



INFORME FINAL CORREGIDO

**Diagnóstico y Proyección de las Actividades
de Acuicultura entre Arica y Taltal**

FIP N° 2008-34 / Abril 2010



INFORME FINAL CORREGIDO
Diagnóstico y Proyección de las Actividades
de Acuicultura entre Arica y Taltal
FIP N° 2008-34 / Abril 2010

Requirente

Fondo de Investigación Pesquera, FIP

Presidente del Consejo:

Pablo Galilea Carrillo

Ejecutor

Instituto de Fomento Pesquero

Jefe División Investigación en Acuicultura

Leonardo Guzmán Méndez

Director Ejecutivo

Jorge Antonio Toro Da'Ponte

Jefe de Proyecto

Vladimir Murillo Haro

Autores

Vladimir Murillo H.
Ricardo González M.
María Soto B.
Christian Espinoza A.
Nicole Pesse L.

Colaboradores

Cristian Toledo C.
Jaime Cursach V.
Marina Oyarzun V.
Melissa Conejeros
Nilda Paredes I.
Carmen G. Valenzuela
Heraldo Contreras C.
Lilian Díaz G.
Paola Hinojosa C.



RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del estudio es “Diagnosticar y proyectar las actividades de acuicultura en la zona norte de Chile (regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta) a base de la caracterización de las condiciones ambientales, sanitarias, geográficas y operativas”.

Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la acuicultura, particularmente considerando los principales recursos sometidos a cultivo. En esta aproximación se recogen antecedentes sobre las tendencias de la acuicultura, niveles históricos de producción, áreas donde se concentra la actividad y la investigación aplicada llevada a cabo en torno a diversificar la matriz productiva regional.

Se han identificado 99 concesiones de acuicultura para la zona comprendida entre Arica y Taltal, de las cuales 52 están autorizadas y 47 en trámite de otorgamiento. Estos permisos cubren un área total de 3445,48 ha distribuidas en 42 localidades costeras. La base productiva histórica del litoral costero de Arica a Taltal ha sido sustentada por el cultivo comercial de ostión del norte, ostra del Pacífico y pelillo. En tanto que, en las aguas epicontinentales el cultivo comercial es sostenido por las microalgas *Haematococcus* y *Spirulina*. Complementariamente, se recopilaron antecedentes científico-técnicos sobre experiencias de cultivo (nacionales y extranjeras) de las principales especies hidrobiológicas con potencialidad e interés para su cultivo, en relación con temas que abarcan: la producción de semillas, la engorda y las óptimas condiciones ambientales para su cultivo, intensidad de uso del recurso espacio, entre otros aspectos relevantes para establecer el grado de desarrollo de su cultivo. También se identificaron las externalidades y las limitantes asociadas al desarrollo de la actividad. Para la zona de estudio se establecieron 45 especies hidrobiológicas como susceptibles de cultivarse, de las



cuales cinco han sido cultivadas comercialmente y 24 sólo de manera experimental. Adicionalmente, se consideraron otras 16 especies que representan cultivos consolidados o experimentales con promisorios resultados en otras regiones del país, de las cuales se proyecta que a mediano plazo se lograría un escalamiento industrial. Paralelamente se realizó una recopilación en la literatura científica y documentos técnicos de los eventuales efectos ambientales causados por las actividades de acuicultura en Chile y en el extranjero, identificándose los impactos generados por cada tipo de cultivo (especie hidrobiológica, sistema de cultivo) en ambientes marinos y dulceacuícolas. Mediante el conocimiento de estos impactos, se establecieron los parámetros ambientales más relevantes para la acuicultura, asociados a tres matrices ambientales: fondo marino, recurso hidrobiológico y columna de agua. Este paso se constituyó en un fundamental insumo para la evaluación de las áreas de interés, según su estado sanitario y ambiental.

Adicionalmente, se realizó un análisis exhaustivo de la normativa ambiental vigente en Chile y su aplicación a las actividades de acuicultura en la zona norte, junto con identificar regulaciones y programas de seguimiento internacionales en este ámbito (e.g., ECASA, EEA), algunos de cuyos procedimientos podrían ser aplicados en la realidad chilena.

En total se identifican 34 parámetros ambientales y sanitarios de importancia para el desarrollo de la acuicultura (marina), según matriz receptora (sedimento, recurso hidrobiológico y agua). Para determinar la condición en la matriz sedimentaria, se incluyen algunos de los estándares o directrices canadienses para la protección de la vida acuática: batimetría, granulometría, materia orgánica y topografía del fondo. En tanto son considerados relevantes para determinar la condición sanitaria de recursos hidrobiológicos en un área selecta: la concentración de metales (Hg, Cd, Pb y As), la determinación de microorganismos



deletéreos para la salud humana como *Salmonella* y aquellos generadores de los venenos paralizante, diarreico y amnésico de los mariscos. Los parámetros correntometría, sólidos suspendidos, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, clorofila-a, pH, metales (Hg, Cd, Pb y As), sulfuro de hidrógeno, fósforo (fosfato-ortofosfato), demanda biológica de oxígeno, nitrógeno, nitrato, coliformes totales, coliformes fecales y pesticidas, son considerados como variables de importancia para determinar la condición ambiental en la columna de agua.

Para contrarrestar el déficit de información sanitaria y ambiental en el área estudiada, se realizó un muestreo complementario en áreas selectas, cuyas localidades de referencia son: Playa Corazones (al sur de Arica), Caleta Camarones, Bahía de Pisagua, Caleta Los Verdes, Caleta Chanavayita, Caleta Chipana, Caleta Punta Arenas, Caleta Constitución, Caleta Paposos y Caleta Buena (al sur de Taltal). Estas localidades fueron seleccionadas mediante la aplicación de un análisis gráfico que permitió la delimitación de áreas homogéneas y el descarte de aquellas zonas en que las actividades económicas que se desarrollan en el borde costero presentaron incompatibilidades de usos con la acuicultura, o bien, por peligros o vulnerabilidades del ambiente natural, ante el potencial desarrollo de actividades de acuicultura a pequeña escala en la zona de estudio.

Respecto a parámetros relevantes para la salud pública y que por su connotación trae consigo limitaciones a la comercialización de productos procedentes de la acuicultura, tenemos que: los moluscos marinos obtenidos *in situ* sobrepasaron los niveles máximos permitidos a nivel nacional para el metal arsénico (2,0 mg/kg), sólo en dos tercios de las estaciones ubicadas al sur de Bahía de Pisagua y en las tres estaciones de muestreo en Caleta Chanavayita. Para el caso del plomo, sólo en un tercio de las estaciones de muestreo en Caleta Chanavayita se registraron moluscos que sobrepasaron el nivel máximo permitido (1,5 mg/kg). Por otra parte,



para la totalidad de las localidades muestreadas los organismos analizados no sobrepasaron el máximo permitido para el mercurio (0,50 mg/kg). En contraposición, el cadmio sobrepasó el límite máximo permitido (1,0 mg/kg) en la totalidad de las localidades muestreadas.

A base de la totalidad de los resultados obtenidos a partir del muestreo complementario, se concluye que, en términos geofísicos y ambiental-sanitarios, las mejores condiciones iniciales para el desarrollo de actividades de acuicultura se presentaron en las localidades de: Caleta Corazones, Caleta Chanavayita, Caleta Punta Arenas, Caleta Constitución y Caleta Buena. El aspecto restrictivo es la superación en todas estas del máximo permitido para el cadmio en recurso.

En el borde costero de las regiones del norte de Chile (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta), existen 70 polígonos costeros descritos en los decretos como Areas Aptas para el ejercicio de la Acuicultura (A.A.A). Estos polígonos se encuentran distribuidos en 41 localidades, cubriendo un área total de 32.129,91 ha. No obstante, a pesar de la gran superficie disponible ha existido una evidente subutilización de estas áreas. A tal punto que en 47 de estos polígonos costeros no hay concesiones ni solicitudes de acuicultura. Además, se detecta problemas de sobreposición de vértices con AMERBs. En función de su dinámica litoral se identificaron 27 sistemas de Bahías o Ensenadas para la zona de estudio.

La totalidad de la información ambiental recopilada ha sido posicionada por medio de un Sistema de Información Geográfico (SIG), obteniéndose por un lado, cartografía temática estandarizada y normalizada y por otro lado, se determinó las variables y/o parámetros que operacionalmente pueden ser considerados como criterios en la asignación de “áreas aptas para la acuicultura”, con un enfoque orientado hacia un mejor uso del recurso espacio y a propender a la sustentabilidad de esta actividad económica.



Para el establecimiento de las especies de “interés para la acuicultura” se aplicó un índice desarrollado para tal fin (IPEA: Índice de Priorización de Especies para la Acuicultura), dado la carencia de herramientas de este tipo. Este procedimiento permitió agrupar 14 especies en la clasificación: “especies prioritarias” y 20 especies en la denominación: “especies no prioritarias” o de “no consideración inmediata” para su cultivo, en función a consideraciones biológico- productivas, tecnológicas y económicas. Las especies adscritas a la primer grupo fueron: el ostión (*Argopecten purpuratus*), la ostra japonesa (*Crassostrea gigas*), la ostra chilena (*Tiostrea chilensis*), el abalón (*Haliotis rufescens*), el loco (*Concholepas concholepas*), el pulpo (*Octopus mimus*), el camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*), la langosta de agua dulce (*Cherax tenuimanus*), el acha (*Medialuna ancietae*), el dorado (*Seriola lalandi*), el atún (*Thunnus spp.*), el pepino de mar japonés (*Apostichopus japonicus*), el chascón (*Lessonia nigrescens*) y el pelillo (*Gracilaria spp.*). Posteriormente, se cruzó información tanto de las áreas de interés como de las especies priorizadas generándose aptitudes de cultivo por sector. A través de un procedimiento numérico, los resultados indican que: Cerro Moreno-Isla Santa Maria, Ñajo-Pabellón de Pica, Caleta San Marcos-Playa Corazones, Tocopilla-Río Loa y Taltal-Paposo, son los sectores que reúnen las mejores condiciones (Aptitud Alta) para desarrollar actividades de acuicultura, permitiendo sustentar el cultivo de entre 6 y 12 del total de especies evaluadas en este análisis. Destacan por su mayor afinidad con las distintas áreas, en orden decreciente: el pelillo, el ostión del norte, el chascón, la ostra chilena y el abalón, cuya cobertura espacial para establecerse productivamente abarcaría al menos 7 áreas. En tanto, que Punta Camarones-Caleta Chica, Tiviliche-Pisagua, Chipana y Playa Folkers-Lobitos sólo reúnen condiciones intermedias, por lo que la matriz de diversificación de la acuicultura estaría restringida esencialmente a 2 ó 4 especies con cierto potencial. La mayor parte de los requerimientos biológicos de la ostra japonesa, el pulpo, el loco, el acha y el pepino de mar japonés no fueron reunidos por las áreas en evaluación, restringiéndose espacialmente los potenciales



sectores a donde puede materializarse productivamente un cultivo, pero con restricciones (Aptitud Media). Para el caso del dorado y el atún, ambas especies presentaron una Aptitud Baja en el sector de Playa Folkers - Lobito por lo que no es recomendable desarrollar su cultivo en la franja costera evaluada (Tabla 1.43). Idéntica premisa debería seguirse en el resto de las áreas donde alcanzó una aptitud media, exceptuando Cerro Moreno-Isla Santa María donde obtuvieron un alto grado de aptitud.

Procedimientos como el aquí desarrollado, al estar enfocados en dar un mejor uso del recurso espacio y a propender la sustentabilidad de la actividad, se constituyen en una herramienta que permite orientar de mejor forma la toma de decisiones en el ámbito de la gestión territorial integrada en torno a la acuicultura. Pudiendo ser utilizados en la planificación del uso del recurso espacio, la localización de áreas propicias para la actividad, la zonificación de áreas con límites previamente definidos (geográficos o político-administrativos) y en la comparación del valor productivo y ambiental de diferentes zonas, entre otras aplicaciones posibles para conservar un bien nacional de uso público.

Para cuantificar la evolución o desarrollo del sector acuicultor, se da cuenta de un sistema de seguimiento que incorpora factores geográficos, características del recurso cultivable y del entorno humano en que esta se desarrolla. En este contexto y para apoyar la recopilación, la organización y el almacenamiento digital de los datos, se desarrolló el programa DigAreas.exe. Herramienta cuyas funcionalidades permiten ingresar datos generales del sitio de interés (AAA, AMP, AMERB, etc.), asociar un conjunto no limitado de pares de coordenadas en formato Lat-Lon o en formato UTM, indicando datum y asociar muestras con datos. Los datos de las muestras cubren las siguientes áreas temáticas: Sedimento, Agua, Macrofauna y Recursos.



Finalmente, es importante señalar que la experiencia acumulada por IFOP en este tipo de proyectos, indica que el involucramiento temprano de los grupos de interés permite validar los resultados, facilita el consenso y reduce conflictos posteriores. Por lo tanto, con la intención de alcanzar altos grados de participación, el presente proyecto incluyó una metodología participativa, que consistió entre otros mecanismos, la realización de talleres de inicio, de difusión y discusión de los resultados finales en las tres regiones de impacto territorial de la presente iniciativa. Complementariamente, se construyó un blog informativo del proyecto, que se constituye en un repositorio en constante actualización, en el link <http://proyectofip2008-34.blogspot.com>. Adicionalmente, se creó una galería de imágenes del proyecto como mecanismo de difusión a través de la red social virtual, a la que se accede mediante el link <http://www.flickr.com/photos/proyectofip2008-34/>.





ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE DOCUMENTOS	xxv
ÍNDICE PERSONAL PARTICIPANTE.....	xxvi
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo general	5
2.2. Objetivos específicos	5
3. METODOLOGÍA	6
3.1. Objetivo Específico 2.2.1 Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente y/o solicitado, en el área de estudio	6
3.2. Objetivo Específico 2.2.2 Evaluar el estatus sanitario y ambiental del área en estudio	8
3.3. Objetivo Específico 2.2.3 Caracterizar geográfica y operativamente, las zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II regiones	13
3.4. Objetivo específico 2.2.4 Proyectar, en base a los antecedentes recopilados, la posibilidad de desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II regiones	20
3.5. Objetivo específico 2.2.5 Identificar variables y parámetros ambientales, sanitarios y operativos para cuantificar la evolución o desarrollo del sector acuicultor.....	21
3.6. Socialización Proyecto FIP N° 2008-34	22



4.	RESULTADOS	24
4.1.	Objetivo Específico 2.2.1 Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente y/o solicitado, en el área de estudio.	24
4.1.1.	Identificaci3n de los cultivos existentes y de aquellos en etapa de solicitud en el área de estudio.....	24
4.1.2.	Análisis de los procesos relacionados con cada uno de los cultivos identificados en el área de estudio.....	32
4.1.3.	Análisis relativo a la identificaci3n y evaluaci3n de los efectos ambientales de los centros de cultivos.....	96
4.1.4.	Identificaci3n de instrumentos regulatorios y disposiciones legales.....	114
4.1.5.	Criterios para selecci3n de variables y parámetros técnicos a utilizar para evaluar el impacto ambiental.....	133
4.2.	Objetivo Específico 2.2.2 Evaluar el estatus sanitario y ambiental del área en estudio	151
4.2.1	Digitalizaci3n de cartografía vigente	151
4.2.2	Recopilaci3n de informaci3n ambiental existente	151
4.2.3.	Muestreo ambiental complementario en lugares representativos y análisis de las muestras.....	155
4.2.4	Análisis de datos	160
4.2.5	Confecci3n de mapas temáticos	163
4.3.	Objetivo Específico 2.2.3 Caracterizar geográfica y operativamente, las zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II Regiones	165
4.3.1	Identificaci3n A.A.A. y posicionamiento de polígonos en Cartografía	165
4.3.2	Posicionamiento de otra informaci3n relevante	185
4.3.3.	Revisi3n bibliográfica para identificaci3n de variables y parámetros	189
4.3.4.	Confecci3n de mapas semáforos.....	196
4.4	Objetivo Específico: Proyectar, en base a los antecedentes recopilados, la posibilidad de desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II regiones	200



4.4.1	Determinación de índices de aptitud para desarrollo de acuicultura	200
4.4.2	Posicionamiento de polígonos de las nuevas áreas propuestas ..	209
4.5.	Objetivo específico: Identificar variables y parámetros ambientales, sanitarios y operativos para cuantificar la evolución o desarrollo del sector acuicultor	224
4.5.1.	Selección de las variables orientadas al seguimiento.....	224
4.5.2.	Propuesta de seguimiento.....	231
4.5.3.	Valorización de la propuesta de seguimiento.....	235
4.6.	Objetivo específico: Socialización Proyecto FIP N° 2008-34.....	236
4.6.1.	Reuniones de Coordinación e Intercambio Técnico con los Requirentes	236
4.6.2.	Reuniones de Intercambio Técnico con Instituciones con Competencias en el ámbito del Proyecto.....	236
4.6.3.	Talleres y difusión general del proyecto.....	237
4.6.3.1.	Taller Inicial de Difusión del Proyecto	237
4.6.3.2.	Participación en Encuentros Científicos y Académicos	238
4.6.4.	Taller Final de Difusión de la Propuesta	239
5.	DISCUSIÓN	241
6.	CONCLUSIONES.....	294
7.	CARTA GANTT	299
8.	PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO	301
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	305

ANEXOS

ANEXO 1: TABLAS

ANEXO 2: FIGURAS

ANEXO 3: DOCUMENTOS

ANEXO 4: PERSONAL PARTICIPANTE



ANEXO 1: ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Coordenadas geográficas de las localidades costeras y de las estaciones de muestreo monitoreadas en la campaña de terreno	1
Tabla 1.2.	Cuadro sinóptico de las especies hidrobiológicas de interés comercial entre Arica y Taltal, desglosado por localidad, situación legal, superficie acumulada y representatividad de los emprendimientos de pequeña y gran escala ¹ en el mar	2
Tabla 1.3.	Cuadro sinóptico de las iniciativas de acuicultura “land-based” que se están materializando entre Arica y Taltal, desglosadas por región, nombre del proyecto y ubicación regional, monto de inversión y situación legal	4
Tabla 1.4.	Lista de las especies con historial de cultivo en la Región de Arica y Parinacota, con su respectivo grado de desarrollo	5
Tabla 1.5.	Proyectos de investigación en acuicultura que se han ejecutado en la Región de Arica y Parinacota, con una síntesis de sus resultados.....	6
Tabla 1.6.	Lista de las especies con historial de cultivo en la región de Tarapacá, con su respectivo grado de desarrollo	8
Tabla 1.7.	Proyectos de investigación en acuicultura que se han realizado en la Región de Tarapacá, con una síntesis de sus resultados	9
Tabla 1.8.	Lista de las especies con historial de cultivo en la Región de Antofagasta, con su respectivo grado de desarrollo	12



Tabla 1.9.	Lista de los proyectos de investigaci3n en acuicultura en la Regi3n de Antofagasta, con una sntesis de sus resultados	13
Tabla 1.10.	Lista de los artculos cientficos publicados en revistas de corriente principal, relacionados con la acuicultura en el norte de Chile	19
Tabla 1.11.	Especies en cultivo desglosadas segun desarrollo productivo alcanzado en el pa3s	24
Tabla 1.12.	Principales impactos ambientales negativos generados en actividades de cultivo de especies hidrobiol3gicas marinas	27
Tabla 1.13.	Principales impactos ambientales negativos generados en actividades de cultivo de especies hidrobiol3gicas de agua dulce	30
Tabla 1.14.	Listado de enfermedades de alto riesgo que afectan a las especies hidrobiol3gicas, segun el RESA.....	31
Tabla 1.15.	Normativa vinculada al PSMB y otros programas asociados	34
Tabla 1.16.	Abreviaciones utilizadas para cada variable y parmetro tcnico a utilizar en una evaluaci3n de impacto ambiental	35
Tabla 1.17.	Matriz de fondo marino, indicando los rangos aceptables para cada variable y parmetro tcnico a utilizar en una evaluaci3n de impacto ambiental, segun la normativa nacional y literatura internacional.....	36
Tabla 1.18.	Matriz de recursos, indicando los rangos aceptables para cada variable y parmetro tcnico a utilizar en una evaluaci3n de impacto ambiental, segun la normativa nacional y literatura internacional.....	37
Tabla 1.19.	Matriz columna de agua, indicando los rangos aceptables para cada parmetro tcnico a utilizar en una evaluaci3n de impacto ambiental, segun la normativa nacional y literatura internacional	38



Tabla 1.20.	Limites máximos permitidos (LMP) por el D.S. N°90 para la emisión de RILES en cuerpos de agua marinos	41
Tabla 1.21.	Disponibilidad de información por área de extracción y año de monitoreo en la base de datos del PSMB.....	42
Tabla 1.22.	Tipo de análisis y especificación de las variables registradas en el “PSMB-UE”	43
Tabla 1.23.	Información contenida en las DIAs de proyectos de inversión sometidos al SEIA entre Arica y Taltal.....	43
Tabla 1.24.	Distribución de Declaraciones de Impacto Ambiental (DIAs) asociadas a proyectos de inversión en la zona de estudio, desglosadas por región y año de presentación	44
Tabla 1.25.	Resultado del análisis de metales As, Cd, Cu, Hg y Pb en tejidos musculares de moluscos marinos recolectados en las diferentes estaciones de muestreo.....	45
Tabla 1.26.	Resultado del análisis de metales As, Cd, Cu, Hg y Pb en sedimentos marinos recolectados desde las diferentes estaciones de muestreo	46
Tabla 1.27.	Resultados del análisis de materia orgánica (%) en los sedimentos marinos recolectados desde las diferentes estaciones de muestreo.....	47
Tabla 1.28.	Fracción sedimentaria (%) retenida por cada tamiz en el análisis granulométrico de sedimentos marinos, para cada estación de muestreo	48
Tabla 1.29.	Resultados del análisis de metales As, Cd, Cu, Hg y Pb, total y disuelto en agua de mar, para cada estación de muestreo	49



Tabla 1.30.	Resultados de las mediciones de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH, transparencia del agua y correntimetría, para cada estación de monitoreo.....	50
Tabla 1.31.	Resultados del análisis de DBO en agua de mar, indicando la calidad de las aguas para cada estación de muestreo	52
Tabla 1.32.	Resultados del análisis de presencia de <i>E. coli</i> y coliformes en agua de mar, desglosadas por profundidad y estación de muestreo	53
Tabla 1.33.	Resumen estadístico de la temperatura en la columna de agua, desglosado por región, área PSMB y año.	55
Tabla 1.34.	Resumen estadístico de la temperatura en la columna de agua, desglosado por región, área geográfica y año.....	56
Tabla 1.35.	Resumen estadístico Resumen estadístico de la salinidad en la columna de agua, desglosado por región, área PSMB y año.....	57
Tabla 1.36.	Resumen estadístico de la salinidad en la columna de agua, desglosado por región, área geográfica y año.....	58
Tabla 1.37.	Resumen estadístico de la concentración de OD en la columna de agua, desglosado por región, área PSMB y año.	59
Tabla 1.38.	Compatibilidad de elementos marinos con la actividad de acuicultura.....	60
Tabla 1.39.	Compatibilidad de elementos terrestres con la actividad de acuicultura.....	61
Tabla 1.40.	Variables consideradas para la determinación de especies potenciales para el cultivo.....	62
Tabla 1.41.	Aspectos y variables con sus respectivos pesos para la determinación de especies potenciales para el cultivo	63



Tabla 1.42.	Índice de priorizaci3n de especies, de acuerdo a su susceptibilidad diferencial o potencial para el cultivo.	64
Tabla 1.43.	Índice de Aptitud por sector evaluado, desglosado en funci3n de las especies con mayor susceptibilidad para el cultivo.	65
Tabla 1.44.	Informaci3n base para la propuesta de variables y/o parámetros a considerar en el establecimiento de criterios de desempeño para áreas de interés	66
Tabla 1.45.	Entidades, desglosadas por subsectores (público, productivo, social y académico), convocadas al Taller Final de Difusi3n y Discusi3n de Resultados del Proyecto FIP N° 2008-34.....	68



ANEXO 2: ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.	Ubicación geográfica de las regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá y de Antofagasta en el norte de Chile.....	1
Figura 2.2.	Detalle de la ubicación geográfica de las localidades costeras del norte de Chile en las cuales se realizó la toma de muestras.....	2
Figura 2.3.	Ubicación espacial de localidades que hasta la fecha (septiembre de 2009) han sido de interés para desarrollar cultivos de recursos hidrobiológicos en la zona de estudio, agrupadas y enumeradas por proximidad geográfica y especies objetivo.....	3
Figura 2.4.	Variabilidad temporal en la cosecha del ostión del norte en los centros de cultivo de la Región de Tarapacá, entre los años 1998 y 2007	4
Figura 2.5.	Variabilidad temporal en la cosecha de ostión del norte y pelillo en los centros de cultivo de la Región de Antofagasta, entre los años 1998 y 2007	5
Figura 2.6.	Esquema general del sistema de cultivo de ostiones	6
Figura 2.7.	Esquema general del sistema de cultivo de ostras.....	7
Figura 2.8.	Esquema general del sistema de cultivo de microalgas	8
Figura 2.9.	Esquema general del sistema de cultivo de pelillo	9
Figura 2.10.	Esquema general del sistema de cultivo de mitílidos	10



Figura 2.11.	Esquema general del sistema de cultivo de gastr3podos.....	11
Figura 2.12.	Esquema general del sistema de cultivo de pulpos	12
Figura 2.13.	Esquema general del sistema de cultivo de peces de mar abierto.....	13
Figura 2.14.	Esquema general del sistema de cultivo de peces planos	14
Figura 2.15.	Esquema general del sistema de cultivo de salm3nidos	15
Figura 2.16.	Esquema general del sistema de cultivo de erizos	16
Figura 2.17.	Esquema general del sistema de cultivo de bivalvos (almejas y macha)	17
Figura 2.18.	Esquema general del sistema de cultivo de microalgas	18
Figura 2.19.	Esquema general del sistema de cultivo de crust3ceos	19
Figura 2.20.	Diagrama de flujo de la tramitaci3n de una concesi3n de acuicultura	20
Figura 2.21.	Cartograf3a base del 3rea comprendida entre Arica y Taltal.....	21
Figura 2.22.	Frecuencia de 3reas de extracci3n que disponen de informaci3n de los distintos par3metros en la base de datos del PSMB, desglosada por a3o de monitoreo	22
Figura 2.23.	Frecuencia de DIAs, seg3n tipo de proyecto de inversi3n y el a3o de presentaci3n, para la Regi3n de Arica y Parinacota.....	24



Figura 2.24.	Frecuencia de DIAs, según tipo de proyecto de inversión y el año de presentación, para la Región de Tarapacá.	26
Figura 2.25.	Frecuencia de DIAs, según tipo de proyecto de inversión y el año de presentación, para la Región de Antofagasta	28
Figura 2.26.	Disponibilidad de información por fuente de información, año y el número de áreas de interés para la acuicultura que registran monitoreo por aplicación del RAMA (CPS e INFA)	30
Figura 2.27.	Frecuencia de la información recopilada para los distintos parámetros aportados por CPS-INFA en la zona de estudio, desglosada por año de monitoreo.....	31
Figura 2.28.	Variabilidad de la temperatura en la columna de agua, entre los años 2002 y 2006, de tres Áreas PSMB de la Región de Antofagasta.....	32
Figura 2.29.	Variabilidad de la temperatura en la columna de agua para un Área PSMB de la Región de Tarapacá (entre los años 2002 – 2003) y para dos Área no PSMB (entre los años 1996 – 2007) de las regiones de Tarapacá y Antofagasta	33
Figura 2.30.	Variabilidad de la salinidad en la columna de agua, entre los años 2002 – 2006, de tres Áreas PSMB de la Región de Antofagasta.	34
Figura 2.31.	Variabilidad de la salinidad en la columna de agua, entre los años 1996 y 2007, de tres Áreas no PSMB distribuidas en las tres regiones administrativas.	35



Figura 2.32.	Variabilidad del oxígeno disuelto en la columna de agua de tres Áreas PSMB de la Región Antofagasta (entre los años 2002 y 2006) y de un Área PSMB de la Región de Tarapacá (entre los años 2002–2003).....	36
Figura 2.33.	Frecuencia de casos en que las concentraciones de Hg, Cd y Pb en recursos hidrobiológicos sobrepasaron, en los sitios estudiados, los niveles máximos permitidos por la normativa nacional.....	38
Figura 2.34.	Frecuencia de casos en los valores de pH, T, OD y S del agua de mar sobrepasaron, en los sitios estudiados, los niveles máximos permitidos por la normativa nacional.....	39
Figura 2.35.	Frecuencia de casos en que las concentraciones de variables sanitarias en recursos hidrobiológicos y agua de mar sobrepasaron, en los sitios estudiados, los niveles máximos permitidos por la normativa nacional.....	40
Figura 2.36.	Frecuencia de casos en que las concentraciones de VPM, VDM, VAM y pesticidas en recursos hidrobiológicos sobrepasaron, en los sitios estudiados, los niveles máximos permitidos por la normativa nacional.....	41
Figura 2.37.	Representación espacial de concesiones de acuicultura y AMERBs en la Región de Arica y Parinacota.....	42
Figura 2.38.	Representación espacial de concesiones de acuicultura y AMERBs en la Región Tarapacá.....	43
Figura 2.39.	Representación espacial de concesiones de acuicultura y AMERBs en la Región Antofagasta.....	44



Figura 2.40.	Cartografía temática del área de estudio	46
Figura 2.41.	Mapa temático de los sistemas de bahías o ensenadas en el área de estudio.....	47
Figura 2.42.	Mapa temático del tipo de rompiente, rugosidades subsuperficiales y barreras físicas en el área de estudio	48
Figura 2.43.	Mapa temático sobre los antecedentes geológicos en el área de estudio.....	49
Figura 2.44.	Mapa temático de los riesgos naturales en el área de estudio	50
Figura 2.45.	Mapa temático de la fragilidad del medio físico en el área de estudio.....	51
Figura 2.46.	Mapa temático de la infraestructura en el área de estudio	52
Figura 2.47.	Mapa temático en el cual se aprecia la interrelación de elementos que se desarrollan en el borde costero de la Región de Arica y Parinacota.	53
Figura 2.48.	Mapa temático en el cual se aprecia la interrelación de elementos que se desarrollan en el borde costero de la Región de Tarapacá.	54
Figura 2.49.	Mapa temático en el cual se aprecia la interrelación de elementos que se desarrollan en el borde costero de la Región de Antofagasta.	55
Figura 2.50.	Diagrama de flujo general de información del Proyecto	57



Figura 2.51. Elementos positivos, marítimos y terrestres, para la actividad acuicultura.....	58
Figura 2.52. Elementos incompatibles y dañinos, marítimos y terrestres, para la actividad acuicultura.....	59
Figura 2.53. Sector 1: Sur de Arica, Caleta San Marcos-Playa Corazón Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.949 S hasta 7.955 S.....	60
Figura 2.54. Sector 2: Pta. Camarones a Caleta Chica. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.859 S hasta 7.872 S.....	61
Figura 2.55. Sector 3: Norte Quebrada Tana o Tiviliche (al norte de Pisagua). Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.836 S hasta 7.864 S.....	62
Figura 2.56. Sector 4: Pisagua. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.832 hasta 7.835 S.....	63
Figura 2.57. Sector 5: Playa Folkers-Lobitos. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.733 hasta 7.746 S.....	64
Figura 2.58. Sector 6: Ñajo-Chanabayita–Chanabaya–Pabellón de Pica Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.690 hasta 7.719 S.....	65
Figura 2.59. Sector 7: Chipana. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.639 hasta 7.655 S.....	66
Figura 2.60. Sector 8: Tocopilla-Río Loa. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.578 hasta 7.624 S.....	67



Figura 2.61. Sector 9: Cerro Moreno-Isla Santa María. Coordenadas UTM WGS84, eje Y 7.400 S y entorno	68
Figura 2.62. Sector 10: Taltal-Paposo (División para restringir desembocadura). Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.175 hasta 7.243 S	69
Figura 2.63. Delimitación espacial de las áreas de interés en la Región de Arica y Parinacota, según aptitud para el cultivo.	70
Figura 2.64. Delimitación espacial de las áreas de interés en la Región de Tarapacá, según aptitud para el cultivo.	71
Figura 2.65. Delimitación espacial de las áreas de interés en la Región de Antofagasta, según aptitud para el cultivo.	72
Figura 2.66. Reunión de intercambio técnico en dependencias de Subpesca en Valparaíso	74
Figura 2.67. Asistentes a la presentación y reunión inicial de coordinación interinstitucional del proyecto FIP N° 2008-34, realizado en dependencias del FIP-Valparaíso, en noviembre de 2008	75
Figura 2.68. Reunión con la Sra. Consuelo Henríquez, profesional de Subpesca, en las dependencias de Subpesca en Santiago, en mayo de 2008	76
Figura 2.69. Presentación inicial del proyecto en el marco de la Mesa de Trabajo Público-Privada de Acuicultura en la Ciudad de Arica, en noviembre de 2008	76



Figura 2.70. Presentaci3n inicial del proyecto en el marco de la Mesa de Trabajo Publico-Privada de Acuicultura en la Ciudad de Iquique, en noviembre de 2008 77

Figura 2.71. Participaci3n en el XXIX Congreso de Ciencias del mar, realizado en la Ciudad de Talcahuano, durante los d1as 25 y 28 de mayo de 2009 78

Figura 2.72. Talleres Finales de Difusi3n de Resultados del Proyecto FIP N°2008-34, realizado las ciudades de Antofagasta, Iquique y Arica..... 79



ANEXO 3: ÍNDICE DE DOCUMENTOS

Documento 3.1.	MINIMANUAL DIGAREAS	1
Documento 3.2.	Protocolos estandarizados para la toma y análisis de muestras	10
Documento 3.3.	Cuerpos legales consultados	17
Documento 3.4.	Resumen del trabajo presentado en el XXIX Congreso de Ciencias del mar.....	23
Documento 3.5.	Talleres regionales de socialización de los resultados proyecto FIP N°2008-34, noviembre-2009.....	24



ANEXO 4: ÍNDICE PERSONAL PARTICIPANTE

Tabla 4.1.	Reuniones de coordinación e intercambio técnico con los requirentes	1
Tabla 4.2.	Principales actividades realizadas en el marco del Proyecto FIP Nº 2008-34, asociadas a la búsqueda y recopilación de información, salidas a terreno y a la socialización del estudio con los principales actores involucrados	2



1. ANTECEDENTES GENERALES

En Chile, la acuicultura comercial se inicia en la década de los 80`, empleando diversas técnicas de cultivo y escalas de producción (Vergara, 2003). Esta actividad se ha desarrollado fundamentalmente en zonas rurales, lo que ha generado un importante crecimiento económico especialmente en zonas costeras de las regiones australes lideradas por la salmonicultura (Subpesca, 2003). La acuicultura se caracteriza por estar orientada, preferentemente, al proceso exportador y ha sido reconocida como una de las actividades económicas de mayor crecimiento y proyección en el último tiempo (Vergara, 2003). Sin embargo, esta actividad se sustenta en un número reducido de especies, de las cuales los salmónidos (salmón del Atlántico, *Salmo salar*, salmón del Pacífico, *Oncorhynchus kisutch*; trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss*), lideran tanto en producción como en el desarrollo de tecnología, seguidos, en orden decreciente, por los ostiones, los choritos y ostras, el abalón rojo y el pelillo (ver Anuarios Estadísticos de Sernapesca). Con respecto a la superficie ocupada por las actividades de acuicultura, se ubican por orden decreciente: los salmónidos, los ostiones, los mitílidos, el pelillo, las ostras y el abalón rojo (Vergara, 2003). El cultivo de peces y ostiones se desarrolla mayoritariamente en una escala industrial mientras que la producción de mitílidos y algas son actividades de mediana y pequeña escala (Subpesca, 2003; Murillo *et al.*, 2006a). En general, las primeras presentan además una marcada integración vertical mientras que los segundos prácticamente carecen de ésta (Subpesca, 2003). En relación con la integración horizontal existe una tendencia cada vez más marcada a externalizar las actividades de apoyo (Vergara, 2003). Con respecto al grado de asociatividad gremial, la mayor integración la presentan las empresas productoras de salmónidos y de ostiones, seguidas por las de mitílidos y abalones, el resto de los productores presentan nula o escasa asociatividad (Vergara, 2003).



En este contexto, el potencial para acuicultura del sector comprendido entre Arica y Taltal (Figura 2.1) se vislumbra como muy auspicioso, debido a la existencia, en esta vasta zona, de lugares que presentan condiciones óptimas para el desarrollo de una acuicultura donde la diversidad de especies en cultivo se manifiesta como un polo de desarrollo poco explotado. A lo que se agrega la gran disponibilidad de espacio en muchas áreas aptas para la acuicultura (AAA), ventaja comparativa que podría generar una actividad productiva importante y representar una fuente de ingresos y plazas laborales relevantes para comunidades históricamente dedicadas a otros rubros, como la pesca artesanal y las actividades mineras de pequeña escala, teniendo en consideración los acuerdos comerciales y la apertura de mercados internacionales que ha alcanzado Chile.

Sin embargo, asociado al desarrollo productivo de la acuicultura y al resguardo de la propia actividad en el norte de Chile, es necesario considerar las necesidades de protección del medio ambiente. Así como, los aspectos relacionados con la salud pública principalmente en lo que dice relación con contaminación biológica y química, tanto de las aguas como de los recursos hidrobiológicos. En este sentido, los activos sistemas acuáticos, y subsecuentemente los productos destinados a consumo humano, están permanentemente expuestos a fenómenos ambientales naturales como floraciones algales nocivas (FAN), a la contaminación por sustancias químicas y metales pesados provenientes de procesos industriales de otras actividades (e.g., minera, agrícola, pesquera y portuaria) y a desechos vinculados a los asentamientos humanos generalmente próximos geográficamente a las zonas de explotación.

Según la FDA (2003), entre bacterias, parásitos, virus y biotoxinas, son cerca de 20 los agentes de peligro implicados históricamente en enfermedades transmitidas por consumo de alimentos procedentes de la pesca y acuicultura. Entre las toxicoinfecciones alimentarias que a nivel nacional representan riesgo para la



salud pública, encontramos las enfermedades producidas por bacterias (como *Vibrio colera*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y coliformes fecales) y virus (como el virus norwalk y los causantes de la hepatitis A), las cuales pueden ocurrir como resultado del consumo de moluscos provenientes de áreas contaminadas con aguas residuales (e.g., Lipp & Rose, 1997).

Similar es el caso de las toxinas marinas donde los moluscos bivalvos y gastrópodos, peces, cefalópodos y equinodermos son capaces de producir intoxicaciones alimentarias por vías similares, ya sea por consumir fitoplancton contaminado (o sus transvectores) o en algunos casos por producción de sus propias toxinas (e.g., ciguatoxina, tetrodotoxina) (Garateix, 1997).

En relación a los contaminantes químicos, la presencia de metales pesados en recursos hidrobiológicos para consumo humano, constituye un problema para el sector exportador chileno debido a la existencia de estos elementos en cantidades que sobrepasan los valores máximos permitidos por las normas sanitarias de la Comunidad Europea (CE) (Alcayaga & Sotomayor, 2009).

La reducción o eliminación de estos riesgos, se basa necesariamente en el establecimiento de buenas prácticas de producción y de procesamiento de productos hidrobiológicos y a adecuados procedimientos de prevención y control. Así como, de la aplicación, en el caso de ser posible, de estrictos sistemas de control basados en los principios de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP), los cuales son exigidos, como garantía de calidad e inocuidad, en la mayor parte del mercado mundial de las exportaciones de productos alimenticios. En este contexto, numerosas organizaciones internacionales están en la actualidad involucradas con aspectos de sanidad e inocuidad alimentaria, las que en conjunto han establecido una serie de normas y requisitos que los países



productores y exportadores deben necesariamente implementar para asegurar el crecimiento sostenido de la actividad exportadora de productos alimenticios (Murillo *et al.*, 2008).

En consideración a lo anterior, el Consejo de Investigación Pesquera, estimó necesario el desarrollo del presente proyecto, cuyo objetivo general plantea contar con un diagnóstico del estado ambiental, sanitario, geográfico y operativo de las actividades de acuicultura en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, lo que permitirá brindar una síntesis informativa actualizada que sirva de guía al sector público para el desarrollo sustentable de la acuicultura en el norte de Chile.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Diagnosticar y proyectar las actividades de acuicultura en la zona norte de Chile (XV, I y II Regiones) en base a la caracterización de las condiciones ambientales, sanitarias, geográficas y operativas.

2.2 Objetivos Específicos

- 2.2.1 Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente y/o solicitado, en el área de estudio.
- 2.2.2 Evaluar el estatus sanitario y ambiental del área en estudio.
- 2.2.3 Caracterizar geográfica y operativamente, las zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II Regiones.
- 2.2.4 Proyectar, en base a los antecedentes recopilados, la posibilidad de desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II regiones.
- 2.2.5 Identificar variables y parámetros ambientales, sanitarios y operativos para cuantificar la evolución o desarrollo del sector acuicultor.



3. METODOLOGÍA

A continuación se describen las metodologías utilizadas para dar cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos y se mencionan los conceptos e ideas que las fundamentan. La presentación está organizada por objetivo específico.

3.3. **Objetivo Específico 2.2.1 Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente y/o solicitado, en el área de estudio.**

El cumplimiento de este objetivo se realizó en base a las cinco siguientes etapas.

- i) **Identificación de los cultivos existentes y de aquellos en etapa de solicitud en el área de estudio.** Para dar cumplimiento a este objetivo, se recopilaron los antecedentes disponibles en las distintas instituciones involucradas en este ámbito (*i.e.*, Sernapesca, Subpesca, Conama, Comisiones del Borde Costero, Submarina, Diario Oficial). La recolección de esta información se realizó tanto en las bases de datos de los portales de internet como de expedientes en papel o digitales que mantienen dichas instituciones. Asimismo, se efectuaron una serie de reuniones de trabajo en cada una de las regiones involucradas en el proyecto.

- ii) **Análisis de los procesos productivos relacionados con cada uno de los tipos de cultivos identificados en el área de estudio.** La descripción de estos procesos se realizó a partir de una exhaustiva revisión de la literatura especializada y de los antecedentes aportados en los proyectos de acuicultura sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental



(información recopilada de los expedientes respectivos de cada solicitud ingresada).

- iii) **Análisis relativo a la identificación y evaluación de los efectos ambientales de los centros de cultivos.** Una vez identificados los cultivos materializados (y aquellos susceptibles de ejecución) en el área de estudio. Así como, de los procesos relacionados a cada una de las fases de desarrollo, se procedió a identificar los eventuales efectos ambientales sobre el entorno, dependiendo del tipo de cultivo y de la naturaleza de las aguas. Esta identificación se realizó en base a los antecedentes recopilados desde distintas fuentes (*i.e.*, documentos e informes técnicos) y a la revisión de la literatura especializada.
- iv) **Identificación de instrumentos regulatorios y disposiciones legales vigentes.** En esta actividad, se identifican y comentan los instrumentos regulatorios nacionales e internacionales que tienen implicancias o deberían ser considerados en la regulación de las actividades de acuicultura. En el contexto nacional se realizó un análisis acabado de los aspectos generales de carácter jurídico y de la normativa vigente a nivel sectorial, a partir de una revisión completa de esta, que para el caso de las actividades de acuicultura emanan del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (MINECON), del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), del Ministerio de Defensa Nacional (MINDEFNAC), del Ministerio de Obras Públicas (MOP) del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) y del Ministerio de Salud (MINSAL). Principalmente, entre la normativa más específica aplicable en esta materia, cabe mencionar la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA N° 18.892 de 1989 y sus modificaciones) y la Ley sobre de Bases Generales del Medioambiente (LBGMA N° 19.300 de 1994 y su actualización), y los



Reglamentos asociados. A nivel internacional, se realizó una recopilación y revisión bibliográfica de las recomendaciones emanadas de los siguientes organismos: The Environmental Change Network (ECN), Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Status and Trends (NS&T) Programs, National Water Quality Assessment (NAWQA), European Environment Agency (EEA) e Institut for Environment and Sustainability (IES).

- v) **Justificación y fundamentos de las variables y parámetros técnicos a utilizar en una evaluación de impacto ambiental.** Se realiza una completa revisión bibliográfica con el propósito de identificar las variables que den mejor cuenta de los efectos causados por las actividades de acuicultura, según el tipo de cultivo y su magnitud, todo ello, con el propósito de seleccionar las variables técnicamente más apropiadas para la evaluación de potenciales impactos al medioambiente.

3.2 Objetivo Específico 2.2.2 Evaluar el estatus sanitario y ambiental del área en estudio.

El desarrollo de este objetivo se realizó en base a las cinco siguientes etapas.

- i) **Digitalización de cartografía vigente.** Para poder localizar geográficamente los datos recopilados y para asociar un contexto en los mapas temáticos es requerida información geográfica basal como línea de costa, centros urbanos y poblados en el litoral, caminos y drenaje en la parte continental, toponimia, incorporando además, los límites de la división político administrativa. En general, las fuentes para obtener esta



información son las cartas regulares IGM escala 1:250.000 en datum WGS 84, cubriendo en este caso la zona de estudio con 8 cartas (Arica, Pisagua, Iquique, Quillagua, Tocopilla, Antofagasta, Aguas Blancas y Tal Tal). Con estas cartas se realizó una compilación cartográfica, de cada nivel de información, para obtener un producto único normalizado y estandarizado en formato digital “Shape” (extensión SHP). Para conformar el mapa base de referencia definitivo, se adicionó la siguiente información de otras fuentes (e.g., MINVU II Región):

- Comunas
- Límites urbanos
- Centros poblados
- Red vial
- Toponimia (como puntos)

ii) **Recopilación de información ambiental y sanitaria existente.** Para la caracterización de las distintas áreas que se encuentran en esta vasta zona, se ha recopilado y estandarizado información de diversas fuentes nacionales, especialmente los antecedentes provenientes de: Declaraciones (DIA) y Estudios de Impacto Ambiental (EIA), Información Ambiental Anual (INFA) de los Centros de Cultivo, del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB) y de otras fuentes como FIP (e.g., Murillo *et al.*, 2008), Directemar (e.g., Boletín Informativo Marítimo), Autoridad Sanitaria y otros estudios realizados en la zona de estudio (e.g., Piñones *et al.*, 2007; Alcayaga & Sotomayor, 2009), entre otros. Para la digitación de datos desde formularios se desarrolló el programa DigAreas.exe (Documento 3.1). Herramienta cuyas funcionalidades permiten ingresar datos generales del sitio de interés (AAA, AMP, AMERB, etc.), asociar un conjunto no limitado de pares de coordenadas en formato Lat-Lon o en formato UTM, indicando datum, y asociar muestras con datos. Los datos de las muestras cubren las siguientes áreas temáticas:



- Sedimento
- Agua
- Macrofauna
- Recursos

Adicionalmente, se ha precargado en la base de datos del programa DigAreas la información pertinente de los informes PSMB, obtenidos del proyecto FIP N° 2006-36, correspondiente a las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta. La información ha sido filtrada, en términos de seleccionar los registros más idóneos.

- iii) **Muestreo ambiental complementario en lugares representativos y análisis de muestras.** Al criterio inicial de existencia de interés en determinadas áreas para el desarrollo de actividades de acuicultura por parte de actores privados y de las autoridades locales, y que fueron compiladas por C. Toledo (Director Zonal de IFOP) a partir de reuniones de la Mesa Zonal de Acuicultura XV, I y II regiones, se complementó con la aplicación de un método gráfico (ver Objetivo 4: Determinación de Índices de Aptitud) para el descarte inicial y delimitación de las áreas a prospectar. Esta selección se sustentó tanto en que las características generales del área como del entorno, incluidas las eventuales incompatibilidades con otras actividades que se desarrollan en el borde costero, sean apropiadas para desarrollar actividades de acuicultura. Las áreas geográficas, referidas aquí a las localidades costeras utilizadas como punto de embarque, en las que se realizó la toma de muestras se presentan en la Figura 2.2 y Tabla 1.1. En esta vasta zona se realizaron acciones de monitoreo tendientes a mejorar el conocimiento general y de las variables ambientales y sanitarias vinculadas al desarrollo de los recursos hidrobiológicos cultivables en estas áreas. Las campañas de muestreo se realizaron de norte a sur en las 3 regiones administrativas involucradas los días: 7 al 19 de mayo, 14 al 23 de



junio y 5 al 14 de julio de 2009, respectivamente. Para cada una de las estaciones de monitoreo consideradas en este estudio se registraron las coordenadas geográficas mediante GPS (Garmin modelo E-Trex Venture) y se recolectaron muestras en columna de agua (0, 7 y 14 m), sedimento y recursos hidrobiológicos, mediante botella niskin o buceo semiautónomo, respectivamente. Los parámetros y variables estudiados fueron: metales pesados (cobre, arsénico, plomo, mercurio y cadmio), carga orgánica (fosfato, silicatos, nitritos, nitratos, amonio, materia orgánica, DBO₅, coliformes y *Escherichia coli*) y del tipo oceanográfico (temperatura, salinidad, oxígeno, pH, penetrabilidad de la luz, clorofila-a, fitoplancton, zooplancton y correntometría). Tanto la toma como el análisis de las muestras se efectuaron de acuerdo a procedimientos y protocolos estandarizados en Documento 3.2. El análisis de metales pesados y el de DBO₅ fueron realizados en laboratorios acreditados en dichos análisis: el Laboratorio de ensayos del Centro EULA-Universidad de Concepción y el Laboratorio del Instituto de Química de la Universidad Austral, respectivamente. Los restantes análisis fueron realizados en laboratorios del IFOP (Documento 3.2: Tabla 3.2.1 a, b, c y d).

- iv) **Análisis de datos.** Previo a la caracterización espacio-temporal de las áreas de interés fue necesario realizar tres actividades indispensables para lograr una adecuada consistencia y operabilidad de las bases de datos. La primera es traspasar la información PSMB, CPS-INFA, SEIA y de otras fuentes a la base de datos. La segunda es identificar incongruencias o datos “outliers” y la tercera es confeccionar tablas de resumen donde se indique la cantidad de datos disponibles y su naturaleza. Así como la realización de análisis estadísticos básicos para la descripción de la información. Para el análisis de los datos, tanto espacial como temporalmente, se seleccionaron aquellas áreas que dispusieran de un



número equivalente de mediciones para cada año, así como, un número similar de datos entre años, disminuyendo de esta manera el efecto que puede ocasionar en los análisis estadísticos, las diferencias en el número de datos por área o por año (“n”). Posteriormente, se les aplicaron pruebas estadísticas univariadas, paramétricas y no paramétricas, siguiendo las recomendaciones de Sokal & Rohf (1995).

- v) **Confección de mapas temáticos y evaluación del estado ambiental y sanitario de las áreas.** Con la información ambiental y sanitaria georreferenciada, levantada en el sistema de información geográfico (SIG) confeccionado sobre la base cartográfica del área de estudio, se generaron mapas temáticos para las variables más relevantes, lo que desde un punto de vista gráfico proporciona una visión espacial (macro y micro) que permite mejorar la comprensión de la situación particular de cada área geográfica. Desde un punto de vista analítico por medio de la utilización de bases de datos, adecuadamente adaptadas a la funcionalidad y a las necesidades de representación requerida, mediante aplicaciones del sistema se permite generar cruces de información con las entidades gráficas, lo que nos proporciona un mayor detalle de la condición sanitaria del borde costero. Para fines de georreferenciación se usó datum WGS 84 en coordenadas geográficas, siendo el formato de salida “Shape”. Finalmente, la evaluación del estado ambiental y sanitario de las áreas se realizó en el marco de las disposiciones legales vigentes (*e.g.*, D.S. N° 144/2009; D.S. N° 977/1996; D.S. N° 90/2000; PSMB). Para el caso de aquellas variables y/o parámetros no regulados, se consideran los valores de referencia descritos en la literatura científica o utilizados por organismos internacionales (*e.g.*, Dosdat *et al.*, 1996; CIESE, 2009).



3.3. Objetivo Específico 2.2.3 Caracterizar geográfica y operativamente, las zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II Regiones.

i) Identificación A.A.A. y posicionamiento de polígonos en cartografía.

La identificación de A.A.A. se realizó en base a los decretos supremos publicados por Subpesca en su página web (I Región: D. S. [MINDEFNAC] N° 458 de 2002 y II Región: D. S. [MINDEFNAC] N° 460 de 2002). De cada uno, se extrajo la información cartográfica y geodésica para la confección de las áreas A.A.A. Por la naturaleza de la cartografía utilizada para la promulgación de estos decretos, se procedió a verificar el Datum e iniciar la georreferenciación de los vértices (Aguilera, 2001; Pozo *et. al.*, 2002). Básicamente estos se sustentan en cuatro Datum (PSAD-56, SAD-69, WGS-84 y Local). Para el caso de los dos primeros se utilizaron los parámetros de transformación proporcionados por las instituciones que generan la cartografía nacional. Para el Datum Local presente en algunas cartas SHOA, se procedió a realizar un “ajuste espacial” con apoyo de cartografía de datum conocido, ya sea esta cartografía SHOA o IGM. Con la información de los vértices de las A.A.A. estandarizados y normalizados en Datum WGS-84 se generó una base de datos formato .xls, la cual posteriormente fue levantada en el software ArcGis y transformada a formato Shape.

ii) Posicionamiento de otra información relevante. Utilizando las mismas herramientas, y similares protocolos de ingreso y de transformación de datos, se procedió a incorporar las áreas de manejo ubicadas en el área de estudio y las concesiones ubicadas dentro y fuera de los polígonos que



delimitan áreas autorizadas para el ejercicio de la acuicultura. Además de otras actividades que se desarrollan en el borde costero. Asimismo, se han utilizado las potencialidades de SIG para la visualización de mapas temáticos, de manera que, con la cartografía base como referencia se realizaron mosaicos con imágenes, ya sean satelitales o de fotografías de las áreas, disponibles y facilitadas por otras instituciones. Además, se realizó la caracterización geográfica con la información aportada sobre la fisiografía del área de estudio. Para la caracterización operativa se consultó, específicamente, la información sobre destinaciones y usos del borde costero, generada en las Oficinas Técnicas de Borde Costero de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, o bien, a partir de la recopilación realizada de los proyectos de inversión sometidos al SEIA (e.g., planes reguladores).

iii) Revisión bibliográfica para identificación de variables y parámetros.

Con el propósito de seleccionar las variables técnicamente más apropiadas para la evaluación de las áreas, se llevó a cabo una intensiva revisión bibliográfica orientada a identificar variables y parámetros asociados a tipos de acceso, tipos de servicios disponibles, actividades que caracterizan un área determinada, variables meteorológicas y tipos de mareas que afectan a cada área. Además de otros elementos de entorno, que influyen en el tipo de cultivo y la magnitud de las actividades de acuicultura a desarrollarse.

iv) Confección de mapas semáforos

Para una mejor interpretación visual de temas, se utilizó cartografía obtenida de organismos públicos. Así como también, imágenes satelitales LandSat en poder de la consultora (Sra. M^a Victoria Soto) e imágenes georreferenciadas provenientes de Google. Todas las imágenes fueron georreferenciadas en WGS84 para poder ser manipuladas a través de herramientas SIG. En cuanto a la manipulación de



polígonos, estos se traspasaron desde Google Earth Pro a formato Shape, siendo corroborados por los distintos elementos y software antes mencionados. Los temas o variables que han sido incorporados a la base de datos SIG, con sus respectivas tipologías y nivel de detalle compatible con la escala de trabajo (1:250.000), es la que a continuación se detalla:

- 1. Sistemas de Bahías o Ensenadas:** Identificación y delimitación aproximada de los grandes sistemas de bahías o ensenadas en función de su dinámica litoral. Para ello se identifica el elemento geográfico que constituye el puntal rocoso que ha originado la formación ensenada. Se localiza en la sección sur de las bahías e incide en los aspectos relacionados con la refracción del oleaje y tipos de rompientes asociadas.
- 2. Tipo de rompiente:** Corresponden a los tipos diferentes de patrones espaciales que forman las rompientes en la zona de surf. Son indicadores de la morfología de barras y surcos sumergidos en la zona del litoral cercano. Dan cuenta también de la conformación morfosedimentaria de la playa sumergida. Constituyen un insumo esencial para la localización de ciertas poblaciones de especies cuyo hábitat son playas arenosas rasas.
- 3. Barreras Físicas:** Bajo este concepto se han considerados aquellos elementos del paisaje o de las grandes unidades geomorfológicas existentes en el área de estudio, que constituyen una barrera que impide o dificulta la actividad acuícola. Tales barreras físicas son las siguientes: Cordillera de la Costa, Farellón Costero, Escarpe de Farellón, entre otros.



- 4. Rugosidades Subsuperficiales:** Bajo esta conceptualización se han agrupado espacialmente, en el área costera-marina, la presencia de barras, rocosidad u otro elemento a menor profundidad que provoca líneas o áreas de rompientes en zonas de mayor profundidad y de calma de rompientes. Analizando la zona costera del área de estudio, este factor no es menos representativo y se ha considerado de importancia para los objetivos del proyecto, toda vez que la presencia de rompientes implica una mayor energía del oleaje.
- 5. Antecedentes Geológicos:** Corresponde a la información de unidades litológicas de Sernageomín (Datos en Proyección Geográfica).
- 6. Riesgos Naturales:** Constituyen aquellas áreas sujetas a procesos naturales de remoción en masa o inundaciones fluviales que inciden en la zona costera. Si bien el área de estudio corresponde al dominio morfoclimático de desierto, en los Andes de tales latitudes se hace sentir la presencia de las precipitaciones convectivas del altiplano conocidas como Invierno Boliviano, cuyo carácter de muy alta pluviosidad, concentración de las precipitaciones incide en la reactivación de los cursos de agua y la torrencialidad de los mismos. Este fenómeno genera inundaciones y erosión en los fondos de valles, incluso hasta en la zona costera. Si bien estas zonas han sido mapeadas a la escala de trabajo, sobre todo las de inundación, las de remoción en masa serán tratadas con mayor detalle en las áreas seleccionadas.
- 7. Clima:** Información de zonas climáticas extraídas del Mapa Agroclimatológico de Chile, escala 1:250.000.



8. **Fragilidad Medio Físico:** Bajo esta conceptualización se han incorporado aquellos sistemas naturales que debido a su génesis y dinámica actual son altamente sensibles y frágiles a la intervención antrópica, más aún en ambiente de desierto. Los ecosistemas litorales considerados como de alto valor ambiental, son las formas de dunas y los sistemas de desembocaduras, activas permanentemente o con actividad ocasional.
9. **Ríos:** Comprende todos los datos hidrográficos en el área de interés.
10. **Limite de Centros Poblados:** Corresponde a la delimitación de los cascos urbanos según datos de Plan Regulador o bien a la delimitación del área urbana del centro poblado según fotointerpretación.
11. **Estructura de la Red Vial:** Presencia de redes de comunicación jerarquizadas según tipo de superficie o carpeta del camino.
12. **Infraestructura:** Comprende los siguientes elementos de uso del suelo del borde costero, tales como Instalaciones Industriales, Emisarios, Instalaciones Portuarias, Mineras, Muelles, entre otros.

Las actividades desarrolladas han consistido en una etapa de trabajo de gabinete, en que se elaboró y preparó la base de datos SIG, según la metodología antes citada. Una segunda etapa consistió en el trabajo de terreno, en que se recorrió la costa de las regiones en estudio, validando la información de gabinete y aportando antecedentes nuevos, sólo posible de obtener directamente en terreno. De este modo, para complementar y precisar la clasificación realizada a partir de imágenes satelitales y la cartografía, se visitó toda la costa con acceso caminero desde Taltal hasta



Arica. En esta actividad de terreno realizada entre los días 5 y 15 de febrero se tomaron fotografías (Anexo BD, campañas de terreno) y notas georreferenciadas con GPS, recorriéndose los siguientes lugares:

Camino costero ANTOFAGASTA-TALTAL

Localidades visitadas:

- Antofagasta
- Caleta El Cobre
- Blanco Encalada
- Caleta Botija
- Paposo
- Taltal

Camino costero MEJILLONES-TOCOPILLA

Localidades visitadas:

- Mejillones
- Cachaga
- Punta Itata
- Hornitos
- Michilla
- Caleta El Fierro
- La Cobija
- Gatico
- Punta Tames
- Caleta El Rio
- Caleta Buena
- Punta Atala
- Tocopilla



Camino costero TOCOPILLA-RIO LOA

Camino RIO LOA-RIO SECO

Camino costero IQUIQUE-PLAYA BLANCA-PABELLON DE PICA

Localidades visitadas:

- Iquique
- Playa Blanca
- Playa Lobitos
- Caleta Los Verdes
- Playa Folker
- Quinteros
- Ñajo
- Chanabayita
- Palillos
- Patache
- Caleta Chanabaya
- Pabellón de Pica

Camino VITOR_CAMARONES y CAMARONES

Localidades visitadas:

- Caleta Vitor
- Caleta Camarones

PISAGUA Y QUEBRADA TANA

Localidades visitadas:

- Pisagua
- Quebrada Tana

ARICA



3.4 Objetivo específico 2.2.4 Proyectar, en base a los antecedentes recopilados, la posibilidad de desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II regiones.

i) **Determinación de índices de aptitud para el desarrollo acuicultura.** En reunión conjunta con el Asesor del Proyecto Sr. Ricardo González, se llevó a cabo la tabulación y el ordenamiento de toda la información que interviene en el proceso de selección de áreas de interés para la acuicultura según su aptitud Aproximación que es conducente a la proyección de la acuicultura en la zona de estudio y que tiene potencialidad de implementarse en un SIG. Para cada conjunto de datos se definió:

- Fuentes de información
- Atributos a tabular

Posteriormente se generó el diagrama con el flujo completo de datos, desde los datos fuente hasta los resultados, incluyendo los procesos y resultados intermedios (ver Figura 2.50).

ii) **Posicionamiento de polígonos de las nuevas propuestas.** Dependiendo del grado de aptitud que presente cada una de las áreas estudiadas y considerando las propuestas de desarrollo regional en torno a la zonificación del borde costero, incluyendo los resultados y la discusión generados en el marco de los tres talleres regionales realizados en noviembre de 2009, se generó una propuesta que proyecta un verdadero desarrollo y/o consolidación de esta actividad.



3.5. Objetivo específico 2.2.5 Identificar variables y parámetros ambientales, sanitarios y operativos para cuantificar la evolución o desarrollo del sector acuicultor.

El desarrollo de este objetivo se realizó en base a las tres siguientes etapas:

- i) **Selección de las variables orientadas al seguimiento.** Se realizó un análisis y selección de las variables que dan mejor cuenta de los eventuales efectos ambientales causados por la acuicultura, considerando la factibilidad técnica para ser implementada en programas de monitoreo y los costos que representaría su inclusión. Se definieron todos los niveles de información (coberturas) que albergará el SIG, su topología, atributos, forma de clasificación, clases y fuentes de datos. De esta manera, se diseñó la estructura del SIG para reunir, en forma espacializada, la siguiente información:
- a. Oceanográfica
 - b. Biológica
 - i. Macro fauna
 - ii. Fitoplancton
 - iii. Eventos FAN
 - c. De actividad acuícola
 - d. De caracterización de la situación actual en términos de:
 - i. Estatus sanitario
 - ii. Caracterización geográfica
 - Dinámica costera
 - Características de olas según taxonomía de Wright y Short
 - Batimetría
 - Acceso



- Demografía
- Actividad económica
- Agentes contaminantes (emisarios y otras descargas, erosión)
- Disponibilidad de agua potable y energía
- Condici3n general de la vulnerabilidad f3sica de la zona costera.

ii) **Propuesta de seguimiento.** Se desarroll3 un planteamiento en torno a realizar un seguimiento de los principales sistemas de bahías o ensenadas en que su principal actividad est3 basada en la acuicultura. Este planteamiento tiene un car3cter de propuesta.

iii) **Valorizaci3n de propuesta de seguimiento.** Considerando los resultados alcanzados en las actividades anteriores se realiz3 una valorizaci3n del programa de seguimiento. La valorizaci3n est3 apoyada por presupuestos de laboratorios, tanto para la toma de muestras como para los an3lisis de muestras.

3.6. Socializaci3n Proyecto FIP N3 2008-34

Dado que una actividad relevante para este proyecto, y otros similares, es el desarrollo de un mecanismo adecuado para la apropiaci3n de los resultados y/o productos del proyecto por parte del grupo objetivo (requirentes) y dem3s actores involucrados. Por consiguiente, se estableci3 un plan cuya estrategia de transferencia involucra los pasos que a continuaci3n se detallan.

i) **Reuniones de Coordinaci3n e Intercambio T3cnico.** Para un mejor desarrollo de las actividades comprometidas, en especial de las materias



relacionadas a las problemáticas abordadas con este proyecto, se hace imperativo interactuar con los principales actores del sector o las instituciones requirentes. En consecuencia, las actividades realizadas con la contraparte técnica tuvieron como propósito generar una instancia de comunicación regular, lo más fluida posible, conducente a facilitar requerimientos posteriores del equipo técnico. Marco que se inicia con una reunión de coordinación interinstitucional. Por otra parte, y con el objeto de responder oportunamente a las necesidades particulares del proyecto y de interactuar con el mayor número de representantes de instituciones potencialmente aportantes de información, se utilizaron los distintos medios al alcance (correo electrónico, telefonía y rondas de trabajo del staff), para informar del propósito del proyecto y acceder a información disponible en dichas reparticiones.

- ii) **Talleres y difusión general del proyecto.** La experiencia indica que el punto de partida para la elaboración de una propuesta sólida es involucrar tempranamente a los grupos de interés, puesto que permite validar los resultados, facilita el consenso y reduce conflictos posteriores (Salzwedwl *et al.*, 2002). Para tal fin, se reconoció como modalidad de trabajo altamente conveniente la realización de talleres por cada región involucrada (en total tres al inicio y tres al término del proyecto) y la participación en encuentros científicos y académicos. Complementariamente, se construyó un blog informativo del proyecto, que se constituye en un repositorio en constante actualización de la información generada, en el link <http://proyectofip2008-34.blogspot.com>. Adicionalmente, se creó una galería de imágenes del proyecto como mecanismo de difusión a través de la red social virtual, a la que se accede mediante el link <http://www.flickr.com/photos/proyectofip2008-34/>.



4. RESULTADOS

A fin de facilitar el ordenamiento y presentación de la información, los resultados se presentan por objetivo específico.

4.1. Objetivo Específico: Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente y/o solicitado, en el área de estudio.

4.1.1. Identificación de los cultivos existentes y de aquellos en etapa de solicitud en el área de estudio

En base a la información recopilada en el Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama), la Subsecretaría de Pesca (Subpesca), los Gobiernos Regionales (Oficinas Técnicas del Borde Costero), la Universidad Arturo Prat (Cordunap), la Universidad de Antofagasta y la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar) fue posible identificar los centros de cultivo de especies hidrobiológicas presentes en el área de estudio. Así como, de aquellos centros que se encuentran en alguna etapa del proceso de tramitación. En el Anexo 5 (e.g., AC1REGION.DBF, ACUIARICA.DBF) se presentan las bases de datos sistematizadas e integradas.

Se debe constatar, que a partir del año 2007 la Región de Tarapacá fue dividida en dos regiones, creándose la Región de Arica y Parinacota (XV Región), cuya capital regional es la Ciudad de Arica, permaneciendo la Región de Tarapacá con su



capital Iquique. La Región de Antofagasta no sufrió cambios. La actual división político-administrativa del norte grande Chile se muestra en la Figura 2.1.

En la Figura 2.3 se presenta una visión general de la cobertura territorial y de los recursos hidrobiológicos que hasta la fecha han sido de interés para su cultivo comercial entre Arica y Taltal. Complementariamente, en la Tabla 1.2 se presenta un cuadro sinóptico que resume por región y especie, las localidades de interés, la superficie acumulada para cada tipo de cultivo, la situación legal y el nivel de los emprendimientos. En tanto que en la Tabla 1.3 se presenta un recuento de los sistemas de cultivo en tierra (e.g., hatchery), situación legal y nivel de inversión.

A continuación se detallan las características de las actividades de acuicultura desarrolladas entre Arica y Taltal, ordenadas para las tres regiones administrativas respectivas.

Región de Arica y Parinacota

En la XV Región se registran 18 polígonos de acuicultura, todos con superficie ≥ 10 ha y < 50 ha, de los cuales 11 estaban autorizados y 7 se encuentran en trámite de otorgamiento (Tabla 1.2). Además, se identifica un hatchery destinado a la producción de semillas del ostión del norte perteneciente a la Soc. Aquatec Ltda. (Tabla 1.3) y dos solicitudes de terreno de playa (Tabla 1.2). Resalta que no se presentan grandes emprendimientos de cultivo (≥ 50 ha). Del total de concesiones: cinco pertenecen a empresas (Soc. Aquatec Ltda. (2), Arica Pacific S.A (2) y Arica Farming Ltda. (1)), tres a universidades (Inversiones Cordap S.A. (2) y U. de Tarapacá (1)) y las tres restantes pertenecen a personas naturales (Raul Canales, Maria Leyton y Santiago Rubio). Por otra parte, cabe consignarse que se constató en las dos campañas de terreno realizadas en esta región (febrero y mayo de 2009) la ausencia de centros con producción en el agua, lo que



se ratifica al buscar información en el portal www.sernapesca.cl sobre informes mensuales de cosecha.

En la Región de Arica y Parinacota, la historia de la acuicultura es de corta trayectoria, basándose primeramente en iniciativas apoyadas por financiamiento público orientadas al cultivo dulce-acuícola del camarón de río del norte *Cryphiops caementarius*, el camarón malásico *Macrobachium rosenbergii* y la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss*, con la finalidad de diversificar las actividades de la comunidad organizada que reside en las quebradas del Río Lluta (Cordunap, 2006).

En la Tabla 1.4 se presentan las especies hidrobiológicas con historial de cultivo en la Región de Arica y Parinacota, *i.e.*, se incluye a aquellas que presentan cultivos comerciales, experimentales y aquellas que son de interés para un futuro cultivo (en proyecto). En este sentido, el ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) es la especie principal de cultivo en las concesiones otorgadas, seguido por la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*). Entre las especies que presentaron cultivos experimentales, se encuentran el camarón malásico (*Macrobachium rosenbergii*), el camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*), la corvina (*Cilus gilberti*), la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y el salmón del Pacífico (*Oncorhynchus kisutch*). En tanto que dos especies el dorado de la costa (*Seriola lalandi*) y el bonito (*Sarda chilensis*) se encuentran en etapa de proyectos (sin ejecución) para esta área (Tabla 1.4).

En relación a los proyectos experimentales, de Investigación y desarrollo de la acuicultura en esta región, se registran 10 proyectos productivos (Cordunap, 2006), los cuales se presentan en la Tabla 1.5.



En la Región de Arica y Parinacota hasta el año 2009 no se registra desembarque de cosechas provenientes de centros de cultivos (www.sernapesca.cl, en informes mensuales de cosecha) a pesar de presentarse 2 centros que declararon operación el año 2008 (http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=54&func=download&id=3515&chk=36830365979ef9b640f62b879c5342ab).

No obstante, la producción proyectada para los nuevos centros de cultivo que se incorporan a la acuicultura regional, establecida a base de datos exhibidos en declaraciones de impacto ambiental (DIAs) presentadas entre el 7-ago-1997 y 3-oct-2008 (Fuente: <https://www.e-seia.cl/>), 11 para el cultivo de Ostión- dos de ellas con cultivo mixta de ostión y ostra- y de una planta de elaboración de concentrado de aceite de pescado, dan cuenta de una producción total estimada, en pleno funcionamiento de los centros (máximo autorizado), de 4.299,1 t/año de ostiones y 114,45 t/año de ostra. En cuanto al promedio de producción por hectárea concesionada para el cultivo suspendido de ostión es de 19,2 t/ha. Respecto a la contratación de mano de obra, en promedio, para el conjunto de moluscos filtradores, significará 23 personas por centro y un total acumulado de 299. La relación de número de empleos y tamaño de la concesión es de 1,3 personas/hectárea.

Región de Tarapacá

En la Región de Tarapacá, se identificaron 38 polígonos de acuicultura, la mayor parte ocupan una superficie ≤ 10 ha, de los cuales 24 estaban autorizados y 14 en trámite de otorgamiento (Tabla 1.2). Además se identifican dos hatcheries destinados a la producción de semillas de ostión del norte (uno en trámite) y cuatro cultivos de microalgas (Tabla 1.3). Se presentan emprendimientos de envergadura industrial (≥ 50 ha), dos para el caso del ostión del norte (otorgados a Corpesca S.A), en Caleta Pabellón de Pica (300,37 ha) y Farallones Torrecillas (190,92 ha), y uno para el caso del dorado de la costa (en trámite) ubicado en Caleta Buena.



Del total de concesiones, una pertenece a la Fundación Almirante Carlos Condell, siete pertenecen a empresas (Blue Fish Ind. y Com. Ltda. (1), Soc. Com. e Ind. Octamar Ltda. (1), Corpesca S.A. (2), Comercializadora Chanavaya S.A. (1), Cultivos Coquimbo Mar S.A. (1) y Sarmenia Cultivos Marinos Ltda. (1)), nueve pertenecen a sindicatos de pescadores artesanales (Sind. Río Seco, Sind. Chanavaya, Sind. Iquique, Sind. Pisagua, Sind. Camarones, Sind. Chanavayita, Sind. San Marcos, Sind. Caleta Chipana y Sind. Los Verdes) y las nueve restantes pertenecen a particulares (Raul Canales (1), Juan Briceño (1), Carlos Sandoval (1), Luis Catalan (1), Juan Bruna (1), Osvaldo Cuadrado (2) y Marcela Araya (2)). Por otra parte, cabe consignarse que se constató en las tres campañas de terreno realizadas en esta región (febrero, mayo y junio de 2009) la ausencia de centros con producción en el agua, lo que se ratifica al buscar información en el portal <http://www.sernapesca.cl/> sobre informes mensuales de cosecha.

En la Tabla 1.6 se presentan las especies hidrobiológicas con historial de cultivo en la Región de Región de Tarapacá, *i.e.*, se incluye a aquellas que presentan cultivos comerciales, experimentales y aquellas que son de interés para un futuro cultivo (en proyecto). Como ha sido mencionado, el principal recurso cultivado corresponde al ostión del norte. Otras especies cultivadas son: hematococo (*Haematococcus pluviales*), espirulina (*Spirulina maxima*), el pelillo (*Gracilaria chilensis*) y la ostra del Pacífico (*Cassostrea gigas*). De las especies que presentan algún grado de desarrollo de los cultivos en la zona, se encuentran: abalón rojo (*Haliotis rufescens*), abalón verde (*Haliotis discus hannai*), pepino de mar (*Apostichopus japonicus*), hirame (*Paralichthys olivaceus*), dorado de la costa (*Seriola lalandi*), acha (*Medialuna ancietae*), san pedro (*Oplegnathus insignis*), mulata (*Graus nigra*) y lenguado chileno (*Paralichthys adpersus*). Entre las especies proyectadas para su eventual cultivo se encuentran la microalga *Dunaliella salina*, el atún de aleta amarilla y atún de ojos grandes (Tabla 1.6).



En cuanto a los proyectos de investigación de acuicultura en esta región, se identificaron 12 proyectos. Las instituciones de investigación que han aportado al conocimiento y desarrollo de la acuicultura en la I Región son la Universidad Arturo Prat, junto a la Cordunap y el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) con el desarrollo de proyectos de investigación (Tabla 1.7).

En la Región de Tarapacá, el desembarque histórico de cosechas provenientes de centros de cultivos entre los años 1998 y 2006 (ver Anuarios Estadísticos de Sernapesca) indica que el ostión del norte ha sido la especie principal de cultivo, existiendo también el registro de cosechas de la ostra del Pacífico durante los años 1998 y 1999, con 10 t y 9 t, respectivamente (Sernapesca 1999, 2000). La dinámica del desembarque de las cosechas del ostión del norte en esta región durante los años 1998 y 2007 se presenta en la Figura 2.4. A partir del año 2006, comienzan a registrarse producción de microalgas (*i.e.*, *Haematococcus pluvialis* y *Spirulina maxima*). Las cosechas del año 2008 sólo llegaron a las 18 t para el ostión del norte mientras que para las microalgas *Haematococcus* y *Spirulina* fueron de 16 t y 6 t, respectivamente (<http://www.sernapesca.cl/> - Tabla 67).

La producción proyectada para los nuevos centros de cultivo que se incorporan a la acuicultura regional, establecida a base de datos exhibidos en declaraciones de impacto ambiental (DIAs) presentadas entre el 5-sep-1997 y el 6-mar-2008 (Fuente: <https://www.e-seia.cl/>), 14 para el cultivo de ostión- seis de ellas con cultivo mixta ostión, ostra, chorito y erizo rojo-, de una para cultivo de atún y de tres para hatchery de bivalvos, dan cuenta de una producción total estimada, en pleno funcionamiento de los centros (máximo autorizado), de 4154,88 t de ostión, 65,45 t de ostra y 440 t de choritos. En cuanto al promedio de producción por hectárea concesionada para el cultivo suspendido de moluscos filtradores alcanza a las 17,0 t/ha. Respecto a la contratación de mano de obra, en promedio, para el conjunto de moluscos filtradores, significaría 31 personas por centro y un total



acumulado de 400. La relación promedio del número de empleos y tamaño de la concesión es de 2,1 personas/hectárea. En relación al cultivo de atún se estima una producción de 3.020 t/año, en 24,5 ha de superficie. La producción estimada para hatchery de ostión (peso promedio semilla de 1,48 g) alcanza en promedio 17,76 t/año y en total 35,52 t/año.

Región de Antofagasta

En la Región de Antofagasta, se identificaron 43 polígonos de acuicultura, de los cuales 17 estaban autorizados y 26 se encontraban en trámite de otorgamiento (Tabla 1.2). En esta región existen tres hatcheries destinados a la producción de semillas del ostión del norte (Tabla 1.3). Cabe, señalarse que los cultivos que están en trámite de otorgamiento corresponden mayoritariamente a grandes emprendimientos (superficie \geq 50 ha). Esta tendencia se ejemplifica para el caso del Ostión del Norte en el sector El Colorado que de las 92,26 ha otorgadas en concesión pretenden ampliarse a 254,49 ha. Del total de concesiones, 12 pertenecen a empresas (P. y Cultivos de Recursos Marinos Ltda. (5), Granja Marina S.A. (3), Mar Blanco S.A. (2), Empresa de Buzos Mariscadores de Taltal S.A. (1), Cultivos Hidrobiológicos Aguamarina S.A. (1)), una pertenece a un sindicato de pescadores artesanales (Sind. Punta Arenas) y las cuatro restantes pertenecen a particulares (Pedro Granic (2), Marco Araya (1) y Fernando Lopez (1)). Por otra parte, cabe consignarse que se constató en las dos campañas de terreno realizadas en esta región (febrero y julio de 2009) la ausencia de centros con producción en el agua. No obstante, Sernapesca informa que para el año 2009 existió cosecha de pelillo (Sernapesca-Antofagasta, Com. Pers. 10 abril de 2010).

En la Tabla 1.8 se presentan las especies hidrobiológicas con historial de cultivo en la Región de Antofagasta, i.e., se incluye a aquellas que presentan cultivos comerciales, experimentales y aquellas que son de interés para un futuro cultivo (en proyecto). Las especies cultivadas correspondieron al ostión del norte y el pelillo. Entre las especies



que presentan algún grado de cultivo experimental, se encuentran el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), artemia (*Artemia salina*), choritos (*Mytilus chilensis*), y dorado de la costa. En cuanto a las especies que se proyecta su cultivo se encuentran *Haematococcus*, *Spirulina*, *Dunaliella*, abalón rojo, abalón verde, pepino de mar, acha, San Pedro, mulata, lenguado chileno, entre otros

La Universidad de Antofagasta (UANTOF) es la institución de investigación que ha aportado al conocimiento de la acuicultura en la II Región, generando proyectos de investigación y desarrollo (Tabla 1.9). Así como también, publicando trabajos científicos en revistas de corriente principal sobre experiencias de acuicultura en la Región de Antofagasta (Tabla 1.10).

En la Región de Antofagasta, el desembarque histórico de cosechas provenientes de centros de cultivos, muestra que el ostión del norte y el pelillo han sido las principales especies sometidas a cultivo. A partir del año 2004 no se han registrado cosechas provenientes de concesiones de pelillo. La dinámica del desembarque de las cosechas de ostión del norte y el pelillo en esta región durante los años 1998 y 2007 se presentan en la Figura 2.5. Las cosechas del año 2008 llegaron a las 162 t para el ostión del norte mientras que para el pelillo fueron de 273 t (<http://www.sernapesca.cl/> - Tabla 67).

La producción proyectada para los nuevos centros de cultivo que se incorporan a la acuicultura regional, establecida a base de datos exhibidos en declaraciones de impacto ambiental (DIAs) presentadas entre el 12-sep-2001 y el 3-may-2006 (Fuente: <https://www.e-seia.cl/>), 7 para el cultivo de ostión- las cuales son de tipo de “cultivo mixto” de ostión, ostra, cholga y *Gracilaria*-, de una para cultivo de *Seriola*, de dos para hatchery de ostión y de una para camarón blanco, dan cuenta de una producción total estimada, en pleno funcionamiento de los centros (máximo autorizado), de 1.942,6 t/año de ostión, 225,0 t de ostra y 981,3 t de cholga,



siendo para el total de moluscos filtradores de 3148,9 t. En cuanto al promedio de producción por hectárea concesionada para el cultivo para el ostión alcanza a las 6,5 t/ha, para la cholga 11,14 t/ha, para la ostra 16,96 t/ha y para el cultivo de *Gracilaria* la producción es de 2,0 t/ha. Respecto a la contratación de mano de obra, en promedio, para el conjunto de moluscos filtradores, significaría 12 personas por centro y un total acumulado de 144. La relación promedio del número de empleos y tamaño de la concesiones de 0,71 personas/hectárea para cultivo suspendido de moluscos filtradores. En relación al cultivo de *Seriola* se estima una producción de 64 t/há y un empleo de mano de obra de 154 personas.

4.1.2. Análisis de los procesos relacionados con cada uno de los cultivos identificados en el área de estudio

A continuación, se detallan generalidades biológicas, procesos y tecnologías productivas de las distintas especies sometidas a cultivo en el área de ejecución del Proyecto (*i.e.*, especies actualmente cultivadas a nivel comercial, las que se cultivan experimentalmente y aquellas con proyecciones), y fuera de este, tanto de especies nativas como de aquellas introducidas. Se estiman producciones por hectárea, en función de su ciclo productivo, para los distintos tipos de cultivo a partir de valores referenciales obtenidos desde fuentes nacionales y/o extranjeras. Además, se indican los volúmenes de producción durante el período 2000-2008 para las especies registradas en los Anuarios Estadísticos Pesqueros de Sernapesca.

En este contexto, se han clasificado las especies acuícolas a nivel nacional, y en la zona de estudio, en función del grado de desarrollo de la tecnología y el nivel de producción alcanzado. Antecedentes adaptados y actualizados desde Zúñiga y Acuña (2002), Subpesca (2003), Murillo *et al.* (2006a) y Asvid Ltda. (2008) (Tabla 1.11).



Especie en etapa Comercial: La tecnología de cultivo es ampliamente dominada y existen registros oficiales de cosechas, procedentes de centros de cultivo operando. Por tanto, los niveles de producción sustentan una industria.

Especie en etapa Pre-Comercial: La Tecnología de cultivo es conocida. Existen producciones masivas, pero los volúmenes no son suficientes para sustentar una industria. En general, no hay concesiones o autorizaciones operando.

Especie en etapa Piloto: La Tecnología de cultivo esta en desarrollo para su aplicación a nivel comercial. Se perfeccionan los aspectos de producción masiva para obtener eficiencia técnica y económica. No existen solicitudes de concesiones o autorizaciones de acuicultura en trámite.

Especie en etapa Experimental: La tecnología de cultivo se esta desarrollando, realizándose las primeras experiencias para conocer y controlar los procesos del cultivo.

Para la zona en estudio se incorporó además, a las especies que tienen registros de cultivos consolidados o en fase experimental (con promisorios resultados) en otras regiones, clasificándolas como Especies Potencialmente Cultivables.

Especie en etapa Comercial

Moluscos

Nombre científico y vulgar: *Argopecten purpurata* (Lamarck, 1819), ostión del norte.



Características de la especie: Bivalvo filtrador, hermafrodita, con fecundación externa y desarrollo larval planctónico en su primera etapa de vida. Posteriormente se asienta para desarrollarse como organismo bentónico en fondos arenosos y gravosos bajo la línea intermareal. Se alimenta de microalgas y detritus orgánicos. Posee una concha orbicular con valvas desiguales de color violeta anaranjado, que poseen radios hacia la charnela (Peña, 2001).

Distribución: Se distribuye naturalmente desde Corinto (Nicaragua) hasta Valparaíso (Chile), desde zonas someras del intermareal hasta 40 m de profundidad (Peña, 2001).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Esta especie tiene muy baja tolerancia a los cambios bruscos de salinidad, temperatura y oxígeno. El ostión se desarrolla con condiciones de temperatura entre los 5 y 30 °C; de salinidad entre los 27 y 35 psu; concentraciones de oxígeno disuelto entre 5 y 10 mg/L; y velocidad de las corrientes entre 10 y 50 cm/s (Peña, 2001).

Características del cultivo: El cultivo se realiza en ecosistemas marinos, asociados a áreas costeras del norte de Chile, donde históricamente se localizan importantes bancos naturales. La captación de semilla, puede ser desde bancos naturales mediante colectores o producidas en “hatchery”. El cultivo intermedio y la engorda se desarrollan en sistemas suspendidos en la columna de agua (“long-line simples o dobles entre 100 y 300 metros de largo”), de manera que puedan filtrar libremente su alimento. Para el primero se utiliza el “pearlnet”, estructura en la cual se disponen las semillas hasta que alcanzan los 40 mm. Posteriormente (*i.e.*, etapa de engorda), los individuos son trasladados a linternas y/o llevados a “loopcord”, por un periodo de 4 meses hasta la cosecha, etapa en la cual alcanzan la talla comercial de 70 a 90 mm. El tiempo de cultivo, desde la captación de semilla hasta la cosecha, oscila entre 14 y 16 meses (Flores, 1995).



Un esquema general del sistema de cultivo para esta especie se presenta en la Figura 2.6.

Producción: Se estima una producción de $32 \text{ t} * \text{ha}^{-1} * \text{año}^{-1}$ (Com. Pers. ostionero Sr. Mercado, 2009).

Niveles de Producción: Entre los años 2000 al 2008, la producción nacional acumulada del ostión del norte fue de 132.904 t. En general, esta producción se ha concentrado en las costas de las Regiones de Atacama y Coquimbo, representando más del 95 % de la producción nacional. Las producciones acumuladas para el mismo periodo de este recurso para la I y II regiones fueron de 2.972 t, representando un 2,23 % del total nacional (Ver Anuarios Estadísticos de Pesca, 2000-2008).

Nombre científico y vulgar: *Crassostrea gigas* (Thurnberg, 1873), ostra del Pacífico.

Características de la especie: Bivalvo filtrador hermafrodita, fecundación externa y desarrollo larval planctónico de corta duración (3 a 4 días). Posee valvas ovales cóncavas y asimétricas.

Distribución: Se distribuye principalmente en el área geográfica de Japón, Corea y China, entre la latitud 30° y 40° N. Fue introducida en Chile para su cultivo. En condiciones naturales, vive adherida a sustratos duros en la zona intermareal, con una distribución batimétrica que comprende entre 1 y 10 m de profundidad (Zúñiga & Acuña, 2002).



Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Temperatura entre los 10 y los 30 °C; salinidad entre los 7 y 34 psu; concentraciones de oxígeno disuelto entre 5 y 10 mg/L; y velocidad de las corrientes entre 10 y 50 cm/s.

Características del cultivo: En Chile, el cultivo de esta especie, se realiza en ambientes marinos costeros. Existen dos modalidades para el cultivo de esta especie, la primera es a partir de semillas individuales que pueden ser cultivadas en parrones intermareales o suspendidos en “long-line” dentro de linternas o perl net y la segunda es a partir de larvas fijadas remotamente, utilizando colectores que luego son desdoblados, finalizando el cultivo con cuelgas individuales que cuentan con una serie de sustratos, normalmente conchas de ostión, sobre los cuales crecen adheridas las ostras en cantidades variables. El período de cultivo varía dependiendo del tamaño de inicio y las características de temperatura y nutrientes del sitio empleado, pudiendo ir desde un año en el norte hasta 2 y medio años en el sur, una vez que han alcanzado entre los 70 y 90 mm de longitud.

Un esquema general del sistema de cultivo de esta especie se presenta en la Figura 2.7.

Producción: Se estima una producción de $70 \text{ t}^* \text{ ha}^{-1} * \text{ ciclo productivo}^{-1}$ (Murillo *et al.*, 2006a).

Niveles de producción: Durante el período 2000 - 2008, los volúmenes de producción nacional de esta especie fue de 15.312 toneladas. En todo este período, la producción se ha concentrado en la región de Los Lagos, con más del 99 % del total nacional. Se ha incluido esta especie como cultivada en el área Arica -Taltal, ya que se registraron producciones de 10 y 9 t en los años 1998 y 1999. Sin embargo, no hubo producciones en el período 2000 -2008.



Algas

Nombre cientifico y vulgar: *Haematococcus pluvialis* (Flotow 1844), hematococos.

Características de la especie: Microorganismo unicelular fotoaut3trofo que se presenta en tres estados dependiendo de las condiciones del medio. Una de estas es denominada c3lula vegetativa, es de color verde, ovalada, flagelada y con una buena capacidad de divisi3n celular (Atacama Bio Natural, 2008). El otro estado es denominado *Palmella*, en este caso la c3lula pierde sus flagelos, se torna esf3rica, mantiene su color verde e inicia un proceso que termina con el enquistamiento (Atacama Bio Natural, 2008). La 3ltima etapa se denomina Aplanospora, no posee flagelos, presenta una pared celular extremadamente resistente, formada por un compuesto similar a la esporopolenina, el color es de un rojo intenso, debido a la presencia de gl3bulos citoplasmáticos donde se acumula la astaxantina (Atacama Bio Natural, 2008).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Los requerimientos ambientales fundamentales para el desarrollo del cultivo son contar con una fuente de agua dulce de buena calidad, con adici3n de sales minerales del tipo fertilizante y una buena fuente de luz solar (Grimaldi, 2007).

Características del cultivo: el proceso para la obtenci3n de quiste o aplanosporas se desarrolla en reactores abiertos expuesto a la m3xima radiaci3n solar. Es un proceso 100% natural, mediante el cual la microalga sufre un proceso de transformaci3n desde c3lula vegetativa a aplan3sora, alcanzado altos niveles de Astaxantina. El cultivo de la microalga comienza en el laboratorio y luego contin3a en terrazas, y estanques, comprendiendo la duplicaci3n celular de la especie. Consta de tres etapas: Cultivo vegetativo, productivo y de inducci3n.



Cada uno de ellos, son realizados en biorreactores emplazados en terrazas, con una constante entrada de agua y agitaci3n. Una vez que la microalga alcanza valores altos en densidad, se somete al proceso de decantaci3n, en estanques de base c3nica. Posteriormente se extraen los quistes del fondo y se inicia un proceso de centrifugaci3n, para convertirla en polvo, con una humedad residual del 9%. De esta manera se obtiene finalmente el pigmento natural conocido como Astaxantina, que posee un importante uso para la industria alimenticia.

Producci3n: Una superficie de 126 ha produce 216 t de microalga seca, requiri3ndose un volumen total de agua de 25.155 m³ (Grimaldi, 2007).

Niveles de producci3n: En el periodo acumulado 2000-2008 solo se registra producci3n en los a1os 2006 (1,444 t), 2007 (7 t) y 2008 (16 t) exclusivamente en la Regi3n de Tarapac3. El valor correspondiente a la producci3n del a1o 2006 fue corregido, debido a que en conversaciones con funcionarios de Sernapesca de Iquique (2009), informaron que se tratar3a de un error de tipeo.

Nombre cient3fico y vulgar: *Spirulina sp.* (Turpin Ex Gomont, 1893), espirulina.

Caracter3sticas de la especie: alga unicelular microsc3pica de forma de espiral, fotoaut3trofos, a pesar de ser unicelulares se agrupan formando tricomas o formas filamentosas.

Distribuci3n: habita lagos salobre-alclicos ubicados en los cinturones subtropicales del planeta (Grimaldi, 2006). Suele encontrarse en lugares donde abunda la luz solar y aguas alcalinas dulces (en especial en lagos), siendo su h3bitat el correspondiente a los territorios de M3xico (Lago Texcoco), Jap3n, Tailandia y algunos lagos del 3frica (Lago de Chad).



Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: La radiación solar requerida esta entre 60-500 einstein/m²/s, la temperatura entre 23 y 37 °C, salinidad óptima de 15 psu y pH entre 10 y 11.

Características del cultivo: El cultivo y producción de espirulina, se desarrolla de preferencia en zonas áridas o semiáridas, donde las condiciones climáticas permiten una alta irradiación solar, gran cantidad de horas de sol y poca lluvia (Grimaldi, 2006). El cultivo, se basa en la mantención de cepas puras. El material biológico se mantiene en condiciones de aislamiento y condiciones controladas de laboratorio. En el laboratorio, se utilizan condiciones de cultivo controlado, en cuanto a luminosidad, temperatura e inyección de aire como medio en cultivos de pequeño volumen (*i.e.*, de 50 mL a 20 L). La producción de inóculos: es una operación semi-continua, de cultivo en estanques (reactores de cultivo) cubiertos bajo plástico o invernadero. La etapa siguiente es la operación de cultivo intensivo en grandes estanques o reactores de cultivo en los cuales se replican las condiciones ambientales en que prolifera esta especie. La cosecha, es una operación unitaria en la cual se separa la *Spirulina* de su medio de cultivo acuoso, el cual, luego de la cosecha, se envía a un sistema de tratamiento, estabilización y reconstitución a fin de recircularlo nuevamente a los reactores de cultivo una vez tratado. De esta operación se obtiene un concentrado de *Spirulina* mediante la reducción de la cantidad de agua. Finalmente, se realiza la extrusión de la biomasa: sobre bandejas de secado. En la etapa de secado, la biomasa es introducida en cámaras de secado hermética cerradas a fin de que el producto a secar tome contacto con aire caliente, el que extrae la humedad de los delgados filamentos de *Spirulina*, lo que permite obtener un producto seco en alrededor de 3 horas.

El esquema general del cultivo de estas dos microalgas se presenta en la Figura 2.8.



Producción: Se estima una producción de $30 \text{ t} * \text{ha}^{-1} * \text{ciclo productivo}^{-1}$ (Romero, 2009).

Niveles de producción: Durante el período 2000-2008, sólo se ha registrado producción en los años 2006, 2007 y 2008, concentrándose en la Región de Tarapacá. Los Anuarios Estadísticos, consignan una producción de 3.189, 2.712 y 6.000 t, respectivamente. Sin embargo, estos datos deben ser analizados con precaución, ya que en conversaciones sostenidas con funcionarios de Sernapesca de Iquique (2009), nos informaron que la cosecha de esta especie no sobrepasa las 10 t, por lo que esos números corresponderían a kilos o se trataría de un error de tipeo.

Nombre científico y vulgar: *Gracilaria chilensis* (Bird, McLachlan & Oliveira, 1986), pelillo.

Características de la especie: Alga rodófito de talos cilíndricos filamentosos de 2 mm de diámetro, que alcanza los 2 m de largo. Se reproduce principalmente por crecimiento vegetativo, habitando fondos arenosos o fangosos en bahías protegidas (IFOP, 2000a).

Distribución: Se distribuye geográficamente, de manera discontinua, desde Bahía Mejillones ($23^{\circ} 0,5'S$, $70^{\circ} 29'W$) hasta Chiloé. Ocasionalmente habita sobre sustrato rocoso. Se le encuentra en la zona intermareal hasta los 25 m de profundidad (IFOP, 2000a).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Preferentemente se desarrolla en ambientes de aguas calmas de origen marino y salobre. Soporta muy bien salinidades entre 8 a 50 psu y temperaturas entre 8 y 25°C . Intensidades lumínicas de 5000 lux, permiten un buen crecimiento de la especie,



como también rangos de pH que oscilen entre 6,5 y 8,5. Los principales nutrientes a requerir para su desarrollo son el potasio, calcio, magnesio, nitratos, entre otros.

El tipo de sedimento apto para su desarrollo debe tener una proporción arenosa superior al 90 % y el contenido de materia orgánica no debe sobrepasar el 10%, porque se produce necrosis en los talos (Ruiz *et al*, 1989). Las playas con pendientes suaves resultan apropiadas para su cultivo. Corrientes entre 4 a 10 cm/s y recambios de agua por sobre el 70% impide abundancia excesiva de epifitos (Ruiz *et al*, 1989).

Características del cultivo: El cultivo de esta alga posee una amplia gama de opciones que incluyen cultivos en mar (cultivo directo, indirecto y suspendido) y en tierra, ya sea en piletas y estanques (Tomicic, 1985). El cultivo directo realizado en la zona intermareal y submareal es el más ampliamente utilizado en el país, ya que económicamente es el más rentable (Westermeyer & Rivera, 1989), el cual consiste en enterrar manojos de 500 g (25 y 35 cm de largo) directamente en el sustrato, sin utilizar materiales residuales que afecten posteriormente el cultivo. Las densidades de siembra utilizadas varían entre 0,5 y 1,5 kg/m³.

El abastecimiento de manojos (talos) para este cultivo proviene principalmente de la fragmentación de talos vegetativos y en menor escala por la inoculación de esporas en sustratos artificiales bajo condiciones controladas. El cultivo indirecto realizado en la zona submareal, consiste en implantar manojos o esporas, ya sea carpósporas o tetrásporas, en cuerdas plásticas, piedras y adocretos. La densidad de siembra varía dependiendo del tipo de elemento que se utilice en el cultivo (e.g., cuerda: 3 manojos por metro lineal o piedra: 5 manojos/m²). El cultivo suspendido se efectúa en las zonas submareales que presentan sustratos inadecuados para desarrollarlo en forma directa, por ej. duros. Se utiliza un long line simple de 100 m de largo, ubicándose los manojos a 3 m de profundidad, en cuerdas verticales de 2 m de largo, amarrándose 5 manojos en cada una de ellas.



El ciclo productivo (siembra a cosecha) varía entre 3 y 4 meses, dependiendo de las condiciones ambientales del cultivo.

Un esquema general del sistema de cultivo de pelillo se presenta en la Figura 2.9.

Producción: Se estima una producción de $60 \text{ t} * \text{ha}^{-1} * \text{ciclo productivo}^{-1}$ (Murillo *et al.*, 2006a).

Niveles de producción: Durante el período 2000-2008, la producción acumulada nacional de esta alga fue de 226.270 t. La Región de Los Lagos es la que presentó las mayores producciones con un total de 156.800 t, concentrando el 69,3 %, de la producción nacional. También se registra producción en las regiones del Bio-Bio (46.623 t), de Coquimbo (27.231 t), de Atacama (3.999 t). Con respecto a la I y II regiones, sólo esta última registra 1.611 t, representando el 0,71% del total nacional.



Especie en etapa Experimental

Moluscos

Nombre científico y vulgar: *Mytilus chilensis* (Hupé, 1854), chorito.

Características de la especie: Bivalvo filtrador con sexos separados, fecundación externa y desarrollo larval planctónico. En sus valvas presenta solo estrías concéntricas (IFOP, 2000a)

Distribución: Se distribuye naturalmente desde Iquique hasta el Estrecho de Magallanes, subiendo por el Atlántico hasta el norte de Brasil, incluidas las Islas Malvinas. En condiciones naturales, habita desde la zona intermareal superior hasta los 10 m de profundidad (IFOP, 2000a) y en lugares de rompiente.

Rangos de tolerancia ambiental adecuados para el cultivo: Temperatura entre los 3 y los 20 °C; salinidad entre los 4 y 32 psu; concentraciones de oxígeno disuelto entre 5 y 10 mg/L; velocidad de las corrientes entre 10 y 50 cm/s (IFOP, 2000a).

Características del cultivo: En Chile el cultivo de esta especie, se realiza tanto en condiciones marinas como estuarinas. Las semillas son colectadas naturalmente por medio de colectores ubicados en zonas de reproducción natural. El cultivo y engorda se realiza en cuelgas, las que se instalan en sistemas de “long-line” simples o dobles (de 100, 200 y 300 metros de largo) y en menor medida en balsas de cultivo. En estos sistemas, los organismos son mantenidos hasta alcanzar una talla comercial por sobre los 4 cm. En general, el tiempo de cultivo que comprende desde la captación de semillas hasta la cosecha, oscila



entre 10 y 24 meses dependiendo de condiciones ambientales y de manejo de cada centro de cultivo.

Un esquema general del sistema de cultivo para mitílicos se presenta en la Figura 2.10.

Producción: Se estima una producción de $80 \text{ t} * \text{ha}^{-1} * \text{ciclo productivo}^{-1}$ (Com. Pers. mitilicultor Rojas, 2009)

Niveles de producción: Desde el año 2000, los volúmenes de producción a nivel nacional han aumentado constantemente, desde 23.477 t hasta alcanzar 187.064 t en el año 2008, siendo la Región de Los Lagos la que produce más del 99% de la producción nacional.

Nombre científico o vulgar: *Aulacomya atra* (**Molina, 1782**), cholga.

Características de la especie: Bivalvo filtrador con sexos separados, fecundación externa y desarrollo larval planctónico. En sus valvas destacan estrías concéntricas y estrías radiales muy marcadas, con umbos puntiagudos y divergentes, logrando alcanzar la talla de hasta 15 cm.

Distribución: Se distribuye desde Callao (Perú) por el Pacífico hasta el Canal Beagle e islas Navarino y Picton, encontrándose también en el Archipiélago de Juan Fernández. Por el océano Atlántico llega hasta el sur de Brasil e inclusive las Islas Malvinas (Zúñiga & Acuña, 2002).

Normalmente los bancos comerciales o cholgueras se encuentran entre los 5 y 20 m de profundidad, aunque puede encontrársela hasta 40-50 m.



Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Temperatura entre los 10 y 20 °C; salinidades entre los 18 y 32 psu concentraciones de oxígeno disuelto entre 5 y 10 mg/L; y velocidades de las corrientes entre 10 y 50 cm/s.

Características del cultivo: En Chile el cultivo de esta especie, se realiza en forma similar a la descrita anteriormente para los choritos. En estos sistemas, los organismos son mantenidos hasta alcanzar una talla comercial por sobre los 4 cm (Murillo *et al.*, 2006a). En general, el ciclo productivo (que comprende desde la captación de semillas hasta la cosecha), varía entre 46 y 48 meses dependiendo de condiciones ambientales y técnicas de cultivo. Sin embargo, experiencias de cultivo efectuadas en la Región de Antofagasta, dan cuenta que los ejemplares alcanzaron una talla de 72 mm en un lapso de 22 meses (IFOP, 2002).

Un esquema general del sistema de cultivo para mitílidos se presenta en la Figura 2.10.

Producción: Se estima una producción de $80 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo productivo}^{-1}$ (Com. Pers. mitilicultor Rojas, 2009).

Niveles de producción: Durante los años 2000 y 2008, la producción acumulada de esta especie alcanzó las 8.684 t. En el año 2002 la producción registró los mayores volúmenes del periodo analizado, alcanzando las 1.696 t. A partir de ese año y hasta el año 2006 se observó una disminución constante hasta alcanzar las 617 t. Sin embargo, durante el año 2008 la producción de esta especie presentó un alza hasta alcanzar un total de 1.575 t. A nivel nacional, la Región de los Lagos produce el 100% de la producción.



Nombre científico y vulgar: *Choromytilus chorus* (Molina, 1782), choro.

Características de la especie: Bivalvo filtrador con sexos separados, fecundación externa y desarrollo larval planctónico. En sus valvas presenta solo estrías concéntricas cubiertas por un periostraco, pudiendo alcanzar grandes tamaños (*i.e.*, 20 cm o más).

Distribución: Se distribuye desde Pascamayo (Perú) hasta Bahía Orange en Tierra del Fuego - Chile) (IFOP, 2000b). Esta especie se la encuentra entre los 3 y 20 m de profundidad, pero preferentemente entre los 5 y 15 m (Lozada *et al.*, 1971).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Temperaturas entre los 10 y 20 °C; salinidad entre los 10 y 32 psu, concentraciones de oxígeno disuelto entre 5 y 10 mg/L; velocidad de las corrientes entre 10 y 50 cm/s.

Características del cultivo: En Chile el cultivo de esta especie, se realiza tanto en condiciones marinas como estuarinas. La captación de semillas se realiza de forma similar al descrito para el cultivo de choritos. Para la etapa de engorda, los ejemplares se disponen en linternas, bandejas o en cuerdas de crecimiento. Estos sistemas se suspenden de “long-lines” dobles o simples, hasta alcanzar la talla comercial (> 10 cm) (Murillo *et al.*, 2006a). El ciclo productivo (de semilla a adulto) varía entre 36 y 48 meses, dependiendo de condiciones ambientales y técnicas del cultivo (IFOP, 2002).

Un esquema general del sistema de cultivo para mitílidos se presenta en la Figura 2.10.

Producción: Se estima una producción de 80 t* ha⁻¹ * ciclo productivo⁻¹ (Com. Pers. mitilicultor Rojas, 2009).



Niveles de producción: Durante el periodo analizado, el volumen de producción nacional fue de 3.639 t, concentrándose en la Región de la Araucanía y la Región de Los Lagos, con un valor de 463 y 3.176 t, respectivamente.

Nombre científico y vulgar: *Tiostrea chilensis* (Philippi, 1845), ostra chilena.

Características de la especie: Bivalvo filtrador con sexos separados y fecundación interna. Las hembras incuban las larvas en la cavidad del manto y estas son expulsadas en las etapas finales de la metamorfosis asentándose rápidamente en el bentos. Posee concha oval, con lamelas irregulares y valvas desiguales. La máxima talla que puede alcanzar es de 10 cm (Valdovinos, 1999).

Distribución: Se encuentra desde Ecuador hasta Chiloé (Golfo Penas). Vive en la zona intermareal y hasta los 8 m de profundidad (IFOP, 2000).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Es una especie resistente a los cambios de temperatura, salinidad y pH (Murillo *et al.*, 2006a). Tolerancia temperaturas entre los 7 y los 22 °C; salinidades entre los 12 y 35 psu; concentraciones de oxígeno disuelto entre 5 y 12 mg/L; y velocidades de las corrientes entre 10 y 50 cm/s.

Características del cultivo: En general, las semillas son colectadas de zonas de reproducción natural, mediante colectores de distinta naturaleza (e.g. piedras, tejas, cestas o láminas de plástico, mallas de nylon, tubos de PVC, conchas, etc) permaneciendo entre 4 a 6 meses en los lugares de desove hasta alcanzar una talla entre 10 y 20 mm. El cultivo y engorda, se realiza en sistemas suspendidos y/o de fondo (Murillo *et al.*, 2006a). El cultivo suspendido se realiza en cuerdas, linternas, “pearlnet”, o bandejas (cestas) y en collares de conchas mientras que el cultivo de



fondo se realiza en conchas con semillas depositadas directamente en el fondo, ya sea intermareal o submareal (Murillo *et al.*, 2006a). Sin embargo, experiencias recientes han demostrado que el cultivo intermareal y el submareal de fondo, no son recomendables debido al lento crecimiento de las ostras en esos ambientes. También a factores como la depredación, la naturaleza del sustrato y la menor oferta de alimento, dificultan su desarrollo (Murillo *et al.*, 2006a). El tiempo de crecimiento de una ostra de 5 mm a 50-70 mm (talla comercial) está entre los 30 y 36 meses en la zona sur y de 24 meses en la zona norte (IFOP, 2002; Zúñiga & Acuña, 2002).

Un esquema general del cultivo de esta especie se presenta en la Figura 2.7.

Producción: Se estima una producción de $2 \text{ t}^* \text{ ha}^{-1} \text{ ciclo producción}^{-1}$ (Toro *et al.*, 2004).

Niveles de Producción: Los volúmenes de producción en el período analizado, alcanza las 1313 t. La producción de esta especie se concentró en la Región de Los Lagos.

Nombre científico y vulgar: *Haliotis rufescens* (Swainson, 1822), abalón rojo.

Características de la especie: Molusco gastrópodo, herbívoro con sexos separados, fecundación externa y desarrollo larval planctónico, en su ambiente natural presenta liberación de gametos durante todo el año (Fundación Chile, 1998).

Distribución: Habita sustratos rocosos, de costas expuestas al oleaje, desde la zona intermareal hasta el submareal, generalmente entre los 7 y 20 m de profundidad, alcanzando los 200 m de profundidad (Zúñiga & Acuña, 2002). Geográficamente se distribuye en el Pacífico nororiental a lo largo de la costa de



California, desde la región sur de Oregón (USA) hasta la parte central de Baja California (Punta Concepción-México) (Fundación Chile, 1998).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Temperatura entre 10 y 16°, salinidad entre 10 y 34 psu (Zúñiga & Acuña, 2002).

Características del cultivo: En Chile, esta especie fue introducida solo con fines de cultivo comercial. Este cultivo en el norte se realiza desde la obtención de semillas hasta la engorda en estanques ubicados en tierra. Consta de cinco etapas: acondicionamiento de reproductores, cultivo larval, asentamiento, preengorda y engorda. En la primera etapa, se mantienen reproductores en ambiente controlado y alimentación *ad libitum*. Luego de fecundados los gametos y después de un día de incubación se produce la eclosión de las larvas trocóforas. Posteriormente después de siete días de cultivo con un recambio de agua diario se obtienen larvas velígeras aptas para su asentamiento. Este asentamiento, se realiza en estanques circulares de 1 m de diámetro por 25 cm de profundidad. Luego de dos días comienzan a ramonear de las diatomeas bentónicas dispuestas en los estanques para su alimentación. Durante la etapa de preengorda, los abalones presentan tallas promedios entre 3 y 8 mm y comienza el suministro de alimento constituido por microalgas. Se disponen en una trampa de malla de 5 mm para evitar cualquier escape de abalones desde el área de cultivo. En la etapa de engorda, la alimentación se realiza con suministros de *Lessonia spp*, *Macrocystis integrifolia* y reducidas dosis de *Ulva spp* y *Gracilaria spp*. El período desde la semilla a cosecha demora entre 2,8 y 3 años, alcanzando en este lapso entre 70 y 90 mm de longitud y un peso aproximado de 100 g por individuo.

El cultivo en el sur del país, se efectúa desde la compra de la semilla (productores del norte) hasta la engorda en el mar en barriles, jaulas metálicas dispuestos en sistemas suspendidos (longlines).de 100, 200 y 300 metros de longitud.



Un esquema general del sistema de cultivo utilizado para especies de abalones se presenta en la Figura 2.11.

Producción: Se estima una producción de $250 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo productivo}^{-1}$ (Com. Pers. abalonero Rojas, 2009) en mar mientras que en estanque se proyecta una producción de $150 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo productivo}$ (Tang, 2009).

Niveles de producción: Durante el período 2000-2008 ha presentado un alza constante, con un volumen de producción acumulada nacional de 2.078 t. Las cosechas de esta especie se han registrado en las regiones de Atacama (30,5 % del total nacional), de Valparaíso (41,3% del total nacional) y la Región de los Lagos (28,2% del total nacional).

Nombre científico y vulgar: *Haliotis discus hannai* (Ino, 1953), abalón japonés o verde.

Características de la especie: Molusco gastrópodo, herbívoro, herbívoro con sexos separados, fecundación externa y desarrollo larval planctónico.

Distribución: Habita fondos rocosos de aguas someras, relativamente frías, a profundidades entre 1 y 5 m, originariamente en las costas de Japón.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Temperatura entre 10 y 16° , y salinidades entre 10 y 34 psu y (Zúñiga & Acuña, 2002).

Características del cultivo: El sistema de cultivo de esta especie es similar al descrito para el abalón rojo (Figura 2.11).



Producción: Se estima una producción de $250 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo productivo}^{-1}$ (Com. Pers. abalonero Rojas, 2009) en sistema suspendido. Se estima una producción de $150 \text{ t} / \text{ha}^{-1}$ ciclo productivo en estanque (Tang, 2009).

Niveles de producción: Durante el periodo 2000 a 2008), no se registra producción entre los años 2000 y 2002. Durante el periodo 2003 a 2008 se produjeron 45 t, concentrándose los mayores volúmenes en la Región de Atacama (39 t). Las 6 t restantes se produjeron en la Región de Valparaíso el año 2004.

Nombre científico y vulgar: *Octopus mimus* (Gould, 1852), pulpo del norte.

Características de la especie: Molusco cefalópodo. Posee fecundación interna y dimorfismo sexual, observable por la terminación diferenciada del 3º brazo derecho del macho, el cual es más corto y con el extremo redondeado, junto a la presencia de dos o tres ventosas grandes en el 2º y 3º par de brazos derecho e izquierdo (Guerra *et al.*, 1995).

Distribución: En las Costas del Pacífico, desde el Perú hasta el Norte de Chile (Guerra *et al.*, 1995). Habita grietas y hendiduras del submareal rocoso hasta los 50 m de profundidad (Zuñiga & Acuña, 2002).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Las temperaturas para las diferentes etapas de desarrollo del cultivo del pulpo del norte están entre 13 y $20 \text{ }^\circ\text{C}$ y salinidades entre 32 a 35 psu. El fenómeno del Niño causa alteraciones fisiológicas en el recurso (índice de fecundidad aumenta), reflejándose en los crecientes desembarques (Flores, 1995).



Características del cultivo: Todas las etapas del cultivo del pulpo, se realiza bajo condiciones controladas. La primera fase, que corresponde a la mantenci3n de reproductores, y la segunda al cultivo larval (paralarvas), se efectúan en estanques dispuestos en tierra, con una capacidad entre 2, 5 y 10 m³. La tercera fase y última que corresponde a la engorda de juveniles, se realiza en estos mismos dispositivos o en jaulas flotantes. Particularmente, en Galicia ya existen varias empresas que realizan el engorde de pulpo en jaulas flotantes, cilíndricas o cuadradas, que operan con guaridas individuales (en las paredes o en el centro) y que tienen una capacidad para 150 pulpos. Estas jaulas pueden ser unidades individuales con sistema de flotaci3n propio o disponerse en una plataforma flotante común. El proceso de engorde tiene una duraci3n de 4 meses y se pueden realizar durante el ańo tres ciclos de engorde hasta tamańo comercial (2,5 - 4 kg). Por lo que una empresa con 25 jaulas puede engordar unos 11.000 pulpos al ańo (Iglesias *et al.*, 1996 y 1997).

Las variables más importantes a considerar en el cultivo son densidad, dieta, la separaci3n por sexos y el número de las guaridas, con lo cual no se observan problemas importantes de canibalismo ni de competencia por el alimento (Iglesias *et al.*, 1999).

En la Figura 2.12 se esquematiza el sistema de cultivo de esta especie.

Producci3n: Se estima una producci3n de 133 t* ha⁻¹ *ciclo productivo⁻¹ (Iglesias *et al.*, 1996 y 1997).

Niveles de producci3n: A la fecha no hay producci3n comercial de esta especie.



Algas

Nombre científico y vulgar: *Botryococcus braunii* (**Kutzing**), alga verde.

Características de la especie: es una clorófitica colonial (microalga verde)

Distribucion: se encuentra ampliamente distribuida por todos los continentes y que puede vivir en aguas dulces y salobres, lagos salados, embalses y pequeños estanques, situados en zonas templadas, tropicales y también en zonas continentales. Esta especie se caracteriza por una original organización de las colonias y una capacidad inusual de producir hidrocarburos.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: En el desierto más seco del mundo (norte de Chile), existen condiciones climáticas únicas que permiten el desarrollo de microalgas ricas en propiedades biocombustibles: Las condiciones básicas para su crecimiento son la luz solar, CO₂ y agua.

Características del cultivo: cultivo en estanques, para aumentar su capacidad de producir hidrocarburos. El cultivo de la *B. braunii* tiene varias características que lo hacen atractivo comercialmente: se puede duplicar su masa de 1 a 5 días, no es estacional y se requieren terrenos más pequeños comparados con otros cultivos energéticos agrarios como la soya. Se cultivan en estanques en sistemas abiertos o en fotobiorreactores en sistemas cerrados. Estos últimos sistemas se le incorpora luz blanca y natural, las condiciones son más controladas que en los sistemas abiertos. Son sistemas muy costosos pero que tienen un alto rendimiento en cuanto a la producción de aceite de algas.

Los experimentos en España, se han realizado utilizando diferentes configuraciones de fotobiorreactores y operando a escala de laboratorio y a nivel de miniplanta (Sánchez, 2008).



Producción: Se estima una producción (rendimiento) de la microalga: biodiesel por fitoplancton aporta hasta 136.900 L/ha (Calderón, 2008).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Crustáceos

Nombre científico y vulgar: *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782), camarón de río del norte.

Características de la especie: Crustáceo decápodo con sexos separados, hay un periodo de incubación de los huevos por parte de la hembra y luego las larvas son liberadas al medio en áreas cercanas a la desembocadura de los ríos.

Distribucion: Su distribución geográfica está restringida a los ríos de la costa occidental de Perú y Chile desde los 10°S hasta los 32° 55´S. En Chile, esta especie habita principalmente los ríos y quebradas que drenan las aguas de los contrafuertes cordilleranos.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Se han descrito rangos de temperatura que van desde los 17 a los 27 °C, dependiendo de las etapas de desarrollo puede tolerar hasta salinidades de 30 psu (en general en etapas larvales son mas tolerantes a altas salinidades), valores de pH entre 7 y 8 y concentraciones de oxígeno mayores a los 7 mg/L (Meruane *et al.* 2006).

Características del cultivo: Sólo existen experiencias de laboratorio en la obtención de larvas de esta especie. Sin embargo, muy pocos han logrado obtener postlarvas y en muchos de ellos no se reporta el estado de desarrollo alcanzado (Meruane *et al.*, 2006). Intentos con el cultivo en base a individuos juveniles capturado en los ríos del norte de Chile no han resultado exitosos básicamente



debido a la carencia de un aprovisionamiento sostenido y seguro de juveniles de buena calidad, del conocimiento del manejo de poblaciones en cautiverio, de aspectos de nutrición y alimentación, de diseño de estanques apropiados, entre los más importantes (Meruane *et al.* 1996). La talla comercial es entre 7 y 20 cm con un peso que oscila entre 15 y 100 g.

Producción: Se estima una producción de 2 t *ha⁻¹ *ciclo productivo⁻¹ (Fuente:<http://www.cidea.edu.ni>).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Nombre científico y vulgar: *Macrobachium rosenbergii* (De Man, 1879), camarón malásico.

Características de la especie: Decápodo de agua dulce, con sexos separados y notorio dimorfismo sexual.

Distribución: Es una especie originaria de Malasia, que habita en cuevas entre piedras, raíces sumergidas de árboles y en agujeros excavados en el lodo, pudiendo encontrarse en ríos, lagunas e incluso esteros.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Tolera temperaturas entre los 26 y 32 °C, pH entre 7 y 8 y bajas salinidades.

Características del cultivo: El cultivo de esta especie implica producción de postlarvas, engorda de juveniles, siembra, cosecha y comercialización. En Mexico, la producción de postlarvas comprende la captura de los reproductores y su aclimatación. Una vez que las hembras son fecundadas por el macho, se llevan a los estanques de desove donde luego de 12 o 15 h nacen los primeros nauplios, con un promedio de 30 a 50 mil por hembra. Antes de que se termine la



metamorfosis de los nauplios, 3stos son trasladados a otros estanques, donde se transforman a protozoa, las que son alimentadas con la microalga *Skeletonema costatum*, en una proporci3n de 50 mil c3lulas por mm³ de agua. All3 adquieren la forma del tercer estado larvario o mysis, son alimentados con *Artemia salina*, en una concentraci3n de 3 individuos por mm³ de agua hasta obtener la fase de postlarva. Una vez sembrada la postlarva, se inicia su alimentaci3n utilizando alimento balanceado espec3fico para crust3ceos, combinado con elementos atrayentes. La fase de preengorda se realiza en estanques de corriente r3pida o raceways, en donde se les proporciona alimento balanceado, variando la dosis de acuerdo al tama1o de los organismos. La etapa de engorda dura un periodo de 5 a 7 meses, suministrando alimento balanceado, junto a la recirculaci3n del agua y aireaci3n (SRA, 2005).

Producci3n: Se estima una producci3n de 406 k * ha⁻¹ * a1o⁻¹ (C3rdova, 1993).

Niveles de producci3n: A la fecha no hay producci3n comercial de esta especie.

Nombre cient3fico y vulgar: *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), camar3n blanco o ecuatoriano.

Caracter3sticas de la especie: Crust3ceo dec3podo de la familia Penaidae. Posee sexos separados y dimorfismo sexual. Habita en alta mar y en los sistemas lagunares de las costas del Pac3fico centroamericano (Ramos-Cruz *et al.*, 2006).

Distribuci3n: Es nativo del Oc3ano Pac3fico, incluyendo M3xico, Centro y Sudam3rica hasta Per3 (Wyban & Sweeny, 1991; Rosenbery, 2002).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: La temperatura adecuada del agua var3a entre 27 y 30° C, el pH entre 7 y 8, los rangos de salinidad var3an de 1 a 40 psu (Bray *et al.*, 1994).



Características del cultivo: En Chile desde más de dos décadas se viene evaluando la posibilidad de introducir el camarón blanco o ecuatoriano en el norte del país (Wilson *et al.*, 1987; Zúñiga *et al.*, 1988, 1990; Ramos *et al.*, 1989, 2001). Los resultados alcanzados en esos trabajos han sido promisorios, considerando aspectos de adaptación, crecimiento, sobrevivencia y alimentación (Zúñiga *et al.*, 1990). No obstante, la principal limitante en su éxito productivo ha sido el disponer de agua de mar con adecuadas temperaturas (Zúñiga *et al.*, 1990). En la zona norte, con el importante impulso alcanzado por la actividad minera, se han construido diversas plantas termoeléctricas, las cuales emplean grandes volúmenes de agua de mar (sobre 15.000 m³/h) en el enfriamiento del generador (Ramos *et al.*, 2001). A través de este intercambio calórico de los efluentes se liberan aguas a temperaturas de 28° C, valor considerado óptimo para el cultivo intensivo del camarón ecuatoriano (Zúñiga *et al.*, 1990). El cultivo se realiza en estanques de 3.66 m x 1.65 x 1.0 de profundidad con disponibilidad de agua dulce, marina, aireación, y desagüe, procurando mantener los estanques tapados con una malla (Ortega & Castro, 2005). Las postlarvas se aclimatan con agua marina a agua dulce en cuatro días, alimentándolas con camaronina (pellet con 25% proteína, 7% grasas, y 4% fibra), diariamente, a razón de 3% de la biomasa de camarones (Ortega & Castro, 2005). Primeramente se debe realizar un cultivo de *Daphnia magna*, para fomentar la posterior aparición de larvas de quironómidos, los cuales sirven como complemento alimenticio (Ortega & Castro, 2005). A los cinco meses después, los camarones poseen un peso entre 28 y 30 g (Ortega & Castro, 2005). En estanques pequeños se pueden manipular muy bien las condiciones de asepsia, sin mayor problema de enfermedades (Ortega & Castro, 2005).

Producción: Se estima una producción de 681 kg * ha⁻¹ * ciclo productivo⁻¹ (Ruiz, 1975).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.



Nombre cient3fico y vulgar: *Artemia salina* (Linnaeus, 1758), artemia.

Caracter3sticas de la especie: Crust3ceo branqui3podo, cuyas poblaciones se encuentran distribuidas en m3s de 300 lagos salinos naturales o salinas de construcci3n artificial a lo largo de todo el mundo. Crust3ceo de unos 8-12 mm de longitud, donde la salinidad del agua es 3 a 10 veces superior al agua de mar. Vive en densidades muy elevadas (Coll, 1991).

Distribuci3n: Las poblaciones de *Artemia* se encuentran distribuidas en m3s de 300 lagos salinos naturales o salinas de construcci3n artificial a lo largo de todo el mundo.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: posee gran capacidad de tolerancia a las fluctuaciones de temperatura (6–35°C) y composici3n i3nica del biotopo (aguas ricas en cloruros, sulfatos y carbonatos) y altas salinidades >35 psu (Sorgeloos, 1972; Bowen *et al.*, 1978) y pH entre 7 y 9 (Coll, 1991).

Caracter3sticas del cultivo: Esta especie posee el atributo de que sus huevos pueden resistir el permanecer deshidratados durante a3os, debido a lo cual los secan, tamizan y envasan para su posterior comercializaci3n como alimento para experiencias de cultivo en diversos animales acu3ticos (FAO, 1986). Estos huevos secos son llevados a un recipiente con agua salobre a una temperatura entre 21 y 26° C, recogiendo los nauplios de artemia al segundo d3a de cultivo, mediante un tubo flexible (como los de un aireador) y se sifonean los nauplios, en donde las c3scaras permanecen sobre la superficie y los nauplios descienden hacia el fondo del recipiente, pudiendo extraerlos (FAO, 1986). Posteriormente son llevados a estanques y alimentadas con salvado de arroz o microalgas (*Chaetoceros sp.*) a



densidades de 1 artemia/mL (Tobias *et al.*, 1979). Se estima que 10 g de huevos produciría 2 kg de artemias juveniles en 2 semanas.

Producción: Se estima una producción de $300 \text{ kg} * \text{ha}^{-1} * \text{ciclo productivo}^{-1}$ (Fuente: www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/artemia).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Peces

Nombre científico y vulgar: *Seriola lalandi* (**Valenciennes 1833**), dorado de la costa.

Características de la especie: Pez pelágico y demersal que se congrega en grandes cardúmenes mar afuera a unos 50 m de profundidad, dispersándose entre la costa y aguas oceánicas, alimentándose de peces, crustáceos y cefalópodos (Elton, 2008).

Distribución: Se distribuye en el Océano Pacífico desde California, en Estados Unidos, hacia el sur por Japón, Australia y Nueva Zelanda, también se encuentra en el océano Índico en Africa del Sur. Entre los meses de marzo a mayo visita el centro norte de Chile (desde los 37° S).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Preferentemente en aguas templadas entre 18 °C y 24° C, salinidades entre 25 y 33 psu, y concentraciones de oxígeno de alrededor de 8 mg/L.



Características del cultivo: En Chile, esta especie ha sido cultivada de manera experimental. En este sentido, se ha desarrollado la engorda de juveniles capturados del medio natural y generación de un stock de reproductores, definiendo para su cultivo, las etapas de hatchery, nursery (3 a 4 meses juveniles de 30 a 60 g) y engorda en el mar (10 a 12 meses ejemplares premium de 3 a 4 kg). Las estructuras de cultivo ampliamente utilizadas para este tipo de recursos son las balsas-jaulas de diversos tamaños. Se estima una producción promedio de 98 t en una balsa jaula de 35 m de diámetro, con una densidad de cultivo de 7 kg/m³, pudiéndose instalar 6 unidades por hectárea.

En la Figura 2.13 se esquematizan las generalidades del cultivo de peces de mar abierto.

Producción: Se estima una producción de 588 t * ha⁻¹ * ciclo productivo⁻¹.

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Nombre científico y vulgar: *Cilus gilberti* (Abbot, 1899), corvina.

Características de la especie: Es un pez Perciformes de hábitos neríticos y demersales ocupando fondos arenosos o fangosos, donde se alimenta principalmente de pequeños crustáceos (misidáceos y eufáusidos) y pequeños peces clupeiformes. Posee una dieta que se modifica ontogenéticamente (Chong *et al.*, 2000).

Distribución: Se distribuye desde las costas de Perú hasta Chiloé (Kong & Valdés 1990) hasta 50 m de profundidad, habitando la zona sublitoral superior desde el límite inferior de mareas (Moreno & Castilla, 1980).



Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Habita en aguas con temperaturas entre 15 y 25 °C, salinidades entre 20 y 35 psu y oxígeno disuelto entre 3,1 y 8 mg/L (Aburto, 2005).

Características del cultivo: Fundación Chile ha desarrollado el cultivo larval de esta especie en la Región de Los Lagos. En primera instancia capturó del medio natural, reproductores con un peso promedio de 2,5 a 4 kg y los acondicionó hasta que los ejemplares alcanzaran una talla de 50 cm para posteriormente reproducirlos. Una vez obtenidos los alevines, estos fueron alimentados con rotíferos y artemias. Posteriormente se les suministro una dieta inerte. Experiencias posteriores para la engorda se han realizado en el norte en sistemas de balsas jaulas. Introduciéndolas a este sistema con un peso inicial aproximado de 100 g. Se alimentaron con dietas artificiales logrando en 14 meses alcanzar una talla de cosecha de 800 gramos. Las densidades de cultivo a cosecha de 7 kg/m³, registraron mortalidades bajas (Com. Pers. Marcela Ureta, 2009. Jefe proyecto).

En la Figura 2.13 se esquematizan las generalidades del cultivo de peces de mar abierto.

Producción: Se estima una producción de 588 t * ha⁻¹* ciclo productivo⁻¹.

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.



Nombre científico y vulgar: *Paralichthys adpersus* (Steindachner, 1867), lenguado.

Características de la especie: Pez de cuerpo plano asimétrico, el cual ha desarrollado la capacidad de mimetismo, las hembras son de mayor talla que los machos, alcanzando una longitud máxima de 84 cm aproximadamente.

Distribución: Habita fondos arenosos en golfos y bahías de aguas someras, distribuyéndose geográficamente desde Paita, en Perú, hasta la Región del Bio Bio, en Chile (Kong & Castro, 2002).

Rangos de tolerancia ambiental adecuados para el cultivo: Habita en aguas con temperaturas entre de temperatura 15 y 25 °C, salinidades entre 20 y 35 psu y oxígeno disuelto entre 7 y 8 mg/l.

Características del cultivo: El cultivo de esta especie se ha desarrollado de manera experimental, no registrándose producción a la fecha. La fase de hatchery requiere de 90 a 100 días para producir juveniles, esta etapa se divide en período larval (30 días), alimentando a las larvas con rotíferos y nauplius de *Artemia salina* (Vidal, 2006), el período postlarval se desarrolla en 20 días y el de juvenil durante 30 días, posteriormente viene la fase de preengorda, la cual demora entre 6 y 7 meses. La engorda se mantiene hasta que los peces alcanzan 1 kg. En total, se requieren 2 años de cultivo, dependiendo de la temperatura aplicada, que fluctúa entre 12 °C y 16° C.

En la Figura 2.14 se esquematiza el sistema de cultivo de peces planos (*i.e.*, lenguado, hirame y turbot).



Producción: Se estima una producción de $350 \text{ t} * \text{ha}^{-1} * \text{ciclo productivo}^{-1}$ (Fundación Chile, 2004b).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Nombre científico y vulgar: *Paralichthys olivaceus* (Temmink & Schlegel, 1846), hirame.

Características de la especie: es un pez plano que pertenece al Orden Pleuronectiformes. Como todos los miembros de este Orden este pez presenta un cuerpo plano asimétrico. Su forma corporal general es ovalada y los ojos se sitúan en la cara dorsal la cual es generalmente de un color oliváceo o verde oscuro. Este pez además posee una cierta capacidad de mimetismo con el fondo por lo que la tonalidad dorsal en ocasiones puede depender de la coloración del sustrato. No se puede distinguir directamente ejemplares machos de hembras ya que externamente no presentan dimorfismo sexual. No obstante, las hembras alcanzan un mayor tamaño que los machos en igual período de tiempo.

El hirame es un pez de hábitos alimentarios típicamente carnívoro. En las fases tempranas de desarrollo (larvas) se alimenta de zooplancton, pero cuando ya alcanza los 3 cm de longitud, gradualmente desarrolla su condición carnívora natural. El desarrollo de su dentadura y a la rapidez de los movimientos natatorios les permite depredar eficientemente sobre peces pequeños y crustáceos bentónicos que habitan en las inmediaciones. La conducta normal de este pez es de tipo sedentario con una preferencia sobre los sustratos arenosos en donde el pez reposa cubriendo su cuerpo totalmente bajo la arena, con excepción de los ojos.



Distribución: es una especie nativa de las costas de Japón, China y Corea y se distribuye naturalmente en un área que abarca desde Sakhalin e Islas Kuriles hacia el sur, a lo largo de las Islas japonesas, hasta Kyushu y la parte norte del Mar de China. En estos lugares vive en fondos arenosos y/o fangosos hasta profundidades incluso de 200 m.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: se han realizado experiencias de cultivo piloto en Chile, indicando que esta especie precisa de una temperatura del agua de 22° C, por ello las regiones del norte de Chile son consideradas como las más apropiadas para futuros cultivos de esta especie en el país (Fundación Chile, 2004b).

Características del cultivo: es una especie que exhibe excelentes atributos como recurso cultivable. El rápido crecimiento, la capacidad para reproducirse en cautiverio, la aceptación de alimento artificial, y su naturaleza sedentaria que le capacita para soportar condiciones de hacinamiento y altas densidades, atributos que en su conjunto tipifican a esta especie como un recurso con una gran potencialidad para su producción mediante técnicas de acuicultura. Desde el punto de vista económico, se puede destacar que es la especie de pez plano que alcanza el más alto precio y mayor demanda en el mercado asiático, destino de gran parte de las exportaciones acuícolas chilenas.

El hirame es una especie introducida y como tal su producción está restringida a sistemas de cultivo emplazados en tierra dotados de los elementos técnicos necesarios que impidan su invasión y proliferación en las aguas naturales.

El cultivo de esta especie es similar a los mencionados para el turbot y el lenguado. El hirame demora en promedio 18 meses en alcanzar el tamaño comercial (1000 a 1200 g).



En la Figura 2.14 se esquematiza el sistema de cultivo de peces planos (*i.e.*, lenguado, hirame y turbot).

Producci3n: Se estima una producci3n de 350 t *ha⁻¹ * ciclo productivo⁻¹ (Fundaci3n Chile, 2004b).

Niveles de producci3n: A la fecha no hay producci3n comercial de esta especie.

Nombre cientifico y vulgar: *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), trucha arcoiris.

Distribuci3n: La trucha arcoiris es un pez introducido a Chile hace m1s de 100 a1os, proveniente del noroeste asi1tico y la costa pacifica de Norteamerica (Stauffer *et al.*, 1995).

Caracteristicas de la especie: posee un cuerpo robusto y comprimido, de cabeza corta y convexa, con una banda iridiscente en los flancos, caracteriz1ndose esta especie por poseer un crecimiento corporal muy r1pido. En condiciones naturales, los ejemplares com1nmente miden entre 30 y 60 cm de longitud total con un peso entre 2,8 y 4,5 kg, poseen h1bitos alimentarios carnivoros y se reproducen, m1s de una vez en su ciclo de vida, en arroyos con lechos pedregosos, desovando a fines de invierno y en primavera (Campos *et al.*, 1993). Esta especie habita de preferencia r1os de aguas torrentosas y los lagos profundos, presentado tambi3n poblaciones an1dromas cuyos integrantes viven en agua dulce por 1 o 3 a1os y luego migran al oc3ano para continuar su crecimiento, retornando posteriormente al r1o materno para desovar (Campos *et al.*, 1993).



Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para su cultivo: Su vida se desarrolla en dos fases, una en agua dulce y otra en el mar, donde las temperaturas de adecuadas para la fase de agua dulce oscilan entre 8 a 15 °C, mientras que las temperaturas en el mar varían entre 12 y 16 °C (Estay *et al.*, 1994). Temperaturas bajo los 6° y sobre los 20 °C son peligrosas para la sobrevivencia de las truchas (Murillo *et al.*, 2006a). En cuanto al oxígeno, esta especie es más exigente que los demás salmonídeos en Chile, donde los valores menores a 5 mg/L son críticos para su sobrevivencia (Campos *et al.*, 1993). El rango de tolerancia a la salinidad va a depender del estado de desarrollo de los individuos.

Características del cultivo: El ciclo productivo total varía entre 18 a 21 meses, las ovas y juveniles son producidos en hatcheries con agua dulce circulante, el periodo de engorda se realiza en balsas jaulas en áreas en donde los individuos son alimentados con grandes cantidades de alimento pelletizado y extruído hasta alcanzar un peso de 2,5 a 3 kg para ser cosechados (Murillo *et al.*, 2006a).

Se estima una producción promedio de 98 t en una balsa jaula de 35 m de diámetro, con una densidad de cultivo de 7 kg/m³, pudiéndose instalar 6 unidades por hectárea.

Un esquema general del cultivo de salmónidos se presenta en la Figura 2.15.

Producción: Se estima una producción de 588 t *ha⁻¹ *ciclo productivo⁻¹

Niveles de producción: Entre los años 2000 al 2008, la producción nacional acumulada fue de 1.288.261 t, concentrada en la X y XI regiones, representando el 98,4 % del total. También se produjo en la VIII, IX y XII regiones (Ver Anuarios Estadísticos de Pesca, 2000-2008).



Nombre científico y vulgar: *Oncorhynchus kisuth* (Walbaum, 1792), salmón del Pacífico.

Características de la especie Pez anádromo, introducido en el sur de Chile a partir de 1976 (Campos, 1981).

Distribución: En su habitat natural se distribuye en ríos y mares del hemisferio norte, en especial en Rusia, Japon, Alaska, baja California y Mexico. Durante su vida adulta que transcurre en el mar, puede llegar hasta los 250 m de profundidad.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para su cultivo: Temperaturas entre 0 y 20 °C, debido a que parte del ciclo de vida transcurre en ríos y otra en el mar, posee un amplio rango de tolerancia a la salinidad 0 - 35 psu. Las concentraciones de oxígeno son críticas en los primeros meses de vida (juveniles) realizándose el cultivo en aguas saturadas de oxígeno

Características del cultivo: El cultivo de esta especie considera dos fases: una de agua dulce y agua de mar. La primera fase (agua dulce), se inicia con el desove de reproductores, seguido por la incubación de las ovas hasta la eclosión de la larva y el alevinaje (Andrade *et al.*, 2002). La siguiente etapa es la esmoltificación, la cual consiste en el traspaso del alevín al mar, transformación fisiológica que se presenta cuando el pez tiene entre 50 y 100g (Andrade *et al.*, 2002). La segunda fase, agua de mar, corresponde al engorde de los peces, los cuales son cultivados en balsas-jaulas, hasta obtener el tamaño de cosecha (Andrade *et al.*, 2002). El alimento suministrado durante todo el ciclo corresponde a pellet de distintos calibres, dependiendo de la talla del pez (Andrade *et al.*, 2002).

Un esquema general del cultivo de salmónidos se presenta en la Figura 2.15.



Producci3n: Se estima una producci3n de $588 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo productivo}^{-1}$

Niveles de producci3n: Entre los a1os 2000 al 2008, la producci3n nacional acumulada fue de 703.165 t, concentrada en la X y XI regiones que representan el 100 % del total (Ver Anuarios Estadísticos de Pesca, 2000-2008).

Nombre científico y vulgar: *Medialuna ancietae* (**Chirichigno, 1987**), acha; *Oplegnathus insignis* (**Kner, 1867**), San Pedro y *Graus nigra* (**Philippi, 1887**), mulata.

Distribuci3n: Estas tres especies son comunes en el área costera del norte de Chile presentando hábitos demersales.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para su cultivo: En forma silvestre, estos peces viven en zonas en donde las temperaturas promedio anuales oscilan entre 14 a 23 °C, concentraciones de oxígeno entre 4,5 y 8,8 mg/L, pH entre 7,4 y 8,1 y salinidades entre 34 y 35 psu.

Características del cultivo: Los resultados obtenidos del proyecto “Desarrollo de Cultivos de Peces Nativos del Litoral de la Primera Regi3n”, ejecutado entre los a1os 2001 a 2004 por Cordunap, permitieron establecer preliminarmente algunos procedimientos eficaces para la captura, transporte y aclimataci3n de peces silvestres vivos (Futagawa, 2000). Asimismo se ha logrado obtener valiosa informaci3n sobre la capacidad adaptativa que muestran algunas especies de peces de origen silvestre a las condiciones de cautiverio, realizado en estanques, alimentaci3n natural (zooplancton) y artificial en base de harinas.



Los avances logrados en materia tecnológica indican que algunas de las especies estudiadas serían factibles de cultivar masivamente, por lo que serían potenciales candidatas para el escalamiento comercial de sus cultivos.

Producción: Se estima una producción de $588 \text{ t} * \text{ha}^{-1} * \text{ciclo productivo}^{-1}$ (Murillo *et al.*, 2006a).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Nombre científico y vulgar: *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758), lisa.

Características de la especie: Pez fusiforme de color azul plateado con el lomo azulado y el vientre claro. Tiene unas siete líneas longitudinales finas y oscuras. Sus labios son gruesos en una cara achatada por la parte inferior. Cuando come desencaja la mandíbula. Se alimenta de plancton e invertebrados pequeños. También de detritus de puertos y residuos sedimentados. Siempre va en bancos. Se reproduce en invierno. Todo el litoral. Es muy abundante a pesar de ser objeto de pesca deportiva y comercial.

Distribución: Es una especie de amplia distribución, se encuentra tanto en Israel como en España, China y Latinoamérica. En Chile se extiende a través de más de 2900 Km. de costa entre I y X regiones. Es frecuente en puertos y desembocaduras de ríos. En las playas se acerca a zonas arenosas y rocosas de escasa profundidad (1 a 20 m), siempre en grupos y nadando entre dos aguas. Los jóvenes nadan junto a salpas (IFOP, 1999).



Rangos de tolerancia ambiental adecuados para el cultivo: Temperatura entre los 3 y los 35 °C; salinidad entre los 3 y 38 psu. El sedimento apropiado para su sobrevivencia es del tipo arenoso.

Características del cultivo: El cultivo de esta especie en otros países parte con la recolección de alevines en el medio natural, los que son engordados posteriormente en estanques. En Chile se han realizado experiencias de reproducción artificial en sistemas controlados (hatchery), efectuando la crianza de los alevines en estanques pequeños, iluminados y con buena aireación.

Producción: Se estima una producción promedio de $2,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo productivo}^{-1}$ (IFOP, 1999).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Nombre científico y vulgar: *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788), atún de aleta amarilla.

Características de la especie: Pez pelágico de aguas abiertas. Los tamaños relatados se han extendido tan alto como 239 cm (94 pulgadas) de longitud y 200 kg (440 libras) en peso. La segunda aleta dorsal y la aleta anal son tan brillantemente amarillas, que dan su nombre común. Estas pueden ser muy largas en especímenes maduros, como son las aletas pectorales. El cuerpo principal es azul muy oscuro, metálico, cambiándose a la plata sobre el vientre, que tiene aproximadamente 20 líneas verticales. Los aletas amarilla tienden a formar cardúmenes con peces del mismo tamaño, incluyendo a otras especies de atún.



Distribución: Esta especie abunda en el área que va desde los 12° N, hasta el Archipiélago de Juan Fernández por el sur, encontrando en esta última zona principalmente individuos juveniles, quienes migran a esta zona desde las áreas de desove en busca de alimento (Sandoval, 1970). Se encuentra a poca profundidad.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: temperatura superior a los 15° C y salinidades cercanas a los 34,5 psu, viéndose asociados a las zonas de surgencia (Sandoval, 1970). Habita en masa de agua tropical y subtropical, con un contenido de oxígeno mayor a 4 mg/L (Sandoval, 1970).

Características del cultivo: El cultivo, puede desarrollarse en estanques rectangulares “race way”, simulando de esta manera el movimiento lineal del pez en su medio natural. El suministro de agua, se realiza en la columna y no en la superficie. La presencia en el estanque de peces que ya están adaptados a cautividad contribuye a la adaptación de alimentación inerte. Otra modalidad es capturar individuos en su ambiente natural y disponerlos en balsas jaulas oceánicas circulares de 30 a 40 m de diámetro, construidas con polietileno negro de alta densidad (Helsley, 2001). Una jaula contiene generalmente unos 2.000 individuos, alimentándolos varias veces al día, principalmente en una dieta basada en otros peces crudos, principalmente alimentados con “raw fish” (Helsley, 2001). El tiempo para que un atún alcance un tamaño comercial de 30 kg es de 4 meses (Helsley, 2001).

El esquema general del sistema de cultivo de peces de mar abierto se presenta en la Figura 2.13.

Producción: Se estima una producción de 360 t* ha⁻¹*ciclo productivo⁻¹ (Helsley, 2001).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.



Nombre científico y vulgar: *Thunnus obesus* (Lowe, 1839), atún de ojos grandes.

Características de la especie: Pez pelágico de aguas abiertas. El atún es un pez aerodinámico, con la cabeza y los ojos grandes. Muy largo, Tiene 13 o 14 espinas dorsales. El color del cuerpo es azul metálico oscuro en la parte posterior a con un vientre gris-blanco y una vanda azul iridiscente que funcionan a lo largo de cada flanco. La alimentación del atún consiste en una variedad amplia de pescados, cefalópodos y crustáceos durante el día y en la noche.

Distribución: Esta especie abunda en el área que va desde los 10° N hasta los 20° S y entre las Islas Galápagos y el litoral ecuatoriano (Sandoval, 1970). Presenta una migración estacional hacia el sur, durante el verano meridional, alcanzando los 38° S, definiendo su distribución como abundante entre las aguas subtropicales y subantárticas.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Temperatura superior a los 15° C y salinidades cercanas a los 34,5 psu, viéndose asociados a las zonas de surgencia (Sandoval, 1970).

Características del cultivo: las características del cultivo son similares a las descritas para el atún de aleta amarilla.

El esquema general del sistema de cultivo de peces de mar abierto se presenta en la Figura 2.13.

Producción: Se estima una producción de 360 t*ha⁻¹*ciclo productivo⁻¹ (Helsley, 2001).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.



Equinodermos

Nombre científico y vulgar: *Loxechinus albus* (Molina 1782), erizo blanco.

Características de la especie: Equinodermo herbívoro de cuerpo semiesférico cubierto de espinas, posee sexos separados, con fecundación externa y desarrollo larval planctónico (Bustos *et al.*, 1990).

Distribución: Geográficamente se encuentra desde El Callao (Perú) hasta el Cabo de Hornos (Chile) (Guisado & Castilla, 1987). Habita fondos duros, desde la zona intermareal hasta los 340 m de profundidad.

Rangos de tolerancia ambiental adecuados para el cultivo: Temperatura entre 5 y 20 °C, salinidad entre 25 y 35 psu, oxígeno disuelto entre 5 y 8 mg/L, corrientes entre 4 y 10 cm/s (IFOP, 2001). El fenómeno del Niño causa alteraciones fisiológicas en el recurso, reflejándose en las crecientes mortalidades (Soto, 1985).

Características del cultivo: La producción de larvas de erizo comienza con la obtención de reproductores desde el medio natural, con individuos de tallas >70 mm de diámetro sin considerar espinas. El cultivo del erizo, aun cuando la tecnología está desarrollada, no es una actividad que hasta ahora haya despegado comercialmente. Los sistemas utilizados en pequeña escala provienen de los cultivos experimentales realizados por el IFOP (F.Cárcamo, Com. Pers, Junio de 2005). Este cultivo consta de dos etapas: producción de semillas y engorda. La producción de semilla que se realiza en tierra consiste básicamente en producir larvas en estanques circulares y rectangulares de 500, 1000 y 5000 L. Estos albergan las larvas premetamórficas y posmetamórficas a diferentes densidades hasta convertirse en individuos bentónicos de una talla de 5 mm. Esta etapa tiene una duración de 6 meses. Luego estos erizos son dispuestos en mar



en jaulas a dos metros de profundidad sobre “long-lines” simples y dobles de 100 y 200 m, los que permanecen por 30 meses m3s hasta tama1o comercial (50-55 mm) (Bustos & *et al.*, 1990). En esta etapa (engorda) pueden recibir alimento natural compuesto por algas (*Ulva sp.*, *Macrocystis pyrifera*) o artificial (pellets) (Vidal, 2004).

Tambi3n existen experiencias para la engorda en corrales de fondo y en piscinas intermareales.

En la Figura 2.16 se esquematizan las generalidades del sistema de cultivo de erizos.

Producci3n: Se estima una producci3n de $11,5 \text{ t} * \text{ha}^{-1} * \text{ciclo productivo}^{-1}$ (IFOP, 2001).

Niveles de producci3n: Durante el per3odo 2000-2008 hay registros espor3dicos de producci3n de erizo, registr3ndose a nivel nacional un valor total de 4 t, concentradas en la Regi3n de Los Lagos.

Nombre cient3fico y vulgar: *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867), pepino de mar japon3s.

Caracter3sticas de la especie: Equinodermo de la Clase Holotuoidea. Posee sexos separados sin dimorfismo sexual. Se alimenta ingiriendo materia org3nica desde los sedimentos.

Distribuci3n: Se distribuye a lo largo del Pacifico Nororiental, costas de Jap3n, China, Pen3nsula de Korea y Rusia. Desde la zona baja del intermareal hasta 100 m de profundidad.



Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Tolera rangos de temperatura entre 20 y 30 °C y salinidades entre 20 y 35 psu (Chen, 2003).

Características del cultivo: El procedimiento para la reproducción artificial de este pepino de mar en sistema de hatchery. Los reproductores son obtenidos del medio natural, luego aclimatados con una entrega mínima de 5 mg de oxígeno por litro de agua. El desove es estimulado mediante choque térmico (temperatura 3-5° C). Los huevos son incubados en estanque y cuando pasan a ser juveniles son alimentados con *Dunaliella salina*, *Phaeodactylum Tricornutum* y *Chaetoceros simple*. El desarrollo del cultivo de *A. japonicus* a escala piloto en Chile, comenzó a realizarse el año 2005, mediante un proyecto FONDEF ejecutado por la Universidad Arturo Prat.

Producción: Se estima una producción de 15 t *ha⁻¹* ciclo productivo⁻¹ (Yaqing *et al.*, 2004).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Especies Potencialmente Cultivables

Moluscos

Nombre científico y vulgar: *Mulinia edulis* (King, 1831), taquilla.

Características de la especie: Molusco bivalvo, de sexos separados y de fecundación externa. Tiene un desarrollo larval planctónico, en la cual se forma la larva veliger, la que posteriormente se asienta y crece hasta dar lugar al individuo definitivo.



Distribucion: Geográficamente se encuentra desde Callao (Perú) hasta el Estrecho de Magallanes en el sur de Chile (Lorenzen *et al.*, 1979). Vive semienterrado en sedimentos fangosos de estuarios.

Rangos de tolerancia ambiental adecuados para el cultivo: con salinidad de 30 psu y temperatura de 14° C, se aclimata bien a las condiciones de cautiverio (Maturana, 2005). Soporta temperaturas entre los 5° - 30° C. y cambios de bruscos de salinidad.

Características del cultivo: El cultivo de esta especie posee una etapa de hatchery, en donde se acondicionan reproductores y se realiza la fecundación artificial y el posterior cultivo larval, utilizando mezclas de microalgas para alimentación de las larvas y postlarvas. Luego de esta etapa se procede a transportar a los individuos a un sistema de nursery, en donde se cultivan las semillas para su posterior engorda en playa o en sistemas suspendidos, hasta alcanzar la talla comercial.

En la Figura 2.17 se esquematiza el sistema de cultivo de los bivalvos (*i.e.*, almejas y machas).

Producción: Se estima una producción de 115 t *ha⁻¹ *ciclo productivo⁻¹ (Murillo *et al.*, 2006a).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Nombre científico y vulgar: *Venus antiqua* (King, 1831), almeja.

Características de la especie: Molusco bivalvo, cuya charnela posee tres dientes cardinales en cada valva, posee sexos separados, fecundación externa y desarrollo larval planctónico (Bustos & Olavarria, 2000).



Distribución: Se encuentra en el Pacífico desde Isla San Lorenzo (Callao, Perú) hasta Puerto Williams (Chile) y por el Atlántico desde La Paloma (Uruguay) hacia el sur por el litoral argentino e Islas Malvinas (Osorio *et al.*, 1982). Habita fondos blandos, de preferencia arenas gruesas y grava, desde la zona intermareal hasta los 40 m de profundidad.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Se desarrolla bien en lugares en donde la temperatura oscila entre 13 y 20 °C; oxígeno entre 3 y 10 mg/L, salinidades entre 21 y 34 psu, velocidad de corriente entre 10 y 30 cm/seg, Los sedimentos adecuados para su crecimiento en sistemas de cultivo de fondo deben ser arenas gruesas y medias.

Características del cultivo Entre los años 1993 y 1995 el IFOP desarrolló la tecnología para el cultivo de esta especie (Bustos & Olavaria, 2000). Optimizándose procesos en los años posteriores (Olavaria & Murillo, 2004; Murillo *et al.*, 2006b). Los individuos adultos son obtenidos de bancos naturales y transportados a un hatchery de circuito cerrado del tipo “up-welling”, manteniendo a los reproductores con un flujo ascendente de agua y alimentados con una mezcla de microalgas (*Isochrysis galbana* y *Chaetoceros gracilis*), durante 45 a 60 días. El desove es inducido mediante shock térmico, durante 3 h. La fertilización, se realiza en una relación ovocito/espermio de 1:5 y el éxito se verifica por la formación de la membrana vitelina (al microscópio). Los huevos fertilizados son mantenidos con agua de mar filtrada y esterilizada, a una temperatura constante de 16°C. A las 48 horas después de la fertilización se obtienen larvas de charnela recta o tipo D. Las larvas comienzan a ser alimentadas diariamente, con una mezcla de microalgas (*I. galbana* y *Ch. gracilis*). La metamorfosis se verifica con el desarrollo del pie larval, formación de septos branquiales y disminución de la tasa de crecimiento. Esta etapa se acelera mediante baños de una hora con Epinefrina en concentraciones de 0,005 N. Las postlarvas son llevadas a hatchery y alimentadas con la misma mezcla de microalgas durante 120



días, hasta alcanzar una talla entre 6 a 10 mm. Existe la experiencia de engorda en el medio natural (playa del intermareal), en el cual se utilizan playas con pendiente suave compuestas por arenas gruesas con un máximo de 10% de fango. Una vez eliminado a los depredadores (cangrejos) y delimitadas las parcelas, se realiza la siembra de almejas (10 mm) a densidades entre 600 y 1200 ind/m², directamente en el sustrato. Experiencias de este tipo, realizadas en la Isla Grande de Chiloé, indican que después de 15 meses se logra la talla de 35 mm. También hay pruebas en la columna de agua, en donde las almejas dispuestas en linternas, tienen buenos crecimientos.

En la Figura 2.17 se esquematiza el sistema de cultivo de los bivalvos (*i.e.*, almejas y machas).

Producción: Se estima una producción de 115 t * ha⁻¹ * ciclo productivo⁻¹ (Murillo *et al.*, 2006b).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Nombre científico y vulgar: *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818), macha.

Características de la especie: Molusco bivalvo de concha gruesa, forma triangular y color amarillo. Es dioco sin dimorfismo sexual, fecundación externa y como larva planctónica tiene una duración entre 30 a 45 días. Posteriormente, se fija y crece hasta alcanzar una talla adulta. La talla mínima de desove es entre 47 a 57 mm y la edad de reproducción va entre los 2 y 6 años. Posee un alto índice reproductivo (Dupre & Joo, 2006).



Distribución: Se encuentra desde Bahía Achura en Perú (51° S) hasta el río Inio en Chiloé, sur de Chile (43° 10`S). Habita la zona intermareal y submareal de playas arenosas expuestas o semiexpuestas al fuerte oleaje.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: En forma silvestre habita en zonas en donde la temperatura oscila entre 14 y 21°C, en fondos blandos arenosos (preferentemente medios y finos), que le permite introducirse entre 5 y 20 cm.

Características del cultivo: Experimentalmente se ha desarrollado tecnología para el cultivo de engorda en playa a nivel piloto, mientras se continua el desarrollo para la producción de semillas en hatchery. El cultivo de larvas demora 30 días con agua a temperaturas entre 15 y 16° C. Para el desarrollo de la postlarva se requieren entre 60 y 90 días, hasta que alcanzan los 2 mm de longitud. La etapa de presemilla se extiende durante 120 días hasta obtener una talla de 6 mm. Para los cultivos de engorde experimentales en esta especie han utilizado principalmente sistemas de fondo, limitados por la escasez de áreas protegidas con sustrato adecuado. Sin embargo, la tecnología desarrollada para el cultivo de engorde de navaja (Universidad de Concepción) permitió su crecimiento en sistemas suspendidos, independizándolo del fondo marino. Esta tecnología señala la investigación, puede aplicarse a otras especies con ciclos de vida similares como la navajuela, la macha y a otras especies símiles de España, Portugal, Dinamarca, y EEUU (Fuente:<http://www.conicyt.cl/bases/fondef/fondef/PROYECTO/Q0/4/AQ0411022.html>).

En la Figura 2.17 se esquematiza el sistema de cultivo de los bivalvos (*i.e.*, almejas y machas).

Producción: Se estima una producción de 115 t *ha⁻¹ *ciclo productivo⁻¹ (Murillo *et al.*, 2006a).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.



Nombre científico y vulgar: *Protothaca thaca* (Molina, 1782), almeja.

Características de la especie: Las valvas tienen forma oval-redondeada, con notorias estrías concéntricas y radiales. La superficie externa es de color crema con rayas café formando haces o dibujos lineales o geométricos. Internamente las valvas son de color blanco crema. Esta especie es muy similar a *Venus antiqua*, pero se diferencia en que el seno paleal abierto y profundo.

Distribución: Esta especie se encuentra desde Ancón (Perú) hasta el Archipiélago de los Chonos (Chile). Vive en fondos arenosos intermareales y submareales hasta 50 metros de profundidad.

Rangos de tolerancia ambiental adecuados para el cultivo: Su crecimiento está en función de la temperatura, salinidad y abundancia de alimento, soportando temperaturas entre los 5° - 30° C. además de soportar bien los cambios de salinidad.

Características del cultivo: En Chile se tiene experiencia en la reproducción, desove y en el cultivo larval de la especie (Universidad de Valparaíso y la Católica de Valparaíso). Estas etapas se realizan en hatchery y la engorda en unidades de cultivo dispuestas en la columna de agua (sistemas suspendidos) y en playa, en la zona intermareal. En general la tecnología de cultivo para esta almeja es similar a las otras especies de almeja.

En la Figura 2.17 se esquematiza el sistema de cultivo de los bivalvos (*i.e.*, almejas y machas).

Producción: Se estima una producción promedio de 115 t *ha⁻¹ *ciclo productivo⁻¹ (Murillo *et al.*, 2006a).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie



Nombre científico y vulgar: *Thais chocolata* (Duclos, 1832), locate.

Características de la especie: Molusco gastrópodo. Su concha es grande y gruesa, con fecundación interna, sin evidencias de dimorfismo sexual (Rojas *et al.* 1986). En la zona de Antofagasta se han extraído ejemplares de hasta 12 cm de altura. Sus hábitos alimenticios son principalmente carnívoros. Se le conoce con el nombre vulgar de locate, por el sabor de su carne que es muy similar a la del loco *Concholepas concholepas* (Guzmán *et al.*, 1998).

Distribución: Se distribuye geográficamente desde el límite norte de Chile hasta Valparaíso por el sur. Vive en fondos de arena gruesa, también frecuenta fondos rocosos y bancos de cholgas, alcanzando los 30 m de profundidad (Osorio, 1979).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Información no documentada.

Características del cultivo: El cultivo de esta especie se ha desarrollado experimentalmente para el manejo reproductivo de larvas y juveniles en hatchery. La etapa de desarrollo intracapsular dura 49 días bajo las temperaturas de 14°C y finaliza con la eclosión de una larva veliger de 2 µm, seguido por una etapa de desarrollo extracapsular, la cual se prolonga por 2 a 4 meses, a temperatura promedio de 22°C, para finalizar con la metamorfosis de una larva de 1,4 a 1,7 mm de talla. La talla comercial es de 55 mm. No existe información sobre experiencias realizadas para la engorda.

En la Figura 2.11 se esquematiza el sistema general de cultivo para gastrópodos.

Producción: Se estima una producción de 4 t *ha⁻¹ *ciclo productivo⁻¹ (Andrade *et al.*, 1997).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.



Nombre científico y vulgar: *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1792), loco.

Características de la especie: Molusco gastrópodo, de sexos separados, con fecundación interna y desarrollo larval pelágico y planctotrófico de alrededor de 40 días (Gallardo, 1973).

Distribución: se encuentra desde Isla Lobos de Afuera (Perú) hasta Cabo de Hornos (Chile) Habita fondos rocosos de costas expuestas al oleaje, desde el intermareal hasta el submareal, alcanzando los 40 m de profundidad (Stuardo, 1979).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Las temperaturas adecuadas varían entre 14 y 16 °C, salinidades entre 30 y 34 psu; oxígeno entre 9 y 12 mg/L.

Características del cultivo: El cultivo se realiza en dos etapas: Captación natural o producción de semillas en hatchery y el cultivo de engorda. La primera que consiste en colocar colectores o sustratos biologizados en los lugares de puesta, cercanos a un banco u obtener la semilla desde un laboratorio, induciendo a los reproductores a la fecundación, Una vez ocurrido el acoplamiento y pasado un tiempo, las hembras comienzan a oviponer manojos de cápsulas en las paredes de los estanques. Las cápsulas de color blanquecino y aspecto transparente son incubadas en canastillos dentro de un hatchery a 18° C. y aireación constante. Luego de 30 a 40 días los embriones eclosionan convertidos en larvas véliger. Las larvas son trasladadas al hatchery de cultivo larval, cuyo diseño permite una circulación de agua tipo “up-welling”. Las larvas son alimentadas con microalgas (*L. galbana* y *Ch. gracilis*). En esta etapa existe una alta mortalidad larval, la que se explica por el largo período de vida de las larvas, lo que dificulta mantener las condiciones óptimas para su desarrollo. La duración de esta etapa es de 90 días. Para inducir la metamorfosis larval, se utilizan inductores biológicos (presencia de



individuos adultos) y químicos (cloruro de potasio 20 mM), por un tiempo mínimo de 12 h. Para que todos los organismos alcancen la metamorfosis se requiere de al menos 1 semana. Los individuos metamorfoseados son trasladados a un sistema de nursery, alimentándolos con choritos (*M. chilensis*) vivos, de un tamaño entre 2 a 5 mm, hasta saciedad.

La segunda etapa que corresponde a la engorda de la semilla, se realiza en el mar, en sistemas suspendidos, en cajas de cultivo de 40x40x60 cm. Se les suministra choritos vivos como alimento. La duración de esta etapa depende la talla buscada. Por ejemplo, después de los primeros 3 años de cultivo se obtienen individuos con una talla de 60 mm de largo peristomial (Bustos & Navarrete, 2001).

En la Figura 2.11 se esquematiza el sistema general de cultivo para gastrópodos.

Producción: Se estima una producción de $5 \text{ t}^* \text{ ha}^{-1} \text{ ciclo productivo}^{-1}$ (Com. Pers. Becerra, 2009).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Nombre científico y vulgar: *Enteroctopus megalocyathus* (Gould, 1845), pulpo del sur.

Características de la especie: pulpo de gran tamaño, de color rojizo. Con manto oval a redondeado, cabeza más angosta que el manto (32 a 56% del LM), cuello bien notorio y estrecho y abertura del manto amplia. Los brazos son subiguales, moderadamente largos (74 a 80% de la longitud total), con una tendencia del tercer par de brazos en los machos y del cuarto par en las hembras a ser más cortos. Este pulpo es un depredador oportunista con una dieta compuesta por crustáceos, peces, moluscos, poliquetos y sipuncúlidos, destacándose el canibalismo.



Distribución: En Chile, se registra desde Valdivia (40° S) hasta el Estrecho de Magallanes, en tanto que por el lado de la Argentina, en aguas del Atlántico, se encuentra desde el Golfo San Matías (41° S) hasta el Estrecho de Magallanes y Canal de Beagle, Islas Malvinas y Banco Burdwood (Ré, 1998). Este pulpo habita en la zona intermareal costera del sur de Chile, en fondos rocosos y en cuevas (Chong *et al.*, 2001).

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Las temperaturas para el desarrollo del pulpo del sur, oscilan entre 8 y 13 °C y salinidades entre 30 y 33 psu.

Características del cultivo: Se inicia con la captura de juveniles y se insertan en estanques o jaulas en numero reducido, con guaridas para esconderse Se les adiciona una alimentación provista de camarones, en vez de choritos, ya que es mucho mas efectiva, puesto que las tasas de crecimiento son mayores y las mortalidades menores.

En la Figura 2.12 se esquematiza el sistema general de cultivo para pulpos.

Producción: Se estima una producción de $133 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo productivo}^{-1}$ (Iglesias *et al.*, 1996, 1997).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.



Algas

Nombre científico y vulgar: *Lessonia nigrescens* (Bory 1826), huiro negro o chascón.

Características de la especie: Alga parda que consta de un disco adhesivo de hasta 50 cm de diámetro, del cual se origina un número variable de estipes alargados de 2 a 3 m de longitud y hasta 4 cm de diámetro. Esta alga forma extensas franjas desde el intermareal al submareal somero, adherida a rocas expuestas y semiexpuestas al oleaje, los discos adhesivos habitualmente presentan numerosas cavidades que son utilizadas como hábitat por diversas especies de invertebrados. Esta especie posee un ciclo de vida con cambios de generaciones heteromórficas, lo que significa que presenta una planta grande visible en la denominada fase esporofito, de un tamaño de 1 a 6 m de longitud, que se alterna con una fase microscópica no visible que se denomina gametofito.

Distribución: En Chile se distribuye desde Arica hasta Tierra del Fuego. Esta especie se encuentra en una franja entre la zona intermareal y el submareal somero en hábitats rocosos expuestos y/o semiexpuestos (Hoffmann & Santelices, 1997).

Características del cultivo adecuadas para el cultivo: La estacionalidad de parámetros abióticos, tales como radiación, temperatura, nutrientes, determina en gran parte el metabolismo y por ende, el crecimiento de las macroalgas (Lobban & Harrison, 2000).

Características del cultivo: El cultivo realizado a nivel experimental, contempla dos etapas, una en hatchery, donde se desarrolla la fase microscópica, mediante el cultivo de esporas, durante 4 semanas aproximadamente, seguido por la etapa en el mar, donde permanecen los individuos hasta tamaño cosechable, período que dura entre 8 y 9 meses. Una técnica distinta a la siembra directa de esporas



inoculadas en líneas sumergidas, es la de manipular los gametofitos para la gametogénesis y producir lotes sincrónicos de embriones en sistemas de hatchery, para asentar esporofitos iniciales (8 cm de largo) en cuerdas de nylon. Estas son llevadas al mar y completar su crecimiento (Westermeyer *et al.*, 2006). Después de 6 meses de haber iniciado la gametogénesis se pueden obtener plantas de 1 m de largo y 0,25 kg de peso húmedo (Westermeyer *et al.*, 2006).

El esquema general del sistema de cultivo experimental de esta alga se presenta en la Figura 2.18.

Producción: Se estima una producción de $7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo productivo}^{-1}$.

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Nombre científico y común: *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus, C Agardh 1820), huiro.

Características de la especie: Alga parda, La especie se caracteriza por formar densos bosques con ejemplares que alcanzan fácilmente los 30 m de longitud (Candia *et al.* 1979, Palacios & Mansilla 2003), creciendo fijas al sustrato rocoso mediante un grampón de hasta 40 cm de diámetro y 35 cm. de altura (Plana *et al.* 2007). La función ecosistémica de *M. pyrifera* es considerada crucial para mantener la organización y diversidad de comunidades ecológicas (Plana *et al.*, 2007).

Distribución: con una distribución geográfica antitropical (North, 1971), localizándose principalmente a lo largo de las costas del Pacífico de América del Norte (México, norte de Baja California y Alaska) y del Sur (Perú hasta Cabo de Hornos) (Alveal, 1995), Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda (Druehl, 2000). En Chile *M. pyrifera* se distribuye desde Tocopilla (28° S) hasta el Cabo de Hornos



(55° S) (Levring, 1960; Ramírez & Santelices, 1991; Hoffmann & Santelices, 1997; Buschmann *et al.*, 2004), sus poblaciones forman cordones continuos paralelos a la costa, de hasta 100 m de ancho, habitando preferentemente áreas protegidas y semiprotegidas del oleaje (Plana *et al.*, 2007).

Características ambientales adecuadas para el cultivo: Las condiciones de temperatura adecuadas para la liberación de gametos deben estar entre 10 y 13 °C. Además, los nutrientes y la localidad de donde provienen los gametofitos ejercen un efecto importante en el éxito de esta liberación (Muñoz *et al.*, 2004). Para el crecimiento en el medio natural, las aguas con temperaturas entre 12 y 16 °C y salinidades entre 30 y 33 psu son adecuadas.

Características del cultivo: Desde el medio natural se obtienen frondas de algas maduras reproductivamente, que son llevadas al hatchery en donde los gametofitos son expuestos a suspensión junto con cuerdas de nylon (2-3 mm) durante 45 minutos, tiempo suficiente en que los gametos se fijan y comienzan a desarrollarse como gametofito a ese sustrato, manteniendose en ese lugar un flujo constante de agua de mar recirculada (Devinny & Levethual, 1979). Las cuerdas de nylon, en las cuales se han asentado los gametofitos, son llevadas después de 3 o 4 meses al sitio de transplante o crecimiento en el mar (Devinny & Levethual, 1979). Una técnica distinta a la siembra directa de esporas inoculadas en líneas sumergidas, es la de manipular los gametofitos para la gametogénesis y producir lotes sincrónicos de embriones en sistemas de hatchery, para asentar en cuerdas de nylon, esporofitos iniciales (8 cm de largo), las cuales son llevadas al mar y completar su crecimiento (Westermeier *et al.*, 2006). Después de 20 meses de haber iniciado la gametogénesis se obtienen plantas de 14 m de largo y 80 kg de peso húmedo (Westermeier *et al.*, 2006).



El esquema general del sistema de cultivo experimental de esta alga se presenta en la Figura 2.18.

Producción: Se estima una producción de $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$.

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Crustáceos

Nombre científico y vulgar: *Cherax tenuimanus* (Smith 1912), langosta australiana de agua dulce.

Características de la especie: Crustáceo decápodo de la familia Parastacidae. Posee sexos separados y dimorfismo sexual (teniendo las hembras abdómenes más anchos y pleuras más altas que los machos) Presenta desarrollo directo, esto es, no existen estadios larvarios, por lo que los juveniles eclosionan directamente de los huevos y permanecen fijados al abdomen materno. Adheridos a la hembra, experimentan una primera muda, liberándose en condiciones de ser autosuficientes. Se distribuye en casi todos los ríos de Australia, viviendo de preferencia en fondos de ríos o arroyos, en zonas de remanso o entre las piedras y la vegetación.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Vive en aguas con temperaturas de 12 a 30°C, con óptimo desarrollo a los 24°C (Morrissy, 1990; Morrissy, 1992a). La salinidad del agua no debe superar las 6 a 8 psu, con un máximo de 15 partes por mil de sal por cortos periodos de tiempo (Morrissy *et al.*, 1990). El pH del agua debe permanecer en un rango de 7,0 a 8,5, con un límite de tolerancia de 6,0 a 9,0. Los niveles de oxígeno deben mantenerse sobre 6 mg / L.



Características del cultivo: Una vez fecundados los huevos, la incubaci3n dura entre 6 a 10 semanas, observándose la aparici3n de los primeros juveniles durante el mes de Enero de cada ańo. Durante la incubaci3n de los huevos y hasta el primer mes de desarrollo de los juveniles, las hembras los portan en el abdomen a modo de racimos y ha medida que los juveniles crecen se separan de la hembra y comienzan a incursionar por los alrededores para alimentarse. En la primera etapa de desarrollo se deben preparar los estanques para la formaci3n del suelo orgánico, esto potencia la generaci3n de forma natural de microorganismos planctónicos y bentónicos, utilizados para alimentar a las langostas, incorporando por las orillas de los estanques manojos de alfalfa o paja de trigo por periodos cortos, con la intensi3n de acelerar este proceso y hacer proliferar microalgas y zooplancton. Como suplemento alimenticio se entrega una vez al día pellet a base de proteína vegetal, especialmente formulado a una cantidad no superior del 0,4 a 0,6% de la biomasa de langostas existentes en los estanques, ajustando las raciones de alimento al crecimiento y época del ańo. En el mes de Marzo, los ejemplares se desplazan libremente por el fondo del estanque y es cuando los juveniles son separados de los reproductores y continúan la etapa de engorda por un periodo de 15 meses, manteniendo a los reproductores en el mismo estanque hasta la próxima reproducci3n. El ciclo productivo se desarrolla en un periodo de 18 meses, en donde los ejemplares han alcanzado los 70 g de peso.

El esquema general del sistema de cultivo de crustáceos se presenta en la Figura 2.19.

Producci3n: Se estima una producci3n de 1700 kg *ha⁻¹ *ciclo productivo⁻¹ (Sagpya. 2004b).

Niveles de producci3n: A la fecha no hay producci3n comercial de esta especie.



Nombre científico y vulgar: *Marsupenaeus japonicus* (**Bate, 1888**), camarón tigre.

Características de la especie: Crustáceo decápodo de la familia Penaidae. Posee sexos separados y dimorfismo sexual. Presenta desarrollo directo, esto es, no existen estadios larvarios, por lo que los juveniles eclosionan directamente de los huevos y permanecen fijos al abdomen materno. Adheridos a la hembra, experimentan una primera muda, liberándose en condiciones de ser autosuficientes.

Distribución: Organismo demersal marino, de amplia distribución, habitando las costas del Atlántico Este, Mediterráneo, Indo-Pacífico, y costa este de Africa, hasta Japón y Australia hasta una profundidad de 90 m.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: Experiencias en el cultivo de esta especie indican que el peso y la biomasa promedio incrementan a temperaturas sobre los 27° C y la sobrevivencia promedio es mayor a temperaturas superiores a los 24° C (Coman *et al.*, 2002).

Características del cultivo: Las técnicas de cultivo desarrolladas son intensivas y de producción extensiva. Las primeras se caracterizan por tener un total control de todo el proceso productivo, desde el acondicionamiento de los reproductores hasta el crecimiento y cosecha de la producción (Aguilera, 1998). El extensivo considera la utilización de recursos y procesos naturales, realizando captura o producción de juveniles para repoblar lagunas u otros cuerpos de agua. La elección del sistema dependerá de las características de la zona, las inversiones involucradas y el nivel tecnológico empleado (Aguilera, 1998). Para cultivo de camarones, se construyen pequeñas lagunas excavadas de arcilla, utilizadas como lagunas de cría y otras como lagunas de producción o engorda. Después de 9 semanas de la siembra de postlarvas se obtienen individuos juveniles que deben ser trasladados a la laguna



de engorde o producción, para luego de 3 o 4 meses cosecharlos a una talla de 23 a 28 cm (Aguilera, 1998).

El esquema general del sistema de cultivo de crustáceos se presenta en la Figura 2.19.

Producción: Se estima una producción de $1900 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo productivo}^{-1}$ (Villamar, 2003).

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.

Nombre científico y vulgar: *Cherax quadricarinatus* (Martens, 1868), langosta australiana.

Características de la especie: Crustáceo decápodo de la familia Parastacidae. Posee sexos separados y dimorfismo sexual (teniendo las hembras abdómenes más anchos y pleuras más altas que los machos). Presenta desarrollo directo, esto es, no existen estadios larvarios, por lo que los juveniles eclosionan directamente de los huevos y permanecen fijados al abdomen materno. Adheridos a la hembra, experimentan una primera muda, liberándose en condiciones de ser autosuficientes. Se distribuye en casi todos los ríos de Australia, viviendo de preferencia en fondos de ríos o arroyos, en zonas de remanso o entre las piedras y la vegetación.

Rangos de tolerancia ambiental adecuadas para el cultivo: La temperatura del agua para un óptimo crecimiento se encuentra entre los 27 y 30°C, las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua no deben ser menores a los 5 mg/L (Dirección de Acuicultura, 2004). El pH del agua puede abarcar un rango desde 6,5 hasta 9,0, dependiendo de los propios procesos biológicos que se



cumplen dentro del sistema, mientras que la alcalinidad total puede ubicarse normalmente entre 15 a 20 mg/L (Dirección de Acuicultura, 2004). La dureza total del agua como mínimo debe tener un valor de 50 mg/L para la generación de sus caparazones y niveles de amoníaco por sobre un 0,1 mg/L son indeseables, ya que es un compuesto tóxico para estos animales acuáticos (Sagpya, 2004).

Características del cultivo: El cultivo se realiza en terrenos arcillosos (evitando filtraciones), en donde se excavan estanques de entre 1 y 2 m de profundidad, con entrada y salida independiente de agua y colocados con su eje mayor paralelo al viento más fuerte de la zona, de tal forma que se aumente la oxigenación y no se produzca estratificación térmica alguna (Dirección de Acuicultura, 2004). La densidad de individuos en los estanques de reproductores es de 5 -10 machos por cada 15 a 30 hembras (Dirección de Acuicultura, 2004). Se acomodan con refugios que pueden consistir en ladrillos huecos con aberturas varias o bien, tubos de PVC (1 tubo/individuo; es el óptimo) (Dirección de Acuicultura, 2004). Esta langosta alcanza su madurez sexual entre los 25 y 85 g de peso, en su primer desove son menos fértiles, existiendo una relación lineal entre el peso del animal y el número de huevos que producirá (Dirección de Acuicultura, 2004). El período de incubación abarca entre 4 y 6 semanas. Al liberarse las crías de la madre, las hembras son retiradas del tanque de reproducción, devolviéndolas nuevamente a los estanques de reproductores (Dirección de Acuicultura, 2004). La reproducción, incubación y crecimiento de juveniles se realiza en estanques de fibra de vidrio u otro material preferentemente inerte (Dirección de Acuicultura, 2004). Los juveniles, una vez obtenidos, son trasladados a estanques de pre-engorda, sembrándolos suavemente, Si la preparación de los estanques con fertilizantes ha sido bien realizada, la alimentación se iniciará a las pocas semanas luego de la siembra (Dirección de Acuicultura, 2004). Se ofrece alimento balanceado y también vegetación natural (Dirección de Acuicultura, 2004). En cultivos de juveniles llevados a cabo en tanques, el alimento puede estar



constituido por zooplancton natural, por nauplius de Artemia y posteriormente adultos de Artemia, complementándose con dietas formuladas al aumentar su peso corporal (Direcci3n de Acuicultura, 2004). La cosecha de los individuos se efectúa a partir de los 4 - 6 meses de iniciado el cultivo y se finalizará la cosecha con el drenado total de los estanques (Direcci3n de Acuicultura, 2004).

El esquema general del sistema de cultivo de crustáceos se presenta en la Figura 2.19.

Producci3n: Se estima una producci3n de 1700 kg* ha⁻¹ *ciclo productivo⁻¹ (Masser & Rouse, 1997)

Niveles de producci3n: A la fecha no hay producci3n comercial de esta especie.

Peces

Nombre científcico y vulgar: *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758), turbot.

Características de la especie: El turbot es un pez de cuerpo aplanado asimétrico de forma romboidal, presenta sexos separados y fecundaci3n externa, con huevos y larvas planctónicas, tanto los individuos juveniles (de 8 a 10 cm) como los adultos presentan hábitos bentónicos, son carnívoros, alimentándose de otros peces en etapas avanzadas de su desarrollo.

Distribuci3n: se encuentra desde el norte de África hasta el Atlántico Norte, incluyendo el mar mediterráneo (Zúñiga & Acuña, 2002). Habita sobre fondos de fango, arena y grava, con una distribuci3n batimétrica en funci3n directa del tamaño individual, alcanzando profundidades superiores a los 150 m (Zúñiga & Acuña, 2002).



Características del cultivo: Esta especie fue introducida a Chile el año 1982, con fines de cultivo intensivo (Murillo *et al.*, 2006a). En la actualidad el cultivo se desarrolla exclusivamente en sistemas en tierra y se divide en dos etapas: la producción de ovas a juveniles y la producción de adultos (Zúñiga & Acuña, 2002). La primera etapa del cultivo se desarrolla en condiciones de controladas ("hatchery"), en donde los huevos son fecundados y tras los 5 días de incubación eclosiona una larva de aproximadamente 2,5 mm de largo, estas son sembradas en estanques, en donde se inicia la alimentación artificial con rotíferos y *Artemia*. Posteriormente con un peso de 2 g, comienza la alimentación artificial hasta alcanzar un peso de 100 a 150 g de peso, en donde son trasladados a la Fase de engorde. Esta se realiza en estanques de mayor tamaño, alimentándolos a saciedad con pellet hasta que alcanzan una talla comercial de 1.500 a 1.600 g. El ciclo productivo (ova a adulto) varía entre 36 y 38 meses, dependiendo de las condiciones ambientales y técnicas de cultivo.

En la Figura 2.14 se esquematizan las generalidades del cultivo de peces planos.

Producción: Se estima una producción de 350 t* ha⁻¹ ciclo productivo⁻¹ (Fundación Chile, 2004).

Niveles de producción: La producción de esta especie durante el período 2000-2008, fue de 2.167 t, concentrándose en las regiones de Coquimbo con 175 t y la de Valparaíso con 1.991 t.

Nombre científico y vulgar: *Seriola lalandi* (Guichenot, 1848), cojinoba.

Características de la especie: Peces de cuerpo fusiforme, con pedúnculo caudal angosto. Cabeza y dorso de color azul-negruzco, flancos y vientre de color plateados. Aletas pectoral y caudal de color oscuro. Aleta dorsal larga, compuesta



de una porción de 7-8 espinas y una segunda dorsal (o porción blanda) compuesta de 25-28 radios. Aleta anal precedida por 3 espinas. Ojos pequeños, rodeados de tejido adiposo (que apariencia de una máscara). Opérculo con escamas apenas visibles por la cubierta de la piel, con dos espinas planas y débiles en su borde posterior.

Distribución: Pacífico sur, entre las costas de Chile e Islas Galápagos. Se distribuye en Chile desde Arica hasta Corral por el sur. Peces pelágicos que viven sobre la plataforma continental. Se le encuentra entre los 50 y 200 m de profundidad.

Rangos de tolerancia ambiental adecuados para el cultivo: Los juveniles crecen bastante bien a temperaturas entre los 14 y los 18 °C.

Características del cultivo: Los resultados obtenidos en Chile a la fecha (2009), permiten concluir que la especie se reproduce espontánea y exitosamente en estanques, lo que asegura la producción de huevos viables indispensables para su producción comercial. Por otra parte la tecnología experimental de producción de juveniles utilizada, (realizada en estanques) ha permitido producir el primer ciento de juveniles de 100-200 g en 5-6 meses, los que pueden alcanzar el kilo de peso en 10 meses, lo que confirma la rapidez de crecimiento de la especie. La engorda se esta realizando en balsas jaulas similares a las utilizadas por otros peces marinos.

En la Figura 2.13 se esquematizan las generalidades del cultivo de peces de mar abierto.

Producción: Se estima una producción de 588 t* ha⁻¹ * ciclo productivo⁻¹.

Niveles de producción: A la fecha no hay producción comercial de esta especie.



4.1.3. Análisis relativo a la identificación y evaluación de los efectos ambientales de los centros de cultivos

Todas las actividades humanas ejercen una influencia sobre el medio en que se desenvuelven, y la acuicultura no es la excepción. En el desarrollo de la acuicultura, los aspectos medioambientales acaparan una atención especial, reflejada en la abundante bibliografía existente. Sus efectos y las fuentes que los originan han sido descritos en múltiples trabajos.

Los efectos de distintos tipos de cultivo de peces, moluscos, algas y aquellos provenientes de diferentes tecnologías de cultivo -sistemas suspendidos y de fondo- son cualitativa y cuantitativamente diferentes. El cultivo de moluscos, por ejemplo, no contempla un aporte exógeno de energía como se produce en el caso las balsas jaulas de salmonídeos.

A continuación se identifican los principales efectos ambientales producidos por los tipos de cultivos reseñados anteriormente.

Algas

Microalgas

Los primeros impactos ambientales identificados para este cultivo son las excavaciones y movimientos de tierra necesarios para la creación de piletas instalaciones de salas de cultivo e instalación de los módulos biorreactores (Grimaldi, 2007).

El agua utilizada para estos cultivos dependiendo de las especies puede ser dulce o salada. Cuando es extraída directamente del mar, no tiene mayores problemas de abastecimiento, pero si es obtenida de napas subterráneas, mediante sistemas



de bombeo, es necesario tener claridad sobre el real estado de las napas, tanto en su volumen como en la calidad de estas.

A los cultivos de las microalgas, se le adicionan nutrientes para su crecimiento, compuesto de nitratos, sulfatos, cloruros y carbonatos (Grimaldi, 2007). Parte de estos cultivos cuando no son utilizados en su totalidad se liberan al mar o a ríos, enriqueciendo las aguas de nutrientes, lo que podría producir un crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas, las cuales al morir se depositarían en el fondo de los ríos, embalses o lagos, generando residuos orgánicos que, al descomponerse, consumirían gran parte del oxígeno disuelto y de esta manera podrían afectar a la vida acuática y producir la muerte por asfixia de la fauna y flora. Algunas de las algas que se podrían desarrollar anormalmente, emiten sustancias tóxicas que podrían matar a los mariscos y peces, provocar que estos no sean aptos para el consumo humano o, directamente, dar al agua sabores desagradables o hacerla inadecuada para el consumo. El crecimiento de algas puede afectar también al uso recreativo de embalses y lagos, a la circulación del agua en ríos y canales y obturar los filtros de estaciones de tratamiento del agua (Fuente: www.criecv.org/es/proyectos/.../eutrofizacion).

Otro impacto, pero no cuantificado es el uso de desinfectantes como hipoclorito sódico y etanol para el lavado de estanques y materiales de cultivo. Grimaldi (2007) señala que se utiliza pero en bajas concentraciones.

Macroalgas

Los cultivos de fondo de *Gracilaria sp.* forman obstáculos para las corrientes de agua, favoreciendo modificaciones en la composición granulométrica de los sedimentos. Típicamente, éstos tienden a incrementar el porcentaje de arena fina afectando la porosidad, permeabilidad y penetrabilidad del sustrato, esta última de suma importancia para la macrofauna de los fondos blandos (Westermeyer *et al.*,



1991, 1998). En este tipo de sustrato modificado tienden a desaparecer los equinodermos, crustáceos e isópodos, existiendo una tendencia al aumento de poliquetos y moluscos depredadores excavadores (Buschmann *et al.*, 1995). Las especies que la utilizan como sustrato o como refugio y/o alimento tendrían efectos sobre su abundancia (Buschmann *et al.*, 1996). Las algas que son desprendidas durante marejadas y que se descomponen sobre el fondo marino incrementan los niveles de materia orgánica. El cultivo de *Macrocystis pyrifera* y *Lessonia nigrescens* en sistemas suspendidos, tienen efectos en la velocidad y dirección de las corrientes. El desarrollo de grandes frondas impide el paso de la luz solar al fondo y el resto de la columna de agua.

Las algas desprendidas por las marejadas y arrastradas hacia la orilla poseen una íntima relación con la estructura de la macroinfauna presente en las playas, las cuales responden directamente ante las algas varadas como recurso alimenticio, aumentando la abundancia del isopodo *Excirrollana hirsuticaudata* en algas frescas, al contrario de los isópodos *E. braziliensis* y *Phalerisida maculata* que aumentan sus abundancias con la presencia de algas secas. La descomposición de las algas en las playas provoca malos olores, afectando la atracción turística de estas playas.

Otro tipo de impacto ambiental es producido por la generación de residuos provenientes de los sistemas de cultivo como flotadores, cuerdas de “nylon” y plásticos, los cuales pueden caer al fondo o ser arrastrados por el viento y las corrientes marinas hacia playas colindantes, generando acumulación de basura y alteración del paisaje.



Moluscos

⇒ Pectinidos

Durante los cultivos larvales y producci3n de semillas en el hatchery se generan productos de excreci3n (nutrientes, fecas y pseudofecas) y restos de alimento (microalgas) que en ocasiones no son adecuadamente retenidos por los sistemas de tratamientos de agua, vertiendo materiales disueltos y particulados a trav3s de los efluentes. El material disuelto contiene compuestos inorg3nicos que favorecen la proliferaci3n del fitoplancton alterando su abundancia y biodiversidad. Por otro lado, el material particulado contiene materia org3nica que al sedimentar enriquece el fondo marino, alterando negativamente la distribuci3n, abundancia y biodiversidad del bentos. Las bacterias revisten gran importancia en las actividades de cultivo especialmente en el hatchery. Desde esta perspectiva, surge un especial inter3s en aquellas, que si bien en alg3n momento no son consideradas pat3genas, bajo ciertas condiciones favorables en su crecimiento, pueden desencadenar una serie de problemas. Tal crecimiento se ha podido controlar a trav3s de diferentes procesos como filtraci3n del agua de mar, irradiaci3n de luz ultravioleta, y principalmente agentes qu3micos como antibi3ticos y antis3pticos. El inadecuado y excesivo uso de 3stos agentes en la acuicultura, ha conducido a un r3pido desarrollo de la resistencia. Las altas tasas de mortalidad de larvas ocurridas por infecciones y elevados niveles de bacterias no han estado ausentes (Riquelme *et al.*, 1995). Esto ha obligado al uso de una serie de antibi3ticos, lo que ha permitido disminuir la mortalidad, identificar los agentes causales y controlar la abundancia bacteriana (Vega *et al.*, 1993). Entre los m3s comunes se puede mencionar el ditral y florfenicol en dosis de 4 mg/L.

La determinaci3n practica de la eficacia microbicida en sistemas de cultivo suele ser dif3cil, porque la mayor3a de los antibi3ticos son neutralizados por materiales



orgánicos e incluso la penetración es lenta o sencillamente no se produce (Grave *et al.*, 1999). Por consiguiente, resulta esencial evitar utilizar compuestos que a la larga puedan ser perjudiciales al crear cepas multi-resistentes. Esto se podría impedir, en gran medida, si todos los desechos que se evacuen fueran filtrados y tratados adecuadamente antes de ser eliminados y así romper un círculo vicioso de autocontaminación.

En la etapa de engorda, los individuos cultivados evacuan en forma permanente productos de excreción en forma disuelta (compuestos nitrogenados, fosfatos) y en forma particulada (fecas y pseudofecas). Los primeros, son utilizados por algas alterando su distribución, abundancia y biodiversidad, mientras que los segundos sedimentan, elevando el enriquecimiento orgánico de la superficie del fondo marino, cuya descomposición puede incrementar la demanda de oxígeno y generar un ambiente anaeróbico que promueva la amonificación y la reducción del sulfato. Con estos cambios, se pueden incrementar los fitopigmentos, la abundancia de bacterias, la estructura y biomasa de la comunidad meiofaunística, junto a la probable disminución localizada de la distribución, abundancia y biodiversidad de la macrofauna bentónica.

Los longlines, las linternas, pearl net y cuelgas de crecimiento tienen efectos sobre la velocidad y dirección de las corrientes, facilitando la sedimentación del material particulado generado por los ostiones y de otros organismos que se incrustan en las estructuras de cultivo.

Durante las actividades de cultivo se liberan al ambiente, materiales de laboreo como cabos, mallas, flotadores, restos de linternas de cultivo y plásticos los que varan en las playas afectando negativamente la estética del entorno.



Durante las actividades de desdoble y cosecha que se desarrollan en plataformas, se eliminan organismos incrustantes, entre 14 a 16 Kg/m³ (biofouling, siendo el más importante en la zona norte el piure blanco: *Ciona intestinales*), organismos muertos y los ostiones de pequeño tamaño o de bajo crecimiento, los que pueden afectar negativamente el patrimonio genético de los bancos naturales y la composición del bentos. Cuando la actividad de cosecha se desarrolla en plantas de proceso ubicadas en tierra, los ostiones son trasladados hasta el lugar de proceso y los restos de organismos incrustantes, restos de conchas y restos de partes blandas del ostión (manto, hepatopáncreas, etc.) son trasladados a basurales municipales que sirven de acopio, ocasionando fetidez y proliferación de moscas.

⇒ **Mitílidos**

Los impactos producidos por este tipo de cultivo están dados principalmente por la biodepositación de fecas y seudofecas (materia orgánica) en el fondo, junto a la retención y posterior depositación de las partículas que se encuentran en suspensión en la columna de agua, debido a la alta concentración de organismos en cultivo. Según estudios desarrollados Navarro *et al.* (1995) en centros de cultivo en funcionamiento ubicados en Yaldad, Chile, 10 t de chorito (producto final) produciría 10,1 t promedio de fecas (peso seco) por año. Jaramillo y colaboradores han determinado que estas descargas provocan algunas disminuciones de la abundancia de macrofauna del fondo marino.

También existe un efecto generado por las unidades de cultivo sobre la circulación de las aguas (Conde & Domínguez, 2004).

Los altos porcentajes de desprendimiento de choritos en el cultivo, desde semilla a cosecha entre un 30 y 60%, los que se acumulan en el fondo, generando



disminución en las concentraciones de oxígeno y cambios significativos en las comunidades bentónicas (Conde & Domínguez, 2004). Uno de estos cambios es el aumento de depredadores bentónicos (jaibas, estrellas, etc), en busca de su presa (mitílidos).

En una escala local, la gran cantidad de alimento consumido por una alta concentración de centros de cultivo de mitílidos en un área determinada, altera las poblaciones fitoplanctónicas y el destino de la productividad primaria (Crawford *et al.*, 2003), afectando la capacidad de carga del lugar (oxígeno y alimento disponible) (Uribe *et al.*, 1995).

La ampliación del rango de distribución de estos moluscos puede llevar consigo el transporte accidental de patógenos que existen en los tractos digestivos de los mitílidos (Vial *et al.*, 1988), situación que requiere un análisis más profundo que permita plantear una acuicultura sustentable en el país (Buschmann, 2001).

Otras alteraciones ambientales se deben más bien a situaciones indirectas, producto de una mala gestión y manejo de laboreo como lo son flotadores, cabos y redes, los cuales pueden caer al fondo o ser arrastrados por el viento y las corrientes del mar hacia playas colindantes, generando acumulación de basura y alteración del paisaje

⇒ **Ostreidos**

El cultivo larval de la ostra del Pacífico genera productos de excreción (nutrientes, fecas y pseudofecas) y restos de alimento (microalgas) que en ocasiones no son adecuadamente retenidos por los sistemas de tratamientos de agua, vertiendo material disuelto y particulado por los efluentes. Esto favorece la proliferación de fitoplancton alterando su abundancia y biodiversidad, sedimentando y



enriqueciendo el fondo marino. Entre los manejos rutinarios en esta etapa, están los lavados de materiales propios del hatchery (mangueras, baldes, estanques, tamices) con BioCid diluidos entre 50 y 100 psu. El BioCid es un desinfectante de amonio cuaternario, altamente efectivo contra bacterias gram-positivas y hongos. Además posee buena actividad contra bacterias gramnegativas, virus grandes y mohos. En las últimas décadas se ha venido constatando la falta de efectividad de los agentes biocidas, o bien, de la resistencia de cierto número de agentes patógenos hacia los desinfectantes, provocando, y sin razón de ser, que se experimente en programas de rotación con un uso indiscriminado de desinfectantes (Castellanos, 2005). Es así, que Castellanos (2005) señala que hay un efecto de adaptación de estos microorganismos a los agentes biocidas, es decir, incrementan su rango de tolerancia, y por ende, la resistencia al químico.

Durante las etapas de producción de semillas se instalan mallas en los efluentes con la finalidad de evitar escapes de individuos por esta vía, sin embargo, durante esta actividad pueden ocurrir escapes generando alteraciones en la estructura de la comunidad bentónica

En la etapa de engorda, la ostra se cultiva en linternas o en cuelgas de crecimiento, evacuando material orgánico disuelto de manera permanente en la forma de compuestos nitrogenados y fosfatos, al igual que materia particulada (fecas y pseudofecas).

Durante las actividades de cosecha se eliminan organismos incrustantes (picorocos, piures, choritos, tunicados) y ostras muertas que al caer al fondo del mar afectan negativamente la composición del bentos, mientras que cuando la actividad de cosecha se desarrolla en tierra, las ostras son trasladadas hasta el lugar de proceso, en donde los restos de conchas y organismos incrustantes son trasladados a basurales municipales, generando fetidez y proliferación de moscas.



El cultivo de ostras, al igual que el de otros bivalvos, libera al ambiente materiales de laboreo como cabos, mallas, flotadores, restos de linternas de cultivo y plásticos, los que varan en las playas generando basura en el entorno.

⇒ **Gastrópodos**

El impacto ambiental que presenta el cultivo del abalón se encuentra asociado a una incierta disponibilidad de las algas pardas como fuente de alimento natural, las cuales al ser extraídas de su medio natural, junto con disminuir los bosques (“kelps”) se afecta a los organismos asociados que lo utilizan como áreas de reclutamiento, refugio y alimentación (Buschmann, 2001). Las posibles fugas accidentales de abalón, principalmente en los manejos de limpieza de estanques y muestreos, aportarían un elemento alóctono a la comunidad nativa, que podría competir con otros herbívoros (Shepherd *et al.*, 1992; Murillo, 2002).

Otro problema asociado al cultivo de abalón en Chile, es la eventual transmisión de enfermedades a la fauna nativa (coccidiosis, vibriosis, perkinsosis, virosis), que permitiría potenciar sus brotes al actuar como focos de infección, de diseminación o de reservorios de enfermedades (Shepherd *et al.*, 1992; Fundación Chile, 1998; Murillo, 2002). El control de estos agentes patógenos y su impacto sobre el medio ambiente es preocupante, fundamentalmente cuando los tratamientos sólo ejercen un control temporal, produciéndose reinfecciones en que los “oportunistas” muestran una creciente resistencia a los químicos después de pocos tratamientos (Shepherd *et al.*, 1992). En china durante la producción de larvas, es común la utilización de algunos antibióticos como el cloranfenicol, furazolidona, ciprofloxa y cotrimoxzole y similares, siendo eficaces para la inhibición de las bacterias en el agua de mar. Entre estos los dos primeros ya no se permiten en China. No suelen causar resistencia a los antimicrobianos, y ambos son baratos (Nie & Wang, 2000).



En los estanques de cultivo, los Abalones están empapados y aireados continuamente en una solución de 3-4 psu de una mezcla de partes iguales de cloranfenicol y furazolidona para 4-6 ha/día. El proceso de cura toma de 3 a 5 días (Nie *et al.*, 2000; Nie & Wang, 2000). En los casos de mortalidad muy elevada se puede tratar dos veces al día. En la mayoría de los casos la muerte puede ser controlada. Además de aumentar la frecuencia de uso de la droga, la dosis también puede ser aumentada gradualmente. Algunos efectos son obtenidos por la combinación de antibióticos con un bactericida, como el dióxido de cloro (CL[O₂]), sodio dicloroisocianurato y bromochlorodimethylhydanto, todos simultáneamente con el antibiótico (Nie & Wang, 2000).

Hasta la fecha no hay ninguna forma conocida para el tratamiento de las enfermedades virales y ataques de *Polydora*.

Durante la producción de semillas en hatchery se generan productos de excreción como nutrientes, fecas y pseudofecas. Por otro lado, también se producen restos de alimentos (microalgas) que en ocasiones no son adecuadamente retenidos por los sistemas de tratamientos de agua, vertiendo material disuelto y particulado por los efluentes. Este material disuelto contiene compuestos inorgánicos (nutrientes) que favorecen la proliferación del fitoplancton y en el corto plazo pueden alterar su diversidad.

Durante la etapa de engorda en estanque, se generan productos de excreción compuestos por nutrientes, fecas, pseudofecas y restos de alimento, que en ocasiones no son adecuadamente retenidos por los sistemas de tratamientos de agua, vertiendo al medio ambiente compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos y particulados a través de los efluentes y para el caso de los cultivos en sistemas suspendidos, estos compuestos son liberados directamente al medio, sin tratamiento previo.



Los cultivos experimentales del loco utilizan similares estructuras y metodologías de cultivo que el abalón, a excepción, del tipo de alimento que se le suministra cuando ya es un individuo bentónico (i.e., choritos). Sin embargo, es posible deducir que los impactos aun cuando no están documentados para este tipo de recurso, serían, al menos, similares a los provocados por los abalones.

La ampliación de rango de distribución de moluscos puede llevar consigo el transporte accidental de organismos macroscópicos de patógenos que existen en los tractos digestivos o en larvas de invertebrados como el loco (Riquelme & Chávez, 1994), situación que requiere de un análisis más profundo (Buschmann, 2001).

⇒ **Cefalópodos**

La obtención de individuos reproductores es realizada desde el medio natural, lo cual genera disminución de las poblaciones naturales, por ello es de suma importancia establecer un manejo adecuado del recurso en esta etapa.

Los pulpos son hábiles depredadores, por lo que posibles fugas masivas podrían ocasionar disturbios en los ecosistemas naturales y para otros cultivos (Murillo *et al.* 2006a).

Otro tipo de impacto ambiental es producido por la generación de residuos provenientes del material de trabajo como lo son tuberías de pvc, flotadores, cabos, redes y bolsas plásticas, los cuales pueden caer al fondo o ser arrastradas por el viento y las corrientes del mar hacia playas colindantes, generando acumulación de basura y alteración del paisaje.



⇒ **Bivalvos**

El cultivo en la zona intermareal de los moluscos filtradores pertenecientes a la infauna como almejas, está muy desarrollado en España, siendo una actividad catalogada de poco impacto sobre el medio ambiente. Escasos antecedentes existen en la literatura sobre los impactos de estos cultivos. Sus desechos principalmente compuestos de fecas y pseudofecas contribuirían a enriquecer el sustrato de materia orgánica, provocando cambios probablemente en la estructura de la comunidad bentónica y/o fitoplanctónica del entorno.

Por otro lado, estos organismos en cautiverio no han estado ajenos a enfermedades, registrándose tasas anormales de mortalidad en los cultivos de almejas en Europa y Asia asociados al parásito *Perkinsus sp.* La eventual transmisión de enfermedades a la fauna nativa, podría potenciar sus brotes al actuar como focos de infección, de diseminación o de reservorios de enfermedades (Shepherd *et al.*, 1992; Fundación Chile, 1998).

Otro problema detectado, ha sido la colonización de la almeja japonesa, producto de una liberación no intencional, en áreas costeras de varios países en que se cultiva este recurso. Por lo tanto, podría considerarse como una plaga en algunas condiciones ambientales específicas (FAO, 2009).

Crustáceos

El cultivo se realiza principalmente en estanques, los cuales se construyen moviendo tierra hacia las orillas, para formar los pretilos de cada estanque (Lubrano, 2005). El fondo del estanque es cubierto por una capa de grava, sobre



la cual se fijan las bacterias nitrificantes, encargadas de transformar los amonios y nitritos, en nitratos (Lubrano, 2005).

El agua utilizada para este cultivo es extraída de napas subterráneas o esteros locales, mediante sistemas de bombeo requiriendo normalmente un caudal de 200 m³/día para estanques de reproductores y 2.000 m³/día para estanques de engorda (Lubrano, 2005).

Para la desinfección de estanques y tuberías se utiliza cloro para piscinas (Lubrano, 2005). Aunque no se han detectado enfermedades de importancia dentro del grupo de "crayfish" australianos, se conoce la existencia de virus naturales. Los más importantes, pertenecen a la familia de los IBV, que son morfológicamente semejantes a los baculovirus de los camarones penéidos. La enfermedad denominada de la "cola blanca", así como el baculovirus, no han producido hasta ahora problemas en los cultivos australianos, pero es importante señalar que las densidades que se manejan, son relativamente bajas (semi-intensivo). Bacterias tan conocidas en acuicultura, como el grupo de las *Aeromonas* y otras, pueden atacarlos produciendo mortalidades. No obstante, su proliferación siempre estará relacionada a las condiciones de sanidad y a una baja calidad de agua, especialmente referida a la concentración de OD. La nutrición juega también un papel importante (Sagpya, 2004).

También se han identificado otros patógenos como hongos, especialmente *Saprolegnia* (en general de acción secundaria). Algunos protozoos ciliados cosmopolitas, como *Epystilis* y *Vorticella*, pueden causar problemas cuando están presentes en abundancia. Los parásitos típicos de "crayfish", como *Psorospermium* y *Thelohania*, se presentan en bajo número y con poblaciones reducidas. Por el contrario, los ectocomensales suelen ser muy abundantes, dependiendo de las especies y de la calidad del agua. La observación de



temnocefálicos (platelmintos) como ectosimbiontes (sobre exoesqueleto y branquias), ha sido observada en otras especies de *Cherax* de Australia (Sagpya, 2004). Los huevos de estos vermes se adhieren fuertemente a la cutícula y las branquias donde son depositados. El género más común encontrado, es Temnocephala, grupo presente naturalmente en parastácidos y églidos de Chile (Bahamonde & López, 1963). Aunque la salud de los especímenes de “crayfish” no parece verse afectado por estas infestaciones. Para su país de origen, se desconoce el efecto que causarían estos organismos. En casos de tratamientos de ciliados y ectosimbiontes, se utilizan baños de sal (15-30 psu) durante 30 min, acompañado de una rápida aireación. Por otra parte, en cuanto a posibles fugas y considerando los altos requerimientos térmicos de estos crustáceos, es muy probable que los especímenes sean eliminados por métodos naturales, como lo sería la inanición e hipotermia. Además de ser depredados en el ambiente por aves, mamíferos, peces, anfibios y reptiles. Otro aspecto asociado al cultivo del “crayfish”, es el recambio de aguas, siendo interesante su uso asociado a actividades agrícolas por sus propiedades fertilizantes. De lo contrario, se podrían contaminar cursos o reservas de agua próximas a los cultivos (eutrofización, sedimentación, etc).

Equinodermos

Para el cultivo del erizo se necesita de una adición constante de alimento natural (algas) y artificial (pellets) (Vidal, 2004). La extracción de algas café desde el medio natural, junto con la disminución de sus bosques (“kelps”) afecta a los organismos que los utilizan como áreas de reclutamiento, refugio y alimentación (Buschmann, 2001).



Peces

El cultivo de peces ha producido una serie de problemas ambientales sobre el h3bitat marino, en particular, en las cercan3as de los centros de cultivo. Entre estas problem3ticas se pueden consignar: la propagaci3n de enfermedades y par3sitos desde los peces en cautiverio a las poblaciones en estado natural, el empleo de medicamentos y productos qu3micos y sus efectos sobre el entorno; escape de peces sanos y enfermos capaces de ingresar a los r3os y de cruzarse con las poblaciones de peces en estado natural; y contaminaci3n visual del entorno.

Para el caso del cultivo de *S. maximus*, el mayor impacto asociado ser3a el escape accidental de individuos hacia el medio natural, desconoci3ndose los da3os ecol3gicos que esta situaci3n podr3a provocar sobre el ecosistema (Vidal, 2006).

Las mortalidades de *P. adpersus* observadas en la etapa de engorda en el mar, han sido asociadas a *Vibrio* sp. ("vibriosis"), enfermedad tratada con antibi3ticos incluidos en las dietas o administrados en forma inyectable (Murillo *et al.*, 2006a). La medicaci3n en la dieta es asociada a la p3rdida de alimento no consumido, con dosis variables de antibi3ticos que no han sido evaluadas en el ambiente (Murillo *et al.*, 2006a). Es importante considerar la posible transmisi3n de enfermedades y los efectos para la fauna nativa al consumir alimentos con diferentes tipos y concentraciones de f3rmacos (Murillo *et al.*, 2006a).

En Espa3a los altos vol3menes producci3n del lenguado (*Solea senegalensis*) ha traído consigo problemas de enfermedades infecciosas. Esto ha llevado al citado pa3s a tomar medidas sobre el uso de antimicrobianos, puesto que genera resistencia en los microorganismos. Aunque estas medidas son m3s bien de manejo, para evitar o prevenir enfermedades, que de aplicaci3n de tratamientos.



El impacto medioambiental de un cultivo de salmónidos depende en gran medida de la especie, la tecnología de cultivo, la densidad del “stock”, el tipo de alimentación y las condiciones hidrodinámicas. Entre los efectos ambientales que puede producir la instalación masiva de salmonídeos en zonas costeras están los cambios en la productividad primaria como consecuencia de variaciones en los ciclos y disponibilidad de nitrógeno (N), fósforo (P) y carbono (C) disueltos en el agua. Por ello, por ejemplo, existe un aumento significativo de dinoflagelados en las proximidades de sitios donde se cultivan peces (Vergara, 2001), pudiendo causar mareas rojas. Este aspecto requiere de una especial atención (Buschmann, 2001).

La liberación de nutrientes por parte de los organismos en cultivo puede generar localmente la proliferación de especies del fitoplancton generadoras de mareas roja o café, las que finalmente pueden impactar negativamente sobre la especie en cultivo, atentando contra la sustentabilidad de la actividad. De acuerdo a los antecedentes, una producción de 100 t generaría entre 78 y 129 mil kilos de nitrógeno y entre 3,1 y 9,5 mil kilos de fósforo, dependiendo del método y la calidad del alimento.

Se han identificado, además, otros efectos tales como el uso de antibióticos para el tratamiento de diferentes patologías de peces, lo cual afecta la flora microbiana incluso hasta varios años después de que el sitio de cultivo deja de ser utilizado, pudiendo repercutir sobre la salud humana (Buschmann & Fortt, 2005). Esto se debe a que el uso indiscriminado de antibióticos genera cepas de bacterias resistentes a ellos y, por tanto, capaces de producir ciertas enfermedades, ante las que quedamos sin tratamiento efectivo (Buschmann & Fortt, 2005). Resistencia, que una vez adquirida, además se transmite de unas bacterias a otras (Cabello, 2003).

Otras externalidades asociadas a este tipo de cultivo, son la utilización de pesticidas y/o antiicrustantes (GESAMP, 1997).



La instalación de balsas jaulas para el cultivo de peces puede producir un aumento en la cantidad de peces nativos -que utilizan el alimento entregado a los peces en cultivo- y la llegada de depredadores de peces-tales como lobos marinos- de los cuales la actividad debe defenderse. Finalmente, pueden producirse cambios no sólo en la columna de agua sino que también en el fondo, como consecuencia de la sedimentación de fecas y desechos del alimento entregado a los peces. Se han evidenciado hasta la fecha ciertos efectos en la composición de los sedimentos, incremento de la materia orgánica y de materiales sólidos, mineralización del nitrógeno; cambios en la composición de los organismos que allí habitan, tales como el desarrollo de bacterias y diatomeas bentónicas; y cambios en las poblaciones de depredadores. Estudios llevados a cabo en diversas centros de cultivo han demostrado que en ciertas ocasiones se puede detectar un impacto significativo en un radio de un kilómetro alrededor de la balsa-jaula, siendo éste generalmente mayor en el fondo (Uriarte, 2000). Estos materiales provocan un aumento en las concentraciones de sólidos en suspensión, demanda bioquímica de oxígeno y contenido de carbono, nitrógeno y fósforo (Barg, 1992). Además hay que añadir la carga orgánica debido a la limpieza periódica de las incrustaciones de las balsas-jaula y otras estructuras de cultivo. Por otro lado, en las unidades productivas puede aumentar significativamente la mortalidad, debido a la excesiva y total cobertura que no permite una adecuada renovación del agua dentro del sistema de cultivo.

Otro importante riesgo ambiental generado por este cultivo son los escapes accidentales de estos peces, que debido a su posición trófica, pueden generar competencia por espacio y alimento con especies nativas y la posibilidad de ser vectores de enfermedades infecciosas y parasitarias (Andrade *et al.*, 2002).

La introducción de nuevas especies al cultivo como el atún, corvina, dorado, etc., conlleva la obligación de estudiar sus efectos ambientales (Rojas, 2006). Los



atunes por ejemplo, necesitan aproximadamente 20 kg de alimento de otras especies menores (*i.e.*, sardinas) para ganar un kilogramo de biomasa, lo cual en parte se debe a que es una especie de sangre tibia y necesita el consumo de mucha energa para moverse a grandes distancias en aguas fras (Rojas, 2006). Informaci3n actualizada sobre este punto ha permitido estimar que la acuicultura de organismos carnvoros est3 basada en una alta presi3n sobre las pesqueras de pequeos peces pel3gicos (Buschmann, 2001). En Espa3a se observ3 un impacto ambiental del cultivo del at3n rojo en las comunidades bent3nicas, tanto a nivel espacial como temporal. Durante la fase de mayor densidad de cultivo el aumento de la materia org3nica produce un cambio de los par3metros f3sico-qu3micos de los sedimentos y de las comunidades bent3nicas a lo largo de transectos espaciales. Existe una correlaci3n lineal entre la distancia de la granja y los cambios faun3sticos y qu3micos del sedimento. Estos an3lisis permiten evaluar los cambios en las comunidades bent3nicas en funci3n a la distancia.

En general, los cultivos intensivos de peces carnvoros u omnvoros, son altamente dependientes del alimento a3adido, habitualmente dietas secas (Beveridge *et al.*, 1991). Una proporci3n variable del alimento suministrado no es ingerida, bien por sobrealimentaci3n, bien por una gesti3n inadecuada de la dieta o de su administraci3n, y los efectos que esto conlleve depender3n de la cantidad perdida y del tipo de alimento de que se trate. A su vez, el alimento ingerido condiciona la excreci3n soluble y particulada de la fracci3n no digerida, que al final, se incorporar3 al medio (Munday *et al.*, 1992; Persson, 1988). Por ejemplo, el metabolismo de la dorada est3 controlado por factores nutricionales y ambientales, afectando a la excreci3n de amonio y la utilizaci3n de las prote3nas dietarias. Un incremento de la temperatura, el tama3o de la raci3n y/o el nivel proteico en la dieta, provoca un aumento significativo en las tasas de excreci3n de amonio (L3pez, 2004).



En las Tablas 1.12 y 1.13 se resumen los principales impactos ambientales negativos que generan las actividades de cultivo de especies hidrobiológicas marinas y de agua dulce, respectivamente.

4.1.4. Identificación de instrumentos regulatorios y disposiciones legales

Nacionales

Las normas legales, reglamentarias y administrativas que son consideradas en el marco de estudio, se indican con una breve referencia y se agrupan de acuerdo a su ámbito de aplicación a saber normas generales, ambientales y sanitarias.

Leyes y Códigos

a) Regulaciones de carácter general

1. D. S. N° 430 (MINECON), de 28 de septiembre de 1991, que Fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 18.892 y sus modificaciones, que aprobó la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA). Regula la preservación de los recursos hidrobiológicos y toda la actividad pesquera extractiva, de acuicultura, de investigación y deportiva que se realice en aguas terrestres, aguas interiores, mar territorial o zona económica exclusiva de la República y en zonas adyacentes en donde pueda llegar a existir jurisdicción nacional. También somete a sus normas el procesamiento, transformación, transporte, almacenamiento y comercialización de los mencionados recursos. Establece además, los regímenes de acceso para la pesca industrial y artesanal, regula la actividad de acuicultura y dispone la dictación de normas reglamentarias



relativas a la protecci3n del medio ambiente y al resguardo del patrimonio sanitario. Específicamente, la actividad de acuicultura (Art. 2, N° 3 LGPA) se puede desarrollar acogiéndose a variadas formas que la administraci3n del estado ha creado para estos fines. As3 la acuicultura se desarrolla en concesiones o autorizaciones de acuicultura, en “hatchery” e incluso dentro de un 3rea de manejo y explotaci3n de recursos bent3nicos (AMERB). La tramitaci3n de una conces3n de acuicultura se explica en la Figura 2.20.

2. Decreto con Fuerza de Ley (D. F. L.) N° 340, de 5 de abril de 1960. Normas sobre Concesiones Mar3timas. Regula el otorgamiento de concesiones mar3timas sobre bienes nacionales de uso p3blico o bienes fiscales cuyo control, fiscalizaci3n y supervigilancia corresponde al Ministerio de Defensa Nacional (MINDEFNAC), Subsecretar3a de Marina (SUBMARINA), cualquiera que sea el uso a que se destine la conces3n y el lugar en que se encuentren ubicados los bienes.

b) Regulaciones de car3cter ambiental

1. Ley 19300, del 9 de marzo de 1994. Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA). Modificada por la Ley 20173/2007. Seg3n lo establecido en su art3culo N° 10 “los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental en cualquiera de sus fases, que deber3n someterse al sistema de evaluaci3n de impacto ambiental (SEIA), son los siguientes: los proyectos de explotaci3n intensiva, cultivo, y plantas procesadoras de recursos hidrobiol3gicos, los Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o residuos s3lidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposici3n de residuos industriales l3quidos y s3lidos”. Se comprende, entre otros



proyectos o actividades relacionadas con la acuicultura tales como talleres de redes, pisciculturas, plantas de proceso que contemplen la instalación de plantas de tratamiento o que pretendan eliminar sus residuos industriales líquidos a través de emisarios submarinos, wellboats, plantas de producción de alimento u otras sustancias relacionadas con esta actividad, etc.

2. Los proyectos o actividades que deben ingresar al SEIA, lo harán a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o Declaración de Impacto Ambiental (DIA), según corresponda. Las definiciones de cada uno de estos documentos están dadas en el Artículo N° 2 de la Ley de Bases del Medio Ambiente.
3. Decreto Ley N° 3.557 (MINAGRI), 29 de diciembre de 1980 y sus modificaciones. Establece Disposiciones sobre Protección del Suelo, Agua y Aire.

c) Regulaciones de carácter sanitario.

1. D. F. L N° 725 (MINSAL), del 11 de diciembre de 1967. Código Sanitario.
2. D. F. L N° 1.122, del 13 Agosto de 1981. Código de Aguas. Las disposiciones de este Código sólo se aplican a las aguas terrestres.
3. D. S. N° 144, del 7 de abril de 2009. Normas de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo. Indicando el valor máximo permitido de los compuestos o elementos de aguas marinas o estuarinas que se utilicen para actividades de recreación con contacto directo, a manera de salvaguardar la salud de las personas.



Reglamentos y Resoluciones de Acuicultura

a) Regulaciones de carácter general

1. D. S. N° 175 (MINECON), de 24 de marzo de 1980, que aprueba Reglamento para Realizar Actividades Pesqueras. En su Art. 1 letra “j”, define a semilla como: “Término utilizado para denominar en las especies de invertebrados a los individuos en su fase post – larva y que han adquirido las características morfológicas del adulto”. Respecto a su procedencia las semillas pueden provenir de la extracción de banco natural, de la captación de banco natural, de la captación en centro de cultivo y de la producción en centro de cultivo o hatchery.
2. D. S. N° 660 (MINDEFNAC), de 14 de junio de 1988, que aprueba Nuevo Reglamento sobre Concesiones Marítimas. Dichas concesiones son derechos que se otorgan sobre bienes nacionales de uso público o bienes fiscales cuyo control, fiscalización y supervigilancia corresponden al Ministerio de Defensa Nacional, cualquiera sea el uso que se le dé y el lugar en que se encuentren ubicados los bienes. En el Art. 5 se indica que se otorgan por Decreto Supremo del referido Ministerio.
3. D. S. N° 550 (MINECON), de 21 de octubre de 1992, Reglamento sobre Limitaciones a las Areas de Concesiones o Autorizaciones de Acuicultura. Fue dictado en virtud de la facultad otorgada al Ejecutivo en el artículo 88 de la LGPA, ante la necesidad de procurar un adecuado aprovechamiento de las porciones de agua y fondo que se otorgan a través de las concesiones y autorizaciones de acuicultura. Se limitan las áreas que pueden otorgarse, fijando límites a la extensión máxima de los centros de cultivo, considerando las dimensiones y naturaleza de los elementos que se



utilicen en la actividad de acuicultura, como los cultivos específicos de los recursos hidrobiológicos y las aguas utilizadas.

4. D. S. N° 290 (MINECON), de 28 de mayo de 1993, Reglamento de Concesiones y Autorizaciones de Acuicultura. Modificado por D. S. N°604/1994, D. S. N°257/2001, D. S. N°165/2002, D. S. N°67/2003, D. S. N°164/2003, D. S. N°43/2005 y D. S. N°50/2006. Dictado en conformidad a lo señalado en el artículo 76 de la LGPA, norma los procedimientos, antecedentes y requisitos para la tramitación de solicitudes para la obtención de concesiones o autorizaciones de acuicultura, su transferencia, arriendo, caducidades, entre otras materias, complementando el texto legal. De acuerdo a lo señalado en el Art. 4º, existen concesiones de acuicultura de playa, de terrenos de playa, de porción de agua y fondo y de rocas. Tratándose del uso de otras aguas, aquellas que están bajo la tuición de la Dirección General de Aguas, será el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a través de una resolución dictada por la Subsecretaría de Pesca, la que otorgará una autorización de acuicultura.

5. D. S. N° 499 (MINECON), de 1994. Reglamento del Registro Nacional de Acuicultura. Modificado por D. S. N° 48/2006. Dictado en cumplimiento del mandato legislativo del artículo 69, señala las resoluciones que se deben inscribir, los procedimientos para dichas inscripciones y el funcionamiento y estructura del Registro. Este Registro lo lleva el Servicio Nacional de Pesca y la inscripción es previa al inicio de actividades, ya que es una solemnidad habilitante para el ejercicio de los derechos inherentes a las concesiones o autorizaciones de acuicultura. En este sistema se incluye a aquellas actividades de acuicultura (e.g. "hatchery") que no requieren de concesión ni autorización, para lo cual deben acreditar el cumplimiento de lo



establecido en el D. S. (MINECON) N° 319/2001 y D. S. (MINECON) N° 320/2001.

6. D. S. N° 475 (MINECON), del 14 de diciembre de 1994, Establece Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República y Crea Comisión Nacional que Indica. Los objetivos de esta política son determinar los diferentes potenciales del litoral y sus posibles usos, procurando la compatibilización de todos los usos posibles del Borde Costero, en las distintas áreas y zonas, proponiendo los usos preferentes del Borde Costero, a partir de varios usos relevantes, destacando a las actividades de acuicultura.
7. D. S. N° 464 (MINECON), de 12 de septiembre de 1995, que Establece Procedimiento para la Entrega de Información de Actividades Pesqueras y Acuicultura. Modificado por D. S. N°85/2004 y D. S. N°201/2006. El artículo 63 de la LGPA, señala la obligación de las personas, naturales o jurídicas, que desarrollen actividades de acuicultura de informar al Servicio Nacional de Pesca los volúmenes de abastecimiento y cosecha de los recursos hidrobiológicos obtenidos en cualquier etapa de su desarrollo.
8. D. S. N° 730 (MINECON), de 1995, Reglamento de Internación de Especies de Primera Exportación. Dictado en cumplimiento del mandato legislativo del artículo 12 de la LGPA. Esta Normativa regula el acto administrativo de autorización para importar especies hidrobiológicas mediante el cual, la Subsecretaría de Pesca autoriza a una persona para ingresar al país especies hidrobiológicas desde el extranjero, sean de importación habitual o de primera importación. Destacando que en Chile la mayor producción acuícola corresponde a especies hidrobiológicas introducidas al país.



9. D. S. N° 96 (MINECON), de 1996. Reglamento del Procedimiento para la Importación de Especies Hidrobiológicas. Fue dictado en virtud de la potestad reglamentaria autónoma del Presidente de la República, a raíz de la necesidad de establecer un procedimiento para el ingreso de especies hidrobiológicas al país, ya que los artículos 11, 12 y 13 de la LGPA, no contemplaban reglas suficientes para la aplicación de las exigencias sanitarias que deben cumplirse para su importación. Se complementa con la siguiente resolución:

9.1. R. EX N° 2800, de 27 septiembre de 2007: Fija la Nómima de Especies Hidrobiológicas Vivas de Importación Autorizada.

10. Res. N° 790 (SERNAPESCA), del 3 de Mayo de 1996. Establece Procedimiento para Otorgar Permiso a Personas Naturales para el Traslado de Especies a Laboratorios. Regula una actividad de importancia para la salud ambiental y el conocimiento científico, debido a que las principales especies hidrobiológicas cultivadas en Chile, poseen una etapa de desarrollo embrionario y larval en sistemas controlados de laboratorios, para luego pasar a una segunda etapa de desarrollo en sistemas abiertos o naturales.

11.D. S. N° 458 (MINDEFNAC), de 2002, Fija Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura en la I Región de Tarapacá (Actualmente Arica – Parinacota y Tarapacá). Las Comúnas en donde existe disponibilidad de A.A.A. son: Arica, Camarones, Huara e Iquique.

12.D. S. N° 460 (MINDEFNAC), de 2002, Fija Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura en la II Región de Antofagasta. Las comunas de



la región en donde existe disponibilidad de A.A.A. son: Tocopilla, Mejillones, Antofagasta y Taltal.

13. D.S. N° 314 (MINECON), de 2004, Reglamento de Actividades de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs). En él se establece que la actividad de acuicultura, se regirá además por las normas de la LGPA, por el D. S. N° 355/1995 “Reglamento de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos”; por el D. S. N° 319/2001 y por el D. S. N° 320/2001. También, si procede, deberá someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. El acto administrativo que habilita para ejercer actividad de acuicultura en AMERB, es la resolución de la Subsecretaría de Pesca que aprueba el correspondiente proyecto técnico.
14. D. S. N° 297 (MINECON), de 2005. Reglamento para la Instalación de Colectores. Establece el cual tiene por objeto regular las condiciones y requisitos exigidos para la instalación de colectores destinados a la captación de semillas de los recursos hidrobiológicos correspondientes a los grupos de especies de mitílidos y pectínidos.

b) Regulaciones de carácter ambiental

1. D. S. N° 867 (MOP), de 1978, Declara Norma Chilena Oficial NCh.1.333, Norma chilena sobre requisitos de calidad del agua para diferentes usos. Es aplicable a proyectos que contemplen plantas de tratamientos de aguas servidas y viertan sus efluentes a cursos de masas de aguas superficiales o las utilicen para el riego. Esta norma fija un criterio de calidad del agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el uso determinado. Estos criterios tienen por objeto proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos



específicos, de la degradación producida por contaminación con residuos de cualquier tipo u origen. Esta norma establece los requisitos de calidad del agua de acuerdo a su uso, destacando el de vida acuática y su importancia en la calidad de los ambientes, relacionándose indirectamente con la calidad de las aguas necesarias para las actividades de acuicultura.

2. D. S. N° 30 (MINSEGPRES), del 27 de marzo de 1997. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Modificado por D. S. N° 95/2001. Establece las disposiciones por las cuales se regirá el SEIA, según lo dispone la LBGMA. Señala volúmenes mínimos de producción y/o superficies mínimas de cultivo que deberán someterse al SEIA, distinguiendo para ellos entre las diferentes especies de recursos hidrobiológicos susceptibles de cultivo.
3. D.S. N° 609 (MOP), del 7 de Mayo de 1998, Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. Modificado por D.S. N° 3.592/2000 y por el D.S. N° 601/2004. Esta Norma de emisión establece los límites máximos de contaminantes permitidos para residuos industriales líquidos, descargados por establecimientos industriales a los servicios públicos de recolección de aguas servidas de tipo separado o unitario. Con el objetivo de mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas que los servicios públicos de disposición de éstas vierten a los cuerpos de agua terrestres o marítimos mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial, que se descargan en los alcantarillados. Mitigando la contaminación de las aguas y su potencial riesgo para el desarrollo de actividades como la acuicultura.
4. D. S. N° 90 (MINSEGPRES), del 30 de mayo de 2000. Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de



Residuos Líquidos en Aguas Marinas y Continentales Superficiales. Establece las características bacteriológicas-biológicas, físico-químicas y metales pesados de las descargas las descargas de residuos líquidos en aguas marinas y continentales superficiales, velando por la salud ambiental de estos sistemas acuáticos y la de las personas que los utilizan en diversas actividades, como la acuicultura.

5. D. S. N° 320 (MINECON), del 24 de agosto de 2001, Reglamento Ambiental para la Acuicultura. Modificado por D. S. N° 106/2005 y D. S. N° 86/2007. Este reglamento, conocido también como RAMA, tiene su fundamento legal en el artículo 87 de la LGPA. El RAMA establece las condiciones, las obligaciones, las metodologías y las técnicas a seguir por parte de los solicitantes y titulares de concesiones de acuicultura y está orientado a que las actividades de acuicultura se desarrollen en niveles compatibles con las capacidades del cuerpo de agua donde ellas operan. En Res. Ex. (MINECON) N° 3612/2009 se establece las nuevas metodologías para elaborar las CPSs y las INFAs.

6. D. S. N° 49 (MINECON), de 2006. Reglamento de Viveros y Centros de Matanza. Establece los procedimientos y requisitos para autorizar viveros y centros de matanza en bienes nacionales de uso público. Entendiéndose como vivero o centro de acopio, al lugar en donde se mantienen temporalmente los recursos hidrobiológicos, mientras que un centro de matanza es el lugar en donde se realizan las actividades de sacrificio, desangrado y eventual eviscerado de recursos hidrobiológicos. Lo que afecta la calidad sanitaria de las aguas, pudiendo generar efectos adversos a la misma actividad de cultivo.



c) Regulaciones de carácter sanitario.

1. Resolución N° 3276 (MINSAL), del 12 de agosto de 1977. Regula el Transporte de Desechos Orgánicos.
2. D. S. N° 594 (MINSAL), de abril de 2000 y su posterior modificación. Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.
3. D. S. Exento N° 626 (MINECON), de 2001. Reglamento de Certificación y Otros Requisitos Sanitarios Para la Importación de Especies Hidrobiológicas. Se dictó en cumplimiento del artículo 11 de la LGPA y establece la obligación de presentar certificados sanitarios emitidos por la Autoridad Oficial del lugar de origen, para la importación de especies hidrobiológicas, señalando la información que estos deben contener. También se regula en el decreto, las certificaciones sanitarias complementarias, que se realizarán en territorio nacional, previo aislamiento de los ejemplares, y el procedimiento y requisitos para el reconocimiento de la Autoridad Oficial del lugar de origen. Se complementa con las siguiente Resolución:
 - 3.1. R. EX N° 2286, de 30 septiembre de 2003: Fija condiciones específicas de la certificación complementaria para la importación de especies hidrobiológicas.
4. D. S. N° 319 (MINECON), del 24 de Agosto de 2001. Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para la Especies Hidrobiológicas y su modificación (D. S. N° 359/2005). Deroga a Decreto N° 162 de 1985. Esta regulación conocida como Reglamento Sanitario para la Acuicultura (RESA) fue dictado por



expreso mandato legal del artículo 86 de la LGPA. Define y clasifica a las enfermedades de alto riesgo (Tabla 1.14) y establece la obligación y procedimientos de denuncia y medidas a adoptar ante la presencia de alguna de estas patologías. Se complementa con:

- 4.1. R. EX. N° 2352, de 29 de Agosto de 2008, que Establece Clasificación de Enfermedades de Alto Riesgo.
 - 4.2. Enmarcado en la aplicación de este Reglamento, se encargó al Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca) el establecimiento de programas sanitarios generales y específicos, agrupados en el marco del Programa de Vigilancia Epidemiológica (<http://www.sernapesca.cl>), que determinan las medidas sanitarias adecuadas de operación, según la especie hidrobiológica utilizada o cultivada, con el fin de promover un adecuado estado de salud de la misma. Así como evitar la diseminación de las enfermedades y el control de importaciones de especies vivas y carnada.
5. D. S. N° 345 (MINECON), del 19 de Diciembre de 2005. Reglamento de Protección y Control de Especies que Constituyen Plagas, considera como fuentes potenciales dispersoras de plagas a los centros de cultivos ubicados en tierra, plantas de proceso, de depuración de recursos hidrobiológicos, los medios de transportes de recursos hidrobiológicos y los centros de limpieza de artes de cultivo. Declarando áreas de plagas, a determinados sectores o zonas geográficas donde se distribuye la especie hidrobiológica considerada como plaga, mediante una resolución emitida por la Subsecretaría que establecerá las medidas de protección, control y erradicación de la plaga. Se complementa con las siguiente Resolución:
- 5.1. R. EX. N°177 del 2009: Declara área de Florecimiento Algal Nocivo (FAN) Sector que Indica.



Otras Normas Técnicas

1. D. S. N° 231 (MINECON), del 17 de Agosto de 2005. Establece Condiciones Especiales para el Cultivo de Abalón rojo y Abalón verde.
 - 1.1. R. EX N° 4282 de 2005: Establece Metodologías para determinar Límites de Bahías, Tipo de Sustrato y Sexo en Abalones
 - 1.2. R. EX N° 2820 de 2006: Establece Sexo de Abalones para Cultivar en Bahías y Cuerpos de Agua que Indica.

2. D. S. N° 256 (MINECON), del 8 de Julio de 2008. Establece Medidas de Protección Ambiental para el Cultivo de especie Langosta de Agua Dulce, en todo el Territorio Nacional.

3. D. S. N° 348 (MINECON), del 1 octubre de 2008. Establece Medidas de Protección Ambiental para el Cultivo de Especie Trucha Alpina.

4. El marco regulatorio de carácter sanitario asociado al Programa de sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB) contempla:
 - Memorando de Entendimiento entre el Gobierno de Chile y la Food and Drug Administration (FDA) de USA firmado en Mayo de 1989 y renegociado en Febrero del 2001.

 - Reglamentos (Comunidad Europea: CE) N° 854/2004, Decisiones 2003/804/CE y 2004/623/CE y sus modificaciones.

 - D. S. (MINECON) N° 430/1991, texto refundido de la ley General de Pesca y Acuicultura:

 - Artículo 122 b, en donde se faculta a Sernapesca para controlar la calidad sanitaria de los productos de exportación.



- Artículo 1º párrafo 3º, que establece la obligatoriedad para el país, de dar cumplimiento a los convenios internacionales suscritos por la república, respecto a las materias o especies hidrobiológicas individualizadas en la ley.
- Res. Ex. (Minsal) N° 302/1988 donde se establecen los deberes u obligaciones de los organismos de Estado involucrados en el programa.
- Convenio suscrito entre el Servicio Nacional de Pesca, el Instituto de Salud Pública (ISP) y el Servicio de Salud de Llanquihue, Chiloé y Palena (Agosto, 1989) donde se definen los mecanismos de acción.

Las exigencias del mercado de destino adscritas a la aplicación del PSMB y de los distintos programas asociados, se presentan en la Tabla 1.15.

Internacionales

En materia de instrumentos regulatorios internacionales, The Environmental Change Network (ECN) es un programa de monitoreo ambiental a largo plazo, perteneciente al Reino Unido, que ha generado protocolos para: el monitoreo de cambios en macrófitas acuáticas de ríos y lagos (FMA); el monitoreo de cambios en la abundancia de crustáceos planctónicos en la columna de agua (FZP); el monitoreo de cambios en la composición de especies de las comunidades de diatomeas en la columna y corrientes de agua (FDT); listar y evaluar la abundancia relativa de taxones de macroinvertebrados para sitios determinados (FIN); el monitoreo de cambios en la concentración de clorofila en la columna y corrientes de agua y conteos de fitoplancton en la columna de agua (FPP); la toma de muestras de aguas de la columna y de la corriente para la medición de variables físicas ambientalmente importantes y para el análisis de cationes y aniones (FWC/FWA); el registro continuo



de las descargas de aguas en esteros y ríos de sitios seleccionados (FWD); y proporcionar directrices para el procedimiento de muestreo ha utilizar sobre la química en cuerpos de agua dulce (FSP).

El Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP) es un programa de investigación que busca crear herramientas necesarias para el monitoreo y evaluación del estado y tendencia de los recursos ecológicos nacionales, perteneciente a la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos. De los documentos generados por EMAP, la Orientación para el Formato de Métodos y el Método de Evaluación de Productos Químicos, proporcionan a científicos y administradores orientación para la selección y evaluación de métodos para la utilización biológica a la hora de realizar mediciones de campo y laboratorio.

La National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de los Estados Unidos, mediante su Programa de Acuicultura, se dedica a fomentar la seguridad de la acuicultura nacional, publicando el año 2002 “Current and future regulation of marine aquaculture”, donde se aborda la falta de legislación federal relativa a la industria de la acuicultura en los EE.UU., proporcionando recomendaciones para cambios en las políticas actuales de dicho país.

El Coast's National Status & Trends (NS&T), perteneciente al Centro de Evaluación y Monitoreo Costero (CCMA) de Estados Unidos, se compone de dos programas a nivel nacional, uno de Vigilancia de Mitílicos y el otro llamado Evaluación de Bioefectos que se han diseñado para describir el estado actual y detectar cambios en la calidad ambiental de estuarios y aguas costeras a través de la vigilancia del medio ambiente, la evaluación y la investigación en dicho país. El Programa de Vigilancia de Mitílicos analiza tejidos de bivalvos y la química de sedimentos para una serie de contaminantes orgánicos y metales traza, determinando las tendencias a más de 300 sitios costeros seleccionados



desde 1986 hasta la actualidad. Mientras que el Programa Evaluación de Bioefectos identifica y evalúa los efectos biológicos asociados con la exposición a contaminantes, usando el enfoque de Sediment Quality Triad, que utiliza un muestreo aleatorio estratificado para determinar el método de la extensión de área de los sedimentos contaminados, incluyendo datos de química de los sedimentos, toxicidad, diversidad de especies y la cantidad para el mismo conjunto de contaminantes orgánicos y metales traza como el Programa de Vigilancia de Mitílidos.

The National Water-Quality Assessment Program (NAWQA), perteneciente al U.S. Geological Survey de los Estados Unidos, proporciona conocimientos sobre la calidad del agua y las variaciones de su condición a nivel local, regional y nacional, si las condiciones están mejorando o empeorando con el tiempo y como las características naturales y las actividades humanas afectan sobre ellas. Para lo cual han generado protocolos para diseños de estudios, metodologías y análisis de los datos. Algunos de estos protocolos son los siguientes: Guía para el estudio de contaminantes en tejidos biológicos; Guía de campo para la recolección y procesamiento de muestras de agua; Guía para la recolección y procesamiento de muestras de sedimentos en ríos para el análisis de elementos traza y contaminantes orgánicos; Determinación de plaguicidas en el agua; Métodos de muestreo de las comunidades de peces; Métodos para la recogida de muestras de invertebrados bentónicos; Manual para el tratamiento y la garantía de calidad de muestras de invertebrados bentónicos, Métodos para la recolección de muestras de algas, Revisión de métodos para la caracterización de ambientes; Manual para la garantía y control de calidad de los datos taxonómicos de peces; Métodos para el tratamiento, taxonomía y control de calidad de las muestras de macroinvertebrados bentónicos; Protocolo para el análisis de muestras de algas; y Revisión de protocolos para la toma de muestras de algas, invertebrados, peces y comunidades.



La European Environment Agency (EEA), dentro de sus reportes técnicos sobre costas y océanos, ha publicado 26 indicadores propuestos por el primer conjunto europeo agrupados en las áreas focales de 1) Estado y tendencia en los componentes de la diversidad biológica, 2) Amenazas a la biodiversidad, 3) La integridad de los ecosistemas y sus bienes y servicios, 4) Uso sustentable, 5) Condición de acceso y el reparto de los beneficios, 6) Estado sobre el uso y transferencia de recursos y 7) Opinión pública. Destacando también el documento “Un enfoque basado en indicadores para evaluar el desempeño ambiental de la pesca y la acuicultura europea”.

Tratados internacionales

1. En base al Acuerdo de Cooperación Ambiental entre Chile y Canadá, se han firmado cinco Convenios, dos Protocolos y un decreto de Ley. De estos, los que poseen aplicación directa a las actividades de acuicultura en el norte de Chile, son los siguientes:
 - a. Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos, 1954, con sus enmiendas de 1962 y 1969 y un anexo sobre Libro de Registro de Hidrocarburos, promulgado mediante el D. S. N° 474, del Ministerio de Relaciones Exteriores (Minrel) de 1977.
 - b. Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños Causados por la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos, con su Anexo de 1969, promulgado por el D. S. N° 475 (Minrel), 1977.
 - c. Convenio sobre Prevención de la contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras materias, con sus anexos I, II y III del año 1972,



promulgado mediante Decreto Supremo N° 476, 1977, del Ministerio de Relaciones Exteriores , Diario Oficial 11/10/77.

2. El Convenio sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimientos de Desechos y otras Materias, 1972, (LC/72), fue aprobado en Chile por el D.L. N° 1.809 del 26 de Mayo de 1977. En donde representantes de los gobiernos de Afganistán, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Austria, Bahrein, Bangladesh, Barbados, Bélgica, Brasil, Camerún, Canadá, Chile, Costa de Marfil, Dinamarca, Egipto, El Salvador, España, Estados Unidos de América, Etiopía, Fiji, Filipinas, Finlandia, Francia, Gambia, Ghana, Grecia, Guatemala, Haití, Holanda, Honduras, India, Indonesia, Irán, Irlanda, Islandia, Italia, Jamaica, Japón, Jordania, Kenia, Kuwait, Liberia, Malasia, Marruecos, México, Mónaco, Nepal, Nicaragua, Nigeria, Noruega, Nueva Zelanda, Pakistán, Panamá, Paraguay, Portugal, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, República de Corea, República Democrática de Somalia, República Democrática Popular del Yemen, República Dominicana, República Federal Alemana, República Socialista Soviética de Bielorrusia, República Socialista Soviética de Ucrania, República de Sudáfrica, San Marino, Senegal, Sri Lanka, Suecia, Suiza, Tailandia, tonga, Trinidad y Tobago, Túnez, Uganda, Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, Uruguay, Venezuela y Zambia; observadores de los gobiernos de Birmania, Checoslovaquia, Colombia, Malta, Guayana, República Khmer, Sierra Leona, Tanzania, Turquía, República de Vietnam, Yugoslavia y Zaire. Estas Partes contratantes prohibirán el vertimiento de cualesquiera desechos u otras materias en cualquier forma o condición y se comprometen especialmente a adoptar todas las medidas posibles para impedir la contaminación del mar por el vertimiento de desechos y otras materias que puedan constituir un peligro para la salud humana, dañar los recursos biológicos y la vida marina,



reducir las posibilidades de esparcimiento o entorpecer otros usos legítimos del mar.

3. El año 2000, Chile formó parte del Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología, originado por el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Este protocolo tiene por objetivo contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la transferencia, manipulación y utilización de los organismos vivos a través de procesos de biotecnología. Reconociendo que la biotecnología moderna tiene grandes posibilidades de contribuir al bienestar humano si se desarrolla y utiliza con medidas de seguridad adecuadas para el medio ambiente y la salud humana, así como también es considerada como una herramienta para el desarrollo de la acuicultura a nivel mundial.

4. El 17 de febrero de 1978, le República de Chile adoptó el Protocolo Relativo al Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, de 1973, durante la Conferencia Internacional sobre seguridad de los buques tanque y prevención de la contaminación. Salvaguardando de esta forma la calidad de las aguas marinas chilenas y su potencial de uso para el desarrollo sustentable de las diversas actividades que se realizan en borde costero, destacando la densidad de puertos industriales existentes en el norte de Chile y su relación con la calidad de las aguas necesarias para el desarrollo de actividades de acuicultura en dicha zona.



4.1.5 Criterios para selección de variables y parámetros técnicos a utilizar para evaluar el impacto ambiental

A continuación se indican las exigencias de la normativa nacional para el desarrollo de programas de monitoreo de estudios de impacto ambiental en Chile:

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

La Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, establece en su artículo 10 que todo proyecto previo a su ejecución o modificación, debe ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

El titular de un proyecto comprendido o listado en el artículo 3 del Reglamento, deberá presentar una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), salvo que dicho proyecto genere o presente algunos de los efectos, características o circunstancias contemplados en el artículo 11 de la Ley o Título II del Reglamento del SEIA, producidos en cualquiera de las fases de ejecución del proyecto en cuyo caso deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Un EIA se diferencia de una DIA en sus contenidos, profundidad, complejidad, costos, tiempos de elaboración y procedimiento de evaluación. Independiente del documento ambiental presentado (EIA/DIA), este debe entregar antecedentes suficientes para el otorgamiento de permisos ambientales sectoriales.

La DIA es un documento descriptivo de un proyecto o actividad, que le permite a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama) o Consejo Regional del Medio Ambiente (Corema) evaluar que el proyecto se ajusta a las normas ambientales vigentes. Las DIAs deben contener, a lo menos, la indicación del tipo de proyecto o actividad de que se trata; la descripción del proyecto o actividad que se pretende



realizar o de las modificaciones que se le introducirán; la indicación de los antecedentes necesarios para determinar si el impacto ambiental que generará o presentará el proyecto o actividad, se ajusta a las normas ambientales vigentes, y que éste no requiere de la presentación de un EIA, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley y en el Reglamento y finalmente, la descripción del contenido de aquellos compromisos ambientales voluntarios, no exigidos por la legislación vigente, que el titular del proyecto o actividad contemple realizar. Estos informes incluyen anexos, que en algunos casos, incorporan la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS).

Este tipo de Declaración, entrega antecedentes, por ejemplo, de contaminantes que se descargan al medio acuático directamente y que lo hacen bajo la norma establecida (D. S. N° 90/2000 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia), que podrían eventualmente ser muy valiosos al momento de analizar relaciones ambientales.

Esta norma fue elaborada teniendo en consideración los siguientes criterios:

- Cantidad máxima permitida para un contaminante, medida en el efluente de la fuente emisora.
- Objetivos de protección ambiental y resultados esperados.
- Ámbito territorial de aplicación de la norma.
- Tipos de fuentes reguladas.
- Plazo de entrada en vigencia.
- Programa y plazos de cumplimiento.
- Metodologías de medición y control.
- Instituciones que fiscalizan



Informe Ambiental Anual (INFA)

El Reglamento Ambiental para la Acuicultura (D. S. (Minecon) N° 320/2001 y sus modificaciones), conocido también como RAMA, tiene su fundamento legal en la Ley General de Pesca y Acuicultura (D. S. (Minecon) N° 430/1991 y sus modificaciones). El RAMA contiene una serie de obligaciones y prohibiciones, para todos aquellos que realicen actividades de acuicultura, que están destinadas a la protección del medio. Es así que el productor entrega información adscrita a una Caracterización Ambiental del Sitio (CPS) con la finalidad de que la autoridad otorgue concesión o autorización sólo en aquellos lugares en que la futura área de sedimentación presente condiciones aeróbicas, que es el criterio para establecer que no se supera la capacidad ambiental de un cuerpo de agua y que en consecuencia se puede ejercer actividad de acuicultura. Se agrega a lo anterior la entrega anual de información de carácter ambiental (INFA) correspondiente a los antecedentes del estado ambiental de cada centro de cultivo (a partir de la época de máxima biomasa del cultivo).

En el contexto anterior, el 2003 se dictó la Resolución Exenta (MINECON) N° 404, la cual establece los contenidos y metodologías para elaborar la INFA y la CPS, dependiendo de la categoría del centro de cultivo. El informe debe contener los datos de acuerdo a las planillas excel disponibles en la página Web de la Subsecretaría de Pesca, un archivo electrónico que contenga las fichas con la Información Ambiental de acuerdo a los formatos establecidos y la bitácora de aplicación del plan de contingencia. En los casos que corresponda: debe incluir un informe con la prospección por asentamiento de especies bentónicas exóticas y sus respectivos respaldos y un certificado original o visado por Conama de los análisis realizados en laboratorios. Planos de la concesión en una escala adecuada (1:1.000 o 1:5.000), especificando el norte geográfico, grilla o cuadrícula geográfica y los cuadros de coordenadas de los vértices de la concesión. En el



año 2006, la Res. Ex. (Subpesca) N° 404/2003 fue sometida a revisión, reemplazándose por una nueva (Res. Ex. (Subpesca) N° 3411/2006). Esta comenzó a regir a partir del 29 de junio de 2007 (Subpesca, 2006) y en ésta se establece las nuevas metodologías para elaborar las CPSs y las INFAs. En diciembre de 2009, esta última fue reemplazada por la Res. Ex. (Subpesca) N° 3612 /2009. Por tanto, la INFA es una fuente de información valiosa, ya que entrega antecedentes sobre el desempeño ambiental de los centros de cultivo que operan en el país, disponiéndose además de información respecto de las características oceanográficas y biológicas indicadoras de la condición ambiental de determinadas áreas geográficas.

A continuación se indican los parámetros ambientales de importancia para el desarrollo de actividades de acuicultura costera de pequeña escala, analizando para cada uno de ellos los rangos permitidos por la normativa nacional para el uso de las aguas marinas y la literatura internacional que indica valores apropiados para determinar una área apta para el desarrollo de actividades de acuicultura marina.

En total se registraron 34 parámetros ambientales (Tabla 1.16) de importancia para la acuicultura. Para cada uno de estos parámetros ambientales se han establecido rangos indicadores de calidad general y valores óptimos para el desarrollo de la acuicultura en un área determinada (ver Tablas 1.17, 1.18 y 1.19).

Estándares de Calidad de Sedimentos

Los parámetros ambientales de batimetría (BAT), granulometría (GRAN), materia orgánica (MO) y topografía (TOP), son considerados como variables de importancia para determinar la condición ambiental de un fondo marino, en un lugar determinado (Tabla 1.17). Profundidades superiores a los 30 m son consideradas ambientalmente como óptimas para el desarrollo de actividades de acuicultura (Dosdat *et al.*, 1996). Los fondos compuestos por un 1% de arenas entre 62 a 250 μm poseen un óptimo nivel de resiliencia ante impactos generados



por la acuicultura (McLachlan, 1980) mientras que los fondos identificados como de arena o grava son considerados como ambientalmente óptimos para el desarrollo de actividades de acuicultura (Dosdat *et al.*, 1996). En tanto que los valores inferiores a un 4% de MO indican la existencia de fondos marinos de aceptable Condición Ambiental (Demaison & Moore, 1980) (Tabla 1.17).

Para el caso de las variables correspondientes a nitrógeno (N) y fósforo (P) los estándares de calidad proporcionados por Persaud *et al.* (1993) mientras que para los metales en sedimento (mercurio, cadmio, plomo, arsénico, cobre, zinc y cromo) e hidrocarburos aromáticos policíclicos, se optó por considerar las directrices propuestas por Canadá (CCME, 2002). Estos estándares están direccionados a la preservación de los ecosistemas y sus recursos, considerando el nivel de efecto probable, que implica la ocurrencia de efectos adversos sobre el ecosistema acuático. Estas directrices son herramientas interpretativas flexibles para evaluar la significancia toxicológica de las concentraciones de sustancias químicas en los sedimentos (CCME, 2002).

Estándares de Calidad para Recursos Hidrobiológicos

La concentración de metales pesados (Hg, Cd, Pb y As), de microorganismos causantes de la *Salmonella* y de los venenos paralizante (VPM) y amnésico de los mariscos (VAM), son considerados como parámetros ambientales de relevancia para determinar la condición sanitaria de las especies hidrobiológicas en un área determinada (Tabla 1.17). Concentraciones de 0,5 mg/kg de Hg, 1,0 mg/kg de Cd y 1,5 mg/kg de Pb, son los valores máximos establecidos para el Programa Sanitario de Moluscos Bivalvos (PSMB). En el D.S. N° 977/1996 el valor máximo permisible para el As es 2,0 mg/kg. Otros valores máximos establecidos por el PSMB-UE para garantizar una buena condición sanitaria de moluscos con fines de exportación son proporcionados para *Salmonella* (SALMO), *Escherichia coli* (ECOLI), VAM, VPM, VAM y pesticidas (Tabla 1.18).



Estándares de Calidad para Aguas

Los parámetros ambientales de correntimetría (CORR), sólidos suspendidos (SS), oxígeno disuelto (OD), temperatura (T), salinidad(S), clorofila-a, pH, metales (Hg, Cd, Pb y As), sulfuro de hidrógeno H₂S, fósforo (fosfato-ortofosfato), amonio (NH₄), demanda biológica oxígeno (DBO₅), nitrógeno (N), nitrato (NO₃), coliformes totales(COLIT), coliformes fecales (COLIF), *E. coli* (ECOLI) y pesticidas, son considerados por su importancia como criterios de calidad internacional para determinar la condición ambiental en la columna de agua de un lugar determinado (Tabla 1.19). Velocidades de corriente entre 10 y 25 cm/s poseen un óptimo nivel de resiliencia ante impactos generados por la acuicultura (Velvin, 1999) mientras que velocidades de corriente superiores a los 15 cm/s indican una buena condición del ambiente para realizar acuicultura (Dosdat *et al.*, 1996). Estos últimos autores consideran que una zona protegida a la exposición del viento es ideal para realizar acuicultura (Tabla 1.19).

El D.S. N° 90/2000 (Tablas 1.20) indica que concentraciones superiores a 100 mg/Lde sólidos particulados (SP) en agua de mar afectan negativamente la condición sanitaria del agua (Tabla 1.19).

Temperaturas en el agua de mar entre 12 y 24 °C son consideradas como óptimas para las actividades de acuicultura (Dosdat *et al.*, 1996) mientras que temperaturas inferiores a 30 °C garantizan una buena condición sanitaria de las aguas marinas (D.S. N° 90/2000) (Tabla 1.19).

Concentraciones superiores a 6,6 mL/L de OD son consideradas como óptimas para las actividades de acuicultura (Wheaton, 1982) (Tabla 1.19). Valores de 5,5 a 9,0 unidades de pH es el rango indicador de una buena condición sanitaria de las aguas marinas (D.S. N° 609/1998, D.S. N° 90/2000 y el D.S. N° 144/2009).



El D.S. N° 90/2000 establece como valores máximos permitidos a las concentraciones de 0,005 mg/L de Hg, 0,02 mg/L de Cd, 0,2 mg/L de Pb y 0,2 mg/L de As, al igual que el D.S. N° 144/2009, establece como valores máximos permitidos a las concentraciones de 0,011 mg/L de Hg, 0,033 mg/L de Cd, 0,11 mg/L de Pb y 0,11 mg/L de As, garantizando de esta manera una aceptable condición sanitaria del agua de mar (Tabla 1.19).

Las concentraciones menores a 5 mg/L de sulfuro de hidrógeno (H₂S) son sanitariamente aceptables para el agua de mar (D.S. N° 7/1983, D.S. N° 609/1998 y D.S. N° 90/2000). Mientras que valores entre 1 y 5 psu de DBO son considerados sanitariamente aceptables para el agua de mar (CIESE, 2009) (Tabla 1.19).

A continuación se describen las variables que se considera oportuno incluir o considerar su medición, si los costos y la capacidad instalada en Chile permiten su realización, para evaluar el impacto ambiental:

Columna de agua

Correntometría

Los incrementos en la velocidad, dirección de las olas y de las corrientes producen una remoción del fondo arenoso, afectando la extensión y pendientes de las playas. En zonas que están muy expuestas a la sucesión de periodos de erosión y acreción se producen cambios en la estructura granulométrica de los sedimentos y en sus propiedades físicas asociadas, con los consiguientes efectos sobre la biota. De este modo, alteraciones provocadas en la correntometría debido a la instalación de estructuras, como colectores de semillas, linternas de cultivo, sistemas de anclaje y muelles, pueden actuar como factores limitantes para los organismos que allí viven.



Temperatura del agua

El incremento de la temperatura del agua est1 asociada a la transferencia de calor desde la interfase Aire – Agua, utilizando tres procesos: la radiaci3n solar, la evaporaci3n y la conducci3n. Esta transferencia de calor est1 sujeta a la ubicaci3n geogr1fica del cuerpo de agua, a la estaci3n del a1o, al r1gimen horario y a las condiciones meteorol3gicas. Estas variaciones influyen sobre los procesos fisiol3gicos de los organismos, tales como respiraci3n, alimentaci3n, metabolismo, crecimiento, comportamiento, reproducci3n, tasas de bioacumulaci3n, tasas de excreci3n y tasas de detoxificaci3n. Por otro lado, 1sta variable est1 asociada con los niveles de ox1geno disuelto en el agua ya que aumentos en la temperatura favorecen el incremento en la velocidad de degradaci3n de materia org1nica por los organismos.

pH

Corresponde a la concentraci3n de H^+ y se representa como su logaritmo negativo. La concentraci3n de protones est1 controlada por el equilibrio de los compuestos qu1micos disueltos en el sistema y cuando ocurren modificaciones en su concentraci3n se puede alterar el estado i3nico de los amino1cidos que conforman las enzimas, pudiendo producir las siguientes alteraciones:

1. Modificaci3n del sitio alost1rico de algunos complejos enzim1ticos, alterando con ello, la regulaci3n de los ciclos metab3licos relacionados con el desarrollo del organismo.
2. Modificaci3n del sitio activo de las enzimas alterando con ello la uni3n sustrato – enzima, lo que genera bloqueos metab3licos por la inhibici3n de determinadas rutas metab3licas.
3. Modificaciones en los procesos de intercambio i3nico y polarizaci3n de membranas.



También, ocurren modificaciones en cuanto al equilibrio iónico de determinadas compuestos nitrogenados, por ejemplo, el ión amonio altera su estructura transformándose a amoniaco, compuesto 100 veces más tóxico que el ión amonio. También, se puede generar lixiviación de metales, reducción de fósforo inorgánico y dióxido de carbono disponible para la fotosíntesis del fitoplancton.

Salinidad/conductividad

Esta relacionado con la capacidad que posee el agua para conducir una corriente eléctrica, considerando la concentración total de iones inorgánicos. El término salinidad se expresa en psu (unidad de partes salinas) y se utiliza para indicar la concentración total de iones (Na^+ , Cl^- , Ca^+ , Mg^+ , K^+ , CO_3^{-2} y SO_4^{-2}), en cambio, el término conductividad se refiere a la conductividad eléctrica empleada para medir la concentración de iones en aguas dulces y salobres, la cual se expresa en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La salinidad afecta la distribución de los bivalvos en la costa e influencia muchos de los procesos fisiológicos. Afecta las propiedades estructurales y funcionales de los animales a través de cambios en (1) concentración osmótica total, (2) proporción relativa de solutos, (3) coeficientes de absorción y saturación de gases disueltos, (4) densidad y viscosidad (Kinne, 1964). La interacción de los factores, temperatura y salinidad, con los procesos biológicos de los bivalvos pueden condicionar el hábitat potencial de un animal, considerando que la respuesta fisiológica a los parámetros es diferente para las larvas de la misma especie.

Sólidos particulados

Está relacionada con la presencia de material particulado y coloidal suspendido en la columna de agua, cuyo origen se vincula a la presencia de sedimentos de granulometría fina generalmente de limos y arcillas. Cambios en la turbidez puede afectar el régimen de luz y afectar en forma significativa la dinámica del



ecosistema. La presencia de los s3lidos suspendidos en la matriz acuosa puede perturbar la condici3n ambiental, ya que los metales pesados, nutrientes y compuestos org3nicos en general son transportados adheridos a este material. Los efectos que estos causan son diversos, uno de ellos se relaciona con alteraciones del h3bitat, obstruyendo los intersticios del sustrato y modificando la anoxia de los fondos debido al incremento en la demanda de ox3geno por s3lidos sedimentables con alto contenido de materia org3nica.

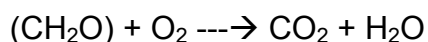
Ox3geno disuelto

La cantidad de ox3geno disuelto superficial en el agua de mar oscila entre 1,0 mL/L y 8,5 mL/L, si bien esa cantidad m3xima puede ser sobrepasada en ocasiones, llev3ndose a un estado de sobresaturaci3n en zona de muy baja temperatura o zonas en las que haya una intensa actividad fotosint3tica. Los factores que regulan la cantidad de ox3geno disuelto en el agua son:

- Temperatura y salinidad del agua.
- Actividad biol3gica.
- Procesos de mezcla debido a los movimientos el agua de mar.

La solubilidad del ox3geno en el mar decrece al aumentar la temperatura y la salinidad. A temperatura de 0 °C la solubilidad de ox3geno puede llegar a 14,74 mg/L mientras que a 35 °C la solubilidad de ox3geno puede llegar a 7,03 mg/L.

Los microorganismos pueden degradar 7,8 mg de materia org3nica consumiendo 8,3 mg de ox3geno en un litro de agua en equilibrio con la atm3sfera a 25 °C, utilizando un c3lculo estequiom3trico basado en la siguiente ecuaci3n:





Demanda Biológica de Oxígeno

La mayoría de la materia orgánica que contamina el agua procede de desechos de alimentos, de aguas negras domésticas y de fábricas, siendo descompuesta por bacterias, protozoarios y diversos organismos mayores. Ese proceso de descomposición ocurre tanto en el agua como en la tierra y se lleva a cabo mediante reacciones químicas que requieren oxígeno para transformar sustancias ricas en energía en sustancias pobres en energía. El OD en el agua puede ser consumido por la fauna acuática a una velocidad mayor a la que es reemplazado desde la atmósfera, lo que ocasiona que los organismos acuáticos compitan por el oxígeno y en consecuencia se vea afectada la distribución de la vida acuática. Una medida cuantitativa de la contaminación del agua por MO es la determinación de la rapidez con que la materia orgánica nutritiva consume oxígeno por la descomposición bacteriana y se le denomina Demanda Biológica de Oxígeno (DBO). La DBO es afectada por la temperatura del medio, por las clases de microorganismos presentes, por la cantidad y tipo de elementos nutritivos presentes. Si estos factores son constantes, la velocidad de oxidación de la materia orgánica se puede expresar en términos del tiempo de vida media (tiempo en que descompone la mitad de la cantidad inicial de materia orgánica) del elemento nutritivo.

La DBO de una muestra de agua, expresa la cantidad de miligramos de oxígeno disuelto por cada litro de agua, que se utiliza conforme se consumen los desechos orgánicos por la acción de las bacterias en el agua. La demanda biológica de oxígeno se determina midiendo el proceso de reducción del oxígeno disuelto en la muestra de agua manteniendo la temperatura a 20 °C en un periodo de 5 días. Una DBO grande indica que se requiere una gran cantidad de oxígeno para descomponer la materia orgánica contenida en el agua. De manera que se produce un agotamiento desmedido del oxígeno con la consecuente mortalidad de los organismos que ahí habitan.



Clorofila a

Corresponde a una estructura química que se ubica en los tilacoides de los cloroplastos en las células vegetales y tienen la capacidad para capturar parte de la radiación solar para realizar los procesos que ocurren durante la fotosíntesis. Su concentración se emplea como un indicador de la biomasa fitoplanctónica y sus mediciones permiten tener una leve estimación de la productividad primaria. Desde el punto de vista ambiental, un incremento en las concentraciones de fitoplancton aumenta la turbidez del agua, disminuyendo los procesos fotosintéticos. Respecto a la consideración sanitaria, ciertas microalgas producen toxinas que habitualmente se acumulan en los tejidos de los organismos filtradores ocasionando graves consecuencias para la salud humana.

Compuestos nitrogenados (Nitrato, Nitrito, Amonio)

Los compuestos derivados del metabolismo del nitrógeno, ingresarían como amonio al cuerpo de agua, proveniente desde dos fuentes: la amonificación de la MO (talos de algas, organismos incrustantes) por bacterias heterotróficas y por la transaminación y desaminación de productos catabólicos de nitrógeno orgánico ingerido y asimilado por organismos en cultivo. En un sistema acuoso, el amonio puede presentarse en la forma de amoniaco en equilibrio con ión amonio e iones hidróxido. La forma no ionizada es usualmente tóxica, debido a que posee una alta solubilidad en lípidos que lo capacita para difundir muy rápidamente y cruzar las membranas celulares. El amonio es oxidado por acción bacteriana y transformado a nitrito y finalmente a nitrato (Sharma & Ahlert, 1977). El amonio y sus productos intermedios de oxidación (nitrito), son los compuestos tóxicos más comunes en los sistemas de cultivo, resultando tóxicos para peces, moluscos y crustáceos. El nitrato por sí sólo no es tóxico. Sin embargo, su impacto al medio ambiente puede establecerse al contribuir en la fertilización del ambiente con el riesgo de favorecer la proliferación de microalgas nocivas. Además, se debe tener presente que este compuesto constituye un precursor de nitrito.



Fosfato

El f3sforo es uno de los elementos esenciales en organismos vivos y juega un rol fundamental en los procesos metab3licos de transferencia de energ3a como respiraci3n y fotos3ntesis. En ambientes marinos, este elemento es encontrado en los organismos vivos, en la columna de agua (como ortofosfato, f3sforo org3nico disuelto y f3sforo particulado) mientras que en sedimentos est3 en equilibrio de adsorci3n – desorci3n, interactuando con ferro-oxihidr3xidos en el agua intersticial (Sundby *et al.*, 1992).

La forma de ortofosfato se asimila directamente por las algas y una concentraci3n de 10 $\mu\text{g/L}$ es capaz de sostener una comunidad planct3nica. Por el contrario, concentraciones de 30 a 100 $\mu\text{g/L}$ ya pueden desencadenar eventos de bloom. De todos modos, una alta concentraci3n de fosfato no siempre indica una producci3n planct3nica sostenida, ya que puede ser limitada por el nitr3geno. Su disponibilidad en el ambiente, est3 relacionado con los dep3sitos de minerales como la fosforita y por la descomposici3n de compuestos org3nicos favorecidos por el pH.

Fitoplancton

Dentro del ambiente pel3gico existe un grupo ecol3gico llamado plancton y que corresponden a organismos que viven suspendidos en el agua e independientes del fondo. Estos organismos por su d3bil capacidad de nataci3n no pueden superar los movimientos de la corriente, de manera que son transportadas pasivamente por ellas, *i.e.*, a la deriva. Al incorporar el factor nutritivo, el fitoplancton se distingue de los dem3s organismos del plancton, porque son capaces de sintetizar su propio alimento, al igual que la mayor3a de las plantas pueden fijar carbono por medio del proceso de fotos3ntesis a partir de agua, gas carb3nico y energ3a luminosa. Su importancia se debe a que el 95 % de la productividad primaria en el mar se debe al fitoplancton, elemento que constituye



la base de la pirámide alimenticia de todo el ecosistema marino. Uno de los criterios de clasificación de estos organismos unicelulares se basa en el tamaño, distinguiéndose cuatro categorías que agrupan a la mayor parte de los elementos del fitoplancton: Picoplancton (<2 μm), Ultraplancton (2-5 μm), Nanoplancton (5 – 50 μm) y Microplancton (50 – 500 μm). En cuanto a su distribución, por requerir de la luz solar para su actividad fotosintética, el fitoplancton está limitado al estrato superficial, ya que los rayos solo penetran en estas capas, en donde, a medida que las plantas crecen aumentan en número. Para su crecimiento, además, requieren nutrientes, temperatura y salinidad en niveles óptimos. Por ello, son buenos indicadores de cambios ambientales, pudiendo aumentar en número o disminuir, dependiendo de las condiciones ambientales que imperan en el ambiente.

Zooplancton

Estos organismos pertenecen al segundo nivel trófico de la trama alimenticia en los océanos y están formados por organismos herbívoros relativamente pequeños (0,5 a 2 mm), en su mayoría por copépodos del género *Calanus*. Los copépodos consumen diariamente la mitad de su propio peso, en términos cuantitativos un solo copépodo puede comer hasta 120.000 diatomeas por día, siendo habitual que se alimenten de organismos que miden entre 10 y 40 μm . Sin embargo, en ocasiones los individuos adultos de *Calanus* capturan y comen algunos de los animales planctónicos e incluso estados juveniles de otros copépodos. Los procesos reproductivos están íntimamente ligados a la nutrición, cuando la alimentación es bien balanceada, las hembras del grupo de los *Calanus* expulsa sus huevos en puestas de 50 por día y con intervalos de 10 a 14 días entre cada puesta, llegando a producir un total de 200 a 300 huevos. Dado el nivel trófico intermedio que representa la comunidad zooplanctónica entre los productores primarios y los consumidores de zooplancton (normalmente peces), su valor indicador de las condiciones ambientales es menor que el del fitoplancton. No



obstante, su estudio permite obtener una visión más integradora y representativa del estado real de las aguas con las particulares condiciones ambientales en las que se desarrolla.

Sedimento

Granulometría

Está relacionada con el tamaño de las partículas orgánicas e inorgánicas encontradas en el sedimento marino. El origen de éstas proviene de fuentes terrígenas, biógenas, piroclásticas, autógenas o cósmicas. La fracción sedimentaria, ya sea, grava (4 - 2 mm), arena muy gruesa (2 - 1 mm), arena gruesa (1 - 0,5 mm), arena media (0,5 - 0,25 mm), arena fina (0,25 - 0,125 mm), arena muy fina (0,125 - 0,062 mm) y limo - arcilla (< 0,062 mm) de un determinado sedimento marino condicionará el grado de vulnerabilidad frente a la distribución de la comunidad bentónica y frente a adsorción de algunos contaminantes.

Materia orgánica

El contenido de MO en los sedimentos marinos varía típicamente en el rango 0,1 a 30%, lo cual constituye un indicador general de la cantidad de alimento disponible para especies marinas. El contenido orgánico de los sedimentos es variable en ambientes oxidados donde los niveles de oxígeno disuelto en el agua suprayacente son superiores a 1 mg/L mientras que en ambientes reducidos, el contenido de carbono orgánico es significativamente amplio y alto, desde 1% hasta 20% y más.

Gases en el sedimento (Sulfuro – Metano)

Parte de la MO que se acumula en la interfase sedimento-agua es degradada por organismos bentónicos (Volkman *et al.*, 1980) y a la vez estimula la actividad microbiológica. Si en este ambiente el consumo de oxígeno excede al suministrado,



los microorganismos comenzarán a utilizar otros aceptores de electrones. Normalmente el oxígeno desaparece a los pocos milímetros bajo la superficie del sedimento, *i.e.*, a profundidades mayores en el sedimento sólo se encontrará un ambiente anóxico (Revsbench *et al.*, 1980; Reimers & Smith, 1986; Sorensen & Jorgensen, 1987). Bajo condiciones anóxicas la MO es degradada paso a paso mediante una compleja comunidad microbiológica dirigida bajo el régimen energético (Pfennig & Widdel, 1982; Schink, 1989; Nealson, 1997). En estos sistemas, el sulfato es el aceptor de electrones más importante siendo responsable de sobre el 50% de la mineralización de la materia orgánica (Jorgensen & Bak, 1982; Skyring, 1987). Producto de estos procesos, se generan gases tales como el H₂S y el metano (CH₄), cuya presencia se asocia a efectos negativos sobre los organismos en cultivo y sobre las comunidades naturales del sector.

El H₂S puede contribuir a los siguientes efectos: el gas puede ser directamente tóxico para los organismos acuáticos y la precipitación del gas con metales limita la disponibilidad de azufre en la forma de sulfato y por otra parte puede limitar la disponibilidad de metales traza útiles para procesos biológicos. Este efecto se ve reflejado en la transformación de sulfato a ión sulfuro en la matriz sedimentos, donde el alto contenido de este gas se registra, en primera instancia, por los valores negativos que se registran al realizar mediciones de potencial redox, posteriormente, comienzan a desaparecer la abundancia y diversidad de los organismos que conforman la macroinfauna.

Composición de agua intersticial (Potencial rédox, nitrato, nitrito, amonio, fosfato, sulfato)

Las aguas intersticiales son indicadores muy sensitivos de cambios diagénicos incipientes en sedimentos. Uno de los cambios ocurre en el potencial rédox (Eh) que genera cambios en el estado rédox de varios nutrientes esenciales. Según baja el potencial rédox en aguas y sedimentos, se observa una disminución en la



concentración de oxígeno disuelto, iones y moléculas importantes para la nutrición de microorganismos y formas de vida superior.

Macrofauna

El fondo marino está habitado por una variedad de especies con distintas formas de reproducción, hábitos alimenticios y tolerancias fisiológicas a las condiciones ambientales. Muchos de estos organismos bentónicos viven en la interfase agua-sedimento o a una profundidad del sedimento no superior a los 20 cm. Por otra parte, presentan una movilidad muy limitada, lo que les impide evitar la exposición a sustancias contaminantes, a diferencia de otros organismos como peces que poseen una mayor capacidad de movimiento. Por ello, que estos organismos se han convertido en buenos indicadores frente a la presencia de diversos agentes contaminantes. Bajo condiciones de enriquecimiento orgánico, la macroinfauna responde con un patrón de distribución espacial característico asociado con el gradiente orgánico. Bajo condiciones extremas, la macroinfauna desaparece completamente debido a las condiciones fuertemente reductoras que caracterizan a estos ambientes (compuestos sulfurados y CH₄). Lo más importante de la presencia de estas comunidades indicadoras es que representan un componente vital para mantener la estructura y función del ecosistema, ya que ellos sirven como alimento para la fauna demersal y participan en los niveles tróficos superiores e inferiores. Por otro lado, participan activamente en la transferencia de carbono manteniendo la dinámica energética de los sistemas marinos, como agentes de bioturbación de los fondos y regeneración de nutrientes.

Coliformes

Las bacterias coliformes son microorganismos que residen en el intestino grueso del hombre y abundan en la materia fecal. Forman parte de los desechos de las aguas negras, de manera que un recuento de las bacterias coliformes constituye un indicio del grado de contaminación de esas aguas. Es así que el número de



microorganismos portadores de enfermedad en el agua es proporcional al número total de microorganismos. Por ende, una cantidad total baja representa un menor riesgo de contraer una enfermedad.

El agua contaminada puede estar sucia, mal oliente, ser corrosiva, de mal sabor o poco apta para lavar la ropa con ella. Sin embargo, para el hombre el efecto más perjudicial del agua contaminada ha sido la transmisión de enfermedades por microorganismos que pueden habitar en ella. Por ejemplo, la fiebre tifoidea causada por la bacteria *Salmonella typhi* y el cólera causada por la bacteria *Vibrio cholerae*.

Batimetría

La pendiente de una playa es función de la granulometría y del carácter de las olas. Shepard (1948) determinó que los tamaños de partículas de 64 - 4 mm, 4 - 2 mm, 1 - 0,5 mm y 0,25 - 0,125 mm corresponden a una pendiente de playa de 12°, 8°, 4° y 2°, respectivamente. Como consecuencia, en las playas de arenas gruesas las olas y el movimiento turbulento de las aguas que las acompañan separan las partículas de mayor tamaño, moviéndolas hacia la porción superior de la playa, mientras que las corrientes al retroceder tienen menor energía y transportan partículas más ligeras en dirección al mar, como resultado de esta acción, la zona intermareal tiende a estar formada por arenas de granos medios y pequeños con una pendiente suave. Esta dinámica se vincula con la capacidad de retención de materia orgánica y la composición de la macrofauna bentónica de los sedimentos.

Condiciones meteorológicas

Constituyen un forzante que en ocasiones puede modificar la estructura del ecosistema. La temperatura ambiente influye sobre la temperatura del agua y por ende sobre la concentración de oxígeno disuelto. Por otro lado, la luminosidad fomenta la fotosíntesis favoreciendo la producción primaria y por último la velocidad y



dirección de los vientos influye sobre la dinámica de las corrientes afectando la granulometría del fondo marino y con ello, alteraciones en el ecosistema.

4.2. Objetivo Específico: Evaluar el estatus sanitario y ambiental del área en estudio.

4.2.1. Digitalización de cartografía vigente

En la Figura 2.21 se presenta la cartografía base de referencia digitalizada del área comprendida entre Arica y Taltal. En cada nivel de información se corren geoprocesos topológicos y revisión de los atributos. Los siguientes elementos se entregan en formato shape en la base de datos digital (anexa al informe):

- centros_poblados_norte.shp
- comunas unidas.shp
- Red_vial_Norte.shp
- Rios.shp
- toponimia.shp

4.2.2. Recopilación de información ambiental existente

Con el propósito de enriquecer la caracterización de las distintas áreas involucradas y apoyar (validar) la identificación de aquellas características que pudieran tener cierto grado de injerencia o ser favorables para el desarrollo de la acuicultura en la zona norte de Chile, se ha recopilado información relevante desde distintas fuentes físicas y virtuales, con especial énfasis para el periodo 1999-2009.



Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB)

Para evaluar la variabilidad temporal y espacial de la información recogida por este programa, en función de los parámetros considerados en los PSMB para UE y Singapur, los datos disponibles fueron ordenados por región, código de área y año de muestreo (periodo 1997-2006), incluyendo además el tipo de área (banco natural o centro de cultivo) y su delimitación (A, B o C). Desde el año 1997 hasta el 2006 (datos existentes en base de datos BD) del PSMB proporcionada por Sernapesca, se registran un total de 5 áreas de extracción entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Antofagasta (1 banco natural y 4 áreas de cultivo). Del total de áreas, 4 (áreas de cultivo) presentaron una delimitación A y 1 delimitación C. Para el periodo 1997-2007 se registran monitoreos anuales para el siguiente número de áreas de extracción: 1997:0, 1998:1, 1999:1, 2000:2, 2001:3, 2002:4, 2003:4, 2004:3, 2005:3, 2006:4 y 2007:4 áreas (Tabla 1.21). Respecto a la información aportada por esta fuente se dispone de información general de monitoreo (e.g., fecha de extracción, número de folio) y mediciones de variables oceanográficas, agentes patógenos, toxinas y de contaminantes (Tabla 1.22).

De un análisis más detallado de la información, puede apreciarse en forma global que no se registraron datos correspondiente al análisis de virus norwalk (norovirus) para todo el periodo, lo que se explica por que es un requisito para áreas donde se cultivan ostras y no ostiones como es el caso de los centros de cultivo que participan del PSMB entre Arica y Taltal. Durante el periodo 1998-2002, *E. coli* no presenta registros, mientras que *V. parahaemolyticus* corresponde a la tercera variable con la menor frecuencia en el período 1998-2006. Las variables oceanográficas registradas en el PSMB (pH, T°, O₂disuelto y S) no presentaron datos entre los años 1998 y 2000. En cuanto a los metales pesados, el plomo presenta la menor frecuencia, registrándose información a contar del 2002. Los pesticidas organohalogenados registran información en forma intermite desde



1998. En tanto que las biotoxinas marinas y el fitoplancton son los parámetros más recurrentes en los registros del programa (Figura 2.22).

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

Para identificar las principales actividades antropogénicas que se ejecutan en el borde costero, se realizó una compilación de las DIA y EIA disponibles en el portal <http://www.e-seia.cl>, utilizándose como criterios de búsqueda la región y el tipo de proyecto de inversión (e.g., acuicultura; Tabla 1.23). Complementariamente, se rescataron en las oficinas de CONAMA Tarapacá DIA y EIA de interés, en formato papel. A partir de esto, se generó una lista de proyectos de inversión por región y tipo de actividad económica, descargándose posteriormente todos los antecedentes disponibles (e.g., Anexo 5: MI1REGION.DBF). Para estandarizar la información recopilada en función de su variabilidad temporal y espacial, los datos fueron ordenados por región, tipo de actividad económica y año en que se tomaron los registros.

De las DIAs presentadas entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, se registraron un total de 1064 proyectos de inversión ingresados al SEIA (periodo 1997-2009). El mayor número de tramitaciones se registró en la Región de Antofagasta, aportando un 56,9 % de la información total obtenida, y la menor cantidad, se presentó en la Región de Arica y Parinacota con el 37,7% del total (Tabla 1.24).

Las Figuras 2.23, 2.24 y 2.25 muestran el grado de heterogeneidad interregional e interanual de los distintos tipos de actividades económicas asentadas en el borde costero entre Arica y Taltal. A pesar de esto, hay ciertos tipos de proyectos de inversión (y variables asociadas) que mantienen cierto grado de continuidad entre un año y otro en las tres regiones. Y que están vinculados al saneamiento ambiental y al desarrollo urbano-turístico. Para la Región de Antofagasta tienen



gran preponderancia las actividades mineras (hasta el 2005) y las asociadas a materiales peligrosos y al desarrollo urbano (significativo para el año 2008).

Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA)

Se compiló tanto los informes de Caracterización Preliminar de Sitio (CPS), adjuntados a las DIAs de los proyectos acuícolas sometidos al SEIA, como de aquellos relativos a la Información Ambiental Anual (INFA), presentados por los centros de cultivo que se encuentran en la zona de estudio, utilizando como identificador de búsqueda el Número de Solicitud o el código homologado de cada centro (Sernapesca - Subpesca), según corresponda. La información obtenida fue ordenada por región, área geográfica, año y código o número de solicitud de centro. Adicionalmente, se registraron datos básicos que identifican los polígonos de cultivo, ya sea a nivel de solicitud (e.g., Número de Solicitud) o como concesión de acuicultura (e.g., Resolución de la Subsecretaría de Marina).

La variabilidad temporal y espacial de la información recogida desde la aplicación del Rama, da cuenta de un total de 23 áreas de cultivo entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Antofagasta (5, 9 y 9 áreas de cultivo, respectivamente) para el periodo 2003-2008. En este lapso de tiempo, se registran monitoreos anuales para el siguiente número de áreas: 2003 (1), 2004 (7), 2005 (10), 2006 (3); 2007 (3) y 2008 (3) (Figura 2.26). Respecto a la información aportada por esta fuente se obtiene información general de la concesión (e.g., código de centro), su ubicación geográfica y mediciones de 10 tipos de variables oceanográficas (Figura 2.27). De un análisis más detallado de la información, puede apreciarse en forma global que prácticamente para todo el periodo no se registran datos correspondientes al pH y la correntimetría, particularmente la no disponibilidad de este último da cuenta de actividades de acuicultura de pequeña escala. Las variables con mayor representación y que mantienen cierto grado de continuidad



entre un año y otro son la materia orgánica y la granulometría que se proporcionan regularmente en las INFA. La batimetría que exige por única vez.

Otras Fuentes

El proceso de búsqueda de reportes técnicos se inició a partir de la lista de proyectos en ciencias del mar (Fip, 2003), de informes generados a través del FIP (www.fip.cl) y de la base de datos bibliográficas existentes en las bibliotecas institucionales del IFOP y de la Universidad de Antofagasta. En forma complementaria, se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura especializada en el tema, tanto nacional como internacional, utilizando para esto las distintas bases y buscadores de artículos científicos existentes en la actualidad, como por ejemplo ASFA and Oceanic abstract, EBSCO, National Library of Medicine de los Estados Unidos (PubMed) y la Scientific Electronic Library Online (SCIELO), entre otros.

Del total de proyectos identificados, y luego de revisados los resúmenes y parte del contenido de los informes técnicos y/o literatura científica, se priorizaron para su traspaso aquellos estudios que se realizaron en áreas de interés para la acuicultura. Tanto para efectos de su sistematización como para su análisis, la información a la que se ha tenido acceso ha sido ordenada por proyecto, área geográfica y año, registrándose además, el formato de rescate de la información. Para lo cual se utilizó una planilla estándar en formato Excel (ver Anexo 5: BDT.08-34.DBF)

4.2.3. Muestreo ambiental complementario en lugares representativos y Análisis de muestras.

Las coordenadas geográficas de las estaciones en las que se realizó la toma de muestras se presentan en la Tabla 1.1.



a) Recursos hidrobiológicos

Las especies recolectadas para la medición de metales As, Cd, Cu, Hg y Pb en tejidos musculares, fueron los moluscos *Ch. chorus*, *V. antiqua*, *Fissurella nigra*, *Thais chocolata* y *C. concholepas*.

En Caleta Chanavayita (3,09-3,14 mg/kg) y la estación número 1 de Pisagua (3,35-3,81 mg/kg) se encontraron los mayores niveles de As mientras que los sectores Camarones y Tiliviche, al norte de la Bahía de Pisagua, y en una estación de Caleta Buena, se presentaron los valores más bajos de As (<0,012 mg/kg) en toda la zona estudiada (Tabla 1.25). En el sector de Corazones, al sur de Arica, se encontró el mayor nivel de Cu (338,14 mg/kg) en moluscos marinos, seguido por paposo (253,6 mg/kg) mientras que las localidades de Tiliviche, Caleta Chipana y el sector sur de Camarones presentaron los valores más bajos (<8,8 mg/kg) de este metal (Tabla 1.25). En Caleta Chanavayita se presentaron los mayores niveles de Pb (869,5 - 2551,1 µg/kg), mientras que en Caleta Los Verdes y Chipana se encontraron los valores más bajos de este metal (<10 µg/kg), junto a una estación de muestreo en Tiliviche, para toda la zona estudiada (Tabla 1.25). Es común para todas las muestras biológicas recolectadas en esta vasta zona los altos niveles de Cd encontrado, siendo los sectores de Los Verdes (<9,9 mg/kg) y Tiliviche (<15,43 mg/kg) los menos afectados. Respecto de las concentraciones de Hg los sectores de Paposo, Chipana y Caleta Punta Arenas presentaron los menores valores de Hg (<40 µg/kg). Por el contrario, los ejemplares procedentes de Caleta Pisagua superaron los 100 µg/kg de Hg.

b) Sedimentos

Los sedimentos marinos recolectados en Caleta Chipana, presentaron los mayores niveles de As (17,68 - 28,28 mg/kg), mientras que en las caletas Buena, Constitución y Punta Arenas se encontraron los valores más bajos (<3,5 mg/kg) de este metal (Tabla 1.26). Las mayores concentraciones de Cd fueron registrados en



las caletas de Constitución, Punta Arenas y Buena ($>20 \mu\text{g}/\text{kg}$) mientras que las menores cantidades ($<2 \mu\text{g}/\text{kg}$) fueron detectadas en la totalidad de la Bahía de Pisagua, Caleta Chipana y Corazones (Tabla 1.26). Los sectores de Pisagua, Corazones, Caleta Tiliviche y Chanavayita presentaron el mayor nivel de Cu ($16,89\text{-}105,03 \text{ mg}/\text{kg}$) mientras que en las caletas Chipana, Constitución y Punta Arenas se encontró el menor valor ($<14 \text{ mg}/\text{kg}$) de este metal (Tabla 1.26). Los mayores niveles de Hg fueron registrados exclu sólo en algunas estaciones de muestreo localizadas en caletas de Pisagua ($188,5 \mu\text{g}/\text{kg}$), Chanavayita ($57,6 \mu\text{g}/\text{kg}$), Los Verdes ($48,8 \mu\text{g}/\text{kg}$) y Corazones ($45,3 \mu\text{g}/\text{kg}$), mientras que en el sector de Constitución se registró la menor cantidad ($<12,5 \mu\text{g}/\text{kg}$) de este metal (Tabla 1.26). En cuanto a las concentraciones de Pb existentes en sedimentos marinos, de todos los sitios estudiados, en el sector de Pisagua se registró el mayor valor ($10,13 \text{ mg}/\text{kg}$) mientras que el menor se registro en Caleta Constitución ($0,21 \text{ mg}/\text{kg}$) (Tabla 1.26).

El análisis de materia orgánica realizado a los sedimentos marinos extraídos desde las localidades estudiadas, indicó que sólo en algunas estaciones de muestreo, ubicadas en Caleta Pisagua, Tiliviche, Los Verdes y en especial Chanavayita, se superó el 3,0% P/P (Tabla 1.27).

El análisis granulométrico de estos sedimentos, de acuerdo a la Escala Granulométrica de Udden-Wentworth-Krumbein (Shea, 1973), indica que las caletas de Camarones, Punta Arenas, Constitución y el sector de Tiliviche presentaron arena fina a muy fina mientras que las caletas de Pisagua, Los Verdes y Buena presentaron arena muy gruesa (Tabla 1.28).

c) Columna de Agua

A partir de los análisis de metales en agua de mar, se detectó un valor máximo de As total ($4,5 \mu\text{g}/\text{L}$) en Caleta Chanavayita y su mínimo valor ($1,1 \mu\text{g}/\text{L}$) en el sector



de Corazones. El máximo valor de As disuelto ($2,1 \mu\text{g/L}$) fue detectado en el sector de Tiliviche mientras que su mínimo valor ($<0,5 \mu\text{g/L}$) fue encontrado en Caleta Los Verdes (Tabla 1.29). El máximo valor de Cd total ($0,133 \mu\text{g/l}$) y disuelto ($0,133 \mu\text{g/L}$) fue encontrado en el sector de Tiliviche, mientras que los valores más bajos de Cd total ($0,016 \mu\text{g/L}$) y Cd disuelto ($0,008 \mu\text{g/L}$) fueron detectados en Caleta Buena, respectivamente (Tabla 1.29). Se detectó un valor máximo de Cu total ($5,53 \mu\text{g/L}$) en Caleta Buena y su mínimo valor ($0,854 \mu\text{g/L}$) en Caleta Chanavayita. En cuanto al máximo valor de Cu disuelto ($5,22 \mu\text{g/L}$) fue detectado en el sector de Caleta Buena mientras que su mínimo valor ($0,646 \mu\text{g/L}$) fue encontrado en Caleta Chanavayita (Tabla 1.29). Para el Hg total disuelto, sólo se registraron valores $<0,5 \mu\text{g/L}$ en todas las estaciones de muestreo (Tabla 1.29). Finalmente, el máximo valor de Pb total ($1,89 \mu\text{g/L}$) y disuelto ($1,72 \mu\text{g/L}$) fue encontrado en el sector de Corazones, mientras que valores $<0,02 \mu\text{g/L}$ de Pb total y disuelto fueron detectados en Caleta Los Verdes y Chanavayita (Tabla 1.29).

La temperatura superficial del agua de mar (TSM 0 m) registró su máximo valor ($18,3^\circ \text{C}$) en la Bahía de Pisagua mientras que el menor valor ($15,3^\circ \text{C}$) fue encontrado en las caletas de Constitución y Buena (Tabla 1.30). La temperatura subsuperficial del agua de mar (7 m) registró su máximo valor ($17,1^\circ \text{C}$) en Caleta Chanavayita mientras que el menor valor ($14,6^\circ \text{C}$) fue encontrado en el sector de Corazones (Tabla 1.30). La temperatura subsuperficial del agua de mar (14 m) registró su máximo valor ($16,8^\circ \text{C}$) en Caleta Chanavayita mientras que el menor valor ($14,1^\circ \text{C}$) fue encontrado en el sector de Corazones (Tabla 1.30).

El oxígeno disuelto (OD) superficial del agua de mar (0 m) registró su máximo valor ($6,51 \text{mg/L}$) en el sector de Corazones mientras que el menor valor ($2,17 \text{mg/L}$) fue encontrado en Caleta Punta Arenas (Tabla 1.30). El OD subsuperficial del agua de mar (7 m) registró su máximo valor ($4,03 \text{mg/L}$) en el sector de



Corazones mientras que el menor valor (1,63 mg/L) fue encontrado en Caleta Camarones (Tabla 1.30). El OD subsuperficial del agua de mar (14 m) registró su máximo valor (3,96 mg/L) en la Caleta de Chanavayita mientras que el menor valor (1,16 mg/L) fue encontrado en Caleta Camarones (Tabla 1.30).

La salinidad superficial del agua de mar (0 m) fluctuó entre 35,3 y 32,8 psu, a la profundidad de 7 m fluctuó entre 35 y 32,1 psu mientras que a la profundidad de 14 m fluctuó entre 34,7 y 32 psu, registrándose los mayores valores en Caleta Los Verdes y los menores en el sector de Tiliviche (Tabla 1.30).

Los valores más altos de pH (>8) para las tres profundidades fueron registrados en Caleta Buena, mientras que los menores valores de pH fueron encontrados en el sector de Corazones y Caleta Camarones (Tabla 1.30).

En las caletas Los Verdes, Chanavayita y Chipana, todas las estaciones de muestreo registraron una transparencia ≥ 7 m, mientras que en el sector de Corazones y Caleta Constitución se encontró la menor transparencia del agua (≤ 5 m). Sin embargo, la estación N° 3 de Caleta Buena registró la mayor transparencia puntual alcanzando los 12 m (Tabla 1.30).

El estudio de las corrientes superficiales no reflejó un patrón común de circulación para las estaciones monitoreadas, en donde el patrón general de la Corriente de Humboldt (hacia el norte) se evidenció en el 66,6% de las mediciones, registrándose la mayor velocidad de corriente en Caleta Constitución y la menor velocidad en Caleta Camarones (Tabla 1.30).

Los valores obtenidos del análisis de la demanda biológica de oxígeno (DBO) fluctuaron entre 0,3 y 2,27 mg/L, encontrando su máximo valor en Caleta Constitución y



su menor valor en Caleta Punta Arenas (Tabla 1.31). En general, estos datos indican que las localidades muestreadas poseen una buena calidad de las aguas (Tabla 1.31).

En cuanto al análisis de coliformes totales en las muestras de agua de mar, se determinó que la mayor presencia de *E. coli* (5 y 6 ufc/100 ml) se encontró en el sector de Corazones, mientras que en las Caletas de Los Verdes, Paposos, Constitución y Chipana no se detectó la presencia de *E. coli* (Tabla 1.32). En Caleta Camarones se encontró la mayor presencia de coliformes (304 a 850 ufc/100 mL), a diferencia de lo ocurrido en las caletas de Punta Arenas y Buena donde no se detectó la presencia de coliformes (Tabla 1.32).

4.2.4. Análisis de datos

En función de las características y naturaleza de la información recopilada, así como de la periodicidad de ésta (áreas con información para las tres variables a analizar), se caracterizó espacio-temporalmente las áreas de interés de la Región de Antofagasta, tomando como base la información oceanográfica (temperatura superficial del mar, oxígeno disuelto y salinidad) entregada en los monitoreos PSMB.

Análisis temporal y espacial en función de las características oceanográficas

Temperatura (T).

Las Tablas 1.33 y 1.34 proporcionan el resumen estadístico de la T (en columna de agua) para las distintas áreas evaluadas en entre Arica y Taltal, entre los años 2002 – 2006 para los datos del PSMB (*i.e.*, Caleta Los Verdes, La Guataca, El Rincón, Caleta Errazuriz y El Colorado) y entre los años 1996 - 2006 para las áreas no PSMB (Caleta Chinchorro y Chanavaya). No se presenta información de otras áreas geográficas dado su baja cobertura temporal. No obstante, en conjunto



son un importante fuente de información para aquellas áreas preseleccionadas en el objetivo número 4 (Caleta San Marcos a Playa Corazón; Pta. Camarones a Caleta Chica; Tiviliche y Pisagua, Playa Folkers a Lobitos, Ñajo a Pabellón de Pica, Chipana, Tocopilla a Rio Loa, Cerro Moreno - Isla Santa Maria, TalTal a Papos).

De esta tabla se desprende que para el año 2002 en las tres localidades con una mayor extensión temporal de datos, existió una baja representación de valores, lo que para estos lugares hace inviable un análisis de la presencia de patrones estacionales. Al comparar sólo aquellos años en que se dispone de similares cantidades de registros de temperatura, obtenemos que para el año 2003 el valor promedio más alto de la T para la II Región fue registrado en la localidad de El Colorado (17,2°C; d.e.= 2,2°C). Esta localidad mantuvo su supremacía durante los años posteriores, con un promedio de 16,5 °C. (d.e.= 1,5) y 17,1 °C. (d.e.= 1,4) para los años 2004 y 2006. Se constata además, que las localidades pertenecientes a la I Región presentan en promedio temperaturas más altas que la II Región. En las Figuras 2.28 y 2.29 se grafica el comportamiento de la T, durante el mismo periodo, observándose la presencia de fuertes fluctuaciones en todas las áreas analizadas, independiente de la estación del año. Adicionalmente, se detectaron diferencias estadísticamente significativas en esta variable para los años 2003 (Kw =10,87, p=0,00), 2004 (Kw =16,04, P=0,00), 2005 (Kw =15,60, P=0,00) y 2006 (Kw =91,26, P=0,00) entre las áreas PSMB de la II Región, siendo El Colorado el lugar que originaba las diferencias significativas entre las áreas.

Salinidad (S)

Las Tablas 1.35 y 1.36 muestra el resumen estadístico de la salinidad para las distintas áreas evaluadas en entre Arica y Taltal, entre los años 2002 – 2006 para los datos del PSMB (*i.e.*, Caleta Los Verdes, La Guataca, El Rincón, Caleta Errázuriz y El Colorado) y entre los años 1996 - 2006 para las áreas no PSMB



(Caleta Chinchorro y Chanavaya). Al comparar sólo aquellos años en que se dispone de similares cantidades de registros de salinidad, obtenemos que el valor promedio más alto para el año 2006 fue de 33,8 psu (d.e.= 0,2) en el sector de El Colorado mientras que el valor más bajo fue de 33,4 psu (d.e.= 0,3) en el sector de Caleta Errázuriz. En las Figuras 2.30 y 2.31 se grafica la tendencia de la salinidad, visualizándose para el periodo de análisis, tanto para la totalidad de las localidades como para los años analizados, una baja variabilidad de este parámetro. Es por ello que, al comparar los deltas de variabilidad de cada año, estos no superan las tres unidades de diferencia, lo que sugiere que en esta región los valores de salinidad permanecen relativamente estables durante el año. Para el caso de los registros obtenidos en el año 2002, no se encontraron diferencias significativas al comparar Caleta Errázuriz y el sector de El Colorado ($T_{test}=0,09$; $P=0,93$). Tampoco para la comparación entre El Colorado y El Rincón el 2006 ($T_{test}=0,72$; $p=0,48$). Tendencia que se repite para las comparaciones entre las tres áreas para los años 2003 ($K_w = 2,93$, $P=0,23$), 2004 ($K_w = 1,05$, $P=0,59$) y 2005 ($K_w = 1,75$, $p=0,46$).

Oxígeno disuelto (OD).

La Tabla 1.37 muestra el resumen estadístico de la T en las distintas áreas evaluadas en la Región de Antofagasta entre los años 2002 – 2006. Al comparar sólo aquellos años en que se dispone de similares cantidades de registros de OD, obtenemos que para el 2003, el valor promedio más alto alcanzado fue de 7,9 mg/L (d.e.= 1,7) en el sector de El Colorado mientras que el valor más bajo fue de 4,6 mg/L (d.e.= 3,0) en el sector de Caleta Errázuriz. En la Figura 2.32 se grafica la tendencia del OD, observándose para el periodo de análisis, tanto para el caso de Caleta Errázuriz como para las otras áreas de la región, que pareciera no existir un patrón de estacionalidad en la concentración de OD. Para el caso de los registros obtenidos en el año 2002, no se encontraron diferencias significativas al comparar Caleta Errázuriz y el sector de El Colorado ($T_{test}=0,52$; $p=0,61$). Tampoco para la comparación entre



El Colorado y El Rincón el año 2006 ($T \text{ test}=0,72$; $p=0,48$). Esta situación no aconteció en los años 2003 ($Kw=11,34$, $P=0,03$), 2004 ($Kw=17,39$, $P=0,00$) y 2005 ($Kw=12,73$, $p=0,61$), donde sí se detectaron diferencias estadísticamente significativas interlocalidades PSMB de la II Región, siendo El Colorado el lugar que originaba las diferencias significativas entre las áreas.

4.2.5. Confección de mapas temáticos, evaluación del estado ambiental y sanitario de las áreas

En este punto cobra gran relevancia estratégica para poder proyectar la viabilidad económica de las actividades de acuicultura el evaluar si los recursos hidrobiológicos en cultivo sortearán o no las barreras sanitarias de comercialización impuestas por los mercados de destino de las exportaciones. En este contexto se aplicaron las exigencias asociadas a la normativa PSMB-UE y al Código de alimentos (D.S. N° 977/1996) y para las variables oceanográficas el anteproyecto de normas secundarias para aguas marinas, los D.S. N°002-2008 MINAM (Perú), D.S. 144/2009, D.S. N° 7/1983, Dosdat *et al.* (1996), CIESE (2009) y EPA. Del total de áreas que contaban con información, para este análisis se seleccionaron aquellas que contaban con una serie de datos comparables en su extensión temporal y que conjuntamente, estuvieran asociados a coordenadas geográficas o UTM. Las áreas comparadas fueron: Caleta Los Verdes, el sector de La Guataca, Bahía el Rincón (Mejillones), Caleta Errázuriz y Caleta El Colorado.

Grupo Metales

El análisis espacial de la concentración de los metales pesados Hg, Cd y Pb en recursos indica que en el sector de La Guataca en un 100% de la frecuencia de casos se sobrepasó el valor máximo permitido de Cd (Figura 2.33). En tanto que en Caleta Errázuriz y Bahía Rincón para el mismo metal se registró que en un 69% y 33% de las veces, respectivamente, se sobrepasó el valor máximo (Figura 2.33).



Por otro lado, para el caso del Hg, solamente se registran dos eventos en que se sobrepasó el valor máximo permitido (Figura 2.33).

Grupo Oceano

El análisis de las variables oceanográficas de pH, T, OD y S, da cuenta que en Bahía el Rincón, Caleta Los Verdes y El Colorado, la frecuencia de casos en los cuales se sobrepasó el rango de pH permitido en un 22%, 20% y 4%, respectivamente (Figura 2.34). En tanto que, las variables de temperatura, OD y S en la columna de agua de mar, no registraron valores fuera de lo establecido por la normativa nacional (Figura 2.34).

Grupo Microbio

El análisis de las variables sanitarias de, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Vibrio parahaemolyticus* y virus norwalk en recurso y de coliformes fecales y fitoplancton en agua de mar, muestra que sólo en Caleta Los Verdes se sobrepasó el valor máximo permitido de coliformes fecales por la normativa nacional, con una frecuencia del 3% de los casos (Figura 2.35). En tanto que, las oportunidades que se superaron el valor máximo permitido para *Salmonella* en Bahía el Rincón fue de un 33%, en Caleta Los Verdes de un 3%, en Caleta Errázuriz un 1% y El Colorado un 1% (Figura 2.35). Las variables microbiológicas *E. coli*, *V. parahaemolyticus*, virus norwalk y fitoplancton no registraron valores superiores a lo establecidos por normativa nacional (Figura 2.35).

Grupo Toxinas

El análisis de las variables toxicológicas de veneno paralizante de los moluscos (VPM), veneno diarreico de los moluscos (VDM), veneno amnésico de los moluscos (VAM) en recurso y pesticidas en agua de mar, da cuenta que no se han producido casos en que los niveles de estas variables sobrepasen el valor máximo permitido por la normativa nacional vigente (Figura 2. 36).



4.3. Objetivo Específico 2.2.3: Caracterizar geográfica y operativamente, las zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II Regiones.

4.3.1. Identificación A.A.A. y posicionamiento de polígonos en cartografía.

En el borde costero de las XV, I y II regiones del norte de Chile, existen 70 polígonos decretados como A.A.A., los cuales se encuentran ubicados en 41 localidades costeras, cubriendo un área total de 32129,91 ha, con un promedio de 459,00 ha.

Para la XV Región se han decretado 6 polígonos en tres localidades costeras, cubriendo un área total de 1770,12 ha, con un promedio de 295,02 ha por polígono. Destacando el sector de Caleta Camarones por poseer 3 polígonos de A.A.A.

En la I Región existen decretados 22 polígonos en 12 localidades costeras, cubriendo un área total de 8357,66 ha, con un promedio de 379,89 ha por polígono. Destacando los sectores de Bahía Pisagua y Guanillos del Norte por poseer 3 polígonos de A.A.A.

Mientras que en la II Región existen decretados 42 polígonos en 23 localidades costeras, cubriendo un área total de 22002,13 ha, con un promedio de 523,86 ha por polígono. Destacando el sector de Bahía Mejillones por poseer 4 polígonos de A.A.A.

A continuación se detallan las A.A.A. decretadas, por delimitación de sus vértices, en la costa de las XV, I y II regiones del norte de Chile, indicando su ubicación y estado actual de uso.



a. XV REGION DE ARICA Y PARINACOTA

a.1. Rada y Puerto de Arica

El sector designado (polígono) como A.A.A sector sur Ensenada San Martín, utilizando carta SHOA N° 1111 (escala 1:25.000; 10ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 150,83 ha y está limitado por seis vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas. Desplazada en dirección sur, fuera del área delimitada, se registran 10 concesiones otorgadas y 5 en trámite destinadas al cultivo de ostión del norte (11) o ostión del norte y ostra del Pacífico (4). Además de un hatchery autorizado y otro en tramitación, para la producción de semillas de ostión del norte, ambos en Caleta Quiane. A los que se le agrega un tercero en tramitación para el sector El Planchón.

a.2. Caleta Vitor

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A norte Pta Thomson, utilizando carta SHOA N° 1121 (escala 1:8.000; 8ª edición 1975; datum Local), abarca una superficie total aprox. 132,76 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Cabo Condell, utilizando carta SHOA N° 1121 (escala 1:8.000; 8ª edición 1975; datum Local), abarca una superficie total aprox. 459,80 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.



a.3. Caleta Camarones

Esta área consta de tres sectores:

El sector designado como A.A.A Punta Norte, utilizando carta SHOA N° 1131 (escala 1: 15.000; 6ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 694,75 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A centro Caleta Camarones, utilizando carta SHOA N° 1131 (escala 1: 15.000; 6ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 86,34 ha y está limitado por tres vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Punta Camarones, utilizando carta SHOA N° 1131 (escala 1: 15.000; 6ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 245,64 ha y está limitado por tres vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite. En las proximidades existe una Amerb decretada con la cual se superpone en \approx un 2 % de su área.

b. I REGION DE TARAPACA

b.1. Caleta Chica

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A Punta Gorda-Punta Berger, utilizando carta SHOA N° 1132 (escala 1: 10.000; 7ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 563,01 ha y está limitado por ocho vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas. En las



proximidades del área delimitada se registra una concesión otorgada para el cultivo del ostión del norte y ostra del Pacífico (Sindicato de Pescadores Camarones).

El sector designado como A.A.A sur Punta Canave, utilizando carta SHOA N° 1132 (escala 1: 10.000; 7ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 361,06 ha y está limitado por seis vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

b.2. Bahía de Pisagua

Esta área consta de tres sectores:

El sector designado como A.A.A norte Caleta Pekín, utilizando carta SHOA N° 1141 (escala 1: 20.000; 6ª edición 1980; datum SAD-69), abarca una superficie total aprox. 408,77 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector existe una Amerb decretada que representa un 10% de ocupación. También se registra una concesión otorgada para el cultivo de atún de ojos grandes perteneciente a Blue Fish S.A., que representa un 6 % de ocupación del área delimitada.

El sector designado como A.A.A Roca Carbonera, utilizando carta SHOA N° 1141 (escala 1: 20.000; 6ª edición 1980; datum SAD-69), abarca una superficie total aprox. 9,69 ha y está limitado por tres vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A. Punta Pichalo, utilizando carta SHOA N° 1141 (escala 1: 20.000; 6ª edición 1980; datum SAD-69), abarca una superficie total aprox. 1112,90 ha y está limitado por seis vértices. En dicho sector no existen Amerbs decretadas. En dicho sector existe una concesión otorgada para el cultivo



de erizo, mitílidos, pectínidos (Sind. Pisagua) y tres en trámite destinadas al cultivo del ostión del norte (Nelson Reyes (2) y Carlos Berrios (1)), que representan territorialmente un 3,5 % de ocupación del área delimitada.

b.3. Caleta Junin

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A Punta Landgren, utilizando carta SHOA N° 1142 (escala 1: 20.000; 7ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 119,16 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Pta. Junin, utilizando carta SHOA N° 1142 (escala 1: 20.000; 7ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 172,79 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

b.4. Caleta Mejillones del Norte

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A Islotes de Mejillones, utilizando carta SHOA N° 1141 (escala 1: 20.000; 6ª edición 1980; datum SAD-69), abarca una superficie total aprox. 509,15 ha y está limitado por siete vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Punta Silva, utilizando carta SHOA N° 1141 (escala 1: 20.000; 6ª edición 1980; datum SAD-69), abarca una superficie total



aprox. 229,39 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

b.5. Caleta Buena

El sector designado como A.A.A Caleta Buena, utilizando carta SHOA N° 1142 (escala 1: 15.000; 7ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 628,84 ha y está limitado por nueve vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas. En las cercanías, específicamente en el sector denominado Punta Rabo de Ballena, se pretende cultivar dorado de la costa o toremo por parte de la Pesquera San José S.A.

b.6. Caleta Molle

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A Punta Larga, utilizando carta SHOA N° 1243 (escala 1: 5.000; 5ª edición 1975; datum Local), abarca una superficie total aprox. 76,29 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Punta Redonda, utilizando carta SHOA N° 1243 (escala 1: 5.000; 5ª edición 1975; datum Local), abarca una superficie total aprox. 130,63 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen Amerbs decretadas. En el área delimitada existen dos concesiones otorgadas, destinadas al cultivo del ostión del norte y ostra del Pacífico, que representan territorialmente un 4,2 % de ocupación del área. En las proximidades, Sector Tres Islas y El Fraile, se registran dos concesiones otorgadas (Marcela Araya) y una en trámite (Coop.



Genesis Pezmar) para el cultivo del ostión del norte, ostra del Pacífico y choro zapato.

b.7. Caleta Patillos

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A Caleta Patillos, utilizando carta SHOA N° 1231 (escala 1: 15.000; 3ª edición 1999; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 47,72 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas. Próxima al área delimitada, en dirección norte, frente a Caleta Chanavayita, se registran una concesión otorgada (ostión del norte y ostra del Pacífico) y otra en trámite (ostión del norte).

El sector designado como A.A.A Islote Patillos, utilizando carta SHOA N° 1231 (escala 1: 15.000; 3ª edición 1999; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 183,40 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

b.8. Caleta Patache

El sector designado como A.A.A norweste Caleta Patache, utilizando carta SHOA N° 1231 (escala 1: 15.000; 3ª edición 1999; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 49,43 ha y está limitado por tres vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.



b.9. Caleta Pabellón de Pica

El sector designado como A.A.A Caleta Pabellón de Pica, utilizando carta SHOA N° 1241 (escala 1: 20.000; 4ª edición 1993; datum SAD-69), abarca una superficie total aprox. 1022,55 ha y está limitado por nueve vértices. En dicho sector existe una concesión otorgada (Sind. Chanavaya), para el cultivo del ostión del norte, que representan territorialmente un ≈ 1 % de ocupación del área disponible. En las proximidades del área delimitada, en dirección norte frente a Playa El Aguila, se registran dos concesiones (Comercializadora Chanavaya S.A. y Carlos Sandoval), destinadas al cultivo del ostión del norte. Entre el Sector Ciego Ernesto y Farallones de Torrecillas existen 2 Amerbs, presentando territorialmente una superposición parcial de un ≈ 5 % con la Amerb Pabellón de Pica.

b.10. Caleta Lobos

El sector designado como A.A.A Caleta Lobos, utilizando carta SHOA N° 1241 (escala 1: 20.000; 4ª edición 1993; datum SAD-69), abarca una superficie total aprox. 1022,55 ha y está limitado por nueve vértices. En dicho sector existe una concesión otorgada (Sind. Rio Seco) para el cultivo del ostión del norte, que representa territorialmente un ≈ 2 % de ocupación del área. Adicionalmente, presenta una superposición territorial parcial de un ≈ 2 % con la Amerb Rio Seco Sector A.

b.11. Guanillo del norte

Esta área consta de tres sectores:

El sector designado como A.A.A Boca del Diablo, utilizando carta SHOA N° 1244 (escala 1: 20.000; 5ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 118,51 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.



El sector designado como A.A.A Punta Guanillo del Norte, utilizando carta SHOA N° 1244 (escala 1: 20.000; 5ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 39,70 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A sur Punta Guanillo del Norte, utilizando carta SHOA N° 1244 (escala 1: 20.000; 5ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 191,12 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

b.12. Caleta Chipana

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A weste Farellones de Chipana, utilizando carta SHOA N° 1242 (escala 1: 40.000; 3ª edición 1957; datum SAD-69), abarca una superficie total aprox. 58,29 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector existe una concesión otorgada (Sind. Caleta Chipana) para el cultivo del ostión del norte, lo que representa territorialmente ≈ 10 % de ocupación del área disponible. En las proximidades del área existe una Amerb (Caleta Chipana), respecto de la cual se presenta territorialmente una gran superposición ≈ 75 %.

El sector designado como A.A.A Punta Falsa Chipana, utilizando carta SHOA N° 1242 (escala 1: 40.000; 3ª edición 1957; datum SAD-69), abarca una superficie total aprox. 265,60 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite. En las proximidades del área existe una Amerb (Chipana Sector B), respecto de la cual se presenta territorialmente una superposición ≈ 25 % del área disponible.



c. II REGION DE ANTOFAGASTA

c.1. Caleta Lautaro

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A noreste de Caleta Lautaro, utilizando carta SHOA N° 1242 (escala 1:10.000; 3ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 71,50 ha y está limitado por seis vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Punta Lautaro, utilizando carta SHOA N° 1242 (escala 1:10.000; 3ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 30,27 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

c.2. Caleta Punta Arenas

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A este Caleta Punta Arenas, utilizando carta SHOA N° 1242 (escala 1: 12.500; 3ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 91,94 ha y está limitado por ocho vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite. En las proximidades del área existe una Amerb (Punta Arenas Sector B), respecto de la cual se presenta territorialmente una superposición $\approx 1\%$ del área disponible.

El sector designado como A.A.A Caleta Punta Arenas, utilizando carta SHOA N° 1242 (escala 1: 12.500; 3ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 76,90 ha y está limitado por seis vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.



c.3. Puerto Tocopilla

El sector designado como A.A.A norte de Roca Negra, utilizando carta SHOA N° 1311 (escala 1: 10.000; 8ª edición 1981; datum PSAD-56), abarca una superficie total aprox. 226,54 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

c.4. Caleta Guanillo del sur

El sector designado como A.A.A Guanillo del Sur, utilizando carta SHOA N° 1321 (escala 1: 15.000; 6ª edición 1993; datum SAD-69), abarca una superficie total aprox. 807,15 ha y está limitado por siete vértices. En dicho sector existe una concesión en trámite (Pesquera San José S.A) para el cultivo del dorado de la costa o toremo, lo que representa territorialmente \approx 19% de ocupación del área disponible. No hay Amerbs decretadas. En las proximidades del área existe una Amerb (Punta Chinos).

c.5. Caleta Gatico y Rada Cobija

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A norte Caleta Gatico, utilizando carta SHOA N° 1321 (escala 1: 20.000; 6ª edición 1993; datum SAD-69), abarca una superficie total aprox. 220,73 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector existe una concesión en trámite (Acuicola del Norte S.A.) para el cultivo del dorado de la costa o toremo, lo que representa territorialmente \approx 19% de ocupación del área disponible. No hay Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Rada Cobija, utilizando carta SHOA N° 1321 (escala 1: 20.000; 6ª edición 1993; datum SAD-69), abarca una superficie total



aprox. 2212,62 ha y est1 limitado por once v3rtices. En dicho sector existen cinco concesiones en tr1mite, dos para el cultivo del dorado (Acuicola del Norte S.A. y Pesquera San Jos3 S.A), dos para el cultivo del osti3n del norte (Cultivos Bah1a Mejillones S.A) y una para el cultivo del osti3n del norte y ostra del Pac1fico (Soc. Antares Ltda.), lo que representa territorialmente $\approx 14\%$ de ocupaci3n del 1rea disponible. La Amerb Cobija Sector A queda integramente incluida dentro del poligono y representa una superposici3n territorial $\approx 3\%$.

c.6. Caleta Tames

Esta 1rea consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A norte Caleta Tames, utilizando carta SHOA N3 1322 (escala 1: 30.000; 4^a edici3n 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 145,08 ha y est1 limitado por cinco v3rtices. En las proximidades del 1rea existe una concesi3n en tr1mite para el cultivo del dorado (Acu3cola del Norte S.A.). No hay Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A sector Islote Blanco, utilizando carta SHOA N3 1322 (escala 1: 30.000; 4^a edici3n 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 345,53 ha y est1 limitado por cinco v3rtices. No hay Amerbs decretadas. En dicho sector existe una concesi3n en tr1mite (Pesquera San Jos3 S.A) para el cultivo del dorado, lo que representa territorialmente $\approx 40\%$ de ocupaci3n del 1rea disponible.

c.7. Caleta Michilla

Esta 1rea consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A norte Caleta Michilla, utilizando carta SHOA N3 1322 (escala 1: 30.000; 4^a edici3n 1957; datum Local), abarca una superficie total



aprox. 395,25 ha y está limitado por seis vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A sur Caleta Michilla, utilizando carta SHOA N° 1322 (escala 1: 30.000; 4ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 82,81 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

c.8. Caleta Gualaguala

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A norte Caleta Gualaguala, utilizando carta SHOA N° 1322 (escala 1: 30.000; 4ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 15,62 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Punta Gualaguala, utilizando carta SHOA N° 1322 (escala 1: 30.000; 4ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 398,95 ha y está limitado por seis vértices. No hay Amerbs decretadas. En dicho sector existe una concesión en trámite (Pesquera San José S.A) para el cultivo del dorado, lo que representa territorialmente \approx 17% de ocupación del área disponible.

c.9. Caleta Hornos

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A norte Caleta Hornos, utilizando carta SHOA N° 1322 (escala 1: 30.000; 4ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 312,91 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen



concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas. En las proximidades del área delimitada existe una Amerb (Hornos Sector A).

El sector designado como A.A.A Punta Hornos, utilizando carta SHOA N° 1322 (escala 1: 30.000; 4ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 500,81 ha y está limitado por seis vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas

c.10. Bahía Mejillones del sur

Esta área consta de cuatro sectores:

Ostión del norte

El sector designado como A.A.A Costa Este (área 1), utilizando carta SHOA N° 1330 (escala 1: 50.000; 9ª edición 1982; datum PSAD-56), abarca una superficie total aprox. 706,18 ha y está limitado por nueve vértices. En dicho sector existe una concesión en trámite para el cultivo de X, lo que representa territorialmente XX% de ocupación del área disponible. No hay Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Costa Este (área 3), utilizando carta SHOA N° 1330 (escala 1: 50.000; 9ª edición 1982; datum PSAD-56), abarca una superficie total aprox. 243,21 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Costa Este (área 2), utilizando carta SHOA N° 1330 (escala 1: 50.000; 9ª edición 1982; datum PSAD-56), abarca una superficie total aprox. 165,65 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.



El sector designado como A.A.A Península de Mejillones, utilizando carta SHOA N° 1330 (escala 1: 50.000; 9ª edición 1982; datum PSAD-56), abarca una superficie total aprox. 9763,02 ha y está limitado por 12 vértices. En dicho sector existen 4 concesiones otorgadas para los cultivos de ostión del norte y pelillo (Marco Araya y P. y Cultivos de Recursos Marinos Ltda), cholga, ostión del norte y pelillo (Cultivos Hidrobiológicos Aguamarina S.A.) y cholga, ostión del norte, ostra del pacífico y pelillo (Mar Blanco S.A.); y dos concesiones en trámite para los cultivos de ostión del norte y pelillo (Marco Araya y P. y Cultivos de Recursos Marinos Ltda) y cholga, ostión del norte y pelillo (Cultivos Hidrobiológicos Aguamarina S.A.), lo que representa territorialmente ≈ 2 % de ocupación del área. Adicionalmente, existen tres Amerbs (Bahía de Mejillones Sector A, B y C), que representan territorialmente ≈ 3 % ocupación del área disponible.

c.11. Caletas Constitución y Errázuriz

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A norte Isla Sta. Maria, utilizando carta SHOA N° 1322 (escala 1: 45.000; 4ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 67,27 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A sur Isla Sta. Maria, utilizando carta SHOA N° 1322 (escala 1: 45.000; 4ª edición 1957; datum Local), abarca una superficie total aprox. 147,35 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector existen 2 concesiones otorgadas para el cultivo de ostión del norte (Pedro Granic), lo que representa territorialmente ≈ 27 % de ocupación del área disponible. No hay Amerbs decretadas.



c.12. Caleta Abtao

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A Punta Colorada, utilizando carta SHOA N° 2112 (escala 1: 15.000; 5ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 27,92 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite. Existe una Amerb (Caleta Abtao) que territorialmente representa una superposición de ≈ 90 % del área disponible. En las proximidades del área existen dos concesiones otorgadas (a Granja Marina S.A.) y una en trámite (Granja Marina S.A.) para el cultivo de ostión del norte. Esta última es ampliación de una ya existente. A lo que se agrega una concesión de terreno de playa y dos solicitudes del mismo tipo para el ostión del norte (Granja Marina S.A.).

El sector designado como A.A.A sur Caleta Colo-Colo, utilizando carta SHOA N° 2112 (escala 1: 15.000; 5ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 166,63 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite. Existe una Amerb (Caleta ColoColo) que territorialmente representa una superposición de ≈ 60 % del área disponible.

c.13. Caleta Chimba

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A norte Caleta Chimba, utilizando carta SHOA N° 2112 (escala 1: 10.000; 5ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 48,09 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.



El sector designado como A.A.A Península Guamán, utilizando carta SHOA N° 2112 (escala 1: 10.000; 5ª edición 1998; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 80,68 ha y está limitado por seis vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

c.14. Caleta Coloso

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A Punta Paso Malo, utilizando carta SHOA N° 2113 (escala 1: 10.000; 5ª edición 1999; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 26,08 ha y está limitado por seis vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Punta Coloso, utilizando carta SHOA N° 2113 (escala 1: 10.000; 5ª edición 1999; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 86,24 ha y está limitado por tres vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas. En las proximidades del área, en dirección sur, existen tres Amerbs (Coloso sector A, B y C).

c.15. Caleta Agua Dulce

El sector designado como A.A.A Caleta Agua Dulce, utilizando carta SHOA N° 2122 (escala 1: 20.000; 4ª edición 1999; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 157,32 ha y está limitado por siete vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

c.16. Caleta Agua Salada

El sector designado como A.A.A Caleta Agua Salada, utilizando carta SHOA N° 2122 (escala 1: 20.000; 4ª edición 1999; datum WGS-84), abarca una superficie



total aprox. 487,21 ha y está limitado por nueve vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

c.17. Caleta El Cobre

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A norte Caleta El Cobre, utilizando carta SHOA N° 2123 (escala 1: 15.000; 4ª edición 1999; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 228,59 ha y está limitado por seis vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A Punta Moreno, utilizando carta SHOA N° 2123 (escala 1: 15.000; 4ª edición 1999; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 442,77 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector existe una concesión en trámite para el cultivo del dorado (Pesquera San José S.A), lo que representa territorialmente ≈ 30 % de ocupación del área. No hay Amerbs decretadas.

c.18. Rada Blanco Encalada

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A Península Cangrejos, utilizando carta SHOA N° 2121 (escala 1: 30.000; 4ª edición 1945; datum Local), abarca una superficie total aprox. 377,09 ha y está limitado por siete vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A sur Punta Tres Picos, utilizando carta SHOA N° 2121 (escala 1: 30.000; 4ª edición 1945; datum Local), abarca una superficie total



aprox. 259,79 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

c.19. Caleta El Colorado

El sector designado como A.A.A Caleta El Colorado, utilizando carta SHOA N° 2121 (escala 1: 15.000; 4ª edición 1945; datum Local), abarca una superficie total aprox. 173,42 ha y está limitado por siete vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

c.20. Rada Paposo

El sector designado como A.A.A Rada Paposo, utilizando carta SHOA N° 2121 (escala 1: 20.000; 4ª edición 1945; datum Local), abarca una superficie total aprox. 537,67 ha y está limitado por siete vértices. En dicho sector existe una concesión en trámite para el cultivo del dorado (Pesquera San José S.A), lo que representa territorialmente \approx 15 % de ocupación del área. No hay Amerbs decretadas.

c.21. Puerto Taltal

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A noreste Punta Hueso Parado, utilizando carta SHOA N° 2214 (escala 1: 15.000; 4ª edición 1951; datum Local), abarca una superficie total aprox. 70,45 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

El sector designado como A.A.A noreste Punta Taltal, utilizando carta SHOA N° 2214 (escala 1: 15.000; 4ª edición 1951; datum Local), abarca una superficie total aprox. 927,42 ha y está limitado por siete vértices. En dicho sector existe una concesión para el cultivo de ostión del norte (Empresa de Buzos Mariscadores de



Taltal S.A.) y dos Amerbs decretadas (Punta Taltal y Punta Verde), que en conjunto representan territorialmente $\approx 7\%$ de ocupación del área. Cercana al borde sur del área delimitada, específicamente en Caleta Buena (Bahía Isla Blanca) existe una concesión en trámite para el cultivo del dorado (Acuícola del Norte S.A).

c.22. Bahía Lavata

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A Punta Artigas, utilizando carta SHOA N° 2212 (escala 1: 15.000; 4ª edición 2002; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 409,21 ha y está limitado por tres vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas. En las proximidades del área, en dirección sur, existen tres Amerbs (Cifuncho A y B y Caleta de Afuera).

El sector designado como A.A.A weste Punta Lavata, utilizando carta SHOA N° 2212 (escala 1: 15.000; 4ª edición 2002; datum WGS-84), abarca una superficie total aprox. 93,31 ha y está limitado por cuatro vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

c.23. Caleta Esmeralda

Esta área consta de dos sectores:

El sector designado como A.A.A Rocas Aldea, utilizando carta SHOA N° 2121 (escala 1: 15.000; 4ª edición 1945; datum Local), abarca una superficie total aprox. 99,18 ha y está limitado por siete vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.



El sector designado como A.A.A sector islotes Fernández Vial, utilizando carta SHOA N° 2121 (escala 1: 15.000; 4ª edición 1945; datum Local), abarca una superficie total aprox. 275,77 ha y está limitado por cinco vértices. En dicho sector no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

4.3.2. Posicionamiento de otra información relevante

Concesiones de Acuicultura

Para **54** de los polígonos decretados como A.A.A. en el borde costero de las regiones XV, I y II no existen concesiones de acuicultura otorgadas o en trámite (6, 16, 32, respectivamente).

En la XV Región de Arica y Parinacota existen 18 concesiones de acuicultura, otorgadas y en trámite (Tabla 1.2; Figura 2.37), de las cuales ninguna se ubica dentro de los polígonos que delimitan las AAA (6) decretadas para: Ensenada San Martín, Caleta Vitor y Caleta Camarones.

En la I Región de Tarapacá existen 38 concesiones de acuicultura, otorgadas y en trámite (Tabla 1.2; Figura 2.38), de las cuales sólo 10 se encuentran ubicadas dentro de los polígonos decretados como A.A.A. En esta región existen 16 polígonos ubicados en las localidades de Caleta Chica (2), Bahía de Pisagua (1), Caleta Junín (2), Mejillones del Norte (2), Caleta Buena (1), Caleta Molle (1), Caleta Patillos (2), Caleta Patache (1), Caleta Chipana (1) y Guanillo del Norte (3), decretados como A.A.A., en los cuales no existen concesiones de acuicultura otorgadas o en trámite.

En la II Región de Antofagasta existen 43 concesiones de acuicultura, otorgadas y en trámite (Tabla 1.2; Figuras 2.39 a, b), de las cuales 19 se encuentran dentro de



los polígonos decretados como A.A.A para esta región. A la vez, existen 32 polígonos ubicados en las localidades de Caleta Lautaro (2), Caleta Punta Arenas (2), Puerto Tocopilla (1), Caleta Tames (1), Caleta Michilla (2), Caleta Gualaguala (1), Caleta Hornos (2), Caleta Abtao (2), Caleta Chimba (2), Caleta Coloso (2), Caleta Agua Dulce (1), Caleta Agua Salada (1), Caleta El Cobre (1), Rada Blanco Encalada (2), Caleta El Colorado (1), Rada Paposo (1), Puerto Taltal (1), Bahía Lavata (2), Caleta Esmeralda (2), Caleta Errazuriz (1) y Bahía de Mejillones del Sur (2), que han sido decretados como A.A.A. y en los cuales no existen concesiones de acuicultura otorgadas o en trámite.

Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos

En el borde costero de las XV, I y II regiones del norte de Chile, existen 62 áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB), las cuales cubren un área total de 13214,67 ha.

En la XV Región existen 5 AMERB que en totalidad cubren un área de 5766,25 ha (Figura 2.37). De estas, dos se ubican en la Comuna de Arica, cubriendo un área total de 5635 ha., con un promedio de 2817,5 ha por AMERB, mientras el resto (3) se ubican en la Comuna de Camarones, cubriendo un área total de 131,25 ha, con un promedio de 43,45 ha por AMERB.

En la I Región existen 23 AMERB que en totalidad cubren un área de 2955,43 ha (Figura 2.38). De estas, dos se ubican en la Comuna de Huara cubriendo un área total de 527,52 ha, con un promedio de 263,76 ha por AMERB, mientras que las 21 AMERB restantes se ubican en la Comuna de Iquique cubriendo un área total de 2427,91 ha, con un promedio de 115,61 ha por AMERB.

En la II Región existen 34 AMERB que en totalidad cubren un área de 4492,99 ha (Figuras 2. 39a,b). De estas, 11 se ubican en la Comuna de Tocopilla cubriendo



un área total de 2091.34 ha, con un promedio de 190,12 ha por AMERB, otras 6 AMERB se ubican en la Comuna de Mejillones cubriendo un área total de 672,18 ha, con un promedio de 112,03 ha por AMERB, mientras que en la Comuna de Antofagasta existen 9 AMERB que cubren un área total de 758,47 ha, con un promedio de 84,27 ha por AMERB. Finalmente, en la Comuna de Taltal existen 8 AMERB que cubren un área total de 971 ha, con un promedio de 121,38 ha por AMERB.

Centros Urbanos

En cuanto a los principales centros urbanos existentes en el borde costero que abarca las localidades de Arica y Taltal, existen tres ciudades y dos poblados de importancia, en relación a sus densidades de habitantes. La Ciudad de Antofagasta se presenta como la mayor urbe del norte Chile, con una densidad poblacional de 295.792 personas, seguidas por las ciudades de Iquique con 216.419 habitantes, Arica con 176.676 habitantes y Tocopilla con 23.352 habitantes (INE, 2003). Existen también, dos poblados de importancia como lo son las localidades de Mejillones y Taltal, constituidas por 7.888 y 9.564 habitantes, respectivamente (INE, 2003).

Caracterización de las Unidades Geomorfológicas Existentes

Información relevante sobre geomorfología y geografía (Figura 2.40) del borde costero desde Arica hasta Taltal es entregada mediante mapas temáticos (Figuras 2.41, 2.42, 2.43, 2.44, 2.45 y 2.44). En la Figura 2.41 se visualizan los sistemas de Bahías o Ensenadas existentes en la zona de estudio, delimitados en función de su dinámica litoral y mediante la identificación del elemento geográfico que constituye el puntal rocoso que ha originado la formación de la ensenada, el cual se localiza en la sección sur de las bahías e incide en los aspectos relacionados con la refracción del oleaje y tipos de rompientes asociadas. los principales sistemas de bahías de norte a sur identificados son: Punta Blanca-Chacalluta-



Chinchorro; Caleta San Marcos-Playa Corazón; Corazones-Punta Blanca; Liserilla; Camaraca-Caleta Vitor; Punta Argolla; Punta Camarones-Caleta Chica; Tiviliche-Pisagua; Pisagua-Caleta Junin; San Lorenzo-Caleta Buena-CaletaCovadonga; Iquique; Playa Folkers-Lobitos; Cavancha; Ñajo-Pabellón de Pica; Chanabaya-Punta de Lobos; Caleta San Marcos; Chipana; Desembocadura Río Loa; Tocopilla a Río Loa; Tocopilla; Punta Atala- Caleta Buena-Punta Tames; Mejillones del Sur; Cerro Moreno-Isla Santa Maria; Bahía San Jorge – Antofagasta; El Cobre-Caleta Botija-Paposo; Taltal-Paposo; Las Tortolas-Cifuncho -Cachina (Figura 2.41).

La Figura 2.42 es un mapa temático que muestra los tipos de rompientes del oleaje, las rugosidades subsuperficiales y las barreras físicas que existen en la zona de estudio, indicando para el tipo de rompiente los diferentes patrones espaciales que forman las rompientes en la zona de surf, los cuales son indicadores de la morfología de barras y surcos sumergidos en la zona del litoral cercano. Dando cuenta de la conformación morfo-sedimentaria de la playa sumergida, lo cual constituye un insumo esencial para la localización de ciertas colonias de especies cuyo hábitat son playas arenosas rasas. Bajo el concepto de Barreras Físicas se consideraron las grandes unidades geomorfológicas existentes en el área de estudio, que constituyen una barrera que impide o dificulta la actividad acuícola, tales barreras físicas son las siguientes: Cordillera de la Costa, Farellón Costero, Escarpe de Farellón, entre otros. Como Rugosidades Subsuperficiales se indica la presencia de barras y rocosidades que provocan líneas o áreas de rompientes en zonas de mayor profundidad y de calma de rompientes.

Los antecedentes geológicos son entregados en la Figura 2.43. Las áreas geográficas sujetas a procesos naturales de remoción en masa o inundaciones fluviales que inciden en la zona costera, son identificadas como Riesgos Naturales. Si bien el área de estudio corresponde al dominio morfoclimático de



desierto, en los Andes de tales latitudes se hace sentir la presencia de las precipitaciones convectivas del altiplano conocidas como Invierno Boliviano, cuyo carácter de muy alta pluviosidad, concentración de las precipitaciones incide en la reactivación de los cursos de agua y la torrencialidad de los mismos. Este fenómeno genera inundaciones y erosión en los fondos de valles, incluso hasta en la zona costera. Los sitios identificados como de riesgos naturales son los estuarios de Caleta Vitor, Caleta Camarones, Tiliviche y Río Loa (Figura 2.44).

Los ecosistemas litorales considerados como de alto valor ambiental, debido a su génesis y dinámica los hace altamente sensibles y frágiles a la intervención antrópica, más aún en un ambiente de desierto, son las formas de dunas y los sistemas de desembocaduras, activas permanentemente o con actividad ocasional. Los sitios costeros identificados como de fragilidad son los estuarios del Río Lluta, Caleta Vitor, Caleta Camarones, Caleta Chica, Tiliviche, Río Loa, sur de la Ciudad de Antofagasta, norte de Paposo y norte de Taltal (Figura 2. 45).

El análisis espacial de infraestructura perteneciente a Instalaciones Industriales, Emisarios, Instalaciones Portuarias, Mineras y Muelles en el borde costero, indica como zonas de importancia las localidades de Arica, Pisagua, Iquique, Chanavayita, Patillos, Patache, Chanavaya, Caleta San Marcos, Chipana, Pta. Arenas, Tocopilla, Michilla, Mejillones, Antofagasta, Coloso, Paposo y Taltal (Figura 2.46).

4.3.3. Revisión bibliográfica para identificación de variables y parámetros

Las Capitanías de Puerto de Arica, Iquique, Patache, Antofagasta, Tocopilla, Mejillones y Taltal, corresponden a la Cuarta Zona Naval de la Dirección del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) de la Armada de Chile. La DIRECTEMAR informa diariamente (vía online) las condiciones meteorológicas del



borde costero de Chile, entregando el pronóstico general marítimo (nubosidad, visibilidad, vientos, marejadas) y los estados de Puerto (abiertos o cerrados) (www.directemar.cl). Para las costas de la XV, I y II regiones, se considera un clima Subtropical con nublados matinales y escasas precipitaciones, En general, el sector costero de la región está afectado por un clima desértico cálido con abundantes nublados, el cual se reconoce por una alta humedad relativa, gran frecuencia de días nublados, déficit de lluvias, régimen térmico homogéneo y nieblas conocidas como camanchacas. Las temperaturas medias mensuales asociadas a este sector ocasionalmente son inferiores a los 10°C y las precipitaciones anuales alcanzan un promedio de 1,7 mm. Las neblinas se levantan con mayor frecuencia entre los meses de diciembre y marzo, siendo generalmente débiles y bajas, lo que constituye un peligro para las recaladas. La presión atmosférica se presenta bastante constante a lo largo del año, con una media anual de 1008,6 hPa, siendo los meses de invierno los que presentan altas presiones, situación que se relaciona directamente con los meses en que se presentan las más escasas precipitaciones. Los vientos que predominan en la zona son aquellos del SSW al SSE. Estos soplan casi constantemente durante todo el año. Son suaves y experimentan giros bastante uniformes según las horas del día o de la noche. Localmente denominados virazón (brisa de mar o brisa diurna) o terral (puelche, brisa de tierra o brisa nocturna), según soplen desde afuera o desde tierra; o sea, según que se inclinen hacia el W o al E del SSW.

El Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) proporciona diariamente (vía online) informaciones y asistencia técnica sobre seguridad en la navegación del litoral de Chile, entregando cartas náuticas (cartas SHOA) y condiciones oceanográficas del mar chileno (www.shoa.cl). La simple inspección y análisis de las alturas de marea en la costa de la XV, I y II regiones, permite establecer que ésta es del tipo semidiurna, es decir, con la presencia de dos pleamares y dos bajamares en el curso aproximado de un día. Además es mezclada,



debido a que las dos pleas no son exactamente iguales entre sí, existiendo un desnivel (denominado desigualdad diurna) entre una plea y la siguiente del orden de 0,5 m en sus rangos máximos. En tanto que, las bajamares son similares entre sí. Se registran para el Puerto de Arica un promedio anual de alturas de marea de 0,42 m en bajamar y 1,40 m en pleamar mientras que para el Puerto de Iquique se registró un promedio anual de alturas de marea de 0,36 m en bajamar y 1,37 m en pleamar. Para el caso del Puerto de Antofagasta se registra un promedio anual de alturas de marea de 0,39 m en bajamar y 1,36 m en pleamar.

La Dirección Meteorológica de Chile (Meteochile), dependiente de la Dirección General de Aeronáutica Civil, es el organismo responsable del quehacer meteorológico en Chile, siendo su propósito el satisfacer las necesidades de información y previsión meteorológica de todas las actividades nacionales. Esta entidad informa diariamente (vía online) las condiciones meteorológicas del país (www.meteochile.cl). Las condiciones climáticas imperantes y las características del suelo en la XV y I regiones, determinan una precaria disponibilidad hídrica. Por otra parte, los ríos existentes en el altiplano (Caquena, Lauca, Isluga, Cariquima y Cancosa), cuya hidrografía está determinada por las lluvias del verano y el recurso nieve, vierten sus aguas hacia Bolivia. En la depresión Intermedia, la meseta de estas regiones está surcada por el Río Lluta y las quebradas Azapa, Vitor y Camarones que ocasionalmente llegan al mar. En tanto que, en la Pampa del Tamarugal existen algunas quebradas cuyas aguas desaparecen por infiltración y evaporación.

En base a la información proporcionada por estas tres entidades gubernamentales (Directemar, Shoa y Meteochile) el fenómeno climático conocido como el “El niño, Oscilación del Sur (ENOS)”, se presenta como la principal anomalía océano-atmosférica para las costas del norte del Chile. Una de las interpretaciones de mayor aceptación es que los eventos “El Niño” son un fenómeno de ocurrencia normal en esta parte del Océano Pacífico (Enfield, 1989), que corresponde a la fase cálida de un



ciclo que tiene tambi3n una fase fr3a, denominado “La Niña”, que se alternan oscilando el sistema en ciclos de alrededor de 11 ańos (Glantz et al., 1991). Actualmente, se reconoce que este fen3meno tiene alcances globales y que sus repercusiones se hacen sentir en gran parte del planeta, produciendo variados efectos no s3lo en la biota marina, sino tambi3n en el clima y en especial en los r3gimenes pluviom3tricos (Glantz et al., 1991). Las ondas Kelvin ecuatoriales se generan y se propagan desde el oeste hacia Sudam3rica, deprimiendo la termoclina y aumentando el nivel del mar, el resultado de estos cambios se traduce en un aumento de la temperatura superficial entre 3-5 3C, y en un aumento del nivel del mar hasta en 20 cm desde Per3 hasta el norte de Chile (Enfield, 1989). Algunos de los principales efectos generados por El Niño al ecosistema marino del norte de Chile son la disminuci3n de la abundancia en praderas de algas submareales, junto a los principales pastoreadores y carn3voros bent3nicos (V3squez & Alonso, 2004). El Niño o ENOS tambi3n causa cambios en el fitoplancton, entre otros disminuci3n de la biomasa fitoplanct3nica y aparici3n de especies oce3nicas en aguas ner3ticas (Rodr3guez, 2004). Las diatomeas se presentan con amplio predominio en los per3odos fr3os en comparaci3n con los c3lidos, mientras que en estos 3ltimos los dinoflagelados son abundantes en la columna de agua que tiene mayor temperatura, alta salinidad y otras caracter3sticas (Robles et al., 1974). Conjuntamente, El Niño genera importantes disminuciones en los registros de desembarques pesqueros industriales de la anchoveta en la zona norte de Chile, debido a un cambio en el comportamiento pel3gico de anchoveta a uno m3s bien bentodemersal, con la consiguiente baja en las capturas, vi3ndose tambi3n afectado el potencial reproductivo y el reclutamiento de la anchoveta (Cańon, 2004). En respuesta a este declive de la anchoveta, las poblaciones de aves marinas generalmente decrecen en abundancia, posiblemente como resultado combinado de la mortalidad de adultos (hambruna provocada por la reducci3n de sus presa) y de la falla reproductiva (Jaksic, 2004).



Los análisis de registros históricos de la temperatura superficial del mar y de información satelital de las últimas décadas en la Región del Pacífico Ecuatorial, establecen como períodos cálidos o El Niño, según su intensidad en los últimos 60 años, los siguientes años (Null, 2007, 2010).

Débil	1951	1963	1968	1969	1976	1977	2004	2006
Moderado	1986	1987	1994	2002				
Fuerte	1957	1965	1972	1982	1991	1997	2009	

Es importante señalar que la mayoría de estos episodios tienen una duración que comprende desde la primavera-verano de un año hasta el otoño-invierno del año subsiguiente (ver www.meteochile.cl).

Dado que el conjunto de factores históricos, políticos-sociales, biológicos, geográficos y económicos influyen en la diferenciación geográfica de una población en una determinada región (Cocilovo *et al.*, 2004). A continuación se entrega una sinopsis territorial de las XV, I y II regiones, detallando las características sociales, viales y territoriales de cada región.

XV Región de Arica y Parinacota (Fuente: MOP, 2008):

En términos geográficos la región tiene un tamaño de 16.873,3 km², de cuyo territorio una parte importante corresponde a áreas desérticas, a zonas altiplánicas y a la Cordillera de los Andes. En general la región, como todo el Norte Grande, tiene problemas de disponibilidad de suficientes recursos hídricos. La región presenta una importante cercanía a varias zonas importantes del interior de América del Sur (Perú, Bolivia, Paraguay, Matto Grosso brasileño). En términos demográficos la región cuenta con 189.692 habitantes (1,15% del país). En términos económicos la región representa



alrededor de un 3,77% del PIB nacional, siendo los sectores más importantes la minería, el comercio y los transportes.

I Región de Tarapacá (Fuente: MOP, 2009a):

En términos geográficos se trata de una región de tamaño mediano (42.226 km²), de cuyo territorio una parte importante corresponde a áreas desérticas, a zonas altiplánicas y a la Cordillera de los Andes. Solo 67 km² (6.663 ha) son terrenos cultivables, con 1.133 ha regadas. En general la región, como todo el Norte Grande, tiene problemas de disponibilidad de suficientes recursos hídricos. Geopolíticamente la región es limítrofe con Bolivia, país con el cual mantiene dos pasos fronterizos viales: el paso de habilitación permanente de Colchane y el Paso de Abra de Napa. Al igual que la Región de Arica-Parinacota, la región presenta una importante cercanía a varias zonas importantes del interior de América del Sur (Bolivia, Paraguay, Matto Grosso brasileño). En términos demográficos la región cuenta con 238.950 habitantes (1,6% del país) y presenta un marcado desequilibrio: cerca de un 90% de su población se concentra en la conurbación costera de Iquique-Alto Hospicio, mientras que el restante 10% se encuentra disperso en diversas localidades pequeñas de la zona desértica central y en el Altiplano de la región. Esta población altiplánica además tiene características étnicas (de origen Aymara) distintas a la población costera, generando dificultades de integración. En términos económicos la región representa alrededor de un 2,3% del PIB nacional, siendo los sectores más importantes la minería, el comercio y los transportes. El comercio tiene su principal sustento en la Zona Franca de Iquique (ZOFRI). La Región de Tarapacá tiene una red vial de 3.136 km, con una densidad vial de 0,074 km/km², bastante más baja que la media nacional de 0,107 km/km². En términos de calidad de la red, la región cuenta con un 31,4% de caminos pavimentados, superando ampliamente la media nacional de 21,5%; 9,1% de caminos con soluciones básicas, superior a la media nacional



de 7.9%, y 59,5% de caminos de ripio y tierra, bastante inferior al promedio nacional de 70,6%.

II Región de Antofagasta (Fuente: MOP, 2009b):

En términos geográficos la región posee un tamaño 126.440 km², de cuyo territorio una parte importante corresponde a áreas desérticas, a zonas altiplánicas y a la Cordillera de los Andes. En general la región, como todo el Norte Grande, tiene problemas de disponibilidad de suficientes recursos hídricos. Geopolíticamente la región es limítrofe con Bolivia y Argentina. En términos demográficos la región cuenta con 493.984 habitantes, siendo su densidad poblacional de 3,92 habitantes por km², de los cuales el 97,7% responde a un patrón de población urbana. En el período entre los censos de los años 1992 y 2002, su población creció en un 20,3%, siendo la segunda región con mayor crecimiento poblacional del país, ubicándose 7 puntos por arriba del crecimiento poblacional de Chile. La población está concentrada en el litoral, puesto que es el área de mayor estabilidad. En la depresión intermedia y en los relieves andinos el poblamiento se agrupa en torno a las explotaciones mineras y pequeñas agrupaciones de población indígena en torno a quebradas localizadas al este de la Cordillera de Domeyko.

En términos económicos, durante el período 1996–2003, el PIB regional tuvo una tasa de crecimiento superior a la del PIB nacional, alcanzando el año 2004 un valor de 2.960.576 millones de pesos en moneda 1996, lo que representa un crecimiento de un 52,2% en el período 1996-2004 frente al 33% alcanzado a nivel nacional en el mismo período. El sector económico que más aporta al PIB regional claramente es el de la Minería, seguido por el sector de la Construcción. La red de caminos en la región tiene una longitud aproximada total de 5.710 km., de los cuales la red pavimentada (asfáltica) tiene 1.659 km de longitud. La red vial regional se estructura en su sentido longitudinal Norte–



Sur, sobre la base de la ruta 5, que cruza la región a través de su depresión intermedia, y la ruta 1, que la atraviesa por el borde costero. Cabe indicar que la ruta 1 sólo se encuentra consolidada (pavimento asfáltico) en su tramo norte, entre Antofagasta y la desembocadura del Loa ya que su tramo sur presenta problemas importantes para su consolidación. En sentido transversal Este-Oeste, la principal vía es la ruta 25, que une Antofagasta con Calama y la ruta 24, que une Calama con Tocopilla. Gran importancia tienen también las rutas que conforman el corredor de transporte bioceánico que une las regiones de la Zona de Integración del Noroeste Sudamericano ZICOSUR, estructurado a través de la ruta 27-Ch que da con el Paso Jama y la Provincia de Jujuy; y la ruta 23-Ch que comunica con el Paso Sico y la Provincia de Salta en Argentina.

La red vial estructurante de la región se ha formado principalmente sobre la base de las necesidades de conexión de su economía, basada fuertemente en la actividad minera. De esta forma, las rutas conectan los centros de producción minera con los puertos y ciudades de servicios costeros.

4.3.4. Confección de mapas semáforos

Para establecer, desde un punto de vista gráfico, el grado de interacción espacial entre la acuicultura y las características geográficas y usos del borde costero, se integró toda la información recopilada en un único producto cartográfico a escala regional (2.47, 2.48, 2.49a,b). En estos mapas temáticos se describe el medio físico (e.g., farellón costero, planicies fluvio-marinas, sistemas hidrográficos, conos de deyección), la infraestructura disponible (e.g., instalaciones industriales y portuarias, cercanía a centros poblados), la red vial (tipos de carpeta del camino) y las distintas actividades de explotación de recursos hidrobiológicos.



En las Figura 2.47 se representan los distintos niveles de información que describen a la zona comprendida entre el norte de Arica y el sector de Camarones (Región de Arica y Parinacota). En este mapa se visualiza, como los principales elementos estructurantes del borde costero, al Escarpe en Farellón, la Zona de Rompiente y la Planicie Fluviomarina. Estos atributos geomorfológicos presentan diferencias de norte a sur en su representación territorial. Es así que de Arica a límite con el Perú predominan los del tipo planicie fluviomarina y llanura fluvial. Entre el sur de Arica y Caleta Vitor predominan sectores de roqueríos, zonas de rompientes y rugosidades subsuperficiales. Entre Caleta Vitor y Caleta Camarones dominan el escarpe en farellón y sectores de roqueríos. Los polígonos de AAA decretados están más vinculados con sectores con roqueríos o zona de rompientes, exceptuando el AAA Centro Caleta de Camarones que está en las proximidades de una llanura fluvial. Estas características se ven reflejadas en una limitada conectividad, siendo esencialmente posible el acceso a dichas áreas sólo por vía terrestre (Ensenada San Martín y caletas Vitor y Camarones). En tanto, las concesiones de Acuicultura (otorgadas y en trámite) presentan conexión vía terrestre hasta el sector Punta Paloma. Territorialmente las Amerbs se distribuyen en los sectores Clavelito y Camarones mientras que, las concesiones de acuicultura (otorgadas y en trámite) se concentran entre Caleta Quiane y Punta Blanca.

En la Figura 2.48 se describe temáticamente la zona comprendida entre el sur de la Quebrada de Camarones y la desembocadura del Río Loa (Región de Tarapacá). En este mapa se visualiza, como los principales elementos estructurantes del borde costero, al Escarpe en Farellón, las Rugosidades Subsoperficiales y la Zona de Rompiente. Estos atributos geomorfológicos presentan diferencias de norte a sur en su representación territorial. Es así que entre el sur de la Quebrada de Camarones y el norte de Iquique dominan los de tipo escarpe en farellón y las rugosidades subsuperficiales. Entre Iquique y



Caleta Patillos predominan el farellón costero, la zona de rompiente y sectores de roqueríos. Entre Playa el Águila y la desembocadura del Río Loa dominan el escarpe en farellón y zona de rompientes. Los polígonos de AAA decretados están más vinculados con el escarpe de farellón y con zonas de rompientes o sectores con roqueríos, exceptuando el AAA Punta Gorda-Punta Berger que está en las proximidades de una llanura fluvial. En tanto, las concesiones de acuicultura (otorgadas y en trámite) presentan conexión vía terrestre por la costa hasta Pisagua por el norte. Desde Iquique hacia el límite sur de la región hay buena conectividad costera vía terrestre para el acceso a instalaciones de acuicultura. Territorialmente las Amerbs se distribuyen desde Pisagua, concentrándose principalmente en Farallones de Pica, hacia el límite sur de la región mientras que, las concesiones de acuicultura (otorgadas y en trámite) se concentran principalmente entre Pabellón de Pica y Caleta San Marcos.

En la Figura 2.49a se describe temáticamente la zona comprendida entre la Península de Mejillones (Región de Antofagasta) y el límite norte con la Región de Tarapacá (lado sur Río Loa). Destaca la gran extensión en el borde costero de las unidades geomorfológicas Escarpe en Farellón y Farellón Costero. Además, de la distribución disyunta que presentan las planicies fluvioamarinas, pero que cubren territorialmente sectores significativos, especialmente en la Península de Mejillones. Frente a los polígonos de AAA entre Mejillones y el Río Loa se detectan escarpe en farellón, zonas de rompiente, sectores de roqueríos y rugosidades subsuperficiales. Por consiguiente, la accesibilidad a las AAA es limitada vía terrestre, lo que obliga a desplazarse por mar desde caletas pesqueras. Desde Guañillo del Sur hacia el límite norte de la región se concentran principalmente las Amerbs. En tanto que, las concesiones de acuicultura (otorgadas y en trámite) se agrupan principalmente entre dicha localidad y el sector de noroccidental de Mejillones del Sur. Sectores donde además, aparecen como agentes restrictivos para el desarrollo de la acuicultura



las zonas de rompientes y las rugosidades subsuperficiales. Cabe destacarse que en la Península de Mejillones, se presenta un apreciable sistema de bahía en dirección norte y una importante actividad industrial próxima a una AAA. También se presenta buena conectividad terrestre, pero el área marina se ve afectada por descargas urbano-industriales (e.g., contaminación microbiológica). En el sector occidental de la Península de Mejillones los elementos estructurantes del borde costero son los sectores de roqueríos y las rugosidades subsuperficiales, exceptuando el Islote Santa María y sectores aledaños que tienen buena conectividad terrestre, para el territorio restante de la Península se tiene accesibilidad restringida. El borde costero del sector suroriental de la Península de Mejillones está configurado por zonas de rompiente y rugosidades subsuperficiales.

En la Figura 2.49b se describe temáticamente la zona comprendida entre Quebrada el Toro (Región de Antofagasta) y el límite sur con la Región de Atacama. Los elementos estructurantes del borde costero más relevantes son el farellón costero, los sectores rocosos, el escarpe en farellón y las rugosidades subsuperficiales. Estos atributos geomorfológicos presentan diferencias de norte a sur en su representación territorial. Entre Quebrada El Toro y el sector Aguada de Cotaipi dominan el farellón costero, los sectores de roqueríos y las rugosidades subsuperficiales. Entre Aguada de Cotaipi y Caleta Norte predominan los sectores de roqueríos, las rugosidades subsuperficiales y el escarpe de farellón. En tanto que, entre Caleta Norte y Caleta del Gritón dominan territorialmente la zona de rompientes y las rugosidades subsuperficiales. Entre Caleta del Gritón y el límite con la III Región predominan el farellón costero, los sectores de roqueríos y las rugosidades subsuperficiales. Para esta zona los polígonos de AAA decretados están espacialmente vinculados a la presencia de estos elementos estructurantes del borde costero. Latitudinalmente las Amerbs se concentran principalmente entre Punta Taltal y



la Piedra del Sombrero, estando la más septentrional en Punta Coloso. En tanto que las concesiones de acuicultura (otorgadas y en trámite) se distribuyen territorialmente entre Caleta Bolfín y la Piedra del Sombrero. Existe buena conexión terrestre entre el sector comprendido entre Taltal y Caleta el Cobre mientras que el acceso a las áreas ubicadas entre el Sector Coloso y Caleta el Cobre sólo es posible vía acceso marítimo.

4.4 Objetivo Específico: Proyectar, en base a los antecedentes recopilados, la posibilidad de desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II regiones.

4.4.1. Determinación de índices de aptitud para el desarrollo acuicultura

4.4.1.1. Flujo del Proceso Analítico Multicriterio

Un aspecto relevante en la ejecución del proyecto es la recopilación, sistematización y análisis de la data existente en el área de estudio. Una aproximación hacia el ordenamiento sistemático de esta información se presenta en el diagrama de la Figura 2.50. Este ordenamiento y análisis de la información ha sido organizado en distintos niveles. En el primer nivel se consignan las “fuentes de información” o instituciones que han sido consultadas para la consecución del Objetivos General y Objetivos Específicos involucrados en la ejecución del Proyecto (numerales 1 a 18 en la Figura 2.50).

Un segundo nivel organizacional en el esquema de la Figura 2.50, corresponde a la información (datos/registros) presentes en cada una de las organizaciones mencionadas. Una primera aproximación nos muestra que parte de la información almacenada en las fuentes identificadas anteriormente, dicen relación con información de índole geográfica: zonas de uso público (e.g., campamento,



deportes acuáticos, interés turístico), centros urbanos, conectividad (e.g., distancia a caminos), instalaciones industriales (actividad y superficie), vertederos (e.g., rellenos sanitarios, excedentes mineros), emisarios (sanitarios o industriales), instalaciones portuarias, acceso marítimo (e.g., zonas de acceso restringido, rutas de navegación), servicios básicos (e.g., agua potable, alcantarillado, electricidad, comunicaciones), áreas protegidas (e.g., reservas marinas, santuarios de la naturaleza), ubicación de las A.A.A. y riesgos naturales (inundación, remoción en masa, tsunami). Entre otras variables relevantes de índole ambiental considera: clima; vientos, tipo de oleaje, radiación, variables asociadas al cultivo (e.g., macrofauna, materia orgánica), batimetría y correntimetría, metales pesados (e.g., concentraciones de plomo, cadmio) y microbiología (e.g., fitoplancton), fragilidad del medio biótico y bancos naturales de recursos bentónicos.

Con la información recopilada, ordenada y sistematizada, ya es posible confeccionar la cartografía temática del área de interés (numeral 42 en Figura 2.50). Asimismo estos antecedentes nos permiten definir unidades geográficas reales de análisis (numeral 43 en Fig. 2.50), visualizar conflictos de uso e incompatibilidad entre distintas actividades productivas (numeral 44 en Fig. 2.50) y amenazas naturales (numeral 44 en Fig. 2.50). Con todos los antecedentes mencionados anteriormente fue posible realizar una primera selección de áreas aptas para el cultivo (numeral 46 en Fig. 2.50).

Paralelamente a lo señalado en el párrafo anterior, y basados en los antecedentes de la calidad ambiental de las distintas áreas (*i.e.*, características de la columna de agua y sedimentos, corrientes y características oceanográficas, entre otras) se establecerá un índice de aptitud para las especies (*i.e.*, si la calidad ambiental se adecua satisfactoriamente a los requerimientos biológicos de las especies cultivadas o potencialmente cultivables) (numeral 47 en Fig. 2.50).



El siguiente nivel de organización en el esquema propuesto, dice relación con definir indicadores de aptitud de áreas, en este sentido se proveerá de la información del estado sanitario y ambiental del área (numeral 48 en Figura 2.50), condiciones geofísicas que podrían dificultar las actividades de acuicultura (numeral 49 en Fig. 2.50), disponibilidad logística y de recursos humanos (numeral 50 en Figura 2.50), calidad del agua (numeral 51 en Figura 2.50), los impactos y riesgos asociados a la actividad acuícola (numerales 52 y 53 en Figura 2.50) y la aplicación de un índice de aptitud del cultivo (numeral 54 en Figura 2.50).

Uno de los últimos niveles lo comprende, una segunda selección de áreas aptas, el ranqueo de estas y su validación y valoración mediante talleres participativos con todos los sectores interesados en esta actividad (numerales 55 a 57 en Figura 2.50).

Finalmente, luego de valorar y validar cada una de las áreas, se identificarán aquellas en las que requieran muestreos complementarios (numerales 58 y 59 en Figura 2.50), para finalmente realizar la selección final de las áreas de interés para la acuicultura (numeral 60 en Figura 2.50).

4.4.1.2. Preselección de Areas de Interés

Basados en los parámetros definidos en los objetivos anteriores, se han diseñado los primeros procedimientos para:

- Descartar aquellas áreas, ya sea en función de las amenazas naturales latentes o vulnerabilidades del ambiente natural, o bien, que presenten



conflictos de uso e incompatibilidades con otras actividades econ3micas existentes en el 3rea.

- Generaci3n de indicadores de aptitud para la actividad acu3cola.
- Establecer para las 3reas seleccionadas 3ndices de aptitud para la actividad acu3cola.

En la primera etapa de descarte de las potenciales 3reas se aplic3 un m3todo gr3fico para la delimitaci3n de 3reas y la selecci3n inicial de sectores de acuerdo a las siguientes variables:

Este procedimiento consisti3 en usar paletas de colores y s3mbolos tipo sem3foro, es decir, calificando los atributos en incompatibles, da3inos o positivos para la actividad acu3cola y colore3ndolos en la siguiente forma:

Condici3n	Color
Incompatibles	Rojo
Da3inos	Amarillo
Indiferentes	Transparente
Bueno	Azul
Muy Bueno	Verde

Este criterio se aplic3 a las distintas capas de informaci3n de la parte marina y terrestre en la forma que se especifica en la Tablas 1.38 y 1.39, y cuyos productos, se visualizan gr3ficamente en las Figuras 2.51 y 2.52.

Para destacar los elementos puntuales, lineales y pol3gonos peque3os se us3 un tama3o de s3mbolo que excede mucho el tama3o real, pero lo hace visible en el mapa de trabajo. Adem3s, se priorizaron las capas de informaci3n disponibles dejando en la representaci3n encima aquellas que anulan los beneficios de otras capas. Por consiguiente, quedan debajo aquellas que



pueden ser anuladas. Por ejemplo, los caminos se representan con color verde pues son un factor positivo por la conectividad que aportan. Sin embargo, una actividad incompatible anularía el beneficio de disponer de conectividad, por eso las actividades incompatibles se desplegarán sobre los caminos, anulándolo gráficamente cuando corresponde. Por otro lado, los elementos que son indiferentes se dejan transparentes.

Por eliminación de áreas en que predominan las incompatibilidades y seleccionando entre la porción restante del litoral aquellas que presentan aspectos positivos se preseleccionaron las áreas que se muestran en las Figuras 2.53, 2.54, 2.55, 2.56, 2.57, 2.58, 2.59, 2.60, 2.61 y 2.62, representadas sobre imágenes de google earth.

4.4.1.3. Selección de especies hidrobiológicas de interés para el cultivo

Aunque en Chile ha sido muy frecuente la incorporación de nuevas especies para iniciar el desarrollo tecnológico para su cultivo, no se realizan estudios tendientes a una evaluación que incluya una amplia batería de parámetros y/o variables que permitan de mejor manera determinar cual o cuales serían las de mayor potencialidad. Para cubrir esa carencia se desarrolló un índice que permitiese jerarquizar especies según su potencial acuicultor comparativo, al que se le ha denominado Índice de Priorización de Especies para la Acuicultura (IPEA). El índice está compuesto por tres aspectos estructurantes (biológicos-productivos, tecnológicos y económicos), debido a que básicamente estos interactúan estrechamente entre sí. El aspecto biológico productivo tiene que ver con los atributos intrínsecos que tiene el recurso para cultivarse. El aspecto tecnológico está vinculado a los costos implicados en la introducción de la tecnología de cultivo de una especie en particular (barrera de entrada), así como, la ponderación de las posibles adaptaciones a elementos técnicos



productivos ya existentes en el mercado, con el objeto de utilizarlo en el desarrollo del cultivo. Y por último, de no menos relevancia, el componente económico que permite discernir respecto de la viabilidad de la especie en cultivo. En este contexto, cada aspecto incluyó una serie de variables y/o parámetros que representan elementos importantes para la comparación de especies con potencialidad para desarrollar su cultivo. Estos componentes fueron definidos mediante antecedentes recopilados de diversas fuentes bibliográficas, tanto nacionales como extranjeras, páginas de Internet e intercambios técnicos con profesionales del área acuícola o con representantes de instituciones de investigación regionales (Tabla 1.40). A cada uno de los aspectos y variables se le asignó un peso (expresado en porcentaje), correspondiendo el valor más alto al de mayor importancia. La suma de las variables en torno a un aspecto no supera el 100 %, como tampoco la suma de los aspectos. Además, a cada variable se le asignó una puntuación entre 5 y 15, dados por una escala cualitativa de tres niveles: Alto (15), Medio (10) y Bajo (5), correspondiendo el valor más alto a la mejor situación (Tabla 1.41). El valor del índice finalmente se obtiene de la suma de los valores asignados (calificación ponderada), que determina a través de su resultado cual de los recursos comparados posee mayor potencial para el cultivo. La aplicación del IPEA en la zona de estudio permitió, priorizar 12 de un conjunto de 31 especies, determinándose dos grupos, de acuerdo al método de Reca *et al.* (1994): “especies prioritarias”, cuyo índice fue igual a la media más una desviación estándar y “especies no prioritarias” o de “no consideración inmediata” para su cultivo, cuando el índice fue igual o menor a la media (Tabla 1.42). Las especies adscritas a la primer grupo fueron: el ostión, la ostra japonesa, la ostra chilena, el abalón, el loco, el pulpo, el camarón de río del norte, la langosta de agua dulce, el acha, el dorado, el atún, el pepino de mar japonés, el chascón y el pelillo.



4.4.1.4. Priorización de áreas y especies hidrobiológicas de interés para la acuicultura.

Finalmente, se cruzó información tanto de las áreas selectas como de las especies priorizadas, generándose grados de aptitud para el cultivo por sector. En esta etapa se descartaron las especies de camarones priorizadas, dado el hecho de que utilizan aguas dulces en su desarrollo y que la evaluación se aplica sólo a las áreas marinas.

Para evaluar la aptitud de las áreas selectas para el cultivo de las especies priorizadas, se aplicaron los siguientes criterios y procedimientos:

1.- Para cada sector seleccionado se reunió en una planilla de datos toda la información recopilada y sistematizada desde los distintos estudios y del PSMB, especialmente, las mediciones para las variables:

- Oxígeno disuelto
- Velocidad de corriente
- Salinidad
- Temperatura

2.- Para cada sector se convirtió cada valor obtenido a una escala de tres niveles expresada en forma numérica:

- Malo: valor 0
- Regular: valor 0,5
- Bueno: valor 1

Esto generó una planilla de valores para cada especie, con las variables en columnas y las mediciones en las filas, de valores $M(n, s, v, e)$ en las casillas, en



que $M(n, s, v, e)$ es la réplica “n” de la medida de la variable “v” en el sector “s” convertido de acuerdo a la tabla de la especie “e”.

Para cada variable en cada sector, y para cada especie, se promedió los valores resultantes, donde:

$$P(s,v,e)=(\sum n M(n,s,v,e))/n;$$

obteniéndose un valor en rango 0 a 1 para cada variable en cada sector.

Finalmente se obtuvo un índice de aptitud $I(s,e)$ promediado de los valores $P(s,v,e)$

$$I(s, e)=(\sum v P(s,v,e))/nv$$

En que “nv” es la cantidad de variables consideradas para cada especie.

A esta planilla se aplicó un umbral de corte en $\geq 0,33$ para definir especies recomendables, en función del sector. Los valores del índice de aptitud por especie en el sector fueron clasificados de acuerdo a tres categorías numéricas:

0 – 0,33 = indica una Aptitud Baja, es decir, el sector seleccionado reúne las condiciones mínimas para desarrollar el cultivo de una especie particular.

0,33 – 0,66 = indica una Aptitud Media, es decir, el sector seleccionado reúne condiciones intermedias para desarrollar el cultivo de una especie particular.

0,66 – 1 = indica una Aptitud Alta, es decir, el sector seleccionado reúne condiciones propicias para desarrollar el cultivo de una especie particular



Cabe señalar que el umbral 0,33, fue usado como un criterio operativo debido a que no hay suficientes datos para validarlo estadísticamente, lo que implica que en el futuro puede ser ajustado.

Los resultados del procedimiento numérico indican que Isla Santa María- Cerro Moreno (12), Ñajo-Pabellón de Pica (10), Caleta San Marcos-Playa Corazones (6), Río Loa-Tocopilla (6) y Paposos-Taltal (6), son los sectores que reúnen las mejores condiciones (Índice de Aptitud Alto) para desarrollar actividades de acuicultura (Tabla 1.43). Pudiendo sustentar el cultivo de entre 6 y 12 de las especies evaluadas, dado el alto grado de aptitud que obtuvieron estas para cada uno de los sectores. Destacan por su mayor afinidad con las distintas áreas, en orden decreciente: el pelillo, el ostión del norte, el chascón, la ostra chilena y el abalón, cuya cobertura espacial para establecerse productivamente, abarcaría al menos 7 áreas. En tanto, que Punta Camarones-Caleta Chica, Tiviliche-Pisagua, Chipana y Lobitos-Playa Folkers sólo reúnen condiciones intermedias, por lo que la matriz de diversificación acuícola estaría esencialmente restringida a 2 ó 4 especies (Tabla 1.43).

La mayor parte de los requerimientos biológicos de la ostra japonesa, el pulpo, el loco, el acha y el pepino de mar no fueron reunidos por las áreas en evaluación, restringiéndose espacialmente los potenciales sectores donde puede materializarse productivamente un cultivo (Índice de Aptitud Media). Para el caso del dorado y el atún, ambas especies obtuvieron una Aptitud Baja en el sector de Lobitos-Playa Folkers, por lo que no es recomendable desarrollar su cultivo en dicha franja costera (Tabla 1.43). Idéntica premisa debería seguirse en el resto de las áreas donde presentaron una Aptitud Media, exceptuando Isla Santa María-Cerro Moreno para el cual alcanzaron un alto grado de aptitud.



Por otro lado, se estimaron las superficies disponibles, en función de las especies objetivo, en los sectores que presentaron una Aptitud Alta para el desarrollo de la acuicultura, obteniéndose un total neto de 34.969 ha . Los aportes de superficie por cada localidad son 1.349 ha, 4.480 ha, 6.899 ha, 10.760 ha y 11.482 ha para Caleta San Marcos-Playa Corazones, Ñajo-Pabellón de Pica, Río Loa-Tocopilla, Isla Santa María-Cerro Moreno y Paposo-Taltal, respectivamente. Cabe señalarse que se excluyeron de la estimación de superficie los polígonos de áreas de manejo y concesiones, rugosidades subsuperficiales, desembocaduras de ríos, tránsito marítimo y actividad pesquera y franja de borde con profundidad menor a 25 m.

4.4.2. Posicionamiento de polígonos de las nuevas áreas propuestas

En las Figuras 2.63, 2.64, 2.65a,b se muestran para la zona de estudio las franjas que delimitan a las áreas de interés en función de sus grados de aptitud para el cultivo, siendo confrontadas gráficamente con el entorno geomorfológico, los sistemas de Bahía o Ensenadas, los usos del borde costero, las AAA, los polígonos de acuicultura y de las Amerbs decretadas.

El resultado gráfico más relevante es que se representa que la mayor parte de las AAA vigentes caen, ya sea en sectores descartados o con aptitudes medias para el cultivo.



4.4.2.1. Análisis por región de las áreas propuestas para el desarrollo de la acuicultura.

Región de Arica y Parinacota

Áreas Aptitud Alta

Para la XV Región de los 6 polígonos que delimitan AAA decretadas sólo uno (sector sur Ensenada San Martín) cayó dentro de la franja establecida por el procedimiento numérico aplicado y que comprende desde Punta Paloma hasta Morro Gordo. Se registran tres concesiones otorgadas para cultivos mixtos de ostión del norte y ostra del Pacífico, una para ostión del norte y una en trámite destinada al cultivo de ostión del norte. Además de un hatchery autorizado y otro en tramitación, para la producción de semillas de ostión del norte, ambos en Caleta Quiane. A los que se le agrega un tercero en tramitación para el sector El Planchón. Esta favorable selección de los sitios de cultivo permite proyectar promisorios resultados productivos para las especies autorizadas: ostión del norte y ostra del Pacífico, especialmente para el primero (Tabla 1.43). No existen Amerbs decretadas.

Áreas Aptitud Media

La franja comprendida entre Cerro Argolla hasta el lado sur de Camarones obtuvo una aptitud media para su uso como área para el desarrollo de la acuicultura, cubriendo casi en su totalidad a los tres sectores delimitados para Caleta Camarones (Punta Norte, centro Caleta Camarones y Punta Camarones). En dichas áreas no existen concesiones otorgadas o en trámite. Superpuesta con Punta Camarones se presenta una Amerb decretada.

Áreas No Evaluada

En tanto que Cabo Condell quedó en una situación de no evaluación por falta de datos. En dicha área no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.



Áreas Descartadas

Resulta descartado por este análisis el sector norte de Pta. Thomson en Caleta Vitor. Para la franja comprendida entre Punta Paloma y sur de Punta Blanca se registran seis concesiones otorgadas, cinco para ostión del norte y una para cultivos mixtos de ostión del norte y ostra del Pacífico, y tres en trámite destinadas al cultivo de ostión del norte. No se presentan Amerbs decretadas. Para la franja comprendida entre Aguada de la Higuera y Caleta Vitor no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas. Para la franja comprendida entre Punta Lobos y norte Punta Argolla no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

Región de Tarapacá

Áreas Aptitud Alta

En la Franja delimitada existen 3 polígonos que establecen AAA decretadas, pertenecientes a Caleta Patillos y Caleta Patache. Para la franja comprendida entre Punta barrancos y Playa El Aguila se registra una concesión otorgada (ostión del norte y ostra del Pacífico) y otra en trámite (ostión del norte) y dos Amerbs decretadas (Caramucho Sector B y Sector C).

Áreas Aptitud Media

En la Franja delimitada existen 10 polígonos que establecen AAA decretadas, pertenecientes a Caleta Chica, Bahía de Pisagua, Caleta Chipana y Guanillo del norte. Para la franja comprendida entre sur Punta Camarones hasta Punta Pichalo se registran tres concesiones otorgadas: una para el cultivo de ostión del norte y ostra del Pacífico, otra para erizo, mitílicos y pectínidos y la tercera para el cultivo de atún de ojos grandes. Además de tres concesiones en trámite destinadas al cultivo de ostión del norte y una Amerb decretada (Pisagua). Para la franja comprendida entre Punta Gruesa y Punta Chucumata se registran seis concesiones otorgadas: tres para el cultivo de ostión del norte y ostra del Pacífico, dos para ostión del norte y otra para el cultivo de ostión del norte y mitílicos. Además de una concesión en trámite, destinada al cultivo de ostión del norte y una Amerb



decretada (Las Pizarras). Para la franja comprendida entre Guanillos del Norte y Caleta Chipana se registra una concesión otorgada para el cultivo del ostión del norte y dos Amerbs (Caleta Chipana Sector A y Sector B).

Areas No Evaluada

En la Franja delimitada existen 2 polígonos que establecen AAA decretadas, pertenecientes a Caleta Junin. Para la franja comprendida entre Punta Pichalo y Punta Junin no se registran concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas.

Areas Descartadas

En la Franja delimitada existen 6 polígonos que establecen AAA decretadas, pertenecientes a Caleta Mejillones del Norte, Caleta Buena, Caleta Molle, Caleta Pabellón de Pica y Caleta Lobos. Para la franja comprendida entre Punta Piojo y Cerro Covadonga se registra una concesión en trámite para cultivar dorado de la costa o toremo. No se presentan Amerb decretadas. Para la franja comprendida entre Punta Colorada y Punta Gruesa se registran cuatro concesiones otorgadas para el cultivo del ostión del norte, ostra del Pacífico y choro zapato. Además de una concesión en trámite destinada al cultivo de los mismos recursos y de un Hatchery para abalón japones y rojo, hirame y ostión del norte. Para la franja comprendida entre Punta Chucumata y Punta Barrancos no existen concesiones otorgadas o en trámite ni Amerbs decretadas. Para la franja comprendida entre Playa el Aguila y Playa Ike-Ike se registran ocho concesiones otorgadas para el cultivo de ostión del norte, una para ostión del norte y mitílicos y otra para ostión del norte y ostra del Pacífico. Además de cinco concesiones en trámite para el cultivo de ostión del norte y cinco Amerb decretadas (Pabellón de Pica sectores A, B y C y Rio Seco sectores A y B).



Región de Antofagasta

Areas Aptitud Alta

En la Franja delimitada existen 14 polígonos que establecen AAA decretadas, pertenecientes a Caleta Lautaro, Caleta Punta Arenas, Puerto Tocopilla, Caletas Constitución y Errázuriz, Caleta Abatao, Caleta Chimba, Rada Paposo y Puerto Taltal. Para la franja comprendida entre Desembocadura Rio Loa y Roca Negra se registra una concesión otorgada (osti6n del norte) y cinco Amerbs decretadas (Los Andariveles, Punta Arenas Sector B; Urcu, Caleta Huamán y Punta Mal Paso). Para la franja comprendida entre Punta Jorgino y Caleta la Chimba se registran cinco concesiones otorgadas para el cultivo de osti6n del norte, tres en trámite para el mismo recurso y tres Amerbs (Caleta Abato, Caleta ColoColo y Caleta la Chimba). Para la franja comprendida entre Aguada de las Cañas y Aguada de las T6rtolas se registra una concesión otorgada para el cultivo de osti6n del norte, cuatro en trámite para el cultivo del dorado y cinco Amerbs decretadas (Punta Guanillo, norte Punta Taltal, Punta Verde, Cabecera Norte, Las Guaneras y La Piedra del Sombrero).

Areas Aptitud Media

El procedimiento numérico no estableció una franja en esta categoría.

Areas No Evaluada

En la Franja delimitada existen polígonos que establecen AAA decretadas, pertenecientes a Bahía Lavata. En dichos polígonos no existen concesiones otorgadas o en trámite, pero si se registran tres Amerbs (Cifuncho A y B y Caleta de Afuera).

Areas Descartadas

En la Franja delimitada existen 27 polígonos que establecen AAA decretadas, pertenecientes a Caleta Guanillo del Sur, Caleta Gatico y Rada Cobija, Caleta Tames, Caleta Michilla, Caleta Gualaguala, Caleta Hornos, Bahía Mejillones del Sur, Caleta Coloso, Caleta Agua Dulce, Caleta Agua Salada, Caleta El Cobre, Rada Blanco



Encalada, Caleta El Colorado, Bahía Lavata y Caleta Esmeralda. Para la franja comprendida entre sur de Roca Negra y Punta Jorgino se registran siete concesiones en trámite para el cultivo del dorado, 4 concesiones otorgadas para los cultivos de ostión del norte y pelillo, una para cholga, ostión del norte y pelillo y otra para cholga, ostión del norte, ostra del pacífico y pelillo. Además de tres concesiones en trámite para los cultivos de ostión del norte y pelillo y cholga, ostión del norte y pelillo y una para ostión del norte y pelillo. Adicionalmente, se presentan ocho Amerbs decretadas (Punta Blanca, Punta Atala, Punta Ampa, Punta Chinos, Cobija Sector A, Hornos Sector A, Bahía de Mejillones Sector A, B y C). Para la franja comprendida entre sur de Caleta la Chimba y Aguada de las Cañas se registra 6 concesiones en trámite para el cultivo del dorado y tres Amerbs (Coloso sector A, B y C).

4.4.2.2. Sinopsis de las características relevantes de las áreas de interés para el desarrollo de la acuicultura.

1) Playa Corazón (sur de Arica)

Forma del litoral: Ensenada

Tipos de costa presentes: Playa Arenosa, Plataforma Abrasiva, Acantilado

Tipo (s) de oleaje observados (s): Intermedio

Condiciones de acceso terrestre: Pavimento, Distancia a camino: 0 Km.

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: Industria, Turismo con Infraestructura, Turismo sin Infraestructura, Caleta

Restricciones al uso: No Observado

Asentamientos: Deshabitado, Poblamiento Consolidado, Campamento Temporal

Peligros en la franja costera: Remoción en Masa, Tsunami



Indicadores de fragilidad: No Observado

Observaciones en el litoral cercano:

Uso del litoral cercano: Caleta

Observaciones:

Costa acantilada en ambiente de farellón costero, de gran altura y pendiente. Línea de costa con predominio de una extensa y continua plataforma de abrasión. Excelente conectividad, desde Arica hasta el fin de la ensenada donde sólo continua una huella peatonal hacia el sur.

2) **Caleta Chipana**

Forma del litoral: Costa offset

Tipos de costa presentes: Plataforma Abrasiva, Islas Arrecifales, Acantilado

Tipo (s) de oleaje observado (s): Intermedio

Condiciones de acceso terrestre: Pavimento

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: Caleta

Restricciones al uso: No Observado

Asentamientos: Deshabitado, Casas Aisladas, Campamento Temporal

Peligros en la franja costera: Tsunami

Indicadores de fragilidad: Desembocadura, Humedal

Observaciones en el litoral cercano:

Uso del litoral cercano: Caleta

Observaciones:

Sector de costa de farellón costero y ambiente de plataforma de abrasión. Presencia de superficie de planicies costeras con acantilado en la playas.

En el sector del Loa, se debe considerar la presencia de humedales y del sistema de desembocadura propiamente tal del Río Loa.



3) **Ñajo-Caramucho**

Forma del litoral: Ensenada

Tipos de costa presentes: Playa Arenosa, Plataforma Abrasiva, Islas Arrecífales, Acantilado

Tipo(s) de oleaje observado(s): Reflectivo, intermedio

Condiciones de acceso terrestre: Pavimento

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: Turismo con infraestructura, turismo sin infraestructura, caleta

Restricciones al uso: No observado

Asentamientos: Casas aisladas

Peligros en la franja costera: Tsunami

Indicadores de fragilidad: No observado

Observaciones en el litoral cercano:

Uso del litoral cercano: Caleta

Observaciones:

Sector costero en planicies costeras elevadas y amplias, que se extienden hasta el flanco de la Cordillera de la Costa.

Sector de acantilados y playas de plataforma de abrasión y arenosa.

4) **Caleta Chanabaya - Pabellón de Pica**

Forma del litoral: ensenada

Tipos de costa presentes: playa arenosa, plataforma abrasiva, islas arrecifales, acantilado

Tipo(s) de oleaje observado(s): intermedio

Condiciones de acceso terrestre: pavimento

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: turismo sin infraestructura, extracción



de áridos, caleta

Restricciones al uso: No Observado

Asentamientos: Casas Aisladas, Poblamiento Consolidado, Campamento Temporal

Peligros en la franja costera: Tsunami

Indicadores de fragilidad: No Observado

Observaciones en el litoral cercano:

Uso del litoral cercano: Caleta

Observaciones:

Costa acantilada de farellón costero, de gran altura y escarpada. Presenta una playa arenosa de ambiente reflectivo de baja energía en el contexto de un costa de plataforma de abrasión y farellón costero.

5) Playa Folkers

Forma del litoral: Ensenada

Tipos de costa presentes: Playa Arenosa, Plataforma Abrasiva, Islas Arrecifales, Acantilado

Tipo(s) de oleaje observado(s): Reflectivo, Intermedio

Condiciones de acceso terrestre: Pavimento

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: Turismo con Infraestructura, Turismo sin Infraestructura, Caleta, Acuicultura

Restricciones al uso: No Observado

Asentamientos: Poblamiento Consolidado

Peligros en la franja costera: Tsunami

Indicadores de fragilidad: No Observado

Observaciones en el litoral cercano:

Uso del litoral cercano: Caleta, Acuicultura



Observaciones:

Balneario

Sector costero en planicies costeras elevadas y amplias, que se extienden hasta el flanco de la Cordillera de la Costa.

Sector de acantilados y playas de plataforma de abrasión y arenosa.

6) Playa Lobito

Forma del litoral: Ensenada

Tipos de costa presentes: Plataforma Abrasiva, Islas Arrecifales, Acantilado

Tipo(s) de oleaje observado(s): Reflectivo, Intermedio

Condiciones de acceso terrestre: Pavimento

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: Turismo sin Infraestructura

Restricciones al uso: No Observado

Asentamientos: Campamento Temporal

Peligros en la franja costera: Tsunami

Indicadores de fragilidad: No Observado

Observaciones en el litoral cercano:

Uso del litoral cercano: No Observado

Observaciones:

Sector costero en planicies costeras elevadas y amplias, que se extienden hasta el flanco de la Cordillera de la Costa.

Sector de acantilados y playas de plataforma de abrasión. Presencia localizada de estrechas playas arenosas.

7) Caleta Camarones

Forma del litoral: Ensenada

Tipos de costa presentes: Playa Arenosa, Acantilado, Desembocadura



Tipo(s) de oleaje observado(s): Reflectivo, Intermedio

Condiciones de acceso terrestre: ripio o tierra

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: Agricultura, Caleta

Restricciones al uso: No Observado

Asentamientos: Casas Aisladas

Peligros en la franja costera: Remoción en Masa, Tsunami, Inundación

Indicadores de fragilidad: Desembocadura, Humedal, Vegetación

Observaciones en el litoral cercano:

Uso del litoral cercano: Caleta

Observaciones:

Costa acantilada de cordillera de la costa y farellón costero de gran altura y muy abrupta. El valle es amplio y da cuenta de formas fluviales, probablemente asociada a los eventos conocidos como invierno boliviano.

La costa es arenosa en el contexto de costa acantilada rocosa.

El valle presenta una importante cobertura de vegetación para el dominio morfoclimático imperante. El sitio es de especial interés ecológico y paleo ambiental.

8) Taltal

Forma del litoral: Ensenada

Tipos de costa presentes: Playa Arenosa, Plataforma Abrasiva, Acantilado

Tipo(s) de oleaje observado(s): Reflectivo

Condiciones de acceso terrestre: Pavimento

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: Minería, Industria, Puerto, Turismo con Infraestructura, Caleta



Restricciones al uso: No Observado
Asentamientos: Poblamiento Consolidado
Peligros en la franja costera: Tsunami
Indicadores de fragilidad: No Observado
Observaciones en el litoral cercano:
Uso del litoral cercano: Puerto, Caleta

Observaciones:

La ciudad de Taltal se encuentra localizada en superficies de terraza marinas, que sólo se verían afectadas por tsunamis. El entorno sin embargo corresponde a un litoral complejo de Cordillera de la Costa muy alta y escarpada en contacto casi directo con la línea de costa. Se desarrollan una serie de pequeñas playas arenosas entre el borde rocoso.

9) Paposo

Forma del litoral: Ensenada
Tipos de costa presentes: Plataforma Abrasiva, Islas Arrecifales
Tipo(s) de oleaje observado(s): Reflectivo
Condiciones de acceso terrestre:
Observaciones en la franja costera:
Actividades económicas observadas: Minería, Puerto, Caleta
Restricciones al uso: No Observado
Asentamientos: Poblamiento Consolidado
Peligros en la franja costera: Remoción en Masa, Tsunami
Indicadores de fragilidad: No Observado
Observaciones en el litoral cercano:
Uso del litoral cercano: Puerto, Caleta



Observaciones:

Sector costero de plataforma de abrasión, bastante irregular, con islas arrecifales y planicies costeras muy estrechas en contacto directo con la Cordillera de la Cosa.

10) Quebrada Tana (o Tiviliche)

Forma del litoral: Ensenada

Tipos de costa presentes: Playa Arenosa, Playa de Rodados, Islas Arrecifales, Acantilado, Desembocadura

Tipo(s) de oleaje observado(s): Reflectivo

Condiciones de acceso terrestre: Ripio o tierra

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: No

Restricciones al uso: No Observado

Asentamientos: Deshabitado

Peligros en la franja costera: Tsunami, Inundación

Indicadores de fragilidad: Desembocadura

Observaciones en el litoral cercano:

Uso del litoral cercano: No Observado

Observaciones:

Costa acantilada de farellón costero, de gran altura y escarpada. Presenta una playa arenosa de ambiente reflectivo de baja energía en e contexto de un costa de plataforma de abrasión y farellón costero.

Corresponde a un valle epigénico heredado de condiciones climáticas diferentes de las actuales. Su área de desembocadura es una zona de especial interés paleo ambiental y paleo geográfica.



Presenta un valle encajado en las laderas de la cordillera de la costa, con importantes y expresos niveles de terrazas. El valle presenta algunos remanentes de formas fluviales que dan cuenta de condiciones de drenaje esporádico, probablemente vinculados a los eventos denominados "invierno Boliviano".

11) Pisagua

Forma del litoral: Ensenada

Tipos de costa presentes: Playa Arenosa, Plataforma Abrasiva, Islas Arrecifales, Acantilado

Tipo(s) de oleaje observado(s): Reflectivo

Condiciones de acceso terrestre: Pavimento, Distancia a camino: 0 Km.

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: Caleta, Acuicultura, Pesca Artesanal

Restricciones al uso: No Observado

Asentamientos: Poblamiento Consolidado

Peligros en la franja costera: Remoción en Masa, Tsunami

Indicadores de fragilidad: No Observado

Observaciones en el litoral cercano:

Uso del litoral cercano: Caleta, Acuicultura

Observaciones:

Línea de costa y poblado asentado en una muy estrecha superficie de planicie costera asociada a las laderas del farellón costero. Accesibilidad compleja debida a la fuerte pendiente y altura.

12) Tocopilla

Forma del litoral: Costa offset

Tipos de costa presentes: Playa Arenosa, Playa de Rodados, Plataforma



Abrasiva, Acantilado

Tipo(s) de oleaje observado(s): Reflectivo, Intermedio

Condiciones de acceso terrestre: Pavimento

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: Minería, Industria, Puerto, Turismo con Infraestructura, Turismo sin Infraestructura, Caleta, Pesca Artesanal

Restricciones al uso: No Observado

Asentamientos: Poblamiento Consolidado

Peligros en la franja costera: Tsunami

Indicadores de fragilidad: No Observado

Observaciones en el litoral cercano:

Uso del litoral cercano: Puerto, Caleta

Observaciones:

Sector costero de la cordillera de la costa, laderas muy abruptas y con material detrítico inconsolidado, presencia de terrazas marinas, pocas y estrechas playas arenosas. Playas de plataforma de abrasión.

13) Sector Tocopilla Rio Loa

Forma del litoral: Costa offset

Tipos de costa presentes: Plataforma Abrasiva, Islas Arrecifales, Acantilado

Tipo(s) de oleaje observado(s): Reflectivo, Intermedio

Condiciones de acceso terrestre: Pavimento

Observaciones en la franja costera:

Actividades económicas observadas: Caleta

Restricciones al uso: No Observado

Asentamientos: Deshabitado, Campamento Temporal

Peligros en la franja costera: Tsunami

Indicadores de fragilidad: Desembocadura, Humedal



Observaciones en el litoral cercano:

Uso del litoral cercano: No Observado

Observaciones:

Extenso sector de costa de farellón coteru, costa muy rocosa y escarpada, prácticamente desahitada. Presencia de planicies costeras relativamente estrechas con acantilado hacia las playas.

En el sector del Loa, se debe considerar la presencia de humedales y del sistema de desembocadura propiamente tal del Río Loa.

4.5 Objetivo específico: Identificar variables y parámetros ambientales, sanitarios y operativos para cuantificar la evolución o desarrollo del sector acuicultor.

4.5.1. Selección de las variables orientadas al seguimiento

En la Tabla 1.44 se muestra la propuesta inicial de 47 variables y/o parámetros a incorporar como criterios según fuentes consultadas, desglosados en tres áreas temáticas: técnica-productiva (ej. tipos de recursos hidrobiológicos, niveles de producción, tecnologías de cultivo), ambiental-sanitaria (indicadores de condición del área de cultivo) y social-administrativa (características del emplazamiento y del requirente).

La disponibilidad de información por fuente y área temática, se desglosa así:



- Técnica-productiva: las fuentes de información que contribuyen con más datos son el grupo misceláneo “Otras fuentes” con 15 y la información que se genera para la evaluación ambiental del proyecto (SEIA-CPS) con 14.
- Ambiental-sanitaria: las fuentes de información que contribuyen con más datos son el grupo misceláneo “Otras fuentes” con 20 y la información que se genera para el Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB) con 14.
- Social-administrativa: las fuentes de información que contribuyen con más datos son el grupo misceláneo “Otras fuentes” con 9 y la información que se genera para la evaluación ambiental del proyecto (SEIA-CPS) con 6.

El hecho que el grupo misceláneo “Otras fuentes” domine, en términos absolutos, la entrega de información adecuada para ser utilizada en la limitación de áreas radica en la consideración de múltiples fuentes de información relacionadas muchas veces a proporcionar antecedentes sobre un aspecto puntual (variable), lo que estaría asociado a un requerimiento adicional como es la necesidad de sistematizar e integrar dicha información para constituirse en una base sólida para la toma de decisiones.

Por otro lado, dado que la tendencia mundial va en la dirección de desarrollar criterios más integradores que permitan dar respuesta a los requerimientos de los administradores de recursos naturales, se identificaron variables y/o parámetros que entreguen información relevante bajo distintas condiciones ambientales, en concordancia con la situación actual y la proyección futura de los cultivos.

A continuación se indican y fundamentan las 10 componentes seleccionadas para realizar el seguimiento ambiental de las actividades de acuicultura entre Arica y Taltal. De estas variables, se han mantenido cuatro relacionadas a los sedimentos (MO, GRAN, macroinfauna y Eh, pH y T) y una a la columna de agua (OD), de las establecidas por la Res. Ex. N° 3612/2009 (INFA). A estas se agrega una variable



relacionada al sedimento (gases sulfuro y CH₄) y cuatro en la columna de agua (clorofila-a, SST, estado trófico y calidad sanitaria). Tal como se detalla a continuación:

1) Oxígeno (mL/L): Esta variable tiene un rol fundamental en los procesos biológicos de los recursos vivos (e.g., alimentación). En general niveles críticos de OD (< 5 mg/L) provocan una disminución en el crecimiento, un aumento de mortalidad, entre otros efectos no deseados en los recursos hidrobiológicos. Por otro lado, niveles bajos de oxígeno en la columna de agua pueden ser indicadores de una pobre renovación de agua en el sector. Además porcentajes de saturación de oxígeno en el agua entre el 60 y 70% indicarían una situación de desequilibrio en el balance de oxígeno. Para la clasificación de la calidad del agua para la biota, se utilizará la escala dada por Wheaton (1982):

- Nivel Malo < 3,1 mL/L
- Nivel Regular $\geq 3,1$ mL/L < 5,1 mL/L
- Nivel Bueno $\geq 5,1$ mL/L < 6,6 mL/L
- Nivel Óptimo $\geq 6,6$ mL/L

2) Sólidos suspendidos: La relación materia inorgánica (MI)/materia orgánica (MO) es un indicador de la influencia de aportes de material particulado descargado a través de las aguas dulces como del material en suspensión provenientes de zonas cercanas, los que tienen un efecto directo sobre la alimentación de recursos hidrobiológicos (frecuencia en la alimentación o tasas de filtración).

3) Clorofila-a: Corresponde a una estructura química que se ubica en los tilacoides de los cloroplastos en las células vegetales, y tienen la capacidad para capturar parte de la radiación solar para realizar los procesos que ocurren durante la fotosíntesis. Su concentración se emplea como un indicador de la biomasa



fitoplanctónica y sus mediciones permiten tener una leve estimación de la productividad primaria. Desde el punto de vista ambiental, un incremento en las concentraciones de fitoplancton aumenta la turbidez del agua, disminuyendo los procesos fotosintéticos. Respecto a la consideración sanitaria, ciertas microalgas producen toxinas que habitualmente se acumulan en los tejidos de los organismos filtradores ocasionando graves consecuencias para la salud humana.

Para la clasificación de la calidad del agua para biota, se utilizará la escala dada por Braun *et al.* (2004):

- Nivel Eutrófico $\geq 1 \mu\text{g/L}$
- Nivel Mesotrófico $\geq 0,5 \mu\text{g/L} < 1 \mu\text{g/L}$
- Nivel Oligotrófico $\geq 0,2 \mu\text{g/L} < 0,5 \mu\text{g/L}$
- Nivel Ultraoligotrófico $< 0,2 \mu\text{g/L}$

- 4) **Estado trófico:** Actúa como un indicador del nivel de trofía (disponibilidad de nutrientes) del área donde se ubica el cultivo, informando de la carga a la cual está siendo sometido el sistema y del grado de vulnerabilidad que posee el ambiente. Como metodología de medición a aplicar se considera la establecida en el D.S. N° 90/2000.

	Fósforo (fosfato-ortofosfato)	P= mg/L
	Nitrógeno total	N= mg/L
Nutrientes	Silicato	SI₀₃= mg/L
	Nitrato	NO₃= mg/L
	Amonio	NH₄= $\mu\text{mol/L}$
Carga Orgánica	Demanda biológica oxígeno	DBO= mg O ₂ /L
Penetrabilidad de la luz	Disco Secchi	DS= m

Valores de referencia en Tabla 1.19.



5) Calidad sanitaria de las aguas: En lo que respecta a implicaciones en la salud humana o en la comercialización de la producción de recursos hidrobiológicos, el hecho de que muchos cultivos estén localizados en las cercanías de la costa facilita a menudo que puedan ser contaminados con patógenos humanos y contaminación por metales pesados y pesticidas, constituyéndose en un problema real. Estos patógenos (bacterias y virus) tienen su origen en descargas urbanas y en otras fuentes de desecho antrópicas, mientras que los metales y pesticidas ingresan al agua mediante descargas directas y escorrentía desde el continente, altos niveles de pesticidas y metales pesados pueden ser acumulados por moluscos y peces en cultivo en aguas contaminadas con desechos industriales y agrícolas (Gesamp, 1991 *fide* Uriarte, 2000). Como metodología de medición a aplicar se considera la establecida en el PSMB (Sernapesca, 2004, 2005).

	<i>Salmonella spp.</i>	SALMO NMP/ 100 mL
Microbiológico	Coliformes Totales	COLIT NMP/ 100 mL
	Coliformes fecales	COLIF NMP/ 100 mL
Metales Pesados	Mercurio	Hg= mg/kg
	Cadmio	Cd= mg/kg
	Plomo	Pb= mg/kg
	Arsénico	As= mg/kg
Pesticidas	Organohalogenados	PEST= mg/kg

Valores de referencia en Tabla 1.19.

6) Gases en el sedimento (Sulfuro – Metano): Parte de la materia orgánica que se acumula en la interfase sedimento-agua es degradada por organismos bentónicos (Volkman *et al.*, 1980) y a la vez estimula la actividad



microbiológica. Si en este ambiente el consumo de oxígeno excede al suministrado, los microorganismos comenzarán a utilizar otros aceptores de electrones. Bajo condiciones anóxicas la materia orgánica es degradada paso a paso mediante una compleja comunidad microbiológica dirigida bajo el régimen energético (Pfennig & Widdel, 1982; Schink, 1989; Nealson, 1997). En estos sistemas, el sulfato es el aceptor de electrones más importante siendo responsable de sobre el 50% de la mineralización de la materia orgánica (Jorgensen & Bak, 1982; Skyring, 1987). Producto de estos procesos, se generan gases tales como el sulfuro de hidrógeno y el metano, cuya presencia se asocia a efectos negativos sobre los organismos en cultivo y sobre las comunidades naturales del sector.

- 7) **Granulometría (GRAN= mm):** Actúa como un indicador de la dinámica (grado de estabilidad) del fondo marino. En este contexto, las áreas de erosión son caracterizadas por presentar fondos dominados por arena y materiales duros y están generalmente expuestas a olas generadas por el viento y las corrientes, mientras que áreas de acumulación son caracterizadas por sedimentos finos y mayores contenidos de materia orgánica. Por otro lado, la resuspensión de materiales finos se presenta principalmente en áreas de erosión, tales procesos aumentan la carga de nutrientes de las aguas (Uriarte, 2000). Como metodología de medición a aplicar se considera la establecida en la resolución acompañante del “RAMA” (Res. Ex. N° 3612/2009).

Respecto a la distribución de GRA, se utilizará la escala dada por McLachlan (1980) para la clasificación de los tipos de fondo, facie Arena muy fina –fina (62 a 250 μm):

- Nivel Malo $\geq 35,0\%$
- Nivel Regular $\geq 10,0\% < 35,0\%$



- Nivel Bueno $\geq 2\% < 10,0\%$
- Nivel Óptimo $< 1\%$

8) Materia orgánica (MOT): Actúa como indicador de la presencia de procesos de acumulación de material particulado, lo que implica que la dispersión de materiales orgánicos en el medio sea restringida. Como metodología de medición a aplicar se considera la establecida en la resolución acompañante del “RAMA” (Res. Ex. N° 3612/2009). Respecto a la distribución de MOT, se utilizará para la clasificación de los tipos de fondo la escala dada por Demaison & Moore (1980):

- Nivel Malo $\geq 12,1\%$
- Nivel Regular $\geq 7,1\% < 12,1\%$
- Nivel Bueno $\geq 3,1\% < 7,0\%$
- Nivel Óptimo $< 3,0\%$

9) Composición de agua intersticial (Eh, pH y T): Las aguas intersticiales son indicadores muy sensitivos de cambios diagénicos incipientes en sedimentos, uno de los cambios ocurre en el Eh que genera cambios en el estado rédox de varios nutrientes esenciales. Según baja el potencial rédox en aguas y sedimentos, se observa una disminución en la concentración de oxígeno disuelto, iones y moléculas importantes para la nutrición de microorganismos y formas de vida superior.

10) Macroinfauna (MACR= ind/m²): El fondo marino está habitado por una variedad de especies con distintas formas de reproducción, hábitos alimenticios y tolerancias fisiológicas a las condiciones ambientales. Muchos de estos organismos bentónicos viven en la interfase agua-sedimento o a una profundidad del sedimento no superior a los 20 cm, su movilidad es muy limitada impidiéndoles evitar la exposición a sustancias contaminantes, lo que



los ha convertido en buenos indicadores frente a la presencia de diversos agentes contaminantes. Lo más importante de la presencia de estas comunidades indicadoras es que representan un componente vital para mantener la estructura y función del ecosistema, ya que ellos sirven como alimento para la fauna demersal y participan en los niveles tróficos superiores e inferiores. Por otro lado, participan activamente en la transferencia de carbono manteniendo la dinámica energética de los sistemas marinos, como agentes de bioturbación de los fondos y regeneración de nutrientes. Como metodología de medición a aplicar se considera la establecida en la resolución acompañante del “RAMA” (Res. Ex. N° 3612/2009).

4.5.2. Propuesta de seguimiento

Previo a la propuesta de seguimiento, describiremos las capacidades técnicas que posee la zona de estudio para el registro, monitoreo y análisis de las variables y parámetros técnicos seleccionados, considerando la infraestructura de laboratorios y existencia de personal debidamente calificado.

El Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca) realiza el control sanitario de los productos pesqueros de exportación, siendo el responsable de emitir la certificación sanitaria oficial. Para ello, se encuentra facultado para delegar en laboratorios privados autorizados, las labores de muestreo y análisis de dichos productos. A través de su Programa de Control de Laboratorios, Sernapesca ha establecido una red de laboratorios privados, universitarios y estatales que cumplen con las labores de análisis (e.g., Microbiológicos, Toxicológicos, Químicos), muestreo e inspección físico organoléptica de los productos pesqueros de exportación. En la zona comprendida entre Arica y Taltal, Sernapesca reconoce con la capacidad técnica para realizar los monitoreos y análisis de las variables y parámetros técnicos



seleccionados (ver www.sernapesca.cl) a los laboratorios: SGS Chile Ltda. (sede Antofagasta), Universidad Arturo Prat (sede Iquique), Cesmec Ltda. (sede Iquique) Promar Pacífico Ltda y Labs and Testing Chile S.A. (sede Iquique). Otros laboratorios que realizan Análisis de Agua y que están acreditados por el INN/SISS son: S C BIWATER S.A. (sede Antofagasta), Laboratorio de Aguas HIDROLAB S.A. (sede Antofagasta), Centro de Análisis Químico-Universidad de Antofagasta (sede Antofagasta), Centro de Bacteriología-Universidad Católica del Norte (sede Antofagasta) y Laboratorio de Servicios Analíticos-Universidad Católica del Norte (sede Antofagasta).

Las capacidades técnicas y perfeccionamiento humano, instaladas en la XV región provienen de la Universidad de Tarapacá en la Ciudad de Arica, donde se imparten las carreras de Ingeniería Química Ambiental, Químico Laboratorista, Licenciado en Química y Pedagogías en Biología, Química y Ciencias Naturales. Mientras que en la I Región, las capacidades técnicas y perfeccionamiento humano provienen de la Universidad Arturo Prat en la Ciudad de Iquique, donde se imparten las carreras de Ingeniería Civil Ambiental, Ingeniería en Ejecución en Pesca y Acuicultura, Biología Marina y Química y Farmacia. En tanto que para la II Región, las capacidades técnicas y perfeccionamiento humano provienen de la Universidad de Antofagasta en la ciudad homónima, donde se imparten las carreras de Químico Ambiental, Análisis Químico, Licenciatura en Química, Ingeniería Civil Industrial Química, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería en Acuicultura, Ecología Marina Mención Manejo de Recursos y/o Mención Impacto Ambiental, Biotecnología, Bioquímica y Licenciatura en Ciencias Biológicas.

Por tanto, el monitoreo de las 10 variables seleccionadas para realizar el seguimiento ambiental de las actividades de acuicultura entre Arica y Taltal, es factible de ser aplicado en la zona de estudio. A continuación describiremos la



propuesta de seguimiento ambiental que recomendamos realizar a las actividades de acuicultura en el norte grande de Chile.

Los monitoreos ambientales deben ser realizados semestralmente, captando las variaciones estacionales durante verano e invierno, presentándolos a Sernapesca local, desde el momento en que el titular reciba materialmente la concesión por parte de la Autoridad Marítima, mientras que para el caso de los centros, desde el momento en que se inscribe en el Registro Nacional de Acuicultura.

Todos los centros de cultivo deben presentar un plano batimétrico, un plano batilitológico (ambos para el primer monitoreo), la ubicación de los módulos de cultivos, las especies hidrobiológicas cultivadas, sus niveles de producción y el sistema de cultivo utilizado. También deben realizar una descripción del entorno del sector donde se ubica la concesión, identificando las actividades sociales, económicas y de conservación de la naturaleza, colindantes a la concesión, de acuerdo a la metodología propuesta por el Res. Ex. N° 3612/2009.

Para el caso de los centros de cultivo con especies bentónicas exóticas deben presentar los resultados del Programa de observación ambiental de asentamiento de especies bentónicas exóticas, de acuerdo a la metodología propuesta por el Res. Ex. N° 3612/2009.

La utilización, ubicación y número de estaciones puntuales o transectas de muestreo será definida tal como lo propone el Res. Ex. N° 3612/2009 para la elaboración de los INFAs.

Al momento de cada muestreo se deben describir las condiciones ambientales imperantes como lo son la nubosidad, los vientos y las alturas de marea.



La toma, análisis y entrega de datos deben regirse a lo exigido por el Res. Ex. N° 3612/2009, para las variables de OD, GRAN, MO, Composición de agua intersticial (Eh, pH y T) y MACR, agregando la filmación de los fondos marinos. Mientras que para la medición de la variable Clorofila-a en la columna de agua se debe seguir el protocolo establecido por Clesceri *et al.* (1992). Para la medición de la variable SST en la columna de agua se debe seguir el protocolo establecido por Andrade *et al.* (2002). La metodología para la medición de la variable Estado Trófico se considera la propuesta por Arcos *et al.* (2002). La metodología para la medición de la variable Calidad Sanitaria de las aguas se considera la establecida por el PSMB (Sernapesca, 2004b, 2005b,c). Finalmente, la metodología para la medición de Gases en el sedimento ($S^=$ y CH₄) será el Recommended methods for sediment Eh and S measurements for application in finfish and bivalve marine aquaculture environmental monitoring programs (Hargrave *et al.*, 1993).

Para el caso de los centros de cultivo en tierra, estos deberán someterse a las exigencias del Res. Ex. N° 3612/2009, al igual que los Profesionales y laboratorios que realicen el seguimiento ambiental.

Finalmente, los monitoreos deben ser realizados siempre en las mismas estaciones de muestreo.

Los instrumentos regulatorios existentes en la Ley de Bases del Medio Ambiente, especialmente el programa de dictación de normas de emisión y calidad ambiental primaria y secundaria, son completamente aplicables al presente programa de seguimiento ambiental para las actividades de acuicultura entre Arica y Taltal.



4.5.3. Valorizaci3n de propuesta de seguimiento

Los costos asociados al registro, monitoreo y an3lisis de las 10 variables seleccionadas para la propuesta de seguimiento ambiental de la actividades de acuicultura entre Arica y Taltal, son expresados en la siguiente estructura de costos de las variables seleccionadas, seg3n los valores indicados por consultoras ambientales de reconocida trayectoria en la Ciudad de Castro, Chilo3.

Variables seleccionadas	Costo Unitario por factor*
Ox3geno disuelto	0,4
Clorofila-a	1
S3lidos suspendidos	1
Estado Tr3fico	15,6
Calidad Sanitaria de las Aguas	85,2
Gases en el sedimento (Sulfuro – Metano)	4
Granulometr3a	0,4
Materia org3nica	0,4
Potencial redox, pH y temperatura de los sedimentos	0,4
Macroinfauna	0,6

***UF al 25/08/2009**

El valor unitario debe ser extrapolado al n3mero de muestras y sus r3plicas, lo cual variar3 seg3n las dimensiones de la conces3n y el tipo de cultivo.

Una aproximaci3n clara sobre el n3mero de muestras por categor3a de centro de cultivo y sus costos asociados puede consultarse en Murillo *et al.* (2006a).



4.6. Socialización Proyecto FIP N° 2008-34

4.6.1. Reuniones de Coordinación e Intercambio Técnico con los Requirentes

Durante los meses de noviembre y diciembre de 2008 y enero de 2009 se realizaron cuatro reuniones entre profesionales de IFOP (Figura 2.66 y representantes de la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA), en dependencias de dicha institución en la Ciudad de Valparaíso, con el objeto de poder dimensionar que tipo información disponían en el ámbito del proyecto (Anexo 4: Tabla 4.1). Adicionalmente, en noviembre de 2008 se llevó a cabo la presentación inicial del proyecto y reunión de coordinación interinstitucional (Figuras 2.67 a, b), cuyos objetivos fueron:

- Presentar en forma sucinta los términos básicos de referencia del proyecto.
- Discutir los principales aspectos metodológicos de la propuesta.
- Facilitar el establecimiento de mecanismos de interacción técnica con profesionales de Subpesca y el FIP.

El día 7 de mayo de 2009 se llevó a cabo una reunión con la Sra. Consuelo Henríquez en las dependencias de la Subsecretaría en la Ciudad de Santiago, con el objeto de informar el grado de avance del proyecto y de mejorar los mecanismos de acceso a información disponible en dicha institución (Figura 2.68).

4.6.2. Reuniones de Intercambio Técnico con Instituciones con Competencias en el Ambito del Proyecto.

Durante noviembre de 2008, se realizaron dos reuniones, con el objetivo de informar de la ejecución del proyecto y solicitar el acceso a información relevante, con representantes de la Comisión Nacional del Mediambiente (CONAMA) y el Ministerio



de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (Anexo 4: Tabla 4.2). En diciembre de 2008 se realizarán reuniones con personal de SERNAPESCA, CONAMA y la Oficina Técnica del Borde Costero, todos pertenecientes a la Región de Tarapacá, con el objetivo de rescatar desde estos organismos públicos información relevante para el proyecto. También se realizó una reunión con el Jefe del Área Acuícola de la Corporación para el Desarrollo de la Universidad Arturo Prat (CORDUNAP), en la Ciudad de Iquique, con el objeto de acceder a la información solicitada con anterioridad. Durante el mismo mes se realizaron reuniones de trabajo con personal de CONAMA y de la Oficina Técnica del Borde Costero de la Región de Arica y Parinacota, para solicitar información relevante para el proyecto (Anexo 4: Tabla 4.2).

Durante el mes de enero de 2009 se realizó una reunión con la encargada ambiental de la Gobernación Marítima de Castro, con el objetivo de recabar antecedentes sobre la información generada a través del Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL) (Anexo 4: Tabla 4.2).

El 8 de mayo de 2009 se realizó una reunión con las Sras. Claudia Rosas y Tatiana Bernal, ambas profesionales de SERNAPESCA, en las dependencias de dicha institución en la Ciudad de Valparaíso, con el objetivo de acceder a información proveniente del Programa de Sanidad de los Moluscos Bivalvos (PSMB) (Anexo 4: Tabla 4.2).

4.6.3. Talleres y difusión general del proyecto

4.6.3.1. Taller Inicial de Difusión del Proyecto.

Durante el mes de noviembre del año 2008 se realizó la presentación inicial del proyecto ante representantes del Servicio Nacional de Pesca, la Dirección Zonal de Pesca y demás integrantes de Mesa de Trabajo Público-Privada de Acuicultura, en las ciudades de Arica (Figura 2.69) e Iquique (Figura 2.70), durante los días 18



y 19, respectivamente. El día 25 de dicho mes se realizó la tercera presentación en dependencias de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Antofagasta ante representantes del mundo académico.

Los objetivos de estas reuniones fueron:

- Presentar en forma sucinta los términos básicos de referencia del proyecto.
- Discutir los principales aspectos metodológicos de la propuesta.

Facilitar el establecimiento de mecanismos de interacción técnica con profesionales

4.6.3.2. Participación en Encuentros Científicos y Académicos.

El día 15 de abril de 2009, se asistió al Taller Internacional de Larvicultura de Peces, organizado por “CIEN-AUSTRAL” en la Ciudad de Puerto Montt, instancia donde participaron destacados investigadores en el cultivo de peces marinos. Se entrevistó a los autores de los proyectos de cultivo de *Seriola lalandi* y *Seriola violacea* del norte de Chile, rescatando valiosa información para el proyecto FIP 2008-34.

El día 15 de mayo de 2009, se participó de la I Jornada de Acuicultura, organizada por la Universidad de Tarapacá en la Ciudad de Arica, instancia donde se obtuvo información sobre el proyecto “Desarrollo e implementación de las tecnologías de acondicionamiento y reproducción de peces pelágicos: Bonito *Sarda chilensis* y dorado *Seriola lalandi* en la Región de Arica y Parinacota”.

Durante el XXIX Congreso de Ciencias del Mar, realizado en la Ciudad de Talcahuano, el día 27 de mayo de 2009 se expuso en la modalidad oral el trabajo titulado: “Diagnóstico de las actividades de acuicultura entre Arica y Taltal, norte grande de Chile” (Documento 3.4). En esta instancia, se discutieron los resultados de este trabajo y los alcances del proyecto FIP 2008-34 de manera abierta junto a



los pares científicos, obteniendo gran aceptación la metodología utilizada y validando su desarrollo. Así como también se solicitó al representante del equipo ejecutor, participar como secretario de la mesa coordinadora de la Sesión de Acuicultura (Figura 2.70).

4.6.4. Taller Final de Difusión de la Propuesta.

En noviembre de 2009, se realizaron consecutivamente en las ciudades de Antofagasta, Iquique y Arica, el respectivo Taller de Evaluación, Discusión y Validación de los resultados del proyecto FIP 2008-34, con una duración aproximada de cada jornada de de 5 hrs y 30 (Documento 3.4: Figuras 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3, 3.5.4, 3.5.5 y 3.5.6). A esta instancia, se convocaron a empresarios, profesionales, investigadores y académicos del sector acuícola y representantes de entidades públicas involucradas en la gestión territorial del borde costero (Documento 3.4: Tabla 3.5.1). Participaron del taller un total de 49 actores relevantes de la temática en estudio, en promedio 17 personas por jornada, dichos actores pertenecientes a entidades públicas, productivas, académicas, sociales; representando un universo de un 30% de las 160 personas convocadas. La Tabla 1.45 muestra el grado de participación desglosado por subsector, siendo aquellos pertenecientes al Productivo los que registraron la mayor asistencia (16%) al evento.

El método aplicado en el marco de los talleres correspondió a un enfoque participativo y entre las técnicas utilizadas se incluyeron: la dinámica grupal con el fin de generar confianza entre los/as participantes; el trabajo grupal que permite recoger información necesaria para generar los insumos requeridos de acuerdo a los objetivos planteados (Figuras 2.72a,b,c). Además, de la retroalimentación directa en el taller, se aplicó una encuesta de validación de criterios para el



establecimiento de áreas de interés para la acuicultura con preguntas abiertas y cerradas.

En forma intercalada, se realizaron dos presentaciones sobre los componentes estructurales del proyecto. La primera a cargo del sr. Vladimir Murillo, Jefe de proyecto, que consistió en una presentación sobre el contexto en el que se enmarca la propuesta técnica en ejecución, proporcionando aspectos temáticos, en relación al diagnóstico y/o problemáticas involucradas. La segunda presentación a cargo del sr. Ricardo González, asesor del proyecto, consistió en una presentación sobre la proyección espacial de las zonas de interés para la acuicultura; proporcionando los componentes y las ideas que fundamentan el desarrollo metodológico propuesto para su establecimiento y delimitación.



5. DISCUSIÓN

5.1. Objetivo específico 1: Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente y/o solicitado, en el área de estudio.

5.1.1. Identificación de las actividades de acuicultura en el área de estudio.

Durante las últimas dos décadas Chile ha experimentado un crecimiento acelerado de la industria acuicultora, que se caracteriza por el cultivo de diferentes especies de moluscos, principalmente mitílidos, el fuerte desarrollo del cultivo de algas y de peces fundamentalmente exóticos (salmónidos). Más aún, Chile hasta el 2008 fue el segundo productor a nivel mundial de salmones y ha experimentado un desarrollo significativo en el cultivo de moluscos, con dos especies exóticas de abalón: el abalón rojo (*Haliotis rufescens*) y el abalón japonés (*Haliotis discus hanna*). De las especies nativas de mitílidos destacan las conocidas como chorito (*Mytilus chilensis*), choro zapato (*Choromytilus chorus*) y cholga (*Aulacomya atra*). Además de tres especies de ostras, la ostra chilena (*Triostrea chilensis*), la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) y el ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) (Furci, 2009). En Chile la mayor parte de las actividades de acuicultura se desarrollan en el borde costero, concentrándose territorialmente en la Región de Los Lagos.

La actividad de acuicultura entre Arica y Taltal, se ha caracterizado por la baja diversidad de especies sometidas a cultivo en comparación a la Región de Los Lagos y Aysén. Durante el período 2000-2008, en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta se registró cosecha de ostión del norte, pelillo, hematococo y espirulina, en cambio, en las regiones de Los Lagos y Aysén, las



especies cosechadas fueron salmónidos (coho, Atlántico, trucha), mitílicos (chorito, choro, cholga), ostras (ostra japonesa y chilena) y haliótidós (abalón rojo). Cabe señalar, que en la zona en estudio sólo el ostión del norte ha mantenido cosechas relativamente estables. En el caso del pelillo, se registraron cosechas entre el 2002 y 2004 y posteriormente el 2008. Para hematococo y espirulina sólo se registraron cosechas en los años 2006, 2007 y 2008. En cuanto al número de centros de cultivo, a nivel nacional en los últimos 3 años (2006, 2007 y 2008), el Servicio Nacional de Pesca tenía en promedio inscrito un total de 3285 concesiones, de las cuales 2462 estuvieron en operación y 1137 presentaron cosechas. Entre Pto. Montt y Aysén, las concesiones inscritas fueron 2805, desglosadas en 2139 en operación y 929 con registro cosechas. En cambio, entre Arica y Taltal los registros fueron 37, 17 y 7, respectivamente. El año 2005, en las regiones de Atacama y Coquimbo, el cultivo del ostión del nortegeneró 16.476 t en un área disponible de porción de agua y fondo de 3.585 ha, es decir, con una intensidad de uso de 4,6 t/ha. En tanto, entre Arica y Taltal, se cosecharon 839 t en 306 ha, con una intensidad de uso de 2,7 t/ha, para el mismo recurso en cultivo. Esto evidencia claramente por un lado, una baja actividad de acuicultura en la zona, representado por el número de centros inscritos y los que efectivamente tuvieron cosechas, y por otro, un disminuido nivel de producción respecto al área total de las concesiones solicitadas. Este valor aumenta sustancialmente en las regiones de Los Lagos y Aysén (34,6 t/ha), en donde se cultivaron moluscos, peces y algas, lo que sugiere un mejor uso del recurso espacio.

A pesar de la escasa actividad en la zona, existe un gran potencial en cuanto a las condiciones naturales, geográficas, oceánicas y de recursos que pueden ser cultivados. Las regiones en estudio, cuentan con un clima favorable para el desarrollo de la acuicultura, las moderadas fluctuaciones de parámetros físicos químicos y biológicos de las aguas del mar que se producen entre las diferentes



estaciones son adecuadas para permitir crecimiento y engorda de las especies en cultivo. Estas condiciones son fundamentales para alcanzar una producción de calidad internacional, siendo complementado con la presencia de zonas de abrigo, de surgencia y la calidad de las aguas. Es así que algunas bahías que han sido monitoreadas por el Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB), desde el año 98 hasta el 2008, han sido clasificadas en categoría A, es decir, que cuentan con aguas que cumplen con los valores de admisibilidad más exigentes para eventualmente exportar producto vivo (Fuente: Sernapesca). Con respecto a los recursos acuícolas emplazados en concesiones de porción de agua y fondo, el ostión del Norte, es la única especie que se cultiva comercialmente en las tres regiones más septentrionales del país. A nivel nacional, las mayores producciones de este recurso provienen de Atacama y Coquimbo. Sin embargo, en las actuales condiciones estas regiones, no tienen posibilidades de crecer, ya que no hay disponibilidad de AAA (Vidal *et al.*, 2006). En este contexto, la zona en estudio, aun cuando se dispone de grandes extensiones de AAA, sólo se han solicitado aproximadamente 1.379 ha para el cultivo de moluscos, lo que permitiría producir 44.128 t de ostión. Además, cuenta con un banco natural y con 2 hatcheries (infraestructura instalada) para la producción de este recurso, lo que permitiría la obtención de semilla durante todo el año, materia prima básica para el desarrollo de la industria. La temperatura, salinidad, oxígeno y fitoplancton disponible en sus aguas, favorecen al crecimiento y engorda del ostión en cultivo, quedando reflejado en las pequeñas y constante producciones generadas en la zona. También, el hecho de encontrarse el recurso en forma natural, evidencia que las condiciones ambientales son las adecuadas para su sobrevivencia. Sin embargo, actualmente la industria del ostión atraviesa por la peor crisis desde su surgimiento a mediados de los 80' en el norte del país. Ivonne Etchepare, gerente general de la Asociación de Productores de Ostras y Ostiones de Chile (Apooch), califica la situación como “catastrófica”. Entre los factores que explican la debacle, sobresalen la caída del precio del producto, el tipo de cambio, la competencia



peruana y la menor demanda. Hoy el precio no supera los US\$ 8/kg, mientras que el año pasado (2007) promedió US\$ 15,26. Beneficiada por la corriente del Niño, la industria vecina aumentó ostensiblemente su producción y acaparó el mercado francés, principal demandante de ostión a nivel mundial. Si en un año normal Perú produce 300 t, con el cambio climático puede llegar fácilmente a 4.000 t sólo de forma natural, sin contar los centros de cultivos que poco a poco se han hecho un espacio en ese país. Para las firmas chilenas, gran parte de ellas de pequeño tamaño, resulta muy complicado competir con una industria cuya mano de obra es lejos más barata y además escasamente vigilada por las autoridades (Fuente: www.chilepotencia.cl). También se ha perdido nuestra principal ventaja, que era trabajar en condiciones auditadas por Europa. No se sabe si los peruanos han burlado los controles o los europeos están siendo menos minuciosos, pero lo cierto es que igual entran a Francia, plantea Etchepare (com. pers.). El desánimo en la industria es generalizado y sus actores saben que difícilmente revertirán la arremetida peruana (Fuente: www.chilepotencia.cl).

La ostra del Pacífico, aun cuando no es un recurso natural de la zona ni tampoco del país, registró producciones de cultivo en los años 98 y 99, lo que da cuenta de existir las condiciones en la columna de agua para ello. Las características principalmente de temperatura y nutrientes hacen posible que el cultivo se desarrolle más rápido. Es por ello que en el norte los tamaños entre 70 y 90 mm se logran entre los 10 meses y 12 meses, en cambio en el sur, se logra al año y medio (Com. Pers. ostricultor zona sur: P. Haro, 2009 y ostricultor zona norte: Mercado, 2009). Situación similar ocurre con la ostra chilena en la zona Norte, donde a los 24 meses de crecimiento se alcanza la talla comercial (50 a 70 mm), a diferencia de lo que ocurre en la zona sur, donde el lapso de tiempo va de 30 a 36 meses (Zuñiga & Acuña, 2002). Con respecto a la obtención de la materia prima, la producción de semilla de la ostra del Pacífico, se obtiene de hatchery. Actualmente, hay producciones constantes de este recurso en la Región de



Coquimbo (Fundación Chile), que abastecen a los cultivadores del norte y sur del país. Es una tecnología sencilla y ampliamente utilizada, lo que sería totalmente factible de implementar en la zona, si así lo amerita. A partir de las extensiones de acuicultura solicitadas, aprox. 1379 ha para el cultivo de moluscos, se podría llegar a producir producir 96.530 t de ostra del Pacífico.

Con respecto a los abalones, es una especie introducida y está muy desarrollado el cultivo en las regiones de Atacama y Coquimbo, realizándose en tierra todas sus fases hasta la cosecha. Sin embargo, en la Región de Los Lagos, se realiza con buenos resultados la engorda en concesiones de porción de agua y fondo. En esta opción se disminuyen los costos de producción en cuanto al uso de bombas y suministro de fuentes de energía como son la electricidad y/o combustibles. El año 2005, la Subsecretaria de Pesca autorizó sólo para las regiones de Atacama y Coquimbo la utilización de concesiones de porción de agua y fondo para el cultivo del abalón, pero sólo con ejemplares de un mismo sexo por área geográfica (e.g., bahía). La ampliación de la cobertura espacial de esta medida a las regiones que abarca este estudio, dado su similitudes oceanográficas (Murillo *et al.*, 2008), permitiría también la entrada al negocio de sindicatos de pescadores y de pequeños o medianos acuicultores. En particular, realizando sólo la fase de engorda en la columna de agua y obteniendo la semilla de productores de regiones próximas (Atacama y Coquimbo). Sin embargo, abaloneros con experiencia señalan que es recomendable, para los que desean iniciarse en el negocio, comenzar con un hatchery, dado que la incidencia en la calidad de la semilla es muy relevante, siendo necesario invertir en ella (Guzmán, 2004). En cuanto al ritmo de crecimiento de esta especie fluctúa entre 1,8 mm/mes en la zona de Chiloé y 2,0 mm/mes en Atacama y Coquimbo, un poco más alto en esta última debido a la mayor temperatura. Esto permite extrapolar que las aguas cálidas que se presentan para esta especie entre Arica y Taltal serían beneficiosas para su desarrollo. A partir de las extensiones de acuicultura solicitadas,



aprox. 1379 ha para el cultivo de moluscos, se podrían producir 206,8 t de abalón. Por otro lado, esta zona en cuestión, también dispone de grandes extensiones costeras para cultivar el recurso en tierra, siendo una gran alternativa para quienes deseen incursionar de esa forma. En relación con la producción de abalones, el principal producto es el abalón rojo (*H. rufescens*), considerado una exquisitez en el sudeste asiático –principal mercado mundial- con precios que superan los USD\$25 F.O.B./kg.

En relación a los moluscos explotados comercialmente en otras regiones, los mitílidos principalmente el chorito (*M. chilensis*), ocupa un sitio importante en la Región de Los Lagos, experimentando un crecimiento exponencial en su producción en los últimos diez años, pasando de producir en 1997 un poco más de 494 t a producir casi 32.000 t en el año 2007. Esto hace pensar que Chile podría muy pronto posicionarse como un líder mundial en el cultivo de moluscos. Además, las continuas inversiones de empresas originalmente del rubro pesquero y salmonicultoras en el cultivo de choritos, son un claro indicador que esta es una actividad económica con gran potencial y de creciente importancia para el sector privado (Furci, 2009). Su cultivo, que consta básicamente de dos partes, conocidas como “captación de semillas” y “engorda”, que son llevadas a cabo independientemente, *i.e.*, por lo general, el productor de choritos adultos (fase de engorda) compra las semillas a pequeños o medianos empresarios o cooperativas de productores artesanales. Aunque la tendencia más reciente es desarrollar ambas fases en una misma unidad productiva (empresa), con el objetivo de reducir los gastos de producción y asegurar el suministro de las semillas en el momento adecuado para la instalación de la fase de engorda. En el sur del país el abastecimiento de semilla es relativamente estable, siendo sustentado por un gran número de centros semilleros autorizados, los que se dedican exclusivamente a la captación de semillas y tienen la capacidad de instalar más de 100.000 colectores.



Estos últimos centros son los principales proveedores de los grandes productores de chorito.

La cholga, el choro zapato y el chorito se distribuyen naturalmente en la zona de estudio (IFOP, 2000a,b; Zúñiga & Acuña, 2002), indicando que existen las condiciones para su desarrollo. Sin embargo, para esta zona no hay registros en la literatura de semilleros que aporten larvas para la obtención de semillas en forma natural, lo que podría ser un problema al momento de desarrollar el cultivo a escala comercial, ya que los costos de producción se elevarían al adquirir semilla de otras regiones (Los Lagos y Aysén) y podría eventualmente dejar de ser un negocio, considerando los precios que se manejan actualmente en el mercado (\$ 60-\$100/kg). Sin embargo, se tiene que considerar los eventuales problemas genéticos o sanitarios (e.g., transporte de enfermedades o de especies plagas tipo FAN) que podría derivar del traslado de ejemplares desde el sur hacia la zona norte. La producción de semilla en hatchery, tampoco se vislumbra como alternativa, por la misma razón anterior señalada. Sin embargo, aún cuando no se disponen de antecedentes, es probable que los crecimientos de estos moluscos también se vean favorecidos por las temperaturas y alimento disponible, como en el caso de la ostra japonesa y el abalón. Con esta ventaja se acortaría el tiempo de cultivo en dos o tres meses en relación a lo que se extiende en el sur del país, subsanándose de alguna forma, el alto precio pagado por la semilla. Mitilicultores de la Región de Los Lagos señalan que han estado apareciendo nuevos lugares de captación de semillas en sectores que históricamente esta recurso no se presentaba, lo que sería explicado por los volúmenes de producción que actualmente se manejan en las distintas zonas de cultivo y la mantención de ejemplares en los sistemas de cultivo de engorda que desovan antes de ser cosechados (Com. Pers. mitilicultor M. Cerna, 2009). Esto último podría ser una opción a probar en la zona norte, disminuyendo así los costos de la actividad. A partir de las extensiones de acuicultura solicitadas, aprox.1.379 ha para el cultivo



de moluscos, se podrían producir 110.320 t de mitílidos. Actualmente la industria chilena del chorito no es ajena a la crisis financiera internacional. Con más del 60% de su producción destinada tradicionalmente a España, Francia e Italia, la caída de la demanda por parte de estos mercados ha derivado en una significativa baja de la cosecha de este año. Además, a un sobre-stock de producción nacional se suma como consecuencia los bajos precios que han obtenido por los choritos quienes han podido vender (\$60 a 80/kg) (Com. Pers. Patricio Leiva, Presidente de la Asociación de Mitilicultores de Chile). Pero toda crisis tiene un lado positivo. En este caso, obligará a la industria mitilicultora chilena a mirar hacia nuevos mercados, para no depender en forma casi exclusiva de sus clientes españoles, franceses e italianos. De esta forma, si comienza a mejorar la situación internacional en el segundo semestre del 2009, los exportadores chilenos podrán tener la posibilidad de ingresar en otros países. Los compradores europeos deberán entonces mantenerse alertas, ya que con una menor oferta de chorito en el mercado, y con posibilidades de que parte de la producción chilena sea vendida a otros países, correrán el riesgo de quedarse sin producto (Fuente: www.aqua.cl/abril, 2009).

Otras especies que han sido tradicionalmente para consumo doméstico y venta a plantas de proceso (conserveras), como son: machas, lapas, caracoles, culengue, tacas y almejas, entre otras, han sido intensamente explotados por buzos mariscadores, quienes en su mayoría se dedican a extraer estos recursos (Fuente: Sernapesca). Es por ello que el cultivo puede ser una buena solución para protegerlos y seguir comercializándolos. Para el caso de algunos de los moluscos enterradores cultivados aun en forma experimental (machas, culengue, tacas y almejas), ya se tiene conocimiento y resultados en la obtención de semillas en laboratorio, como también, del crecimiento en la fase de engorda (zona intermareal y en columna de agua), paso importante para el escalamiento del cultivo a fase piloto y/o precomercial. Entre las regiones de Arica y Antofagasta, el borde



costero, no cuenta con zonas intermareales que permitan instalar sistemas de cultivo de fondo o sobreelevados para la engorda de estos recursos. Sin embargo, los resultados de los estudios “Optimización del cultivo de bivalvos enterradores como la navaja, navajuela y macha”, realizado por la Universidad Católica de Temuco, y “Transferencia tecnológica del cultivo de la almeja chilena (*Venus antiqua*) al sector productivo”, realizado por el IFOP, permiten proyectar la engorda en sistemas flotantes, independizándolos del fondo marino y logrando un aumento de las tasas de crecimiento y sobrevivencia. Punto importante para estas especies, ya que el corto plazo se puede materializar en un nuevo polo de desarrollo para la acuicultura nacional (Murillo *et al.*, 2006b; González, 2008). Otros recursos distribuidos naturalmente en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, y de las cuales existen desembarques importantes en la zona, son también potenciales candidatos para ser cultivados a una mayor escala. Entre estos están el loco, el pulpo, el erizo y el pepino de mar. De estos el loco y el pulpo son los que tienen mayor potencial para el cultivo comercial en el corto plazo, ya que dentro del índice de priorización desarrollado ambos recursos obtienen altos valores, que son sustentados por aspectos biológico-productivos (origen, tiempo de cultivo) y aspectos tecnológicos (baja inversión en el sistema de engorda) y aspectos económicos (altos precios en el mercado nacional). Cabe señalar que el ciclo productivo comienza con la obtención de semillas de loco y juveniles de pulpo del medio natural, abocándose sólo a la engorda, lo que hace una importante reducción de los costos de producción. Este tipo de cultivos esta siendo aplicado en el país por algunos productores pequeños y pescadores artesanales con buenos resultados, lo que podría en el corto plazo masificarse. Sin embargo, la obtención de juveniles de pulpo del medio natural debiera en primera instancia regularse (e.g., cuotas y sectores autorizados para captación de la “semilla”) para proteger la población y en forma paralela profundizar las experiencias de cultivo en la etapa de reproducción.



Actualmente, la crianza de camarones marinos y de agua dulce representa el 28% de la oferta total de camarones en los mercados mundiales, convirtiéndose de esta manera en la que tiene mayor importancia comercial dentro de los cultivos acuáticos. Los principales países productores y exportadores de este crustáceo son Tailandia, China, Indonesia, Ecuador e India. Los principales consumidores son la Unión Europea con un tercio del total, Estados Unidos con un cuarto y Japón con otro cuarto. Las perspectivas en el mercado mundial indican que la demanda del producto va en aumento y tiende a incrementarse en un 10% cada 3 años. El camarón de río del norte (*C. caementarius*), especie autóctona de la zona norte del país, es un recurso alimenticio de alto valor comercial, de carne sabrosa, muy apetecido por los consumidores y con un interesante mercado potencial interno y externo. Su precio fluctúa entre los USD\$ 10 y 20/kg, lo que lo convierte en un producto atractivo para la explotación controlada y racional. La abundancia en el país del camarón de río del norte de Chile ha disminuido gradualmente en los últimos años, como consecuencia de la pesca incontrolada y de la irregularidad del caudal de los ríos donde habita. Por ello, su disponibilidad en el mercado nacional es muy escasa, lo que ha impedido el desarrollo de una infraestructura comercial apropiada. La crianza del camarón de río del norte debiera tener gran impacto a nivel nacional, debido principalmente a que es una especie autóctona. Además, existen todas las condiciones ecológicas para su buen desarrollo. Sin embargo, a pesar de todos los intentos por desarrollar la tecnología de cultivo esto aún no se ha logrado, lo que estaría en consecuencia, limitando su escalamiento a nivel comercial. El logro de este desarrollo tecnológico, es urgente, puesto que con ello se reduciría la extracción clandestina de este recurso en los períodos de veda, permitiendo la preservación y el incremento de las poblaciones naturales con la siembra de juveniles en el medio natural, lo que facilitaría el repoblamiento de los ríos de las regiones. Como proyección y con base en toda la información disponible y sus resultados, se considera de absoluta necesidad continuar con las investigaciones tendientes a solucionar una serie de interrogantes tales como:



manejo de reproductores, producción sostenida y adecuada de juveniles, alimentación y nutrición, prevención y control de enfermedades, densidades de cultivo, manejo de la calidad de agua, diseño de sistemas de engorda, técnicas de cosecha, procesos, transporte, que podrían en un futuro próximo soportar su desarrollo comercial, siendo ambientalmente exitoso y sustentable. Otras especies que potencialmente podrían ser sometidas a cultivo en el área, ya sea porque existe experiencia de cultivo experimental o porque han sido cultivadas exitosamente en otras regiones, son: el camarón malásico, el camarón blanco, la langosta australiana de agua dulce y el camarón tigre. Estas especies son muy exigentes respecto a la disponibilidad de aguas cálidas, por sobre los 23°C hasta los 31°C, especialmente para los procesos de maduración. En Chile, la principal limitante en su éxito productivo ha sido el disponer de agua de mar con adecuadas temperaturas (Zúñiga *et al.*, 1990). No obstante, los grandes volúmenes de agua de mar a temperaturas de 28° C, valor considerado óptimo para el cultivo intensivo del camarón ecuatoriano, provenientes de la red de refrigeración de las termoeléctricas, abrieron buenas perspectivas para desarrollar su cultivo a mayor escala. En este contexto, se ejecutó en el año 1996, el Proyecto Fontec “Aprovechamiento de la descarga de agua de mar de la Central Térmica de Mejillones para el cultivo de camarón blanco (*Penaeus vannamei*)”, que obtuvo interesantes resultados. El Ingeniero en Acuicultura y docente de la Universidad de Antofagasta Roberto Ramos, quien fuera asesor del proyecto en cuestión, indicó en conversación telefónica que durante los dos meses y medio que duró la experiencia, ejemplares de 0,2 g, traídos desde Ecuador, alcanzaron al final del periodo pesos comerciales entre 9 a 10 g, con una sobrevivencia superior al 80%. Estos camarones fueron cosechados y comercializados localmente. Según el experto estarían dadas las condiciones para emprender el cultivo a escala comercial, dado los resultados obtenidos, las condiciones existentes en el norte grande tanto geográficas como de infraestructura y un recurso humano especializado en el manejo de estas prácticas. Sin embargo, la gran limitante que



visualiza para el despegue de esta actividad en la zona, y que es extrapolable a otras del ámbito acuícola, es la falta de interés del mundo empresarial regional en invertir en este campo, ya que todo gira en torno a la minería producto de los importantes retornos económicos que esta genera. No obstante, a pesar de todas las condiciones que posicionan a este recurso como un atractivo candidato para desarrollar en un futuro próximo un cultivo a escala comercial, se considera de absoluta necesidad continuar con las investigaciones tendientes a solucionar una serie de interrogantes, tales como: el manejo de reproductores, la producción sostenida de juveniles, la prevención y control de enfermedades, el manejo de la calidad de agua (e.g., el eventual efecto de los anti-fouling que se utilizan para extender la vida útil de los sistemas de refrigeración de las termoeléctricas), etc. Por otra parte, se debe considerar, dado los impactos ambientales que estas camaroneras pudiesen generar, la experiencia de países como Nicaragua, con larga trayectoria en el negocio, que han incluido en sus procesos productivos la aplicación de códigos de Buenas Prácticas de Manejo tanto sociales como ambientales y de seguridad alimentaria.

En relación a las macroalgas explotadas comercialmente en estas regiones, la especies *M. pyrifera*, *L. nigrescens* y *G. chilensis* han sido sometidas a grandes presiones de explotación, a través de los años, especialmente en Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, alcanzando en el año 2000 las 2.815, 16.188 y 1.933 t desembarcadas, respectivamente. En tanto, el 2008 las toneladas desembarcadas para las mismas especies fueron 33.754, 202.282 y 85.653, respectivamente (Sernapesca, 2000 - 2008). Estos antecedentes contribuyen de manera importante y urgente al desarrollo de cultivos de estas algas, ya sea en sistemas de fondo o en columna de agua. A partir de las extensiones de acuicultura solicitadas, aprox. 5 ha para el cultivo de algas, se podría producir 300 t de este recurso. Recientemente se ha incorporado también al mercado nacional,



la demanda de algas pardas como materia prima para la producción de biocombustibles (etanol).

En relación al cultivo de peces, un elemento distintivo de la producción de acuicultura nacional es el cultivo de especies de aguas frías como el salmón, que representa el 93,1% de la producción del país, y otras de menor incidencia como turbot. La composición de exportaciones es liderada hegemoníamente por la salmonicultura, con las especies salmón del Atlántico, salmón del Pacífico y trucha, comercializadas principalmente como congelado, fresco y ahumado. En la Región de la Araucanía se concentra una alta actividad de producción de juveniles mientras que entre las regiones de Los Lagos y Magallanes se emplaza toda la cadena de producción hasta llegar a los productos finales. La Región de Los Lagos es la que concentra sobre el 80% de la actividad. Pese a que la tendencia de este sector ha sido de crecimiento sostenido, se espera que a partir de 2009 la dinámica del sector sufra un fuerte deterioro debido a contingencias sanitarias. De hecho, la industria proyecta una caída de un 15% en el valor de las exportaciones para 2009 mientras que los envíos físicos disminuirían en torno al 20%, debido al adelantamiento de cosechas de salmón Atlántico, que se están efectuando por los efectos del virus ISA y por los cambios en la producción que se están aplicando en conjunto por toda la industria del salmón (CNIC, 2009). Por tanto, hoy día esta industria está en crisis, lo cual obliga a reflexionar y analizar la forma en que ha aumentado la producción y exportación. Así como también los métodos de cultivo que se están aplicando en Chile y los riesgos asociados.

En la zona Norte, entre los salmónidos (trucha, salmón del Atlántico y del Pacífico), sólo hay antecedentes de cultivo de la trucha en agua dulce en piscinas implementadas y supervisadas por la comunidad Aymara del pueblo de Caquena, en lugares libres de contaminación del sector altiplánico. Existen autorizaciones para este tipo de cultivo (fase de agua dulce en tierra), pero actualmente están



cerradas y sin uso. El desarrollo de esta especie (trucha) en cautiverio estaría limitado principalmente por el recurso agua, lo que podría ser un factor importante al momento de escalar a una industria de mayor envergadura. Sin embargo, puede ser pensado con producciones pequeñas para un mercado local y con enfoque turístico, tal como lo plantea Sernatur en la Región de Arica y Parinacota. Por otra parte, las condiciones de las aguas marinas más bien cálidas, no son muy adecuadas para el cultivo de los salmónidos en la columna de agua. Por lo tanto, se debería continuar en la senda de optar específicamente por el cultivo de especies nativas, enfocándose a desarrollar cultivo integrados con el objeto de minimizar los impactos de esta actividad. En este sentido, en la zona norte de Chile se está desarrollando el cultivo de peces planos (e.g., turbot, hirame) y también se están realizando investigaciones sobre el cultivo del lenguado, atunes, bonito, corvina, dorado y otras especies con potencial comercial (e.g., acha, San Pedro y mulata). La oportunidad que se presenta para iniciar la actividad acuícola en el extremo norte del país, abre la posibilidad de diversificar la acuicultura existente en el sur de nuestro país. La ventaja con que cuenta la acuicultura en el norte radica principalmente en la existencia de una serie de espacios marítimos aún inexplorados, donde existen áreas de indudable interés para este tipo de cultivo. Además, el conocimiento tecnológico existente, permite proyectar estructuras de cultivo en zonas bastante menos protegidas que las que utiliza la acuicultura cotidiana. En tal sentido, si bien la existencia de zonas protegidas es una ventaja su ausencia tampoco es una limitante para el desarrollo acuicultura intensiva “offshore” de gran escala.

Actualmente existe un gran interés por adquirir conocimiento sobre las tecnologías de cultivo de estos peces, principalmente nativos, desarrollando proyectos en donde los participantes (investigadores, universidades, empresas) vislumbran un futuro auspicioso en cuanto a la diversificación y despegue de la acuicultura en la zona norte. Entre estos está el dorado (*S. lalandi*), que es una especie que tiene



una alta demanda en Asia, en especial en Japón, y que está captando el interés de diversas compañías históricamente ligadas al negocio de la pesca y la acuicultura de Chile y a centros de investigación como Fundación Chile, Universidad de Antofagasta, Universidad Católica del Norte y Universidad de Tarapacá. La firmeza de la carne, el color blanco y el contenido de aceite omega 3 convierten al pez dorado en un recurso apto para hacer sashimi y sushi. Además del interés de los consumidores asiáticos, es un pescado requerido por los mercados europeo y estadounidense, donde podría ser una alternativa al atún, que presenta síntomas de sobreexplotación, especialmente en Europa. Otro factor favorable es el buen precio que alcanza en el mercado internacional: cada kilogramo de pez dorado puede alcanzar un valor que casi duplica al del salmón. Esto es, por un kilo de dorado se pueden pagar entre USD\$ 7 y 8 mientras que por el salmón no se sobrepasa de USD\$ 3 a USD\$ 4. Éste y otros aspectos hacen interesante este negocio, afirma el director del Departamento de Acuicultura de la Universidad de Antofagasta, Dr. Rodolfo Wilson. En febrero pasado, Acuinoor obtuvo su primera producción de juveniles del dorado, luego de cuatro años de trabajo y de haber pasado por diversas etapas. Este año esperan concretar sus primeros envíos al mercado mexicano y se proyecta que la producción de pez dorado podría llegar a competir 'mano a mano' con la salmonicultura hacia 2015.

En el caso del atún, que es un pez de pelágico de aguas abiertas y que recorre grandes distancias, pasando por los mares de nuestro país, también es una especie que en el mercado mundial tiene un precio muy atractivo y una demanda cada vez mayor. El precio del atún varía entre USD\$ 20 y 50/kg. El principal consumidor de este producto es Japón, país que incide en que la demanda de atún crezca anualmente cerca de 18% (Cordunap, 2008). En España se capturan los peces del medio natural, luego se transportan a las jaulas de cultivo para su engorde. Desde el punto de vista biológico se trata de un pez con elevado crecimiento, unas 20 veces superior al de otras especies cultivadas, como por



ejemplo, la dorada o la lubina europea, pudiendo llegar incluso a una tonelada de peso. Se ha visto que el incremento de peso durante los meses de cultivo en aguas cálidas es tan espectacular que esto está animando a que nuevos cultivadores se incorporen a esta actividad cada año. En Chile se están realizando las primeras incursiones en cultivo experimental de este pez en la zona norte, interesándose algunos productores de salmón, ya que por los problemas del ISA, buscan sobre todo diversificar su portafolio. Además tienen la ventaja de tener conocimiento sobre el cultivo de peces. Por otro lado, la existencia de aguas favorables para el cultivo, así como las condiciones climáticas, podrían hacer del cultivo del atún en el norte de Chile un negocio tan significativo como el salmón en el sur. Se estima que el negocio se concretaría en cinco o seis años más, ya que hay evaluar la factibilidad biológica de efectivamente lograr reproducir el atún en un cultivo chileno.

La corvina es otro pez de especial atractivo comercial, en donde Fundación Chile a través de un proyecto propone impulsar el cultivo de peces marinos nativos, con el propósito de generar nuevas oportunidades de negocio con un fuerte impacto potencial en términos económicos, orientado principalmente a la exportación de productos de alto valor, como también a generar oportunidades para fortalecer la actividad productiva del sector pesquero artesanal chileno, que se ha visto seriamente afectado en los últimos años, producto del colapso de las principales pesquerías. Desde esta perspectiva el proyecto que se propone, posee un fuerte potencial de impacto social. El objetivo de este proyecto fue desarrollar el cultivo de la corvina (*Cilus gilberti*), ya que por un lado alcanza precios atractivos y por otro, constituye uno de los principales recursos para la pesca artesanal chilena, dedicada a la captura de peces de carne blanca. A partir de las extensiones de acuicultura solicitadas, aprox. 120 ha para el cultivo de peces, se podría llegar a producir 42.000 t de atún o 70.560 t de corvina o dorado.



Las diferentes especies de peces potenciales para realizar su cultivo en la zona norte a escala industrial quedan bien documentadas en cuanto a su grado de desarrollo, visualizándose los temas pendientes que faltan resolver en cada uno de ellos (Tabla 1.4 a 1.11).

Existen las capacidades, la tecnologí3, recursos espaciales, financieros y los mercados potenciales para materializar este tipo de cultivo y el de otras especies. Sin embargo, y en t3rminos generales, a pesar de contar con dichos elementos ha habido un escaso desarrollo de la acuicultura en el norte de Chile, probablemente por varias razones, pero tal vez una de las m3s importantes ha sido la falta de organizaciones con agentes activos que elaboren y desarrollen planes de negocio que permitan generar una actividad productiva sustentable y econ3micamente viable. Por lo tanto, como instrumento de desarrollo serí3 importante idear un programa de fomento para cultivos selectos, direccionado a la conformaci3n de una asociaci3n productiva eficiente que pueda captar recursos p3blicos y privados para su desarrollo.

Por otro lado, la situaci3n actual de la salmonicultura que ha generado incertidumbre entre los empresarios, les ha permitido para visualizar otras alternativas de inversi3n, realizando las primeras gestiones en el norte del paí3 con el objeto de desarrollar allí cultivos de peces, pero ahora orientados a especies de origen nativo. Tal vez si esta industria se desarrollare en forma importante, podrí3 ser un puente interesante para la materializaci3n de otras iniciativas de cultivo de menor escala, tal como sucedió en el sur del paí3. Donde tuvo un gran impacto econ3mico y social, generando las condiciones para la conformaci3n del "Cluster" de la acuicultura, con la instalaci3n de industria de insumos y servicios que se convirtieron en polos de generaci3n de empleo y riqueza.



5.1.2. Descripción del ciclo de producción de organismos hidrobiológicos y antecedentes de impactos ambientales por cada recurso.

En general, la actividad de acuicultura se ha basado en la repetición de sistemas de cultivos exitosos para alguna especie, con leves adaptaciones o modificaciones para aquellas que se incorporan al cultivo. La tecnología de cultivo basada en sistemas suspendidos, ampliamente desarrollado y utilizado en el país, permite el cultivo de engorda a altas densidades de moluscos, equinodermos y algas, siendo un sistema muy adaptable y útil para cultivar una gran variedad de recursos. Además, son de bajo costo, fácil construcción e instalación. Sin embargo, en este tipo de cultivos, los impactos producidos son localizados y están dados fundamentalmente por la biodepositación de fecas y seudofecas y la retención y posterior depositación de partículas en suspensión en la columna de agua (excedentes alimentarios). Estudios indican que por línea simple de 100 m se producirían 28 kg/día de biodepósitos de mitílidos (Navarro, 2002). En tanto, se estima que una batea produce 190 kg/día de biodepósitos seco, con un 16,6% de materia orgánica. Frente a los elevados niveles de materia orgánica en los fondos marinos y a la presencia de fondos fangosos, la Comunidad Autónoma de Galicia (España) tomó medidas para la recuperación de estos fondos, que consistieron en: la prohibición de instalar nuevas unidades de cultivo y la reducción de las dimensiones de éstas a la mitad (de 1000 m² quedaron en 500 m²). En dicho país, suelen considerar peligroso un valor de un 10 % de materia orgánica en los sedimentos, puesto que aparecen zonas anóxicas donde se producen fermentaciones “malolientes” con producción de gas metano. La misma falta de oxígeno impide que muchos animales puedan asentarse en estos ambientes, con el retraso de la mineralización de los fangos. Otros residuos que impactan estos fondos, son aquellos derivados de las labores de limpieza en el momento de los desdobles y cosechas, como también, a partir de ejemplares que se desprenden los que pasan a formar parte de los fondos (IFOP, 2000b). Los niveles de impacto



producidos por muchas de estas especies aun son tema de investigación. Sin embargo, existe evidencia que la descargas de fecas, pseudofecas y de organismos que conforman el “fouling” de los sistemas de cultivo, se degradarían en pocos años (Kautsky & Folke, 1989). Cuando los valores de C: N son bajos, se facilita que sean nuevamente incorporados a la cadena trófica del ecosistema (Conde & Domínguez, 2004). Aun cuando el cultivo extensivo en “long-line” (sin adición de alimento artificial: mitílidos, ostras, ostiones, almejas) provoque un menor impacto al medio ambiente que los cultivos intensivos en “long-line” (con adición de alimento artificial: abalón, erizo y loco), sería recomendable incorporar el criterio de rotación, dado que el mayor impacto se produce bajo los sistemas de cultivo (Navarro, 2002). En Corea como medida precautoria, para el cultivo de la ostra del Pacífico, se permite instalar como máximo 20 “long-line” de 100 m de longitud por hectárea cultivable. Por otro lado, la extensión máxima de la superficie autorizada para el cultivo no debe superar el 5 o el 10 % de la superficie total de una zona geográfica particular (Park *et al.*, 1988).

El aumento del cultivo de abalones está limitado por su principal insumo, el alga parda *M. pyrifera*, conocido como huiro, necesaria para la alimentación del abalón, y que se requiere fresca y en gran cantidad. La tasa de conversión tiene un valor de 15; vale decir, para la producción de un kilo de abalón se requiere por lo menos 15 kg de *M. pyrifera* para su alimentación. En el norte del país, los abalones se alimentan con *Lessonia sp.*, *Macrocystis integrifolia* y reducidas dosis de *Ulva sp.* y *Gracilaria sp.* Es por esta razón que muchas de estas algas pardas, que crecen naturalmente en Chile, parecen estar desapareciendo, de ahí las afirmaciones respecto a que las praderas naturales de algas se encuentran amenazadas por la excesiva extracción de esta alga para alimentar abalones. Al respecto es necesario tener datos más precisos de cómo han aumentado los desembarques de algas (Furci, 2008). Por tanto, es posible concluir que si bien hay especies que tienen un crecimiento exponencial, como es el caso de los abalones, el aumento de la



producción puede verse limitado por la disponibilidad de alimento. Además, es importante señalar que gran parte del alimento que se utiliza para las especies herbívoras como el abalón que es cultivado en el norte de Chile, genera impactos en la Región de Los Lagos, ya que es desde allí de donde se están extrayendo algas. En contraposición, si bien los criaderos de choritos no han experimentado un crecimiento tan acelerado, este tipo de cultivos no está limitado por la adición de alimento, ya que son organismos filtradores, y por tanto, pueden seguir creciendo a la misma o una mayor tasa (Furci, 2008). Esta afirmación no tiene tanto asidero a la realidad, ya que antecedentes disponibles indican que en aquellos lugares donde los cultivos de chorito han ido aumentando, se ha producido una disminución en las tasas de alimento filtrado, resultando en un aumento del tiempo de cultivo (de 1 año a 2; e.g., sector Vilipulli – Chonchi, Chiloé). Por otro lado, los cultivos suspendidos de este recurso, ya sea en barriles o balsas jaulas pueden ubicarse en sitios de poca profundidad (entre 10 y 15 m) sin entrar en contacto con el fondo, pero es conveniente evaluar los lugares en forma particular, ya que al requerir estos cultivos adición de alimento, podrían provocar impactos negativos al medio ambiente, cuando, por ejemplo, no exista una buena renovación de aguas.

En la zona de estudio existen bancos naturales de algas marinas que son la base del sistema trófico, es decir, de la cadena alimentaria de un importante número de organismos y además son hábitat para múltiples especies que viven o transitan en la zona, por lo que la extracción de algas de estos bancos naturales afecta la composición y equilibrio de los ecosistemas, genera impacto sobre la biodiversidad de las áreas costeras y podría ser un factor relevante que contribuye al agotamiento de diferentes poblaciones de moluscos y peces de interés comercial, ya que la extracción de algas significa la pérdida del hábitat para muchas especies que realizan parte de su ciclo de vida en estas praderas y que son áreas en las cuales muchas de ellos se reproducen. En la zona se están extrayendo, desde hace años algunas especies de algas, lo que está generando un impacto aún no



cuantificado. Una de estas especies es el alga parda *M. pyrifera* conocida como huiro o sargazo, que crece en bancos naturales y que es cosechada para alimentar como se ha reseñado anteriormente, a abalones en cultivo. También son cosechadas otras algas pardas para extraer y producir a partir de ellas un espesante natural llamado alginato (ficocoloides), importantes tanto en la industria alimentaria como cosmética y farmacéutica (McHugh, 2002). De igual forma, se extrae en esta misma área, el alga roja *G. chilensis* para la producción de agar agar. Por otro lado, la extracción reduce la biodiversidad y afecta las praderas de alimento de las especies objetivo de los pescadores artesanales.

Las microalgas cultivadas comercialmente en la zona tienen un gran potencial de desarrollo, ya que es una actividad de bajo impacto ambiental, y la demanda de agua dulce es relativamente pequeña. Con respecto a la microalga que genera biocombustible, el desarrollo de esta actividad podría tener sus limitaciones, ya que los requerimientos de agua son mayores y los conflictos por el uso de este recurso no son menores en la zona. La agricultura y la minería principalmente, son los actores de mayor demanda.

La unidad productiva básica de una salmonicultura (la balsa-jaula) ha sido ampliamente utilizada para el cultivo de otras especies de peces, debido a que se adapta perfectamente a distintos comportamientos diferenciales de los peces en cautiverio y a las condiciones propias de cada sitio. En Australia los atunes, de 2 a 4 años de edad, son remolcados en jaulas de transporte hasta aguas más profundas en el Golfo de Spencer, en el que son transferidos a grandes jaulas y engordados y acondicionados durante un periodo de 3 a 5 meses, dependiendo de la situación del mercado. Los atunes son cosechados e inmediatamente enviados por avión para alcanzar siempre los mejores precios. Esta forma de cultivo en el que los atunes son capturados del medio ambiente pone en peligro a la especie, ya que se exige que pesen más de 30 kg, tamaño que asegura que



han generado descendencia. Esto no es sencillo de controlar administrativamente (Rojas, 2006). Sin embargo, entre los días 29 de junio y 1 de julio de 2009 el Instituto Español de Oceanografía (IEO) ha conseguido varias puestas de más de 5 millones de huevos viables de atún rojo. Este logro, obtenido en las instalaciones que el proyecto tiene en El Gorguel (Cartagena), es el paso fundamental e imprescindible para cerrar el ciclo biológico del atún rojo en cautividad y poderlo producir mediante acuicultura. Esto se había intentado sin éxito en muchos países, puesto que no se lograba que las hembras de atún rojo atlántico cautivas pusieran huevos y que los machos los fecundaran. Como mucho, se había conseguido una cantidad escasa de huevos viables, susceptibles de convertirse en larvas de atún rojo y desarrollarse. Este éxito del IEO y de la ciencia española cambia la situación y abre las puertas al cultivo del atún rojo y su producción mediante la acuicultura.

En el caso del cultivo de la corvina, actualmente, ya se cuentan con los primeros resultados de la experiencia, lográndose un total de 100 mil juveniles de corvina, de los que 11 mil se destinaron a una prueba piloto para el engorde y el resto se utilizó para repoblación en la Bahía de Carelmapu, en el sur de Chile. El sistema inicial de cultivo fue en agua verde, para lo que se empleó T-iso, rotíferos enriquecidos y a partir del día 40, alimentación inerte basada en alimento para bacalao. Además se realizó el transporte en camión de los juveniles de corvina desde el sur del país hasta el norte, unos 5.000 Km. Se realizaron investigaciones para superar la fase de pre-engorde, elevando los juveniles de 40 g a 116 g, la puesta en marcha de la técnica de engorde en jaulas y la adecuación de un alimento inerte para la citada especie. Durante la fase de aclimatación y cuarentena, los resultados obtenidos fueron satisfactorios, ya que no hubo episodios de mortalidad reseñables. En la parte engorda hasta cosecha, los peces se adaptaron al cautiverio en balsas jaulas, tanto al alimento suministrado como a las densidades de cultivo y en 14 meses se logró alcanzar una talla de cosecha de 800 g (Com. Pers., Marcela Ureta, 2009-Jefe proyecto).



Para mitigar el impacto ambiental que producen los cultivos de peces, los países productores han tomado distintas medidas. Japón han desarrollado macroproyectos de sistemas de cultivo en zonas que presentan condiciones ambientales distintas (semiprotegidas, muy expuestas y profundas), con el objeto de diseñar balsas-jaula de grandes dimensiones y que puedan ser utilizadas en el cultivo de una gran variedad de peces, tanto especies pelágicas como de fondo (Rodríguez, 1996; Cicin-Sain *et al.*, 2003). Rusia ha irrumpido recientemente con investigaciones en sistemas de cultivo del tipo “balsas-jaula ecológicas”, concepto en el que se integran a las unidades productivas convencionales estructuras u arrecifes artificiales que sirven de hábitat a la biota béntica. Estas estructuras se aprovechan como elementos de fondeo de las balsas, y como mecanismos de agregación de peces u otros organismos que son capaces de aprovechar los desechos producidos por la actividad de cultivo, reduciendo el impacto ambiental negativo sobre el medio (Bougrova & Bugrov, 1994 *fide* Rodríguez, 1996). En tanto que Noruega dispone de normas o reglamentos, que regulan los principales aspectos del diseño de las estructuras de cultivo (balsas-jaula), con el objeto de certificarlas como aptas y seguras para operar en sitios expuestos, reduciendo con ello el escape de grandes volúmenes de peces. Por otra parte, han reglamentado la conversión máxima a que un centro de cultivo puede llegar con su producción a cosecha, siendo utilizado como un indicador de la eficiencia con que se está manejando la alimentación artificial de los peces, y de este modo, reducir las pérdidas de alimento que se descargan al medio y que lo afectan (Rodríguez, 1996).

La acuicultura de peces no sólo produce efectos ambientales por los desechos de materia orgánica y químicos que se liberan al ambiente, sino también porque los mismos organismos en cultivo escapan. Además, éstos pueden ser un reservorio de patógenos que afecten a otras especies silvestres y su presencia en el mar atrae depredadores (aves, peces silvestres y mamíferos marinos). Se ha estimado que los escapes alcanzan, en años normales, hasta el 5% de los peces cultivados,



cantidad que puede aumentar dramáticamente durante años en los que tormentas y otros accidentes causan la liberación masiva de peces en cautiverio. Científicos argentinos descubrieron que el salmón chinook o rey naturalizado en Chile se ha trasladado hasta las aguas del Atlántico. Los invasores privarían de alimentos a los pingüinos y a otras especies de mamíferos marinos. Esto, sumado a los salmones que se escapan desde los cultivos en Chile, crea un escenario riesgoso al ecosistema, sostuvieron expertos del Centro Nacional Patagónico de Chubut (Visión Acuícola, 2008). Frente a esta situación granjas de Escocia han potenciado la introducción de Códigos de Buenas Prácticas con el objeto de asegurar el encierro de sus peces en cautiverio y también así minimizar la caza indiscriminada de depredadores.

Entre los agentes químicos usados en las distintas prácticas de acuicultura se identifican: insumos para la construcción, para la protección contra la corrosión y anti-fijación de organismos incrustantes, así como, otros que habitualmente se utilizan en las actividades de cultivo. También se cuentan algunos pigmentos incorporados al alimento, desinfectantes y diferentes productos utilizados para el control de enfermedades. Algunos de ellos se usan en cantidades extremadamente insignificantes, pero en la gran mayoría de los casos, no se tiene información certera de sus posibles efectos sobre el medio ambiente. Uno de los productos más relevantes por las cantidades utilizadas, especialmente en el cultivo de peces, son los diferentes fármacos requeridos para combatir enfermedades. Estos fármacos comprenden gran variedad de productos tales como antibióticos, fungicidas y compuestos antiparasitarios. En la actualidad, se reconoce que los antibióticos pueden estar presentes a cientos de metros de los sistemas de cultivo, permanecer en el ambiente por más de dos semanas, luego de ser suministrados, y encontrarse en organismos que consumieron restos de alimentos con residuos de antibióticos. Esto implica la alerta sobre el consumo de estos organismos por el hombre, pero aún no existen evidencias de efectos negativos sobre los



organismos y la especie humana. Sin embargo, muchos países (Noruega, México, España) están mejorando sus prácticas de cultivo para reducir el uso de antibióticos (Rosenthal, 1994).

La variedad de peces que se cultive, estará en relación al impacto que estos provoquen, dado principalmente por el tipo de alimento (requerimientos nutricionales) que se les suministre y por las conversiones logradas. Por ejemplo, en salmones con el tipo de alimento que actualmente se les adiciona, el factor de conversión oscila entre 1: 1,2 y 1,3 en los peores casos, para el dorado se estima una conversión mayor de 1: 1,5 y para el atún que es una especie que requiere de alimentos con altos niveles energéticos, afectarán aun más al entorno si estos no son consumidos por el pez (Fuente: <http://www.ensenada.net>). Por tanto, una posible solución podría ser la incorporación de diversos recursos en cautiverio a un área determinada. En China es de usual aplicación los cultivos integrados. Estos consisten en optimizar el uso de los nutrientes provenientes del cultivo de una especie para potenciar el cultivo de otra. En este proceso, las aguas efluentes de la serie de cultivos resulta con una baja concentración de nutrientes disueltos, lo cual aminora el impacto ambiental de la acuicultura. Algunas iniciativas experimentales de policultivos han ocurrido en la Región de Los Lagos, para intentar aprovechar la mayor parte de las múltiples actividades de acuicultura que allí ocurren. Candía (2009) propone la implementación de un módulo de biorremediación, en donde se disponen cuerdas con biomasa de *Sarcothalia crispata* (luga negra) y *Gracilaria chilensis* (pelillo) y jaulas con *Munida subrugosa* (langostino de los canales) para una eficiente remoción de nutrientes (nitrato y amonio) y material orgánico particulado (POM). La Universidad de Los Lagos, en un proyecto de biorremediación cultivó un alga parda *M. pyrifera* en las proximidades de las balsas jaulas de salmones. Esta alga posteriormente fue usada como alimento para abalones. El alga parda absorbió el nitrógeno generado por los desechos orgánicos de los salmones, viéndose favorecido su crecimiento



(30% más). Los resultados indicaron que *Macrocystis* pudo absorber hasta un 70% del nitrógeno emitido por los cultivos de salmónidos. Por otra parte, el cultivo de *M. pyrifera* podrá detener el agotamiento de las praderas naturales, considerando además, que la tecnología para el cultivo de las algas marinas es básica y permite a las comunidades locales el desarrollo de esta actividad, generando una nueva fuente de ingresos. En resumen es una práctica que debiera considerarse al momento de implementar cultivos en la zona de estudio, ya que permite la reducción de los impactos ambientales, el desarrollo de una nueva actividad económica (abalones) y una nueva fuente de recursos para las comunidades locales.

Otro impacto importante de considerar son las especies exóticas introducidas en aguas chilenas que pueden ser portadoras de enfermedades, transformarse en especies invasoras y producir daños en la biodiversidad. La introducción de estas nuevas especies supone una competencia directa para las especies autóctonas, que en la mayoría de los casos acaban siendo desplazadas por la especie foránea, llegando incluso a producirse su desaparición.

El éxito económico del cultivo de especies marinas exóticas en Chile y el amplio desarrollo de la acuicultura en toda la costa, están convirtiendo la introducción de especies en una práctica frecuente. Algunas acciones han tenido impactos ecológicos importantes, y otras más recientes como el cultivo de abalones, ya estarían provocándolos de forma indirecta, por la fuerte extracción de macroalgas usadas como alimento. Sin embargo, el fenómeno de introducción no se limita sólo a especies exóticas, ya que puede abarcar la introducción accidental o intencional de cualquier especie nativa o con distribución en Chile a otras áreas donde no estaba presente por causas naturales. En este sentido, estas acciones serían más frecuentes y con una mayor cobertura geográfica de lo supuesto, dado que es una práctica de larga data en acuicultura y no es infrecuente en la investigación marina



científica o tecnológica. No obstante, por lo general sus efectos en los ecosistemas marinos no han sido evaluados (Camus, 2005). Por ello es imprescindible extremar las precauciones en el manejo de especies foráneas y en las propias especies autóctonas (por ejemplo, para el caso de repoblaciones o reintroducciones) con el propósito de evitar la propagación de enfermedades y otros problemas sanitarios, además de los temas genéticos asociados.

Este aspecto puede ser crítico particularmente en la producción de semillas en sistema controlado y su propagación tanto dentro como fuera del área natural, aunque sean de la misma especie o de otras de la misma comunidad (Camus, 2005). Un estudio realizado con el objeto de comparar las frecuencias génicas o alélicas de semillas de almeja (*Venus antiqua*), producidas en hatchery, con los ejemplares parentales y otros reproductores provenientes del mismo stock silvestre dan cuenta de pérdida de alelos en las primeras (Murillo *et al.*, 2006b). Estas diferencias podrían, y así se ha visto con otros recursos, generar efectos no deseados en las poblaciones autóctonas.

Finalmente, cabe consignar que los mercados internacionales consideran cada vez con mayor fuerza la falta de protección ambiental y los impactos producidos sobre la sustentabilidad de los recursos naturales, como argumentos para limitar el ingreso de importaciones de este tipo (*e.g.*, Wilson *et al.*, 2003).

5.1.3. Justificación y fundamentos de variables y parámetros técnicos a utilizar.

Sin duda alguna, antes de pensar en aumentar el número de centros de cultivo en el norte de Chile, es necesario considerar todas las características ambientales, usos actuales y futuros que posea un área para la instalación de un determinado sistema de cultivo (Murillo *et al.*, 2006a). Para esto, la selección de sitios aptos para la acuicultura debiera considerar aspectos relacionados con la integración de



toda la información existente del área, características de las especies y los sistemas de cultivos a utilizar. En este sentido un aspecto relevante, tanto para asegurar el éxito productivo de un cultivo, así como para conservar el grado de resiliencia del sistema, dice relación con el análisis de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas y de los fondos aledaños. Cabe señalar que en la Normativa vigente no se incluyen las características físicas (e.g., velocidad de la corriente, T°, amplitud mareal), químicas (e.g., salinidad, oxígeno disuelto, pH) y biológicas (e.g., biodiversidad) de la zona de cultivo como condicionantes en el otorgamiento de concesiones de acuicultura ni en la selección de sitios aptos para dicha actividad (Murillo *et al.*, 2006a).

Las variables ambientales de interés para evaluar los efectos que generan las actividades de acuicultura al medio, deben tener una razonable relación costo-beneficio para su obtención, una solidez analítica, estar suficientemente documentada y ser fácil de replicar. Las principales variables ambientales que son monitoreadas en base al RAMA dicen relación con los sedimentos, columna de agua y batimetría. En consecuencia, los parámetros a utilizar para evaluar los efectos de la actividad acuícola basados en este cuerpo legal serían granulometría, contenidos de materia orgánica, ph, redox, contenido de oxígeno y estructura de la macroinfauna en los sedimentos. Mientras que en la columna de agua se debería cuantificar la concentración y saturación de oxígeno, la temperatura y la salinidad.

Una experiencia internacional interesante es el denominado Proyecto ECASA (Ecosystem Approach for Sustainable Aquaculture). Este marco, reconoce varios indicadores de contaminación ambiental tanto para la macrofauna, como para lo sedimentos y columna de agua. Así, en relación a la macrofauna lo más relevante es la utilización de índices bióticos de calidad ambiental (e.g., AMBI, Benthic trophic group, ITI, Macrofauna presence Meiofauna sediment test Meiofaunal diversity, etc). En relación a los sedimentos, establece la medición



de variable no consideradas en la legislación chilena (*e.g.*, amonio, metales pesados, bacterias nitrificantes, fosfato, sulfuros, nitrógeno total, carbono orgánico total y fósforo total, entre otros). En la columna de agua, además de la concentración de oxígeno establece otras variables relevantes (*e.g.*, clorofila a, carbono orgánico particulado, profundidad de disco Secchi y nutrientes) (para mayores detalles <http://www.ecasatoolbox.org.uk>).

En consecuencia, se considera que además de las variables mencionadas por la legislación chilena (*i.e.*, granulometría, contenidos de materia orgánica, pH y redox, en lo sedimentos; estructura de la macroinfauna; concentración y saturación de oxígeno, metales pesados, temperatura y salinidad en la columna de agua; microbiológicos para detección de enfermedades; y en cultivos en tierra, aceites y grasas, cobre, coliformes fecales, DBO5, fósforo y nitrógeno total Kjeldahl, pH, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales y temperatura) se propone medir adicionalmente en sedimentos las concentraciones de sulfuros y de nutrientes y en columna de agua: clorofila-a, profundidad de disco Secchi, nutrientes y material orgánico particulado.

5.2. Objetivo específico 2: Evaluar el estatus sanitario y ambiental del área de estudio.

5.2.1. Digitalización de cartografía vigente.

Para poder evaluar el estatus sanitario y ambiental de un área en estudio, es fundamental contar con cartografía digital, para lo cual, en Chile, las fuentes oficiales de cartografía son el IGM (Instituto Geográfico Militar) y el SHOA (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de La Armada). El IGM en la actualidad, está adoptando como norma única del Sistema de Referencia Nacional (para todo el



país) el "Sistema Geodésico y Geocéntrico Mundial del año 1984" (World Geodetic System – WGS 84), el que obedece al empleo de la tecnología del Sistema de Posicionamiento Geodésico Global (GPS) y se trabaja conjuntamente con los países de América. Por su parte el SHOA, concordante con su responsabilidad en el ámbito de la seguridad de la navegación, debe basarse en las especificaciones de la "Organización Hidrográfica Internacional". La carta electrónica utilizada por los navíos de los distintos países tienen sistemas que deben ser compatibles. Por tanto, existe una obligatoriedad de cumplir con estándares que dicen relación con los contenidos, normas de funcionamiento de los sistemas de información y transferencia de datos hidrográficos (datum, proyección, unidades de medida, unidades de coordenadas, celdas, propósito, etc.).

Chile estableció una Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República (D.S. 475 de 1994, del Ministerio de Defensa Nacional), dentro de sus objetivos generales el N° 1 dice: Propender a una adecuada consideración de la realidad geográfica de cada uno de los sectores o áreas del litoral, que en algunos casos condiciona y determina usos específicos como en el caso de las bahías naturales, proximidad a centros poblados, condiciones meteorológicas locales, accesos, entre otras. Bajo esa premisa la representación cartográfica de las actividades que se desarrollan en el borde costero deben contar con una estandarización y normalización que represente la realidad geográfica de la manera más exacta posible. Sobre esta base durante el primer trimestre de 2008, la Subsecretaría de Marina generó un manual que contiene las "Bases Técnicas de normalización de las cartografías regionales para la elaboración de la zonificación territorial del Borde Costero". Material fundamental para el proceso de ejecución de ordenamiento territorial regional.

En estas bases técnicas el capítulo de: "Selección de Cartografía Disponible" letra "c", se refiere al Sistema de Referenciación, que dice lo siguiente: en primera



instancia, el sistema de referenciación Geodésico horizontal debe ser en Datum WGS-84 en Huso 19 en la zona norte y Huso 18 en la zona Sur (límite entre las dos zonas, latitud 43°30' Sur aprox.) y/o en segunda instancia, pueden ser cartografías en Datum SAD-69 o PSAD-56, pero ambas deberán ser transformadas por parámetros publicados por el IGM o SHOA, según corresponda (Parada, 2008).

El problema que se está generando y se ha podido evidenciar al momento de consultar información espacial procedente de diversas instituciones públicas, que si bien trabajan con cartografías geodésicas vigentes, proporcionadas por el IGM o el SHOA, al momento de compilar cartografía, específicamente para los mapas generados en los procesos de ordenamiento del borde costero, se obtienen mosaicos de información cartográfica. Esto implica que tiene un aspecto cartográfico netamente referencial, ya que se descuida la “Metadata” de los datos y no se considera un factor fundamental que es la escala cartográfica, la cual por los sistemas computacionales se ha desvirtuado, puesto que estos permiten trabajar con excesivos zoom pasando por alto los errores intrínsecos que poseen las cartografías debido a la escala. Por ejemplo, es común ver compilaciones cartográficas que van desde escalas 1:5.000 hasta 1:50.000 y menores, en que obviamente la sinuosidad del borde costero son diferentes, lo que afecta y altera los cálculos que se pudieran realizar sobre estos elementos. A modo de ejemplo, consideremos que la cartografía 1:50.000 ya presenta un error aproximadamente de 13 m.

En consecuencia, el contar con información cartográfica tanto normalizada en sus atributos para cada entidad que se represente gráficamente (*i.e.*, la base de datos de cada “shape” contiene datos homogéneos) como estandarizada cartográfica y geodésicamente (*i.e.*, teniendo el mismo nivel de detalle en toda el área de estudio, en datum WGS-84), nos garantiza, por un lado, tener un producto



apropiado para soportar información temática de otras fuentes, validando la georreferenciación que estas tengan, y por otra parte, contar con la potencialidad de poder ser utilizada en la ejecución de análisis espaciales posteriores. Además, proporciona una compatibilidad e interoperabilidad inter-institución que nos permite tener un soporte que puede ser escalable con aportes de otras instituciones.

5.2.2. Recopilación de información ambiental existente.

Para la recopilación de información ambiental existente en el borde costero de las XV, I y II regiones del norte de Chile, se siguió el cuadro de flujo de datos del proyecto. En este contexto, la construcción de la serie histórica de variables físico-químicas y biológicas en columna de agua, sedimento y recursos hidrobiológicos, ha permitido conocer el estatus ambiental y sanitario basal de la zona de estudio. Así como, la identificación de las áreas donde la información ambiental es precaria, no esta disponible o simplemente presenta una frecuencia no apropiada para la toma de decisiones. En este escenario, el PSMB posee un característica relevante en relación a que la toma de muestra se hace en la totalidad de la columna, considerando con esto la variabilidad vertical que presentan las masas de agua, lo que permite tener una idea clara y concisa de cómo se comportan dichos parámetros en cada estación en particular. Pero, por otro lado, este procedimiento puede transformarse en una limitante, pues las condiciones analizadas sólo corresponden a una situación puntual relativa al momento en que se realiza el muestreo, no permitiendo con esto obtener una representación de la variabilidad diaria o realizar generalidades sobre la existencia de patrones marcados a lo largo de una escala de tiempo mayor.

Con respecto al SEIA, la estructura y el formato en que se presenta la información que acompaña a la DIA es muy variable, lo que limita significativamente el



traspaso de datos. Por tanto, para facilitar la captura de información se debiera diseñar algún tipo de planilla Excel que contenga un conjunto mínimo de variables, homologables para los distintos tipos de actividad económicas, de manera similar a lo que ocurre actualmente con la ficha CPS. No obstante, esta fuente de información permite incorporar más elementos a la base de datos ambientales y sanitarios, que pudiesen no estar considerados en las otras fuentes. Por ejemplo, los tipos de descargas que generarían en plena actividad las instalaciones industriales, aún cuando estén bajo la norma establecida (e.g., D.S. N° 90/2000). En relación al RAMA, a pesar que la CPS puede ser obtenida directamente de la página web del SEIA (como información anexada a las DIA), lo que permite un acceso rápido y facilita el manejo de los datos, está en la mayoría de los casos, carente de información o incompleta con respecto a lo exigido para la categoría de centro de cultivo en la que clasifican (*sensu* Subpesca). No obstante, es posible a través de las INFA recopiladas (para los años analizados) completar parcial o totalmente los antecedentes que la individualizan (e.g., número de solicitud de concesión o autorización) o dan cuenta de características de su emplazamiento (e.g., batimetría). Parte de la desaparición de los INFA como proveedor de información, a partir del 2006, se explicaría por el cierre temporal (“descanso”) o definitivo de algunos centros de cultivo, dado la disminución del precio de ventas del recurso ostión.

La información de otras fuentes no sistemáticas (e.g., proyectos FIP), esencialmente corresponden a un conjunto de proyectos descriptivos de carácter científico-técnico que permiten llenar en cierta medida los vacíos de información que existen en algunas de las áreas interés. Por otra, parte, la información obtenida a partir de estudios puntuales adquiere mucha significación, ya que en muchos casos correspondería a información ambiental y sanitaria recopilada antes de la instalación en el borde costero de los centros acuícolas y/o de otras actividades económicas, lo que en cierta medida permitirá hacer comparaciones



sobre los efectos originados por el aumento de las actividades antrópicas en el tiempo, y eventualmente así, determinar si estos cambios han tenido o no injerencia en la aparición o recurrencia de eventos nocivos (e.g., contaminación por metales pesados) en las zonas abarcadas por éstos estudios.

La utilización de datos procedentes desde las distintas fuentes de información sistemáticas (e.g., proyectos de inversión en el SEIA) y no sistemáticas (e.g., proyectos FIP) se ve restringida, entre otros aspectos, por gran diversidad de estructuras en el cual se encuentran disponibles (formato y contenidos, unidades y clasificaciones), a una georreferenciación de los datos no estándar en el tiempo y a su dispersión interinstitucional (accesibilidad limitada a los datos crudos), lo que genera problemas en su tratamiento conjunto. Esto se podría subsanar generando un sistema único nacional de entrega de datos ambientales y sanitarios. Otro problema, principalmente, de los programas de seguimiento oficiales radica en la incertezas de las identificaciones de *taxa* o especies componentes del fitoplancton y de la macrofauna, por lo que es fundamental uniformar criterios, procedimientos y la estandarización de nombres (sinonimia) y ortografías de los mismos (Murillo *et al.*, 2008). Otra solución que permitiría mejorar la integración de estudios no sistemáticos con el resto de programas de seguimiento oficiales que se realizan en la zona (dígase PSMB y CPS-INFA), es el establecimiento de estaciones específicas y constantes que permitan tener un seguimiento más acabado del cambio de las condiciones imperantes en el ambiente, *i.e.*, que se transformen en una especie de indicador de las condiciones ambientales y sanitarias que imperan en la zona de norte, más aun cuando se vislumbra en el futuro no muy lejano un aumento de la influencia antrópica entre Arica y Taltal (ver proyectos de inversión en SEIA). Esto finalmente redundará en la ecuación resultante entre la disminución del número de variables a evaluar versus el aumento de los esfuerzos para cubrir espacialmente la totalidad de las áreas de interés.



Finalmente, para fines complementarios de este proyecto, resulta altamente recomendable (dado que el universo de datos que genera en el tiempo la aplicación del RAMA, PSMB y SEIA, y su complemento con otras fuentes alternativas, es suficientemente grande), tanto para optimizar el ingreso y la utilización de la información recopilada (tratamiento conjunto) como por la importancia de la consistencia y resguardo de estos datos (estandarización), justifica usar una base de datos relacional para su almacenamiento, consulta y mantención. La necesidad de hacer consultas con selecciones espaciales y análisis espaciales hace altamente conveniente que esta base de datos relacional tenga un módulo espacial. En este escenario el proyecto FIP 2006-36 (Murillo *et al.*, 2008) utilizó como motor de base de datos PostgreSQL, que siendo una base de datos de dominio público, es una base de datos que ha demostrado su solidez y calidad en muchas aplicaciones a través del mundo y en Chile (Gobierno Regional VI Región, DGA, etc.) y que dispone de un módulo espacial, PostGIS, de muy buena calidad. Es además, una base de datos que presenta una óptima conexión con aplicaciones PHP para WEB, y en el futuro se puede complementar con MapServer (también de dominio público) para publicación de mapas a través de páginas WEB.

5.2.3. Muestreo ambiental complementario en lugares representativos y análisis de las muestras.

Las concentraciones de Hg y Cd registradas en moluscos provenientes del sector de Corazones y Caleta Camarones fueron menores a las encontradas por Olivares *et al.* (2007) durante los años 2005 y 2006 en ambos lugares. Contrario a lo anterior, Olivares *et al.* (2007) no detectaron la presencia de Pb en organismos extraídos desde Caleta Camarones, mientras que en el presente estudio el Pb fue registrado en todos los moluscos analizados de este lugar. Las concentraciones de metales Hg, Cd y Pb en organismos marinos de la Bahía de Pisagua y Caleta



Chipana fueron similares a los descritos por Olivares *et al.* (2007) durante los años 2005 y 2006, salvo las cantidades de Cd que para el presente estudio fueron menores.

Sólo los moluscos marinos extraídos en 2/3 estaciones ubicadas al sur de Bahía de Pisagua y en las tres estaciones de muestreo en Caleta Chanavayita sobrepasaron los niveles máximos permitidos a nivel nacional por el Reglamento Sanitario de los Alimentos (D. S. N° 977/1996) para el metal As (2,0 mg/kg). Por otra parte, para la totalidad de las localidades muestreadas los organismos analizados no sobrepasaron el máximo permitido para el Hg (0,50 mg/kg) por el D. S. N° 977/1996 o por Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB). Similar comportamiento tuvo Pb, ya que no sobrepasado el nivel máximo permitido por ambas exigencias sanitarias (D. S. N° 977/1996: 2,00 mg/kg y PSMB: 1,50 mg/kg). No obstante, respecto al Cd la totalidad de las localidades muestreadas sobrepasaron el límite máximo permitido por el PSMB (1,0 mg/kg).

En relación a la presencia de metales pesados en sedimentos marinos, las muestras de sedimento provenientes de Caleta Camarones presentaron niveles de Hg y Pb menores a los descritos por Olivares *et al.* (2007) durante abril de 2006, mientras que los valores de Cd fueron mayores a los encontrados por estos mismos autores durante octubre de 2006. Por otro lado, las muestras de sedimento provenientes de Bahía Pisagua presentaron niveles de Hg, Cd y Pb superiores a los descritos por Olivares *et al.* (2007) durante los años 2005 y 2006 en este lugar. En Caleta Los Verdes, las muestras de sedimento presentaron niveles de Hg y Cd superiores a los registrados por Alcayaga & Sotomayor (2009) durante enero y abril de 2008, mientras que los niveles de Pb fueron inferiores para las mismas fechas. En Caleta Chanavayita las muestras de sedimento presentaron niveles de Hg, Cd y Pb mayores a los encontrados para la misma localidad por Alcayaga & Sotomayor (2009) durante los años 2007 y 2008.



Mientras que en Caleta Chipana las muestras de sedimento presentaron niveles de Hg, Cd y Pb inferiores a los encontrados en esta misma localidad por Olivares *et al.* (2007) durante enero de 2006. Cabe señalarse que a pesar de la variabilidad intra e interlocalidad de las muestras de sedimentos, en ninguna de las estaciones se superaron los valores establecidos para el As, Hg, Cd y Pb en las directrices canadienses de sedimentos para la protección de la vida acuática (CCME, 2002).

En cuanto a los resultados de materia orgánica, la Condición Ambiental de los sedimentos marinos (Demaison & Moore, 1980) provenientes de todas las localidades estudiadas presentaron, en general, una buena condición. En contraposición, los resultados obtenidos del análisis granulométrico dan cuenta, en función del estándar proporcionado por McLachlan (1980), de la poca resiliencia ante eventuales impactos antropogénicos de los fondos marinos de muchas de las localidades prospectadas. En particular, de los sectores Caleta Camarones, Tiliviche, Caleta Punta Arenas y Caleta Constitución.

De acuerdo al D.S. N° 144/2009, que establece Normas de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo, ninguna de las estaciones de muestreo presentó aguas que sobrepasaran los máximos valores permitidos por esta Norma legal. No obstante, la mayor presencia de coliformes fecales en agua de mar fue registrada en Caleta Camarones, situación similar a lo encontrado por Olivares *et al.* (2007) para la misma localidad durante el mes de febrero del año 2006, donde la presencia de coliformes fecales alcanzó un valor de 8 NMP/100 mL. Pese a lo anterior y en base a los criterios del CIESE (2009), los resultados de DBO₅ indican que la totalidad de las muestras de agua de mar analizadas poseen una buena calidad y una eventual baja presencia de bacterias. Otros resultados que dan cuenta de condiciones favorables de la calidad del agua son: la T y S, que están dentro del rango propuesto por Dosdat *et al.* (1996), y la concentración de metales



pesados en la columna de agua, que no sobrepasan los valores límites exigidos por la Norma Secundaria de Calidad de Aguas para el cultivo de recursos hidrobiológicos.

5.2.4. Análisis integrado de datos

Cambios estacionales de la T han sido registrados en diferentes zonas de nuestro país a través del tiempo (Moraga & Olivares, 1993; Marín *et al.*, 1993; Escribano *et al.*, 1995). En estudios recientes, por ejemplo, se ha mencionado la existencia de un fuerte contraste invierno-verano a lo largo de las costas de Chile, donde los mayores gradientes meridionales se presentan en los meses estivales (Jaramillo, 2006), lo que permite inferir la presencia de una fuerte estacionalidad en este parámetro. Sin embargo, los quiebres observados en los patrones estacionales de la T, sugiere la presencia de algún proceso recurrente en las áreas ubicadas en la Región de Antofagasta, lo que provocaría quiebres o “pulsos” en la tendencia de este parámetro en el tiempo. Estos “pulsos” pueden tener su explicación en la presencia de procesos irregulares de surgencia costera a lo largo del año. En este sentido, la zona costera del norte de Chile, en particular la zona costera aledaña a la Ciudad de Antofagasta, ha sido descrita por diversos investigadores como un área sujeta a surgencias intermitentes a lo largo del año (Guillen, 1983; Rodríguez *et al.*, 1991; Marín *et al.*, 1993). Estos fenómenos quebrarían los ciclos estacionales de la T, provocando con esto una mayor variabilidad térmica dentro de un ciclo normal (Escribano *et al.*, 1995). Por otra parte, al revisar las diferencias entre las máximas y mínimas TSM, se observó que las diferencias en la costa de Antofagasta alcanzan un promedio cercano a los 6°C. Este diferencial ha sido registrado por otras investigaciones, documentando para la costa norte diferencias mayores a 7°C entre veranos e inviernos mientras que este diferencial en la zona sur del país, solo alcanzaría a los 2° C de diferencia (Jaramillo, 2006).



En relación a la variabilidad estacional y espacial de la concentración de oxígeno, son diversos los factores que pueden influir en la falta de una estacionalidad en las tendencias de este parámetro. Uno de estos factores puede estar dado por la intensidad y dirección de los vientos que afectan las áreas analizadas. Es conocida la existencia, en un gradiente geográfico norte – sur, de fuertes diferencias tanto en los vientos meridionales (norte-sur) como en los zonales (este-oeste). No obstante, es interesante considerar los eventuales efectos provocados por la topografía del lugar, por ejemplo, en la zona de Antofagasta, la ubicación de las tres áreas PSMB varía según su disposición alrededor de la Península de Mejillones. De esta manera, tenemos que el área El Rincón se encuentra en la Bahía de Mejillones, la cual tiene abertura en dirección al norte y predominio de vientos meridionales (en dirección al norte), por lo que quedaría al resguardo de la influencia que generan estos vientos, los cuales parecieran ser eventos puntuales. Por el contrario, el área denominada El Colorado, el cual presenta una abertura sur, se encuentra al fondo del saco que forma en la Bahía de San Jorge de Antofagasta, por lo que se encuentra expuesto a la influencia de los vientos meridionales predominantes para la zona, lo que eventualmente explicaría el nivel de estabilidad observada a lo largo del año, en comparación con las otras áreas cercanas. Por consiguiente, zonas más expuestas a estos vientos deberían tener mayor mezcla de la columna de agua y corrientes más intensas. Explicación que podría ser extrapolada al resto de las áreas abarcada por este estudio. Otra forzante que es necesario agregar, corresponde a la presencia de los eventos de surgencia, los cuales pueden afectar la concentración del oxígeno disuelto, de manera similar a lo explicado para TSM, al aportar masas de aguas ricas en nutrientes, pero pobres en oxígeno.

En cuanto a la salinidad, recientes investigaciones mencionan la importancia que puede tener la estacionalidad de la entrada de agua dulce en un área en particular (Dávila *et al.*, 2002). Sin embargo, la baja variabilidad temporal registrada de este



parámetro en la Región de Antofagasta, sería un antecedente relevante que permitiría sustentar la existencia de una zona homogénea en el Norte de Chile, caracterizada por el bajo aporte de aguas dulces al sistema.

5.2.5. Confección de mapas temáticos y evaluación del estado ambiental y sanitario de las áreas

En cuanto a la confección de mapas temáticos, la elección del datum WGS 84 se sustentó en que este es el adoptado actualmente como estándar por IGM, SHOA y es el nativo de los GPS que se usan en las determinaciones de puntos de muestreo. Por otra parte, la utilización del formato extensión SHP para la cartografía se debe a que en la actualidad el único formato gráfico apto para mapas que es leído por la casi totalidad de los “software” comerciales y de dominio público, permitiendo además, una asociación directa con tablas de datos. Por otra parte, el análisis de la información temática en los SIG conlleva, habitualmente, la necesidad de crear cubiertas temáticas o superficies continuas de atributos espaciales, en los que se dispone de observaciones experimentales (muestreos), a partir de las cuales se desea predecir (cartografiar) la distribución espacial de las variables o atributos estudiados. En consecuencia, la toma de datos experimentales es una parte básica en el estudio de estas variables espaciales referidas al territorio, aspecto que tiene connotaciones tanto prácticas como económicas. Por consiguiente, para poder contar con información confiable, los datos (muestras) deben cumplir con criterios de homogeneidad, estandarización y representatividad del fenómeno estudiado, y además, que ésta pueda ser utilizada en la elaboración de mapas temáticos mediante técnicas de interpolación espacial (Chica-Olmo & Luque-Espinar, 2003). La normalización y la estandarización de los datos informados son procedimientos importantes, ya que proporcionan confiabilidad en los datos generados y utilizados, facilitan el intercambio de información, aumentan el potencial de análisis de las bases de datos digitales,



evitan la duplicidad y aumentan la eficiencia del grupo de usuarios del SIG en una institución. Además de mejorar la calidad de los productos generados vía SIG y permitir la edición y mantención de la calidad de las bases de datos en el futuro.

Por otra parte, considerando que las secuencias temporales de las variables analizadas nos proporcionan comportamientos que pueden ser indicadores de futuros eventos de contaminación y que la mayor aptitud de un área de cultivo estará dada por su potencialidad para exportar lo que producen, las áreas evaluadas se ranquearían en orden decreciente de la siguiente manera: Caleta Los Verdes, Bahía el Rincón (Mejillones), Caleta El Colorado, Caleta Errázuriz y Sector de La Guataca. Particularmente, llamativo resulta ser la alta recurrencia de eventos de contaminación por Cd que afectan a estas dos últimas áreas. Más aún, si se considera los efectos nocivos sobre los organismos en cultivo y que el consumo recurrente de alimentos contaminados puede traer graves consecuencias para la salud humana, ya sea gatillando una enfermedad llamada Itai-Itai (que destruye los eritrocitos y produce bronquitis crónica, entre otras secuelas) o como agente carcinogénico (Grossklaus, 1989).

5.3. Objetivo específico 3: Caracterizar geográfica y operativamente, las zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II regiones.

Desde el punto de vista de las variables incorporadas al análisis territorial, es importante discutir la manera en cómo estas actúan por si misma y de manera interactiva con otras, configurando áreas con diferentes potencialidades y desventajas para la acuicultura.



Aspectos normativos

Desde el punto de vista normativo, los usos y manejos compatibles y sustentables del borde costero de Chile, se rige por la Política Nacional de Borde Costero de 1994, la que ha sido nuevamente considerada y está siendo trabajada por la Subsecretaría de Marina.

En la actualidad la aplicación de la Política está abocada a los diagnósticos a nivel regional a fin de definir las respectivas macrozonificaciones y posteriormente, las microzonificaciones de los usos del borde costero.

No obstante, el esfuerzo realizado, la Política no tiene un reglamento que la acompañe como agente resolutivo, sino que aún está con una condición propositiva. La metodología de trabajo aplicada en la definición de macro y micro zona corresponde a un esquema de trabajo participativo que incluye a todos los diversos actores sociales que interactúan en el territorio costero.

A pesar de lo anterior, la Ley de Vivienda y Construcción, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo es la que contiene las facultades resolutivas y propositivas de usos del suelo a nivel nacional. Es de carácter resolutivo a través de las ordenanzas de vivienda y construcción en las áreas urbanas, y sólo propositivas en las áreas rurales.

En este contexto, las regulaciones del uso del borde costero son planificadas y declaradas por la Política de Borde Costero, pero en la práctica son los usos del suelo propuestos por los planes reguladores comunales, intercomunales o seccionales, las instancias formales de establecimiento de actividades en la zona costera.



Si a ello se agrega que ciertas áreas pueden presentar condiciones de accesibilidad y de cercanía a servicios básicos, junto a atractivos paisajísticos y recreacionales, a través de los Planes Reguladores es posible que tales territorios puedan ser incorporados como áreas urbanas o urbanizables.

De lo anteriormente expuesto, la condición territorial de aptitud para la acuicultura está muy sujeta a los vaivenes del mercado inmobiliario. Si bien esto aplicaría en el caso del área de estudio para las zonas periurbanas de los centros urbanos consolidados, es importante considerarlo como una condición potencial. En este mismo contexto y dada la vocación minera de las regiones del área de estudio, las zonas costeras pueden ser también normadas como apropiadas para usos portuarios, industriales y otros afines.

Consecuentemente, la determinación de áreas de aptitud para la acuicultura debe ser cotejada con los instrumentos de planificación territorial, toda vez que éstos hacen planificaciones en horizontes temporales de hasta 30 años.

Los usos del suelo del borde costero ya señalados son incompatibles con las actividades acuícolas.

Componentes físicas del territorio geográfico

Las variables del medio físico natural del borde costero, constituyen variables cuya incidencia en la aptitud acuícola puede ser relativa a las características especiales de las especies. No obstante ello, se considera que existen algunas condiciones más apropiadas que otras para la acuicultura.

En este contexto, la presencia de ensenadas o bahías con playas arenosas o de rodados, pueden ser consideradas como las más apropiadas para las actividades



acuícolas. Toda vez que existe una zonificación del tipo de rompiente y nivel de disipación de la energía del oleaje.

Sin embargo, desde el punto de vista de las condiciones menos propicias, estas las constituyen las siguientes formas:

- Las islas arrecifales: que constituyen pequeños islotes rocosos cercanos a la línea de costa. Su presencia implica el efecto localizado de refracción y difracción más un incremento en la concentración y aumentos de la energía del oleaje.
- Las zonas con acantilados escarpados: en que se concentra una alta energía del oleaje y las líneas de rompientes hacen al sector prácticamente inaccesible.
- La presencia del Farellón Costero: puede constituirse en una limitación debido a situaciones del oleaje similares a las descritas para los acantilados, pero además porque está sujeta a amenaza natural. Las laderas del Farellón Costero y de Cordillera de la Costa pueden aportar grandes cantidades de masa al litoral, debido a la ocurrencia de remociones en masa. Este tipo de fenómeno ocurren en la costa desértica de las regiones estudiadas, por procesos gravitacionales y desencadenados por sismicidad. Existen evidencias en terreno que este tipo de fenómeno es bastante recurrente en el territorio.

Componentes socioeconómicos y de infraestructura

La presencia de centros poblados, de diferente jerarquía e infraestructura urbana, sobre todo de comunicaciones y transporte constituyen ventajas comparativas y competitivas de importancia para la producción y comercialización de los productos acuícolas.



Sin embargo, tales aspectos pueden también ser considerados como desventajas al constituirse en usos competitivos y de conflictos de uso del territorio. En este sentido entonces, la mirada que debería realizarse a fin de aprovechar las potencialidades que ofrece un área poblada y la infraestructura, es establecer áreas de buffer.

No obstante lo anterior, y siendo consecuente con lo señalado en los espectros normativos, las áreas de buffer a ser establecidas debieran ser concordadas con las autoridades encargadas de la planificación territorial, es decir, con los Directores de Obras Municipales, a fin de evitar que en las “áreas aptas para acuicultura” se proyecten usos incompatibles con esta actividad. Los usos incompatibles, está referido a las actividades y usos urbanos-residencial, industrial, portuario, minero, acopio y otros de carácter intensivo, es decir, que involucren movimiento de mano de obra, transporte y materiales, etc.

Como este aspecto es de gran importancia para los usos del litoral y dado el crecimiento del mercado inmobiliario en Chile, es recomendable establecer un buffer, aunque sea de carácter preliminar para no restringir la actividad acuícola. En este sentido se podría sugerir un buffer de 1000 m de distancia del límite urbano como apropiado para la acuicultura. El borde norte es difícil de establecer sin un estudio local, en función del tamaño del centro poblado y las condiciones ambientales costeras del mismo, en términos de existencia de ductos contaminantes, cantidad de emisiones, tipo de emisiones, etc. en correlación con los aspectos oceanográficos y de morfología costera.

Otro aspecto importante de destacar y que es sólo apreciable durante el período estival dice relación con el uso del borde costero como campamentos de veraneo. Si bien parece algo particular, es una actividad asociada directamente a las vías de acceso y cercanías a centros poblados que los provean de agua. En la mayoría de estos campamentos, que a veces



constituyen varios cientos de metros a lo largo del litoral, no se cuenta con servicios sanitarios ni de recolección de basuras.

Entre las principales actividades económicas que se llevan a cabo en el borde costero de las regiones del norte de Chile, destacan las actividades portuarias que se desarrollan en base a la importación y exportación de productos comerciales. Así como también, el transporte de pasajeros, la actividad pesquera y el transporte de materias primas para las industrias de la minería y alimento. Los principales puertos industriales existentes en la zona de estudio son el Puerto de Arica ($18^{\circ}28'34.91''S$; $70^{\circ}19'35.62''O$), de Iquique ($20^{\circ}12'34.77''S$; $70^{\circ}09'23.16''O$), de Patillo ($20^{\circ}44'57.12''S$; $70^{\circ}11'46.56''O$), de Patache ($20^{\circ}51'37.14''S$; $70^{\circ}09'15.78''O$), de Tocopilla ($22^{\circ}05'38,03''S$; $70^{\circ}12'54,33''O$), Mejillones ($23^{\circ}03'55.28''S$; $70^{\circ}23'17''O$), Antofagasta ($23^{\circ}38'46,5''S$; $70^{\circ}24'31,62''O$) y La Escondida - Coloso ($23^{\circ}45'20.78''S$; $70^{\circ}27'43.03''O$).

Condición de amenazas y riesgos naturales

Las condiciones de amenaza y riesgo natural en el litoral pueden ser en primer término fácilmente establecidas y corresponden a las áreas potencialmente inundables por eventos de tsunamis. Toda la línea de costa de las regiones en estudio está sujeta a amenaza y riesgo de inundación por tsunamis. La costa norte de Chile está constantemente monitoreada geofísicamente, pues no ha habido un sismo con carácter de terremoto en más de 100 años y probabilísticamente el período de retorno está en su límite. La zona costera norte de Chile, es sísmicamente activa y registra eventos históricos de tsunamis.

Los planes reguladores comunales de las comunas costeras deben contar con los mapas de riesgos de tsunamis, la gran mayoría de ello realizados por el SHOA o por estudios ad hoc.



Tal como se señaló en párrafos anteriores, las áreas de laderas que confluyen directamente a la zona costera, constituyen fuentes de aporte de sedimentos a través de caídas gravitacionales de material rocoso y detrítico, como también de remociones en masa de origen sísmico.

Las áreas asociadas a sistemas de desembocaduras de los grandes ríos andinos, inactivos en la actualidad, son también áreas de amenaza y riesgo por aluviones de carácter esporádico y excepcional vinculados a los eventos climáticos denominados “invierno boliviano”.

Zonas de protección de la biodiversidad y de los recursos naturales

En relación a los sectores costeros de importancia para la conservación de la biodiversidad marina y costera entre Arica y Taltal, la Reserva Marina La Rinconada fue decretada el 15 de septiembre de 1997 por el D.S. N° 522, con el objetivo de proteger la población natural de ostión del norte que este lugar ($23^{\circ}29'02.06''S$; $70^{\circ}30'55.17''O$), ubicado al sur de la Península de Mejillones, en la Región de Antofagasta. Mientras que para CONAMA el estuario Río Lluta ($18^{\circ}22'23.15''S$; $70^{\circ}21'27.23''O$), el sector de Punta Patache ($20^{\circ}48'47.19''S$; $70^{\circ}12'31.84''O$), la desembocadura del Río Loa ($21^{\circ}21'10.40''S$; $70^{\circ}05'54.71''O$) y la totalidad de la Península de Mejillones ($23^{\circ}00'10.39''S$; $70^{\circ}59'16.0''O$) deben ser sitios considerados como prioritarios para la conservación de la biodiversidad, sin existir ningún pronunciamiento legal que aplique esta categoría de conservación a los sitios ya mencionados. Especial atención, dado su fragilidad, adquieren los oasis de niebla ubicados en el borde costero, que en la Región de Tarapacá se encuentran en los siguientes sectores (Aravena *et al.*, 2008):

- Alto Junin.
- Caleta Buena.
- Huantaca.



- Huantajaya.
- Punta Gruesa.
- Alto Patache.
- Pabellón de Pica.
- Altos de Chipana.

Además, en el área de estudio, se desenvuelven aves que se alimentan de la comunidad de peces, las denominadas aves “guaneras”. De la totalidad de las guaneras o covaderas detectadas por la Oficina Técnica de Borde Costero de la Región de Tarapacá, sólo algunas cuentan con protección oficial en la actualidad (Aravena *et al.*, 2008):

- Punta Pisagua.
- Mejillones del Norte.
- Punta Pichalo.
- Pingüinera Punta Almacenes.
- Punta Guaneras.
- Punta Piojo.
- Punta Gruesa.
- Punta Patillos.
- Punta Patache.
- Punta Negra.
- Chanavaya.
- Pabellón de Pica.

Por otro lado, Sernapesca ha identificado como sitios prioritarios para su protección oficial La Rinconada, Caleta Errázuriz– Punta Tetas, en la Región de Antofagasta, y Bahía Chipana, en la Región de Tarapacá (Subpesca, 2006). Estas áreas se caracterizan por una alta diversidad biológica sustentada por los focos de surgencias



cercanos a la costa que se producen por períodos cortos y durante todo el año. Además se destaca la abundancia de recursos pelágicos de importancia comercial como la anchoveta y la sardina española (Subpesca, 2006). Cabe señalarse que en este sistema costero chileno los eventos de surgencia se presentan durante todo el año, alternándose con períodos de relajamiento. La frecuencia de estos eventos es mayor en verano y la duración de cada uno de ellos es variable y oscila entre 4 y 15 días. Los eventos de mayor duración se presentan a fines del verano e inicios del otoño, mientras que los de menor duración ocurren durante los meses de invierno y primavera. Es en este último período donde la extensión de la surgencia medida desde la costa hacia la zona oceánica alcanza de 20 a 25 millas náuticas (46,3 Km), mientras en verano puede alcanzar las 40 mn (74,08 Km), en ambos períodos la “lengua surgente” tiene dirección W o NW (Barbieri *et al.*, 1995). Es justamente en las primeras 20 mn desde la costa en donde se concentran las mayores densidades y agregación de recursos pelágicos vinculados a las zonas de borde de las áreas de surgencia (Pizarro *et al.*, 1994). Es así, que de acuerdo a la literatura científica existente (Pizarro *et al.*, 1994; Barbieri *et al.*, 1995), se identifican las siguientes zonas de surgencias:

- Norte de Pisagua y Punta Pichalo (19° 26' 00" a 19° 35' 00" S) con foco de surgencia en Punta Pichalo.
- Punta Piedras (20° 04' 50" a 20° 14' 20" S).
- Sur de Iquique (20° 30' 00" a 21° 10' 00" S), con focos en Punta Chucumata, Punta Yape, Punta Patache y Punta Lobos.
- Punta Blanca (21° 10' 00" a 21° 20' 00" S).
- Sur de Playa Iquique a Punta Chipana.
- Desembocadura Río Loa (21° 21' 00" a 21° 29' 30" S).
- Punta falsa Chipana a Sur del Río Loa.



Adicionalmente, este sistema costero es afectado por eventos Niño-Niña o de Oscilación del Sur (ENOS), que se manifiesta por alteraciones de los patrones de distribución de temperatura, salinidad y contenido de oxígeno disuelto de las masas de agua superficiales. Este cambio en las condiciones ambientales causa efectos ecológicos, como migraciones batimétricas y geográficas de especies pelágicas, desaparición o reemplazo temporal de especies, alteración en las comunidades, cambios en la dinámica de poblaciones, etc. Además, una disminución de los procesos de surgencia (up-welling) e intensas precipitaciones o sequías en zonas costeras, según sea el caso (e.g., Pizarro *et al.*, 1994;)

5.4. Objetivo específico 4: Proyectar, en base a los antecedentes recopilados, la posibilidad de desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II regiones.

En los orígenes de la acuicultura, la implantación de los centros de cultivo se dio por razones prácticas en zonas poco profundas (someras) y con abrigo a fuertes vientos y corrientes. Sin embargo, debido al crecimiento explosivo de la acuicultura tanto por el aumento de la producción como por la incorporación de nuevas especies cultivables, se ha hecho necesario el uso de nuevas áreas geográficas. Estos nuevos sectores, eventualmente podrían presentar condiciones ambientales distintas a las que han sido utilizadas hasta ahora, y por ende, requerir de la implementación de nuevas tecnologías de cultivo. En este contexto, la expansión de las actividades de cultivo en el mar estará condicionada a ciertos requerimientos mínimos que debe cumplir el sitio a utilizar por el cultivo como ser: presentar una alta tasa de renovación de aguas, no presentar tendencia a la eutroficación ni a la disminución de la concentración de O₂, como también, a la dinámica de acumulación de sedimentos bajo los sistemas de cultivo (Cicin-Sain *et al.*, 2003). Esto, junto con la idea de implementar policultivos a una escala de áreas



geográfica, genera la necesidad de implementar mecanismos para regular la intensidad de uso y los impactos sinérgicos producidos por esa actividad. Y consecuentemente, el ser incorporadas como nuevas herramientas de decisión para el otorgamiento de los permisos correspondientes.

Por tanto, la selección de un sitio depende de la actividad de acuicultura a desarrollar y de las características de este, por cuanto, distintos lugares pueden responder diferencialmente a la misma intensidad de uso (Uriarte, 2000). En una segunda fase de análisis de la información recopilada se centra en el análisis de las variables y/o parámetros que se identifican, a juicio del grupo de trabajo y basado en la bibliografía disponible (e.g., Levings *et al.*, 1995; Silva *et al.*, 1999; Uriarte, 2000; Andrade, 2002; Arcos, 2002; Jacumar, 2004), como aquellas más relevantes (críticas) para la determinación de los sitios más propicios para el establecimiento de actividades de acuicultura. Por tal motivo, se consideran aquellos aspectos relacionados con el rango óptimo productivo (tolerancia ecológica y fisiológica), propios de las especies a cultivar. Como factores asociados a lo anterior, se toman en cuenta los requerimientos técnicos para la operación y la mantención de las estructuras de cultivo. Complementariamente, los efectos del cultivo sobre el ambiente y viceversa son dependientes de las interrelaciones entre varios factores (e.g., disponibilidad de nutrientes, acumulación de material particulado, grado contaminación de las aguas), que dan cuenta del grado de vulnerabilidad o sensibilidad de un área frente a la eventual instalación de un cultivo. La identificación de áreas potenciales para el cultivo, de acuerdo a su sensibilidad ambiental, es una herramienta que posibilita el establecimiento de restricciones de uso. En este sentido, estudios realizados en Andalucía (España), con el objeto de lograr un mejor aprovechamiento del recurso espacio y asegurar la sustentabilidad de la actividad acuícola, han establecido zonas medioambientalmente aptas, en la costa mediterránea de Andalucía, para la instalación de balsas-jaula en mar abierto. Estos sitios fueron definidos en base a profundidades medias (entre 25 m y 50 m), a factores abióticos (como temperatura,



salinidad, turbidez, corrientes y oleaje) y a la dispersión de partículas de 20, 31 y 63 um, tamaños correspondientes a las fracciones finas de los “pellets” y de las fecas de los peces (Jacumar, 2004). De esta forma evaluaron cuantitativamente las áreas marinas y costeras que podrían verse afectadas por hipotéticas instalaciones situadas en los emplazamientos seleccionados, estableciendo con ello, los potenciales conflictos con usos poco o nada compatibles con la acuicultura. Así como, la estimación de la capacidad de carga de cada emplazamiento y las ubicaciones más adecuadas dentro de cada uno de ellos (Jacumar, 2004). También en este mismo lugar, se han realizado estudios de localización de zonas de interés para los cultivos marinos. Estas zonas fueron establecidas sobre la base de que no existan incompatibilidades de uso de tipo administrativo y que las condiciones del medio (parámetros ambientales) sean aceptables para la viabilidad de la producción (Jacumar, 2004). En este sentido es importante también establecer las especies que técnicamente sean más idóneas a las condiciones del emplazamiento y que desde un punto de vista económico, hagan más rentable la explotación. En consecuencia, la elección entre varias alternativas de cultivo requiere de un análisis integrado de los múltiples factores interactuantes (tecnológicos, ambientales, geográficos y operativos), esto es, la combinación de una serie de variables y/o parámetros que determinan la aptitud de un lugar para un cultivo particular.

Finalmente, la propuesta generada de áreas de interés para la acuicultura deberá adecuarse al marco jurídico vigente y a las necesidades actuales y futuras del sector acuicultor, con el propósito de facilitar un mejor ordenamiento de la actividad, resguardando la equidad en el acceso y permitiendo un óptimo aprovechamiento de los espacios útiles para su desarrollo y crecimiento, lo cual constituye un factor estratégico para un desarrollo regional sustentable.



5.5. Objetivo específico 5: Identificar variables y parámetros ambientales, sanitarios y operativos para cuantificar la evolución o desarrollo del sector acuicultor.

Para la aplicación de un enfoque ecosistémico en el seguimiento de la actividad es necesario implementar herramientas que unifiquen toda la información del área escogida. Esto con el propósito de optimizar los niveles de producción y minimizar las externalidades negativas. En consecuencia, al momento de permitir la instalación de sistemas de cultivo, es necesario considerar todas las características ambientales y las potencialidades que tenga una determinada área (Murillo *et al*, 2006). En España, siguiendo consideraciones similares a las anteriormente señaladas, se han propuesto protocolos para la selección de sitios aptos para la acuicultura (Borja, 2002). En estos se postula que los estudios no deben tener una receta única, pudiendo adaptarse a cada lugar, no haciendo listas exhaustivas de todo, sino centrándose en los aspectos que tengan mayor incidencia sobre los factores ambientales y únicamente en aquéllos que puedan verse afectados por la acuicultura.

Sin lugar a dudas, el programa de seguimiento propuesto debe ser visto como una aproximación general de las situaciones que imperan en estos ambientes, lo que que a la larga y unido con la información entregada por otro tipo de programas ambientales o de salubridad permitirán mejorar el conocimiento sobre la dinámica de los ambientes marinos que se desean investigar. Es por ende, que este tipo de información, permite planificar aspectos logísticos de muestreos más intensivos, que permitan con mayor detalle responder las interrogantes científicas que se pretenden poner a prueba, o bien, alimentar eventuales modelos predictivos respecto de la capacidad de carga de las áreas costeras de interés. Hay que recordar que un programa de monitoreo intenta responder a un objetivo particular, el cual lleva a que su diseño en sí este directamente dirigido a responder estas interrogantes y no otras.



6. CONCLUSIONES

6.1. Objetivo específico 2.2.1: Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente y/o solicitado, en el área de estudio.

- Se han identificado 99 concesiones de acuicultura, de las cuales 52 están autorizadas y 47 en trámite de otorgamiento, distribuidas en 42 localidades costeras que cubren un área total de 3445,48.
- La base productiva del litoral costero Arica a Taltal, está conformada por el cultivo comercial del ostión del norte, la ostra del Pacífico y el pelillo. En las aguas epicontinentales el cultivo comercial es sostenido por las microalgas *Haematococcus* y *Spirulina*.
- Se establece como base de diversificación productiva, para la zona comprendida entre Arica y Taltal, 45 especies hidrobiológicas susceptibles de cultivo, de las cuales 5 presentan cultivos comerciales en la zona, 24 han sido cultivadas de manera experimental y 16 especies presentan cultivos consolidados y/o experimentales con promisorios resultados en otras regiones del país y sobre los cuales se estima un escalamiento industrial a mediano plazo.
- En general, la acuicultura tiene múltiples y complejos efectos sobre el medio ambiente. Éstos son distintos dependiendo de la especie y los sistemas de cultivo. El cultivo de organismos de alto nivel trófico, en el que se encuentran peces carnívoros, tiene mayores efectos ambientales que el de aquellos organismos que no reciben alimentación exógena como las ostras, ostiones o algas.



- En total se registraron 34 parámetros ambientales de importancia para la acuicultura marina en el norte grande de Chile y que se desglosan en variables relevantes que determinan: la condición del fondo marino, la condición de las especies hidrobiológicas y la condición de la columna de agua marina.

6.2. Objetivo específico 2.2.2: Evaluar el estatus sanitario y ambiental del área de estudio.

- Las fuentes de información de mayor volumen a las que se ha accedido son el Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB), el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y el Fondo de Investigación Pesquera (FIP).
- En la zona de estudio no se han registrado casos en que los niveles de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, VPM, VDM, VAM, *E. coli*, *V. parahaemolyticus*, virus norwalk y fitoplancton (especies nocivas) sobrepasen el valor máximo permitido por la normativa nacional vigente o los valores internacionales de referencia. Contrario a lo ocurrido con las concentraciones de metales pesados As y Cd en recursos.
- Las localidades Caleta Corazones, Caleta Chanavayita, Caleta Punta Arenas, Caleta Constitución y Caleta Buena, presentan en términos geofísicos y ambiental-sanitarios las mejores condiciones para el desarrollo de actividades de acuicultura. El único aspecto restrictivo es la superación en todas estas del máximo permitido para el Cd en recurso.
- Para muchas de las localidades monitoreadas en el marco de este estudio, los parámetros medidos, y los registros históricos recopilados, configuran



los niveles y concentraciones basales de contaminantes o estado preoperacional previo a su uso en acuicultura.

6.3. Objetivo específico 2.2.3: Caracterizar geográfica y operativamente, las zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II regiones.

- En el borde costero de las XV, I y II regiones del norte de Chile, existen 70 polígonos decretados como A.A.A., los cuales se encuentran ubicados en 41 localidades, cubriendo un área total de 32.129,91.
- En el borde costero de las XV, I y II regiones del norte de Chile, existen 54 polígonos decretados como A.A.A., en los cuales no existen concesiones de acuicultura otorgadas o en trámite.
- En las costas de las XV, I y II regiones existen 62 Amerbs, las cuales abarcan una superficie total de 13214,67 ha.
- Se identificaron para la zona de estudio 27 sistemas de Bahías o Ensenadas, en función de su dinámica litoral y mediante la identificación del elemento geográfico que constituye el puntal rocoso que ha originado la formación de la ensenada.
- Los focos de surgencia existentes en la zona de estudio se constituyen en elementos estructurantes de las condiciones generales y particulares de los ecosistemas costeros entre Arica y Taltal.



- El fenómeno océano-atmosférico el “El Niño - Oscilación del Sur (ENOS)” se presenta como la principal anomalía océano-atmosférica para las costas del norte del Chile.

6.4. Objetivo específico 2.2.4: Proyectar, en base a los antecedentes recopilados, la posibilidad de desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II regiones.

- En función del IPE, los recursos comparados que presentan un mayor potencial para el cultivo son: el ostión, la ostra japonesa, el pelillo, el pulpo, el abalón, la ostra chilena, el loco, el camarón del norte, la langosta de agua dulce, el acha, el dorado y el atún
- El procedimiento numérico aplicado determinó que Caleta San Marcos-Playa Corazones, Ñajo-Pabellón de Pica, Río Loa-Tocopilla, Isla Santa María-Cerro Moreno y Paposos-Taltal son los sectores que reúnen las mejores condiciones (Aptitud Alta) para desarrollar actividades de acuicultura.
- Los sectores costeros disponibles entre Arica y Taltal para desarrollar la acuicultura, *i.e.*, aquellos que presentan una Aptitud Alta en función de las especies selectas, representan un total neto de 34.969 ha.
- Procedimientos como el aquí presentados, al estar enfocados en dar un mejor uso del recurso espacio y a propender a la sustentabilidad de la actividad, se constituyen en una herramienta que permite orientar de mejor forma la toma de decisiones en el ámbito de la gestión territorial integrada en torno a la acuicultura.



- **Objetivo específico 2.2.5: Identificar variables y parámetros ambientales, sanitarios y operativos para cuantificar la evolución o desarrollo del sector acuicultor.**
- La propuesta de seguimiento está basada en factores geográficos, características del recurso cultivable y el entorno humano en que se desarrolla la actividad. Para apoyar la recopilación, la organización y el almacenamiento digital de los datos se desarrolló el programa DigAreas.exe.
- Las variables o parámetros seleccionados para el seguimiento son: oxígeno disuelto, clorofila-a, sólidos suspendidos, estado trófico, calidad sanitaria de las aguas, gases sulfuro y metano en el sedimento, granulometría, materia orgánica, composición de agua intersticial (potencial rédox, pH y temperatura en sedimento) y macroinfauna.
- El norte grande de Chile posee las capacidades técnicas y de infraestructura para la implementación de este seguimiento.



7. CARTA GANTT DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO FIP N° 2008-34

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividades objetivo 4.1	x	x	x	x	x	x				
Identificación actividades de acuicultura en área de estudio	x									
Descripción de ciclo de producción de organismos hidrobiológicos	x									
Antecedentes de impactos ambientales por cada recurso	x	x	x							
Identificación de instrumentos regulatorios y disposiciones legales			x	x						
Justificación y fundamentos de variables y parámetros técnicos a utilizar				x	x	x				
Actividades objetivo 4.2		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Digitalización de cartografía vigente			x	x	x					
Recopilación de información ambiental existente		x	x	x	x	x				
Muestreo ambiental complementario en lugares representativos						x	x	x		
Análisis de las muestras						x	x	x	x	
Análisis de datos			x	x	x	x	x	x	x	
Confección de mapas temáticos				x	x	x	x			
Actividades objetivo 4.3			x	x	x	x	x			
Identificación A.A.A. y posicionamiento de polígonos en cartografía			x	x						
Posicionamiento de otra información relevante				x	x	x	x	x		
Revisión bibliográfica para identificación de variables y parámetros							x	x		
Confección de mapas semáforos								x		
Actividades objetivo 4.4							x	x		
Determinación de índices de aptitud para desarrollo acuicultura							x	x		
Posicionamiento de polígonos de las nuevas áreas propuestas							x	x		



Carta Gantt (Continuación).

Actividades objetivo 4.5									X	X	
Selección de las variables orientadas al seguimiento									X	X	
Propuesta de seguimiento									X	X	
Valorización de propuesta de seguimiento									X	X	
Actividades generales del proyecto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Taller de inicio	X										
Taller de difusión									X		
Informe de avance I					X						
Pre- informe final										X	
Informe final											X
Manuscrito de publicación										X	
Reuniones de coordinación Subpesca			X		X				X		



8. PLAN DETALLADO DE ASIGNACI3N DE PERSONAL PROFESIONAL Y T3CNICO

8.1. **Objetivo general.** Diagnosticar y proyectar las actividades de acuicultura en la zona norte de Chile (XV, I, II regiones) en base a la caracterizaci3n de las condiciones ambientales, sanitarias, geogr3ficas y operativas.

Personal	Objetivos					Actividades generales	Total
	1	2	3	4	5		
Vladimir Murillo	60	490	160	100	170	208	1188
Heraldo Contreras	210	300	20	10	60	49	649
Jaime Cursach	32	700	200	140		55	1127
Nicole Pesse	20	680	0	40		45	785
Cristian Toledo	20	0	0	0		30	50
Christian Espinoza	0	64	70	0		25	159
Paola Hinojosa	0	540	0	0		0	540
María Soto	0	130	70	180		40	420
Lilian DÍaz	0	120	100	0		0	220
Ricardo González	0	180	180	180		0	540
Melissa Conejeros	0	0	0	0		24	24
Total	342	3204	800	650	230	476	5702



8.2.1. Objetivo específico 4.1. Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente y/o solicitado, en el área de estudio.

Personal	Actividades					Total
	Identificación de actividades de acuicultura en área de estudio	Descripción ciclo de producción especies hidrobiológicas	Antecedentes de impactos ambientales por cada recurso	Identificación de instrumentos regulatorios y disposiciones legales	Justificación y fundamentos de variables y parámetros técnicos a utilizar	
Vladimir Murillo	4	6	5	0	45	60
Heraldo Contreras	10	40	125	0	35	210
Jaime Cursach	8	24	0	0	0	32
Nicole Pesse	0	0	0	20	0	20
Cristian Toledo	20	0	0	0	0	20
Total	42	70	130	20	80	342

8.2.2. Objetivo específico 4.2. Evaluar el estatus sanitario y ambiental del área en estudio.

Personal	Actividades						Total
	Digitalización de cartografía vigente	Recopilación de información ambiental existente	Muestreo ambiental completo en lugares selectos	Análisis de muestra	Análisis de datos	Confección de mapas temáticos	
Vladimir Murillo	0	20	140	120	120	90	490
Heraldo Contreras	0	10	200	0	40	50	300
Jaime Cursach	0	50	270	380	0	0	700
Nicole Pesse	0	50	370	260	0	0	680
Christian Espinoza	40	0	0	0	24	0	64
Paola Hinojosa	0	0	0	540	0	0	540
María Soto	0	0	0	0	100	30	130
Lilian Diaz	0	0	120	0	0	0	120
Ricardo González	0	180	0	0	0	0	180
Total	40	310	1100	1300	284	170	3204



8.2.3. Objetivo espec3fico 4.3. Caracterizar geogr3fica y operativamente, las zonas de inter3s para el desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II Regiones.

Personal	Actividades				Total
	Identificaci3n A.A.A. y posicionamiento de pol3gonos en cartograf3a	Posicionamiento de otra informaci3n relevante	Revisi3n bibliogr3fica para identificaci3n de variables y par3metros	Confecci3n de mapas sem3foros	
Vladimir Murillo	0	30	40	90	160
Heraldo Contreras	0	0	0	20	20
Jaime Cursach	0	0	200	0	200
Christian Espinoza	30	30	0	10	70
Mar3a Soto	30	30	0	10	70
Lilian D3az	0	60	30	10	100
Ricardo Gonz3lez	56	260	175	48	539
Total	60	330	270	140	800

8.2.4. Objetivo espec3fico 4.4. Proyectar, en base a los antecedentes recopilados, la posibilidad de desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II regiones.

Personal	Actividades		Total
	Determinaci3n de 3ndices de aptitud para desarrollo acuicultura	Posicionamiento de pol3gonos de las nuevas 3reas propuestas	
Vladimir Murillo	75	25	100
Heraldo Contreras	5	5	10
Jaime Cursach	120	20	140
Nicole Pesse	10	30	40
Mar3a Soto	150	30	180
Ricardo Gonz3lez	100	80	180
Total	460	190	650



8.2.5 Objetivo específico 4.5. Identificar variables y parámetros ambientales, sanitarios y operativos para cuantificar la evolución o desarrollo del sector acuicultor.

Personal	Actividades			Total
	Selección de las variables orientadas al seguimiento	Propuesta de seguimiento	Valorización de propuesta de seguimiento	
Vladimir Murillo	60	50	60	170
Heraldo Contreras	30	20	10	60
Total	90	70	70	230

8.3. Actividades generales del proyecto. Realización de talleres, reuniones de coordinación y elaboración de informes.

Personal	Actividades							Total
	Taller de inicio	Taller de difusión	Informe de avance I	Pre-informe final	Informe final	Manuscrito de publicación	Reuniones de coordinación Subpesca	
Vladimir Murillo	10	47	30	38	54	20	9	208
Heraldo Contreras	10	1	30	2	1	4	1	49
Jaime Cursach	0	0	20	20	15	0	0	55
Nicole Pesse	0	0	15	15	15	0	0	45
Cristian Toledo	0	30	0	0		0	0	30
Christian Espinoza	0	0	0	10	15	0	0	25
María Soto	0	0	20	10	10	0	0	40
Melissa Conejeros	0	24	0	0		0	0	24
Total	20	102	115	95	110	24	10	476



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aburto, G. 2005. Estimación de los parámetros ecofisiológicos críticos (oxígeno y amonio) para la determinación de la capacidad de carga en el cultivo de juveniles de corvina (*Cilus gilberti*). Tesis para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la Acuicultura, Universidad Católica de Temuco. Temuco (Chile). 77 pp.
- Aguilera, M. 1998. Los cultivos de camarones en la costa Caribe Colombiana, Centro de investigaciones económicas del Caribe Colombiano, Colombia. 52 pp.
- Aguilera, R. 2001. Georreferenciación, aspectos prácticos. Centro de Estudios Espaciales, Universidad de Chile. Valparaíso (Chile).
- Alcayaga, M. & G. Sotomayor. 2009. Diagnóstico Sanitario de Áreas y Recursos Pesqueros I Región, II Parte. Informe final proyecto FNDR/Sernapesca I Región/BIP N° 30044880-0 (Chile). 150 pp.
- Álvarez, L. 2005. La escala piloto: etapa esencial que asegura el éxito de los planes comerciales. URL: <http://www.panoramaacuicola.com/ediciones/PAM%2010-3/14-17.pdf>.
Visitada en diciembre 2009.
- Alveal, K. 1995. Manejo de las algas marinas. Pp 825-863. En: K. Alveal, M. Ferrario, E. Oliveira & E. Sar (Ed.). Manual de métodos ficológicos. Universidad de Concepción, Chile.



- Andrade, H., C. Alcázar, S. Gutiérrez, A. Guidi, R. Andrade, R. Acevedo, P. Guerrero, L. Opazo & J. Valdivia. 2002. Diseño de monitoreo ambiental para actividades de acuicultura en la zona sur-austral. Informe Final Proyecto FIP 99-23 (Chile). 721 pp.
- Angulo, J. & M. Mejía. 2005. Cultivo experimental de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en el valle del Mezquital, Hidalgo, México. URL: <http://www.panoramaacuicola.com/ediciones/PAM%2010-3/14-17.pdf>. Visitada en diciembre 2009.
- Aravena, M. P., B. Morales & D. Arroyo. 2008. Diagnóstico macro-zonificación de usos del borde costero. Oficina Técnica de Borde Costero – Gobierno Regional de Tarapacá (Chile). 182 pp.
- Arcos, D., H. Peña, S. Nuñez, J. Ortiz, L. Furet, S. Figueroa, A. Sepúlveda, H. Rebolledo, J. Castillo, A. Turner, H. González, G. Valenzuela & E. Manschel. 2002. Determinación de la capacidad de carga de las zonas estuarinas de los ríos Valdivia y Bueno, X región (Río Valdivia). Informe Final Proyecto FIP 200-29 (Chile). 341 pp.
- Asvid Ltda. 2008. Actualización de proyectos de especies diversificación de acuicultura. Lista original BCG complementada sobre especies en que hay investigación. Subsecretaría de Economía, Fomento y Reconstrucción–División de Innovación. URL:http://www.corfo.cl/rps_corfo_v57/OpenSite/Corfo/Lineas%20de%20Apo%20yo/Concursos/Concursos%20subir/Anexo_n1_Bases_de_Diversificacion_Acuicola.xls



- Atacama Bio Natural. 2008. Productos, Natural Asta Oil, *Haematococcus pluviales*.
Dirección URL: <http://www.atacamabionatural.com>. Visitada en octubre 2008.
- Bahamonde, N. & M. López. 1963. Decápodos de aguas continentales de Chile.
Investigaciones Zoológicas Chilenas (Chile) 10: 123-149.
- Barbieri, B., M. Bravo, M. Farías, A. González, O. Pizarro & E. Yáñez. 1995.
Fenómenos Asociados a la estructura térmica superficial del mar observados a través de imágenes satelitales en la zona norte de Chile.
Investigaciones Marinas (Chile) 23: 99-122.
- Barg, U. 1992. Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. FAO Fisheries Technical Paper 328: 122 pp.
- Beveridge, M., M. Phillips & R. Clarke, 1991. A quantitative and qualitative assessment of wastes from aquatic animal production. *Advanced World Aquaculture* 3: 506–533.
- Borja, A. 2002. Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 18 (1-4): 41-49.
- Bowen, S., M. Davis, S. Fenster & G. Lindwall. 1980. Sibling species of *Artemia*.
En: *The brine shrimp Artemia*. Persoone, G., P. Sorgeloos, O. Roels & E. Jaspers (Eds). Vol. I: Morphology, Genetics, Radiobiology, Toxicology. Universa Press. Wetteren, Belgium. 345 pp.



- Braun, M., V. Valenzuela, G. Claramunt, H. Reyes, M. Pizarro, V. Catasti, G. Herrera, P. Moreno, C. Gazpar & E. Díaz. 2004. Evaluación del stock desovante de anchoveta en la I y II Regiones, año 2004. Informe Final Proyecto FIP-IT/2004-04 (Chile). 244 pp.
- Bray, W., A. Lawrence & J. Leung-Trujillo. 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHN virus and salinity. *Aquaculture* 122: 133–146.
- Buschmann, A. 2001. Impacto ambiental de la acuicultura, el estado de la investigación en Chile y el mundo. Un análisis bibliográfico de los avances y restricciones para una producción sustentable en los sistemas acuáticos. Terram Publicaciones. Santiago (Chile). 67 pp.
- Buschmann, A. & A. Fortt. 2005. Efectos ambientales de la acuicultura intensiva y alternativas para un desarrollo sustentable. *Revista Ambiente y Desarrollo (Chile)* 21(3): 58-64.
- Buschmann, A., R. Westermeier & C. Retamales. 1995. Cultivation of *Gracilaria* in the seabottom in southern Chile: a review. *Journal of applied Phycology* 7: 291-301.
- Buschmann, A., D. López & A. Medina. 1996. A review of the environmental effects and alternative production strategies of marine aquaculture in Chile. *Aquacultural Engineering* 15: 397-421.
- Buschmann, A., J. Vásquez, P. Osorio, E. Reyes, L. Filún, M. Hernández-Gonzalez & A. Vega. 2004. The effect of water movement, temperature



and salinity on abundance and reproductive patterns of *Macrocystis* spp. (Phaeophyta) at different latitudes in Chile. *Marine Biology* 145: 849-862.

Bustos, E., C. Godoy, S. Olave & R. Troncoso. 1990. Estudio de repoblación de recursos bentónicos. Área piloto IV Región. Etapa III. Investigaciones en erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782). CORFO-IFOP (Chile). 186 pp.

Bustos, E. & E. Olavaria. 2000. Manual: El cultivo de la almeja (*Venus antiqua*). División de Acuicultura, IFOP (Chile). 22 pp.

Bustos, E. & F. Navarrete. 2001. Manual: El cultivo del loco (*Concholepas concholepas*). Proyecto FONDEF D96I1101 (Chile). 32 pp.

Cabello, F. 2003. Antibióticos y acuicultura. Un análisis de sus potenciales impactos para el medio ambiente, salud humana y animal en Chile. *Análisis de Políticas Públicas (Serie APP)* 17: 1-16 pp.

Calderón, R. 2008. *Botryococcus braunii*. Una nueva generación en la era energética. URL: http://www.uis.edu.co/portal/catedra_libre/Octubre2008/articulo7.html. Visitada en agosto 2009.

Campos, H. 1981. Historia de la introducción de salmonídeos en Chile, Argentina y Nueva Zelandia. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Gobierno de Chile. Subsecretaría de Pesca. 13-21 pp.

Campos, H., J.F. Gavilán, F. Alay & V. Ruiz. 1993. Peces del Río Bio-Bío. Centro EULA-Chile (Serie: Publicación de Divulgación) 5: 1-100.



- Camus, P. 2005. Introducción de especies en ambientes marinos chilenos: no sólo exóticas, no siempre evidentes. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 155-159.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 2002. Canadian Interim Marine Sediment Quality Guidelines.
- Candia, A.; H. Romo, K. Alveal Y V. Dellarossa. 1979. Cultivo unialgal de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh de la bahía de Concepción – Chile. *Rickia* 8: 75-83.
- Candía. A. (ed.). 2009. Bio-remediación de ambientes marinos intervenidos por la actividad acuícola a través de cultivos integrados de macroalgas y crustáceos en la X Región. Informe Final Proyecto INNOVA-CHILE 05CN11IPT-38. 100 pp + anexos.
- Cañon, J. 2004. El Niño 1997-1998: Sus efectos en el sector pesquero industrial de la zona norte de Chile. En: Avaria, S., J. Carrasco, J. Rutllant & E. Yáñez. (Eds.). *El Niño-La Niña 1997-2000: sus efectos en Chile*. CONA, Valparaíso (Chile). pp. 137-152.
- Castellanos, M. 2005. Efecto de adaptación de los microorganismos a los agentes biocida y su impacto económico. URL: www.produccion-animal.com.ar, Visitada en agosto 2009.
- Center for Innovation in Engineering and Science Education (CIESE). 2009. Libreta de campo para las pruebas de las muestras de agua. La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO). URL:



<http://www.ciese.org/curriculum/dipproj2/es/fieldbook/dbo.shtml>. Visitada en agosto de 2009.

Cicin-Sain, B., R. Knecht, R. Rheault, S. Bunsick, R. DeVoe, T. Eichenberg, J. Ewart & H. Halvorson. 2003. Development of a policy framework for offshore marine aquaculture in the 3-200 mile U.S. ocean zone. Center for the Study of Marine Policy. University of Delaware. 171 pp.

Chen, J. 2003. Overview of sea cucumber farming and sea ranching practices in China. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 18: 18-23.

Chica-Olmo, M. & J. Luque-Espinar. 2003. Creación de mapas de calidad de aguas subterráneas mediante métodos de Krigeaje. Boletín Geológico y Minero (Chile) 114 (3): 299-310.

Chong, J., N. Cortés & R. Bustos. 2000. Hábitos alimentarios de la corvina *Cilus gilberti* (Abbott 1889) (Pisces: Sciaenidae) frente a la costa de Talcahuano. Biología Pesquera (Chile) 28: 29-35.

Chong, J., N. Cortes, R. Galleguillos & C. Oyarzún. 2001. Estudio biológico pesquero del recurso pulpo en la X y XI regiones. Informe Final Proyecto FIP 99-20. 211 pp.

Clesceri, L., A. Greenberg & R. Trussell. 1992. Clorofila. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Primera edición. Editorial Díaz de Santos S.A., Madrid. 10-34 pp.

Cocilovo J., H. Varela, S. Quevedo, V. Standen & M. Costa-Junqueira. 2004. La diferenciación geográfica de la población humana arcaica de la costa



norte de Chile (5000-3000 AP) a partir del análisis estadístico de rasgos métricos y no métricos del cráneo. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 679-693.

Coll Morales, J. 1991. *Acuicultura Marina Animal*. Ediciones Mundi-Prensa 2^{da} edición. 670 pp.

Coman, G., P. Crocos, N. Preston & D. Fielder. 2002. The effects of temperature on the growth, survival and biomass of different families of juvenile *Penaeus japonicus* bate. *Aquaculture* 214: 185-199.

Conde, A. & J. Domínguez. 2004. Biodeposiciones del cultivo del mejillón de acuicultura en Galicia: ¿Contaminante o Recurso?. *CIVA* 2004: 1-9. URL: <http://www.civa2004.org>. Visitada en noviembre 2008.

Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC). 2009. Desafíos Estratégicos para la Acuicultura. 16 pp. URL: <http://bligoo.com/media/users/3/182374/files/18813/Desafios%20Acuicultura.pdf>.

Corporación Privada para el Desarrollo de la Universidad Arturo Prat (CORDUNAP). 2006. Estudio de la situación actual del sector acuícola en la provincia de Arica. CORFO, Región de Tarapacá (Chile). 540 pp.

Corporación de Desarrollo de la Universidad Arturo Prat (CORDUNAP). 2008. Lanza proyecto de cultivo de atún. URL: http://www.unap.cl/p4_unap/site/artic/20080522/pags/20080522125105.html. Visitada en noviembre 2009



- Cortez, T., B. Castro & A. Guerra. 1995. Reproduction and condition of female *Octopus mimus* (Mollusca; Cephalopoda). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 123: 505 - 510 p.
- Cortez, T., A. González & A. Guerra. 1999. Growth of cultured *Octopus mimus* (Cephalopoda, Octopodidae). *Fisheries Research* 40: 81 - 89 p.
- Crawford, C., C. Macleod & I. Mitchell. 2003. Effects of shellfish farming on the benthic environment. *Aquaculture* 224: 117–140.
- Demaison G.J & Moore G.T. (1980) Anoxic environments and oil source bed genesis. *Organic Geochemistry*. 2: 9-31.
- Devinny, J. & J. Levethual. 1979. New methods for was culture of *Macrocytis pyrifera* sporophytes. *Aquaculture* 17: 241-250.
- División Jurídica de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). 2007. Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley 20.173. Gobierno de Chile. 28 pp.
- Dirección de Acuicultura. 2004. Algo más sobre el cultivo de la red clan (*Cherax quadricarinatus*). Argentina. 12 pág. URL: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/00/pesca/acuicultura/cultivo/RED%20CLAW.pdf>. Visitada en octubre 2008.
- Dosdat, A., M. Héral, I. Katavic, M. Kempf, J. Prou & C. Smith. 1996. Approaches for zoning of coastal areas with reference to Mediterranean aquaculture. Priority Actions Programme Regional Activity Centre (PAP/RAC). PAP-10/EAM/GL.1. Split, Croacia: iv + 37 pp.



- Druehl, L. 2000. Pacific Seaweeds, A guide to common seaweeds of the west coast. The Canada Council For The Arts Since. Canada. 93pp
- Elton, D. 2008. Declaración de impacto ambiental: centro de cultivo de *Seriola lalandi*, en jaulas en mar. Acuícola del Norte S.A. URL: [www. e-seia.cl](http://www.e-seia.cl). Visitada en agosto 2009.
- Enfield, D. 1989. El Niño, past and present. Review of Geophysics 27 (2): 159-187.
- Escribano R., L. Rodríguez & C. Iribarren. 1995. Temporal variability of sea temperature in Bay of Antofagasta, Northern Chile (1991-1995). Estudios Oceanológicos (Chile) 14: 39-47
- Estay, F., H. Cerisola & V. Téllez. 1994. Biología del desarrollo y reproducción artificial en la trucha arcoiris: Descripción embriológica y procedimientos asociados para los estados de desarrollo más relevantes en el manejo de un hatchery. Alfabeta Impresores (Chile). 28 pp.
- FAO. 1986. Manual para el cultivo y uso de *Artemia* en acuicultura. Programa cooperativo intergubernamental. Italia. URL: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab474s/AB474S00.HTM>. Visitada en Enero 2009.
- FAO. 2008-2009. Programa de información de especies acuáticas. In: P. Gouletquer (Ed.). FAO Fisheries and Aquaculture Department. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Ruditapes_philippinarum/es. Visitada en agosto 2009.



U.S. Food and Drug Administration (FDA). 2003. Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook. The Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN).
URL:<http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/default.htm>

Flores, R. 1995. Prospección y evaluación de zonas aptas para el cultivo y/o repoblamiento de especies hidrobiológicas de interés comercial, en la Provincia de Iquique. Memoria para Optar al Título de Ingeniero en Ejecuciónm en Pesca. Universidad Arturo Prat. Iquique. 126 pp

Fondo de Investigación Pesquera (FIP). 2003. Base de datos de proyectos en ciencias del mar. Secretaría Ejecutiva del Fondo de Investigación Pesquera. Valparaíso (Chile). 44 pp.

Fundación Chile. 1998. Términos técnicos de referencia: Estudio sanitario con efectos de impacto ambiental del “abalón rojo” (*Haliotis rufescens*) en la Décima Región de Chile. Dirección URL: <http://www.fundacionchile.cl>. Visitada en enero 2009.

Fundación Chile. 2004a. Expertos analizarán las oportunidades para el cultivo de oreja de mar. http://www.fundacionchile.cl/fc/negocios_innovacion/filiales.cfm. Visitada en agosto de 2009.

Fundación Chile. 2004b. Desarrollo del cultivo del hirame (*Paralichthys olivaceus*) en la zona norte de Chile. Proyecto FONDEF 2000 - D00T2016. URL: <http://www.conicyt.cl>. Visitada en enero 2009.



- Furci, G. 2009. Cultivo de moluscos en Chile. Publicaciones Fundación TERRAM. APP N° 50. URL: http://www.terram.cl/images/app/app_50_moluscos-agosto2009.pdf. Visitada en agosto de 2009.
- Gallardo, C. 1973. Desarrollo intracapsular de *Concholepas concholepas* (Brugière). Publicación Ocasional Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 16: 1-16.
- Garateix, A. 1997. Toxinas marinas. Elementos 26(4): 41-46.
- GESAMP. 1997. Towards safe and effective use of chemicals in coastal aquaculture. GESAMP Reports and Studies 65: 1-40.
- Glantz M., R. W. Kats & N. Nicholls (ed.). 1991. Teleconnections linking worldwide climate anomalies. Cambridge University Press. Cambridge.
- Grave, K., A. Lillehaug, B. Lunestad. & T. Horsberg. 1999. Prudent use of antibacterial drugs in Norwegian aquaculture?. Surveillance by the use of prescription data. Acta Veterinaria Scandinavica 40: 185-195.
- Grimaldi, G. 2006. Declaración de impacto ambiental: Cultivo espirulina. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. 7 pp.
- Grimaldi, G. 2007. Declaración de Impacto Ambiental: cultivo de *Haematococcus*, Comuna de Pica, Provincia de Iquique, I Región. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. 46 pp.



- Grossklaus, H. 1989. Healthy animals, safe foods, healthy people. Proceedings of the World Association of Veterinary Food Hygienists. Stockholm, Sweden. 3-6 pp.
- Guerra, A., T. Cortez & F. Rocha. 1995. Redescrpci3n del pulpo de los Changos, *Octopus mimus*, Gould 1852, del Litoral Chileno - Peruano (Mollusca, Cephalopoda). *Iberus* 17 (2): 37 - 57.
- Guillen, O. 1983. Condiciones oceanogr3ficas y sus fluctuaciones en el Pacífico Sur-Oriental. FAO Informe de Pesca 291 (3): 607-658.
- Guisado, C. & J. Castilla. 1987. Historia de vida, reproducci3n y avances en el cultivo del erizo comestible chileno *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Equinoidea: Echinidae). En: P. Arana (Ed.). Manejo y desarrollo pesquero. Universidad Cat3lica de Valparaíso (Chile): 59-68.
- Guzmán, N., S. Saá & L. Ortlieb. 1998. Cat3logo descriptivo de los moluscos litorales (Gastr3poda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23°S (Chile). *Estudios Oceanol3gicos (Chile)* 17: 17-86.
- Hargrave, B., L. Doucette & T. Milligan. 1993. Geochemical characteristics and benthic macrofauna biomass in intertidal and subtidal sediments of Annapolis Basin, Nova Scotia. Canadian Data Report of Fisheries and Aquatic Sciences. 915, iv+88p.
- Helsley, C. 2001. Hawaii Offshore Aquaculture Research Project (HOARP) – Phase II. Final Report, University of Hawaii at Manoa. 78 pp.



- Hoffmann. A. & B. Santelices. 1997. Marine Flora of Central Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- IFOP. 1987. Sistema de Información Pesquera. Principales Indicadores Pesquerías Bentónicas y Cultivo. CORFO-IFOP. Santiago. 144 pp.
- IFOP. 1999. Manejo integral acuicultura y repoblamiento en la I Región. Informe Final: FNDR BIP N° 20123266. 454 pp.
- IFOP. 2000a. Fichas técnicas de recursos hidrobiológicos de importancia comercial en Chile. División de Acuicultura-IFOP. Puerto Montt, Chile. 15 pp.
- IFOP. 2000b. Determinación de parámetros poblaciones del recurso chorito en cultivo suspendido. Informe interno Mitilicultura Putemún. División de Acuicultura-IFOP. Puerto Montt (Chile). 20 pp.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2003. XVII Censo de Población y VII Vivienda 2002. Gobierno de Chile. URL: www.ine.cl. Visitado en agosto de 2009.
- Iglesias, J., F. Sánchez, & J. Otero. 1996. The octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier): A candidate for aquaculture?. ICES C.M. 1996/F:10.
- Iglesias, J., F. Sánchez, & J. Otero. 1997. Primeras experiencias sobre el cultivo integral del pulpo (*Octopus vulgaris*) en el Instituto Español de Oceanografía. *In: J. Costa, E. Abellán, B. García, A. Ortega & S Zamora. (eds). Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura. Cartagena, 1997. pp. 221-226.*



- Iglesias, J., F. Sanchez, J. Otero & C. Moxica. 1999. Cultivo del pulpo (*Octopus vulgaris*, Cuvier): situación actual, problemas y perspectivas. Informe Instituto Español de Oceanografía. 11 pp.
- Jacumar. 2004. Protocolo para la identificación de zonas adecuadas para la instalación de jaulas de cultivo en el mar. URL: http://www.mapya.es/jacumar/datos_practicos/protocolo_identificacion.a Sp. Visitada en diciembre 2008.
- Jaramillo, E., C. Beltrán & A. Bravo. 1992. Mussel biodeposition in an estuary in southern Chile. *Marine Ecology Progress Series* 82: 85-94.
- Jaramillo, E. (2006). Actualización y validación de la clasificación de las zonas biogeográficas litorales. Informe Final Proyecto FIP N° 2004-28. 139 pp.
- Jaksic, F. 2004. El Niño effects on avian ecology: Lessons learned from the southeastern Pacific. *Ornitología Neotropical* 15: 61 – 72.
- Jorgensen, B. & F. Bak. 1982. Pathways and microbiology of thiosulfate transformations and reduction in a marine sediment (Kattegat, Denmark). *Applied and Environmental Microbiology* 57: 847-856.
- Kautsky, N. & C. Folke. 1989. Management of coastal areas for a sustainable development of aquaculture. *Biota (Chile)* 5: 1-11.
- Kong, I. & J. Valdés. 1990. Sciaenidos de Chile: análisis taxonómico y morfológico. *Estudios Oceanológicos (Chile)* 9: 13-56.



- Levings, C., A. Ervik, P. Johannessen & J. Aure. 1995. Ecological criteria use to help site fish farms. *Estuaries* 18 (1A): 81-90.
- Levring, T. 1960. Contributions to the marine algal flora of Chile. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-49.
- Lipp, K. & J. Rose. 1997. The role of seafood in foodborne diseases in the United States of America. *Revue Scientifique et Technique. Office Internationale des Epizooties* 16: 620-640.
- Lobban, C. & P. Harrison. 2000. *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge University Press, Cambridge. 366 pp.
- Lorenzen, S., C. Gallardo, C. Jara, E. Clasing, G. Pequeño & C. Moreno. 1979. *Mariscos y peces de importancia comercial en el sur de Chile*. Universidad Austral de Chile. Valdivia (Chile). 131 pp.
- Lubrano, A. 2005. Declaración de impacto ambiental: cultivo de langosta australiana de agua dulce *Cherax tenuimanus*, parcela nº 6, El Carmelo, Comuna de Catemu. SEIA-CONAMA (Chile). URL: <http://www.e-seia.cl/>. Visitada en enero 2009.
- Marín, V., L. Rodríguez, L. Vallejo, J. Fuenteseca & E. Oyarce. 1993. Efectos de la surgencia costera sobre la productividad primaria primaveral de la Bahía Mejillones del Sur (Antofagasta, Chile). *Revista Chilena de Historia Natural* 66: 47-491.



McHugh, D. 2002. Perspectivas para la producción de algas marinas en los países en desarrollo. FAO Circular de Pesca No. 968 FIIU/C968(Es). <http://www.fao.org/DOCREP/004/y3550s/Y3550S00.htm>.

McLachlan, A. 1980. The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple rating system. The South African Journal of Science 76: 137 - 138.

Meruane, J., M. Rivera, M. Morales & C. Galleguillos. 1996. Desarrollo de una tecnología para la producción de larvas y postlarvas del camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (DECAPODA: PALAEMONIDAE) en hatchery. Libro de resúmenes IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Coquimbo, Chile: 158-163.

Meruane, J., M. Morales, C. Galleguillos, M. Rivera & H. Hosokawa. 2006. Experiencias y resultados de investigaciones sobre el camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (Molina 1782) (Decapoda: Palaemonidae): historia natural y cultivo. Gayana 70(2): 280-292.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). 1978. Norma Chilena Oficial 1333. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. D. S. N° 867. Gobierno de Chile. 10 pp.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). 1998. Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado. D. S. N° 609. Gobierno de Chile. 11 pp.



Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2008. Visión de la Región de Arica y Parinacota al año 2020. Dirección de Planeamiento. Gobierno de Chile. 23 pp.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2009a. Actualización síntesis regional, Región de Tarapacá. Dirección de Planeamiento. Gobierno de Chile. 7 pp.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2009b. Actualización síntesis regional, Región de Antofagasta. Dirección de Planeamiento. Gobierno de Chile. 83 pp.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 2001. Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. D. S. N° 90. Gobierno de Chile. 19 pp.

Ministerio Secretaria General de la Presidencia. 2002. Establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. D. S. N° 46. Gobierno de Chile. 21 pp.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 2009. Establece normas de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo. D. S. N° 144. Gobierno de Chile. 7 pp.

Moraga, J. & J. Olivares. 1993. Condiciones oceanográficas del área próxima a la costa frente a Coquimbo, Chile. Publicación Ocasional de la Facultad Ciencias del Mar U.C. del Norte 2: 125-140.



- Moreno, R. & C. Castilla. 1980. Guía para el Reconocimiento y Observación de Peces, Valdivia 42 pp.
- Morrissy, N. 1990. Optimum and favourable temperatures for growth of *Cherax tenuimanus* (Smith) (Decapoda: Parastacidae). Australian Journal of Marine and Freshwater Research 41(6): 735-46.
- Morrissy, N., L. Evans & J. Huner. 1990. Australian freshwater crayfish: Aquaculture species. World Aquaculture 21(2): 113-122.
- Morrissy, N. 1992. An introduction to marron and freshwater crayfish farming in Western Australia. Fisheries Department of Western Australia. 36 pp.
- Muñoz, V., M. Hernandez-Gonzalez, A. Buschmann, M. Graham, & J. Vásquez. 2004. Variability in per capita oogonia and sporophyte production from giant kelp gametophytes (*Macrocystis pyrifera*, Phaeophyceae). Revista Chilena de Historia Natural 77: 639–647
- Murillo, C. 2002. Algunas consideraciones ecológicas y sanitarias respecto de la introducción del abalón rojo (*Haliotis rufescens*) en Chile. XXII Congreso de Ciencias del Mar, Valdivia.
- Murillo, V., M. Oyarzún & M. Plencovich. 2006a. Actualización de criterios sobre limitación de áreas. Informe Final Corregido FIP N° 2004-31. 348 pp.
- Murillo, V., M. Oyarzún & A. Vergara. 2006b. Transferencia tecnológica del cultivo de la almeja chilena (*Venus antiqua*) al sector productivo. Informe Final Complementario Proyecto FDI N° 01CR3PD-09. 115 pp.



- Murillo, V., L. Figueroa, N. Paredes, R. Gonzalez & M. Oyarzún. 2008. Programación y Análisis de información biológica y oceanográfica obtenida a través del PSMB. Informe Final Proyecto FIP 2006-36. 430 pp.
- Navarro, J. 2002. El cultivo de mitílidos y su efecto sobre la biodiversidad de las comunidades bentónicas. "Taller: Optimización de la Acuicultura de Invertebrados Marinos". UACH. Puerto Montt. 50 pp.
- Nealson, K. 1997. Sediment bacteria: Who's there, what are they doing, and what's new?. Annual Reviews in Earth and Planetary Science 25: 403-434.
- Nie, Z. , S. Wang, C. Chen & H. Liu. 2000. Effect of foods and water depth on growth of *Haliotis diversicolor aquatilis* in tank. Journal Zhanjiang Ocean University 20(3):37-40.
- Nie, Z. Q. & S. P. Wang. 2000. The practical techniques of abalone culture. Beijing: China Agriculture Press. pp. 1-224 (in Chinese).
- North, W. 1971. Introduction and background: The Biology of Giant Kelp Beds (Macrocystis) in California. Nova Hedwigia. 32: 1-97.
- Null, J. 2007. Niño & La Niña Years: A Consensus List. URL: <http://ggweather.com/enso/years.htm>. Visitada en abril 2010.
- Null, J. 2010. El Niño and La Niña Years and Intensities based on Oceanic Niño Index (ONI). URL: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>. Visitada en abril 2010.



- Olavarría, E. & V. Murillo. 2004. Informe Final Proyecto: “Transferencia Tecnológica del Cultivo de la Almeja Chilena (*Venus antiqua*) al Sector Productivo”. Innova -Corfo 51 pp + Anexos.
- Ortega, A. & M. Castro. 2005. Cultivo hiper-intensivo de camarón blanco en estanques de agua dulce. Documento técnico, Instituto Nacional de Pesca México. URL: www.inp.sagarpa.gob.mx/Publicaciones/Publicaciones_Especiales/Foros/PDF/cartel005.pdf. Visitada en enero 2009.
- Osorio, R. 1979. Moluscos marinos de importancia económica en Chile. *Biología Pesquera (Chile)* 11: 3-47.
- Osorio, C., R. Iguain, B. Babic & C. Navarrete. 1982. Alimentación natural de *Aulacomya ater* (Molina, 1782) en Punta Paloma, Arica. *Boletín Museo Historia Natural de Chile* 39: 111-118.
- Palacios, M. & A. Mansilla. 2003. Desarrollo de gametofitos y esporofitos de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agarrh (Laminariales: Lessoniaceae) de la Región de Magallanes en condiciones de laboratorio. *Anales del Instituto de la Patagonia Ex Serie Ciencias Naturales* 31: 43-63.
- Parada, C. 2008. Bases Técnicas – Normalización de las Cartografías Regionales para la Elaboración de La Zonificación Territorial del Borde Costero. 65 pp.
- Park, Ha B., M. Seon Park, B. Yeoul Kim, S. Bum Hur & S. Jun Kim. 1988. Culture of the Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*) in the Republic of Korea. National Fisheries Research and Development Agency Pusan, Republic of Korea. URL: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB706E/AB706E00.htm#TOC>



- Persaud, D., R. Joaguamagi, & A. Hayton. 1993. Guidelines for the Protection and management of the Aquatic Sediment quality in Ontario ministry of Environment and Energy Report.
- Piñones, A., J. Castilla, R. Guiñez & J. Largier. 2007. Temperaturas superficiales en sitios cercanos a la costa en la bahía de Antofagasta y centros de surgencia adyacentes. *Ciencias Marinas* 33: 37–48.
- Pizarro, O., S. Hormazábal, A. González & E. Yáñez. 1994. Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. *Investigaciones Marinas* 22:85-101.
- Pfenning, N. & F. Widdel. 1982. The bacteria of the sulphur cycle. *Philosophical Transaction of the Royal Society Serie B - Biological Sciences* 298. 433-441.
- Plana, J., A.Mansilla, M. Palacios & P. Navarro. 2007. Estudio poblacional de *Macrocystis pyrifera* (L.) c. agardh (laminariales: phaeophyta) en ambientes protegido y expuesto al oleaje en tierra del fuego. *Gayana* 71(1): 66-75.
- Pozo, T. Verónica y Guillermo Tapia M. 2002. Importancia de la Georreferenciación en las Tramitaciones de las Solicitudes Relacionadas con los Derechos de Aprovechamiento de Aguas. Unidad SIG, Departamento de Estudios y Planificación Dirección General de Aguas.
- Ramírez, M. & B. Santelices. 1991. Catálogo de las algas marinas bentónicas de la Costa del Pacífico Templado de Sudamérica. *Monografías Biológicas PUC (Chile)* 5: 1-30.



- Ramos R., O. Zúñiga & R. Wilson 1989. Introducci3n de camarones pen3idos en el norte de Chile. Bolet3n Red de Acuicultura (Enero – Abril): 11-12.
- Ramos, R., I. Miranda & C. Molina. 2001. Consumo y digestibilidad aparente de tres ingredientes marinos locales incorporados en dietas pr3cticas para el camar3n blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Estudios Oceanol3gicos (Chile) 20: 43-50.
- Ramos-Cruz, S., B. S3nchez-Meraz, F. Carrasco-Ayuso & P. Cervantes-Hern3ndez. 2006. Estimaci3n de la tasa de mortalidad natural de *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) y *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en la zona costera del Golfo de Tehuantepec, M3xico. Revista de Biolog3a Marina y Oceanograf3a (Chile) 41(2): 221-229.
- R3, M. 1998. Pulpos octop3didos. pp. 69-98. En: E. Boschi (Ed.). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 2: Los moluscos de inter3s pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos. Instituto Nacional de Investigaci3n y Desarrollo Pesquero, Argentina.
- Reca, A., C. Ubeda & D. Grigera. 1994. Conservaci3n de la fauna de Tetr3podos I. Indice para su evaluaci3n. Mastozoolog3a Neotropical 1 (1): 17-28.
- Reimers, C. & K. Smith. 1986. Reconciling measured and predicted fluxes of oxygen across the deep sea sediment-water interface. Limnology and Oceanography 31: 305-318.
- Revsbench, N., B. Jorgensen & T. Blackburn. 1980. Oxygen in the sea bottom measured with a microelectrode. Science 207: 1355-1356.



- Riquelme, C. & P. Chávez. 1994. Colonization of *Vibrios* on developmental stages of *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789), (Mollusca: Muricidae). Pp 84-95. *In*: K. Koop (ed.). Ecology of Marine Aquaculture International Foundation for Science, Stockholm.
- Riquelme, C., G. Hayashida, A. Toranzo, J. Vilches & P. Chavez. 1995. Pathogenicity studies on *Vibrio angillarum*-related (VAR) strain causing an epizootic in *Argopecten purpuratus* larvae cultured in Chile. *Diseases of Aquatic Organisms* 22: 135-141.
- Robles, F., E. Alarcón & A. Ulloa. 1974. Las masas de agua en la región norte de Chile y sus variaciones en un período frío (1967) y en períodos cálidos (1969, 1971-73). Reunión de Trabajo sobre el Fenómeno conocido como El Niño. Guayaquil, Ecuador, 4-12 de diciembre. 94-196.
- Rodríguez, L., V. Marín, M. Farías & E. Oyarce. 1991. Identification of an upwelling zone by remote sensing and *in situ* measurement. *Mejillones del Sur Bay* (Antofagasta-Chile). *Scientia Marina* 55(3): 467-473.
- Rodríguez, L. 1996. Ingeniería de sistemas de fondeo. Seminario de Formación Profesional. Centro Marino Ancud. Universidad Austral de Chile. Chile. 70 pp.
- Rodríguez, L. 2004. Observaciones sobre efectos de El Niño 1997-1998 en el fitoplancton de Bahía Antofagasta y durante un fenómeno de surgencia en bahía Mejillones del Sur, Antofagasta, Chile. pp. 97-118. *En*: Avaria, S., J. Carrasco, J. Rutllant & E. Yáñez. (Eds.). 2004. El Niño-La Niña 1997-2000. Sus Efectos en Chile. CONA, Chile, Valparaíso.



- Rojas, N., J. Tarazona & V. Ishiyama. 1986. Ciclo de reproducción y escala de madurez gonadal en el "caracol" *Thais (Stramonita) chocolata* (Duclos, 1832). Revista Científica Universidad Nacional Mayor de San Marcos 74(1): 117-129.
- Rojas, J. 2006. Posible impacto del engorde de atún en Golfito. Ambientico (Costa Rica), N° 159: 7-9. URL: <http://www.ambientico.org>. Visitada en diciembre 2008.
- Romero, M. 2009. Alga Espirulina. http://www.herbogeminis.com/alga_espirulin.html. Visitada en agosto de 2009.
- Rosenthal, H. 1994. Aquaculture and the environment. World Aquaculture 25:4-11.
- Sagpya. 2004. Cultivo de la langosta australiana o "redclaw" (*Cherax quadricarinatus*). 14 pp. URL: http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/pesca/acuicultura/cultivo/acuicultura_langosta_australiana.htm. Visitada en noviembre 2008.
- Sagpya. 2004b. Acerca del cultivo de langosta de agua dulce australiana. Extractado y adaptado de M. Masser & D.Rouse, 1997. Southern Regional Aquaculture Center, Estados Unidos. 16 pp. URL: http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/pesca/acuicultura/cultivo/langostadeagua_dulceaustrialiana.pdf
- Salzwedwl, H., N. Zapata, M. Eilbrecht & A. Arbola. 2002. Zonificación del borde costero-guía metodológica para el nivel comunal: la experiencia de la Región del Bio Bío. Proyecto de cooperación técnica chileno-alemana



ordenamiento territorial de la zona costera de la región del Bío Bío. Trama Impresiones, Chile. 61 pp

Sandoval, E. 1970. Distribución de los atunes en el primer trimestre del año, en relación con las condiciones oceanográficas generales frente a Chile y Perú. Boletín Científico Instituto de Fomento Pesquero (Chile) 14: 1- 86.

Schink, B. 1989. Mikrobielle Lebensgemeinschaften in Gewässersedimenten. Naturwissenschaften 76: 364-372.

Secretaria de la Reforma Agraria (SRA). 2005. Manual del participante cultivo intensivo del langostino, Proyecto Auto Escuela. Gobierno de México. 32 pp. www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/cultivo_intensivo_langostino.pdf. Visitada en enero 2009.

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). 1998. Instrucciones Hidrográficas N° 10. SHOA Pub. 3110, 1ª Edición. 37 pp. Dirección URL: <http://www.shoa.cl/servicios/descargas/pdf/>. Visitada en febrero 2009.

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). 2003. Instrucciones Hidrográficas N° 5. SHOA Pub. 3105, 4ª Edición. 66 pp. Dirección URL: <http://www.shoa.cl/servicios/descargas/pdf/>. Visitada en febrero 2009.

Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 1999. Anuario Estadístico de Pesca 1998. Ministro de Economía Fomento y Reconstrucción. Gobierno de Chile. URL:



http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=2. Visitada en noviembre 2008.

Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2000. Anuario Estadístico de Pesca 1999. Ministro de Economía Fomento y Reconstrucción. Gobierno de Chile. URL:

http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=2. Visitada en noviembre 2008.

Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2001. Anuario Estadístico de Pesca 2000. Ministro de Economía Fomento y Reconstrucción. Gobierno de Chile. URL:

http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=2. Visitada en noviembre 2008.

Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2002. Anuario Estadístico de Pesca 2001. Ministro de Economía Fomento y Reconstrucción. Gobierno de Chile. URL:

http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=2. Visitada en noviembre 2008.

Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2003. Anuario Estadístico de Pesca 2002. Ministro de Economía Fomento y Reconstrucción. Gobierno de Chile. URL:

http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=2. Visitada en noviembre 2008.

Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2004a. Anuario Estadístico de Pesca 2003. Ministro de Economía Fomento y Reconstrucción. Gobierno de



Chile. URL:
http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=2. Visitada en noviembre 2008.

Sernapesca. 2004b. Programa de sanidad de moluscos bivalvos. Norma Técnica Sección 1: Clasificación y monitoreo de áreas de extracción de moluscos bivalvos, Estados Unidos. Departamento de Sanidad Pesquera, Sernapesca. Chile. 23 pp.

Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2005a. Anuario Estadístico de Pesca 2004. Ministro de Economía Fomento y Reconstrucción. Gobierno de Chile. URL:
http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=2. Visitada en noviembre 2008.

Sernapesca. 2005b. Programa de sanidad de moluscos bivalvos. Norma Técnica Sección 2: Clasificación y monitoreo de áreas de extracción de moluscos bivalvos, Unión Europea. Departamento de Sanidad Pesquera, Sernapesca. Chile. 15 pp.

Sernapesca. 2005c. Programa de sanidad de moluscos bivalvos. Norma Técnica Sección 3: Plan de contingencia para biotoxinas marinas y otras emergencias de contaminación. Departamento de Sanidad Pesquera, Sernapesca. Chile. 7 pp.

Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2006. Anuario Estadístico de Pesca 2005. Ministro de Economía Fomento y Reconstrucción. Gobierno de Chile. Dirección URL:



http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=2. Visitada en noviembre 2008.

Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2007. Anuario Estadístico de Pesca 2006. Ministro de Economía Fomento y Reconstrucción. Gobierno de Chile. URL:

http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=2. Visitada en noviembre 2008.

Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2008. Anuario Estadístico de Pesca 2007. Ministro de Economía Fomento y Reconstrucción. Gobierno de Chile. URL:

http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=2. Visitada en noviembre 2008.

Shepherd, S., M. Tegner & S. Guzman. 1992. Abalone of the world: Biology, fisheries and culture. Proceedings of the 1^o International Symposium on Abalone. 608 pp.

Shimizu, H. & S. Shiozawa. 2004. Allometry and development of caudal skeleton of hatchery-reared yellowfin tuna *Thunnus albacares*. Bulletin of Fisheries Research Agency (Japan) 10: 1-7.

Silva, A., L. Franco & N. Iturra. 1985. Antecedentes sobre la reproducción y alimentación de la trucha arco iris *Salmo gairdneri* del embalse Conchi, Antofagasta, Chile. Biología Pesquera (Chile) 14: 32-39.



- Silva, C., R. Olivari & G. Yany. 1999. Determinación de distritos de aptitud acuícola mediante la aplicación de sistemas de información geográfica. *Investigaciones Marinas (Chile)* 27: 93-99.
- Sistema Nacional de Información Territorial (Snit). 2005. Plan nacional de captura y estandarización de la información territorial 2003 – 2005. Informe de avance. 52 pp.
- Skyring, G.W. 1987. Sulfate reduction in coastal ecosystems. *Geomicrobiology Journal* 5: 295-374.
- Sokal, R. & F. Rohlf. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3^a edition. W. H. Freeman and Co. New York. 887 pp.
- Sorensen, J. & B. Jorgensen. 1987. Early diagenesis in sediments from Danish coastal water: microbial activity and Mn-Fe-S geochemistry. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 51: 1583-1590.
- Sorgeloos, P. 1972. The influence of light on the growth rate of larvae of the brine shrimp, *Artemia salina* L. *Biologisch Jaarboek* 40: 317–322.
- Stauffer, J., J. Boltz & L. White. 1995. The fishes of west Virginia. *Proceedings Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 146: 1-139.
- Stuardo, J. 1979. Sobre la clasificación, distribución y variación de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789): Un estudio de Taxonomía Beta. *Biología Pesquera (Chile)* 12: 5-38.



Sundby, B., Gobeil, C., Silberberg, N. And Mucci, A. 1992. The phosphorus cycle is coastal marine sediments. *Limnology and Oceanography* 37 1129-1145.

Subsecretaria de Pesca (Subpesca). 2003. Propuesta de Política Nacional de Acuicultura. Gobierno de Chile. 73 pp. URL: <<http://www.subpesca.cl/mostrarchivo.asp?id655->>. Visitada en noviembre 2008.

Subsecretaria de Pesca (Subpesca). 2006. Identificación de zonas representativas de los ecosistemas marinos nacionales susceptibles de ser declaradas como areas marinas protegidas asociadas al ámbito del sector pesquero. Informe Técnico (R. Pesq.) 58: 1-64 pp.
[http://www.directemar.cl/spmaa/Medio%20Ambiente%20\(Internet\)/download/CT_AMCP/Propuesta_Final_Subpesca.pdf](http://www.directemar.cl/spmaa/Medio%20Ambiente%20(Internet)/download/CT_AMCP/Propuesta_Final_Subpesca.pdf)

Toro J., A. Alcapán, J. Ojeda & A. Vergara. 2004. Respuesta a la selección genética para crecimiento en juveniles de *Ostrea chilensis* Philippi (Bivalvia: Ostreidae), mantenidos en condiciones de laboratorio. *Revista de Biología Marina y Oceanografía (Chile)* 39(2): 53 – 59.

Uriarte, A. 2000. Environmental considerations for site selection of marine fish farms. *Cahiers Options Méditerranéennes* 55: 67-74.

Uribe, E., J. Olivares, J. Moraga, J. Illanes, J. Rutllant, I. Etchepare, D. Boré, J. Blanco, C. Jélvez & G. Ledermann. 1995. Determinación de la capacidad de carga de Bahía Inglesa (III región) y Tongoy (IV región). Informe Final Proyecto FIP 93-28. 290 pp.



- Vargas, E. 2001. Atún Rojo en México: Desarrolla UABC alimento ranchos atuneros. URL: <http://www.ensenada.net>. Visitada en agosto 2009.
- Vásquez, J. & J. Alonso. 2004. El Niño 1997-98 en el norte de Chile: efectos en la estructura y en la organización de comunidades submareales dominadas por algas pardas. . pp. 119-136. En: S. Avaria, J. Carrasco, J. Rutllant & E. Yáñez. (Eds.). 2004. El Niño-La Niña 1997-2000. Sus Efectos en Chile. CONA, Valparaíso (Chile).
- Vega, R., M. Espinoza y V. Videla. 1993. Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*). Informe final V etapa proyecto “Estudio de Repoblamiento de Recursos Bentónicos, Área piloto IV Región”. CORFO-IFOP. SGI-IFOP 93/8.
- Velvin, R. 1999. Environmental effects from Fish farming. pp. 340– 347. *In*: T. Poppe (Ed.). Textbook of Fish Health and Fish Diseases. Universitetsforlaget, Oslo (Norway).
- Vergara, M. 2003. La acuicultura en Chile. Comercialización. Especies de cultivo en Chile. Santiago (Chile). 67 pp.
- Vergara, P. 2001. Efectos ambientales de la salmonicultura: el caso de bahía Metri, Chile. Tesis Magister Universidad de Los Lagos, Osorno (Chile). 188 pp.
- Vial, M., C. Teuber, P. Costabal, T. Poblete, T. Donoso, & M. Gebauer. 1988. Presencia de *Vibrio anguillarum* (Canestrini) en el tracto digestivo de *Mytilus chilensis* (Hupe). Biota (Chile) 4 119-124.



- Vidal, G. 2004. Desarrollo de una dieta artificial para optimizar la calidad comercial de gónadas café de erizos (*Loxechinus albus*) de la XII Región. División de Acuicultura-IFOP. Puerto Montt, Chile. 16 pp.
- Vidal, G. 2006. Diagnóstico ambiental para las actividades de acuicultura en la zona norte (III y IV Regiones). Informe final FIP N° 2003-26. 588 pp.
- Villamar, C. 2003. Manual de procedimiento técnico para la cría de camarón orgánico. Caribe Penaeus Organic Ltda. (Colombia). URL: <http://www.revistaaquatic.com/civa2003/foro/index.asp?cod=46>. Visitada en agosto de 2009.
- Vivar, J. & L. Filún. 2008. Dinámica de la macroinfauna asociada al grado de humedad producto de los depósitos de algas varadas sobre playas de arena del centro-sur de Chile. Libro de resúmenes XXVIII Congreso de Ciencias del Mar (Chile). 237 pp.
- Volkman, J., E. Corner & G. Eglinton. 1980. Transformations of biolipids in the marine food web and in underlying bottom sediments. Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique 293: 185-197.
- Westermeier, R., P. Rivera & I. Gómez. 1988. Cultivo de *Gracilaria sp* en el estuario Cariquilda, Maullín, Chile. Investigaciones Pesqueras (Chile) 35: 73-81.
- Westermeier, R. & P. Rivera. 1989. Evaluación de sistemas de cultivos: Investigación, desarrollo, cultivos y uso industrial de algas *Gracilaria*. CORFO-IFOP. Chile. 223 pp.



- Westermeier, R., P. Rivera & I. Gómez. 1991. Cultivo de *Gracilaria chilensis* Bird, McLachlan y Oliveira, en la zona intermareal y submareal del estuario Cariquilda, Maullín, Chile. *Revista Chilena Historia Natural* 64: 307-321.
- Westermeier, R., D. Patiño, M. Piel, I. Maier & D. Mueller. 2006. A new approach to kelp mariculture in Chile: production of free-floating sporophyte seedlings from gametophyte cultures of *Lessonia trabeculata* and *Macrocystis pyrifera*. *Aquaculture Research* 37: 164-171.
- Wheaton, W. 1982. *Acuicultura. Diseño y construcción de sistemas*. AGT Editor. México. 704 p.
- Wilson, R., R. Ramos & O. Zúñiga 1987. Perspectivas de desarrollo del cultivo de camarones peneidos en el norte de Chile. Pp.243-249. En: P. Arana (Ed.). *Manejo y Desarrollo Pesquero*. Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso (Chile).
- Wilson, F., A. Briones & M. Troncoso. 2003. *La industria de la acuicultura: prospectiva Chile 2010*. Programa Chile Innova Ministerio de Economía. 79 pp.
- Zúñiga, O., R. Ramos, R. Wilson & M. de León. 1988. Introducción, aclimatación y crecimiento de los camarones *Penaeus vannamei* y *P. stylirostris* en el norte de Chile. *Estudios Oceanológicos* 7: 59-69.
- Zúñiga, O., R. Ramos, R. Wilson & E. Retamales. 1990. Efecto de la densidad y temperatura en el cultivo de *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) (Crustacea, Penaidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía (Chile)* 25 (2): 121-134.



Zuñiga, S. & E. Acuña. 2002. Informe final estudio identificaci3n y caracterizaci3n de las oportunidades de inversi3n en el sector acuícola de la regi3n de Atacama. Solicitado por CORFO-Atacama. Universidad Cat3lica del Norte. Chile. 173 pp.

A N E X O S

A N E X O 1

TABLAS



Tabla 1.1.
Coordenadas geográficas de las localidades costeras y de las estaciones de muestreo monitoreadas en la campaña de terreno.

Localidad	Estación de muestreo	Coordenadas
Corazones, al sur de Arica (18°28'27,7``S; 70°19'14,3``O)	cora-1	18°32'18,9"S; 70°20'7,2"W
	cora-2	18°32'51,5"S; 70°20'5,4"W
	cora-3	18°33'15"S; 70°20'11,6"W
Cta. Camarones (19°12'21,9"S; 70°16'14,9"W)	cam-1	19°9'30,1"S; 70°16'29,2"W
	cam-2	19°14'37,5"S; 70°16'57,1"W
	cam-3	19°18'15"S; 70°16'56,8"W
Tiliviche (Pisagua Viejo) (19°33'26,33``S; 70°12'23,81``O)	tili-1	19°33'35,2``S; 70°12'46,5``W
	tili-2	19°34'29,3``S; 70°12'29,5``W
	tili-3	19°35'18,3``S; 70°12'32,5``W
Bahía de Pisagua (19°35'47,2"S; 70°12'55,7"W)	pisa-1	19°35'44,5"S; 70°13'6,2"W
	pisa-2	19°35'53,9"S; 70°13'41"W
	pisa-3	19°35'55,5"S; 70°14'17,3"W
Cta. Los Verdes (20°25'23,6``S; 70°09'52,9``W)	verde-1	20°24'13``S; 70°09'59,7``W
	verde-2	20°25'23,1``S; 70°10'59,7``W
	verde-3	20°27'41,5``S; 70°10'3,8``W
Cta. Chanavayita (20°42'10,2``S; 70°11'23``W)	chana-1	20°40'29,4``S; 70°11'34,6``W
	chana-2	20°41'57,2``S; 70°11'35,8``W
	chana-3	20°45'1,3``S; 70°11'55,6``W
Cta. Chipana (21°20'15,1``S; 70°5'38,7``W)	chipa-1	21°18'51,7``S; 70°5'3,4``W
	chipa-2	21°19'49,2``S; 70°5'44,2``W
Cta. Pta. Arenas (21°38'02,6``S; 70°08'14,1``W)	aren-1	21°37'41,7``S; 70°7'41,2``W
	aren-2	21°37'52,1``S; 70°8'11``W
Cta. Constitución (23°24'43,8``S; 70°35'39,1``W)	consti-1	23°25'8,3``S; 70°35'45,7``W
	consti-2	23°25'40,4``S; 70°35'46,3``W
Cta. Paposo	papo-1	25°00'32``S; 70°28'7,5``W
Cta. Buena (25°26'0,6``S; 70°31'23,5``W), al sur de Taltal.	buen-1	25°26'7,1``S; 70°31'29,8``W
	buen-2	25°27'3,4``S; 70°31'31,8``W
	buen-3	25°28'40,4``S; 70°32'6,9``W



Tabla 1.2.

Cuadro sinóptico de las especies hidrobiológicas de interés comercial entre Arica y Taltal, desglosado por localidad, situación legal, superficie acumulada y representatividad de los emprendimientos de pequeña y gran escala¹ en el mar (Fuente: Sernapesca, SEIA y Subpesca a Septiembre de 2009). () = Número de concesiones (C) o solicitudes (S) de porción de agua y fondo. [] = Concesiones en terreno de playas autorizadas (T) o en trámite (ST).

Región	Especie	Localidad	Superficie (ha)	Situación	Polígono < 10 ha	Polígono ≥ 50 ha
XV	Ostión del norte	Punta Paloma (2C+1S), Liserilla (2C) y Punta Blanca (2C+3S)	Total: 133,84 Total: 60,09	6 Otorgadas 4 Solicitadas	0 % 0 %	0 % 0 %
		[El Planchón (1ST), Caleta Quiane (1T-1ST)]	[Total: 0,32] [Total: 0,64]	[1 Otorgada] [2 Solicitadas]	- -	- -
	Ostión del norte y ostra del Pacífico	Punta Paloma (4C)	Total: 79,81	4 Otorgadas	0 %	0 %
	Ostión del norte y salmón del Atlántico	Punta Paloma (1S)	Total: 14,99	1 Solicitada	0 %	0 %
I	Túnidos	Bahía de Pisagua (1S)	Total: 24,51	1 Otorgada	0 %	0 %
	Ostión del norte y ostra del Pacífico	Punta Gorda (1C), Colorado Chico (1C-1ST), Caleta Pozo Toyos(1C), Caleta Los Verdes (1C), Caleta Chanavayita (1C), Caleta San Marcos(1C), Caleta Chipana (1C), Caleta Sarmenia (1C)	Total: 60,90 [Total: 1,5]	8 Otorgadas [1 Solicitada]	85,71 % -	0 % -
	Ostión del norte	Sector Punta Pichalo(1S), Bahía de Pisagua(2S), Caleta Toyos (1C), Seremeño, Caleta Chilena (1 -1S), Caleta Chanavayita (1S), Caleta Chanavaya (3C), Pabellón de Pica (1C), Ciego Ernesto (1S), Caleta Río Seco(1C), Caleta San Marcos (2C -4 S), Farallones Torrecillas(1C)	Total: 577,22 Total: 149,92	10 Otorgadas 10 Solicitadas	55,56 % 40,00 %	22,22 % 0 %
	Pectínidos, Mitílidos, Equinodermos	Bahía de Pisagua (1C)	Total: 10,09	1 Otorgada	0 %	0 %
	Dorado de la costa	Punta Rabo de Ballena (1S)	Total: 75,34	1 Solicitada	0 %	100 %
	Ostión del norte, hirame, abalón rojo y verde	Huayquique Norte (1ST)	[Total: 1,46]	[1 Solicitada]	-	-
	Ostión del norte, ostra del Pacífico, choro zapato	Tres Islas (1C), El Fraile (1S), Caleta Molle (1C)	Total: 4,31 Total: 6,01	2 Otorgada 1 Solicitada	100 % 100 %	0 % 0 %
	Ostión del norte, mitílidos	Caleta Chilena (1), Caleta San Marcos (1C)	Total: 18,00	2 Otorgadas	50 %	0 %



Tabla 1.2. (Continuación).

Región	Especie	Localidad	Superficie (ha)	Situación	Polígono ≤ 10 ha	Polígono ≥ 50 ha
II	Ostión del norte	Caleta Punta Arenas(1C), Punta Guacache(1S), Punta Guasilla(1S), Bahía de Mejillones(1C- 1T), Caleta Errazuriz (1C -1H), El Colorado (1C -1H-2 ST), Caleta Abtao(1C-1H), Bahía de Taltal (1C)	Total: 202,37 Total:354,10	6 Otorgadas 3 Solicitadas	33,33 % 0 %	16,67 % 33,00 %
			[Total: 2,54] [Total: 0,32]	[3 Otorgadas] [2 Solicitadas]	- -	- -
	Ostión del norte y ostra del Pacífico	Rada Cobija (1S)	Total: 62,52	1 Solicitada	0 %	100 %
	Dorado de la costa	Punta Guacache(1S), Punta Guasilla(1S), Caleta Gualaguala (1S), Punta Gatico(1S), Islote Blanco(1S), Caleta Tames (2S), Caleta Boffin (1S), Caleta Botija (2S), Tres Picos (1S), El Cobre (1S), Caleta Buena(1S), Las Guaneras (1S-1ST), Rada de Paposo (1S), El Gritón (1S)	Total: 1258,50	16 Solicitadas	0 %	62,50 %
			[Total: 0,84]	[1 Solicitada]	-	-
	Túridos	Caleta Boffin (1S)	Total: 109,38	1 Solicitada	0 %	100 %
	Cholga, Ostión del Norte, Ostra del Pacífico, Pelillo	Bahía de Mejillones	Total: 13,21	1 Otorgada	0 %	0 %
Cholga, Ostión del Norte, Pelillo	Bahía de Mejillones (1C-1ST)	Total: 44,71 [Total: 0,50]	1 Otorgada [1 Solicitada]	0 % -	0 % -	
Ostión del Norte, Pelillo	Bahía de Mejillones (6C -1 ST)	Total:177,24 [Total: 0,30]	6 Otorgadas [1 Solicitada]	16,67 %	16,67 %	

¹ = Aplica principalmente a acuicultura extensiva (e.g., moluscos), puesto que en acuicultura intensiva (e.g., peces) cae en valores intermedios a los valores de referencia considerados (<10 ha ó ≥50 ha).



Tabla 1.3.

Cuadro sinóptico de las iniciativas de acuicultura “land-based” que se están materializando entre Arica y Taltal, desglosadas por región, nombre del proyecto y ubicación regional, monto de inversión y situación legal.

Región	Nombre	Inversión (MMU\$)	Situación
XV	Instalación de un hatchery para la producción de semillas de ostión del norte en el sector Caleta Quiane.	0,0003	Autorizada
	Cultivo de la trucha arcoiris en las localidades altiplánicas de Ancolacane, Caquena, Colpitas, Guacollo y Cosapilla.	xxxx	5 Autorizadas y en trámite de caducidad
	Instalación de un hatchery en el sector El Planchón	xxxx	En Calificación
I	Hatchery de semilla de ostión (<i>Argopecten purpuratus</i>) en sector Colorado Chico.	0,0002	En Calificación
	Instalación de centro de fijación remota para la producción de semillas de ostión del norte en Caleta Chanavaya.	0,1500	Autorizada
	Cultivo de <i>Spirulina</i> en el sector de La Huayca	0,1535	Autorizada
	Construcción y puesta en marcha de un hatchery, basado en técnicas de cultivo continuo de microalgas y de recirculación para la producción intensiva de semillas de moluscos bivalvos en el sector Caleta Seremeño.	0,3000	Autorizada
	Hatchery de microalgas en el sector Comiña y Fundo San Antonio, Comuna de Pica.	19,2000	2 Autorizadas
	Cultivo de la microalga <i>Dunaliella salina</i> en el sector de La Tirana	0,6500	Autorizada
I	Hatchery de ostiones en Punta Colorado.	0,2500	Autorizada
	Producción de semillas de ostión libre de quimioterapéuticos	0,0532	Autorizada
	Cultivo Intensivo del camarón blanco <i>Penaeus vannamei</i> utilizando la descarga de la Central Termoeléctrica de Mejillones.	1,4500	Autorizada
	Caleta Errazuriz, hatchery ostión del norte.	xxxx	Autorizada

**Tabla 1.4.**

Lista de las especies con historial de cultivo en la Regi3n de Arica y Parinacota, con su respectivo grado de desarrollo (C= cultivo Comercial, PC= cultivo PreComercial, P= cultivo Piloto E= cultivo experimental y PP= en proyecto).

Tax3n	Nombre com3n	Nombre cientifico	Grado de desarrollo
Moluscos	osti3n del norte	<i>Argopecten purpurata</i>	C
	ostra del Pacifico	<i>Crassostrea gigas</i>	C
Crust3ceos	camar3n mal3sico	<i>Macrobachium rosenbergii</i>	E
	camar3n de r3o del norte	<i>Cryphiops caementarius</i>	E
Peces	corvina	<i>Cilus gilberti</i>	E
	trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	E
	salm3n del Pacifico	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	E
	dorado de la costa	<i>Seriola lalandi</i>	PP
	bonito	<i>Sarda chilensis</i>	PP



Tabla 1.5.
Proyectos de investigación en acuicultura que se han ejecutado en la Región de Arica y Parinacota, con una síntesis de sus resultados.

Año	Proyecto	Institución	Financiamiento	Resultados
1996	Crianza de camarones en granja para exportación en la Primera Región.	SEREMI I Región	Público Privado- (FIA)	Desarrollo de infraestructura "in situ" y la autorización de Sernapesca para la introducción de la especie exótica
1997	Cultivo de trucha arco- iris en la Provincia de Parinacota.	Asociación Indígena Cultivadores de Truchas "CURMI"	Público Privado (Fondo Ex FONTEC)	Proyecto social, en donde se cultivaron truchas en piscinas implementadas y supervisadas por la comunidad Aymara
1999	Validación de las técnicas de obtención de juveniles y engorda de camarón malásico	Camaronera Lluta Ltda.	Público -Privado (FIA)	Se planteó validar las técnicas de producción, desarrolladas en otros países, a las condiciones del Valle de Lluta, que son adecuadas para la especie.
1999	Desarrollo industrial del camarón de río	Suma Pampa Ltda.	Público -Privado - (FONTEC)	Crianza integral que arrojó resultados positivos y sienta las bases para la producción a escala comercial de este recurso autóctono.

**Tabla 1.5. (Continuación).**

Año	Proyecto	Institución	Financiamiento	Resultados
2000	Explotación del recurso corvina: introducción de una técnica de cultivo para producir peces juveniles en la I Región- Chile.	Cetamac Ltda.	Público -Privado (Fondo Ex FONTEC).	Desconocidos
2004	Regularización cartográfica de concesiones de acuicultura en sectores de la I, II, III, IV, VIII y X regiones	Servicios Marítimos Litoral Ltda.	FIP	Regularización cartográfica de las concesiones de acuicultura
2006	Estudio de la situación actual del sector acuícola en la Provincia de Arica	Cordunap	Dirección Regional de CORFO Región de Tarapacá.	El área estudiada posee un elevado potencial para el desarrollo de actividades de acuicultura
2007	Desarrollo e implementación de las tecnologías de acondicionamiento y reproducción de peces pelágicos: bonito (<i>Sarda chiliensis</i>) y dorado (<i>Seriola lalandi</i>) en la Región de Arica-Parinacota	Universidad de Tarapacá	FONDEF	En ejecución



Tabla 1.6.

Lista de las especies con historial de cultivo en la Región de Tarapacá, con su respectivo grado de desarrollo (C= cultivo Comercial, PC= cultivo PreComercial, P= cultivo Piloto E= cultivo experimental y PP= en proyecto).

Taxón	Nombre común	Nombre científico	Grado de desarrollo
Microalgas	haematococo	<i>Haematococcus pluvialis</i>	C
	espirulina	<i>Spirulina maxima</i>	C
	dunaliela	<i>Dunaliella salina</i>	PP
Macroalga	pelillo	<i>Gracilaria sp.</i>	C
Moluscos	osti6n del norte	<i>Argopecten purpurata</i>	C
	ostra del Pacífico	<i>Crassostrea gigas</i>	C
	abal6n rojo	<i>Haliotis rufescens</i>	E
	abal6n verde	<i>Haliotis discus hannai</i>	E
	pulpo del norte	<i>Octopus mimus</i>	E
Equinodermos	pepino de mar	<i>Apostichopus japonicus</i>	E
	erizo	<i>Loxechinus albus</i>	E
Peces	hirame	<i>Paralichthys olivaceus</i>	E
	dorado de la costa	<i>Seriola lalandi</i>	E
	acha	<i>Medialuna ancietae</i>	E
	San Pedro	<i>Oplegnathus insignis</i>	E
	mulata	<i>Graus nigra</i>	E
	vieja colorada	<i>Acanthistius pictus</i>	E
	congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	E
	lenguado chileno	<i>Paralichthys adpersus</i>	E
	atún aleta amarilla	<i>Thunnus albacares</i>	PP
	atún ojos grandes	<i>Thunnus obesus</i>	PP



Tabla 1.7.

Proyectos de investigación en acuicultura que se han realizado en la Región de Tarapacá, con una síntesis de sus resultados.

Año	Proyecto	Institución	Financiamiento	Resultados
1995 - 1998	Programa de desarrollo productivo acuícola en cuatro caletas rurales (Los Verdes, Chanavayita, San Marcos y Chipana) del sur de Iquique	UNAP	Fondo interno	Capacitación a pescadores artesanales y buzos mariscadores en las técnicas de cultivo de ostión <i>Argopecten purpuratus</i>
1999 - 2000	Sistemas de ranching de peces marinos de la I Región, para las especies <i>Graus nigra</i> , <i>Acanthistius pictus</i> , <i>Genypterus maculatus</i> , <i>Oplegnathus insignis</i> , <i>Semicossyphus maculatus</i> y <i>Hemilutjanus macrophthalmus</i>	UNAP	Fondo interno y de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón	Reproducción en cautiverio de <i>A. pictus</i> y <i>G. maculatus</i> , junto a la generación de conocimientos conductuales, alimenticios, de madurez sexual y crecimiento de las especies estudiadas en condiciones de cautiverio
2000	Centro de fijación remota para el cultivo y repoblamiento de recursos bentónicos	IFOP	FDI-CORFO	Producción de semillas de <i>A. purpuratus</i> a pequeña escala.
2001	Mantención del cultivo de peces (hirame) y moluscos (hatchery de ostiones) en el Campus Huayquique	UNAP	Fondo interno	Reproducción y mantenimiento de estas especies para trabajos de docencia
2001-2003	Bases tecnológicas para el cultivo en estanques de las especies de peces marinos nativos <i>Medialuna ancietae</i> , <i>O. insignis</i> y <i>G. nigra</i>	UNAP	FDI-CORFO	Generación de experiencias, conocimientos y desarrollo de tecnología para el cultivo en estanques de especies nativas



Tabla 1.7. (Continuación).

Año	Proyecto	Institución	Financiamiento	Resultados
2002 - 2004	Optimización del cultivo de lenguado chileno mediante la utilización de herramientas biotecnológicas, nutricionales y reproductivas	UNAP	FONDEF	Generación de un paquete tecnológico de aplicación comercial con una proyección de este cultivo.
2003	Desarrollo del cultivo del pulpo del norte (<i>Octopus mimus</i>) y del sur (<i>Enteroctopus megalocyathus</i>) en Chile	UNAP	FONDEF	Desconocidos
2004	Regularización cartográfica de concesiones de acuicultura en sectores de la I, II, III, IV, VIII y X Regiones	Servicios Marítimos Litoral Ltda.	FIP	Regularización cartográfica de concesiones de acuicultura
2004	Optimización y desarrollo biotecnológico de un sistema productivo para el cultivo masivo de microalgas, orientado a la obtención de productos de alto valor comercial, en el norte de Chile	UNAP	FONDEF	Creación de un unidad demostrativa de fotobiorreactor que genera un aumento en biomasa algales, con menores costos y de mejor calidad
2004	Marcadores moleculares para el mejoramiento genético de <i>Argopecten purpuratus</i>	UNAP	FONDEF	Generación de conocimientos sobre la aplicación de la biología molecular al manejo de poblaciones naturales y cultivadas de especies marinas
2005	Evaluación del crecimiento y sobrevivencia de semilla de ostión del norte (<i>A. purpuratus</i>) bajo dos sistemas de nursery	UNAP	Fondo interno	Desconocidos



Tabla 1.7. (Continuaci3n).

Año	Proyecto	Instituci3n	Financiamiento	Resultados
2005	Desarrollo del cultivo de pepino de mar (<i>Apostichopus japonicus</i>) a escala piloto en Chile.	UNAP	FONDEF	En ejecuci3n
2006	Preservaci3n de g3nadas de erizo mediante la t3cnica de liofilizaci3n	UNAP	FONDEF	En ejecuci3n
2006	Optimizaci3n de la tecnolog3a de producci3n de juveniles de <i>O. insignis</i>	UNAP	INNOVA-CORFO	En ejecuci3n
2007	Cultivo piloto de atunes en el norte de Chile	UNAP	CORFO y FAO	En ejecuci3n
2007	Alimento inerte para larvas de peces, a trav3s de la t3cnica de secado por aspersi3n.	UNAP	FONDEF	En ejecuci3n



Tabla 1.8.

Lista de las especies con historial de cultivo en la Región de Antofagasta, con su respectivo grado de desarrollo (C= cultivo Comercial, PC= cultivo PreComercial, P= cultivo Piloto E= cultivo experimental y PP= en proyecto).

Taxón	Nombre común	Nombre científico	Grado de desarrollo
Microalgas	haematococos	<i>Haematococcus pluvialis</i>	PP
	espirulina	<i>Spirulina maxima</i>	PP
	botriococos	<i>Botryococcus braunii</i>	E
	dunaliela	<i>Dunaliella salina</i>	PP
Macroalga	pelillo	<i>Gracillaria sp.</i>	C
Crustáceos	camarón blanco	<i>Litopenaeus vannamei</i>	E
	artemia	<i>Artemia salina</i>	E
Moluscos	ostión del norte	<i>Argopecten purpurata</i>	C
	chorito	<i>Mytilus chilensis</i>	E
	cholga	<i>Aulacomya ater</i>	E
	choro zapato	<i>Choromytilus chorus</i>	E
	ostra	<i>Tiostrea chilensis</i>	E
	loco	<i>Concholepas concholepas</i>	E
	ostra del Pacífico	<i>Crassostrea gigas</i>	C
	abalón rojo	<i>Haliotis rufescens</i>	PP
	abalón verde	<i>Haliotis discus hannai</i>	PP
Equinodermos	pepino de mar	<i>Apostichopus japonicus</i>	PP
Peces	lisa	<i>Mugil cephalus</i>	E
	dorado de la costa	<i>Seriola lalandi</i>	E
	acha	<i>Medialuna ancietae</i>	PP
	San Pedro	<i>Oplegnathus insignis</i>	PP
	mulata	<i>Graus nigra</i>	PP
	lenguado chileno	<i>Paralichthys adpersus</i>	PP

**Tabla 1.9.**

Lista de los proyectos de investigaci3n en acuicultura en la Regi3n de Antofagasta, con una s3ntesis de sus resultados.

Año	Proyecto	Instituci3n	Financiamiento	Resultados
1991	Fomento de investigaci3n cient3fica y tecnolog3a para el manejo de recursos marinos, acuicultura y evaluaci3n del impacto ambiental en la zona norte de Chile.	UANTOF	FONDEF	Fortalecimiento de la capacidad cient3fica institucional, para el desarrollo de proyectos de manejo de recursos hidrobiol3gicos y desarrollo de la acuicultura
1991	Caracterizaci3n, mejoramiento y producci3n de las cepas chilenas de <i>Artemia</i> para su uso en acuicultura.	UANTOF	FONDECYT	Aumento del conocimiento y producci3n de biomasa de Artemias nacionales
1992	Estudio bacteriol3gico en g3nada de reproductores de <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck 1819) y su incidencia en el desarrollo larval.	UANTOF	FONDECYT	Desconocidos



Tabla 1.9. (Continuación).

Año	Proyecto	Institución	Financiamiento	Resultados
1995	Estudio de la actividad inhibitoria de bacterias marinas contra patógenos de moluscos	UANTOF	FONDECYT	La actividad inhibitoria entre bacterias aisladas de colectores de ostión fue observada solamente con un <i>Vibrio</i> sp. (7,7%). Al evaluar el efecto de la cepa <i>Vibrio</i> C33 contra los 29 aislados, se detectó un efecto antibacteriano frente al 53,8% de las cepas aisladas de los colectores de ostión.
1996	Aprovechamiento de la descarga de agua de mar de la Central Térmica de Mejillones para el cultivo del camarón blanco (<i>Penaeus vannamei</i>)	Edelnor S.A.	FONTEC	En dos meses y medio se alcanzaron pesos comerciales (9 a 10 g), a partir de ejemplares de 0,2 g, con una sobrevivencia > al 80%.
1997	Inoculación de vibrios marinos productores de antibacterianos en el cultivo de <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamark, 1819): efecto en la microflora nativa y bacterias patogénicas.	UANTOF	FONDECYT	Desconocidos
1997	Investigación y desarrollo de tecnologías para la utilización de probióticos en el cultivo del ostión del norte <i>Argopecten purpuratus</i>	UANTOF	FONDECYT	Incremento en la sobrevivencia larval, debido a la sustitución de antibióticos

**Tabla 1.9. (Continuación).**

Año	Proyecto	Institución	Financiamiento	Resultados
2000	Optimización de la producción de semillas de invertebrados marinos de importancia comercial mediante la utilización de biopelículas microbianas	UANTOF	FONDECYT	Incremento de la producción de semillas de invertebrados en estudio.
2000	Producción de semillas microbiológicamente controladas y servicios complementarios para la industria acuícola	UANTOF	FONDEF	Aumento en el valor agregado de la producción de semillas y estandarización de su cadena productiva
2002	Desarrollo de tecnologías para la optimización de la oferta alimentaria de semillas de abalón a partir de microorganismos bentónicos	UANTOF	FONDEF	Aumento en la calidad nutricional del alimento y manejo de la bacterioflora del tracto digestivo de semillas de abalón a partir de consorcios microbianos (bacteria-microalga).
2002	Optimización de tecnologías para la captación natural de semillas de <i>Argopecten purpuratus</i> en el norte de Chile	UANTOF	FONDEF	Desarrollo de colectores para el asentamiento larval del ostión del norte, en el medio natural



Tabla 1.9. (Continuación).

Año	Proyecto	Institución	Financiamiento	Resultados
2003	Desarrollo de tecnologías para la producción de biomasa de microalgas del desierto de Atacama, ricas en ácidos grasos poliinsaturados, como suplemento alimenticio para la industria acuícola	UANTOF	FONDEF	Creación del producto Omegadesert, basado en un excelente perfil de ácidos grasos poliinsaturados para consumo animal y/o humano y las empresas productoras de alimentos para acuicultura
2003	Desarrollo de una tecnología de cultivo para la producción en cautiverio de <i>Seriola lalandi</i> en el norte de Chile	UANTOF	FONDEF	Tecnología base para el cultivo de <i>Seriola lalandi</i>
2003	Transferencia tecnológica de producción de semillas de invertebrados marinos de importancia comercial mediante la utilización de biopelículas microbianas, a empresas acuícolas de Chile y el exterior	UANTOF	FONDEF	Tecnología para la producción de biopelículas eficientes para el asentamiento larval y alimentación del abalón en su etapa de hatchery.
2004	Regularización cartográfica de concesiones de acuicultura en sectores de la I, II, III, IV, VIII y X Regiones	Servicios Marítimos Litoral Ltda.	FIP	Regularización cartográfica de concesiones de acuicultura
2004	Aplicación de herramientas biotecnológicas basadas en control microbiológico y alimento probiótico para la obtención de semillas de <i>Concholepas concholepas</i> en el norte de Chile.	UANTOF	CORFO	Creación del producto PRO-LOC (alimento microalgal probiótico para larvas de loco) y desarrollo de un hatchery de <i>C. concholepas</i>



Tabla 1.9. (Continuación).

Año	Proyecto	Institución	Financiamiento	Resultados
2004	Mejoramiento biotecnológico de la producción y aplicación de compuestos antifouling de origen bacteriano para la industria marina	UANTOF	CORFO	Producto bact-paint, primer compuesto antifouling biocida natural producido en Chile
2005	Desarrollo de inoculantes microbianos para mejorar la eficiencia digestiva, sobrevivencia y crecimiento de juveniles y adultos de abalón	UANTOF	CORFO	Producto Marine Gut Biocontrol, mejora la digestibilidad y crecimiento de abalones en cultivo
2005	Tecnología limpia para la reproducción del ostión del norte	UANTOF	CORFO	Desarrollo de una metodología para la criopreservación de espermatozoides y producción de organismos triploides.
2006	Optimización y mejoramiento biotecnológico de las condiciones de cultivo de la microalga verde <i>Botryococcus braunii</i> para la obtención de bio-hidrocarburos.	UANTOF	CORFO	Optimización en la obtención de biomasa microalgal e identificación de los genes responsables en la síntesis de hidrocarburos.
2007	Prospección y seguimiento de microalgas nocivas para la actividad de cultivo de pectínidos (II, III y IV Región)	UCN	FIP	Identificación de las especies de microalgas causantes de biotoxinas, junto cuantificación temporal del contenido de biotoxinas paralizante, diarreicas (lipofilicas) y amnésicas en el ostión del norte



Tabla 1.9. (Continuaci3n).

Año	Proyecto	Instituci3n	Financiamiento	Resultados
2007	Optimizaci3n de una unidad de cultivo de <i>Concholepas concholepas</i> con sistema controlado mediante la implementaci3n de herramientas biotecnol3gicas fundamentada en la aplicaci3n de alimento probi3tico	UANTOF	CORFO	Desarrollo de un sistema de recirculaci3n para la evaluaci3n del alimento Pro-loc en las diferentes etapas de cultivo.
2008	Producci3n de juveniles fortalecidos de <i>Octopus mimus</i> , en la segunda regi3n de Chile, mediante alimentaci3n con micro dietas enriquecidas a trav3s de tecnologa mixta de hatchery y sistemas controlados en mar	UANTOF	FONDEF	En ejecuci3n



Tabla 1.10.

Lista de los artículos científicos publicados en revistas de corriente principal, relacionados con la acuicultura en el norte de Chile.

Autores	Año	Título	Revista
Avendaño, M. & M. Cantillánez.	1997	Necesidad de crear una reserva marina de ostiones en el banco de La Rinconada (Antofagasta II Región, Chile).	Estudios Oceanológicos
Avendaño, R., Riquelme C., Escribano R. & N. Reyes.	2001	Sobrevivencia y crecimiento de post-larvas de <i>Argopecten purpuratus</i> en Bahía Inglesa, Chile: efectos del origen, distribución en la bahía y bacterioflora larval.	Revista Chilena de Historia Natural
Avendaño, M. & M. Cantillánez.	2003	Evaluación de la población, extracción y traslado del pectínido <i>Argopecten purpuratus</i> en la Bahía de Mejillones, Chile.	Scientia Marina
Avendaño M. & M. Cantillánez.	2005	Crecimiento y estructura demográfica de <i>Argopecten purpuratus</i> en la Reserva Marina La Rinconada, Antofagasta, Chile.	Ciencias Marinas
Avendaño, M., M. Cantillánez & J. Peña.	2006	Effect of immersion time of culture on spatfall of the scallop <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck 1819) in the Marine Reserve at La Rinconada, Antofagasta, Chile.	Aquacultura International
Avendaño, M., M. Cantillánez, G. Thouzeau & J. Peña	2007	Captación artificial y crecimiento temprano de la semilla de <i>Argopecten purpuratus</i> en la Reserva Marina La Rinconada, Antofagasta, Chile.	Scientia Marina
Avendaño-Herrera, R. & C. Riquelme.	2007	Production of a diatom-bacteria biofilm in a photobioreactor for aquacultura applications.	Aquacultural Engineering
Avendaño, M., M. Cantillánez, M. Le Pennec & G. Thouzeau.	2008	Reproductive and larval cycle of the scallop <i>Argopecten purpuratus</i> (Ostreoida: Pectinidae), during El Niño-La Niña events and normal condition in Antofagasta, Northern Chile.	Biología Tropical
Avendaño, M., M. Cantillánez & G. Thouzeau.	2008	Effects of water depth on survival and growth of <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck, 1819) spat in northern Chile.	Aquaculture International



Tabla 1.10. (Continuación).

Autores	Año	Título	Revista
Ayala, C., Clarke M. & C. Riquelme.	2006	Inhibición de la formación de bicho en <i>Semimytilus algosus</i> por una bacteria formadora de film aislada de un sustrato de biofouling en el Norte de Chile.	Biofouling
Barbieri, M., M. Bravo, M. Farías, A. González, O. Pizarro & E. Yáñez.	1995	Fenómenos asociados a la estructura térmica superficial del mar observados a través de imágenes satelitales en la zona norte de Chile.	Investigaciones Marinas
Cantillanez, M., G. Thouzeau & M. Avendaño.	2007	Improving <i>Argopecten purpuratus</i> culture in Northern Chile: Results from the study of larval and post-larval stages in relation to environmental forcing.	Aquaculture
Cantillánez, M., M. Avendaño, G. Thouzeau & M. Le Pennec.	2005	Ciclo reproductivo de <i>Argopecten purpuratus</i> en la Reserva Marina La Rinconada: Respuesta a los efectos ambientales provocados por El Niño y La Niña.	Aquaculture
Carrasco, F. & R. Moreno.	2006	Dinámica de largo plazo de la fauna de poliquetos de los fondos sublitorales blandos frente a Punta Coloso, Norte de Chile.	Scientia Marina
Castilla, J., N. Lagos & M. Cerda.	2004	Ingeniería de los ecosistemas marinos por la ascidia <i>Pyura praeputialis</i> en el intermareal medio de una costa rocosa.	Marine Ecology Progress Series
Castilla, J., R. Guíñez, A. Caro & V. Ortiz.	2003	Invasión de una costa del intermareal rocoso por el tunicado <i>Pyura praeputialis</i> en la Bahía de Antofagasta, Chile.	Proceedings of the National Academy of Sciences
Castro T., G. Gajardo, J. Castro & G. Castro.	2006	Comparación biométrica y ecológica entre Artemias de México y Chile.	Saline Systems
Clarke, M. & J. Castilla.	2000	Dos nuevos registros de ascidias para la costa continental de Chile.	Revista Chilena de Historia Natural



Tabla 1.10. (Continuación).

Autores	Año	Título	Revista
Cortez, T., A. González & A. Guerra.	1999	Growth of cultured <i>Octopus mimus</i> (Cephalopoda, Octopodidae).	Fisheries Research
Escribano, R. & P. Hidalgo.	2001	Circulación inducida por el viento en Bahía de Antofagasta, Norte de Chile.	Revista de Biología Marina y Oceanografía
Escribano, R., L. Rodríguez & C. Irribarren.	1995	Variabilidad de la temperatura del mar en la bahía de Antofagasta, Norte de Chile.	Estudios Oceanológicos
García, M., A. Miravalles & P. Leonardi.	2007	Formación de pelos en el alga agarófito <i>Gracilaria chilensis</i> .	Darwiniana
Gómez, P. & M. González.	2001	Polimorfismo genético en 8 líneas de la microalga carotenogénica <i>Dunaliella salina</i> .	Biological Research
Jonquera, M., G. Valencia, M. Eguchi, M. Katayose & C. Riquelme.	2002	Bacteria in the culture of the scallop <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck, 1819).	Aquaculture Internacional
Leyton, Y. & E. Riquelme.	2008	Use of specific bacterial-microalgal biofilms for improving the larval settlement of <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck, 1819) on three types of artificial spat-collecting materials.	Aquaculture
Medina, M., M. Araya & C. Vega.	2004	Alimentación y relación tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile.	Investigaciones Marinas
Oliva, M., L. Castillo & M. Sánchez.	2004	Metazoan Parasites in wild and farmed populations of the scallops, <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck, 1819) from northern Chile.	Acta Parasitológica
Olivares A., E. Bustos-Obregón, V. Castillo & O. Zúñiga.	2003	Variaciones del funcionamiento testicular en adultos de <i>Octopus mimus</i> .	International Journal of Morphology



Tabla 1.10. (Continuación).

Autores	Año	Título	Revista
Pérez, J., C. Alfonsi, M. Nirchio, C. Muñoz & J. Gómez.	2003	The introduction of exotic species in aquaculture: a solution or part of the problem?.	Interciencia
Pérez, J., C. Muñoz, L. Huaquin & M. Nirchio.	2004	Riesgos de la Introducción de tilapias (<i>Oreochromis</i> sp.) (Perciformes: Cichlidae) en Ecosistemas Acuáticos de Chile.	Revista Chilena de Historia Natural
Piñones, A., J. Castilla, R. Guiñez & J. Largier.	2007	Temperaturas superficiales en sitios cercanos a la costa en la bahía de Antofagasta y centros de surgencia adyacentes.	Ciencias Marinas
Riquelme, C., G. Hayashida, A. Toranzo, J. Vilches & P. Chávez.	1995	Estudios de patogenicidad en una línea de VAR causante de una enfermedad epizootica en larvas de <i>Argopecten purpuratus</i> cultivadas en Chile.	Diseases of Aquatic Organisms
Salamanca, M., B. Jara & T. Rodríguez.	2004	Niveles de Cu, Pb y Zn en agua y <i>Perumytilus purpuratus</i> en Bahía San Jorge, Norte de Chile.	Gayana
Sielfeld, W., M. Vargas, V. Berríos & G. Aguirre.	2002	Eventos ENSO cálidos y sus efectos en la fauna costera de peces del norte de Chile.	Investigaciones Marinas
Santander, E., L. Herrera & J. Pizarro.	2001	Fluctuación diaria del fitoplancton en la capa superficial del océano durante la primavera de 1997 en el norte de Chile (20°18'S): I. biomasa pigmentaria.	Revista de Biología y Oceanografía
Valdés, J.	2004	Evaluación de metales redox-sensitivos como proxies de paleoxigenación en un ambiente marino hipóxico del norte de Chile.	Revista Chilena de Historia Natural

**Tabla 1.10. (Continuación).**

Autores	Año	Título	Revista
Valdés, J. & L. Ortlieb.	2001	Paleoxigenación subsuperficial de la columna de agua en la Bahía de Mejillones del Sur (23°S): indicadores geoquímicos en testigos de sedimento marino.	Investigaciones Marinas
Vargas, L. & G. Pequeño.	2004	El estatus taxonómico de <i>Graus fernandezianus</i> ; nuevo registro geográfico y comentario sobre <i>Graus nigra</i> , en Chile.	Gayana (Concepción)
Zamora, M. & A. Olivares.	2004	Variaciones bioquímicas e histológicas asociadas al evento reproductivo de la hembra de <i>Octopus mimus</i> .	International Journal of Morphology
Zapata, M., F. Silva, Y. Luza, M. Wilkens & C. Riquelme.	2007	The Inhibitory effect of biofilms produced by wild bacterial isolates to the larval settlement fouling ascidia <i>Ciona intestinalis</i> and <i>Pyura praeputialis</i> .	Electronic Journal of Biotechnology



Tabla. 1.11.

Especies en cultivo desglosadas según desarrollo productivo alcanzado en el país. Adaptado de Zúñiga y Acuña (2002), Subpesca (2003), Murillo *et al.* (2006a) y Asvid Ltda. (2008).

	Categoría	Grupo Taxonómico	Nombre en Chile	Nombre Científico
1	Comercial	Peces	salmón del Atlántico	<i>Salmo salar</i>
2			salmón coho o del Pacífico	<i>Oncorhynchus kisutch</i>
3			salmón rey o chinook	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>
4			trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
5			turbot	<i>Scophthalmus maximus</i>
6		Moluscos	ostra chilena	<i>Tiostrea chilensis</i>
7			ostra del Pacífico	<i>Crassostrea gigas</i>
8			ostión del norte	<i>Argopecten purpurata</i>
9			choro	<i>Choromytilus chorus</i>
10			chorito	<i>Mytilus chilensis</i>
11			cholga	<i>Aulacomya atra</i>
12			abalón rojo	<i>Haliotis rufescens</i>
13			abalón japonés	<i>Haliotis discus hannai</i>
14		Algas	pelillo	<i>Gracilaria spp.</i>



Tabla. 1.11 (continuación).

	Categoría	Grupo Taxonómico	Nombre en Chile	Nombre Científico	
15	Precomercial	Peces	dorado de la costa	<i>Seriola lalandi</i>	
16			hirame	<i>Paralichthys olivaceus</i>	
17			halibut del Atlántico	<i>Hipoglossus hipoglossus</i>	
18			lenguado chileno	<i>Paralichthys adpersus</i>	
19		Moluscos	almeja	<i>Venus antiqua</i>	
20			choro araucano	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	
21		Crustáceos	langosta australiana	<i>Cherax tenuimanus</i>	
22		Algas	huiro	<i>Macrocystis pyrifera</i>	
23		Equinodermos	erizo comestible chileno	<i>Loxechinus albus</i>	
24	Piloto	Peces	robalo	<i>Eleginops maclovinus</i>	
25			puye	<i>Galaxias maculatus</i>	
26			esturión blanco	<i>Acipenser transmontanus</i>	
27			esturión siberiano	<i>Acipenser baeri</i>	
28			bagre de canal	<i>Ictalurus punctatus</i>	
29			cojinova del norte	<i>Seriola violacea</i>	
30		Moluscos	almeja	<i>Mulinia edulis</i>	
31			almeja	<i>Tawera gayi</i>	
32			macha	<i>Mesodesma donacium</i>	
33		Algas	luga roja	<i>Gigartina skottsbergii</i>	
34			luga negra	<i>Sarcothalia crispata</i>	
35			chascón	<i>Lessonia nigrescens</i>	
36		Experimental	Peces	bacalao de profundidad	<i>Dissostichus eleginoides</i>
37				congrío colorado	<i>Genypterus chilensis</i>
38	corvina			<i>Cilus gilberti</i>	
39	lisa			<i>Mugil cephalus</i>	
40	pejerrey			<i>Odontesthes spp.</i>	
41	merluza austral			<i>Merluccius australis</i>	
42	anguila			<i>Ophichthus pacifi</i>	
43	anguila			<i>Eptatretus polytrema</i>	
44	atún aleta amarilla			<i>Thunnus albacares</i>	
45	atún ojos grandes			<i>Thunnus obesus</i>	
46	rollizo			<i>Pinguipes chilensis</i>	
47	trucha ártica			<i>Salvelinus alpinus</i>	
48	acha			<i>Medialuna ancietae</i>	
49	San Pedro			<i>Oplegnathus insignis</i>	
50	mulata			<i>Graus nigra</i>	



Tabla. 1.11 (continuación).

	Categoría	Grupo Taxonómico	Nombre en Chile	Nombre Científico
51	Experimental	Moluscos	almeja	<i>Protothaca thaca</i>
52			navaja o huepo	<i>Ensis macha</i>
53			lapa	<i>Fissurella spp.</i>
54			caracol locote	<i>Thais chocolata</i>
55			caracol trofón	<i>Trofon geversianus</i>
56			loco	<i>Concholepas concholepas</i>
57			pulpo del norte	<i>Octopus mimus</i>
58			pulpo del sur	<i>Enteroctopus megalocyathus</i>
59			pulpito	<i>Robsonella fontaniana</i>
60			caracol trumulco	<i>Chorus giganteus</i>
61			culengue	<i>Gari solida</i>
62			navajuela	<i>Tagelus dombeii</i>
63			ostiones del sur	<i>Chlamys patagonica y Chlamys vitrea</i>
64			ostión europeo	<i>Pecten maximus</i>
65			chorito negro	<i>Semimytilus algosus</i>
66		Crustáceos	centollón	<i>Paralomis granulosa</i>
67			camarón de río del sur	<i>Samastacus spinifrons</i>
68			camarón de río del norte	<i>Cryphiops caementarius</i>
69			camarón tigre	<i>Penaeus japonicus</i>
70			langosta de agua dulce	<i>Cherax quadricarinatus</i>
71			centolla	<i>Lithodes santolla</i>
72			jaiba	<i>Cancer spp.</i>
73			picoroco	<i>Austromegabalanus psittacus</i>
74			camarón ecuatoriano	<i>Litopenaeus vannamei</i>
75			camarón malásico	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
76		Algas	luga luga	<i>Mazzarella spp.</i>
77			chicoria de mar	<i>Chondracanthus chamissoi</i>
78			luche	<i>Porphyra spp.</i>
79		Equinodermos	pepino de mar	<i>Athionidium chilensis</i>
80			pepino de mar japonés	<i>Apostichopus japonicus</i>



Tabla 1.12.

Principales impactos ambientales negativos que generan las actividades de cultivo de especies hidrobiológicas marinas.

Impactos ambientales	Macroalgas	Moluscos bivalvos	Moluscos gástrópodos	Equinodermos	Peces
Ingreso de nutrientes y materia orgánica al medio	Desprendimiento y descomposición.	Biodepositación de fecas y seudofecas en el fondo (Conde & Domínguez, 2004).	Biodepositación de fecas y seudofecas en el fondo (Jaramillo <i>et al.</i> , 1992).	Ingreso de fecas y restos de alimentos no consumidos (Murillo <i>et al.</i> , 2006a; Vidal, 2006).	Materia orgánica compuesta por los restos de alimento y materias fecales (Buschmann, 2001).
Disminución velocidad de la corriente marina	Los sistemas de cultivo tienen efectos sobre la velocidad y dirección de las corrientes (Westermeier <i>et al.</i> , 1991, 1998).	Los sistemas de cultivo tienen efectos sobre la velocidad y dirección de las corrientes (Crawford <i>et al.</i> , 2003).	Los sistemas de cultivo tienen efectos sobre la velocidad y dirección de las corrientes (Vidal, 2006).	Los sistemas de cultivo tienen efectos sobre la velocidad y dirección de las corrientes (Vidal, 2006).	Los sistemas de cultivo tienen efectos sobre la velocidad y dirección de las corrientes (Buschmann <i>et al.</i> , 1996).
Aumento de la sedimentación	Aumento de material particulado y modificaciones en la composición granulométrica de los sedimentos (Westermeier <i>et al.</i> , 1991, 1998).	Generación de material particulado (Crawford <i>et al.</i> , 2003).	Generación de material particulado (Buschmann, 2001).	Generación de material particulado (Vidal, 2006).	Generación de material particulado (Buschmann <i>et al.</i> , 1996).
Disminución de la oxigenación en los sedimentos		Altos porcentajes de desprendimiento de los individuos cultivados, los cuales se acumulan en el fondo (Conde & Domínguez, 2004).	Aumento de material orgánico disuelto y particulado (Vidal, 2006).	Aumento de material orgánico disuelto y particulado (Vidal, 2006).	Aumento de material orgánico disuelto y particulado (Buschmann, 2001).
Cambios en las estructuras comunitarias del fito y zooplancton en la columna de agua		Gran cantidad de alimento consumido, alterando la productividad primaria (Crawford <i>et al.</i> , 2003).	Ingreso de nutrientes al medio (Buschmann, 2001).		Aumento significativo de dinoflagelados en las proximidades de sitios donde se cultivan peces (Vergara, 2001).



Tabla 1.12. (Continuaci3n).

Impactos ambientales	Macroalgas	Moluscos bivalvos	Moluscos gastr3podos	Equinodermos	Peces
Cambios en las estructuras comunitarias bent3nicas	Afecta la porosidad, permeabilidad y penetrabilidad del sustrato, esta 3ltima de suma importancia para la macrofauna de los fondos blandos (Westermeier <i>et al.</i> , 1991, 1998), existiendo una tendencia al aumento de poliquetos y moluscos depredadores excavadores, disminuyendo los equinodermos, crust3ceos e is3podos (Buschmann <i>et al.</i> , 1995).	Altos porcentajes de desprendimiento de los individuos cultivados, los cuales se acumulan en el fondo (Conde & Dom3nguez, 2004).	Disminuci3n de las praderas naturales de macroalgas (Buschmann, 2001). Las posibles fugas accidentales de abal3n, principalmente en los manejos de limpieza de jaulas y muestreos, aportar3an un elemento al3ctono a la comunidad nativa, que podr3a competir con otros herb3voros (Shepherd <i>et al.</i> , 1992; Murillo, 2002).	Disminuci3n de las praderas naturales de macroalgas (Buschmann, 2001).	La acumulaci3n de materia org3nica limita la presencia de las especies de bent3nicas (Buschmann, 2001).
Introducci3n de agentes pat3genos al medio por introducci3n de especies ex3ticas.			Eventual transmisi3n de enfermedades a la fauna nativa (coccidiosis, vibriosis, perkinsosis, virosis), que permitir3a potenciar sus brotes al actuar como focos de infecci3n, de diseminaci3n o de reservorios de enfermedades (Shepherd <i>et al.</i> , 1992; Fundaci3n Chile, 1998; Murillo, 2002).		Introducci3n de enfermedades junto con ovas y/o ejemplares adultos (Buschmann, 2001).



Tabla 1.12. (Continuaci3n).

Impactos ambientales	Macroalgas	Moluscos bivalvos	Moluscos gastr3podos	Equinodermos	Peces
Introducci3n de agentes pat3genos al medio por traslocaci3n de especies dentro del pa3s		Transporte accidental de pat3genos que existen en los tractos digestivos (Vial <i>et al.</i> , 1988).	Transporte accidental de pat3genos que habitan en los tractos digestivos o en larvas de organismos macrosc3picos (Riquelme & Ch3vez, 1994).		Posible transmisi3n de enfermedades (Buschmann, 2001).
Ingreso de desechos de lenta degradaci3n en el medio natural	Generaci3n de residuos provenientes de los sistemas de cultivo como flotadores, cuerdas de "nylon" y pl3sticos (Murillo <i>et al.</i> , 2006 a; Vidal, 2006).	Generaci3n de residuos provenientes del material de trabajo (flotadores, cabos y redes) (Murillo <i>et al.</i> , 2006 a; Vidal, 2006).	Generaci3n de residuos provenientes del material de trabajo (cabos y otras artes de cultivo) (Murillo <i>et al.</i> , 2006; Vidal, 2006).	Generaci3n de residuos provenientes del material de trabajo (cabos y otras artes de cultivo) (Vidal, 2006).	Generaci3n de residuos provenientes del material de trabajo (cabos y otras artes de cultivo) (Murillo <i>et al.</i> , 2006 a; Vidal, 2006).



Tabla 1.13.
Principales impactos ambientales negativos generados en actividades de cultivo de especies hidrobiol3gicas de agua dulce.

Impactos ambientales	Microalgas	Crustáceos	Peces
Alteraci3n topogr3fica	Excavaci3n y movimientos de tierra para la creaci3n de estanques (Grimaldi, 2007).	Excavaci3n y movimientos de tierra para la creaci3n de estanques (Lubrano, 2005).	Nivelaci3n del terreno (Andrade <i>et al.</i> , 2002)
Extracci3n de agua	Napas subterrneas (Grimaldi, 2007).	Napas subterrneas, esteros (Lubrano, 2005).	Esteros (Andrade <i>et al.</i> , 2002)
Ingreso de nutrientes y materia org3nica al medio.	Nitratos, sulfatos, cloruros y carbonatos (Grimaldi, 2007).	Nitratos (Lubrano, 2005).	Materia fecal, alimento no consumido y desechos inorg3nicos solubles de excreci3n (Barg, 2002).
Ingreso de sustancias qu3micas al medio	Hipoclorito s3dico y etanol (Grimaldi, 2007).	Cloro (Lubrano, 2005).	Pigmentos, antioxidantes, vitaminas, hormonas, antibi3ticos, desinfectantes, detergentes y anestésicos (GESAMP, 1997).
Efectos sobre la biodiversidad			Escapes accidentales pueden generar competencia por espacio y alimento con especies nativas y la posibilidad de ser vectores de enfermedades infecciosas y parasitarias (Andrade <i>et al.</i> , 2002).
Introducci3n de desechos de lenta degradaci3n	Artes de cultivo	Artes de cultivo	Artes de cultivo



Tabla 1.14.
Lista de enfermedades de alto riesgo que afectan a las especies hidrobiológicas, según el RESA.

Organismos	Enfermedad	Agente Causal
Peces	Necrosis Hematopoyética Epizoótica	Virus de la Necrosis Hematopoyética Epizoótica
	Necrosis Hematopoyética Infecciosa	Virus de la Necrosis Hematopoyética Infecciosa
	Herpesvirosis del Salmón Masou	Virus del <i>Onchorhynchus masou</i> (Herpesvirus tipo 2)
	Septicemia Hemorrágica Viral	Virus de la Septicemia Hemorrágica Viral
	Viremia Primavera de la Carpa	Virus de la Viremia Primavera de la Carpa
	Encefalopatía y Retinopatía Virales	Virus de la Necrosis Nerviosa Viral
	Virosis del Bagre del Canal	Herpesvirus de Ictaluridae tipo I
	Septicemia Entérica del Bagre	<i>Edwardsiella ictaluri</i>
	Iridovirosis del esturión blanco	Iridovirus del Esturión Blanco
	Furunculosis	<i>Aeromonas salmonicida</i> subespecie salmonicida
	Síndrome Ulcerante Epizoótico	<i>Aphanomyces invadans</i> , <i>A. piscicida</i> , <i>A. Invaderis</i>
	Girodactilosis	<i>Gyrodactylus salaris</i>
	Iridovirosis de la Dorada Japonesa	Iridovirus de la Dorada Japones
	Necrosis Pancreática Infecciosa	Virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa
Piscirickettsiosis	<i>Piscirickettsia salmonis</i>	
Renibacteriosis	<i>Renibacterium salmoninarum</i>	
Streptococosis	<i>Streptococcus phocae</i>	



Tabla 1.14. (Continuación).

Organismos	Enfermedad	Agente Causal
	Anemia Infecciosa del Salmón (ISA)	Orthomyxovirus Virus ISA.
	Síndrome Ictérico	No identificado (en investigación)
	Furunculosis atípica	Aeromonas salmonicida atípica
	Vibriosis	<i>Vibrio ordalii</i>
	Caligidosis	<i>Caligus rogercressey</i>
Moluscos	Infección por <i>Bonamia ostreae</i>	<i>Bonamia ostreae</i>
	Infección por <i>Bonamia exitiosa</i>	<i>Bonamia exitiosa</i>
	Infección por <i>Mikrocytos roughleyi</i>	<i>Mikrocytos roughleyi</i>
	Infección por <i>Haplosporidium nelsoni</i>	<i>Haplosporidium nelsoni</i>
	Infección por <i>Marteilia refrigens</i>	<i>Marteilia refrigens</i>
	Infección por <i>Marteilia sydneyi</i>	<i>Marteilia sydneyi</i>
	Infección por <i>Mikrocytos mackini</i>	<i>Mikrocytos mackini</i>
	Infección por <i>Perkinsus marinus</i>	<i>Perkinsus marinus</i>
	Infección por <i>Perkinsus olseni/atlanticus</i>	<i>Perkinsus olseni/atlanticus</i>
	Infección por <i>Haplosporidium costale</i>	<i>Haplosporidium costale</i>
	Infección por <i>Xenohalictis californiensis</i>	<i>Xenohalictis californiensis</i>
Infección por <i>Terebrasabella heterouncinata</i>	<i>Terebrasabella heterouncinat</i>	



Tabla 1.14. (Continuaci3n).

Organismos	Enfermedad	Agente Causal
Crustáceos	Síndrome de Taura	Virus de la Enfermedad de Taura
	Enfermedad de las Manchas Blancas	Virus del Síndrome de las Manchas Blancas
	Enfermedad de la Cabeza Amarilla	Virus de la Enfermedad de la Cabeza Amarilla
	Baculovirus tetraédrica	<i>Baculovirus penaei</i>
	Baculovirus esférica	Baculovirus tipo <i>Penaeus monodon</i>
	Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infecciosa	Virus de la Necrosis Hipodérmica Hematopoyética Infecciosa
	Plaga del Cangrejo de Río	<i>Aphanomyces astaci</i>
	Virosis Mortal de los Genitores	Virus de la Virosis Mortal de los Genitores



Tabla 1.15.
Normativa vinculada al PSMB y otros programas asociados (Fuente:
<http://www.sernapesca.cl>).

Programa	Nomenclatura		Nombre	
Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos	SMB	MP1	Ago-04	Procedimientos Operativos del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos Estados Unidos.
		MP2	Mar-07	Procedimientos Operativos del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos Unión Europea.
		MP4	Jun-07	Procedimiento Operativo para el Control del Origen de Moluscos Bivalvos de Exportación.
		NT1	Nov-06	Clasificación y Monitoreo de las Áreas de Extracción de Moluscos Bivalvos Estados Unidos.
		NT2	Ene-09	Clasificación y Monitoreo de las Áreas de Extracción de Moluscos Bivalvos Unión Europea.
		NT3	Nov-07	Plan de Contingencia para Biotoxinas Marinas y otras Emergencias de Contaminación.
		NT4	May-06	Clasificación y Monitoreo de las Áreas de Extracción de Moluscos Bivalvos – Singapur.
Programa de Aseguramiento de Calidad	PAC	MP1	Dic-07	Procedimientos Administrativos para Participar en el Programa de Aseguramiento de Calidad.
		NT1	Ene-08	Guía de Trabajo para la Elaboración de Programas de Aseguramiento de Calidad en Plantas Pesqueras y Barcos Factoría.
		NT2	Ene-08	Requisitos Específicos a Considerar en la Elaboración de un Programa de Aseguramiento de Calidad, según Recursos y Mercados de Destino.
Trazabilidad de Productos Pesqueros	TPP	NT1	Dic-07	Requisitos para la Elaboración de Sistemas de Trazabilidad.
Programa de Habilitación de Plantas, Buques Factorías y Embarcaciones	HPB	MP1	Ene-08	Habilitación de Plantas Pesqueras y Buques Factoría.
		MP2	Ago-06	Habilitación de Frigoríficos.
		MP3	Ene-06	Habilitación de Plantas del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos Unión Europea.
		MP4	Ago-04	Habilitación de Plantas del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos Estados Unidos.
		NT1	Ene-08	Requisitos de Infraestructura y Manejo Sanitario de Plantas Pesqueras, Buques Factoría y Embarcaciones.
		NT2	Jun-07	Requisitos de Infraestructura y Manejo Sanitario de Frigoríficos.
		NT3	Ene-06	Condiciones Sanitarias Aplicables a los Establecimientos de Sanidad de Moluscos Bivalvos Unión Europea.
NT4	Jun-06	Condiciones Sanitarias Aplicables a los Establecimientos de Sanidad de Moluscos Bivalvos Estados Unidos.		
Programa de Control de Producto Final	CPF	MP1	Oct-06	Procedimientos para la Exportación y Certificación de Productos Pesqueros de Exportación.
		NT1	Ago-07	Requisitos Generales para la Certificación Sanitaria de los Productos Pesqueros de Exportación.
		NT2	Feb-07	Requisitos Específicos para la Certificación Sanitaria de los Productos Pesqueros de Exportación, de acuerdo con los Mercados de Destino.
Programa de Certificación	CER	MP1	Ene-08	Procedimientos para la Exportación y Certificación de Productos Pesqueros de Exportación.
		NT1	May-05	Certificación de Origen.
Programa de Control de Fármacos	FAR	MP1	Sep-07	Programa de Control de Residuos.
Programa de Laboratorios	LAB	MP1	Ene-08	Requisitos para la Autorización y Funcionamiento de Entidades de Muestreo, Análisis y Evaluación Organoléptica.
		MP2	Ene-08	Procedimientos administrativos de entidades de Muestreo, Análisis y Evaluación Organoléptica.
		NT1	Ene-08	Muestreo de Productos Pesqueros de Exportación.
		NT2	Sep-07	Métodos de Análisis Físico-Químicos para Productos Pesqueros de Exportación.
		NT3	Nov-05	Métodos de Análisis de Biotoxinas Marinas para Productos Pesqueros de Exportación.
		NT4	Dic-07	Métodos de Análisis de Residuos de Productos Farmacéuticos y Contaminantes para Productos Pesqueros de Exportación.
		NT5	May-07	Métodos de Análisis de Fitoplancton.
NT7	Dic-07	Métodos de Análisis Microbiológicos para Productos Pesqueros de Exportación.		



Tabla 1.16.
Abreviaciones utilizadas para cada variable y parámetro técnico a utilizar en una evaluación de impacto ambiental.

Parámetro	Abreviación	Parámetro	Abreviación
Aceites y grasas	AyG	Mercurio	Hg
Amonio	NH ₄	Nitrato	NO ₃
Arsénico	As	Nitrógeno	N
Batimetría	BAT	Oxígeno disuelto	OD
Cadmio	Cd	Pesticidas	PEST
Cobre	Cu	Plomo	Pb
Cromo VI (hexavalente)	Cr*	Salinidad	S
Clorofila-a	CLO	<i>Salmonella</i>	SALMO
Coliformes fecales	COLIF	Silicato	SiO ₃
Coliformes totales	COLIT	Sólidos Suspendidos Totales	SST
Correntometría	COR	Sulfuro de hidrógeno	HS
Demanda biológica oxígeno	DBO ₅	Temperatura	T
<i>Escherichia coli</i>	ECOLI	Topografía del fondo	TOP
Fósforo (fosfato-ortofosfato)	P	Veneno amnésico de mariscos	VAM
Granulometría	GRA	Veneno paralizante de mariscos	VPM
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	HAP	Veneno diarreico de mariscos	VDM
Materia orgánica	MOT	Zinc	Zn



Tabla 1.17.

Matriz de fondo marino, indicando los rangos aceptables para cada variable y parámetro técnico a utilizar en una evaluación de impacto ambiental, según la normativa nacional y literatura internacional. Simbología ídem Tabla 1.16.

Fuente	BAT	TOP	GRA	MOT %	P mg/kg	N mg/kg	Hg mg/kg	Cd mg/kg
CCME, 2002 ¹							0,7	4,2
Persaud <i>et al.</i> , 1993				1	600	550		
Dosdat <i>et al.</i> (1995) ²	> 30 m	> 30 % de pendiente	Arena o grava					
Demaison & Moore (1980) ³				< 4				
McLachlan (1980) ⁴			1%					

¹Directrices canadienses interinas de calidad de sedimentos marinos en base al peso seco. ² valores que indican una buena condición del ambiente para realizar acuicultura. ³ Condición ambiental aceptable. ⁴ Nivel óptimo para arenas de 62 a 250 µm.

Tabla 1.17. (Continuación).

Fuente	Pb mg/kg	As mg/kg	Cu mg/L	Zn mg/L	Cr* mg/L	HAP µg/kg
CCME, 2002	112	41,6	108	271	160	128
Dosdat <i>et al.</i> (1995) ²						
Demaison & Moore (1980) ³						
McLachlan (1980) ⁴						



Tabla 1.18.

Matriz de recursos, indicando los valores máximos permisibles o rangos aceptables para cada variable y parámetro técnico a utilizar en una evaluación de impacto ambiental, según la normativa nacional y literatura internacional. Simbología ídem Tabla 1.16. *Para las biotoxinas ácido okadáico, dinofisistoxinas, pectenotoxinas y azaspirácidos y **para yesotoxinas, en mariscos.

Fuente	Hg mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	ECOLI NMP/100 g de carne	SALMO en 25 g	VPM µg/100g	VAM µg/g	VDM µg/g	PEST mg/kg
PSMB-UE	0,5	1,0	1,5		< 230 (A)	ausencia	< 80	< 20	160* y 1 mg/kg**	
Sernapesca, 2003 (pescado)	0,50	0,05	0,20							<0,1
D.S. N° 977/1996	0,5 (mariscos frescos)		2,0	2,0	230-400	ausencia	< 80	< 20	ausencia	
	0,50 (peces frescos)		2,0	1,00	100					



Tabla 1.19.

Matriz columna de agua, indicando los valores máximos permisibles o rangos aceptables para cada variable y parámetro técnico a utilizar en una evaluación de impacto ambiental, según la normativa nacional y literatura internacional. Simbología ídem Tabla 1.16.

Fuente	COR cm/s	SST mg/L	OD % sat.	T °C	S USP	AyG mg/L	HAP mg/L	pH unidades
D.S. N° 609/1998		20 en 1 h		35				5,5 - 9,0
D.S. N° 46/2003								
D.S. 867/1978 (NCh 1333)				30				6,5 - 8,3
D.S. N° 90/2001		100		30				6,0-9,0
D.S. N° 7/1983			5					
PSMB								
D.S. N° 144/2009 ¹								6,0 - 8,5
Norma 2° Aguas Marinas ²		25 -80	70- 89	D3		5	<0,0002	6,5 - 9,5
D. S. N° 002-2008- MINAM (Perú)		-	≥ 4	D3		1,0	0,007	7,0 - 8,5
		50,0	≥ 3	D3		1,0	0,007	6,8 - 8,5
		70,0	≥ 2,5	D3		1,0	0,01	6,8 - 8,5
		30,00	≥ 4	D3		1	Ausente	6,8 - 8,5
Dosdat <i>et al.</i> (1996) ³ .	> 15		>100	24 - 12	25 - 35			
EPA								
CIESE (2009)								

¹ Requisitos para contacto directo. ²valores que indican una buena condición del ambiente para realizar acuicultura. ³Condición ambiental aceptable. D3: La variación no debe ser mayor a 3 °C (temperatura promedio mensual ± 3 °C). Norma peruana para agua de mar: (C1) Extracción y cultivo de moluscos bivalvos (Sub Categoría 1), (C2) Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas (Sub Categoría 2) y (C3) Otras actividades marino costeras (Sub Categoría 3) y (C4) Conservación del ambiente marino. *Area aprobada o área restringida USA.



Tabla 1.19. (Continuación).

Fuente	Hg mg/L	Cd mg/L	Pb mg/L	Cu mg/L	Cr* mg/L	Zn mg/L	As mg/L	SH mg/L	PEST mg/L
D.S. N° 609/1998	0,02	0,5	1				0,5	5	
D.S. N° 46/2003	0,001	0,002	0,05				0,01	1	
D.S. 867/1978 (NCh 1333)									
D.S. N° 90/2001	0,005	0,02	0,2				0,2	1	
D.S. N° 7/1983	0,1	0,2	10				10	2	0,2
PSMB									
D.S. N° 144/2009	0,011	0,033	0,11				0,11		
Norma 2° Aguas Marinas ¹	0,2-0,5 µg/L	5-10 µg/L	3-50 µg/L	10-50 µg/L	50 µg/L	30-100 µg/L	10-50 µg/L	0,002	<0,001 µg/L
D. S. N° 002-2008- MINAM (Perú)	0,00094 (C1)	0,0093 (C1)	0,0081	0,0031	0,05	0,0081	0,05	-	
	0,0001 (C2)	0,0093 (C2)	0,0081	0,05	0,05	0,081	0,05	0,06	
	0,0001 (C3)	0,0093 (C2)	0,0081	0,05	0,05	0,081	0,05	0,08	
	0,0001 (C4)	0,005 (C4)	0,0081	0,05	0,05	0,081	0,05	0,06	
Dosdat <i>et al.</i> (1996) ¹									
EPA									0,03 µg/L
CIESE (2009)									



Tabla 1.19. (Continuación).

Fuente	DBO mg O ₂ /L	P mg/L	N mg/L	SiO ₃ mg/L	NO ₃ mg/L	NH ₄ μmol/L	COLIT NMP/ 100 mL	COLIF NMP/ 100 mL	SALMO NMP/ 100 mL
D.S. N° 609/1998	0,75 g/L	10 - 45							
D.S. N° 46/2003			10		10				
D.S. 867/1978 (NCh 1333)								≤ 1000	
D.S. N° 90/2001	60	5						70	
D.S. N° 7/1983	10						1000	200	
PSMB							<70* <700*	<14* <88*	10-100
D.S. N° 144/2009								1000	
Norma 2° Aguas Marinas ¹						5-10	70-1000	<43	
D. S. N° 002-2008- MINAM (Perú)	-	-		-	-			<14* <88*	
	10,0	0,03- 0,09		0,14-0,70	0,07-0,28			<30	
	10,0	0,1		-	0,3			1000	
	10	0,031- 0,093	-	0,14-0,70	0,07-0,28		≤30	≤30	
Dosdat <i>et al.</i> (1996) ¹									
EPA									
CIESE (2009)			< 5						



Tabla 1.20.

Limites máximos permitidos (LMP) por el D.S. N°90 para la emisión de RILES en cuerpos de agua marinos. **A:** dentro de la zona de protección litoral, **B:** fuera de la zona de protección litoral, **C:** LMP a partir del 10° año de vigencia del D.S. N° 90.

CONTAMINANTE	UNIDAD	A	B	C
Aceites y Grasas	mg/L	20	350	150
Aluminio	mg/L	1	10	
Arsénico	mg/L	0,2	0,5	
Cadmio	mg/L	0,02	0,5	
Cianuro	mg/L	0,5	1	
Cobre	mg/L	1	3	
Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/ 100 ml	1000-70*		
Índice de fenol	mg/L	0,5	1	
Cromo hexavalente	mg/L	0,2	0,5	
Cromo total	mg/L	2,5	10	
DBO5	mg O2/L	60		
Estaño	mg/L	0,5	1	
Fluoruro	mg/L	1,5	6	
Fósforo	mg/L	5		
Hidrocarburos totales	mg/L	10	20	
Hidrocarburos volátiles	mg/L	1	2	
Hierro disuelto	mg/L	10		
Manganeso	mg/L	2	4	
Mercurio	mg/L	0,005	0,02	
Molibdeno	mg/L	0,1	0,5	
Níquel	mg/L	2	4	
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	50		
PH	Unidad	6,0 - 9,0	5,5 - 9,0	
Plomo	mg/L	0,2	1	
Detergentes (SAAM)	mg/L	10	15	
Selenio	mg/L	0,01	0,03	
Sólidos Sedimentables	m1/1/h	5	50	20
Sólidos suspendidos totales	mg/L	100	700	300
Sulfuros	mg/L	1	5	
Zinc	mg/L	5	5	
Temperatura	°C	30		



Tabla 1.21.

Disponibilidad de información por área y año de monitoreo en la base de datos del PSMB. CAR: Código de área PSMB, DEL: Delimitación PSMB; BN: Banco natural; CC: Centro de cultivo. N/A: No aplica. *PSMB UE, ** PSMB Singapur.

REGION	CAR	AREA	TIPO	DEL	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
I	1002	Caleta Los Verdes*	CC	A					x	x	x				
I	1003	La Guataca**	BN	C										x	x
II	2001	Caleta Errázuriz*	CC	A		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
II	2002	El Colorado*	CC	A				x	x	x	x	x	x	x	x
II	2003	Bahía El Rincón*	CC	A						x	x	x	x	x	x



Tabla 1.22.

Tipo de análisis y especificación de las variables registradas en el “PSMB-UE”.

Tipo de Análisis	Variables PSMB
Microbiológico	<i>E. coli</i>
	<i>Salmonella</i>
	<i>V. parahemolyticos</i>
	Norovirus
Toxicológico	VPM
	VAM
	Acido Okadáico
	Dinofisistoxinas
	Pectenotoxinas
	Yesotoxinas
Fitoplancton	Recuento
	Identificación
Metales pesados	Mercurio
	Cadmio
	Plomo
Pesticidas	Organohalogenados
Oceanográficas	Temperatura
	pH
	Salinidad
	Oxígeno disuelto

Tabla 1.23.

Información contenida en las DIAs de proyectos de inversión sometidos al SEIA entre Arica y Taltal.

<p>Nombre del Proyecto Monto Objetivo General del Proyecto de Inversión Ubicación del proyecto Descripción del proyecto Obras físicas del proyecto Limpieza, manteniendo la playa libre de residuos provenientes de las actividades propias de su ejecución Principales emisiones, descargas y residuos del proyecto o actividad Anexos</p>



Tabla 1.24.

Distribución de DIAs asociadas a proyectos de inversión en la zona de estudio, desglosadas por región y año de presentación.

Año	Regiones			Total
	XV	I	II	
1997	6	5	18	29
1998	5	12	38	55
1999	8	27	42	77
2000	12	36	58	106
2001	14	39	61	114
2002	11	40	44	95
2003	2	27	48	77
2004	12	27	59	98
2005	6	23	31	60
2006	14	42	34	90
2007	10	23	56	89
2008	23	31	110	164
2009	1	3	6	10
Total	124	335	605	1064



Tabla 1.25.

Resultado del análisis de metales As, Cd, Cu, Hg y Pb en tejidos musculares de moluscos marinos recolectados en las diferentes estaciones de muestreo (- : muestras inutilizadas en el traslado al laboratorio o no presencia de moluscos de interés).

Estación	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Hg (µg/kg)	Pb (µg/kg)
cora-1	0,199	19,85	176,83	24	100,4
cora-2	1,35	41,79	338,14	58,2	279,8
cora-3	-	-	-	-	-
cam-1	0,095	44,03	83,53	49,2	136,8
cam-1 (2)	<0,012	12,58	12,36	94,6	79,8
cam-2	<0,012	41,81	103,44	43,5	33,4
cam-2 (2)	<0,012	1,87	7,84	33,8	39,4
cam-3	0,078	5,6	6,8	76,8	44,2
cam-3 (2)	0,252	18,19	21,62	36,5	734,5
tili-1	<0,012	4,76	6,87	71,5	<10
tili-1 (2)	<0,012	15,43	15,66	33,3	281,4
tili-2	<0,012	14,02	7,6	80	106,8
tili-2 (2)	<0,012	5,2	65,72	48,1	605,8
tili-3	0,566	12,23	8,8	99,5	165,5
pisa-1	3,35	11,03	12,33	120,2	13,4
pisa-1 (2)	3,81	9,45	14,88	187,9	117
pisa-2	2,36	52,99	67,49	142,6	10,9
pisa-2 (2)	0,086	18,95	12,49	100,7	36,8
pisa-3	1,69	9,93	9,98	86,3	<10
pisa-3 (2)	1	15,16	12,85	61,4	<10
verde-1	0,627	9,9	10,24	60,8	<10
verde-2	0,018	2,41	11,53	94,1	<10
verde-3	-	-	-	-	-
chana-1	3,09	14,31	7,47	87,5	212,5
chana-2	3,14	15,62	9,4	72,9	869,5
chana-3	2,97	15,43	11,46	81,2	2551,1
chipa-1	0,382	5,37	6,12	14,4	<10
chipa-2	1,75	19,79	7,16	39,6	<10
aren-1	0,297	3,43	13,64	38,0	21,8
aren-2	-	-	-	-	-
Consti-1	0,084	31,2	13,45	36,2	91,6
Consti-2	-	-	-	-	-
papo-1	0,053	36,3	253,6	13,8	538,8
buen-1	0,445	50,6	17,98	23,3	171,9
buen-2	<0,012	76,5	179,0	67,9	173,0
buen-3	0,129	35,3	24,99	81,8	148,2

**Tabla 1.26.**

Resultado del análisis de metales As, Cd, Cu, Hg y Pb en sedimentos marinos recolectados desde las diferentes estaciones de muestreo. (* : muestra no tomada por no disponibilidad de buzo).

Estación	As (mg/kg)	Cd (µg/kg)	Cu (mg/kg)	Hg (µg/kg)	Pb (mg/kg)
cora-1	7,6	1,66	41,78	45,3	6,45
cora-2	4,3	1,44	31,34	30,4	5,4
cora-3	4,77	1,02	32,69	24,9	5
cam-1	10,77	1,1	12,64	13	2,69
cam-2	10,3	3,12	17,45	20,9	2,15
cam-3	5,64	1,52	18,59	13,8	1,64
tili-1	10,46	0,67	17,7	18	2,55
tili-2	4,42	1,5	32,97	<12,5	0,67
tili-3	3,9	1,07	43,09	37,2	10,13
pisa-1	5,59	1,9	105,03	188,5	9,98
pisa-2	2,52	1,95	21,83	28,2	1,85
pisa-3	2,26	2,6	16,89	22,6	0,64
verde-1	1,8	2,47	13,18	33,2	1,97
verde-2	8,53	5,27	12,14	48,8	1,17
verde-3	3,11	1,86	17,94	24,5	3,45
chana-1	9,23	6	20,05	57,6	1,79
chana-2	6,27	2,97	17,59	37,5	1,9
chana-3	7,37	5,77	22,87	36,8	1,1
chipa-1	17,68	1,67	10,47	21,8	2,27
chipa-2	28,28	1,47	11,05	28,8	2,71
aren-1	3,28	424,2	13,58	20,1	1,43
aren-2	3,00	187,9	13,64	17,0	1,36
Consti-1	2,88	595,1	12,68	<12,5	0,11
Consti-2	0,98	29,78	11,70	<12,5	0,21
papo-1	*	*	*	*	*
buen-1	1,44	146,2	28,89	46,8	4,22
buen-2	1,88	20,80	25,02	21,7	4,52
buen-3	1,37	109,9	15,09	18,1	4,01



Tabla 1.27.

Resultados del análisis de materia orgánica (%) en los sedimentos marinos recolectados desde las diferentes estaciones de muestreo. Indicando su Condición Ambiental en base a los criterios de Demaison & Moore (1980) (-: muestras inutilizadas en el traslado al laboratorio).

Estación	Materia orgánica (%)	Condición ambiental
cora-1	2,76	Buena
cora-2	1,43	Buena
cora-3	1,603	Buena
cam-1	1,203	Buena
cam-2	2,72	Buena
cam-3	1,51	Buena
tili-1	1,93	Buena
tili-2	1,14	Buena
tili-3	3,15	Regular
pisa-1	3,52	Regular
pisa-2	1,56	Buena
pisa-3	2,18	Buena
verde-1	1,27	Buena
verde-2	3,72	Regular
verde-3	2,04	Buena
chana-1	3,19	Regular
chana-2	1,05	Buena
chana-3	3,45	Regular
chipa-1	2,05	Buena
chipa-2	1,33	Buena
aren-1	1,16	Buena
aren-2	1,07	Buena
Consti-1	0,77	Buena
Consti-2	0,78	Buena
papo-1	-	-
buen-1	1,91	Buena
buen-2	1,43	Buena
buen-3	2,31	Buena



Tabla 1.28.

Fracción sedimentaria (%) retenida por cada tamiz en el análisis granulométrico de sedimentos marinos, para cada estación de muestreo (-: muestras inutilizadas en el traslado al laboratorio).

Estación	Fracción sedimentaria (%)					
	-1,0 phi (2,000 Mm)	0,0 phi (1,000 Mn)	1,0 phi (0,500 Mm)	2,0 phi (0,250 Mm)	3,0 phi (0,125 Mm)	4,0 phi (0,063 Mm)
cora-1	57,5263	22,1255	5,0502	2,5373	10,505	2,2281
cora-2	6,3803	59,3693	14,9246	10,8256	7,6618	0,8382
cora-3	4,1247	1,8061	2,8547	16,7633	72,636	1,8149
cam-1	0,0269	0,0121	0,7011	2,09	44,5388	52,6024
cam-2	14,1385	4,3555	13,1079	44,8887	22,0527	1,4289
cam-3	0,1318	1,2793	8,6916	47,8237	39,9498	2,097
tili-1	0,3087	0,0147	0,0441	0,6469	30,3337	68,6075
tili-2	4,5101	3,0974	6,3374	29,4323	53,564	3,0326
tili-3	2,9909	12,2311	13,7711	30,3041	26,9313	13,7329
pisa-1	18,2827	31,6222	22,1166	15,7516	9,682	2,5447
pisa-2	42,4328	22,6816	17,7603	10,9431	5,6415	0,5403
pisa-3	38,9677	12,2956	16,2994	22,8423	8,8069	0,7879
verde-1	30,0757	32,6184	24,1299	11,29	1,6694	0,2066
verde-2	75,2218	17,457	3,8685	1,747	1,0676	0,6001
verde-3	17,6374	45,6697	28,5128	2,3204	4,8048	1,0195
chana-1	2,9652	9,9035	34,0636	43,456	8,6181	0,9348
chana-2	70,4187	4,9457	4,9224	6,8004	11,6761	1,2131
chana-3	47,4237	27,8	12,1734	8,6556	3,3279	0,5838
chipa-1	53,0093	14,1944	10,7856	13,928	6,8708	1,1717
chipa-2	0,0117	0,0654	0,5629	7,7638	52,0947	39,4736
aren-1	0,2415	0,6844	2,8855	11,0186	39,4443	45,6851
aren-2	0,5115	1,871	3,2978	13,8915	72,7284	7,6726
Consti-1	0,1293	5,5613	23,4092	44,5292	23,2022	3,1427
Consti-2	0,3031	0,1732	0,8373	0,0515	22,9536	70,55
papo-1	-	-	-	-	-	-
buen-1	61,369	24,988	10,2023	2,7261	0,5	0,1785
buen-2	64,3049	6,2041	3,3162	8,2843	17,1561	0,7097
buen-3	52,6262	25,3084	10,6702	4,0569	4,0569	3,243



Tabla 1.29.
Resultados del análisis de metales As, Cd, Cu, Hg y Pb, total (tot.) y disuelto (dis.) en agua de mar, para cada estación de muestreo.

Estación	As tot. (µg/L)	As dis. (µg/L)	Cd tot. (µg/L)	Cd dis. (µg/L)	Cu tot. (µg/L)	Cu dis. (µg/L)	Hg tot. (µg/L)	Hg dis. (µg/L)	Pb tot. (µg/L)	Pb dis. (µg/L)
cora-1	1,7	1,6	0,048	0,044	3,63	3,13	<0,5	<0,5	1,68	1,46
cora-2	1,5	1,3	0,044	0,04	4,2	3,96	<0,5	<0,5	1,89	1,72
cora-3	1,1	1,1	0,043	0,04	1,54	1,43	<0,5	<0,5	0,22	0,19
cam-1	1,7	1,6	0,048	0,045	1,99	1,64	<0,5	<0,5	0,51	0,44
cam-2	2,2	1,5	0,044	0,042	4,31	3,76	<0,5	<0,5	0,84	0,44
cam-3	1,9	1,6	0,067	0,065	2,99	2,32	<0,5	<0,5	0,44	0,35
tili-1	2,5	2,1	0,112	0,107	3,78	3,38	<0,5	<0,5	1,28	1,02
tili-2	1,4	0,6	0,097	0,097	2,77	2,61	<0,5	<0,5	0,49	0,47
tili-3	1,8	1,7	0,133	0,133	3,38	3,26	<0,5	<0,5	0,73	0,73
pisa-1	1,5	1,3	0,057	0,052	2,64	2,36	<0,5	<0,5	0,35	0,25
pisa-2	1,9	1,3	0,046	0,042	3,3	2,52	<0,5	<0,5	0,4	0,33
pisa-3	1,5	0,6	0,084	0,08	3,95	3,44	<0,5	<0,5	0,67	0,57
verde-1	3,1	1,8	0,052	0,052	3,28	2,46	<0,5	<0,5	0,41	0,33
verde-2	1,4	<0,5	0,038	0,038	1,63	1,36	<0,5	<0,5	<0,02	<0,02
verde-3	1,7	1,2	0,044	0,044	1,99	1,99	<0,5	<0,5	0,05	0,05
chana-1	4,5	1,6	0,053	0,046	0,854	0,646	<0,5	<0,5	0,03	0,03
chana-2	1,9	1,5	0,036	0,036	1,22	0,836	<0,5	<0,5	0,03	0,03
chana-3	1,9	1,8	0,052	0,048	1,22	1,07	<0,5	<0,5	<0,02	<0,02
chipa-1	1,9	1,8	0,062	0,056	3,46	2,01	<0,5	<0,5	0,05	0,05
chipa-2	2,7	1,7	0,058	0,058	0,92	0,802	<0,5	<0,5	0,07	0,07
aren-1	2,4	2,2	0,034	0,033	1,26	1,17	<0,5	<0,5	0,11	0,08
aren-2	2,2	1,2	0,033	0,032	0,99	0,91	<0,5	<0,5	0,15	0,12
Consti-1	2,1	2,0	0,064	0,062	3,65	3,35	<0,5	<0,5	1,72	1,61
Consti-2	2,3	1,9	0,030	0,027	1,96	1,82	<0,5	<0,5	0,17	0,13
papo-1	2,4	2,2	0,033	0,029	2,00	1,67	<0,5	<0,5	0,13	0,07
buen-1	2,2	1,8	0,023	0,020	1,36	1,30	<0,5	<0,5	0,18	0,16
buen-2	2,4	2,1	0,050	0,048	5,53	5,22	<0,5	<0,5	0,70	0,56
buen-3	2,2	1,8	0,016	0,008	1,24	1,16	<0,5	<0,5	0,13	0,09



Tabla 1.30.

Resultados de las mediciones de temperatura (T), oxígeno disuelto (OD), salinidad (S), pH, transparencia del agua (Secchi) y correntometría, para cada estación de monitoreo. (-: dato no disponible).

Estación	Fecha	Hora	Prof. (m)	T °C	OD mg/L	S ‰	pH	Secchi (m)	Correntometría (cm/s)	
cora-1	12/05/2009	13:30	0	17	6,46	33,5	7,68	5	5,55 (NE)	
			7	15,1	4,03	33,3	7,48			
			14	14,4	3,96	33	7,54			
cora-2		12:10	0	15,7	6,51	34,4	7,53	4	6,66 (SW)	
			7	14,6	4,02	33,9	7,51			
			14	14,1	3,3	33,3	7,57			
cora-3		10:00	0	15,6	4,65	34,9	7,56	5	8,33 (SW)	
			14	14,8	2,78	33,3	7,5			
cam-1		13/05/2009	13:30	0	17	4,4	34	7,6	5,5	8,33 (N)
	7			16,6	3,99	33,9	7,28			
	14			16,1	3,61	33,8	7,64			
cam-2	14/05/2009		10:20	0	17,5	4,89	33,6	8,02	9	5,55 (SW)
				7	16,6	3,6	34,2	7,81		
				14	16,2	3,04	33,5	7,91		
cam-3			13:15	0	17,1	3,08	34,3	7,83	6,5	4,76 (N)
				7	15,4	1,63	34	7,82		
				14	14,8	1,16	33,6	7,72		
tili-1	18/06/2009	12:37	0	15,9	2,55	32,8	7,31	7	6,66 (NE)	
			7	15,8	2,3	32,1	7,75			
			14	15,7	2,43	32	7,6			
tili-2		14:10	0	16	2,42	33	7,57	7	8,33 (NE)	
			7	15,7	2,2	32,8	7,31			
			14	15,2	2,02	32,5	7,61			
tili-3		14:57	0	16,2	2,4	33,1	7,66	7	8,33 (N)	
			7	16,1	2,29	32,7	7,61			
			14	15,8	2,36	32,3	7,6			
pisa-1	16/05/2009	14:34	0	17,7	4,4	34,1	7,95	6	33,33 (NW)	
			7	16,7	3,76	34	7,95			
			14	16,1	3,15	33,9	7,87			
pisa-2		13:28	0	17,7	4,2	34,3	7,89	6,5	33,33 (SW)	
			7	17	3,55	33,7	7,8			
			14	16	2,77	34,2	7,8			
pisa-3		11:58	0	18,3	3,68	33,6	7,86	8	8,33 (SW)	
			7	16,9	3,4	33,7	7,83			
			14	16,7	3,25	34,4	7,81			
verde-1	16/06/2009	11:15	0	16,3	3,44	35,3	7,96	7	11,11 (S)	
			7	16	2,29	35	7,93			
			14	15,5	1,64	34,7	7,88			



Tabla 1.30. Continuación).

Estación	Fecha	Hora	Prof. (m)	T °C	OD mg/L	S ‰	pH	Secchi (m)	Correntometría (cm/s)
verde-2	16/06/2009	15:15	0	16,5	2,78	35,1	7,9	10	11,11 (NE)
			7	16,4	2,61	34,8	7,92		
			14	16,3	2,51	34,5	7,92		
verde-3		13:30	0	16,5	2,64	35	7,93	8	11,11 (S)
			7	16,5	2,51	34,7	7,93		
			14	16,4	2,45	34,5	7,9		
chana-1	17/06/2009	13:17	0	16,7	3,08	34,6	7,95	8	33,33 (S)
			7	16,7	2,78	33	7,95		
			14	16,6	2,74	32,8	7,95		
chana-2		12:17	0	17,4	3,21	34,3	7,93	8	11,11 (NW)
			7	17,1	2,84	34	7,94		
			14	16,8	3,02	33,7	7,93		
chana-3	10:45	0	17,1	3,29	34,5	7,84	9	11,11 (NE)	
		7	16,5	2,86	34,1	7,86			
		14	16,4	2,47	33,8	7,86			
chipa-1	19/06/2009	12:00	0	16,1	2,32	33	7,6	10	8,33 (NE)
			7	16	2,14	32,7	7,61		
			14	15,6	1,64	32,5	7,6		
chipa-2		11:07	0	16,5	3,09	33,1	7,61	8,5	11,11 (N)
			7	16	2,63	32,8	7,6		
			14	15,7	1,75	32,4	7,57		
aren-1	09/07/2009	11:50	0	15,8	2,6	33,2	8	7	11,11 (SE)
			7	16,4	2,59	32,8	7,98		
			14	16,2	2,46	32,5	8,01		
aren-2		13:00	0	15,7	2,17	33	7,98	6,5	11,11 (NW)
			7	15,6	1,9	32,6	7,98		
			14	15,3	2,06	32,3	7,99		
consti-1	08/07/2009	17:06	0	15,5	2,97	32,9	8,12	4	33,33 (NW)
			7	15,3	2,83	32,5	8,11		
			14	14,9	2,49	32,2	8,05		
consti-2		15:27	0	15,3	3,26	33	8,19	4,5	33,33 (NW)
			7	15	2,78	32,6	8,12		
			14	14,8	2,47	32,4	8,09		
papo-1	10/07/2009	14:30	0	16	3,99	33	8,23	-	-
buen-1	11/07/2009	15:27	0	15,7	4,46	33,2	8,35	5,5	8,33 (N)
			7	15,3	3,62	32,9	8,25		
			14	14,7	2,57	32,5	8,17		
buen-2		13:56	0	15,5	4,12	33,1	8,29	8	33,33 (N)
			7	14,7	2,5	32,8	8,18		
			14	14,2	1,97	32,5	8,07		
buen-3	12:20	0	15,3	3,89	32,9	8,18	12	16,66 (N)	
		7	15,2	3,05	32,6	8,14			
		14	15,1	2,35	32,4	8,09			



Tabla 1.31.

Resultados del análisis de DBO en agua de mar, indicando la calidad de las aguas (CIESE, 2009) para cada estación de muestreo (-: muestra inutilizada en el traslado al laboratorio).

Estación	DBO (mg/L)	Calidad del agua
cam-1	1	Muy buena
cam-2	1,3	Muy buena
cam-3	1,4	Muy buena
tili-1	1,6	Muy buena
tili-2	1,4	Muy buena
tili-3	1,3	Muy buena
pisa-1	1,1	Muy buena
pisa-2	1,2	Muy buena
pisa-3	1,7	Muy buena
verde-1	1,2	Muy buena
verde-2	1	Muy buena
verde-3	1,7	Muy buena
chana-1	0,7	Muy buena
chana-2	0,8	Muy buena
chana-3	-	-
chipa-1	1	Muy buena
chipa-2	1,2	Muy buena
aren-1	0,8	Muy buena
aren-2	0,3	Muy buena
consti-1	2	Muy buena
consti-2	2,27	Aceptable
papo-1	0,6	Muy buena
buen-1	0,7	Muy buena
buen-2	1,1	Muy buena
buen-3	0,6	Muy buena



Tabla 1.32.

Resultados del análisis de presencia de *E. coli* y coliformes en agua de mar, desglosadas por profundidad y estación de muestreo.

Estación	prof. (m)	<i>E. coli</i> (ufc/100 ml)	Coliformes (ufc/100ml)	Coliformes totales
cora-1	0	1	0	1
	14	6	0	6
cora-2	0	0	0	0
	14	5	0	5
cora-3	0	0	0	0
	14	4	11	14
cam-1	0	2	4	6
	14	0	850	850
cam-2	0	0	304	304
	14	1	52	53
cam-3	0	0	34	34
	7	0	88	88
	14	0	41	41
tili-1	0	0	1	1
	7	0	0	0
	14	0	1	1
tili-2	0	0	1	1
	7	1	1	2
	14	0	15	15
tili-3	0	0	0	0
	7	0	2	2
	14	0	7	7
verde-1	0	0	0	0
	7	0	11	11
	14	0	0	0
verde-2	0	0	2	2
	7	0	2	2
	14	0	2	2
verde-3	0	0	1	1
	7	0	1	1
	14	0	6	6
chana-1	0	0	0	0
	7	0	0	0
	14	0	0	0
chana-2	0	0	0	0
	7	1	0	1
	14	0	1	1
chana-3	0	1	0	1
	7	2	3	5
	14	1	2	3



Tabla 1.32. (Continuación).

Estación	Prof. (m)	<i>E. coli</i> (ufc/100 ml)	Coliformes (ufc/100ml)	Coliformes totales
chipa-1	0	0	1	1
	7	0	1	1
	14	0	0	0
chipa-2	0	0	2	2
	7	1	1	1
	14	0	1	1
aren-1	0	0	0	0
	7	0	0	0
	14	0	0	0
aren-2	0	1	0	1
	7	1	0	1
	14	0	0	0
consti-1	0	0	1	1
	7	0	0	0
	14	0	1	1
consti-2	0	0	1	1
	7	0	2	2
	14	0	2	2
papo-1	0	0	0	0
buen-1	0	0	0	0
	7	0	0	0
	14	0	0	0
buen-2	0	0	0	0
	7	0	0	0
	14	0	0	0
buen-3	0	0	0	0
	7	0	0	0
	14	1	0	1



Tabla 1.33.

Resumen estadístico de la temperatura en la columna de agua, desglosado por región, área PSMB y año. Se entrega información del nombre del área, el código de área PSMB, los años considerados, el número de datos (n), el promedio del periodo, la desviación estándar (Desvest), así como los valores mínimos (Min) y máximos (Max) en base anual.

Region/Área	Cod. Área	Año	n	Promedio	Desvest	Min	Max
I							
Caleta Los Verdes	1002	2002	16	16,38	1,16	15,10	18,20
		2003	14	17,01	0,80	16,00	18,20
La Guataca	1003	2006	8	16,91	0,60	16,00	17,50
		2007	3	19,80	0,00	19,80	19,80
II							
Caleta Errázuriz	2001	2002	4	14,79	0,71	13,80	15,44
		2003	20	15,04	0,95	12,90	16,20
		2004	22	14,91	0,91	13,30	16,50
		2005	19	15,23	1,31	13,10	17,70
		2006	33	15,68	0,93	14,40	17,30
El Colorado	2002	2002	4	16,43	2,30	13,50	19,10
		2003	23	17,15	2,23	13,20	21,50
		2004	22	16,47	1,53	14,60	19,00
		2005	20	17,13	1,40	14,60	19,50
		2006	110	17,40	1,78	11,10	21,30
Bahía El Rincón	2003	2002	1	14,70	0,00	14,70	14,70
		2003	21	15,85	1,52	13,40	17,90
		2004	30	15,27	1,19	13,50	18,80
		2005	28	16,11	1,45	13,00	18,70
		2006	116	15,59	1,05	13,9	19,8



Tabla 1.34.

Resumen estadístico de la temperatura en la columna de agua, desglosado por regi3n, 3rea geogr3fica y ańo. Se entrega informaci3n del nombre del 3rea, los ańos considerados, el númerode datos (n), el promedio del periodo, la desviaci3n est3ndar (Desvest), as3 como los valores m3nimos (Min) y m3ximos (Max) en base anual.

Region/3rea	Ańo	n	Promedio	Desvest	Min	Max
XV						
C. Chinchorro	1996	3	16,13	0,50	15,61	16,60
	1997	11	20,75	1,66	18,98	23,57
	1999	12	17,88	1,59	15,88	20,37
	2000	8	18,19	1,89	15,54	20,37
	2001	12	17,88	1,52	15,94	20,67
	2002	12	18,46	1,72	16,65	22,08
	2003	3	17,55	0,39	17,51	18,23
	2004	3	17,52	0,17	17,38	17,71
	2005	6	17,66	2,87	14,30	20,66
	2006	10	17,93	1,60	16,30	20,35
2007	3	15,31	0,70	14,88	16,12	
I						
C. Chanavaya	1996	9	16,18	0,87	14,86	17,73
	1997	12	19,88	1,81	15,45	21,39
	1999	12	18,1	3,34	14,54	24,19
	2000	12	16,224	1,38	14,19	18,51
	2001	12	17,40	1,63	15,13	20,09
	2002	11	16,52	1,35	14,37	18,90
	2003	2	16,56	0,87	15,94	17,17
	2004	6	15,87	0,75	15,03	17,16
	2005	7	16,19	1,12	14,99	17,66
	2006	10	17,24	1,81	14,10	19,85
	2007	3	15,46	0,28	15,23	15,69
II						
B. San Jorge	1996	4	16,78	2,268	14,58	18,95
	1997	9	19,60	1,589	17,99	22,02
	1999	7	17,59	1,352	16,04	19,91
	2000	9	17,02	1,937	14,54	19,21
	2001	11	17,45	2,184	15,16	20,50
	2002	8	17,45	1,870	15,94	21,09
	2003	2	17,48	0,490	17,13	17,83
	2004	3	15,48	0,696	14,69	16,01
	2005	4	16,76	2,179	14,41	18,63
	2006	8	18,05	1,642	15,64	19,50
2007	2	14,08	0,672	13,60	14,55	



Tabla 1.35.

Resumen estadístico de la salinidad en la columna de agua, desglosado por región, área PSMB y año. Se entrega información del nombre del área, el código de área PSMB, los años considerados, el número de datos (n), el promedio del periodo, la desviación estándar (Desvest), así como los valores mínimos (Min) y máximos (Max) en base anual.

Region/Área	Cod. Área	Año	n	Promedio	desvest	Min	Max
II							
Galeta Errázuriz	2001	2002	12	33,52	0,43	32,72	34,39
		2003	11	33,45	0,35	32,90	34,06
		2004	11	33,64	0,48	32,92	34,73
		2005	7	33,76	0,38	33,10	34,06
		2006	1	33,73	0,00	33,73	33,73
El Colorado	2002	2002	12	33,53	0,47	32,73	34,44
		2003	11	33,65	0,21	33,25	33,91
		2004	11	33,57	0,50	32,75	34,56
		2005	8	33,54	0,49	32,67	34,06
		2006	8	33,83	0,21	33,58	34,06
Bahía El Rincón	2003	2002	1	33,64	0,00	33,64	33,64
		2003	11	33,67	0,34	33,06	34,20
		2004	12	33,54	0,67	32,75	35,07
		2005	8	33,61	0,45	32,92	34,06
		2006	7	33,75	0,23	33,41	34,06



Tabla 1.36.

Resumen estadístico de la salinidad en la columna de agua, desglosado por región, área geográfica y año. Se entrega información del nombre del área, los años considerados, el número de datos (n), el promedio del periodo, la desviación estándar (Desvest), así como los valores mínimos (Min) y máximos (Max) en base anual.

Region/Área	Año	n	Promedio	Desvest	Min	Max
XV						
C. Chinchorro	1996	3	34,84	0,01	34,84	34,86
	1997	11	35,15	0,15	34,97	35,38
	1999	12	34,74	0,10	34,55	34,92
	2000	8	34,73	0,12	34,45	34,85
	2001	12	34,77	0,28	34,14	35,17
	2002	12	34,80	0,17	34,30	34,92
	2003	3	34,81	0,04	34,77	34,85
	2004	3	34,84	0,02	34,82	34,85
	2005	6	34,89	0,02	34,87	34,91
	2006	10	34,84	0,04	34,80	34,90
2007	3	34,80	0,03	34,78	34,83	
I						
C. Chanavaya	1996	9	34,84	0,11	34,68	34,99
	1997	12	35,03	0,22	34,68	35,35
	1999	12	34,75	0,11	34,62	34,95
	2000	12	34,79	0,06	34,72	34,91
	2001	12	34,74	0,04	34,69	34,81
	2002	11	34,82	0,08	34,62	34,88
	2003	2	34,82	0,00	34,82	34,82
	2004	6	34,77	0,08	34,62	34,86
	2005	7	34,80	0,06	34,70	34,87
	2006	10	34,80	0,07	34,70	34,90
2007	3	34,78	0,02	34,76	34,79	
II						
B. San Jorge	1996	4	34,57	0,057	34,49	34,61
	1997	9	34,86	0,228	34,48	35,13
	1999	7	34,67	0,123	34,50	34,86
	2000	9	34,61	0,111	34,46	34,79
	2002	8	34,69	0,115	34,53	34,82
	2003	2	34,69	0,038	34,66	34,72
	2004	3	34,65	0,108	34,56	34,77
	2005	4	34,71	0,038	34,69	34,77
	2006	8	34,67	0,059	34,60	34,74
	2007	2	34,61	0,165	34,49	34,72



Tabla 1.37.

Resumen estadístico de la concentración de OD en la columna de agua, desglosado por región, área PSMB y año. Se entrega información del nombre del área, el código de área

PSMB, los años considerados, el número de datos (n), el promedio del periodo, la desviación estándar (Desvest), así como los valores mínimos (Min) y máximos (Max) en base anual.

Área	Cod. Área	Año	n	Promedio	Desvest	Min	Max
I							
Caleta Los Verdes	1002	2002	11	5,44	1,48	3,40	7,80
		2003	13	3,40	0,98	2,40	5,00
II							
Caleta Errázuriz	2001	2002	11	5,90	2,17	1,90	10,90
		2003	11	4,28	2,10	0,77	7,20
		2004	11	5,89	2,32	2,36	9,44
		2005	7	5,18	0,84	3,87	6,49
		2006	1	7,94	0,00	7,94	7,94
El Colorado	2002	2002	11	7,07	1,47	5,10	9,70
		2003	11	7,98	1,72	5,16	10,00
		2004	11	9,60	1,01	7,75	11,44
		2005	8	8,30	0,96	6,57	9,48
		2006	11	8,02	1,36	5,73	9,63
Bahía El Rincón	2003	2002	1	7,30	0,00	7,30	7,30
		2003	10	5,53	2,47	2,50	9,80
		2004	12	4,56	2,96	0,90	11,72
		2005	9	5,36	2,04	1,60	8,20
		2006	10	7,38	3,88	3,84	16,80



Tabla 1.38.
Compatibilidad de elementos marinos con la actividad de acuicultura.

Tema	Archivo origen	Campo	Valor	Compatibilidad
Radio de Borneo	RadioBorneoutm.shp		(existencia)	Incompatible
Rugosidades subsuperficiales	rugosidades subsuperficiales.shp		(existencia)	Incompatible
Áreas de manejo del recurso bentónico	Amerb_mod_wgs84utm.shp		(existencia)	Incompatible
sistemas bahías-ensenadas	sistemas bahias-ensenadas.shp		(existencia)	Muy Bueno
tipo zona rompiente	tipo zona rompiente.shp	TZR	disipativa	Dañino
			reflectiva	Bueno
			intermedia	Indiferente
AAA	AAAutm.shp		(existencia)	Bueno
Concesión	concesion_utmwgs84.shp		(existencia)	Bueno



Tabla 1.39.
Compatibilidad de elementos terrestres con la actividad de acuicultura.

Tema	Archivo origen	Campo	Valor	Compatibilidad
area inundación	area inundacion.shp		(existencia)	Incompatible
barreras físicas	barreras fisicas.shp	FORMA_FISI	Cord. de la Costa	Indiferente
			Escarpe en Farellón	Incompatible
			Farellón Costero	Dañino
			Isla	Indiferente
			LLanura Fluvial	Muy Bueno
			Planicie Fluvio Marina	Bueno
			Zona de Roquerio	Dañino
Centros_poblados_norte	centros_poblados_norte.shp	Habitantes	> 5000	Incompatible
			500 < x < 5000	Indiferente
			< 500	Bueno
conos de deyección	conos de deyeccion.shp		(existencia)	Dañino
Desembocaduras	desembocaduras.shp		(existencia)	Incompatible
Geología	geologia.shp		(existencia)	
Infraestructura	infraestructura.shp	CONTAMINAN	Caleta de Pescadores	Bueno
			Central Termica	Dañino
			Emisario Submarino	Incompatible
			Infraestructura Acuicola	Bueno
			Minera	Incompatible
			Molo de Abrigo	Bueno
			Muelle	Bueno
			Petrolera	Incompatible
			Puerto - Terminal Pesquero	
Termoelectrica	Dañino			
limite poblados-ciudades	limite poblados-ciudades.shp		(existencia)	
Red_vial_Norte	Red_vial_Norte.shp	RECLASIFIC	Pavimento	Muy Bueno
			Ripio	Bueno
			Tierra	Bueno
Rios	rios.shp		(existencia)	



Tabla 1.40.
Variables consideradas para la determinación de especies potenciales para el cultivo.

Aspecto	Variable	Descripción	Fuente
Biológico /Productivo	Origen (nativo o introducida)	Esta variable valoriza el lugar de origen de las especies, desde un punto de vista productivo y ambiental, porque dependiendo de su origen incide en su adaptación e impacto ambiental.	www.subpesca.cl ; www.fishbase.org ; Murillo <i>et al.</i> , 2006a
	Conocimiento aplicado a las fases del cultivo (grado de desarrollo) mantención de reproductores, reproducción, obtención de semilla, engorda y cosecha	Esta variable valoriza el conocimiento aplicado que se tiene de las diferentes fases del cultivo, ya que en gran medida el éxito de esta bioindustria depende de los progresos en la obtención de una continua y estable producción.	Subpesca, 2003; Murillo <i>et al.</i> , 2006a; ASVID LTDA., 2008.
	Tiempo de cultivo	Esta variable valoriza el tiempo de cultivo	Subpesca, 2003; Murillo <i>et al.</i> , 2006a; www.seia.cl
	Producción por hectárea (t/ha)		www.subpesca.cl ; Murillo <i>et al.</i> , 2006a; www.seia.cl Diversas fuentes bibliográficas relacionadas con el cultivo
Tecnológico	Utilización del sistema de cultivo	Esta variable valoriza el conocimiento que se tiene para implementar un sistema de cultivo	www.subpesca.cl / www.seia.cl Diversas fuentes bibliográficas relacionadas con el cultivo
Económico	Precio de venta del producto fresco a planta	Esta variable valoriza el precio de venta del producto a planta de proceso	http://www.reutter.cl/cisa-maris.html
	Mercado	Esta variable valoriza el mercado destino de venta (interno/externo)	www.sernapesca.cl ; www.prochile.cl ;
	Precio de venta del producto congelado a mercados internacionales	Esta variable valoriza el precio de venta del producto congelado a mercados internacionales	www.mercamadrid.com ; www.oeidrus-portal.gob.mx ; http://fis.com/fis/marketprices/index.asp?l=s



Tabla 1.41.

Aspectos y variables con sus respectivos pesos para la determinación de especies potenciales para el cultivo. Ponderado= POND y Suma = Σ .

Aspecto	%	Variable	%	Puntaje	POND	Σ
Biológico Productivo	30	Origen: nativa	30	15		
		introducida		5		
		Conocimiento aplicado a las fases del cultivo (Grado de desarrollo)	25			
		Comercial		15		
		Precomercial		15		
Piloto	10					
Experimental	5					
Tiempo cultivo:	25					
Entre 0 y 1 año		15				
Entre 1 y 2 años		10				
Entre 2 y 3 años	5					
Producción (t/ha)	20					
Alto		15				
Medio		10				
Bajo	5					
Tecnológico	20	Inversión para obtención de semilla	50			
		Natural		15		
Hatchery	5					
Inversión para sistema de engorda	50					
Directo		15				
Sobreelevado		10				
Suspendido		5				
Económico	50	Precio de venta en planta	40			
		Alto		15		
		Medio		10		
		Bajo	5			
		Mercado	20			
		Interno		5		
		Externo		10		
		Interno/externo	15			
		Precio de venta en mercados internacionales	40			
Alto	15					
Medio	10					
Bajo	5					



Tabla 1.42.

Índice de priorización de especies, de acuerdo a su susceptibilidad diferencial o potencial para el cultivo. Especies priorizadas: en negrita.

Especies con historial de cultivo comercial entre Arica y Taltal			
Moluscos	Puntaje total		
Ostion	12,15		
Ostra japonesa	9,45		
X	10,8		
DS	1,91		
Algas	Puntaje total		
Pelillo	9,43		
Especies con historial de cultivo experimental entre Arica y Taltal		Especies cultivadas experimentalmente en otras regiones	
Moluscos	Puntaje total	Moluscos	Puntaje total
pulpo	8,55	loco	12,01
abalón	8,48	locate	9,81
ostra chilena	8,35	almeja	9,33
chorito	7,53	mulinia	8,58
choro	7,53	macha	8,58
cholga	7,16		
X	7,93	X	9,66
DS	0,6	DS	1,4
Crustáceos	Puntaje total	Crustáceos	Puntaje total
Camarón de río del norte	12,46	langosta agua dulce	10,91
Camarón de malásico	7,16	camarón tigre	8,36
Camarón de ecuatoriano	9,36	langosta australiana	8,58
X	9,66	X	9,28
DS	2,7	DS	1,41
Peces	Puntaje total	Peces	Puntaje total
acha	12,58	atún	12,38
dorado	11,61	turbot	10,56
lenguado	10,76	cojinoba del norte	8,95
mulata	10,58		
hirame	10,23		
lisa	10,18		
San Pedro	8,58		
X	10,23	X	10,63
DS	1,3	DS	1,7
Equinodermos	Puntaje total	Algas	Puntaje total
pepino de mar japonés	11,18	chascón	19,23
erizo	10,76	huido	14,11
X	10,97	X	16,67
DS	0,2	DS	3,6

**Tabla 1.43.**

Índice de Aptitud por sector evaluado, desglosado en funci3n de las especies con mayor susceptibilidad para el cultivo. ON= Osti3n del norte, OJ= Ostra japonesa, PN=Pulpo del norte, AB= Abal3n, OC= Ostra chilena, LOC= Loco, ACH= Acha, DOR= Dorado, ATU= At3n, PEP= Pepino japon3s, PE= Pelillo, CHA= Chasc3n. IA= Índice de Aptitud.

SECTOR	ON	OJ	PN	AB	OC	LOC	ACH	DOR	ATU	PEP	PE	CHA	Categoría	IA
Cerro Moreno - Isla Santa Maria	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	0,855
Ñajo - Pabell3n de Pica	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	0,731
Caleta San Marcos- Playa Coraz3n	Alta	Media	Media	Alta	Alta	Media	Media	Media	Media	Media	Alta	Alta	Alta	0,629
Tocopilla - Rio Loa	Alta	Media	Media	Alta	Alta	Media	Media	Media	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	0,623
TalTal - Paposo	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Media	Media	Media	Alta	Alta	Alta	0,618
Playa Folkers - Lobitos	Alta	Media	Media	Media	Alta	Media	Media	Baja	Baja	Media	Alta	Media	Media	0,583
Chipana	Alta	Media	Media	Media	Alta	Media	Media	Media	Media	Media	Alta	Media	Media	0,576
Tiviliche-Pisagua	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Alta	Alta	Media	0,566
Pta Camarones - Caleta Chica	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Alta	Alta	Media	0,539



Tabla 1.44.

Información base para la propuesta de variables y/o parámetros a considerar en el establecimiento de criterios de desempeño para áreas de interés. S: Solicitud Concesión o Autorización, PT: Proyecto Técnico, SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto ambiental, CPS: Caracterización Preliminar de Sitio, INFA: Información Ambiental Anual, PSMB: Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos, DO: Diario Oficial de Chile, LC: Listado de Concesiones de Subpesca, Otras Fuentes potenciales: Informes FIP, IFOP, Sernapesca, Directemar, Conama, Publicaciones, etc.

Variables y/o parámetros indicadores	S-PT	SEIA-CPS	INFA	PSMB	DO-LC	Otras Fuentes
Ámbito técnico-productivo						
Especie(s) en cultivo	X	X	X	X	X	X
Tipo de solicitud (mar, lago, otro)	X	X	X		X	X
Localización del cultivo	X	X	X	X	X	X
Superficie de cultivo	X	X	X	X	X	X
Batimetría	X	X	X	X		X
Niveles de producción	X	X	X	X	X	X
Tipo de cultivo (intensivo-extensivo)	X	X	X	X	X	X
Óptimo ecológico (requerimientos para el cultivo)		X		X		X
Año inicio operación			X	X		X
Versatilidad del sistema de cultivo (Asociado a la incorporación spp.)	X	X	X		X	X
Cultivos pre-existentes en el área		X	X	X	X	X
Tipo y dimensiones de las estructuras de cultivo	X	X			X	X
Estructuras de apoyo		X			X	X
Adición de alimento (algas, pellets)	X	X			X	X
Tratamiento del agua (decantador, filtro, etc)	X	X			X	X



Tabla 1.44. (Continuación).

Variables y/o parámetros indicadores	S-PT	SEIA-CPS	INFA	PSMB	DO-LC	Otras Fuentes
Ambientales-Sanitarias						
Microbiológicas		X		X		X
Toxicológicas				X		X
Metales pesados (Cd,Hg,Pb)				X		X
Pesticidas organohalogenados				X		X
Fitoplancton				X		X
Macrofauna bentónica		X	X			X
Incrustantes/biofouling						X
Patrón de precipitaciones		X		X		X
Vientos predominantes		X		X		X
Características de las mareas				X		X
Corrientes y oleaje		X	X	X		X
Características sedimento		X	X			X
Materia orgánica		X	X			X
pH		X	X	X		X
Potencial redox		X	X			X
Oxígeno disuelto		X	X	X		X
Temperatura				X		X
Salinidad				X		X
Turbidez				X		X
Fármacos de uso en acuicultura						X
Registro visual fondo		X	X			
Sociales-Administrativos						
Descripción del área	X	X		X	X	X
Usos previos del entorno		X				X
Clasificación de área				X		
Presencia banco natural	X					X
Mano de obra requerida		X			X	X
Nivel de inversión	X	X				X
Desempeño productivo del requirente						X
Intensidad uso para navegación del área		X				X
Gestión ambiental (programas de seguimiento)		X	X	X		X
Control de la cosecha				X		X
Equidad en el acceso (Discriminación positiva)						X

**Tabla 1.45.**

Entidades, desglosadas por subsectores (público, productivo, social y académico), convocadas al Taller Final de Difusión y Discusión de Resultados del Proyecto FIP N° 2008-34. Grado de participación como relación asistentes/invitados¹.

Sector Acuícola	Participación
Subsector Público	
Municipalidades	3/8
Organismos Técnicos ²	5/9
Gobierno Provincial	4/13
Gobernación Marítima	5/28
Gobierno Regional	6/32
Subsector Productivo	
Pescadores Artesanales	8/19
Otros (Consultores)	4/9
Subsector Social	
Organizaciones no Gubernamentales	3/10
Otras Organizaciones	5/14
Subsector Académico	
Universidades	3/11
Centros de Investigación	4/7

- (1) Se excluyen del recuento los dos relatores y las dos coordinadoras del evento. También se excluyen del recuento, 3 asistentes que no se inscribieron en la lista confeccionada para tal fin.
- (2) Se excluyen del recuento 5 investigadores de IFOP NO vinculados al proyecto que participaron del Taller.

A N E X O 2

FIGURAS



Figura 2.1. Ubicación geográfica de las regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá y de Antofagasta en el norte de Chile.

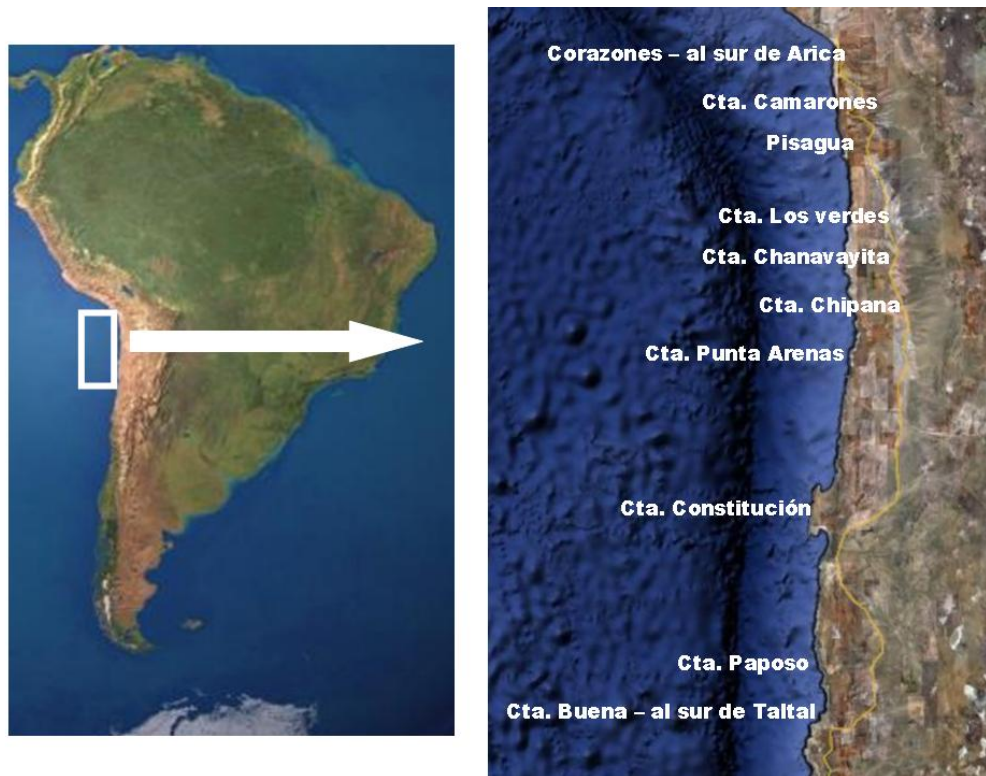
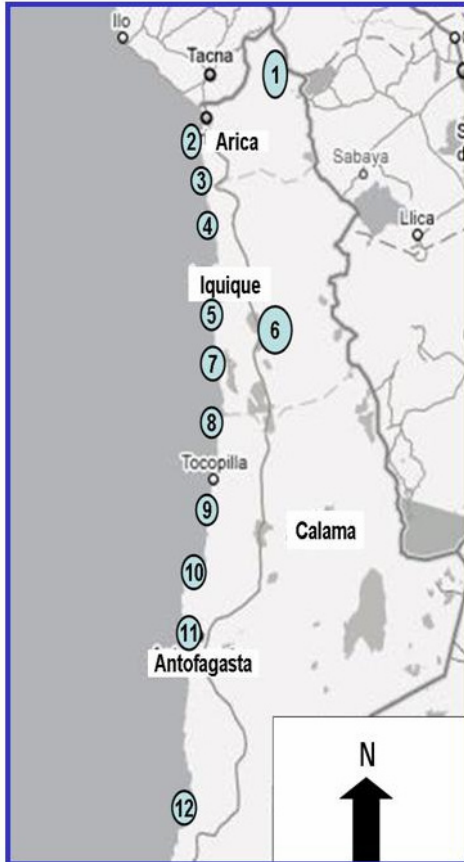


Figura 2.2. Detalle de la ubicación geográfica de las localidades costeras del norte de Chile en las cuales se realizó la toma de muestras.



N°	Localidades	Especies de Interés
1	Ancolacane, Caquena, Colpitas, Guacoyo, Cosapilla	Trucha arco iris
2	Caleta Guiane, Punta Paloma, Liserilla, Punta Blanca	Ostión del norte, ostra del Pacífico.
3	Caleta Camarones	Ostión del norte y ostra del Pacífico.
4	Caleta Chica (Putu Gorda), Bahía de Pisagua (Las Cuevas, Punta Pichalo)	Pectínidos, mitilidos, equinodermos y ostra del Pacífico.
5	Caleta Buena, Huayquique, Caleta Bajo Molle, Tres Islas, El Fraile, Colorado Chico, Caleta Los Verdes, Caleta Toyos, Punta Sarmeria, Playa Seremeño	Ostra del Pacífico, choro zapato, chorrito, ostra, ostión del norte, loco, peullo, erizo, almeja, tñidos, hirame, dorado de la costa, abalón rojo y verde.
6	La Tirana, La Huayca, Comiña-Pica, Fundo San Antonio	<i>Dunaliella salina</i> , <i>Haematococcus</i> , <i>Spirulina</i>
7	Caleta Chilena, Caleta Chanavayita, Caleta Chanavaya, Pabellón de Pica, Ciego Ernesto, Farellones Torrecillas, Caleta Río Seco, Caleta San Marcos, Playa Lobitos y Caleta Chipana	Ostión del norte, ostra del Pacífico, choro zapato
8	Caleta Punta Arenas	Ostión del norte
9	Rada Cobiya (Caleta Tames, Punta Guacache, Punta Gatico, Punta Cobiya, Punta Guasilla)	Ostión del norte y dorado de la costa.
10	Bahía Mejillones del Sur	Ostión del norte
11	El Colorado, Caleta Errazuriz, Caleta Colocolo, Juan López, Caleta Abtao, La Rinconada,	Ostión del norte, ostra del Pacífico, cholga y peullo
12	Bahía de Taltal (Puerto Taltal), Bahía Isla Blanca (Caleta Buena, Caleta El Gritón, Las Guaneras)	Ostión del norte, ostra del Pacífico, cholga y dorado de la costa.

Figura 2.3. Ubicación espacial de localidades que hasta la fecha (septiembre de 2009) han sido de interés para desarrollar cultivos de recursos hidrobiológicos en la zona de estudio, agrupadas y enumeradas por proximidad geográfica y especies objetivo.

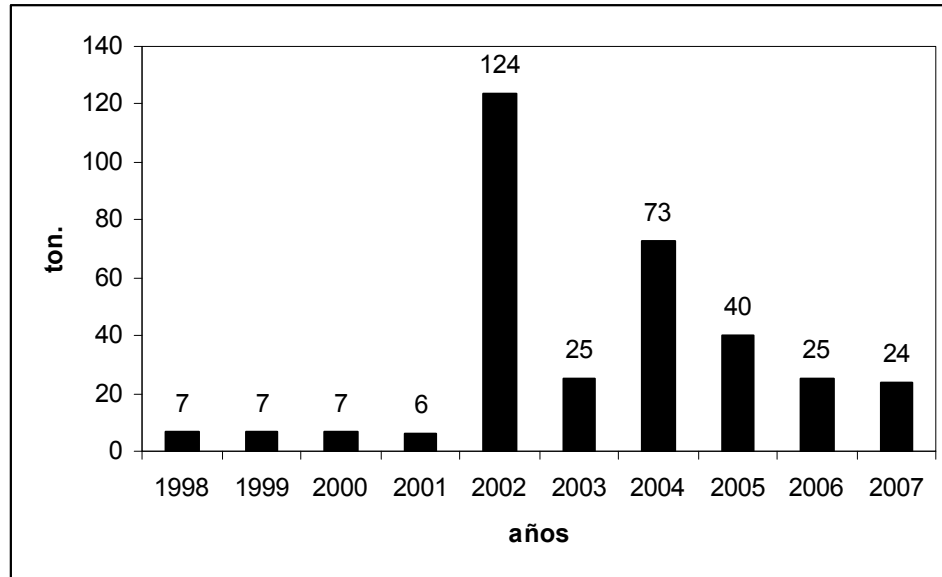


Figura 2.4. Variabilidad temporal en la cosecha del osti3n del norte en los centros de cultivo de la Regi3n de Tarapac3, entre los a3os 1998 y 2007 (Fuente: Anuarios Estadisticos de Pesca- www.sernapesca.cl).

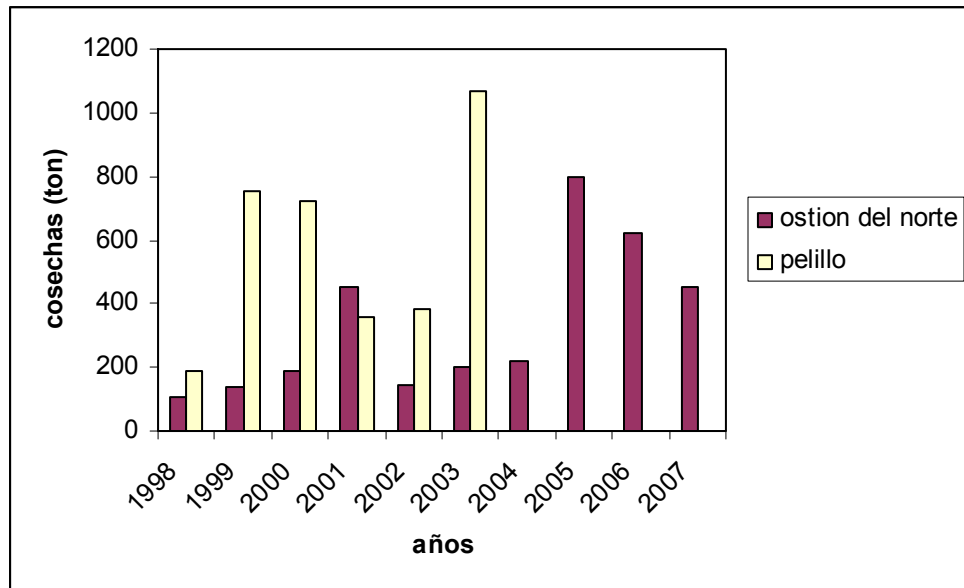


Figura 2.5. Variabilidad temporal en la cosecha de osti3n del norte y pelillo en los centros de cultivo de la Regi3n de Antofagasta, entre los a3os 1998 y 2007. (Fuente: Anuarios Estadisticos de Pesca - www.sernapesca.cl).

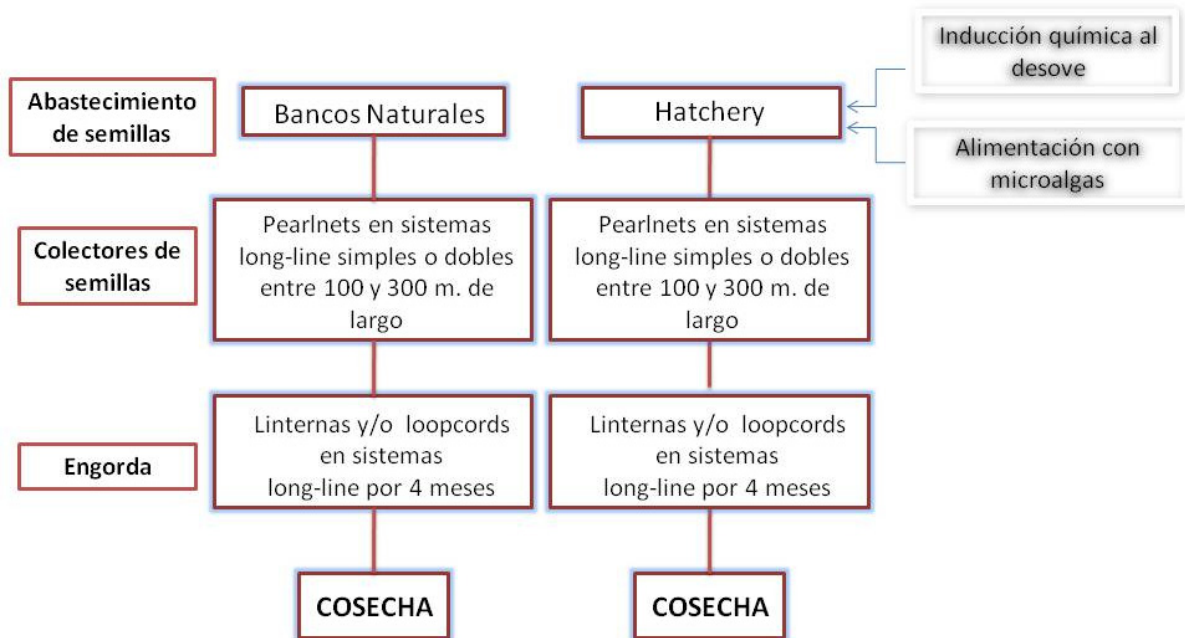


Figura 2.6. Esquema general del sistema de cultivo de ostiones.

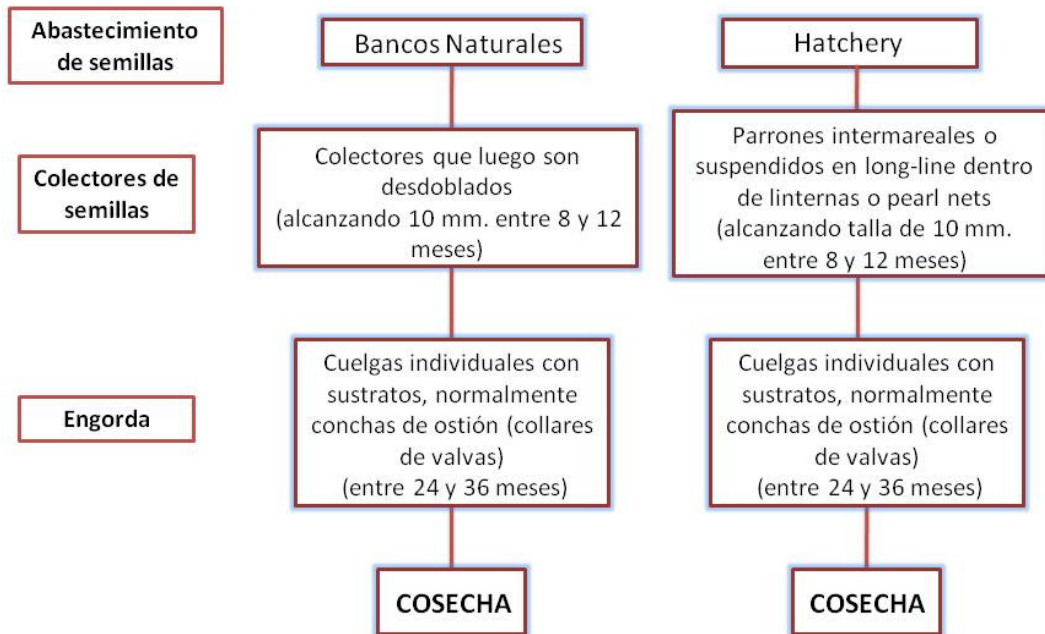


Figura 2.7. Esquema general del sistema de cultivo de ostras.

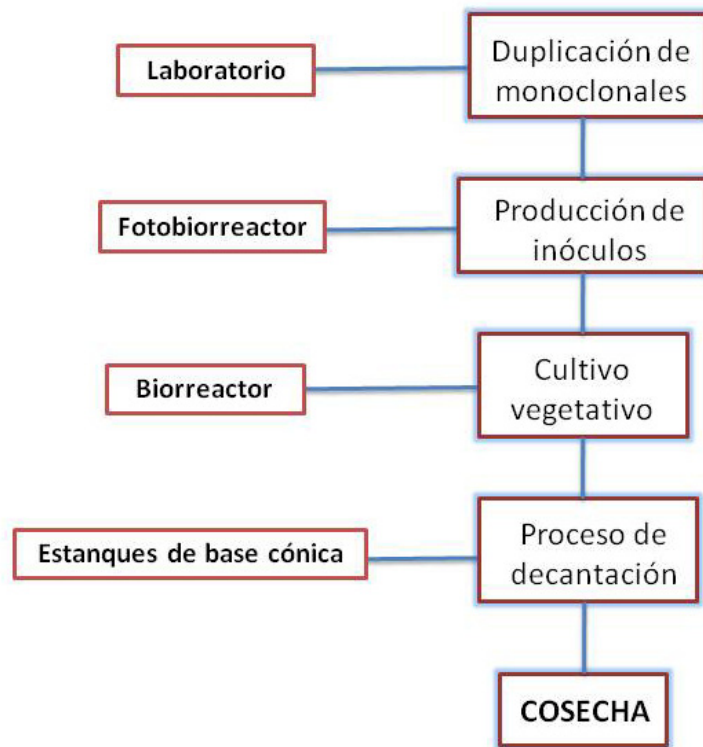


Figura 2.8. Esquema general del sistema de cultivo de microalgas.

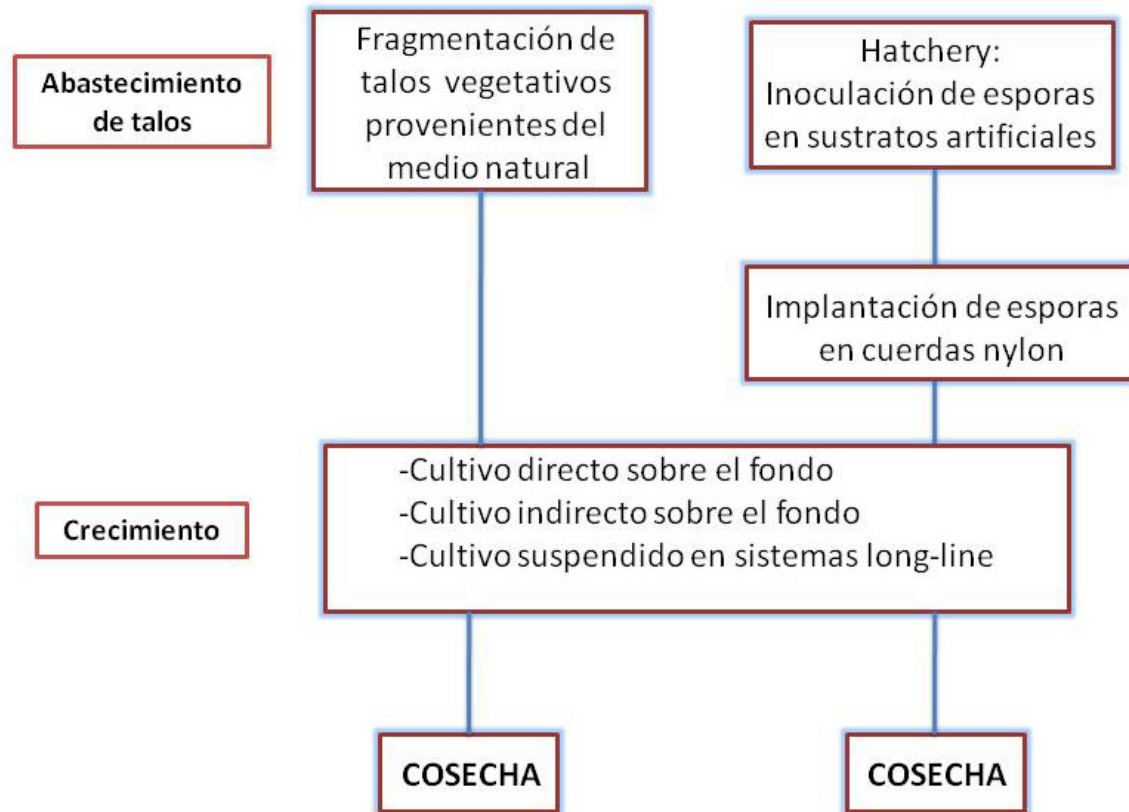


Figura 2.9. Esquema general del sistema de cultivo de pelillo.

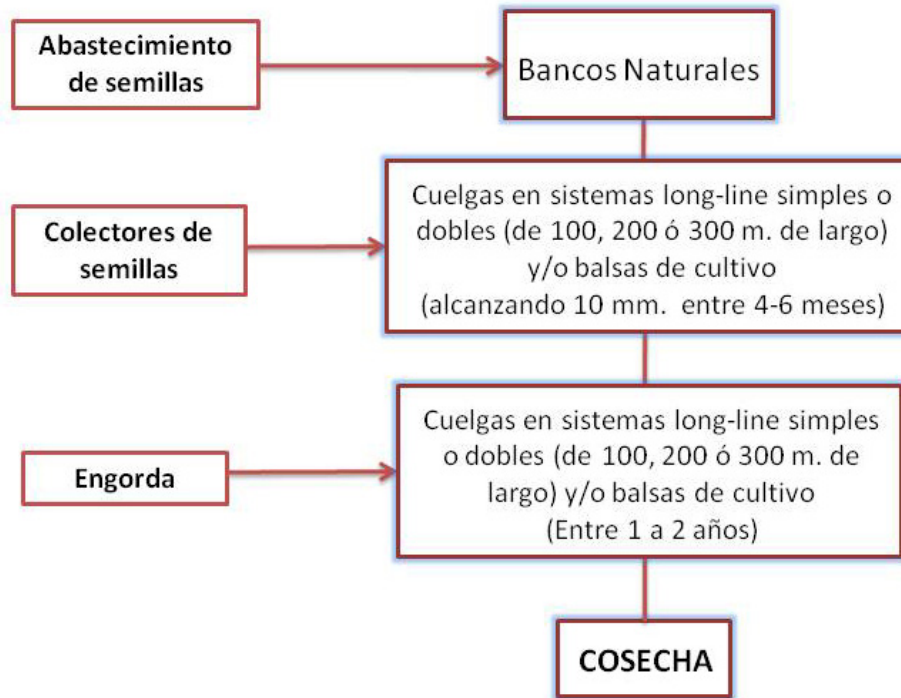


Figura 2.10. Esquema general del sistema de cultivo de mitílidos.

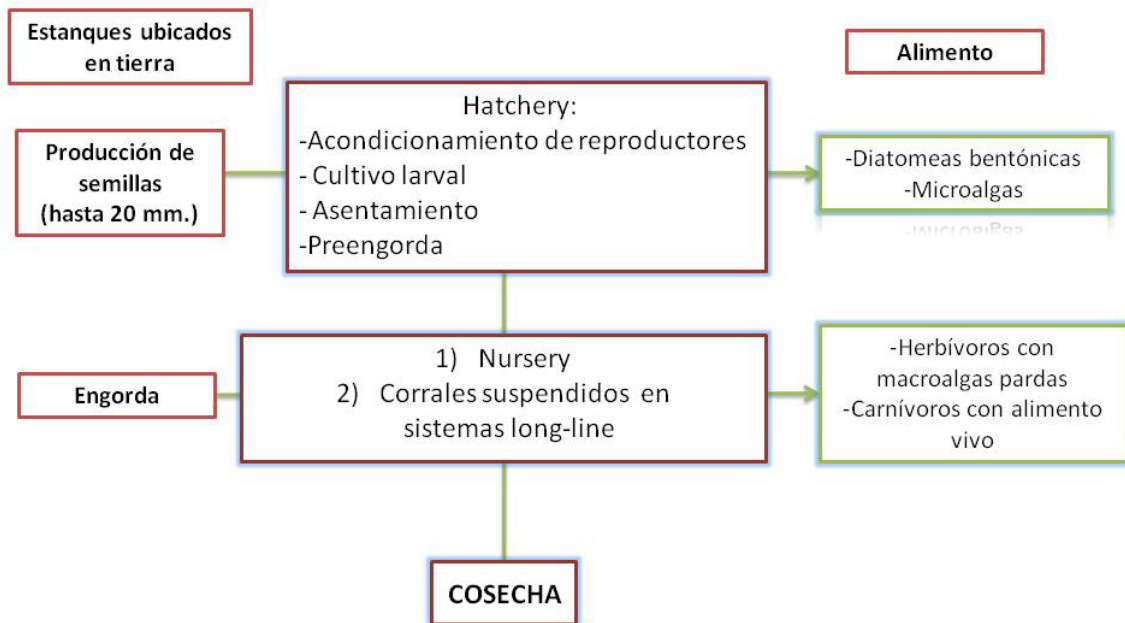


Figura 2.11. Esquema general del sistema de cultivo de gastrópodos.

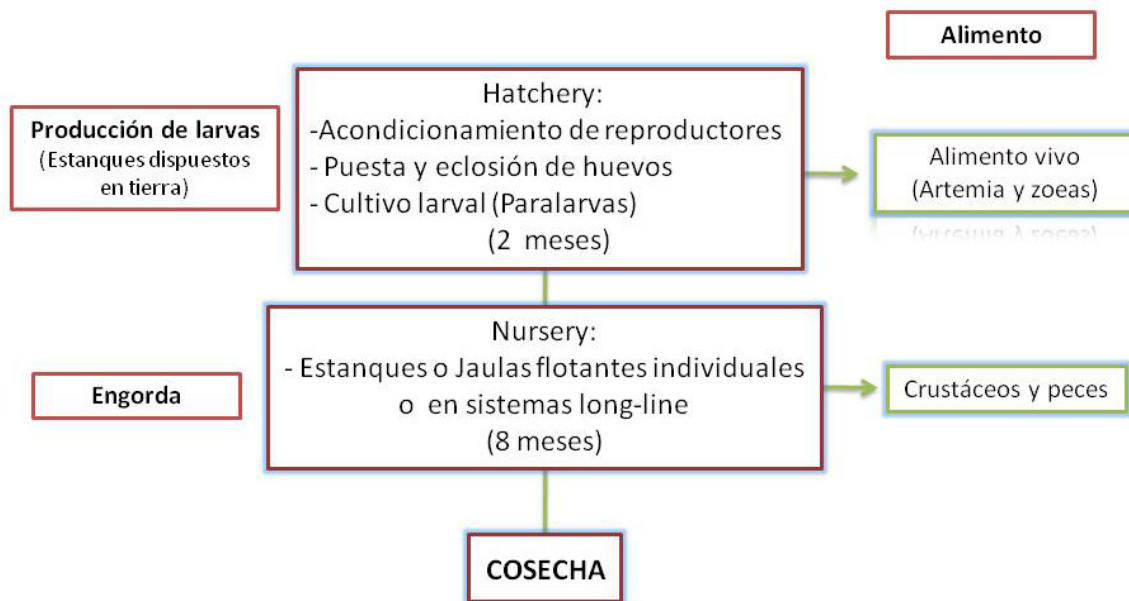


Figura 2.12. Esquema general del sistema de cultivo de pulpos.

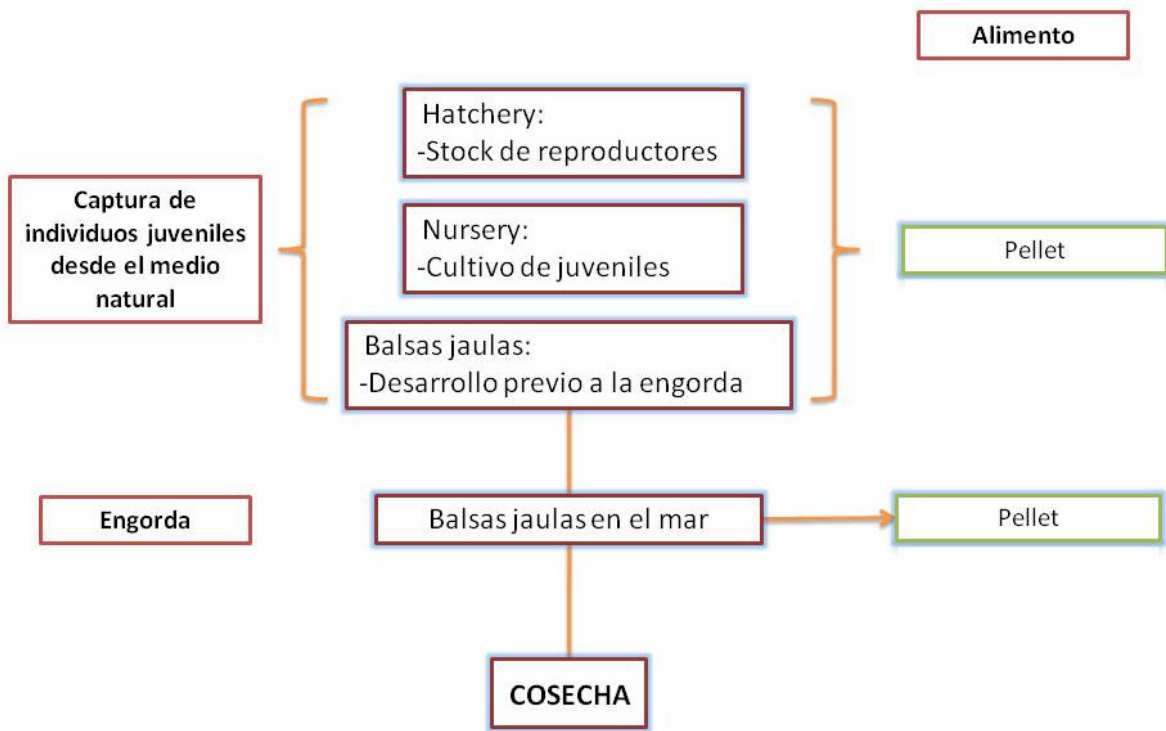


Figura 2.13. Esquema general del sistema de cultivo de peces de mar abierto.

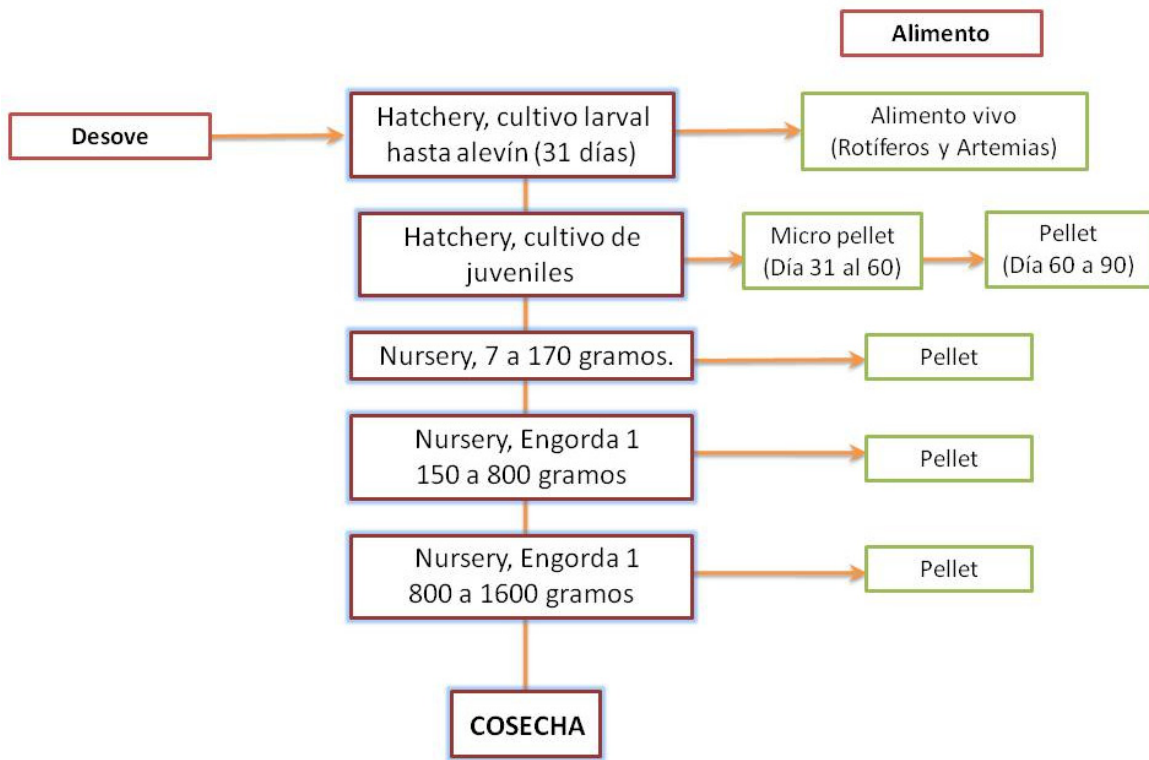


Figura 2.14. Esquema general del sistema de cultivo de peces planos.

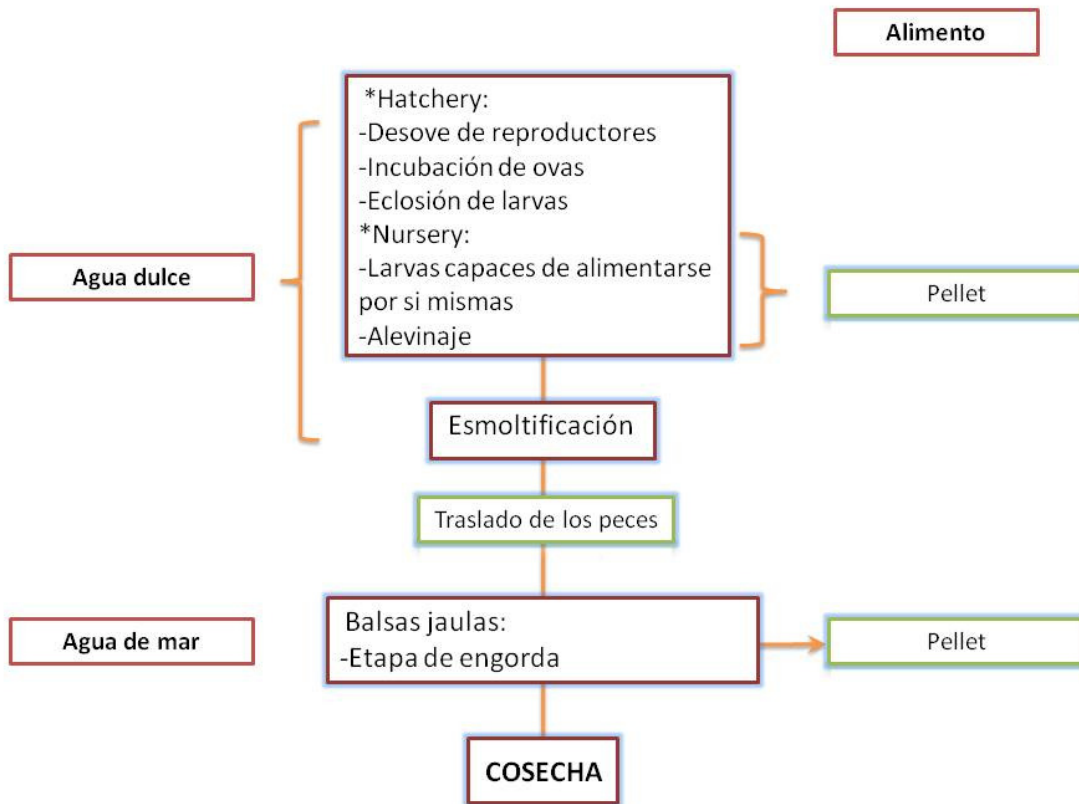


Figura 2.15. Esquema general del sistema de cultivo de salmónidos.

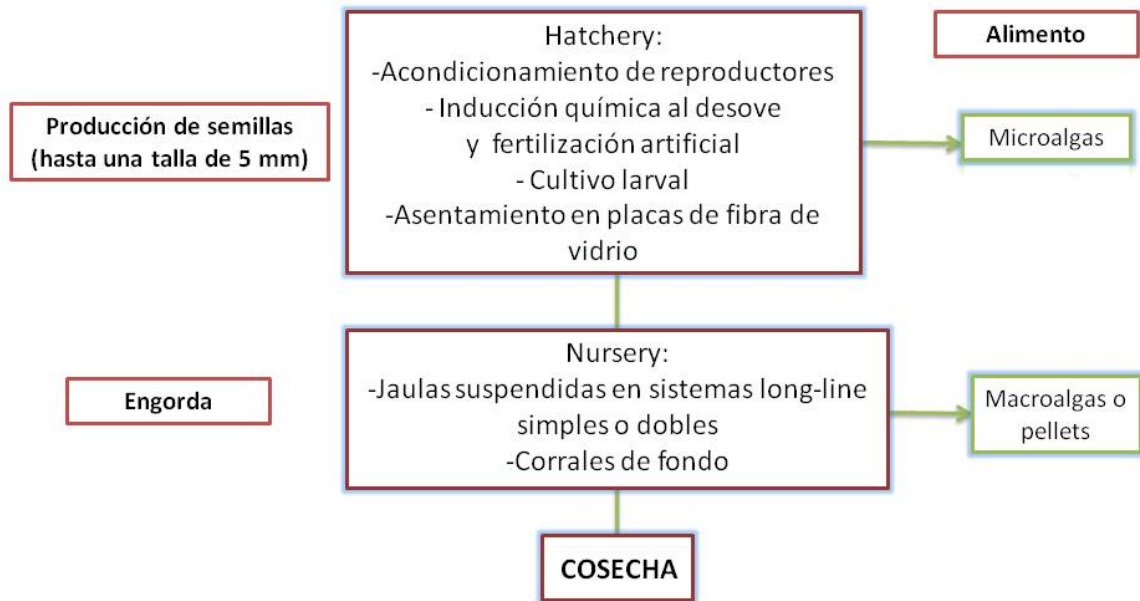


Figura 2.16. Esquema general del sistema de cultivo de erizos.

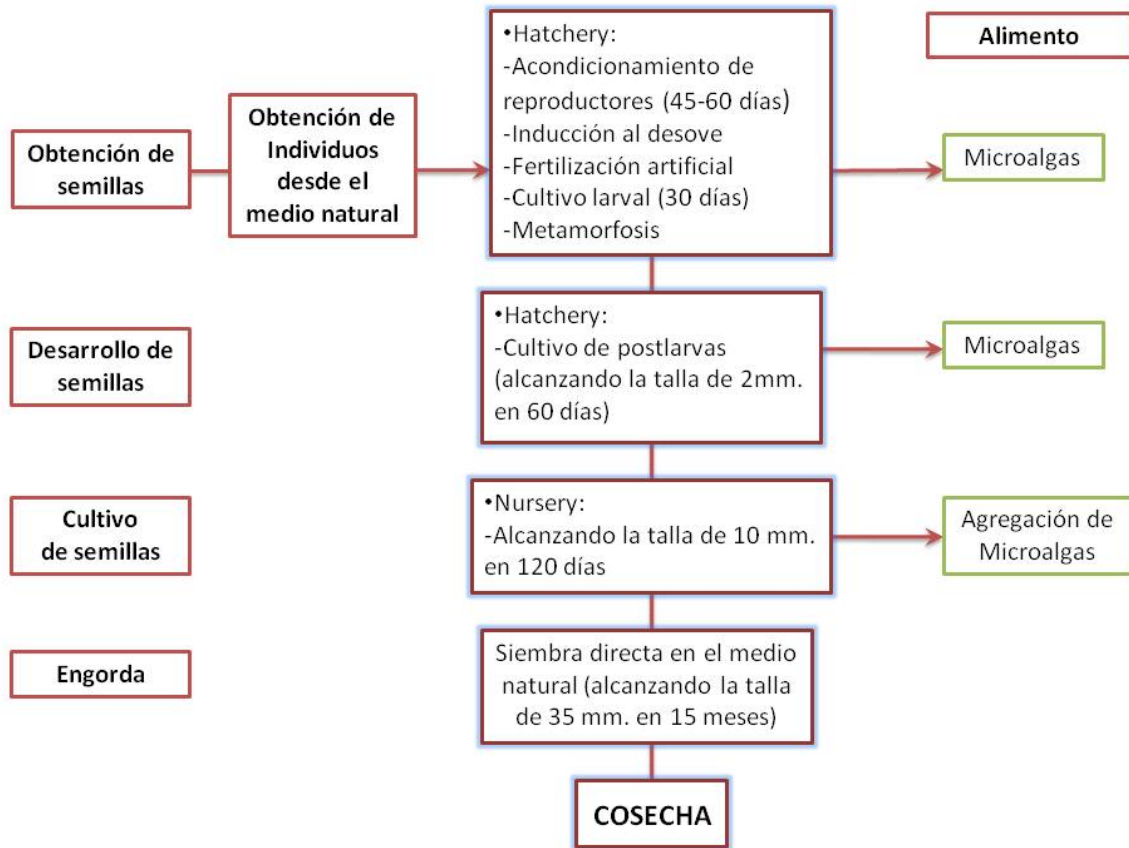


Figura 2.17. Esquema general del sistema de cultivo de bivalvos (almejas y macha).

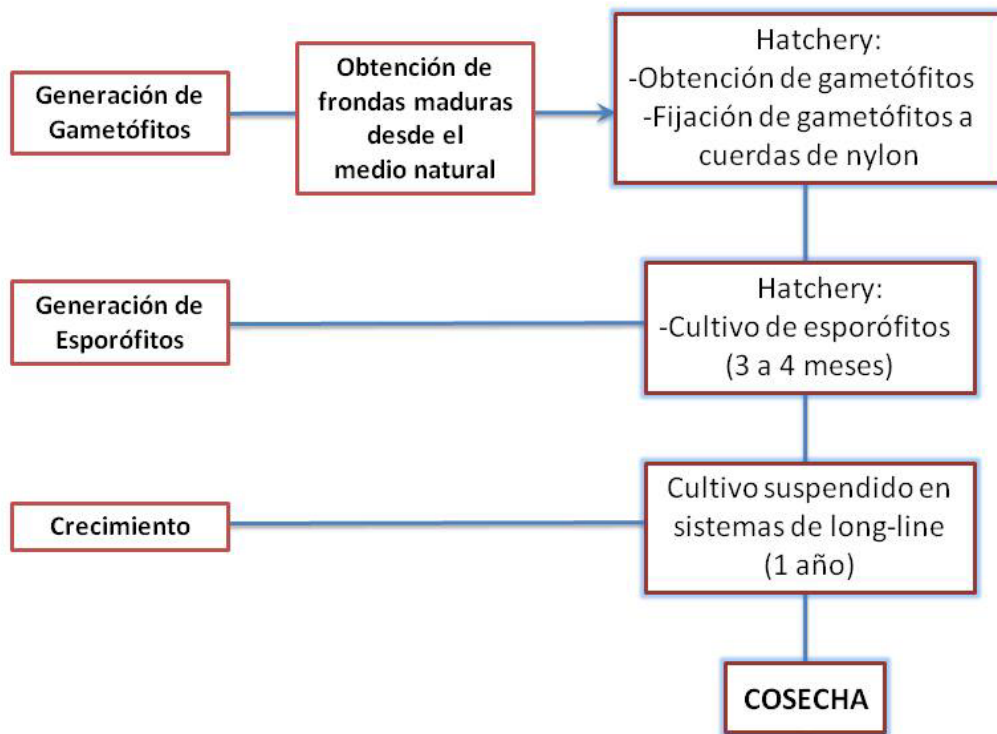


Figura 2.18. Esquema general del sistema de cultivo de macroalgas.

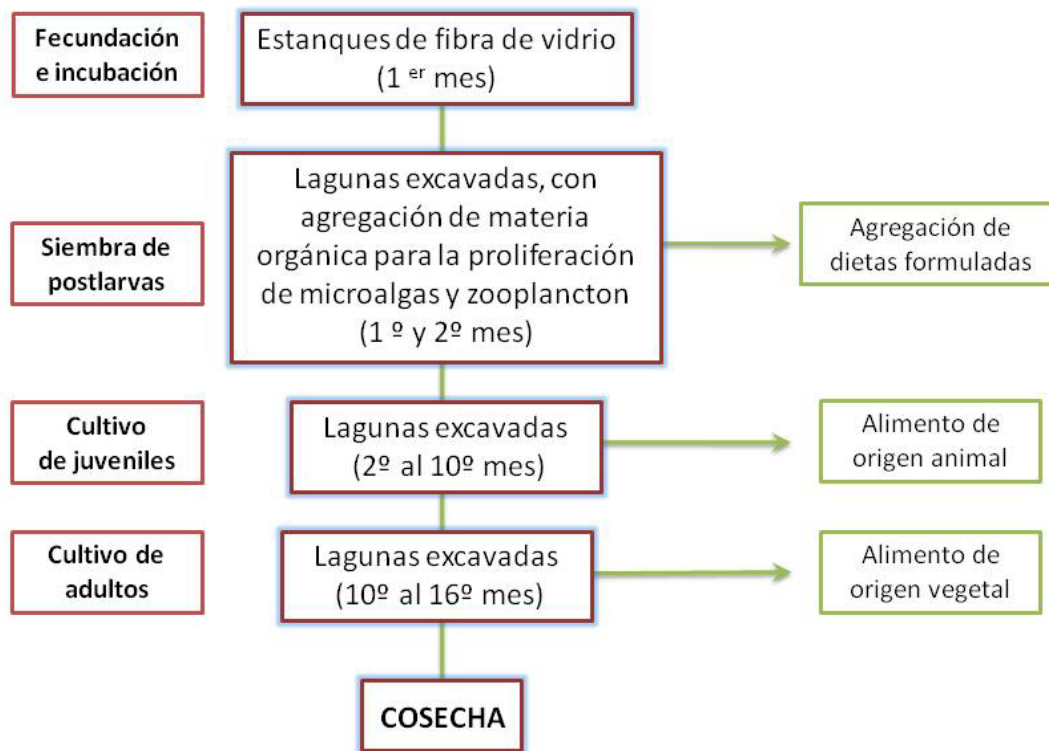


Figura 2.19. Esquema general del sistema de cultivo de crust3ceos.

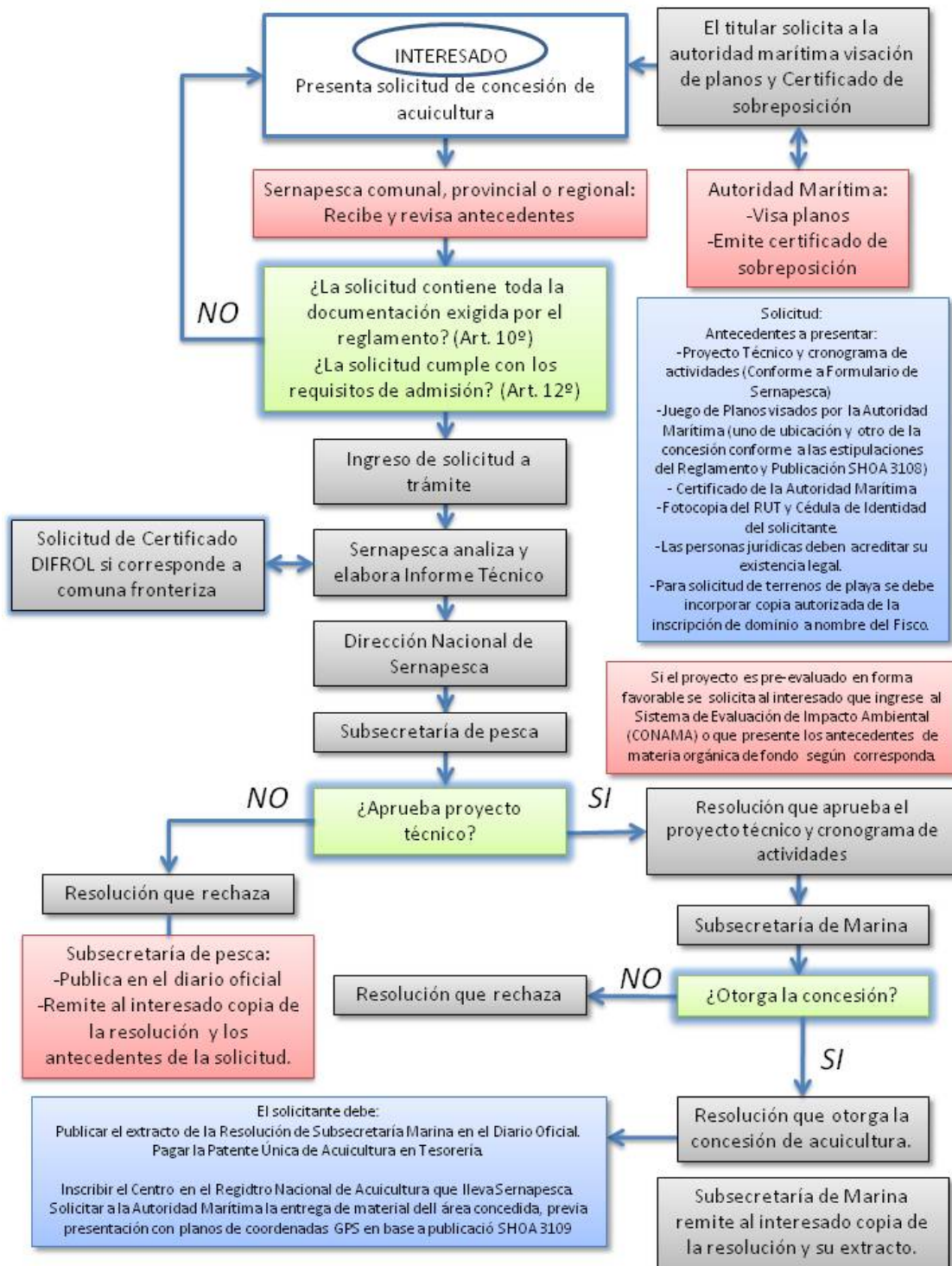


Figura 2.20. Diagrama de flujo de la tramitación de una concesión de acuicultura.

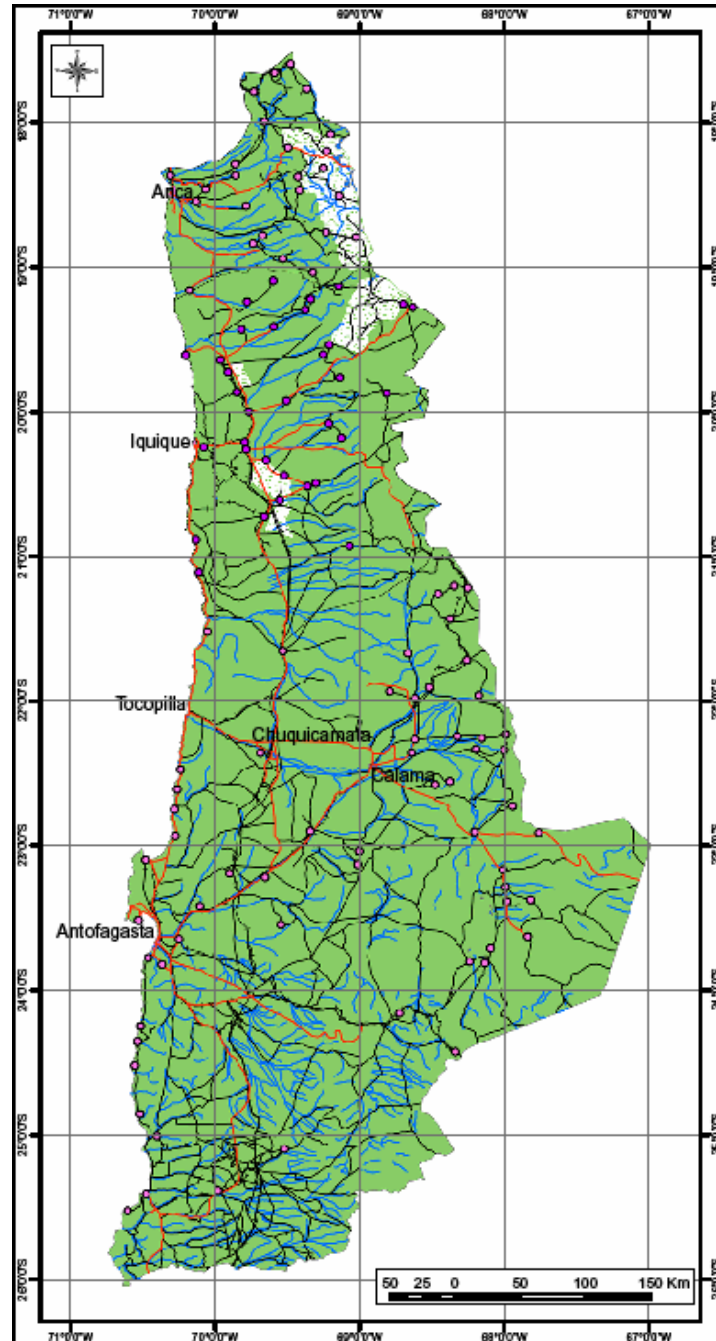
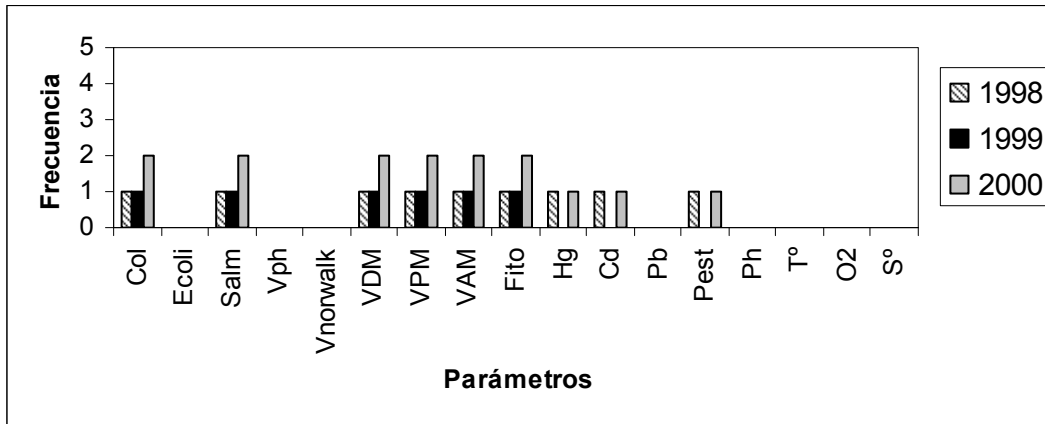


Figura 2.21. Cartografía base del área comprendida entre Arica y Taltal.



a)



b)

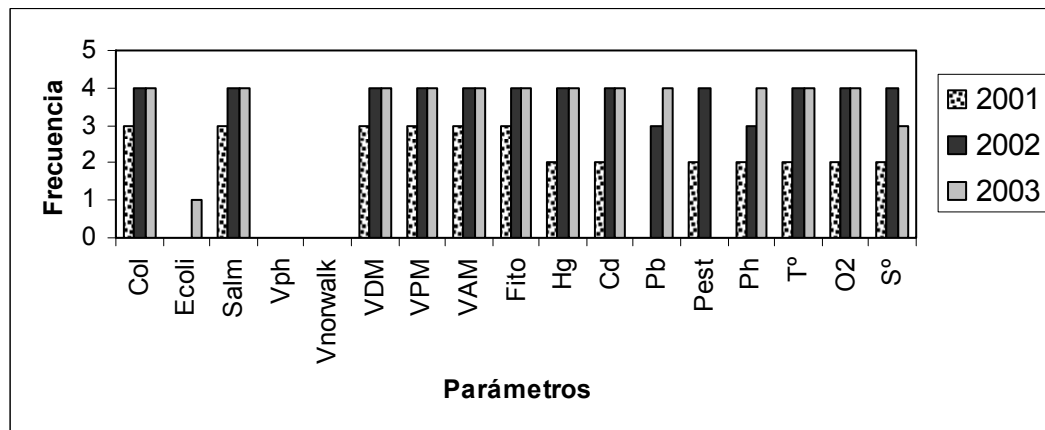


Figura 2.22. Frecuencia de áreas de extracción que disponen de información de los distintos parámetros en la base de datos del PSMB, desglosada por año de monitoreo. a) 1998, N = 01; 1999, N = 01; 2000, N = 02; b) 2001, N = 03; 2002, N = 04; 2003, N = 04. N: Número de áreas de extracción; COL: Coliformes fecales; ECOL: *E. coli*; SAL: *Salmonella*; VPH: *V. parahaemolyticus*; VDM: Veneno diarreico de mariscos; VPM: Veneno paralizante de mariscos; VAM: Veneno amnésico de mariscos; FIT: Fitoplancton; HG: Concentración de Mercurio; CD: Concentración de cadmio; PB: Concentración de Plomo; PEST: Pesticidas; PH: Potencial hidrógeno; T°: Temperatura; O₂: Oxígeno disuelto; S‰: Salinidad.



c)

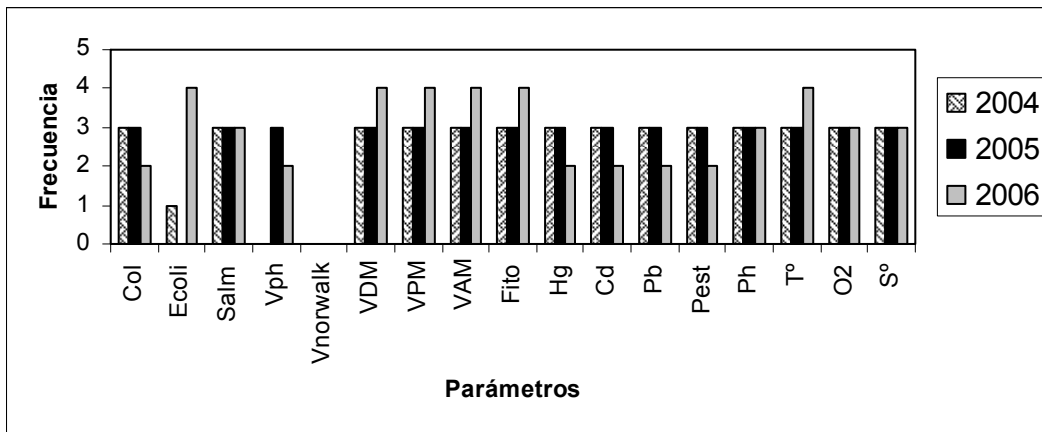
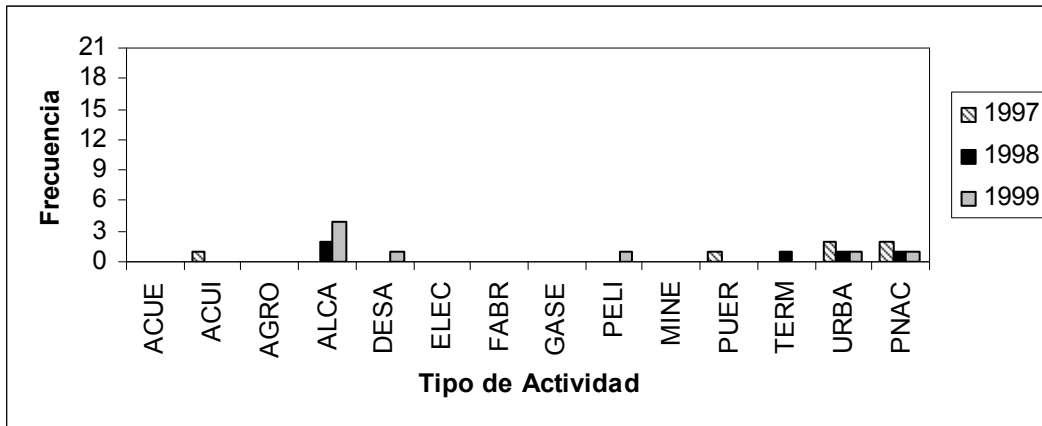


Figura 2.22. (Continuación). Frecuencia de áreas de extracción que disponen de información de los distintos parámetros en la base de datos del PSMB, desglosada por año de monitoreo. c) 2004, N = 03; 2005, N = 03; 2006, N = 04. N: Número de áreas de extracción; COL: Coliformes fecales; ECOL: *E. coli*; SAL: *Salmonella*; VPH: *V. parahaemolyticus*; VDM: Veneno diarreico de mariscos; VPM: Veneno paralizante de mariscos; VAM: Veneno amnésico de mariscos; FIT: Fitoplancton; HG: Concentración de Mercurio; CD: Concentración de cadmio; PB: Concentración de Plomo; PEST: Pesticidas; PH: Potencial hidrógeno; T°: Temperatura; O₂: Oxígeno disuelto; S‰: Salinidad.



a)



b)

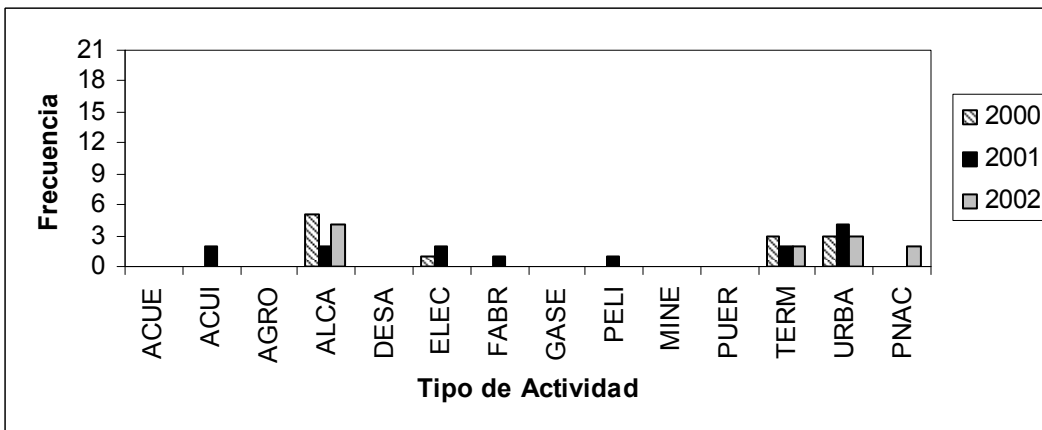
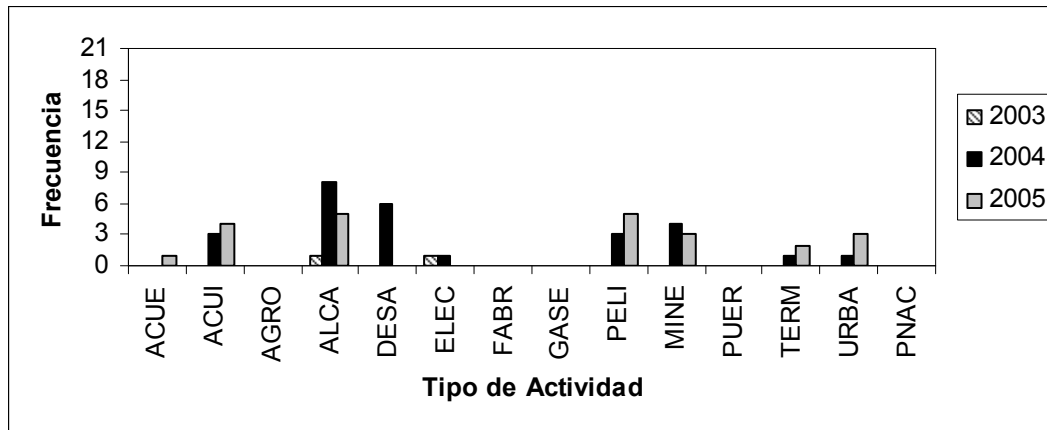


Figura 2.23. Frecuencia de DIAs, según tipo de proyecto de inversión y el año de presentación, para la Región de Arica y Parinacota. a) 1997 (N= 6); 1998 (N= 5); 1999 (N= 8); b) 2000 (N= 12); 2001 (N= 14); 2002 (N= 11). N: Número de DIAs; ACUE: Acueductos; ACUI: Acuicultura; AGRO: Agropecuario; ALCA: Alcantarillado y Saneamiento Ambiental; DESA: Desarrollo Urbano; ELEC: Electricidad y Subestaciones; FABR: Fabril; GASE: Gaseoductos u Oleoductos; PELI: Materiales Peligrosos; MINE: Minería; PUER: Puerto o Vías de Navegación; TERM: Terminales Terrestres y Aéreo; URBA: Urbano Turístico; PNAC: Parques Nacionales.



c)



d)

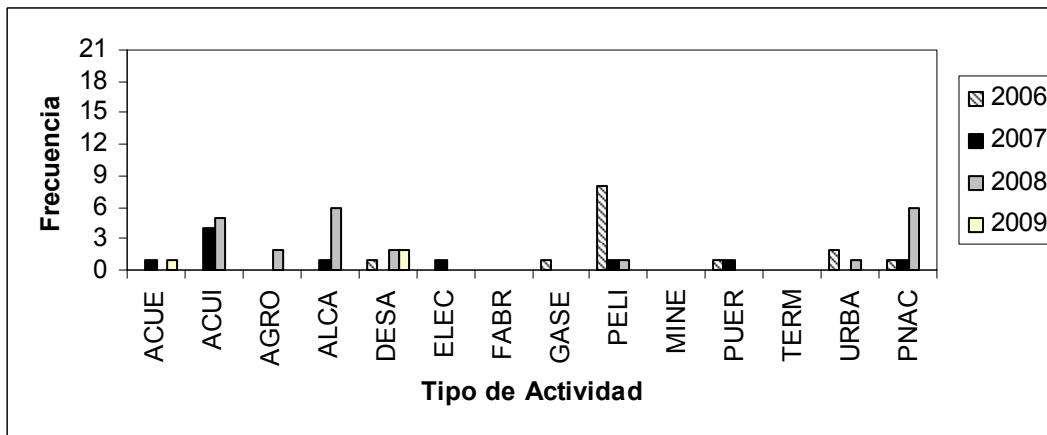
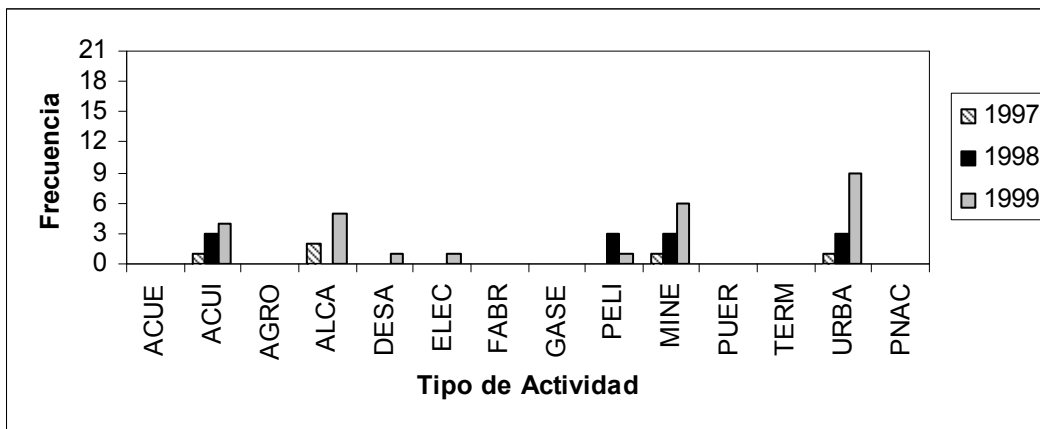


Figura 2.23. (Continuación). Frecuencia de DIAs, según tipo de proyecto de inversión y el año de presentación, para la Región de Arica y Parinacota. c) 2003(N= 2); 2004(N= 12); 2005(N= 6); d) 2006(N= 14); 2007(N= 10); 2008(N= 23); 2009(N= 1). N: Número de DIAs; ACUE: Acueductos; ACUI: Acuicultura; AGRO: Agropecuario; ALCA: Alcantarillado y Saneamiento Ambiental; DESA: Desarrollo Urbano; ELEC: Electricidad y Subestaciones; FABR: Fabril; GASE: Gaseoductos u Oleoductos; PELI: Materiales Peligrosos; MINE: Minería; PUER: Puerto o Vías de Navegación; TERM: Terminales Terrestres y Aéreo; URBA: Urbano Turístico; PNAC: Parques Nacionales.



a)



b)

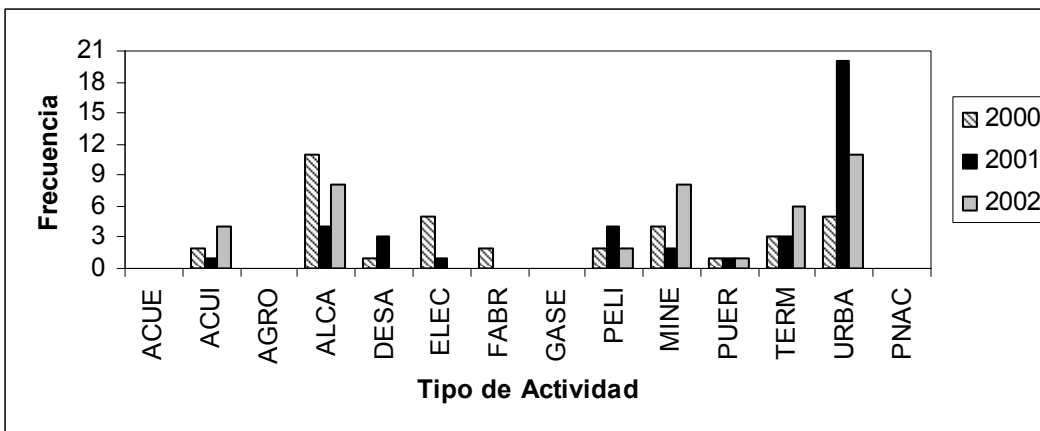
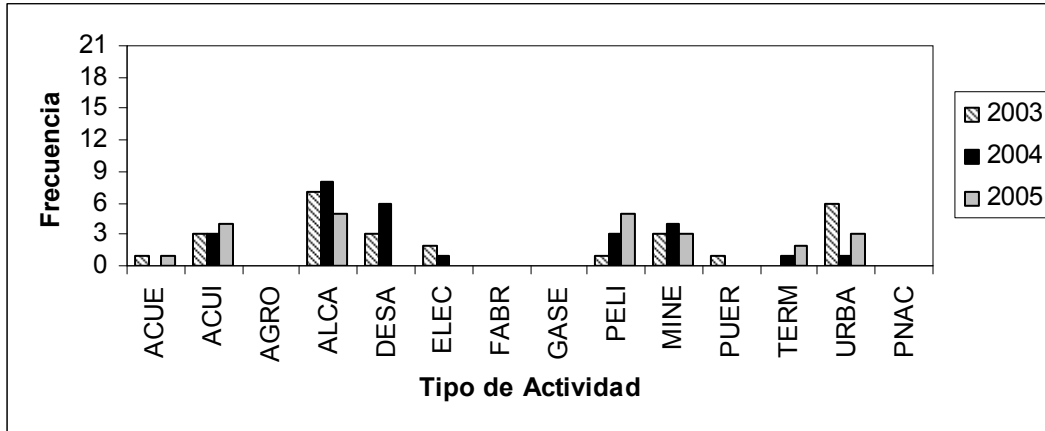


Figura 2.24. Frecuencia de DIAs, según tipo de proyecto de inversión y el año de presentación, para la Región de Tarapacá. a) 1997 (N= 5); 1998 (N= 12); 1999 (N= 27); b) 2000 (N= 36); 2001 (N= 39); 2002 (N= 40). Idem Fig. 2.23.



c)



d)

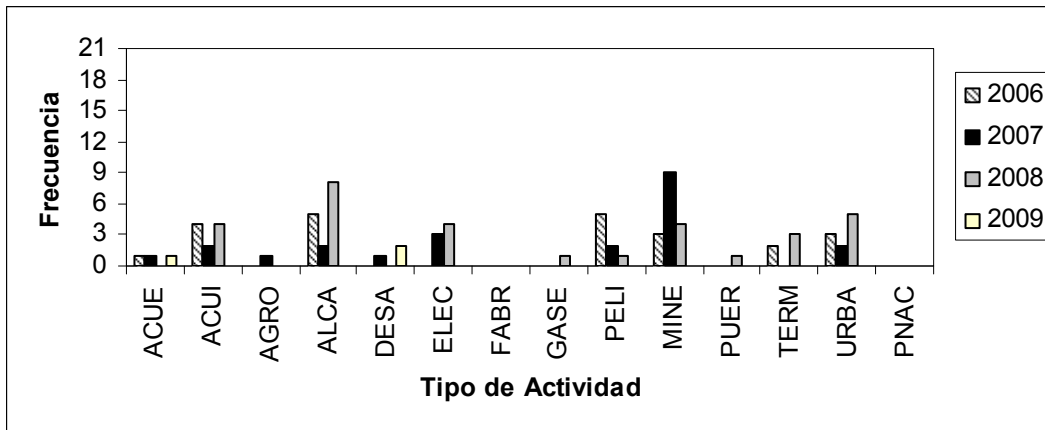
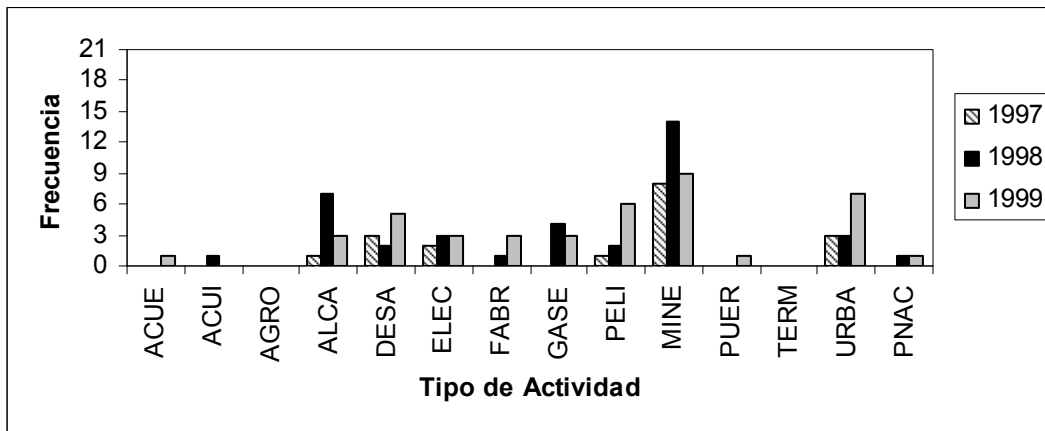


Figura 2.24. (Continuación). Frecuencia de DIAs, según tipo de proyecto de inversión y el año de presentación, para la Región de Tarapacá. c) 2003 (N= 27); 2004 (N= 27); 2005 (N= 23); d) 2006 (N= 42); 2007(N= 23); 2008 (N= 31); 2009 (N= 3). Idem Fig. 2.23.



a)



b)

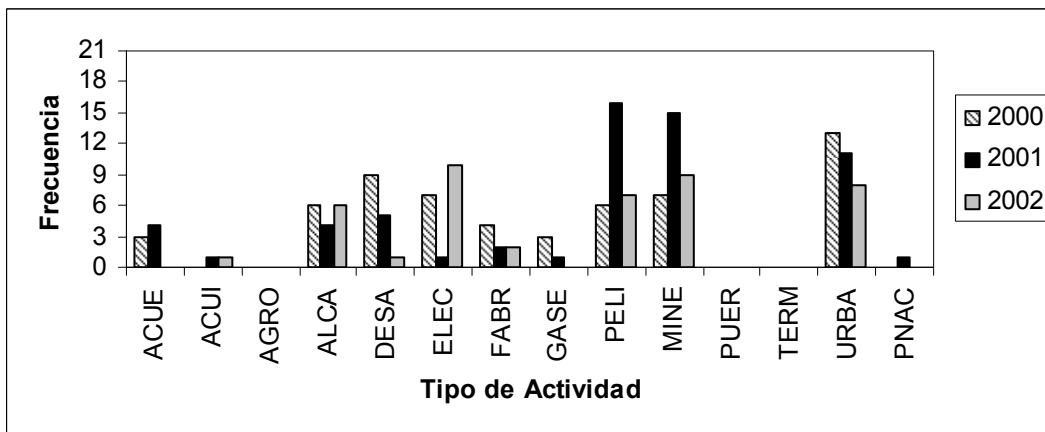
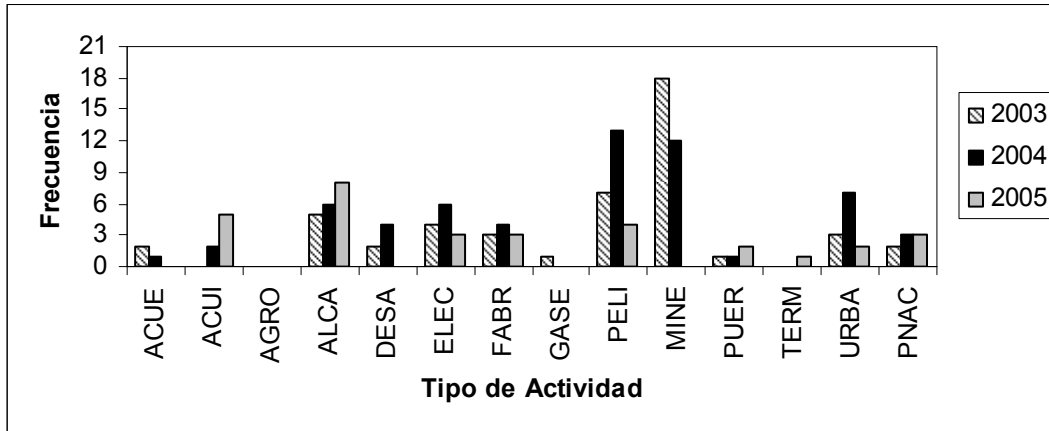


Figura 2.25. Frecuencia de DIAs, según tipo de proyecto de inversión y el año de presentación, para la Región de Antofagasta. a) 1997 (N= 18); 1998 (N= 38); 1999 (N= 42); b) 2000 (N= 58); 2001 (N= 61); 2002 (N= 44). Idem Fig. 2.23.



c)



d)

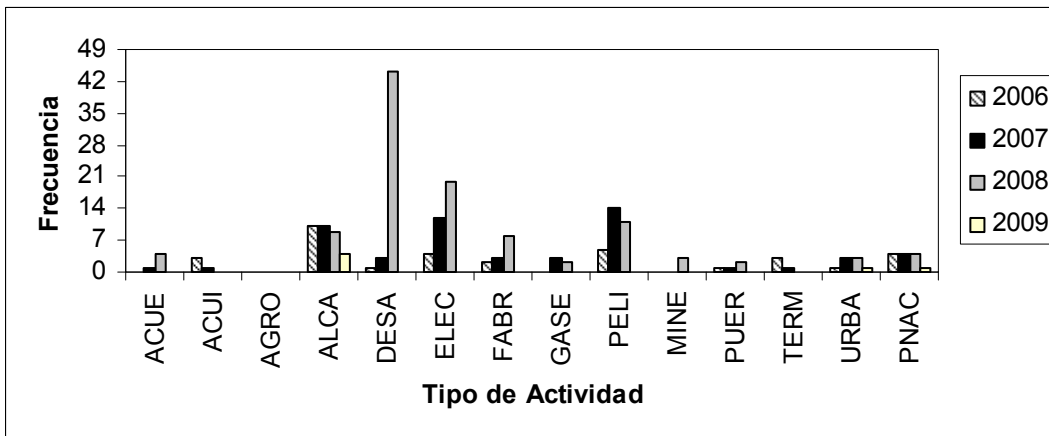


Figura 2.25. (Continuación). Frecuencia de DIAs, según tipo de proyecto de inversión y el año de presentación, para la Región de Antofagasta. c) 2003 (N= 48); 2004 (N= 59); 2005 (N= 31); d) 2006 (N= 34); 2007 (N= 56); 2008 (N= 110); 2009 (N= 6). Idem Fig. 2.23.

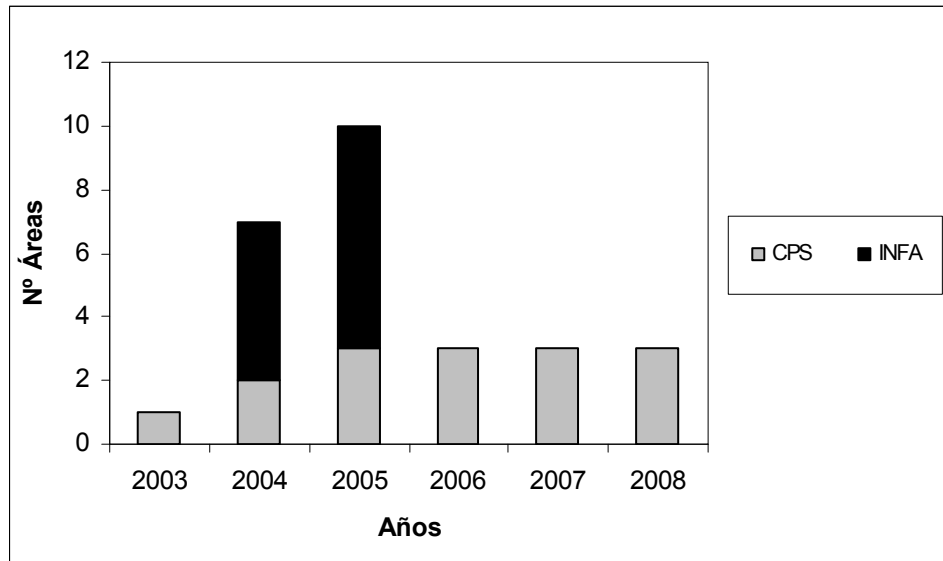
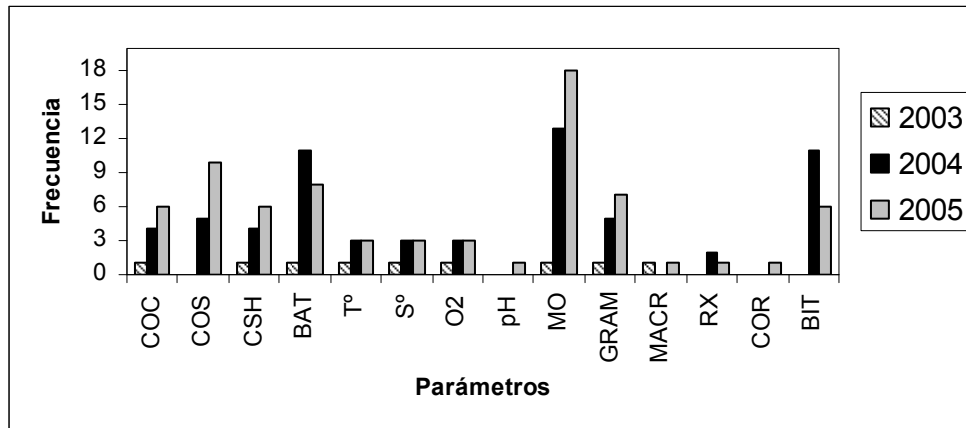


Figura 2.26. Disponibilidad de informaci3n por fuente de informaci3n, a3o y el n3mero de 3reas de inter3s para la acuicultura que registran monitoreo por aplicaci3n del RAMA (CPS e INFA).



a)



b)

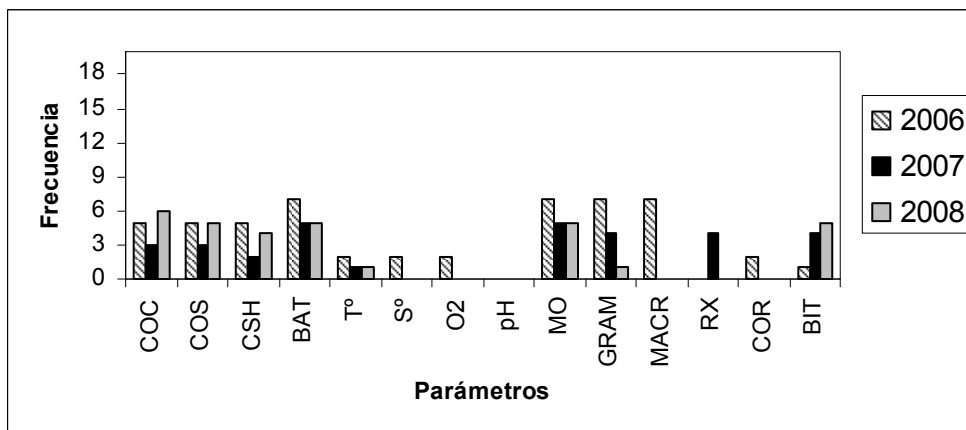


Figura 2.27. Frecuencia de la información recopilada para los distintos parámetros aportados por CPS-INFA en la zona de estudio, desglosada por año de monitoreo. a) 2003 (N = 01); 2004 (N = 09); 2005 (N= 24); b) 2006 (N = 08); 2007 (N = 05); 2008 (N = 05). N: Número de polígonos de concesión con información. COC: Coordenadas de las concesión; COS: Coordenadas estaciones de muestreo; BAT: Batimetría; MO: materia orgánica del sedimento; GRAM: Granulometría del sedimento; MACR: macrofauna bentónica; RX: Potencial redox en sedimento; COR: correntometría euleriana; O₂: Perfil de oxígeno disuelto en la columna de agua; BIT: Bitácora y Plan de contingencia.

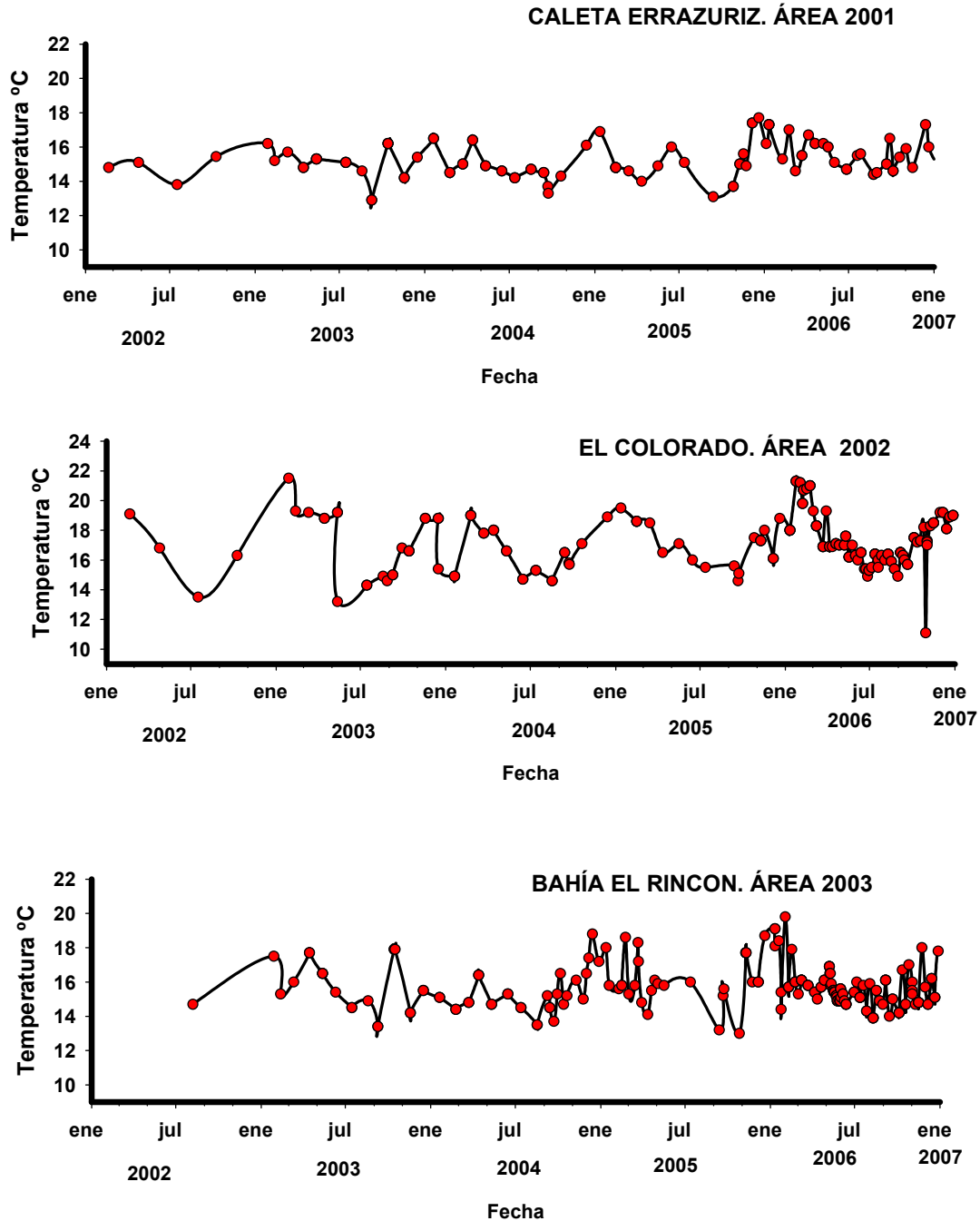


Figura 2.28. Variabilidad de la temperatura en la columna de agua, entre los años 2002 y 2006, de tres áreas PSMB de la Región de Antofagasta.

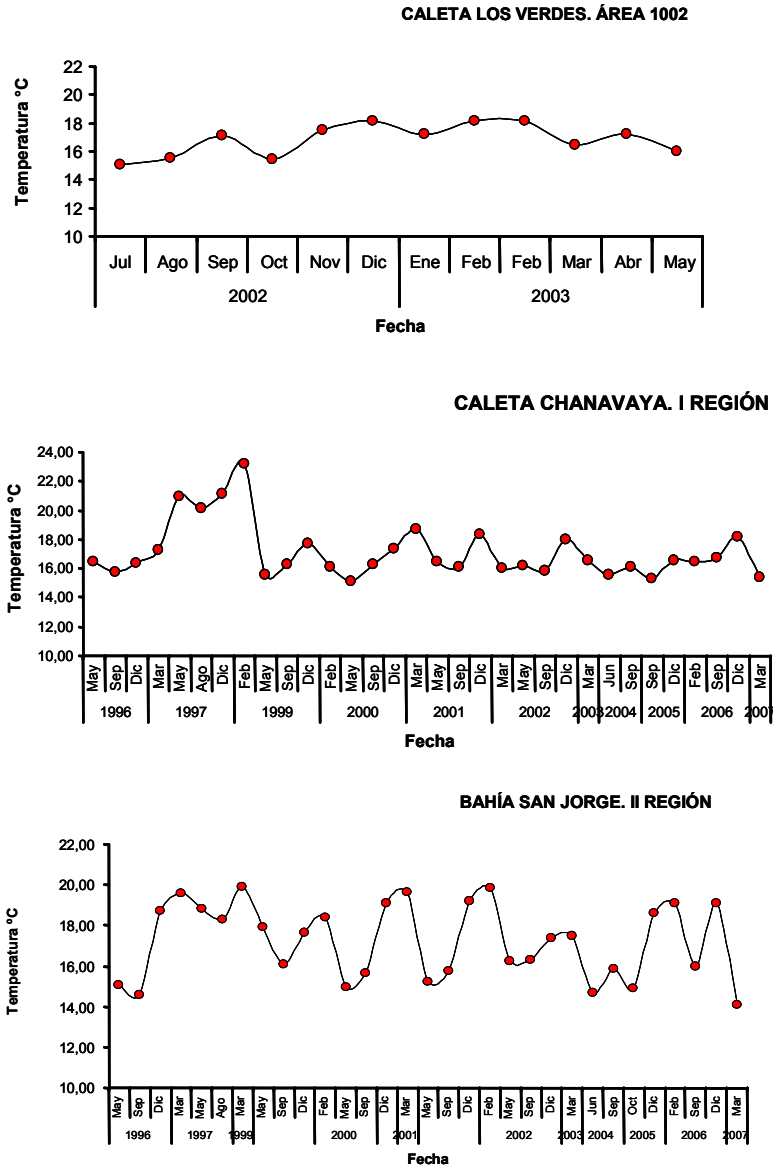


Figura 2.29. Variabilidad de la temperatura de la columna de agua para un área PSMB de la Región de Tarapacá (entre los años 2002 y 2003) y para dos áreas no PSMB (entre los años 1996 – 2007) de las regiones de Tarapacá y Antofagasta.

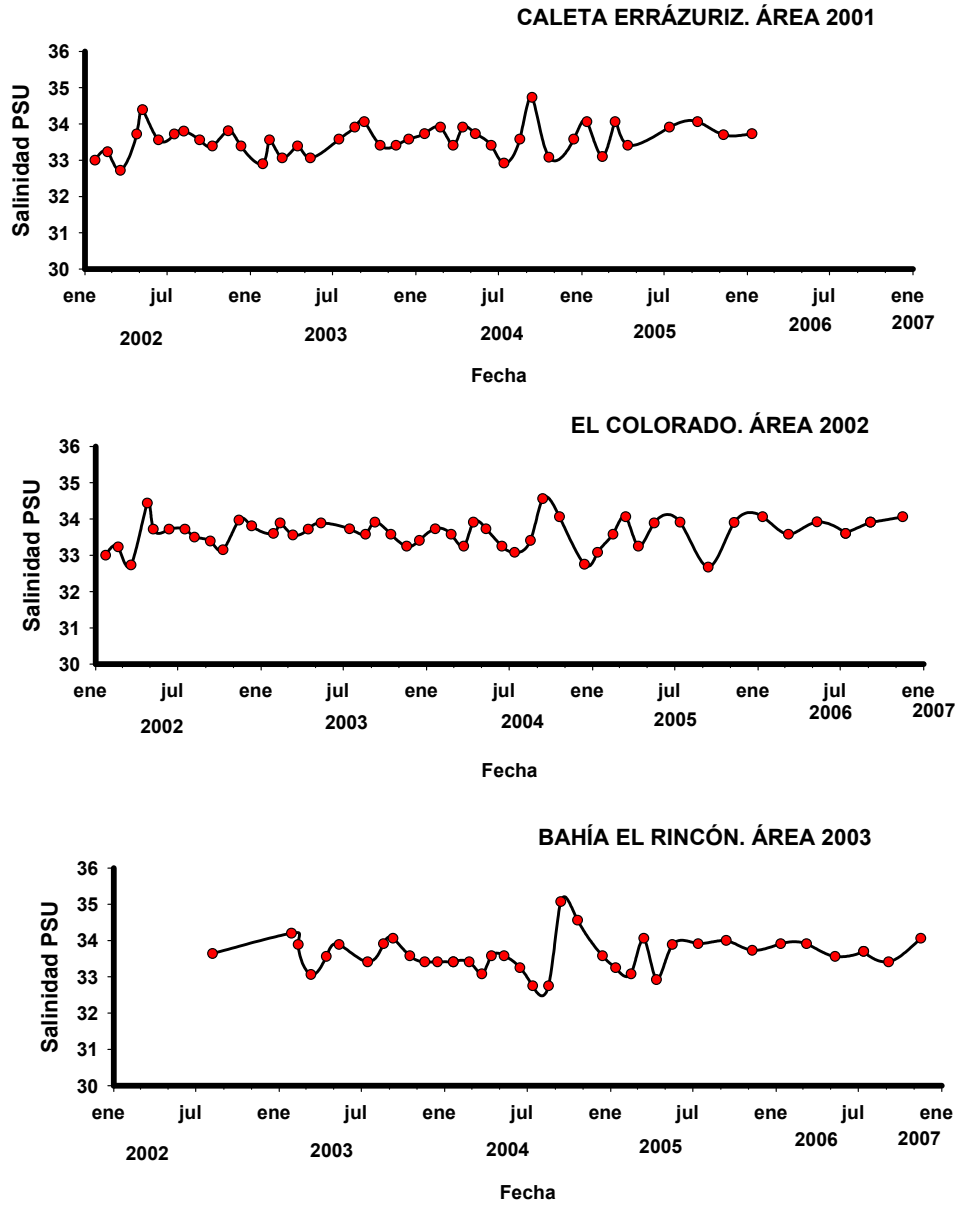


Figura 2.30. Variabilidad de la salinidad en la columna de agua, entre los años 2002 – 2006, de tres Áreas PSMB de la Región de Antofagasta.

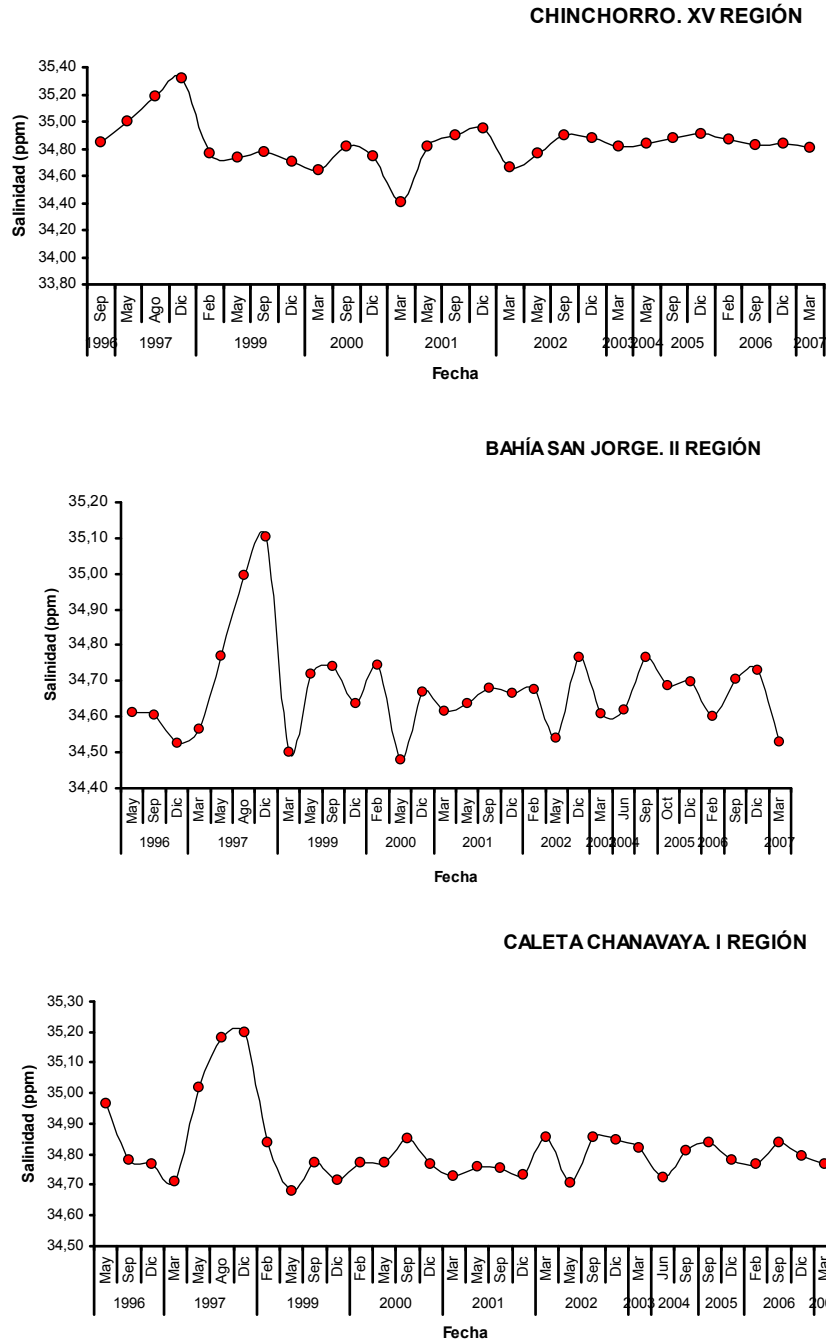


Figura 2.31. Variabilidad de la salinidad en la columna de agua, entre los años 1996 y 2007, de tres Áreas no PSMB distribuidas en las tres regiones administrativas.

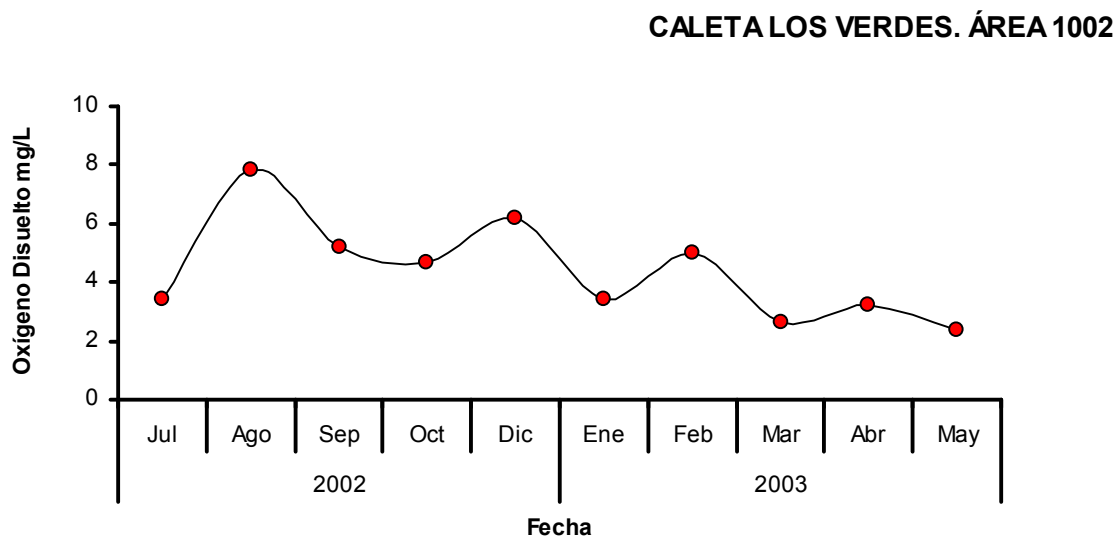


Figura 2.32. (Continuación). Variabilidad del oxígeno disuelto entre los años 2002 – 2003 para un área PSMB de la Región de Tarapacá.

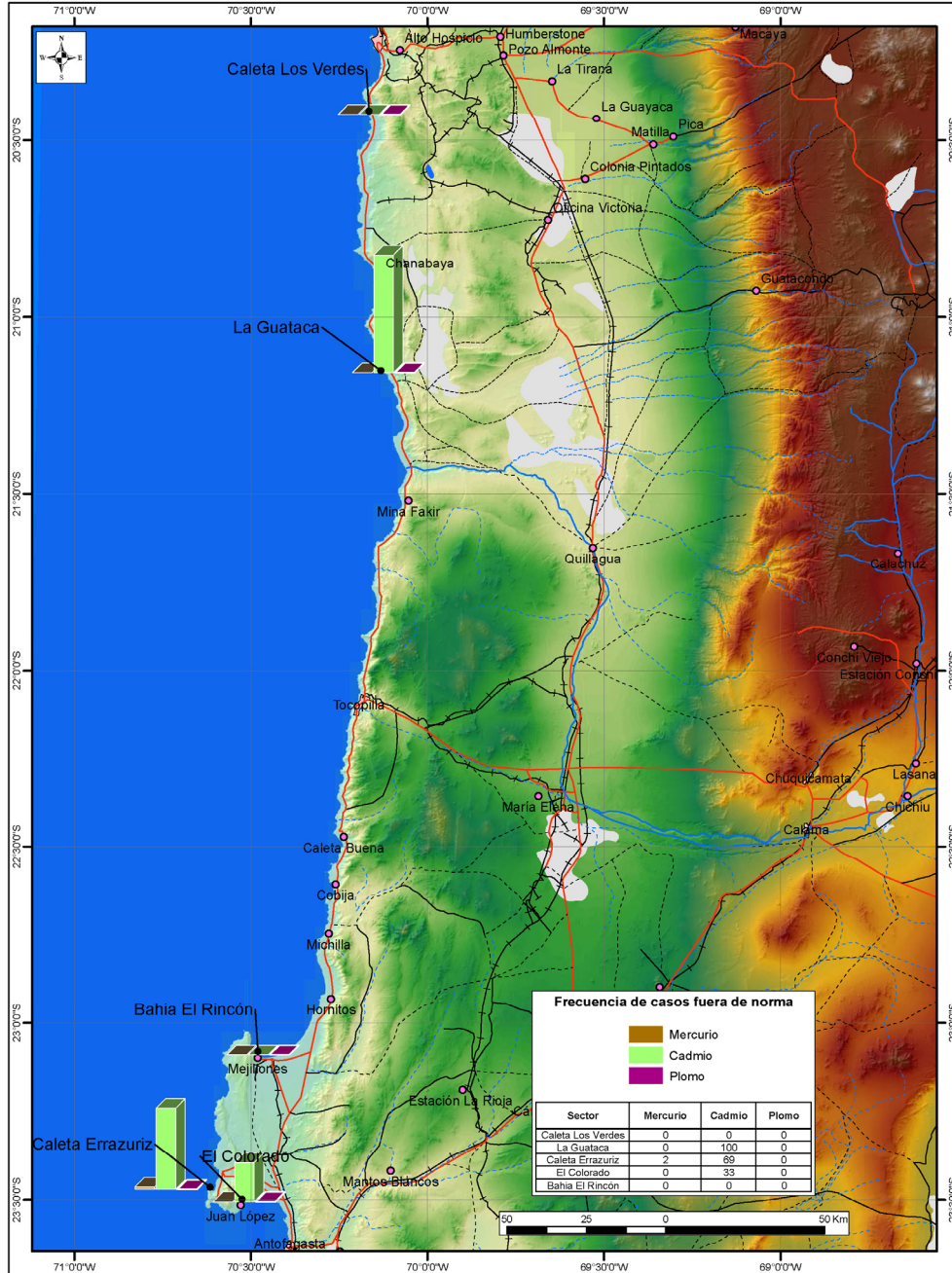


Figura 2.33. Frecuencia de casos en que las concentraciones de Hg, Cd y Pb en recursos hidrobiológicos sobrepasaron, en los sitios estudiados, los niveles máximos permitidos por la normativa nacional.

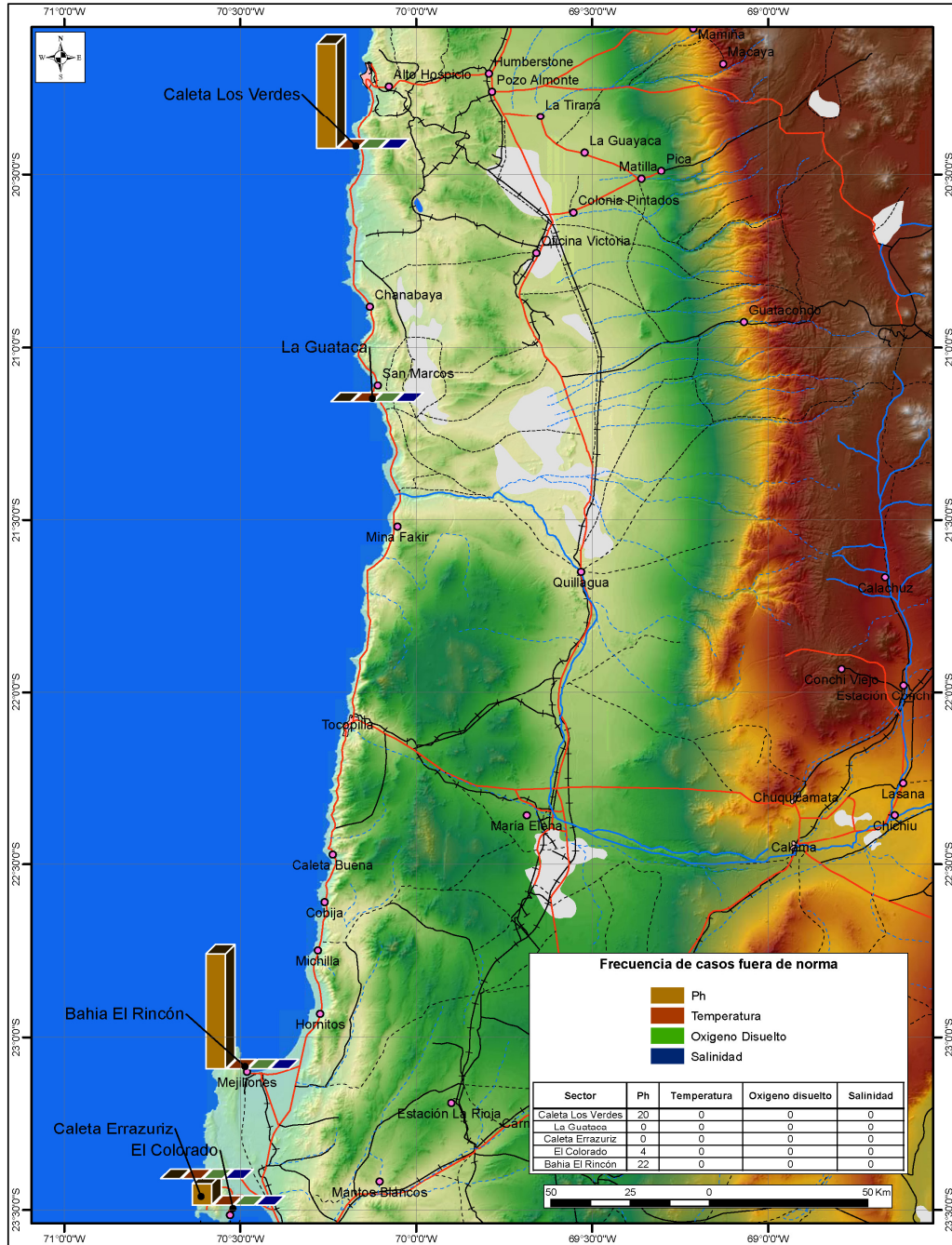


Figura 2.34. Frecuencia de casos en los valores de pH, T, OD y S del agua de mar sobrepasaron, en los sitios estudiados, los niveles máximos permitidos por la normativa nacional.

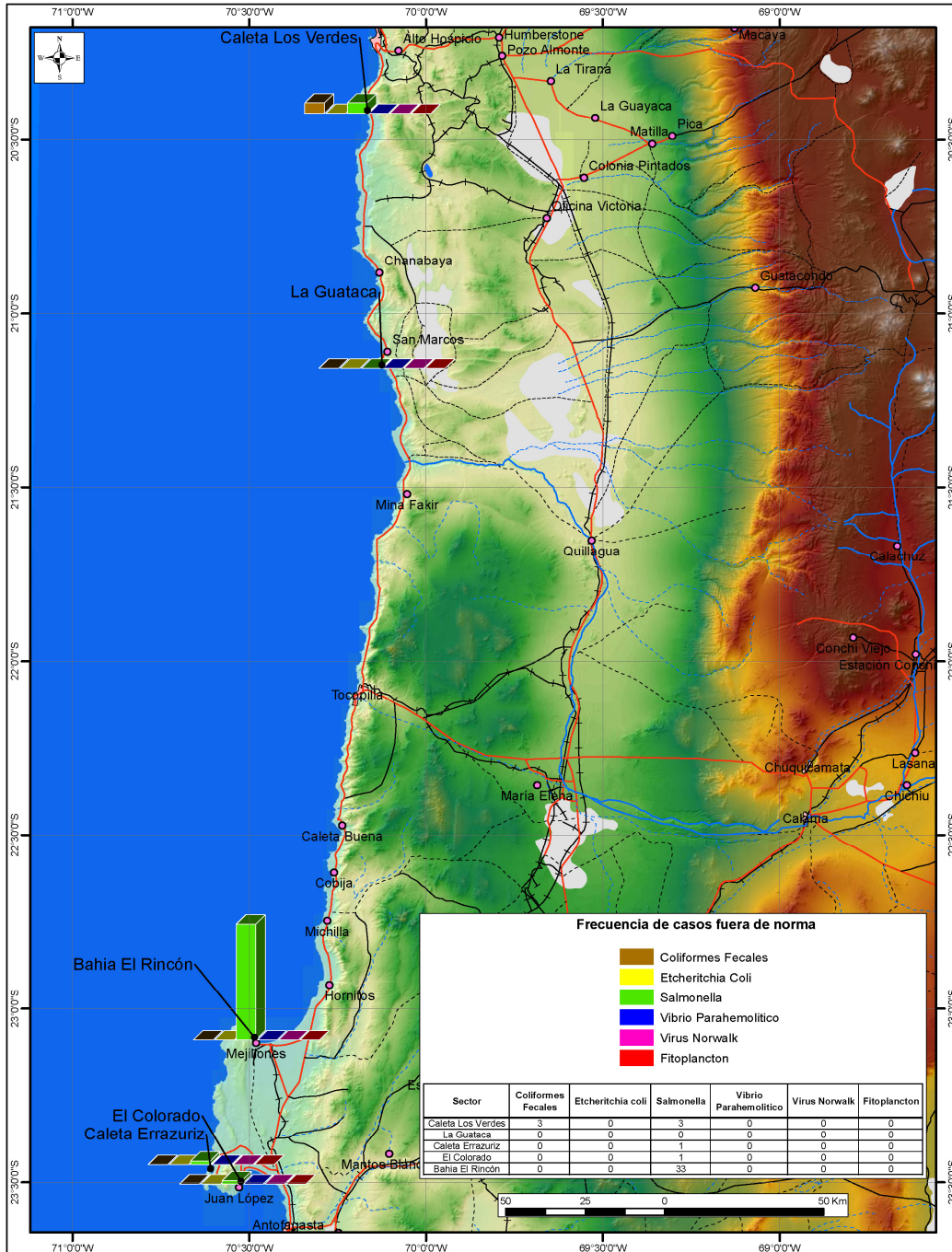


Figura 2.35. Frecuencia de casos en que las concentraciones de variables sanitarias en recursos hidrobiológicos y agua de mar sobrepasaron, en los sitios estudiados, los niveles máximos permitidos por la normativa nacional.

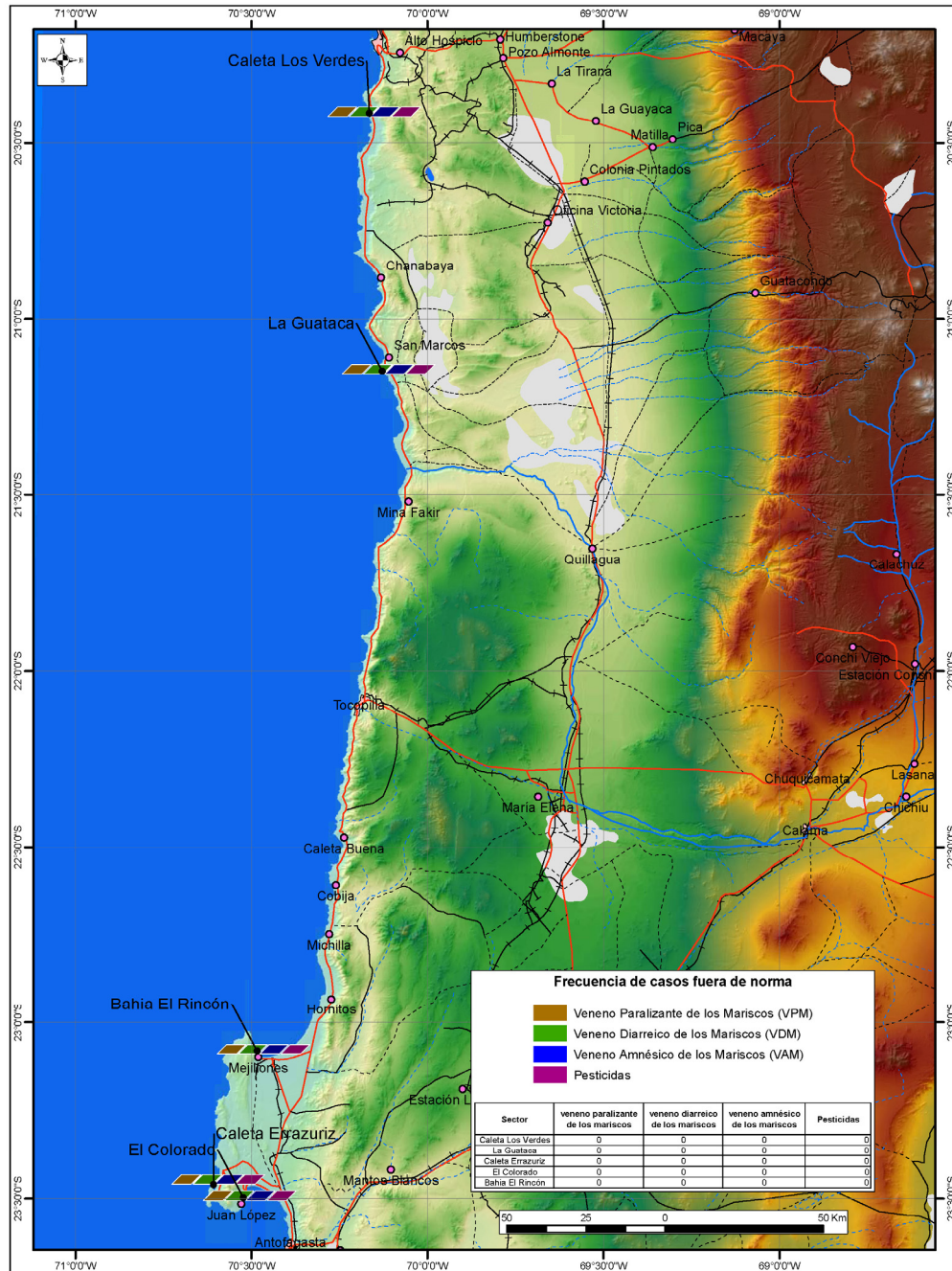


Figura 2.36. Frecuencia de casos en que las concentraciones de VPM, VDM, VAM y pesticidas en recursos hidrobiológicos sobrepasaron, en los sitios estudiados, los niveles máximos permitidos por la normativa nacional.

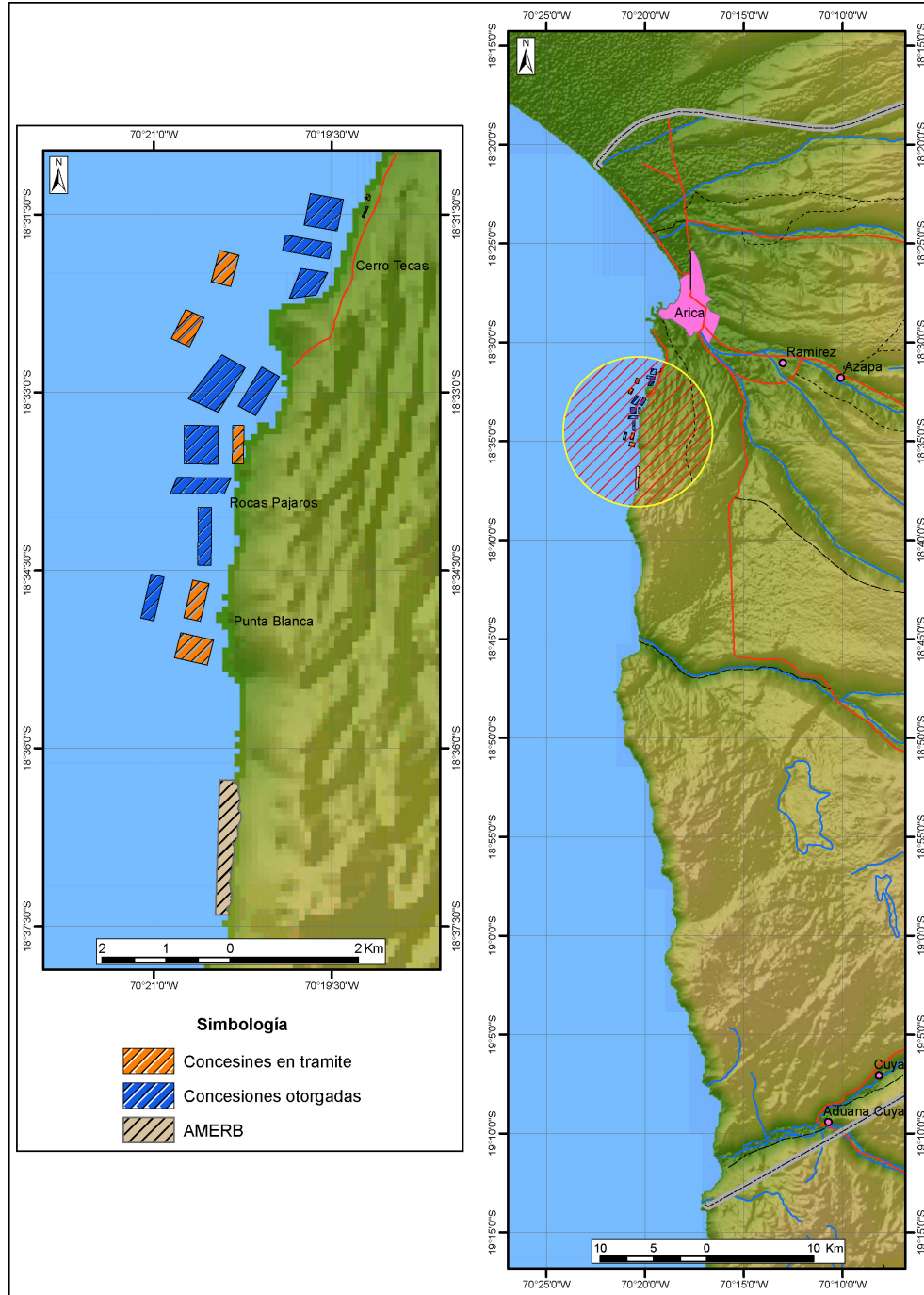


Figura 2.37. Representación espacial de concesiones de acuicultura y AMERBs en la Región de Arica y Parinacota.

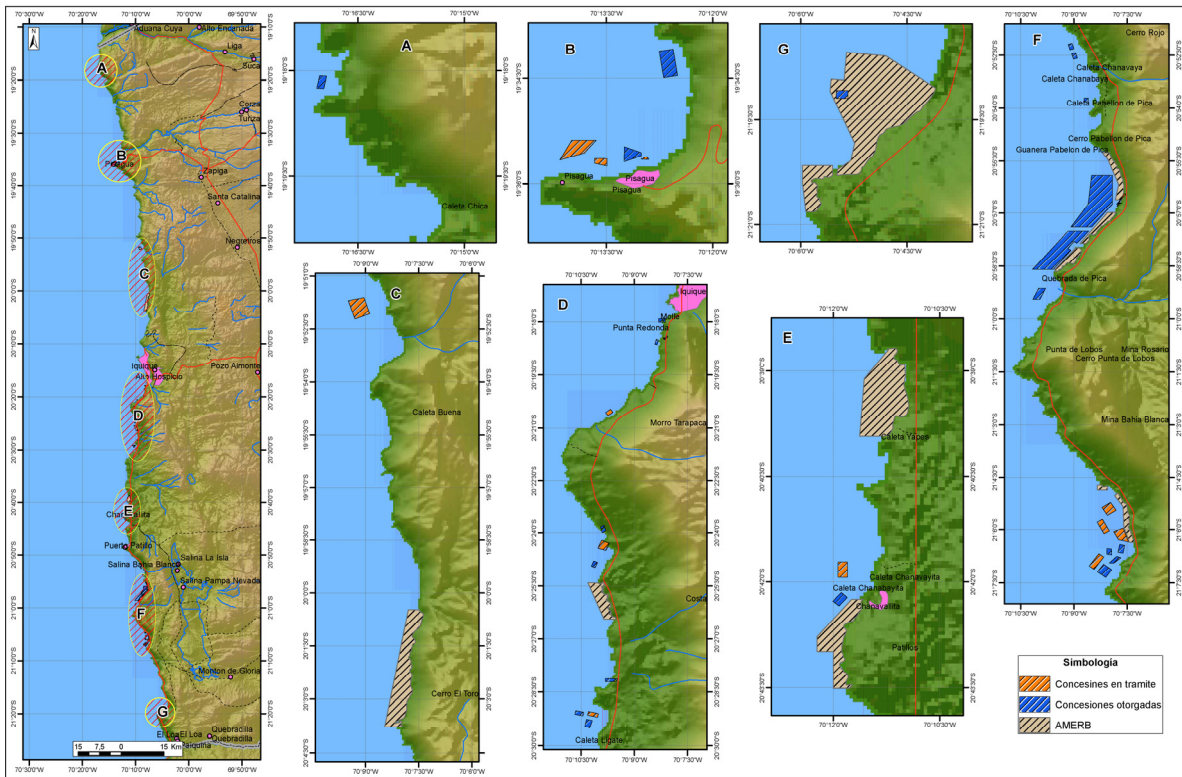


Figura 2.38. Representación espacial de concesiones de acuicultura y AMERBs en la Region Tarapacá.

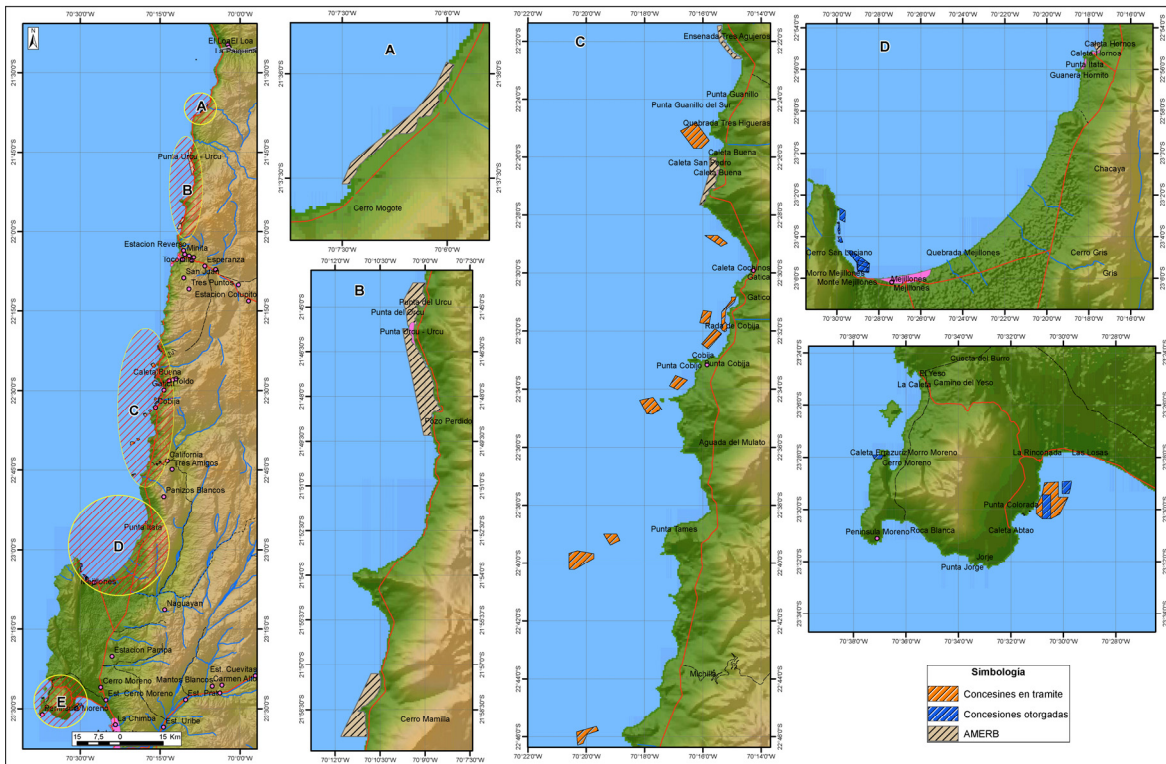


Figura 2.39a. Representación espacial de concesiones de acuicultura y AMERBs en la Region Antofagasta.

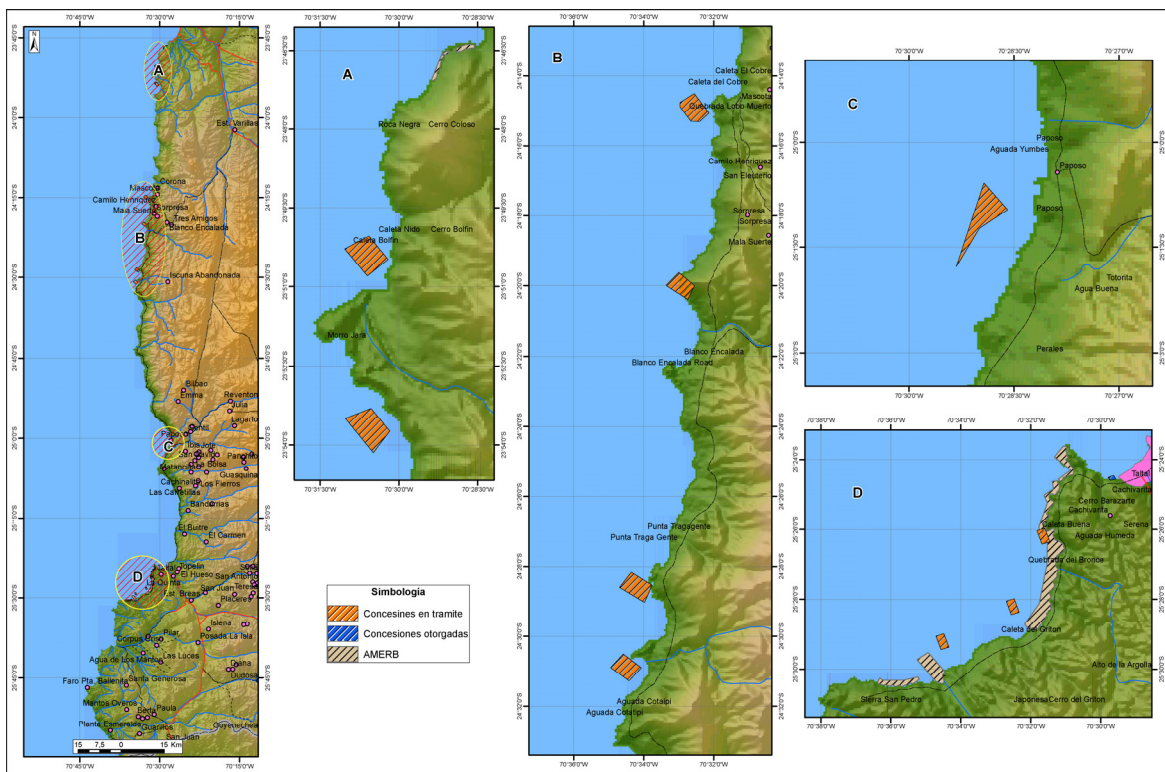


Figura 2.39b. (Continuación). Representación espacial de concesiones de acuicultura y AMERBs en la Región Antofagasta.

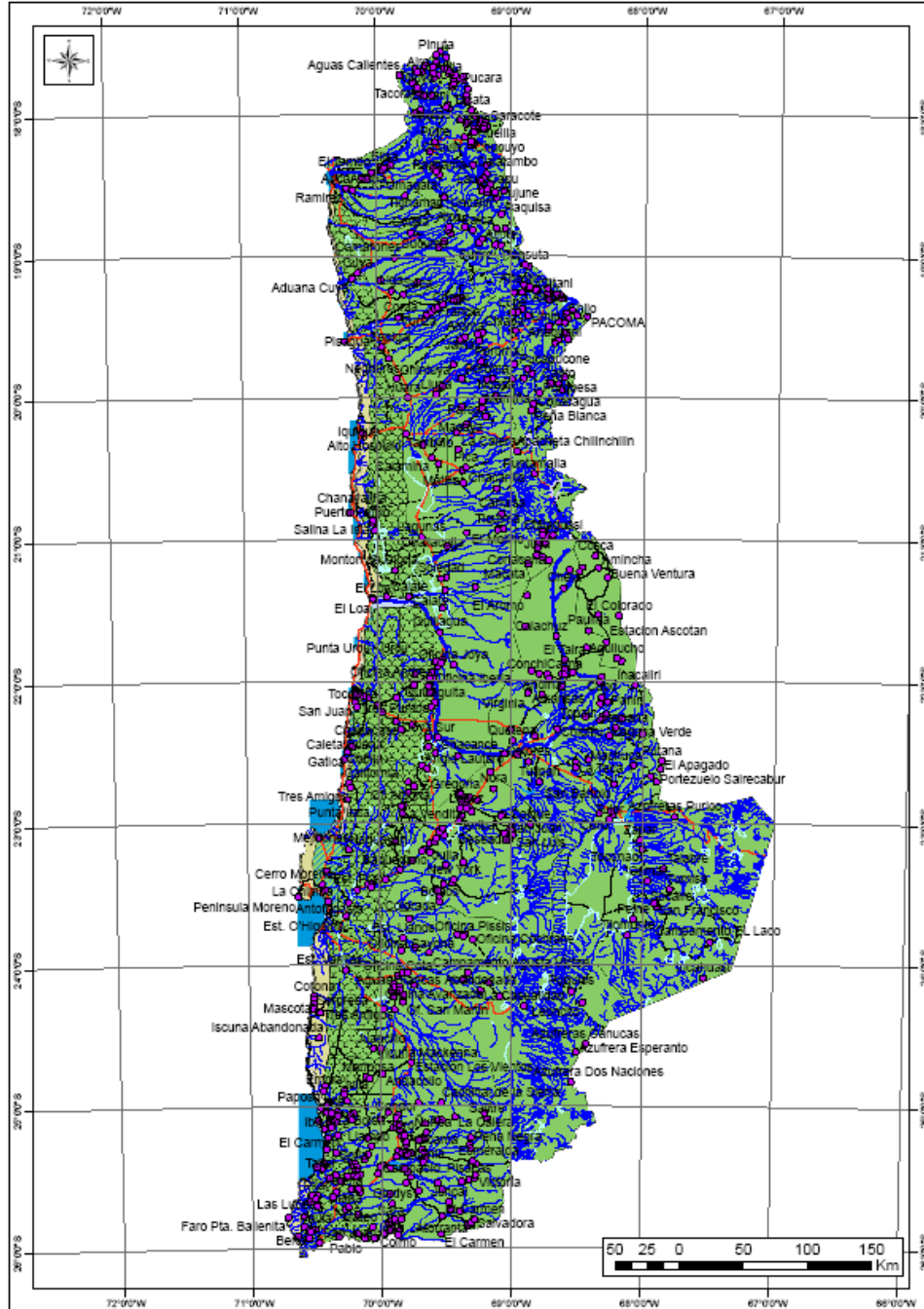


Figura 2.40. Cartografía temática del área de estudio

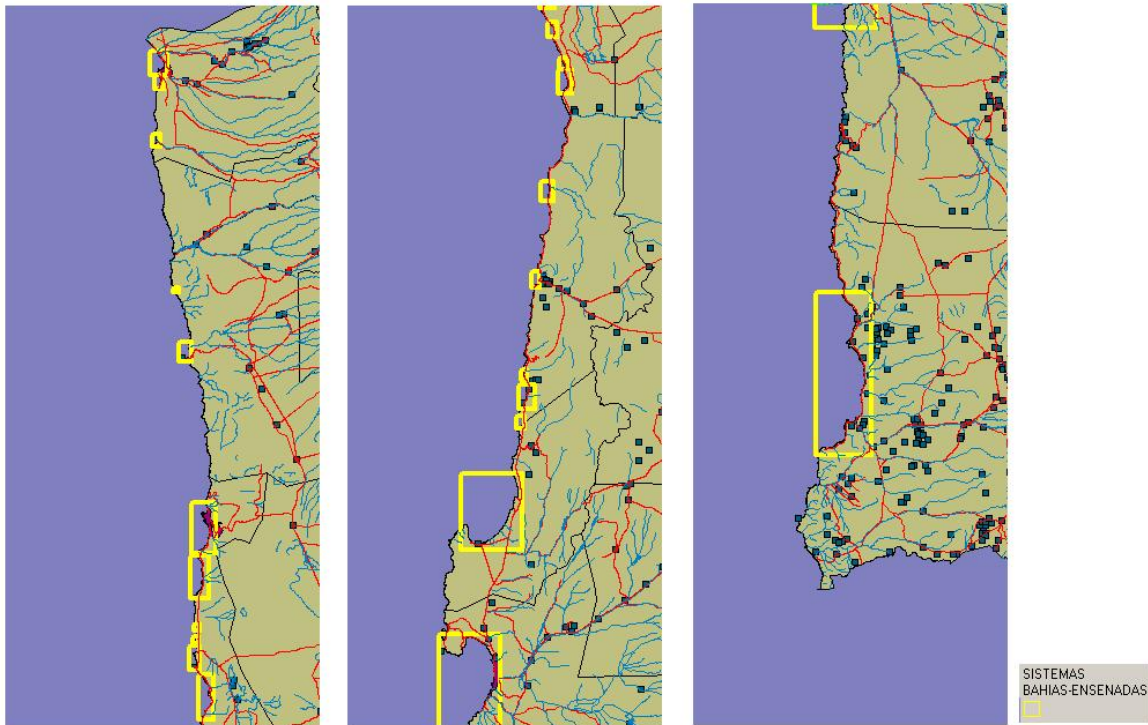


Figura 2.41. Mapa temático de los sistemas de bahías o ensenadas en el área de estudio. De norte a sur: Punta Blanca- Chacalluta-Chinchorro; Caleta San Marcos-Playa Corazón; Corazones-Punta Blanca; Liserilla; Camaraca-Caleta Vitor; Punta Argolla; Punta Camarones-Caleta Chica; Tiviliche-Pisagua; Pisagua-Caleta Junin; San Lorenzo-Caleta Buena-Caleta Covadonga; Iquique; Playa Folkers-Lobitos; Cavancha; Ñajo-Pabellón de Pica; Chanabaya-Punta de Lobos; Caleta San Marcos; Chipana; Desembocadura Río Loa; Tocopilla a Río Loa; Tocopilla; Punta Atala-Caleta Buena-Punta Tames; Mejillones del Sur; Cerro Moreno-Isla Santa Maria; Bahía San Jorge – Antofagasta; El Cobre-Caleta Botija-Paposo; Taltal-Paposo; Las Tortolas-Cifuncho -Cachina.

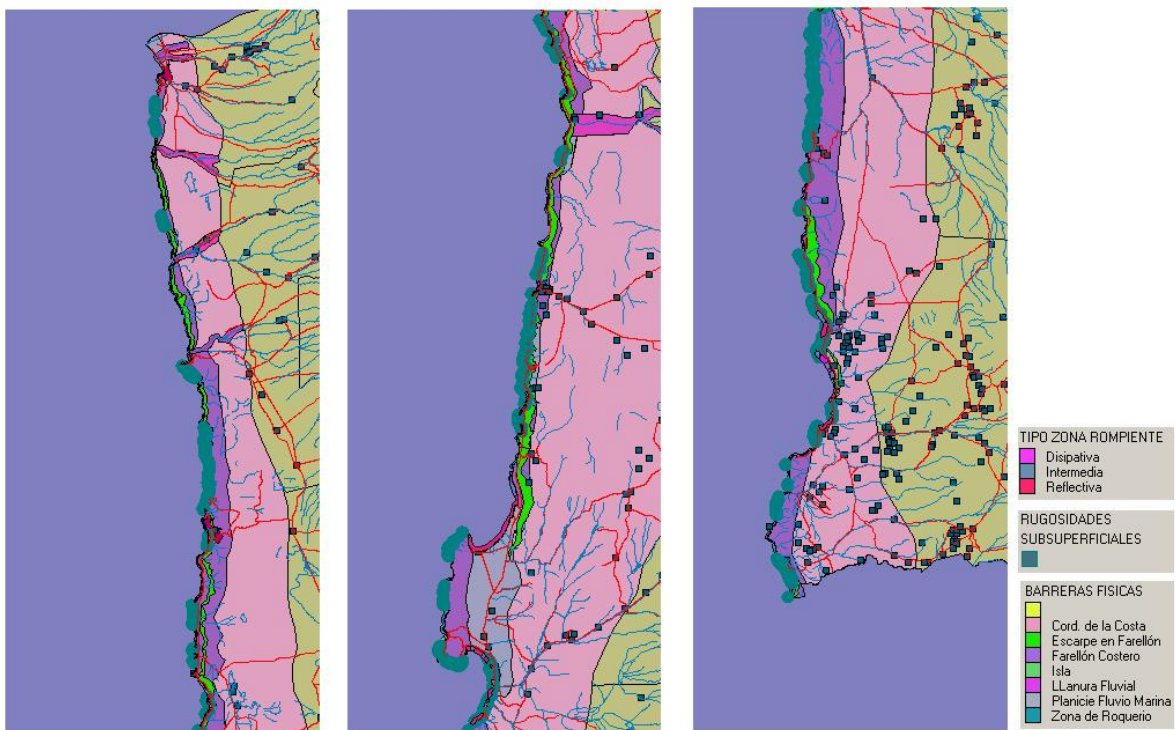


Figura 2.42. Mapa temático del tipo de rompiente, rugosidades subsuperficiales y barreras físicas en el área de estudio.

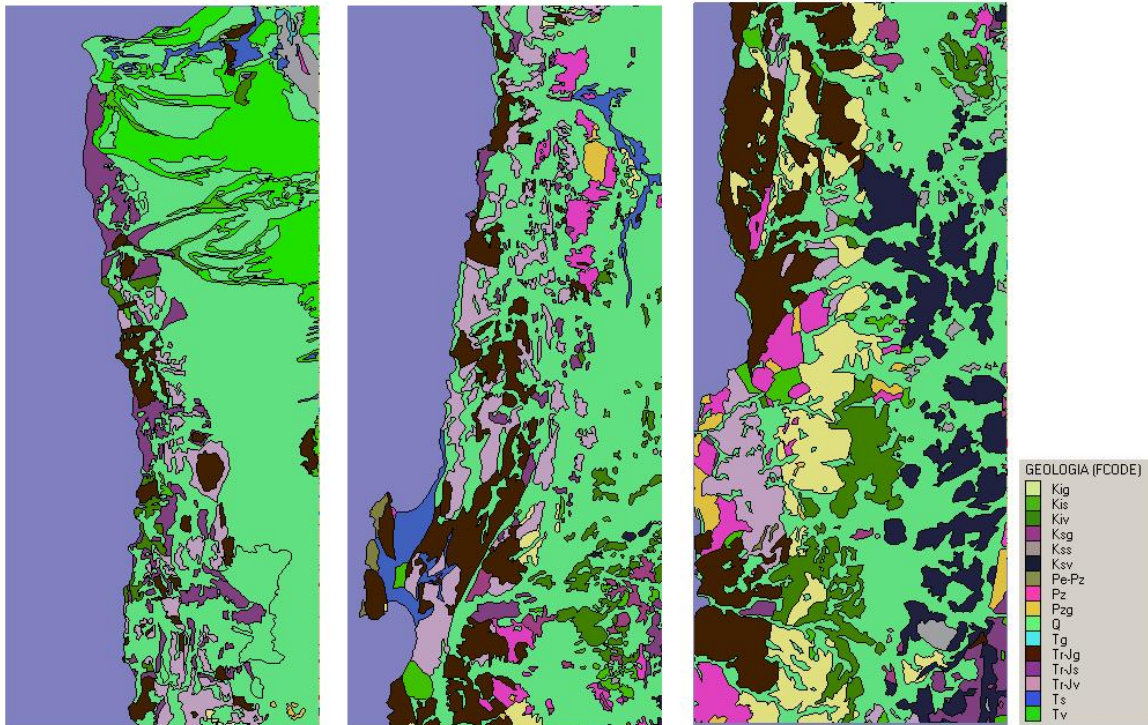


Figura 2.43. Mapa temático sobre los antecedentes geológicos en el área de estudio. FCODE Sernageomin = Pe-Pz: Precámbrico y/o paleozoico indiferenciado; Pz: Paleozoico sedimentario; Pzg: Paleozoico granitoides; Tr-Js: Triásico-Jurásico sedimentario marino; Tr-Jv: Triásico-Jurásico volcánico; Tr-Jg: Triásico-Jurásico granitoides; Kis: Cretácico inferior sedimentario marino; Kiv: Cretácico inferior volcánico; Kig: Cretácico inferior granitoides; Kss: Cretácico superior sedimentario continental; Ksv: Cretácico superior volcánico y volcanoclástico continental; Ksg: Cretácico superior granitoides; Ts: Terciario sedimentario, marino y continental, y volcanoclástico continental; Tv: Terciario volcánico; Tg: Terciario granitoides; Q: Cuaternario.



Figura 2.44. Mapa temático de los riesgos naturales en el área de estudio.

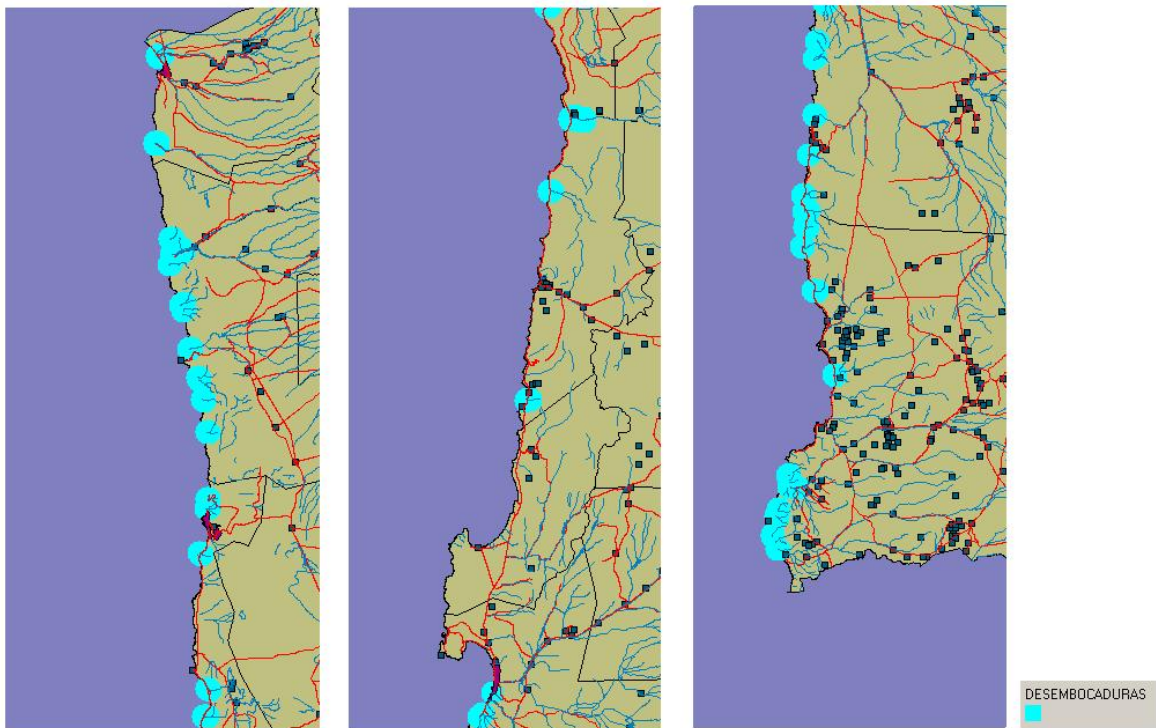


Figura 2.45. Mapa temático de la fragilidad del medio físico en el área de estudio.

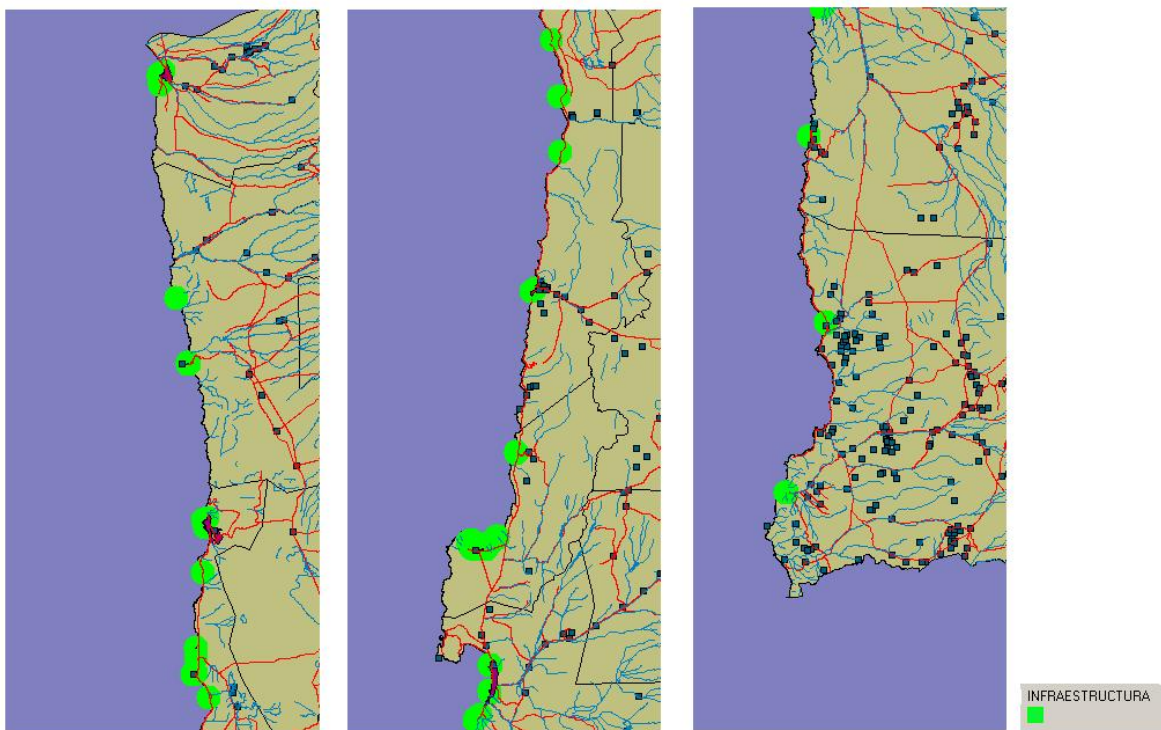


Figura 2.46. Mapa temático de la infraestructura en el área de estudio.

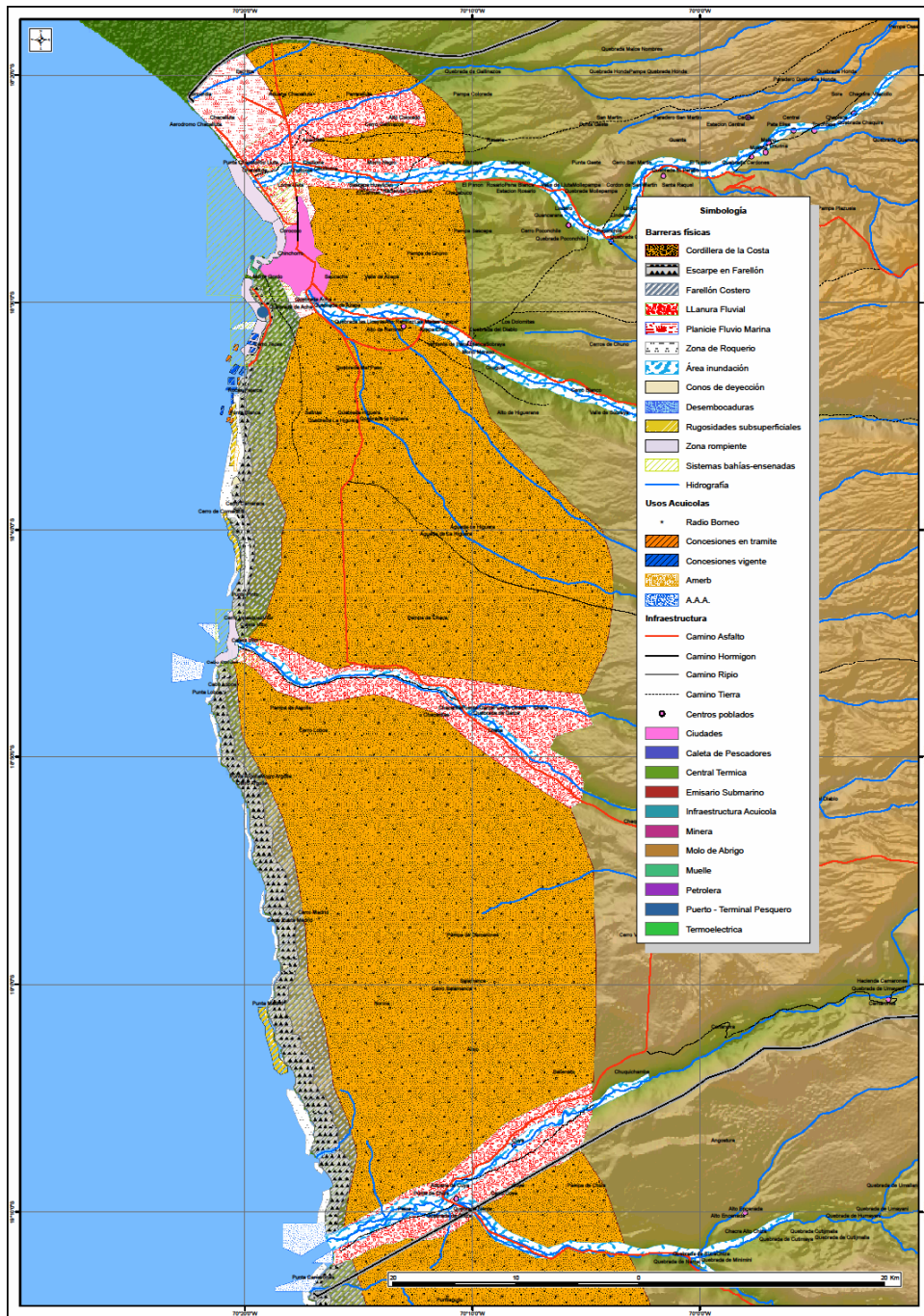


Figura 2.47. Mapa temático en el cual se aprecia la interrelación de elementos que se desarrollan en el borde costero de la Región de Arica y Parinacota.

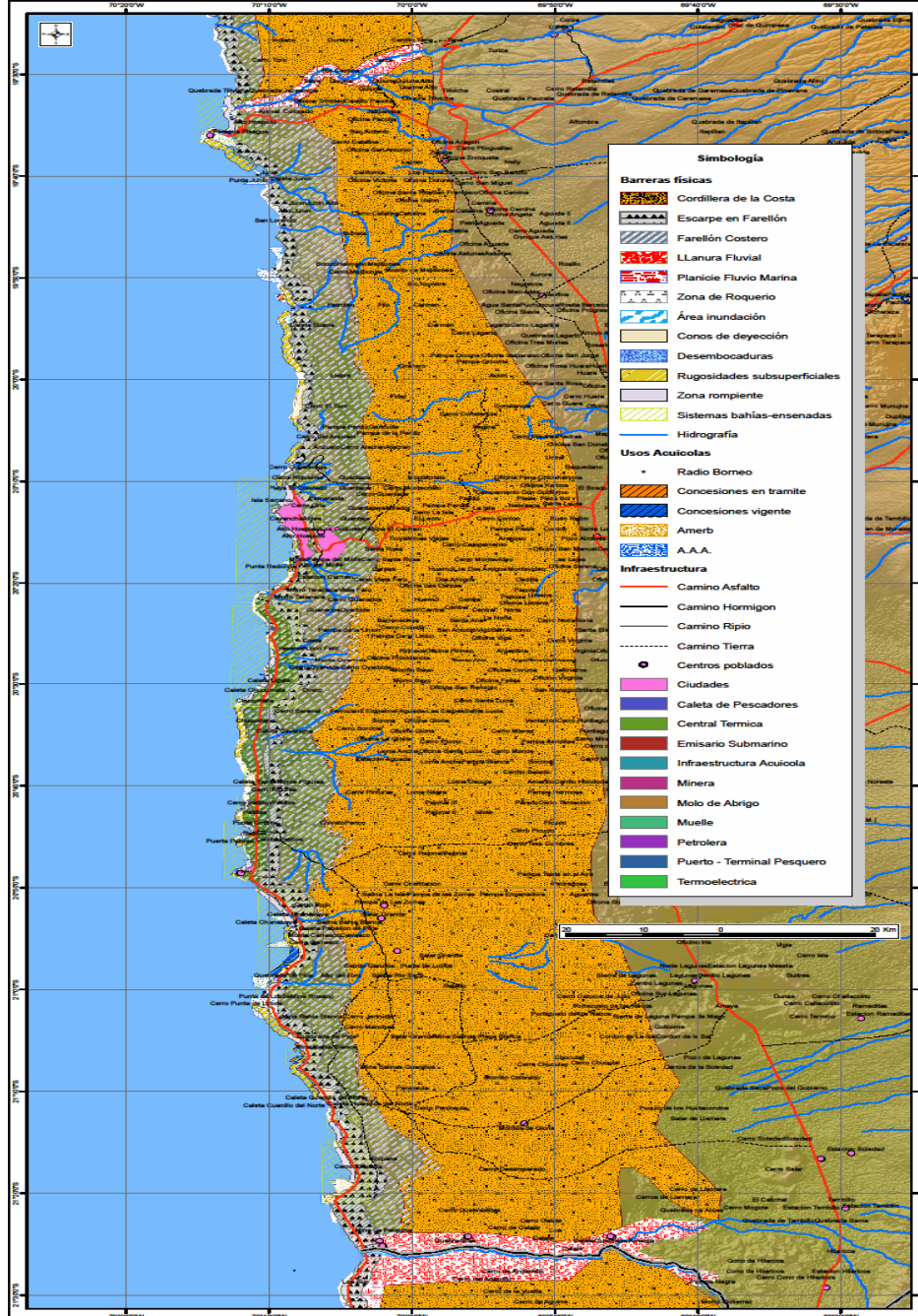


Figura 2.48. Mapa temático en el cual se aprecia la interrelación de elementos que se desarrollan en el borde costero de la Región de Tarapacá.

a)

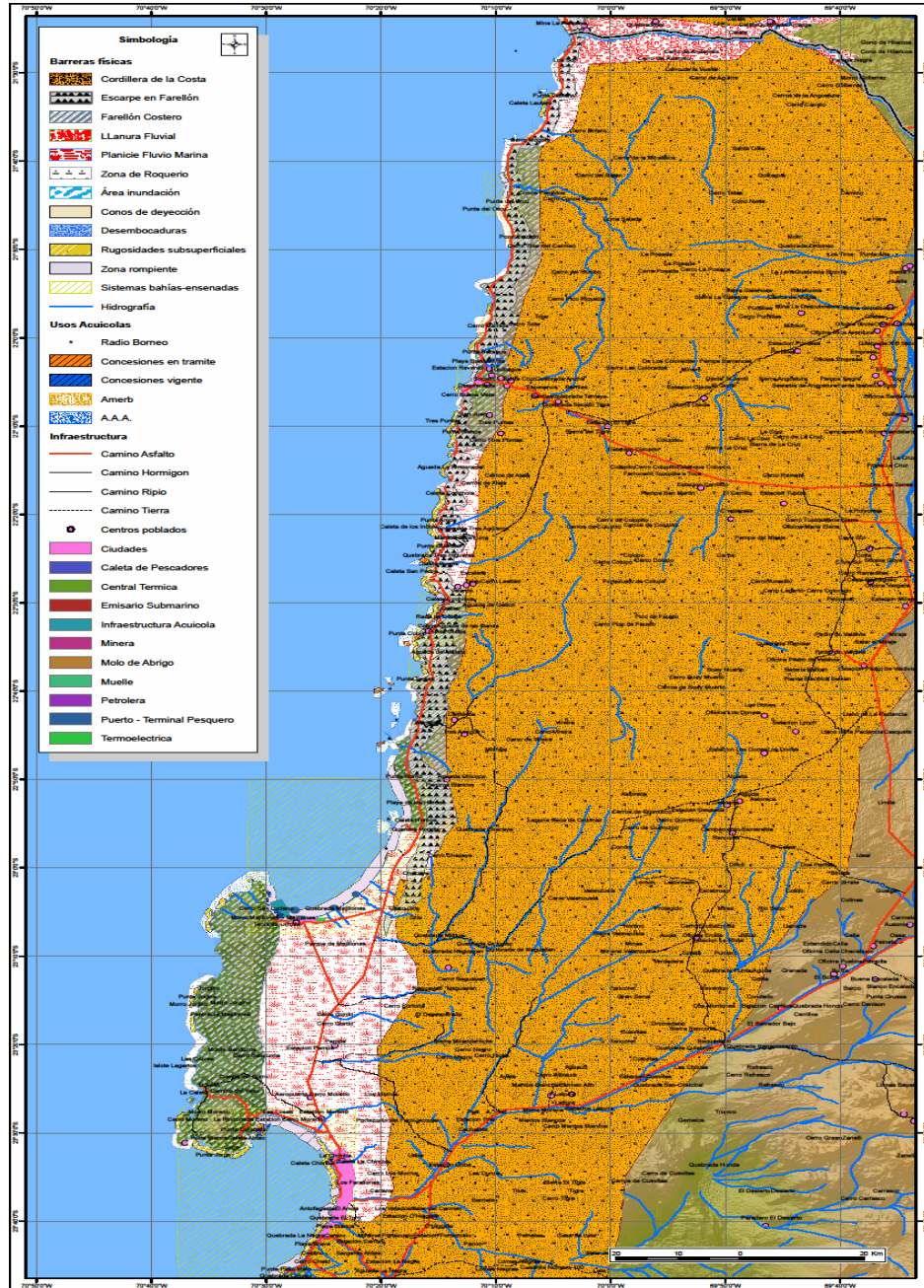


Figura 2.49. Mapa temático en el cual se aprecia la interrelación de elementos que se desarrollan en el borde costero de la Región de Antofagasta. a) Sector norte.

b)

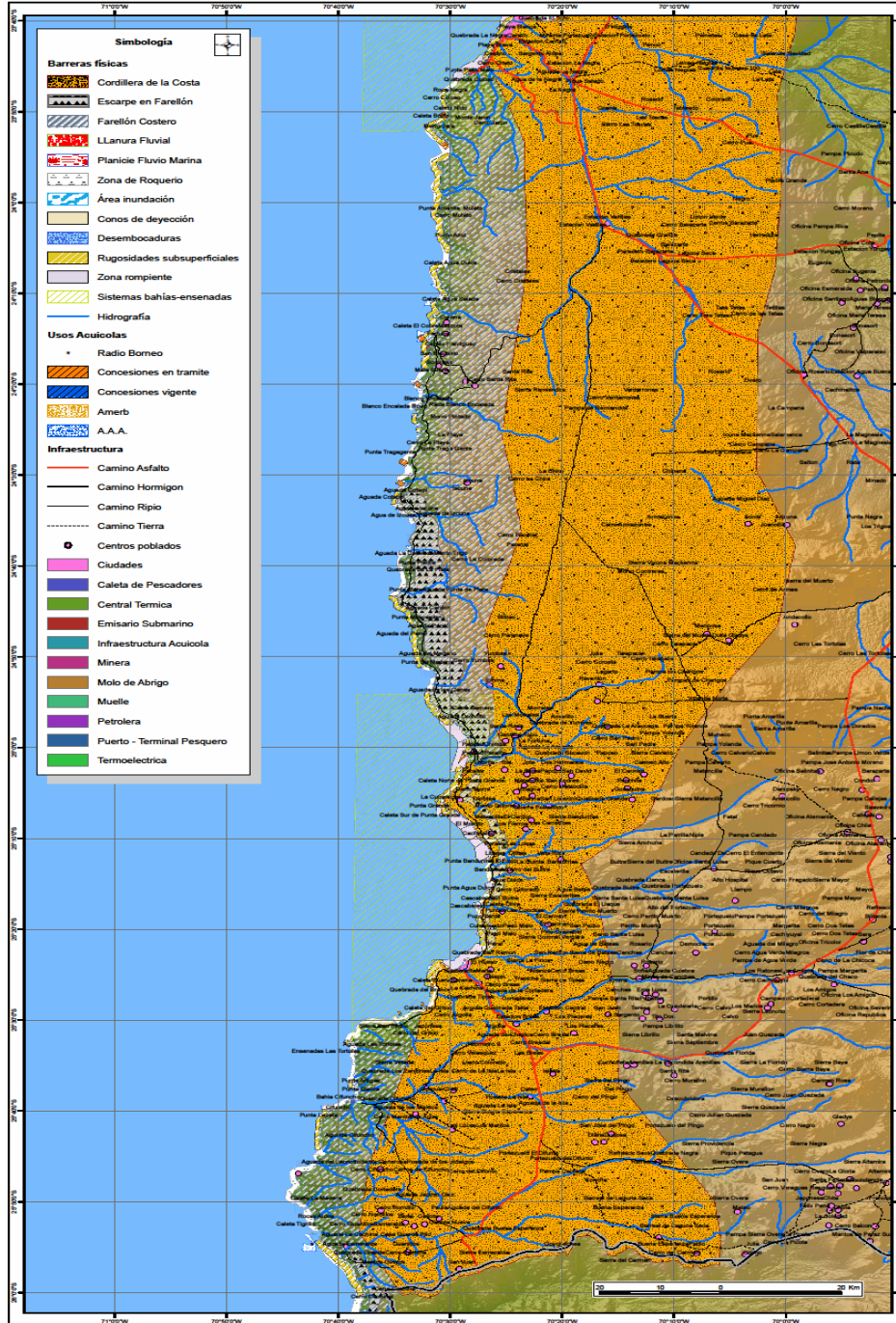
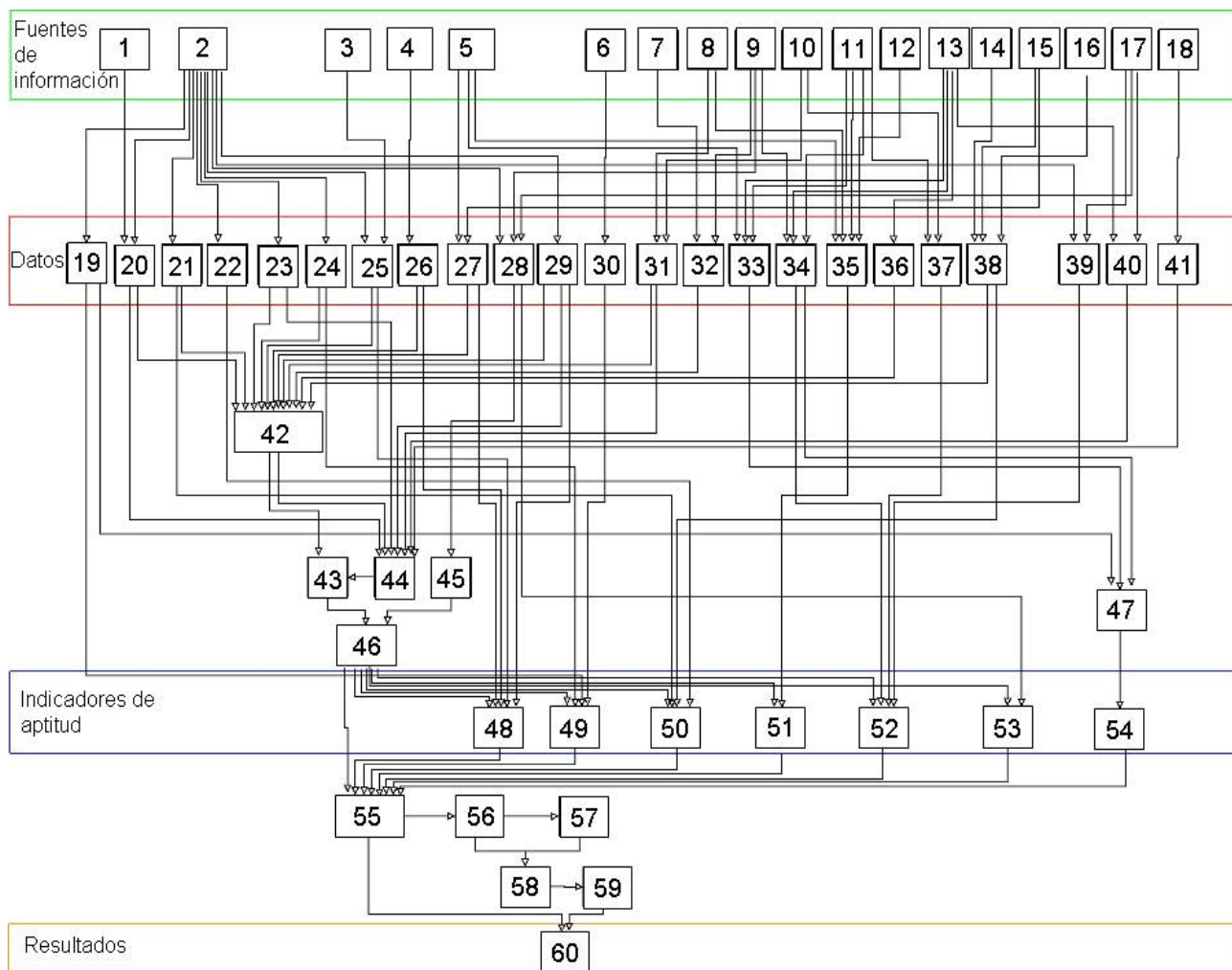


Figura 2.49. (Continuación). Mapa temático en el cual se aprecia la interrelación de elementos que se desarrollan en el borde costero de la Región de Antofagasta. b) Sector sur.



De la siguiente figura:

- 1: SERPLAC; Comisión del Borde Costero.
- 2: CARTOGRAFIA E IMÁGENES; cartografía 125000 y 150000, imágenes google earth.
- 3: SECPLAC (de 8 comunas).
- 4: SERNAGEOMIN.
- 5: DIRECTEMAR; PVA, POAL.
- 6: DIR. METEOROLOGÍA.
- 7: CAPITANIAS DE PUERTO.
- 8: SERNAPESCA; PSMB.
- 9: SHOA.
- 10: CONAF.
- 11: CONAMA; EIA, DIA, CPC.
- 12: AUTORIDAD SANITARIA.
- 13: SUBPESCA; INFAS, AMERB, concesiones.
- 14: Visitas a terreno.
- 15: SSS EMPR. SANITARIA.
- 16: INE.
- 17: Publicaciones.
- 18: DIBAM; sitios arqueológicos, monumentos.
- 19: TIPO DE OLEAJE.
- 20: ZONAS DE USO PUBLICO; campamento, deportes acuáticos, interés turístico.
- 21: CENTROS URBANOS.
- 22: CONECTIVIDAD; distancia a caminos.
- 23: INSTALACIONES INDUSTRIALES; actividad, superficie.
- 24: BARRERAS FÍSICAS; acantilados, etc.
- 25: VERTEDEROS; rellenos sanitarios clandestinos.
- 26: EXCEDENTES MINEROS; relaves, etc.
- 27: EMISARIOS; sanitarios, industriales.
- 28: RIESGOS NATURALES; inundación, remoción en masa, tsunami.
- 29: INSTALACIONES PORTUARIAS.
- 30: CLIMA; vientos, radiación.
- 31: AREAS PROTEGIDAS; reservas marinas, santuarios de la naturaleza.
- 32: ACCESO MARÍTIMO; zonas de acceso restringido, rutas de navegación.
- 33: PARAMETROS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CULTIVO; macrofauna, materia orgánica.
- 34: BATIMETRIA Y CORRENTOMETRIA; profundidad, velocidad del viento.
- 35: METALES PESADOS Y MICROBIOLOGIA; plomo, cadmio, etc. Fitoplancton.
- 36: AAA.
- 37: FRAGILIDAD MEDIO BIOTICO.
- 38: SERVICIOS BÁSICOS; agua potable, alcantarillado, electricidad, comunicaciones.
- 39: FRAGILIDAD MEDIO FÍSICO; dunas, estuarios.
- 40: BANCOS NATURALES DE RECURSOS BENTONICOS.
- 41: SITIOS ARQUEOLOGICOS Y MONUMENTOS.
- 42: CARTOGRAFIA TEMÁTICA.
- 43: DEFINICION DE UNIDADES REALES DE ANALISIS.
- 44: CONFLICTOS DE USOS E INCOMPATIBILIDAD.
- 45: AMENAZA NATURAL LATENTE.
- 46: PRIMERA SELECCIÓN DE AREAS APTAS.
- 47: INDICE APTITUD ESPECIES.
- 48: ESTADO SANITARIO Y AMBIENTAL DEL AREA.
- 49: CONDICIONES GEOFÍSICAS QUE DIFICULTAN LA ACUICULTURA.
- 50: DISPONIBILIDAD LOGÍSTICA Y RECURSOS HUMANOS.
- 51: CALIDAD DEL AGUA.
- 52: IMPACTO ASOCIADO A LA ACTIVIDAD ACUICOLA.
- 53: RIESGO ASOCIADO A LA ACTIVIDAD ACUICOLA.
- 54: INDICE APTITUD CULTIVO.
- 55: SEGUNDA SELECCIÓN DE AREAS APTAS.
- 56: RANKEO DE AREAS POR APTITUD.
- 57: TALLER VALORACIÓN DE AREAS.
- 58: PRIORIZACION PARA MUESTREO, programa de muestreo.
- 59: MUESTREO.
- 60: SELECCIÓN FINAL DE AREAS, áreas seleccionadas

Figura 2.50. Diagrama de flujo general de información del Proyecto.

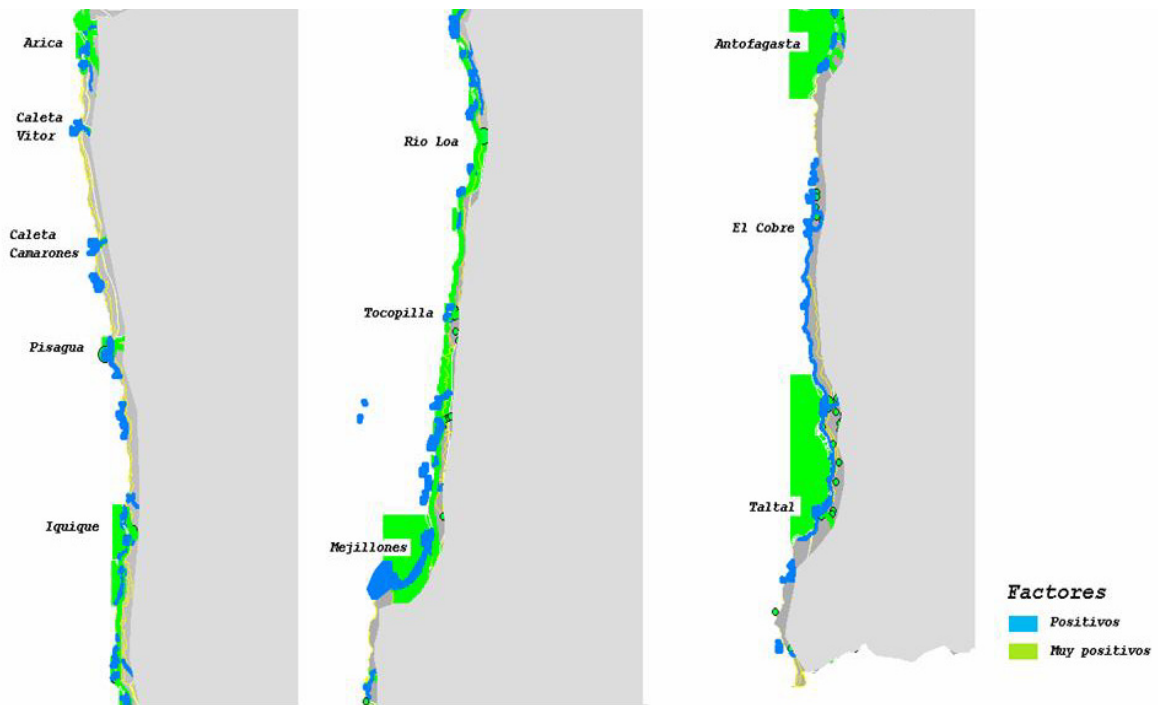


Figura 2.51. Elementos positivos, marítimos y terrestres, para la actividad acuicultura.

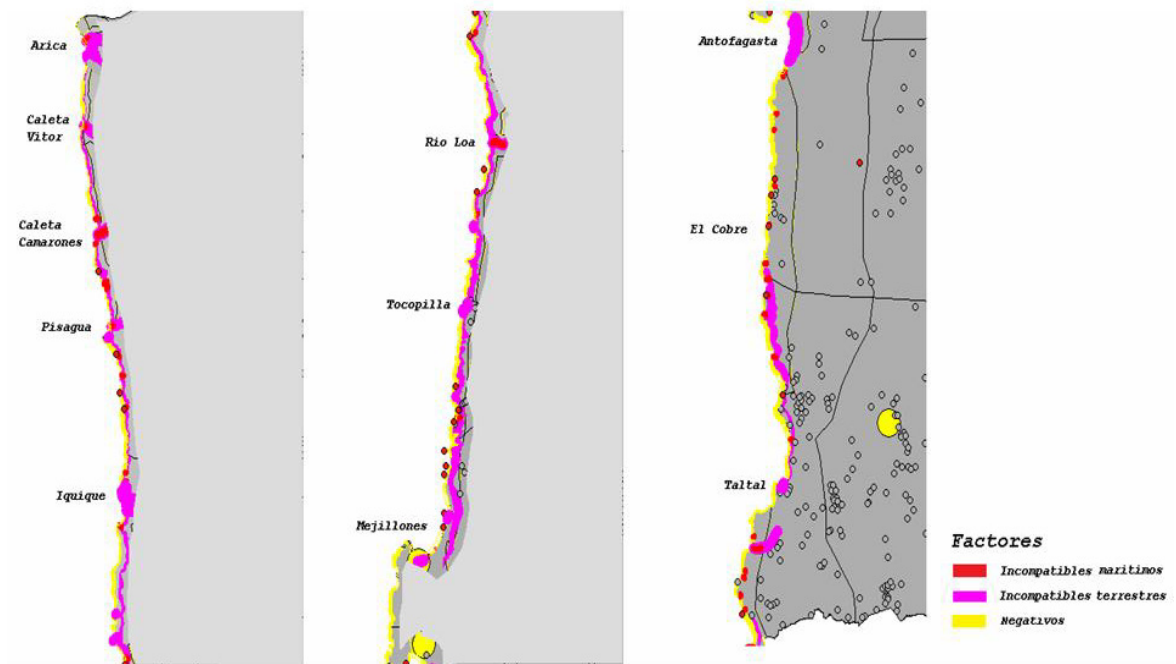


Figura 2.52. Elementos incompatibles y dañinos, marítimos y terrestres, para la actividad acuicultura.



Figura 2.53. Sector 1: Sur de Arica, Caleta San Marcos-Playa Corazones. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.949 S hasta 7.955 S. Delimitación en figura sólo con fines referenciales.



Figura 2.54. Sector 2: Pta. Camarones a Caleta Chica. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.859 S hasta 7.872 S. Idem Fig. 2.50.

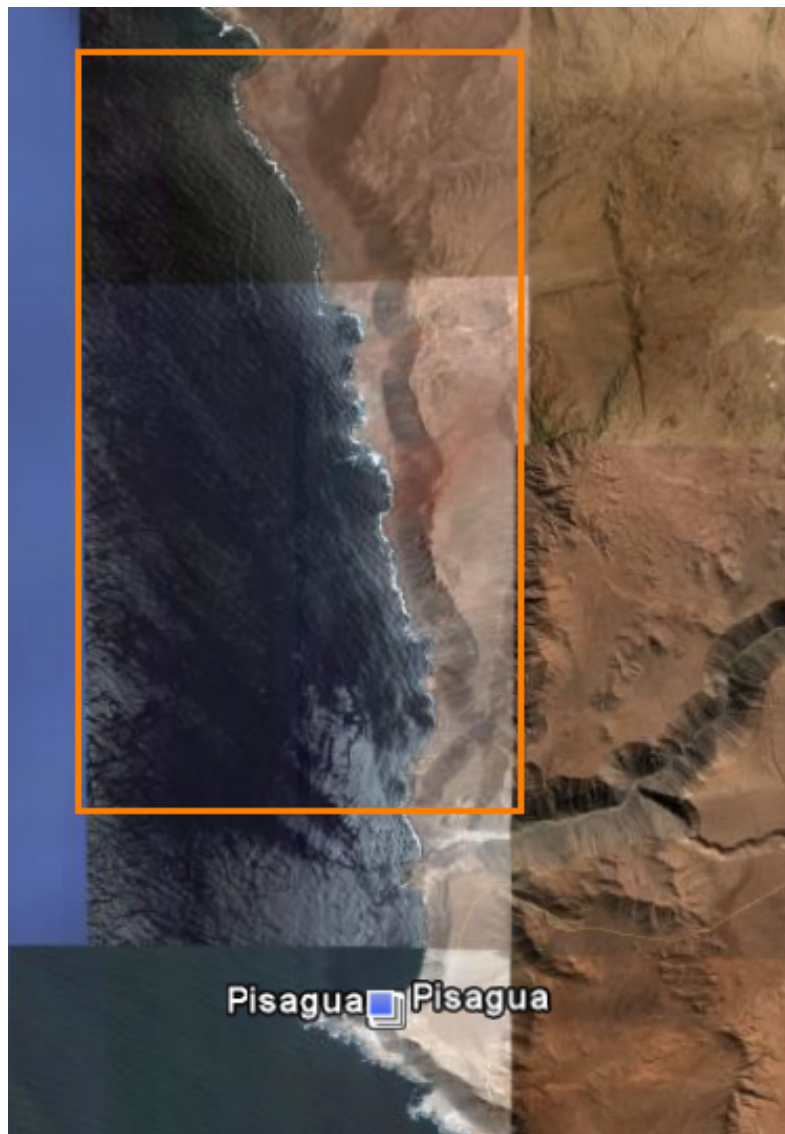


Figura 2.55. Sector 3: Norte Quebrada Tana o Tiviliche (al norte de Pisagua). Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.836 S hasta 7.864 S. Idem Fig. 2. 50.

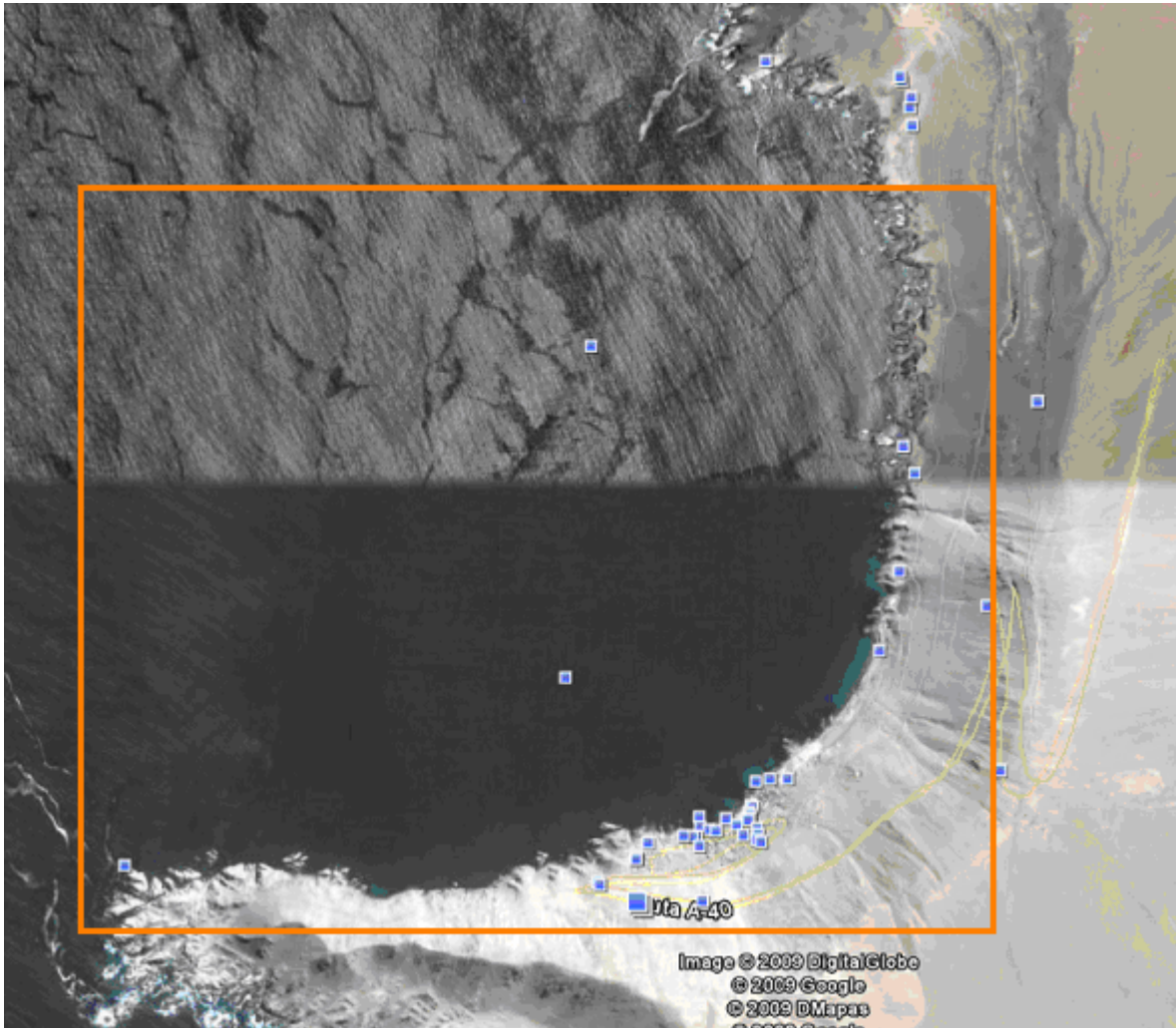


Figura 2.56. Sector 4: Pisagua. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.832 hasta 7.835 S. Idem Fig. 2. 50.



Figura 2.57. Sector 5: Playa Folkers-Lobitos. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.733 hasta 7.746 S. Idem Fig. 2.50.



Figura 2.58. Sector 6: Ñajo-Chanabayita–Chanabaya–Pabellón de Pica. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.690 hasta 7.719 S. Idem Fig. 2.50.



Figura 2. 59. Sector 7: Chipana. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.639 hasta 7.655 S. Idem Fig. 2. 50.



Figura 2.60. Sector 8: Tocopilla-Rio Loa. Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.578 hasta 7.624 S. Idem Fig. 2. 50.

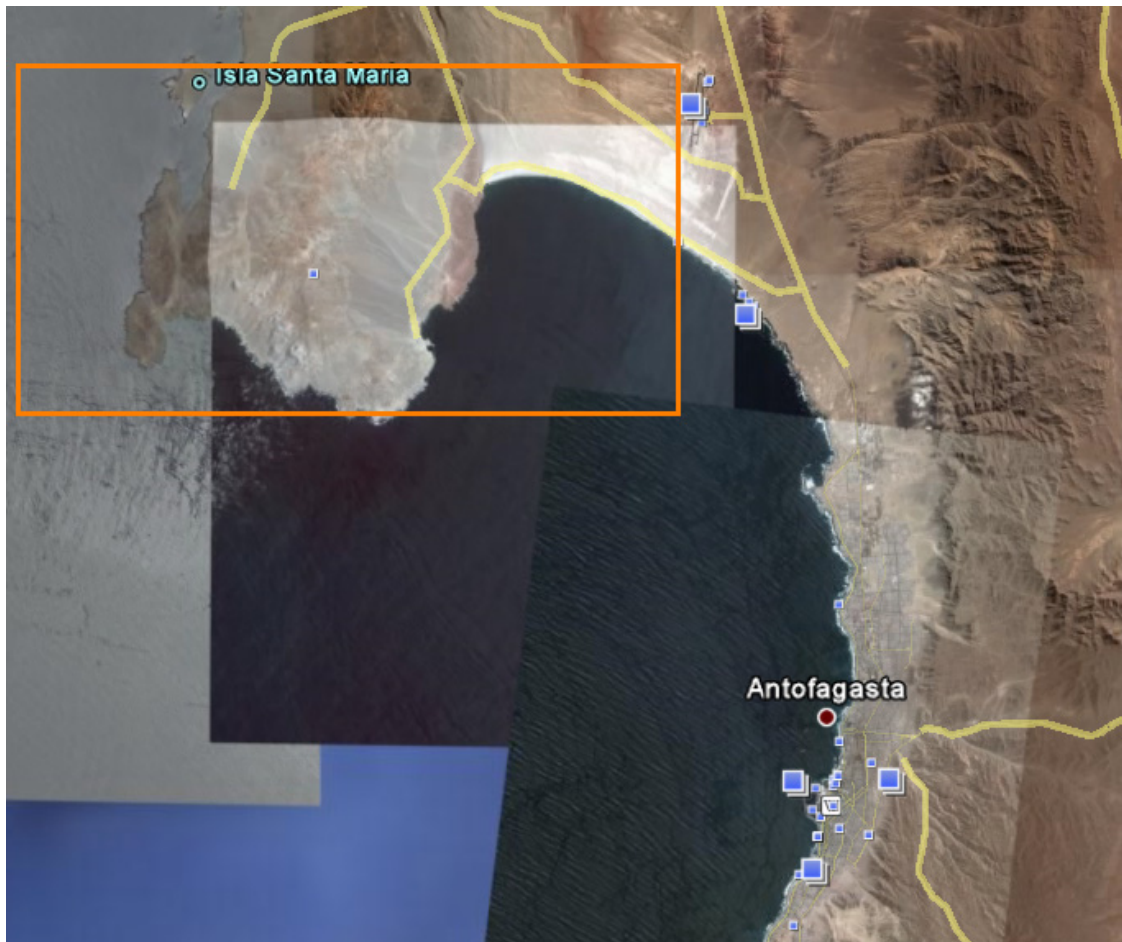


Figura 2.61. Sector 9: Cerro Moreno-Isla Santa María. Coordenadas UTM WGS84, eje Y 7.400 S y entorno. Idem Fig. 2. 50.



Figura 2.62. Sector 10: Taltal-Paposo (División para restringir desembocadura).
Coordenadas UTM WGS84, eje Y desde 7.175 hasta 7.243 S. Idem Fig. 2. 50.

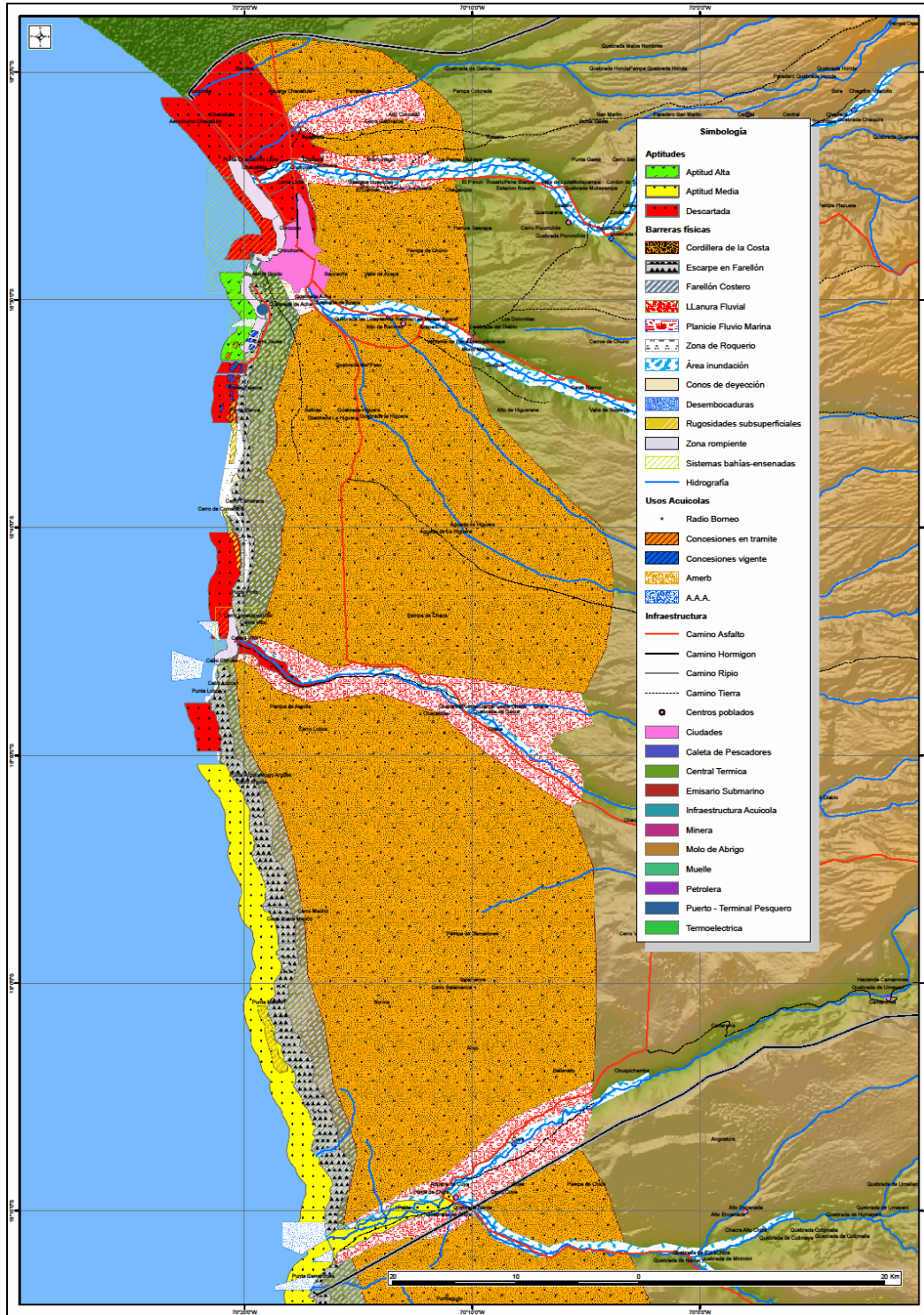


Figura 2.63. Delimitación espacial de las áreas de interés en la Región de Arica y Parinacota, según aptitud para el cultivo.

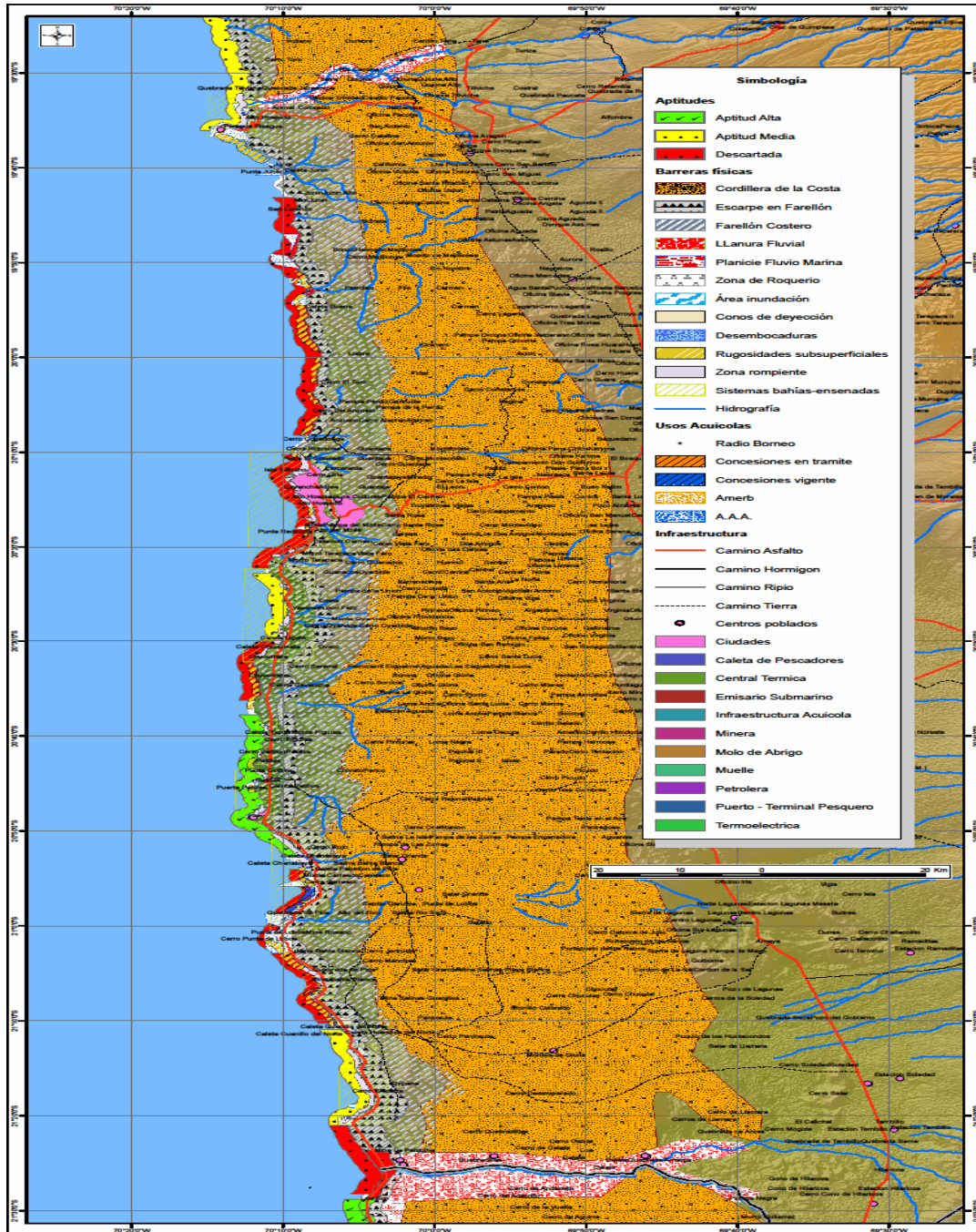


Figura 2.64. Delimitación espacial de las áreas de interés en la Región de Tarapacá, según aptitud para el cultivo.

a)

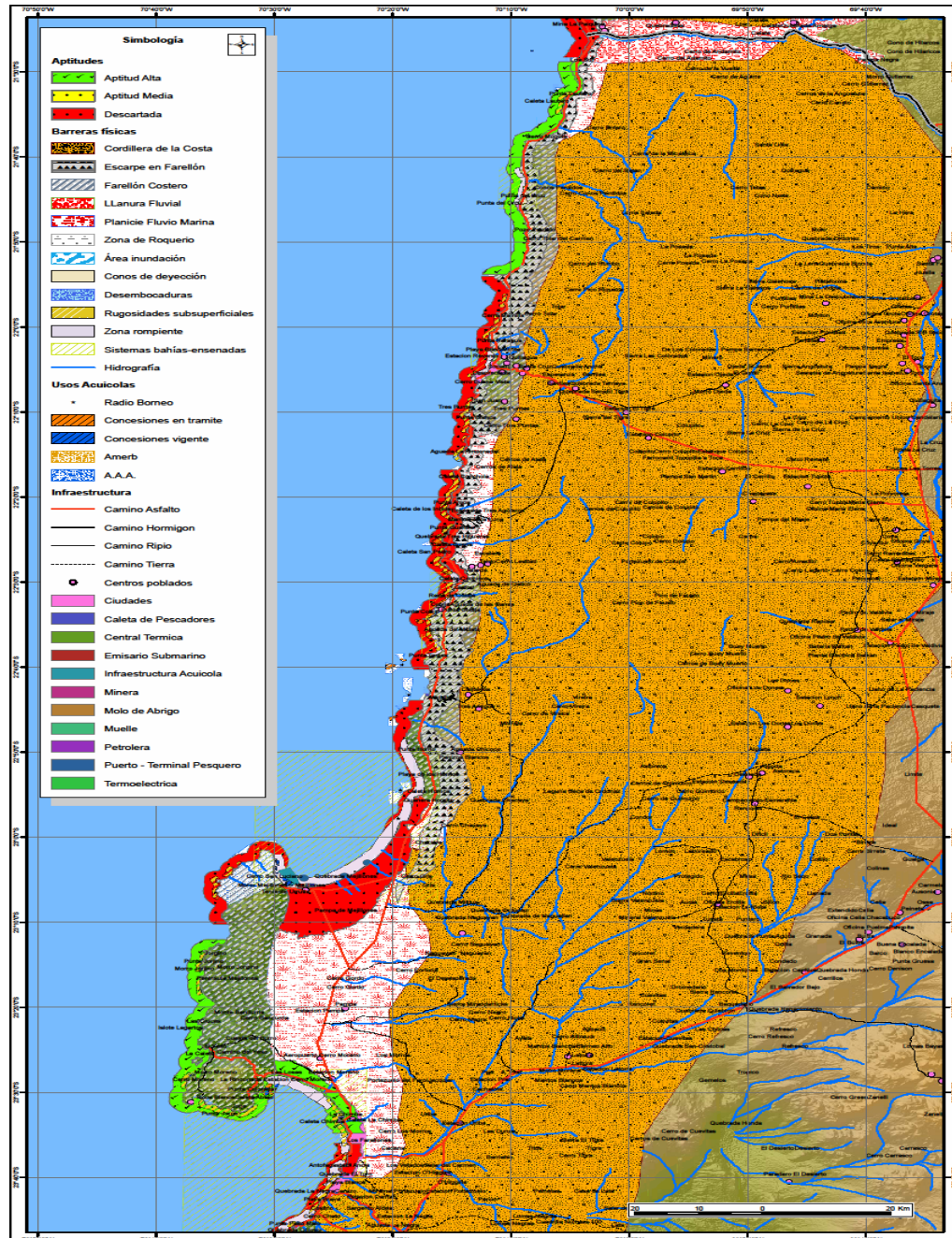


Figura 2.65. Delimitación espacial de las áreas de interés en la Región de Antofagasta, según aptitud para el cultivo. a)- Sector Norte.

b)

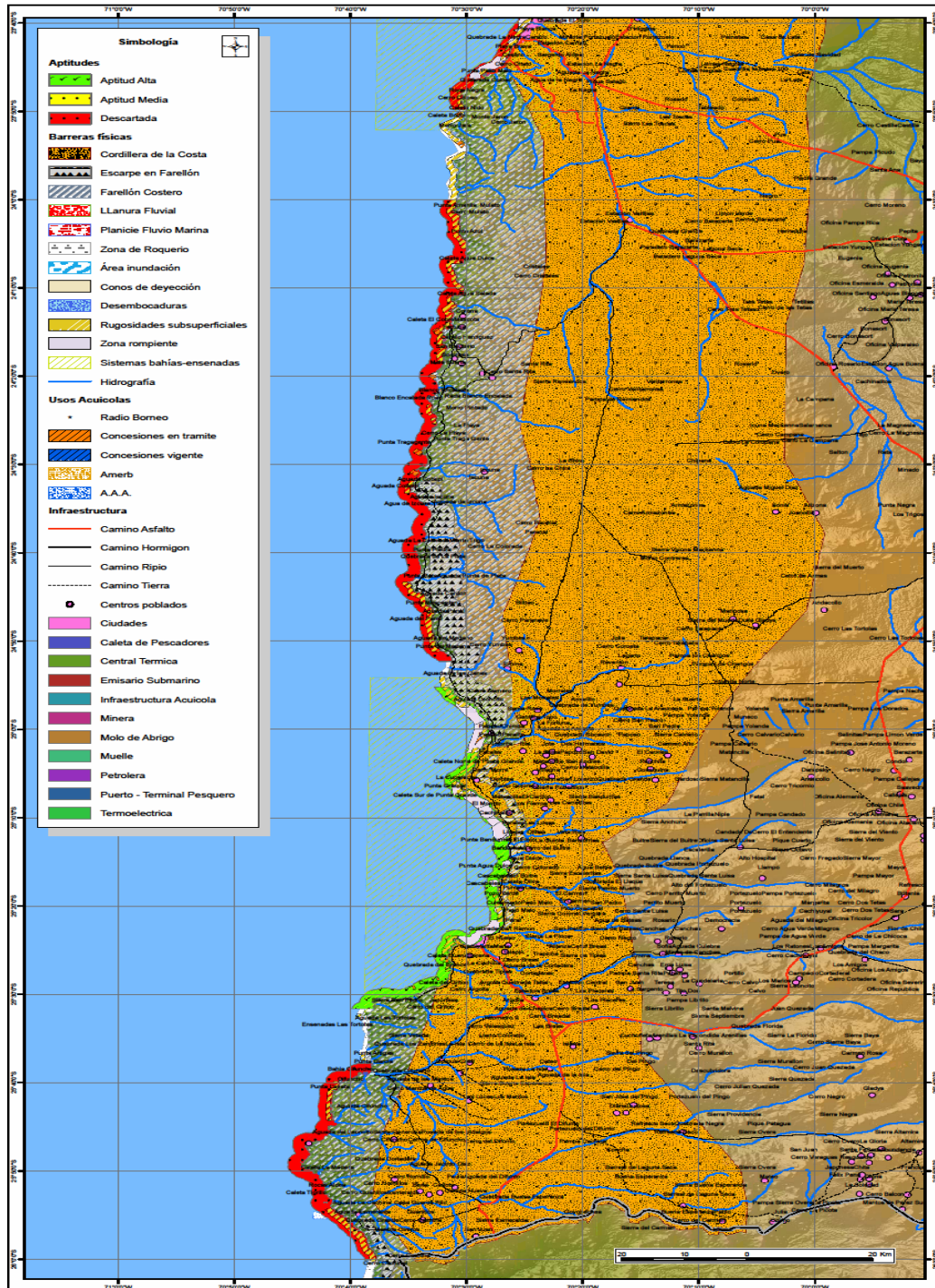


Figura 2.65. Continuación. Delimitación espacial de las áreas de interés en la Región de Antofagasta, según aptitud para el cultivo. b)- Sector Sur.



Figura 2.66. Reunión de intercambio técnico en dependencias de Subpesca en Valparaíso.



a)



b)



Figura 2.67 Asistentes a la presentación y reunión inicial de coordinación interinstitucional del proyecto FIP N° 2008-34, realizado en dependencias del FIP-Valparaíso, en noviembre de 2008.



Figura 2.68. Reunión con la Sra. Consuelo Henríquez, profesional de Subpesca, en las dependencias de Subpesca en Santiago, en mayo de 2008.



Figura 2.69. Presentación inicial del proyecto en el marco de la Mesa de Trabajo Público-Privada de Acuicultura en la Ciudad de Arica, en noviembre de 2008.



Figura 2.70. Presentación inicial del proyecto en el marco de la Mesa de Trabajo Publico-Privada de Acuicultura en la Ciudad de Iquique, en noviembre de 2008.



Figura 2.71. Participaci3n en el XXIX Congreso de Ciencias del mar, realizado en la Ciudad de Talcahuano, durante los d1as 25 y 28 de mayo de 2009.



a)



b)



Figura 2.72. Talleres Finales de Difusión de Resultados del Proyecto FIP N°2008-34, realizado en las ciudades de Antofagasta a), Iquique b) y Arica c), entre los días 03 y 06 de noviembre de 2009. Etapa Trabajo Grupal.



c)



Figura 2.72. (Continuaci3n). Talleres Finales de Difusi3n de Resultados del Proyecto FIP N°2008-34, realizado en las ciudades de Antofagasta a), Iquique b) y Arica c), entre los d3as 03 y 06 de noviembre de 2009. Etapa Trabajo Grupal.

A N E X O 3

DOCUMENTOS



Documento 3.1. MINIMANUAL DIGAREAS.-

El programa DigAreas.exe está preparado para digitar información para el proyecto FIP 2008-34.

Permite generar Áreas y Puntos georreferenciados y asociarles muestras. Las muestras pueden tener a su vez sus propias coordenadas, esto especialmente en el caso de estar asociadas a áreas (polígonos) en que la muestra puede corresponder a un único punto dentro del área y no necesariamente ser representativa de toda el área.

El AREA tiene datos generales, coordenadas y recursos, en este caso los recursos cultivados, explotados, protegidos, etc., según el tipo de área.

Las muestras a su vez pueden guardar datos relativos al AGUA, a los SEDIMENTOS, a MACROFAUNA en los sedimentos y datos asociados a recursos hidrobiológicos.

Instalación del programa

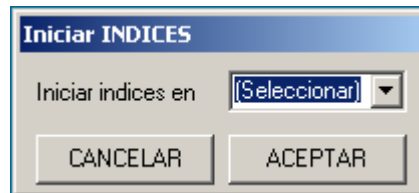
En el CD de base de datos adjunto, en la carpeta BasedeDatos FIP2008-34\INSTALADOR_DigAREAS esta el instalador del programa. Se recomienda descargarlo a un disco local y en este, ejecutar el SETUP.EXE. Pueden existir problemas bajo Windows Vista por lo que se recomienda XP.

Uso del programa

Para ejecutar el programa selecciónelo desde INICIO->TODOS LOS PROGRAMAS-> SPATSOFT->DigAREAS



La primera vez que se ejecuta el programa aparecer3 la siguiente ventana:



Seleccione un valor de inicio de los 3ndices. Esto es para que no se confundan los datos digitados en distintas oficinas o en distintos PCs. Debe ponerse de acuerdo con el jefe de proyecto que le dir3 cual valor elegir.

Esta ventana solo debe aparecer hasta que se ha ingresado un valor, si no es as3 avise pues algo est3 mal.

En los siguientes usos del programa deber3 iniciar con esta ventana. Esta es una ventana que siempre permanece sobre las otras aplicaciones, es para que la tenga siempre a mano.



Normalmente entrar3 por AREAS, pero si necesita digitar muestras y a3n no tiene creadas las 3reas o puntos de muestreo, puede hacerlo ingresando por MUESTRAS y posteriormente asociarlas a AREAS o puntos de muestreo.

Al ingresar a AREAS (que tambi3n sirve para puntos de muestreo) se desplegar3 esta ventana:



Para **crear una nueva 3rea** use NEW, ingrese los datos y presione ACCEPT. S3lo despu3s de presionar ACCEPT puede ingresar coordenadas y recursos.

Siga los siguientes pasos:

- NEW
- Ingrese los datos
- ACCEPT
- Ingrese coordenadas: si son en UTM o Lat-Lon en grados con decimales digite directamente, si son en Lat-Lon con grados minutos y segundos, ub3quese en la nueva l3nea, presione la tecla de funci3n F1, aparecer3



Aquí puede ingresar en formato grados-minutos-segundos (p.ej. 34°30'15") y al aceptar se cargará el par de coordenadas en grados con decimales.

- Presione ACEPTAR del panel de coordenadas
- Ingrese los recursos
- Presione ACEPTAR del panel de recursos.

Para **modificar los datos de un área** use MODIFY, ingrese los datos y presione ACCEPT.

Para las áreas creadas las coordenadas y recursos se pueden modificar en cualquier momento, pero presionando la tecla ACCEPT correspondiente.

En TOPOLOGÍA seleccione POLÍGONO si se trata de un área o PUNTO si es un punto de muestreo. Si es área, debería tener al menos 3 pares de coordenadas. Si es punto, se considerará sólo un par de coordenadas en los procesos posteriores.

Creada o seleccionada un área puede entrar a ver, crear o modificar muestras usando MUESTRAS ASOCIADAS. Entrará a la siguiente grilla:



ID	ID_AREA	AREA	COMENTARIO	FECHA	TIPO_COORD	X	Y
3	2	Segunda area	muestra 1 area 2				
4	2	Segunda area	muestra 2 area 2				

Al presionar NEW o MODIFY entrar3 a la siguiente ventana en que podr3 digitar o modificar los datos:

AGUA | SEDIMENTO | MACROFAUNA | RECURSOS

FISICOS	CORRENTOMETRIA	TEMPERATURA	CONDUCTIVIDAD		
QUIMICOS	PH	SALINIDAD	O2 DISUELTO	FOSFATOS	MERCURIO
	CADMIO	PLOMO	ARSENICO	NITRATOS	NITRITO
	AMONIO	COMPUES. NITROGEN	PESTICIDAS		
BIOLOGICOS	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	SOLIDOS PARTICULADOS	DBD5	
	CLOROFILA	SALMONELLA	ECOLI	V. PARAHEMOLITICO	
	V. NORWALK	ZOOPLANKTON			
TOXINAS	VDM	VPM	VAM		



Arriba est1 la identificaci3n del 1rea a que corresponde, despu3s datos propios de la muestra y abajo p1ginas con los datos medidos u observados sobre AGUA, SEDIMENTO, MACROFAUNA y RECURSOS.

FormMuestra

ID_AREA

COMENTARIO

TIPO_COORD DATUM HUSO X/Lat Y/Lon PROFUNDIDAD FECHA ORIGEN DATOS

AGUA | SEDIMENTO | **MACROFAUNA** | RECURSOS

GRANULOMETRIA	Phi(-1)	Phi(0)	Phi(1)	Phi(2)	Phi(3)	Phi(4)
MATERIA ORGANICA	POTENCIAL REDOX					
NITROGENO	FOSFORO	MERCURIO	CADMIO	PLOMO	ARSENICO	
COLIFORMES	TOTALES	FECALES				
MACROFAUNA	SEMACROF					



NOMESPECIE	ABUNDREP1	MASAREP1	ABUNDREP2	MASAREP2	ABUNDREP3	MASAREP3	ABUNDREP4	MASAREP4	ABUNDREP5	MASAREP5	ID
macrofauna 1 muestra 1 area 2											
macrof 2 mues 1 area 2	11										
macrof 3 muest 1 area 2	22										

En el caso de MACROFAUNA, si desea ingresar, borrar o modificar, no lo haga en la grilla, use las teclas NEW; DELETE o MODIFY. En NEW o MODIFY aparecerá la siguiente ventana:

ESPECIE	REPLICA 1		REPLICA 2		REPLICA 3		REPLICA 4		REPLICA 5	
	ABUNDAN	MASA [g]	ABUNDAN	MASA [g]	ABUNDAN	MASA [g]	ABUNDAN	MASA [g]	ABUNDAN	MASA [g]
macrofauna 1 muestra 1 area 2										



Editando muestras no asociadas a 3reas directamente: Si Ud. tiene muestras que digitar pero no conoce las 3reas correspondientes, desde:



Seleccione MUESTRAS. Le permitir3 ingresar muestras sin asociaci3n a 3reas y tambi3n seleccionarlas para asociarlas usando ASOCIAR A 3REA.



ID	ID_AREA	AREA	COMENTARIO	FECHA	TIPO_COORD	X	Y
1	1		Muestra 1 area 1				
2	1		muestra 2 area 1				
3	2	Segunda area	muestra 1 area 2				
4	2	Segunda area	muestra 2 area 2				
1	3	Tercera area	mues 1 area 3				
20001	20002	quinta area	muestra 1 area 5				

El resto es igual que en el procedimiento anterior.



Documento 3.2. PROTOCOLOS ESTANDARIZADOS PARA LA TOMA Y ANÁLISIS DE MUESTRAS.

Recolección y traslado de muestras

Durante los días 7 al 19 de mayo, 14 al 23 de junio y 5 al 14 de julio de 2009, se realizó la recolección de muestras en las localidades costeras citadas en Tabla 1.1. Para cada una de las estaciones de monitoreo consideradas en este estudio se registraron las coordenadas geográficas mediante GPS (Garmin modelo E-Trex Venture) y se recolectaron muestras de recursos hidrobiológicos, sedimento y columna de agua, las cuales se destinaron a la medición de variables microbiológicas, químicas y físicas, de acuerdo al programa establecido en las bases técnicas, tal cual se describe a continuación:

a) Recursos hidrobiológicos

Mediante buceo semi-autónomo se recolectaron organismos de las clases Bivalvia y Gastropoda en cada estación de muestreo, para la medición de los metales arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), mercurio (Hg) y plomo (Pb). Estos recursos bentónicos fueron lavados con agua de mar para eliminar epibiontes y suciedad, envasando y etiquetando la cantidad requerida para su análisis en el Laboratorio de ensayos EULA de la Universidad de Concepción.

b) Sedimentos

Mediante buceo semi-autónomo, se recolectaron muestras de sedimento marino en cada estación de muestreo, utilizando cilíndricos o cores de 30 cm de longitud y 11 cm. de diámetro ($A= 0, 010 \text{ m}^2$), sometidos previamente a tratamiento de lixiviación en una solución de HCL 1N por 24 horas y posteriormente, para la eliminación de eventuales residuos, se aplicaron sucesivos enjuagues con agua desionizada libre de metales traza. Estas muestras de sedimento fueron destinadas al análisis de materia orgánica, granulometría y macroinfauna, los



cuales fueron realizados por el Laboratorio de Medio Ambiente del Instituto de Fomento Pesquero de Puerto Montt, siguiendo las metodologías descritas en el Res. Ex. (MINECON) N° 3411/2006, modificada por Res. Ex. N° 3342/2008. Mientras que otro conjunto de muestras fueron destinadas al análisis de metales pesados As, Cd, Cu, Hg y Pb, mediante absorción atómica en el Laboratorio de ensayos EULA de la Universidad de Concepción (ver protocolos utilizados en Tabla 3.2.1).

c) Columna de Agua

Las muestras de agua de mar fueron obtenidas mediante una botella Niskin a las profundidades de 0, 7 y 14 m de la superficie, para cada estación de muestreo, con el propósito de medir las variables de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH, transparencia del agua, demanda biológica de oxígeno (DBO₅), análisis de nutrientes (amonio, fosfato, nitrito y silicato), presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*, análisis cualitativo de fito y zooplancton, clorofila-a y análisis de los metales As, Cd, Cu, Hg y Pb.

Las muestras de agua de mar destinadas al análisis de DBO, fueron tomadas a una profundidad de 7 m, siendo estas muestras embotelladas, etiquetadas y enviadas al Laboratorio del Instituto de Química de la Universidad Austral, en la ciudad de Valdivia, en donde se utilizó un método basado en la determinación yodométrica (Winkler Azida modificado) de la diferencia entre el oxígeno medio inicialmente y el medio luego de transcurrido el período de incubación, según el US Standard Methods (ver Tabla 3.2.1).

Las muestras de agua de mar destinadas al análisis de nutrientes fueron tomadas a las tres profundidades antes mencionadas y analizadas mediante Kit colorimétricos. Para la determinación de la cantidad de amonio (NH₄-N), se utilizó el método fotométrico, mediante el procedimiento análogo al EPA 350.1, US



Standard Methods 4500-NH₃ D e ISO 7150/1. Para la determinación de la cantidad de nitritos (NO₂-N), se utilizó el método fotométrico, mediante el procedimiento análogo al EPA 354.1, US Standard Methods 4500-NO₂⁻ B y EN 26777. Para la determinación de nitritos (NO₃-N) se utilizó una solución fuertemente sulfúrica con presencia de cloruros, donde los iones nitrato forman con resorcina un colorante de indofenol violeta rojizo que puede ser determinado mediante el método de fotometría. Para la determinación de la cantidad de fosfatos (PO₄-P) en las muestras de agua de mar, se utilizó el método fotométrico, mediante el procedimiento análogo al EPA 365.2+3, US Standard Methods 4500-P E, ISO 6978/1 y EN 1189. Finalmente, la cantidad de silicatos (Si) en las muestras de agua de mar fue determinada mediante el método de fotometría, siguiendo un procedimiento análogo al US Standard Methods 4500-Si E. Para determinar la cantidad de cada nutriente se utilizaron los siguientes rangos de lectura: fosfatos (0,05 - 5,00 mg/L), nitratos (0,2 - 17,0 mg/L), silicatos (0,10 - 5,00 mg/L), nitrito (0,02 - 1,00 mg/l) y amonio (0,20 - 8,00 mg/l).

Se determinó la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli* mediante la técnica de filtración utilizando placas Petrifilm EC. Las muestras de agua para este análisis fueron tomadas con botellas de polipropileno de 300 ml, completamente limpias y estériles, en las tres profundidades preestablecidas. Las muestras fueron transportadas a una temperatura entre 0 y 10 °C hasta su análisis en laboratorio. En donde se hidrataron las placas Petrifilm con 1 ml de agua de mar esteril y se espero que gelificaran y se introdujeron los filtros de 0,45 µm, los cuales fueron utilizados previamente en la filtración de la muestra de agua de mar a analizar. Las placas rotuladas y con su respectivo filtro se incubaron por 24 h ± 2h, a 35 ± 1°C. En la lectura de placas se determinó como *E. coli* a aquellas colonias azules asociadas al gas producido por beta-glucuronidasa, mientras que se determinó como coliformes a aquellas colonias rojas y azules asociadas al gas producido por la fermentación de lactosa.



Mediante la utilizaci3n de redes de plancton se obtuvieron muestras de fito y zooplancton, realizando arrastres verticales desde los 14 m de profundidad hasta la superficie. Con la embarcaci3n anclada, se sumergi3 la red durante cinco arrastres verticales que se integraron en una 3nica muestra que se almacen3 en frascos pl3sticos de 1 L, llenando el envase con 994 mL de muestra y 6 mL de formalina. Posteriormente, se rotul3 cada frasco y se dej3 decantar la muestra por unas horas, luego se extrajo todo el sobrenadante y se trasvasij3 el material sedimentado a un envase de menor volumen (40 mL). Para su preservaci3n, las muestras se mantuvieron en un lugar protegido de la luz. Las muestras de fitoplancton cualitativo fueron tomadas mediante una red de 23 μm de trama, mientras que las muestras de zooplancton fueron tomadas con una red de 90 μm de trama. Las muestras agua para fitoplancton cuantitativo fueron tomadas a 14 m de profundidad con una botella Niskin. El an3lisis cualitativo y cuantitativo en fito y zooplancton fue realizado en el Laboratorio de Medioambiente del Instituto de Fomento Pesquero de Puerto Montt.

Las muestras de clorofila-a fueron tomadas a las tres profundidades ya se3aladas, para luego ser transportadas a una temperatura de 4 $^{\circ}\text{C}$ y protegidas de la luz hasta su an3lisis en laboratorio. La cantidad de clorofila-a presente en el fitoplancton fue determinada utilizando el m3todo fotom3trico con lecturas de densidad 3ptica (DO) a 664, 647 y 630 nm, restando la lectura de DO a 750 nm como una correcci3n de la turbidez, a cada uno de los valores obtenidos por pigmento en las otras longitudes de onda. Debido a que la DO del extracto a 750 nm es muy sensible a los cambios en las proporciones agua-acetona, se sigui3 estrictamente la formula de 90% para la extracci3n de pigmentos. Para este an3lisis no se tomaron muestras en el sector de Corazones, Caleta Camarones y el sur de la Bah3a de Pisagua, debido a problemas t3cnicos y operativos.



Las muestras de agua de mar destinadas al análisis de los metales As, Cd, Cu, Hg y Pb, fueron tomadas a la profundidad de 7 m, para luego ser embotelladas, etiquetadas y enviadas al laboratorio de ensayos EULA de Universidad de Concepción, para la realización de análisis mediante absorción atómica, protocolo indicado por dicho laboratorio.

Datos obtenidos in situ

Corrientes:

El estudio de las corrientes se realizó mediante el método de circulación Lagrangiana, por medio de lances con derivadores tipo cruceta. Así se instalaron dos derivadores subsuperficiales (1 m de profundidad) en cada estación de monitoreo, permitiéndoles recorrer 20 m de distancia desde el punto de comienzo (fondeo de la embarcación) y registrando el tiempo transcurrido con un cronómetro, mientras que su rumbo fue registrado con un GPS.

Temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y pH:

Estas variables fueron medidas con un medidor multiparamétrico marca WTW modelo Multiline 340i, con muestras de agua de mar obtenidas con botella Niskin a 0, 7 y 14 m de la superficie.

Penetrabilidad de la luz:

Para medir esta variable se utilizó un disco Secchi atado a un cabo graduado de metro en metro, para medir la profundidad alcanzada por la luz solar en la columna de agua.

**Tabla 3.2.1.**

Protocolos an3lisis de muestras utilizados por los laboratorios acreditados. **a), b), c).** Laboratorio de ensayos del Centro EULA-Universidad de Concepci3n y **d).** Laboratorio del Instituto de Qu3mica de la Universidad Austral.

a)

AN3LISIS Y M3TODOS ANAL3TICOS CENTRO EULA-Chile Matriz Agua de Mar	
Ars3nico	3114 B Standard Methods 21 th Edition. Espectrofotometr3a Absorci3n At3mica - Generaci3n de hidruros.
Cadmio	3113 B Standard Methods 21 th Edition. Espectrofotometr3a Absorci3n At3mica - Horno Grafito
Cobre	3113 B Standard Methods 21th Edition. Espectrofotometr3a Absorci3n At3mica - Homo Grafito
Mercurio	3112-B Standard Methods 21th Edition. Espectrofotometr3a Absorci3n At3mica - Vapor Fr3o.
Plomo	3113 B Standard Methods 21 th Edition. Espectrofotometr3a Absorci3n At3mica - Homo Grafito

b)

AN3LISIS Y M3TODOS ANAL3TICOS CENTRO EULA-Chile Matriz Sedimentos	
Ars3nico	3114 B Standard Methods 21 th Edition. Espectrofotometr3a Absorci3n At3mica - Generaci3n de hidruros.
Cadmio	3111 B Standard Methods 21th Edition. Espectrofotometr3a Absorci3n At3mica - Llama.
Cobre	3111 B Standard Methods 21th Edition. Espectrofotometr3a Absorci3n At3mica - Llama.
Mercurio	3112-B Standard Methods 21th Edition. Espectrofotometr3a Absorci3n At3mica - Vapor Fr3o.
Plomo	3111 B Standard Methods 21th Edition. Espectrofotometr3a Absorci3n At3mica - Llama.



Tabla 3.2.1. (Continuaci3n).-

c)

ANÁLISIS Y MÉTODOS ANALÍTICOS CENTRO EULA-Chile Matriz Organismos	
Arsénico	3114 B Standard Methods 21 th Edition. Espectrofotometría Absorci3n At3mica - Generaci3n de hidruros.
Cadmio	3113 B Standard Methods 21th Edition. Espectrofotometría Absorci3n At3mica - Horno Grafito
Cobre	3114 B Standard Methods 21th Edition. Espectrofotometría Absorci3n At3mica - Horno Grafito
Mercurio	3112-B Standard Methods 21th Edition. Espectrofotometría Absorci3n At3mica - Vapor Frío.
Plomo	3113 B Standard Methods 21th Edition. Espectrofotometría Absorci3n At3mica - Horno Grafito

d)

ANÁLISIS Y MÉTODOS ANALÍTICOS Laboratorio del Instituto de Química de la Universidad Austral.	
DBO	Método basado en la determinaci3n yodométrica (Winkler Azida modificado) de la diferencia entre el oxígeno medido inicialmente y el medido luego de transcurrido el período de incubaci3n. Basado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1998.



Documento 3.3. CUERPOS LEGALES CONSULTADOS

D. S. N° 430 (MINECON), de 28 de septiembre de 1991. Ley General de Pesca y Acuicultura. Subsecretaría de Pesca. 109 pp.

Decreto con Fuerza de Ley (D. F. L.) N° 340, de 5 de abril de 1960. Sobre Concesiones Marinas. Ministerio de Hacienda. 4 pp.

Ley 19.300, del 9 de marzo de 1994. Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA). 28 pp.

Decreto Ley N° 3.557 (MINAGRI), 29 de diciembre de 1980. Que establece disposiciones sobre protección agrícola. Junta de Gobierno de la República de Chile. 11 pp.

D. F. L N° 725 (MINSAL), del 11 de diciembre de 1968. Código Sanitario. 52 pp.

D. F. L N° 1.122, del 13 Agosto de 1981. Código de Aguas. Dirección General de Aguas.

D. S. N° 144, del 7 de abril de 2009. Normas de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo. Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica. 10 pp.

D. S. N° 175 (MINECON), de 24 de marzo de 1980. Reglamenta actividades pesqueras y deroga Decretos Supremos que indica. Subsecretaría de Pesca. 9 pp.



D. S. N° 660 (MINDEFNAC), de 14 de junio de 1988. Aprueba nuevo Reglamento sobre Concesiones Marítimas.

D. S. N° 550 (MINECON), de 21 de octubre de 1992. Reglamento sobre Limitaciones a las Áreas de Concesiones o Autorizaciones de Acuicultura.

D. S. N° 290 (MINECON), de 28 de mayo de 1993, Reglamento de Concesiones y Autorizaciones de Acuicultura. Modificado por D. S. N°604/1994, D. S. N°257/2001, D. S. N°165/2002, D. S. N°67/2003, D. S. N°164/2003, D. S. N°43/2005 y D. S. N°50/2006.

D. S. N° 499 (MINECON), de 1994. Reglamento del Registro Nacional de Acuicultura. Modificado por D. S. N° 48/2006.

D. S. N° 475 (MINECON), del 14 de diciembre de 1994, Establece Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República y Crea Comisión Nacional que Indica.

D. S. N° 464 (MINECON), de 12 de septiembre de 1995, que Establece Procedimiento para la Entrega de Información de Actividades Pesqueras y Acuicultura. Modificado por D. S. N°85/2004 y D. S. N°201/2006.

D. S. N° 730 (MINECON), de 1995, Reglamento de Internación de Especies de Primera Exportación.

D. S. N° 96 (MINECON), de 1996. Reglamento del Procedimiento para la Importación de Especies Hidrobiológicas. R. EX N° 2800, de 27 septiembre de 2007: Fija la Nómina de Especies Hidrobiológicas Vivas de Importación Autorizada.



Res. N° 790 (SERNAPESCA), del 3 de Mayo de 1996. Establece Procedimiento para Otorgar Permiso a Personas Naturales para el Traslado de Especies a Laboratorios.

D. S. N° 458 (MINDEFNAC), de 2002. Fija Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura en la I Región de Tarapacá (Actualmente Arica – Parinacota y Tarapacá).

D. S. N° 460 (MINDEFNAC), de noviembre 2002. Fija Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura en la II Región de Antofagasta.

D.S. N° 314 (MINECON), de 2004, Reglamento de Actividades de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).

D. S. N° 297 (MINECON), de 2005. Reglamento para la Instalación de Colectores. Subsecretaría de Pesca.

D. S. N° 867 (MOP), de 1978. Declara Norma Chilena Oficial NCh.1.333 o Norma Chilena sobre Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos.

D. S. N° 30 (MINSEGPRES), del 27 de marzo de 1997. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Modificado por D. S. N° 95/2001 (MINSEGPRES).

D.S. N° 609 (MOP), del 7 de Mayo de 1998. Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. Modificado por D.S. N° 3.592/2000 y por el D.S. N° 601/2004.



D. S. N° 90 (MINSEGPRES), del 30 de mayo de 2000. Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos en Aguas Marinas y Continentales Superficiales.

D. S. N° 320 (MINECON), del 24 de agosto de 2001, Reglamento Ambiental para la Acuicultura. Modificado por D. S. N° 106/2005 y D. S. N° 86/2007.

D. S. N° 49 (MINECON), de 2006. Reglamento de Viveros y Centros de Matanza. Subsecretaría de Pesca.

Resolución N° 3276 (MINSAL), del 12 de agosto de 1977. Regula el Transporte de Desechos Orgánicos.

D. S. N° 594 (MINSAL), de abril de 2000 y su posterior modificación. Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.

D. S. Exento N° 626 (MINECON), de 2001. Reglamento de Certificación y Otros Requisitos Sanitarios Para la Importación de Especies Hidrobiológicas.

R. EX N° 2286, de 30 septiembre de 2003: Fija Condiciones Específicas de la Certificación Complementaria para la Importación de Especies Hidrobiológicas.

D. S. N° 319 (MINECON), del 24 de Agosto de 2001. Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para la Especies Hidrobiológicas y su modificación (D. S. N° 359/2005). Deroga a Decreto N° 162 de 1985.

R. EX. N° 1623 del 31 de Mayo de 2005. Establece Clasificación de Enfermedades de Alto Riesgo.



R. EX. N° 2536 del 31 de Agosto de 2006. Establece Clasificación de Enfermedades de Alto Riesgo. Modificado por R. EX. N° 1669/2007.

R. EX. N° 2572 del 29 de Agosto de 2007. Establece Clasificación de Enfermedades de Alto Riesgo. Modificado por R. EX. N 1393/2008.

R. EX. N° 2352 del 29 de Agosto de 2008. Establece Clasificación de Enfermedades de Alto Riesgo.

Resolución (MINECON) N° 68 del 2003 (de 24 Enero de 2003). Programa Sanitario General de Manejo de Desechos (PSGD).

Resolución (MINECON) N° 1803 de 2003: Programa Sanitario General de Limpieza y Desinfección Aplicable a la Producción de Moluscos (LDEM).

Resolución (MINECON) N° 1804 de 2003. Programa Sanitario General de Procedimientos de Cosecha para Moluscos (PCM).

Resolución (MINECON) N° 1805 de 2003. Programa Sanitario General de Manejo de desechos de Moluscos (PDM).

Resolución (MINECON) N° 1806 de 2003. Programa Sanitario General de Manejo de enfermedades de Moluscos (PEM).

Resolución (MINECON) N° 1809 del 2003. Programa Sanitario Específico de Vigilancia Activa para Enfermedades de Alto Riesgo (EAR) en Moluscos (PVM).

D. S. N° 345 (MINECON), del 19 de Diciembre de 2005. Reglamento de Protección y Control de Especies que Constituyen Plagas. Se complementa con



las siguiente Resolución: R. EX. N°177 del 2009: Declara área de Florecimiento Algal Nocivo (FAN) Sector que Indica.

D. S. N° 231 (MINECON), del 17 de Agosto de 2005. Establece Condiciones Especiales para el Cultivo de Abalón rojo y Abalón verde.

R. EX N° 4282 de 2005: Establece Metodologías para Determinar Límites de Bahías, Tipo de Sustrato y Sexo en Abalones.

R. EX N° 2820 de 2006: Establece Sexo de Abalones para Cultivar en Bahías y Cuerpos de Agua que Indica.

D. S. N° 256 (MINECON), del 8 de Julio de 2008. Establece Medidas de Protección Ambiental para el Cultivo de especie Langosta de Agua Dulce, en todo el Territorio Nacional.

D. S. N° 348 (MINECON), del 1 octubre de 2008. Establece Medidas de Protección Ambiental para el Cultivo de Especie Trucha Alpina.



Documento 3.4. RESUMEN DEL TRABAJO PRESENTADO EN XXIX CONGRESO DE CIENCIAS DEL MAR. TALCAHUANO, MAYO 2009.

XXIX Congreso de Ciencias del Mar

RESÚMENES PRESENTACIONES ORALES

Sociedad Chilena de Ciencias del Mar • Instituto de Investigación Pesquera

EFFECTO ANESTÉSICO DEL BOLDO Y VALERIANA SOBRE TRUCHA ARCOIRIS (*ONCORYNCHUS MYKKIS*)

Marcelo Concha¹, Aldo Madrid² y Raquel Silveira³

^{1,2} Centro de Producción Orgánica e Investigación Marine Farms, Chile, www.marinefarms.cl

³ Centro de Investigaciones Pesqueras de la Habana, Cuba

¹ mconcha@marinefarms.cl ² amadrid@marinefarms.cl ³ raquel@cip.selemae.cu

Los anestésicos se utilizan para minimizar la actividad fisiológica de los organismos y disminuir el estrés y daño físico durante las tareas de manejo. Actualmente se emplean de preferencia productos sintetizados. Esta investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto anestésico de extractos esenciales de boldo (*Peumus boldus*) y valeriana (*Valeriana officinalis* L.) sobre trucha arcoiris.

Los ensayos utilizaron ejemplares con peso promedio de 45,46 grs de la piscicultura Río Blanco de la PUCV. Se probaron 3 soluciones: (1) Boldo 20%, (2) Valeriana 20% (3) Boldo+Valeriana 20%, todas disueltas en alcohol 70%. Se dejaron reposar 24 horas y se utilizaron en dosis de 40, 80 y 160 ml. Se usaron 2 controles: (1) 160 ml de Alcohol 70% y (2) 40 ml de Benzocaína. Se introdujeron 5 peces en acuarios de 10 litros ($T=6,6$, $pH=7,1$) y se registraron los estados de anestesiamiento basados en Ackerman et al 2005 y Skoskopf et al 1993. Los resultados indican que 160 ml (Valeriana + Boldo) en 10 lt de agua presentan un efecto anestésico sinérgico que provocó pérdida total del equilibrio en cinco juveniles, permitiendo su fácil manejo, con una recuperación posterior de 15 min.

DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES DE ACUICULTURA ENTRE ARICA Y TALTAL, NORTE GRANDE DE CHILE.

Jaime Curriach¹, Vladimír Murillo¹ y Heraldo Contreras¹

¹ Instituto de Fomento Pesquero, CTPA Puzosón, Castro, Chile.

¹ jaime.curriach@ifop.cl

El propósito de este estudio es conocer el estado actual de la acuicultura en el norte grande de Chile. Para el logro de este objetivo, se realizó una revisión exhaustiva de las actividades de acuicultura en la XV, I y II regiones, junto a las actuales líneas de investigación desarrolladas. Entre Arica y Taltal se han identificado 111 concesiones de acuicultura, de las cuales 77 están autorizadas, 7 autorizadas en trámite de caducidad y 27 en trámite de otorgamiento. En la Región de Arica y Parícuta, la historia de la acuicultura es de corta trayectoria, basándose en iniciativas orientadas a diversificar las actividades productivas de la comunidad organizada en base al cultivo de especies dulcosacuícolas. En la Región de Tarapacá, *Argopecten purpuratus* ha sido la principal especie de cultivo mientras que para la Región de Antofagasta son *A. purpuratus* y *Gnathypia* sp. Finalmente para el desarrollo de una acuicultura sustentable, se requiere: la localización de áreas propicias para la actividad y la planificación del uso del recurso espacio. Se concluye que la acuicultura en el norte grande de Chile, se ha caracterizado por la baja diversidad de especies sometidas a cultivo comercial, siendo las principales: el ostión del norte, la ostra del Pacífico, el pelillo y las microalgas *Haematococcus* y *Spirulina*. Además, las actividades de acuicultura están siendo principalmente desarrolladas por pescadores artesanales.

Financiamiento: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto FIP 2008-34 "Diagnóstico y proyección de las actividades de acuicultura entre Arica y Taltal".



Documento 3.5. TALLERES REGIONALES DE SOCIALIZACION DE LOS RESULTADOS PROYECTO FIP N°2008-34, NOVIEMBRE-2009.

Presentación

- Con el propósito de difundir, discutir y validar el desarrollo de las principales actividades asociadas al proyecto FIP 2008-34 denominado “Diagnóstico y proyección de las actividades de acuicultura entre Arica y Taltal”; se realizaron 3 talleres regionales de socialización. Estos fueron estructurados de manera de rescatar la mirada actual e involucrar en el proceso a los distintos actores sociales, públicos y/o privados, vinculados con el desarrollo de la acuicultura regional. Esta instancia de participación pretendió, a partir de los resultados alcanzados en el desarrollo del proyecto, permitir la retroalimentación, facilitar el consenso y reducir eventuales conflictos posteriores.

Objetivo general

- Difundir, Discutir y Validar mediante talleres de socialización, los principales resultados del proyecto FIP 2008-34, realizando un levantamiento de información frente a los contenidos y resultados del proyecto. FIP 2008-34, con diversos participantes vinculados con el desarrollo de la acuicultura en la zona comprendida entre Arica y Taltal.

Resultados del taller

- En páginas adjuntas se presentan un registro documental de las actividades realizadas (**Figuras 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3, 3.5.4, 3.5.5 y 3.5.6**) y la lista de asistentes por región (**Tabla 3.5.1**).



TALLER DE EVALUACIÓN, DISCUSIÓN Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS
PROYECTO FIP 2008-34
"DIAGNOSTICO Y PROYECCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE ACUICULTURA ENTRE ARICA Y TALTAL"

ARICA - IQUIQUE - ANTOFAGASTA




FECHAS Y LUGARES:
 03-11-2009 Auditorium Biblioteca Central Universidad de Antofagasta.
 05-11-2009 Hotel Barros Arana, Iquique.
 06-11-2009 Hotel Valle de Azapa, Arica.








Programa:

 ORGANISMO EJECUTOR  FINANCIAMIENTO  COLABORA Universidad de Antofagasta	8:30 hrs	"Potencialidades y desafíos para el desarrollo de la acuicultura" regional <small>Staff del Proyecto Instituto de Fomento Pesquero / Asesores</small>
	10:25 hrs	"Proyección de las actividades de acuicultura entre Arica y Taltal" <small>Vladimir Mustillo H. Biólogo Marino M.Sc Jefe de Proyecto / Centro Tecnológico Putemán, IFOP</small>
	11:10 hrs	<i>Coffe Break</i>
	11:25 hrs	"Representación espacial de las áreas de interés para la acuicultura" <small>Ricardo González M. Ingeniero Matemático M.Sc/Asesor</small>
	12:00 hrs	"Criterios y consideraciones para el establecimiento de áreas de interés para la acuicultura" <small>Staff del Proyecto Instituto de Fomento Pesquero / Asesores</small>
	14:00 hrs	<i>Clausura</i>

Informaciones al fono (57) 532630 / (08) 4547238
 Blog: <http://proyectorfip2008-34.blogspot.com>
 Inscripciones: ifopcastro@gmail.com
www.ifop.cl

Figura 3.5.1. Afiche y Programa de los talleres finales de difusión del Proyecto FIP N° 2008-34, realizados en la zona norte de Chile


LEONARDO GUZMAN MENDEZ
Jefe de la División de Investigación en Acuicultura


CRISTIAN TOLEDO CARRASCO
Jefe Zonal Base Iquique

A nombre de la División de Investigación en Acuicultura, Instituto de Fomento Pesquero, tenemos el agrado de invitarle al Taller de Evaluación, Discusión y Validación de Resultados del Proyecto FIP 2008-34 denominado "Diagnóstico y Proyección de las actividades de Acuicultura entre Arica y Taltal".

El evento se desarrollará el día 5 de noviembre 2009 a partir de las 08:30 Hrs. en Hotel Valle de Azapa.

Agradeciendo contar con su valiosa presencia, la que dará mayor realce y significado a este magno evento, le enviamos un cordial saludo.

Mayor información y confirmación de asistencia fono 57-532630 / 8-4547238 o mail: ifopcastro@gmail.com










Figura 3.5.2. Invitación al Taller de Evaluación, Discusión y Validación de resultados del Proyecto FIP 2008-34, en las ciudades de Arica, Iquique y Antofagasta.



Noticia publicada el: 03/11/2009.

IFOP realiza taller sobre proyecto de diagnóstico y proyección de la acuicultura entre Arica y Taltal

Según lo informado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), entre el 3 y 6 de noviembre se realizará una serie de talleres de evaluación, discusión y validación de resultados del proyecto FIP 2008-34, denominado "Diagnóstico y Proyección de la actividad de acuicultura entre Arica y Taltal".

El evento se desarrollará el día 3 de noviembre a partir de las 8:30 hrs. en el auditorium Biblioteca Central de Antofagasta. En tanto, el 5 del mismo mes se realizará a partir de las 8:30 hrs., en el Hotel Barros Arana de Iquique. Finalmente, el día 6 de noviembre a partir de las 8:30 hrs., este taller tendrá lugar en el Hotel Valle de Azapa de Arica.

Mayor información y confirmación de asistencia al teléfono: 08-4547238, o bien al E-mail: ifopcastro@gmail.com

Este documento ha sido obtenido desde www.aqua.cl
<http://www.aqua.cl>

Figura 3.5.3. Documento difundido a través del portal <http://www.aqua.cl>, donde se informa de la realización del Taller de Evaluación, Discusión y Validación de resultados del Proyecto FIP 2008-34, en las ciudades de Arica, Iquique y Antofagasta.



DIAGNOSTICO SENTARÁ BASES PARA PROYECTAR UNA ACUICULTURA EN EL NORTE GRANDE: FIP 2008-34 "Diagnóstico y proyección de las actividades de acuicultura entre Arica y Tal Tal"

Nedda Henríquez

2009-11-12 | Autor: Nedda Henríquez

DIAGNOSTICO SENTARÁ BASES PARA PROYECTAR UNA ACUICULTURA EN EL NORTE GRANDE: PROYECTO FIP 2008-34 "Diagnóstico y proyección de las actividades de acuicultura entre Arica y Tal Tal"

Entre el 3 y 6 de noviembre, en el marco del proyecto FIP 2008-34: "Diagnóstico y proyección de las actividades de acuicultura entre Arica y Tal Tal", se efectuaron en las ciudades de Antofagasta, Iquique y Arica, Talleres de Evaluación, Discusión y Validación de los Resultados del mismo. Este estudio está liderado por el Biólogo Marino Sr. Vladimir Murillo y es desarrollado por IFOP, a través de la División de Investigación en Acuicultura, con el apoyo de la sedes zonales IFOP de Iquique y Arica.

El objetivo general de este proyecto es "Diagnosticar y proyectar las actividades de acuicultura en la zona norte de Chile (XV, I y II Regiones) en base a la caracterización de las condiciones ambientales, sanitarias, geográficas y operativas".

Al Taller asistieron integrantes de la comisión del borde costero de las respectivas Regiones, representantes del Gobierno Regional, Dirección Zonal de Pesca, Sernapesca, Armada de Chile, académicos de universidades regionales, dirigentes pesqueros artesanales, entre otros, los cuales participaron activamente de las dinámicas grupales y las presentaciones de resultados que fueron estructuradas para este Taller.

El equipo que lideró los Talleres fue integrado por el Jefe de Proyecto Sr. Vladimir Murillo y los asesores, Sr. Ricardo González (experto en SIG) y Srta. Melissa Conejeros (Facilitadora Grupal).

Este proyecto sentará las bases para el desarrollo de la acuicultura en estas tres Regiones, razón suficiente para destacar y explicar la amplia colaboración de las instituciones públicas y privadas, quienes proporcionaron valiosa información para el desarrollo de este proyecto. En especial, los agradecimientos a la Universidad de Antofagasta, por facilitar la infraestructura para montar un laboratorio de campaña para el proyecto además, de las instalaciones donde se realizó el taller de Antofagasta.

Citar como fuente: http://www.ifop.cl/noticias_list.php



Figura 3.5.4. Documento difundido a través del portal http://www.ifop.cl/noticias_list.php.



Galería de Proyecto FIP 2008-34

MOV01393	MOV01386	DSC01405
		
<p>Trabajo grupal Visión 2020 Desarrollo económico, el académico de la Universidad...</p>	<p>Exposición del trabajo grupal Desarrollo Social en la Ciudad de Arica</p>	<p>Cóctel en Hotel Valle de Azapa, Arica</p>
<p>Todos los derechos reservados Cargada el 17 de dic, 2009 0 comentarios</p>	<p>Todos los derechos reservados Cargada el 17 de dic, 2009 0 comentarios</p>	<p>Todos los derechos reservados Cargada el 11 de dic, 2009 0 comentarios</p>

Figura 3.5.5. Galería de imágenes y videos Flickr, del proyecto FIP 2008-34, difundido a través del link <http://www.flickr.com/photos/proyectofip2008-34/>



PUBLICADO POR PROYECTO FIP 2008-34 EN 16:21 84 VISITAS COMENTARIOS

MARTES 29 DE SEPTIEMBRE DE 2009 Proyecto FIP 2008-34



ARICA-IQUIQUE-ANTOFAGASTA OCTUBRE 2009

El objetivo del estudio es "Diagnosticar y proyectar las actividades de acuicultura en la zona norte de Chile (XV, I y II Regiones) en base a la caracterización de las condiciones ambientales, sanitarias, geográficas y operativas".

Objetivos específicos

- Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente y/o solicitado, en el área de estudio.
- Evaluar el estatus sanitario y ambiental del área de estudio.
- Caracterizar geográfica y operativamente, las zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura, en las XV, I y II Regiones.
- Proyectar, en base a los antecedentes recopilados, la posibilidad de desarrollo de la acuicultura, en la zona en estudio.



| [Escritorio](#) | [Mi cuenta](#) | [Ayuda](#) | [Salir](#)

Figura 3.5.6. Blog informativo del proyecto FIP 2008-34, difundido a través del link <http://proyectofip2008-34.blogspot.com>.



Tabla 3.5.1.

Lista de asistentes al Taller de Evaluación, Discusión y Validación de resultados del Proyecto FIP 2008-34, desglosados por fechas y ciudades visitadas. a).- Antofagasta 03/11/09; b).- Iquique 05/11/09 y c).- Arica 06/11/09.

a)

Entidad	Cargo	Nombre
SERNAPESCA	Profesional	Alejandra Machuca
SERNAPESCA	Director Regional	Mario Muñoz
SERNAPESCA	Profesional	Patricio Araya
STI de caleta Cifuncho	1 Director	Jessica Villegas
Federación Pesquera Artesanal	Presidente	Juan González
Gobierno Regional	Profesional	Karen Christie
Universidad de Antofagasta	Profesional	Nilda Paredes
Representante del sector acuícola		Marcelo Vásquez

b)

Entidad	Cargo	Nombre
Armada Gobierno Marítimo	Asesor científico	Ximena Cancino
IFOP	Técnico asistente	Víctor Nakagawa Vergara
AG de acuicultores de Tarapacá	Gerente	Margarita Barahona
Instituto del Mar	J. Especialidad	Cesar Villavicencio
Área Desarrollo Acuícola CORDUNAP	Investigador	Elizabeth Rojas
Área Desarrollo Acuícola CORDUNAP	Investigación	Masatoshi Futagawa
Of. Tec. Borde Costero/GORE	Sec. Tec. CRUBC	Billy Morales
Subsecretaría de Pesca	Profesional	Juan Villarroel
Instituto Fomento Pesquero	Jefe Base Zonal	Cristian Toledo
Febupesca	Presidente	Raúl Manbrid
Pacífico	Profesional	Adolfo Vargas
Febupesca	secretario	Julio Marín Álvarez
Asistente de Pesquería		Marjorie Montesinos
SERNAPESCA	Profesional	Greco Guzmán
Seremi Salud	Unidad Alimentos	Ana María Santibáñez



Tabla 3.5.1. b) (Continuación).

Entidad	Cargo	Nombre
Área Desarrollo Acuícola CORDUNAP	Profesional	Marco Cornejo
Instituto del Mar	Jefe UTP	Roxana Ojeda
Gobierno Regional	Planificación	Joshua Langenegger
	Coordinador campo	Carolina Navarro
AG acuicultores de Tarapacá	Gerente	Margarita Barahona
Cuarta zona Naval		Álvaro Penyo
Instituto de Fomento Pesquero		Hernán Padilla
MINVU	Profesional	Leonardo Canales
CORDUNAP	Jefe Área Desarrollo Acuícola	Avelino Muñoz Manterola

c)

Entidad	Cargo	Nombre
SERNAPESCA	Director regional	Rodrigo Cotum
SERNAPESCA	Enc. Adm. pesquera	Carolina Sáez
Armada de Chile Gobierno Marítimo	Jefe Intereses Marítimos	Víctor Herrera
Cámara de Turismo	2°vice Pte.	Fernando Antequera
Universidad de Tarapacá	Académico	Arnoldo Viloxa
SIT Artesanales	Presidente	Enrique González
Sindicato Pescadores Artesanales	secretario	Julio Huerta
IFOP	Jefe Zonal	Cristian Toledo
Gobierno Regional	Unidad Técnica Borde Costero	Claudia Valderrana
Gobierno Regional	Unidad Técnica Borde Costero	Viviana Varas
Gobierno Marítimo	Encargada Medio Ambiente	Claudia Pérez

A N E X O 4

PERSONAL PARTICIPANTE



A continuación se presenta una reseña cronológica de actividades de terreno desarrolladas por el equipo ejecutor en el marco del Proyecto FIP N° 2008-34 "Diagnóstico y Proyección de las Actividades de Acuicultura entre Arica y Taltal".

Tabla 4.1.
Reuniones de coordinación e intercambio técnico con los requirentes.

FECHA	LOCALIDAD	ACTIVIDAD	HORA	PROFESIONAL(ES) INVOLUCRADO(S)
10/11/2008	Castro	Coordinación de reunión inicial	11:30 - 13:30	Vladimir Murillo (IFOP) Contraparte Técnica Requirentes
14/11/2008	Valparaíso	Reunión con personal de SUBPESCA.	10:00 - 12:00	Heraldo Contreras (IFOP) Cristián Acevedo (Subpesca) Pablo Lagos (Subpesca)
17/11/2008	Valparaíso	Reunión de coordinación y presentación inicial del proyecto.	10:00 - 12:00	Vladimir Murillo (IFOP) Christian Espinoza (IFOP) Heraldo Contreras (IFOP) Ricardo González (Asesor IFOP) Consuelo Henríquez (Subpesca) Eduardo Anderson (Subpesca) Antonio Gonzalez (Subpesca) Rubén Pinochet (FIP)
17/11/2008	Valparaíso	Reunión con personal de SUBPESCA.	14:15 - 16:30	Vladimir Murillo (IFOP) Christian Espinoza (IFOP) Consuelo Henríquez (Subpesca) David Escobar (Subpesca-Cartografía) Silvio Becerra (Subpesca-Cartografía)
10/12/2008	Valparaíso	Reunión con personal de SUBPESCA.	10:00 - 12:00	Heraldo Contreras (IFOP)
				Cristián Acevedo (Subpesca) Pablo Lagos (Subpesca)
13/01/2009	Valparaíso	Reunión técnica con personal de SUBPESCA.	17:00- 18:00	Christian Espinoza (IFOP) Cristián Acevedo (Subpesca) David Escobar (Subpesca-Cartografía) Silvio Becerra (Subpesca-Cartografía)
07/05/2009	Santiago	Reunión técnica con personal de SUBPESCA.	10:00- 12:00	Vladimir Murillo (IFOP) Jaime Cursach (IFOP) Consuelo Henríquez (Subpesca)



Tabla 4.2.

Principales actividades realizadas en el marco del Proyecto FIP N° 2008-34, asociadas a la búsqueda y recopilación de información, salidas a terreno y a la socialización del estudio con los principales actores involucrados.

FECHA	LOCALIDAD	ACTIVIDAD	HORA	PROFESIONAL(ES) INVOLUCRADO(S)
10/09/2004	Puerto Montt	Búsqueda de Antecedentes Relevantes en Biblioteca IFOP	09:00-13:30 14:30-18:30	Jaime Cursach (IFOP)
				Heraldo Contreras(IFOP)
				Vladimir Murillo (IFOP)
28/10/2008	Castro	Estructuración carta de solicitud información a Supesca	09:00-13:30	Vladimir Murillo (IFOP)
10/11/2008	Castro	Coordinación de reunión inicial	11:30-13:30	Vladimir Murillo (IFOP) Contraparte Técnica Requirientes
17/11/2008	Valparaíso	Base datos FIP	09:00-10:30	Vladimir Murillo (IFOP)
				Heraldo Contreras (IFOP)
				Secretaría FIP
18/11/2008	Arica	Mesa Público-Privada en Acuicultura XV Región: Presentación inicial y entrega de Dossier del Proyecto	09:00-13:00	Vladimir Murillo (IFOP)
				Cristian Toledo (IFOP)
				Carlos Padilla (Sernapesca)
				Marcos Soto (Subpesca)
				Otros actores publico-privados relevantes.
19/11/2008	Iquique	Mesa Público-Privada en Acuicultura I Región: Presentación inicial y entrega de Dossier del Proyecto	15:00 - 17:30	Vladimir Murillo (IFOP)
				Cristian Toledo (IFOP)
				Heraldo Contreras (IFOP)
				Christian Espinoza (IFOP)
				Carlos Padilla (Sernapesca)
				Marcos Soto (Subpesca)
				Otros actores publico-privados relevantes.
20/11/2008	Iquique	Reunión con personal de Conama	9:00-10:00	Vladimir Murillo (FOP)
				Cristian Toledo (IFOP)
				Heraldo Contreras (IFOP)
				Christian Espinoza (IFOP)
				(CONAMA-SIG)
24/11/2008	Antofagasta-Tocopilla	Reconocimiento del área	09:00-20:00	Vladimir Murillo (FOP)
				Christian Espinoza (IFOP)
				Cristian Toledo (IFOP)
25/11/2008	Antofagasta	Universidad de Antofagasta: Presentación inicial y entrega de Dossier del Proyecto	9:00 - 12:00	Vladimir Murillo (FOP)
				Christian Espinoza (IFOP)
				Rodolfo Wilson (Uantof)
				Marcelo Oliva (Uantof)
25/11/2008	Antofagasta	Búsqueda de información en el Minvu	13:00 - 15:00	Vladimir Murillo (FOP)
				Christian Espinoza (IFOP)
				Gonzalo Godoy (Minvu)
18/12/2008	Iquique	Reunión con personal de Sernapesca	9:00 - 10:00	Jaime Cursach (IFOP)
				Ricardo Correa (Sernapesca)
16/12/2008	Iquique	Búsqueda de información en biblioteca de Conama	11:00-13:00	Cristián Toledo (IFOP)
				Jaime Cursach (IFOP)
				Nancy González (Conama)



Tabla 4.2. (Continuación).

FECHA	LOCALIDAD	ACTIVIDAD	HORA	PROFESIONAL(ES) INVOLUCRADO(S)
16/12/2008	Iquique	Reunión con el Jefe área Desarrollo Acuícola de Cordunap	15:30- 17:00	Jaime Cursach (IFOP) Avelino Muñoz (Cordunap)
17/12/2008	Iquique	Reunión oficina técnica del borde costero, Gobierno Regional de Tarapacá	09:00- 10:30	Jaime Cursach (IFOP) Paloma Aravena (BordeCostero) Dianela Arroyo (BordeCostero) Billy Morales (BordeCostero) Jaime Cursach (IFOP)
18/12/2008	Arica	Reunión con encargado Evaluación y Seguimiento Ambiental-Conama	10:00- 11:00	Rodrigo Acevedo (Conama)
18/12/2008	Arica	Reunión oficina técnica del borde costero, Gobierno Regional de Arica y Parinacota	12:00- 13:00	Jaime Cursach (IFOP) Patricia Araya (BordeCostero)
22/01/2009	Castro	Reunión encargada Ambiental (POAL), Gobernación Marítima	08:30- 10:00	Vladimir Murillo (IFOP) Heraldo Contreras (IFOP) Eugenia Valdevenito (Directemar) Vladimir Murillo (IFOP)
15/04/2009	Puerto Montt	Taller Internacional de Larvicultura de Peces	14:00 - 19:00	Jaime Cursach (IFOP) Rodolfo Wilson (Uantof) Mauricio Landaeta (Cien- Austral)



Tabla 4.2. (Continuación).

FECHA	LOCALIDAD	ACTIVIDAD	HORA	PROFESIONAL(ES) INVOLUCRADO(S)
08/05/2009	Valparaíso	Base datos FIP	12:00- 13:00	Vladimir Murillo (IFOP) Jaime Cursach (IFOP) Secretaría FIP Claudia Rosas (Sernapesca)
08/05/2009	Valparaíso	Reunión encargadas del PSMB	15:30- 17:00	Tatiana Bernal (Sernapesca) Vladimir Murillo (IFOP) Jaime Cursach (IFOP) Vladimir Murillo (IFOP)
07/05/09 al 19/05/09	Arica	1ª campaña Muestreo complementario	08:00 - 22:30	Paola Hinojosa (IFOP) Nicole Pesse (IFOP) Jaime Cursach (IFOP) Vladimir Murillo (IFOP)
15/05/2009	Arica	I Jornada de Acuicultura	09:30 - 13:30	Cristian Toledo (IFOP) Antonio Véliz (F. Chile) Paola Hinojosa (IFOP)
14/06/09 al 23/06/09	Iquique	2ª campaña Muestreo complementario	08:00 - 22:30	Lilian Diaz (IFOP) Christian Espinoza (IFOP) Jaime Cursach (IFOP) Nicole Pesse (IFOP)
05/07/09 al 14/07/09	Antofagasta	Muestreo complementario	08:00 - 22:30	Vladimir Murillo (IFOP) Jaime Cursach (IFOP) Nilda Paredes (Asesora IFOP)



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Unidad de Ediciones y Producción
Blanco 839, Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl