentil 85 para el respectivo parámetro. 2) Valor mínimo de las normas y lineamientos de referencia internacional asimiladas a Clase 2. 3) Segundo valor mínimo de las normas y lineamientos de referencia internacional asimiladas a Clase 2.
<p>Clase 3: Media</p>	<p>Concentraciones ambientales medianamente aceptables que representan un ecosistema con perturbación antrópica.</p> <p>Criterios de definición por parámetro para la matriz agua:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Promedio de las concentraciones definidas en la Clase 2 y la Clase 4. <p>Criterios de definición por parámetro para la matriz sedimentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Promedio de las concentraciones definidas en la Clase 2 y la Clase 4.
<p>Clase 4: Mala</p>	<p>Concentraciones ambientales que pueden producir riesgo de daños en la estructura y funciones del ecosistema o en algunas especies en particular.</p> <p>Criterios de definición por parámetro para la matriz agua:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Percentil 85 de la distribución de todos los datos históricos de calidad fisicoquímica del agua del área de vigilancia con mayor valor de percentil 85. 2) Valor máximo de las normas y lineamientos de referencia internacional asimiladas a Clase 3. 3) Segundo valor máximo de normas y lineamientos de referencia internacional asimiladas a Clase 3. 4) Valor mínimo de las normas y lineamientos de referencia internacional asimiladas a Clase 4. <p>Criterios de definición por parámetro para la matriz sedimentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Percentil 85 de la distribución de todos los datos históricos de calidad fisicoquímica del agua del área de vigilancia con mayor valor de percentil 85. 2) Valor máximo de normas y lineamientos de referencia internacional asimiladas a Clase 3.

	<p>3) Segundo valor máximo de normas y lineamientos de referencia internacional asimiladas a Clase 3.</p> <p>4) Valor mínimo de las normas y lineamientos de referencia internacional asimiladas a Clase 4.</p>
Clase 5: Muy Mala	<p>Concentraciones ambientales no aceptables.</p> <p>Criterios de definición por parámetro para las matrices agua y sedimentos:</p> <p>1) Valores superiores al valor establecido como clase 4.</p>

Finalmente, en concordancia con los criterios y consideraciones anteriormente expuestos, la Tabla 6 presenta la Tabla de Clases de Calidad del Anteproyecto para la matriz agua, mientras que la Tabla 7 presenta Tabla de Clases de Calidad del Anteproyecto para la matriz sedimentos.

Tabla 6. Tabla de Clases de Calidad de la bahía de Quintero-Puchuncaví para el componente agua, señalando entre paréntesis el criterio de utilizado, definidos en Tabla 5.

Parámetro	Unidad	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Arsénico total	mg/L	0,003 ⁽¹⁾	0,008 ⁽¹⁾	0,044 ⁽¹⁾	0,080 ⁽²⁾	>0,080 ⁽¹⁾
Cadmio total	mg/L	0,0002 ⁽¹⁾	0,004 ⁽³⁾	0,020 ⁽¹⁾	0,036 ⁽²⁾	>0,036 ⁽¹⁾
Cobre total	mg/L	0,003 ⁽¹⁾	0,008 ⁽¹⁾	0,019 ⁽¹⁾	0,030 ⁽²⁾	>0,030 ⁽¹⁾
Vanadio total	mg/L	0,008 ⁽¹⁾	0,160 ⁽²⁾	0,398 ⁽¹⁾	0,635 ⁽¹⁾	>0,635 ⁽¹⁾
Níquel total	mg/L	0,005 ⁽¹⁾	0,020 ⁽¹⁾	0,290 ⁽¹⁾	0,560 ⁽²⁾	>0,560 ⁽¹⁾
Plomo total	mg/L	0,001 ⁽¹⁾	0,007 ⁽¹⁾	0,077 ⁽¹⁾	0,147 ⁽²⁾	>0,147 ⁽¹⁾
Mercurio total	mg/L	0,00002 ⁽²⁾	0,0002 ⁽³⁾	0,0008 ⁽¹⁾	0,0014 ⁽²⁾	>0,0014 ⁽¹⁾
Benceno	mg/L	0,005 ⁽¹⁾	0,110 ⁽²⁾	0,705 ⁽¹⁾	1,300 ⁽²⁾	>1,300 ⁽¹⁾
Etilbenceno	mg/L	0,002 ⁽¹⁾	0,025 ⁽²⁾	0,093 ⁽¹⁾	0,160 ⁽²⁾	>0,160 ⁽¹⁾
Tolueno	mg/L	0,050 ⁽¹⁾	0,215 ⁽²⁾	0,273 ⁽¹⁾	0,330 ⁽²⁾	>0,330 ⁽¹⁾
Naftaleno	mg/L	0,0001 ⁽¹⁾	0,001 ⁽²⁾	0,061 ⁽¹⁾	0,120 ⁽²⁾	>0,120 ⁽¹⁾
4-nonilfenol	mg/L	0,0005 ⁽²⁾	0,0007 ⁽³⁾	0,0039 ⁽¹⁾	0,0070 ⁽²⁾	>0,0070 ⁽¹⁾
Cromo (VI)	mg/L	0,0001 ⁽²⁾	0,002 ⁽²⁾	0,043 ⁽¹⁾	0,085 ⁽³⁾	>0,085 ⁽¹⁾
Bromoformo	mg/L	0,00002 ⁽²⁾	0,0013 ⁽²⁾	0,5007 ⁽¹⁾	1,0000 ⁽⁴⁾	>1,0000 ⁽¹⁾

Tabla 7. Tabla de Clases de Calidad de la bahía de Quintero-Puchuncaví para el componente sedimentos, señalando entre paréntesis el criterio de utilizado, definidos en Tabla 5.

Parámetro	Unidad	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Arsénico total	mg/kg	6,4 ⁽¹⁾	20,0 ⁽³⁾	48,0 ⁽¹⁾	76,0 ⁽²⁾	>76,0 ⁽¹⁾
Cadmio total	mg/kg	0,05 ⁽¹⁾	0,4 ⁽¹⁾	7,7 ⁽¹⁾	15,0 ⁽²⁾	>15,0 ⁽¹⁾
Cobre total	mg/kg	37,8 ⁽¹⁾	50,7 ⁽¹⁾	135,4 ⁽¹⁾	220,0 ⁽⁴⁾	>220,0 ⁽¹⁾
Cromo total	mg/kg	28,2 ⁽¹⁾	52,3 ⁽²⁾	211,2 ⁽¹⁾	370,0 ⁽³⁾	>370,0 ⁽¹⁾
Vanadio total	mg/kg	14,4 ⁽²⁾	34,6 ⁽¹⁾	61,5 ⁽¹⁾	88,4 ⁽¹⁾	>88,4 ⁽¹⁾
Níquel total	mg/kg	4,3 ⁽¹⁾	21,0 ⁽²⁾	70,5 ⁽¹⁾	120,0 ⁽²⁾	>120,0 ⁽¹⁾
Plomo total	mg/kg	13,6 ⁽¹⁾	30,2 ⁽²⁾	125,1 ⁽¹⁾	220,0 ⁽²⁾	>220,0 ⁽¹⁾
Mercurio total	mg/kg	0,03 ⁽¹⁾	0,13 ⁽²⁾	0,57 ⁽¹⁾	1,00 ⁽²⁾	>1,00 ⁽¹⁾
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	mg/kg	0,03 ⁽²⁾	2,0 ⁽²⁾	11,0 ⁽¹⁾	20,0 ⁽⁴⁾	>20,0 ⁽¹⁾

2.5 Definición de los criterios de cumplimiento

El cumplimiento de las NSCA se evalúa, en la mayoría de los casos, a través de un análisis estadístico preestablecido en el cuerpo del Decreto Supremo que las aprueban (Ministerio de Medio Ambiente, 2017)

El cumplimiento de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví deberá verificarse anualmente, de acuerdo al Programa de Medición y Control de la Calidad Ambiental (PMCCA), el cual deberá dictarse en un plazo máximo de seis meses desde la publicación del Decreto Supremo que apruebe estas normas.

En cuanto a los criterios de cumplimiento, el Anteproyecto considera cuatro (4) monitoreos al año, con representatividad estacional, estableciendo que se consideran sobrepasadas las normas cuando el percentil 85 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas para un parámetro, considerando un período de dos años calendarios consecutivos, supere los valores establecidos en las normas para las matrices agua o sedimentos.

2.6 Análisis del estado actual de la bahía

El análisis del estado actual de la bahía es un ejercicio que se hace para evaluar, utilizando los criterios de cumplimiento establecidos (percentil 85 de los dos últimos años), en qué clase de calidad se encuentra cada parámetro normado en cada área de vigilancia. Además, permite predecir el comportamiento que tendría la implementación de la normativa bajo el supuesto que los patrones actuales medidos y observados se repitiesen en el futuro.

La Tabla 8 presenta el análisis del estado actual de la bahía de Quintero-Puchuncaví para el componente agua marina, el cual se realiza en base a la evaluación de los criterios de

cumplimiento establecidos en la sección 2.5 (percentil 85), durante el periodo 2018-2019, y a los valores establecidos en Tabla de Clases de Calidad (

Tabla 6). La Tabla 9, en tanto, presenta la evaluación del estado actual para la matriz sedimentos, en base la Tabla de Clases de Calidad definida para esta matriz (Tabla 7) y los mismos criterios de evaluación de cumplimiento definidos para la matriz agua marina.

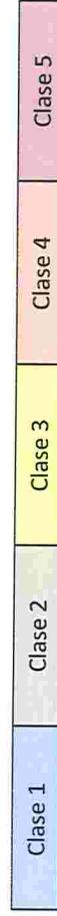
Tabla 8. Estado actual de la bahía de Quintero-Puchuncaví, matriz agua (periodo 2018-2019).

Parámetro	Unid ad	AMERB NORTE	INDUSTRIAL NORTE	BAHÍA CENTRO	INDUSTRIAL CENTRO	BAHÍA SUR	AMERB SUR
ARSENICO TOTAL	mg/L	0,002	0,010	0,002	0,001	0,001	0,002
CADMIO TOTAL	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
COBRE TOTAL	mg/L	0,001	0,009	0,001	0,002	0,002	0,001
VANADIO TOTAL	mg/L	0,008	0,100	0,008	0,008	0,008	0,008
NIQUEL TOTAL	mg/L	0,002	0,010	0,002	0,005	0,002	0,002
PLOMO TOTAL	mg/L	0,003	0,003	0,003	0,003	0,005	0,003
MERCURIO TOTAL	mg/L	0,0004	0,0003	0,0004	0,0003	0,0005	0,0004
CROMO (VI)	mg/L	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
BENCENO	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
ETILBENCENO	mg/L	0,005	0,010	0,005	0,010	0,005	0,005
TOLUENO	mg/L	0,005	0,050	0,005	0,005	0,005	0,005
NAFTALENO	mg/L	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004
4-NONILFENOL	mg/L						
BROMOFORMIO	mg/L						

Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Sin Información
---------	---------	---------	---------	---------	-----------------

Tabla 9. Estado actual de la bahía de Quintero-Puchuncaví, matriz sedimentos (periodo 2018-2019).

Parámetro	Unidad	INDUSTRIAL NORTE	BAHÍA CENTRO	INDUSTRIAL CENTRO	BAHÍA SUR
ARSENICO TOTAL	mg/kg	6,7	2,6	6,3	4,5
CADMIO TOTAL	mg/kg	0,3	0,1	0,3	0,1
COBRE TOTAL	mg/kg	42,2	50,6	28,1	124,3
VANADIO TOTAL	mg/kg	30,6	24,3	39,2	24,3
NIQUEL TOTAL	mg/kg	6,5	10,5	9,2	5,3
PLOMO TOTAL	mg/kg	9,2	6,2	9,7	8,1
MERCURIO TOTAL	mg/kg	0,02	0,01	0,02	0,02
CROMO TOTAL	mg/kg	18,6	26,9	20,3	21,8
HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS	mg/kg	2,00	0,43	2,00	0,03



2.7 Determinación de valores umbrales de las normas

La determinación de los valores umbrales del Anteproyecto, para cada parámetro y área de vigilancia, se realizó teniendo en consideración el objetivo de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví, las tablas de clases de calidad (

Tabla 6 y Tabla 7) y la calidad actual de la bahía (Tabla 8 y Tabla 9).

La Tabla 10 presenta los niveles de calidad ambiental por área de vigilancia para los 16 parámetros normados en el Anteproyecto. En términos generales, estas normas establecen que aquellos parámetros en Clase 1 o Clase 2 deben mantenerse al menos en Clase 2 (condición ambiental óptima).

En el caso de parámetros cuya clase actual corresponde a Clase 3 (condición ambiental de media calidad), se determinó que los parámetros en que las mediciones de calidad ambiental fueran inferiores al límite de detección y este límite correspondiera a Clase 3, el valor normado se estableció en Clase 3, como por ejemplo los parámetros mercurio total y cromo (VI) en agua de mar. En caso contrario, es decir, que los valores determinados como estado actual fueran superiores al límite de detección, el valor normado se estableció en Clase 2, es el caso de parámetros como arsénico total en agua de mar y cobre total en agua de mar y sedimentos.

La Tabla 10 muestra los niveles de calidad ambiental definidos para cada uno de los parámetros normados en las matrices agua de mar y sedimentos, en las distintas áreas de vigilancia de las NSCA Bahía Quintero-Puchuncaví.

Tabla 10. Niveles de calidad ambiental por área de vigilancia de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví.

PARÁMETRO	AMERB NORTE		INDUSTRIAL NORTE		BAHÍA CENTRO		INDUSTRIAL CENTRO		BAHÍA SUR		AMERB SUR	
	AGUA DE MAR (mg/L)	SEDIMENTOS (mg/kg)										
ARSENICO TOTAL	0,008	-	0,008	20,0	0,008	20,0	0,008	20,0	0,008	20,0	0,008	-
CADMIO TOTAL	0,004	-	0,004	0,4	0,004	0,4	0,004	0,4	0,004	0,4	0,004	-
COBRE TOTAL	0,008	-	0,008	50,7	0,008	50,7	0,008	50,7	0,008	50,7	0,008	-
VANADIO TOTAL	0,160	-	0,160	34,6	0,160	34,6	0,160	34,6	0,160	34,6	0,160	-
NIQUEL TOTAL	0,020	-	0,020	21,0	0,020	21,0	0,020	21,0	0,020	21,0	0,020	-
PLOMO TOTAL	0,007	-	0,007	30,2	0,007	30,2	0,007	30,2	0,007	30,2	0,007	-
MERCURIO TOTAL	0,0008	-	0,0008	0,13	0,0008	0,13	0,0008	0,13	0,0008	0,13	0,0008	-
CROMO TOTAL	-	-	-	52,3	-	52,3	-	52,3	-	52,3	-	-
CROMO (VI)	0,043	-	0,043	-	0,043	-	0,043	-	0,043	-	0,043	-
BENCENO	0,110	-	0,110	-	0,110	-	0,110	-	0,110	-	0,110	-
ETILBENCENO	0,025	-	0,025	-	0,025	-	0,025	-	0,025	-	0,025	-
TOLUENO	0,215	-	0,215	-	0,215	-	0,215	-	0,215	-	0,215	-
HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS	-	-	-	2,0	-	2,0	-	2,0	-	2,0	-	-
NAFTALENO	0,001	-	0,001	-	0,001	-	0,001	-	0,001	-	0,001	-
4-NONILFENOL	0,0007	-	0,0007	-	0,0007	-	0,0007	-	0,0007	-	0,0007	-
BROMOFORMO	0,0013	-	0,0013	-	0,0013	-	0,0013	-	0,0013	-	0,0013	-



La Tabla 11 presenta un resumen de las NSCA bahía Quintero-Puchuncaví, indicado el número total de combinaciones de parámetros y áreas de vigilancias normadas e información relativa a las excedencias, considerando el Anteproyecto (Tabla 10) y el estado actual (Tabla 8 y Tabla 9).

Tabla 11. Descriptores del anteproyecto de norma

N° total de normas	120
N° total de eventuales saturaciones	4
Parámetros con eventuales saturaciones	Agua: - Arsénico total - Cobre total Sedimentos: - Cobre total - Vanadio total
% de saturación	3,3%

Finalmente, con el objetivo de entregar información referencial necesaria para la elaboración del AGIES del anteproyecto de estas NSCA, se adjunta en Anexo B la propuesta de modelo de emisión-concentración para llevar a cabo la evaluación de costos de un eventual plan de descontaminación ambiental, en caso de generarse superaciones de la NSCA Bahía Quintero-Puchuncaví.

3. Referencias

- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-a). *Arsenic in freshwater and marine water*. Recuperado 3 de agosto de 2021, de <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/arsenic-2000>
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-b). *C6–C9 aromatic hydrocarbons (benzene, toluene, ethylbenzene, xylene, cumene) in freshwater and marine water*. Recuperado 3 de agosto de 2021, de <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/c6-c9-aromatic-hydrocarbons-2000>
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-c). *Cadmium in freshwater and marine water*. Recuperado 3 de agosto de 2021, de <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/cadmium-2000>
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-d). *Chromium in freshwater and marine water*. Recuperado 3 de agosto de 2021, de <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/chromium-2000>
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-e). *Copper in freshwater and marine water*. Recuperado 3 de agosto de 2021, de <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/copper-2000>
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-f). *Lead in freshwater and marine water*. Recuperado 3 de agosto de 2021, de <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/lead-2000>
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-g). *Mercury in freshwater and marine water*. Recuperado 3 de agosto de 2021, de <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/mercury-2000>
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-h). *Nickel in freshwater and marine water*. Recuperado 3 de agosto de 2021, de <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/nickel-2000>
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-i). *Polycyclic aromatic hydrocarbons in freshwater and marine water*. Recuperado 3 de agosto de 2021,

- de <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/polycyclic-aromatic-hydrocarbons-2000>
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-j). *Toxicant default guideline values for sediment quality*. <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/sediment-quality-toxicants>
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-k). *Toxicant default guideline values for water quality in aquatic ecosystems*. <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants>
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (s. f.-l). *Vanadium in freshwater and marine water*. Recuperado 3 de agosto de 2021, de <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/vanadium-2000>
- Ayscough, N. J., Young, W., & Whitehouse, P. (2002). *Proposed Environmental Quality Standards for Ethylbenzene in Water*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/291223/sp2-115-tr4-e-e.pdf
- California Environmental Protection Agency. (2019). *Water Quality Control Plan for Ocean Waters of California*. https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/ocean/docs/oceanplan2019.pdf
- Canadian Council of Ministers of the Environment. (s. f.-a). *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. <https://ccme.ca/en/current-activities/canadian-environmental-quality-guidelines>
- Canadian Council of Ministers of the Environment. (s. f.-b). *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. Recuperado 9 de agosto de 2021, de <https://ccme.ca/en/current-activities/canadian-environmental-quality-guidelines>
- Canadian Council of Ministers of the Environment. (1999a). *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life - Chromium*. <https://ccme.ca/en/res/chromium-canadian-sediment-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life-en.pdf>
- Canadian Council of Ministers of the Environment. (1999b). *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life - Benzene*. <https://ccme.ca/en/res/benzene-en-canadian-water-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life.pdf>
- Canadian Council of Ministers of the Environment. (1999c). *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life - Chromium*. <https://ccme.ca/en/res/chromium-en-canadian-water-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life.pdf>

- Canadian Council of Ministers of the Environment. (1999d). *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life - Toluene*. <https://ccme.ca/en/res/toluene-en-canadian-water-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life.pdf>
- Canadian Council of Ministers of the Environment. (2002). *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life - Nonylphenol and its ethoxylates*. <https://ccme.ca/en/res/nonylphenol-and-its-ethoxylates-en-canadian-water-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life.pdf>
- Canadian Council of Ministers of the Environment. (2003). *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life - Mercury*. <https://ccme.ca/en/res/mercury-inorganic-mercury-and-methylmercury-en-canadian-water-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life.pdf>
- Centro de Ecología Aplicada. (2013). *Análisis de riesgo ecológico por sustancias potencialmente contaminantes en el aire, suelo y agua, en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví*.
- Centro de Ecología Aplicada. (2020). *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*.
- Con Potencial Consultores. (2020). *Modelo de dispersión de contaminantes en la bahía de Quintero*.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2005). *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747#_ftn19
- Dirección General de Aguas. (2005). *EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS SUBTERRÁNEOS DE LAS CUENCAS COSTERAS DE LA Vª REGION*. <https://snia.mop.gob.cl/sad/SUB4375.pdf>
- DIRECTEMAR. (s. f.). *Mapa de Sensibilidad Ambiental Valparaíso - Quintero*. https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20170526/asocfile/20170526164635/06_msa_quintero__valpara__so.pdf
- DIRINMAR. (2019). *Informe de diagnóstico ambiental: Análisis data POAL bahía de Quintero (2005-2018) y unidades fiscalizables controladas por la autoridad marítima*. https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20190729/asocfile/20190729155241/informe_diagnostico_quintero.pdf
- E.M.J. Verbruggen, T.P. Traas, R. H. L. J. F., S. Ciarelli, R. Posthumus, J. H. V., & J.W.A. Scheepmaker, P. L. A. van V. (2005). *Environmental Risk Limits for alcohols, glycols, and some other relatively soluble and/or volatile compounds*. <https://rivm.openrepository.com/bitstream/handle/10029/7381/601501016.pdf>

- European Chemicals Agency. (s. f.-a). *Bromoform*. Registration Dossier. <https://echa.europa.eu/es/registration-dossier/-/registered-dossier/27552/6/1>
- European Chemicals Agency. (s. f.-b). *Inicio*. <https://echa.europa.eu/es/home>
- Holón. (2019). *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*.
- Instituto de Fomento Pesquero. (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*. https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-97154_documento.
- Instituto Nacional de Estadística. (2018). *Resultados CENSO 2017*. <http://resultados.censo2017.cl/Home/Download>
- Irwin, R. J. (1997). *Environmental Contaminants Encyclopedia Naphthalene Entry*. <https://www.fws.gov/caribbean/ES/PDF/Contaminants/naphthal.pdf>
- Khalanski, M., & Jenner, H. A. (2012). Chlorination Chemistry and Ecotoxicology of the Marine Cooling Water Systems. En R. S., J. H., & V. V. (Eds.), *Operational and Environmental Consequences of Large Industrial Cooling Water Systems*. Springer.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2017). *Guía para la elaboración de normas secundarias de calidad ambiental en aguas continentales y marinas*.
- Ministry of Environment & Climate Change Strategy. (2019). *British Columbia Approved Water Quality Guidelines: Aquatic Life, Wildlife & Agriculture*. https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/water-quality-guidelines/approved-wqgs/wqg_summary_aquaticlife_wildlife_agri.pdf
- Nikolaou, A., Kostopoulou, M., Lofrano, G., & Meric, S. (2009). Determination of PAHs in marine sediments: analytical methods and environmental concerns. *Global NEST Journal*, 11(4), 391–405. <https://doi.org/10.30955/gnj.000662>
- Statens Forurensningstilsyn. (2007). *Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/2229/ta2229.pdf>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2004). *National Recommended Water Quality Criteria*. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/nrwqc-2004.pdf>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2005). *Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria -*

Nonylphenol.

<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1004WZW.PDF?Dockey=P1004WZW.PDF>

Universidad de Concepción. (2021). *Evaluación temporal y espacial del contenido de metales pesados en sedimentos de la bahía de Quintero-Puchuncaví.*

4. Anexos

4.1 Anexo A: Identificación de puntos de descarga presentes en la bahía de Quintero-Puchuncaví

Tabla A.1. Puntos de descargas de fuentes puntuales presentes en las áreas de vigilancia normadas de la bahía de Quintero-Puchuncaví, al 2021.

ID	Unidad Fiscalizable	Punto de Descarga	Rubro
1	COMPLEJO TERMOELÉCTRICO VENTANAS	UNIDAD 4	TERMOELÉCTRICAS
2	COMPLEJO TERMOELÉCTRICO VENTANAS	VENTANAS.3	TERMOELÉCTRICAS
3	COMPLEJO TERMOELÉCTRICO VENTANAS	UNIDAD1	TERMOELÉCTRICAS
4	COMPLEJO TERMOELÉCTRICO VENTANAS	UNIDAD2	TERMOELÉCTRICAS
5	PLANTA GASMAR QUINTERO	PUNTO 1 BAHÍA DE QUINTERO CIRCUITO 1200	TERMINAL MARÍTIMO
6	PLANTA GASMAR QUINTERO	PUNTO 2 BAHÍA DE QUINTERO CIRCUITO 300	TERMINAL MARÍTIMO
7	PESQUERA QUINTERO	P. QUINTERO	PESCA Y ACUICULTURA
8	TERMINAL MARITIMO DE QUINTERO COPEC	COPEC.QUIN EMISARIO	TERMINAL MARÍTIMO
9	FUNDICION Y REFINERIA VENTANAS	C.DVENTANAS	MINERÍA
10	TERMINAL MARITIMO DE QUINTERO ENAP	ENAP. QUINTERO	TERMINAL MARÍTIMO
11	TERMINAL MARITIMO GNL - QUINTERO	GNL. QUINTERO	TERMINAL MARÍTIMO
12	TERMINAL MARITIMO GNL - QUINTERO	BAÑO. MODULAR. GNL	AGUAS RESIDUALES
13	ESVAL	ES - QUINTERO	AGUAS RESIDUALES
14	NO APLICA	DESCARGA NO CONTROLADA PUNTA VENTANILLAS	AGUAS RESIDUALES

4.2 Anexo B: Propuesta de modelo emisión-concentración simplificado de la bahía de Quintero-Puchuncaví para la elaboración del Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) del Anteproyecto de norma (se adjunta)