

Informe Final

Proyecto FIP 2005 -15

Evaluación ambiental y sanitaria de la acuicultura de pequeña escala

Junio de 2007

Indice General

I. Resumen Ejecutivo	1
II. Antecedentes.	6
II.1 La acuicultura de pequeña escala en Chile	7
II.2 Aspectos ambientales y sanitarios de la acuicultura	11
II.2.1. Cultivo de algas	12
II.2.2. Cultivo de moluscos	13
II.2.3. Cultivo de peces	15
II.2.4. Impactos ambientales y sanitarios	16
III. Objetivos.	18
III.1. Objetivo general	18
III.2. Objetivos específicos	18
IV. Metodología	19
IV.1 Ajustes metodológicos	20
IV.1.1. Grupo de expertos	20
IV.1.2. Zonas de estudio y recursos seleccionados	21
IV.1.3. Diseño muestral	24
IV.1.4. Variables ambientales y sanitarias	25
IV.1.5. Otra información analizada	28
IV.2. Campaña de terreno	28
IV.3 Aspectos legales	34

V. Resultados	39
V.1 Caracterización ambiental y sanitaria de la APE	39
V.1.1. Grupo de expertos	39
V.1.2. Normativa asociada a la APE	40
V.1.2.1. Normativa nacional	40
V.1.2.1.1 Mandatos, prohibiciones, condiciones o restricciones.	40
V.1.2.1.2. Procedimientos administrativos	46
V.1.2.1.3. Instrumentos y métodos técnicos de gestión	50
V.1.2.1.4. Mecanismos de fiscalización, control y sanción	57
V.1.2.2. Situación de la APE en otros países	60
V.1.3. Caracterización ambiental y sanitaria de los ciclos productivos de los tipos de cultivos APE	71
V.1.4. Matriz de impactos ambientales y sanitarios de la APE	76
V.1.5. Análisis y discusión de resultados obtenidos	85
V.2. Selección de parámetros, variables e indicadores	89
V.2.1. Selección de parámetros, variables e indicadores	89
V.2.2. Pertinencia y factibilidad	89
V.2.3. Costos asociados a los registros ambientales y sanitarios	91
V.2.3.1. Calidad del agua (aguas continentales)	92
V.2.3.2. Análisis de sedimentos	93
V.2.3.3. Análisis sanitario de moluscos	94
V.2.3.4. Análisis sanitario de peces	94
V.3. Protocolo ambiental y sanitario	98
V.3.1. Selección de áreas de estudio, protocolo ambiental y diseño de muestreo	98
V.3.2. Registros de terreno	98
V.3.2.1. Profundidad, pH, Eh y materia orgánica	98
V.3.2.2. Granulometría	103
V.3.2.3. Macroinfauna	105
V.3.2.3.1. Ba. Calderilla	105
V.3.2.3.2. Ba. Inglesa	108
V.3.2.3.3. Ba. Tongoy	111
V.3.2.3.4. Nehuentué (Puerto Saavedra)	113
V.3.2.3.5. Cochamó	114
V.3.2.3.6. Ia. Puluqui	117
V.3.2.3.7. Río Maullín	120
V.3.2.3.8. Canal Dalcahue	123
V.3.2.3.9. Estero Yaldad	126
V.3.3. Componentes físico-químicos y ecológicos del sedimento y sus relaciones	129
V.3.3.1. pH, Eh y MO	129
V.3.3.2. Riqueza específica (S) y Abundancia (N) v/s Eh y MO	137
V.3.3.3. Relación de índices ecológicos v/s Eh	144



V.3.3.4.	Estructura comunitaria	146
V.3.3.5.	Análisis de componentes principales	148
V.3.4.	Muestras sanitarias	153
V.3.5.	Información ambiental (INFAs) en las zonas de estudio	154
V.3.5.1.	Ba. Calderilla	154
V.3.5.2.	Ba. Inglesa	155
V.3.5.3.	Ba. Tongoy	155
V.3.5.4.	Nehuentué (Puerto Saavedra)	155
V.3.5.5.	Cochamó	155
V.3.5.6.	la. Puluqui	156
V.3.5.7.	Río Maullín	156
V.3.5.8.	Canal Dalcahue	156
V.3.5.9.	Estero Yaldad	157
V.3.6.	Producción de las zonas de estudio.	157
V.3.7.	Producción valorizada	160
V.3.8.	Análisis y discusión de los resultados obtenidos	162
V.3.8.1.	Macroinfauna	162
V.3.8.2.	Parámetros ambientales y macroinfauna	162
V.3.8.3.	Consideraciones respecto a la satisfacción del criterio de calidad ambiental en los sedimentos.	166
V.3.8.4.	Resultados de terreno v/s INFAs	171
V.3.8.5.	Información disponible para las zonas de estudio	171
V.4.	Estructura y manejo de la información ambiental y sanitaria de la APE	173
V.4.1.	Requerimientos de información y base de datos	173
V.4.2.	Descripción y selección de sistemas de administración de información y costos asociados	174
V.4.2.1.	Justificación de PHP y Microsoft SQL Server para aplicación y base de datos APE	174
V.4.2.1.1	El Lenguaje de Desarrollo	176
V.4.2.1.2.	La Base de Datos	178
V.4.2.1.3.	El Servidor Web	180
V.4.3.	Desarrollo piloto y manual de uso	182
V.4.3.1.	Instalación del Sistema (Módulo de Gestión)	182
V.4.3.2.	Instalación de Base de Datos.	187
V.4.3.2.1.	Ingreso al sistema.	188
V.4.3.2.	Cargar Archivo.	191
V.4.3.2.3.	Menú Principal.	193
V.4.3.2.4.	Revisar y aprobar archivos de los estudios.	194
V.4.3.2.5.	Reportes y Consultas (Módulo de Difusión)	200
V.4.3.2.6.	Administrar los usuarios del sistema.	213
V.4.3.2.7.	Terminar la sesión.	217

V.4.3.2.8. Estructura del Archivo .XLS.	217
V.5. Manual de buenas prácticas ambientales	220
V.5.1. Aspectos generales	220
V.5.2. Aspectos específicos	220
V.5.2.1. Sobre la generación y el manejo de residuos	220
V.5.2.2. Sobre las prácticas de cultivo	221
V.5.2.2.1. Moluscos	221
V.5.2.2.2. Trucha arcoiris	221
V.5.2.3. Sobre el uso de fármacos	222
V.6. Otras actividades complementarias del estudio	223
V.6.1. Actividades de difusión	223
V.6.2. Taller de especialistas y recomendaciones	223
V.6.2.1. Sobre la definición formal de la APE	223
V.6.2.2. Sobre las exigencias ambientales y sanitarias para la APE	224
V.6.2.3. Sobre el papel del Estado y las instituciones públicas	225
V.6.3. Taller de capacitación para uso de base de datos APE	225
V.6.4. Registro fotográfico	226
VI. Discusión general	227
VI.1. Impactos ambientales y sanitarios de la APE: fiscalización, control y sanción.	229
VI.2. Impactos ambientales y sanitarios de la APE: gestión y asociatividad	232
VII. Conclusiones	235
VII.1. Conclusiones generales	235
VII.2. Aspectos legales	235
VII.3. Aspectos ambientales y sanitarios	236
VII.3. Manejo de información	239
VII.4. Gestión administrativa	239



TERRAMAR

Estudios Territoriales

Proyecto FIP 2005-15

Evaluación ambiental y sanitaria de la acuicultura de pequeña escala

Informe Final

v

Junio de 2007

VIII. Propuesta de adecuación de exigencias ambientales y sanitarias para la APE y elementos útiles para la creación del estatuto correspondiente	240
VIII.1. Introducción	240
VIII.2. La propuesta y sus fundamentos	241
VIII.3. Estructura de la propuesta	243
VIII.4. Marco conceptual	244
VIII.4.1. Aspectos ambientales y sanitarios generales de la acuicultura	244
VIII.4.2. Marco general de la acuicultura en Chile	247
VIII.4.3. Definición operacional de la APE	248
VIII.5. Ajustes y simplificaciones	251
VIII.5.1. Concesiones, permisos y pago de patente	252
VIII.5.2. Aspectos ambientales y sanitarios	252
VIII.5.2.1. Aspectos Ambientales	253
VIII.5.2.2. Impacto ambiental de la APE	261
VIII.5.2.3. Aspectos sanitarios	262
VIII.5.2.4. Costos económicos asociados	263
VIII.6. Condicionantes	265
VIII.6.1. Asociatividad	265
VIII.6.2. Instrumentos de Fomento	266
VIII.6.3. Otros complementos económicos	268
VIII.7. Discusión	269
VIII.8. Conclusiones	274
VIII.9. Sugerencias de iniciativas para viabilizar la APE	277
VIII.10. Sugerencias de ajustes reglamentarios	279
VIII.10.1. Modificaciones a la Resolución (Subpesca) N° 3.411/2006.	279
VIII.10.2. Modificaciones al Reglamento Ambiental para la Acuicultura	279
IX. Literatura Citada	280

Indice de Tablas

Tabla 1. _____	21
Zonas de estudio elegidas.	
Tabla 2. _____	24
Zonas de estudio y recursos considerados en el análisis sanitario, por tipo de ambiente.	
Tabla 3. _____	25
Zonas de estudio, número y carácter de las estaciones de muestreo y recurso considerado.	
Tabla 4. _____	26
Variables, unidades y metodologías o equipos utilizados para la caracterización ambiental de las zonas de estudio.	
Tabla 5. _____	26
Variables y metodologías utilizadas en la caracterización de aguas continentales.	
Tabla 6. _____	27
Análisis sanitarios y metodologías empleadas en el estudio.	
Tabla 7. _____	29
Cartografía de apoyo utilizada en el estudio.	
Tabla 8. _____	34
Documentos legales incluidos en la revisión.	
Tabla 9. _____	39
Listado de especialistas invitados a participar en el estudio.	
Tabla 10. _____	41
Mandatos, prohibiciones, condiciones o restricciones, para la acuicultura, en lo ambiental y sanitario.	
Tabla 11. _____	47
Instrumentos jurídicos, procedimientos administrativos para la acuicultura, en lo ambiental y sanitario.	

Tabla 12.	Instrumentos y métodos técnicos de gestión.	51
Tabla 13.	Mecanismos de fiscalización, control y sanción en la acuicultura.	58
Tabla 14.	Fases productivas de los diferentes cultivos de la APE, por tipo de ambiente.	75
Tabla 15.	Presencia/Ausencia de impactos ambientales APE, por tipo de cultivo, componente ambiental, carácter y tipo (Ambiental, A; Sanitario, S).	78
Tabla 16.	Valoración de impactos ambientales (etapas de cultivo) producidos por la APE, por tipo de cultivo. Componente Agua.	81
Tabla 17.	Valoración de impactos ambientales (etapas de cultivo) producidos por la APE, por tipo de cultivo. Componente Suelo (sedimentos).	82
Tabla 18.	Valoración de impactos ambientales (etapas de cultivo) producidos por la APE, por tipo de cultivo. Componente Biota.	83
Tabla 19.	Valoración de impactos ambientales (etapas de cultivo) producidos por la APE, por tipo de cultivo. Componente Sociocultural.	84
Tabla 20.	Costos de los análisis de aguas.	92
Tabla 21.	Costos de análisis de sedimentos.	93
Tabla 22.	Costos de análisis sanitario de moluscos.	94

Tabla 23.	_____	95
Costos de análisis sanitario de peces.		
Tabla 24.	_____	100
Registros y mediciones de terreno, para las zonas estudiadas. a) Verano b) Invierno.		
Tabla 25.	_____	135
Resultados del ANOVA de 2 factores (Temporalidad = Verano-Invierno; Estación = estaciones de muestreo; excepto ⁽¹⁾) para pH y Eh (Potencial REDOX) registrados en las distintas localidades. Sólo se entrega una referencia de la tendencia de los valores de Verano (V) e Invierno (I) cuando el factor Temporalidad fue significativo (*= P<0,05; **=P<0,01; ***=P<0,001; ns= P>0,05).		
Tabla 26.	_____	136
Resultados del t de student (Temporalidad = Verano-Invierno) para la materia orgánica (MO) estimada para las distintas localidades. Sólo se entrega una referencia de la tendencia de los valores de Verano (V) e Invierno (I) cuando la prueba resultó significativa (*= P<0,05; **=P<0,01; ***=P<0,001; ns= P>0,05).		
Tabla 27.	_____	143
Resultados del ANOVA de 2 factores (Temporalidad = Verano-Invierno; Estación = estaciones de muestreo; excepto ⁽¹⁾) para la abundancia (N) y la riqueza específica (S) de la macroinfauna presente en las distintas localidades estudiadas. Sólo se entrega una referencia de la tendencia de los valores de Verano (V) e Invierno (I) cuando el factor Temporalidad fue significativo (*= P<0,05; **=P<0,01; ***=P<0,001; ns= P>0,05).		
Tabla 28.	_____	149
Resumen del análisis de Componentes Principales (2 primeros componentes), para los parámetros monitoreados en verano e invierno.		
Tabla 29.	_____	153
Prevalencia de las distintas alteraciones en mitílidos.		
Tabla 30.	_____	158
Producción APE para 2004 y 2005, para algunas de las localidades de estudio.		
Tabla 31.	_____	159
Superficie APE y producción promedio anual para las zonas de estudio.		

Tabla 32.	_____	160
Producción APE valorizada para 2004 y 2005, para algunas de las localidades de estudio.		
Tabla 33.	_____	161
Producción promedio anual para las zonas de estudio, valorizada.		
Tabla 34.	_____	176
Costos para implementar un sistema Web según los diferentes tipos de arquitectura de sistema.		

Indice de Figuras

Figura 1. _____	107
Información ambiental para Ba. Calderilla. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.	
Figura 2. _____	110
Información ambiental para Ba. Inglesa. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.	
Figura 3. _____	112
Información ambiental para Ba. Tongoy. Estaciones de muestreo y registros de terreno (verano e invierno).	
Figura 4. _____	116
Información ambiental para Cochamó. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.	
Figura 5. _____	119
Información ambiental para la. Puluqui. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.	
Figura 6. _____	122
Información ambiental para Río Maullín. Estaciones de muestreo y registros de terreno (verano e invierno).	
Figura 7. _____	125
Información ambiental para Canal Dalcahue. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.	
Figura 8. _____	128
Información ambiental para Estero Yaldad. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.	
Figura 9. _____	130
Relación entre Eh y MO para todas las estaciones de muestreo, en verano.	
Figura 10. _____	130
Relación entre Eh y MO para todas las estaciones de muestreo, en invierno.	

Figura 11. _____	131
Relación entre pH y Eh para todas las estaciones de muestreo, en verano.	
Figura 12. _____	132
Relación entre pH y Eh para todas las estaciones de muestreo, en invierno.	
Figura 13. _____	132
Relación entre MO y pH para todas las estaciones de muestreo, en verano.	
Figura 14. _____	133
Relación entre MO y pH para todas las estaciones de muestreo, en invierno.	
Figura 15. _____	138
Relación entre MO v/s (a) abundancia y (b) riqueza específica, para todas las estaciones, en verano.	
Figura 16. _____	139
Relación entre MO v/s (a) abundancia y (b) riqueza específica, para todas las estaciones, en invierno.	
Figura 17. _____	141
Relación entre Eh v/s (a) abundancia y (b) riqueza específica, para todas las estaciones, en verano.	
Figura 18. _____	142
Relación entre Eh v/s (a) abundancia y (b) riqueza específica, para todas las estaciones, en invierno.	
Figura 19. _____	144
Relación entre Eh v/s (a) índice de Shannon (H'), (b) índice de Simpson ($1-\lambda$) y c) índice de Pielou, en verano.	
Figura 20. _____	145
Relación entre Eh v/s (a) índice de Shannon (H'), (b) índice de Simpson ($1-\lambda$) y c) índice de Pielou, en invierno.	
Figura 21. _____	147
Agrupamiento de las estaciones de todas las estaciones de muestreo, (a) verano, (b) invierno. En azul las estaciones de la zona Norte y en rojo las de la zona Sur.	

Figura 22. _____ 148

Agrupamiento de todas las estaciones de muestreo, ambas campañas juntas. En azul las estaciones de la zona Norte y en rojo las de la zona Sur.

Figura 23. _____ 150

Análisis de componentes principales para los parámetros físico-químicos y biológicos (ecológicos) registrados en verano. a) y b) indican incluida y excluida la granulometría del sedimento, respectivamente (en rojo se indican los puntajes $>0,700$ dentro de cada componente). G = grava; AMG = arena muy gruesa; AG = arena gruesa; AM = arena media; AF = arena fina; AMF = arena muy fina; L/A = limo/arcilla; Eh = potencial redox; MO = materia orgánica; S = Riqueza Específica; H' = Índice de Shannon; $1-\lambda$ = Índice de Simpson; E1 = Índice de Pielou.

Figura 24. _____ 152

Análisis de componentes principales para los parámetros físico-químicos y biológicos (ecológicos) registrados en invierno. a) y b) indican incluida y excluida la granulometría del sedimento, respectivamente (en rojo se indican los puntajes $>0,700$ dentro de cada componente). G = grava; AMG = arena muy gruesa; AG = arena gruesa; AM = arena media; AF = arena fina; AMF = arena muy fina; L/A = limo/arcilla; Eh = potencial redox; MO = materia orgánica; S = Riqueza Específica; H' = Índice de Shannon; $1-\lambda$ = Índice de Simpson; E1 = Índice de Pielou.

Indice de Anexos

ANEXO I

Carta de autorización para reemplazo en equipo de trabajo

ANEXO II

Reuniones de coordinación y difusión realizadas

ANEXO III

Listados de enfermedades I y II de la OIE (Año 2005)

ANEXO IV

Coordinaciones con Servicio Nacional de Pesca

ANEXO V

Detalle de la Normativa

ANEXO VI

Climatogramas

ANEXO VII

Granulometría

ANEXO VIII

Macrofauna

ANEXO IX

Análisis histopatológico de mitílidos

ANEXO X

Informe sanitario de peces

ANEXO XI

Explicación de campos de cartografía digital (Base de Datos y Estaciones de muestreo)

Participantes en el Estudio

- Diego Martínez Neira: Jefe de Proyecto. Coordinación, aspectos ambientales, sanitarios y legales, campaña de terreno, difusión.
- Eugenia Valdebenito Flores: aspectos ambientales y sanitarios, campaña de terreno.
- Pamela Alvarez Montoya: aspectos ambientales, sanitarios y campaña de terreno.
- Domingo Lancellotti Giganti: aspectos ambientales, análisis de sedimentos.
- Rodrigo Rojas Araya: aspectos sanitarios.
- Jorge León Muñoz: aspectos ambientales.
- Sergio Praus García: aspectos legales y normativos.
- Walton Edwards¹: base de datos
- Ruperto Cabello Bravo: base de datos
- Hernán Benavides Olguín: cartografía y dibujo.

¹ Se adjunta la carta de autorización del FIP para realizar el reemplazo de Jessica Acevedo. Anexo I.

I. Resumen Ejecutivo

A partir de la Política Nacional de Acuicultura, en el año 2003, se formaliza el deseo de contar con un estatuto diferenciado para la Acuicultura de Pequeña Escala, APE, para potenciar el acceso a la actividad, entendido esto como una forma de equidad. Para ello es necesario caracterizar previamente al grupo de interés. En ese sentido, se realizó una caracterización social y productiva de los acuicultores de pequeña escala en el Proyecto FIP 2004-26, Diagnóstico de la acuicultura de pequeña escala en Chile, donde también se propuso una definición operacional inicial del subsector. El segundo acercamiento a la elaboración de un estatuto para la APE, corresponde a este estudio, Proyecto FIP 2005-15, Evaluación ambiental y sanitaria de la acuicultura de pequeña escala, donde se describe la situación de este grupo en cuanto a los aspectos mencionados.

En lo ambiental, se realizaron dos campañas de terreno, en verano e invierno, de un mes de duración cada una, registrando información de sedimentos marinos relativa a pH, potencial redox (Eh), contenido de materia orgánica, granulometría y macroinfauna, en nueve localidades costeras en las regiones tercera (Ba. Calderilla y Ba. Inglesa), cuarta (Ba. Tongoy), novena (Nehuentué-Puerto Saavedra) y décima (Cochamó, Ia. Puluqui, Río Maullín, Canal Dalcahue y Estero Yaldad), en las que se realiza cultivo de pelillo, ostión del norte, choro zapato y chorito. Además, en un centro piscícola de truchas, en la novena región (Loncoche), se realizó análisis de aguas. También, para los distintos recursos cultivados y sus etapas de cultivo, se realizó una evaluación de sus potenciales impactos ambientales, los que resultaron mayormente compatibles con el medio o, en algunos casos, moderados; atendiendo los niveles de producción y contribución relativa de la acuicultura de pequeña escala dentro del total de la acuicultura nacional.

En lo sanitario, se tomaron muestras de 60 individuos de chorito (Ia. Puluqui, Canal Dalcahue, Estero Yaldad), choro zapato (Nehuentué) y trucha (Loncoche), en la campaña de verano. Todos los mitílidos se encontraron sanos y los peces fueron positivos para el IPNv.

En cuanto a los aspectos legales, a partir de la revisión de la normativa nacional vinculada a la actividad, se concluye lo que ha sido señalado en revisiones similares: que existen muchas regulaciones para el sector, varias de las cuales son desconocidas por los pequeños productores y de dudoso cumplimiento en la práctica. Al respecto se sugieren algunos ajustes y simplificaciones normativas que podrían viabilizar el acceso, mantención y desarrollo de la actividad acuícola de pequeña escala.

Los resultados obtenidos en las dos campañas de terreno, mostraron que existen claras diferencias, algunas estadísticamente significativas, entre la situación de verano e invierno, dentro y entre las localidades de estudio, en características tales como contenido de materia orgánica y potencial redox en sedimentos, principalmente. Además, las diferencias entre localidades fueron más acentuadas en la zona sur que en la zona norte. Como patrón global, en la zona norte, tercera y cuarta regiones, los valores de materia orgánica son menores y los valores de potencial redox tienden a ser más positivos. En la zona sur ocurre lo contrario, los contenidos de materia orgánica son mayores y los valores de potencial redox más negativos. Los métodos analíticos y estadísticos utilizados permiten discriminar claramente la zona norte de la zona sur, aspecto que puede ser útil para realizar una administración diferenciada con base en las características territoriales de los diferentes sistemas.

Otro aspecto interesante detectado, es el efecto diferencial sobre el contenido de oxígeno en los sedimentos, dependiendo si el cultivo predominante de una localidad corresponde a pelillo o a moluscos filtradores. Desde ese punto de vista, parece recomendable que los cultivadores de pelillo sean eximidos del requerimiento de presentar información ambiental referida al contenido de oxígenos en los sedimentos.

En relación a lo anterior, se debe agregar que el entorno geográfico, la dinámica natural de los ecosistemas donde se realizan las actividades de cultivo y la situación de uso y concurrencia de distintos actores en el borde costero de las diferentes localidades estudiadas, también sugieren influencias en la situación ambiental particular de cada localidad.

Un hallazgo del estudio correspondió a las diferencias en la información de bases de datos de INFAs, producción y cartografía, entregada por actores institucionales para las localidades de estudio, para un mismo año, y algunas veces para un mismo sector. A partir de esto, se hace necesario considerar la mantención de una base de datos unificada, actualizada y validada para poder examinar con propiedad y realizar análisis que permitan extraer conclusiones de mayor utilidad y validez para fines de administración. Esto sin duda también involucra un apropiado control y filtro de la información en el registro de datos en terreno que es entregado a la autoridad.

Como parte del estudio, fue elaborada una base de datos relacional piloto con la información levantada en terreno, que permite, en diferentes niveles de integración territorial (región, provincia, comuna, localidad y sitio), caracterizar las condiciones ambientales de acuerdo a las variables e indicadores considerados en este trabajo.

El análisis ambiental sugiere discutir el criterio de calidad ambiental establecido en el Reglamento Ambiental de la Acuicultura (RAMA), en cuanto a su forma de satisfacción formal y pertinencia; para la acuicultura en general y para la APE en particular. Relacionado a lo anterior, no es explícita la forma en que la evaluación de la información ambiental solicitada es considerada en la decisión administrativa respecto de la calificación ambiental de un centro de cultivo.

En cuanto a la pertinencia de lo de los requerimientos mínimos de información ambiental exigible a la APE, se hacen algunas sugerencias sobre la adecuación de éstas, y se propone el reemplazo de la exigencia de materia orgánica por la de potencial redox como variable de aproximación.

En lo relativo a los costos involucrados en el levantamiento de información ambiental y sanitaria para los productores APE, se propone que sea posible la realización de muestreos globales colectivos, donde el criterio sea un abaratamiento de los costos individuales (por concesionario) sin perder oportunidad ni calidad en la información, al tiempo que permita cumplir con las exigencias correspondientes, se complete el conocimiento de las zonas donde se realiza la actividad y mejoren las posibilidades de permanencia y desarrollo dentro de la actividad.

Como corolario al estudio y la información analizada, se presenta una propuesta con fundamentos y elementos útiles para la elaboración del estatuto APE; donde este es concebido no sólo como un cuerpo normativo, sino más bien como un conjunto de herramientas que permitan conjugar los objetivos de la Política Nacional de Acuicultura, en cuanto a reforzar y potenciar las distintas facetas que involucra el desarrollo de la actividad acuícola, tomando en cuenta las particularidades culturales de los grupos humanos que las desarrollan, el tipo de recurso que cultivan y sus singularidades geográficas.

Como conclusiones generales del estudio se puede señalar que:

- Actualmente, las exigencias ambientales y sanitarias aplicables para la acuicultura no son del todo pertinentes para los productores de pequeña escala, considerando tanto las complejidades formales de éstas, los costos asociados a los análisis requeridos, los niveles de actividad y contribución relativa a la producción nacional de la APE, y las características socioeconómicas y culturales mayoritarias de los grupos humanos y comunidades vinculadas a ella.
- Sería apropiado adecuar la normativa exigible para el subsector; tanto en los requerimientos como en la forma de satisfacerlos.
- Una forma de viabilizar el cumplimiento de ambos requerimientos de manera razonable y alcanzable, podría ser la realización de muestreos asociativos entre pequeños productores concurrentes por cuerpos de agua o localidades geográficas acotadas.

- Es necesario definir claramente la APE de modo que dicha definición pueda hacerse operativa a partir de un estatuto particular. Si bien es cierto existen elementos para una definición amplia, esta necesita ser acotada y convenientemente explicitada.
- Para una definición apropiada de la APE es recomendable, además de considerar criterios respecto del tipo de recurso cultivado, la superficie concesionada y las producciones máximas estimadas, incorporar las características socioculturales que enmarcan a los diferentes grupos humanos vinculados a la actividad a lo largo del país, de modo que la eventual ayuda destinada al grupo por medio de instrumentos y mecanismos de fomento y otros, sea captada por quienes realmente la necesiten y no se preste para vulnerar la actividad por quienes tienen acceso directo al capital y pueden realizar la actividad sin soporte del Estado.
- Por otro lado, el estatuto que se elabore debiera ser capaz de reconocer y discriminar los diferentes grados de carencia y necesidad de apoyo que existe dentro de los cultivadores de pequeña escala, pudiendo asociar a éste una batería de instrumentos y mecanismos ajustados a esas diferentes realidades, mejorando así la equidad dentro del grupo de interés.
- Se debe agilizar la elaboración y la discusión del estatuto para la acuicultura de pequeña escala.

II. Antecedentes.

La Política Nacional de Acuicultura (PNA; D.S. 125/2003) establece los lineamientos y directrices para el desarrollo de la acuicultura, tomando en cuenta los ámbitos económico, ambiental, sanitario, de equidad, institucional, de investigación y capacitación. Sobre el particular y en el marco de lo referido a la equidad, se incluye como uno de sus objetivos el reconocimiento formal de la acuicultura de pequeña escala o artesanal, que por su importancia social y cultural debe tener un tratamiento diferenciado que conduzca a mejorar el acceso a la actividad, bajo condiciones que favorezcan la igualdad de oportunidades a todos los interesados. Considerando la relevancia del tema, se ha incorporado la creación del Estatuto de la Acuicultura de Pequeña Escala (APE), como una de las cinco acciones prioritarias de la PNA. En ese contexto, buscando la consolidación de la APE, se diseñarán y/o fortalecerán i) instrumentos de fomento que favorezcan la igualdad de oportunidades de acceso a la actividad (facilitando el acceso a la educación, la capacitación y la información), así como ii) instancias e instrumentos de apoyo técnico, comercial, legal y financiero.

En ese ámbito, el presente estudio entrega antecedentes relativos a los aspectos ambientales y sanitarios involucrados en la actividad acuícola en general, y de pequeña escala en particular en nuestro país; útiles para definir la pertinencia y factibilidad de los requerimientos por los cuales se rige la APE actualmente.

II.1 La acuicultura de pequeña escala en Chile

En nuestro país, desde hace más de dos décadas, la acuicultura ha sido una actividad en constante aumento y se espera que dicha tendencia se mantenga en el futuro. Por otra parte, la actividad acuícola es desarrollada por grandes, medianos y pequeños productores.

Estos últimos corresponden a lo que ha sido denominado Acuicultura de Pequeña Escala (APE). Así, la APE es una actividad que involucra a particulares, a agrupaciones legalmente constituidas y a comunidades locales; que cuenta con una implementación de baja inversión dado su escaso capital de trabajo, con productos de bajo nivel de elaboración, asociada a un cierto grado de informalidad en el ejercicio de la actividad, y donde predominan los cultivos extensivos por sobre los intensivos.

Sin embargo, pese a que la definición operacional oficial continúa en un proceso de ajuste, como parte de un estudio anterior, se ha consensuado que, para que la acuicultura califique como de pequeña escala, en el caso de las concesiones, la superficie total por persona (particular o socio de una organización) no debe exceder las 10 hectáreas. En el caso de los titulares particulares, se asocia a este criterio de área, un bajo nivel tecnológico y de inversión, además de menos de 5 trabajadores permanentes y una facturación menor a 2.400 UF (microempresario). Este último criterio es el que define la pertenencia a la APE en el caso de las autorizaciones de acuicultura, además de tener una producción que no supere las 8 ton/año. Se agrega a esta definición, para el mar, que la producción no supere las 500 t/año en el caso de las algas, y las 300 t/año, en el caso de los moluscos; así como que el cultivo corresponda a especies nativas dentro de su rango de distribución geográfica².

Vale la pena destacar que el 6 de Julio de 2005 se aprobó el reglamento de actividades de acuicultura en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB; D.S.314/2004

² Estudio FIP 2004-26: Diagnóstico de la acuicultura de pequeña escala en Chile. GESAM Consultores.

MINECON), que permite suponer un aumento en el mediano plazo de la actividad acuícola de pequeña escala.

Detallando más su forma de ocurrencia y características, debe agregarse que los productores APE utilizan áreas marítimas (algas y moluscos) y terrestres (crustáceos y peces) a lo largo del país (hasta aquí, con excepción de las regiones segunda, metropolitana y duodécima); cultivando 9 recursos correspondientes a 6 moluscos (ostión del norte, chorito, choro zapato, cholga, ostra chilena, ostra japonesa), 1 crustáceo (camarón de río del norte), 1 pez (trucha arcoiris) y 1 alga roja (pelillo). De estas 9 especies, la ostra japonesa y la trucha, son especies introducidas, y en ese sentido, constituyen una excepción a la regla en cuanto a “*ser especies nativas dentro de su rango de distribución geográfica*”. El estudio FIP 2004-26, catastró como operativos 840 centros³, que tienen un total de 2.708 ha concesionadas, de las cuales el 49% (1.326 ha.) se destina a cultivo del pelillo, el 30% (806 ha.) a cultivo de chorito, y el 13% (346 ha.) a cultivo de ostiones. Es decir, actualmente la APE corresponde a cultivos de moluscos filtradores y pelillo (92% del área total concesionada, según registro al año 2004).

En términos de ventas, la APE genera alrededor de \$3.776 millones (US\$ 7 millones, aproximadamente), de los cuales el 59,8% corresponde a ventas de chorito y el 14,2% a ventas de pelillo. Sumados los ostiones, estas tres especies representan el 90% de las ventas hechas por la APE. Para estos recursos, los cultivos están mayormente orientados a abastecer mercados extranjeros. Entre un 94 y un 99% de los titulares corresponden a microempresarios (con ventas de menos de 2.400 UF/año). En relación al total de la acuicultura nacional, y como promedio para todos los recursos cultivados, los ingresos producidos por la APE representan el 0,39% de éstos (tomando como referencia US\$ 1.800 millones). Sin embargo, en términos relativos respecto de la producción nacional total, recurso a recurso, la producción de la APE puede ser muy importante (chorito, pelillo, ostra japonesa, más del 65% del total), llegando a representar hasta el 100% de la producción nacional (cómo en el caso del camarón de río del norte).⁴

³ De superficie hasta 6 ha.

⁴ FIP 2004-26 op. cit.

El 81,3% (N=683) de los centros catastrados está concesionado a particulares, y el 16,6% (N=139) a organizaciones; el resto (N=18) corresponde a otros tipos de propiedad. La superficie promedio concesionada a particulares es de 1.5 ha/titular, alcanzando una superficie promedio de 13 ha en el caso de las organizaciones (aunque esta disminuye notoriamente cuando se expresa en ha/socio). El 86% de las concesiones se encuentra en la décima región y el 88% de los centros es monocultivo. En la décima región se encuentra el 66,5% del área total concesionada (1.801 ha). El grado de informalidad en la actividad alcanza el 16%⁵

En relación a las características socioeconómicas de las personas y grupos humanos ligados a la APE, hay notorias diferencias entre el porcentaje de indigentes, pobres y no pobres que trabajan en la actividad, dependiendo del recurso que se cultive. El mayor porcentaje de pobres (53%) e indigentes (30%) trabaja en el pelillo. En el caso del chorito los no pobres alcanzan al 76% y en el caso del ostión se eleva al 100%. Concomitantemente, pelillo y chorito son los tipos de cultivo que demandan mayor número de trabajadores totales (84% en total ambos cultivos; N=3.570 personas y N=1.625 trabajadores, respectivamente; $N_{\text{Total APE}} = 6,196$)⁶. Respecto del total de empleos generados de modo directo por la acuicultura nacional (N estimado = 25.000 empleos⁷), la APE representa el 25% de éstos.

Otro rasgo característico de la APE, es que la asociatividad es baja y su poder de negociación, escaso.⁸

Ambientalmente, de acuerdo a los requerimientos de la Ley 19.300⁹ y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental¹⁰ (D.S. 95/2001, RSEIA), para la APE, sólo en algunos casos, las

⁵ FIP 2004-26 op.cit.

⁶ De acuerdo a ficha CAS-2. FIP 2004-26.

⁶ Estimado a partir de Subpesca 2006; entre 20.000 y 30.000 empleos directos.

⁸ FIP 2004-26 op. cit.

⁹ Artículo 10 n) y Artículo 11

¹⁰ Artículo 3 n)

organizaciones y los particulares deben someterse al SEIA¹¹. De modo general, la acuicultura, además, debe cumplir con lo establecido en el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (D.S. 320/2001, RAMA), detallado en su aplicación en la Resolución acompañante 404/2003¹²; y con lo dispuesto Reglamento Sanitario para la Acuicultura (D.S. 319/2001, RESA) y el Reglamento de Plagas Hidrológicas (D.S. 345/2005, REPLA). Se suman a esto, las disposiciones de la Armada de Chile, por medio de la Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR).

Lo señalado en párrafos anteriores no está reflejado formalmente en un reconocimiento y diferenciación de las escalas en las que esta actividad se realiza, así como las obligaciones que cada una conlleva. De este modo, la acuicultura de pequeña escala permanece en el mismo *status* que aquella desarrollada a nivel industrial. Algo que no ocurre en otras áreas productivas, como es el caso del sector pesquero extractivo.

En la práctica, esto significa que, independientemente de las escalas de producción, del área geográfica, de la personalidad natural o jurídica que tengan los cultivadores, todos ellos deben cumplir con los mismos requisitos legales y técnicos que exige la normativa vigente, entre los que están los ambientales y los sanitarios.

Es así que el propósito principal de este trabajo sea indagar y evaluar la pertinencia y oportunidad de los requerimientos ambientales y sanitarios que actualmente rigen para la APE, de modo que ellos reflejen los criterios establecidos en la Política Nacional de Acuicultura, y permitan contar con elementos para elaborar un estatuto apropiado para el subsector.

¹¹ FIP 2004-26 op. cit.

¹² Que a partir del 29 de Junio de 2007 será reemplazada por la Resolución (Subpesca) N° 3.411/2006.

II.2 Aspectos ambientales y sanitarios de la acuicultura

La acuicultura es una actividad productiva que crecientemente adquiere importancia en todo el mundo, incrementando su participación en relación a los desembarques pesqueros, que tienden a mantenerse estables en sus capturas, si no a disminuir.

Por sus características, la acuicultura es una actividad que interactúa estrecha y directamente con el medio ambiente natural, utilizando recursos e influyendo el entorno donde se localiza¹³.

En términos generales, tanto el cultivo de peces en jaulas flotantes como el de moluscos en bandejas o en *long-lines* tienen impactos sobre el ambiente circundante, tanto a escala local como en escalas mayores. El impacto más importante de estos cultivos es sobre el fondo marino, generalmente sobre un área localizada inmediatamente bajo las instalaciones. Sin embargo, el impacto acumulativo de numerosos centros en un mismo cuerpo de agua puede llegar a ser muy significativo¹⁴.

Por otro lado, los diferentes tipos de organismos cultivados producen desechos metabólicos, que en el caso de los solubles se mantienen en la columna de agua, mientras que los sólidos decantan al sedimento. El potencial enriquecimiento orgánico del ecosistema bentónico implica un mayor consumo de oxígeno y la eventual formación de sedimentos anóxicos. Por otro lado, en la columna de agua, el enriquecimiento extremo con nutrientes solubles como el nitrógeno y el fósforo puede provocar la eutroficación de los cuerpos de agua. En asociación con esto se pueden desencadenar florecimientos algales potencialmente dañinos tanto para los organismos silvestres como para aquellos cultivados¹⁵. Respecto de lo último, como en Chile, también puede haber florecimientos que provocan perjuicios económicos en los productores y en la población humana, si episodios con consecuencias en la salud pública no son detectados y controlados a tiempo.

¹³ Buschman 2001, 1996.

¹⁴ Buschmann 2001, 1996; Woods et al. 2003; Wu 1995.

¹⁵ Bayulut 1991, Iwama 1991.

Existe evidencia de los efectos de concentraciones reducidas de oxígeno disuelto en fondos y aguas superficiales cercanas a los sitios de cultivo, debidas a la considerable demanda bioquímica de oxígeno producto de la liberación de desechos orgánicos y las demandas respiratorias de los organismos cultivados¹⁶.

Además, la introducción y transferencia de organismos con fines de cultivo puede alterar o empobrecer la biodiversidad y los recursos genéticos del ecosistema marino por medio del entrecruzamiento, la depredación, la competencia, la destrucción de hábitat y, posiblemente, la transmisión de parásitos y enfermedades¹⁷.

En Chile, hasta aquí, la gran parte de la APE se relaciona con el cultivo de moluscos filtradores (mitílidos y ostiones) y el cultivo de macroalgas, específicamente, pelillo. En el caso de los peces, el cultivo de truchas a pequeña escala es escaso.

Por otro lado, mucho de los centros APE de mitílidos se localizan en las mismas zonas geográficas y cuerpos de agua donde se encuentran cultivos de salmonídeos.

Los cultivos realizados por la APE corresponden genéricamente a i) algas (con características parciales de recolección), ii) moluscos filtradores, iii) crustáceos y iv) peces. Exceptuando a los crustáceos, se describen a continuación los aspectos ambientales y sanitarios pesquisados en la revisión bibliográfica, en función de los cultivos realizados por la APE, en cada caso.

II.2.1. Cultivo de algas

Las poblaciones de *Gracilaria*¹⁸ en Chile se encuentran en fondos arenosos a lo largo de la costa chilena. Esta especie forma un sistema de talos enterrados que se regeneran permanentemente. Parte de estos también se desprenden por acción de corrientes y mareas.

¹⁶ Bayulut 1991, Iwama 1991.

¹⁷ Bayulut 1991, Iwama 1991.

¹⁸ *G. chilensis* y *G. lemaneiformis*.

G. chilensis ha sido explotada desde los años '60, y a partir de los '80 comenzó a ser cultivada, dado el atractivo comercial del agar. La cosecha se realiza principalmente durante el período primavera-verano¹⁹.

En este tipo de cultivo, en Chile, la discusión ha girado en torno a los métodos de cultivo y la introducción de plástico y sus consecuencias en los procesos de sedimentación, y en la composición de la macrofauna (Buschmann 1996, 2001).

Quizá un aspecto relacionado que podría resultar negativo, es la gran superficie requerida para estos cultivos y las faenas propias de mantener esa extensión²⁰.

Algunos trabajos muestran el cultivo de pelillo, en un esquema de cultivos mixtos (policultivo) con mitílidos, como una práctica de eficiencia ambiental²¹ donde los metabolitos de los moluscos son aprovechados por las algas, teniendo como resultado ideal el aumento de sus rendimientos, favoreciendo un ciclo virtuoso en la producción.

II.2.2. Cultivo de moluscos

La liberación directa de nutrientes en la columna de agua por parte de moluscos filtradores en cultivos suspendidos (y también por la epibiota, *fouling*, acompañante) resulta ser una importante vía en los flujos de remineralización del ecosistema marino²². Así, bahías y sectores donde se localizan estos cultivos son concebidos como áreas resumideros de material particulado (orgánico e inorgánico) y fuente de nutrientes para la columna de agua²³. Sin embargo, su efecto neto en el balance químico, físico y biológico difiere de lugar en lugar. Mientras algunos autores muestran

¹⁹ La producción total de pelillo, alcanza las 31.278 t húmedas/año. Arturo Candia Poza, IFOP. (en: www.bioplanet.net/magazine/bio_novdic_2002/bio_2002_novdic_proyecto.htm; 29/09/06).

²⁰ En Río Maullín, existe una importante superficie destinada al cultivo de pelillo (307 ha) Sin embargo está atomizada en centenares de titulares con extensiones inferiores a 1 ha.

²¹ Retamales & Buschmann 1996.

²² Dame *et al.* 1985.

²³ Dame *et al.* 1989.

que la composición biogeoquímica del agua no varía significativamente entre áreas con cultivos y sectores alejados²⁴, otros señalan significativas bajas en la concentración de clorofila *a*, déficit de carbono orgánico particulado, aumento de nutrientes (i.e., amonio, fosfatos y silicatos) y estimulación de la nitrificación; todo esto, alterando los procesos biogeoquímicos en la columna de agua. A su vez, el efecto de estas alteraciones sobre la producción de los filtradores varía estacionalmente, desde un crecimiento limitado por la baja disponibilidad de fitoplancton/sobre pastoreo (otoño a primavera), a una sobreoferta de la productividad primaria (verano) fuertemente incrementada por un robustecido flujo de nutrientes desde el bentos. Aquí, previamente, la declinación de la biomasa planctónica hace decrecer la demanda de nutrientes (especialmente de amonio) favoreciendo la nitrificación y, eventualmente, la concentración de nitrato dentro de las zonas de cultivo²⁵.

Las diferencias entre lugares en cuanto a los efectos de los cultivos de moluscos sobre la columna de agua, responden a la fisonomía de la costa en donde se encuentran, a la hidrodinámica del sector, al tamaño (producción) del área de cultivo y/o tiempo de operación. Se ha observado ausencia de efectos sobre el sedimento en zonas con baja densidad de moluscos filtradores²⁶ y fuertes corrientes de mareas²⁷, mientras que lo contrario ocurre en sectores con alta biomasa de moluscos filtradores, gran confinamiento y aguas con alto tiempo de residencia²⁸. De este modo, las particularidades de cada zona también condicionan el impacto neto que cada centro de cultivo tendría en el cuerpo de agua circundante.

Sanitariamente, los moluscos pueden presentar enfermedades de importancia para la industria y la salud pública. En nuestro país existe una clasificación de enfermedades de alto riesgo (EAR), 1 y 2, de acuerdo con lo estipulado por la Organización Mundial de Sanidad Animal (O.I.E.).

²⁴ Kaspar et al. 1985, Souchu et al. 1991, Mojica & Nelson 1993

²⁵ Souchu et al. 1991.

²⁶ Souchu et al. 1991.

²⁷ Kaspar et al. 1985

²⁸ Souchu et al. 1991, Lloyd 2003

II.2.3. Cultivo de peces

En cuanto a los peces, lo que rotundamente se señala como impacto directo y negativo derivado de la actividad, de carácter intensivo, es la materia orgánica que se aporta al medio por concepto de alimento no ingerido y fecas²⁹, que afecta notoriamente los procesos biogeoquímicos que ocurren en la columna de agua y en los sedimentos³⁰, además de tener efectos sobre la macrofauna³¹.

Sobre el particular, coinciden los trabajos en señalar que el mayor acúmulo de materia orgánica se encontrará por debajo de las jaulas, más un área de influencia que también dependerán de la hidrografía del lugar y la profundidad³². No obstante, los aportes de materia orgánica y sus impactos derivados, también dependen fuertemente de la escala y la biomasa cultivada³³.

Para Chile, el nivel de actividad en salmonídeos y el encadenamiento productivo ligado, son factores claves para dimensionar los alcances y necesidades, ambientales y sanitarias, que esta actividad puede tener, en cuanto a las medidas, procedimientos y criterios de vigilancia y control.

En relación a los problemas sanitarios en peces, en caso que surjan, pueden ser comparativamente más complejos de manejar que en moluscos, y requieren de programas ad-hoc³⁴.

Otro efecto a considerar derivado del cultivo de peces, es la introducción de sustancias terapéuticas (antibióticos y otros)³⁵.

También hay que considerar, en el caso de jaulas, el lavado de redes y sus aportes en compuestos cúpricos. Realizada esta faena en el mismo centro, el cobre de las redes sedimenta y

²⁹ Penczak *et al.* 1982.

³⁰ Hargrave *et al.* 1993, Troell and Berg 1997, Haya *et al.* 2001, Pohle 2001, Gao *et al.* 2005, Gyllenhammar & Hakanson 2005

³¹ Brown *et al.* 1987, Ritz *et al.* 1990, Weston 1990, Henderson & Ross 1995, Gao *et al.*, 2005

³² Hevia 2006, Sutherland *et al.* 2001.

³³ Karakassis *et al.* 2000, Edgar *et al.* 2005.

³⁴ Pillay 1992.

³⁵ Ervik *et al.* 1994, Zitko 1994.

también se transporta a las riberas. En el caso de plantas en tierra, estas deben realizar el tratamiento de RILes³⁶.

Otros impactos importantes en la biota, en el caso de salmonídeos, son las interacciones ecológicas que establecen con la comunidad circundante³⁷, especialmente cuando ocurren escapes masivos³⁸ y, eventualmente, asilvestramiento³⁹.

En el contexto nacional, el impacto en sedimentos, medido como potencial redox (Eh), comienza en escalas de producción inferiores a las 5.000 t/año, no encontrándose, aparentemente, diferencias importante con escalas de producción mayores⁴⁰.

En la pequeña escala de la trucha estudiada aquí, el potencial como reservorios de enfermedades y patógenos es algo crucial si se considera el fomento y la expansión como alternativa económica para grupos de menores recursos. Algunas de las enfermedades de salmónidos tienen transmisión vertical⁴¹ y/u horizontal⁴², lo cual hace que los mecanismos de control deban ser estrictos y encadenados con el ciclo vital de los especímenes.

II.2.4. Impactos ambientales y sanitarios

En cuanto a los impactos ambientales provocados por la acuicultura en el medio natural, éstos dependen del tipo de cultivo realizado, el lugar y las actividades involucradas.

³⁶ Subpesca. Departamento de Administración Pesquera. 2005.

³⁷ Especialmente con la ictiofauna.

³⁸ En Cochamó, en Octubre de 2003 se reportó el escape de 130.000 truchas en tamaño de cosecha (3,5 kg). En Julio de 2004, en la XI región, se reportó el escape de 1.779.000 ejemplares de trucha y salmónes, equivalentes a una biomasa de 1.680 t. La recaptura en este último caso fue de 1,9%. Subpesca 2005. Departamento de Administración Pesquera.

³⁹ En Chile, el número total de ejemplares que escapa, bordea el millón (OCDE/CEPAL 2005). Por otra parte, hay quienes sostiene que el asilvestramiento tiene pocas posibilidades de ocurrir, dado que la sobrevivencia fuera de condiciones de cultivo sería sólo de algunos días. Sin embargo, también ha sido señalado que en el sur, los salmónes escapados estarían posicionándose en diferentes niveles de la trama trófica (Soto et al. 2001, citada en *Sinopsis de los impactos y la gestión ambiental en la salmonicultura chilena*, WWF 2006, Capítulo 4).

⁴⁰ Subpesca. Departamento de Administración Pesquera. 2005.

⁴¹ Desde progenitores a descendientes.

⁴² Entre individuos por compartir un cuerpo de agua.

Para cultivos de moluscos filtradores, como los desarrollados por la APE, es claro que el impacto más importante y directo es el que provoca la acumulación de materia orgánica en el sedimento, con su potencial para consumir el contenido de oxígeno, afectando los procesos de degradación/mineralización, así como a la comunidad bentónica asociada.

Impactos indirectos derivados de operaciones en tierra⁴³, tiene que ver con el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos, en las plantas de maquila y procesamiento.

Otros impactos directos derivados de la actividad son de carácter estético, ya que las estructuras de cultivo afectan el paisaje de los lugares donde se localizan.

Los impactos ambientales sociales no serán profundizados en este estudio, excepto por algunas consideraciones puntuales, señaladas cuando corresponda.

⁴³ Si consideramos que parte de la APE (ostiones y mitílidos) alcanza significación en la producción nacional y tiene algún grado de encadenamiento industrial.

III Objetivos.

III.1. Objetivo general

- Diseñar una metodología que permita evaluar la pertinencia de las exigencias ambientales y sanitarias aplicadas a la acuicultura de pequeña escala en Chile.

III.2. Objetivos específicos

- Identificar los principales efectos ambientales y sanitarios producidos por cada tipo de cultivo a pequeña escala, en áreas representativas de la actividad en Chile.
- Seleccionar las variables y parámetros técnicos pertinentes para determinar el verdadero impacto ambiental y sanitario que genera la acuicultura de pequeña escala en Chile.
- Diseñar y aplicar un protocolo de monitoreo global que evalúe el impacto ambiental y sanitario en áreas representativas de la acuicultura a pequeña escala (bahías, fiordos, lagos, etc.).
- Elaborar una base de datos que pueda ser enlazada con un sistema de información geográfico.

IV. Metodología

En relación a este punto, los criterios que orientaron la propuesta metodológica fueron los siguientes:

- Por una parte, en Chile, la acuicultura de pequeña escala, (i) se trata de una actividad que involucra bajos montos de inversión, (ii) predominan los cultivos extensivos, (iii) en muchos casos se trata de una actividad económica complementaria o de subsistencia, y (iv) es previsible que se integren en el futuro cercano agrupaciones de pescadores artesanales que cuentan con tuición de áreas de manejo.
- Por otra parte, es necesario proponer y evaluar un protocolo ambiental y sanitario que sea pertinente en su aplicación, que dé cuenta de los efectos de la actividad en el medio en que se desarrolla y permita, de acuerdo a eso, tomar las medidas de corrección y control que aseguren un desarrollo sustentable⁴⁴ de la APE (enfoque preventivo).
- Finalmente, no desestimar las singularidades de las zonas y lugares en que se desarrollan los cultivos de pequeña escala, considerando sus tipos de ambiente, la relevancia que la APE tiene en ellos y el manejo administrativo que pueda hacerse como territorios particulares, puesto que la APE coexiste espacialmente con la acuicultura de mayor escala (además otras particularidades).

Los requerimientos y parámetros específicos a informar se obtuvieron de lo dispuesto en el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA, D.S. 320/2001), la Resolución 404/2003⁴⁵ acompañante y el Reglamento Sanitario para la Acuicultura (RESA, D.S. 319/2001).

En cuanto a los datos y la información utilizada, fueron obtenidos a partir de fuentes primarias y secundarias, y también de trabajo en terreno.

⁴⁴ Desarrollo Sustentable: crecimiento económico con equidad y protección ambiental, en un marco de participación, de transparencia de las instituciones involucradas, y para un contexto geográfico determinado.

⁴⁵ Que a partir del 29 de Junio de 2007 será reemplazada por la Resolución 3.411/2006.

IV.1 Ajustes metodológicos

A partir de la propuesta inicial, se realizaron ajustes metodológicos en el marco de reuniones de trabajo y coordinación con la contraparte, entre los meses de noviembre de 2005 y enero de 2006 (Anexo II). Dichos ajustes incluyeron las zonas de trabajo, diseño muestral, aspectos sanitarios, legales y base de datos/cartografía.

IV.1.1. Grupo de expertos

Es necesario señalar que inicialmente, a partir de una proposición previa, se definiría una lista de expertos que acompañarían el estudio y con los cuales se acordarían varios de los aspectos contenidos en la Etapa 2 (Selección de parámetros, variables e indicadores ambientales y sanitarios para la caracterización de la APE) y la Etapa 3 (Protocolo ambiental y sanitario para la APE). Sin embargo dicha lista fue concensuada, finalmente, durante el mes de Abril de 2006 y las correspondientes invitaciones cursadas en el mes de Mayo del mismo año. La consecuencia práctica de este ajuste fue que los aspectos mencionados fueron resueltos con la contraparte, antes de iniciar la primera campaña de terreno, en Febrero, a partir de las exigencias vigentes.

Por otra parte, en el mes de Septiembre y por intermedio de la Subsecretaría de Pesca, se despachó un documento resumen (elaborado a partir del informe de avance aprobado) y una matriz ambiental para la evaluación y comentarios de los especialistas. No se recibió ningún tipo de respuesta ni comentarios al material entregado. Por tales motivos, durante el mes de Marzo, se realizó un taller de trabajo, para discutir los resultados del estudio y la propuesta elaborada a partir de éstos⁴⁶.

Sin perjuicio de lo anterior, algunos de los especialistas fueron invitados y participaron en diferentes reuniones de difusión realizadas en el marco de la Subcomisión Nacional de acuicultura, en las ciudades de Coquimbo, Caldera y Puerto Montt, entre los meses de Junio y Octubre del año 2006 (Anexo II).

⁴⁶ Punto VIII de este informe.

IV.1.2. Zonas de estudio y recursos seleccionados

A partir de los antecedentes entregados por la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA), de los resultados del estudio FIP 2004-26, y los acuerdos tomados en las reuniones de trabajo, se escogieron diez zonas de trabajo a lo largo del país, en las cuatro regiones más representativas de la actividad, para evaluar los aspectos ambientales y sanitarios de los recursos cultivados por la APE (Tabla 1)⁴⁷.

Para registrar los aspectos sanitarios en las zonas de estudio, del total de nueve recursos incluidos y cultivados en la APE, se seleccionaron aquellos más significativos para la actividad: chorito, choro zapato y trucha.

En el caso de la única alga, el pelillo, ésta no está afectada a exámenes patológicos, y sólo se registra el crecimiento de epifitas que eventualmente disminuye su productividad.

Tabla 1.
Zonas de estudio elegidas

Región	Provincia	Comuna	Zona
III ^o de Atacama	Copiapó	Caldera	Ba. Calderilla
		Caldera	Ba. Inglesa
IV ^o de Coquimbo	Elqui	Coquimbo	Ba. Tongoy
IX ^o de La Araucanía	Cautín	Loncoche	Loncoche, Km 742
		Carahue	Nehuentué
X ^o de Los Lagos	Llanquihue	Cochamó	Estero Reloncaví
		Calbuco	Ia. Puluqui
		Mauñín	Río Mauñín
	Chiloé	Dalcahue	Canal Dalcahue
		Quellón	Estero Yaldad

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Subpesca

⁴⁷ Se utilizó una base de datos con 736 centros APE georreferenciados. Sin embargo, tales indicaciones no resultaron útiles al momento de realizar las tareas de terreno, debido a las diferencias en los métodos de obtención de las coordenadas.

En el caso del camarón de río del norte, no fue incluido atendiendo a que existen sólo 4 centros operando y a que su producción total anual no supera las 2 t/año. Por otro lado, en el país existe un solo laboratorio acreditado por SERNAPESCA que presta servicios de análisis patológicos de modo comercial, y sus costos son altos (Claudia Venegas,⁴⁸ comunicación personal).

En cuanto al ostión del norte no hay descritas patologías en adultos que provoquen mortalidades importantes producto de enfermedades.

En el caso de los ostreidos la información sanitaria puede obtenerse indirectamente del plan de vigilancia de moluscos (PVAM) al que están obligados los cultivadores.

Para la cholga se asumió que, por tratarse también de un mitílido que se encuentra frecuentemente en los lugares dónde se cultiva chorito, si la otra especie presenta una enfermedad y estas comparten el mismo cuerpo de agua, también la presentará.

Para las especies seleccionadas se pueden mencionar como rasgos distintivos que el pelillo es el único recurso vegetal, tiene el mayor número de centros otorgados, el mayor porcentaje del total de áreas concesionadas (49%), es el que ocupa el mayor número de trabajadores, genera el menor nivel de ingreso y el 83% de las personas vinculadas a la actividad son pobres e indigentes⁴⁹.

En el caso del chorito este es el segundo recurso en importancia en cuanto a número de centros, superficie concesionada (30% del total), número de personas vinculadas a la actividad; sin embargo tiene el ingreso familiar promedio más alto (el 73% de las personas vinculadas es no pobre), y tiene la más alta representatividad relativa en la producción total de la APE, comparada

⁴⁸ Claudia Venegas. MV. U de Chile. Ph.D. U. Hiroshima. Japón. Secretaria Académica y Profesor Asistente. Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Nacional Andrés Bello.

⁴⁹ FIP 2004-26.

con la producción nacional (1,17%)⁵⁰. Como recurso, el cultivo de chorito se encuentra en una fase de expansión muy intensa que probablemente mantendrá su creciente auge por los próximos años. Los centros de cultivos coexisten en zonas de cultivo de salmónidos.

Pelillo y chorito son los cultivos más importantes en la décima región, que concentra el 86% de las concesiones APE y el 66,5% de la superficie total catastrada⁵¹. Ambos se destinan a abastecer mercados externos.

El maltón representa el 99,7% de la producción nacional, que corresponde a consumo directo⁵². Su producción ocurre principalmente en zonas estuarinas de la novena región.

Finalmente, la trucha corresponde al único recurso cultivado en tierra, ligado a cursos de agua dulce, y toda la producción se destina al consumo directo. Además, corresponde a una actividad económica secundaria para los cultivadores.

Las zonas donde se tomaron muestras sanitarias se presentan en la Tabla 2.

⁵⁰ FIP 2004-26.

⁵¹ FIP 2004-26.

⁵² FIP 2004-26.

Tabla 2.
Zonas de estudio y recursos considerados en el análisis sanitario, por tipo de ambiente.

Región	Zona	Recurso			Ambiente		
		ch	ch.z	t	Marino	Estuarino	Lótico/Terrestre
IIIª de Atacama	Ba. Calderilla				X		
	Ba. Inglesa				X		
IVª de Coquimbo	Ba. Tongoy				X		
IXª de La Araucanía	Loncoche, Km 742 (parcela)			X			X
	Nehuentué (zona desembocadura)		x			X	
Xª de Los Lagos	Estero Reloncaví (porción superior)	x			X	X	
	Ia. Puluqui (estero Chauquiar y Chope)	x			X	X	
	Río Maullín (desde Maullín a la desembocadura)					X	
	Canal Dalcahue (entre Dalcahue y Pta. San Juan)	x			X	X	
	Estero Yaldad (hasta Quellón Viejo)	x			X	X	

ch: chorito ch. z: choro zapato t: trucha

Fuente: Elaboración propia.

IV.1.3. Diseño muestral

A partir del diseño original propuesto, se hicieron ajustes en cuanto a la distribución de estaciones de muestreo en las diferentes zonas de estudio. En todas ellas se consideraron estaciones control (C) y referencia (R). Las estaciones C correspondieron a áreas de concesión, preferentemente bajo las líneas de cultivo o a pocos metros de ellas. Las estaciones R correspondieron a puntos de referencia en los que no había concesión otorgada.

En la campaña de verano, para dar una mejor cobertura del área de estudio, se aumentó en 2 el número de estaciones en Canal Dalcahue (1 Control, 1 Referencia).

La distribución de las estaciones y su carácter, ambiental y/o sanitario, se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3.
Zonas de estudio, número y carácter de las estaciones de muestreo y recurso considerado.

Región	Zona	Nº de estaciones			Carácter		Recurso
		C	R	Total	A	S	
IIIª de Atacama	Ba. Calderilla	2	1	3	X		
	Ba. Inglesa	3	2	5	X		
IVª de Coquimbo	Ba. Tongoy	4	2	6	X		
IXª de La Araucanía	Loncoche, Km 742 (parcela)	1		1	X	X	t
	Nehuentué (zona desembocadura)	2	1	3	X	X	ch.z
Xª de Los Lagos	Estero Reloncaví (porción superior)	2	2	4	X		
	Ia. Puluqui (estero Chauquiar y Chope)	5	2	7	X	X	ch
	Río Maullín (desde Maullín a la desembocadura)	3	2	5	X		
	Canal Dalcahue (entre Dalcahue y Pta. San Juan)	3 (4)	1 (2)	4 (6)	X	X	ch
	Estero Yaldad (hasta Quellón Viejo)	4	2	6	X	X	ch
Total de estaciones*		44 (46)					

C: control R: referencia
A: ambiental S: sanitario
ch: chorito ch. z: choro zapato t: trucha

* : con excepción de Loncoche, en cada estación ambiental se tomaron tres réplicas (N total = 129 muestras invierno; 135 vera
En el muestreo sanitario se tomó la muestra de individuos al azar de una cuelga cualquiera de una concesión APE.

Fuente: Elaboración propia.

IV.1.4. Variables ambientales y sanitarias

Las variables ambientales seleccionadas fueron aquellas propuestas inicialmente, y correspondieron a lo exigido en la Resolución 404/2003, para la caracterización preliminar de sitio, categoría 3⁵³, exceptuando la correntimetría y el perfil de oxígeno. Es decir, las estaciones marinas y estuarinas del estudio fueron caracterizadas de acuerdo a:

- Batimetría
- Granulometría
- Materia orgánica del sedimento
- Macrofauna bentónica
- pH y potencial redox (Eh) en sedimentos

⁵³ Resolución 404/2003, numerales 3 y 4.

El resumen de los registros y análisis realizados para los ambientes marinos y estuarinos se muestra en la Tabla 4 y se detalla en el punto IV.2.

Tabla 4.
Variables, unidades y metodologías o equipos utilizados para la caracterización ambiental de las zonas de estudio.

Variable	Unidad	Metodología / Equipo utilizada(o)
Batimetría	m	Ecosonda portátil Garmin, modelo Fish Finder 80
Granulometría	phi	Tamizado (Escala Wenworth)
Materia orgánica	%	Incineración (Peso seco libre de ceniza)
Macrofauna bentónica	Grupo taxonómico / Especie	Revisión de muestras e identificación de individuos
pH	Escala pH	Phímetro Schott, digital, portátil, modelo Handylab pH 11, con electrodo combinado Schott-Geraete, tipo N48A, en vidrio, con punta ahusada para inserción.
Potencial redox (Eh)	mV	Phímetro Schott, digital, portátil, modelo Handylab pH 11, con electrodo combinado Redox, Schott, tipo BlueLine 32 Rx con sensor de platino, en plástico protegido.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del muestreo en tierra se registraron las variables pertinentes, de acuerdo a lo establecido en el D.S. 90/2000 (Tabla 5), para el punto de entrada del agua al cultivo y para el punto de retorno al curso de agua dulce, después de su utilización en la piscicultura.

Tabla 5.
Variables y metodologías utilizadas en la caracterización de aguas continentales.

Variable	Unidad	Metodología utilizada*
Aceites y grasas	mg/l	NCh 2313/6 Of. 97
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	NCh 2313/5 Of. 96
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	NCh 2313/3 Of. 95
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/l	NCh. 2313/28 Of 98
Coliformes fecales	NMP (Nº gérmenes / 100 ml muestra)	Nch 2313/22 Of. 95

*: definida por el D.S. 90/2000

Fuente: Elaboración propia.

Para los aspectos sanitarios de los recursos considerados en el estudio, y sólo para la campaña de verano⁵⁴, se realizaron análisis histopatológicos en mitílidos (chorito, choro zapato) y análisis de necropsia, parasitología, bacteriología y virología en trucha; con objeto de descartar la presencia de alguna de las enfermedades de alto riesgo⁵⁵ (EAR) Lista 1 y Lista 2, de moluscos y peces respectivamente (Anexo III), de acuerdo a lo señalado en el DS 319/2001 (RESA). Las metodologías empleadas para los análisis de laboratorio fueron las recomendadas por la misma O.I.E.⁵⁶ (Tabla 6).

Tabla 6.
Análisis sanitarios y metodologías empleadas en el estudio.

Especie	Análisis	Metodología
<i>Mytilus chilensis</i> (chorito) <i>Choromytilus chorus</i> (choro zapato)	Histopatología	Disección de tejidos blandos, fijación en Davidson por 24 horas. Deshidratación en batería etanol/xilol. Inclusión en Paraplast. Corte de 5 um. Tinción Hematoxilina-Eosina (H&E). Montaje en Flo-Text. Revisión bajo microscopía de luz; especialmente glándula digestiva, manto, branquias y ovocitos.
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (trucha)	Necropsia	Revisión macroscópica de piel, boca, ojos, opérculo, branquias, aletas, ano, cavidad abdominal, estómago, grasa visceral, ciegos pilóricos, hígado, bazo, riñón, vejiga natatoria, musculatura y cerebro.
	Parasitología	Frotis fresco de branquia y piel. Revisión bajo microscopía de luz 40x y 100x
	Bacteriología	Cultivo de tejidos (hígado y riñón) en TSA por 7 días a 22°C
		Tinción Gram (hígado, bazo, riñón) y observación bajo microscopía de luz 1000x
		IFAT/BKD (para detección de <i>Renibacterium salmoninarum</i>) IFAT/SRS (para detección de <i>Piscirickettsia salmonis</i>)
Virología	Cultivo celular (riñón y bazo) en células CHSE -214 (Chinook salmon embryo) y EPC (Epithelioma papulosum cyprini), para detección de virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa, IPNV.	

Fuente: Elaboración propia.

⁵⁴ Se definió que el muestreo sanitario fuera hecho sólo en esta estación, ya que si existía algún tipo de patología sería detectada en esta época (la de mayor biomasa) que es donde tendría su mayor expresión.

⁵⁵ Enfermedad de alto riesgo: "desviación completa del estado de bienestar físico de un organismo, que involucra un conjunto bien definido de signos y etiología, que conduce a una grave limitante de sus funciones normales, asociada a altas mortalidades y de carácter transmisible a organismos de la misma u otras especies." RESA, artículo 2, 9).

⁵⁶ OIE: Organización Mundial de Sanidad Animal (Organización Internacional de Epizootias). Manual de Diagnóstico para Enfermedades de Animales Acuáticos.

IV.1.5. Otra información analizada

Se recopiló y analizó información proveniente de bases de datos entregadas por Subpesca con INFAs y datos de producción, además de la cartografía disponible, con objeto de contar con más antecedentes para interpretar las situaciones observadas en las zonas de estudio e intentar comprender sus dinámicas.

IV.2. Campañas de terreno

La primera campaña del estudio, en verano, la temporada de mayor biomasa en los cultivos, fue realizada entre el 25 de Febrero y el 24 de Marzo, comenzando en la cuarta región de Coquimbo, en Ba. Tongoy. La segunda campaña, de invierno, se realizó entre el 29 de Agosto y el 28 de Septiembre de 2006, comenzando en Ba. Calderilla.

Todo el trabajo en el mar se realizó con una embarcación semirrígida, SKUA 420, con motor TOHATSU de 30 HP. La navegación y el posicionamiento de estaciones en terreno se apoyó en cartografía SHOA e IGM (Tabla 7), además de cartografía de detalle entregada por Subpesca⁵⁷, la cual fue precisada antes de la toma de muestras con funcionarios del Servicio Nacional de Pesca (Anexo IV), con quienes se sostuvo entrevistas en las distintas zonas jurisdiccionales, de acuerdo a los lugares estudiados.

⁵⁷ No se pudo obtener cartografía regularizada de Ba. Tongoy, Nehuentué, Loncoche ni Río Maullín, por ser inexistente o estar en proceso de regularización (Ba. Ba. Tongoy). En esos casos se utilizó la cartografía SHOA.

Tabla 7.
Cartografía de apoyo utilizada en el estudio.

Institución	N° Carta	Localidad	Datum	Edición	Escala
SHOA	3111	Ba. Inglesa - Ba. Calderilla	wgs 84	2002	1:20.000
SHOA	4113	Ba. Tongoy	SAD 69	1985	1:25.000
SHOA	6000	Nehuentué	PSAD 56	1980	1:500.000
SHOA	7211	Mauñín	SAD 69	1987	1:20.000
SHOA	7310	Ia. Puluqui	wgs 84	1999	1:40.000
SHOA	7330	Cochamó	wgs 84	2004	1:100.000
SHOA	7370	Canal Dalcahue	wgs 84	2004	1:50.000
SHOA	7440	Estero Yaldad	wgs 84	2004	1:60.000
IGM	3915-7230	Loncoche	PSAD 56	1970	1:50.000

Fuente: Elaboración propia.

La georreferenciación se hizo con un GPS Garmin e-Trex Vista C, y la profundidad fue registrada con un ecosonda Garmin, modelo FishFinder 80, portátil, de registro continuo.

Las muestras de sedimentos fueron tomadas inicialmente con una draga Petersen de 0,02 m² de mordida (Ba. Tongoy y 2 estaciones de Ba. Inglesa). El resto de las estaciones fueron muestreadas con corer de PVC (0,01 m²), por medio de buceo autónomo. El cambio de método obedeció a las limitantes de la draga para operar a profundidades menores de 8 metros y su dificultad para tomar muestras en sedimentos gruesos o con presencia de algas.⁵⁸ Tomadas las muestras y hechos los registros in situ de pH y Eh (Eh)⁵⁹, los sedimentos muestreados fueron guardados en bolsas etiquetadas, fijados con formalina y enviados al laboratorio para sus análisis.

⁵⁸ El uso de corer es consistente con la conclusión del estudio FIP 2003-20 "Evaluación de las metodologías y variables consideradas en la resolución subpesca N° 404/03 y propuesta de cambio", en cuanto a que el uso de draga aumenta la dispersión entre réplicas de una misma estación de muestreo. Por otro lado, en la campaña de verano, se observó que cuando las muestras son tomadas con draga, el valor Eh demora mucho más en estabilizarse, probablemente porque la muestra presenta una mayor superficie expuesta al aire. Otras referencias sobre lo mismo se presentan en Pearson & Stanley (1979).

⁵⁹ Con un equipo Schott, modelo Handilab pH11 con electrodos de pH de gel y Eh de platino, ambos termocompensados y calibrados de acuerdo a las instrucciones del fabricante con las soluciones correspondientes.

Para la macroinfauna, una vez en el laboratorio, las muestras fueron lavadas con agua extrayendo toda la fauna retenida en un tamiz de 500 micrones de abertura de malla. Los animales fueron separados e identificados al nivel taxonómico más bajo posible. Los taxa de cada muestra fueron contados y pesados con una sensibilidad de 0,001 gr (peso húmedo luego de 5 minutos de drenado), preservándolos en alcohol al 70% para su posterior identificación.

Con los datos de abundancia se generó una matriz de taxa por muestras. Con los datos de las tres réplicas por estación de muestreo se calculó la abundancia promedio, obteniendo para cada uno de ellos los siguientes descriptores:

- Abundancia promedio total: $(\text{abundancia total del taxa}) / (\text{N}^\circ \text{ estaciones})$,
- Abundancia relativa: proporción entre la abundancia de una especie y la abundancia de todas las especies en la muestra, expresada como porcentaje.
- Riqueza: o número de especies.

La macrofauna fue asignada a uno de los siguientes Taxa Superiores: Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Echinodermata, Nemertea, Oligochaeta, Nematoda, Platyhelminthes, Sipuncula, Pycnogonida y Hemichordata. Para los taxa más representativos, esto es, Polychaeta, Crustacea y Mollusca, las especies fueron reunidas en grupos taxonómicos intermedios los que, y de acuerdo a la literatura, sugieren grados relativos de perturbación, especialmente de enriquecimiento orgánico (ver Pearson & Rosenberg 1978). Estos Taxa Indicadores fueron: para Polychaeta: Capitellidae, Cirratulidae y Spionidae, todos ellos indicando alta presencia de materia orgánica y/o enriquecimiento orgánico; para Crustacea: Amphipoda y Ostracoda, ambos indicadores de condiciones "saludables" del ambiente; y para Mollusca: Nuculoida, indicador de alto contenido de materia orgánica, y Veneroida indicador de condiciones "saludables". Adicionalmente, altas abundancias de Oligochaeta son reflejo de presencia de material orgánico particulado, mientras que Nematoda pueden ser indicativo de descomposición y, probablemente, de condiciones anóxicas.

El contenido de materia orgánica de los sedimentos fue establecido utilizando el método de calcinación. Una vez secado el sedimento, se extrajo una porción aproximada de 10 g la cual fue calcinada en una mufla a 470 °C por 4 horas . Luego de enfriado fue pesado nuevamente, estableciendo por diferencia de peso el contenido de materia orgánica, que fue estimando en porcentaje.

Para el análisis granulométrico del sedimento se realizó el siguiente procedimiento: de cada estación se tomaron 100 g de sedimento seco, que fue cernido en una batería de tamices de las siguientes aperturas de malla: 2,0 mm ($\phi = -1$); 1,0 mm ($\phi = 0$); 0,50 mm ($\phi = 1$); 0,250 ($\phi = 2$) mm; 0,125 ($\phi = 3$) mm y 0,063 ($\phi = 4$) mm. Para describir la distribución granulométrica de los sedimentos se empleó la denominación Wentworth (1922). Los parámetros correspondientes a diámetro medio y selección (desviación estándar, *sorting*) fueron calculados en base a la metodología descrita por Folk y Ward (1957).

En cuanto a los análisis estadísticos utilizados, estos fueron realizados como una serie que permitiera establecer patrones espaciales, cambios temporales, como también asociaciones entre variables. Para el pH y potencial redox (Eh), y por zona de estudio, fueron realizados análisis de varianza (ANOVA⁶⁰s) de dos vías, con factores Temporalidad (Verano e Invierno) y Estación (número variable según diseño), considerando cada lectura por muestra como una réplica ($n = 3$ ó 2 réplicas por estación). Dado que las estaciones dentro de cada zona de estudio (localidad) fueron ubicadas de manera tal de abarcar el mayor espectro de la variabilidad ambiental, eran esperables las diferencias entre estaciones. Así, el análisis priorizó las diferencias en el factor Temporalidad y la significancia estadística del término Interacción (Temporalidad x Estación); este último para establecer cuán similares son entre las estaciones los eventuales cambios temporales. La prueba de homogeneidad de las varianzas arrojó varianzas heterogéneas en gran parte de los análisis. Respecto de ésto, cabe indicar que el ANOVA es una prueba poderosa y no es afectado grandemente por la falta de homoscedasticidad de las varianzas (y tampoco por la no-normalidad de los datos; Underwood 1997, Zar 1999). Sin embargo, las pruebas *a posteriori* sí lo son. Dado

⁶⁰ Analysis of Variance, por ss siglas en inglés.

que las pruebas no paramétricas son menos poderosas, especialmente las de 2 vías, se privilegió el ANOVA paramétrico al priorizar el factor Temporalidad (con dos alternativas Verano - Invierno) y el término interacción, no realizando las pruebas a posteriori (Underwood 1997).

Para el contenido de materia orgánica se utilizó la prueba de la *t de student*, donde las réplicas fueron cada uno de los valores obtenidos para las respectivas estaciones dentro de cada localidad (n = número de estaciones por localidad). Cuando fue pertinente, la prueba que se utilizó correspondió la que asume varianzas desiguales (heterogéneas; Zar 1999).

Los patrones espaciales y temporales de riqueza específica (S) y de la abundancia de la macrofauna (N) fueron establecidos con una estrategia similar a la utilizada para el pH y Eh, priorizando la significancia estadística del factor Temporalidad y del término Interacción.

Fueron realizados una serie de análisis de regresión/correlación entre las variables físico-químicas (pH, Eh y materia orgánica), y entre éstas con S y N. Las relaciones fueron hechas utilizando sólo los datos provenientes de los puntos (muestras) donde se obtuvieron las submuestras para estimar el contenido de materia orgánica. Se eligió la función lineal que mejor explicó la relación entre dos variables (recta, exponencial, logarítmica, potencial, polinomial), usando como criterio el valor más alto de r^2 (coeficiente de determinación).

El grado de relación entre las estaciones respecto a la estructura de la comunidad del macrobentos fue establecida mediante análisis de clasificación. Fue elaborada una matriz Especie X Estación de las abundancias de cada especie (promedio de las réplicas) presentes dentro de toda una localidad, obteniendo una representación para el monitoreo de Verano, otra para el monitoreo de Invierno y una tercera que incluyó ambas campañas. Fue utilizado el índice de disimilitud de Bray-Curtis, previa transformación $\sqrt{\sqrt{\quad}}$ ⁶¹ de las abundancias. La estrategia de agrupación correspondió a la UPGMA⁶² (Clarke 1993).

⁶¹ Doble raíz cuadrada.

⁶² **U**nweighted **P**air **G**roup **M**ethod with **A**rithmetic mean, por sus siglas en inglés.

El grado de relación entre los parámetros físico-químicos (profundidad, pH, Eh, materia orgánica, tamaño de grano presente en el sedimento), los parámetros comunitarios (S y N) y los índices ecológicos (índices de diversidad de Shannon y de Simpson, e índice de uniformidad de Pielou) fue establecido mediante un análisis de componentes principales, analizando por separados los registros de Verano e Invierno.

En el caso de las muestras sanitarias, los choritos para análisis histopatológico fueron escogidos al azar desde varias cuelgas, en los cultivos de las concesiones donde se ubicaron las estaciones de control. En el caso del choro zapato, los especímenes fueron tomados al azar de un chinguillo donde eran recolectados por el concesionario. En el caso de las truchas, los ejemplares fueron tomados al azar desde un solo estanque y 12 horas después fueron entregados en el laboratorio para su análisis.

El tamaño de las muestras sanitarias fue de 60 individuos en cada caso⁶³, con objeto de detectar cualquier patología que tuviera un 5% de prevalencia, con un 95% de confianza, de acuerdo a las recomendaciones de la OIE.

⁶³ En la muestra de Estero Yaldad, 10 individuos correspondieron a concha solamente, y el análisis se hizo sobre 50 choritos.

IV.3 Aspectos legales

Se hizo una revisión de los textos normativos vigentes aplicables a la APE (28), desde una perspectiva general y específica, en lo circunscrito a sus aspectos sanitarios y ambientales (Tabla 8).

En concreto, el análisis realizado permitió establecer las siguientes categorías vinculadas a los aspectos ambientales y sanitarios de la acuicultura:

- Mandatos, prohibiciones, condiciones o restricciones.
- Procedimientos administrativos.
- Instrumentos y métodos técnicos de gestión.
- Mecanismos de fiscalización, control y sanción.

Tabla 8.
Documentos legales incluidos en la revisión.

Texto Normativo	Materia y referencias
Normas de Rango Legal	
Código de Aguas	DFL N° 1.122/81, (Ministerio de Justicia) D. Of. 13.08.81
Ley General de Pesca y Acuicultura	DS N° 430/1991, (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción) Fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley 18892 y sus modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura; D.Of. 21.01.91.
Ley de Bases Generales del Medio Ambiente	Ley N° 19.300, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, D. Of. 09.03.94
Ley de Navegación	DL N° 2.222, (Ministerio de Defensa) Ley de Navegación, D. Of. 21.05.1978.

Decretos Supremos - Reglamentos	
Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática	DS N° 1/92, (Ministerio de Defensa), D.Of. 18.11.92
Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	DS N° 95/01, (Ministerio Secretaría General de la Presidencia) Modifica Reglamento Del Sistema De Evaluación De Impacto Ambiental, D. Of. 07.12.02
Reglamento de Concesiones y Autorizaciones de Acuicultura	DS N° 290/93, (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción), Reglamento de Concesiones y Autorizaciones de Acuicultura, D. Of. 26.07.93
Reglamento de Actividades de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos bentónicos	DS N° 314/04, (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción), Reglamento de Actividades de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos bentónicos D. Of. 06.07.05
Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas	DS N° 319/01, (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción), Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas D. Of. 21.06.01
Reglamento Ambiental para la Acuicultura	DS N° 320/01, (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción), Reglamento Ambiental para la Acuicultura. D. Of. 24.08.01
Reglamento de Plagas	D.S. 345/2005, (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción).
Reglamento del Registro Nacional de Acuicultura	DS N° 499/94, (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción), Reglamento del Registro Nacional de Acuicultura, D. Of. 15.11.94

Reglamento sobre Limitaciones a las Áreas de Concesiones o Autorizaciones de Acuicultura	DS N° 550/92, (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción), Reglamento sobre Limitaciones a las Áreas de Concesiones o Autorizaciones de Acuicultura,
Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo	DS N° 594/99, Ministerio de Salud, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, D. Of. 29.04.00
Decretos Supremos – Normas de Emisión	
Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas	DS N° 46/02, (Ministerio Secretaría General de la Presidencia) Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas, D. Of. 17.01.03
Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales	DS N° 90/00, (Ministerio Secretaría General de la Presidencia), Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales, D. Of. 07.03.01
Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas	DS N° 146/97, (Ministerio Secretaría General de la Presidencia), Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas, D. Of. 17.04.98
Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquiera Naturaleza	DS N° 144/61, (Ministerio de Salud), Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquiera Naturaleza, D. Of. 18.05.61

Decretos Supremos – Otras Materias	
Procedimiento para la Entrega de Información de Actividades Pesqueras y Acuicultura	DS N° 464/95, (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción), Procedimiento para la Entrega de Información de Actividades Pesqueras y Acuicultura, D. Of. 23.09.95
Resoluciones	
Contenidos y Metodologías para Elaborar la Caracterización Preliminar de Sitio y la información Ambiental	Resolución N° 404/03, (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción), Contenidos y Metodologías para Elaborar la Caracterización Preliminar de Sitio y la información Ambiental; D. Of. 12.02.03
Programa Sanitario General de Manejo de Mortalidades	Resolución N° 66/03, Servicio Nacional de Pesca, Programa Sanitario General de Manejo de Mortalidades, D. Of: 30.01.03
Programa Sanitario General de Manejo de Enfermedades	Resolución N° 67/03, Servicio Nacional de Pesca, Programa Sanitario General de Manejo de Enfermedades, D. Of: 30.01.03
Programa Sanitario General de Manejo de Desechos	Resolución N° 68/03, Servicio Nacional de Pesca, Programa Sanitario General de Manejo de Desechos, D. Of: 30.01.03
Programa Sanitario General de Procedimientos de Cosecha	Resolución N° 69/03, Servicio Nacional de Pesca, Programa Sanitario General de Procedimientos de Cosecha, D. Of: 30.01.03
Programa Sanitario General de Manejo Sanitario de la Reproducción de Peces	Resolución N° 70/03, Servicio Nacional de Pesca, Programa Sanitario General de Manejo Sanitario de la Reproducción de Peces, D. Of: 30.01.03
Programa Sanitario General de limpieza y Desinfección	Resolución N° 72/03, Servicio Nacional de Pesca, Programa Sanitario General de limpieza y Desinfección, D. Of: 30.01.03

<p>Programa Sanitario General de Procedimientos de Cosecha para Moluscos</p>	<p>Resolución N° 1804/03, Servicio Nacional de Pesca, Programa Sanitario General de Procedimientos de Cosecha para Moluscos, D. Of: 16.08.03</p>
<p>Programa sanitario Especifico de vigilancia activa para Enfermedades de alto riesgo (EAR) en Moluscos (PVM).</p>	<p>Resolución 1809/03, Servicio Nacional de Pesca, Programa sanitario Especifico de vigilancia activa para Enfermedades de alto riesgo (EAR) en Moluscos (PVM). D. Of: 16.08.03</p>

Fuente: Elaboración propia.

V. Resultados

V.1 Caracterización ambiental y sanitaria de la APE

V.1.1. Grupo de expertos

Como se indicó en el punto IV.1.1., a fines de Abril de 2006 se definió el listado de especialistas que serían invitados a acompañar el estudio, durante el segundo semestre de este año. El listado acordado se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9.
Listado de especialistas invitados a participar en el estudio.

Aspecto	Nombre	Institución
Ambiental	Marco Salamanca	Universidad de Concepción
	Guillermo Espinoza	Centro de Estudios para el Desarrollo
	Javier Valencia	Fundación Chiquihue
	Marcos Leal	Fundación Chiquihue
	Cristian Andrade	Gesam Consultores
	Leonardo Guzmán	IFOP
	Leonardo Núñez	Servicio Nacional de Pesca
	Wolfgang Stotz	Universidad Católica del Norte
	Julio Parra Coloma	Fundación para la Superación de la Pobreza
	Ronald Hager	Subsecretaría de Pesca
Sanitario	Mariel Campalans	Universidad Católica de Valparaíso
	Karin Lohrmann	Universidad Católica del Norte
	Edwin Landskron	Novartis
	Claudio Miranda	Universidad Católica del Norte
	Claudio Jara	Servicio Nacional de Pesca
	Marcelo Casali	Servicio Nacional de Pesca
	Ana María Skármeta	Subsecretaría de Pesca
Económico	Ezequiel González	Universidad Católica de Valparaíso
Legal y Normativo	Jorge Bermudez	Subsecretaría de Pesca

Fuente: Elaboración propia.

La metodología de trabajo escogida fue la formulación de comentarios y sugerencias al documento ejecutivo del Informe de Avance aprobado, más una matriz de evaluación de impacto ambiental, enviados durante el mes de Septiembre de 2006. No se recibieron comentarios al material entregado⁶⁴.

El 16 de Marzo de 2007, en Puerto Montt, se realizó un taller con especialistas para presentar y discutir los resultados del estudio. Posteriormente, a todos los asistentes, se les envió por correo electrónico la presentación realizada, con objeto que pudieran complementar cualquier comentario surgido en el taller. El listado de participantes y las conclusiones elaboradas se entregan en el punto V.6.

V.1.2. Normativa asociada a la APE

V.1.2.1. Normativa nacional

En lo institucional, la APE está bajo la influencia administrativa y legal de cinco ministerios: Justicia; Defensa; Secretaría General de la Presidencia; Economía, Fomento y Reconstrucción y Salud.

De acuerdo a la categorización del análisis legal y normativo señalada en el punto IV.3, para cada una de las clases indicadas, los resultados encontrados fueron los siguientes:

V.1.2.1.1 Mandatos, prohibiciones, condiciones o restricciones.

Desde 4 ministerios, en 12 textos legales, se formalizan 52 mandatos, 18 prohibiciones y 22 condiciones o restricciones, para la actividad acuícola en general. Para la APE en específico hay 39 disposiciones (Tabla 10).

El detalle de la normativa asociada a la acuicultura se encuentra en el Anexo V.

⁶⁴ Leonardo Guzmán de IFOP hizo llegar comentarios referidos a lo expuesto en la reunión de la Subcomisión Nacional de Acuicultura realizada en Puerto Montt el 13 de Octubre de 2006.

Tabla 10.

Mandatos, prohibiciones, condiciones o restricciones, para la acuicultura, en lo ambiental y sanitario.

Glosario de Tabla

- Texto Normativo: Identifica la Ley, Decreto Supremo, Resolución u otro tipo de norma.
- Mandato: Prescripción que ordena la ejecución de determinadas acciones o conductas al destinatario de la norma.
- Prohibición: Prescripción imperativa que impide en forma obligatoria la ejecución de ciertas acciones o conductas.
- Condiciones o restricciones: Prescripciones que establecen requisitos o condicionan el desarrollo o ejecución de ciertas acciones o conductas al cumplimiento de requisitos legales o reglamentarios. Convencionalmente las entendemos en un ámbito intermedio entre los mandatos y prohibiciones (Aunque jurídicamente puedan revestir la característica de mandatos: Esta distinción es para apoyar la identificación de estas condiciones o requerimientos).
- Artículo: Disposición específica del texto que regula el aspecto sanitario o ambiental.
- Aplicación APE: Se indica el número de mandatos, prohibiciones, condiciones o restricciones. Igualmente se indica si aplica "genéricamente a la Acuicultura (G) o bien en forma específica a la APE (E). Por ejemplo: "1G" significa que existe 1 (mandato, Prohibición, condición o restricción) que aplica en forma genérica a la APE.

Texto Normativo	Mandato	Artículo	Prohibición	Artículo	Condiciones o restricciones	Artículo	Aplicación APE
DL N° 2.222 Ley de Navegación			1	142			1 G
DS 1/1992, Reglamento para el control de la contaminación acuática (Ministerio de Defensa Nacional)	2	15 139	6	2 30 36 99 106 136	3	11 83 84	4 G 7 E
DFL 1.122/1991, Código de Aguas			1	92	1	9 Transit.	1 E 1 G
DS 594/1999, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (Ministerio de Salud)	3	18 24 33	1	25			3 E 1 G
DS 144/1961, Norma para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquiera Naturaleza (Ministerio de Salud)	1	1					1 E

Ley 19.300, Ley Bases Generales del Medio Ambiente (Ministerio Secretaría General de Gobierno)	1	1					1 E
DS N° 430, Fija Texto Refundido de la Ley 18.892, General de Pesca y Acuicultura. (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	2	90 bis 90 inc. Terc.	1	70	1	90 bis	1 E 3 G
DS 320/2001, Reglamento Ambiental de la Acuicultura, RAMA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	7	5 6 8 12 13 15 18	2	7 10	5	4 7 9 11 14	9 E 5 G
DS 319/2001, Reglamento sobre medidas de protección, control y erradicación de las enfermedades de alto riesgo, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	26	5 6 21 22 23 24 25 27 29 30 31 32 33 34 36 38 39 40 44 45	4	20 43 47 72	4	11 26 54 73	12 E 22 G

		49 55 57 58 74 75					
DS 314/04, Reglamento de Actividades de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	3	3 4 6	1	3			4 E
D.S. 345/2005, Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas, REPLA (Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción)	7	12 14 15 23 26 27 29	1	11	8	11 12 16 17 18 19 20 22	14 G

Fuente: Elaboración propia.

Sobre el análisis presentado, hay que indicar que la cuantificación de mandatos, prohibiciones, condiciones o restricciones, desde un punto de vista jurídico, no es un parámetro que establezca la idoneidad de dichos estatutos (u otros elementos jurídicos). La legislación, especialmente aquella de carácter técnico, no puede ceder paso a una simplificación (deseable siempre), en desmedro de regular y/o resguardar adecuadamente el desarrollo de una actividad económica. Lo que se ha querido representar, y ratificar como juicio de valor sobre esta normativa presentado en la Política Nacional de Acuicultura, es el carácter complejo y abundante de la normativa con la que se vincula el pequeño acuicultor.

Este conjunto de mandatos y prohibiciones regula distintos ámbitos, que pueden ser resumidos de la siguiente manera:

i) Concesiones y su régimen jurídico:

- Concesiones de acuicultura
- Acuicultura en áreas de manejo
- Áreas apropiadas para el ejercicio de la acuicultura
- Inscripciones en el registro nacional de acuicultura
- Servidumbres titulares de autorización de acuicultura
- Transferencia de las concesiones de acuicultura
- Término, cesión y caducidad de las concesiones y autorizaciones
- Sistema de pago de patente única

ii) Regulaciones ambientales:

- Declaración de zonas apropiadas para la acuicultura
- Evaluación de Impactos Ambientales
- Manejo y disposición de residuos
- Normas de Calidad de aguas
- Planes de prevención y descontaminación
- Planes de contingencia
- Planes de manejo
- Normas de emisión
- Monitoreos
- Distancia entre centros de cultivo
- Sedimentación
- Vedas extractivas

iii) Regulaciones sanitarias:

- Protección y control de enfermedades de alto riesgo y especies que constituyan plagas
- Programa Sanitario General de Manejo de Desechos
- Sistema de clasificación de enfermedades de alto riesgo.
- Programa Sanitario General de Investigación Oficial de Enfermedades (PSGI)
- Programa Sanitario General de Registro de datos y entrega de información de laboratorios (PSGDL)
- Programa Sanitario de Procedimientos de Transporte

V.1.2.1.2. *Procedimientos administrativos*

Existen 8 textos legales que contienen procedimientos administrativos en lo ambiental y sanitario, vinculados a la acuicultura. De éstos, sólo 4 poseen disposiciones específicas para la APE, y 3 aplican completamente su contenido al sector de interés (Tabla 11).

En esta materia, las disposiciones dan cuenta detallada de los procedimientos vigentes, que están a cargo de Subsecretaría de Pesca, Servicio Nacional de Pesca y Subsecretaría de Marina.

Tabla 11.

Instrumentos jurídicos, procedimientos administrativos para la acuicultura, en lo ambiental y sanitario.

Glosario de Tabla.

- **Texto Normativo:** Identifica la Ley, Decreto Supremo, Resolución u otro tipo de norma.
- **Artículo:** Disposición específica del texto que regula el aspecto sanitario o ambiental.
- **Aspecto:** Materia sanitaria (S) o ambiental (A) regulada por la disposición o disposiciones.
- **Procedimiento Administrativo:** Conjunto de reglas y etapas que deben cumplirse para obtener un determinado permiso, autorización o pronunciamiento de la autoridad competente que permita o sea prerequisite para el desarrollo de actividades de APE. El procedimiento se menciona en cuanto tiene incidencia ambiental o sanitaria y en aquellos puntos que específicamente se estimaron relevantes.
- **Autoridad Competente:** Es aquella a la cual la ley le asigna la respectiva responsabilidad para velar por la administración y cumplimiento de los respectivos procedimientos.
- **Aplicación APE:** Se indica si aplica (S). Se indica si aplica "genéricamente a la Acuicultura (G) o bien en forma específica a la APE (E). Por ejemplo: "S - E" significa que aplica en forma específica a la APE.

Texto Normativo	Procedimiento Administrativo	Artículo	Autoridad competente	Aplicación APE
DS N° 430, Fija Texto Refundido de la Ley 18.892, General de Pesca y Acuicultura (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	11	67 70 74 85 86 87 88 89 90 90 bis 90 ter	Subsecretaría de Pesca o Subsecretaría de Marina, según corresponda.	8 E 3 G
DS 290/1993, Reglamento de Concesiones y Autorizaciones de Acuicultura (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	9	10 bis 13 14 15 24 bis 31 41 42 50	Subsecretaría de Pesca o Subsecretaría de Marina, según corresponda.	9 E
DS 550/1992, Reglamento sobre Limitaciones a las Áreas de Concesiones o Autorizaciones de Acuicultura (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	COMPLETO	COMPLETO	Subsecretaría de Pesca o Subsecretaría de Marina, según corresponda.	G
DS 499/1994, Reglamento del Registro Nacional de Acuicultura (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	COMPLETO	COMPLETO	Subsecretaría de Pesca o Subsecretaría de Marina, según corresponda.	G

Texto Normativo	Procedimiento Administrativo	Artículo	Autoridad competente	Aplicación APE
DS 319/2001, Reglamento sobre las medidas de protección, control y erradicación de las enfermedades de alto riesgo, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	3	23 24 4 Transitorio	Servicio Nacional de Pesca o Subsecretaría de Pesca.	2 E 1 G
DS 320/2001, Reglamento Ambiental de la Acuicultura, RAMA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	4	13 17 18 3 Transitorio	Servicio Nacional de Pesca o Subsecretaría de Pesca.	4 E
DS 464/1995, Reglamento que establece Procedimiento para la entrega de Información de Actividades Pesqueras y Acuicultura (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	COMPLETO	COMPLETO	Servicio Nacional de Pesca o Subsecretaría de Pesca.	G
D.S. 345/2005, Reglamento de Plagas Hidrobiológicas, REPLA (Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción)	4	4 6 7 8	Subsecretaría de Pesca.	4 G

Fuente: Elaboración propia.

V.1.2.1.3. *Instrumentos y métodos técnicos de gestión*

En el ámbito de los instrumentos y métodos técnicos de gestión aplicables a la APE, en lo ambiental y lo sanitario, en el relevamiento de las disposiciones pertinentes, se entendió por i) Instrumento: las herramientas técnicas reconocidas como relevantes para la aplicación de políticas, estrategias o planes de carácter ambiental y sanitario. Por ii) Métodos: mecanismos, prácticas o acciones que explícitamente se mencionan en la normativa y que inciden en el resguardo de la calidad ambiental y sanitaria de cuerpos de aguas, recursos hidrobiológicos y ecosistemas acuáticos en general, y que permiten aplicar un determinado instrumento de gestión.

Existen 24 instrumentos y métodos técnicos de gestión aplicables a la acuicultura en general y 25 disposiciones específicas para la APE (Tabla 12).

Algunos de ellos, como la manera de informar la CPS y la INFA (línea base y seguimiento, respectivamente), podrían ser ajustados y simplificados para la APE, como forma de disminuir (acotar) la barrera de entrada sin dejar de recibir información ambiental pertinente, según las características que la actividad presenta en el país.

Tabla 12.
Instrumentos y métodos técnicos de gestión

Glosario de Tabla

- **Texto Normativo:** Identifica la Ley, Decreto Supremo, Resolución u otro tipo de norma.
- **Artículo:** Disposición específica del texto que regula el aspecto sanitario o ambiental.
- **Instrumento – Método:** identifica a las herramientas técnicas reconocidas como relevantes para la aplicación de políticas, estrategias o planes de carácter ambiental y sanitario, según el alcance descrito anteriormente para cada concepto.
- **Responsable:** La Autoridad a cargo de aplicar el respectivo instrumento, o el usuario que debe cumplirlo.
- **Aplicación APE:** Se indica el número de instrumentos / métodos aplicables “genéricamente a la Acuicultura (G) o bien en forma específica a la APE (E) en los distintos cuerpos normativos. Por ejemplo: “2G” significa que se reconocen 2 instrumentos / métodos que aplican en forma genérica a la APE.

Instrumento/ Método	Texto Normativo	Artículo	Responsable	Aplicación APE
Evaluación de Impacto Ambiental	Ley 19.300 Ley Bases Generales del Medio Ambiente	10	Comisión Nacional de Medio Ambiente o Comisión Regional de Medio Ambiente	2 G
	DS 95/2001, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Ministerio Secretaría General de la Presidencia)	3		
Declaración de Zonas Saturadas o Zonas Latentes	Ley 19.300 Ley Bases Generales del Medio Ambiente	43	Comisión Nacional de Medio Ambiente o Comisión Regional de Medio Ambiente según corresponda	G
Planes de Manejo	Ley 19.300 Ley Bases Generales del Medio Ambiente	41 42	Subsecretaría de Pesca	2 G
Planes de Prevención o Descontaminación	Ley 19.300 Ley Bases Generales del Medio Ambiente	45 47	Comisión Nacional de Medio Ambiente o Comisión Regional de Medio Ambiente	2 G
Norma de Emisión (límites máximos permitidos).	DS 90/2000, Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las	4.3.1 4.4.1 4.4.3	Superintendencia de Servicios Sanitarios, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante; y Servicios de Salud, según corresponda.	2 E 5 G

Instrumento/ Método	Texto Normativo	Artículo	Responsable	Aplicación APE
	(Ministerio Secretaría General de la Presidencia).			
	DS 46/2002, Norma de Emisión de Residuos Líquidos a aguas Subterráneas (Ministerio Secretaría General de la Presidencia)	6 7 8 9		
Monitoreo	DS 90/2000, Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (Ministerio Secretaría General de la Presidencia).	6.2 6.3 6.4	Superintendencia de Servicios Sanitarios, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante; y Servicios de Salud, según corresponda.	6 G
	DS 46/2002, Norma de Emisión de Residuos Líquidos a aguas Subterráneas (Ministerio Secretaría General de la Presidencia)	16 18 19		
Métodos de Análisis	DS 90/2000, Norma de Emisión para la Regulación de	6.5	Superintendencia de Servicios Sanitarios, Dirección General del Territorio Marítimo y de	3 G

Instrumento/ Método	Texto Normativo	Artículo	Responsable	Aplicación APE
	Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (Ministerio Secretaría General de la Presidencia).		Marina Mercante; y Servicios de Salud, según corresponda.	
	DS 46/2002, Norma de Emisión de Residuos Líquidos a aguas Subterráneas (Ministerio Secretaría General de la Presidencia)	24 26		
Procedimientos para el Monitoreo	DS 46/2002, Norma de Emisión de Residuos Líquidos a aguas Subterráneas (Ministerio Secretaría General de la Presidencia)	17	Superintendencia de Servicios Sanitarios, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante; y Servicios de Salud, según corresponda.	1 G
Declaraciones de Áreas Apropriadas para la Acuicultura	DS N° 430, Fija Texto Refundido de la Ley 18.892, General de Pesca y Acuicultura Ley General de Pesca y Acuicultura (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	67	Subsecretaría de Pesca y Ministerio de Defensa, a través de la Subsecretaría de Marina.	1 G

Instrumento/ Método	Texto Normativo	Artículo	Responsable	Aplicación APE
Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) e INFAs	Resolución 404/2003, Establece Contenidos y Metodologías para elaborar la Caracterización Preliminar de Sitio y la Información Ambiental (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	4 16	Subsecretaría de Pesca y Servicio Nacional de Pesca.	1 G 5 E
	DS 320/2001, RAMA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	15 16 17 21		
Planes de Contingencia	DS 320/2001, RAMA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	5 6	Servicio Nacional de Pesca y Capitanía de Puerto.	1 E
Clasificación de las Enfermedades de Alto Riesgo	DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	3 4 5	Subsecretaría de Pesca y Servicio Nacional de Pesca.	3 E
Programas Sanitarios	DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	10 11	Servicio Nacional de Pesca	2 E
Programas Sanitarios Generales	DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	12	Servicio Nacional de Pesca	1 E
Programas Sanitarios Específicos	DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	13	Servicio Nacional de Pesca	1 E

Instrumento/ Método	Texto Normativo	Artículo	Responsable	Aplicación APE
Programas de Vigilancia Epidemiológica	DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	14	Servicio Nacional de Pesca	1 E
Programas de Control, y Programas de Erradicación.	DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	15	Servicio Nacional de Pesca	1 E
Zonificación	DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	18	Servicio Nacional de Pesca	1 E
Programa Sanitario Desove de Peces	DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	37	Servicio Nacional de Pesca	1 G
Transporte de Especies hidrobiológicas	DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	48 52	Servicio Nacional de Pesca	2 E
Análisis de laboratorio	DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	65 66 67 69	Servicio Nacional de Pesca	4 G
Análisis del laboratorio nacional de referencia	DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	68	Servicio Nacional de Pesca	1 G
Actividades de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos	DS 314/2004, Reglamento de Actividades de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	7 9	Subsecretaría de Pesca y Servicio Nacional de Pesca	2 E

Instrumento/ Método	Texto Normativo	Artículo	Responsable	Aplicación APE
Programas para vigilancia, detección, control o erradicación de plagas.	D.S. 345/2005 Reglamento de Plagas Hidrobiológicas	11 13	Servicio Nacional de Pesca	2 G

V.1.2.1.4. *Mecanismos de fiscalización, control y sanción*

En el ámbito de los mecanismos de fiscalización, control y sanción, ambiental y sanitaria de la acuicultura, previstos en la normativa y que son aplicables a la APE, se entendió por i) Fiscalización: las actuaciones de autoridad destinadas a constatar el cumplimiento o incumplimiento de las condiciones legales y reglamentarias bajo las cuales se desarrollan las actividades acuícolas; ii) Control: los mecanismos de verificación técnica de cumplimiento de normas y estándares ambientales o sanitarios; y iii) Sanción: las medidas previstas por la normativa vigente frente a su incumplimiento por los usuarios.

Existen 7 textos legales que disponen este tipo de mecanismos, de los que 5 tienen prescripciones específicas para la APE (Tabla 13).

Tabla 13.
Mecanismos de fiscalización, control y sanción en la acuicultura

Texto Normativo	Fiscalización	Artículo	Control	Artículo	Sanción	Artículo	Aplicación APE
DS N° 430, Fija Texto Refundido de la Ley 18.892, General de Pesca y Acuicultura. (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	1	122			8	113 116 118 119 135 136 137 139	6 E 3 G
DS 290/1993, Reglamento de Concesiones y Autorizaciones de Acuicultura (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	1	10 bis					1 E
DS 319/2001, RESA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	4	28 46 56 76					4 E
DS 320/2001 RAMA (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	1	23					1 E

Texto Normativo	Fiscalización	Artículo	Control	Artículo	Sanción	Artículo	Aplicación APE
DS 314/ 2004, Reglamento de Actividades de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción)	1	19					1 E
Ley 19.300 Ley Bases Generales del Medio Ambiente	1	64					1 G
D.S. 345/2005 Reglamento de Plagas Hidrobiológicas	3	10 33 34	5	9 10 13 26 28	1	35	3 G

Fuente: Elaboración propia.

V.1.2.2. Situación de la APE en otros países

La situación en Chile ratifica una preocupación generalizada a nivel mundial. Quizás no tanto por consideraciones ambientales, sino por mejorar los estándares de calidad de vida de comunidades que viven o subsisten gracias a esta actividad económica. En otras palabras, el desafío es la sustentabilidad ambiental del desarrollo, mitigando los niveles de pobreza y elevando cualitativamente las opciones de generar mayor valor agregado a las actividades de acuicultura artesanal, habida consideración a la sustentabilidad ambiental de los recursos y los ecosistemas.

Esta actividad, a nivel internacional es denominada acuicultura rural a pequeña escala (ARPE). El desarrollo económico y social general entre los distintos países de América Latina da cuenta de realidades distintas, y prioridades también diferenciadas en torno al tema. La superación de la pobreza para ciertos países litorales es más marcada, por lo que un elemento clave en sus propias políticas es la priorización de programas sociales, en este caso focalizados en la acuicultura rural.

A nivel internacional se ha señalado que hay diversos elementos que permiten acotar e identificar la acuicultura rural. Según Martínez Espinosa⁶⁵ (1999) una "descripción/definición" de la ARPE podría ser la acuicultura que tiene como características el que i) la practican los acuicultores pobres y menos pobres, ii) tiene bajos costos y bajas productividades⁶⁶, iii) funciona a

⁶⁵ Manuel Martínez Espinosa, "LA ACUICULTURA RURAL EN PEQUEÑA ESCALA EN EL MUNDO", presentado en Taller ARPE, FAO-UCT, 09 al 12 Noviembre 1999. Disponible en www.red-arpe.cl. El Taller analizó el estado de la acuicultura rural de pequeña escala en América Latina y el Caribe, con énfasis particular en la situación de la actividad en Chile, Colombia, Venezuela y los países de América Central; analizó los aspectos macro y microeconómicos de la actividad y la importancia de las instituciones en el marco de un nuevo escenario económico mundial y el nuevo papel del Estado que de ello resulta. Discutió, así mismo, una serie de principios basados en las lecciones aprendidas y una estrategia general y estrategias específicas para la solución de problemas técnicos y no técnicos que afectan el desarrollo de la acuicultura rural de pequeña escala. El documento presenta las principales conclusiones y recomendaciones del taller encaminadas a desarrollar sistemas innovativos de extensión para los pequeños productores, su capacitación, la investigación aplicada a este tipo de acuicultura, la comercialización de sus productos y el crédito a los productores. Se hicieron propuestas concretas sobre el intercambio de información a nivel regional y las posibles acciones que se pueden derivar como reuniones, talleres, proyectos de investigación, etc.

⁶⁶ Aquí hay que hacer la excepción de los campesinos o pescadores reunidos en cooperativas, asociaciones y organizaciones en general.

partir de una organización básicamente familiar o micro-empresarial⁶⁷ y iv) está, en mayor o menor grado, integrada a otras actividades agrícolas o pecuarias.

Por su parte, Edwards (2000) señala, citando a Edwards y Demaine (1997), que la acuicultura rural corresponde a una producción de bajo costo con tecnologías extensivas y semi-intensivas, que son más apropiadas para la limitada base de recursos que poseen los hogares de pequeños agricultores. Se basa en alimentos naturales para peces, como el plancton, que en ocasiones se abona y/o se complementa con otro alimento. El fertilizante y el alimento pueden derivarse de subproductos agrícolas, al menos en la etapa inicial de intensificación, aunque incluso en estos casos se utiliza cada vez más el alimento formulado y granulado proveniente de la agroindustria. Por el contrario, los sistemas intensivos dependen siempre de dietas completas en términos nutricionales y que tienen un costo relativamente alto⁶⁸. Esta forma de realizar la actividad es muy diferente al tipo de acuicultura de pequeña escala realizada en Chile.

La contribución de América Latina y África a la producción por ARPE es mínima dado que su aporte al total mundial de la acuicultura también lo es. América Latina aporta menos de un 2% al total mundial y África no llega al 0.4% (los mayores aportes provienen de China e India)⁶⁹.

Las sugerencias generales de este Taller, celebrado en Chile (Temuco 1999), se mantienen plenamente vigentes y son coherentes con los pasos que está dando Chile actualmente en la materia. El Taller hizo las siguientes recomendaciones generales⁷⁰:

⁶⁷ Aquí también los diferentes tipos de asociación, constituyen una excepción.

⁶⁸ Peter Edwards, ACUICULTURA, IMPACTOS EN LA POBREZA Y SUSTENTO Número 56, junio de 2000, disponible en <http://www.rimisp.cl/legacy/odi-rimisp/odi56final.html>. RIMISP es el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural, organización sin fin de lucro que apoya el aprendizaje organizacional y la innovación para promover la inclusión, la equidad, el bienestar y el desarrollo democrático en las sociedades rurales latinoamericanas

⁶⁹ Espinosa, M. Taller ARPE 1999.

⁷⁰ FAO, Informe de Pesca N° 631, Informe Taller ARPE.

- Se deben reconocer y diferenciar los tipos de ARPE que, para fines prácticos, se denominan Tipo I y Tipo II, dejando en claro que existen sub sectores intermedios que deben ser identificados en cada caso⁷¹.
- Debería existir una adecuada coordinación e intercambio de información entre las distintas agencias de desarrollo y las autoridades técnicas, tanto a nivel local, como regional y nacional, y, donde corresponda, a nivel internacional.
- Los gobiernos que consideren importante incluir el desarrollo de la ARPE entre sus políticas para combatir la pobreza, deberían de adoptar estrategias basadas en las experiencias acumuladas y diseñar métodos innovadores para la selección de los grupos objeto (a través de evaluaciones socioeconómicas previas que consideren las tradiciones y actividades históricamente realizadas), la selección de las especies a cultivar y de las tecnologías a utilizar, los servicios de extensión, las modalidades de financiamiento y el apoyo a la comercialización. Idealmente, la promoción de la ARPE debería de ser objeto de una política específica del Estado. El diseño de estrategias acordes con el nuevo escenario macroeconómico, debería de incluir mecanismos que, en la medida de lo posible, independicen el proceso de evolución de la ARPE de los frecuentes cambios de autoridades gubernamentales.
- Los gobiernos deberían elaborar normas y reglamentos acordes con las necesidades del desarrollo de la ARPE, tomando en cuenta los principios del Código de Conducta para la Pesca Responsable, cuyo capítulo 9 se ocupa de la acuicultura en general y debe ser adaptado a las necesidades de los distintos tipos de cultivo.

⁷¹ Por analogía, esto resulta coherente con reconocer las diferencias existentes dentro de la APE de nuestro país, donde es posible establecer grupos humanos característicos según el tipo de recurso cultivado y su localización geográfica.

Se reconoce que con el fin de desarrollar el pleno potencial de la acuicultura, ésta debería practicarse como componente integrante del desarrollo comunitario, “contribuyendo a una subsistencia sostenible, fomentando el desarrollo humano y reforzando el bienestar social de los sectores más pobres”. Las políticas y reglamentos de acuicultura deberían fomentar unos procedimientos de cultivo y manejo prácticos y económicamente viables que sean ecológicamente sostenibles y socialmente aceptables. Para que la acuicultura pueda lograr desarrollar todo su potencial, tal vez sea necesario adoptar nuevos enfoques en este sector en los decenios venideros. No cabe duda de que estos enfoques variarán según las diferentes regiones y países, por lo que el reto consistirá en elaborar planteamientos que sean objetivos y asequibles dentro de cada entorno social, económico, ambiental y político, incluyendo la desburocratización administrativa. En una época de globalización y liberalización del mercado, estos enfoques no sólo deberán centrarse en un aumento de la producción, sino que deberán orientarse también “a producir productos que sean asequibles, aceptables y accesibles para todos los sectores de la sociedad”.⁷²

En los países de Centroamérica y el Caribe, se ha creado una red intergubernamental (Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano - OSPESCA, integrada en noviembre del 2006⁷³), orientada a aunar esfuerzos para apoyar iniciativas comunes que permitan expandir las actividades económicas asociadas a la piscicultura y acuicultura en la región. Como antecedente, se había celebrado durante el 2004 el TALLER SOBRE FACTIBILIDAD DE ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE COOPERACIÓN EN ACUICULTURA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (Panamá, diciembre de 2004). El Taller analizó la situación de la acuicultura en América Latina y el Caribe, la contribución del sector al desarrollo económico y social y los principales problemas que lo afectan. Analizó también los antecedentes de la cooperación regional para el desarrollo de la acuicultura, mediante la presentación y el análisis de un resumen de los esfuerzos realizados y los mecanismos empleados en la región para colaborar en el desarrollo de esta

⁷² FAO, *Ibíd.*, Párrafo 35

⁷³ www.sica.int/ospesca

actividad⁷⁴. Esta red se encuentra establecida en el contexto del SICA (Sistema de Integración Centroamericana).

Dentro de las conclusiones y recomendaciones de este Taller, destacan:

- Proponer opciones productivas a los países y a los productores, orientadas a la diversificación en términos de sistemas de cultivo, especies y escala de producción.
- Promover el fomento de la acuicultura rural de pequeña escala como medio para la creación de empleo y generación de ingresos, mitigación de la pobreza y mejoramiento de la seguridad alimentaria.
- Fortalecer los procesos de capacitación y formación de recursos humanos, especialmente al nivel de técnicos de campo y técnicos medios, y en la especialización de profesionales.
- Apoyar programas y proyectos de investigación interdisciplinaria (abarcando ciencias naturales, ciencias sociales y humanidades), desarrollo y transferencia tecnológica aplicables a la acuicultura (por ejemplo: genética, sanidad, patología, nutrición, alimentación, inocuidad, biotecnología, trazabilidad y técnicas de cultivo).
- Apoyar y fomentar la realización de estudios y análisis para mejorar los sistemas de comercialización y distribución de los productos de la acuicultura de acuerdo con los requerimientos de los mercados nacionales e internacionales.
- Apoyar la transferencia, el intercambio y la divulgación de información.
- Promover el papel de la mujer en la acuicultura, y,
- Apoyar el fortalecimiento institucional y legal relacionado con la acuicultura en los países miembro de la red.

⁷⁴ FAO, Informe de Pesca N° 773, FIRI/R773 (Bi)

En este marco de avance, se puede citar a Guatemala como exponente de la tendencia en Latinoamérica. Este país promulgó recientemente su nueva Ley de Pesca y Acuicultura⁷⁵, en la cual se reconoce explícitamente la acuicultura a pequeña escala. El artículo 1° de la citada ley, establece el objeto primordial señalando que “La presente Ley tiene por objeto regular la pesca y la acuicultura, normar las actividades pesqueras y acuícolas a efecto de armonizarlas con los adelantos de la ciencia, ajustándolas con métodos y procedimientos adecuados para el uso y aprovechamiento racional de los recursos hidrobiológicos en aguas de dominio público”. Esta disposición explicita la necesidad de “armonizar” las necesidades buscando la “ecuación” de equilibrio entre desarrollo y sustentabilidad ambiental.

El Artículo 2° alude a las Políticas del Estado, señalando que “Es obligación del Estado, en coordinación con el sector pesquero y acuícola, establecer una política pesquera y acuícola para el uso y aprovechamiento racional y sostenido de los recursos hidrobiológicos, así como la conservación de los ecosistemas acuáticos, tomando en consideración el interés público. Esta política tendrá como propósito fundamental propiciar la ordenación y el desarrollo pesquero y acuícola, declarándose la misma de utilidad, necesidad y urgencia nacional”. La legislación ambiental latinoamericana suele referirse a la obligatoriedad de dictar políticas, o bien directamente a establecer sus lineamientos, lo que arraiga con mayor fuerza los objetivos de mediano y largo plazo para desarrollar áreas de la economía como la que se viene revisando. Igualmente, la “declaración de utilidad, necesidad y urgencia nacional” suele igualmente estar presente, asociada a preceptos constitucionales que prevén mayor potestad en la Administración en estos casos.

La Ley guatemalteca define en su artículo 8, N° 5 a la “Acuicultura artesanal o de desarrollo” señalando que es el “Cultivo realizado por una persona individual y los miembros de su núcleo familiar, cuya producción total está destinada a la alimentación de la familia”. Establece varios conceptos, en verdad que reflejan una especial preocupación por la acuicultura rural. El Artículo 46 a este respecto señala que “El Estado fomentará con especial atención la acuicultura rural con el

⁷⁵ Guatemala: Ley General de Pesca y Acuicultura, Decreto N° 80-2002

objeto de abastecer con productos acuícolas de bajo costo a las regiones interiores del país, apoyándose con los centros acuícolas de la autoridad competente". También alude al "Fomento de la producción" señalando en su Artículo 47 que "El Estado y otras entidades relacionadas con la actividad deberán dentro del espíritu de la norma anterior, por medio de la autoridad competente, fomentar la producción de huevos, larvas postlarvas y alevines de organismos hidrobiológicos en sus centros acuícolas para el cultivo y repoblamiento". Igualmente se reconoce la necesidad de resguardo de los ecosistemas señalando que "La acuicultura, para los efectos de la presente Ley y para preservar los ecosistemas costeros en forma sostenible, tendrá un reglamento específico", Artículo 48.

La Ley contempla, al igual que la ley chilena, mecanismos de concesiones, permisos y licencias, fijando condiciones distintas según el tipo de pesca o acuicultura de que se trate. En resumen, la preocupación en los países de la región es similar, y aunque hay realidades bastante diversas en cuanto a los mecanismos y prioridades, dependiendo del nivel general de desarrollo de cada país, los objetivos centrales son los mismos, y hay consenso en la necesidad de reforzar los marcos regulatorios propiciando y generando condiciones mas favorables para los acuicultores artesanales.

De acuerdo a lo expuesto, la necesidad de definir o mejorar los marcos regulatorios haciéndose cargo de la realidad y complejidad del sector acuícola artesanal en forma específica es evidente, dado que no solamente se trata de cuestiones asociadas a la productividad del sector o a aspectos sociales, ambientales, sanitarios, etc. Dada esta diversidad de variables, las respuestas y los resultados a observarse en la práctica no son necesariamente atribuibles en forma exclusiva a la legislación. Confluyen diversos factores relacionados con temas estructurales de gestión pública que tienen que ver con el estado de desarrollo de la APE, así como de otras actividades económicas de pequeña escala. La centralización en la toma de decisiones, por ejemplo, que se mantiene independientemente de la escala territorial administrativa que se tome como referencia (nivel central, regional, provincial y local) afecta a quienes desarrollan actividades económicas de subsistencia o artesanal en los sectores rurales alejados de las urbes. El mayor o menor acceso a

nuevas tecnologías, políticas de fomento, capacitación, y en general un conjunto de herramientas consideradas al servicio de un objetivo central de política, son aspectos claves que deben considerarse a la hora de construir una estrategia estatutaria específica para la APE.

En el contexto del desarrollo de la acuicultura en los países de la Unión Europea, ya en el año 2002 se señaló por la Comisión de las Comunidades Europeas que la acuicultura es una actividad que abarca muy variados aspectos y una amplia gama de especies, sistemas y prácticas. Su dimensión económica crea nuevas oportunidades económicas, gracias a la creación de empleo, la utilización más eficaz de los recursos locales y las oportunidades para la inversión productiva. La acuicultura también contribuye cada vez más al comercio local e internacional.

La Comisión ha reconocido la importancia de la acuicultura en la reforma de la política pesquera común y la necesidad de desarrollar una estrategia para el desarrollo sostenible de este sector. Esta estrategia será coherente con las demás estrategias comunitarias y especialmente con la estrategia de la Unión Europea para un desarrollo sostenible⁷⁶.

Reconoce la Comunicación que la acuicultura está extendida por toda la UE, generalmente en zonas rurales o regiones periféricas dependientes de la pesca, donde hay una ausencia crónica de oportunidades de empleo alternativas. Se dispone de poca información sobre la repercusión socioeconómica de la acuicultura costera en Europa. No obstante, un reciente estudio llevado a cabo en algunas zonas de Escocia⁷⁷ revela que el desarrollo de la cría del salmón detuvo el descenso de la población rural (por primera vez en el siglo pasado) y que los jóvenes podían encontrar trabajo durante todo el año mientras que otras actividades económicas, como el turismo, tenían sólo carácter estacional. Podría perfectamente ser válido detectar los factores que permitieron dicha reversión, y seguramente podrán encontrarse diversas concordancias con las conclusiones que se exponen en este informe. De hecho, de la lectura detallada de la

⁷⁶ Comunicación De La Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo; "Estrategia Para El Desarrollo Sostenible De La Acuicultura Europea", COM(2002) 511 final; Bruselas, 19.9.2002; Pág. 3.

⁷⁷ *The Scottish Office*. «El impacto económico de la cría del salmón en Escocia». Marzode1999, citado en la Comunicación de nota anterior

Comunicación se desprende que las claves están en la mantención adecuada de equilibrios entre desarrollo económico y social. Por una parte, explicitando que la acuicultura constituye una actividad económica relevante para el desarrollo con posibilidades claras de expansión, y por otra, que debe ser compatible con la sustentabilidad ambiental. Se sostiene, por ejemplo, que durante los próximos diez años la acuicultura debe alcanzar la situación de una industria estable que garantice empleos seguros a largo plazo y desarrollo en las zonas rurales y costeras, y al mismo tiempo ofrecer alternativas a la industria de la pesca, tanto en lo que respecta a los productos como al empleo.

Agrega que para lograr empleos seguros y bienestar, la acuicultura europea debe ser una industria viable y autosuficiente desde el punto de vista económico. El mercado debe ser el impulsor del desarrollo de la acuicultura. Se señala una cuestión fundamental: entre la producción y la demanda hay un delicado equilibrio, por lo que no debe fomentarse ningún aumento de la producción que supere la evolución probable de la demanda. Es preciso ampliar la gama de productos y mejorar las estrategias de comercialización. Los inversores privados son, y deben seguir siéndolo, los impulsores del progreso y los poderes públicos deberán velar por que la viabilidad económica vaya paralela al respeto del medio ambiente y a la calidad de los productos⁷⁸.

Lo dicho, si bien es aplicable a los desafíos que conlleva la expansión de este sector de actividad económica en general, es particularmente relevante para la acuicultura de pequeña escala o APE, en especial porque de lo que se trata es precisamente de romper el desequilibrio que mantiene Chile en esta área. De hecho, la APE presenta falencias en los tres aspectos del desarrollo sustentable: el económico, el social y el ambiental. ¿Como viabilizar, de acuerdo a la realidad chilena, los retos y metas que se ha planteado la UE?. Si bien el presente Estudio FIP-APE aborda los aspectos ambientales, no puede desentenderse de contribuir en la ratificación del abordaje global para mejorar las condiciones no solo ambientales de estuarios, bahías, etc., de los propios

⁷⁸ COM(2002) 511 final; Pág. 6

recursos acuícolas, sino que de fondo en mejorar la calidad de vida de las poblaciones rurales y grupos que viven a expensas de esta actividad. El problema es integral, aunque desde lo ambiental pueda contribuirse para fortalecer una parte del desarrollo sustentable.

Lo anterior se reconoce en forma expresa en la UE. La Comunicación que se analiza señala que la actividad debe hacerse cargo expresamente de los problemas medioambientales. Es importante que los avances de la acuicultura den como resultado productos que no sólo sean aceptables para los consumidores en términos de precios, calidad y seguridad, sino también en términos de coste medioambiental. Se acusa a la acuicultura de tener efectos negativos en el medio ambiente, aunque aún no se dispone de todas las pruebas científicas que demuestren dichos efectos. Deben adoptarse medidas para prevenir la degradación del medio ambiente⁷⁹.

Debemos tener en cuenta que Chile es una parte contratante del Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas y suscribe el Código de conducta para la pesca responsable de la FAO, de modo que el desarrollo de la acuicultura, y de la APE en particular, debe ser coherentes con las estrategias de protección medioambiental.

En esta materia, la UE define la llamada “Prevención y control integrados de la contaminación” (IPPC). Las actividades cubiertas por la Directiva 96/61/CE del Consejo⁸⁰ necesitan una autorización «integrada, que debe revisarse periódicamente», y están relacionadas con la contaminación del aire, el agua y el suelo, la prevención y eliminación de residuos, la utilización de la energía, la prevención de accidentes y la limpieza de los emplazamientos. Las condiciones para la concesión de autorizaciones deben estar basadas en las mejores técnicas disponibles (MTD).

En el marco de la acuicultura en el Sudeste Asiático, en verdad a nivel mundial, coexisten dos claros modelos. Por una parte, la producción en unidades de cultivo de gran tamaño, dónde esta

⁷⁹ COM(2002) 511 final; Pág. 10

⁸⁰ Directiva 96/61/CE de 24 de septiembre de 1996 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación, DO L257de10.10.1996

industria, concebida básicamente como una actividad generadora de divisas⁸¹, se ha caracterizado por un desarrollo muy rápido, desordenado, irrespetuoso con el medio ambiente y salpicado de graves incidentes de epizootias que han causado enormes pérdidas económicas y graves alteraciones ecológicas. Este tipo de acuicultura ha generado un rechazo social importante, tanto por la indiscriminada destrucción y degradación de manglares (que ha mermado significativamente recursos naturales asociados a estos ecosistemas de los que dependían muchas de las poblaciones más desfavorecidas), como por las malas prácticas utilizadas (captura de semilla del medio natural, importación de semilla sin los debidos controles veterinarios, vertidos incontrolados, etc.), que han sido la causa de las mencionadas epizootias⁸². Frente a este modelo, se desarrolla una acuicultura basada en la producción semi-intensiva de langostino en pequeños estanques, gestionados por pequeños propietarios y por lo general integrados en un estructura de mayor nivel, que puede ser una cooperativa o una gran empresa privada que les suministra las larvas, el pienso, la asistencia técnica o financiera y que posteriormente comercializa su producción o les compra la cosecha, descontando en ese momento los «préstamos» incurridos a lo largo del cultivo⁸³.

Este tipo de acuicultura destaca por su importancia como una acuicultura mayoritariamente de agua dulce, llevada a cabo en pequeños estanques (0,5 - 0,1 Ha), normalmente asociados a una explotación agropecuaria o en los propios campos de arroz temporalmente inundados y que se desarrolla sobre todo en Asia, aunque en la actualidad se está extendiendo a algunas zonas de África y Latinoamérica. Las especies más comunes, que representan un 50% de la producción acuícola mundial, son tilapia y carpa; su alimentación, constituida en una elevada proporción por productos vegetales, resulta menos costosa y además puede complementarse de una forma sencilla, mediante la adecuada fertilización de los estanques. Es por tanto una acuicultura menos agresiva con el medio ambiente, que contribuye a transformar los nutrientes que se encuentran en los

⁸¹ Ya que su producción es exportada prácticamente en su totalidad

⁸² López Fernández, Avelina; *“Acuicultura como herramienta para el Desarrollo”*, Agencia Española de Cooperación Internacional. Programa de Cooperación al Desarrollo del Sector Pesquero en África. Documento basado en la Tesina presentada para el «Master en Cooperación y Ayuda Internacional». ICEI (Instituto Complutense de Estudios Internacionales) de Madrid.; 2005, Pág. 15.

⁸³ *Ibidem*, Pág. 16.

eslabones más bajos de la cadena alimentaria (sintetizados a partir de energía solar y nutrientes minerales) en nutrientes de origen animal y alto valor nutritivo para el ser humano. Sin embargo y como contrapartida, es una actividad sobre la que generalmente se ejerce poco control y cuya rentabilidad está muy por debajo de sus posibilidades. El régimen de producción suele ser extensivo, y en algunos casos semi - intensivo y los productos obtenidos son dedicados esencialmente al autoconsumo o a la generación de ingresos complementarios a sus actividades agrícolas⁸⁴.

V.1.3. Caracterización ambiental y sanitaria de los ciclos productivos de los tipos de cultivos APE

A partir del hecho que los diferentes tipos de cultivos tienen diferentes consecuencias en el medioambiente, según se ilustró en el punto II.2, fue elaborada una matriz para caracterizar ambiental y sanitariamente los distintos cultivos que realiza la APE (Tabla 14).

La caracterización ambiental y sanitaria presentada, estuvo basada en aspectos genéricos de las fases productivas de los tipos de cultivos y también en los niveles de actividad (productividad) relativa que los cultivos de pequeña escala presentan hasta hoy⁸⁵.

Por tipo de cultivo, las consideraciones realizadas fueron las siguientes:

- **Algas:** considerando la forma de cultivo/recolección que tiene el pelillo, y que requiere grandes extensiones de fondo, el embancamiento de sedimentos podría ser un proceso asociado al cultivo, que vale la pena seguir en el tiempo⁸⁶. Aunque no es estrictamente ambiental, el uso de cerquillos y estacas también constituye una dificultad para la navegación⁸⁷.

⁸⁴ *Ibíd*em, Pág. 17.

⁸⁵ A partir de información FIP 2004-26.

⁸⁶ Debido a que el embancamiento puede derivar en una disminución de la productividad de la pradera, además de dificultar la navegación en zonas someras.

⁸⁷ En la Resolución 3.411/2006 (26/XII/2006) se explicita la prohibición al respecto.

- **Moluscos:** en el caso de los moluscos filtradores, en términos de impactos directos, en su etapa de crecimiento (engorda) producen cambios ambientales por la excreción de metabolitos nitrogenados, producción de pseudoheces (agua expelida después de la filtración) y heces. Dependiendo de la biomasa presente y las características geográficas de las zonas de cultivo, la concentración de nitrógeno y materia orgánica (material particulado) pueden aumentar, disminuyendo la disponibilidad de oxígeno disuelto en la columna de agua y afectando (disminuyendo) el potencial de oxido-reducción (Eh) de los sedimentos, registrándose valores inferiores a cero⁸⁸; usual y preferentemente en los sectores bajo las líneas de cultivo, y también en sectores cercanos. Por otro lado, dependiendo de la densidad y extensión de los cultivos, las estructuras físicas pueden alterar los patrones de circulación y corrientes (aumentando también la tasa de sedimentación en la medida que la velocidad del agua disminuye⁸⁹). Durante el ciclo del cultivo también existe desprendimiento y pérdida de organismos (mortalidad natural), que en el caso de los sistemas no confinados (mitílidos) incrementa el aporte neto de materia orgánica a los sedimentos. Al desaparecer el oxígeno de los sedimentos superficiales, la estructura y diversidad de la comunidad de macrofauna puede experimentar alteraciones. Este tipo de aporte de materia orgánica a los sedimentos puede incrementarse con algunas rutinas de operación del cultivo (desdobles, por ejemplo) y también en el momento de la cosecha, cuando los organismos incrustantes se desprenden (o son desprendidos) directamente en el agua, precipitando luego al fondo. En relación a la biota de los lugares donde se desarrollan estos cultivos, y dependiendo de la biomasa presente, la filtración de los organismos cultivados puede llegar a afectar el reclutamiento de otras especies con fase vital planctónica. Extremando lo indeseable, en un lugar donde se cultivan históricamente moluscos filtradores, se eutrofica la columna de agua, los sedimentos reciben una carga

⁸⁸ Dependiendo de los valores de Eh en el sedimento, serán los procesos de degradación/mineralización (diagénesis) , que se verán afectados. Entre 0 y -200 mV, se ve afectados los sulfuros. Bajo esos valores comienza la producción de gas metano.

⁸⁹ Esto presumiblemente también ocurre con las estructuras para salmonídeos.

significativa de materia orgánica volviéndose anóxicos, producto de lo cual la diversidad biológica disminuye⁹⁰.

- **Crustáceos:** para el cultivo de camarón de río del norte, considerando la manera en que se realiza (a partir de la captura de larvas silvestres) y lo reducido de su producción, quizá el principal efecto ocurra dentro de las piletas de engorda; donde la adición de alimentos y su tipo (*pellets*, restos de otros animales) puede incrementar la concentración de nitrógeno y fósforo en el agua, que luego será descargados por los efluentes, aumentando las concentraciones en el área circundante a la descarga. Los sedimentos de las piletas de engorda eventualmente serán altos en contenido de materia orgánica y bajos en Eh. El aporte de materia orgánica sedimentada en la pileta podría verse afectado por florecimientos algales. En escalas mayores de cultivo, la sustracción de larvas del medio podría influir el reclutamiento en las zonas estuarinas donde se realiza⁹¹. Mientras no tenga una escala de producción suficiente, el tema sanitario no debiera ser problema, pese a que existen enfermedades de alto riesgo para crustáceos descritas por la O.I.E.
- **Peces:** en el caso de la trucha, durante la fase de engorda⁹², la adición de alimentos puede incrementar la concentración de nitrógeno y fósforo descargada a los cuerpos de agua dulce, así como el contenido de grasas, aceites y coliformes. Mezclado con el alimento, cuando corresponda, debe considerarse el tipo de antibióticos y sustancias terapéuticas administrados durante la engorda, la presencia/ausencia de enfermedades (de transmisión vertical y horizontal), y las redes hídricas asociadas con los pequeños productores.

⁹⁰ De acuerdo al modelo de enriquecimiento orgánico de Pearson & Rosenberg (1978). En un sistema en que esta situación ha ocurrido, cabría preguntarse ¿Qué pasa con la producción del cultivo?

⁹¹ Algo que habría que determinar si este cultivo tuviera un auge en el país, cosa que actualmente no ocurre.

⁹² Aparentemente, la piscicultura de truchas analizada en la IX^a región, está sustentada por tres productos (Reproductores/Ovas, Alevines, *Pan Size*). Sin embargo la actividad es precaria y no tiene un encadenamiento productivo claro y asentado entre los tres productores.

Como consideraciones sanitarias generales para todo tipo de cultivo, el traslado y trasplante de ejemplares entre lugares siempre tiene el potencial de transmitir organismos dañinos (bacterias, microalgas, protozoos, por ejemplo). Para manejar proactivamente esa situación, las medidas preventivas son esenciales. Eso está claramente expresado en el D.S. 319/2001 (RESA) y sus programas sanitarios generales y específicos, y en el D.S. 345/2005 (Repla), los cuales muestran una apropiada, y compleja, integración entre sí; y donde el criterio de zonificación aparece explícitamente señalado como una herramienta de gestión de situaciones propias de tales ámbitos.

Finalmente, hay que considerar que en relación con los diferentes usos que pueda tener determinado lugar (territorio), para cualquier tipo de cultivo, según su localización, extensión y producción, es posible que surjan conflictos de intereses con otras actividades/actores (con la acuicultura, usualmente el sector turístico)⁹³. Un argumento también habitual, es que se produce un deterioro escénico derivado de la presencia de las estructuras de cultivo⁹⁴. En concreto, en las riberas de los lugares con presencia de cultivos, usualmente se observan restos de organismos (algas) y de materiales (boyas, mallas, cabos), producto del desprendimiento y/o rotura de las estructuras de cultivo⁹⁵.

⁹³ A fines de Junio fue instalada una mesa de diálogo entre empresarios acuícolas y turísticos en la novena región, para discutir el impacto de las pisciculturas. Diario Financiero 26 /VI/06, página 9 .

⁹⁴ La navegación deportiva también puede verse restringida por los mismo motivos.

⁹⁵ FIP 2004-26.

Tabla 14.
Fases productivas de los diferentes cultivos de la APE, por tipo de ambiente.

Tipo	Especie	Región	Etapas	Duración ciclo (meses)	Tipo de ambiente
ALGAS	Pelillo (<i>Gracilaria chilensis</i>)	III, IV, V, VIII y X	1. Plantación / Crecimiento	Permanente	Marino, Estuarino
			2. Cosecha / Recolección		
			3. Secado		
MOLUSCOS	Ostión del norte (<i>Argopecten purpuratus</i>)*	I, III, IV y VIII	1. Captación de semillas (<i>natural/hatchery</i>)	11 - 14	Marino
			2. Engorda (suspensión confinada)		
			3. Cosecha		
MOLUSCOS	Choro zapato (<i>Choromytilus chorus</i>)*	IX y X	1. Captación (<i>natural</i>)	11 - 13	Marino, Estuarino
			2. Engorda (fondo/suspensión)		
			3. Cosecha		
MOLUSCOS	Chorito (<i>Mytilus edulis chilensis</i>)*	IX, X y XI	1. Captación (<i>natural</i>)	10 - 18	Marino, Estuarino
			2. Engorda (suspensión)		
			3. Cosecha		
MOLUSCOS	Cholga (<i>Aulacomya ater</i>)*	VIII y X	1. Captación (<i>natural</i>)	11 - 14	Marino, Estuarino
			2. Engorda (fondo/suspensión)		
			3. Cosecha		
MOLUSCOS	Ostra chilena (<i>Ostrea chilensis</i>)*	X	1. Captación (<i>natural</i>)	24 - 30	Marino, Estuarino
			2. Engorda (fondo/suspensión)		
			3. Cosecha		
MOLUSCOS	Ostra japonesa o del Pacífico (<i>Crassostrea gigas</i>)*	III, VII, VIII, IX y X	1. Captación (<i>hatchery</i>)	8 - 18	Marino, Estuarino
			2. Engorda (fondo/suspensión)		
			3. Cosecha		
CRUSTÁCEOS	Camarón de río del norte (<i>Cryphiops caementarius</i>)**	III y IV	1. Captación (<i>natural</i>)	12 - 14	Estuarino, Terrestre
			2. Engorda (piletas en suelo)		
			3. Cosecha		
PECES	Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)**	VIII y IX	1. Obtención de alevines	6 - 14	Lótico/Terrestre
			2. Engorda (estanques/piletas en suelo)		
			3. Cosecha		

Fuente: elaboración propia a partir de: La Acuicultura en Chile (2004), Technopress S.A.; Proyecto FIP 2004-26; Pílay, T.V.R. (1992) Aquaculture and the environment.

* : cultivo extensivo; se alimenta naturalmente **: cultivo intensivo; se le administra alimento

Fuente: Elaboración propia.

V.1.4. Matriz de impactos ambientales y sanitarios de la APE

A partir de la matriz anterior y de los antecedentes presentados en los puntos II.1 y II.2, se construyó otra para registrar ausencia/presencia de impactos ambientales⁹⁶ por parte de la APE. Esta matriz se estructuró en función de los componentes naturales aire, agua, suelo, biota y sociocultural⁹⁷, tomando en cuenta los niveles de actividad relativa de cada cultivo (Tabla 15).

En cuanto a las valoraciones positivas o negativas hechas de la interacción entre la APE (de acuerdo a sus etapas de cultivo) y los componentes ambientales, cabe hacer los siguientes alcances:

- La etapa de cosecha siempre se considera socioculturalmente positiva, entendiendo que es el momento en que se cierra un ciclo y se perciben los beneficios directos de este (dinero).
- El cultivo de pelillo es percibido como completamente positivo, dado que no se considera dañino en términos de provocar anoxia en los sedimentos⁹⁸. Esto se potencia al considerar su contexto social de acentuada pobreza⁹⁹.
- Ostiones y mitílidos son los cultivos de mayor significado ambiental dentro de la APE, considerando sus niveles de actividad¹⁰⁰.
- Las truchas tienen un significativo potencial como vector sanitario en caso de aumentar la actividad (producción).

⁹⁶ Cabe señalar que un impacto se diferencia de un efecto, porque introduce una alteración significativa en el comportamiento de una variable o parámetro (cosa que es posible afirmar cuando existe un registro histórico que entregue información sobre la variabilidad natural de la característica observada, o cuando su valor sobrepasa los límites establecidos para una norma secundaria de calidad ambiental (cuando esta existe). Cuando no existe ni registro histórico ni norma secundaria, la valoración se hace en función de lo descrito por la teoría y el juicio de expertos para determinadas situaciones.

⁹⁷ Se incluye aquí el Paisaje. El impacto estético derivado de la presencia de estructuras de cultivo en el ambiente natural se considera menor. Puede tomarse como "ruido de fondo" dado su alto nivel de subjetividad.

⁹⁸ Que corresponde al criterio de calidad establecido en el RAMA y exigido a través de la Resolución 404, acompañante. Este punto es tratado con detalle en la discusión.

⁹⁹ 53% de personas pobres y 30% de indigentes, en el grupo humano empleado por este cultivo.

¹⁰⁰ Sin embargo, contextualizados en su aporte relativo a la acuicultura nacional, su producción es irrelevante en comparación a la escala industrial (0,23% ostiones y 1,17% choritos; FIP 2004-26)

- En el caso de moluscos filtradores, la cosecha (venta) se considera sanitariamente el momento más importante, dado que es el criterio que define lo que ocurre con la producción, llegado ese momento (se puede o no vender libremente).

Se observa que de un total de 45 potenciales impactos ambientales y sanitarios totales para todos los componentes, 29 resultan ser negativos y 16 positivos. Por otra parte, el componente más impactado es el sedimento (13 impactos) y luego el agua (11 impactos, Tabla 15); lo que resulta consistente con lo descrito por las lecturas correspondientes.

Del total de impactos potenciales establecidos, 18 fueron de carácter ambiental y 8 sanitarios (Tabla 15).

Tabla 15.
Presencia/Ausencia de impactos ambientales APE, por tipo de cultivo, componente ambiental, carácter y tipo (Ambiental, A; Sanitario, S).

Tipo	Especie	Región	Etapa	Duración ciclo (meses)	Tipo de ambiente	Componente ambiental					Tipo			
						Aire	Agua	Suelo	Biota	Sociocultural	Carácter final (a)	A	S	
ALGAS	Pelillo (<i>Gracilaria chilensis</i>)	III, IV, V, VIII y X	1. Plantación / Crecimiento	Permanente	Marino, Estuarino	+	+			+	+	*		
			2. Cosecha / Recolección			+	+			+	+	*		
			3. Secado											
M	Ostión del norte (<i>Argopecten purpuratus</i>)*	I, III, IV y VIII	1. Captación de semillas (natural/hatchery)	11 - 14	Marino	-					-			
			2. Engorda (suspensión confinada)			-	-	-		+	-	*		
			3. Cosecha					-	-	+	*	*		
O	Choro zapato (<i>Choromytilus chorus</i>)*	IX y X	1. Captación (natural)	11 - 13	Marino, Estuarino									
			2. Engorda (fondo/suspensión)			-	-				-	*		
			3. Cosecha							+	+	*	*	
L	Chorito (<i>Mytilus edulis chilensis</i>)*	IX, X y XI	1. Captación (natural)	10 - 18	Marino, Estuarino									
			2. Engorda (suspensión)			-	-	-			-	*		
			3. Cosecha					-		+	- / +	*	*	
S	Cholga (<i>Aulacomya ater</i>)*	VIII y X	1. Captación (natural)	11 - 14	Marino, Estuarino									
			2. Engorda (fondo/suspensión)											
			3. Cosecha							+	+	*	*	
O	Ostra chilena (<i>Ostrea chilensis</i>)*	X	1. Captación (natural)	12 - 24	Marino, Estuarino									
			2. Engorda (fondo/suspensión)											
			3. Cosecha							+	+	*	*	
S	Ostra japonesa o del Pacífico (<i>Crassostrea gigas</i>)*	III, VII, VIII, IX y X	1. Captación (hatchery)	8 - 18	Marino, Estuarino									
			2. Engorda (fondo/suspensión)											
			3. Cosecha							+	+	*	*	
CUSTACIOS	Camarón de río del norte (<i>Cryphiops caementarius</i>)**	III y IV	1. Captación (natural)	12 - 14	Estuarino, Terrestre									
			2. Engorda (piletas en suelo)											
			3. Cosecha							+	+	*		
P E C E S	Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)**	VIII y IX	1. Obtención de alevines	6 - 14	Lótico/Terrestre								*	
			2. Engorda (estanques/piletas en suelo)			-	-	-			-	*	*	
			3. Cosecha			-	-	-		+	-	*	*	
Fuente: elaboración propia						Total por componente	0	8	9	5	11		14	9
						Negativos	0	6	7	5	0			
						Positivos	0	2	2	0	11			

** : se considera el impacto sociocultural positivo en la cosecha, dado que conceptualmente sería el momento de percibir los beneficios.

(a): el carácter final del (los) impactos, se obtiene de la mayor frecuencia relativa entre impactos negativos y positivos. Cuando son iguales las frecuencias, se señalan los dos.

La especificación (detalle) de esa matriz genérica y su valoración, dependerán del lugar donde el cultivo se emplace, de la coexistencia con otros tipos y escalas de cultivos, así como de otros usos concurrentes en el borde costero y del contexto político-administrativo en que se interprete. Esto significa que en la evaluación ambiental de la APE deben concurrir la mirada puntual (propia del análisis ambiental de proyectos; a nivel de concesionario), y también la mirada integradora de la evaluación ambiental estratégica (propia de los niveles de planes y programas). Esta concurrencia sin duda afectaría favorablemente la administración. Además de formar parte del enfoque ecosistémico¹⁰¹ que a menudo se alude en reuniones de acuicultura, pesquerías y medioambiente.

Sin perjuicio de lo anterior, se realizó una valoración de impactos ambientales de acuerdo a la metodología de Espinoza (2001)¹⁰², teniendo en cuenta para ello lo siguiente:

- Los efectos teóricos descritos en la literatura.
- La contribución relativa de la APE a la acuicultura nacional¹⁰³.
- Se hizo pensando en que se trata de concesiones individuales y que la evaluación ambiental utilizada hasta aquí se basa en la lógica de proyectos (1 proyecto = 1 concesión)¹⁰⁴.
- Se trata de una valoración general, que puede modificarse según las particularidades geográficas y de usos del borde costero, de las localidades donde se realizan los cultivos.
- Se hizo valorando la primera aproximación hecha en la Tabla 15¹⁰⁵.

¹⁰¹ *sensu* CBD Technical Series N° 14.

¹⁰² La misma que fue enviada a los especialistas.

¹⁰³ 1,87% del total de la producción acuícola nacional, FIP 2004-26

¹⁰⁴ Algo que puede variar si se considera el efecto total de un conjunto de concesiones en una zona particular.

¹⁰⁵ Razón por la cual no se valora el componente aire, dado que no recibe impactos.

El ejercicio realizado arrojó como resultado, para los diferentes cultivos realizados por la APE, lo siguiente:

- En el caso del pelillo, el impacto de las etapas de cultivo en los componentes ambientales agua, suelo y biota, resultó siempre positivo. La fase de secado tuvo un carácter neutro (Tablas 16 a 19).
- Para el cultivo de ostión del norte, las tres etapas de cultivo resultan neutras o de impacto negativo, en magnitudes compatibles o moderadas con el medio (Tablas 16 a 19). En el caso de la fase de captación de semillas, el carácter negativo se relaciona con los aspectos de producción del *hatchery* y el uso de sustancias para el control de enfermedades, que eventualmente no logran ser tratadas ni neutralizadas antes de la descarga de las aguas al medio marino. La fase de engorda y cosecha refieren la producción de material particulado y el desprendimiento de incrustantes de las artes de cultivo, descritos en la literatura.
- En el caso del choro zapato, sólo la fase de engorda tiene carácter negativo de magnitud compatible. Vale la pena señalar que para la localidad estudiada (Nehuentué, frente a Puerto Saavedra), y las características del río Imperial, los efectos negativos del cultivo resultan marginales (Tablas 16 a 19).
- Para el caso de los choritos, la captación se considera ambientalmente neutra en la medida que proviene de bancos naturales existentes en los lugares estudiados. En el caso de la engorda y la cosecha, de acuerdo a lo descrito teóricamente, su carácter es negativo, de magnitud compatible o moderada con el medio (Tablas 16 a 19).
- En cuanto al cultivo de trucha arcoiris, si bien es cierto que el cultivo se realiza en estanques confinados, la liberación de sustancias terapéuticas (antibióticos) y agentes patógenos, le confieren a la engorda y cosecha un carácter negativo de magnitud compatible con el

medio, toda vez que los efluentes no cuentan con los tratamientos apropiados (Tablas 16 a 19).

- Para todos los recursos cultivados, el componente sociocultural sólo experimentó impactos positivos de magnitud mediana o baja, y también neutros (Tablas 16 a 19). Esto se debe básicamente a lo positivo de generar empleo y repartir las utilidades derivadas de la actividad.

Tabla 16.
Valoración de impactos ambientales (etapas de cultivo) producidos por la APE, por tipo de cultivo. Componente Agua.

Especie	Etapa (Impacto)	Duración ciclo (meses)	Componente agua						Impacto Total	Impacto global	
			C	P	I	O	E	D	R		C x (P + I + O + E + D + R)
Pelillo (<i>Gracilaria chilensis</i>)	1. Plantación / Crecimiento	Permanente	1	1	1	3	2	1	1	9	Positivo, bajo
	2. Cosecha / Recolectión		1	1	1	3	2	1	1	9	Positivo, bajo
	3. Secado		0							0	Neutro
Ostión del norte (<i>Argopecten purpuratus</i>)	1. Captación de semillas (natural/hatchery)	11 - 14	-1	1	1	2	1	1	1	-7	Negativo, compatible
	2. Engorda (suspensión confinada)		-1	1	1	2	1	3	1	-9	Negativo, compatible
	3. Cosecha		0							0	Neutro
Choro zapato (<i>Choromytilus chorus</i>)	1. Captación (natural)	11 - 13	0							0	Neutro
	2. Engorda (fondo/suspensión)		-1	1	1	2	1	3	1	-9	Negativo, compatible
	3. Cosecha		0							0	Neutro
Chorito (<i>Mytilus edulis</i>)	1. Captación (natural)	10 - 18	0							0	Neutro
	2. Engorda (suspensión)		-1	1	2	2	1	3	1	-10	Negativo, moderado
	3. Cosecha		0							0	Neutro
Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	1. Obtención de alevines	6 - 14	0							0	Neutro
	2. Engorda (estanques/piletas en suelo)		-1	1	2	2	1	2	1	-9	Negativo, compatible
	3. Cosecha		-1	1	2	2	1	1	1	-8	Negativo, compatible

Clasificación de impactos

C: carácter; Positivo (1) Negativo (-1) Neutro (0)
P: grado de perturbación; Importante (3) Regular (2) Escasa (1)
I: importancia; Alta (3) Media (2) Baja (1)
O: riesgo de ocurrencia; Muy Probable (3) Probable (2) Poco Probable (1)
E: extensión; Regional (3) Local (2) Puntual (1)
D: duración; Permanente (3) Media (2) Corta (1)
R: reversibilidad; Irreversible (3) Parcial (2) Reversible (1)

Valoración de impactos

> ó = 15 Alto
 9 a 15 Mediano
 < ó = 9 Bajo
 > ó = -15 Severo
 -15 a -9 Moderado
 < ó = -9 Compatible

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17.
Valoración de impactos ambientales (etapas de cultivo) producidos por la APE, por tipo de cultivo. Componente Suelo (sedimentos).

Tipo	Especie	Etapa (Impacto)	Duración ciclo (meses)	Componente Suelo						Impacto Total	Impacto global	
				C	P	I	O	E	D	R		C x (P + I + O + E + D + R)
ALGAS	Pelillo (<i>Gracilaria chilensis</i>)	1. Plantación / Crecimiento	Permanente	1	1	1	3	2	1	1	9	Positivo, bajo
		2. Cosecha / Recolección		1	1	1	3	2	1	1	9	Positivo, bajo
		3. Secado		0							0	Neutro
MOLUSCOS	Ostión del norte (<i>Argopecten purpuratus</i>)	1. Captación de semillas (natural/hatchery)	11 - 14	0							0	Neutro
		2. Engorda (suspensión confinada)		-1	2	1	2	1	3	1	-10	Negativo, moderado
		3. Cosecha		-1	2	2	2	1	1	1	-9	Negativo, compatible
	Choro zapato (<i>Choromytilus chorus</i>)	1. Captación (natural)	11- 13	0							0	Neutro
		2. Engorda (fondo/suspensión)		-1	1	1	1	1	3	1	-8	Negativo, compatible
		3. Cosecha		0							0	Neutro
Chorito (<i>Mytilus edulis</i>)	1. Captación (natural)	10 - 18	0							0	Neutro	
	2. Engorda (suspensión)		-1	1	2	2	1	3	1	-10	Negativo, moderado	
	3. Cosecha		-1	1	2	2	1	1	1	-8	Negativo, compatible	
PECES	Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	1. Obtención de alevines	6 - 14	0							0	Neutro
		2. Engorda (estanques/piletas en suelo)		-1	1	1	1	1	1	1	-6	Negativo, compatible
		3. Cosecha		-1	1	1	1	1	1	1	-6	Negativo, compatible

Clasificación de impactos

- C:** carácter; Positivo (1) Negativo (-1) Neutro (0)
- P:** grado de perturbación; Importante (3) Regular (2) Escasa (1)
- I:** importancia; Alta (3) Media (2) Baja (1)
- O:** riesgo de ocurrencia; Muy Probable (3) Probable(2) Poco Probable (1)
- E:** extensión; Regional (3) Local (2) Puntual (1)
- D:** duración; Permanente (3) Media (2) Corta (1)
- R:** reversibilidad; Irreversible (3) Parcial (2) Reversible (1)

Valoración de impactos

- > 6 = 15 Alto
- 9 a 15 Mediano
- < 6 = 9 Bajo
- < 6 = -15 Severo
- 15 a -9 Moderado
- < 6 = -9 Compatible

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18.
Valoración de impactos ambientales (etapas de cultivo) producidos por la APE, por tipo de cultivo. Componente Biota.

Tipo	Especie	Etapa (Impacto)	Duración ciclo (meses)	Componente Biota							Impacto Total	Impacto global
				C	P	I	O	E	D	R	Cx (P+I+O+E+D+R)	
ALGAS	Pelillo (<i>Gracilaria chilensis</i>)	1. Plantación / Crecimiento	Permanente	0							0	Neutro
		2. Cosecha / Recolección		0							0	Neutro
		3. Secado		0							0	Neutro
MOLUSCOS	Ostión del norte (<i>Argopecten purpuratus</i>)	1. Captación de semillas (natural/hatchery)	11 - 14	0							0	Neutro
		2. Engorda (suspensión confinada)		-1	2	2	2	1	2	1	-10	Negativo, moderado
		3. Cosecha		-1	2	2	2	1	1	1	-9	Negativo, bajo
	Choro zapato (<i>Choromytilus chorus</i>)	1. Captación (natural)	11- 13	0							0	Neutro
		2. Engorda (fondo/suspensión)		-1	1	1	1	1	3	1	-8	Negativo, bajo
		3. Cosecha		0							0	Neutro
Chorito (<i>Mytilus edulis</i>)	1. Captación (natural)	10 - 18	0							0	Neutro	
	2. Engorda (suspensión)		-1	1	2	2	1	3	1	-10	Negativo, moderado	
	3. Cosecha		0							0	Neutro	
PECES	Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	1. Obtención de alevines	6 - 14	0							0	Neutro
		2. Engorda (estanques/piletas en suelo)		-1	1	1	1	1	1	1	-6	Negativo, compatible
		3. Cosecha		-1	1	1	1	1	1	1	-6	Negativo, compatible

Clasificación de impactos

- C:** carácter; Positivo (1) Negativo (-1) Neutro (0)
- P:** grado de perturbación; Importante (3) Regular (2) Esocsa (1)
- I:** importancia; Alta (3) Media (2) Baja (1)
- O:** riesgo de ocurrencia; Muy Probable (3) Probable(2) Poco Probable (1)
- E:** extensión; Regional (3) Local (2) Puntual (1)
- D:** duración; Permanente (3) Media (2) Corta (1)
- R:** reversibilidad; Irreversible (3) Parcial (2) Reversible (1)

Valoración de impactos

- > 6 = 15 Alto
- 9 a 15 Mediano
- < 6 = 9 Bajo
- > 6 = -15 Severo
- 15 a -9 Moderado
- < 6 = -9 Compatible

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19.
Valoración de impactos ambientales (etapas de cultivo) producidos por la APE, por tipo de cultivo. Componente Sociocultural.

Tipo	Especie	Etapa (Impacto)	Duración ciclo (meses)	Componente Sociocultural						Impacto Total	Impacto global	
				C	P	I	O	E	D	R		C x (P + I + O + E + D + R)
ALGAS	Pelillo (<i>Gracilaria chilensis</i>)	1. Plantación / Crecimiento	Permanente	1	1	3	3	2	1	1	11	Positivo, mediano
		2. Cosecha / Recolección		1	1	3	3	2	1	1	11	Positivo, mediano
		3. Secado		0							0	Neutro
MOLUSCOS	Ostión del norte (<i>Argopecten purpuratus</i>)	1. Captación de semillas (natural/hatchery)	11 - 14	0							0	Neutro
		2. Engorda (suspensión confinada)		1	1	3	3	1	3	1	12	Positivo, mediano
		3. Cosecha		1	1	3	3	1	1	1	10	Positivo, mediano
	Choro zapato (<i>Choromytilus chorus</i>)	1. Captación (natural)	11-13	0							0	Neutro
		2. Engorda (fondo/suspensión)		0							0	Neutro
		3. Cosecha		1	1	3	3	1	1	1	10	Positivo, mediano
	Chorito (<i>Mytilus edulis</i>)	1. Captación (natural)	10 - 18	0							0	Neutro
		2. Engorda (suspensión)		0							0	Neutro
		3. Cosecha		1	1	3	3	2	1	1	9	Positivo, bajo
PECES	Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	1. Obtención de alevines	6 - 14	0							0	Neutro
		2. Engorda (estanques/piletas en suelo)		0							0	Neutro
		3. Cosecha		1	1	3	3	1	1		9	Positivo, bajo

Clasificación de impactos

C: carácter; Positivo (1) Negativo (-1) Neutro (0)
P: grado de perturbación; Importante (3) Regular (2) Escasa (1)
I: importancia; Alta (3) Media (2) Baja (1)
O: riesgo de ocurrencia; Muy Probable (3) Probable(2) Poco Probable (1)
E: extensión; Regional (3) Local (2) Puntual (1)
D: duración; Permanente (3) Media (2) Corta (1)
R: reversibilidad; Irreversible (3) Parcial (2) Reversible (1)

Valoración de impactos

> 6 = 15 Alto
 9 a 15 Mediano
 < 6 = 9 Bajo
 > 6 = -15 Severo
 -15 a -9 Moderado
 < 6 = -9 Compatible

Fuente: Elaboración propia.

V.1.5. *Análisis y discusión de resultados obtenidos*

En lo referido al contexto legal que regula la actividad, es evidente que existe un amplio marco de obligaciones que involucra la competencia de diferentes instituciones, situación que administrativamente puede resultar confusa y poco eficiente, en la medida que no hay una de ellas que lidere todo el proceso involucrado.

La legislación a la cual está afecta la acuicultura es diversa y proviene de diferentes entidades sectoriales, aunque preferentemente de la Subsecretaría de Pesca, a nivel reglamentario, y del Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), en el nivel más específico de resoluciones. Lo anterior puede generar en la práctica alto desconocimiento de los requisitos aplicables a una determinada tipología de proyecto de acuicultura a los productores APE; no solamente los ambientales o sanitarios, sino que los administrativos en general. La multiplicidad normativa es un problema generalizado en nuestra legislación ambiental, lo que es un diagnóstico ya conocido. El desafío en la materia está en la racionalización de la normativa, buscando disminuir el número de regulaciones vigentes, en pos de simplificar la trama legal proveniente de diversas fuentes e instituciones, con convergencia en la APE.

Para un acuicultor artesanal ubicado en un lugar alejado de las zonas urbanas o de los centros de decisión, resulta difícil poder iniciar la actividad por los factores anotados, y probablemente desconozca a que institución dirigirse para obtener los permisos correspondientes.

La simplificación burocrática y de exigencias es una necesidad real y deseable, particularmente en el marco de creación de un estatuto específico para la APE, según ha sido señalado en la Política Nacional de Acuicultura. En ese contexto, deben definirse procedimientos de menor complejidad que incluyan medidas de tutela y resguardo de los componentes ambientales y sanitarios, que sean coherentes con el tipo, cantidad y calidad de las externalidades negativas que genera la acuicultura artesanal, de manera de no sobredimensionar las exigencias y no encarecer

innecesariamente la actividad. Algunas de estas simplificaciones ya han sido introducidas con la Ley 20.091.

Los diagnósticos y análisis de las prácticas asociadas a la actividad, como asimismo de los impactos que genera, debieran formar parte de los elementos de juicio para definir cuales serían las herramientas regulatorias, técnicas e instrumentos económicos más adecuados para fortalecer la economía del sector, generando mayor riqueza.

Lo primero que surge a partir de la revisión de los textos legales, reglamentarios y resoluciones vigentes, al asociarlos con la APE, es que si bien la batería de instrumentos técnicos y marco regulatorio para resguardar los aspectos sanitarios y ambientales de la actividad acuícola en general puede resultar relativamente completo, no es menos cierto que también pueden resultar sobredimensionados para la APE, atendidas las condiciones sociales, culturales y económicas de los grupos humanos ligados a la actividad. No solo desde un punto de vista del a veces engorroso sistema de permisos y autorizaciones, sino que también en términos del costo global que puede significar para un productor APE llevarlo a la práctica. Cabe considerar, por ejemplo, que para acceder a la iniciación de una actividad acuícola se debe solicitar una concesión o autorización de acuicultura, según sea el caso. Para ello se deben realizar una serie de trámites de cierta complejidad, inclusive ante autoridades administrativas diferentes, y además demandar tiempos extensos para obtener tales autorizaciones. Parte de esas dificultades formales y administrativas han sido allanadas a través de la Ley 20.091, de reciente data.

Como señala la Política Nacional de Acuicultura, PNA, *“la acuicultura nacional 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 la última década, especialmente en el ámbito pesquero”*. Esto puede explicar también que las regulaciones que sucesivamente se han ido dictando, estén orientadas, preferentemente, a definir exigencias coherentes con un desarrollo industrial del sector, quedando de lado lo referido a la actividad económica de pequeña escala, o

“artesanal”, usando el criterio de la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente¹⁰⁶. Esto denota un desequilibrio mayor allí en cuanto a igualdad de oportunidades.

La Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y su Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental han dado un paso importante al discriminar en el trato que debe darse a las actividades de carácter industrial respecto de aquellas de carácter artesanal para efectos del ingreso al SEIA. Estos criterios de superficie y/o producción han sido considerados como útiles al momento de definir a un productor APE.

Estos requerimientos representan el mínimo, en razón de los impactos ambientales asociados, para las actividades de acuicultura que deben ingresar al SEIA, en el entendido que se trata de actividades de carácter artesanal y que por lo mismo los impactos ambientales asociados a ella son de menor magnitud o cuantía. Tratándose de actividades de APE, entonces, para resguardar la calidad ambiental y asegurar la explotación racional de recursos hidrobiológicos, deben aplicarse otros instrumentos de gestión ambiental, que sean coherentes con la magnitud y menor escala de los efectos adversos al medio ambiente.

Además de lo anterior deben considerarse factores sociales, culturales y económicos de los agentes productivos de pequeña escala. Solo en esta medida se cumpliría la ecuación que idealmente se postula en las políticas públicas, en torno a la sustentabilidad ambiental, con base en el desarrollo económico, equidad social y protección ambiental.

La complejidad de definir o mejorar los marcos regulatorios en forma específica para una actividad es fuerte, dado que no solamente se trata de cuestiones asociadas a la productividad del sector o a aspectos sociales, ambientales o sanitarios. De allí que las respuestas y los resultados a

¹⁰⁶ La Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, distingue para el ingreso al “Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental”, (SEIA) en el listado de actividades previstas en el artículo 10, entre actividades de carácter o dimensiones “industriales” y “artesanales”, entendiendo que las últimas no generan impactos ambientales de un nivel tal que justifique una evaluación ambiental. El desglose y acotamiento que hace el DS/95 respecto de cuando se entiende que las actividades de acuicultura debe ingresar al SEIA es relevante la aplicación práctica del criterio

observarse en la práctica, no son necesariamente atribuibles a la normativa. Confluyen diversos factores relacionados con temas estructurales de gestión pública que tienen que ver con el estado de desarrollo de la APE, así como de otras actividades económicas de pequeña escala. La centralización en la toma de decisiones, por ejemplo, que se mantiene independientemente de la escala territorial administrativa que se tome como referencia, lo que afecta hasta a los gobiernos provinciales y locales.

En relación a los aspectos ambientales de la actividad, hay que considerar las escalas de producción y la contribución relativa de la APE a la acuicultura nacional. En términos de su contribución relativa, la APE representa casi el 2% del total nacional; en términos económicos, en una acuicultura de US\$ 1.800 millones, la APE bordea los US\$ 7 millones. Claramente las escalas son muy diferentes, lo que refuerza la idea de un tratamiento ajustado a esa situación.

La evaluación ambiental ajustada por zonas geográficas¹⁰⁷ puede ser útil para fines de manejo y gestión, pudiendo definirse territorios¹⁰⁸ o ecosistemas^{109, 110}, en la medida que sean útiles a la administración.

¹⁰⁷ Que puede ser asimilada a la evaluación ambiental estratégica.

¹⁰⁸ Ensamble interactivo de geografía, recursos naturales y sociedad, definido por las particularidades de sus componentes.

¹⁰⁹ Adimensionales y multiescalares. El manejo de cuencas, como un ejemplo de gestión de recursos naturales.

¹¹⁰ CBD. Technical Series N°14. Punto 2.

V.2. Selección de parámetros, variables e indicadores

V.2.1. Selección de parámetros, variables e indicadores

Como ha sido mencionado en el punto IV.1., la selección de parámetros y variables, así como la definición de las zonas de estudio, el protocolo de terreno, el diseño de muestreo y los recursos cultivados incluidos en la evaluación sanitaria, fueron acordados con la contraparte en sucesivas reuniones de trabajo, a partir de la propuesta inicial presentada.

De acuerdo a lo anterior, las características seleccionadas para registrar en terreno fueron: profundidad, materia orgánica, pH, Eh, granulometría y macroinfauna bentónica.

V.2.2. Pertinencia y factibilidad

Se presentan aquí algunas consideraciones conceptuales generales respecto del punto mencionado, las que serán profundizadas en el punto V.3.7.3. en función de los resultados encontrados en terreno y presentados en el punto V.3.

En términos de las regulaciones vigentes y de los criterios que dan fundamento a las exigencias ambientales existentes, surgen algunas dudas razonables cuando se considera el asunto del criterio de calidad ambiental y su forma de satisfacción metodológica, formal y de sentido ambiental; cuando llega el momento de decidir administrativamente si un lugar es apto para el desarrollo de actividades acuícolas o si un centro puede o debe seguir operando.

Este punto, el criterio e interpretación de la calidad ambiental, es una pregunta de alcance general que puede acotarse a lo expresado en el Reglamento Ambiental de la Acuicultura (D.S. 320/2001; RAMA). En este se establece como criterio de calidad ambiental la existencia de oxígeno disuelto en el agua intersticial de los 3 primeros centímetros del sedimento¹¹¹. Luego,

¹¹¹ Artículo 2, letras g) y h). Texto aprobado el pasado 5/XII/2006.

señala que será en la Resolución acompañante¹¹², donde se detalle la aproximación espacial (número y disposición de estaciones) y metodológica (formas y procedimientos) para medir el contenido de oxígeno según se describió¹¹³. En la Resolución se establecen los requerimientos diferenciados de información ambiental necesaria¹¹⁴, dependiendo las características del sitio¹¹⁵ (concesión) donde se realice la actividad¹¹⁶.

Para encontrar la medida o registro que sea más ajustado (pertinente) exigir a los productores APE, para satisfacer el criterio de calidad ambiental, primero hay que aclarar lo siguiente: ¿cómo sabemos cuando hay oxígeno en los sedimentos a partir de la información exigida y su interpretación?

Ni el pH¹¹⁷ ni la granulometría indican nada al respecto¹¹⁸. La materia orgánica, que es actualmente el requisito mínimo a ser entregado como información ambiental para la APE¹¹⁹, es muy indirecta y no tiene una lectura única en términos de su influencia (oxia/anoxia) en los sedimentos^{120, 121}. Por lo anteriormente expuesto, materia orgánica no parece ser la mejor manera

¹¹² Inicialmente la Resolución N° 404/2003 y próximamente la Resolución N° 3.411/2006.

¹¹³ RAMA, Artículos 16 y 19.

¹¹⁴ Para la caracterización preliminar de sitio (CPS) y la información ambiental (INFA).

¹¹⁵ Categorías 0 a 7 en la Resolución (Subpesca) N° 3411/2006 (22/XII/2006).

¹¹⁶ Resolución N° 3411/2006, numerales 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16.

¹¹⁷ pH resulta un parámetro muy estable bajo diferentes situaciones de productividad y aporte de materia orgánica diferencial a los sedimentos. FIP 2003-20, FIP 2005-15.

¹¹⁸ Sin embargo, la granulometría sugiere el grado de energía relativa que existe en un punto determinado dentro de una unidad geográfica mayor, entregando de este modo información sobre los estados de condición o aptitud para el transporte y dispersión de materia orgánica.

¹¹⁹ Como INFA, dado que por no someterse al SEIA, muchos productores quedan fuera de la necesidad de realizar la CPS.

¹²⁰ En la práctica, niveles de materia orgánica similares, pueden tener valores de Eh bastante diferentes. Comparar Caldera y Río Maullín v/s Estero Yaldad, por ejemplo. Eso indica que la energía relativa que exista en el lugar, producto de oleaje, de corrientes o cambios de marea, puede imprimir un sello particular a un lugar, independiente del contenido de materia orgánica que exista o se produzca en él. Revisar el detalle en el punto V.3.2.

¹²¹ Además del contenido de materia orgánica, el tipo de materia orgánica, si es de origen vegetal o animal, tiene efectos diferenciales en el sistema. La materia particulada vegetal (macrofitodetritus), temporalmente, tiene un potencial de fotosíntesis que aporta oxígeno a la columna de agua.

de verificar la satisfacción del criterio de calidad ambiental establecido en el RAMA. En ese sentido, parece apropiado evaluar su pertinencia como requisito ambiental mínimo exigible.

Sólo el Eh y los niveles de sulfuros pueden entregar una medida más clara al respecto, dado que se acercan al estado químico de los mismos. Comparando ambos tipos de aproximaciones, sin duda complementarias, el registro de sulfuros resulta más engorroso y costoso que registrar Eh¹²².

Formalmente, el criterio de calidad ambiental expresado en el RAMA, se satisface si existe oxígeno en los tres primeros centímetros del sedimento. Metodológicamente, con el registro de Eh, los valores por debajo de 0 mV indican ausencia de oxígeno y en ese sentido se cuenta con una escala clara de interpretación y calificación respecto de la presencia/ausencia de oxígeno en los tres primeros centímetros del sedimento.

La lectura de la satisfacción del criterio de calidad ambiental en el ensamble de macrofauna tiene mayor complejidad metodológica y de interpretación, dado que puede reflejar una situación ambiental (ecológica) que no se explique sólo a partir la cantidad de oxígeno en los tres primeros centímetros del sedimento¹²³.

V.2.3. Costos asociados a los registros ambientales y sanitarios

En lo concerniente a los costos derivados (asociados) de registrar la información ambiental y sanitaria para caracterizar a la APE en los términos planteados por este estudio¹²⁴, los resultados encontrados para los diferentes análisis¹²⁵ fueron los siguientes:

¹²² FIP 2003-20.

¹²³ Ver punto V.3.3.

¹²⁴ Es decir por los costos de cumplir con las exigencias ambientales para sedimentos hasta categoría 3, sin perfil de oxígeno disuelto en el agua y sin correntometría.

¹²⁵ Obtenidos a partir de cotizaciones solicitadas a diferentes laboratorios, instituciones y profesionales que prestan esos servicios a lo largo del país,

V.2.3.1. Calidad del agua (aguas continentales)

Para los parámetros de calidad del agua¹²⁶, a partir de lo informado por 9 laboratorios distribuidos entre la I^a y XII^a regiones, el valor promedio por muestra fue de \$46.588 (D.S.= \$12.348); con un valor mínimo por muestra de \$31.652 y un valor máximo de \$73.082 (Tabla 20).

Tabla 20.
Costos de los análisis de aguas.

Laboratorio			Análisis	Valor (\$) **
#	Certificación*	Sucursales (Región)		
1	Sí	RM	Sólidos suspendidos totales, DBO ₅ , Coliformes, Nitrógeno total Kjeldahl, Aceites y grasas	31.652
2	Sí	RM y VI		32.652
3	Sí	I, II, III, IV, V, RM, VIII, X, XI y XII		40.077
4	Sí	I, IV, V, RM, VIII, X y XII		45.336
5	Sí	RM y X		47.150
6	Sí	X		47.150
8	Sí	RM y VIII		53.861
7	Sí	I, II, RM, VIII y XI		73.082
9	No	VII, VIII y IX		48.332
			Promedio	46.588
			D.S.	12.348

* : certificación de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

** : valores sin IVA, por muestra. Todos los laboratorios entregan materiales para toma de muestras.

Fuente: Elaboración propia.

¹²⁶ Sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), coliformes fecales, nitrógeno total Kjeldahl, aceites y grasas.

V.2.3.2. Análisis de sedimentos

En cuanto a los análisis de sedimentos¹²⁷, entre los 7 laboratorios informados, el valor promedio por muestra alcanzó los \$49.475 (D.S.= \$30.993), registrándose un valor mínimo por muestra de \$21.000 y un valor máximo de \$109.532. Cabe señalar que este último valor, en específico, no contempla el análisis de macrofauna como en el resto de los casos, en que sí está incluida (Tabla 21).

Tabla 21.
Costos de análisis de sedimentos

Laboratorio			Análisis	Valor (\$) **
#	Certificación*	Sucursales (Región)		
1	-	X	Materia orgánica, Granulometría, Macrofauna	21.761
2	-	X		30.828
3	-	X		45.535
4***	-	I, II, III, IV, V, RM, VIII, X, XI y XII		109.532
5	-	RM y X		54.404
6	-	VII, VIII y IX		63.264
7	-	IV		21.000
			Promedio	49.475
			D.S.	30.993

* : no requerida hasta aquí.

** : valores sin IVA, por muestra.

***: sólo materia orgánica y granulometría.

Fuente: Elaboración propia.

¹²⁷ Materia orgánica, granulometría y macrofauna.

V.2.3.3. Análisis sanitario de moluscos

Cuatro fueron los laboratorios que entregaron cotizaciones para análisis histopatológicos de moluscos. El valor promedio por individuo fue de \$8.539 (D.S.= \$3.010), con un valor mínimo de \$5.501 y un máximo de \$12.694, por organismo (Tabla 22).

Tabla 22.
Costos de análisis sanitario de moluscos.

Laboratorio			Análisis	Valor (\$) **
#	Certificación*	Sucursales (Región)		
1	Sí	X	Histopatología	5.501
2	No	IV		7.800
3	Sí	RM y X		8.161
4	Sí	RM y X		12.694
			Promedio	8.539
			D.S.	3.010

* : Servicio Nacional de Pesca, para Programas de Vigilancia Activa (PVA) y Programa Vigilancia Moluscos (PVM).

** : valores sin IVA, por individuo.

Fuente: Elaboración propia.

V.2.3.4. Análisis sanitario de peces

En el caso de los peces, 5 fueron los laboratorios que informaron para los análisis sanitarios requeridos. Hay que señalar que en éstos, algunos de los análisis se realizan individualmente y otros corresponden a agrupamientos de individuos (pool de 5 individuos). En ese sentido, los valores presentados muestran la combinación de esa situación y han sido estimados para una muestra de 30 individuos¹²⁸.

¹²⁸ Que significa detectar cualquier patología que tenga un 10% de prevalencia, con un 95% de confianza, en lotes >1.000.000 especímenes, de acuerdo a lo establecido por la O.I.E.

El valor promedio para la batería de análisis, alcanzó los \$507.396 (D.S.= \$152.013), con un mínimo de \$347.391 y un valor máximo de \$730.719. Parte de la variación observada corresponde a las diferentes técnicas empleadas en la detección de patologías; algunas de las cuales corresponden a técnicas de biología molecular (PCRs), de costos más elevados (Tabla 23).

Tabla 23.
Costos de análisis sanitario de peces

Laboratorio			Análisis	Valor (\$) **
#	Certificación *	Sucursales (Región)		
1 (a)	Sí	X y XI	Necropsia, parasitología, bacteriología y virología	583.704
2 (b)	Sí	RM y X		347.391
3 (c)	Sí	X		411.250
4 (d)	Sí	RM y X		463.914
5 (e)	Sí	X		730.719
			Promedio	507.396
			D.S.	152.013

* : Servicio Nacional de Pesca, para Programas de Vigilancia Activa (PVA) y Programa Vigilancia Moluscos (PVM).

** : valores sin IVA, para una muestra de 30 individuos.

(a): necropsia, parasitología, bacteriología, Tinción Gramm (2 órganos por pez), IFAT/BKD, IFAT/SRS, Cultivo celular CHSE 214

(b): necropsia, parasitología (piel, branquias e intestino), bacteriología (10 peces por cultivo), Tinción Gramm (3 órganos por pez), IFAT/BKD, IFAT/SRS, Cultivo línea celular CHSE 214 y EPC (pool de 5 peces).

(c): necropsia, parasitología (piel y branquias), bacteriología, Tinción Gramm (3 órganos por pez), IFAT/BKD, IFAT/SRS, Cultivo celular CHSE 214 y EPC (pool 5 peces)

(d): necropsia, parasitología, bacteriología, Tinción Gramm (2 órganos por pez), IFAT/BKD, IFAT/SRS, Cultivo celular CHSE 214

(e): necropsia, parasitología, bacteriología, antibiograma, Tinción Gramm, PCR-BKD, PCR-SRS, PCR-IPNv, Cultivo celular CHSE 214 y EPC (pool 5 peces)

Fuente: Elaboración propia.

Ninguno de los valores presentado para los análisis anteriores incluye los costos de toma y envíos de muestras a laboratorio.

Para aquellas concesiones que no deben someterse al SEIA, sólo se hace exigible la entrega de contenido de materia orgánica¹²⁹. Para una concesión de 1 ha, se debe considerar 4 estaciones. Tomando como referencia para el análisis de materia orgánica un valor promedio de 0,28 UF/muestra¹³⁰, el costo aproximado de registrar esta información ambiental, para 1 ha, alcanza las 1,12 UF (\$20.530¹³¹), más IVA, más costo de toma y envío de muestras.

En el caso de la INFA, se deben tomar, por cada módulo de cultivo, 3 estaciones bajo el área de sedimentación y 2 estaciones de referencia fuera de ella, con 3 réplicas cada una¹³² (total= 15 muestras). Sin embargo, el análisis de materia orgánica se hace sobre una sola muestra por estación (5 muestras¹³³). Así, tomando el mismo valor promedio de análisis de materia orgánica, el costo por registrar esta información alcanzaría las 1,4 UF (\$25.662), más IVA, más costos de toma y envío de muestras. valor promedio obtenido para cada muestra de sedimento.

A la información mínima requerida (materia orgánica), y dependiendo de la categoría de sitio de la cual se trate, hay que agregar los costos de batimetría, granulometría, macrofauna bentónica. De acuerdo a esto, y considerando el valor promedio del análisis de sedimentos (\$49.475, Tabla 21), para un módulo de 1 ha, el costo de la CPS alcanzaría los \$197.900 y el de la INFA los \$247.375, más IVA, más costos de toma y envío de muestras. También existe la eventualidad de que sean solicitadas mediciones complementarias de pH y Eh¹³⁴.

¹²⁹ Resolución 404/2003, Numeral 5.

¹³⁰ Promedio estimado a partir de 4 cotizaciones.

¹³¹ UF referencia \$18.330.

¹³² Resolución 404/2003, Numeral 7 D1.

¹³³ No es claro el sentido de pedir 3 réplicas para cada estación en la INFA, si el análisis de materia orgánica, granulometría, marofauna, pH y Eh se hace sobre una sola muestra por estación. Resolución 404/2003, Numeral 7 E.

¹³⁴ Resolución 404/20033, Numeral 6 c).

En lo que corresponde a la reciente Resolución 3.411/2006 y la manera de determinar y posicionar las estaciones de muestreo, para el caso de la CPS, además de las estaciones ubicadas en cada vértice de la concesión, se debe agregar 1 estación más por cada hectárea de concesión¹³⁵. En el caso de un módulo de 1 ha, eso implica un total de 5 estaciones totales. Para las concesiones que no deben someterse al SEIA, el número de estaciones se establece de la misma forma¹³⁶. En el caso de la INFA, el número de estaciones será de 8 por centro. En términos generales, las exigencias ambientales de la nueva Resolución acompañante son mayores que la anterior.

Como comentario general sobre el punto, y excluyendo los costos de análisis de materia orgánica, granulometría y macrofauna, vale la pena tener una referencia del costo de los equipos. Para la batimetría es posible encontrar ecosondas portátiles desde US\$ 150, más costos de envío e impuestos. Para las mediciones de pH y Eh, un equipo portátil con los electrodos correspondientes tiene un valor aproximado de \$700.000 más IVA. Para la georreferenciación, es posible encontrar GPS desde \$150.000.

Al considerar los costos de los análisis ambientales y sanitarios, surge la pregunta ¿será posible realizar un levantamiento de información ambiental de manera asociada entre los productores, reduciendo el número de estaciones y los costos por concesionario, sin perder calidad y oportunidad en la información y el cumplimiento de las exigencias ambientales actuales?. Esta pregunta será abordada en los puntos V y VII.

¹³⁵ Resolución 3.411/2006, Numeral 8 A y B.

¹³⁶ Resolución 3.411/2006, Numeral 11.

V.3. Protocolo ambiental y sanitario

V.3.1. Selección de áreas de estudio, protocolo ambiental y diseño de muestreo

Sumado a lo expuesto en los puntos IV.1, hay que agregar que en lo formal, los registros y mediciones ambientales incluidas en el protocolo y efectuadas en terreno¹³⁷, corresponden a lo estipulado por la Resolución 404/2003 para la caracterización preliminar de sitio (CPS) Categoría 3¹³⁸, exceptuando la correntometría y el perfil de oxígeno. Considerando las características productivas de la APE, donde parte importante de los cultivadores se encuentra bajo la Categoría de Sitio 1¹³⁹, y particularmente de aquellos centros que cultivan moluscos filtradores que corresponden a Categoría 1, el protocolo aplicado cubrió holgadamente los requerimientos formales para la actividad, y en ese sentido permiten caracterizarla adecuadamente.

V.3.2. Registros de terreno

V.3.2.1. Profundidad, pH, Eh y materia orgánica

Los resultados de la campaña de terreno de verano en invierno, para las mediciones *in situ* de profundidad, pH, Eh y materia orgánica, para cada una de las estaciones de trabajo, control y referencia, se presentan en las tablas 24, a y b, respectivamente.

¹³⁷ Batimetría, materia orgánica del sedimento, granulometría del sedimento, macrofauna bentónica, pH y Eh en sedimentos.

¹³⁸ a) centros de cultivo en cuerpos de agua terrestres, cualquiera sea su sistema de producción y sus producciones máximas proyectadas y que se encuentren sobre fondos blandos iguales o inferiores a 60 metros; b) centros de cultivo con sistemas de producción extensivo suspendidos, cuyas producciones máximas proyectadas sean superiores a 750 toneladas por año y estén ubicados en sitios con profundidades iguales o inferiores a 60 metros y; c) centros de cultivo con sistemas de producción intensivos, cuyas producciones máximas proyectadas sean superiores a 50 toneladas por año y se encuentren sobre fondos blandos y a menos de 60 metros de profundidad.

¹³⁹ De acuerdo a la nueva Resolución N° 3.411/2006, los cultivadores de pelillo quedan dentro de la categoría 0.

Respecto de los registros de verano, las profundidades¹⁴⁰ variaron entre 1,3 m (Río Maullín) y 24,4 m (Cochamó). La precisión del GPS fluctuó entre 4 y 8 m. El rango de pH entre las zonas de estudio varió entre 6,6 (Ba. Inglesa) y 7,8 (Río Maullín), mostrando poca variabilidad dentro de una misma estación; sólo dos valores, de un total de 43, estuvieron por debajo del valor 7, ambos en Ba. Inglesa (Tabla 24 a).

En el caso del Eh, para todas las zonas de estudio, los valores fluctuaron entre -278,5 mV (Estero Yaldad) y 222,4 mV (Río Maullín). Al analizar por zonas de estudio, sólo Ba. Calderilla y Río Maullín presentan valores positivos para todas las estaciones. En éstas, el cultivo predominante es el pelillo. En el otro extremo, es decir donde todos los valores de Eh fueron negativos, se encuentra Estero Yaldad y Ba. Tongoy; sin embargo para la última localidad, a juzgar por la escasa variabilidad de los registros (dentro y entre estaciones), esto fue debido a un error de medición. En las otras localidades (Ba. Inglesa, Nehuentué, Cochamó, la. Puluqui y Canal Dalcahue) se registraron valores positivos y negativos en las diferentes estaciones (Tabla 24 a).

¹⁴⁰ Corregidas a nivel de reducción de sonda para eliminar el efecto de la marea.

Tabla 24.
Registros y mediciones de terreno, para las zonas estudiadas. a) Verano b) Invierno

Región	Localidad	Estación	Tipo*	Presición GPS (m)	Profundidad (m)**	pH***		Eh (mV)***		Materia Orgánica (%)****
						Promedio	d.s.	Promedio	d.s.	
Atacama	Ba. Calderilla	Cd1C01	C	7	7,0	7,4	0,1	112,7	26,3	1,2
		Cd1C02	C	8	3,9	7,7	0,1	131,0	80,4	2,1
		Cd1R01	R	8	5,1	7,3	0,2	146,1	21,4	0,9
	Ba. Inglesa	Bi1C01	C	8	13,0	7,0	0,2	113,0	4,2	3,7
		Bi1C02	C	7	8,5	7,6	0,1	143,1	27,0	2,6
		Bi1C03	C	8	10,5	7,6	0,1	85,3	22,8	1,9
Coquimbo	Ba. Tongoy	Bi1R01	R	8	12,0	6,8	0,2	-24,4	1,8	3,2
		Bi1R02	R	7	9,6	6,6	0,5	20,2	0,8	1,9
		Tg1C01	C	7	13,8	7,4	0,0	-27,3	0,3	3,7
		Tg1C02	C	6	11,1	7,6	0,2	-30,4	11,1	3,8
		Tg1C03	C	6	13,0	7,6	0,1	-34,3	3,0	3,0
		Tg1C04	C	9	11,9	7,5	0,0	-27,4	0,9	3,1
Araucanía	Nehuentué	Tg1R01	R	7	10,4	7,4	0,1	-29,9	3,2	2,6
		Tg1R02	R	6	11,7	7,4	0,2	-29,8	8,8	4,1
		Ps1C01	C	6	8,3	7,6	0,1	-135,5	68,0	6,0
Los Lagos	Estero Cochamó	Ps1C02	C	4	4,0	7,2	0,1	193,1	21,4	3,7
		Ps1R01	R	4	7,0	7,4	0,0	-184,9	1,6	6,4
		Co1C01	C	5	16,1	7,3	0,1	-80,2	49,4	6,1
		Co1C02	C	6	24,4	7,1	0,0	-195,5	17,6	6,7
Los Lagos	Ia. Puluqui	Co1R01	R	5	17,0	7,2	0,4	171,0	16,1	2,3
		Co1R02	R	4	7,0	7,0	0,0	-116,4	5,9	4,9
		Pu1C01	C	5	10,1	7,2	0,1	-156,2	30,0	5,1
		Pu1C02	C	5	16,7	7,1	0,0	-157,8	33,5	7,3
	Río Maullín	Pu1C03	C	5	20,8	7,6	0,2	-263,5	29,9	7,4
		Pu1C04	C	6	12,7	7,4	0,0	-62,3	29,2	3,4
		Pu1C05	C	5	19,1	7,5	0,1	17,4	74,9	3,0
		Pu1R01	R	8	19,0	7,4	0,1	102,9	21,6	1,7
	Canal Dalcahue	Pu1R02	R	4	18,1	7,6	0,1	183,2	8,0	1,2
		Ma1C01	C	5	5,4	7,8	0,1	222,4	24,5	3,7
		Ma1C02	C	4	2,3	7,6	0,2	196,6	5,9	4,1
		Ma1C03	C	5	1,3	7,6	0,0	110,4	138,0	4,5
Estero Yaldad	Ma1R01	R	6	13,0	7,4	0,1	194,7	31,6	4,2	
	Ma1R02	R	5	5,9	7,7	0,1	217,2	30,3	3,2	
	Da1C01	C	6	13,7	7,5	0,1	110,3	44,5	5,1	
	Da1C02	C	5	16,8	7,1	0,2	-86,8	17,3	6,6	
Estero Yaldad	Da1C03	C	4	17,1	7,3	0,0	-21,9	34,9	5,4	
	Da1R01	R	5	13,7	7,4	0,0	52,4	30,6	4,7	
	Ya1C01	C	4	6,8	7,5	0,1	-87,7	13,1	4,8	
	Ya1C02	C	5	5,4	7,3	0,1	-138,5	58,6	5,5	
	Ya1C03	C	4	5,4	7,3	0,0	-278,5	36,5	5,2	
	Ya1C04	C	5	11,5	7,2	0,1	-195,5	7,2	6,7	
Estero Yaldad	Ya1R01	R	5	12,2	7,5	0,1	-181,6	110,4	5,1	
	Ya1R02	R	6	12,3	7,3	0,0	-136,7	29,9	7,2	

* : C = control, R = referencia
****: valor de una réplica

** : corregida a nivel de reducción de sonda

*** : valor promedio de tres réplicas

Fuente: Elaboración propia.



Región	Localidad	Estación	Tipo*	Presición GPS (m)	Profundidad (m)**	pH***		Eh (mV)***		Materia Orgánica (%)****
						Promedio	d.s.	Promedio	d.s.	
Atacama	Ba. Calderilla	Cd2C01	C	7	7,9	7,8	0,0	215,4	19,4	1,3
		Cd2C02	C	7	3,7	7,4	0,5	231,1	40,8	1,2
		Cd2R01	R	7	7,8	8,0	0,1	251,5	15,8	1,7
	Ba. Inglesa	Bi2C01	C	8	12,0	7,7	0,9	138,3	51,3	1,8
		Bi2C02	C	7	7,6	7,9	0,1	121,6	16,2	2,2
		Bi2C03	C	8	9,6	7,7	0,2	105,0	13,9	1,9
Bi2R01		R	8	12,1	7,8	0,2	116,3	13,4	1,6	
Coquimbo	Ba. Tongoy	Tg2C01	C	11	13,9	7,0	0,0	10,0	9,8	2,5
		Tg2C02	C	7	13,7	-	-	155,4	24,5	2,1
		Tg2C03	C	8	13,7	-	-	118,2	30,1	1,9
		Tg2C04	C	7	13,5	-	-	182,5	4,8	3,5
		Tg2R01	R	6	11,0	7,6	0,1	41,7	13,6	2,8
		Tg2R02	R	9	11,0	7,0	0,4	6,5	52,5	2,4
Araucanía	Nehuentué	Ps2C01	C	-	-	-	-	-	-	-
		Ps2C02	C	-	-	-	-	-	-	-
		Ps2R01	R	4	7,0	7,4	0,1	-170,2	31,5	5,2
Los Lagos	Estero Cochamó	Co2C01	C	5	22,0	7,2	0,1	-87,5	10,9	6,9
		Co2C02	C	5	31,3	6,9	0,1	-190,2	19,4	4,9
		Co2R01	R	5	16,5	6,7	0,2	173,7	14,9	3,1
		Co2R02	R	5	3,9	7,1	0,2	30,2	24,1	3,0
	Ia. Puluqui	Pu2C01	C	7	6,0	7,4	0,3	-108,3	41,7	4,7
		Pu2C02	C	4	11,8	7,5	0,4	-197,1	34,5	5,7
		Pu2C03	C	5	14,6	7,3	0,2	-160,9	35,6	4,3
		Pu2C04	C	5	10,3	7,2	0,4	-135,7	9,2	6,3
		Pu2C05	C	5	11,3	7,4	0,1	-85,2	32,4	4,6
		Pu2R01	R	4	14,5	7,4	0,2	152,8	11,4	2,4
	Río Maullín	Ma2C01	C	4	0,5	7,6	0,1	226,3	17,2	2,4
		Ma2C02	C	5	1,4	7,5	0,0	162,9	29,6	3,7
		Ma2C03	C	4	0,5	7,2	0,1	25,0	14,0	3,1
		Ma2R01	R	-	-	-	-	-	-	-
		Ma2R02	R	4	3,2	7,5	0,1	190,0	46,5	4,3
	Canal Dalcahue	Da2C01	C	7	10,6	7,6	0,1	234,7	14,7	3,7
		Da2C02	C	5	14,0	7,2	0,0	-8,6	51,2	4,8
		Da2C03	C	5	15,8	7,1	0,0	99,5	42,4	5,6
		Da2C04	C	4	23,4	7,4	0,1	-95,4	16,2	5,3
		Da2R01	R	5	16,5	7,4	0,1	221,7	32,7	3,5
		Da2R02	R	5	10,2	7,4	0,1	-27,6	15,8	6,7
	Estero Yaldad	Ya2C01	C	5	9,8	7,1	0,0	73,4	60,1	5,1
		Ya2C02	C	5	10,0	7,1	0,0	-139,6	28,4	3,9
		Ya2C03	C	5	10,0	-	-	-268,2	12,9	5,4
Ya2C04		C	4	15,0	-	-	-276,6	19,0	7,4	
Ya2R01		R	5	15,9	7,5	0,1	-35,9	88,8	4,1	
Ya2R02		R	4	16,9	-	-	-119,9	10,2	6,4	

* : C = control, R = referencia

** : corregida a nivel de reducción de sonda

*** : valor promedio de tres réplicas

****: valor de una réplica

Fuente: Elaboración propia.

Para materia orgánica (MO), la variación entre las estaciones fluctuó entre 0,9% (Ba. Calderilla) y 7,4% (Ia. Puluqui). Analizada esta característica por zonas de estudio, se observa que Ba. Calderilla es la localidad con menor contenido de materia orgánica en los sedimentos, mientras que Nehuentué, Cochamó, Ia. Puluqui, Canal Dalcahue y Estero Yaldad alcanzan los mayores porcentajes (Tabla 24 a).

Durante la campaña de invierno, las lluvias (temporal) de la semana anterior a Fiestas Patrias aumentaron el caudal del río Imperial y Río Maullín, lo que no permitió bucear en dos estaciones de Nehuentué y una de Río Maullín, por las fuertes corrientes existentes. En el caso de Ba. Tongoy y Estero Yaldad, los registros de pH que faltan se debió a que los electrodos se rompieron. En cuanto a la precisión del GPS fluctuó, para 43 de 45 registros, entre 4 y 8 m, con dos valores (9 y 11 m) fuera de este rango. La profundidad de las estaciones también varió entre 0,5 m (Río Maullín) y 31 m (Cochamó). El pH, para todas las estaciones, fluctuó en un rango de 6,7 (Cochamó) y 8 (Ba. Calderilla; Tabla 24 b).

Durante la campaña de invierno, entre todas las estaciones, el Eh varió entre -276,6 mV (Estero Yaldad) y 251,5 mV (Ba. Calderilla). En términos generales, hubo más valores positivos que en verano y por otro lado, en el caso de los valores negativos, la magnitud de éstos, en muchos casos, disminuyó. Analizado por localidad, se observó que en Ba. Calderilla, Ba. Tongoy y Río Maullín presentaron sólo valores positivos, y en Ba. Inglesa sólo una estación registró un valor negativo. Esta situación sugiere que existe un claro efecto estacional probablemente derivado de la interacción entre el mayor movimiento de los cuerpos de agua debido al viento y también a la disminución del aporte de materia orgánica, dado que no es la época de mayor biomasa de los cultivos. (Tabla 24 b).

En cuanto al contenido de materia orgánica, para todas las estaciones los valores fluctuaron entre 1,2% (Ba. Calderilla) y 7,4% (Estero Yaldad). Además, se observó una disminución generalizada de los porcentajes de materia orgánica, lo que es concordante y refuerza el argumento expuesto en el párrafo anterior (Tabla 24 b).

Respecto de esta característica, en términos generales, es notorio el aumento de los valores hacia el sur; hecho que es consistente con el mayor aporte terrígeno derivado del arrastre debido a la pluviosidad, que es sustantivamente mayor en el sur del país (Anexo VI); además de existir una mayor densidad e intensidad en el uso del borde costero en general.

Al comparar las localidades estacionalmente, se observó que sólo aquellas donde el cultivo predominante (casi exclusivo) es el pelillo, Ba. Calderilla y Maullín, en todas las estaciones se registraron valores de Eh positivos. Esta situación, en el resto de las localidades donde los tipos de cultivos varían en el tipo de organismo cultivado, presenta variaciones entre estaciones en una y otra época del año.

V.3.2.2. Granulometría

Ba. Calderilla presentó un ambiente sedimentario dominado por arena media a arena gruesa, donde una moderada selección indicó condiciones hidrodinámicas de energía relativamente alta, muy similares para todo el área de estudio (Anexo VII, Figura 1) . El área de estudio de Ba. Inglesa mostró una situación diferente con una amplia gama de tipos de sedimento y grados de selección, tamaños medios que pasaron desde arenas muy finas a gravas pero que no se relacionaron directamente con el grado de selección (Anexo VII, Figura 2). Un estrecho espectro de condiciones sedimentarias (e hidrodinámicas) también fue registrado en Tongoy, y estuvo dominado por las arenas finas; aquí, sólo una estación (Tg1C04) presentó arenas medias con una pobre selección (Anexo VII, Figura 3).

Las estaciones controles de los sectores de la zona sur de Chile evidenciaron un ambiente sedimentario caracterizado principalmente por arenas finas a muy finas, registrando los mayores valores de phi (sedimentos más finos) en Nehuentué (Ps1C02, Anexo VII), Yaldad (Ya1C04, Anexo VI, Figura 8), Puluqui (Pu1C03, Anexo VII, Figura 5) y Maullín (Ma1C01, Anexo VII, Figura 6); la excepción fueron las arenas medias encontradas en una de las respectivas estaciones de Cochamó (Anexo VII, Figura 4), Dalcahue (Anexo VII, Figura 7) y Yaldad y de arena muy gruesa en Puluqui. Los sedimentos finos también fueron comunes en las estaciones de referencia, a excepción de las

arenas medias de Maullín y de grava y/o arenas muy gruesas en una ó más estaciones de referencia de Cochamó y Puluqui, todo esto indicando predominancia de condiciones hidrodinámicas de mayor energía en estos puntos. No hubo relación clara entre el tamaño de grano del sedimento y el grado de selección de éste, dominando las categorías moderadamente seleccionado y pobremente seleccionado.

En invierno, el ambiente sedimentario de los sectores de la zona norte de Chile mostró similares características a las registradas en verano, no obstante, evidenciando tamaños de granos algo más grueso e, incluso, grados mayores de engrosamiento en algunas estaciones (i.e., estaciones Cd2C02 y Bi2C02 de Ba. Calderilla, y Bi2R01 de Bahía Inglesa (Anexo VII, Figuras 1 y 2, respectivamente). Asociado a este comportamiento, hubo una tendencia generalizada a un mayor grado de selección del sedimento en los tres sectores, todo esto en concordancia a una mayor energía hidrodinámica propia de la condición invernal.

En invierno, las arenas finas y arenas muy finas también dominaron el ambiente sedimentario de las estaciones controles de los sectores de la zona sur de Chile, dominio que se extendió a un mayor número de estaciones, no obstante, la ocurrencia de arenas medias en las estaciones Da2C01, Da2C02 (Dalcahue) y Ya2C01 (Yaldad), y de arenas gruesas en las estaciones Ya2C02 y Ya2C03. Las arenas finas y muy finas también estuvieron presentes en las estaciones de referencia aunque en estas fueron más frecuentes los tamaños más grueso de granos (i.e., arena media en Cochamó y Maullín; arena gruesa en Cochamó, y grava en Puluqui). En la mayoría de los sectores el grado de selección del sedimento correspondió a las categorías moderadamente seleccionado y pobremente seleccionado, aunque las estaciones controles de Yaldad tendieron a empobrecer el grado de selección indicando con esto un aumento del espectro de tamaños de grano en el sedimento. A diferencias de la zona norte, no hubo una tendencia clara en las estaciones respecto a los cambios registrados en el tamaño medio de partículas asociados a la condición invernal.

V.3.2.3. Macroinfauna

V.3.2.3.1. Ba. Calderilla

En verano, se contabilizaron un total de 37 taxa¹⁴¹ provenientes de las 3 estaciones de muestreo (2 controles, 1 referencia). Estos taxa se reunieron en 7 grupos taxonómicos (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Oligochaeta, Nematoda Pycnogonida y Hemichordata). Los grupos Crustacea, Polychaeta y Mollusca presentaron el mayor número de especies, los que compartieron junto a Nematoda la dominancia en abundancia (Tabla 1 en Anexo VIII, Figura 1).

Las estaciones mostraron diferencias tanto en el número de especies como en las abundancias, estas últimas con diferencias más acentuadas. En relación a la riqueza específica, las mayores diferencias se relacionaron con la ocurrencia de Polychaeta, observando el menor número de especies en la estación Cd1C02. Similar tendencia se observó en las abundancias, sin embargo, esta se debió a una mayor ocurrencia de Crustacea en la estación Cd1C01 y a una mayor participación de Mollusca en la estación Cd1R01. No obstante la densa presencia de Nematoda, común para todo el sector, la ocurrencia de Nuculoida en la estación de referencia muestra la presencia de contenidos relativamente altos/constantes de MO de "buena calidad" probablemente favorecido por el ambiente de alta energía (presencia de arena media/gruesa) en donde ésta se localiza.

En invierno, fueron contabilizados 30 taxa los que fueron reunidos en 6 grupos taxonómicos (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Nemertea, Oligochaeta y Nematoda). Los grupos Crustacea, Polychaeta y Mollusca presentaron el mayor número de especies, grupos que también dominaron en abundancia en donde Nematoda alcanzó gran representación (Tabla 10 en Anexo VIII, Figura 1).

¹⁴¹ El número de taxa corresponde al total de las tres estaciones y no indica, necesariamente, que todos ellos concurren en una misma estación. El detalle de los taxa registrados se presenta en las tablas del Anexo correspondiente (Anexo VII).

Las estaciones mostraron menores diferencias en el número de especies, no así en abundancias producto de una gran ocurrencia de Crustacea en la estación Cd2C01. A pesar de una gran presencia de especies de ostrácodos y anfípodos en la estación Cd2R01, sus abundancias fueron bajas y repercutieron en la menor abundancia total de la macrofauna de esa estación, lugar donde dominó Nuculoida. No obstante, la presencia de algunos grupos indicadores de alta presencia de materia orgánica particulada (i.e., Nematoda), la gran mayoría de la fauna encontrada indicó la ocurrencia en el sector de MO de "buena calidad".



TERRAMAR

Estudios Territoriales

Proyecto FIP 2005-15

Evaluación ambiental y sanitaria de la acuicultura de pequeña escala

Informe Final

Junio de 2007

107

Figura 1.
Información ambiental para Ba. Calderilla. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.

V.3.2.3.2. *Ba. Inglesa*

En verano, un total de 59 taxa estuvieron presentes en las 5 estaciones de muestreo de este sector (3 controles y 2 referencia). Los taxa se reunieron en 7 grupos taxonómicos superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Oligochaeta, Nematoda Pycnogonida y Hemichordata). Los grupos Crustacea, Polychaeta y Mollusca presentaron el mayor número de especies, taxa que también dominaron en las abundancias (Tabla 2 en Anexo VIII, Figura 2).

En relación al número de especies, las diferencias entre las estaciones se concentraron en los grupos Crustacea y Mollusca, aumentando ambos en las estaciones de referencia. En estas estaciones, pero principalmente en la estación Bi1R02, la presencia de anfípodos y de otros Mollusca (*Rissoina* spp.) son el reflejo del ambiente particular en donde se localizaron las estaciones: ambiente de alta energía dada la presencia de grava. La ocurrencia de anfípodos y ostrácodos, además de Veneroidea y Nuculoidea, sugiere que la menor riqueza registrada en las estaciones controles sería consecuencia de factores distintos a los atribuibles a enriquecimiento orgánico; aquí, la ocurrencia de hemicordados de gran tamaño podrían estar ejerciendo una suerte de bioperturbación afectando la riqueza local de la macrofauna. Un comportamiento distinto se observa en las abundancias cuyas magnitudes alcanzaron máximos valores en las estaciones Bi1C01 (control) y Bi1R01 (referencia); la gran ocurrencia de Nuculoidea y Amphipoda en la primera de éstas y la baja presencia de Polychaeta (especialmente de especies indicadoras de alto contenido de MO y/o enriquecimiento orgánico) apunta hacia la existencia de ambientes de “buena salud” en la totalidad de las estaciones.

En invierno, 65 taxa estuvieron presentes en las 5 estaciones de muestreo de este sector (3 controles y 2 referencias) y fueron agrupados en 8 grupos taxonómicos superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Nemertea, Oligochaeta, Nematodo, Pycnogonida y Hemichordata). Los grupos Polychaeta, Crustacea y Mollusca dominaron en número de especies y en abundancias, teniendo Nematoda en esto último una relativa importancia (Tabla 11 en Anexo VIII, Figura 2)

La mayoría de las estaciones evidenciaron menores diferencias en el número de especies, concentrándose éstas en el grupo Mollusca. La excepción fue observada en la estación Bi2R02 gracias a la gran ocurrencia de Polychaeta, Mollusca y de Otros Taxa. Esta relativa uniformidad contrasta con la gran diferencia registrada en las abundancias, con máximos valores en las estaciones Bi2C01 y, principalmente, en la Bi2R02 donde la presencia de otro Polychaeta y mayoritariamente de Rissoina sp. minimizan las abundancias del resto de las estaciones. En general, la ocurrencia de anfípodos y ostrácodos, además de Veneroida y Nuculoida, sugiere que las menores (pero no bajas) abundancias (y riqueza) registradas en algunas estaciones controles son, nuevamente, una respuesta a factores distintos a los atribuibles a enriquecimiento orgánico, lo que sumado a la baja presencia de poliquetos indicadores de esta última condición reflejan un ambiente de “buena salud” en la totalidad de las estaciones.



TERRAMAR

Estudios Territoriales

Proyecto FIP 2005-15

Informe Final
Evaluación ambiental y sanitaria de la acuicultura de pequeña escala

110

Junio de 2007

Figura 2.
Información ambiental para Ba. Inglesa. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.

V.3.2.3.3. Ba. Tongoy

La macrofauna estuvo representada por un total de 56 taxa en las 6 estaciones de muestreo de este sector, cuatro controles y dos de referencias. Las especies fueron agrupadas en 7 Taxa Superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Echinodermata, Nemertea, Nematoda y Cnidaria). Los grupos Crustacea, Polychaeta y Mollusca reunieron el mayor número de especies, grupos que también dominaron en abundancias (Tabla 3 en Anexo VIII, Figura 3).

Las diferencias observadas en el número de especies fueron producto de los cambios observados en los taxa dominantes a través de las estaciones, registrando los valores máximos y mínimos en las estaciones control. Especies de Polychaeta indicadoras de enriquecimiento orgánico estuvieron presentes en todas las estaciones, aunque también lo hicieron los grupos Amphipoda, Ostracoda, Veneroida y/o Nuculoida. Un patrón similar fue observado en las abundancias aunque con un aporte relativo de los grupos taxonómicos muy distinto. Mollusca (Nuculoida) y Crustacea (Amphipoda) fueron importantes en las estaciones controles en donde experimentaron gran variación, en contraste con la mayor presencia de poliquetos Spionidae en las estaciones de referencia donde Mollusca prácticamente desapareció.

En invierno, se registraron 48 taxa en las 6 estaciones de muestreo (4 controles y 2 referencias). Las especies fueron agrupadas en 7 Taxa Superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Echinodermata, Nemertea, Oligochaeta y Nematoda). Los grupos Polychaeta, Crustacea y Mollusca reunieron el mayor número de especies, grupos que también dominaron en abundancias (Tabla 12 en Anexo VIII, Figura 3).

Las pequeñas diferencias observadas en el número de especies fueron producto de menores cambios observados en Crustacea (i.e., estación Tg2C01) y en Polychaeta, mientras que las diferencias de mayor magnitud registradas en las abundancias se debieron principalmente a cambios en la ocurrencia del grupo Mollusca. La presencia en el sector de Nuculoida y/o de anfípodos/ostrácodos, sumado a una menor ocurrencia de taxa indicadores de altos contenidos de MO reflejan ambientes no-impactados por enriquecimiento orgánico.



TERRAMAR
Estudios Territoriales

Proyecto FIP 2005-15

Informe Final
Evaluación ambiental y sanitaria de la acuicultura de pequeña escala

112

Junio de 2007

Figura 3.
Información ambiental para Ba. Tongoy. Estaciones de muestreo y registros de terreno (verano e invierno).

V.3.2.3.4. *Nehuentué (Puerto Saavedra)*

En verano, fueron contabilizados un total de 12 taxa provenientes de las 3 estaciones de muestreo de este sector (2 control y 1 referencia). Estos taxa se reunieron en 5 grupos taxonómicos (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Oligochaeta y Nematoda), alcanzando Polychaeta la máxima representación; esta dominancia fue el producto de la ocurrencia prácticamente exclusiva del espionido *Prionospio patagonica*, taxón indicador de enriquecimiento orgánico. Otras especies con presencias relativamente importantes fueron el anfípodo *Corophiidae* 1 y el taxón *Nematoda* (Tabla 4 en Anexo VIII¹⁴²).

Hubo marcadas diferencias entre las estaciones tanto en el número de especies como en las abundancias. Las diferencias se concentraron mayormente en la presencia de crustáceos y en las abundancias de los espionidos, siendo estos últimos menos importantes en la estación de referencia. No hubo una relación clara entre la riqueza de especies y la abundancia de la macrofauna, aunque la estación Ps1C02 registró los valores extremos (menor riqueza y mayor abundancia).

En invierno, sólo pudo ser tomada una única muestra en la estación Ps2R01, producto del fuerte arrastre ejercido por el caudal de río durante los días de muestreo (derivado de las lluvias del temporal de esa semana, y en general, durante la época invernal en la zona). El único individuo presente perteneció al taxón *Nereidae*, especie que ocurrió abundantemente en el monitoreo de Verano. Dadas las condiciones extremas en que se realizó el muestreo, esta mínima riqueza/abundancia registrada sugiere ser una consecuencia directa de las condiciones hidrodinámicas de alta energía que caracterizaron la condición de invierno en el sector (Tabla 13 en Anexo VIII).

No existe cartografía disponible para *Nehuentué*.

¹⁴² No hubo cartografía disponible para *Nehuentué*.

V.3.2.3.5. Cochamó

En verano, fueron contabilizados un total de 35 taxa provenientes de las 4 estaciones de muestreo (2 controles y 2 referencias). Estos taxa se reunieron en 8 grupos taxonómicos (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Echinodermata, Nemertea, Oligochaeta, Nematoda y Platyhelminthes). Los grupos Polychaeta, seguido por Mollusca y Crustacea presentaron el mayor número de especies, compartiendo junto a Oligochaeta la dominancia en abundancia donde este último grupo alcanzó el segundo lugar (Tabla 5 en Anexo VIII, Figura 4).

Hubo diferencias entre las estaciones tanto en el número de especies como en las abundancias. En relación a la riqueza específica, las mayores diferencias se relacionaron con la ocurrencia de Polychaeta, con sólo una especie en Co1R02 y menor presencia en Co1C02, y con la ausencia de Crustacea en las restantes estaciones. En ambas estaciones controles y en la de referencia Co1R01, las abundancias siguieron un comportamiento similar al del número de especies, donde la presencia de taxa indicadores de enriquecimiento orgánico (i.e., presencia de poliquetos Capitellidae y Spionidae, sólo fue evidente en la estación Co1C01. En la estación Co1R02, las menores riquezas fueron opuestas a las máximas abundancias registradas en el sector, donde la única especie de Polychaeta, una de las dos especies de Mollusca y, principalmente, el taxón de Oligochaeta registraron las máximas abundancias individuales. La densa ocurrencia de Oligochaeta estuvo asociada a la presencia de restos vegetales en degradación y de origen terrígeno, en un ambiente de alta energía a juzgar por la presencia de gravilla.

En invierno, fueron contabilizados un total de 21 taxa provenientes de las 4 estaciones de muestreo (2 controles y 2 referencias). Estos taxa se reunieron en 4 grupos taxonómicos (Polychaeta, Crustacea, Mollusca y Oligochaeta). El grupo Polychaeta, seguido por Crustacea y Mollusca presentaron el mayor número de especies, mientras que en abundancia el grupo Oligochaeta alcanzó, al igual que en verano, un segundo lugar (Tabla 14 en Anexo VIII, Figura 4).

Hubo marcadas diferencias en el número de especies entre las estaciones, con máximos de $S = 13$ en la estación CoC02 y con 5 ó menos taxa en las restantes estaciones. Similares diferencias se

observaron en las abundancias aunque los máximos se presentaron en la estación Co2R01. El bajo dominio de las especies indicadoras de enriquecimiento orgánico, no obstante a su presencia en las estaciones controles, sugiere un menor impacto (sino nulo) de la MO sobre los valores de riquezas/abundancias registrados, mientras que la ocurrencia de Oligochaeta en las estaciones de referencia denuncian la presencia de material vegetal en descomposición de origen terrestre en esos lugares.



TERRAMAR
Estudios Territoriales

Proyecto FIP 2005-15

Informe Final
Evaluación ambiental y sanitaria de la acuicultura de pequeña escala

116

Junio de 2007

Figura 4.
Información ambiental para Cochamó. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.

V.3.2.3.6. *la. Puluqui*

En verano, la macrofauna de este sector fue reunida en 71 taxa; macrofauna que provino de las 7 estaciones de muestreo (5 controles y 2 referencias). Las especies fueron agrupadas en 9 Taxa Superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Echinodermata, Nemertea, Oligochaeta, Nematoda, Sipuncula y Hemichordata). Los grupos Polychaeta, Crustacea y Mollusca reunieron el mayor número de especies, mientras que en abundancia dominaron Crustacea, Nematoda y Polychaeta, los dos últimos con valores relativamente similares (Tabla 6 en Anexo VIII, Figura 5).

El número de especies varió a través de las estaciones, con máximos en la estación Pu1R01 (de referencia) y mínimos en la estación Pu1C03. Hubo marcadas diferencias en la participación de los diferentes grupos dentro de cada estación, en mayor grado producto de los taxa Polychaeta (otros) y Crustacea y en menor grado por Mollusca y Otros Taxa. Esta variabilidad se reflejó en la composición específica dentro de cada estación donde sólo 9 (12,7%) especies estuvieron presentes en 4 o más estaciones. La ocurrencia de Mollusca en la estación Pu1C03 correspondió a especies de mitílidos (especímenes que, probablemente, se desprendieron de las cuelgas/balsas de cultivo). Las abundancias totales evidencian un comportamiento similar al de la riqueza, no obstante, los taxa superiores muestran mayor fluctuación, especialmente Otros Taxa y Crustacea. La importancia relativa de la riqueza específica de taxa indicadores de enriquecimiento orgánico no se refleja en las abundancias totales de las estaciones Pu1C01 a la Pu1C03, donde la ocurrencia de Phoxocephalidae sugiere una adecuada oxigenación en la interfase agua-sedimento en un sedimento fangoso con características anóxicas. En la estación de referencia Pu1R01, la densa ocurrencia de Nematoda estuvo asociada a la gran presencia de material orgánico particulado embebido en una matriz mucilaginosa secretada, probablemente, por los Enteropneusta que ocurrieron solamente en esta estación. Finalmente, en la segunda estación de referencia la gran abundancia de Crustacea, principalmente de pequeños anfípodos (Corophiidae 2 y Amphipoda 1) e isópodos (*Ianiropsis* sp.) se asociaron a un ambiente de alta energía donde el sedimento correspondió mayoritariamente a grava de naturaleza calcárea.

En invierno, la macrofauna de este sector fue reunida en 57 taxa provenientes de las 7 estaciones de muestreo (5 controles y 2 referencias). Las especies fueron agrupadas en 9 Taxa

Superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Echinodermata, Nemertea, Oligochaeta, Nematoda, Sipuncula y Hemichordata). Los grupos Polychaeta, Crustacea y Mollusca reunieron el mayor número de especies; taxa que también dominaron en abundancias (Tabla 15 en Anexo VIII, Figura 5).

El número de especies varió marcadamente entre las estaciones, con máximos y mínimos en las estaciones de referencia y menores diferencias en las estaciones controles. Estas desigualdades fueron en mayor grado producto de la ocurrencia diferencial de Polychaeta (principalmente de Otro), pero también de Crustacea y Mollusca; en esto, la presencia de Otros Taxa en la estación Pu2R01 fue importante. Las abundancias totales evidencian un comportamiento similar al de la riqueza aunque el aporte diferencial de Polychaeta en las estaciones fue más notorio, especialmente lo registrado en la estación Pu2R01. La menor importancia relativa de los taxa indicadores de enriquecimiento orgánico, especialmente en abundancias, la gran ocurrencia de Otro en Polychaeta y de anfípodos (Phoxocephalidae)/ostrácodos sugiere, al igual que en verano, una adecuada oxigenación en la interfase agua-sedimento en un sedimento muchas veces con alto contenido de fango con características anóxicas.



TERRAMAR

Estudios Territoriales

Proyecto FIP 2005-15

Informe Final
Evaluación ambiental y sanitaria de la acuicultura de pequeña escala

119

Junio de 2007

Figura 5.
Información ambiental para la. Puluqui. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.

V.3.2.3.7. Río Maullín

En verano, se identificó un total de 30 taxa provenientes de 5 estaciones de muestreo, tres controles y dos de referencias. Las especies fueron agrupadas en 6 Taxa Superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Oligochaeta, Nematoda y Pycnogonida). Los grupos Polychaeta y Crustacea reunieron el mayor número de especies, ambos grupos, pero en orden inverso, dominaron también en abundancia (Tabla 7 en Anexo VIII, Figura 6).

El número de especies varió entre las estaciones, registrando en las estaciones de referencias los valores extremos. Las proporciones de los grupos Polychaeta, Crustacea y Otros Taxa permanecieron relativamente similares a través de las estaciones, estando Polychaeta representado principalmente por taxa indicadores de enriquecimiento orgánico. Por su parte, Crustacea en la mayoría de las estaciones estuvo representado sólo por anfípodos. Un patrón distinto fue observado en las abundancias totales, con máximos en la estación Ma1C01, mínimos en la Ma1R02 y similares e intermedios valores en las restantes estaciones. Los poliquetos espionidos fueron los responsables de las mayores diferencias observadas entre las estaciones, no obstante, al generalizado empobrecimiento registrado en la estación de referencia Ma1R02. La gran similitud en la ocurrencia de anfípodos estuvo relacionada a una ocurrencia relativamente similar e importante del alga pelillo (*Gracilaria* sp.) presente en la mayoría de las estaciones. Esta alga no estuvo presente en las muestras de la estación Ma1R02, lo que sumado a una mayor profundidad de muestreo y a un tamaño de grano mayor (sugiriendo mayor movimiento de agua) expliquen la baja riqueza y abundancia de la macrofauna de esta estación.

En invierno, se identificó un total de 25 taxa provenientes de 4 estaciones de muestreo (3 controles y 1 referencia¹⁴³). Las especies fueron agrupadas en 6 Taxa superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Nemertea, Oligochaeta y Cnidaria). Los grupos Polychaeta y Crustacea reunieron el mayor número de especies, ambos dominaron también en abundancia (Tabla 16 en Anexo VIII, Figura 6).

¹⁴³ La estación de referencia más cercana a la desembocadura no fue posible realizarla porque las condiciones de corrientes no permitieron bucear.

El número de especies difirió entre las estaciones, registrando en la única estación de referencia los menores valores. Polychaeta varió en menor magnitud, especialmente entre las estaciones controles, siendo Crustacea y Otros Taxa los que experimentaron mayores cambios. Este arreglo cambia en las abundancias totales, donde el aporte de Spionidae en Ma2C01 y de anfípodos en las restantes estaciones controlaron el patrón observado. El empobrecimiento de la estación de referencia observado en la campaña de Verano se mantuvo en el presente monitoreo, no obstante a una disminución generalizada de las abundancias de la macrofauna dentro de toda el área de estudio. Aquí, la presencia de Spionidae, específicamente de *Prionospio patagonica*, el cual se asocia a cursos de agua dulce, sugiere más bien una situación natural que una perturbación de origen antrópico (enriquecimiento orgánico) en un sector dedicado al cultivo del pelillo.



TERRAMAR
Estudios Territoriales

Proyecto FIP 2005-15

Informe Final
Evaluación ambiental y sanitaria de la acuicultura de pequeña escala

122

Junio de 2007

Figura 6.
Información ambiental para Río Maullín. Estaciones de muestreo y registros de terreno (verano e invierno).

V.3.2.3.8. Canal Dalcahue

En verano, un total de 44 taxa estuvieron presentes en las 4 estaciones de muestreo de este sector, tres controles y una de referencia. Los taxa se reunieron en 7 grupos taxonómicos superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Echinodermata, Nemertea, Oligochaeta y Nematoda). Los grupos Polychaeta, Crustacea y Mollusca presentaron el mayor número de especies, sin embargo, en términos abundancia dominó el taxón Oligochaeta (Tabla 8 en Anexo VIII, Figura 7).

En relación al número de especies, las diferencias entre las estaciones se concentraron en el grupo Polychaeta, específicamente en la ocurrencia de Otros, dado que la presencia de los taxa indicadores fue relativamente similar entre las estaciones. Esta diferencia fue notoria en las estaciones controles donde los grupos Mollusca y Otros Taxa también evidenciaron un grado importante de variabilidad. Un comportamiento inverso se observa en las abundancias cuyas magnitudes alcanzaron máximos valores en las estaciones Da1C01 y Da1R01, lugares donde se registraron las menores riquezas específicas. Aquí, las abundancias se concentraron en los taxa Oligochaeta y Mollusca mientras que Polychaeta experimentó menores valores; en ambas estaciones fue evidente la presencia de reclutas del bivalvo comercial *Tagelus dombeii* (navajuela). Los máximos de Oligochaeta estuvieron relacionados con presencia de restos vegetales en degradación y ambiente más bien terrígeno.

En invierno, 37 taxa estuvieron presentes en las 6 estaciones de muestreo de este sector (4 controles y 2 referencia¹⁴⁴). Los taxa se reunieron en 6 grupos taxonómicos superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Nemertea, Oligochaeta y Nematoda). Los grupos Polychaeta, Crustacea y Mollusca presentaron el mayor número de especies, dominando también en abundancia donde Oligochaeta alcanzó gran importancia (Tabla 17 en Anexo VIII, Figura 7).

En relación al número de especies, las diferencias entre las estaciones se concentraron en el grupo Crustacea, donde la ocurrencia diferencial de Polychaeta (otro) y Mollusca (Veneroida) también fue importante. El amplio espectro de variación de la riqueza fue observado tanto entre las

¹⁴⁴ En la campaña de invierno se incluyó una estación más de control y una de referencia.

estaciones controles como entre las de referencia. Esta variabilidad se maximizó en las abundancias donde las mayores magnitudes observadas en la estación Da2C01 se debieron a la ocurrencia de Mollusca, principalmente de *Caecum chilensis*, como también a la de ostrácodos. La gran abundancia de *Oligochaeta* observada en algunas estaciones una vez más se relacionó con la presencia de restos vegetales en degradación.



TERRAMAR

Estudios Territoriales

Proyecto FIP 2005-15

Informe Final
Evaluación ambiental y sanitaria de la acuicultura de pequeña escala

125

Junio de 2007

Figura 7.
Información ambiental para Canal Dalcahue. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.

V.3.2.3.9. *Estero Yaldad*

En verano, la macrofauna estuvo representada por un total de 41 taxa en las 6 estaciones de muestreo de este sector (4 controles y 2 referencias). Las especies se agruparon en 5 Taxa Superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Oligochaeta y Nematoda). Los grupos Polychaeta, Crustacea y Mollusca reunieron el mayor número de especies, mientras que en abundancia dominó Polychaeta seguido por Oligochaeta y Crustacea (Tabla 9 en Anexo VIII, Figura 8).

Hubo marcadas diferencias en el número de especies a través de las estaciones, con máximos en la estación Ya1C02 y mínimos en la estación Ya1C03 (estaciones controles). Las diferencias estuvieron concentradas en la participación del grupo Polychaeta, en parte debido a la presencia diferencial de Otro y en parte a la presencia de taxa indicadores. Un patrón similar fue observado en las abundancias aunque las mayores magnitudes fueron registradas en la estación Ya1C01. Aquí, las abundancias se concentraron en los taxa Polychaeta (Paraonidae 1), Nematoda y Oligochaeta, los dos últimos también dominando en la estación Ya1C02 los que, en general, se asociaron a la presencia de material orgánico particulado. Las menores abundancias de las estaciones Ya1C03 y Ya1C04 respondieron a las menores riquezas también registradas en estas estaciones, todo esto asociado a un ambiente fangoso de característica anóxica con muchos restos de conchas de choro zapato. La ocurrencia de anfípodos Phoxocephalidae y de ostrácodos sugiere la presencia de una interfase agua-sedimento oxigenada. Finalmente, ambas estaciones de referencia presentaron valores intermedios de riqueza y abundancia, donde la ocurrencia de Nuculoida (alimentadores de depósito superficiales) refleja la presencia de MO de "buena calidad".

En invierno, la macroinfauna estuvo representada por un total de 30 taxa en las 6 estaciones de muestreo (4 controles y 2 referencias). Las especies fueron agrupadas en 6 Taxa superiores (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Nemertea, Oligochaeta y Nematoda). Los grupos Polychaeta, Crustacea y Mollusca reunieron el mayor número de especies, mientras que en abundancia dominaron Polychaeta y Nematoda (Tabla 18 en Anexo VIII, Figura 8).

Hubo marcadas diferencias en el número de especies entre las estaciones, con valores máximos y mínimos registrados en las estaciones controles. Estos contrastes respondieron principalmente a la ocurrencia diferencial de Polychaeta (taxa indicadores) y Crustacea, siendo importantes en algunas estaciones la presencia de Mollusca y Otros Taxa. Un patrón similar fue observado en las abundancias aunque éstas se distorsionaron producto de la gran abundancia mostrada por Nematoda en la estación Ya2C02; en esta estación también fue importante la presencia de Nucleoidea. El resto de las estaciones presentaron abundancias iguales o menores que 10 individuos por 0,01 m², donde la baja importancia relativa de especies de Polychaeta indicadores de enriquecimiento orgánico, en un ambiente sedimentario fino rico en MO, sugieren la presencia en la zona de otros factores estresantes en la temporada invernal.



TERRAMAR

Estudios Territoriales

Proyecto FIP 2005-15

Evaluación ambiental y sanitaria de la acuicultura de pequeña escala

Informe Final

Junio de 2007

128

Figura 8.
Información ambiental para Estero Yaldad. Estaciones de muestreo, registros de terreno (verano e invierno) e INFAs disponibles.

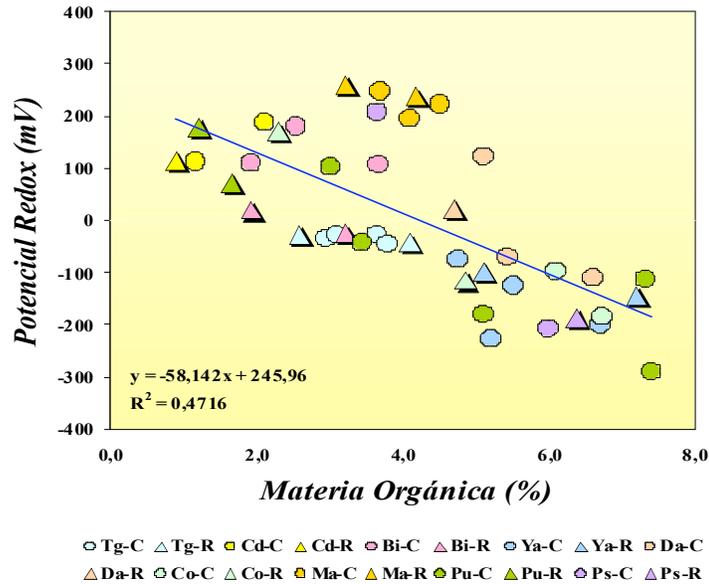
V.3.3. Componentes físico-químicos y ecológicos del sedimento y sus relaciones

V.3.3.1. pH, Eh y MO

En verano hubo una relación negativa y significativa ($F_{(1,41)} = 36,599$; $P < 0,001$) entre el PR y el contenido de MO, en donde el coeficiente de determinación, r^2 , indicó que el 47,2% de la variabilidad observada en la lectura del Eh puede ser explicada por la lectura del contenido MO (Figura 9). El rango de MO fluctuó entre 0,9% y 7,4%, y donde valores por sobre 2,59% ya evidencian valores de Eh negativos correspondiendo a condiciones de anoxia¹⁴⁵. En invierno esta relación y significancia se mantienen ($F_{(1,41)} = 45,202$; $P < 0,001$) mostrando el r^2 un aumento en el grado de relación entre ambos parámetros (53,1%; Figura 10). El rango de MO varió entre 1,18% y 7,38% con valores de Eh negativos por sobre 2,41% de MO. Hubo gran similitud en el patrón global de ambos parámetros en la escala temporal Verano-Invierno, donde las estaciones de los sectores de la zona norte evidenciaron, en general, mayor Eh y menor MO en contraposición a los menores Eh y mayor MO de la zona sur.

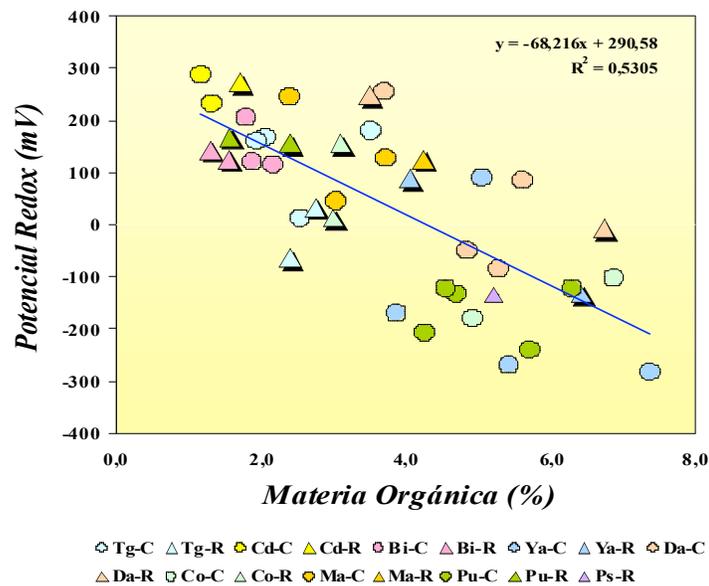
¹⁴⁵ Entendiendo ésta como valores inferiores a 0 mV.

Figura 9.
Relación entre Eh y MO para todas las estaciones de muestreo, en verano.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10.
Relación entre Eh y MO para todas las estaciones de muestreo, en invierno.

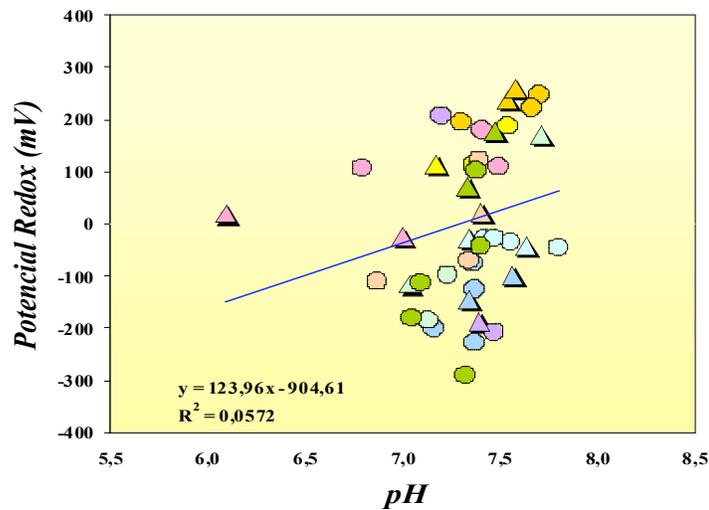


Fuente: Elaboración propia.

Las relaciones Eh v/s pH y pH v/s MO (Figuras 11 a 14), muestran una pobre asociación entre ellos. En Verano, la variación del Eh podría ser explicada sólo en un 5,72% por la variación del pH, siendo esta asociación no significativa ($F_{(1,41)} = 2,488$; $P > 0,05$). En Invierno el r^2 aumenta a un 29,11% volviéndose la relación significativa ($F_{(1,34)} = 13,960$; $P < 0,001$). En Verano, el rango de variación del pH del grueso de las estaciones osciló entre 6,79 (con un valor escapado de 6,09) y 7,80 y en Invierno entre el 6,77 y 8,12.

Para el pH en función de la MO, el r^2 obtenido en Verano no alcanzó el 1% ($F_{(1,41)} = 0,318$; $P > 0,05$), mientras que en Invierno la variación del pH fue explicada en un 27,31% por la MO estando ambos parámetros inversamente relacionados ($F_{(1,34)} = 12,023$; $P < 0,01$).

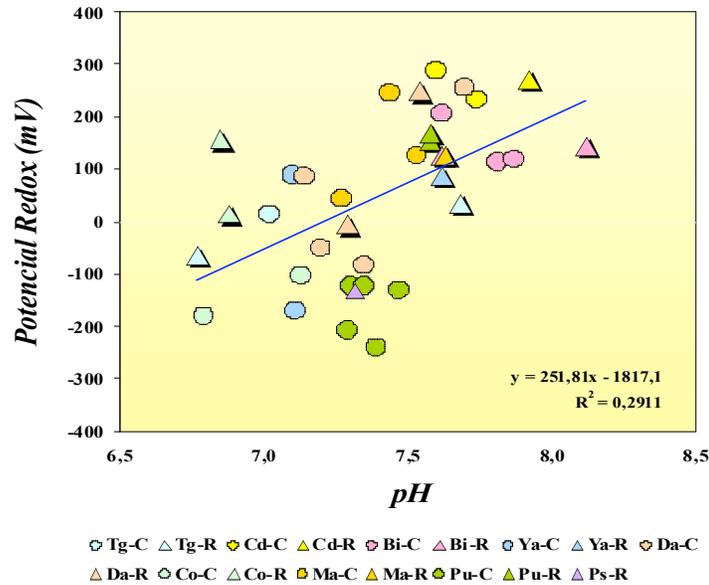
Figura 11.
Relación entre pH y Eh para todas las estaciones de muestreo, en verano.



○ Tg-C △ Tg-R ◼ Cd-C ▲ Cd-R ○ Bi-C ▲ Bi-R ○ Ya-C ▲ Ya-R ○ Da-C
 ▲ Da-R ○ Co-C ▲ Co-R ◼ Ma-C ▲ Ma-R ◼ Pu-C ▲ Pu-R ○ Ps-C ▲ Ps-R

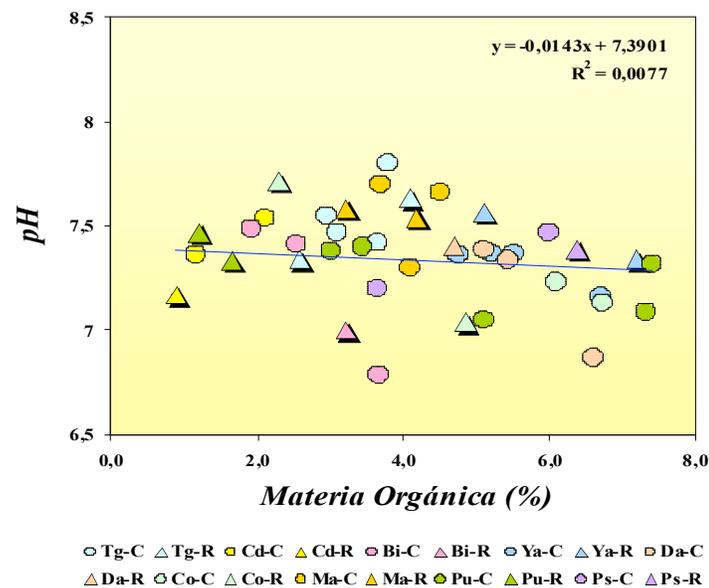
Fuente: Elaboración propia.

Figura 12.
Relación entre pH y Eh para todas las estaciones de muestreo, en invierno.



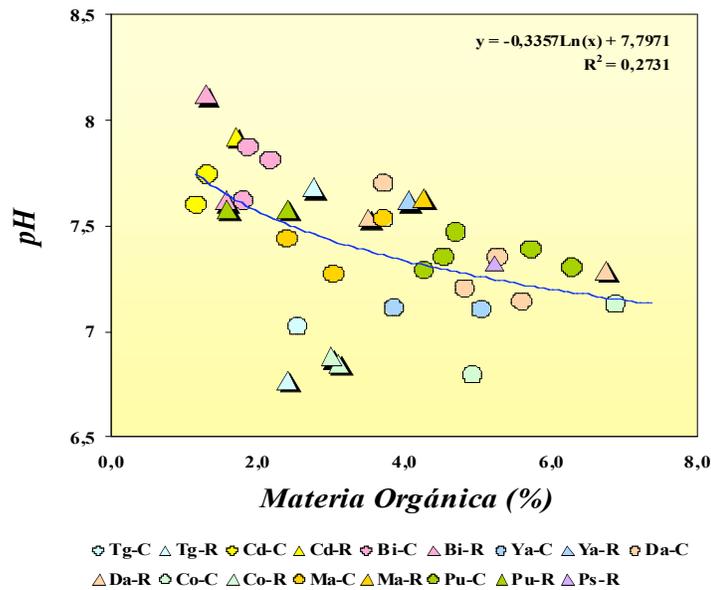
Fuente: Elaboración propia.

Figura 13.
Relación entre MO y pH para todas las estaciones de muestreo, en verano.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14.
Relación entre MO y pH para todas las estaciones de muestreo, en invierno.



Fuente: Elaboración propia.

El análisis estadístico por sector para cada uno de estos parámetros independientemente, detectó diferencias significativas en la mayoría de los casos, aunque con patrones sectores-específicos (Tabla 25 y 26). Para el pH, y cuando significativo, el factor Temporalidad indicó valores más altos en Invierno en los sectores Calderilla y Bahía Inglesa (zona Norte), y más altos en Verano en los sectores Cochamó, Maullín y Yaldad (zona Sur). En general, la mayoría de sectores evidenciaron importantes diferencias entre sus estaciones, sin embargo, en un gran número de ellos las estaciones mostraron similar tendencia temporal en la escala Verano-Invierno al no presentar Interacción significativa. En el Eh el factor Temporalidad mostró diferencias significativas en los tres sectores de la zona Norte y en 4 de los 6 de la zona Sur, mostrando siempre valores más alto en el monitoreo de Invierno lo que sugiere una mayor oxigenación de los sedimentos producto de las condiciones oceanográficas propias de esta estación. Dada la distribución espacial de las estaciones dentro de cada sector, el factor Estación siempre resultó significativo, no obstante, y

específicamente para la zona Sur, no siempre el Eh varió temporalmente en un modo Estación-específico dado que la Interacción fue significativa sólo en 2 de los 5 sectores en que pudo ser probada.

Cambios en el contenido de MO en los sedimentos sólo fueron significativos en dos de los sectores estudiados, ambos de la zona Norte (Bahía Inglesa y Tongoy). Sin embargo, dado que en el análisis siempre fue considerado Verano v/s Invierno, el que en sólo 2 ocasiones el valor de t calculado haya sido negativo (independiente de su significancia estadística) indica, por lo general, contenidos de MO menores en Invierno, algo que resulta coherente tratándose de la época en que la biomasa cultivada es comparativamente menor.

Tabla 25.

Resultados del ANOVA de 2 factores (Temporalidad = Verano-Invierno; Estación = estaciones de muestreo; excepto⁽¹⁾) para pH y Eh (Potencial REDOX) registrados en las distintas localidades. Sólo se entrega una referencia de la tendencia de los valores de Verano (V) e Invierno (I) cuando el factor Temporalidad fue significativo (* = P<0,05; ** = P<0,01; * = P<0,001; ns = P>0,05).**

<i>Calderilla</i>					
pH			Potencial REDOX		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,12)} = 5,061^*$	(I > V)	Temporalidad (T)	$F_{(1,12)} = 19,170^{***}$	(I > V)
Estación (E)	$F_{(2,12)} = 0,261^{ns}$		Estación (E)	$F_{(2,12)} = 0,730^{ns}$	
T x E	$F_{(2,12)} = 4,478^*$		T x E	$F_{(2,12)} = 0,004^{ns}$	
<i>Bahía Inglesa</i>					
pH			Potencial REDOX		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,18)} = 13,018^{**}$	(I > V)	Temporalidad (T)	$F_{(1,18)} = 31,909^{***}$	(I > V)
Estación (E)	$F_{(4,18)} = 4,375^*$		Estación (E)	$F_{(4,18)} = 7,899^{***}$	
T x E	$F_{(4,18)} = 1,009^{ns}$		T x E	$F_{(4,18)} = 9,306^{***}$	
<i>Tongoy</i>					
pH			Potencial REDOX		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,12)} = 3,348^{ns}$		Temporalidad (T)	$F_{(1,24)} = 200,761^{***}$	(I > V)
Estación (E)	$F_{(5,12)} = 3,537^{ns}$		Estación (E)	$F_{(5,24)} = 14,515^{***}$	
T x E	$F_{(5,12)} = 3,284^{ns}$		T x E	$F_{(5,24)} = 14,807^{***}$	
<i>Nehuentue⁽¹⁾</i>					
pH			Potencial REDOX		
Factor			Factor		
Temporalidad	$t_{(2)} = -0,084^{ns}$		Temporalidad	$t_{(2)} = -0,658^{ns}$	(I > V)
<i>Cochamó</i>					
pH			Potencial REDOX		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,16)} = 5,803^*$	(V > I)	Temporalidad (T)	$F_{(1,16)} = 9,999^{**}$	(I > V)
Estación (E)	$F_{(3,16)} = 2,489^{ns}$		Estación (E)	$F_{(3,16)} = 172,843^{***}$	
T x E	$F_{(3,16)} = 1,583^{ns}$		T x E	$F_{(3,16)} = 9,915^{***}$	
<i>Maullín</i>					
pH			Potencial REDOX		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,16)} = 20,653^{***}$	(V > I)	Temporalidad (T)	$F_{(1,16)} = 1,670^{ns}$	
Estación (E)	$F_{(3,16)} = 5,099^{**}$		Estación (E)	$F_{(3,16)} = 6,552^{**}$	
T x E	$F_{(3,16)} = 2,726^{ns}$		T x E	$F_{(3,16)} = 0,461^{ns}$	
<i>Puluqui</i>					
pH			Potencial REDOX		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,28)} = 0,008^{ns}$		Temporalidad (T)	$F_{(1,28)} = 0,003^{ns}$	
Estación (E)	$F_{(6,28)} = 3,103^*$		Estación (E)	$F_{(6,28)} = 83,449^{***}$	
T x E	$F_{(6,28)} = 3,947^{**}$		T x E	$F_{(6,28)} = 4,883^{**}$	
<i>Dalcahue</i>					
pH			Potencial REDOX		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,16)} = 0,010^{ns}$		Temporalidad (T)	$F_{(1,16)} = 48,061^{***}$	(I > V)
Estación (E)	$F_{(3,16)} = 17,951^{***}$		Estación (E)	$F_{(3,16)} = 31,321^{***}$	
T x E	$F_{(3,16)} = 3,542^*$		T x E	$F_{(3,16)} = 1,093^{ns}$	
<i>Yaldad</i>					
pH			Potencial REDOX		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,12)} = 11,627^{**}$	(V > I)	Temporalidad (T)	$F_{(1,12)} = 6,667^*$	(I > V)
Estación (E)	$F_{(2,12)} = 8,427^{**}$		Estación (E)	$F_{(2,12)} = 4,087^*$	
T x E	$F_{(2,12)} = 3,804^{ns}$		T x E	$F_{(2,12)} = 1,716^{ns}$	

⁽¹⁾ Prueba *t de student* dado que en el monitoreo de invierno sólo se muestreó en una estación de referencia

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26.

Resultados del *t* de student (Temporalidad = Verano-Invierno) para la materia orgánica (MO) estimada para las distintas localidades. Sólo se entrega una referencia de la tendencia de los valores de Verano (V) e Invierno (I) cuando la prueba resultó significativa (*= P<0,05; **=P<0,01; *=P<0,001; ns= P>0,05).**

<i>Calderilla</i>		
MO		
Factor		
Temporalidad	$t_{(3)} = -0,025$	ns
<i>Bahía Inglesa</i>		
MO		
Factor		
Temporalidad	$t_{(5)} = 2,434$	(V > I)
<i>Tongoy</i>		
MO		
Factor		
Temporalidad	$t_{(10)} = 2,511$	(V > I)
<i>Nehuentue</i>		
MO		
Factor		
Temporalidad	$t_{(2)} = -$	
<i>Cochamó</i>		
MO		
Factor		
Temporalidad	$t_{(6)} = 0,385$	ns
<i>Mauñín</i>		
MO		
Factor		
Temporalidad	$t_{(5)} = 1,283$	ns
<i>Puluqui</i>		
MO		
Factor		
Temporalidad	$t_{(10)} = -0,045$	ns
<i>Dalcahue</i>		
MO		
Factor		
Temporalidad	$t_{(2)} = 0,787$	ns
<i>Yaldad</i>		
MO		
Factor		
Temporalidad	$t_{(2)} = 0,549$	ns

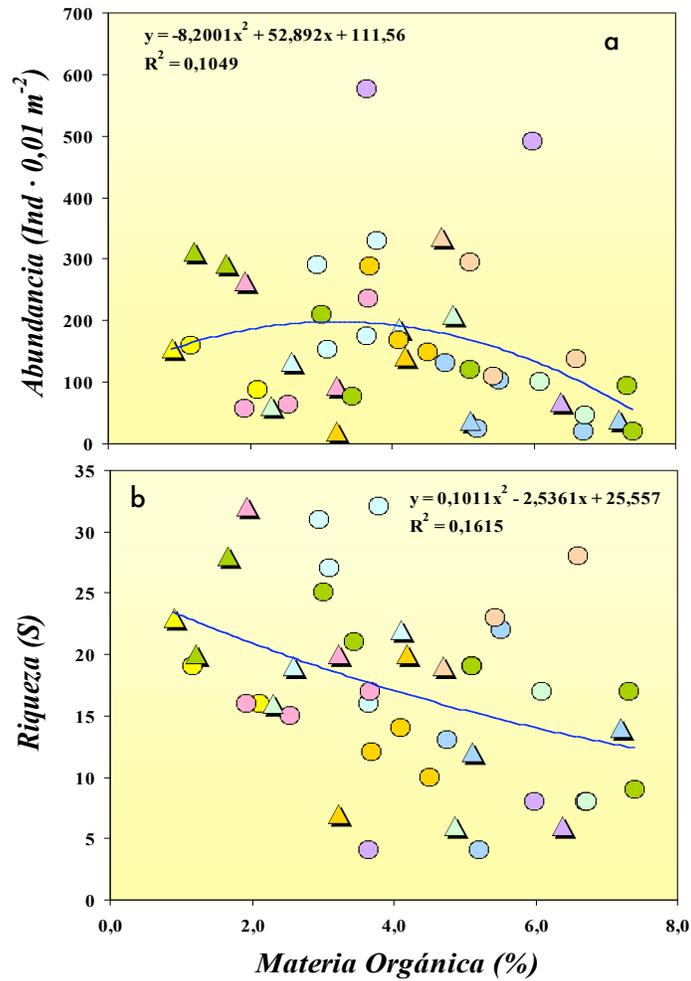
Fuente: Elaboración propia.

V.3.3.2. Riqueza específica (S) y Abundancia (N) v/s Eh y MO

En Verano hubo una relación inversa tanto entre el número de especies de la macroinfauna y la MO como entre esta última y la abundancia, ajustándose de mejor manera a una relación polinomial (Figura 15); sin embargo, ambas relaciones resultaron ser poco predictivas al mostrar un coeficiente de determinación igual o menor al 16%. A excepción de los máximos de abundancia registrados en Nehuentué, asociados a contenidos de MO intermedios a altos, los mayores valores de abundancia por lo general fueron registrados en las estaciones de los sectores de la zona Norte en presencia de valores medios a bajos de MO, mientras que valores bajos de abundancias se asociaron a contenidos de MO medios a altos en los sectores de la zona Sur (como excepción a esta tendencia se encuentran las estaciones de referencia de Puluqui). La gran dispersión de los valores de abundancia en torno a similares valores de MO, i.e., las máximas y mínimas abundancias correspondieron a $576 \text{ ind}\cdot 0,01 \text{ m}^2$ (Nehuentué) y a $20 \text{ ind}\cdot 0,01 \text{ m}^2$ (Maullín) registradas a un MO de alrededor del 3,6%, apunta al bajo valor predictivo que tendría la MO sobre la abundancia de la macrofauna. Similar interpretación sugiere la relación Riqueza y MO, donde valores altos en el número de especies, i.e., $S = 28$, fueron registrados tanto a bajo (1,67%) como a alto (6,61%) contenido de MO. Aquí, y a excepción de estaciones en Puluqui y Dalcahue, valores altos de Riqueza específica también fueron encontrados en la zona Norte asociada a valores medios a bajos de MO, mientras que en la zona Sur la tendencia fue la opuesta.

En Invierno la asociación entre la Abundancia v/s MO y la Riqueza v/s MO muestran un mejor acople, con un r^2 de 59,12% y 43,09%, respectivamente, volviéndose ambas relaciones significativas ($F_{(1,40)} = 57,848$; $P < 0,001$ para la Abundancia; $F_{(1,40)} = 27,386$; $P < 0,001$ para la Riqueza; Figura 16); sin embargo, la relación cambia al tipo exponencial/logarítmico negativo dado el empobrecimiento observado mayoritariamente en la macrofauna presente en las estaciones de la zona Sur, siendo más marcadas las disminuciones en las abundancias.

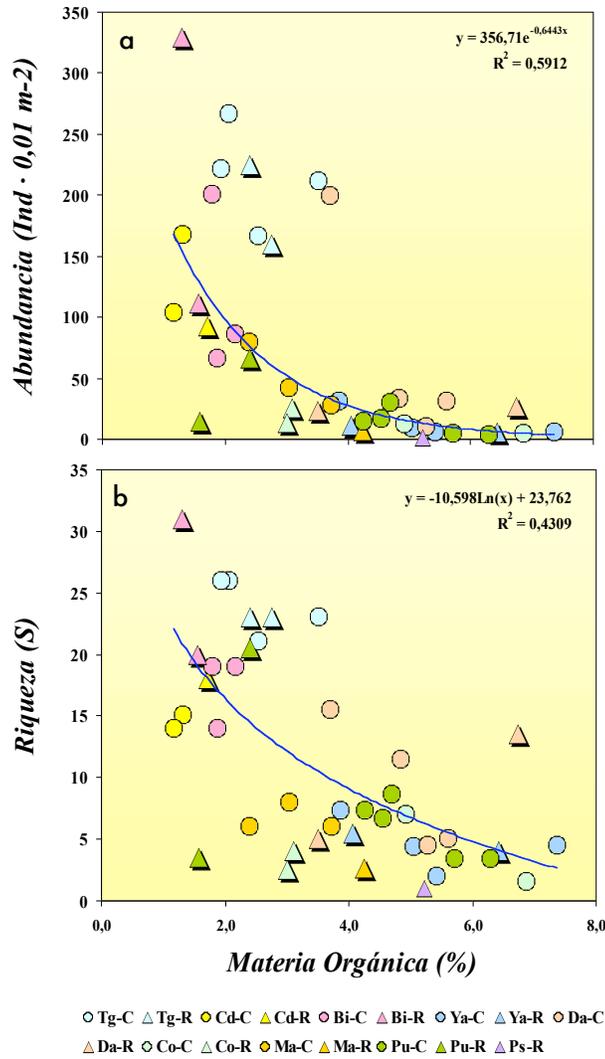
Figura 15.
Relación entre MO v/s (a) abundancia y (b) riqueza específica, para todas las estaciones, en verano.



○ Tg-C △ Tg-R ● Cd-C ▲ Cd-R ○ Bi-C ▲ Bi-R ○ Ya-C ▲ Ya-R ○ Da-C
▲ Da-R ○ Co-C ▲ Co-R ● Ma-C ▲ Ma-R ● Pu-C ▲ Pu-R ○ Ps-C ▲ Ps-R

Fuente: Elaboración propia

Figura 16.
Relación entre MO v/s (a) abundancia y (b) riqueza específica, para todas las estaciones, en invierno.

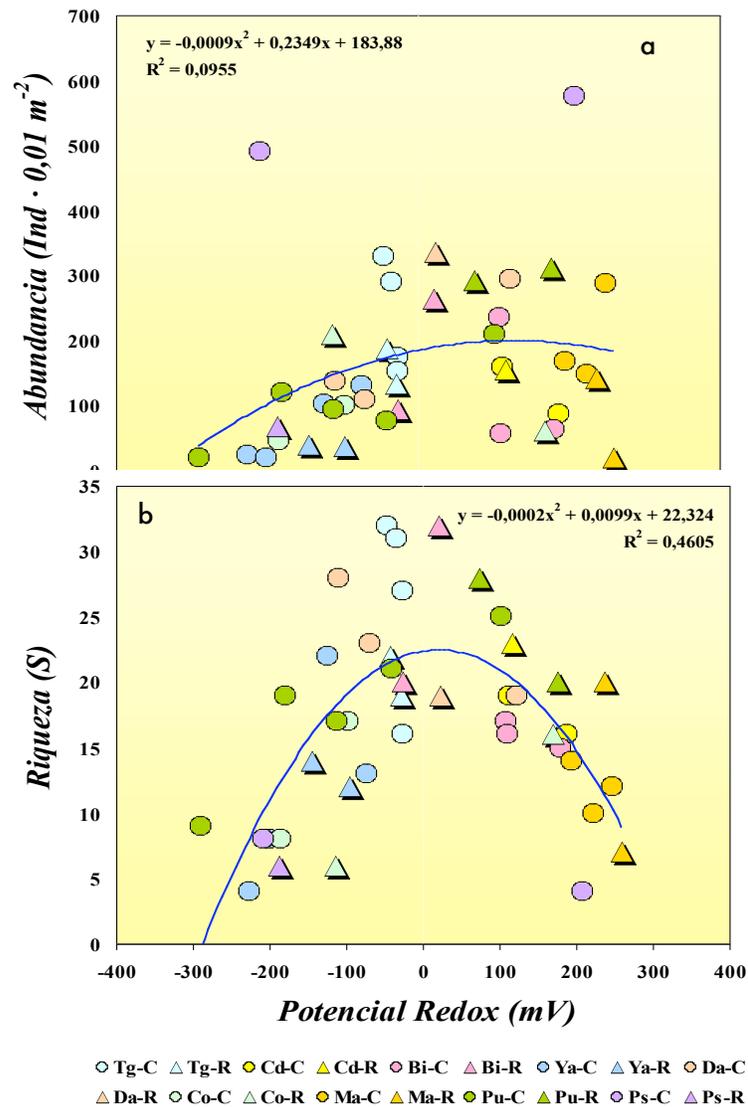


Fuente: Elaboración propia.

En Verano, N y S de la macrofauna, también mostraron un mejor ajuste con Eh a través de una relación polinomial, con mayores valores alrededor de un Eh de cero (exceptuando los máximos de Abundancia de Nehuentué; Figura 17). Esta relación fue más evidente entre S y Eh, donde el coeficiente de determinación alcanzó a un 46,05%. Cuando se excluyen las mediciones de Nehuentué, ambiente más bien estuarino, y por tanto sujeto a otros factores y escalas de variación, la variabilidad de la Abundancia pasa ser explicada desde un 9,55% a un 29,00% por el Eh. Valores bajos de Abundancia y de Riqueza fueron encontrados a valores de Eh muy bajos (valores muy negativos) en estaciones de localidades de la zona sur, como también en valores muy altos; estos últimos se registraron en las estaciones de Maullín y en una de Nehuentué. Al igual que con la MO, en Invierno ambas relaciones pasan a ser mejor explicadas por un modelo exponencial pero positivo, dado que menores valores de N y S se asociaron a valores bajos de Eh (Figura 18). El r^2 mejora bastante para la Abundancia pero disminuye para la Riqueza, no obstante, ambas relaciones son significativas ($F_{(1,40)} = 28,608$; $P < 0,001$, para la Abundancia; $F_{(1,40)} = 11,796$; $P < 0,01$, para la Riqueza).

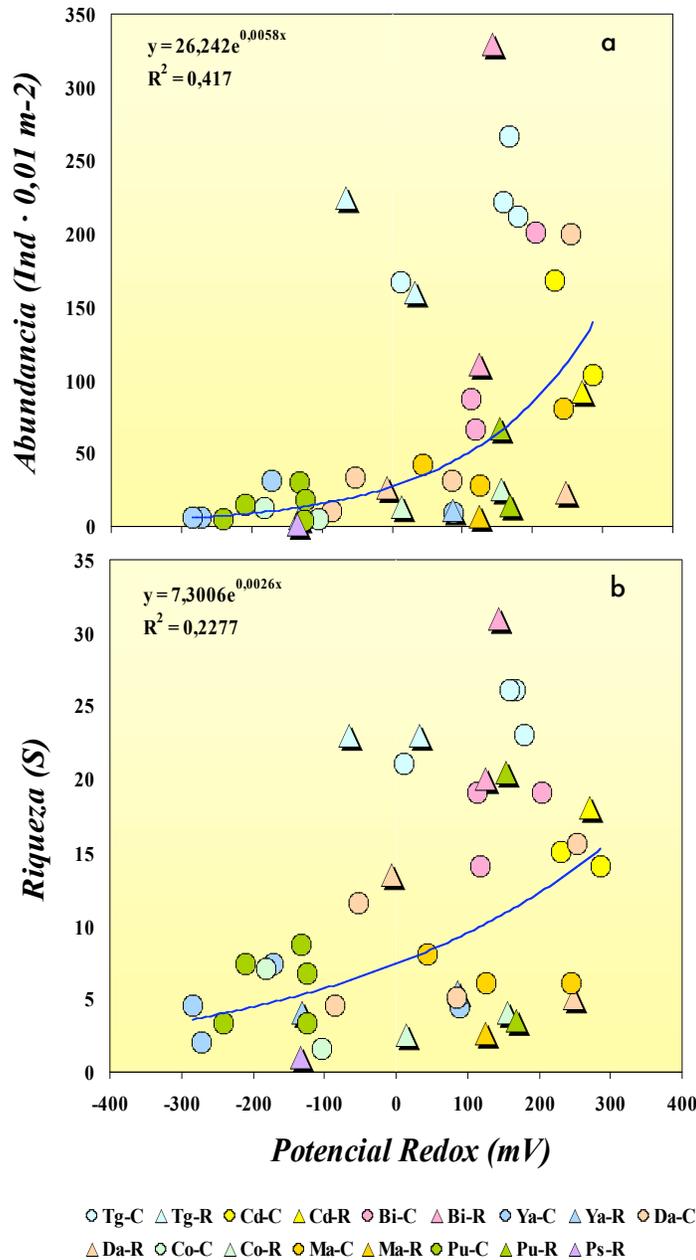
El análisis estadístico por localidad para ambos descriptores detectó diferencias significativas en la mayoría de las situaciones, donde la significancia estadística del término Interacción indicó tendencias localidad-específicas (Tabla 27). No obstante esto, se observó ausencia de cambios temporales en la Abundancia en Ba. Calderilla y en la Riqueza en Ba. Inglesa; además de observar en ambos sectores similares cambios en una escala Verano-Invierno de la Riqueza de especies entre las estaciones (Interacción no-significativa). Cuando fue significativo, el Factor Temporalidad siempre indicó mayores valores en Verano, tanto para la Riqueza como para la Abundancia.

Figura 17.
Relación entre Eh v/s (a) abundancia y (b) riqueza específica, para todas las estaciones, en verano.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18.
Relación entre Eh v/s (a) abundancia y (b) riqueza específica, para todas las estaciones, en invierno.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27.

Resultados del ANOVA de 2 factores (Temporalidad = Verano-Invierno; Estación = estaciones de muestreo; excepto⁽¹⁾) para la abundancia (N) y la riqueza específica (S) de la macroinfauna presente en las distintas localidades estudiadas. Sólo se entrega una referencia de la tendencia de los valores de Verano (V) e Invierno (I) cuando el factor Temporalidad fue significativo (*= P<0,05; **=P<0,01; *=P<0,001; ns= P>0,05).**

<i>Calderilla</i>					
Riqueza Específica			Abundancia		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,6)} = 34,571$	*** (V > I)	Temporalidad (T)	$F_{(1,6)} = 4,322$	ns
Estación (E)	$F_{(2,6)} = 15,643$	**	Estación (E)	$F_{(2,6)} = 37,649$	***
T x E	$F_{(2,6)} = 4,786$	ns	T x E	$F_{(2,6)} = 13,125$	**
<i>Bahía Inglesa</i>					
Riqueza Específica			Abundancia		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,10)} = 1,185$	ns	Temporalidad (T)	$F_{(1,10)} = 267,004$	*** (V > I)
Estación (E)	$F_{(4,10)} = 51,926$	***	Estación (E)	$F_{(4,10)} = 477,721$	***
T x E	$F_{(4,10)} = 2,852$	ns	T x E	$F_{(4,10)} = 82,174$	***
<i>Tongoy</i>					
Riqueza Específica			Abundancia		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,12)} = 5,630$	** (V > I)	Temporalidad (T)	$F_{(1,12)} = 1471,412$	*** (V > I)
Estación (E)	$F_{(6,12)} = 20,363$	***	Estación (E)	$F_{(6,12)} = 145,587$	***
T x E	$F_{(6,12)} = 6,326$	**	T x E	$F_{(6,12)} = 72,900$	**
<i>Nehuentue⁽¹⁾</i>					
Riqueza Específica			Abundancia		
Factor			Factor		
Temporalidad	$t_{(1)} = 1,897$	ns	Temporalidad	$t_{(1)} = 22,523$	** (V > I)
<i>Cochamó</i>					
Riqueza Específica			Abundancia		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,8)} = 75,000$	*** (V > I)	Temporalidad (T)	$F_{(1,8)} = 455,087$	*** (V > I)
Estación (E)	$F_{(3,8)} = 7,611$	**	Estación (E)	$F_{(3,8)} = 64,373$	***
T x E	$F_{(3,8)} = 13,167$	**	T x E	$F_{(3,8)} = 72,271$	***
<i>Mauñin</i>					
Riqueza Específica			Abundancia		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,12)} = 59,219$	*** (V > I)	Temporalidad (T)	$F_{(1,12)} = 130,336$	*** (V > I)
Estación (E)	$F_{(3,12)} = 9,745$	**	Estación (E)	$F_{(3,12)} = 49,421$	***
T x E	$F_{(3,12)} = 4,887$	*	T x E	$F_{(3,12)} = 16,457$	***
<i>Puluqui</i>					
Riqueza Específica			Abundancia		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,19)} = 189,659$	*** (V > I)	Temporalidad (T)	$F_{(1,19)} = 3863,909$	*** (V > I)
Estación (E)	$F_{(6,19)} = 21,379$	***	Estación (E)	$F_{(6,19)} = 450,037$	***
T x E	$F_{(6,19)} = 7,794$	***	T x E	$F_{(6,19)} = 298,699$	***
<i>Dalcahue</i>					
Riqueza Específica			Abundancia		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,8)} = 243,596$	*** (V > I)	Temporalidad (T)	$F_{(1,8)} = 487,189$	*** (V > I)
Estación (E)	$F_{(3,8)} = 12,333$	**	Estación (E)	$F_{(3,8)} = 176,586$	***
T x E	$F_{(3,8)} = 16,702$	***	T x E	$F_{(3,8)} = 68,088$	***
<i>Yaldad</i>					
Riqueza Específica			Abundancia		
Factor			Factor		
Temporalidad (T)	$F_{(1,14)} = 77,796$	*** (V > I)	Temporalidad (T)	$F_{(1,14)} = 385,364$	*** (V > I)
Estación (E)	$F_{(5,14)} = 19,661$	***	Estación (E)	$F_{(5,14)} = 79,854$	***
T x E	$F_{(5,14)} = 8,762$	***	T x E	$F_{(5,14)} = 52,994$	***

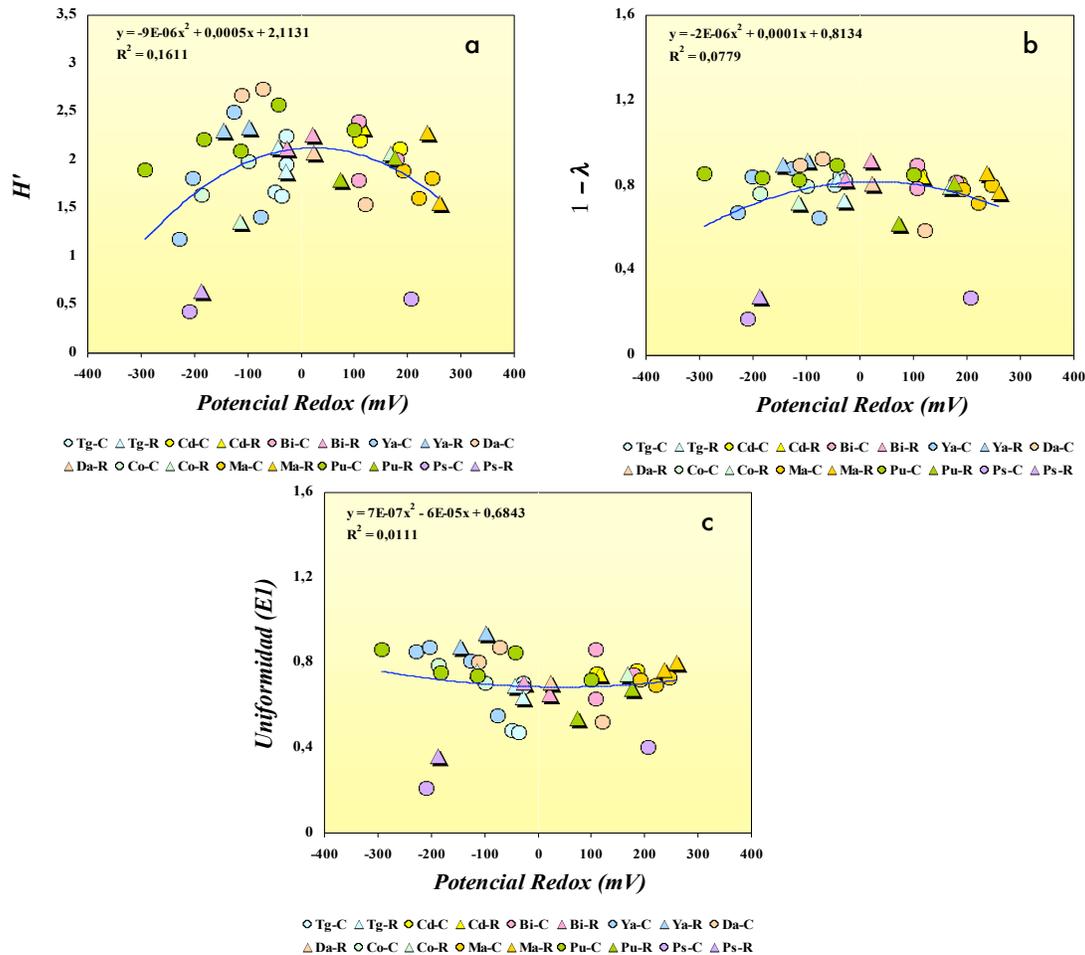
⁽¹⁾ Prueba *t de student* dado que en el monitoreo de invierno sólo se muestreó en una estación de referencia

Fuente: Elaboración propia.

V.3.3.3. Relación de índices ecológicos v/s Eh

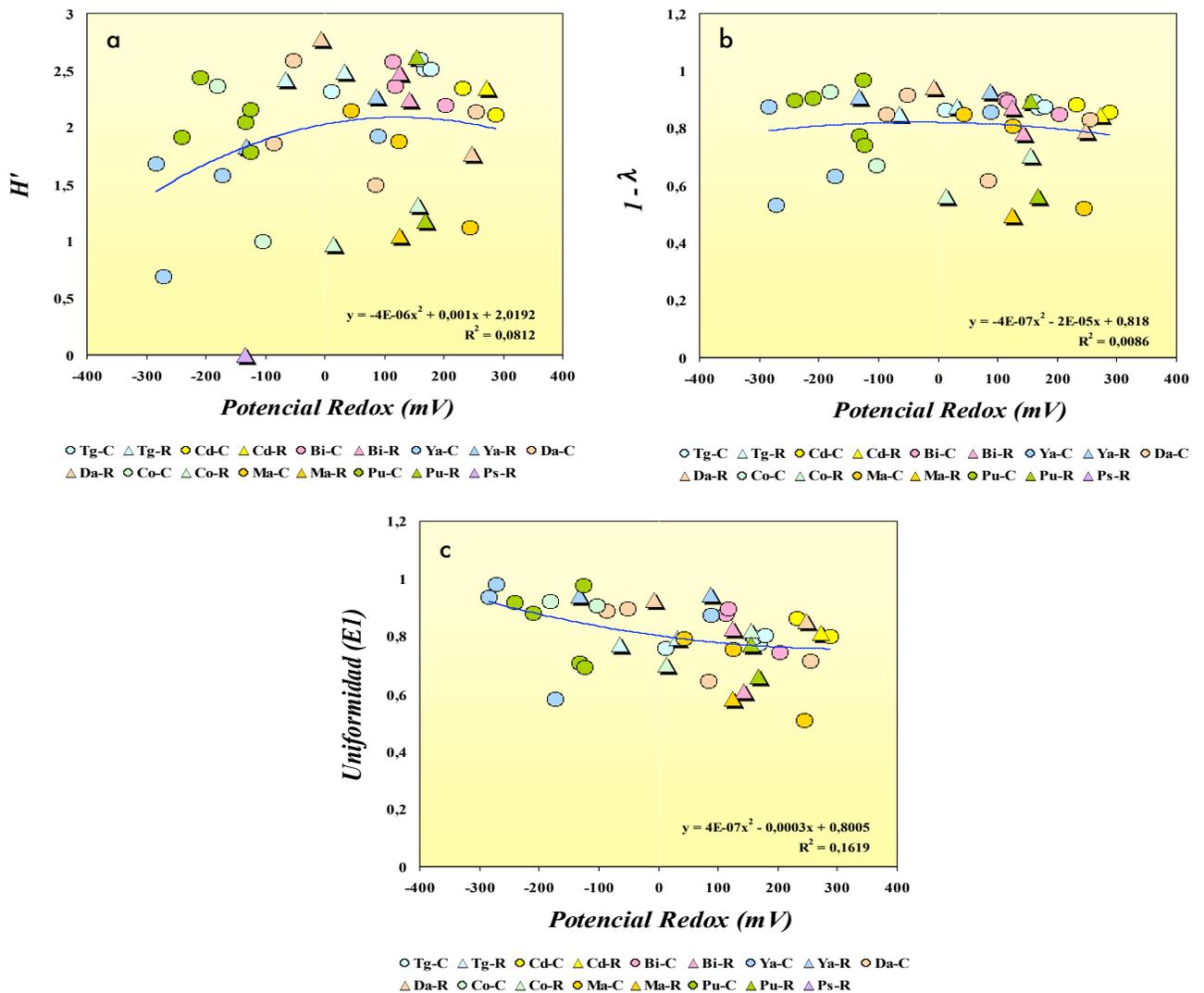
Los tres índices considerados en el estudio, índices de diversidad de Shannon (H') y Simpson ($1-\lambda$) e índice de uniformidad de Pielou ($E1$), mostraron una pobre asociación con el Eh y menor aún con la MO (Figuras 19 y 20). El mejor ajuste fue obtenido mediante un modelo polinomial, con valores de r^2 máximos de 16,11% para H' en Verano y de 16,19% para $E1$ en Invierno.

Figura 19.
Relación entre Eh v/s (a) índice de Shannon (H'), (b) índice de Simpson ($1-\lambda$) y c) índice de Pielou, en verano.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20.
Relación entre Eh v/s (a) índice de Shannon (H'), (b) índice de Simpson ($1-\lambda$) y c) índice de Pielou, en invierno.



Fuente: Elaboración propia.

V.3.3.4. Estructura comunitaria

El análisis de clasificación, basado en la identidad de las especies como también en sus abundancias relativas, segregó para ambas épocas de muestreo, verano e invierno, a las estaciones de los sectores de la zona Norte y los de la zona Sur, exceptuando las estaciones R02 de Ba. Inglesa y de la. Puluqui; ambas son de ambientes expuestos y se asocian a niveles bajos de similitud (Figura 21). En ambas épocas del año, y dentro de cada zona, las estaciones mostraron una tendencia a asociarse con las de su propia localidad y/o localidades más próximas; aunque fueron comunes las asociaciones cruzadas que evidencian similitudes en los agregados faunísticos. Sin embargo, el grado de similitud entre las estaciones fue por lo general bajo, especialmente en los sectores de la zona Sur, que tienden a ser más disímiles en Invierno. El mismo análisis, pero considerando simultáneamente ambas campañas, reveló una situación similar, manteniéndose la segregación zona Norte v/s zona Sur y conservando la estación R02 de Ba. Inglesa su similitud con la estación de Puluqui (Figura 22). Aquí, la segregación de ambas zonas sugiere una diferenciación ecológica entre ellas y, por lo tanto, avala un enfoque geográfico en la administración. Finalmente, y a pesar de una mayor disminución en Abundancia y Riqueza en la zona Sur, la similitud observada en las estaciones en una escala Verano-Invierno sugiere que las estructuras comunitarias del macrobentos se mantienen en el tiempo.

Figura 21.
Agrupamiento de las estaciones de todas las estaciones de muestreo, (a) verano, (b) invierno. En azul las estaciones de la zona Norte y en rojo las de la zona Sur.

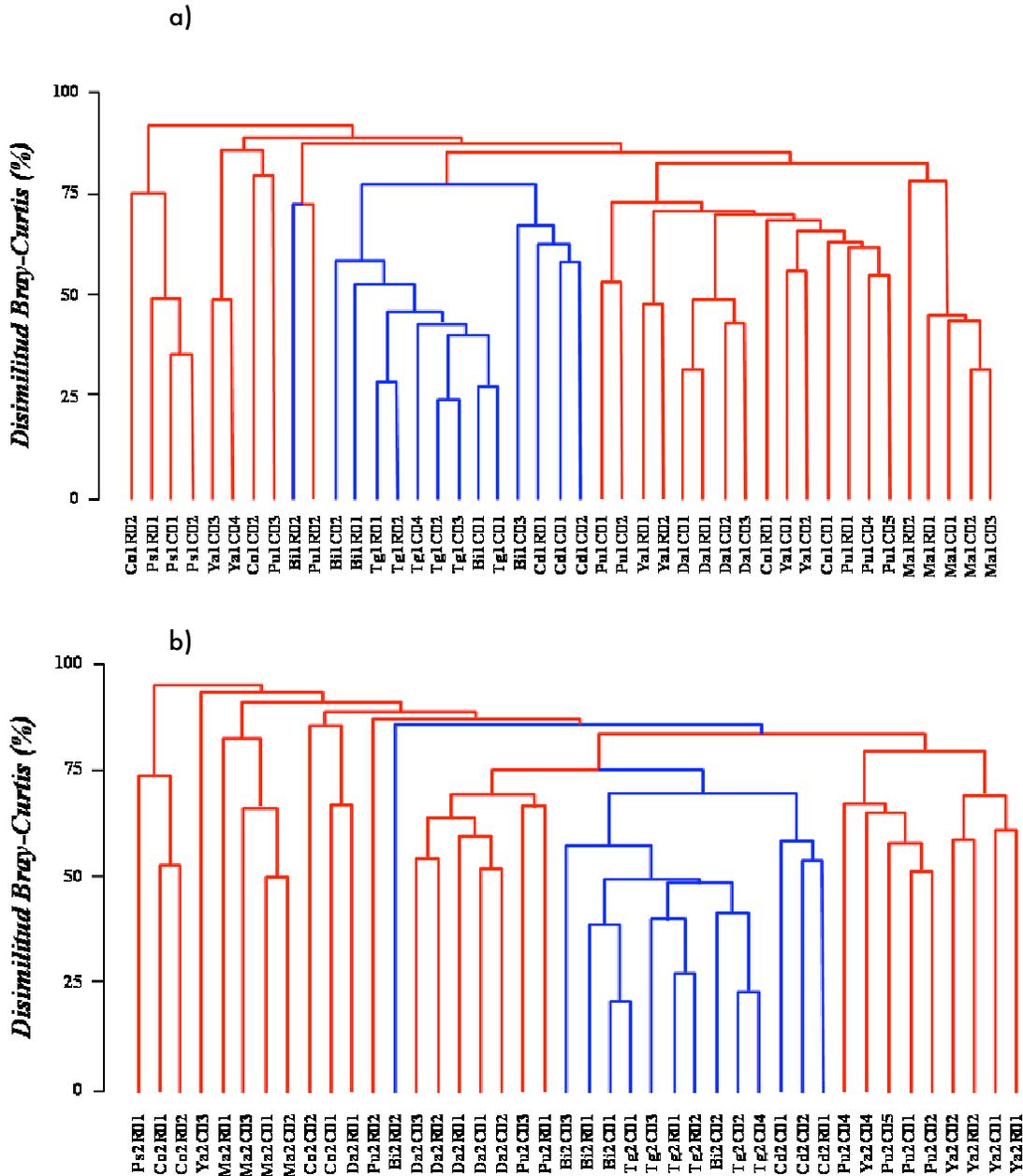
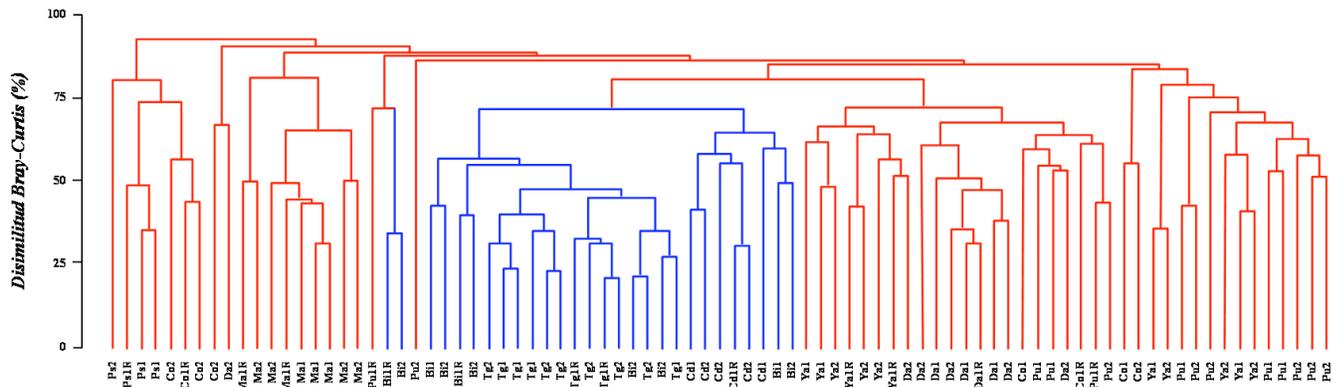


Figura 22.

Agrupamiento de todas las estaciones de muestreo, ambas campañas juntas. En azul las estaciones de la zona Norte y en rojo las de la zona Sur.



V.3.3.5. Análisis de componentes principales

El análisis de Componentes Principales incluyendo todos los parámetros analizados arrojó para Verano que la varianza total explicada por los dos primeros componentes alcanzó el 50,65% (Tabla 28, Figura 23). Al Componente I se asociaron muy fuertemente (y muy estrechamente entre ellos) la MO, las arenas muy finas y la fracción limo-arcilla, mientras que hacia el extremo positivo se ubicaron las fracciones más gruesas del sedimento, además del Eh. Al componente II estuvieron estrechamente asociados los índices de diversidad y uniformidad, tendiendo hacia ellos la Riqueza y en sentido opuesto la Abundancia. Al excluir del análisis las fracciones del sedimento (dado que las fracciones menores están muy bien correlacionadas con la MO y las de mayor tamaño con el Eh [y entre ellas inversamente relacionadas]), la varianza total pasa a ser explicada en un 69,09% por los dos primeros componente. Si bien la relación entre los parámetros y los componentes cambia (y así su importancia relativa), el Eh y MO siguen inversamente relacionados, estando más próximos al Eh la Abundancia y Riqueza; esta última está también en dirección a los índices ecológicos indicando la mayor relación que tienen estos índices con la Riqueza e inversamente con la abundancia. Sin embargo, al encontrarse estos índices en sentido ortogonal con el Componente II (cerca a cero) confirma el bajo valor de estos índices ecológicos como elementos predictivos del estado de la comunidad en función del Eh o de la MO.

Tabla 28.
Resumen del análisis de Componentes Principales (2 primeros componentes), para los parámetros monitoreados en verano e invierno.

<i>Verano</i>				
	<u>Eigenvalues</u>	<u>Varianza (%)</u>	<u>Eigenvalues (acumulado %)</u>	<u>Varianza (acumulado %)</u>
Componente 1	4,268	26,674	4,268	26,674
Componente 2	3,384	21,152	7,652	47,825

<i>Verano (sin granulometría)</i>				
	<u>Eigenvalues</u>	<u>Varianza (%)</u>	<u>Eigenvalues (acumulado %)</u>	<u>Varianza (acumulado %)</u>
Componente 1	3,365432801	37,39369779	3,365432801	37,39369779
Componente 2	2,181233423	24,23592693	5,546666224	61,62962471

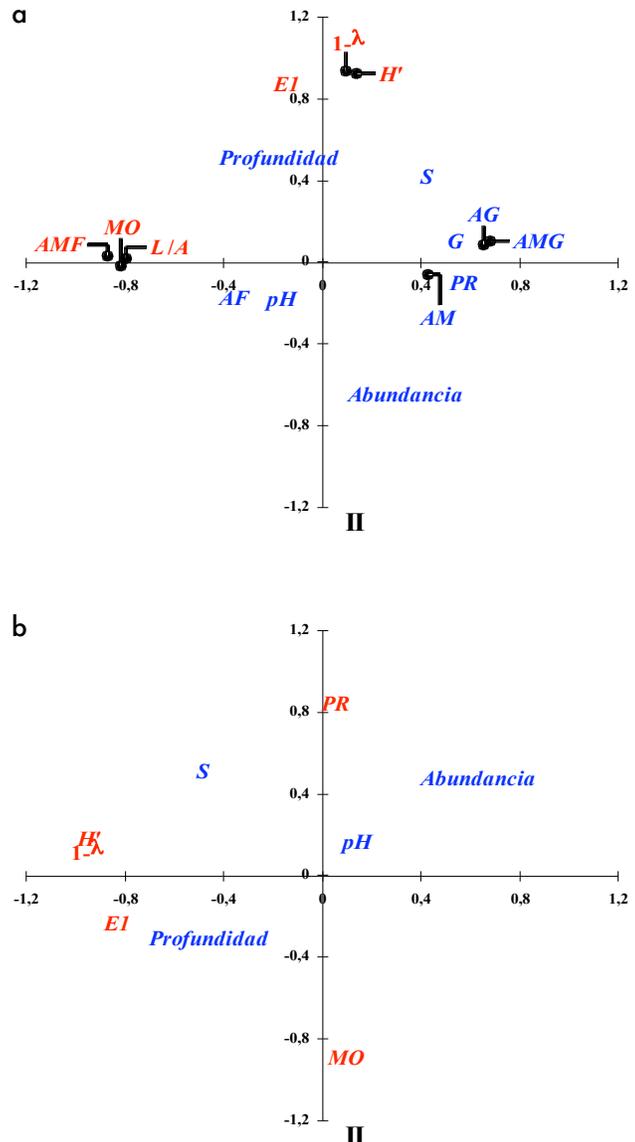
<i>Invierno</i>				
	<u>Eigenvalues</u>	<u>Varianza (%)</u>	<u>Eigenvalues (acumulado %)</u>	<u>Varianza (acumulado %)</u>
Componente 1	4,761	29,758	4,761	29,758
Componente 2	3,343	20,894	8,104	50,652

<i>Invierno (sin granulometría)</i>				
	<u>Eigenvalues</u>	<u>Varianza (%)</u>	<u>Eigenvalues (acumulado %)</u>	<u>Varianza (acumulado %)</u>
Componente 1	3,567265815	39,63628683	3,567265815	39,63628683
Componente 2	2,650729857	29,45255396	6,217995672	69,0888408

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23.

Análisis de componentes principales para los parámetros físico-químicos y biológicos (ecológicos) registrados en verano. a) y b) indican incluida y excluida la granulometría del sedimento, respectivamente (en rojo se indican los puntajes >0,700 dentro de cada componente). G = grava; AMG = arena muy gruesa; AG = arena gruesa; AM = arena media; AF = arena fina; AMF = arena muy fina; L/A = limo/arcilla; Eh = potencial redox; MO = materia orgánica; S = Riqueza Específica; H' = Índice de Shannon; 1-λ = Índice de Simpson; E1 = Índice de Pielou.

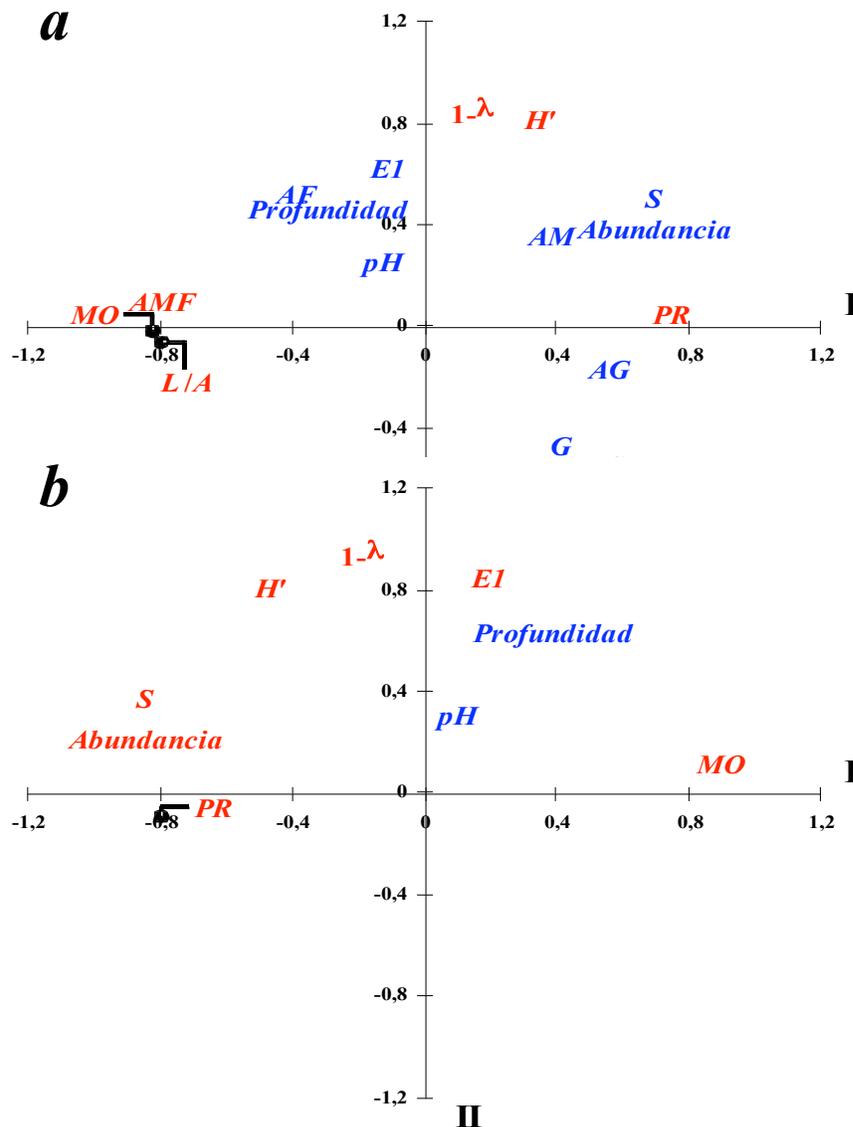


Fuente: Elaboración propia.

En Invierno, el patrón general se mantiene, asociándose muy estrechamente al Componente I la MO, las arenas muy finas y el limo-arcilla y, en sentido inverso, el Eh (ahora en una relación más estrecha), además de las fracciones más gruesas del sedimento (Tabla 28, Figura 24). En el componente II siguen estando asociados los índices ecológicos. Hacia ellos pero a la altura del Eh se encuentran ahora tanto la Riqueza como la Abundancia. Al excluir del análisis las fracciones del sedimento la varianza total pasa a ser explicada desde un 47,82% a un 61,63%. Aquí, la Riqueza y la Abundancia junto al Eh pasan a estar estrechamente relacionados al Componente II, manteniéndose en sentido inverso la MO. Los índices ecológicos siguen presentando una estrecha relación entre ellos en el sentido del Componente II aunque el índice de Shannon evidencia mayor relación con los descriptores comunitarios.

Figura 24.

Análisis de componentes principales para los parámetros físico-químicos y biológicos (ecológicos) registrados en invierno. a) y b) indican incluida y excluida la granulometría del sedimento, respectivamente (en rojo se indican los puntajes >0,700 dentro de cada componente). G = grava; AMG = arena muy gruesa; AG = arena gruesa; AM = arena media; AF = arena fina; AMF = arena muy fina; L/A = limo/arcilla; Eh = potencial redox; MO = materia orgánica; S = Riqueza Específica; H' = Índice de Shannon; 1-λ = Índice de Simpson; E1 = Índice de Pielou.



Fuente: Elaboración propia.

V.3.4. *Muestras sanitarias*

Todos los ejemplares de mitílidos estaban sanos. No se encontraron agentes patógenos ni infecciosos en los individuos muestreados. Sólo se registraron dos tipos de granuloma y uno de granulocitoma, en tejido epitelial gástrico, dentro de la glándula digestiva (Túbulos secundarios). Tanto los granulomas como los granulocitomas representan reacciones inmunodefensivas de los organismos (Anexo IX).

Canal Dalcahue fue el lugar donde se registró el mayor número de alteraciones, por tipo y frecuencia (Tabla 29).

Tabla 29.
Prevalencia de las distintas alteraciones en mitílidos.

Localidad y especie	Granuloma	Granuloma "amarillo"	Infiltración	Encapsulación	Protozoos
<i>M. chilensis</i> - Yaldad	17/50		11/50		
<i>M. chilensis</i> - Puluqui	6/60	8/60	11/60		
<i>M. chilensis</i> - Dalcahue	17/60	10/60	24/60		12/60
<i>C. chorus</i> - Nehuentué			2/60	7/60	

La proporción de sexos de los mitílidos analizados fue cercana a 1:1 en todos los casos.

En el caso de las truchas, estas resultaron positivas para el IPNv (Anexo IX).

V.3.5. Información ambiental (INFAs) en las zonas de estudio

A partir de la información entregada por Subpesca respecto de las INFAs recibidas para el período 2004 - 2006, y de la información cartográfica, se realizó un análisis general de la situación, con énfasis en las localidades estudiadas, que se presenta a continuación.

Como comentario general a la información de INFAs analizada hay que señalar que i) se observan diferencias entre la superficie de las concesiones declarada en las INFAs y la que se extrae de los polígonos de la cartografía, ii) que existe una notoria falta de información en diferentes campos¹⁴⁶ (columnas), sin poder precisar si esta no fue entregada en su momento o no ha sido ingresada a las bases de datos oficiales. En ese sentido, la interpretación y juicios emitidos en lo que sigue, se refieren a la información entregada para este estudio solamente.

Respecto de la situación nacional, de acuerdo a la información entregada, a nivel comunal, sobre un total de 55 comunas, el porcentaje de concesiones que entregó información para 2004 fue de un 24% y para 2005 de un 22%.

V.3.5.1. Ba. Calderilla

En esta localidad, el cultivo predominante es el pelillo. De un total de 29 concesiones en esta localidad, que comprenden un total de 73,3 ha y dónde 28 de ellas tienen una superficie inferior a 10 Ha^{147, 148}, el año 2004 sólo 11 entregaron información ambiental y el año 2005, lo hicieron 13. Esto representa un cumplimiento del 39% y 46%¹⁴⁹ Los valores de materia orgánica informados, para ambos años, se encuentran en el mismo orden de lo obtenido en este estudio en ambas campañas de terreno (entre 1 y 2%; Figura 1).

¹⁴⁶ Por ejemplo Categoría sitio, especie autorizada, año Resolución SUBPESCA, año de inicio de actividades, área total.

¹⁴⁷ De acuerdo a los criterios establecidos, corresponden a APE si están bajo las 10 Ha de superficie.

¹⁴⁸ El número de concesiones y su área, para las localidades en estudio, fue obtenido de la cartografía (cuando existió) y/o bases de datos entregadas por Subpesca en el marco de este trabajo.

¹⁴⁹ Tomado sobre las 28 concesiones de superficie inferior a 10 Ha.

V.3.5.2. Ba. Inglesa

Para esta localidad, el cultivo predominante es el de moluscos (ostiones). En ella se contabilizan 41 concesiones que totalizan 1.085,6 Ha, de las cuales 105,6 Ha corresponden a APE, distribuida en 23 concesiones. Del total de concesiones, en 2004, sólo 5 (12,2%) entregó INFAs y sólo 1 concesión correspondió a APE (4,3%, sobre 23 concesiones APE). En 2005, del total de concesiones, sólo 11 (26,8%) entregó INFAs y sólo 2 correspondieron a APE (8,7% sobre concesiones APE). Los valores de materia orgánica informados son de orden similar, aunque ligeramente menores, a lo registrado en las campañas de terreno (Figura 2).

V.3.5.3. Ba. Tongoy

Para esta localidad no fue posible obtener cartografía regularizada puesto que se encuentra en ese proceso actualmente, por lo tanto no fue posible desagregar la información a nivel de localidad. Sin embargo, a nivel comunal, en Coquimbo se registran 28 concesiones APE, de las cuales en 2004 y 2005, sólo 10 y 8 entregaron INFAs, representando un 35,7% y un 28,6% de cumplimiento. En esta localidad el cultivo predominante es el de moluscos (ostiones).

V.3.5.4. Nehuentué (Puerto Saavedra)

Para esta localidad, dedicada enteramente al cultivo de choro zapato¹⁵⁰, no existe cartografía disponible y a nivel comunal (Comuna de Carahue) se señala la existencia de 9 concesiones, todas APE. De ellas, ninguna ha entregado INFA.

V.3.5.5. Cochamó

Aquí¹⁵¹, predomina el cultivo de moluscos (todos APE en función de la superficie) y también se realiza cultivo de salmones. Existen 33 concesiones (23 de moluscos, 10 de salmones) que involucran un total de 116,4 Ha (86,5 Ha moluscos; 30 Ha salmones). En 2005, sólo 1 concesión de moluscos (4,3%) entregó INFA. En cuanto a los valores de potencial redox (Eh) informados para el sector, éstos resultan notoriamente diferentes (todos positivos) en comparación a lo registrado en

¹⁵⁰ Y que representa el 99,7% de la producción nacional. FIP 2004-26.

¹⁵¹ En el presente estudio se trabajó en la porción superior del estero solamente.

terreno en ambas campañas. Todas las concesiones que entregaron INFAs corresponden a salmoniculturas (Figura 4).

V.3.5.6. Ia. Puluqui

Aquí, para los esteros Chauquiar y Chope, donde se ubicaron las estaciones de trabajo de la campaña de verano, se encontró que existen 33 concesiones (190,7 Ha totales) mayoritariamente autorizadas para cultivo de moluscos (144,6 Ha), y también para salmones (45,9 Ha) y algas (0,2 Ha). En el caso de los moluscos, existen 22 concesiones APE (70,7 Ha) y 6 concesiones no APE (73,9 Ha). En cuanto a las INFAs, para las concesiones APE, en 2004 informaron 13 de ellas (59%) y en 2005 informaron 12 (54%). Los valores de materia orgánica en 2004 fluctuaron entre 0,77% y 4,97% y en 2005, entre 1,07% y 2,49%; los que resultan menores a los registrados en terreno durante 2006, que fluctuaron entre 1,20% y 7,40 (Figura 5).

V.3.5.7. Río Maullín

Para esta localidad no fue posible tener cartografía regularizada. Vale la pena señalar que existen cientos de concesionarios con superficie inferior a 0,5 Ha. A nivel comunal, en Maullín existen 590 concesiones y en 2004 sólo 1 de ellas informó.

V.3.5.8. Canal Dalcahue

En esta localidad, se contabilizaron 147 concesiones que involucraron 1.045,9 Ha totales. De éstas, 12 concesiones (98,4 Ha) son de salmones, 23 (48 Ha) de algas y 112 (899,4 Ha) de moluscos (14 concesiones de abalones, 89,3 Ha). Las concesiones APE corresponden a 94 (22 de algas, 36 Ha; 72 de bivalvos, 354,9 Ha) que suman 390,9 Ha). En cuanto a las INFAs, para el total de concesiones en la zona, sólo 47 presentan información en 2004 y/o 2005; de las concesiones APE (mitífilidos, ostreidos y ostiones), 32 informaron en 2004 y 29 informaron en 2005. Para éstas, los porcentajes de materia orgánica informados fluctuaron entre 0,63% y 1,99%, y en el año 2005 entre 0,83% y 3,11%. Los valores de terreno, considerando ambas campañas variaron entre 3,51% y 6,74%, notoriamente superiores (Figura 7).

V.3.5.9. Estero Yaldad

En esta localidad existen 99 concesiones que totalizan 504,7 Ha (4 de algas, 13,8 Ha; 4 de salmones, 35,9 Ha; 91 de bivalvos, 455 Ha). Muchas de las concesiones están autorizadas para realizar cultivos mixtos de moluscos y algas. Las concesiones APE (algas y bivalvos) totalizan 83 con 306,24 Ha. Respecto de las INFAs, del total de concesiones, en 2004 informaron 60 y en 2005, 64. En cuanto a las concesiones APE, de las 83 existentes, en 2004 informaron 51 y en 2005, 56. Los porcentajes de materia orgánica informados en 2004 variaron entre 0,81% y 16,22% y para 2005 entre 0,76% y 13,86%. Los registros de terreno, en 2006, se encontraron en un rango de 3,87% y 7,38% (Figura 8).

V.3.6. Producción de las zonas de estudio.

El análisis de las zonas de estudio de acuerdo a su superficie y producción, se hizo a partir de la información contenida en las INFAs, entregada por Subpesca para este estudio¹⁵². Sólo se contó con información para las localidades de Ba. Calderilla, Ba. Inglesa, la. Puluqui, Canal Dalcahue y Estero Yaldad.

Al analizar la información disponible para las cinco localidades, se observó que existen fuertes diferencias en cuanto al número de concesiones y superficie, totales y sólo APE¹⁵³, entre ellas. Diferencia que se acentúa más cuando es considerada en términos del porcentaje que representa en cada una de las localidades; es así que en Ba. Calderilla como en Estero Yaldad, las concesiones APE son las más importantes en cada localidad. Algo que no ocurre en las otras localidades, y donde Ba. Inglesa tiene un porcentaje muy modesto entregado a titulares APE (Tabla 30).

¹⁵² Si bien es cierto fue entregada información de producción para el período 2002-2005 por Subpesca, se utilizó lo contenido en las INFAs, por tener más información. Cabe señalar que al contrastar la información de una y otra base de datos, para los años 2004 y 2005, las diferencias en la información registrada es notoria. Punto que debe ser considerado por el administrador en cuanto a la homogeneidad de la información. Por tales razones se utilizó la información de superficie contenida en la cartografía entregada y la información de producción de las INFAs, dado que, a fin de cuentas, es el registro oficial indicado en la normativa, y sobre el cual deben tomarse las decisiones administrativas.

¹⁵³ Hasta 10 Ha.

En cuanto a las producciones promedio, para 2004 y 2005 la producción de pelillo varió entre 21 t/Ha y 25 t/Ha, la de ostión del norte entre 6 t/ha y 3 t/ha , respectivamente. En el caso del chorito, se observan diferencias importantes entre localidades para un mismo año, y para una misma localidad en años diferentes (Tabla 30).

Tabla 30.
Producción APE para 2004 y 2005, para algunas de las localidades de estudio.

Localidad	Recurso	Concesiones					Producción							
		Total		APE			2004				2005			
		Nº	Superficie (Ha)	Nº	Superficie (Ha)	Superficie (%)	t*	t/Ha**	Superficie	Concesiones informadas	t*	t/Ha**	Superficie	Concesiones informadas
Ba. Calderilla	Pelillo	29	73,3	28	61,6	84,0	578	21	28,2	9	360	25	14,4	8
Ba. Inglesa	Ostión	41	1.085,6	23	105,6	9,7	32	6	5,3	2	15	3	5,3	2
Ia. Puluqui	Chorito	33	190,7	22	70,7	37,1	4.999	142	35,3	9	7.973	259	30,8	12
Canal Dalcahue	Chorito	147	1.045,9	94	390,9	37,4	6.016	138	43,5	11	5.194	87	59,55	15
Estero Yaldad	Chorito	99	504,7	83	306,2	60,7	7.051	51	138,41	39	5.743	52	111,4	27

* : Cifras redondeadas

** : Valor promedio para todas las concesiones

Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía e INFAs entregadas por Subpesca.

Cuando se analiza la información de producción, a partir de otra base de datos, lo que se observa es que en el caso del pelillo, la producción promedio (t/ha) es mayor en Calderilla que en Río Maullín, pese a que en esta última localidad la superficie destinada al cultivo del alga es casi 18 veces mayor. La producción de pelillo en Estero Yaldad es aún menor y en Ba. Inglesa y Canal Dalcahue, marginal (Tabla 31).

Tabla 31.
Superficie APE y producción promedio anual para las zonas de estudio.

Localidad	Superficie APE (ha)	C U L T I V O S											
		Pelillo			Ostión del Norte				Choro zapato			Chorito	
		Superficie (ha)	Producción (t)	Unitario (t/ha)	Superficie (ha)	Producción (u)	Producción (t ajustadas)**	Unitario (t/ha)	Superficie (ha)	Producción (t)	Unitario (t/ha)	Superficie (ha)	Producción (t)
Ba. Calderilla	22,2	17,8	499	28	4,4	200.000	3	0,6					
Ba. Inglesa	28,8	7,1	9	1	19,9	5.318.000	76	3,8					
Ba. Tongoy	225,7				225,7	9.042.869	86	0,4					
Nehuentué	24,5								24,5	83	3		
Río Maullín	306,6	306,6	6.382	21									
Estero Cochamó	56,0											56,0	2.325
la. Puluqui	31,6											31,6	1.712
Canal Dalcahue	49,3	19,7	57	3								29,6	1.119
Estero Yaldad	73,0	1,2	20	17								71,8	2.012
Total	817,7	352,4	6.967		250,0	14.560.869	165	4,8	24,5	83		189,0	7.168

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de terreno y base de datos Subpesca (FIP 2004-26)

* : Valores promedio para cada localidad, cifras redondeadas

** : Conversión hecha a partir de lo establecido en la Resolución 3.411, Numeral 5: 70 individuos por kilo. En el caso de Tongoy, se hizo descontando 3.000.000 de semillas.

Entre las zonas productoras de ostiones, Ba. Inglesa muestra un rendimiento promedio por hectárea bastante superior a Ba. Tongoy¹⁵⁴ (Tabla 31).

Se observa que la producción en Nehuentué es modesta y se realiza a una escala que no tiene comparación con el resto de los lugares productores de mitílicos (Tabla 31).

Entre las zonas productoras de chorito, se observan diferencias entre ellas, tanto en lo que se refiere a superficie, Estero Yaldad es la que tiene mayor número de hectáreas (72) y el menor rendimiento promedio unitario (28 t/ha). El mayor rendimiento lo presenta la. Puluqui (54 t/ha) con una de las menores superficies (31,6 ha; Tabla 31).

¹⁵⁴ En el caso de Ba. Tongoy, en cuanto a producción por unidades, se incluyen 3 millones de semillas. Además, algunos acuicultores aún no entraban en producción, por lo que esos valores debieran cambiar en el futuro cercano. Fuente: Base de Datos Subpesca (FIP 2004-26).

V.3.7. Producción valorizada

Cuando la producción estimada para las zonas estudiadas (Tabla 30 y 31), es valorizada, se observa que los mejores rendimientos se obtienen para chorito en la. Puluqui y Canal Dalcahue, seguidos por ostiones en Ba. Inglesa. Estero Yaldad muestra un rendimiento notablemente distinto para choritos y el pelillo tiene un valor muy inferior. También se aprecian fuertes diferencias entre 2004 y 2005, excepto para Estero Yaldad. Al promediar los valores por mes, lo que se observa es que el ingreso resulta moderado y no se considera aquí entre cuantas personas este se reparte, pero presumiblemente más de una.(Tabla 32).

Tabla 32.
Producción APE valorizada para 2004 y 2005, para algunas de las localidades de estudio.

Localidad	Recurso	Producción valorizada*					
		2004			2005		
		t/Ha	\$	\$/mes	t/Ha	\$	\$/mes
Ba. Calderilla	Pelillo**	21	1.334.162	111.180	25	1.624.887	135.407
Ba. Inglesa	Ostión***	6	6.016.500	501.375	3	2.874.394	239.533
la. Puluqui	Chorito****	142	12.041.667	1.003.472	259	22.018.435	1.834.870
Canal Dalcahue	Chorito****	138	11.755.549	979.629	87	7.413.520	617.793
Estero Yaldad	Chorito****	51	4.329.980	360.832	52	4.383.208	365.267

* : Cifras redondeadas

** : Valor referencial \$65.000/t., a partir de FIP 2004-26.

*** : Valor referencial \$995.705/t. A partir de conversión propuesta en Resolución 3.411/2006 (70 unidades/kg), y datos FIP 2004-26.

****: Valor referencial \$85.000/t, a partir de FIP 2004-26.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de producción de INFAs y valores referenciales de FIP 2004-26.

En otra comparación análoga, lo que se observó fue que el pelillo en la tercera región alcanza un mejor precio que en la décima. Algo similar ocurre con el valor del ostión entre la tercera y cuarta región, donde el valor es mayor en esta última. En el caso del chorito, Estero Yaldad resulta ser la localidad con mejor rendimiento, seguida por Cochamó y luego la. Puluqui y Canal Dalcahue (Tabla 33). Al observar los rendimientos como estimaciones mensuales, estos decrecen notoriamente en relación a la Tabla anterior (Tabla 32). Tampoco hay indicaciones de que número de personas es la que participa de esos montos.

Tabla 33.
Producción promedio anual para las zonas de estudio, valorizada.

Localidad	Producción Valorizada *											
	Pelillo**			Ostión del Norte***			Choro zapato****			Chorito*****		
	t/ha	\$	\$/mes	t/ha	\$	\$/mes	t/ha	\$	\$/mes	t/ha	\$	\$/mes
Ba. Calderilla	28,0	1.820.000	151.667	0,6	597.423	49.785						
Ba. Inglesa	1,0	65.000	5.417	3,8	3.783.679	315.307						
Ba. Tongoy**				0,4	1.051.452	87.621						
Nehuentué							3,0	1.350.000	112.500			
Río Maullín	21,0	588.000	49.000									
Estero Cochamó										56,0	4.760.000	396.667
la. Puluqui										31,6	2.686.000	223.833
Canal Dalcahue	3,0	84.000	7.000							29,6	2.516.000	209.667
Estero Yaldad	17,0	476.000	39.667							71,8	6.103.000	508.583

* : Valores promedio para cada localidad, cifras redondeadas

** : En el caso del pelillo, el valor referencial para la IIIª región fue de \$65.000/t y para la Xª de \$28.000/t

*** : Conversión para ostiones hecha a partir de lo establecido en la Resolución 3.411, Numeral 5: 70 individuos por kilo. Valor referencial por tonelada para Ba. Inglesa \$995.705 y para Ba. Tongoy \$2.628.630. A partir de FIP 2004-26.

**** : Valor referencial \$450.000/t. A partir de FIP 2004-26

***** : Valor referencia \$85.000/t. A partir de FIP 2004-26.

Fuente: Elaboración propia a partir de valores de producción y referenciales de FIP 2004-26.

V.3.8. Análisis y discusión de los resultados obtenidos

V.3.8.1. Macroinfauna

Los grupos taxonómicos más abundantes identificados en este estudio, i.e., Polychaeta, Crustacea y Mollusca, pertenecen a los grupos más comunes y abundantes encontrados en las diferentes bahías y zonas del submareal de profundidades someras de la costa chilena^{155,156,157,158,159}. Sin embargo, la composición específica y estructura comunitaria difirió marcadamente entre localidades como también entre estaciones dentro de una misma localidad, lo que sugiere un amplio espectro de condiciones ambientales dentro y entre éstas (naturales e intervenidas). Si bien no se registraron condiciones de anaerobiosis en los sectores estudiados, a juzgar por la macrofauna presente y de acuerdo al modelo de enriquecimiento orgánico propuesto por Pearson & Rosenberg (1978), sí hubo evidencias que sugieren condiciones con mucha carga orgánica, y por lo tanto áreas dentro de los sectores fuertemente impactadas. Esto fue el caso de las estaciones Ya1C03, Ya1C04 y Pu1C03. Aquí, la baja riqueza específica y baja abundancia, sumado a la presencia del anfípodo Phoxocephalidae, emerge como un predictor de polución. Respecto de este punto, cuánto de este impacto es producto de la actividad APE y cuánto es producto del ambiente donde ellas se desarrollan (natural o antrópico) no puede ser establecido.

V.3.8.2. Parámetros ambientales y macroinfauna

De todas las relaciones exploradas, la obtenida con la Riqueza v/s Eh resultó ser la más consistente; que además puede resultar de mucho valor predictivo y, eventualmente de utilidad para fines de administración. En Verano, el mayor número de especies se relacionó con valores de Eh cercanos a cero, disminuyendo tanto a valores de Eh muy negativos como a Eh muy positivos. El que disminuya la riqueza (y abundancia) asociado a valores de Eh negativo está en concordancia con el modelo de enriquecimiento orgánico, pero no así a valores positivos. Esto tiene explicación

¹⁵⁵ Andrade, H. & S. Gutiérrez, 1989.

¹⁵⁶ Andrade, H., S. Gutiérrez & A. Salinas, 1986.

¹⁵⁷ Carrasco, F.D. & V. A. Gallardo, 1983.

¹⁵⁸ Lancellotti, D.A. & W. B. Stotz, 2004.

¹⁵⁹ Zúñiga, O., H. Baeza & R. Castro, 1983.

al comparar los ambientes en donde fueron tomadas estas lecturas. Valores altos de Eh se registraron en Maullín, donde las estaciones estuvieron localizadas en lugares de cultivo de pelillo; el tamaño de grano de sedimento y profundidades someras de este sector sugieren una gran hidrodinámica local. Si bien esta dinámica oxigena el sedimento también produce gran inestabilidad transformándose en un ambiente de mucho estrés. Valores bajos de riqueza (pero altos en abundancia) también fueron obtenidos en la estación de Nehuentué a 4 m de profundidad (aunque por sus características fuertemente estuarinas este sector debiera ser excluido del análisis).

En invierno, cambia el tipo de relación y sugiere que el efecto de la estacionalidad (condiciones invernales) sobre la macrofauna tiene mayor impacto en la zona Sur. En la estación invernal, tanto la Riqueza como la Abundancia de la macrofauna disminuyeron prácticamente en todos los sectores de ambas zonas haciéndose más evidente en la zona Sur. En esta relación, bajos valores de Eh por debajo los -100 mV siempre evidenciaron baja Riqueza y Abundancia, siendo esta asociación sólo observada en la zona Sur. Los bajos valores de la macrofauna se relacionaron siempre con contenidos de MO > 4%. No fueron detectados cambios importantes en MO en la escala temporal (aunque con valores más bajos en Invierno), pero sí en el Eh; siendo significativamente mayor en Invierno en gran parte de los sectores. Esto apunta a que la mayor pérdida de Abundancia y Riqueza registrada en la zona Sur no se debería a un deterioro ambiental, sino más bien a una situación natural. Mayores lluvias, aumento de los caudales (y arrastres) de los ríos, mayor frecuencia de temporales y menores temperaturas aparecen como responsables de este patrón avalando a la estación Verano como propicia para la adecuada evaluación del impacto de las APEs y, en general de toda la actividad acuícola, sobre el ambiente (época de mayor producción o de mayor biomasa). Sin embargo, esto también sugiere marcadas diferencias geográficas (norte - sur) que, eventualmente, pueden ser útiles para realizar una administración diferenciada que considere estas diferencias naturales a lo largo del país.

No obstante el empobrecimiento señalado, la estructura de la comunidad macroinfaúnica no cambió radicalmente en la escala temporal, manteniéndose segregadas las estaciones de los sectores Norte de los del Sur. Así, este análisis también evidenció diferencias geográficas que debieran ser consideradas dentro de una administración coherente con esta realidad ecológica.

El análisis de componentes principales mostró la directa y estrecha relación existente entre el MO y las fracciones más finas del sedimento, e inversamente relacionados con las fracciones más gruesas y el Eh. En referencia a los primeros, las relaciones entre los distintos tamaños de granos, y entre éstos y el MO, sugieren redundancia en los indicadores ambientales exigidos, en donde el contenido de MO y fracciones finas del sedimento o, exclusivamente MO (apuntando a una reducción de costos) resumirían de buena manera ese aspecto ambiental. La relación inversa entre el MO y Eh, asociándoseles a este último la Riqueza y luego la Abundancia (Invierno) reafirma lo hallado en las relaciones bivariadas relativo al valor predictivo del Eh. Así, y en el contexto de una evaluación ambiental a realizar en época estival, la propuesta se reduce a indicadores basados en Riqueza y Eh. Los índices ecológicos, muy coherentes entre ellos, en general mostraron un bajo valor predictivo al encontrarse prácticamente en el centro entre el MO y el Eh (ortogonales al respectivo componente). Los parámetros pH y profundidad no resultaron ser buenos elementos predictivos aunque el segundo de éstos mostró cierta relación con los índices ecológicos.

El haber registrado en Verano valores máximos de Riqueza a valores de Eh de -100 mV requiere una explicación mayor. De acuerdo a la reglamentación, la lectura del Eh debe registrarse dentro de los primeros 3 cm del sustrato. En nuestro caso (como en la mayoría de los procedimientos), y dadas las características del electrodo, esta lectura se realizó introduciendo el electrodo por lo menos a 1-1,5 cm bajo la superficie de la muestra de sedimento (pero no más allá de 2 cm). En presencia de la carga orgánica evidenciada en el sedimento de la mayoría de las estaciones de la zona Sur (mucho fango negro y/o con olor sulfuroso o podrido), pero con condiciones oceanográficas muy dinámicas y de gran recambio de agua (producto de la gran diferencia de mareas), se puede alcanzar una alta diversidad y gran abundancia de organismos en un ambiente supuestamente anóxico, a 1-1,5 cm de profundidad pero oxigenado en la superficie.

La mayoría de las especies de la macrofauna, como las registradas en este estudio, son de pequeño tamaño, que viven en la superficie (i.e., anfípodos y ostrácodos), que se alimentan en la interfase agua/sedimento y/o son resistentes a concentraciones bajas de oxígeno (i.e., especies indicadoras de enriquecimiento orgánico). Este escenario biológico-metodológico sugiere que, frente a un indicador de enriquecimiento orgánico basado exclusivamente en el Eh puede transformarse en una medida muy conservadora en establecer condiciones de anoxia a 0 mV. Si la lectura del Eh es realizada como se describe debiera considerarse un desfase de -100 a -150 mV. Al exigir una condición de aerobiosis en los primeros 3 cm no queda claro si la presencia de oxígeno debe ser aún detectada en el sedimento a los 2,9 cm de profundidad o bastaría detectar oxígeno a los 0,1 cm. Dado que la presencia de oxígeno se establece indirectamente con la lectura del Eh, los modelos bio-geo-químicos indican ausencia de oxígeno a valores de Eh aún positivos (10-30 mV). De acuerdo a lo hallado, la actual reglamentación debiera impedir la operación de muchos de los actuales centros APE o exigir mejoras productivas/ambientales de fondo. Sin embargo, nuestra interpretación sugiere un ajuste de las exigencias/normativas ya que el ambiente mantiene aún su integridad en supuestas condiciones de anoxia a pesar de ser evidente los grados de deterioro de algunos sectores. Finalmente, y consecuente con nuestro planteamiento, si la macrofauna ha de excluirse del análisis por una razón de costo, el límite o umbral de anoxia debiera establecerse a un Eh menor que -100 mV (quizás -150 mV) dado que bajo este valor recién se registran disminuciones importantes de Riqueza y Abundancia de especies.

En cuanto a aspectos metodológicos detectados en el desarrollo del estudio, hay que señalar que gran parte del monitoreo de Verano y la totalidad del monitoreo de Invierno fueron realizados mediante buceo y las muestras tomadas con corer. La inoperancia de la draga en condiciones de mucho movimiento y en profundidades someras, sumado a un mayor costo de operación y, de acuerdo a lo sugerido en el FIP 2003-20, problemas en la lectura del Eh al descompactarse el sedimento durante la toma de muestra, hace que el uso de corer resulte más adecuado. El mayor inconveniente teórico que presentaría, es la menor área de mordida (0,01 m²) y, en consecuencia, una pobre representación de la fauna y eventual pérdida de precisión en la evaluación de ésta. Nuestros resultados y experiencia indican que dicha pérdida de información no es tal, y que si bien

se obtiene una menor representación de la biodiversidad al disminuir la probabilidad de muestrear especies de mayor tamaño (menos abundantes) y poco frecuentes, la eventual pérdida se recompensa al utilizar un tamiz de 0,5 mm y no el de 1 mm como está reglamentado. Actualmente la macrofauna está definida como toda fauna que queda retenida en un tamiz de 0,5 mm (algunos sugieren 300 μ). El uso de un tamiz pequeño maximiza la probabilidad de representación de la macrofauna, especialmente en las abundancias de las especies pequeñas, realizando evaluaciones más precisas de acuerdo a la naturaleza de ella. Pequeñas especies de poliquetos, anfípodos, ostrácodos y pequeños bivalvos y gastrópodos fueron las que dominaron las comunidades monitoreadas en el presente estudio entregando información creíble. De este modo, la combinación corer/tamiz de 0,5 mm resulta ser menos costoso y de gran precisión en la evaluación de las condiciones en que se encuentra el sistema bentónico.

V.3.8.3. Consideraciones respecto a la satisfacción del criterio de calidad ambiental en los sedimentos.

En lo referido a la pertinencia ambiental de las exigencias que actualmente se le hacen a la APE, un punto conflictivo detectado, en lo formal y lo práctico, se relaciona con el criterio de calidad definido para discriminar condiciones ambientales aceptables y el modo en que esto se solicita y efectivamente se cumple. Este aspecto surge entre parte del RAMA y de la Resolución 404 acompañante; ahora Resolución 3.411.

En el RAMA se establece como criterio de calidad ambiental que condiciona la operación y producción, el que exista oxígeno en los primeros tres centímetros del sedimento¹⁶⁰ (sedimentos óxicos, ambiente óxico). Luego agrega que la información ambiental de los centros de cultivo provendrá de las condiciones de la columna de agua, del área de sedimentación y el área circundante a la misma¹⁶¹. Sobre el mismo criterio de calidad ambiental, cuando el área de sedimentación presente condiciones anaerobias, se entenderá que la capacidad del cuerpo de agua está sobrepasada¹⁶².

¹⁶⁰ D.S. 320/01. RAMA. Artículo 2 h).

¹⁶¹ D.S. 320/01 RAMA. Artículo 2 p)

¹⁶² D.S. 320/01 RAMA Artículo 3, segundo párrafo.

De acuerdo a los requerimientos actuales, la materia orgánica es el requisito ambiental mínimo exigible, como información de seguimiento¹⁶³ (INFA), para saber si existe oxígeno en los tres primeros centímetros del sedimento. No obstante los resultados encontrados en el estudio FIP 2005-15 indican que existe una relación inversa y estadísticamente significativa entre el contenido de materia orgánica y Eh¹⁶⁴, tanto en verano ($r^2= 0,47$; $F_{(1,41)} = 36,599$; $P < 0,001$), como en invierno ($r^2= 0,53$; $F_{(1,41)} = 45,202$; $P < 0,001$)¹⁶⁵; es sólo entre un 47% y 53% del valor del Eh registrado en el sedimento que se puede explicar por el porcentaje de materia orgánica presente^{166, 167}. En la práctica, niveles de materia orgánica similares, pueden tener valores de Eh bastante diferentes¹⁶⁸. Eso indica que la energía relativa que exista en el lugar, producto de oleaje, de corrientes o cambios de marea, puede imprimir un sello particular a un lugar, o a sectores dentro de una localidad, independiente del contenido de materia orgánica que exista o se produzca en él.

Los resultados de terreno para materia orgánica y Eh, mostraron gran similitud en el patrón global de ambos en la escala temporal verano-invierno, pudiendo discriminarse el norte y el sur, donde las estaciones de los sectores de la zona norte¹⁶⁹ evidenciaron, en general, mayores valores de Eh y menores contenidos de materia orgánica en contraposición a los menores valores de Eh y mayores contenidos de materia orgánica de la zona sur¹⁷⁰. Estacionalmente, la materia orgánica es mayor en verano que en invierno; en cuanto a los valores de Eh, en invierno son más altos que en verano, lo que muestra la influencia de la estacionalidad en el movimiento de los cuerpos de agua (mayor oleaje, mayor velocidad de corrientes, mayor caudal, según corresponda).

¹⁶³ Dado que por no someterse al SEIA, muchos productores quedan fuera de la necesidad de realizar la CPS.

¹⁶⁴ Relación que también es señalada en la literatura revisada.

¹⁶⁵ Es decir, a medida que la materia orgánica aumenta, el Eh disminuye; que entre un 47% y 53% del valor del Eh se puede explicar por el porcentaje de materia orgánica presente (el rango de MO encontrado en los sedimentos fluctuó entre 1,18% y 7,38%, observándose Eh con valores inferiores a 0 mV (anoxia), por sobre contenidos de materia orgánica de 2,41%).

¹⁶⁶ El rango de materia orgánica encontrada en los sedimentos fluctuó entre 1,18% y 7,38%, observándose que por debajo de contenidos de 2,41%, las lecturas de Eh mostraban valores inferiores a 0 mV (anoxia). FIP 2005-15.

¹⁶⁷ En el estudio FIP 2003-20 esta relación tiene un comportamiento similar.

¹⁶⁸ Comparar Caldera y Maullín v/s Yaldad, por ejemplo. Estudio FIP 2005-15.

¹⁶⁹ Ba. Calderilla, Ba. Inglesa, y Ba. Tongoy.

¹⁷⁰ Cochamó, Puluqui, Maullín, Dalcahue y Yaldad.

Al relacionar la materia orgánica con la riqueza y abundancia de especies de macrofauna, la relación entre ambas es inversa. Por otra parte, la gran dispersión de la riqueza y la abundancia en torno a valores similares de materia orgánica, sugiere que la capacidad predictiva de ésta, a ese respecto, sea débil

Por lo anteriormente expuesto, materia orgánica no parece ser la mejor manera de verificar la satisfacción del criterio de calidad ambiental establecido en el RAMA. En ese sentido, parece apropiado evaluar su pertinencia como requisito ambiental mínimo exigible.

Formalmente, el criterio de calidad ambiental expresado en el RAMA, se satisface si existe oxígeno en los tres primeros centímetros del sedimento. Metodológicamente, con el registro de Eh, los valores por debajo de 0 mV indican ausencia de oxígeno y en ese sentido se cuenta con una escala clara de interpretación y calificación respecto de la presencia/ausencia de oxígeno en los tres primeros centímetros del sedimento. Sin embargo la interpretación de la condición de anoxia¹⁷¹ en cuanto a mantener el equilibrio ecológico¹⁷², en consideración a los indicadores y los análisis de los ensambles de macrofauna¹⁷³, no es tan clara.

Los resultados encontrados mostraron que la relación entre el Eh, en términos de la riqueza específica ($r^2 = 0,46$) y la abundancia, presentan un ajuste de tipo polinomial, donde los mayores valores para éstas características se alcanzan con valores de Eh en torno a 0 mV, en un rango de ± 100 mV; dónde es posible encontrar valores análogos para estos indicadores. ¿Cómo se discrimina la anoxia en ese caso? ¿Sólo a partir del valor de Eh? Si así fuera, ¿tiene esa interpretación un

¹⁷¹ La razón de valorar la oxigenación del ambiente es una manera de preservar y no deteriorar la biodiversidad en sus niveles ecológicos.

¹⁷² Aspecto que debe ser cautelado según expresa el primer párrafo del Considerando de la Propuesta de cambio Resolución (Subpesca) N° 404. "...que los centros de acuicultura mantengan el equilibrio ecológico y operen de acuerdo con la capacidad del cuerpo de agua en que se emplaza el área concedida."

¹⁷³ Según el modelo de enriquecimiento orgánico de Pearson y Rosemberg (1978), en este gradiente de Eh (mV), hacia valores decrecientes, la fauna responde con un recambio gradual hacia especies oportunistas/estrés tolerantes, con una progresiva desaparición de especies a medida que aumenta la anoxia.

sentido ambiental acotado a las circunstancias que rodean al hecho? En muchos casos la respuesta puede ser negativa. Valores bajos de abundancia y de riqueza fueron encontrados con valores de Eh muy bajos (> -200 mV) y muy altos (> 200 mV) en estaciones de la zona sur (Yaldad y Maullín, respectivamente¹⁷⁴). Tanto riqueza como abundancia fueron mayores en verano. Al revisar la relación de los índices ecológicos calculados¹⁷⁵, versus Eh, la relación es baja (16%), de tipo polinomial y sin significancia estadística. Pese a las variaciones temporales, los ensambles de macrofauna se mantienen durante el año, y las estaciones del norte resultan claramente distinguibles de las del sur cuando se las agrupa en función de su identidad y abundancia específicas¹⁷⁶.

De acuerdo a como está planteado en el RAMA, la detección de anoxia en los sedimentos será causal de disminución de un 30% de la biomasa cultivada, sucesivamente después de dos años de detectada la situación, hasta que las condiciones de anoxia desaparezcan¹⁷⁷.

Derivada de esa situación surgen algunas preguntas razonables para fines ambientales y útiles para los administrativos:

- ¿Desaparecerá la anoxia (medida como Eh) de todos los sedimentos donde se realizan actividades de acuicultura de pequeña escala por el sólo hecho de reducir la biomasa cultivada? Probablemente en algunos lugares con características geográficas más encerradas y de circulación escasa, esta situación no varíe mayormente. Ello debido a que

¹⁷⁴ En el caso de Yaldad se relaciona a la anoxia y al umbral de producción de gas metano. En el caso de Maullín se relaciona por estrés físico del sistema estuarino, y la imposibilidad de los organismos de habitar en esas condiciones los sedimentos.

¹⁷⁵ Índice de diversidad de Shannon (H' , porque es el que teóricamente representa mejor la falta de homogeneidad estadística), Índice de diversidad de Simpson ($1-\lambda$; porque es mejor como medida de interpretación) y Uniformidad de Pielou (E1).

¹⁷⁶ Agrupamiento realizado en función de índice de disimilitud de Bray-Curtis y método UPGMA (Clarke 1993).

¹⁷⁷ RAMA. Artículo 20.

no es la acuicultura la que hace el aporte de materia orgánica más significativo que reciben esos sedimentos, y a que la degradación/transporte de la misma, resulta escasa ¹⁷⁸.

- De acuerdo a lo anterior cabría preguntarse ¿siguen siendo áreas aptas para el cultivo aquellas en que la geografía y la historia han producido sedimentos anóxicos independientemente de las actividades humanas presentes¹⁷⁹? De acuerdo a las regulaciones vigentes, no son aptas para la actividad.

En cuanto a las exigencias de información ambiental hechas por las regulaciones vigentes, y como fue señalado con anterioridad¹⁸⁰, ni el pH¹⁸¹ ni la granulometría indican nada al respecto¹⁸². La materia orgánica es muy indirecta y no tiene una lectura única en términos de su influencia (oxia/anoxia) en los sedimentos¹⁸³. Sólo el Eh y los niveles de sulfuros pueden entregar una medida más clara al respecto, dado que se acercan al estado químico de los mismos. Comparando ambos tipos de aproximaciones, sin duda complementarias, el registro de sulfuros resulta más engorroso y costoso que registrar Eh¹⁸⁴.

Resumiendo el punto, los requerimientos ambientales existentes para interpretar y sancionar el criterio de calidad ambiental según los niveles de oxígeno en los sedimentos, no son del todo

¹⁷⁸ Esta situación plantea un escenario administrativo complejo si un productor reduce su biomasa en un 30% después de dos años consecutivos de registrar anoxia (situación en que quizás ya no fuera rentable su cultivo), y los sedimentos no logran recuperar su nivel de oxígeno 0 mV. Una nueva reducción del 30% de la biomasa podría finalmente obligar al titular abandonar la actividad. Se plantea así un escenario donde las medidas para evitar lo anterior puedan ser del tipo de aplicar un congelamiento de la producción y del número de concesionarios que desarrollan su actividad en un lugar particular.

¹⁷⁹ FIP 2004-26, Capítulo 11.

¹⁸⁰ Punto V.2.2.

¹⁸¹ pH resulta un parámetro muy estable bajo diferentes situaciones de productividad y aporte de materia orgánica diferencial a los sedimentos. FIP 2003-20, FIP 2005-15.

¹⁸² Sin embargo, la granulometría sugiere el grado de energía relativa que existe en un punto determinado dentro de una unidad geográfica mayor, entregando de este modo información sobre los estados de condición o aptitud para el transporte y dispersión de materia orgánica.

¹⁸³ Además del contenido de materia orgánica, el tipo de materia orgánica, si es de origen vegetal o animal, tiene efectos diferenciales en el sistema. La materia particulada vegetal (macrofitodetritus), temporalmente, tiene un potencial de fotosíntesis que aporta oxígeno a la columna de agua.

¹⁸⁴ FIP 2003-20.

adecuados en cuanto a que i) el requisito ambiental mínimo exigible actualmente tiene una aproximación muy indirecta y escaso valor predictivo, ii) el registro de Eh permite la mejor aproximación metodológica^{185,186} y iii) no es clara ni explícita la manera en que esa información es considerada y evaluada al momento de tomar una decisión administrativa que afecta al concesionario. Sobre este último punto, como ha sido dicho, se requiere que las normas ambientales sean predecibles y fiscalizadas de un modo claro, preciso y expedito¹⁸⁷.

V.3.8.4. Resultados de terreno v/s INFAs

Al comparar la información levantada en terreno con la registrada en las INFAs, llama la atención la diferencia en los valores de materia orgánica y de Eh, encontrándose mayores valores de materia orgánica y menores valores de Eh (más negativos) en los resultados de terreno. Especialmente en relación a las concesiones informadas, cercanas al lugar donde se posicionaron las estaciones de muestreo.

Considerando que las INFAs corresponden a los años 2004 y 2005, y que la campaña de verano corresponde a 2006, una aproximación posible es que la acumulación de materia orgánica se ha producido durante los dos últimos años. Otra apreciación posible, asumiendo que las variaciones de materia orgánica entre INFAs y estaciones de terreno no son tan grandes como lo observado al comparar los datos, es que estas hayan sido subestimadas en los informes entregados. Eso sin embargo es una especulación, pero debiera considerarse como un punto a ser despejado en el futuro.

V.3.8.5. Información disponible para las zonas de estudio

Un hallazgo interesante del estudio, fue constatar que al comparar información proveniente de diferentes fuentes las diferencias encontradas son notorias. Este aspecto debe ser considerado

¹⁸⁵ Y barata, según se presenta más adelante.

¹⁸⁶ Es una medición simple y efectiva si se cumplen las condiciones de toma de la muestra: uso de corer en la toma de muestras, dejar un minuto que se establezca el electrodo y se hace la medición. Pearson & Stanley 1979.

¹⁸⁷ Andrés Velasco. Ministro de Hacienda. Diario Financiero 13/XII/2006, pág., 29.

cuidadosamente por parte del administrador, puesto que entidades relacionadas (Subpesca y Sernapesca) manejan datos distintos; asunto que puede volverse complicado al momento de tomar decisiones administrativas.

Sólo por citar un ejemplo, Sernapesca hizo llegar información sobre Yaldad indicando que existen 66 centros autorizados para el cultivo de chorito y 3 para el cultivo de pelillo. Sin embargo, la información contenida en la cartografía de Subpesca y la INFAs entregadas, indican que en esta localidad existen 99 concesiones que totalizan 504,7 Ha (4 de algas, 13,8 Ha; 4 de salmones, 35,9 Ha; 91 de bivalvos, 455 Ha). No es posible decir cuál es la razón de ésto.

Lo mismo ocurre con la información de producción. Al comparar lo catastrado por el proyecto FIP 2004-26 y lo entregado por Subpesca en las INFAs, las diferencias pueden ser muy marcadas, incluso para una misma concesión en el mismo año.

De acuerdo a lo anterior, las estimaciones hechas de producción, producción valorizada y las reflexiones hechas a partir de esta información deben ser tomadas con mucha cautela y verificadas a la luz de una base de datos unificada que sea manejada por todos los actores institucionales, en particular, y por quien la solicite, de modo más general. Sería interesante y útil desarrollar alguna iniciativa al respecto. En ese sentido, la base de datos relacional desarrollada en este estudio, y presentada en el punto siguiente, puede ser un punto de partida para sistematizar y homogeneizar la información existente, de modo de contar con una base que cumpla los requisitos de homogeneidad y actualidad de la información.

V.4. Estructura y manejo de la información ambiental y sanitaria de la APE

V.4.1. *Requerimientos de información y base de datos*

Con las variables registradas en terreno, se diseñó una base de datos a partir de la cual la información registrada en terreno pudiera ser utilizada de modo integrado y provechoso para orientar y apoyar la toma de decisiones. En ese sentido, la base de datos elaborada así como sus aplicaciones (salidas) permite una mejor comprensión de las localidades estudiadas en cuanto a su caracterización general como también a nivel de estaciones de muestreo.

Esta base de datos puede ser alimentada por administradores autorizados (Módulo de Gestión) y puesta en la red para conocimiento del estado ambiental de cualquier lugar donde se realice la actividad (Módulo de Difusión).

El Módulo de Gestión permite i) alimentar la base de datos de manera remota por usuarios autorizados, ii) verificar la integridad de la información; es decir, que la información ingresada tenga sentido y corresponda a valores reales que pueden tener las variables consideradas (por ejemplo, si se ingresa un valor de ph fuera del rango 0,1 - 14, no es posible realizar la carga y debe ser revisado dicho valor), lo que permite mantener una base unificada; y iii) autorizar su uso en el Módulo de Difusión. Por otra parte, este último permite dejar disponible en la red (web) la información actualizada para los usuarios interesados en ella.

Las variables utilizadas para la construcción de la base de datos fueron:

- Identificación del titular (Nombre, RUT, Resolución Submarina, Resolución Subpesca)
- Región
- Provincia
- Comuna
- Localidad

- Código estándar de la estación de muestreo
- Tipo de estación (Control, Referencia)
- Fecha de muestreo
- Georreferenciación de la estación (Lat/Long - UTM)
- Area (ha)
- Recurso
- Profundidad (corregida por nivel de reducción de sonda)
- Materia orgánica (%)
- pH (promedio y desviación estándar)
- Eh (mV; promedio y desviación estándar)
- Granulometría (tamaño promedio de grano y *sorting*, en phi)
- Abundancia (N)
- Riqueza específica (S)
- Índice de Shannon
- Índice de Simpson
- Índice de Pielou

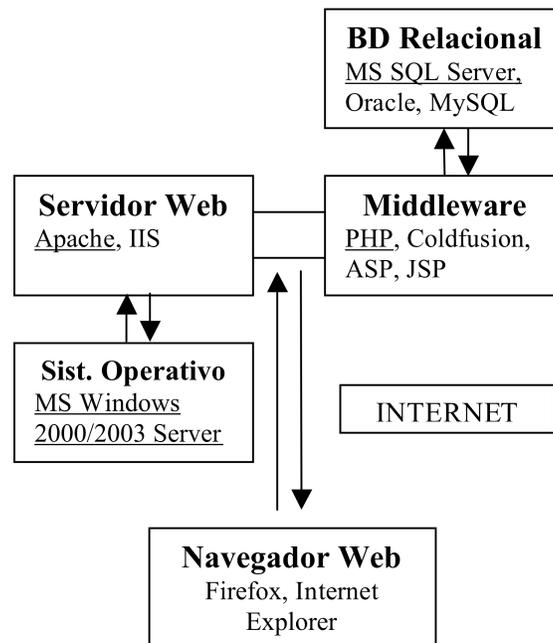
V.4.2. Descripción y selección de sistemas de administración de información y costos asociados

V.4.2.1. Justificación de PHP y Microsoft SQL Server para aplicación y base de datos APE

La implantación de la solución para las aplicaciones Web y gestión de los datos de las campañas de seguimiento de la APE, utilizadas como información para la elaboración de la base de datos (BD) y la preparación del piloto, se hizo utilizando el motor de Base de Datos Microsoft SQL Server 2005 y el lenguaje de programación PHP versión 5 sobre plataforma Windows y con el Servidor web Apache.

Esta decisión se basó en el conocimiento de la plataforma tecnológica existente en la Subsecretaría de Pesca por un proyecto que lleva a cabo para su Base de Datos de los Recursos Bentónicos. La Subsecretaría de Pesca ya cuenta con SQL Server sobre Windows y un servidor web sobre Apache configurado para procesar archivos PHP.

En el diagrama a continuación se presenta la arquitectura del sistema Web, subrayando la alternativa elegida para cada componente entre las posibilidades comunes:



El costo de los diferentes componenes se presenta en la Tabla 34.

Tabla 34.

Costos para implementar un sistema Web según los diferentes tipos de arquitectura de sistema.

Software BD Relacional	Precio (US\$)
MS SQL Server, edición estándar	5.999
Oracle, edición estándar	15.000
MySQL	Opensource (gratis)
Software Servidor Web	
Apache	Opensource (gratis)
IIS	Incluido en licencia de sistema operativo Windows Server
Middleware Software	
PHP	Opensource (gratis)
Coldfusion	Extensiones gratuitas para navegadores para la utilización de estas aplicaciones. Los ambientes de desarrollo pueden requerir software especial aunque también se puede utilizar software de código libre.
ASP	
JSP	
Software Sistema Operativo	
MS Windows 2003 Server	999

Fuente: Elaboración propia a partir de precios de mercado.

V.4.2.1.1 *El Lenguaje de Desarrollo*

PHP es un lenguaje de programación usado generalmente para la creación de contenido para sitios web. PHP, de "PHP Hypertext Pre-processor" (inicialmente PHP Tools, o, Personal Home Page Tools), y se trata de un lenguaje interpretado usado para la creación de aplicaciones para servidores, o creación de contenido dinámico para sitios web.

La decisión de utilizar el lenguaje de programación, o scripting, PHP se tomó por varias razones:

- Es un lenguaje de código de fuente abierta (*opensource*) por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos y por ende está ampliamente difundido en la comunidad informática.
- Es un lenguaje multiplataforma, existiendo versiones para Microsoft Windows, Linux, distintos tipos de UNIX y Mac OS X.
- Tiene gran capacidad de conexión con la mayoría de los manejadores de base de datos que se utilizan en la actualidad, con conexiones nativas en muchos casos con el uso de controladores, como es en caso con Microsoft SQL Server. Para las conexiones nativas es importante contar con una Application Programming Interface (API) publicada para la BD en cuestión. Sobre Windows esta capacidad se ve aún mejorada por el uso de Open DataBase Connectivity (ODBC) de Microsoft lo cual permite definir fuentes de datos con esta suerte de controlador genérico. PHP permite conexiones con Microsoft SQL Server, MySQL, PostgreSQL, Oracle, ODBC, y DB2 entre otros. Cabe destacar que el uso de conexiones nativas aumenta la rapidez de las operaciones sobre la Base de Datos, sin embargo el uso de comandos estándar para ODBC aumenta la portabilidad de las aplicaciones entre distintas BD que los soporte.
- Permite leer y manipular datos desde diversas fuentes, incluyendo datos que pueden ingresar los usuarios desde formularios web en formato HTML.
- Tiene la capacidad de expandir su potencial utilizando la enorme cantidad de módulos (llamados ext's o extensiones) disponibles.
- Posee una amplia documentación en su página oficial <http://www.php.net/manual/es/> entre la cual se destaca que todas las funciones del sistema están explicadas y ejemplificadas en un único archivo de ayuda. Dicha documentación se encuentra en español, inglés y otros idiomas importantes.

- Permite las técnicas de Programación Orientada a Objetos las cuales hacen posible el empaquetado de funciones y propiedades comunes en objetos computacionales bien definidos, la reutilización de código, mejor flujo y documentación del código y mayor eficiencia en su depuración o mantención.
- Permite crear formularios interactivos para la web con el manejo de variables, sesiones, cookies etc. para recordar parámetros y usuarios al cambiar de una página a otra ya que por defecto cada página web es totalmente independiente de otra siendo la web un sistema "sin estado".
- Posee una biblioteca nativa de funciones sumamente amplia, incluida en la distribución.
- No requiere la definición previa de tipos de variables ni el manejo detallado de bajo nivel, tal como en lenguaje C. Los tipos de datos son en ese sentido similar al tipo Variant de Visual Basic, lo que ha contribuido a la popularidad de este último como lenguaje para aplicaciones independientes sobre Windows.

V.4.2.1.2. *La Base de Datos*

Una base de datos (BD) se puede definir como un almacén de datos importantes, estructurados, no redundantes y relativamente persistentes. Cabe diferenciar la BD, el almacén, del software o motor utilizado para su gestión. Las principales funciones del motor de la BD es en la definición de la bases de datos, su estructura, permisos; y en la manipulación de los datos almacenados con el fin de generar nueva información, actualizar valores o eliminar registros por ejemplo.

Los principales software para la gestión de BD, sea estos de tipo comercial (tales como Microsoft SQL Server, Oracle y DB2) u opensource (tales como MySQL y PosgreSQL), utilizan una estructura relacional u objeto-relacional. Esta estructura ha sido ampliamente utilizada en la industria de software y estudiada en círculos académicos. Además se ha estandarizado un lenguaje estándar simple, basado en el inglés, llamado Structured Query Lenguaje (SQL), para la manipulación de los datos en cualquier BD relacional. Aunque con el tiempo algunas compañías han ido extendiendo el

lenguaje con funciones particulares es posible crear aplicaciones que se adhieran al estándar para permitir su portabilidad de un sistema de gestión de base de datos a otro.

Debido a lo anterior la estructura relacional es también la estructura propuesta para implantar la BD de este estudio, y la aplicación se ha hecho con el uso del lenguaje estándar SQL incrustado en código PHP y HTML. La aplicación ha sido implantada sobre un BD en Microsoft SQL Server 2005, debido a que la Subpesca ya utiliza una versión de este software para otras aplicaciones.

Microsoft SQL Server es un buen motor de base de datos, de propósito general, que no requiere un servidor muy potente para ejecutarse y que se puede adquirir a un costo inferior a otros software similares. Por esta razón son muchas las instituciones y empresas que han optado por este software lo cual facilitaría el intercambio con datos y/o aplicaciones en el futuro y el acceso a personal capacitado en diseño, programación, implantación y mantención de sistemas basados en ello. Además el fabricante, Microsoft, tiene una subsidiaria establecida en el país. Una de las desventajas de utilizar Microsoft SQL Server es que solamente está disponible para el sistema operativo de Microsoft, Windows.

Los tipos de datos predeterminados de Microsoft SQL Server y ANSI SQL (el estándar) no permiten el almacenamiento directo de datos espaciales complejos de múltiples registros. Esta limitación está también presente en otros motores de BD. La solución al problema del manejo de datos geoespaciales en BDs relacionales se puede lograr de dos formas:

- a) Con el uso de extensiones objeto-relacional, que extienden los tipos de datos tradicionales de las BDs con tipos de datos abstractos y otros mecanismos de la tecnología de objetos. Ese es el caso del *middleware* espacial, por ejemplo ArcSDE de ESRI, para Oracle, IBM DB2 Universal Database, IBM Informix y SQL Server; PostGIS para PostgreSQL; Spatial extensions para MySQL y Oracle Spatial entre otros. Cabe señalar que las soluciones comerciales, por ser muy especializadas, son de relativamente alto costo.

- b) Con el uso de *software* SIG externo para la gestión de los datos espaciales, el establecimiento de conexiones entre éstos y los motores de BDs, y la definición de campos claves en ambos sistemas para permitir la vinculación o unión de las tablas relacionadas. Esta solución híbrida es la que se adoptó para el sistema debido al menor costo y la mayor capacidad de compartir los datos con usuarios sin la tecnología avanzada para gestionar objetos geoespaciales sobre BDs comerciales. En este caso basta con tener un *software* SIG, tal como ArcGIS 9 (ArcView o superior) para crear, analizar y cartografiar los datos espaciales almacenados en las BD. Cabe destacar que a nivel nacional son muchos los usuarios de este tipo de *software*.

V.4.2.1.3. *El Servidor Web*

Un servidor web es un programa, o *software*, que implementa el protocolo HTTP (hypertext transfer protocol). Este protocolo está diseñado para transferir hipertextos, páginas web o páginas HTML (hypertext markup language): textos complejos con enlaces, figuras, formularios, botones y objetos incrustados como animaciones o reproductores de sonidos.

El servidor web se encarga de mantenerse a la espera de peticiones HTTP llevada a cabo por un cliente http, conocido como un navegador. El navegador realiza una petición al servidor y éste le responde con el contenido que el cliente solicita. A modo de ejemplo, al teclear www.tet.cl en un navegador, éste realiza una petición HTTP al servidor de dicha dirección. El servidor responde al cliente enviando el código HTML de la página; el cliente, una vez recibido el código, lo interpreta y lo muestra en pantalla. Como se aprecia con este ejemplo, el cliente es el encargado de interpretar el código HTML, es decir, de mostrar las fuentes, los colores y la disposición de los textos y objetos de la página; el servidor tan sólo se limita a transferir el código de la página sin llevar a cabo ninguna interpretación de la misma.

Sobre el servicio web clásico se puede disponer de aplicaciones web. Éstas son fragmentos de código que se ejecutan cuando se realizan ciertas peticiones o respuestas HTTP. Hay que distinguir entre:

- Aplicaciones en el lado del cliente: el cliente web es el encargado de ejecutarlas en la máquina del usuario. Son las aplicaciones tipo Java o Javascript: el servidor proporciona el código de las aplicaciones al cliente y éste, mediante el navegador, las ejecuta. Es necesario, por tanto, que el cliente disponga de un navegador con capacidad para ejecutar aplicaciones (también llamadas *scripts*). Normalmente, los navegadores permiten ejecutar aplicaciones escritas en lenguaje javascript y java, aunque pueden añadirse más lenguajes mediante el uso de *plugins*
- Aplicaciones en el lado del servidor: el servidor web ejecuta la aplicación; ésta, una vez ejecutada, genera código HTML; el servidor toma este código recién creado y lo envía al cliente por medio del protocolo HTTP.

La aplicación web diseñada para la APE en este estudio fue del segundo tipo, ya que se ejecuta el código PHP en el lado del servidor. Esta solución permite entregar páginas HTML estándares a los distintos navegadores sin tener que tener algún requerimiento adicional tal como plugins.

El software elegido es servidor HTTP Apache que es de código abierto (opensource) y es la alternativa utilizada en más del 70% de servidores web durante el año 2005. Apache está disponible para Linux, UNIX y Windows, y cuenta con un módulo de extensión para la generación de páginas dinámicas con el lenguaje PHP, entre otras. Esta elección hace que la aplicación para la gestión y la difusión de las APE esté de acuerdo a una de las configuraciones más populares de la industria para servir y gestionar contenido dinámico en la web: Apache/PHP/My SQL Server o MSSQL Server.

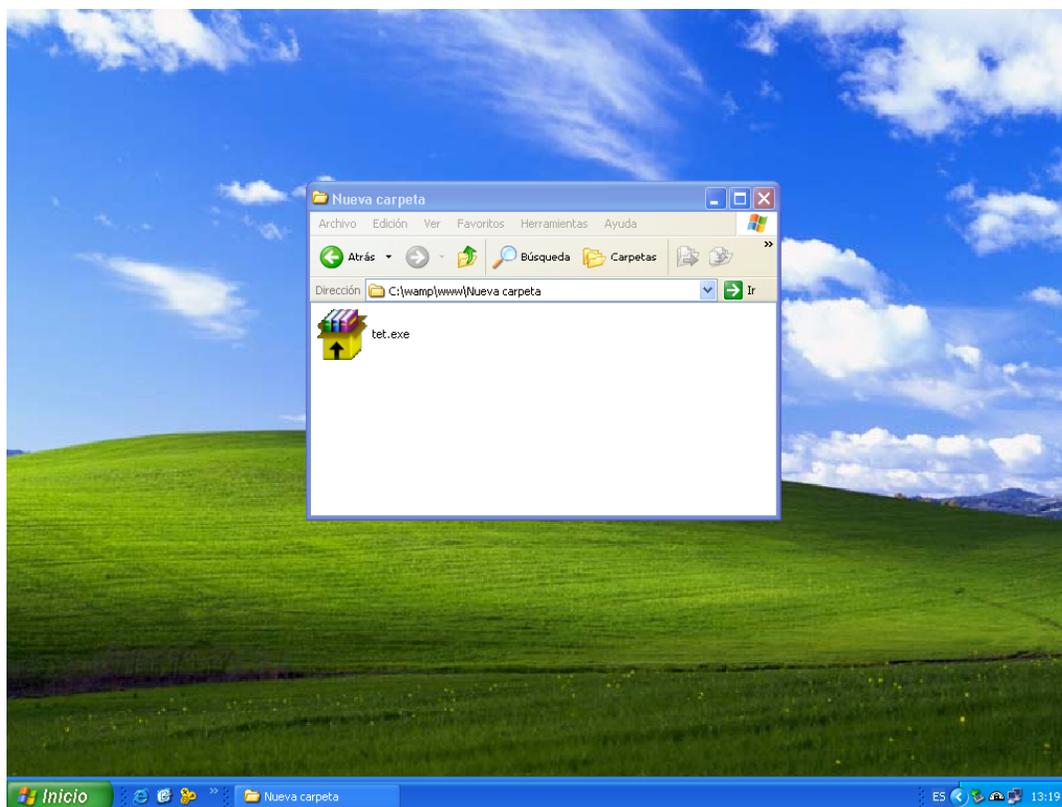
Una alternativa para el servidor web es Internet Information Server (IIS) de Microsoft pero solamente funciona sobre plataformas con el sistema operativo Windows de la misma compañía. IIS también tiene la capacidad de ampliar sus servicios con módulos, por ejemplo de PHP, para procesar páginas dinámicas. Sin embargo por defecto utiliza su propia tecnología basada en Active Server Pages (ASP).

V.4.3. *Desarrollo piloto y manual de uso*

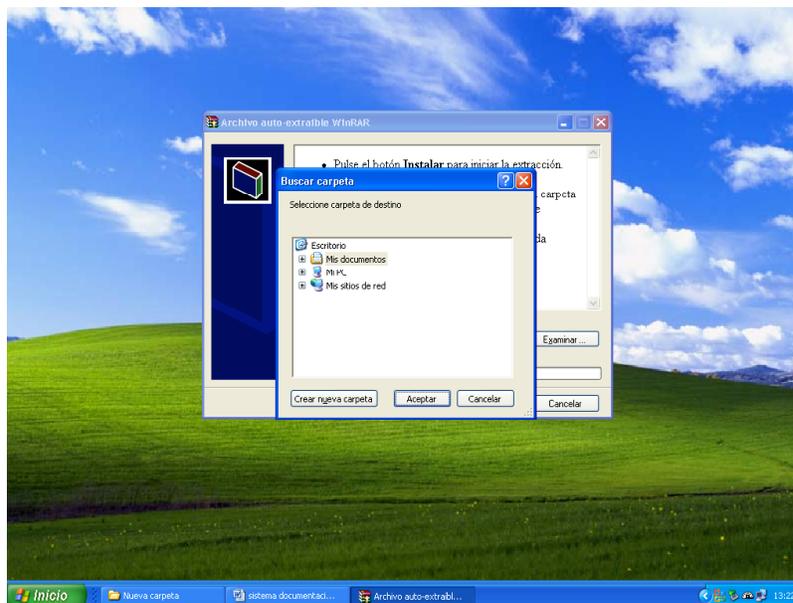
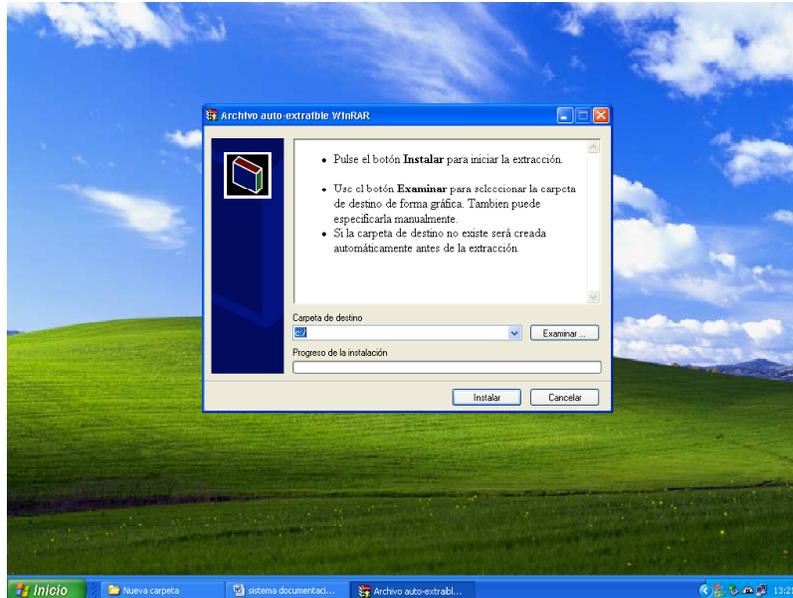
Se presenta a continuación el piloto desarrollado para la base de datos elaborada, el cual ha sido desarrollado en la forma de un manual secuenciado paso a paso, simple, que sirva para los fines de capacitación de los usuarios, según fue comprometido. El piloto como tal se encuentra en el cd que se adjunta con el informe.

V.4.3.1. **Instalación del Sistema (Módulo de Gestión)**

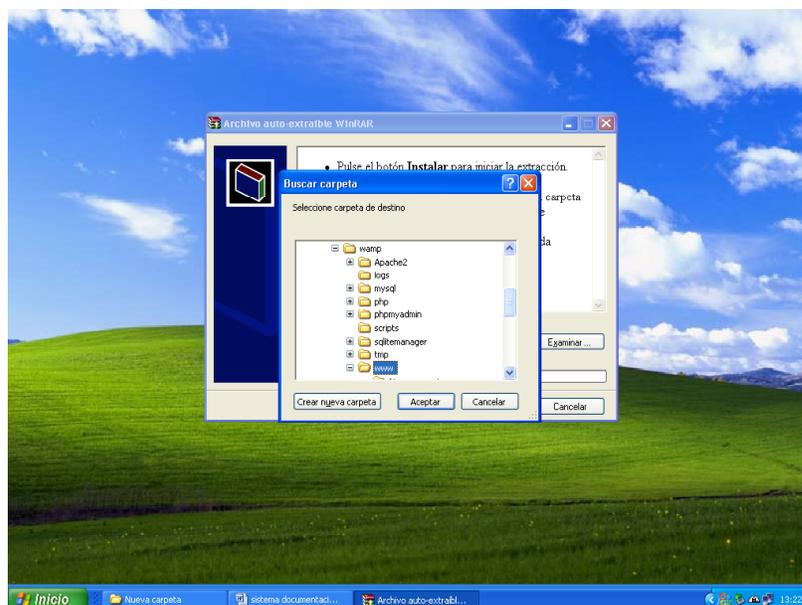
Para instalar sistema, ubicar el archivo ejecutable tet.exe, luego hacer ejecutar aplicación.



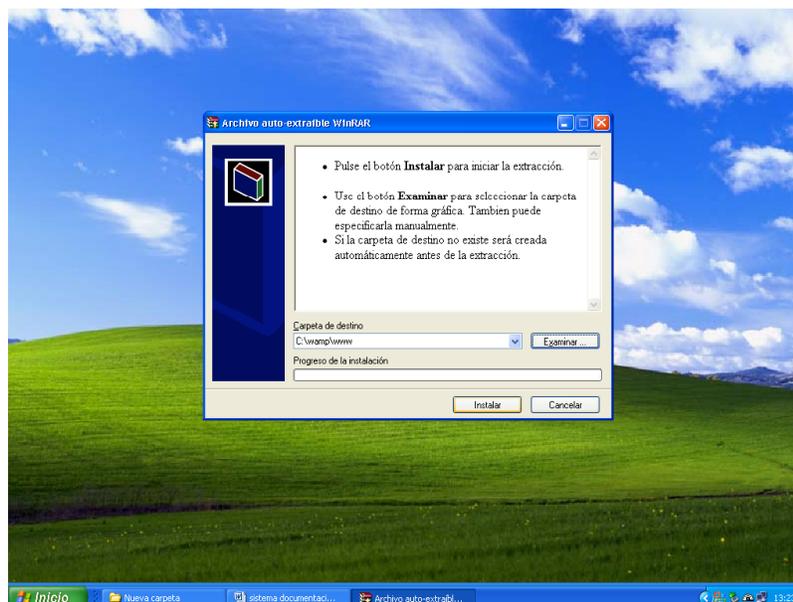
Al ejecutar aplicación aparecerá la siguiente pantalla. Presionar el botón “Examinar” y buscar el directorio www del servidor web que utiliza (appserv, wamp, tomcat, etc).



Al encontrar el directorio debe presionar “Aceptar” para instalar aplicación en ese directorio, sino presione “Cancelar”.

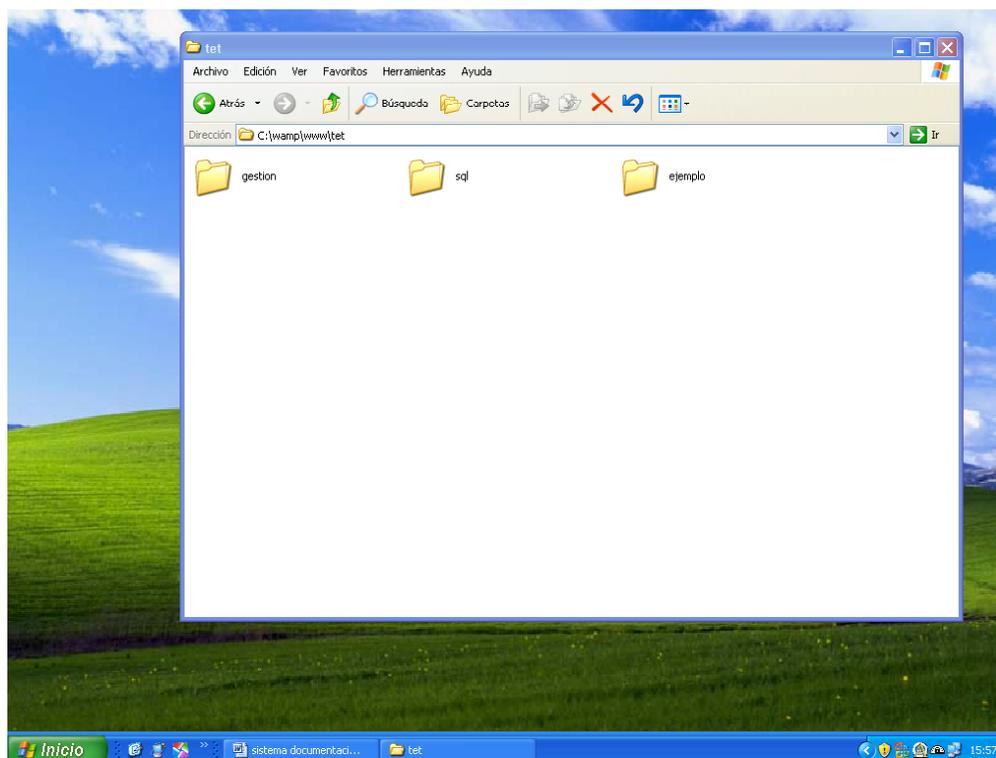


Ahora presione “Instalar” y el sistema se instalará en el directorio señalado, sino presione “Cancelar”

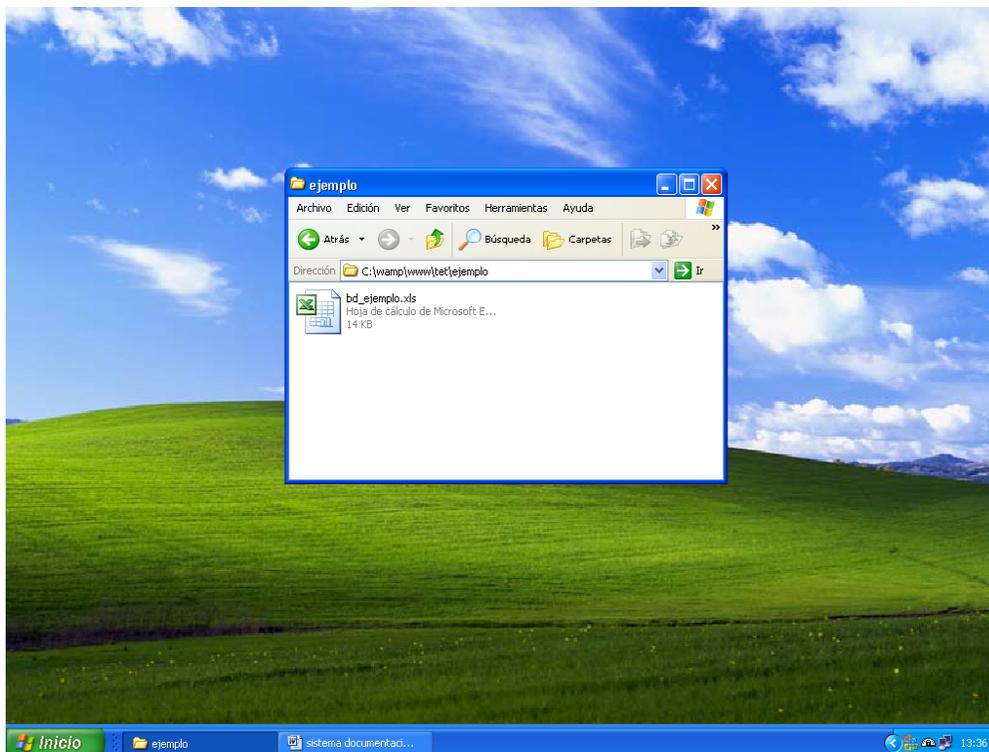


En la carpeta www del servidor que usted utiliza, aparecerá una carpeta llamada tet, que en su interior tendrá las siguientes subcarpetas:

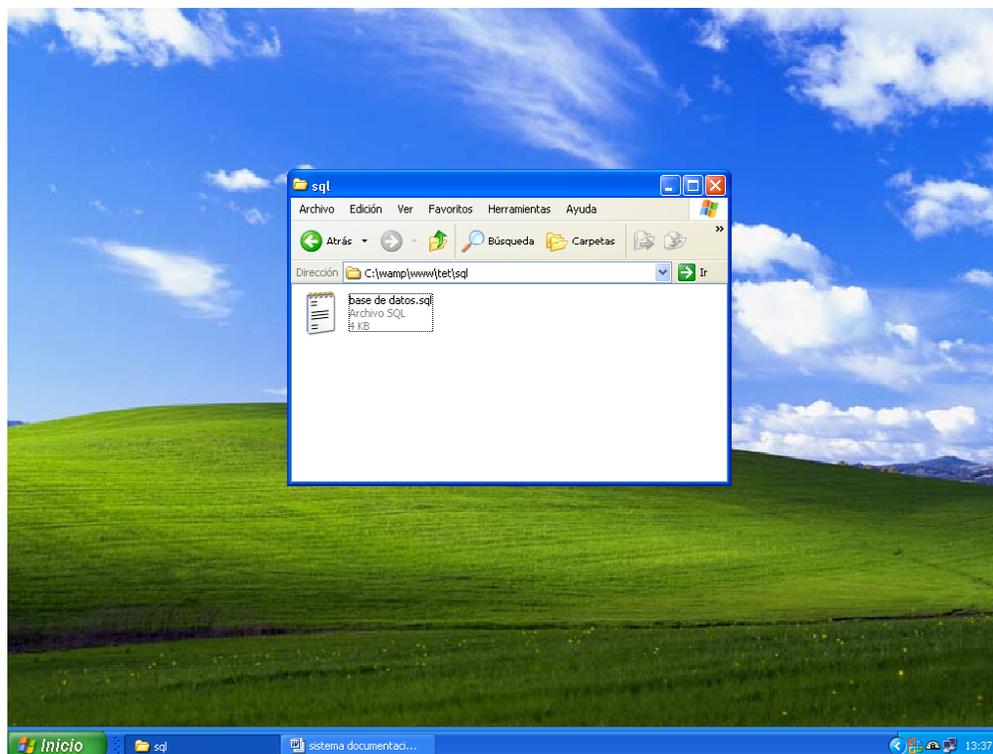
- La carpeta gestion tiene todos los archivos y scripts del sistema.
- La carpeta sql contiene el archivo necesario para crear la base de datos del sistema.
- La carpeta ejemplo contiene un archivo xls ejemplo, que tiene la estructura usada en los archivos que se cargan al sistema.



En el directorio tet/ejemplo se encuentra un archivo llamado bd_ejemplo.xls, que es el modelo de los archivos que cargara el sistema, con la estructura adecuada.



En el directorio tet/sql se encuentra el script base de datos.sql, necesario para construir la base de datos ocupada por el sistema.



V.4.3.2. Instalación de Base de Datos.

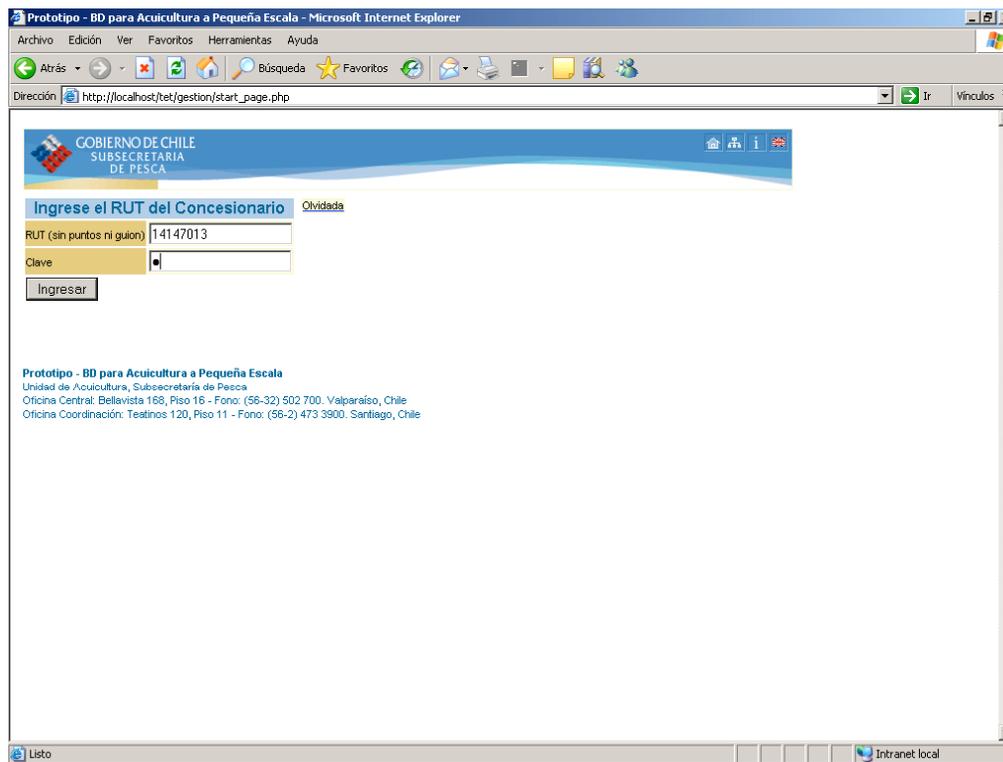
Luego de descomprimir la aplicación se debe crear la base de datos del sistema, el código para hacer esto, este está en un archivo llamado base de datos.sql. Ubicado en el directorio tet/sql.

Antes de crear la base de datos, debe tener un motor de base de datos instalado (SQL Server 2000, SQL Server 2005, etc.).

Para crear la base de datos, ejecute el archivo, a través del modulo que incorpora su motor de base de datos, para esto siga la siguiente secuencia.

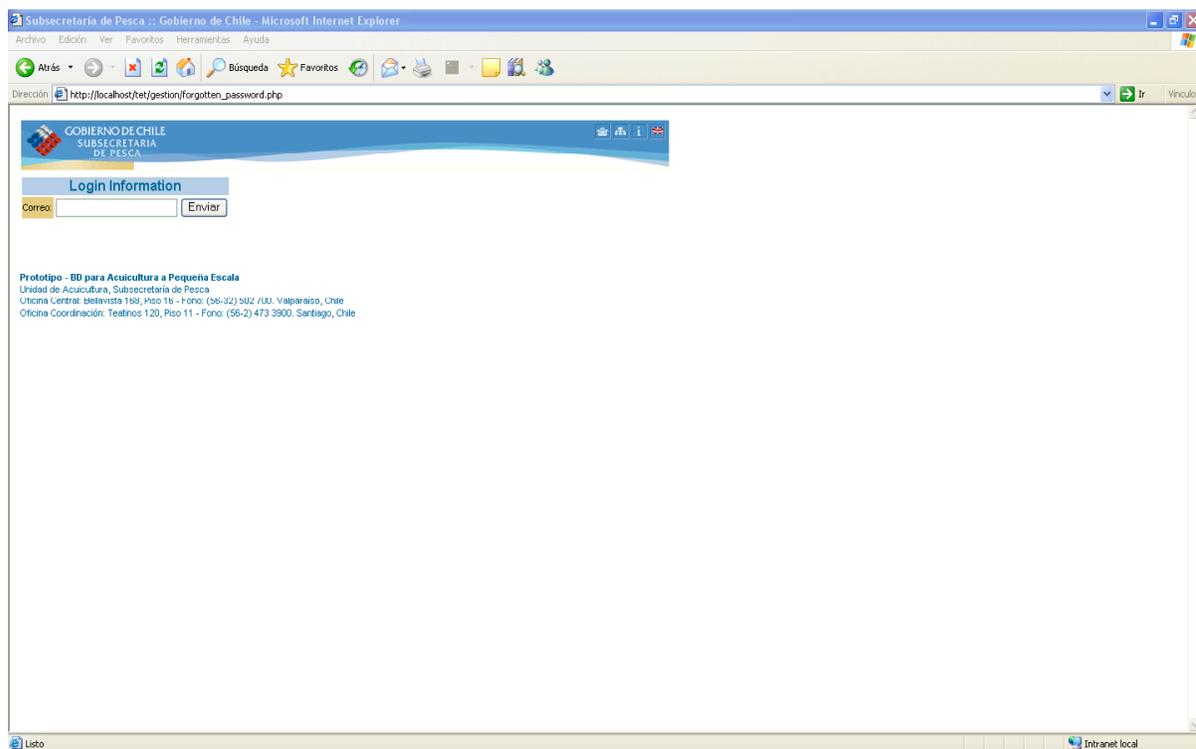
V.4.3.2.1. Ingreso al sistema.

Para ingresar al sistema, ingresar RUT del concesionario y la clave correspondiente¹⁸⁸ y presione “Ingresar”. Si olvido la contraseña presione “Olvidada”

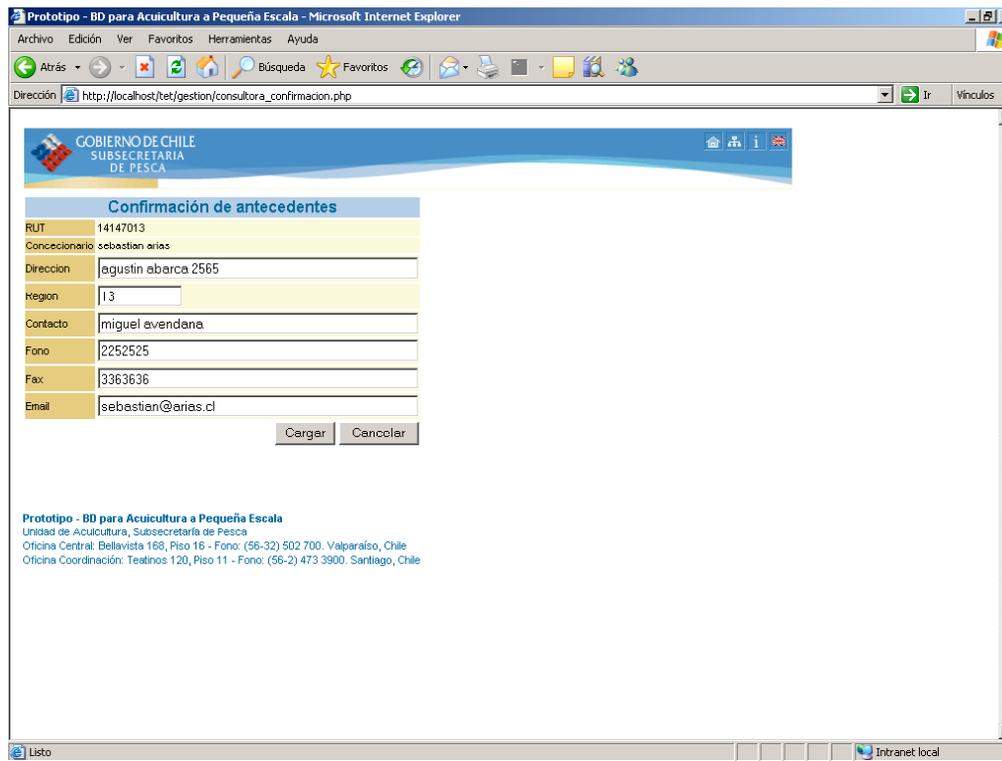


¹⁸⁸ En este punto hay que diferenciar dos cosas. Por una parte, el RUT del concesionario puede provenir del Registro Nacional de Acuicultura, de modo que el administrador tenga acceso a la información reportada por cada uno de los productores formales y por otro lado, están los usuarios registrados en el sistema (lo que corresponde a los usuarios del módulo de difusión que pueden generar reportes, y cuyo acceso debe ser definido con el administrador).

Si presionó "Olvidada" la siguiente pantalla aparecerá. Ingrese aquí el correo electrónico del concesionario y presione "Enviar", la contraseña será enviada al correo señalado, siempre y cuando el correo ingresado coincida con el correo del concesionario en la base de datos.



Si presionó "Ingresar" los datos ingresados serán validados, si coinciden con los del usuario ingresará al sistema y aparecerá la siguiente pantalla, aquí deberá confirmar los datos del concesionario o modificarlos si es necesario, luego para cargar un archivo presionar "Cargar", si desea cancelar la operación presionar "Cancelar".



The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer window titled "Prototipo - BD para Acuicultura a Pequeña Escala". The address bar shows the URL "http://localhost/tet/gestion/consultora_confirmacion.php". The page content includes the logo of the "GOBIERNO DE CHILE SUBSECRETARÍA DE PESCA" and a form titled "Confirmación de antecedentes".

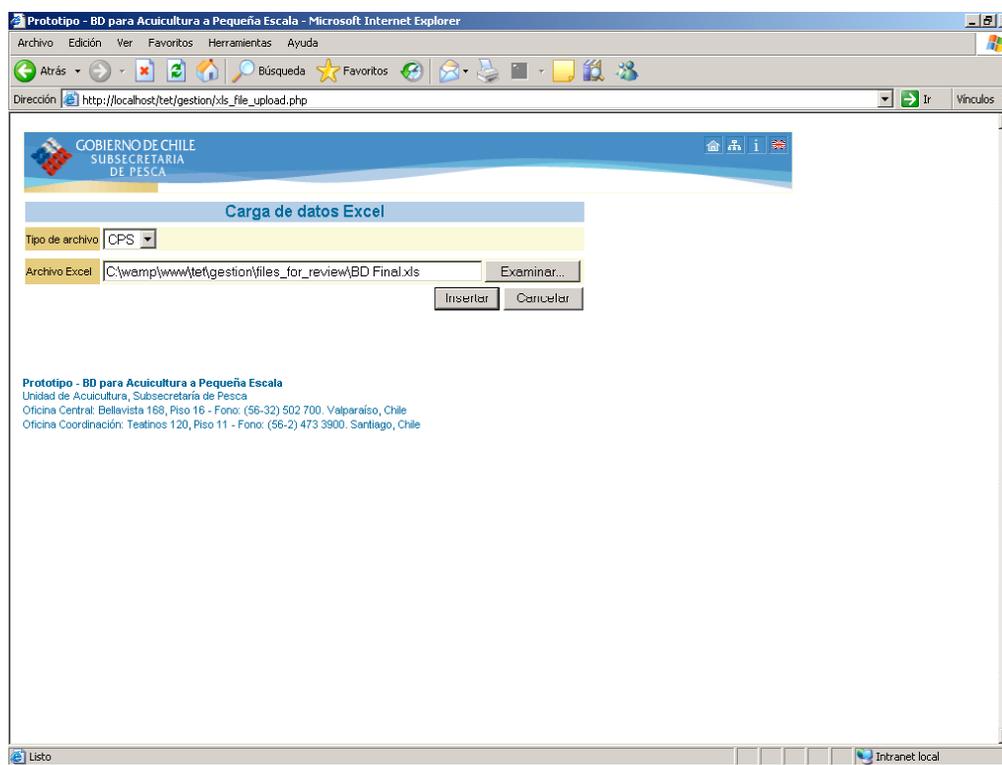
RUT	14147013
Concesionario	sebastian arias
Dirección	agustín abarca 2565
Región	13
Contacto	miguel avendana
Fono	2252525
Fax	3363636
Email	sebastian@arias.cl

Buttons: Cargar, Cancelar

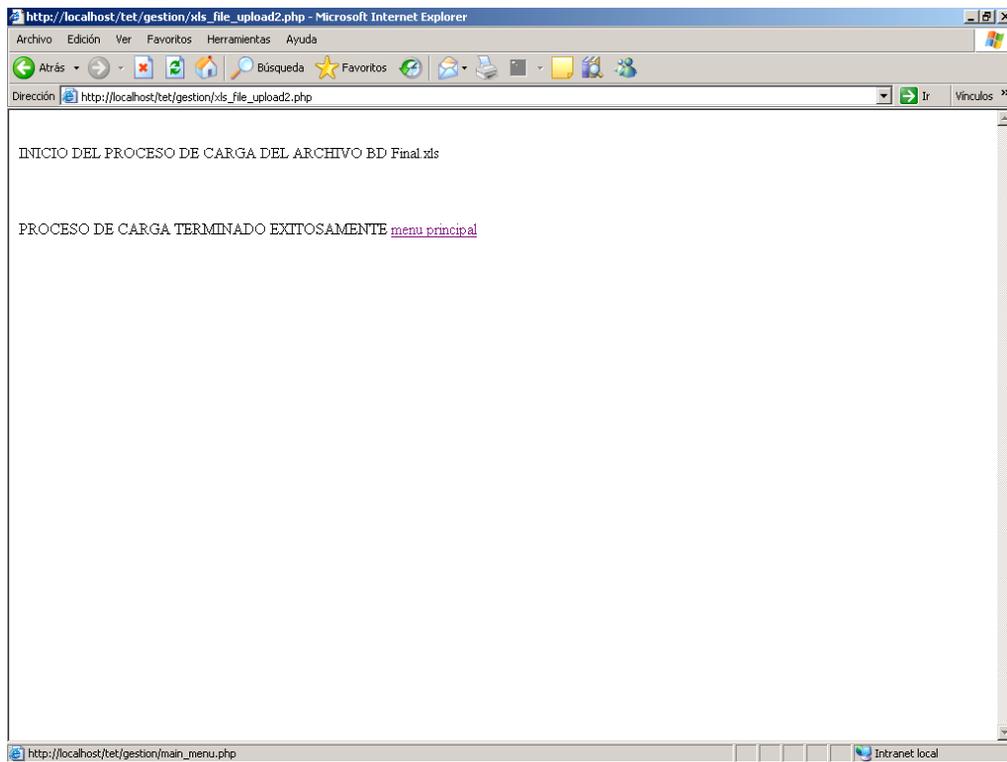
Prototipo - BD para Acuicultura a Pequeña Escala
Unidad de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca
Oficina Central: Bellavista 168, Piso 16 - Fono: (56-32) 502 700. Valparaíso, Chile
Oficina Coordinación: Teatinos 120, Piso 11 - Fono: (56-2) 473 3900. Santiago, Chile

V.4.3.2. Cargar Archivo.

Para Cargar un archivo al sistema se debe seleccionar el "Tipo de archivo" (CPS o INFA), y luego presionar "Examinar" para buscar el archivo a cargar. Luego de esto presionar "Insertar" si desea continuar para cargar el archivo, si desea cancelar la operación sólo presione "Cancelar". Ver punto V.4.3.2.8. para comprobar la estructura del archivo .xls., antes de cargarlo.

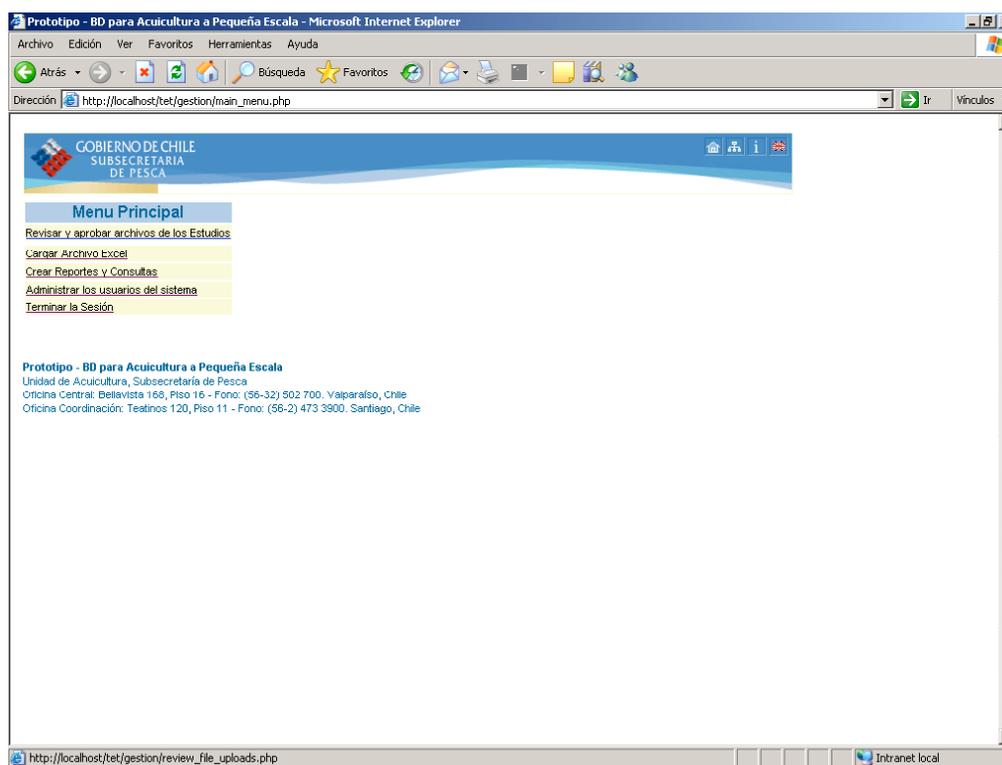


Al momento de que los datos son cargados correctamente, aparecerá la pantalla siguiente.
(Presione “menú principal” para ir al Menú principal de la aplicación)



V.4.3.2.3. Menú Principal.

Al presionar menú principal, la pantalla siguiente aparecerá. Seleccione la acción que desee según lo que se quiera efectuar.

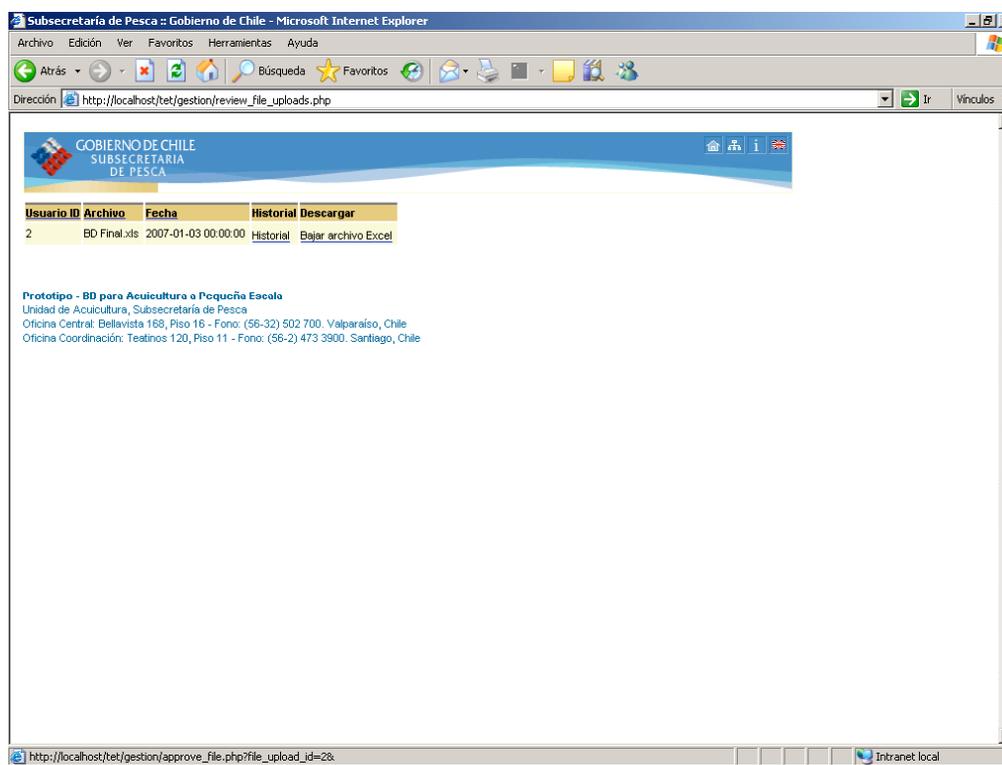


También se puede llegar al menú principal seleccionando el icono correspondiente en la barra de navegación que existe en la cabecera.



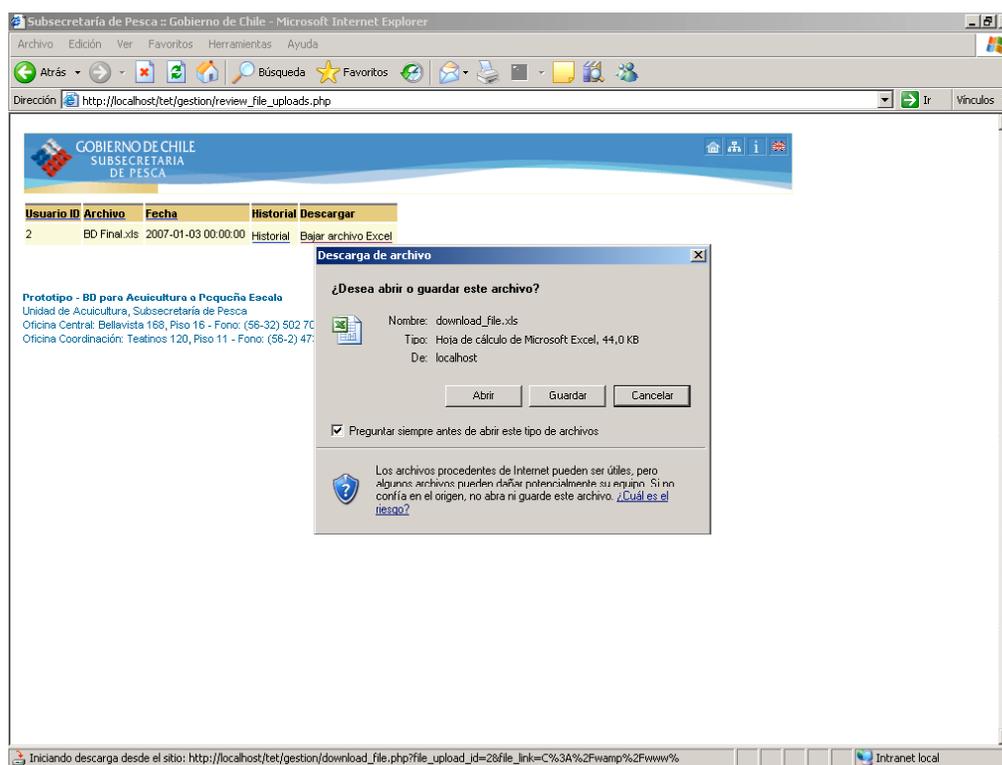
V.4.3.2.4. Revisar y aprobar archivos de los estudios.

Al presionar el link “Revisar y aprobar archivos de los estudios” en la pantalla anterior, aparecerá lo siguiente, una pantalla que contiene el nombre y la fecha del archivo, y el ID del usuario que cargó el archivo. Para ver el Historial del archivo presione “Historial”, para bajar el archivo presione “Bajar archivo Excel”

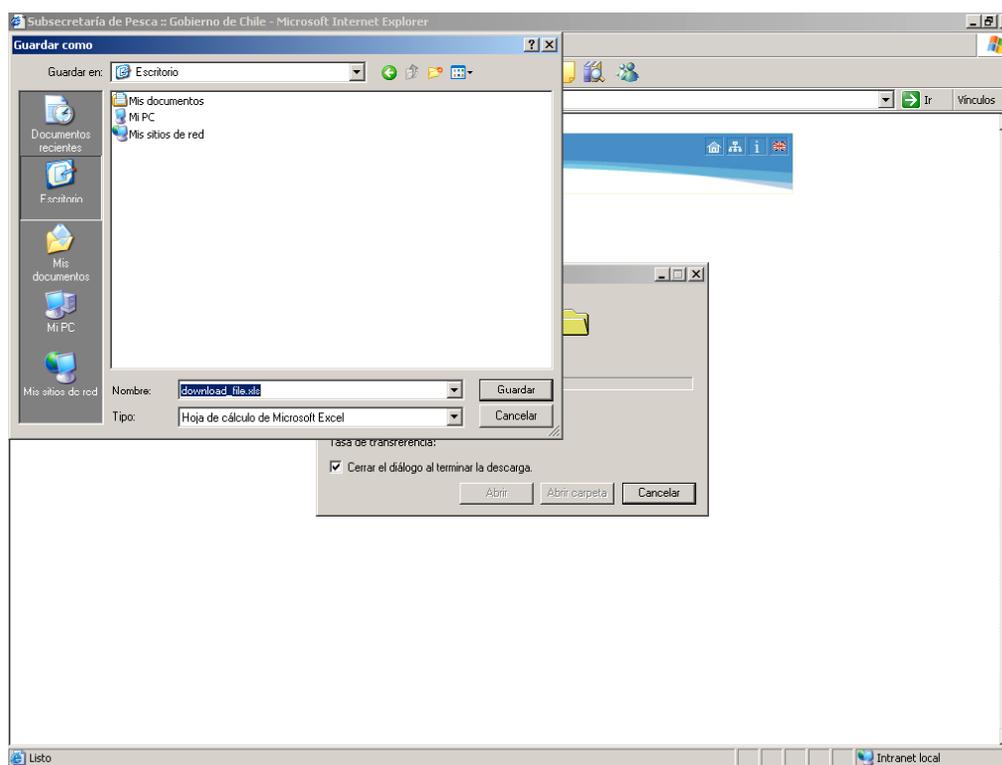


V.4.3.2.4.1. Bajar archivo Excel

Si presiona "Bajar archivo Excel" una pequeña pantalla aparecerá solicitando que elija la opción que desea, si presiona "Abrir", el archivo se abrirá. Si presiona "Cancelar", se cancelará la acción y la pantalla se cerrará

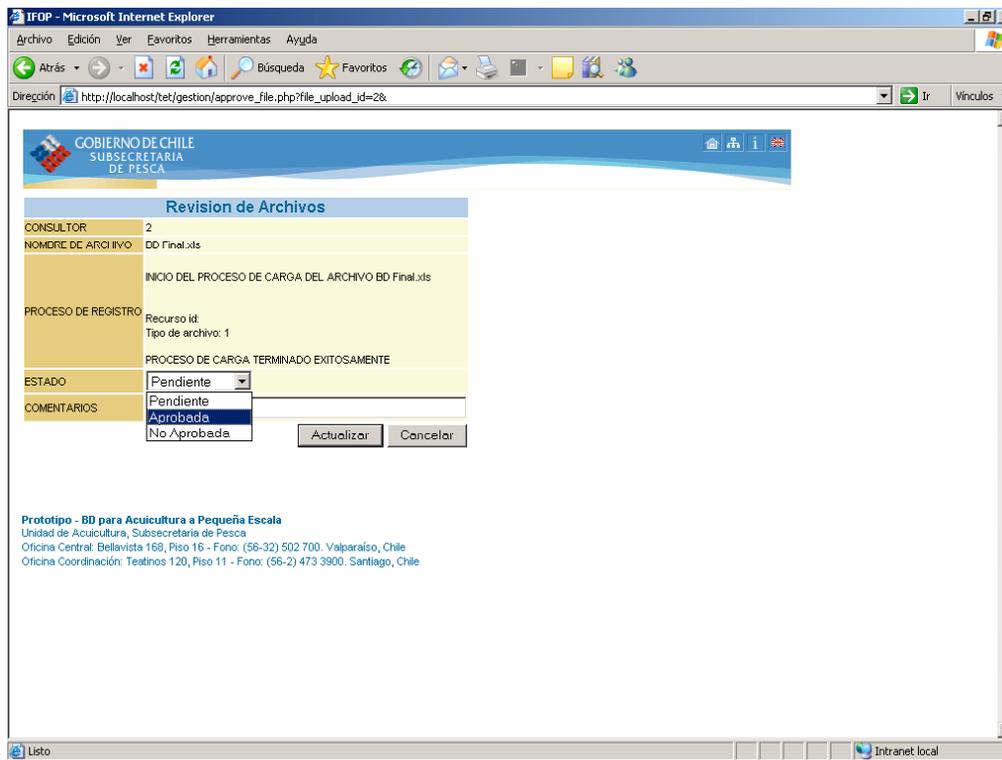


Si presiona "Guardar", otra pantalla aparecerá, dando la opción donde usted quiere dejar el archivo. Seleccione el lugar y presione "Guardar", sino presione "Cancelar" y la pantalla se cerrará.

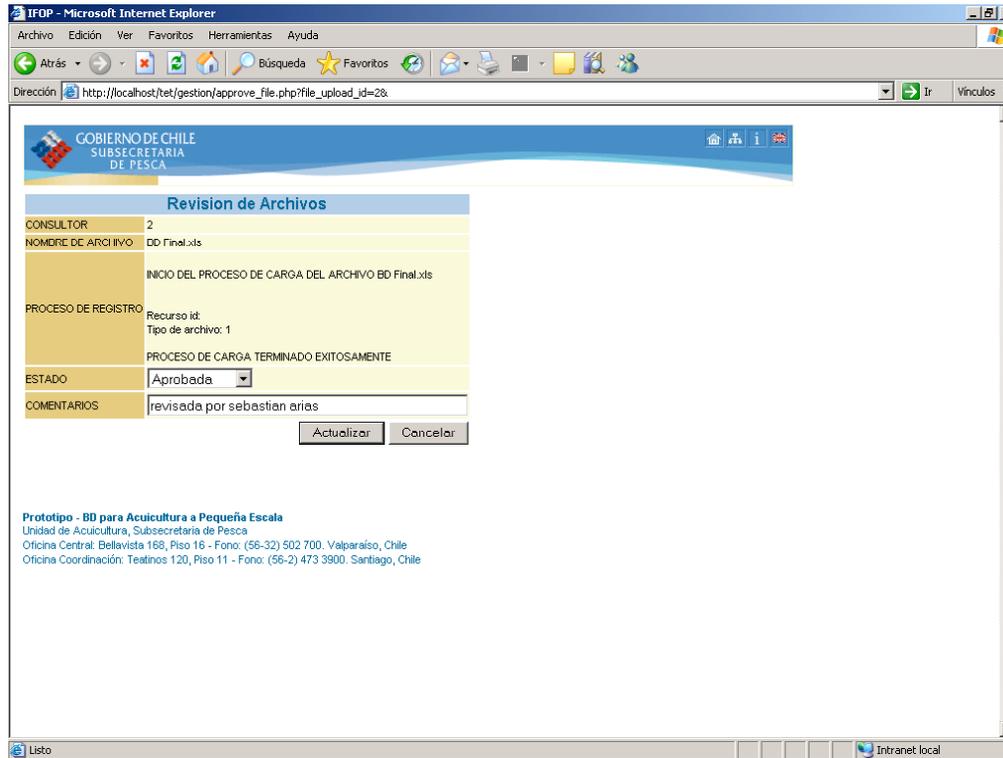


V.4.3.2.4.2. Historial.

Si presiona “Historial” en la pantalla Revisar y aprobar archivos de los estudios (ver punto V.4.3.2.4). La siguiente pantalla aparecerá. Usted deberá seleccionar la opción que desea (Pendiente: para dejar el archivo pendiente; Aprobada: Para aprobar el archivo; No Aprobada: El archivo es rechazado), agregar un comentario si lo desea, y finalmente presionar “Actualizar” para actualizar la información o “Cancelar” para cancelar la operación.



Para Aprobar un archivo, el formulario debe estar de la siguiente forma:

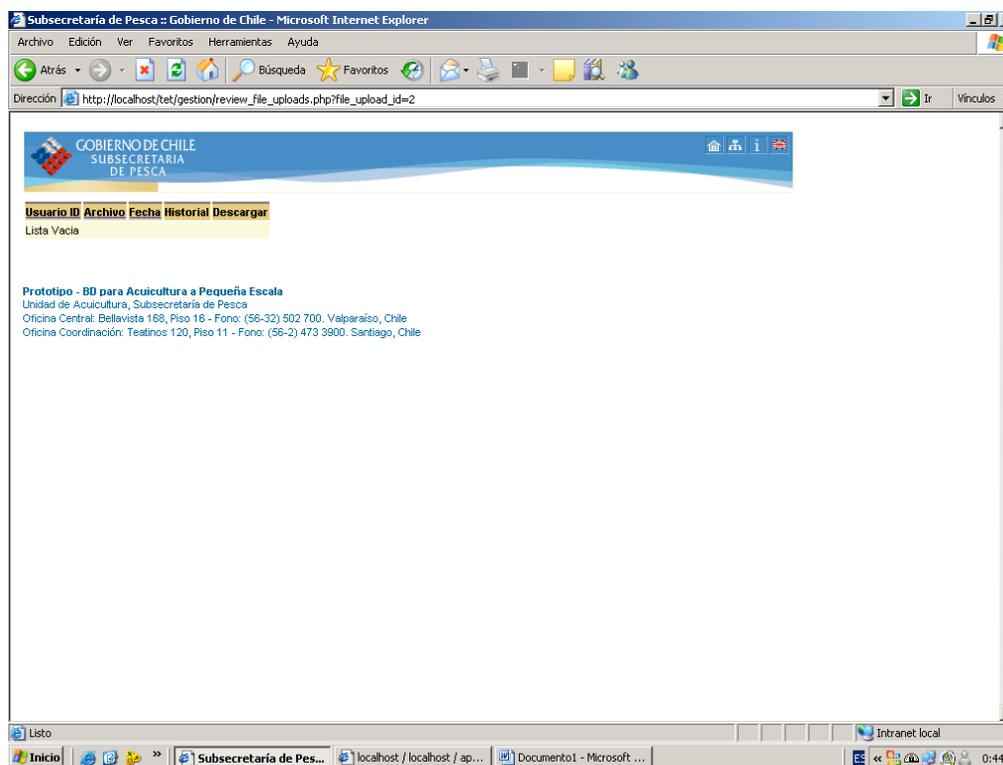


The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window displaying a web application for the Chilean Government, Subsecretaría de Pesca. The page title is 'Revisión de Archivos'. The form contains the following data:

CONSULTOR	2
NOMBRE DE ARCHIVO	DD Final.xls
PROCESO DE REGISTRO	INICIO DEL PROCESO DE CARGA DEL ARCHIVO DD Final.xls Recurso id: Tipo de archivo: 1 PROCESO DE CARGA TERMINADO EXITOSAMENTE
ESTADO	Aprobada
COMENTARIOS	revisada por sebastian arias

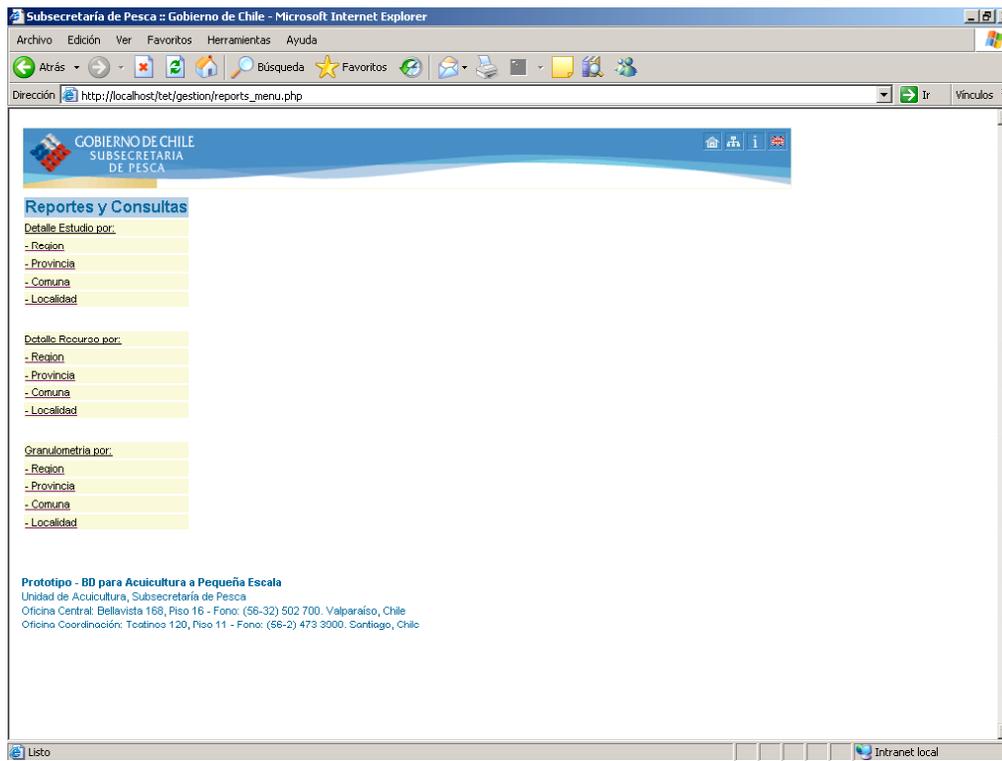
Buttons for 'Actualizar' and 'Cancelar' are visible below the form. At the bottom of the page, contact information for the 'Prototipo - BD para Acuicultura a Pequeña Escala' is provided.

Al momento de presionar “Actualizar” los datos del archivo se cargaran en la base de datos y si no ha habido ningún error, se eliminará el archivo de la lista principal.



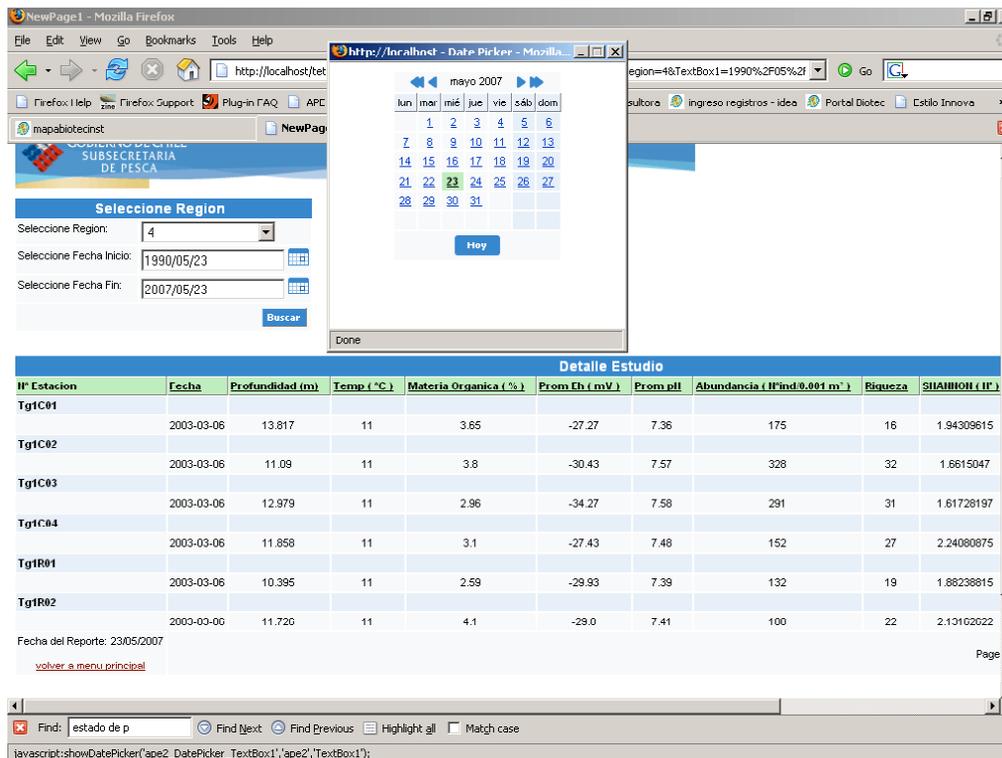
V.4.3.2.5. Reportes y Consultas (Módulo de Difusión)

Al presionar "Reportes y Consultas" del menú principal (ver punto V.4.3.2.3), la siguiente pantalla aparecerá. En ella aparecen los distintos tipos de reportes y consultas que se pueden realizar. Seleccione la que desee.

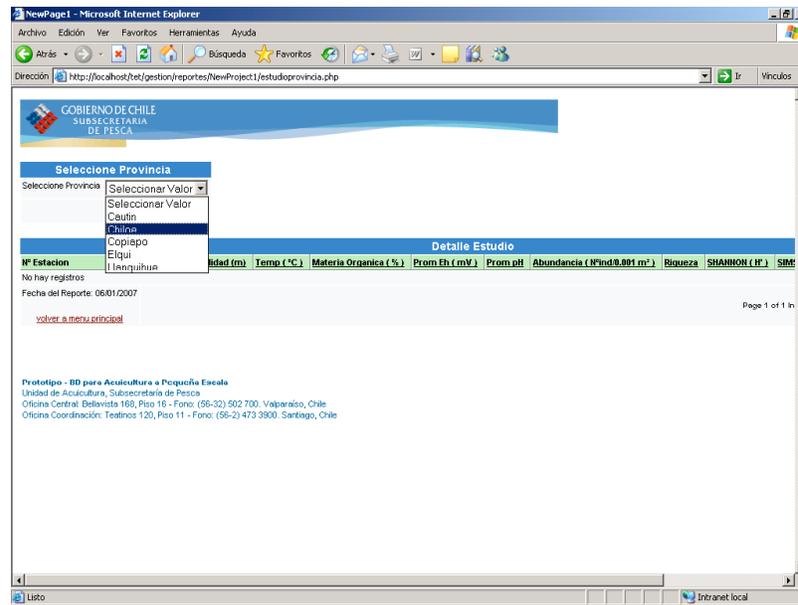
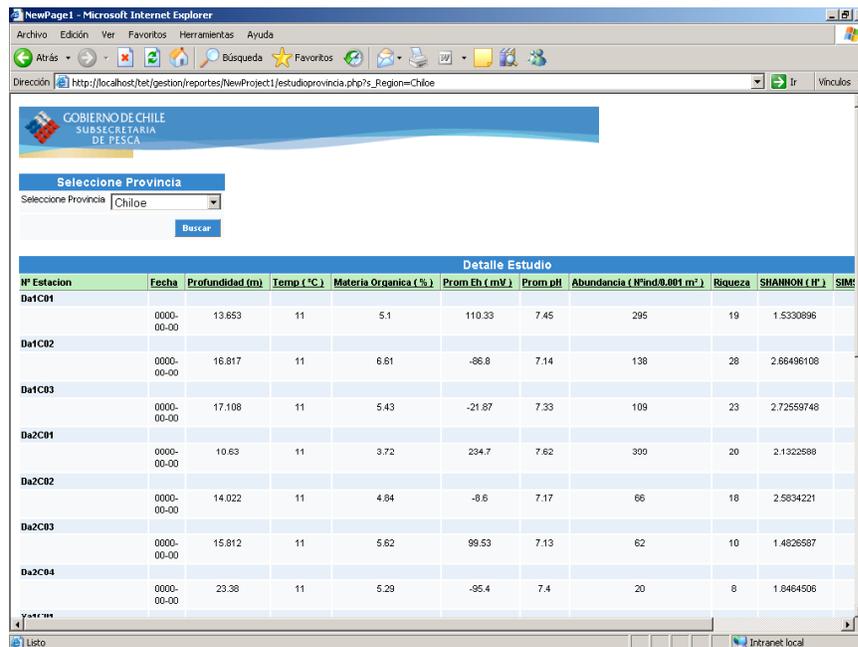


V.4.3.2.5.1. Detalle Estudio.

Si selecciona “Detalle Estudio por Región” aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la región que desea ser consultada, seleccione el rango de fechas que le interesa, y luego presione “Buscar”, para volver al menú principal presione “volver al menú principal”.



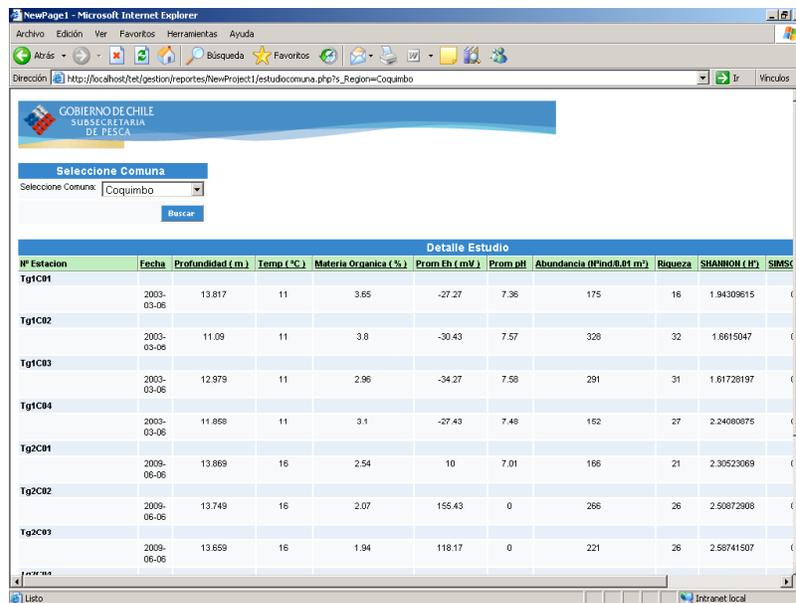
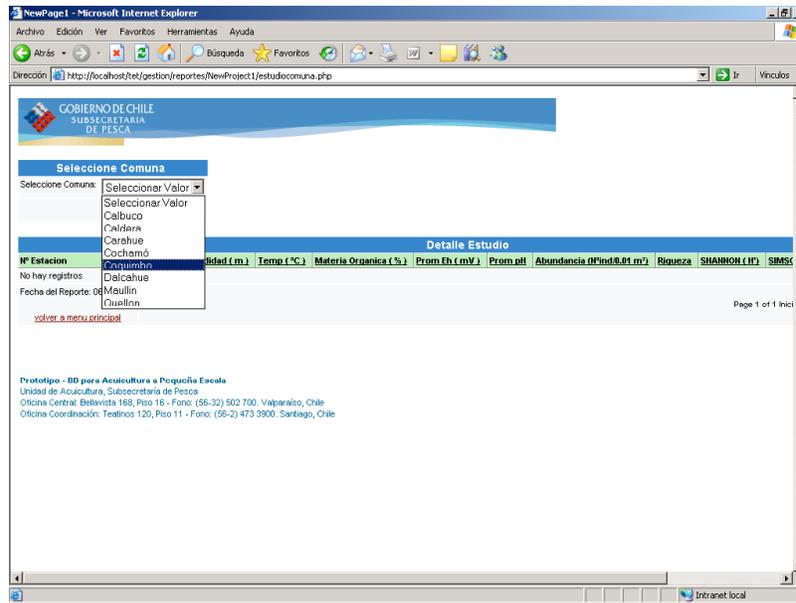
Si selecciona “Detalle Estudio por Provincia” aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la provincia que desea ser consultada, seleccione el rango de fechas de interés, y luego presione “Buscar”. para volver al menú principal presione “volver al menú principal”.

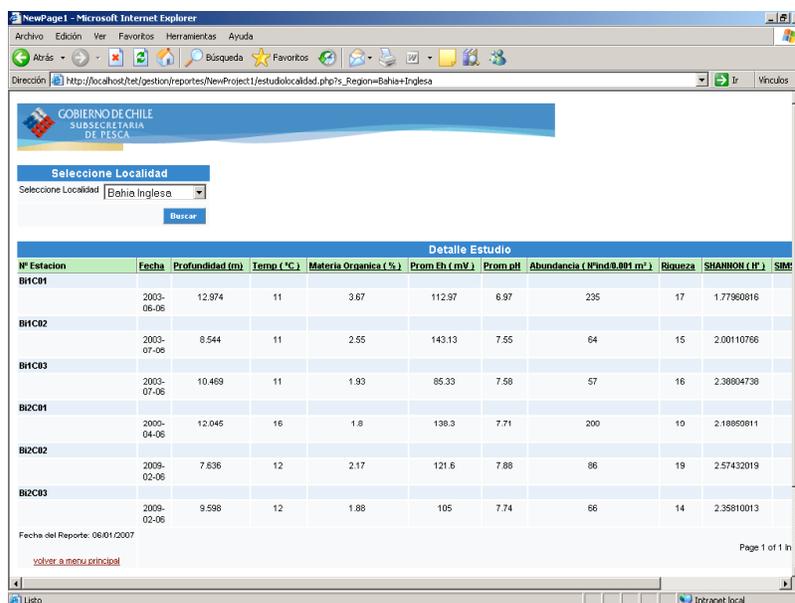
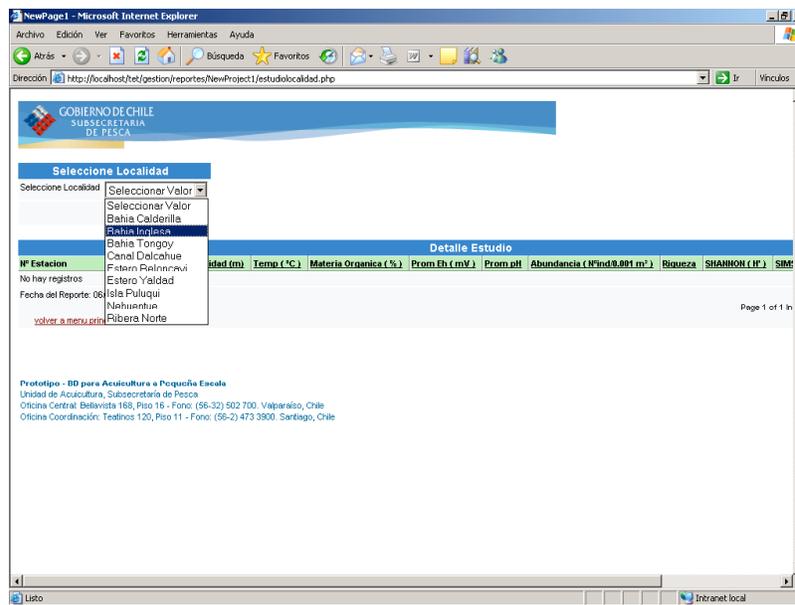
The screenshot shows the same web application interface, but now the 'Detalle Estudio' table is populated with data. The 'Selección Provincia' dropdown menu is set to 'Chiloe'. The table contains 12 rows of data, each representing a different station (Da1C01 to Da2C04) with various parameters recorded.

N° Estación	Fecha	Profundidad (m)	Temp (°C)	Materia Orgánica (%)	Prom Eh (mV)	Prom pH	Abundancia (N°Ind/0.001 m³)	Riqueza	SHANNON (H')	SIM
Da1C01	0000-00-00	13.653	11	5.1	110.33	7.45	295	19	1.5330896	
Da1C02	0000-00-00	16.817	11	6.61	-86.8	7.14	138	28	2.66496108	
Da1C03	0000-00-00	17.108	11	5.43	-21.87	7.33	109	23	2.72559748	
Da2C01	0000-00-00	10.63	11	3.72	294.7	7.62	300	20	2.1322588	
Da2C02	0000-00-00	14.022	11	4.84	-8.6	7.17	66	18	2.5834221	
Da2C03	0000-00-00	15.812	11	5.62	99.53	7.13	62	10	1.4826587	
Da2C04	0000-00-00	23.38	11	5.29	-85.4	7.4	20	8	1.8484506	

Si selecciona “Detalle Estudio por Comuna” aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la comuna que desea ser consultada, seleccione el rango de fechas de interés, y luego presione “Buscar” para volver al menú principal presione “volver al menú principal”.

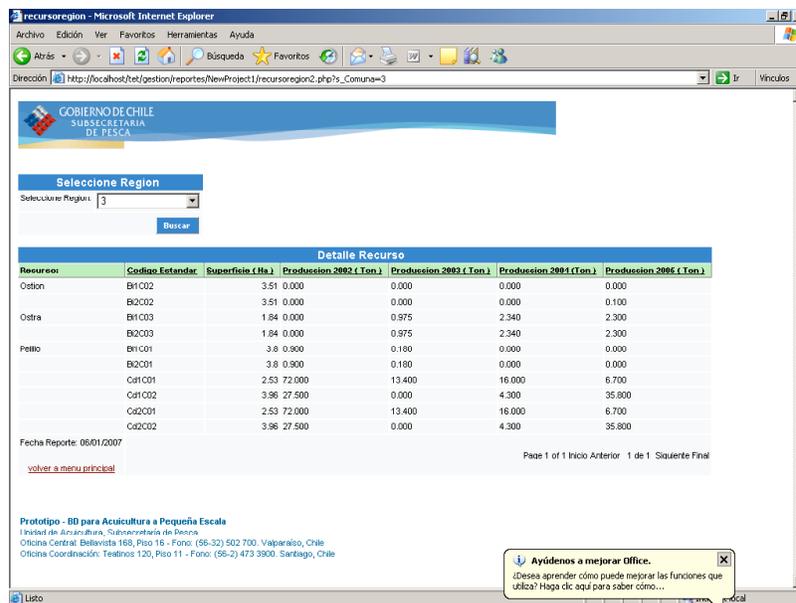
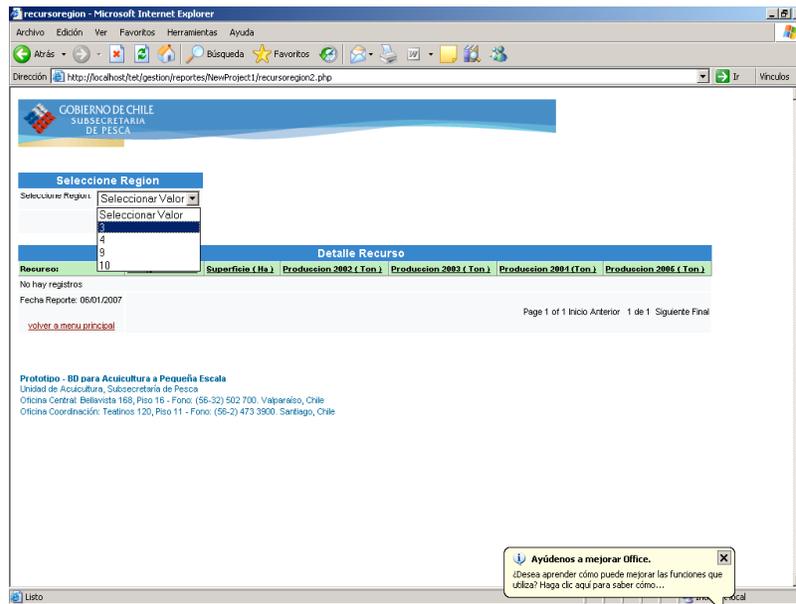


Si selecciona “Detalle Estudio por Localidad” aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la localidad que desea ser consultada y luego presione “Buscar”. para volver al menú principal presione “volver al menú principal”.

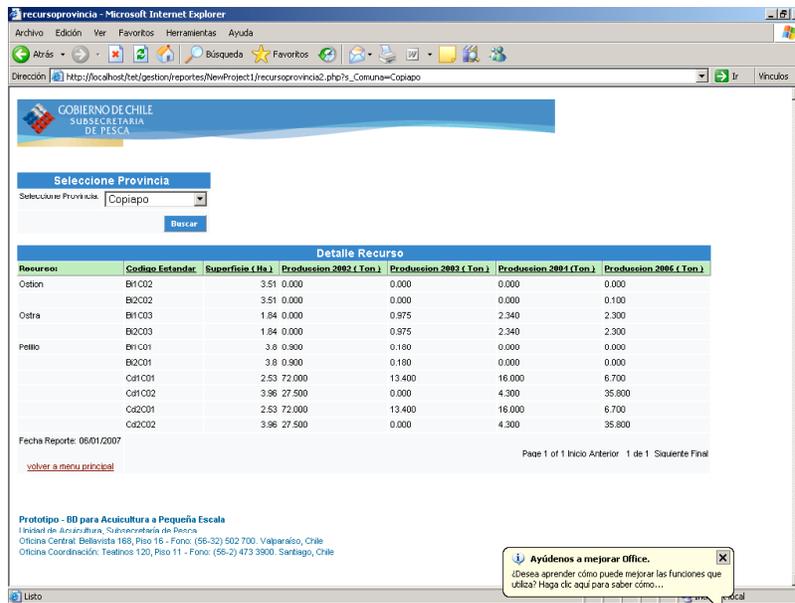
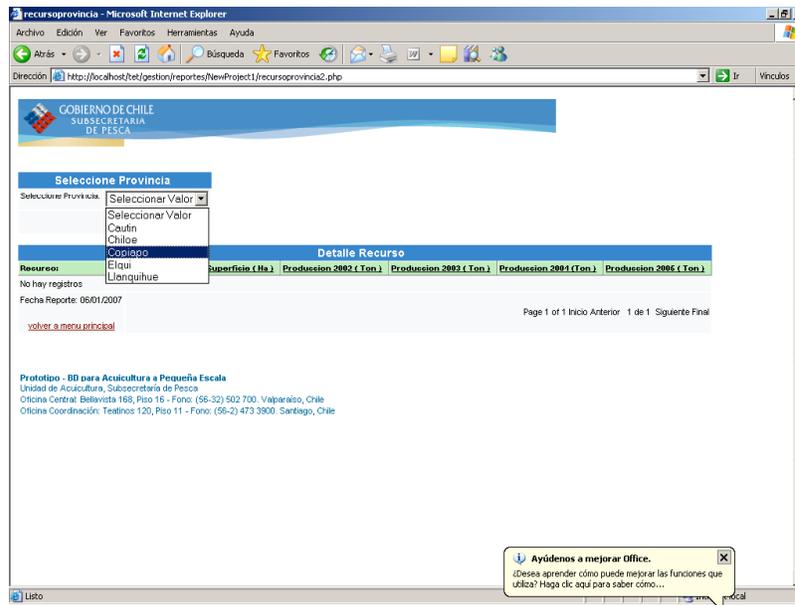


V.4.3.2.5.2. Detalle Recursos.

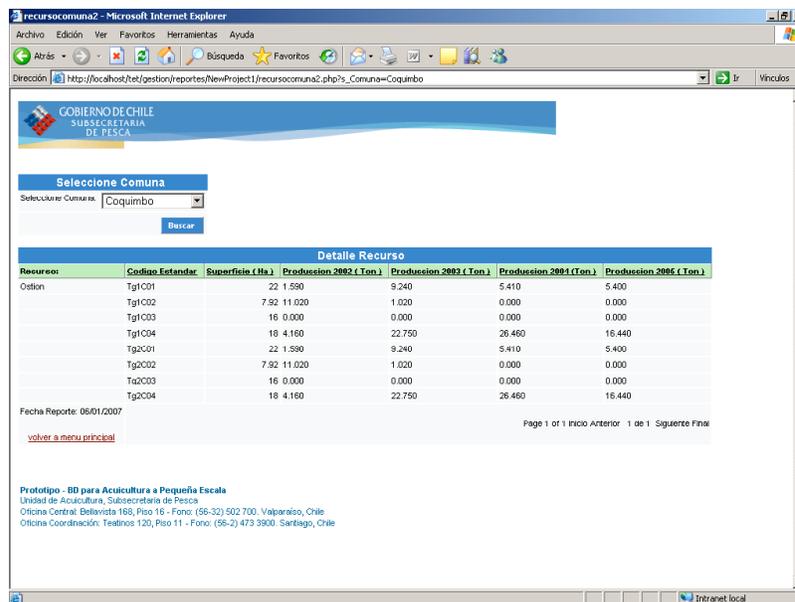
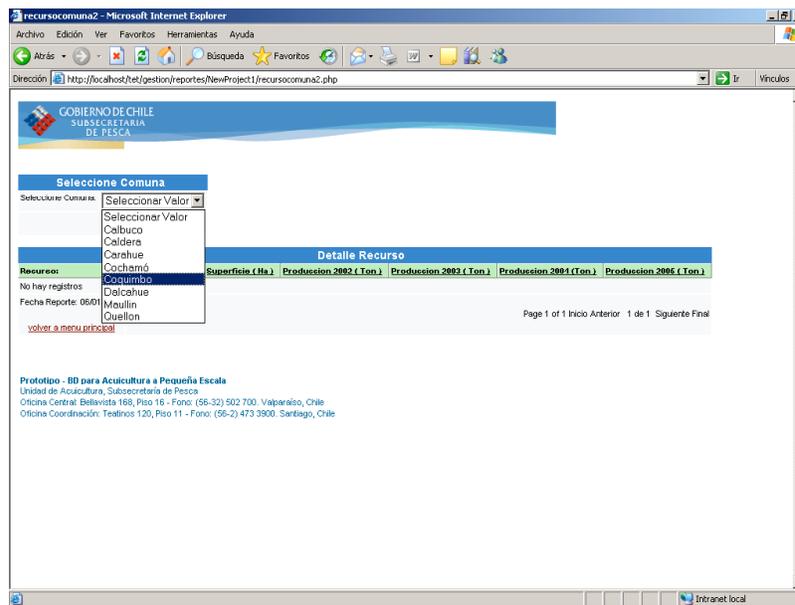
Si selecciona “Detalle Recurso por Región” aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la región que desea ser consultada y luego presione “Buscar”. para volver al menú principal presione “volver al menú principal”.



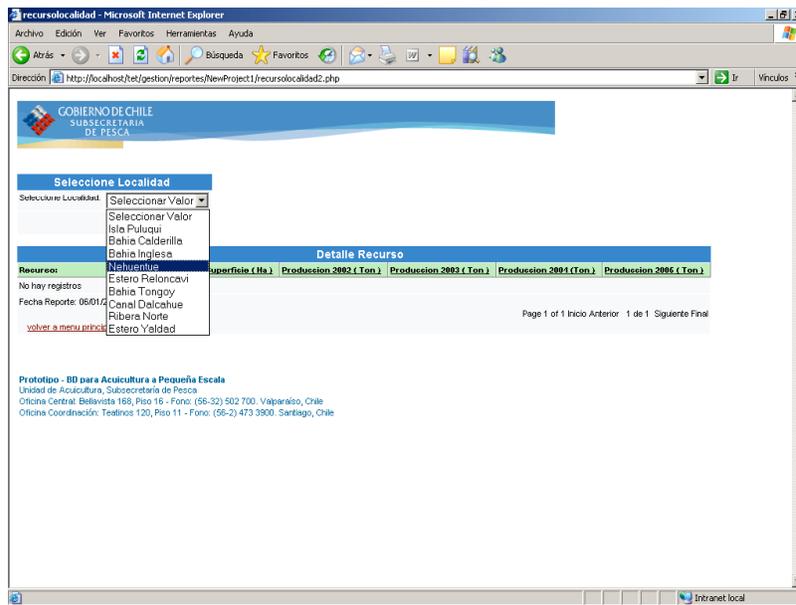
Si selecciona “Detalle Recurso por Provincia” aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la provincia que desea ser consultada y luego presione “Buscar”. para volver al menú principal presione “volver al menú principal”.



Si selecciona "Detalle Recurso por Comuna" aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la comuna que desea ser consultada y luego presione "Buscar". para volver al menú principal presione "volver al menú principal".



Si selecciona "Detalle Recurso por Localidad" aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la localidad que desea ser consultada y luego presione "Buscar". para volver al menú principal presione "volver al menú principal".



COBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCO

Selección Localidad

Selección Localidad: Selecciones Valor

- Selecciones Valor
- Isla Pullaqui
- Bahía Calderilla
- Bahía Inglesa

Detalle Recurso

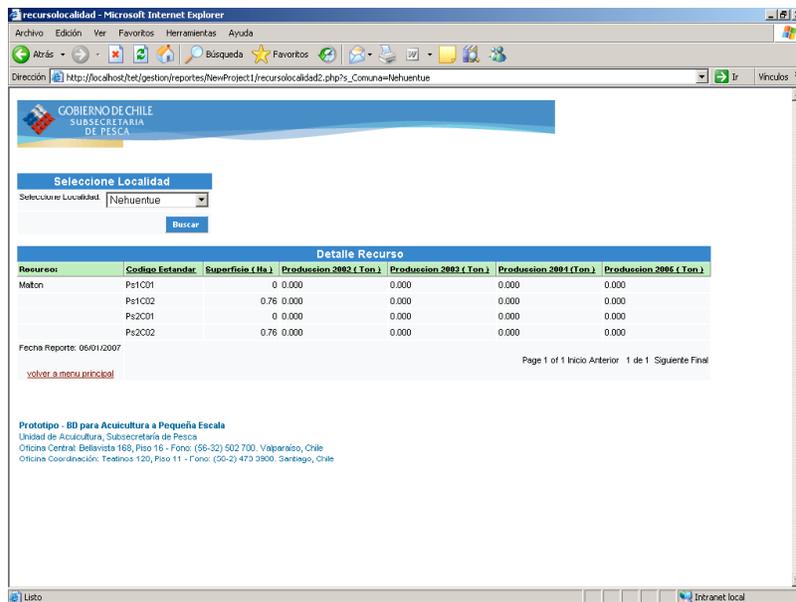
Recurso	Superficie (Ha.)	Producción 2002 (Ton.)	Producción 2003 (Ton.)	Producción 2004 (Ton.)	Producción 2005 (Ton.)
No hay registros					
Estero Feloncavi					
Bahía Tongoy					
Canal Dalcahue					
Ribera Norte					
Estero Yaldad					

Fecha Reporte: 06/01/2007

[volver al menú principal](#)

Page 1 of 1 Inicio Anterior 1 de 1 Siguiente Final

Prototipo - BD para Acuicultura a Pequeña Escala
Unidad de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca
Oficina Central: Bellavista 168, Piso 16 - Fono: (56-2) 502 700. Valparaíso, Chile
Oficina Coordinación: Testinos 120, Piso 11 - Fono: (56-2) 473 3900. Santiago, Chile



COBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCO

Selección Localidad

Selección Localidad: Selecciones Valor

Detalle Recurso

Recurso	Código Estandar	Superficie (Ha.)	Producción 2002 (Ton.)	Producción 2003 (Ton.)	Producción 2004 (Ton.)	Producción 2005 (Ton.)
Mañón	Ps1C01	0 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Ps1C02	0.76 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Ps2C01	0 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Ps2C02	0.76 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Fecha Reporte: 06/01/2007

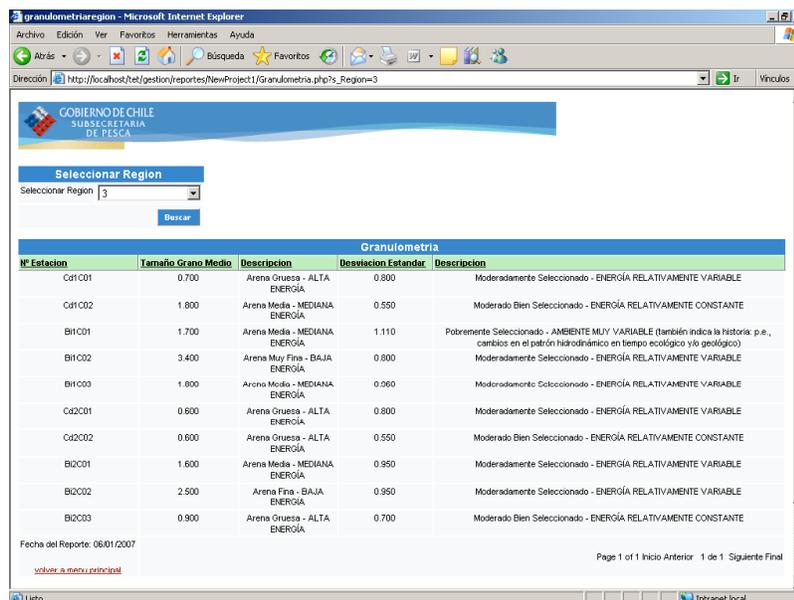
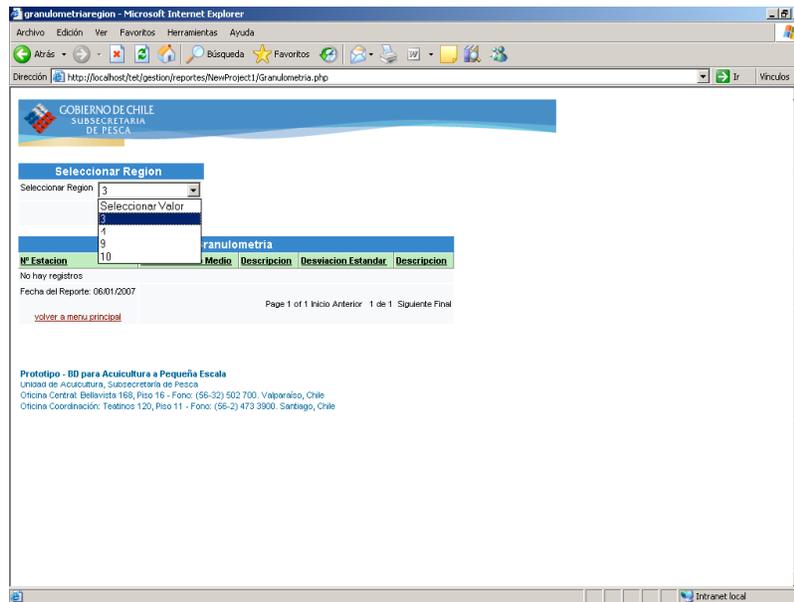
[volver al menú principal](#)

Page 1 of 1 Inicio Anterior 1 de 1 Siguiente Final

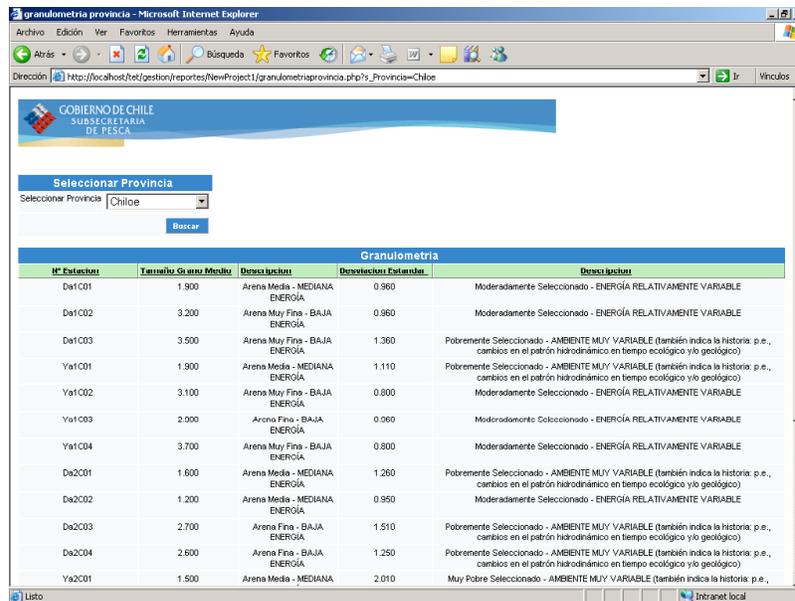
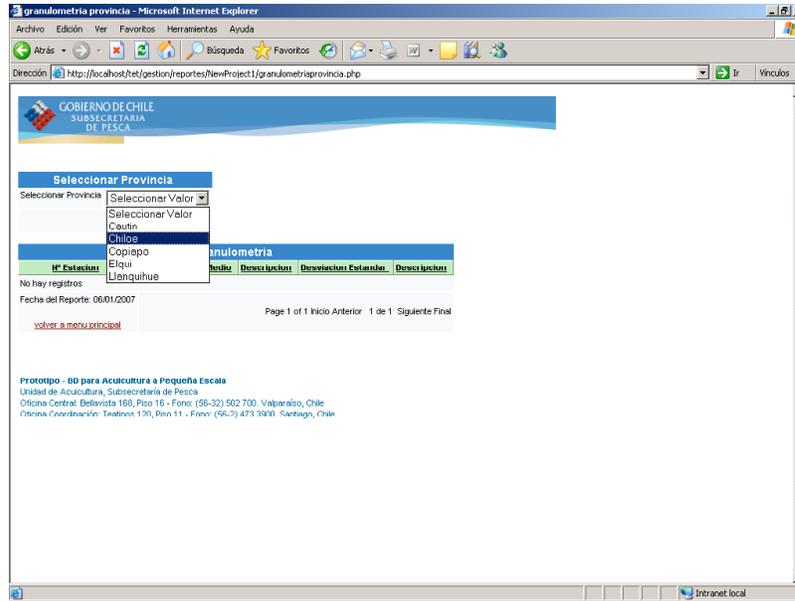
Prototipo - BD para Acuicultura a Pequeña Escala
Unidad de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca
Oficina Central: Bellavista 168, Piso 16 - Fono: (56-2) 502 700. Valparaíso, Chile
Oficina Coordinación: Testinos 120, Piso 11 - Fono: (56-2) 473 3900. Santiago, Chile

V.4.3.2.5.3. Granulometría.

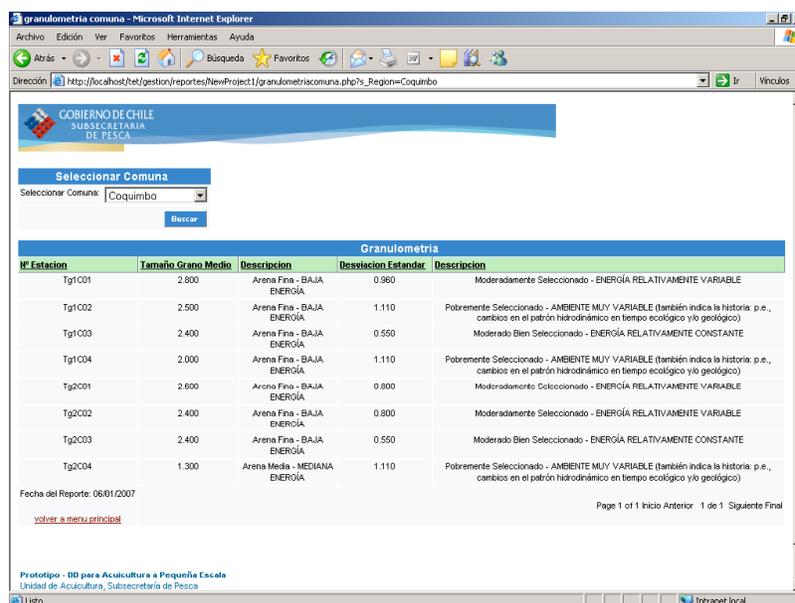
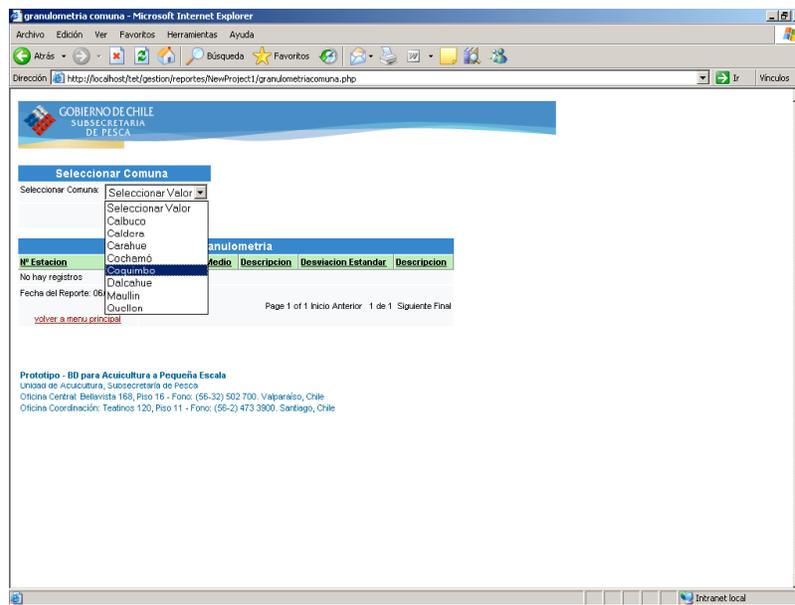
Si selecciona "Granulometría por Región" aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la región que desea ser consultada y luego presione "Buscar". para volver al menú principal presione "volver al menú principal".



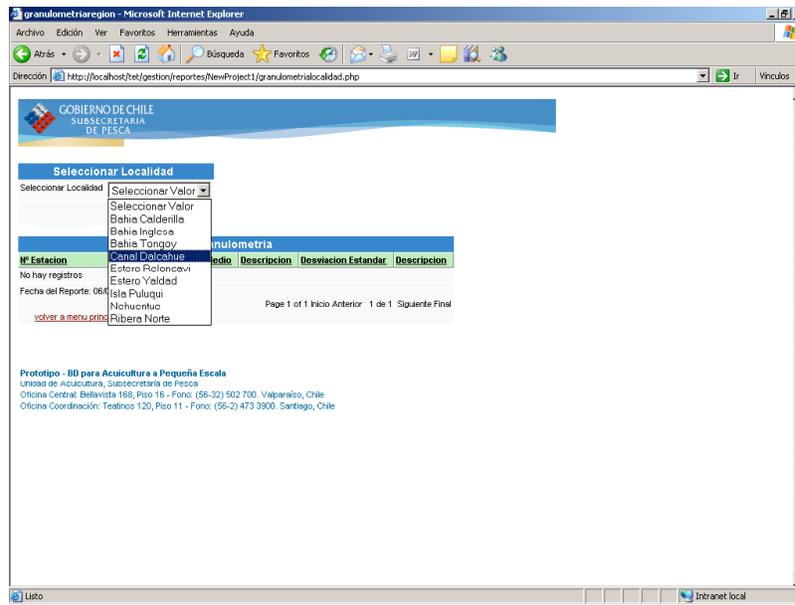
Si selecciona "Granulometría por Provincia" aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la provincia que desea ser consultada y luego presione "Buscar". para volver al menú principal presione "volver al menú principal".



Si selecciona "Granulometría por Comuna" aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la comuna que desea ser consultada y luego presione "Buscar". para volver al menú principal presione "volver al menú principal".



Si selecciona "Granulometría por Localidad" aparecerá la siguiente pantalla. Seleccione la localidad que desea ser consultada y luego presione "Buscar". para volver al menú principal presione "volver al menú principal".



COBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

Seleccionar Localidad

Seleccionar Localidad:

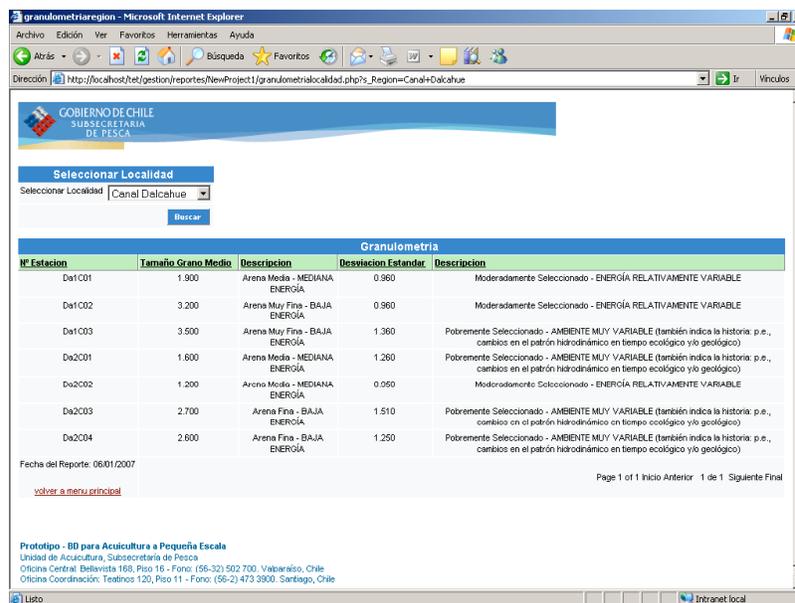
- Bahía Caldentle
- Bahía Inglesa
- Bahía Tongoy
- Granulometria**

Nº Estación	Tamaño Grano Medio	Descripcion	Desviacion Estandar	Descripcion
No hay registros				
Fecha del Reporte: 06/11/2007				

Page 1 of 1 Inicio Anterior 1 de 1 Siguiente Final

[volver a menu principal](#)

Prototipo - BD para Acuicultura a Pequeña Escala
Unidad de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca
Oficina Central: Bellavista 168, Piso 18 - Fono: (56-2) 502 700 - Valparaíso, Chile
Oficina Coordinación: Testinos 120, Piso 11 - Fono: (56-2) 473 3900 - Santiago, Chile



COBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

Seleccionar Localidad

Seleccionar Localidad:

Nº Estación	Granulometria			
	Tamaño Grano Medio	Descripcion	Desviacion Estandar	Descripcion
Da1C01	1.900	Arena Media - MEDIANA ENERGÍA	0.960	Moderadamente Seleccionado - ENERGÍA RELATIVAMENTE VARIABLE
Da1C02	3.200	Arena Muy Fina - BAJA ENERGÍA	0.960	Moderadamente Seleccionado - ENERGÍA RELATIVAMENTE VARIABLE
Da1C03	3.500	Arena Muy Fina - BAJA ENERGÍA	1.360	Pobremente Seleccionado - AMBIENTE MUY VARIABLE (también indica la historia: p.e., cambios en el patrón hidrodinámico en tiempo ecológico y/o geológico)
Da2C01	1.600	Arena Media - MEDIANA ENERGÍA	1.260	Pobremente Seleccionado - AMBIENTE MUY VARIABLE (también indica la historia: p.e., cambios en el patrón hidrodinámico en tiempo ecológico y/o geológico)
Da2C02	1.200	Arena Media - MEDIANA ENERGÍA	0.960	Moderadamente Seleccionado - ENERGÍA RELATIVAMENTE VARIABLE
Da2C03	2.700	Arena Fina - BAJA ENERGÍA	1.510	Pobremente Seleccionado - AMBIENTE MUY VARIABLE (también indica la historia: p.e., cambios en el patrón hidrodinámico en tiempo ecológico y/o geológico)
Da2C04	2.600	Arena Fina - BAJA ENERGÍA	1.260	Pobremente Seleccionado - AMBIENTE MUY VARIABLE (también indica la historia: p.e., cambios en el patrón hidrodinámico en tiempo ecológico y/o geológico)

Fecha del Reporte: 06/01/2007

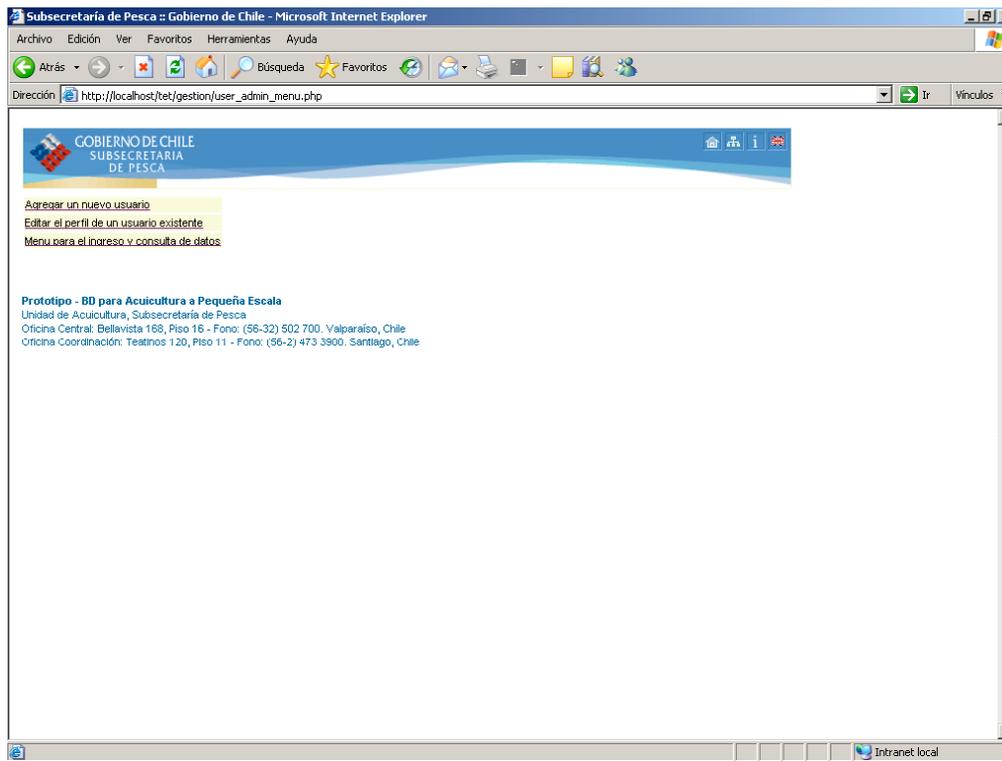
Page 1 of 1 Inicio Anterior 1 de 1 Siguiente Final

[volver a menu principal](#)

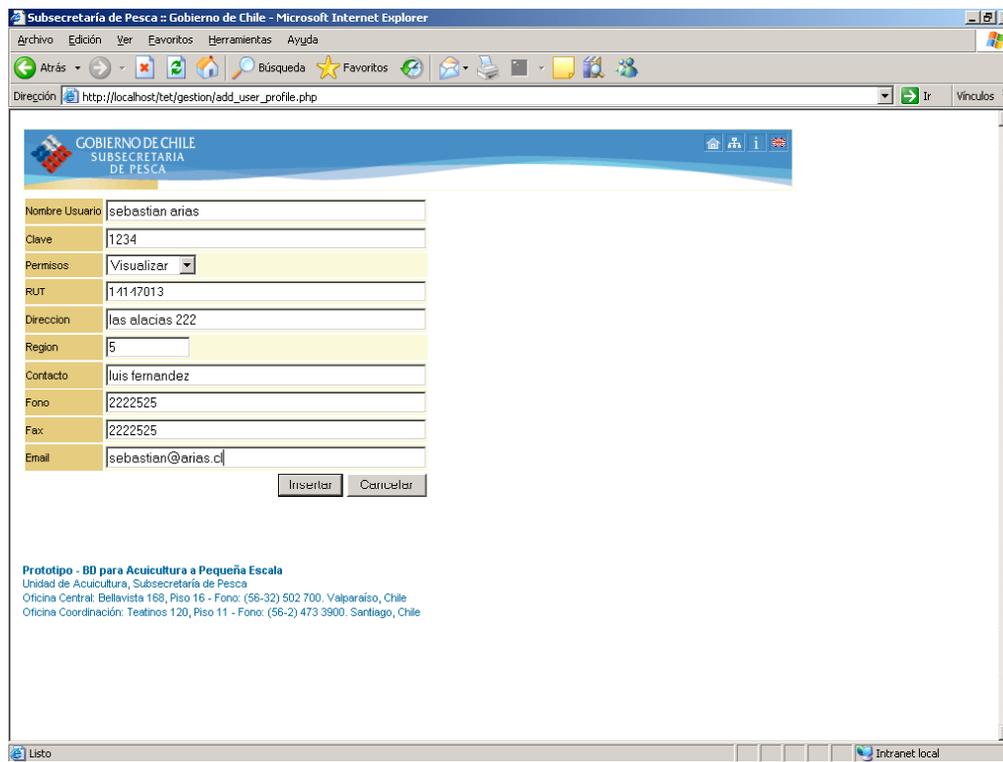
Prototipo - BD para Acuicultura a Pequeña Escala
Unidad de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca
Oficina Central: Bellavista 168, Piso 18 - Fono: (56-2) 502 700 - Valparaíso, Chile
Oficina Coordinación: Testinos 120, Piso 11 - Fono: (56-2) 473 3900 - Santiago, Chile

V.4.3.2.6. *Administrar los usuarios del sistema.*

Si selecciona "Administrar los usuarios del sistema" en el menú principal (ver punto V.4.3.2.3.), aparecerá la siguiente pantalla, aquí se puede modificar los datos de un usuario, buscar un usuario o ingresar un usuario. Seleccione la opción que usted desea.



Al seleccionar “Agregar nuevo usuario” la siguiente pantalla aparecerá. Inserte los datos correspondientes y presione “Insertar” si desea guardar los datos, o “Cancelar” si desea cancelar la operación.



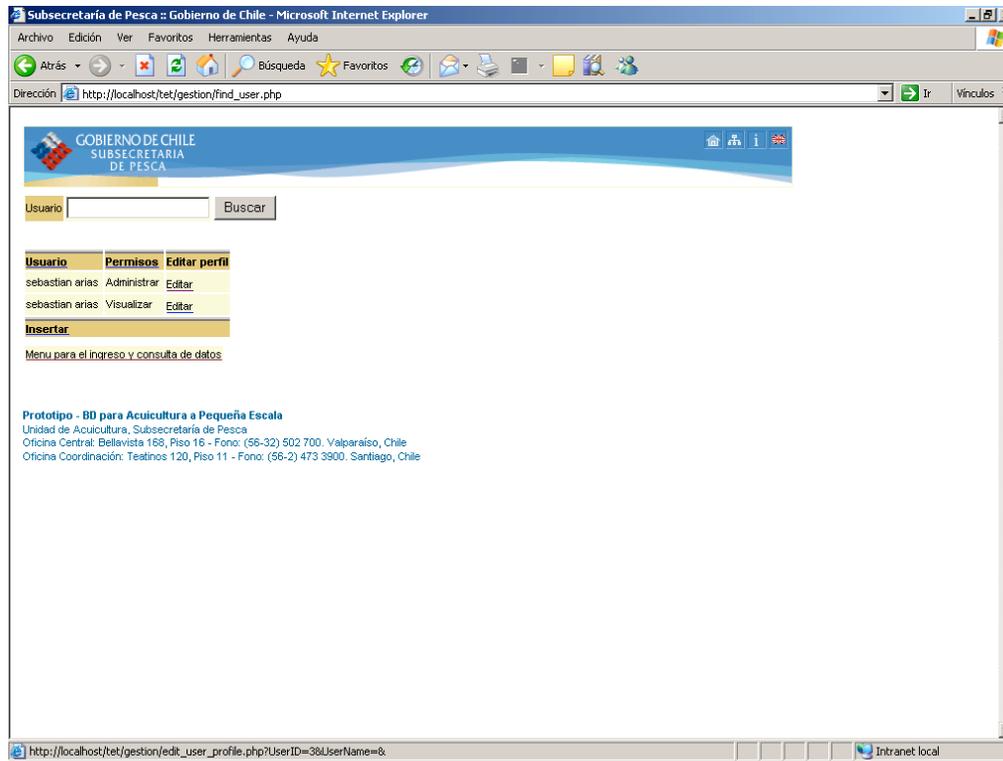
The screenshot shows a web browser window titled "Subsecretaría de Pesca :: Gobierno de Chile - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL "http://localhost/tet/gestion/add_user_profile.php". The page header includes the logo of the "GOBIERNO DE CHILE SUBSECRETARÍA DE PESCA". The main content area contains a form with the following fields:

Nombre Usuario	sebastian arias
Clave	1234
Permisos	Visualizar
RUT	14147013
Direccion	las alacias 222
Region	5
Contacto	luis fernandez
Fono	2222525
Fax	2222525
Email	sebastian@arias.cl

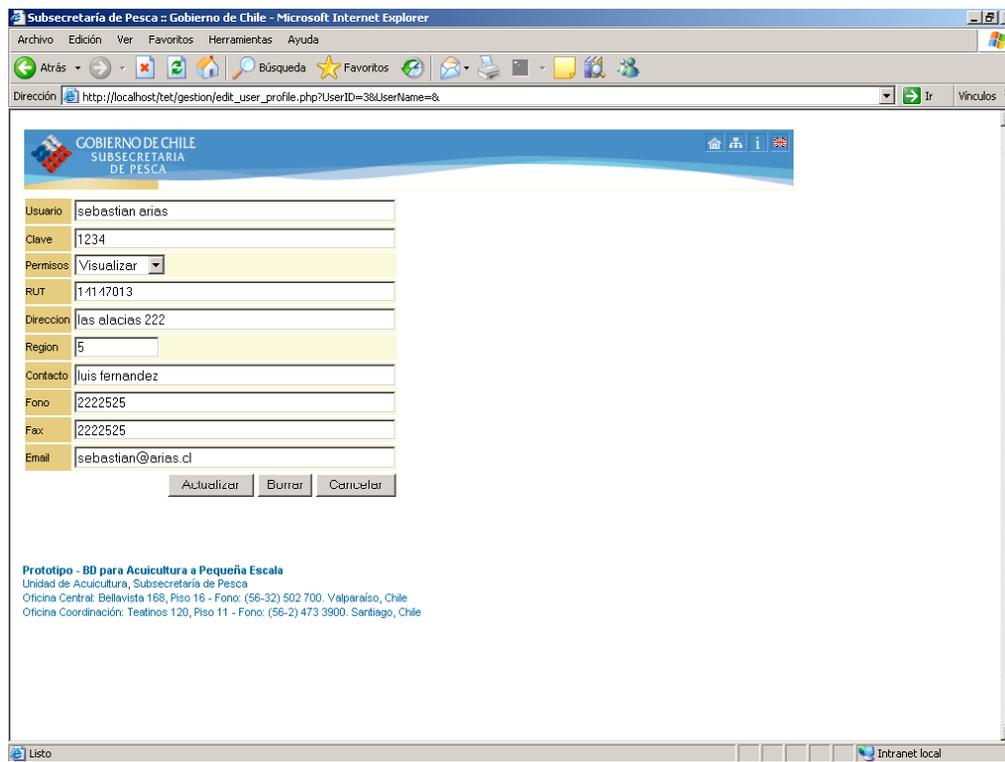
Below the form are two buttons: "Insertar" and "Cancelar". At the bottom of the page, there is a footer with the following text:

Prototipo - BD para Acuicultura a Pequeña Escala
Unidad de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca
Oficina Central: Bellavista 168, Piso 16 - Fono: (56-32) 502 700. Valparaíso, Chile
Oficina Coordinación: Teatinos 120, Piso 11 - Fono: (56-2) 473 3900. Santiago, Chile

Al seleccionar “Editar el perfil de un usuario existente” aparecerá la siguiente pantalla. Escoja el usuario que desea modificar, o búsquelo ingresando el nombre de usuario en la caja de texto y presione “buscar”



Aparecerá la siguiente pantalla, realice los cambios que desea hacer y presione “actualizar” para actualizar los datos existentes, “Borrar” para borrar el usuario o “Cancelar” para cancelar la operación.



The screenshot shows a web browser window titled "Subsecretaría de Pesca :: Gobierno de Chile - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL: `http://localhost/tet/gestion/edit_user_profile.php?UserID=38&UserName=&`. The page content includes a header for "GOBIERNO DE CHILE SUBSECRETARÍA DE PESCA" and a form with the following fields:

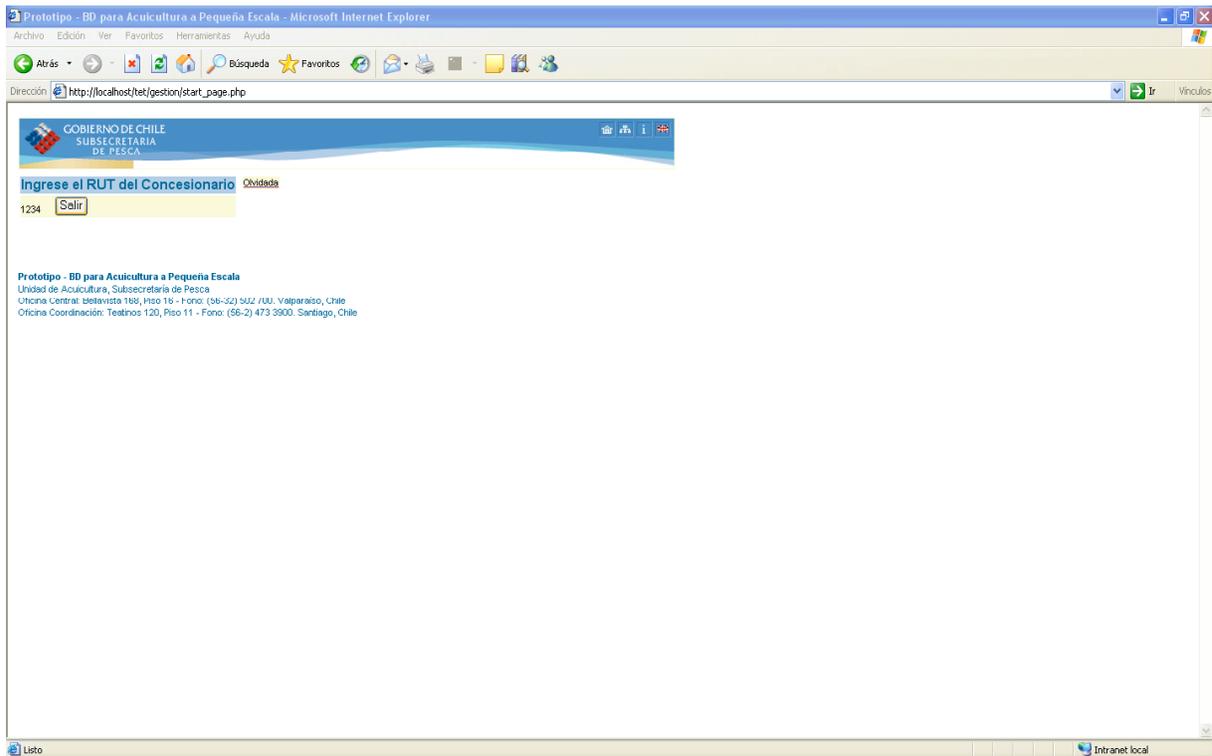
Usuario	sebastian arias
Clave	1234
Permisos	Visualizar
RUT	14147013
Dirección	las alacias 222
Region	5
Contacto	luis fernandez
Fono	2222525
Fax	2222525
Email	sebastian@arias.cl

Below the form are three buttons: "Actualizar", "Borrar", and "Cancelar". At the bottom of the page, there is a section titled "Prototipo - BD para Acuicultura a Pequeña Escala" with contact information for the Subsecretaría de Pesca.

Al seleccionar “Menú para el ingreso y consulta de datos”, aparecerá el menú principal.

V.4.3.2.7. Terminar la sesión.

Al Seleccionar “Terminar la sesión” del menú principal, aparecerá la siguiente pantalla. Presione “Salir” si desea salir del sistema, sino vuelva al menú principal a través de los iconos en la barra de navegación de la cabecera de la página.



V.4.3.2.8. Estructura del Archivo .XLS.

El archivo debe tener en la primera fila todos los nombres de los datos, escritos de la siguiente forma:

- Región
- Provincia
- Comuna

- Localidad
- Código Estandar
- Código Identificador Centro
- Ctrl_Ref
- Fecha
- lat_grado
- lat_min
- lat_seg
- lon_grado
- lon_min
- lon_seg
- Norte
- Este
- Titular
- RUT
- Area
- N° Res. SUBPESCA
- Fecha SUBPESCA
- N° Res. Marina
- Fecha Marina
- Recurso Principal
- Presicion GPS (m)
- Profundidad (m)
- Hora inicio
- Hora termino
- Asimetría
- Pendiente
- Temp. C
- Materia Organica

- Prom. Eh
- Desv. Est. Eh
- Prom. pH
- Desv. Est. pH
- N
- S
- SHANNON
- SIMPSON_1
- E1
- Tamaño Grano Medio
- Desv. Est. G¹⁸⁹.
- Prod 2002
- Prod 2003
- Prod 2004
- Prod 2005
- Color Agua
- Color Sed.
- Olor Sed.

Es necesario revisar bien que los nombre correspondan a los anteriormente descritos, y que sean idénticos en su ortografía (ver espacios en blanco, letras en mayúsculas, etc).

Desde la segunda fila del archivo colocar todos los datos correspondientes.

En la carpeta tet/ejemplo existe un archivo llamado bd ejemplo.xls que tiene la estructura correcta. Use ese archivo para registrar sus datos.

¹⁸⁹ *Sorting*

V.5. Manual de buenas prácticas ambientales

El manual de buenas prácticas fue concebido como una forma simple de transmitir a los productores APE cierta información y prácticas ambientales y sanitarias mínimas que les permitan mejorar el desarrollo de la actividad, así como elevar los niveles de cumplimiento de la normativa correspondiente. Abarca aspectos generales y específicos involucrados en el quehacer cotidiano de la acuicultura, los que son presentados en la forma de recomendaciones.

Lo que se presenta a continuación puede ser entregado en forma de cartilla o pauta para las buenas prácticas y la educación del subsector en estudio.

V.5.1. Aspectos generales

- Informarse de sus obligaciones ambientales y sanitarias (www.subpesca.cl).
- Comparta sus conocimientos con otros.
- Realice sus actividades de modo armónico con el entorno, tratando de no alterar de forma significativa el paisaje.
- Solicite capacitación a las instituciones pertinentes (municipios, Sernapesca, Subpesca, Conama, Armada).
- Mantenga la distancia correspondiente con otros centros de cultivo, según indica la norma.

V.5.2. Aspectos específicos

V.5.2.1. Sobre la generación y el manejo de residuos

- Reduzca al mínimo la generación de residuos.
- Reutilice y recicle la mayor cantidad de elementos que sea posible.
- Almacene, transporte y disponga los residuos de manera apropiada. No los bote al agua.
- No depositar restos de artes y aparejos en desuso en las orillas. Llevarlos a contenedores adecuados para su disposición.

- Recoja los desperdicios que encuentre en su jornada de trabajo y dispóngalos apropiadamente.
- Evite el vertido de combustibles y aceites a los cuerpos de agua.

V.5.2.2. Sobre las prácticas de cultivo

V.5.2.2.1. Moluscos

- Mantenga las artes de cultivo y sus equipos en buen estado de funcionamiento.
- Realice un buen mantenimiento de los botes y motores para evitar el exceso de consumo de combustibles y ruidos molestos.
- Si es posible, prefiera los motores a gas por sobre los que usan mezcla.
- Evite que las faenas de mantención y cosecha generen residuos orgánicos que vayan directamente a los cuerpos de agua.
- Recoja los desperdicios orgánicos y dispóngalos en contenedores sellados, impermeables y que no filtren.
- Mantenga los sistemas de cultivo libre de incrustantes siempre que sea posible.
- Mantenga en la unidad de cultivo un entorno de mayor calidad, para prevenir las enfermedades infecciosas.
- Prepare un plan de contingencia para el manejo y disposición de grandes mortalidades.
- Mantenga un sistema de registros para documentar las cosechas realizadas y hacer el seguimiento de los ejemplares hasta sus respectivos destinos.
- Evite la acción de ciertos depredadores (especialmente aves marinas) de forma pasiva.
- En tierra, mantenga el orden y la higiene de sus artes y equipos de trabajo.

V.5.2.2.2. Trucha arcoiris

- Estudiar previamente si la capacidad de agua limpia captada es compensada con la vertida y no representa una pérdida significativa para el equilibrio del medio natural.
- Planear los emplazamientos de las piscifactorías de forma que se conserven los cauces.
- Mantener vigilancia permanente sobre las tomas de agua para evitar taponamientos que bloquean el flujo de agua.

- Instalar sistemas de depuración de aguas residuales en las piscifactorías para evitar la contaminación de las aguas receptoras mediante un sistema de balsas de decantación o de lagunaje.
- Cada estanque deberá tener su propio juego de chinguillos y material de uso rutinario utilizado para la extracción de mortalidad y/o manejo de peces (baldes de desinfección, paletas, etc), para evitar posibles contaminaciones cruzadas.
- Los estanques para peces deberán mantenerse limpios para evitar la acumulación de materia orgánica, algas y residuos en general.
- Los estanques destinados a los reproductores y la zona destinada al desove deben estar aislados o separados del resto de las dependencias del centro y contar con filtro sanitario de uso obligatorio para el ingreso del personal.
- El filtro debe contar con un sistema de cambio de botas y lavado y desinfección de botas, lavamanos equipado con jabón desinfectante, toallas de un solo uso y pediluvio.
- Todo sistema utilizado para la extracción de mortalidad debe ser eficiente y seguro, procurando no alterar los peces en cultivo.
- Previo a la extracción de la mortalidad, es necesario que todo el equipo de trabajo, así como los materiales a utilizar se encuentren desinfectados.
- Mientras no se utilice el equipo empleado para la recolección de mortalidades, éste debe mantenerse siempre sumergido en una solución desinfectante. A fin de asegurar la capacidad de desinfección, la solución debe ser renovada a intervalos adecuados, debiendo existir un sistema de registros de dicha actividad

V.5.2.3. Sobre el uso de fármacos

- Evite su uso siempre que sea posible.
- Lea atentamente las instrucciones antes de utilizarlos.
- Si utiliza fármacos, que sea de acuerdo a la legislación vigente y de acuerdo a las recomendaciones y dosis del fabricante.
- No utilice fármacos no autorizados o de procedencia desconocida.
- Almacene los fármacos de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

V.6. Otras actividades complementarias del estudio

V.6.1. Actividades de difusión

Respecto de las reuniones de trabajo y difusión, estas se realizaron en el marco de las reuniones de la Subcomisión Nacional de Acuicultura, durante el año 2006, según se indica en el Anexo II.

V.6.2. Taller de especialistas y recomendaciones

Por otra parte, se realizó, el 16 de Marzo de 2007, en la ciudad de Puerto Montt, un taller con los especialistas invitados al estudio en el mes de Marzo de 2007. Esta fue anunciada con dos semanas de anticipación por Subpesca, y a ella asistieron las siguientes personas:

- Malú Zabando (Subpesca, Fondo de Investigación Pesquera)
- Sergio Mesa (Subpesca, Departamento de Acuicultura)
- Juan Antonio Manríquez (Subpesca, Departamento de Acuicultura)
- Roland Hager (Subpesca, Departamento de Acuicultura)
- Francisco Retamal (Servicio Nacional de Pesca)
- Ma. Verónica Guzmán (Servicio Nacional de Pesca)
- Carola Maturana (Gobernación Marítima de Puerto Montt)
- Eugenia Valdebenito (Gobernación Marítima de Castro)
- Sergio Contreras (Instituto de Fomento Pesquero)
- Gastón Vidal (Instituto de Fomento Pesquero)
- Javier Valencia (Fundación Chinquihue)
- Ivonne Lee (Universidad Santo Tomás, Sede Puerto Montt)

Las conclusiones señaladas por los diversos especialistas, en vistas a la próxima creación de un estatuto particular para el subsector y buscando viabilizar la actividad de éste, fueron:

V.6.2.1. Sobre la definición formal de la APE

- Definir claramente la APE de modo que dicha definición pueda hacerse operativa a partir de un estatuto particular. Si bien es cierto existen elementos para una definición amplia, esta necesita ser acotada y convenientemente explicitada.

- Para una definición apropiada de la APE es indispensable, además de considerar criterios respecto del tipo de recurso cultivado (especies nativas en su rango de distribución), la superficie concesionada y las producciones máximas estimadas, incorporar las características socioculturales de los diferentes grupos humanos vinculados a la actividad a lo largo del país, dado que entre ellos existen diferencias suficientes que requieren apoyos diferenciados en una serie de aspectos (capacitación, acceso al capital, organización).
- Sería recomendable diseñar un instrumento (del tipo ficha de evaluación) para identificar y categorizar a los diferentes tipos de pequeños acuicultores presentes en el país, permitiendo así establecer con mayor claridad cuáles son los tipos de ayuda más necesarios para cada uno.

V.6.2.2. Sobre las exigencias ambientales y sanitarias para la APE

- Si bien es cierto la APE debe cumplir con los requisitos ambientales y sanitarios que existen para el sector, actualmente estos se presentan como una barrera de entrada y de permanencia en la actividad dados los elevados costos que representan para los cultivadores. Sin embargo, una forma de viabilizar el cumplimiento de ambos requerimientos de manera razonable y alcanzable, podría ser la realización de muestreos asociativos entre pequeños productores que compartan cuerpos de agua o zonas epidemiológicas o ambientales que pudieran ser abordadas conjuntamente.
- Sería recomendable fomentar la asociatividad y fortalecer la organización entre pequeños cultivadores como una forma de viabilizar el cumplimiento de sus obligaciones sanitarias y ambientales.

V.6.2.3. Sobre el papel del Estado y las instituciones públicas

- Se debe agilizar la elaboración y la discusión del estatuto para la acuicultura de pequeña escala.
- Se requiere crear y fortalecer un vínculo de entendimiento para el cumplimiento de las medidas administrativas que conlleva la acuicultura, orientado al sector de pequeña escala; atendiendo la brecha socio-cultural del sector, brindando capacitación y asistencia técnica oportuna y de calidad.
- El Estado debe asumir mayor protagonismo en la promoción, mantención y proyección de la acuicultura de pequeña escala, considerando sus políticas de fomento a las PYMES y como una medida acertada en términos geopolíticos, económicos, sociales, ambientales y sanitarios.
- Se debe propiciar la generación de líneas crediticias con participación del Estado para la APE (similar a lo que realiza INDAP en la pequeña agricultura).

V.6.3. Taller de capacitación para uso de base de datos APE

El 16 de Mayo de 2007, en oficinas de Subpesca, se realizó un taller de capacitación para el uso de la base de datos prototipo desarrollada en el marco del proyecto. Asistieron los siguientes funcionarios de Subpesca:

- Sergio Mesa
- Juan Antonio Manríquez
- Carla Baeza
- Julieta Muñoz
- María Belén Ibáñez
- Vicente Valenzuela

V.6.4. Registro fotográfico

Se elaboró un registro fotográfico con registros de las campañas de terreno, que se entrega junto a este informe.

VI. Discusión general

A nivel mundial, los diagnósticos y desafíos de la APE presentan elementos comunes, tanto en las interrogantes como en las respuestas; y los desafíos que la realidad socio ambiental en Chile presenta, no son extraños en las experiencias comparadas. Por el contrario, siempre el reto sustantivo es encontrar el punto de equilibrio entre el desarrollo económico y social, con la protección ambiental; tanto de los ecosistemas como de las especies hidrobiológicas que en ellos se desarrollan. En otras palabras, el desafío sigue siendo la sustentabilidad y su permanencia en el tiempo.

A partir de los resultados de la caracterización ambiental de 9 zonas geográficas^{190, 191}, hecha de acuerdo a un conjunto de parámetros y variables contemplados en las regulaciones vigentes¹⁹², se observó que la situación varía, a lo largo del país, entre y dentro de localidades; así como entre la época de mayor biomasa (verano) y la de menor biomasa (invierno).

Las variaciones y diferencias observadas se registran en materia orgánica, Eh (potencial redox), granulometría y macrofauna, pudiéndose discriminar situaciones particulares a nivel de localidad, en algunos casos.

Por otro lado, y en una escala geográfica mayor, los resultados obtenidos a partir de los análisis realizados muestran diferencias suficientes para poder discriminar un sistema centro-norte (III^a y IV^a regiones) de uno sureño (X^a región); dentro del cual es posible reconocer unidades discretas y diferentes.

¹⁹⁰ Ba. Calderilla, Ba. Inglesa, Ba. Tongoy, Nehuentué, Cochamó, Ia. Puluqui, Río Maullín, Canal Dalcahue y Estero Yaldad.

¹⁹¹ Proyecto FIP 2005-15

¹⁹² Profundidad, Materia orgánica, pH, potencial redox (Eh), granulometría, macrofauna bentónica. De acuerdo a Resolución 404/2003.

Una parte importante de las diferencias y similitudes encontradas, tiene relación con las características geográficas particulares¹⁹³ y resulta un criterio útil para acotar unidades de trabajo y/o gestión. El apoyo del sistema de información geográfico (SIG) en esta materia resulta fundamental, dado que a partir de la representación espacial de diferentes variables de información se pueden reconocer y delimitar zonas o distritos acuícolas con mejor definición¹⁹⁴ (unidades geográficas acotadas).

En el sistema sureño, Xª Región, las complejidades son mayores; particularmente por la heterogeneidad espacial de la geografía, las características de la producción, de uso del borde costero y de grupo humano que interactúa en él. No obstante, el sistema sureño se diferencia fuertemente del centro-norte, por los aportes terrígenos de materia orgánica, que hacen que los sedimentos mantengan porcentajes de ésta y niveles de anoxia, difícilmente atribuibles a la actividad acuícola¹⁹⁵. Dicho de otro modo, existen lugares en que la anoxia de los sedimentos ocurre (o podría ocurrir) en forma natural. Esta situación tiene un potencial de conflicto cuando es puesta en situación de ser discriminada de acuerdo a la normativa vigente para fines de operación de un cultivo¹⁹⁶. En cuanto a sus características y dinámicas hidrográficas, las bahías de la IIIª y IVª regiones resultan comparativamente más simples en su circulación y con mayor capacidad de transporte y dispersión de la materia orgánica presente en esos lugares, en comparación a la situación de la Xª región y sus unidades particulares.

En términos globales, las diferencias estacionales observadas son siempre más marcadas en el sur, en comparación con el norte¹⁹⁷.

¹⁹³ El efecto de la geografía en el comportamiento encontrado es una situación que también es recogida en el documento Subpesca 2005. Diagnóstico de la acuicultura chilena en función de los estándares establecidos en el RAMA.

¹⁹⁴ Silva, Olivari y Yany, 1999.

¹⁹⁵ Al menos en términos generales, como se verá más adelante.

¹⁹⁶ Según como se expresan formalmente en el RAMA y su Resolución acompañante.

¹⁹⁷ Los resultados obtenidos y su interpretación tienen un sustento estadístico bastante contundente. FIP 2005-15.

En el contexto de las regulaciones vigentes y de los criterios que dan fundamento a las exigencias ambientales existentes, surgen algunas dudas razonables cuando se considera el asunto del criterio de calidad ambiental y su forma de satisfacción metodológica, formal y de sentido ambiental, cuando llega el momento de decidir administrativamente si un lugar es apto para el desarrollo de actividades acuícolas o si un centro puede o debe seguir operando. Al respecto parece apropiado revisar en profundidad el sentido y uso que tienen los actuales requerimientos ambientales. Complementariamente a esto, es necesario contar con criterios de interpretación y evaluación claros por parte de la autoridad, y conocidos por todos los interesados, para la toma de decisiones que afecta directamente a los productores. La carencia de tales criterios deja un amplio margen a la discrecionalidad y, eventualmente, a la toma de decisiones poco afortunadas sin una base clara y argumentada.

Por otra parte y en similar contexto, surge de modo natural la necesidad de incorporar criterios de tipo geográficos, ya sea para tomar en cuenta la conformación de escenarios naturales o la concurrencia efectiva de productores en determinados lugares, de manera de realizar una mejor gestión en términos de costo/efectividad a partir de las exigencias ambientales existentes y vigentes, sin perder oportunidad ni calidad en la entrega de información. La existencia de criterios de zonificación ya está presente en el Reglamento Sanitario y el de Plagas. Podría incorporarse algo similar en el RAMA.

VI.1. Impactos ambientales y sanitarios de la APE: fiscalización, control y sanción.

Sólo considerando la contribución relativa que hace la APE a la acuicultura nacional¹⁹⁸ se podría asumir razonablemente que su impacto global no es significativo. El cultivo de choritos que es el de mayor contribución a la acuicultura nacional, lo hace en un 1,87%. Sin embargo, cuando se considera el contexto geográfico donde se realizan los cultivos, los impactos pueden llegar a ser

¹⁹⁸ Ventas por US\$ 7 millones en una acuicultura de US\$ 1.800 millones .

significativos en función de las interacciones entre la superficie concesionada, las producciones alcanzadas, las prácticas de cultivo realizadas y las características hidrodinámicas del sector¹⁹⁹.

Los aportes de materia orgánica de la APE, dependiendo de las circunstancias anteriores, podrían alcanzar niveles significativos si se considera la producción de un conjunto numeroso de pequeños cultivadores en un lugar con condiciones de baja circulación y transporte, además de aportes terrígenos, como por ejemplo el Estero Yaldad. En ese sentido, el impacto ambiental real de la APE depende fuertemente de su contexto espacial particular, atendidos sus volúmenes de participación en la actividad en general. Eso debe ser considerado al momento de evaluar el comportamiento o resultado ambiental en un lugar determinado, en relación a la APE y sus efectos/impactos en el medio donde desarrollan la actividad.

De acuerdo a lo anterior, nuevamente toma sentido la definición de unidades geográficas acotadas para fines de administración y resolución de conflictos particulares.

Sin perjuicio de lo dicho, los resultados de la evaluación ambiental de las etapas de cultivo de la APE, indican que sus impactos en el medio son mayoritariamente compatibles y, en algunos casos, moderados: lo cual no indica perturbaciones mayores pero tampoco dice nada de las sinergias que puedan producirse en un contexto donde concurren otros productores acuícolas de diferente escala y especies (salmónidos) ni tampoco de los potenciales encadenamientos negativos con otras situaciones y usos del borde costero, en las diferentes localidades donde se realiza esta actividad. Al respecto, una evaluación ambiental estratégica, a nivel de territorio o unidad geográfica acotada, parece pertinente para establecer las medidas de mitigación más idóneas y eficaces.

En lo sanitario, el Reglamento Sanitario de la Acuicultura (D.S. 309/2001) y sus programas sanitarios generales y específicos conforman una completa, y compleja, batería de instrumentos complementarios para evitar, controlar y erradicar enfermedades de alto riesgo. En el mismo tenor,

¹⁹⁹ Como el caso de Yaldad, donde la concurrencia es mayoritariamente de cultivadores pequeños y han tenido situaciones de manejo ambiental complicadas, a partir de un episodio de floración algal nociva (FAN) en el año 2000 y el manejo realizado de la producción que estaba en condiciones de venta.

el Reglamento de Plagas (D.S. 345/2005) hace lo suyo para aquellas especies que constituyan plagas hidrobiológicas.

Ambos reglamentos tienen incorporados los criterios de zonificación como una herramienta de gestión para los distintos, y complementarios, ámbitos para los que fueron formulados. No obstante, en el caso del D.S. 319/2001, también existe la obligación de realizar los análisis correspondientes centro a centro. Al respecto, ambos reglamentos, particularmente el sanitario por tener más tiempo de existencia y haber desarrollado un mayor número de programas en aplicación, se encuentran mejor integrados y poseen criterios más claros que en lo ambiental²⁰⁰.

Sin embargo, en cuanto a la presencia de enfermedades de alto riesgo (EAR) contemplada en las Listas 1 y 2, de revisión y publicación periódica según establece la legislación, cabe hacer el comentario que el reglamento habla de especies susceptibles para las enfermedades listadas, pero esas especies no están explicitadas en ninguna parte y las listas mencionadas hacen referencia a los agentes causales de enfermedades.

El anexo de dicho reglamento establece la obligatoriedad de realizar Programas de Vigilancia Activa para EAR, sólo para las ostras y los abalones. En el caso del primer recurso, en las zonas de estudio, este se realizaba nominalmente en cuanto existían concesiones autorizadas para ello, pero en la práctica el cultivo no se desarrollaba. Por otro lado, si bien se trata de una especie nominalmente cultivada a pequeña escala, no corresponde a una especie nativa en su rango de distribución geográfico, que es un requisito para calificar como APE, hasta donde esa definición se ha consensuado. En cuanto a los abalones, éstos no corresponden a especies cultivadas por la APE. En forma precautoria, este programa se realiza para ostiones en la tercera y cuarta regiones. Respecto a mitílicos, no existe obligación, pero la necesidad surge como condición de certificación para ser acreditada en los mercados extranjeros, y desde ese punto de vista se vuelve una suerte de imperativo, puesto que aquellos centros que no cuentan con certificación sanitaria ven castigado

²⁰⁰ En el caso de las floraciones algales nocivas, por ejemplo, existen criterios claros de concentración de sustancias tóxicas en mitílicos (80 ug/mg), que permiten discriminar cuando un brote ha cesado y es posible comercializar los cultivos de una zona particular.

el precio de sus cosechas. Es razonable pensar que con el fuerte auge de la mitilicultura y el copiamiento de zonas de cultivo, estos programas sean cada vez más obligatorios para este tipo de cultivo.

VI.2. Impactos ambientales y sanitarios de la APE: gestión y asociatividad

En el caso de contar con definiciones de unidades geográficas discretas²⁰¹ con dinámicas propias, en algunas de las cuales concurren diferentes escalas y tipo de productores, el manejo y mantención de las condiciones ambientales apropiadas podría canalizarse impulsando y facilitando la articulación de redes de actores relevantes, entre quienes en la práctica comparten riesgos, situaciones ambientales y sanitarias. Del mismo modo debieran compartir la preocupación útil por el estado y susceptibilidad ambiental y sanitario general del lugar donde realizan sus operaciones. Mantener la calidad ambiental y sanitaria en condiciones de operación sin restricciones por parte de la autoridad es el beneficio común.

En un lugar donde coexistan diferentes escalas y tipos de producción, pensando en Eh como descriptor inicial de sedimentos y criterio de calidad ambiental de acuerdo al RAMA, este indicador, como requerimiento ambiental mínimo, sigue siendo pertinente y sencillo de satisfacer para todos. Por el lado de los costos involucrados en registrar la información y los beneficios comunes de mantener la calidad ambiental integral de sus zonas de producción, se podría fomentar y facilitar la coordinación y la asociatividad de pequeños productores, como primer paso para lograr el objetivo ambiental de protección y de cumplimiento de requerimientos²⁰², a través de planes de monitoreo conjunto, que permitan informar de modo oportuno, veraz, integrado y a un bajo costo, cual es la situación general de un área.

²⁰¹ Bahías, esteros, fiordos, deltas de ríos.

²⁰² Pertinentes, claros y alcanzables.

La construcción de perfiles y contornos de Eh, con un costo bajo y una periodicidad de registro alta, ha mostrado ser una herramienta útil para conocer la situación de los sedimentos marinos²⁰³. Quizá es algo que debe evaluarse para ser aplicado de manera conjunta por grupos de productores APE.

Tanto aquellos titulares que deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental como aquellos que no, debieran entregar registros de Eh como información de línea base mínima y pertinente.

Además, para la APE en particular, la manera de informar debe ser accesible económicamente, directa y sencilla en su manera de registrar.

Utilizar Eh como variable básico a informar ambientalmente, en comparación a los actuales requisitos de materia orgánica, simplificaría la ejecución y deseablemente se reducirían los costos de obtención de la información²⁰⁴.

Análogamente en lo sanitario, si la APE en su conjunto quisiera adscribirse a los planes de vigilancia y programas de certificación, debiera considerarse su participación de acuerdo a criterios de zona geográfica que comparten un mismo cuerpo de agua²⁰⁵, de modo que los costos involucrados en los análisis requeridos fuera prorrateados entre todos los productores APE. En caso que eso no fuera posible, podría explorarse algún tipo de asociación de mutuo beneficio (*partnership*) entre productores APE que sean proveedores de materia prima para empresas exportadoras a mercados extranjeros, de modo que unos puedan cumplir con la exigencia ambiental y los otros con la demanda y exigencias ambientales de sus consumidores. En cuanto a los mercados extranjeros, se debe considerar que la Comunidad Económica Europea exige una

²⁰³ Cada dos meses. Pearson & Stanley 1979.

²⁰⁴ Pearson & Stanley (1979) sugieren la medición de Eh como un método apropiado para evaluar el impacto relativo del aumento de materia orgánica en sedimentos, en diferentes áreas de cualquier sistema marino. Como indicador de oxia/anoxia también permite, en términos gruesos, evaluar el tipo de macrofauna que será encontrada, una vez que ésta haya sido definida para el área de estudio. Algo similar señala Wildish *et al.* 2001.

²⁰⁵ Criterio enunciado como medida de gestión administrativa en el RESA y el REPLA.

certificación centro a centro y el mercado estadounidense utiliza un criterio de zona geográfica de acuerdo a cuerpos de agua. Este eventual escollo debe ser examinado detalladamente para el diseño de la solución.

También es necesario señalar que las complejidades de la normativa en este aspecto es lo suficientemente alta como para que los productores APE simplemente no la comprendan cabalmente y, por otro lado, los costos asociados de análisis de laboratorio y asesorías, no puedan ser cubiertos. Tanto en el caso de los cultivadores de moluscos como en los cultivadores de truchas. Ese aspecto debe ser abordado en términos de hacer accesible la información, su significado e implicancias para el subsector, en concordancia con sus brechas culturales y socioeconómicas. De otro modo, en la práctica, será una regulación que no se cumpla.

Impulsar la articulación de redes en torno a objetivos comunes, además de construir confianzas y permitir acciones oportunas, mejorando de paso la equidad, es una forma de acercarse a la gestión local de estos asuntos.

VII. Conclusiones

VII.1. Conclusiones generales

- Actualmente, las exigencias ambientales y sanitarias aplicables para la acuicultura no son del todo pertinentes para los productores de pequeña escala, considerando tanto las complejidades formales de éstas, los costos asociados a los análisis requeridos, los niveles de actividad y contribución relativa a la producción nacional de la APE, y las características socioeconómicas y culturales mayoritarias de los grupos humanos y comunidades vinculadas a ella.
- Sería apropiado adecuar la normativa exigible para el subsector; tanto en los requerimientos específicos, como en la forma de satisfacerlos.
- Para los pequeños productores acuícolas, el fomento y la facilitación de asociatividad entre productores concurrentes por cuerpos de agua o localidades geográficas acotadas, resulta una aproximación posible en pos de alcanzar un mejor cumplimiento de las obligaciones ambientales y sanitarias que les son aplicables actualmente.

VII.2. Aspectos legales

- El mayor o menor acceso a nuevas tecnologías, políticas e instrumentos de fomento, de capacitación, y en general un conjunto de herramientas consideradas al servicio de un objetivo central de política, son aspectos claves que deben considerarse a la hora de construir una estrategia estatutaria específica para la APE.

- El estatuto que se elabore debe ser capaz de reflejar las diferencias que existen al interior de la APE, de modo que los grupos o tipos de productores, puedan vincularse adecuadamente con las herramientas e instrumentos que realmente necesitan para realizar sustentable y sosteniblemente su actividad, cumpliendo oportunamente con los requerimientos que les sean pertinentes, de acuerdo a sus niveles de actividad.
- Si bien es cierto que la batería de cuerpos legales es amplia en su cobertura, también es cierto que tienen una alta complejidad, que se convierte en otro obstáculo práctico para la APE, habida cuenta de las condiciones socioculturales mayoritarias del grupo humano vinculado a la actividad.

VII.3. Aspectos ambientales y sanitarios

- Los métodos analíticos y estadísticos utilizados permiten diferenciar claramente una zona Norte de una zona Sur, tanto en las características físico-químicas de los sedimentos como en sus aspectos biológicos; aspecto que puede ser útil para realizar una administración diferenciada con base en las características de los diferentes sistemas que albergan las actividades APE.
- En la evaluación de los impactos ambientales de la APE, se requiere una mirada estratégica, de territorio o unidades geográficas acotadas, que pueda dar cuenta de mejor forma de las realidades ambientales de las localidades o zonas donde esta actividad se realiza, pero en conjunto con otras actividades concurrentes que puedan existir en ellas, de manera que las medidas de control y mitigación den cuenta de la complejidad del sistema y no solo de situaciones puntuales (concesiones).
- Dados los niveles de producción y contribución relativa de la APE a la acuicultura nacional, sus potenciales impactos son mayoritariamente compatibles con el medio, y en algunos casos moderados.

- En lo ambiental, se hace necesario contar con criterios claros y conocidos de evaluación de los resultados obtenidos en los análisis exigidos y ponderados por la autoridad.
- El criterio de calidad ambiental para sedimentos, existencia de oxígeno en los tres primeros centímetros del perfil, en la forma que se define en el RAMA y se exige en la Resolución 404, no se satisface adecuadamente, ni en la forma ni en el fondo.
- El criterio de presencia de oxígeno resguarda el precepto de no deteriorar la biodiversidad, sin embargo, en niveles bajos o inexistentes de oxígeno, la diversidad ecológica no se vió afectada en sus características.
- El Eh parece ser la forma más apropiada, técnica y económicamente, para medir contenido de oxígeno en los sedimentos, sin perder calidad en la interpretación ambiental.
- Los valores de Eh permiten construir perfiles y contornos, útiles para caracterizar una localidad o zona.
- La materia orgánica no resultó ser un buen predictor de las condiciones ambientales generales de los sedimentos. Contenidos de materia orgánica similares pueden tener valores de Eh muy diferentes.
- El pH mostró ser muy estable en un amplio rango geográfico y de contenido de materia orgánica en sedimentos, no siendo un buen predictor de la situación global.
- La medición y registro de Eh debiera ser más barata y rápida que determinar el contenido de materia orgánica.
- En los lugares donde predomina el cultivo de pelillo, los sedimentos son siempre oxigenados.
- Existen notorias diferencias en el contenido de oxígeno de sedimentos entre lugares donde se cultivan moluscos filtradores.

- El componente ambiental más impactado por la APE (y la acuicultura en general), es el sedimento.
- Los ensambles de macroinfauna, pese a experimentar variaciones estacionales verano-invierno, se mantienen bastante estables durante el año, y resultan claramente distinguibles las estaciones de la zona Norte de las de la zona Sur.
- Una fracción significativa del aporte de materia orgánica a los sedimentos podría mitigarse con prácticas de cultivo que minimicen el desprendimiento de *fouling*.
- La significancia de los impactos ambientales tiene un fuerte componente de localidad.
- En lo que a la APE respecta, el requerimiento ambiental mínimo en su forma se debe simplificar y ajustar.
- Existen diferencias entre lo registrado en terreno y lo declarado en las INFAs para zonas contiguas.
- Todas las muestras de mitílidos analizadas se encontraron sanas y las de peces fueron positivas para el IPNv.
- Las exigencias ambientales cuentan con un nutrido protocolo de obligaciones, que además tiene un grado de complejidad y exigencias bastante alto, que con poca probabilidad puede ser cumplido por la APE.
- Los costos de cumplir con los requerimientos ambientales y sanitarios exigibles, de acuerdo a los valores de producción estimados, claramente se presentan como una amenaza a la viabilidad y permanencia del grupo en el tiempo.

VII.3. Manejo de información

- Se hace necesario contar con una base de datos unificada y actualizada para poder realizar análisis que tengan mayor validez y utilidad en su aplicación administrativa.
- El uso de la información apoyado por una base de datos relacional y un Sistema de Información Geográfica (SIG), resultaría de mucha utilidad como apoyo en la gestión y toma de decisiones.

VII.4. Gestión administrativa

- La falta de criterios claros para evaluar la información ambiental exigida y como esta es considerada en la toma de decisiones, es un imperativo para lograr claridad y transparencia en la gestión, y conocimiento de los usuarios.
- Se observaron diferencias importantes en la información recibida de instituciones vinculadas a la acuicultura, para un mismo año e incluso sector, en algunos casos.
- Los requisitos legales que aplican a la APE debe ser simplificados y coordinados entre las diferentes entidades que tiene tutela administrativa sobre la actividad.
- Debiera ser posible realizar muestreos ambientales y sanitarios conjuntos entre productores APE, de manera de abaratar los costos individuales sin perder calidad ni oportunidad en la entrega de la información ambiental y sanitaria pertinente.
- Debiera permitirse realizar el muestreo de sedimentos con corer.

VIII. Propuesta de adecuación de exigencias ambientales y sanitarias para la APE y elementos útiles para la creación del estatuto correspondiente

VIII.1. Introducción

Esta sección fue concebida como un documento autocontenido, y entendida como el corolario natural del estudio FIP 2005-15, donde se presentan los fundamentos y argumentos que anteceden a la proposición. En ese sentido, contiene y repite algunos de los antecedentes y resultados presentados con anterioridad en este informe, por lo tanto, debe ser entendida en los términos que explicitados.

Corresponde este documento de trabajo a una propuesta de aproximación a la APE, desde un enfoque integrado, con énfasis en lo ambiental y sanitario, de acuerdo al contexto del proyecto FIP 2005-15.

La propuesta fue elaborada a partir de los resultados y análisis realizados a partir de la información ambiental levantada en dos campañas, verano e invierno, y sanitaria (1 campaña), durante el año 2006, en nueve localidades de la III^a, IV^a y X^a regiones; además de otra información disponible.

Su objetivo es presentarse como elemento de discusión respecto del enfoque y gestión en que se enmarcará la APE, en un contexto de desarrollo sustentable y de acuerdo a los lineamientos y propósitos específicos explicitados en la política nacional de acuicultura, que debieran plasmarse en un estatuto particular para el subsector.

VIII.2. La propuesta y sus fundamentos

La acuicultura, como actividad, constituye en sí misma un sistema complejo. Es decir, sus componentes establecen relaciones dinámicas y sinérgicas que, según transcurre el tiempo, hace que surjan nuevas propiedades en el sistema. Administrar tal complejidad también supone ciertos desafíos.

La Acuicultura de Pequeña Escala (APE) constituye una realidad arraigada en esta cada vez más importante actividad económica nacional. La APE posee una importancia sociocultural propia que debe ser incorporada en los objetivos del desarrollo, especialmente cuando se considera que, en el conjunto, la ejercen segmentos de estratificación socioeconómica mayoritariamente baja, preferentemente rurales, con dudoso o difícil acceso a mejores niveles de calidad de vida. No hay duda que es el Estado el encargado de generar las condiciones mínimas para mejorar el estándar de vida de los grupos sociales que están ligados y se desarrollan en torno a la APE.

Desde el año 2003 el país cuenta con una política nacional para la acuicultura, que tiene por objetivo central el promover “el mayor crecimiento económico posible dentro de un contexto de sustentabilidad ambiental e igualdad en los derechos de acceso”. Es en ese sentido que se establece como tarea la elaboración de un estatuto para la APE.

En dicha Ley, se recoge el postulado referido a que debe existir para ella una discriminación positiva y un tratamiento diferenciado respecto de la acuicultura industrial o de escalas mayores. Para esto, se sostiene que debe proponerse medidas concretas orientadas al mejoramiento de las condiciones para el acceso, el desempeño y la mantención en la actividad por quienes la ejercen, o querrían ejercerla. Para tales fines se necesita un estatuto que la reconozca formalmente como tal, que defina sus características, delimite sus atributos y obligaciones, y le entregue los mecanismos, instrumentos y recursos, que aseguren su permanencia, sustentabilidad y mejoramiento productivo en el tiempo.

La alusión hecha al estatuto se formula en una perspectiva más amplia que la mera creación de un cuerpo normativo que regule orgánicamente a la actividad. Por el contrario, se alude a un conjunto de instrumentos de política que permitirán generar una equitativa diferenciación entre acuicultura industrial o de gran escala, y la acuicultura de pequeña escala, de rasgos mayormente artesanales hasta aquí.

Para la elaboración de tal estatuto, es necesario contar con elementos de juicio que permitan comprender y discriminar de modo claro quienes adscriben a la categoría de acuicultores de pequeña escala, y los matices o diferencias que entre ellos existen.

En concreto, y a partir lo establecido en la Política Nacional de Acuicultura (PNA), se han destinado recursos orientados a contar con antecedentes para emprender la tarea señalada, en la forma de dos proyectos, el FIP 2004-26 "Diagnóstico de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile" y el proyecto FIP 2005-15 "Evaluación Ambiental y Sanitaria de la Acuicultura de Pequeña Escala", en el marco del cual se presenta esta propuesta.

Además de los mencionados, existen otros estudios complementarios, también impulsados por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP) que dan cuenta, en lo conceptual y metodológico, de aspectos ambientales y sanitarios involucrados en el desarrollo de la actividad acuícola en general, así como de las formalidades que en cada caso es necesario cumplir²⁰⁶.

A partir de los resultados obtenidos en el proyecto FIP 2005-15 y de los antecedentes cotejados, se presenta en las páginas siguientes un conjunto de elementos que, revisados individualmente y luego analizados en conjunto, permiten proponer medidas que aplicadas a la APE debieran

²⁰⁶ Proyecto FIP 2002-24 Diagnóstico económico y social de la acuicultura en Chile; Proyecto FIP 2003-20 Evaluación de metodologías y variables consideradas en la Resolución Subpesca 404/03 y propuesta de cambios; Proyecto FIP 2003-26 Diagnóstico ambiental de actividades de acuicultura en la zona norte (III y IV Regiones); Proyecto FIP 2003-27 Estatus sanitario de los moluscos de cultivo en relación a las enfermedades de alto riesgo; Proyecto FIP 2003-28 Diagnóstico del uso de fármacos y otros productos químicos en la acuicultura; Proyecto FIP 2003.30 Implementación de un sistema automatizado de registro de datos provenientes del reglamento ambiental de la acuicultura.

facilitar el ingreso, desempeño y mantención dentro del sector acuícola a sectores sociales pobres, sin desmedro de la calidad ambiental; pero ajustando y disminuyendo el marco de obligaciones que actualmente le son aplicables, así como las dificultades burocráticas y los costos económicos involucrados.

Considerando la importancia relativa de los diferentes recursos cultivados a pequeña escala, en función del número de concesiones otorgadas, la superficie involucrada, la producción declarada, la contribución económica a la acuicultura, las perspectivas de desarrollo y los grupos humanos detectados, la propuesta se centra en los tres recursos más importantes (pelillo, chorito y ostión del norte²⁰⁷) cultivados en ambientes marinos y estuarinos del país.

También se presentan otros elementos para ser considerados y ponderados en el contexto de elaboración del estatuto de la APE, en un marco de sustentabilidad (desarrollo sustentable) y sostenibilidad; entendida la primera como el ciclo virtuoso del crecimiento económico con equidad y protección ambiental, y la segunda, como la mantención de estas características en el tiempo.

VIII.3. Estructura de la propuesta

La propuesta ha sido estructurada de acuerdo a las siguientes secciones:

- Marco conceptual
- Ajustes y simplificaciones
- Condicionantes
- Discusión

²⁰⁷ A partir de los resultados del proyecto FIP 2004-26 y reuniones de trabajo con Subpesca.

VIII.4. Marco conceptual

VIII.4.1. Aspectos ambientales y sanitarios generales de la acuicultura

La acuicultura, a nivel mundial, es una actividad que históricamente ha venido incrementando su participación en relación a los desembarques pesqueros, que tienden a mantenerse estables en sus capturas, si no a disminuir.

Por sus características, es una actividad que interactúa estrechamente con el medio ambiente natural, utilizando recursos e influyendo el entorno donde se localiza²⁰⁸. En términos generales, el cultivo de peces en jaulas flotantes y el de moluscos en bandejas o en *long-lines* tienen impactos sobre el ambiente circundante, tanto en la columna de agua como en los sedimentos. En estos últimos, los impactos más importantes derivan de la acumulación de materia orgánica y la pérdida de oxígeno intersticial; esto último necesario para mantener los procesos biológicos y la diversidad ecológica de un lugar. En la columna de agua, la eutrofización derivada del enriquecimiento extremo con nutrientes solubles (nitrógeno, fósforo), puede encadenarse con florecimientos algales potencialmente dañinos tanto para los organismos silvestres como para aquellos cultivados²⁰⁹.

No obstante lo anterior ocurre a escala de concesión o sitio, el impacto acumulativo y la sinergia de varios centros en un mismo cuerpo de agua puede llegar a ser muy significativa²¹⁰, dependiendo de las características del entorno y la dinámica geográfica del mismo.

²⁰⁸ Buschman 2001, 1996.

²⁰⁹ Bayulut 1991, Iwama 1991.

²¹⁰ Buschmann 2001, 1996; Woods et al. 2003; Wu 1995.

Respecto de las especies cultivadas, la introducción y transferencia de organismos con estos fines puede alterar o empobrecer la biodiversidad del ecosistema marino por medio del entrecruzamiento, la depredación, la competencia, la destrucción de hábitat y, posiblemente, la transmisión de parásitos y enfermedades²¹¹.

En el caso de los cultivos suspendidos de moluscos filtradores, la liberación directa de desechos metabólicos en la columna de agua (y también por la epibiota, fouling, acompañante) resulta ser una importante vía en los flujos de remineralización del ecosistema marino²¹². Así, bahías y sectores donde se localizan estos cultivos son concebidos como áreas resumideros de material particulado (orgánico e inorgánico) y fuente de nutrientes para la columna de agua²¹³. Sin embargo, su efecto neto en el balance químico, físico y biológico difiere de lugar en lugar. Mientras algunos autores muestran que la composición biogeoquímica del agua no varía significativamente entre áreas con cultivos y sectores alejados²¹⁴, otros señalan significativas bajas en la concentración de clorofila *a*, déficit de carbono orgánico particulado, aumento de nutrientes y estimulación de la nitrificación, puede alterar los procesos biogeoquímicos en la columna de agua. A su vez, el efecto de estas alteraciones sobre la producción de los filtradores varía estacionalmente, desde un crecimiento limitado por la baja disponibilidad de fitoplancton/sobre pastoreo (otoño a primavera), a una sobreoferta de la productividad primaria (verano) fuertemente incrementada por un robustecido flujo de nutrientes desde el bentos. Aquí, previamente, la declinación de la biomasa planctónica hace decrecer la demanda de nutrientes (especialmente de amonio) favoreciendo la nitrificación y, eventualmente, la concentración de nitrato dentro de las zonas de cultivo²¹⁵.

Las diferencias entre lugares en cuanto a los efectos de los cultivos de moluscos sobre la columna de agua y los sedimentos, responden a la fisonomía de la costa en donde se encuentran, a la hidrodinámica del sector, al tamaño y la producción del área de cultivo y al tiempo de

²¹¹ Bayulut 1991, Iwama 1991.

²¹² Dame *et al.* 1985.

²¹³ Dame *et al.* 1989.

²¹⁴ Kaspar *et al.* 1985, Souchu *et al.* 1991, Mojica & Nelson 1993.

²¹⁵ Souchu *et al.* 1991.

operación²¹⁶. Se ha observado ausencia de efectos sobre el sedimento en zonas con baja densidad de moluscos filtradores²¹⁷ y/o con fuertes corrientes de mareas²¹⁸, mientras que lo contrario ocurre en sectores con alta biomasa de moluscos filtradores, gran confinamiento y aguas con alto tiempo de residencia²¹⁹. De este modo, las particularidades de cada zona también condicionan el impacto neto que cada centro y el conjunto de estos tendrá en el cuerpo de agua circundante.

En cuanto a los peces, lo que rotundamente se señala como impacto directo y negativo derivado de la actividad intensiva, es la materia orgánica que se aporta al medio por concepto de alimento no ingerido y fecas²²⁰, la que afecta notoriamente los procesos biogeoquímicos en la columna de agua y los sedimentos²²¹, además de tener efectos sobre la riqueza, abundancia y diversidad de la macrofauna²²². Sobre el particular, coinciden los trabajos en señalar que el mayor acúmulo de materia orgánica se encontrará por debajo de las jaulas, más un área de influencia que dependerá de la hidrografía del lugar y la profundidad²²³. No obstante, los aportes de materia orgánica y sus impactos derivados, también dependen fuertemente de la escala y la biomasa cultivada²²⁴. Otro aspecto ambiental con potencial de impacto, derivado del cultivo de peces, corresponde al uso e introducción de sustancias terapéuticas al medio (antibióticos y otros)²²⁵. Se suma también, en el caso de uso de jaulas, el lavado de redes con compuestos anti-incrustantes cúpricos. Otros potenciales impactos importantes en la biota, en el caso de salmonídeos, son las interacciones

²¹⁶ Las prácticas integradas de cultivo que *buscan el máximo rendimiento, en el menor tiempo y con los menores impactos negativo en el medio*(Husbandry), han mostrado algunas diferencia entre lugares donde se realiza el mismo tipo de cultivo. Factores como producción y tiempo de operación son importantes en un esquema de manejo integrado de la situación (Miron et al. 2005).

²¹⁷ Souchu et al. 1991.

²¹⁸ Kaspar et al. 1985.

²¹⁹ Souchu et al. 1991, Lloyd 2003.

²²⁰ Penczak et al. 1982.

²²¹ Hargrave et al. 1993, Troell and Berg 1997, Haya et al. 2001, Pohle 2001, Gao et al. 2005, Gyllenhammar & Hakanson 2005.

²²² Brown et al. 1987, Ritz et al. 1990, Weston 1990, Henderson & Ross 1995, Gao et al., 2005.

²²³ Hevia 2006, Sutherland et al. 2001.

²²⁴ Karakassis et al. 2000, Edgar et al. 2005.

²²⁵ Ervik et al. 1994, Zitko 1994.

ecológicas que establecen con la comunidad circundante²²⁶, especialmente cuando ocurren escapes masivos²²⁷ y, eventualmente, asilvestramiento²²⁸.

En el caso de las algas, estas pueden ser cultivadas con diferentes sistemas. Para el recurso de interés del estudio (pelillo), el sistema de cultivo es por medio de la replantación/resiembra natural o antrópica de talos en la arena. Los impactos derivados de éste tipo de cultivo se asocian al embancamiento de los sedimentos, que tiene el potencial de disminuir la productividad del cultivo y afectar la navegación en zonas someras.

Sanitariamente, los organismos cultivados pueden presentar enfermedades de importancia para la salud pública, la industria y el entorno. Dada esta relevancia, la Organización Internacional de Epizootias (OIE) elabora una clasificación de enfermedades de alto riesgo (EAR)²²⁹ para diferentes tipos de organismos genéricos (peces, crustáceos, moluscos).

VIII.4.2 Marco general de la acuicultura en Chile

En Chile, la acuicultura ha tenido un desarrollo espectacular, convirtiéndose en uno de los sectores más dinámicos e importantes de la economía chilena. Para el período 1990 - 2003 la producción total de la acuicultura aumentó un 825% (desde aproximadamente 71.000 toneladas en 1990 a casi 600.000 toneladas en el 2003 y 700.000 en 2005). Desde el año 1997, en virtud de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, los nuevos proyectos de acuicultura se

²²⁶ Especialmente con la ictiofauna.

²²⁷ En Cochamó, en Octubre de 2003 se reportó el escape de 130.000 truchas en tamaño de cosecha (3,5 kg). En Julio de 2004, en la XI región, se reportó el escape de 1.779.000 ejemplares de trucha y salmónes, equivalentes a una biomasa de 1.680 t. La recaptura en este último caso fue de 1,9%. Subpesca 2005. Departamento de Administración Pesquera.

²²⁸ En Chile, el número total de ejemplares que escapa, bordea el millón (OCDE/CEPAL 2005). Por otra parte, hay quienes sostiene que el asilvestramiento tiene pocas posibilidades de ocurrir, dado que la sobrevivencia fuera de condiciones de cultivo sería sólo de algunos días. Sin embargo, también ha sido señalado que en el sur, los salmónes escapados estarían posicionándose en diferentes niveles de la trama trófica (Soto et al. 2001, citada en *Sinopsis de los impactos y la gestión ambiental en la salmonicultura chilena*, WWF 2006, Capítulo 4).

²²⁹ Que en nuestro país toma la forma de listados EAR 1 y 2.

deben someter al sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) que administra CONAMA. Alrededor de 3.000 centros de cultivos de moluscos, peces y algas han recibido autorización para desarrollar actividades, de los cuales 2.000 ya se encuentran en operación. A fines de 2003, se habían presentado al sistema 1.338 proyectos de acuicultura, de los cuales 853 fueron aprobados, 90 rechazados y 38 retirados por el solicitante, mientras que 357 continuaban en análisis. En el país, la actividad está sujeta a los reglamentos específicos, y generales sanitarios, ambientales, sectoriales, marítimos y laborales. Sin perjuicio de todo lo anterior, el avance hacia la acuicultura sustentable es reciente²³⁰

Desde el año 2003 el país cuenta con una política nacional para la acuicultura, que tiene por objetivo central “promover el mayor crecimiento económico posible dentro de un contexto de sustentabilidad ambiental e igualdad en los derechos de acceso”. Es en ese sentido que se establece como tarea la elaboración de un estatuto para la APE.

La acuicultura de pequeña escala representa alrededor del 2% de las especies APE²³¹, respecto de esas mismas especies en la acuicultura nacional. En cuanto a retornos por concepto de exportaciones acuícolas, para el año 2005 éstas alcanzaron los US\$1.888 millones²³². La producción para 2004 bordeaba los US\$ 7 millones²³³.

VIII.4.3 Definición operacional de la APE

Dentro de la caracterización del sector hecha en el proyecto FIP 2004-26, se propusieron elementos útiles para definir y acotar a los productores APE. Entre los criterios utilizados para lograr una definición operacional de la APE, se destacan y definen los siguientes:

²³⁰ Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OCDE) / Comisión Económica para Latinoamérica y el Caribe (CEPAL). 2005. Evaluación de desempeños ambientales. Chile.

²³¹ 9 especies. FIP 2004-26.

²³² Subpesca 2005.

²³³ FIP 2004-20.

- Superficie
- Especie (recurso) cultivado
- Producción
- Estatus jurídico
- Nivel de facturación
- Nivel de empleo

Superficie: en términos de superficie, para concesiones de acuicultura, se ha consensado que califican como productores APE aquellas personas naturales o socios de organizaciones (personas jurídicas), en que la superficie entregada en concesión no sobrepase las 10 hectáreas por persona. Cabe señalar que el criterio inicial de superficie contemplaba hasta 6 ha/persona inicialmente.

Producción: los criterios de producción elegidos para discriminar a la APE, corresponden a los establecidos por el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental (RSEIA), para aquellos proyectos que no precisan someterse al sistema que administra CONAMA²³⁴. De acuerdo a los recursos cultivados actualmente a pequeña escala, y para los tres recursos considerados en esta propuesta, las producciones que calificarían como APE corresponden hasta 500 t/año para pelillo y hasta 300 t/año para moluscos filtradores (ostiones y choritos).

Especie (recurso) cultivado: se entiende que la acuicultura de pequeña escala es tal, siempre y cuando cultive especies nativas dentro de su rango de distribución natural²³⁵. De acuerdo a esto, y a lo que actualmente ocurre en el país, los recursos a considerar dentro de la APE son: pelillo, ostión del norte, choro, chorito, cholga, ostra chilena y camarón de río del norte. En un sentido más amplio, como fue entendido inicialmente, debieran agregarse a las especies introducidas cultivadas por pequeños productores la ostra japonesa y la trucha arcoiris.

²³⁴ En el RSEIA se establecen criterios de producción y superficie como elementos complementarios para discriminar el sometimiento de los proyectos acuícolas al sistema.

²³⁵ De acuerdo a esto el cultivo de ostra japonesa y trucha arcoiris quedarían fuera de la categoría APE.

Estatus jurídico: dentro de los productores de pequeña escala se reconocen titulares personas naturales (81,3%) y personas jurídicas (18,7%; agrupaciones de pescadores y otras)²³⁶.

Nivel de facturación: de acuerdo a este criterio las ventas no deben superar las 2.400 UF. Un 93% de la APE catastrada en 2004 se encontraba en esta condición.

Nivel de empleo: tratando de homologar con el criterio de facturación, un número de hasta 5 empleados (incluyendo al concesionario como uno de ellos) le permite calificar como APE. En la práctica, sin embargo, el número puede aumentar considerablemente.

Como comentario general respecto de la APE, se puede decir que cuenta con una implementación de baja inversión dado su escaso capital de trabajo²³⁷, con productos de bajo nivel de elaboración, que presenta un grado de informalidad en el ejercicio de la actividad (16%) y que predominan los cultivos extensivos por sobre los intensivos²³⁸. En términos educacionales, la preparación del grupo humano es mayormente escolar, con algún grado de educación universitaria. Esta mayor educación se asocia positivamente con la rentabilidad del cultivo (pelillo, 5% < chorito, 22% < ostión 38%, de trabajadores con educación universitaria). El total de trabajadores estimado sobrepasa los seis mil, que corresponden a alrededor del 13% del empleo total de la acuicultura nacional²³⁹. Un 21% de los trabajadores son mujeres.

²³⁶ De 2.772 hectáreas APE, un 62,8% se encontraba concesionada a organizaciones de pescadores. FIP 2004-26, sobre un total de 840 centros catastrados.

²³⁷ Lo que hace que cumpla una función ambiental positiva al reutilizar los materiales desechados/recolectados, de productores de mayor escala. FIP 2004-26.

²³⁸ En orden decreciente de importancia en cuanto a número de centros, superficie y empleo, son: pelillo, chorito y ostión. Al menos en términos de número, es probable que las concesiones de chorito sean las más numerosas en el corto plazo, debido a la fuerte expansión que está experimentando el cultivo del recurso y al ingreso de las áreas de explotación y manejo de recursos bentónicos (AMERB) como acuicultores de pequeña escala.

²³⁹ Estimado en 45.000 empleos totales. Subpesca 2006.

VIII.5. Ajustes y simplificaciones

La viabilidad (sustentabilidad y sostenibilidad) de la APE puede ser allanada de modo importante por las adecuaciones que logre introducir el administrador público, en cuanto a: i) disminuir los requisitos de acceso y mantención en la actividad²⁴⁰. Esto no debe ser entendido como un espacio para eliminar o vulnerar las disposiciones aplicables y exigibles, sino más bien, como un espacio de flexibilidad para el establecimiento de requerimientos mínimos necesarios, que sean suficientes, pertinentes y alcanzables, para contar con información útil sobre los sistemas naturales y las zonas geográficas donde se desarrolla la actividad (ecosistemas); así como de los grupos humanos y procesos sociales involucrados. De acuerdo a esto, las adecuaciones por la vía de los ajustes y simplificaciones formales y administrativas (de gestión), también debieran hacer posible ii) el establecimiento de las metodologías y procedimientos que han de emplearse para verificar el cumplimiento de los requerimientos²⁴¹; iii) los modos posibles de cumplir con esas exigencias, por ejemplo por medio de programas de muestreo globales y compartidos, en el área que la APE realiza sus actividades²⁴²; iv) introducir los ajustes formales de carácter legal que involucre todo lo anterior, v) permitir (producir) coordinaciones apropiadas entre los diferentes actores institucionales²⁴³, privados²⁴⁴ y de apoyo²⁴⁵ para articular todos estos elementos y conseguir los recursos necesarios para poner en marcha los cambios proyectados en el sector de interés; y vi) establecer criterios claros y conocidos a partir de los cuales se tomen las decisiones administrativas. Este último tiene implicancias directas en la gestión.

²⁴⁰ A lo que deben aportar los resultados y sugerencias del proyecto FIP 2005-15.

²⁴¹ Algo que ya se hace por la vía de la Resolución 404 acompañante.

²⁴² Una figura de acción colectiva que podría ser útil para reducir los costos individuales involucrados en la caracterización ambiental requerida (menor prorrata).

²⁴³ Donde la coordinación con el municipio puede ser clave.

²⁴⁴ Cultivadores de otras escalas, otros usuarios del borde costero (turismo, industria).

²⁴⁵ ONGs, Fundaciones.

Como ha sido dicho respecto de lo ambiental, y por extensión se puede aplicar a lo sanitario²⁴⁶, se requiere que las normas sean predecibles y fiscalizadas de un modo claro, preciso y expedito²⁴⁷.

Para efectos de la APE, se mencionarán de modo genéricos algunos aspectos relacionados estrechamente a su ocurrencia y desempeño, profundizando con más detalle en lo ambiental y sanitario.

VIII.5.1 Concesiones, permisos y pago de patente

Sin ninguna duda, el realizar formalmente actividades acuícolas está íntimamente asociado al hecho de obtener una concesión de acuicultura, obtener la autorización para desarrollar actividades acuícolas de acuerdo a un proyecto previo, y, posteriormente, tener capacidad de pago de la patente respectiva. Estos aspectos y sus dificultades han sido cubiertos y simplificados por medio de la Ley 20.091, de reciente promulgación y entrada en vigencia, por lo que la evaluación de sus efectos concretos se conocerá en el futuro. Sin embargo se orienta en la dirección señalada respecto a las adecuaciones necesarias para viabilizar al grupo APE²⁴⁸.

VIII.5.2 Aspectos ambientales y sanitarios

Como un primer punto en este ámbito, es necesario plantear ciertas dudas razonables surgidas a la luz de los resultados encontrados y otra información recopilada, para esclarecerlas o bien circunscribirlas en función de criterios de interpretación explícitos y conocidos. La resolución de ellas puede tener alcance general para la acuicultura y aplicaciones concretas posibles para la APE.

²⁴⁶ Que en una mirada rápida de sus reglamentos y mecanismos, parece estar mejor implementado que lo ambiental y que incorporan criterios geográficos de gestión.

²⁴⁷ Andrés Velasco. Ministro de Hacienda. Diario Financiero 13/XII/2006, pág., 29.

²⁴⁸ Respecto de algunos problemas de ese tipo mencionados en el Taller APE realizado en el marco del proyecto FIP 2004-26.

VIII.5.2.1 Aspectos Ambientales

A partir de los resultados de caracterización ambiental de 9 zonas geográficas^{249, 250}, hecha de acuerdo a un conjunto de parámetros y variables contemplados en las regulaciones vigentes²⁵¹, se observó que la situación varía tanto a lo largo del país (entre la época de mayor biomasa, verano, y la de menor biomasa, invierno), y también dentro de las diferentes zonas estudiadas²⁵². Las variaciones observadas se registran en materia orgánica, potencial redox (Eh), macrofauna y granulometría; pudiéndose incluso discriminar situaciones particulares a nivel de localidad, en algunos casos.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis realizados muestran diferencias suficientes para poder discriminar un sistema centro-norte (III^o y IV^o regiones) de uno sureño (X^a región); dentro de las cuales es posible reconocer unidades discretas y diferentes.

Una parte importante de las diferencias y similitudes encontradas, tiene relación con la geografía particular²⁵³ y es útil para acotar unidades de trabajo. El apoyo del sistema de información geográfico (SIG) en esta materia resulta fundamental, dado que a partir de la representación espacial de diferentes variables de información se pueden reconocer y delimitar zonas o distritos acuícolas con mejor definición²⁵⁴ (unidades geográficas acotadas).

²⁴⁹ Ba. Calderilla, Ba. Inglesa, Ba. Tongoy, Nehuentué, Cochamó, Puluqui, Maullín, Dalcahue y Yaldad.

²⁵⁰ Proyecto FIP 2005-15

²⁵¹ Profundidad, Materia orgánica, pH, potencial redox (Eh), granulometría, macrofauna bentónica. De acuerdo a Resolución 404/2003.

²⁵² Esta aseveración será profundizada con el análisis de las INFAS para las zonas de estudio, aún en realización.

²⁵³ El efecto de la geografía en el comportamiento encontrado es una situación que también es recogida en el documento Subpesca 2005. Diagnóstico de la acuicultura chilena en función de los estándares establecidos en el RAMA.

²⁵⁴ Silva, Olivari y Yany. 1999.

Otra manera de observar esta separación natural dentro de la APE, surge al considerar el grado de organización que presentan los pequeños acuicultores, por tipo de recurso cultivado y por las características del grupo humano asociado. Desde una perspectiva de la gestión/intervención posible de realizar, claramente el sistema centro-norte presenta ventajas comparativas respecto del sureño en cuanto a sus rasgos ambientales, de capital social, de asociatividad, participación y madurez general del grupo.

En el sistema sureño las complejidades son mayores, particularmente por la heterogeneidad espacial de la geografía, las características de la producción, de uso del borde costero y de grupo humano en cada uno de ellos. No obstante, el sistema sureño se diferencia fuertemente del centro-norte, por los aportes terrígenos de materia orgánica, que hacen que los sedimentos mantengan porcentajes de ésta y niveles de anoxia, difícilmente atribuibles a la actividad acuícola²⁵⁵. Dicho de otro modo, existen lugares en que la anoxia de los sedimentos ocurre (o podría ocurrir) en forma natural. Esta situación tiene un potencial de conflicto cuando es puesta en situación de ser discriminada de acuerdo a la normativa vigente para fines de operación de un cultivo²⁵⁶. En cuanto a sus características y dinámicas hidrográficas, las bahías de la III^a y IV^a regiones resultan comparativamente más simples en su circulación y con mayor capacidad de transporte y dispersión de la materia orgánica presente en esos lugares, en comparación a la situación de la X^a región y sus unidades particulares.

En términos globales, las diferencias estacionales observadas fueron siempre más marcadas en el sur, en comparación con el norte²⁵⁷.

En términos de las regulaciones vigentes y de los criterios que dan fundamento a las exigencias ambientales existentes, surgen algunas dudas razonables cuando se considera el asunto del criterio de calidad ambiental y su forma de satisfacción metodológica, formal y de sentido ambiental; ésto,

²⁵⁵ Al menos en términos generales, como se verá más adelante.

²⁵⁶ Según como se expresan formalmente en el RAMA y su Resolución acompañante.

²⁵⁷ Los resultados obtenidos y su interpretación tienen un sustento estadístico bastante contundente. FIP 2005-15.

cuando llega el momento de decidir administrativamente si un lugar es apto para el desarrollo de actividades acuícolas o si un centro puede o debe seguir operando.

Este punto (el criterio e interpretación de la calidad ambiental), es una pregunta de alcance general que puede acotarse a lo expresado en el Reglamento Ambiental de la Acuicultura (D.S. 320/01; RAMA). En éste se establece como criterio de calidad ambiental la existencia de oxígeno disuelto en el agua intersticial de los 3 primeros centímetros del sedimento²⁵⁸. Luego, señala que será en la Resolución 404 acompañante, donde se detalle la aproximación espacial (número y disposición de estaciones) y metodológica (formas y procedimientos) para medir el contenido de oxígeno según se describió²⁵⁹. En la Resolución se establecen los requerimientos diferenciados de información ambiental necesaria²⁶⁰, dependiendo las características del sitio²⁶¹ (concesión) donde se realice la actividad²⁶².

Lo que no aparece completamente explicitado, son los criterios o umbrales con los que se evalúa y toman decisiones administrativas a partir de información ambiental, para cada una de las exigencias hechas²⁶³.

Para encontrar la medida o registro que sea más ajustado (pertinente) pedir a los productores APE, considerando sus características, para satisfacer el criterio de calidad ambiental, primero hay que aclarar lo siguiente: ¿cómo sabemos cuando hay oxígeno en los sedimentos a partir de la información exigida y su interpretación?

²⁵⁸ Artículo 2, letras g) y h). Texto aprobado el pasado 5/XII/2006.

²⁵⁹ RAMA, Artículos 16 y 19.

²⁶⁰ Para la caracterización preliminar de sitio (CPS) y la información ambiental (INFA).

²⁶¹ Categorías 0 a 7 en la Propuesta de cambio Resolución (Subpesca) N° 404/2003.

²⁶² Resolución N° 404/2003, numerales 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16.

²⁶³ La existencia de normas secundarias al respecto podría ser de utilidad. En el estudio FIP 2003-20 se realiza un análisis de aceptabilidad de los registros ambientales, en función del número de réplicas necesarias para obtener un buen estimador. En términos generales, los resultados del estudio tienden a una complejización de las exigencias y un aumento de los costos por este concepto. Sin embargo existe una aproximación al tema que podría ser un punto de partida para profundizar y esclarecer el punto.

Ni el pH²⁶⁴ ni la granulometría indican nada al respecto²⁶⁵. La materia orgánica es muy indirecta y no tiene una lectura única en términos de su influencia (oxia/anoxia) en los sedimentos²⁶⁶. Sólo el Eh y los niveles de sulfuros pueden entregar una medida más clara al respecto, dado que se acercan al estado químico de los mismos. Comparando ambos tipos de aproximaciones, sin duda complementarias, el registro de sulfuros resulta más engorroso y costoso que registrar Eh²⁶⁷.

La lectura de la satisfacción del criterio de calidad ambiental en el ensamble de macrofauna tiene mayor complejidad metodológica y de interpretación, dado que puede reflejar una situación ambiental (ecológica) que no se explique sólo a partir de la cantidad de oxígeno en los tres primeros centímetros del sedimento. Entendiendo anoxia por valores de Eh inferiores a 0 mV.

De acuerdo a los requerimientos actuales, la materia orgánica es el requisito ambiental mínimo exigible, como información de seguimiento²⁶⁸ (INFA), para saber si existe oxígeno en los tres primeros centímetros del sedimento. No obstante los resultados encontrados en el estudio FIP 2005-15 indican que existe una relación inversa y estadísticamente significativa entre el contenido de materia orgánica y Eh, tanto en verano ($r^2 = 0,47$; $F_{(1,41)} = 36,599$; $P < 0,001$), como en invierno ($r^2 = 0,53$; $F_{(1,41)} = 45,202$; $P < 0,001$)²⁶⁹; es sólo entre un 47% y 53% del valor del Eh registrado en el sedimento que estaría siendo explicado por el porcentaje de materia orgánica presente^{270, 271}. En la

²⁶⁴ pH resulta un parámetro muy estable bajo diferentes situaciones de productividad y aporte de materia orgánica diferencial a los sedimentos. FIP 2003-20, FIP 2005-15.

²⁶⁵ Sin embargo, la granulometría sugiere el grado de energía relativa que existe en un punto determinado dentro de una unidad geográfica mayor, entregando de este modo información sobre los estados de condición o aptitud para el transporte y dispersión de materia orgánica.

²⁶⁶ Además del contenido de materia orgánica, el tipo de materia orgánica, si es de origen vegetal o animal, tiene efectos diferenciales en el sistema. La materia particulada vegetal (macrofitodetritus), temporalmente, tiene un potencial de fotosíntesis que aporta oxígeno a la columna de agua.

²⁶⁷ FIP 2003-20.

²⁶⁸ Dado que por no someterse al SEIA, muchos productores quedan fuera de la necesidad de realizar la CPS.

²⁶⁹ Es decir, a medida que la materia orgánica aumenta, el Eh disminuye; que entre un 47% y 53% del valor del Eh se puede explicar por el porcentaje de materia orgánica presente (el rango de MO encontrado en los sedimentos fluctuó entre 1,18% y 7,38%, observándose Eh con valores inferiores a 0 mV (anoxia), por sobre contenidos de materia orgánica de 2,41%).

²⁷⁰ El rango de materia orgánica encontrada en los sedimentos fluctuó entre 1,18% y 7,38%, observándose que por debajo de contenidos de 2,41%, las lecturas de Eh mostraban valores inferiores a 0 mV (anoxia). FIP 2005-15.

práctica, niveles de materia orgánica similares, pueden tener valores de Eh bastante diferentes²⁷². Eso indica que la energía relativa que exista en el lugar, producto de oleaje, de corrientes o cambios de marea, puede imprimir un sello particular a un lugar, independiente del contenido de materia orgánica que exista o se produzca en él.

Los resultados de terreno para materia orgánica y Eh, mostraron gran similitud en el patrón global de ambos en la escala temporal verano-invierno, pudiendo discriminarse el norte y el sur, donde las estaciones de los sectores de la zona norte²⁷³ evidenciaron, en general, mayores valores de Eh y menores contenidos de materia orgánica en contraposición a los menores valores de Eh y mayores contenidos de materia orgánica de la zona sur²⁷⁴. Estacionalmente, la materia orgánica fue mayor en verano que en invierno; en cuanto a los valores de Eh, en invierno fueron más altos que en verano, lo que muestra la influencia de la estacionalidad en el movimiento de los cuerpos de agua (mayor oleaje, mayor velocidad de corrientes, mayor caudal, según corresponda).

Al relacionar la materia orgánica con la riqueza y abundancia de especies de macrofauna, la relación entre ambas es inversa. Por otra parte, la gran dispersión de la riqueza y la abundancia en torno a valores similares de materia orgánica, sugiere que la capacidad predictiva de ésta, a ese respecto, sea débil

Por lo anteriormente expuesto, materia orgánica no parece ser la mejor manera de verificar la satisfacción del criterio de calidad ambiental establecido en el RAMA. En ese sentido, parece apropiado evaluar su pertinencia como requisito ambiental mínimo exigible.

Formalmente, el criterio de calidad ambiental expresado en el RAMA, se satisface si existe oxígeno en los tres primeros centímetros del sedimento. Metodológicamente, con el registro de Eh, los valores por debajo de 0 mV indican ausencia de oxígeno y en ese sentido se cuenta con una

²⁷¹ En el estudio FIP 2003-20 esta relación tiene un comportamiento similar.

²⁷² Comparar Caldera y Maullín v/s Yaldad, por ejemplo. Estudio FIP 2005-15.

²⁷³ Ba. Calderilla, Ba. Inglesa, y Ba. Tongoy.

²⁷⁴ Cochamó, Puluqui, Maullín, Dalcahue y Yaldad.

escala clara de interpretación y calificación respecto de la presencia/ausencia de oxígeno en los tres primeros centímetros del sedimento. Sin embargo la interpretación de la condición de anoxia²⁷⁵ en cuanto a mantener el equilibrio ecológico²⁷⁶, en consideración a los indicadores y los análisis de los ensambles de macrofauna²⁷⁷, no es tan clara.

Los resultados encontrados mostraron que la relación entre el Eh v/s la riqueza específica ($r^2 = 0,46$) y abundancia, presentaron un ajuste de tipo polinomial (parábola), donde los mayores valores para riqueza y abundancia fueron alcanzados con valores de Eh en torno a 0 mV, en un rango de ± 100 mV. Dado que es posible encontrar idénticos valores para estos indicadores en un rango de Eh que fluctúa entre ± 100 mV ¿cómo se discrimina la anoxia en ese caso? ¿Sólo a partir del valor de Eh? Si así fuera, ¿tiene esa interpretación un sentido ambiental acotado a las circunstancias que rodean al hecho? En muchos casos la respuesta puede ser negativa. Valores bajos de abundancia y de riqueza fueron encontrados con valores de Eh muy bajos (> -200 mV) y muy altos (> 200 mV) en estaciones de la zona sur (Yaldad y Maullín, respectivamente²⁷⁸). Tanto riqueza como abundancia fueron mayores en verano. Finalmente, al revisar la relación de los distintos índices ecológicos calculados²⁷⁹, versus Eh, la relación fue baja (16%), de tipo polinomial y sin significancia estadística ($P > 0,05$).

²⁷⁵ La razón de valorar la oxigenación del ambiente es una manera de preservar y no deteriorar la biodiversidad en sus niveles ecológicos.

²⁷⁶ Aspecto que debe ser cautelado según expresa el primer párrafo del Considerando de la Propuesta de cambio Resolución (Subpesca) N° 404. "...que los centros de acuicultura mantengan el equilibrio ecológico y operen de acuerdo con la capacidad del cuerpo de agua en que se emplaza el área concedida."

²⁷⁷ Según el modelo de enriquecimiento orgánico de Pearson y Rosenberg (1978), en este gradiente de Eh (mV), hacia valores decrecientes, la fauna responde con un recambio gradual hacia especies oportunistas/estrés tolerantes, con una progresiva desaparición de especies a medida que aumenta la anoxia.

²⁷⁸ En el caso de Yaldad se relaciona a la anoxia y al umbral de producción de gas metano. En el caso de Maullín se relaciona por estrés físico del sistema estuarino, y la imposibilidad de los organismos de habitar en esas condiciones los sedimentos.

²⁷⁹ Índice de diversidad de Shannon (H' , porque es el que teóricamente representa mejor la falta de homogeneidad estadística), Índice de diversidad de Simpson ($1-\lambda$; porque es mejor como medida de interpretación) y Uniformidad de Pielou (E1).

Una reflexión sobre la metodología de medición de Eh y su interpretación en relación a la macrofauna, tiene que ver con que de acuerdo a la reglamentación vigente, la lectura de Eh debe registrarse dentro de los primeros 3 cm del sustrato. Como en la mayoría de los procedimientos, dadas las características del electrodo, esta lectura se realizó introduciendo el electrodo por lo menos a 1-1,5 cm bajo la superficie de la muestra de sedimento (pero no más allá de 2 cm). En presencia de la carga orgánica evidenciada en el sedimento de la mayoría de las estaciones de la zona sur (mucho fango negro y/o con olor sulfuroso o podrido), se pudo encontrar una alta diversidad y gran abundancia de organismos macrobentónicos en un ambiente supuestamente de anaerobiosis²⁸⁰. La mayoría de las especies de la macrofauna, como la registrada en este estudio, son de pequeño tamaño, viven en la superficie (i.e., anfípodos y ostrácodos), se alimentan en la interfase agua/sedimento y/o son resistentes a concentraciones bajas de oxígenos (i.e., especies indicadoras de enriquecimiento orgánico). Este escenario biológico-metodológico sugiere que, frente a un indicador de enriquecimiento orgánico basado exclusivamente en el potencial redox (Eh), su aplicación puede ser muy conservadora al fijar la condición de anoxia (y de anaerobiosis) a valores de 0 mV²⁸¹. Si la lectura del Eh es realizada como se describe, debiera considerarse un desfase de -100 a -150 mV. Al exigir una condición de aerobiosis en los primeros 3 cm no queda claro si la presencia de oxígeno debe ser aún detectada en el sedimento a los 2,9 cm de profundidad o bastaría detectar oxígeno a los 0,1 cm. Dado que la presencia de oxígeno se establece indirectamente con la lectura del Eh, los modelos biogeoquímicos indican ausencia de oxígeno a valores de Eh aún positivos (10-30 mV). De acuerdo a lo registrado en terreno, la actual reglamentación debiera impedir la operación de muchos de los actuales centros APE o exigir mejoras productivas/ambientales de fondo. Sin embargo, una interpretación ambiental de la situación²⁸² sugiere un ajuste de las exigencias ambientales, pues el ambiente mantiene aún su integridad (equilibrio ecológico) en supuestas condiciones de anoxia, desde el valor de Eh. Finalmente, y de acuerdo al planteamiento desarrollado, desde el punto de vista de la macrofauna, es posible considerar el límite o umbral ecológico de anoxia en un valor de Eh menor que 0 mV

²⁸⁰ Registrado como Eh a 1 - 1,5 cm de profundidad, pero oxigenado en superficie.

²⁸¹ En un escenario de interpretación ecológica y no solamente desde el criterio de capacidad del cuerpo de agua, según la medición del Eh.

²⁸² Tarea explicitada en el segundo párrafo del Considerando de la Resolución 404/2003, vigente.

(quizás -100 /- 150 mV), dado que bajo este valor recién se registran disminuciones importantes de riqueza y abundancia de especies.

Pese a las variaciones temporales, los ensambles de macrofauna se mantienen durante el año, y las estaciones del norte resultan claramente distinguibles de las del sur cuando se las agrupa en función de su identidad y abundancia específicas²⁸³.

De acuerdo a como está planteado en el RAMA, la detección de anoxia en los sedimentos será causal de disminución de un 30% de la biomasa cultivada, sucesivamente después de dos años de detectada la situación, hasta que las condiciones de anoxia desaparezcan²⁸⁴.

Derivada de esa situación surgen algunas preguntas razonables para fines ambientales y útiles para los administrativos:

i) ¿Desaparecerá la anoxia (medida como Eh) de todos los sedimentos donde se realizan actividades de acuicultura de pequeña escala por el sólo hecho de reducir la biomasa cultivada? Probablemente en algunos lugares con características geográficas más encerradas y de circulación escasa, esta situación no varíe mayormente. Ello debido a que no es la acuicultura la que hace el aporte de materia orgánica más significativo que reciben esos sedimentos, y a que la degradación/transporte de la misma, resulta escasa²⁸⁵.

²⁸³ Agrupamiento realizado en función de índice de disimilitud de Bray-Curtis y método UPGMA (Clarke 1993).

²⁸⁴ RAMA. Artículo 20.

²⁸⁵ Esta situación plantea un escenario administrativo complejo si un productor reduce su biomasa en un 30% después de dos años consecutivos de registrar anoxia (situación en que quizás ya no fuera rentable su cultivo), y los sedimentos no logran recupera su nivel de oxígeno 0 mV. Una nueva reducción del 30% de la biomasa podría finalmente obligar al titular abandonar la actividad. Se plantea así un escenario donde las medidas para evitar lo anterior puedan ser del tipo de aplicar un congelamiento de la producción y del número de concesionarios que desarrollan su actividad en un lugar particular.

ii) De acuerdo a lo anterior cabría preguntarse ¿siguen siendo áreas aptas para el cultivo aquellas en que la geografía y la historia han producido sedimentos anóxicos independientemente de las actividades humanas presentes²⁸⁶? De acuerdo a las regulaciones vigentes, no son aptas para la actividad.

Resumiendo el punto, los requerimientos ambientales existentes para interpretar y sancionar el criterio de calidad ambiental según los niveles de oxígeno en los sedimentos, no son del todo adecuados en cuanto a que i) el requisito ambiental mínimo exigible actualmente tiene una aproximación muy indirecta y escaso valor predictivo, ii) el registro de Eh permite la mejor aproximación metodológica²⁸⁷ y iii) no es clara ni explícita la manera en que esa información es considerada y evaluada al momento de tomar una decisión administrativa que afecta al concesionario.

VIII.5.2.2 Impacto ambiental de la APE

Sólo considerando la contribución relativa que hace la APE a la acuicultura nacional²⁸⁸ se podría asumir que su impacto global no es significativo. El cultivo de choritos que es el de mayor contribución a la acuicultura nacional, lo hace en un 1,87%. Sin embargo, cuando se considera el contexto geográfico donde se realizan los cultivos, los impactos pueden llegar a ser significativos en función de las interacciones entre la superficie concesionada, las producciones alcanzadas, las prácticas de cultivo realizadas y las características hidrodinámicas del sector²⁸⁹.

Los aportes de materia orgánica de la APE, dependiendo de las circunstancias anteriores, podrían alcanzar niveles significativos si se considera la producción de un conjunto numeroso de pequeños cultivadores en un lugar con condiciones de baja circulación y transporte, además de

²⁸⁶ FIP 2004-26, Capítulo 11.

²⁸⁷ Y barata, según se presenta más adelante.

²⁸⁸ Ventas por US\$ 7 millones en una acuicultura de US\$ 1.800 millones .

²⁸⁹ Como el caso de Yaldad, donde la concurrencia es mayoritariamente de cultivadores pequeños y han tenido situaciones de manejo ambiental complicadas, a partir de un episodio de floración algal nociva (FAN) en el año 2000 y el manejo realizado de la producción que estaba en condiciones de venta.

aportes terrígenos. En ese sentido, el impacto ambiental real de la APE depende fuertemente de su contexto espacial particular, atendidos sus volúmenes de participación en la actividad en general.

De acuerdo a lo anterior, nuevamente toma sentido la definición de unidades geográficas acotadas para fines de administración y resolución conflictos con particularidades.

VIII.5.2.3 Aspectos sanitarios

El Reglamento Sanitario de la Acuicultura (D.S. 309/2001) y sus programas sanitarios generales y específicos conforman una completa, y compleja, batería de instrumentos complementarios para evitar, controlar y erradicar enfermedades de alto riesgo. En el mismo tenor, el Reglamento de Plagas (D.S. 345/2005) hace lo suyo para aquellas especies que constituyan plagas hidrobiológicas.

Ambos reglamentos tienen incorporados los criterios de zonificación como una herramienta de gestión para los distintos, y complementarios, ámbitos para los que fueron formulados. No obstante, en el caso del D.S. 319/2001, también existe la obligación de realizar los análisis correspondientes centro a centro. Al respecto, ambos reglamentos, particularmente el sanitario por haber desarrollado un mayor número de programas en aplicación, se encuentran mejor integrados y poseen criterios más claros que en lo ambiental²⁹⁰.

Sin embargo, en cuanto a la presencia de enfermedades de alto riesgo (EAR) contemplada en las Listas 1 y 2, de revisión y publicación periódica según establece la legislación, cabe hacer el comentario que el reglamento habla de especies susceptibles para las enfermedades listadas, pero esas especies no están explicitadas en ninguna parte y las listas mencionadas hacen referencia a los agentes causales de enfermedades. El anexo de dicho reglamento establece la obligatoriedad de realizar Programas de Vigilancia Activa para EAR, sólo para las ostras y los abalones. En el caso del primer recurso, en las zonas de estudio, este se realizaba nominalmente en cuanto existían

²⁹⁰ En el caso de las floraciones algales nocivas, por ejemplo, existen criterios claros de concentración de sustancias tóxicas en mitílidos (80 ug/mg), que permiten discriminar cuando un brote ha cesado y es posible comercializar los cultivos de una zona particular.

concesiones autorizadas para ello, pero en la práctica el cultivo no se desarrollaba. En cuanto a los abalones, éstos no corresponden a especies cultivadas por la APE. En forma precautoria, este programa se realiza para ostiones en la tercera y cuarta regiones. Respecto a mitílicos, no existe obligación, pero la necesidad surge como condición de certificación para ser acreditada en los mercados extranjeros, y desde ese punto de vista se vuelve una suerte de imperativo, puesto que aquellos centros que no cuentan con certificación sanitaria ven castigado el precio de sus cosechas.

Si la APE en su conjunto quisiera adscribirse a los planes de vigilancia y programas de certificación, debiera considerarse su participación de acuerdo a criterios de zona geográfica que comparten un mismo cuerpo de agua, de modo que los costos involucrados en los análisis requeridos fuera prorrateados entre todos los productores APE. En caso que eso no fuera posible, podría explorarse algún tipo de asociación de mutuo beneficio (*partnership*) entre productores APE que sean proveedores de materia prima para empresas exportadoras a mercados extranjeros, de modo que unos puedan cumplir con la exigencia ambiental y los otros con la demanda y exigencias ambientales de sus consumidores.

También es necesario señalar que las complejidades de la normativa en este aspecto es lo suficientemente alta como para que los productores APE simplemente no la comprendan cabalmente y, por otro lado, los costos asociados de análisis de laboratorio y asesorías, no puedan ser cubiertos.

VIII.5.2.4 Costos económicos asociados

Los costos asociados al desarrollo de la APE implican costos administrativos, de estudios y pago de patentes. Estos pueden incrementarse si se adscribe a algún programa de certificación sanitaria.

En lo relativo al levantamiento de información ambiental pertinente para la APE, el costo comparativo de realizar estimaciones de materia orgánica, versus realizar registros en terreno con un equipo portátil para medición de Eh pueden ser muy notables.

De acuerdo a los costos estimados en el estudio FIP 2003-20, el costo de la medición de materia orgánica para las INFAs, de sitios categorías 1, 2 y 3, fluctuó entre \$93.150 (Categorías 3) y \$218.130 (Categoría 1). Se asume que los valores incluyen I.V.A., pero no los costos de envío ni de toma de muestras. El costo de realizar las mediciones de Eh fue de \$94.578 (Categoría 3) y de los sulfuros \$165.003 (Categoría 3). El costo de un equipo para medir Eh, con dos electrodos, bordea los \$700.000, más I.V.A.

De acuerdo al estudio FIP 2003-20, el costo total de realizar las INFA, por categoría de centro, alcanzó los \$218.130 para Categoría 1, \$591.585 para Categoría 2 y \$782.505 para Categoría 3. Considerando los rendimientos por hectárea estimados para la APE, queda de manifiesto que la carga económica es muy alta.

En lo sanitario, y como se indicó en el párrafo anterior, los costos de certificación se suman a los anteriores y queda claro que la exigencia económica para los productores, a la que también hay que sumar el pago de la patente respectiva, es aún mayor y su viabilidad en el tiempo disminuye. Esto se hace más claro al examinar el rendimiento por ventas de los distintos tipos de cultivos y la forma en que ésta es obtenida y repartida entre los participantes.

Este es otro argumento para buscar la asociatividad: obtener información ambiental y sanitaria oportuna con costos menores, y ojalá bajos, pudiendo el grupo cumplir con sus obligaciones ambientales y sanitarias, en un esquema normativo y administrativo de flexibilidad, fomento y rentabilidad de la actividad.

VIII.6. Condicionantes

VIII.6.1 Asociatividad

La asociatividad debe ser valorada en su mérito, como vehículo eficiente y eficaz para el logro concreto y formal de los objetivos ambientales y sanitarios explicitados y comprometidos en el marco de la PNA y de la reglamentación vigente. Desde esa perspectiva, la asociatividad debiera ser inducida a través del fomento y la facilitación, por medio de planes, programas y proyectos territorialmente definidos y priorizados de acuerdo a la importancia relativa de las diferentes zonas geográficas del país donde ocurre la APE²⁹¹. En el esquema de desarrollo sustentable y dadas las características económico-productivas y socioculturales detectadas en el grupo humano que las realiza, se espera que la asociatividad mejore los escenarios de permanencia y buen desempeño para los pequeños cultivadores. En un sentido complementario, la asociatividad se vuelve una opción claramente deseable si los potenciales asociados (concesionarios), al momento de tener que cumplir con la caracterización ambiental y sanitaria que les corresponde de acuerdo a lo establecido en las regulaciones, perciben que un monitoreo global compartido trae aparejada una reducción del costo que significaría realizar dicha caracterización de modo individual.

Un criterio administrativamente útil y pleno de sentido ambiental y sanitario, que además debiera facilitar el proceso de inducción y gestión de la asociatividad, es el establecimiento de unidades geográficamente acotadas, a partir de las circunstancias geográfico-productivas (ubicación espacial y características del lugar) de un determinado grupo de concesiones (concesionarios) que quedan naturalmente asociados (por concurrencia espacial) respecto de sus intereses comunes en cuanto a desarrollar su actividad sin inconvenientes ambientales y sanitarios para el lugar en el que lo realizan (por ejemplo, todos los cultivadores APE²⁹² de Yaldad).

²⁹¹ Importancia relativa que podría priorizarse en función de criterios como concentración de la actividad, producción, estado ambiental y sanitario presente en las unidades geográficas acotadas definidas.

²⁹² Extremando la asociatividad en este sentido, se podría llegar a decir todos los cultivadores del lugar.

Otro efecto deseable derivado de la existencia y profundización de la de asociatividad²⁹³, en una mirada sustentable y sostenible, es la progresiva internalización del concepto de responsabilidad (accountability) de lo que ocurre en el lugar en el cual cada uno realiza su actividad. En el mediano plazo esto puede traducirse en un empoderamiento real del territorio por parte de sus usuarios (stakeholders), dado que poseen vínculos con el suficiente grado de realismo como para asumir los desafíos, aprovechar y crear las oportunidades, compartiendo responsable y solidariamente los beneficios, los riesgos y los perjuicios potenciales.

Al respecto podría diseñarse un proyecto piloto para poner a prueba en terreno, en localidades específicas y priorizadas según sus grados de desarrollo actuales.

VIII.6.2 Instrumentos de Fomento

Indudablemente la inducción de asociatividad es un proceso que puede facilitarse por medio del uso y creación de instrumentos de fomento que permitan acceder a los recursos necesarios para que éste se inicie, se desarrolle, logre una expresión formal, se profundice y fortalezca, como una vía clara y participativa para mejorar el desempeño acuícola global y viabilizar la actividad a los pequeños productores.

Ligado a lo anterior, los instrumentos de fomento resultan una herramienta indispensable para articular a la APE en el marco de sustentabilidad de los objetivos de la PNA, considerando ahora sus características de capital escaso y baja tecnología²⁹⁴.

Dada la existencia de diferentes organismos e instituciones que canalizan fondos por medio de una amplia gama de instrumentos, sería menester conocer con el suficiente grado de detalle los requerimientos establecidos en cada uno, para ayudar a definir el perfil que debieran tener las figuras legales de asociatividad y las agrupaciones de productores de pequeña escala, para poder

²⁹³ Que idealmente debe ser apoyada e incentivada desde distintos frentes y con distintos instrumentos, simultáneamente.

²⁹⁴ FIP 2004-26.

optar a dichos instrumentos. Es razonable suponer que los pequeños productores tuvieran un desarrollo como grupo, análogo al que iniciaron antes los pescadores artesanales²⁹⁵, como requisito para optar por la tuición de Áreas de Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB); organizaciones que si lo desean también participarán próximamente en la APE²⁹⁶.

En el caso de la pesca artesanal y las AMERB, desde hace ya varios años, las organizaciones de pescadores que participan en ese sistema de administración han accedido a fondos concursables sectoriales a través de, por ejemplo, instrumentos CORFO-SERCOTEC²⁹⁷ (FAT Colectivo, Preinversión), y de la misma Subsecretaría de Pesca (CORFO/FFPA²⁹⁸), para financiar diferentes aspectos relativos y necesarios para el correcto y buen desempeño de su actividad (asesorías, estudios, capacitaciones). Tomando el criterio de superficie, en el caso de las AMERB, por la vía de los instrumentos señalados, el aporte estatal promedio para estudios de situación base (ESBAS) ha variado entre \$31.000/ha y \$92.000/ha, por una sola vez, en diferentes regiones del país. Para los estudios de seguimiento, por hasta tres años, el aporte promedio ha variado entre \$7.800/ha y \$23.000/ha. En el caso del FFPA, para la licitación realizada en 2004, el aporte promedio fue de \$27.200/ha. Como política CORFO, el aporte para los ESBA sería de un máximo de 70% , con tope de 650 UF, y para los seguimientos de un 50%, con tope de 100 UF²⁹⁹. Para la Región de Los Lagos se desarrollaron modelos de asignación de recursos en función de la superficie que lograban un ajuste muy aceptable en la asignación de los fondos.

Se podría realizar una revisión de los aportes hechos para el sector pesquero artesanal por diferentes entidades e instrumentos, para tener montos referenciales de los subsidios al sector.

²⁹⁵ Desde dónde provienen varios de los pequeños cultivadores.

²⁹⁶ En virtud del D.S. 314/2004, que regula la actividad.

²⁹⁷ Financiado, en promedio, el 70% de los estudios de situación base (ESBAs) y los seguimientos (Planes de Manejo). Sercotec Xª Región. 2004. Informe Final Estudio "Análisis de costos y resultados de estudios sobre áreas de manejo en la región de Los Lagos".

²⁹⁸ Fondo de Fomento de la Pesca Artesanal.

²⁹⁹ Sercotec Xª Región. 2005. Documento de difusión. Seminario-Taller: áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Mitos y realidades.

El monto necesario para cubrir las necesidades de financiamiento análogas de la APE³⁰⁰, podría estimarse, inicialmente, como la suma de los costos individuales por concesionario, al momento de realizar las caracterizaciones ambientales y sanitarias exigibles de acuerdo a sus características de recurso, superficie y niveles de producción. Por la vía de la superficie involucrada podría estimarse un monto inicial para los estudios necesarios, a ser obtenido por la vía de instrumentos. Los señalados u otros pertinentes³⁰¹. Los montos iniciales podrían ser similares a los que se han otorgado para las AMERB y, dado que en muchos casos las superficies de los productores APE son pequeñas, la asociatividad entre éstos cobra aún más relevancia para obtener fondos que los apoyen en el desarrollo y permanencia en la actividad.

Bastante información a este respecto y al papel de los gobiernos regionales en la asignación de recursos se presenta en el capítulo 9 del estudio FIP 2004-26.

VIII.6.3 Otros complementos económicos

Las exenciones pueden tener un buen resultado, especialmente en grupos deprimidos y de escasos recursos, como por ejemplo los pelilleros; especialmente los del sur. Una rebaja en el pago de la patente puede allanar el desempeño formal de la actividad, dado que para todos los recursos considerados, el pago de la patente hace bajar la rentabilidad del cultivo, haciéndolo incluso inviable³⁰²

³⁰⁰ Además de la Información ambiental (INFA), se podrían incorporar aquí, como sector particular, los montos requeridos para mejorar el capital humano y el estatus asociativo de los pequeños acuicultores; estimar un presupuesto global para el grupo.

³⁰¹ El proyecto FIP 2004-26, señala la existencia de 8 instrumentos SERCOTEC, posibles de ser utilizados, en tanto exista asociatividad y un criterio comercial para la organización.

³⁰² Pelilleros del sur. FIP 2004-26.

VIII.7. Discusión

Mirados en conjunto y examinados a partir de una serie de criterios comunes que presentan el suficiente matiz, los productores APE muestran variaciones entre ellos, asociadas al tipo de recurso cultivado, la localización geográfica, las producciones alcanzadas y los grupos humanos asociados; lo que evidentemente tiene repercusiones en los aspectos ambientales y sanitarios que son pertinentes registrar y seguir en el tiempo. Estas diferencias naturales observadas, en el futuro, podrían variar según se integren nuevos pequeños productores y/o se diversifiquen las especies nativas en cultivo dentro de su rango de distribución geográfica³⁰³.

Desde el punto de vista de los grupos humanos, los productores APE se agrupan naturalmente por tipo de recurso y en conjunto representan alrededor del 13% de la mano de obra de la acuicultura nacional. Los ostioneros y miticultores, en términos de su ingreso promedio familiar (\$399.000 y \$367.000, respectivamente) y su ingreso familiar *per capita* (\$95.000 ambos), se diferencian notoriamente de los pelilleros (\$173.000 y \$39.000 como ingreso familiar y *per capita*). En el mismo orden son los que crecientemente concentran mano de obra, y decrecientemente cuentan con trabajadores con formación universitaria. El mismo gradiente se encuentra al mirar el porcentaje de pobres entre el grupo humano asociado a cada recurso, donde el 100% de los ostioneros son no pobres, un 18% de los miticultores es pobre, y un 83% de los pelilleros son pobres (53%) e indigentes (30%). En la APE en general, participa un 11% de indigentes, un 29% de pobres y un 60% de no pobres³⁰⁴.

A nivel estatutario³⁰⁵, las claras diferencias al interior de la APE debieran ser recogidas y explicitadas, dado que los escenarios presentes y futuros son muy diferentes y vulneran de manera distinta a los grupos humanos que participan en ella. Es decir, el tratamiento de la APE, al interior de ella misma, debiera refinarse al nivel que permita, efectivamente, viabilizar la actividad,

³⁰³ Una de las condiciones que en este momento define a la APE.

³⁰⁴ FIP 2004-26.

³⁰⁵ *Sensu* conjunto de instrumentos y herramientas de política.

considerando los niveles de capital social que expresan los diferentes grupos de cultivadores. Reforzando los escenarios posibles, en 1990 en el país, con una producción acuícola de 71.000 toneladas, el cultivo de peces representaba el 41% de la producción nacional, los moluscos el 5% y las algas el 54%. En 2003, con una producción acuícola de 582.000 toneladas, los peces representaban el 84%, los moluscos el 13% y las algas el 3%³⁰⁶.

Como comentario a las modificaciones que registra la Resolución 404, resulta muy apropiada la creación de la Categoría 0 y que ésta no requiera informar calidad ambiental de sedimentos³⁰⁷. Ese cambio representa, clara y formalmente, una medida apropiada para favorecer y viabilizar al grupo más desposeído, que corresponde a los pelilleros; los del sur especialmente³⁰⁸.

Sin perjuicio de lo anterior, existen también aspectos generales comunes a todos los concesionarios, y comunes a la actividad que también deben explicitarse en el estatuto y en regulaciones de jerarquía mayor. Particularmente aquellas que refieren los criterios bajo los cuales la información es evaluada y tomada la decisión administrativa correspondiente.

Ambientalmente, los resultados encontrados en terreno en dos campañas durante 2006, contrastados con información equivalente presentada en otros estudios FIP, en estudios ambientales (INFAs) y literatura general sobre el tema, permiten discriminar entre la situación observada en la zona centro-norte (III y IV regiones) y sur del país (Xª región). Esto hace pleno sentido con la conformación geográfica y entorno en que se encuentran los diferentes cuerpos de agua, los patrones y velocidades de circulación de corrientes, y las situaciones estudiadas. En un grado de detalle más fino, y sólo a modo de comentario general, el análisis histopatológico de mitílidos sugiere diferencias en la calidad ambiental global de los lugares donde se desarrolla la actividad,

³⁰⁶ OCDE / CEPAL op.cit.

³⁰⁷ Propuesta de cambio Resolución (Subesca) N° 404/2003, numerales 5 A. y 14 A.

³⁰⁸ Sin desmerecer en lo absoluto lo dicho, también se les plantea una dificultad al prohibir cercos y estacas para *atrapar* la producción a la deriva (en caso que esa medida se cumpliera efectivamente). Si así fuera, tal vez debiera replantearse el modo de aprovechamiento de la productividad del sistema, en la forma de prácticas de cultivo distintas a las realizadas hasta hoy.

lo que hace sentido al considerar y comparar aspectos como tipo e intensidad de uso del borde costero. En ese sentido, Dalcahue es una zona de mayor complejidad territorial en comparación al resto de lugares estudiados.

El estatuto debe tener la suficiente flexibilidad para que pueda expresarse el componente geográfico que modela la situación de la APE en un lugar determinado, así como la flexibilidad para que ese lugar reciba un tratamiento lo suficientemente ajustado a su realidad particular³⁰⁹.

Desde el punto de vista administrativo y de gestión, esto permite hacer un manejo diferenciado en los aspectos que corresponda a cada realidad geográfica, productiva, ambiental y sanitaria.

La inducción de asociatividad formal entre pequeños productores, del modo más conveniente para ellos, es algo que se debe buscar con ahínco y debe construirse sobre la base de vínculos con sentido real que permitan profundizarlos y reforzarlos sobre un contexto de co-responsabilidad y solidaridad, en función de intereses comunes de diversa índole. Un elemento para dinamizar la gestión, que además tiene sentido y utilidad ambiental y sanitaria³¹⁰, es la definición de unidades geográficas acotadas de acuerdo a la distribución espacial de la actividad APE, a partir de las cuales estudiar el modelo de asociatividad más conveniente a los fines buscados. En ese sentido, la asociatividad geográfica podría ser propuesta por los acuicultores y también puede ser diseñada y propuesta por el administrador³¹¹.

Ambiental y sanitariamente, la definición de unidades geográficas acotadas (¿distrito acuícola?), en la cual los productores se encuentran asociados por concurrencia, permitiría realizar caracterizaciones en el marco de un programa de monitoreo (seguimiento) global y compartido,

³⁰⁹ Por la vía de iniciativas piloto priorizadas dentro de una estrategia de impulso y desarrollo orgánico de la APE.

³¹⁰ Y está contemplado en la LGPA, en su artículo 87 y en el artículo 1 del RAMA, versión aprobada el 5/XII/2006.

³¹¹ Permitiendo que el sistema opere desde abajo hacia arriba (bottom-up), abriendo la puerta para el empoderamiento territorial de los usuarios; y desde arriba hacia abajo (top-down), permitiendo que el administrador evalúe e introduzca mejoras en el sistema.

que se oriente a obtener una mirada integrada de la unidad en cuestión, ampliando y mejorando la cobertura y comprensión que se tiene de ésta. Para facilitar la ocurrencia de ello y para que sea una alternativa atractiva para los pequeños productores³¹², es necesario que en términos económicos esta asociatividad signifique para los concesionarios una disminución en los costos individuales por ese concepto, que permita cumplir los requisitos formales dentro de los establecido, y entregue información ambiental y sanitaria pertinente y oportuna, de modo periódico y permanente. Como efecto directo, el cumplimiento efectivo de la normativa aplicable aumentaría notoriamente.

En un esquema de asociatividad, la toma de muestras y registros en terreno³¹³ podría ser apoyada por los mismos productores, de modo que sólo la asistencia profesional necesaria para cumplir con la exigencia legal sea un costo externo a financiar, y que puede ser obtenida de alguna entidad vinculada al sector³¹⁴.

Metodológicamente, en cuanto a la toma de muestras de sedimento, la inoperancia de la draga en condiciones de mucho movimiento y en profundidades someras, sumado a un mayor costo de operación y, de acuerdo a lo sugerido en el FIP 2003-20, problemas en la lectura del Eh al descompactarse el sedimento durante la toma de muestra, el uso de corer aparece una vez más como el adecuado³¹⁵. El mayor inconveniente que presentaría es la menor área de mordida (0,01 m²) y, en consecuencia, se podría creer que también una pobre representación de la fauna, con una eventual pérdida de precisión en la evaluación de ésta. Sin embargo, los resultados y la experiencia indican que dicha pérdida de información no es tal, y que si bien eventualmente se obtiene una menor representación de la diversidad ecológica al disminuir la probabilidad de

³¹² Y no solamente para ellos, sino que también para productores de otras escalas que compartan el lugar de producción.

³¹³ Con un grado de entrenamiento de los propios cultivadores.

³¹⁴ Institutos, Fundaciones, Consultoras, Universidades, ONGs, Municipios.

³¹⁵ Aspecto metodológico que fue indicado en el estudio FIP 2003-20 y que ha sido recogido por la Propuesta de cambio Resolución (Subpesca) 404/2003, en el Numeral 26 para las muestras de granulometría, en el 27 para determinación de materia orgánica, pero no en el numeral 29 para la toma de muestras bentónicas. Esto pudiera ampliarse.

muestrear especies de mayor tamaño (menos abundantes) y poco frecuentes, esta sin duda se recompensa al utilizar un tamiz de 0,5 mm y no el de 1 mm como está reglamentado. Desde hace décadas, la macrofauna ha sido definida como toda fauna que queda retenida en un tamiz de 0,5 mm (algunos sugieren 300 μ). El uso de un tamiz pequeño maximiza la probabilidad de representación de la macrofauna, especialmente en las abundancias de las especies pequeñas, realizando evaluaciones más precisas de acuerdo a la naturaleza de ella. Pequeñas especies de poliquetos, anfípodos, ostrácodos y pequeños bivalvos y gastrópodos fueron las que dominaron las comunidades monitoreadas en el presente estudio entregando información verosímil. De este modo, la combinación core/tamiz de 0,5 mm resulta ser menos costoso y de gran precisión en la evaluación de las condiciones en que se encuentra el sistema bentónico.

Desde el punto de vista de la gestión, la existencia de unidades geográficas acotadas debiera facilitar la toma de decisiones puntuales, haciéndolas más efectivas, dado que la información a partir de la cual las decisiones serán tomadas reflejará la singularidad del lugar. Incluyendo las de su grupo humano.

Sin ninguna duda, la articulación de todo lo mencionado anteriormente no será posible de no mediar una coordinación entre las entidades administrativas y los procedimientos burocráticos y legales involucrados. Estos aspectos, que sin duda pueden despejarse o construirse, son parte de la responsabilidad y el desafío que debe enfrentar el administrador mandatado para esos efectos (y que podrían ser requeridos por la vía de licitar futuros proyectos FIP, por ejemplo).

VIII.8. Conclusiones

- El mayor o menor acceso a nuevas tecnologías, políticas e instrumentos de fomento, de capacitación, y en general un conjunto de herramientas consideradas al servicio de un objetivo central de política, son aspectos claves que deben considerarse a la hora de construir una estrategia estatutaria específica para la APE.
- Para una definición apropiada de la APE es indispensable, además de considerar criterios respecto del tipo de recurso cultivado la superficie concesionada y las producciones máximas estimadas, incorporar las características socioculturales de los diferentes grupos humanos vinculados a la actividad a lo largo del país, dado que entre ellos existen diferencias suficientes que requieren apoyos diferenciados en una serie de aspectos (capacitación, acceso al capital, organización).
- El estatuto que se elabore debe ser capaz de reflejar las diferencias que existen al interior de la APE, de modo que los grupos o tipos de productores, puedan vincularse adecuadamente con las herramientas e instrumentos que realmente necesitan para realizar sustentable y sosteniblemente su actividad, cumpliendo oportunamente con los requerimientos que les sean pertinentes, de acuerdo a sus niveles de actividad.
- Actualmente, las exigencias ambientales y sanitarias aplicables para la acuicultura no son del todo pertinentes para los productores de pequeña escala, considerando tanto las complejidades formales de éstas, los costos asociados a los análisis requeridos, los niveles de actividad y contribución relativa a la producción nacional de la APE, y las características socioeconómicas y culturales mayoritarias de los grupos humanos y comunidades vinculadas a ella.

- Sería apropiado adecuar la normativa exigible para el subsector; tanto en los requerimientos específicos, como en la forma de satisfacerlos.
- Para los pequeños productores acuícolas, el fomento y la facilitación de asociatividad entre productores concurrentes por cuerpos de agua o localidades geográficas acotadas, resulta una aproximación posible en pos de alcanzar un mejor cumplimiento de las obligaciones ambientales y sanitarias que les son aplicables actualmente.
- Si bien es cierto que la batería de cuerpos legales es amplia en su cobertura, también es cierto que tienen una alta complejidad, que se convierte en otro obstáculo práctico para la APE, habida cuenta de las condiciones socioculturales mayoritarias del grupo humano vinculado a la actividad.
- La información ambiental exigida actualmente es diversa y no satisface adecuadamente el criterio de calidad ambiental definido; ni en lo metodológico ni en lo formal ni en lo ambiental.
- No se observan criterios explícitos de evaluación de la información ambiental exigida que permitan una interpretación ambiental puntual y conjunta, que permita tomar decisiones administrativas claras si la fiscalización estuviera al día.
- Se solicita mucha información que no es claro que participe en la toma de la decisión.
- Es apropiado evaluar la pertinencia de mantener el contenido de materia orgánica como requisito ambiental mínimo exigible.
- Considerar el registro de Eh como exigencia ambiental mínima para la APE.

- La interpretación de la calidad ambiental en función sólo del contenido de oxígeno de los sedimentos podría no reflejar una situación ecológica más compleja. En lo posible, esto debiera contrastarse con muestras intercaladas en el tiempo, de macroinfauna.
- La alternativa de realizar monitoreos globales compartidos parece razonable desde el punto de vista del diseño del seguimiento y también deseable de sus costos totales y la prorrata individual.
- La inducción de la asociatividad con sentido geográfico-productivo-ambiental, por concurrencia espacial de los concesionarios, apoyada con instrumentos de fomento, parece ser una vía a explorar.
- Es posible discriminar la IIIª y IVª regiones como un sistema y la Xª región como otro, y que posee particularidad en su interior. De este modo, es posible pensar en la existencia de otros sistemas a lo largo del país (Vª - VIIIª, XIª - XIIª regiones).
- Una intervención territorial piloto podría ser una buena alternativa de contrastar hipótesis de trabajo respecto de los tipos de sinergias de ligar asociatividad, flexibilidad normativa, provisión de instrumentos y mecanismos, y capaces de gatillar un proceso de desarrollo ligado y vinculante con los grupos humanos caracterizados como APE.

VIII.9. Sugerencias de iniciativas para viabilizar la APE

- Fomentar la asociatividad de los pequeños productores, a partir de un criterio de concurrencia geográfica, como mecanismo clave para potenciar y viabilizar la actividad.
- Simplificar las exigencias ambientales³¹⁶ para el registro ambiental de seguimiento (INFA), necesario para contar con información pertinente, oportuna y a bajo costo. En ese contexto, se proponen dos cosas concretas: i) exigir el Eh como registro ambiental mínimo, dado que representa de mejor modo la manera de satisfacer el requisito de calidad ambiental³¹⁷; ii) permitir la realización de estudios ambientales y sanitarios de manera conjunta por los concesionarios³¹⁸ que comparten un mismo cuerpo de agua o una localidad, con objeto de reducir los costos individuales por este concepto, al tiempo que mejore la mirada global del sistema que acoge las actividades acuícolas³¹⁹.

³¹⁶ Cabe destacar que el Artículo 15 del RAMA, obliga a realizar CPS sólo a aquellos productores que deben someterse al SEIA, lo cual es un criterio apropiado para la APE.

³¹⁷ Cómo se señaló anteriormente, el pH no resulta pertinente por una serie de razones presentadas en el estudio FIP 2003-20 y otras, de índole distinta, en este (FIP 2005-15). La materia orgánica no necesariamente indica el contenido de oxígeno en los sedimentos, dado que su procesamiento y consumo de oxígeno en la tarea depende del tipo de materia orgánica que se trate (vegetal o animal), y también de las condiciones hidrodinámicas y de energía en general, del lugar donde se desarrolla la actividad acuícola. No obstante, existe una buena y significativa relación entre materia orgánica y Eh, en el sentido que a medida que la materia orgánica aumenta, el Eh disminuye. Por otra parte, la medición de sulfuros, si bien es cierto resulta más exacta desde el punto de vista estrictamente químico, resulta más engorroso de medir en terreno y sus costos asociados son más altos. Muestra el mismo tipo de relación que el Eh con la materia orgánica. La granulometría permite estimar el grado de energía relativa existente en un lugar específico.

³¹⁸ Esto sería muy concordante con el criterio señalado en el Artículo 15 del RAMA.

³¹⁹ Si eso fuera posible, podría diseñarse un protocolo de monitoreo APE tal, que permitiera la caracterización de la masa de agua y su dinámica (correntometría euleriana) en un esquema de costos que siguiera siendo eficiente y de montos menores a los de realizar lo mismo de manera individual. El apoyo de instrumentos de fomento sería clave para lograr caracterizaciones detalladas de las zonas de cultivo donde concurren varios concesionarios (por ejemplo Yaldad), de manera que puedan ser gestionadas de mejor manera de acuerdo a esas características. En términos individuales esto podría resultar en una disminución de las estaciones de control (bajo módulos de producción) y de referencia (en lugares donde no hay concesión podrían ser estaciones compartidas), distribuyendo espacialmente las estaciones de modo de registrar las particularidades (canales estrechos, zonas de desembocadura, etc) del lugar donde realizan su actividad.

- En los casos en que los cultivos no requieran someterse al SEIA, podrán entregar información de seguimiento ajustada (INFA ajustada) de modo colectivo.
- Definir unidades geográficas acotadas que reúnan la gestión ambiental y sanitaria, además de aspectos de capital social del grupo ligado a la actividad, según tipo de recurso, que permitan el empoderamiento de la comunidad APE en particular, y la comunidad toda, en general.
- Vincular explícitamente, por la vía de la información y de los ajustes legales y administrativos, a los instrumentos de fomento y desarrollo existentes y considerar la creación de uno particular para la APE. La sola extensión del FPPA parece razonable y oportuna.
- Vincular estrechamente las actividades de la APE con los municipios de los lugares donde se realiza.
- Diseñar y ejecutar proyectos piloto para intervenir territorios y modelar el funcionamiento de la APE, en pos de alcanzar su viabilidad.
- Disponer de la información ambiental y sanitaria en internet, con no más de 6 meses de desfase entre el registro y su difusión.

VIII.10. Sugerencias de ajustes reglamentarios

VIII.10.1 Modificaciones a la Resolución (Subpesca) N° 3.411/2006.

- Exigir registro de Eh como antecedente ambiental mínimo.
- Permitir que los pequeños cultivadores realicen muestreos globales compartidos.
- Permitir el uso de *corer* para la toma de muestras de macrofauna.
- Establecer los criterios de evaluación de la información para las variables exigidas.

VIII.10.2. Modificaciones al Reglamento Ambiental para la Acuicultura

- Incorporar el criterio de zonificación de acuerdo a características geográficas, productivas y/o ambientales, de modo análogo a lo que se establece en el Reglamento Sanitario (D.S. 319/2003) y el Reglamento de Plagas (D.S. 345/2005).

IX. Literatura Citada

Andrade, H. & S. Gutiérrez, 1989. Caracterización estructural de las comunidades macroinfaunales de la bahía de Valparaíso: análisis metodológicos y estudios de impacto ambiental. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Revista Pacífico Sur (Número Especial): 365-372.

Andrade, H., S. Gutiérrez & A. Salinas, 1986. Efectos del vertimiento de desecho orgánico no tratado sobre la macrofauna bentónica en el sur de la bahía de Valparaíso (Chile). Ciencia y Tecnología del Mar. CONA 10, 21-49.

E. Argese, G. Cogoni, L. Zaggia, R. Zonta, R. Pini (1992). Study on redox state and grain size of sediments in a mud flat of the Venice Lagoon. Environmental Geology. 20 (1): 35 - 42. DOI 10.1007/BF01736108, URL <http://dx.doi.org/10.1007/BF01736108>

Baluyut, E.A. (1991). Fish disease and fish health management: environmental aspects. In Fish Health Management in Asia-Pacific. Report on a Regional study and workshop on fish disease and fish health management. Bangkok, Network of aquaculture centres in Asia Pacific. Asian Dev. Bank Agricult. Dep. Rep. Ser., (1): 607-614.

Brown, J. R., R. J. Gowen & D. S. McLusky (1987). The effect of salmon farming on the benthos of a Scottish sea loch. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 109: 39 -51.

Buschmann, A. (2001). Impacto ambiental de la acuicultura. El estado de la investigación en Chile y el mundo. Terram publicaciones. 67 pp. En: www.terram.cl/docs/RPP_4ImpactosambientalesdelaacuiculturaelestadodelconocimientoenChileyelMundo.pdf

Buschmann, A.H., López, D.A., Medina, A. (1996). A review of environmental effects and alternative production strategies of marina aquaculture in Chile. Aquacult. Eng. 15:397-421.

CBD. Technical Report Series N°14. Integrated marine and coastal area management (IMCAM) approaches for implementing the convention of biodiversity.

Carrasco, F.D. & V. A. Gallardo, 1983. Abundance and distribution of the macrobenthic infauna of the Gulf of Arauco, Chile. International Review Ges Hydrobiology 68, 825-838.

Clarke, K.R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Aust. J. Ecol., 18: 117-142

Crawford, C. M., C. K. A. Macleod, and I. M. Mitchell (2003). Effects of shellfish farming on the benthic environment. Aquaculture 224 (2003) 117-140.

Christensen, P. B., R. N. Gludb & T. Dalsgaard (2006). Paul Gillespie Impacts of longline mussel farming on oxygen and nitrogen dynamics and biological communities of coastal sediments. *Aquaculture* 218: 567-588.

Dahlbäck, B. & L. Å. H. Gunnarsson (1981). Sedimentation and sulfate reduction under a mussel culture. *Mar. Biol.*, 63(3): 269 - 275.

Dame R. F., T. G. Wolaver & S. M. Libes (1985). The summer uptake and release of nitrogen by an intertidal oyster reef. *Neth. J. Sea Res.*, 19: 265-268.

Dame R. F., J. D. Spurrier & T. G. Wolaver (1989). Carbon, nitrogen and phosphorus processing by an oyster reef. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 54: 249-256.

Enríquez, S., N. Marbá, C.M. Duarte, B.I. van Tussenbroek & G. Reyes-Zabala (2001). Effects of seagrass *Thalassia testudinum* on sediment redox. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 219: 149-158.

Ervik, A., P. Kupka Hansen & V. Wennevik (1994). Proceedings of the Canada-Norway Workshop on Environmental Impacts of Aquaculture, Institute of Marine Research, Norway. *Fisken Og Havet*, Nr 13: 135 pp.

FAO, Informe de Pesca N° 631.

FIP 2004-26. Informe Final. Diagnóstico de la acuicultura de pequeña escala en Chile.

FIP 2003-30. Informe Final. Implementación de un sistema automatizado de registro de datos provenientes del reglamento ambiental de la acuicultura.

FIP 2003-28. Diagnóstico del uso de fármacos y otros productos químicos en la acuicultura.

FIP 2003-26. Informe Final. Diagnóstico ambiental de actividades de acuicultura en la zona norte (III° y IV°) regiones.

FIP 2003-27. Informe Final. Estatus sanitario de los moluscos de cultivo en relación a las enfermedades de alto riesgo.

FIP 2003-20. Informe Final. Evaluación de metodologías y variables consideradas en la Resolución 404/03 y propuesta de cambios.

FIP 2002-24. Informe Final. Diagnóstico económico y social de la acuicultura en Chile.

Folk, R. y Ward, W. 1957. Brazos river bar, a study in the significance of grain-size parameters. *J. Sediment. Petrol.* 27: 3-27.

Gao, Q-F., K-L. Cheung, S-G. Cheung & P. K. S. Shin (2005). Effects of nutrient enrichment derived from fish farming activities on macroinvertebrate assemblages in a subtropical region of Hong Kong. *Mar. Poll. Bull.*, 51: 994 -1002.

Gargiulo, M. 2005. Estándares de calidad ambiental para centros de cultivo y su relación con los parámetros productivos. Departamento de Medioambiente. CETECAL S.A. En: <http://www.aqua.cl/conferencia%20PDF/22%20Marzo%20P%20del%20Lago%20tarde%20Alim%20peces/2%20Matias%20Gargiulo.pdf>

Gyllenhammar, A. & L. Hakanson (2005). Environmental consequence analyses of fish farm emissions related to different scales and exemplified by data from the Baltic - a review. *Mar. Environ. Res.*, 60: 211-243.

Gilpin, Alan (1995). *Environmental Impact Assessment: cutting edge for the twenty first century.* Cambridge University Press. 182 pp.

Grant, J., A Hatcher, D. B Scott, P. Pocklington, C. T. Schafer & G. V. Winters (1995). A Multidisciplinary Approach to Evaluating Impacts of Shellfish Aquaculture on Benthic Communities. *Estuaries*, 18(1A): 124-144.

Gray, J. S., R. Sh-S. Wu & Y. Y. Or (2002). Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 238: 249-279.

Hargrave, B. T., G. A. Phillips, L. I. Doucette, M. J. White, T. G. Milligan, D. J. Wildish & R. E. Craston (1993). Assessing Benthic Impacts of Organic Enrichment From Marine Aquaculture. *Water Air Soil Poll.*, 99: 641-650

Hartstein, N. D. & A. A. Rowde (2004). Effect of biodeposits from mussel culture on macroinvertebrate assemblages at sites of different hydrodynamic regime. *Mar. Environ. Res.*, 57: 339-357.

Haya, K., L. E. Burrige & B. D. Chang (2001). Environmental impact of chemical wastes produced by the salmon aquaculture industry. - *ICES J. Mar. Sci.*, 58: 492-496.

Henderson, A. R. & D. J. Ross (1995). Use of macrobenthic infaunal communities in the monitoring and control of the impact of marine cage fish farming. *Aquaculture Research*, 26: 659-678.

Hevia, M. (2006). Sedimentation model of organic waste from cage fish farm. *Aquaculture Workshop.* 20-21 d Marzo, Puerto Varas. En www.subpesca.cl.

Iwama, G.K. (1991). Interactions between aquaculture and the environment. *Crit. Rev. Environ. Control* 21 (2):117-216.

Kaspar H. F., P. A. Gillespie, I. C. Boyer & A. L. MacKenzie (1985). Effects of mussel aquaculture on the nitrogen cycle and benthic communities in Kenepuru Sound, Marlborough Sound, New Zealand. *Mar. Biol.*, 85: 127-136.

Karakassis, I., M. Tsapakis, E. Hatziyanni, K. N. Papadopoulou & W. Plaiti (2000). Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 1462-1471.

Jarry V., M. Fiala, G. F. Frisoni, G. Jacques, J. Neveux & M. Panouse (1990). The spatial distribution of phytoplankton in a Mediterranean lagoon (Étang de Thau). *Oceanol. Acta*, 13: 503-512.

Lancellotti, D.A. & W. B. Stotz, 2004. Effects of Shoreline Discharge of Iron Mine Tailings on a Marine Soft-Bottom Community in Northern Chile. *Marine Pollution Bulletin*, 48(3): 303-312.

Lasiak, T. A., A. J. Underwood & M. Hoskin (2005). An experimental assessment of the potential impacts of longline mussel farming on the infauna in an open coastal embayment. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 16(3): 289 - 300.

Lloyd, B. D. (2003). Potential effects of mussel farming on New Zealand's marine mammals and seabirds: a discussion paper. Department of Conservation, Wellington. vii + 34 p.

Maldonado, M., M. C. Carmona, Y. Echeverría & A. Riesgo (2005). The environmental impact of Mediterranean cage fish farms at semi-exposed locations: does it need a re-assessment? *Helgol. Mar. Res.*, 59: 121-135.

Mallet, A. L., C. E. Carver & T. Landry (in press). Impact of suspended and off-bottom Eastern oyster culture on the benthic environment in eastern Canada. *Aquaculture*.

Martínez, M. 1999. La acuicultura rural en pequeña escala en el mundo. Taller ARPE, FAO-UCT.

McKinnon, L. J., G. D. Parry, S. C. Leporati, S. Heislars, G. F. Werner, A. S. H. Gason, G. Fabris & N. O'Mahony (2003). The Environmental Effects of Blue Mussel (*Mytilus edulis*) Aquaculture in Port Phillip Bay. Fisheries Victoria, Research Report Series No.1.

Miron G., T. Landry, P. Archambault, B. Frenette (2005). Effects of mussel culture husbandry practices on various benthic characteristics. *Aquaculture* 250: 138- 154.

Mojica Jr., R. & W. G. Nelson (1993). Environmental effects of a hard clam (*Mercenaria mercenaria*) aquaculture site in the Indian River Lagoon, Florida. *Aquaculture*, 113(4): 313-329.

Navarro, J. & R. Jaramillo. (1994). Evaluación de la oferta alimentaria natural disponible a organismos filtradores de la bahía de Estero Yaldad (43°08'S;73°44'W), sur de Chile. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 29(1):57-75

Nizzoli, D., D. T. Welsh, M. Bartoli & P. Viaroli (2005). Impacts of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) farming on oxygen consumption and nutrient recycling in a eutrophic coastal lagoon. *Hydrobiologia*, 550(1): 183 - 198.

Pearson, T.H. & S.O. Stanley (1979). Comparative measurement of the Eh potential of marine sediments as a rapid means of assessing the effect of organic pollution. *Marine Biology* 53 (4): 371-379.

Pearson, T.H. and R. Rosenberg. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 16:229-311.

Penczak, T., A. Galicka, M. Molinski, E. Kusto & M. Zalewski (1982). The enrichment of a mesotrophic lake by carbon, phosphorus, and nitrogen from the cage aquaculture of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *J. Appl. Ecol.*, 19: 371-393.

Pillay, T.V.R. (1992). *Aquaculture and the environment*. Fishing News Books. 189 pp.

Pohle, G., B. Frost & R. Findlay (2001). Assessment of regional benthic impact of salmon mariculture within the Letang Inlet, Bay of Fundy. *ICES J. Mar. Sci.*, 58: 417-426.

Retamales, M. & A. Buschmann (1996). *Gracilaria-Mytilus* interaction on a commercial algal farm in Chile. *Gracilaria-Mytilus* interaction on a commercial algal farm in Chile, *Hydrobiologia*, Volume 326-327, Issue 1, Jul 1996, Pages 355 - 359, DOI 10.1007/BF00047831, URL <http://dx.doi.org/10.1007/BF00047831>

Ritz, D. A., M. E. Lewis & M. Shen (1990). Response to organic enrichment of infaunal macrobenthic communities under salmonid sea cages. *Mar. Biol.*, 103: 211-214.

Rosenberg R., H. C. Nilsson & R. J. Diaz (2001). Response of Benthic Fauna and Changing Sediment Eh Profiles over a Hypoxic Gradient. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 53: 343-350.

Rosenberg, R., H. C. Nilsson & R. J. Diaz (2001). Response of Benthic Fauna and Changing Sediment Redox Profiles over a Hypoxic Gradient. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 53: 343-350.

Souchu P., P. Mayzaud & S. Roy (1991). Environnement physic-ochimique et trophique d'un site myticole, Iles-de-la-Madeleine (Québec). I. Evolution estivale des composés de l'azote, du phosphore et du silicium. In: Therriault, J. C. (ed), *Le golfe du Saint-Laurent: petit océan ou grand estuaire?*. Publ. Spec. Can. Sci. Halieut Aquat., 113: 209-218.

SERCOTEC, Xª Región. 2004. Análisis de costos y resultados de estudios obre áreas de manejo en la Región de Los Lagos. Informe Final.

Silva, Olivari y Yany. 1999. Determinación de distritos de aptitud acuícola mediante la aplicación de sistemas de información geográficos. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 27:93-99.

Sutherland, T. F., A. J. Martin & C. D. Levings (2001). Characterization of suspended particulate matter surrounding a salmonid net-pen in the Broughton Archipelago, British Columbia. - *ICES J. Mar. Sci.*, 58: 404-410.

Tournier H. & Y. Pichot (1985). Répartition de la chlorophylle a dans l'étang de Thau: richesse nutritive pour les mollusques d'élevage. *Rev. Trav. Inst. Peches Marit.*, 49: 13-24.

Troell, M. & H. Berg (1997). Cage fish farming in the tropical Lake Kariba, Zimbabwe: impact and biogeochemical changes in sediment. *Aquacul. Res.*, 28: 527-544.

Underwood, A.J. (1997). *Experiments in Ecology*. Cambridge University Press.

Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Jour. Geol.*, 30: 377-392.

Weston, D. P. (1990). Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 61: 233-244.

Wildish, D. J., B. T. Hargrave & G. Pohle (2001). Cost-effective monitoring of organic enrichment resulting from salmon mariculture. *ICES J. Mar. Sci.*, 58: 469-476.

Woods, G., E. Brain, C. Shepherd & T. Paice (2004). *Tasmanian Marine Farming Environmental Monitoring Report: Benthic Monitoring (1997 - 2002)*. Marine Environment Section, Marine Resources Group Division of Food, Agriculture and Fisheries DPIWE.

Wu, R. S. S. (1995). The environmental impact of marine fish culture - towards a sustainable future. *Mar. Poll. Bull.*, 31: 159-166.

Yokoyama, H. (2002). Impact of fish and pearl farming on the benthic environments in Gokasho Bay: Evaluation from seasonal fluctuations of the macrobenthos. *Fisher. Sci.*, 68(2): 258 - 268.

Zitko, V. 1994. Chemicals in aquaculture (an overview). In Proceedings of the Canada-Norway Workshop on Environmental Impacts of Aquaculture, Institute of Marine Research, Norway, pp. 97-106. Ed. by A. Ervik, P. Kupka Hansen, and V. Wennevik. Fisken Og Havet, Nr 13. 135 pp.

Zar, J. H. (1996). Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Zúñiga, O., H. Baeza & R. Castro, 1983. Análisis de la macrofauna bentónica del Sublitoral de la Bahía de Mejillones del sur. Estudios Oceanológicos 1, 41-62.