



GOBIERNO DE  
**CHILE**

**SUBSECRETARIA DE PESCA  
SERVICIO NACIONAL DE PESCA**

---

**Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún  
Chiloé, X Región de Los Lagos**

**PLAN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN**

---



**2010**

---

## 1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN GEOGRAFICA DE LA RESERVA MARINA

### Antecedentes

---

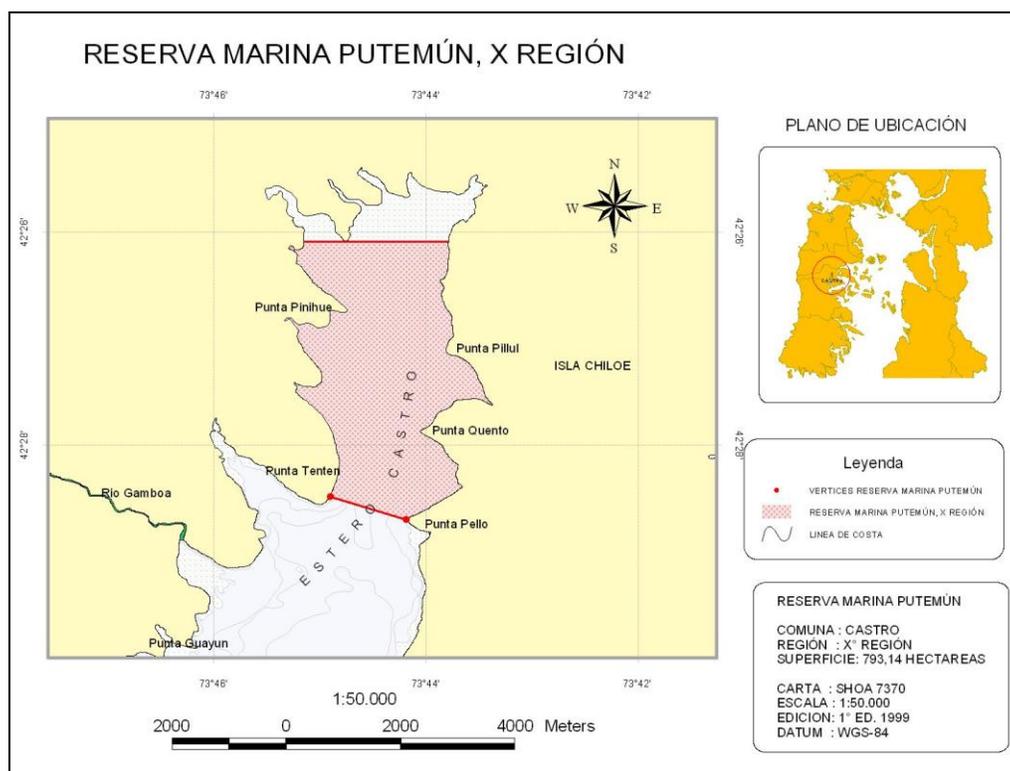
El Choro Zapato (*Choromytilus chorus* Molina, 1782), ha sido objeto de explotación desde épocas muy antiguas. Al respecto, se tienen antecedentes que ya en 1907 existía regulación de la extracción en base a una veda que estaba comprendida entre el 1° de septiembre y el 1° de abril de cada año. En términos general, los registros de las cantidades desembarcadas del recurso muestran que entre los años 1938 y 1944 fueron entre 1000 y 2500 toneladas anuales, periodo que se transformaría a la larga en el más productivo para el Choro. Junto con el desarrollo de una explotación regulada de los bancos naturales del recurso, se buscaron otras formas productivas, así en octubre del año 1943 se promulga la Ley N° 7.535 que crea la Estación de Mitilicultura de Quellón, con el objeto de vigilar y promover el cultivo y repoblación de mitílidos, incluyendo el Choro Zapato. Posteriormente, en el año 1946, el Decreto Supremo N° 960 del Ministerio de Agricultura establece prohibición de extracción, de todo tipo de mariscos, en los Ríos y Ensenadas de Chiloé atendiendo el agotamiento que presentaban los bancos naturales de estos recursos, dichos sectores se constituyeron en espacios reservados para el Estado, encontrándose entre ellos un sector del Estero de Castro, Ensenada Putemún, reservado para la protección del Choro Zapato. Los desembarques que se registran a partir del año 1944, probablemente determinaron el establecimiento de esta prohibición, los cuales no alcanzaban 500 ton anuales, situación que se prolongó hasta mediados de los años 80 periodo en el cual también se registraron niveles de desembarques cercanos a cero, a nivel nacional.

La importancia de Putemún para el recurso Choro Zapato se materializa el año 1981, cuando se le otorga a este sector la calidad de Reserva Genética y Centro Productor de Semilla para Choro y Choritos, además de establecer la prohibición de efectuar en el área toda actividad extractiva de recursos hidrobiológicos (Decreto Supremo N°248), junto con esto se deroga el Decreto N°960 de 1946. Respecto de los antecedentes técnicos del Choro Zapato y el establecimiento de la reserva genética, Inculmar Consultores (1982) realizaron un estudio integral del área, el cual abarcó aspectos biológicos, ecológicos, oceanográficos, dicho estudio sentó las bases técnicas para un mejor cumplimiento de los objetivos productivos de la Reserva y del Centro a través de la optimización del proceso de

captación de semillas de mitílidos en el área. Por otro lado, los desembarques del recurso repuntan respecto de la tendencia del periodo anterior, situándose entre 1.000 y 1.400 ton entre los años 1985 y 1994, para posteriormente disminuir y mantenerse hasta en la actualidad a alrededor de 200 toneladas promedio anuales. La importancia de Putemún como Reserva Genética y Centro Productor de semillas de mitílidos, la situación general del recurso y las figuras de protección incorporadas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus modificaciones, llevaron a la Autoridad Pesquera a confirmar el sector como área protegida para la conservación del recurso Choro Zapato, declarándolo Reserva Marina el año 2003 (Decreto Supremo N°134 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción), bajo el nombre de “Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún”. El presente documento entrega el Plan General de Administración (PGA) para esta Reserva Marina.

### **Situación geográfica**

El Decreto N° 134/2003 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción crea la Reserva Marina denominada “Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún”, en la Comuna de Castro, Provincia de Chiloé, X Región de Los Lagos. El área de la Reserva Marina corresponde a las porciones de playa, columna de agua, fondo de mar y rocas ubicados dentro del Estero de Castro, delimitado en su extremo sur por una línea recta imaginaria que une Punta Pello ( $42^{\circ}28'42,00''$  S;  $73^{\circ}44'10,70''$  W) con Punta Tentén ( $42^{\circ}28'29,60''$  S;  $73^{\circ}44'53,90''$  W) y en su extremo norte, por el punto de la tangente al área que forma el fondo de Saco de la Bahía en sentido del paralelo  $42^{\circ}26'05,27''$  S (Fig. 1). Carta SHOA N° 7370, Escala 1:50.000, 1ª Edición 1999. La superficie de la Reserva Marina es de 740 ha.



**Figura 1.** Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún, Comuna de Castro, Región de Los Lagos.

## 2. OBJETIVO DE LA RESERVA MARINA

De acuerdo con el Decreto N° 134 del 2003, el objetivo de la reserva marina es la conservación del stock de Choro Zapato *Choromytilus chorus* y la protección, mantención, recuperación y potenciamiento del área afecta a esta medida, como reserva genética, banco natural y centro productor de semilla de esta especie.

En los seis Programas que contiene el Plan General de Administración (PGA) de la Reserva Marina se indican las actividades que permiten alcanzar integralmente este objetivo.

### **3. ESTRATEGIA PARA DESARROLLAR LOS OBJETIVOS DE LA RESERVA MARINA Y CONSIDERACIONES AL PLAN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN (PGA)**

El uso sustentable de los recursos hidrobiológicos depende, en gran parte, de la ejecución de planes de manejo y de la aplicación de otras medidas de administración y ordenación pesquera que propendan a asegurar la renovación natural de los stocks y a mantener las condiciones que sustentan los procesos ambientales que favorecen tal renovación, en equilibrio con la obtención de beneficios económicos y sociales para el sector en particular y el país en general. Por otro lado, en el caso de las actividades de acuicultura, la sustentabilidad de la actividad depende, en parte, de la aplicación de medidas de conservación que permitan mantener niveles naturales de diversidad de recursos genéticos y la protección de las fuentes naturales de semillas, junto con minimizar los impactos sobre la calidad de las aguas. Alcanzar los objetivos de sustentabilidad planteados para la Reserva Marina para el Choro Zapato de Putemún implica desafíos en el diseño e implementación de instrumentos de gestión y manejo basados en la mejor información científica disponible sobre los recursos y de los procesos ecológicos-oceanográficos que aseguran su mantención y crecimiento y, por otro lado, se generan desafíos en el desarrollo de los niveles adecuados de participación y compromiso de la comunidad y actores - públicos y privados - para el éxito del desempeño de la Reserva Marina y la implementación de los diferentes Programas y sus actividades.

La representatividad e integración de los usuarios más directos, y de la comunidad en general, en el quehacer de la Reserva Marina deberá ser un aspecto de continua preocupación y mejoramiento por parte del ente Administrador de la Reserva, del mismo modo se plantea como un principio básico eliminar cualquier fuente de discriminación en la participación de las oportunidades que la Reserva Marina ofrece o pudiera ofrecer.

La implementación de los Programas y el desarrollo de sus actividades debiera verse como un proceso gradual en el cual los mecanismos de coordinación y consulta debieran operar de manera de garantizar la correcta ejecución de las actividades que en ellos se planteen, además de disponer de los instrumentos de toma de información y análisis correspondientes para luego realizar las modificaciones y adaptaciones que sean necesarias para alcanzar el éxito de las metas que el conjunto de actores se ha propuesto.

Otro aspecto importante que se tiene que considerar en la estrategia para la gestión de la Reserva Marina se refiere a la investigación y toma de información de carácter científica, la que tiene que llevarse a cabo considerando un enfoque ecosistémico y multidisciplinario y a su vez ser de amplia difusión y aplicación en la gestión de la Reserva Marina.

En el ámbito regional, los temas de la Reserva Marina debieran ser considerados e incluidos en la definición de las políticas y la agenda regional y comunal, y ser una constante preocupación para mejorar su desempeño. Se estima que el rol y labor de los actores públicos regionales es de alta importancia en el proceso del desarrollo sustentable que a partir de la Reserva Marina se pueda alcanzar y su integración en las políticas sectoriales.

### **Desarrollo de las actividades**

---

El Plan General de Administración (PGA) es el documento que contiene los fundamentos que sustentan el establecimiento de la Reserva Marina, proporciona estrategias para alcanzar los objetivos de conservación y constituye el instrumento marco para la gestión y ejecución de los Programas y actividades contempladas en el área (Reglamento de Parques Marinos y Reservas Marinas, DS (MINECON) N°238/2004).

El PGA se estructura en 6 Programas:

- a. *Programa de Administración*, establece la planificación y gestión administrativa y financiera de la Reserva Marina.
- b. *Programa de Investigación*, permite generar base de conocimiento científico y tecnológico, necesarios para la toma de decisiones.
- c. *Programa de Manejo*, permite regular las actividades que se desarrollan dentro del área.
- d. *Programa de Extensión*, establece los mecanismos de difusión, promoción y coordinación de las actividades del área.
- e. *Programa de Monitoreo*, establece los mecanismos de seguimiento, evaluación y control del PGA.
- f. *Programa de Fiscalización y Vigilancia*, define y regula las acciones del Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), en el área.

Se considera que dentro del plazo de 5 años, a partir de la puesta en marcha del PGA, se efectuará una evaluación integral de éste, considerando el análisis de su desempeño, con el fin de incorporar eventuales adaptaciones y actualizaciones a dicho Plan.

El PGA es el instrumento que permite la conservación y protección de la biodiversidad y del medio ambiente de la Reserva Marina. Por lo tanto, a través de su aplicación se persigue alcanzar los objetivos de la Reserva, procurando minimizar las intervenciones que tengan un impacto en el medio ambiente y la biodiversidad acorde con su categoría general de Área Marina Protegida (AMP). En casos en los cuales se pueda dar la situación de autorizar la extracción de los excedentes productivos, según lo señalado en la Ley General de Pesca y Acuicultura, los criterios y procedimientos estarán incorporados en el Programa correspondiente; sin embargo, el diseño de plan de manejo considera criterios precautorios, basados en información técnica actualizada del estatus de los recursos y en las medidas de administración y conservación contenidas en las normas específicas.

Por otro lado, con objeto de garantizar la conservación de la biodiversidad y el ecosistema de la Reserva Marina, se deberá tener presente las siguientes consideraciones:

- En caso de realizarse actividades turísticas y recreativas, tales como pesca recreativa entre otras, su realización deberá ser coordinada con Sernapesca, Subpesca y Autoridad Marítima, según corresponda, quienes deberán velar por que estas actividades no provoquen riesgos para la biodiversidad y el medio ambiente acorde con la normativa vigente.
- La investigación científica que se desarrolle en la Reserva Marina deberá considerar métodos no letales ni invasivos, acordes con la etología, ecología y biología de las especies, además de las disposiciones legales aplicables.
- Los investigadores que, como parte de su trabajo, requieran extraer de la Reserva Marina componentes de su biota deberán contar con la autorización previa de las autoridades correspondientes, quienes velarán por que estas actividades no pongan en riesgo la conservación de estas especies.
- Las eventuales extracciones de recursos hidrobiológicos de interés para la pesca artesanal, se realizarán al amparo de un plan de manejo que estará basado en criterios precautorios y en información actualizada del estado de las poblaciones. La evaluación de stock deberá incluir un análisis que permita concluir que no se pone en riesgo la conservación del recurso en cuestión.
- Dentro del área de la Reserva Marina no estará permitido realizar las siguientes actividades:
  - Obras públicas o privadas sin la correspondiente autorización de acuerdo con la legislación vigente.

- Realizar actividades de manipulación o uso de los recursos hidrobiológicos que pongan en riesgo el ecosistema de la Reserva Marina.
- Derramar, enterrar o tirar envases, líquidos o sólidos de aguas residuales, aceites, grasas, combustibles o cualquier otro tipo de sustancia considerada como peligrosa que pueda ocasionar alguna alteración al ecosistema, dentro del área protegida.

## Desempeño de la Reserva Marina

---

Un aspecto importante para evaluar el desempeño general de la Reserva Marina para el Choro Zapato de Putemún, y el grado de cumplimiento de los objetivos planteados en su formulación es considerar el diseño y monitoreo de “indicadores de desempeño”. De acuerdo con los trabajos y la experiencia internacional, en materia de áreas protegidas, se identifican tres ámbitos de interés para definir indicadores, resumidos como: ámbitos *biológico*, *socioeconómico* y de *gobernanza*. El conjunto de indicadores, en cada uno de estos ámbitos, nos permitirá obtener una visión global del “desempeño del área”.

La elección de los indicadores depende de los objetivos y metas de la Reserva Marina, de la factibilidad de su medición, de la ponderación o grado de representatividad que estos indicadores tengan respecto de lo que se quiera medir. Teniendo esto presente, para la Reserva Marina se definen los siguientes indicadores por ámbito<sup>1</sup>:

### a) **Ámbito biológico**

- **Abundancia**, expresada como número de individuos de una determinada especie y, también, biomasa total y densidad (ind/m<sup>2</sup>). Las especies corresponden a aquellas objetivo de protección de la Reserva Marina, en este caso el Choro Zapato (*Choromytilus chorus*), además de otras que pueden representar un interés comercial, como las Almejas (*Venus antiqua*, *Euromalea sp*), Cholga (*Aulacomya ater*) y Chorito (*Mytilus chilensis*). En el caso del alga Pelillo (*Gracilaria sp.*), que tiene importancia comercial para las comunidades humanas aledañas a la Reserva Marina, lo adecuado es medir su cobertura o superficie, expresada en m<sup>2</sup>. El indicador es estimado de la forma:  $(\text{Abundancia}_{(\text{año base} + 1)} / \text{Abundancia}_{(\text{año base})}) \times 100$ .
- **Estructura poblacional**, este indicador junto con la abundancia de una especie permite visualizar el estado de “salud poblacional”. Se estimará para la especie objeto de protección el Choro Zapato (*Choromytilus chorus*) y otras que pueden

---

<sup>1</sup> Para mayor detalle de cómo tomar la información y realizar la estimación de los indicadores ver Pomeroy R.S., Parks J. E. & L. M. Watson. 2006. Cómo evaluar una AMP. Manual de indicadores naturales y sociales para evaluar la efectividad de la gestión de Área Marinas protegidas (AMP). IUCN, Gland Suiza, xvi + 216 pp.

representar un interés comercial, Almejas (*Venus antiqua*, *Euromalea sp*), Cholga (*Aulacomya ater*) y Chorito (*Mytilus chilensis*). Expresada en rangos de tallas y/o edades.

- **Cobertura**, referida a la superficie de distribución que ocupa una especie. Se estimará la superficie del banco de Choro Zapato (*Choromytilus chorus*) y eventualmente de otras especies según la actividad desarrollada. Expresado como superficie de distribución ocupada por la especie (m<sup>2</sup>).
- **Estudios de investigación**, en la medida que la Reserva Marina sea objeto del mayor número de estudios científicos y que se genere y disponga de una base sólida de conocimientos, la toma de decisiones para la gestión estará más acertada y próxima a las características de la Reserva Marina. Expresado como:  $(N^{\circ} \text{estudios}_{(\text{año base} + 1)} / N^{\circ} \text{estudios}_{(\text{año base})}) \times 100$ .
- **Calidad del agua**, se identifica como un indicador clave de la salubridad y viabilidad general de la comunidad. Los parámetros a monitorear son, al menos: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y turbidez.

#### b) **Ámbito socio-económico**

- **Uso de los recursos hidrobiológicos**, este indicador medirá el efecto positivo que la Reserva Marina tiene en la conservación de los recursos. En la medida que estos recursos puedan ser utilizados por pescadores y acuicultores se estará promoviendo la integración y participación de estos sectores en los beneficios de la Reserva Marina. Expresado como:  $(N^{\circ} \text{recursos}_{(\text{año base} + 1)} / (N^{\circ} \text{recursos}_{(\text{año base})})) \times 100$ .
- **Otros usos de los activos ambientales**, Corresponde a la manera en que las personas usan o aprovechan los activos ambientales para fines no contemplados en los objetivos de la Reserva Marina, como por ejemplo los fines turísticos. Para este caso particular, se evaluará en base a encuestas y registros por actividad realizada en la Reserva Marina.

#### c) **Ámbito de gobernabilidad**

- **Existencia y adopción del Plan de Administración (PGA)**, se refiere a la existencia de un documento conteniendo los objetivos y metas que se pretende lograr a través de la ejecución de diferentes acciones. La consideración de este indicador permite visualizar cuan coherentes (y viables) son las actividades con las metas y objetivos, por otro lado, la adopción del Plan permite que la participación de los usuarios y administradores de la Reserva Marina sea conducida en un marco de referencia de largo plazo. La medición de este indicador necesita la revisión y chequeo de los contenidos del Plan, su cronograma y actividades comprometidas.
- **Existencia de una estructura organizacional para la administración, gestión y toma de decisiones**, está referido a cómo se toman las decisiones (planificación y transparencia) que afectan la Reserva Marina y a la permanencia de la

institucionalidad en la gestión de la Reserva. La medición de este indicador necesita identificar la existencia de protocolos de buenas prácticas, reglamentos internos, comités o consejos asesores, participación de instituciones que podrían tener un rol en la toma de decisiones, organigrama de responsabilidad, formalidad jurídica de los aspectos ligados a la toma de decisiones.

- ***Nivel de participación y satisfacción de usuarios en las actividades y procesos de gestión***, la participación de los usuarios en la gestión se ha planteado como un elemento importante en el desempeño de la Reserva Marina, además, contar con este indicador permite evaluar en forma directa el cumplimiento de uno de los objetivos específicos de la Reserva. Para su medición se requiere identificar los usuarios que pueden ser individuos o grupos de individuos involucrados en la Reserva, identificar su participación en las instancias de decisión, grado de responsabilidad y beneficios directos. El valor del indicador se establece en base a entrevistas a los usuarios.
- ***Aplicación del conocimiento generado en la gestión de la Reserva Marina***, este indicador permite conectar la ciencia y la investigación científica con los administradores de la Reserva Marina. En la medida que los administradores de la Reserva asimilen el conocimiento científico y se adopten las decisiones de gestión incorporando este conocimiento, mayor será la aproximación hacia el manejo ecosistémico de la Reserva. Requiere la revisión y sistematización de los resultados de los estudios científicos realizados en la Reserva, considerar las actividades del Programa correspondiente, correlacionar la toma de decisiones con los resultados o recomendaciones surgidas a partir de estos estudios, evaluación de resultados de estas decisiones de manejo.
- ***Disponibilidad y asignación de recursos***, es una medida de la capacidad de gestión de los entes administrativos para operativizar el PGA, en cuanto al manejo de los recursos financieros, humanos y de equipamiento de la Reserva Marina.
- ***Cobertura de fiscalización***, mide las actividades de control y fiscalización realizadas en la Reserva Marina, definidas en el Programa de Fiscalización y Vigilancia del PGA con la finalidad de verificar que las actividades que se desarrollen al interior de la Reserva Marina estén de acuerdo con la normativa vigente.

La información necesaria para la estimación de estos indicadores, proviene de las actividades que se han establecido en los diferentes Programas de la Reserva Marina, estableciéndose de esta forma un ciclo en la gestión y administración de la Reserva.

#### 4. PROGRAMAS

4.1.- Programa de Administración					
Objetivos	Metas	Actividades	Resultados esperados	Verificador	Fecha
Establecer la planificación y administración financiera de la Reserva Marina y los mecanismos de coordinación con los otros Programas del PGA.	Administrar eficaz y eficientemente la Reserva Marina.	1. Establecer una instancia público-privada para apoyar el cumplimiento de los objetivos de la Reserva Marina.	Disponer de una estructura administrativa eficiente y eficaz, capaz de articular los Programas que se desarrollen en la Reserva Marina.	1. Documento que contiene la descripción de la estructura de administración.	Permanente
		2. Formular e implementar el plan operativo anual de administración de la Reserva Marina.		2. Plan operativo anual.	
		3. Diseñar y aplicar una estrategia para la obtención de recursos financieros para la Reserva Marina.		3. Informe que contiene acciones y resultados de la estrategia de obtención de recursos financieros.	
		4. Elaborar e implementar un plan de capacitación y formación del personal de la Reserva Marina.		4. Informe que contiene el Plan de capacitación y resultados de su ejecución.	
		5. Suscribir convenios de cooperación para apoyar la administración de la Reserva Marina.		5. Convenio(s) de cooperación suscrito(s) con presupuestos operativos comprometidos, si corresponde.	
		6. Actuar en forma coordinada con autoridades y administradores del uso del borde costero.		6. Actas y acuerdos de reuniones de coordinación con autoridades y administradores del uso del borde costero.	

\* : Las fechas indicadas son a partir de la aprobación del PGA por parte del Ministerio de Economía (Reglamento Parques y Reservas Marinas)

4.2.- Programa de Investigación					
Objetivos	Metas	Actividades	Resultados esperados	Verificador	Fecha
Generar y disponer de una base de conocimiento científico que ayude a fundamentar la toma de decisiones en la preservación, conservación y manejo de los distintos componentes bióticos y abióticos de la Reserva Marina.	1. Contar con información detallada y actualizada de la especie <i>Choromytilus chorus</i> y de la comunidad bentónica asociada, así como del ecosistema de la Reserva Marina, considerando aspectos biológicos, ecológicos y oceanográficos.	1. Realizar actividades conjuntas con universidades, institutos y grupos científicos, para apoyar la investigación que se realiza en la Reserva Marina.	1. Disponer de una base de conocimientos científicos actualizada de la Reserva Marina.  2. Disponer de una base, de conocimientos científicos actualizada del Choro Zapato y el ecosistema.  3. Identificar y mantener líneas de investigación y acciones de monitoreo, considerando un enfoque ecosistémico, cuyos resultados sean relevantes para apoyar la toma de decisiones.	1. Listado y/o informes de actividades conjuntas.  2. Informe(s) conteniendo análisis de la estructura comunitaria del bentos y análisis poblacional del choro zapato y antecedentes generales de otras especies de interés comercial integrantes del ecosistema de la Reserva Marina.  3. Informe con serie temporal de variables oceanográficas de la Reserva Marina.	Año 3
		2. Elaborar un diagnóstico del estado del conocimiento sobre la comunidad bentónica asociada al Choro Zapato que ayude a comprender la distribución y abundancia del recurso y desarrollar la investigación pertinente para apoyar la toma de decisiones.			
		3. Realizar, mediante metodologías estandarizadas, monitoreos cuali y cuantitativos de la flora, fauna, en particular aquella que pueda constituir recurso de interés comercial y desarrollar investigación pertinente que contribuya a la toma de decisiones para el uso sustentable de estos recursos. Estas acciones se realizarán sin comprometer la conservación del Choro Zapato y el ecosistema de la Reserva Marina.			
		4. Realizar diagnósticos y monitoreos oceanográficos de la Reserva Marina (calidad de sedimentos y de la columna de agua) y desarrollar investigación relacionada, pertinente y relevante mediante metodologías estandarizadas para apoyar la toma de decisiones. La investigación que se desarrolle debe considerar metodologías estandarizadas, en ningún caso se deben utilizar métodos contaminantes o que liberen desechos sólidos al medio ambiente.			
	2. Disponer de información socioeconómica actualizada de la Reserva Marina	1. Realizar un catastro y caracterización de las actividades económicas que se realicen y/o que potencialmente se podrían desarrollar en la Reserva Marina y analizar su impacto en la biodiversidad y ecosistema de la Reserva Marina.	Disponer de información socioeconómica de base actualizada de la Reserva Marina.	Documento con información socioeconómica de la Reserva Marina (Número de potenciales usuarios, ingreso <i>per capita</i> promedio, valoración socio-económica de la Reserva Marina).	Año 3
		2. Evaluar los actuales y potenciales beneficios socio-económicos que la Reserva Marina tiene para la comunidad aledaña.			

4.3.- Programa de Manejo					
Objetivos	Metas	Actividades	Resultados esperados	Verificador	Fecha
Regular las actividades que se desarrollen en la Reserva Marina sin comprometer la conservación de su biodiversidad y del ecosistema marino.	1. Formular e implementar instrumentos para la gestión y el manejo sustentable de los recursos marinos de interés comercial, en particular para el Choro Zapato, y del patrimonio ambiental general de la Reserva Marina.	1. Definir la zonificación de la Reserva Marina, mediante metodologías estandarizadas y no destructivas, considerando áreas de uso preferente para la instalación de colectores, manejo de recursos hidrobiológicos, navegación, sectores de protección absoluta.	Disponer de los instrumentos e instancias de participación para el uso sustentable de los recursos y del patrimonio ambiental de la Reserva Marina, sin poner en riesgo sus objetivos de conservación.	1. Documento con zonificación de la Reserva Marina.  2. Disponer de planes de manejo para los recursos hidrobiológicos de interés comercial presentes en la Reserva Marina.  3. Disponer de instrumentos de gestión, regulación y registro de usuarios y de las actividades productivas en la Reserva Marina.	Año 2
		2. Formular e implementar planes de manejo para los recursos hidrobiológicos de la Reserva Marina. Los Planes contemplarán criterios precautorios y serán basados en estudios biológicos pesqueros de los recursos.			
		3. Crear un registro detallado de usuarios de la Reserva Marina. La creación de este registro se realizará en coordinación con las autoridades que tengan competencias en la materia.			
		4. Establecer instancias técnicas de coordinación para el análisis y recomendaciones sobre cuestiones relacionadas con el manejo de los recursos.			

4.4.- Programa de Extensión					
Objetivos	Metas	Actividades	Resultados esperados	Verificador	Fecha
Establecer los mecanismos de difusión, promoción y coordinación, a nivel local, comunal y regional, para el desarrollo de las actividades de la Reserva Marina y el cumplimiento de sus objetivos.	1. Comunicar, informar y sensibilizar a la comunidad en general sobre el objetivo de la Reserva Marina.	1. Establecer convenios de cooperación para la difusión de la Reserva Marina.	Destacar la importancia de la Reserva Marina en el contexto regional, nacional e internacional y la importancia del logro de sus objetivos.	1. Convenios de cooperación para difusión.	Permanente
		2. Diseñar e implementar un plan de difusión e información de los activos ambientales y las actividades de la Reserva Marina.		2. Plan de difusión e información.	
		3. Elaborar documentos informativos con la finalidad de promover la conservación del recurso Choro Zapato y del ecosistema marino de la Reserva Marina.		3. Documentos de difusión sobre la Reserva Marina.	
		4. Difundir a través de una página web información sobre la Reserva Marina.		4. Página web operativa con información de la Reserva Marina.	
	2. Mantener instancias de diálogo con los usuarios con el propósito de promover el manejo sustentable de los recursos marinos de la Reserva Marina.	1. Implementar una estrategia de coordinación con los usuarios para mantenerlos informados de los conocimientos adquiridos sobre la Reserva Marina y reforzar los equilibrios entre la protección de la biodiversidad y prácticas extractivas sustentables.	Mejorar y/o mantener el diálogo, la participación y compromiso permanente de la comunidad usuaria, para el logro de los objetivos de la Reserva Marina.	Actas de reuniones y acuerdos con los diferentes actores.	Permanente
	3. Desarrollar educación ambiental, a partir de la Reserva Marina.	1. Implementar actividades de sensibilización para alumnos de establecimientos educacionales locales.	Generar conciencia y habilidades para apoyar la protección del patrimonio natural en general y el de la Reserva Marina en particular.	1. Actas de encuentros con alumnos.	Permanente
		2. En caso de realizarse actividades turísticas, capacitar a los guías, sobre la realidad biológica e histórica, y la gestión de la Reserva Marina.		2. Actas de reuniones para capacitar a guías de actividades turísticas.	

4.5.- Programa de Monitoreo					
Objetivos	Metas	Actividades	Resultados esperados	Verificador	Fecha
Establecer los mecanismos de seguimiento, evaluación y control del Plan General de Administración y sus respectivos programas	1. Implementar mecanismos y procedimientos de seguimiento, evaluación y control de los programas.	1. Establecer y aplicar indicadores para evaluar el desempeño biológico de la Reserva Marina.	1. Incremento o mantenimiento del banco de Choro Zapato, comunidad bentónica, hábitat y abundancia relativa de las especies hidrobiológicas de la Reserva Marina. 2. Mejoramiento de los beneficios socioeconómicos derivados de actividades productivas en la Reserva Marina. 3. Mejoramiento permanente de la administración, la gestión y la participación en la Reserva Marina	1. Informe de desempeño de la Reserva Marina con los siguientes indicadores: - <u>Indicadores biológicos:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Parámetros poblacionales de recursos hidrobiológicos de interés comercial, tales como abundancia y estructura poblacional, tallas, cobertura.</i></li> <li>• <i>Parámetros comunitarios del bentos tal como riqueza de especies, dominante numérico.</i></li> <li>• <i>Calidad de la columna de agua y sedimentos</i></li> <li>• <i>Estudios de investigación</i></li> </ul> - <u>Indicadores socio-económicos:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Uso de los recursos hidrobiológicos</i></li> <li>• <i>Otros Usos de los activos ambientales</i></li> </ul> - <u>Indicadores de gobernabilidad:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Existencia y adopción del Plan de Administración</i></li> <li>• <i>Existencia de estructura organizacional</i></li> <li>• <i>Nivel de participación y satisfacción de usuarios</i></li> <li>• <i>Aplicación del conocimiento generado</i></li> <li>• <i>Disponibilidad y asignación de recursos económicos</i></li> <li>• <i>Cobertura de fiscalización</i></li> </ul>	Permanente
		2. Establecer y aplicar indicadores para evaluar el desempeño socio-económico de la Reserva Marina.			
		3. Establecer y aplicar indicadores para evaluar la gobernabilidad de la Reserva Marina.			
		4. Establecimiento de los procedimientos y mecanismos de revisión del desempeño y cumplimiento de los objetivos de la Reserva Marina y del PGA.			
				2. Informes de desempeño de los diferentes programas. 3. Análisis del comportamiento de los indicadores considerados.	

4.6.- Programa de Fiscalización y Vigilancia					
Objetivos	Metas	Actividades	Resultados esperados	Verificador	Fecha
Establecer las acciones que realizará el Servicio Nacional de Pesca para fiscalización de las actividades en la Reserva Marina, conforme a la legislación vigente y al Plan General de Administración.	Realizar la fiscalización y control de todas las actividades desarrolladas en la Reserva Marina.	1. Disponer y operar un plan anual de fiscalización y vigilancia en la Reserva Marina.	Contar con un plan y procedimientos para la fiscalización y control, de todas las actividades, adecuado a las necesidades de la Reserva Marina que permita alcanzar los objetivos planteados en los diferentes programas.	1. Plan operativo anual de fiscalización y vigilancia. 2. Plan de contingencia para enfrentar posibles riesgos ambientales y/o sanitarios. 3. Procedimientos de fiscalización conjuntos claramente establecidos.	Permanente
		2. Establecer procedimientos de contingencia, en conjunto con la Autoridad Marítima, frente a posibles riesgos ambientales y/o sanitarios en áreas cercanas a la Reserva Marina.			
		3. Establecer acuerdos de cooperación con la Armada de Chile, Carabineros y Policía de Investigaciones y otros servicios pertinentes a fin de coordinar acciones de fiscalización frente a posibles infracciones que se cometan en la Reserva Marina.			

## ANEXOS

---

## ÍNDICE

---

1.	CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE FÍSICO Y NATURAL	
1.1	Clima .....	18
1.2	Hidrografía .....	18
1.3	Geomorfología, suelos y fondos submareales .....	19
1.4	Batimetría de la Reserva Marina .....	20
1.5	Oceanografía física y química .....	20
1.6	Comunidades microbianas .....	29
1.7	Comunidades pelágicas .....	30
1.8	Comunidades marinas del intermareal y submareal .....	37
2.	BIBLIOGRAFIA .....	46

## 1. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE FÍSICO Y NATURAL<sup>2</sup>

### 1.1 Clima

La zona de Chiloé, presenta un clima templado oceánico, cuya principal característica es la ausencia de período seco debido a que las precipitaciones se distribuyen a lo largo de todo el año. En este sentido Di Castri & Hajek (1976) indican que es en la Isla de Chiloé donde la aridez llega a su mínima expresión.

Las precipitaciones anuales bordean los 1.500 mm anuales en promedio, las que se concentran en el período de mayo a septiembre (82%) (Di Castri & Hajek, 1976). La temperatura ambiental de la Reserva Marina varía entre 3 y 22°C, concentrándose las temperaturas mínimas en los meses de agosto y las máximas en febrero. No obstante el efecto oceánico, toda el área presenta períodos con heladas entre abril y septiembre. La humedad relativa del aire presenta una media anual de 82%, mientras que los vientos dominantes son del Oeste y Sur durante el verano, y del Norte en invierno, siendo común que los vientos del Norte y Noroeste se presenten con precipitaciones (Di Castri & Hajek, 1976).

Si aplicamos la clasificación de “Ecorregiones” propuesta por Gastó *et al.* (1993) y que se basa en la clasificación de reinos, dominios y provincias, donde los reinos corresponden a las grandes clasificaciones de climas o zonas fundamentales propuestas por Köeppen, el dominio corresponde a una subdivisión del reino definida por los tipos fundamentales de clima y representa una relación entre precipitación y temperatura y las provincias corresponden a las variedades climáticas, combinación de jerarquías, de alternativas y a las variedades propias de cada tipo regional de clima. Por consiguiente, tendremos que la Reserva Marina se encuentra bajo el “Reino Templado” con un “Dominio Húmedo” y que se caracteriza por presentar abundantes precipitaciones durante todas las estaciones, lo que permitiría el desarrollo de bosques altos. Mientras que la “Provincia” correspondería a la de tipo Verano Fresco y Méjico, el cual se caracteriza por ser un clima templado húmedo de verano fresco y tendencia a seco, donde en los meses de verano las precipitaciones tienden a disminuir hasta niveles insuficientes

### 1.2 Hidrografía

La configuración hidrográfica se caracteriza por su estabilidad, siendo su régimen hídrico altamente sensible a las variaciones de las precipitaciones. En el área de la Reserva Marina desembocan una serie de pequeños esteros, siendo quizás el más importante el Estero de Putemún el cual vierten sus aguas por el sector Noroeste y cuyas aguas provienen de los altos de la localidad de Pid Pid (Rojas, 2005). Otros esteros son Quento y Pid Pid los cuales contribuyen a los procesos erosivos y que suelen presentar signos de embancamiento.

---

<sup>2</sup> Adaptado de IFOP (2007). Informe de línea base bibliográfica de la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún, Castro. 52 pp.

### 1.3 Geomorfología, suelos y fondos submareales

Geológicamente, la Reserva Marina se encuentra en la depresión intermedia, correspondiendo a un área de ascenso tectónico relativamente pequeño y que corresponde a un relleno derivado de sedimentos fluvio glaciales cuaternarios y terciarios; presentando en la actualidad principalmente volcanitas (grises) las cuales suelen ser transportadas por la acción del viento desde la zona volcánica continental al Este (Subiabre & Rojas, 1994).

En cuanto a su geomorfología la Reserva Marina es una unidad de terrazas fluvio marinas con antiguos niveles de pisos en forma de valles que representan antiguas llanuras aluviales, con una topografía caracterizada por terrenos intermedios ondulados a quebrados, formados por materiales transportados, de texturas consolidadas y coherentes con una litología mixta compuesta principalmente de arenas, areniscas y volcanitas con diverso grado de cohesión (Subiabre & Rojas, 1994).

Es común encontrar suelos superficiales pardo-podzólicos o ultisoles, que son suelos formados bajo condiciones de clima templado lluvioso, con abundante vegetación; son de color oscuro debido a la gran cantidad de materia orgánica que posee su horizonte superficial. Son suelos que han evolucionado sobre sedimentos glacio-fluvio-volcánicos. Su fertilidad y rendimiento agrícola es menor que el de los suelos de la zona central del país, debido a que el exceso de humedad y precipitaciones altera sus propiedades, por lo que son suelos muy lavados.

Si bien, para el caso particular de Putemún no existen estudios de suelos superficiales específicos, podemos mencionar el estudio realizado por Salazar *et al.* (2005), en el cual se identificaron y clasificaron los suelos de las Regiones de los Ríos y de los Lagos, según la correlación para los suelos del mundo publicados por la FAO y adoptados por la *Internacional Union of Soil Science*. En este trabajo se menciona que los suelos de la Isla de Chiloé son principalmente del tipo Andosol, los cuales son suelos derivados de materiales volcánicos, conocidos localmente como trumaos y ñadis. El más común de los Andosoles, en la isla, es el del tipo Silándico, y que corresponde a suelos en que prevalece la alófana y otros minerales similares, donde la Siox es mayor o igual a 0,6%, el pH (H<sub>2</sub>O) es mayor o igual a 5,0 y presentan características dístricas. En la zona de Dalcahue, el más típico de los Andosoles Silnadicos es el de tipo Fulvico y que se caracteriza por ser suelos que se ubican principalmente en la depresión intermedia, ocupan una posición de terrazas remanentes y terrazas en sectores de depositación fluvioglacial, ambas con pendientes simples (plana a casi plana), y también en posición de terrazas lacustres con pendientes complejas (ligeramente ondulada) con alturas de 100 a 200 msnm. En la isla se encuentran principalmente en planicies de depositación y en distintas clases de terrazas: lacustres, costeras, bajas de ríos y esteros, con pendiente simple (plano) y complejas (de lomajes y de cerros), y corresponde sólo a la serie de suelos Dalcahue. Son suelos profundos, de clase textural franco arenosa a franco limosa y colores negro a pardo muy oscuro en los primeros horizontes, friables, con altos contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial que disminuye en profundidad y con una clase de drenaje que varía entre bien drenados a drenaje imperfecto. Presentan un horizonte fúlvico, que comienza en los primeros 15 cm desde la superficie del suelo, con un espesor que varía entre 30 cm y 45 cm.

En la zona de Mocopulli existen suelos del tipo Andosol Silandi-Hídrico, que se caracteriza por ser suelos que ocupan una posición de piedmont, lomajes, cerros y de montañas de la precordillera de los Andes con pendientes sobre 30% y en la depresión intermedia corresponden a suelos moderadamente profundos a profundos, de clase textural superficial franco limosa y color pardo oscuro a pardo rojizo oscuro, friables, con altos contenidos de materia orgánica sólo en el Horizonte A, una retención de agua a 1.500 kPa mayor al 100% (suelo húmedo) y bien drenados. En la isla se encuentran en posición de terraza aluvial, plana y con drenaje imperfecto y corresponde a las Series de Suelos Coiguín y Mocopulli.

En la zona intermareal, la Reserva Marina, presenta playas arenosas (principalmente ubicadas en el borde oriental), fangosas con un flujo mareal pronunciado (borde occidental), y zona de bolones (bordeando la punta Ten Ten).

En cuanto a los fondos del Estero de Castro, no existen estudios que abarquen la totalidad de la Reserva Marina y más bien existe información referente a las zonas donde el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) ha realizado sus experiencias y prospecciones. Es así como el Fiordo estaría constituido principalmente por sedimentos glaciofluviales recientes, compuestos de rodados angulares o redondeados y arenas gruesas y finas. Bajo esta capa se ubican limos lacustres llamados puchilca o laja (Reid, 1974 *vide* Inculmar, 1982). Se han detectado además sustratos arenosos, conchillas, piedras, bolones, cascajos, laja y fango sulfuroso (IFOP, 1990, 1999, 2004).

#### **1.4 Batimetría de la Reserva Marina**

Durante el año 2006, el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), realizó un estudio batimétrico al interior de la Reserva Marina (Fig. 1), donde se pudo determinar que las profundidades máximas bordean los 24 y 26 m en la zona sur del fiordo, específicamente entre el sector de Punta Pello y Punta Ten Tén. En ambos bordes la pendiente es bastante pronunciada lo cual está asociado a las características geológicas del lugar. En dirección sur se encuentra la ensenada de Putemún, donde la pendiente disminuye paulatinamente generando la presencia de grandes extensiones de áreas someras las que se encuentran altamente influenciadas por el régimen de marea, aquí se encuentra parte del Humedal de Putemún. Estas áreas quedan al descubierto durante la bajamarea, generando las típicas planicies litorales costeras, las cuales tienen una mayor influencia terrígena, ya que es ahí donde suelen desembocar los distintos cuerpos de agua dulce que existen en el área. Es esperable que las características oceanográficas del fiordo estén altamente relacionadas con las profundidades de éste, esperándose quizás la presencia de zonas de retención.

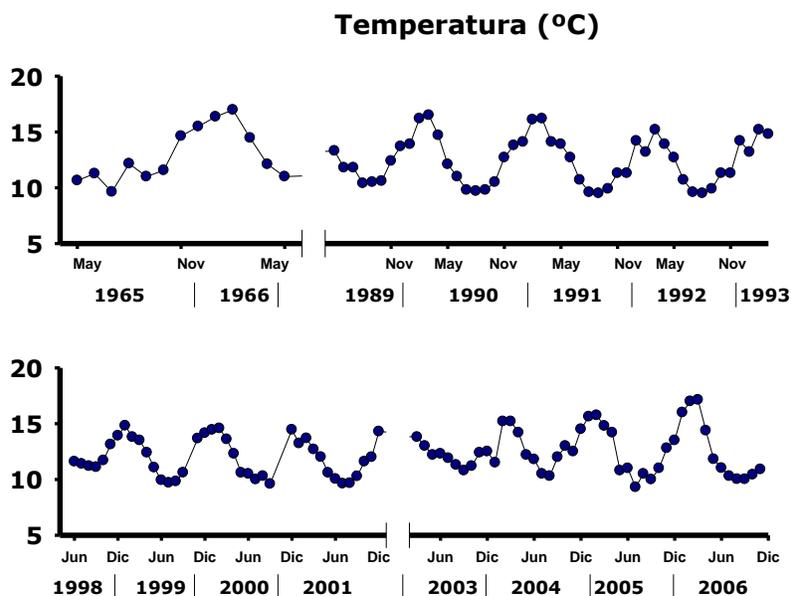
#### **1.5 Oceanografía física y química**

##### ***1.5.1 Correntometría***

En la Reserva Marina predominan corrientes de marea de inversión, la circulación típica es elíptica, frenándose en la parte central de la ensenada y convergiendo hacia el área donde se encuentra la mitilicultura, formándose un área tipo remanso con bajas velocidades de corrientes en vaciante y llenante, lo cual genera condiciones propicias para la captación de



perteneciente al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), además de la información publicada por Lozada *et al.* (1971). En la Figura 2 se muestra la temperatura promedio mensual, se puede apreciar en estos la existencia de una clara variabilidad estacional de este parámetro, con aumentos de la temperatura durante los meses estivales y disminución en el invierno. Toro *et al.* (1999) sugiere que esta estacionalidad es inducida por la temperatura del aire del lugar.



**Figura 2.** Temperatura superficial del mar (°C) en la Reserva Marina Putemún, entre 1965 – 2006.

No existen diferencias significativas entre los promedios de las temperaturas superficiales del mar y los distintos años (Kruskal Wallis: 4,36031; P: 0,9760), por lo que se desprende que no existen aumentos de la temperatura superficial del mar en la zona y periodo de la información.

En la Tabla 1 se entregan las estadísticas de estas variables. Si bien se mencionó anteriormente que no existen diferencias significativas entre los distintos años, es interesante mencionar que en algunas oportunidades, la variabilidad de la temperatura se acrecienta, situación que tuvo su máxima expresión durante el año 2006.

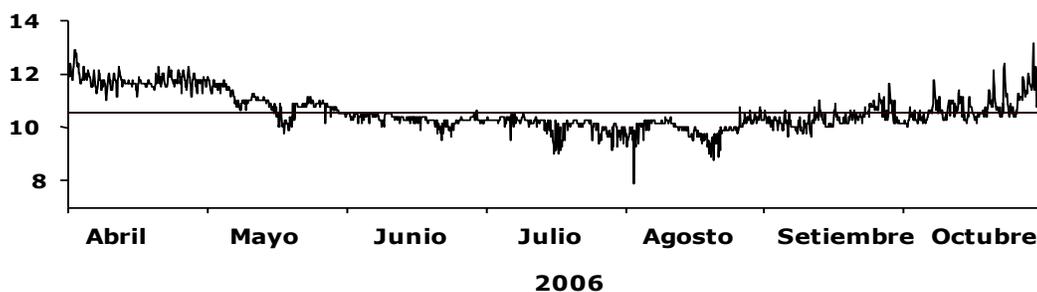
El valor promedio de este parámetro, a lo largo del tiempo, es 12,4°C con una desviación estándar (d.s.) de  $\pm 0,67$ , con una temperatura promedio máxima de 15,1 y una mínima de 10,2°C. La temperatura máxima registrada, durante el periodo de estudio (1965-2006), fue de 17,1°C en el 2006 mientras que la mínima registrada fue de 9,3 en el año 2005.

La temperatura diaria (°C) registrada entre el 6 de Abril al 20 de Octubre del 2006 se presenta en la Figura 3. La temperatura promedio estimada para este periodo fue de  $10,6 \pm 0,67$  °C, con un máximo de 13,1°C registrado el 17 de Octubre a las 16:56 horas y una mínima de 7,9°C el 29 de Julio a las 10:56. La información sugiere un patrón diario de temperatura, con una disminución durante la madrugada y un aumento en el día, ya que la

pérdida de calor de los cuerpos de agua tiene una alta relación con las horas luz (IFOP, 2006).

**Tabla 1.** Temperatura superficial del mar (°C), entre 1965 – 2006, en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún.

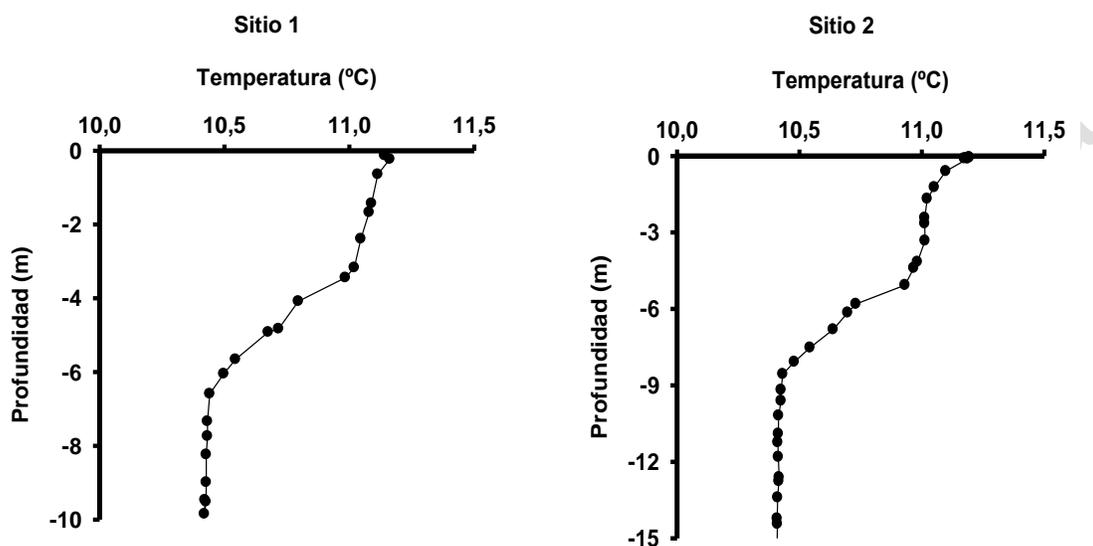
Año	n	Promedio	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
1965	8	12,0	2,0	15,5	9,6
1966	5	14,2	2,6	17,0	11,0
1989	9	12,0	1,4	13,9	10,4
1990	12	12,6	2,5	16,5	9,7
1991	10	11,6	1,8	14,2	9,5
1992	12	12,1	1,9	15,2	9,5
1998	7	12,0	1,1	13,9	11,1
1999	11	12,9	1,1	13,9	11,7
2000	10	12,0	2,1	14,6	9,6
2001	12	11,6	1,6	14,3	9,6
2002	-	-	-	-	-
2003	12	12,1	0,9	13,8	10,8
2004	12	13,1	1,8	15,6	10,3
2005	12	12,5	2,3	16,0	9,3
2006	10	12,3	2,8	17,1	10,0



**Figura 3.** Temperatura (°C) diaria registrada en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún, entre el 6 de Abril y el 20 de Octubre del 2006, mediante un termistor con lecturas cada 8 horas. La línea indica el valor promedio de los datos (10.5 °C).

En cuanto a la distribución vertical de la temperatura, durante el 2006 se registró la termoclina a unos 4 m de profundidad, sugiriéndose que esto puede variar dependiendo de

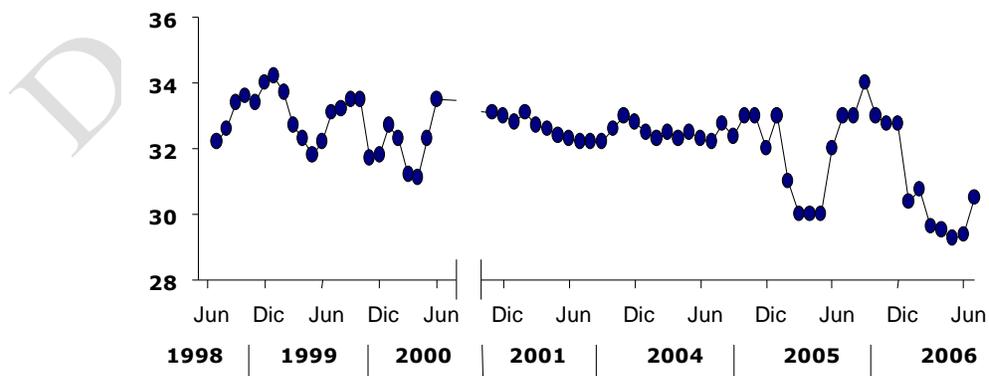
las condiciones climáticas imperantes y las condiciones mareales del momento (IFOP, 2006) (Fig. 4). Toro *et al.* (1999) indican que durante el año 1991 y 1993 la distribución vertical de la temperatura sufre estratificación entre noviembre y febrero, cuando a su vez se registran los valores máximos, sugiriendo que en la zona de Putemún la columna de agua es isotérmica excepto en periodos de verano donde existe una estratificación.



**Figura 4.** Distribución vertical de la temperatura (°C) registrada en dos estaciones ubicadas al interior de la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún, durante el día 10 de Octubre del 2006.

### 1.5.3 Salinidad superficial y distribución vertical

Se analizaron datos de la salinidad del mar provenientes de los diversos informes confeccionados por el Centro Tecnológico para la Acuicultura Putemún. En la Figura 5 se muestran los valores de la salinidad promedio mensual para el periodo comprendido entre 1998 y 2006.



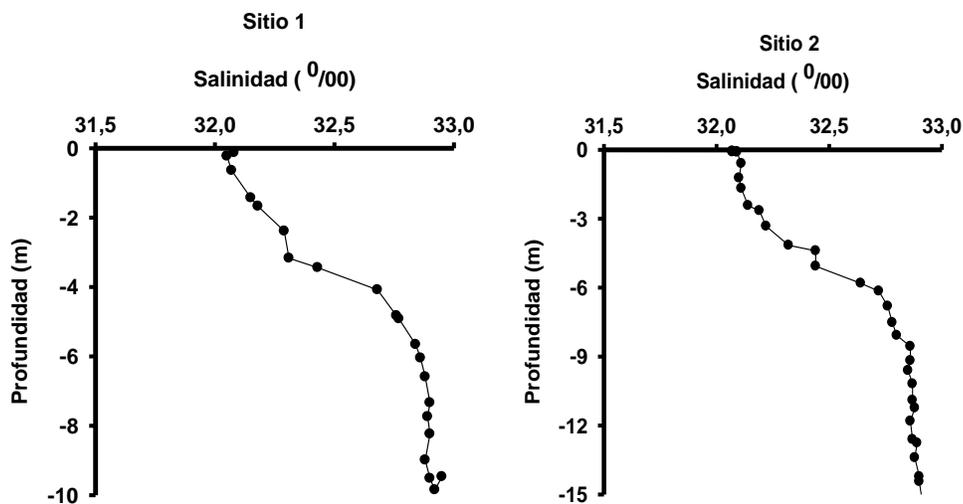
**Figura 5.** Salinidad del mar (PSU) en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún, entre 1998 – 2006.

Al analizar los valores de las estimaciones de la salinidad en una escala interanual, se puede observar un claro comportamiento estacional, con la excepción de los años 2003 y 2004, en que ocurrió escasa variación (ver tabla 2). Estas diferencias podrían explicarse por eventos atmosféricos a gran escala espacial y temporal, que potencialmente pudiesen tener relación por ejemplo, con los niveles de las precipitaciones en el lugar. De hecho, Toro *et al.* (1999) mencionan que las altas fluctuaciones de la salinidad en Putemún se deben al alto aporte de agua dulce en los meses de invierno y del drenaje de los suelos. Esto es reforzado con antecedentes de años anteriores (*i.e.* entre 1989 y 1990) cuando las menores salinidades fueron registradas entre agosto y septiembre (IFOP, 1991).

**Tabla 2.** Salinidad (PSU) en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún, entre 1998 – 2006.

<b>Año</b>	<b>n</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
<b>1998</b>	3	32,7	0,6	33,4	32,2
<b>1999</b>	12	33,1	0,7	34,2	31,8
<b>2000</b>	9	32,2	0,9	33,5	31,1
<b>2003</b>	12	32,6	0,3	33,1	32,2
<b>2004</b>	12	32,5	0,2	33,0	32,2
<b>2005</b>	12	32,0	1,4	34,0	30,0
<b>2006</b>	10	30,8	1,5	33,0	29,3

Al analizar la distribución vertical de la salinidad (Fig. 6), se aprecia un aumento de la salinidad bajo los 4 metros, lo cual podría deberse a la presencia de una masa de agua de distinto origen a las superficiales. De hecho el agua con mayor cantidad de sales disueltas es más densa y por consiguiente más pesada, lo que provoca una profundización de estas masas de agua. Si a esto se le agrega que las masas de agua son móviles, o sea tienen su dinámica producto de diversas características físicas como por ejemplo las mareas, podríamos suponer que en el caso de Putemún existiría una intrusión de agua salada por debajo de la superficie. Esto es mucho más frecuente en zonas estuarinas, donde se ha visto la existencia de un “tapón o cuña salina” capaz de remontar río arriba en periodos de mareas altas (Bernabé, 1996; entre otros). Esta situación fue descrita previamente para la zona, donde se detectó un aumento de los valores de salinidad desde 28,7 a 33,4 psu (IFOP, 1991).



**Figura 6.** Salinidad (psu) registrada en dos estaciones ubicadas al interior de la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún, durante el día 10 de Octubre del 2006.

#### 1.5.4 pH

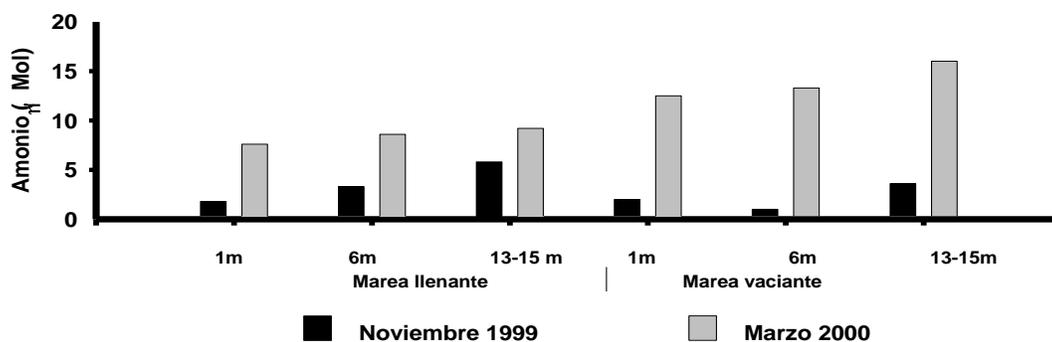
Durante el mes de noviembre 1999 y marzo del 2000, se realizaron muestreos para determinar el pH a distintas profundidades, teniendo en consideración las mareas reinantes. Los mayores valores de pH se detectaron en la superficie durante mareas llenantes y vaciantes (8,24 y 8,23 respectivamente), los que disminuyeron al aumentar la profundidad alcanzando valores de 7,78 y 7,79 durante ambas mareas a los 13-15 metros. Sin embargo, los valores registrados a los 6 metros en las distintas mareas, muestran un aumento en el pH del agua durante la marea vaciante, lo que sugiere un efecto de la marea en este parámetro. Se observaron diferencias entre las fechas de muestreos, lo que sugiere también algún grado de estacionalidad en este parámetro. Del mismo modo, Toro *et al.* (1999) indican que el pH registrado en Putemún, durante 1991 y 1993, varió estacionalmente con valores entre 7.2 y 8.7, mostrando altos valores durante periodos cálidos y entre 1 y 3 metros de profundidad. Sin embargo, es necesario realizar estudios más detallados para entender las variaciones del pH en la columna de agua y evaluar su impacto en el ecosistema marino de la Reserva Marina.

#### 1.5.5 Amonio

Al igual que para el caso del pH, durante noviembre de 1999 y marzo del 2000, se realizó un estudio para determinar las concentraciones de amonio al interior de la Reserva Marina, a distintas profundidades y en distintas situaciones de marea (Fig. 7). Se detectó que existía un aumento en la concentración de amonio durante el mes de Marzo (7,6 y 12,5  $\mu\text{Mol}$  a 1m en marea llenante y vaciante respectivamente; 8,6 y 13,3  $\mu\text{Mol}$  a 6m y 19,2 y 16,0  $\mu\text{Mol}$  a 13 y 15 m), independiente de la profundidad y de la marea, lo que permite sugerir algún tipo de variabilidad estacional de este compuesto en el agua de mar. Al evaluar si existen diferencias entre mareas llenantes y vaciantes, los resultados son contradictorios entre ellos, pues durante el mes de Noviembre, mientras la marea era llenante, las concentraciones de

amonio aumentaban en función de la profundidad (1,8  $\mu\text{Mol}$  a 1m, 3,3  $\mu\text{Mol}$  a 6m y 5,8  $\mu\text{Mol}$  a 13-15 m), mientras que al cambiar la marea a los 6m la concentración de amonio disminuía (2  $\mu\text{Mol}$  a 1 m, 1  $\mu\text{Mol}$  a 6m y 3,6  $\mu\text{Mol}$  a 13-15m). Durante Marzo del 2000, tanto en marea llenante como vaciante el amonio aumentó en función de la profundidad, (ie. 7,6  $\mu\text{Mol}$  y 12,5  $\mu\text{Mol}$  en marea llenante y vaciante a 1 m de profundidad; 8,6 y 13,3  $\mu\text{Mol}$  a 6 m y 9,2 y 16,0  $\mu\text{Mol}$  a 13 – 15 m), siendo más abrupto el aumento en marea vaciante.

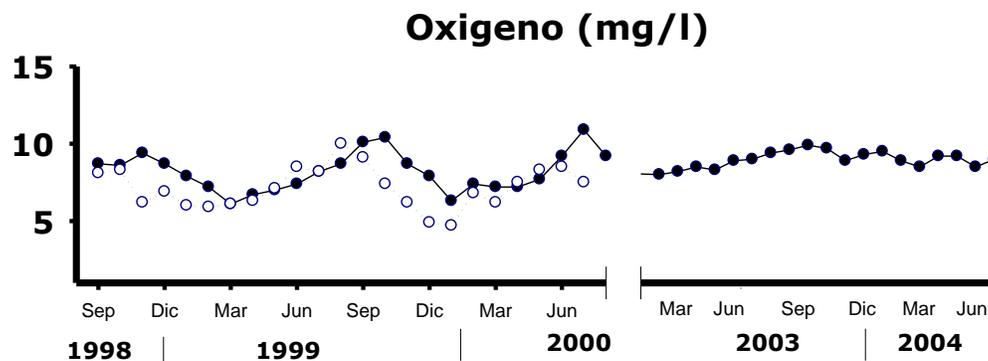
El material suspendido particulado total y la materia orgánica suspendida muestra un patrón estacional de abundancia, con altos valores de material particulado suspendido durante el invierno y de materia orgánica en primavera y verano. Un incremento significativo fue encontrado a mayores profundidades.



**Figura 7.** Concentración de amonio ( $\mu\text{Mol}$ ) registrado en distintas etapas mareales en la Reserva Marina Putemún, durante el mes de Noviembre de 1999 y Marzo del 2000.

### 1.5.6 Oxígeno

En la Figura 8, se presentan los valores de las estimaciones de concentraciones de oxígeno del agua de mar durante los años 1998 al 2004, en la Reserva Marina. En el primer periodo se aprecian los valores calculados para dos profundidades (superficial, los puntos con relleno y 6 a metros, los puntos sin relleno).



**Figura 8.** Concentración de oxígeno disuelto (mg/L) en la Reserva Marina para el Choro Zapato, entre 1998 – 2004 (línea continua y puntos sólidos: a nivel superficial; línea discontinua y pintos vacíos: a 6 m de profundidad).

De esta información se desprende que el oxígeno disuelto suele ser menor a mayores profundidades en la mayoría de las veces. En este sentido, los estudios previos realizados en la zona señalan que las mínimas concentraciones fueron medidas a los 6 m de profundidad, con fuertes fluctuaciones entre los meses de septiembre y marzo (Toro *et al.*, 1999) y solo en algunos meses, preferentemente fríos (i.e. mayo, junio y julio de 1999 y abril, mayo del 2000), se iguala. Toro *et al.* (1999), señalan que dicha disminución se debe a un aumento en la actividad bacteriana, lo cual ha sido registrado también en otras partes del mundo (ver Dahlback & Gunnarsson, 1981; Cano *et al.*, 1997; Kaiser *et al.*, 1998).

Parece no existir un patrón temporal en las concentraciones de oxígeno en el agua de la Reserva Marina, ya que, por ejemplo, se registró una menor cantidad de oxígeno a fines de otoño de 1999 (6,1 y 6,7 mg/L a 0 m en abril y mayo, respectivamente), mientras que al año siguiente los valores menores se registraron en el mes de febrero (6,3 mg/L a 0 m). Esto puede deberse a los efectos generados por otros factores ambientales, como por ejemplo, la dirección e intensidad del viento. Otros registros sobre las concentraciones de oxígeno disuelto en la zona de la Reserva Marina, indican que la variabilidad de este parámetro fue entre 6.1 y 13.7 mg/L, con bajos valores durante el invierno (Toro *et al.*, 1999). Del mismo modo, en el mes de octubre del 2006, se registraron valores de oxígeno superficial de 8,4 mg/L, lo que no difiere del promedio histórico superficial de  $8,57 \pm 0,57$  mg/L. Finalmente, en la Tabla 3 se presentan algunos datos de interés con respecto a este parámetro.

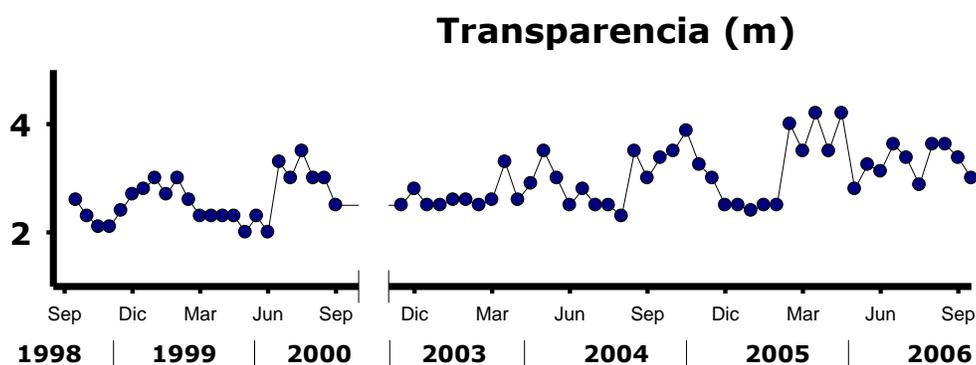
**Tabla 3.** Información estadística anual de las concentraciones de oxígeno (mg/L) registrados entre 1998 – 2005 en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún.

Año	n	Promedio	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
1998	4	8,9	0,4	9,4	8,6
1999	12	8,1	1,3	10,4	6,1
2000	9	8,1	1,4	10,9	6,3
2003	11	8,9	0,6	9,9	8,0
2004	8	9,0	0,4	9,5	8,5

<b>2005</b>	5	8,6	0,5	9,2	8,1
-------------	---	-----	-----	-----	-----

### 1.5.7 *Transparencia*

En cuanto a la transparencia, se puede señalar que este parámetro tiende a disminuir en los meses invernales y a aumentar hacia los meses cálidos. Esto puede ser explicado por el aumento de la pluviometría, lo que generaría arrastre de sedimentos de terrenos aledaños, así como aportes desde los ríos y esteros que desembocan en el sector (IFOP, 2006). En la Figura 9 se presenta la información recopilada entre los años 1998 y 2006 y en la Tabla 4 se entregan algunos datos estadísticos de interés.



**Figura 9.** Transparencia (metros) registrada mensualmente, entre 1998 y 2006, en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún.

**Tabla 4.** Promedios, máximos y mínimos anuales de valores de la transparencia (m) registrada, entre 1998 y 2005, en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún.

<b>Año</b>	<b>n</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
<b>1998</b>	7	2,3	0,4	2,7	1,6
<b>1999</b>	12	2,5	0,3	3,0	2,1
<b>2000</b>	9	2,7	0,6	3,5	2,0
<b>2003</b>	11	2,7	0,2	3,3	2,5
<b>2004</b>	12	3,0	0,5	3,9	2,3
<b>2005</b>	12	3,2	0,7	4,2	2,4
<b>2006</b>	10	3,3	0,3	3,6	2,8

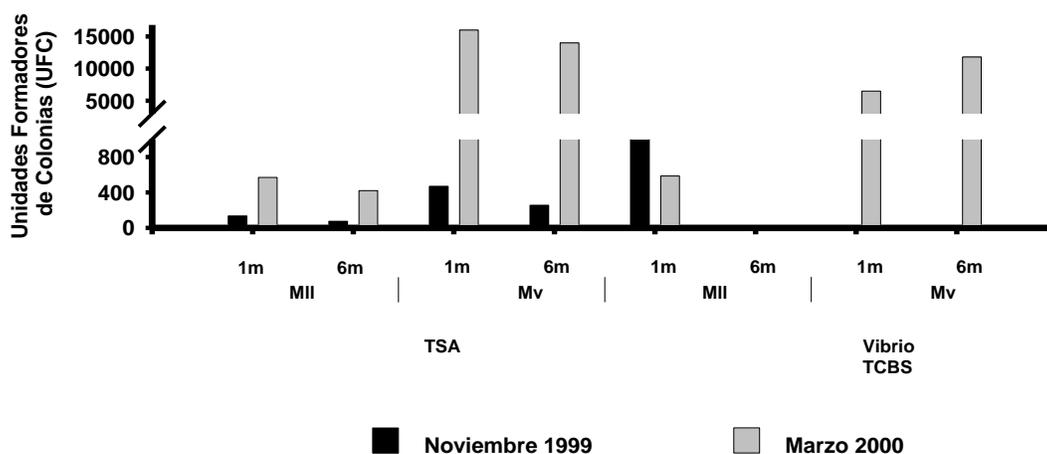
## 1.6 Comunidades microbianas

Durante el mes de noviembre 1999 y marzo del 2000, el Centro Tecnológico para la Acuicultura Putemún realizó análisis microbiológicos de agua de mar a dos profundidades,

con la finalidad de detectar si había algún tipo de correlación entre el número de larvas de bivalvos y la cantidad de microorganismos presentes.

En la Figura 10 se aprecian las concentraciones detectadas, destacándose claramente que existe una menor cantidad de Unidades Formadoras de Colonias (ufc), tanto en medio TSA como de *Vibrio* TCBS, en ambas profundidades y durante la presencia de altas concentraciones de larvas de bivalvos. Se sugiere que existe algún grado de correlación entre la presencia de larvas y las concentraciones de microorganismos. Pero, es necesario mencionar que esta relación es posible que se deba al efecto conjunto de otros factores que puedan alterar la comunidad microbiana del lugar y que sean favorables para la presencia de larvas de bivalvos.

Los resultados presentados en la Figura 10, sugieren la existencia de patrones de distribución vertical. En el mismo estudio se menciona, además, la presencia de *Pseudomonas* (GSP) (5 ufc) durante el mes de noviembre de 1999, a 6 metros de profundidad al momento de la marea vaciante, y de *Escherichia coli* (McConkey) (15 ufc) a 6 metros de profundidad durante marea llenante en el mes de marzo del 2000. Toro *et al.* (1999) sugieren que habría un aumento de la actividad microbiana a mayores profundidades lo que queda de manifiesto en los valores de oxígeno registrados en el lugar.



**Figura 10.** Unidades Formadoras de Colonias (ufc) en los medios de cultivos TSA y TCBS en distintas etapas mareales registradas en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún, durante el mes de Noviembre de 1999 y Marzo del 2000, a dos profundidades diferentes.

## 1.7 Comunidades pelágicas

### 1.7.1 Fitoplancton y *Clorofila a*

El estudio más completo de la riqueza, abundancia y patrones temporales de distribución fue realizado por Toro *et al.* (1999). Estos autores registran en la zona de la Reserva Marina un total de 121 taxa pertenecientes al fitoplancton (Tabla 5), siendo las especies más

representadas durante el periodo de estudio (1991, 1992 y 1993) aquellas pertenecientes a los grupos Bacillariophyceae y Dinophyceae con 88 y 15 taxa respectivamente, mientras que las diatomeas Pennales mostraron los mayores números de taxa (50), las Chlorophyceae estuvieron representadas con 7 taxa y las Euglenophyceae y Cyanophyceae con 7 y 5, respectivamente. En cuanto a la diversidad, estos autores indican que presenta un claro patrón estacional con bajos valores durante el verano y altos durante el invierno o los meses fríos.

En cuanto a las abundancias del fitoplancton en la columna de agua, los mismos autores, indican que existen valores bajos durante el invierno y altos durante los meses cálidos (ie. En febrero 1992 con  $9,79 \times 10^6$  cel/L a 3 m de profundidad con 96.5% de *Skeletonema costatum* y en marzo de 1993 con  $11,23 \times 10^6$  cel/L a 1 m con un 51.7 y 38,34% de *Chaetoceros eibonii* y pequeños flagelados, respectivamente).

Las altas concentraciones de diatomeas fueron encontradas en primavera y verano, representando más del 60% del total del fitoplancton. Además, estos autores mencionan que dentro del grupo de las diatomeas que estuvieron la mayor parte de las veces representadas en el periodo de estudio, aparte de *S. costatum*, fueron *Nitzschia closterium* y algunas especies del género *Cocconeis* y *Navicula*.

El hecho que existan bajos valores de diversidad durante los meses de verano y altos valores durante los meses fríos, y que por el contrario, que hallan bajas abundancias en invierno y altas en el verano, sugiere que existe un aumento de unas pocas especies durante el verano, lo que puede estar dado por fenómenos de blooms o afloramientos los que suelen acontecer como resultado de condiciones ambientales favorables para el desarrollo particular de ciertas especies, las cuales se multiplican explosivamente y se concentran en determinadas localidades (CONA, 1999).

A pesar de que los aumentos en la abundancia y diversidad del fitoplancton en áreas y tiempos particulares de la costa, juegan un rol fundamental en la dinámica de los ecosistemas marinos, los mecanismos que dan origen a estos fenómenos son poco comprendidos, complejos y diversos, y suelen traslaparse con aquellas características consideradas como relevantes para describir la distribución de la biota marina (ver Fonseca & Farías, 1987; Figueroa & Moffat, 2000; Sobarzo & Djurfeldt, 2004; Natunewicz *et al.*, 2001; Poulin *et al.*, 2002).

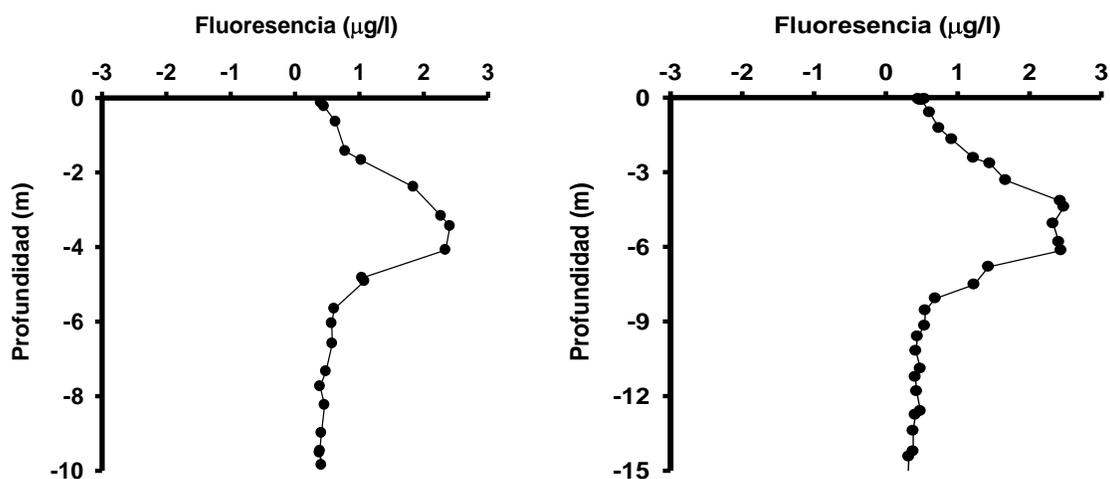
**Tabla 5.** Lista de especies fitoplanctónicas registradas en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún, durante el periodo comprendido entre Mayo de 1991 y Mayo de 1993 (Toro *et al.*, 1999).

<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>		
<b>Centrales Schütt 1896</b>	<i>Cocconeis formosa</i>	<i>Dinophysis acuminata</i>
<i>Actinopterychus senarius</i>	<i>Cocconeis scutellum</i>	<i>Dinophysis acuta</i>
<i>Auliscus sculptus</i>	<i>Cocconeis scutellum</i> v. <i>scutellum</i>	<i>Diplopeptopsis minor</i>
<i>Basteriastrum hyalinum</i>	<i>Diatoma tenue</i>	<i>Gonyaulax polyedra</i>
<i>Biddulphia aurita</i>	<i>Diploneis incurvata</i>	<i>Gymnodinium splendens</i>
<i>Biddulphia aurita</i> v. <i>obtusata</i>	<i>Diploneis subovalis</i>	<i>Gymnodinium</i> sp.
<i>Biddulphia longicruris</i>	<i>Fragillaria fonticola</i>	<i>Gyrodinium spirali</i>
<i>Chaetoceros affinis</i>	<i>Fragillaria</i> sp.	<i>Peridinium minutum</i>
<i>Chaetoceros borealis</i>	<i>Gomphonema pseudoexiguum</i>	<i>Peridinium trochoideum</i>
<i>Chaetoceros constrictus</i>	<i>Grammatophora angulosa</i>	<i>Polykrikos schwartzii</i>
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	<i>Grammatophora marina</i>	<i>Prorocentrum micans</i>
<i>Chaetoceros danicus</i>	<i>Gyrosigma balticum</i>	<i>Proto-peridinium oceanicum</i>
<i>Chaetoceros didymus</i>	<i>Gyrosigma fasciola</i>	<i>Proto-peridinium conicum</i>
<i>Chaetoceros eibenbergii</i>	<i>Gyrosigma tenuissimum</i>	<i>Proto-peridinium pellucidum</i>
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	<i>Licmophora abbreviata</i>	
<i>Chaetoceros socialis</i>	<i>Licmophora flavellata</i>	<b>CHLOROPHYCEAE</b>
<i>Chaetoceros socialis</i>	<i>Navicula ammophyla</i>	<i>Coelastrum microporum</i>
<i>Climacodium biconcavum</i>	<i>Navicula cyptocephala</i>	<i>Coelastrum</i> sp.
<i>Coscinodiscus centralis</i>	<i>Navicula dicephala</i>	<i>Crucigeniella rectangularis</i>
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	<i>Navicula gregaria</i>	<i>Chlamydocapsa bacillus</i>
<i>Coscinodiscus janischii</i>	<i>Navicula palpebralis</i>	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	<i>Navicula punctulata</i> v. <i>punctulata</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
<i>Detonula pumila</i>	<i>Navicula radisosa</i>	<i>Scenedesmus</i> sp.
<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Navicula</i> sp.	
<i>Melosira granulata</i>	<i>Navicula tubulifera</i> v. <i>tubulifera</i>	<b>CYANOPHYCEAE</b>
<i>Melosira hustedyi</i>	<i>Nitzschia accuminata</i>	<i>Anabaena</i> sp.
<i>Melosira juergensii</i>	<i>Nitzschia closterium</i>	<i>Aphanothese</i> sp.
<i>Melosira juergensii</i> v. <i>juergensii</i>	<i>Nitzschia delicatissima</i>	<i>Lyngbya</i> sp.
<i>Melosira nummuloides</i>	<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Nodularia spumigena</i>
<i>Melosira sulcata</i>	<i>Nitzschia longissima</i> v. <i>reversa</i>	<i>Oscillatoria</i> sp.
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	<i>Nitzschia parvula</i>	
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Nitzschia seriata</i>	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>
<i>Thalassiosira aestivalis</i>	<i>Pinnularia divergentissima</i>	<i>Euglena</i> sp.
<i>Thalassiosira decipiens</i>	<i>Pinnularia subcapitata</i>	<i>Lepocinclis ovum</i>
<i>Thalassiosira minuscula</i>	<i>Pinnularia</i> sp.	<i>Lepocinclis</i> sp.
	<i>Pleurosigma angulatum</i>	<i>Phacus</i> sp.
<b>Pennales Schütt 1896</b>	<i>Pleurosigma intermedium</i>	<i>Trachelomonas chlamidophora</i>
<i>Amphora lineolata</i>	<i>Rhabdonema minutum</i>	<i>Trachelomonas</i> sp.
<i>Amphora ovalis</i>	<i>Rhoisophenia curvata</i>	<i>Trachelomonas volvocina</i>
<i>Amphora veneta</i>	<i>Surirella striatula</i>	
<i>Amphora lineolata</i>	<i>Synedra fasciculata</i>	<b>OTHERS</b>
<i>Asterionella japonica</i>	<i>Thalassiothrix nitzschioidea</i>	<i>Mesodinium rubrum</i>
<i>Bacillaria paradoxa</i>		Small flagellates (12–18 $\mu\text{m}$ )
<i>Ceratoneis arcus</i>	<b>DINOPHYCEAE</b>	Small flagellates (6–12 $\mu\text{m}$ )
<i>Cocconeis costata</i>	<i>Cachonina niei</i>	Tiny flagellates (< 6 $\mu\text{m}$ )

En el mismo trabajo, Toro *et al.* (1999) encuentran asociaciones significativas entre las altas temperaturas y la abundancia total de células (descartando eso si las diatomeas bentónicas), encontrando que la correlación entre ambas variables fue explicada por un 45% del total de la variación. Estos autores encontraron correlaciones significativas entre la biomasa fitoplanctónica (estimada como concentración de Clorofila *a*) y el biovolumen.

En cuanto a la Clorofila *a*, Toro *et al.* (1999) encuentran correlaciones con la temperatura y el oxígeno, en este último caso, estas correlaciones fueron encontradas a 1 y 3 m de profundidad solamente. En un estudio realizado por el Centro Tecnológico para la

Acuicultura Putemún, durante el 2006, se detectó que en cuanto a la distribución vertical de Clorofila medida por fluorescencia, los valores máximos fluctuaron entre 2,41  $\mu\text{g/L}$  a los 3,44 m de profundidad en el sitio 1 y de 2,48  $\mu\text{g/L}$  a los 4,4 m en el sitio 2 (Figura 11). Estas concentraciones máximas de valores pigmentarios podría deberse a un aumento de la influencia biológica en la columna de agua y que podrían estar relacionados con la disponibilidad de nutrientes y la irradiancia máxima (Lara-Lara & Bazan-Guzmán, 2005).



**Figura 11.** Distribución vertical de la fluorescencia ( $\mu\text{g/L}$ ) registrada en dos estaciones ubicadas al interior de la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún, durante el día 10 de Octubre del 2006.

Finalmente, los patrones de productividad resultados del crecimiento del fitoplancton en la Reserva Marina Putemún, tienen un incremento durante la primavera después de bajos valores en invierno, con un segundo peak en verano y principios de otoño (Toro *et al.*, 1999).

### 1.7.2 Zooplancton

En las aguas de la Reserva Marina se han detectado grupos de copépodos y sus distintos estados de desarrollo, en tanto en el meroplancton, se encuentran larvas nauplii de cirrípedios, larvas de gastrópodos y poliquetos, así como las larvas de mitílidos en la temporada de desove (Inculmar, 1982; IFOP, 1990). El zooplancton muestra cierta variabilidad estacional siendo más abundante y diverso en periodo primavera y verano (IFOP, 1999). En la Figura 12 se presentan las concentraciones de individuos por litros, de los distintos grupos del plancton, registrados entre Julio 1998 a Septiembre 2000 en tres estaciones al interior de la Reserva Marina. En ésta, se puede apreciar que independiente del lugar, el patrón de abundancia se mantiene (pero en mayor o menor escala).

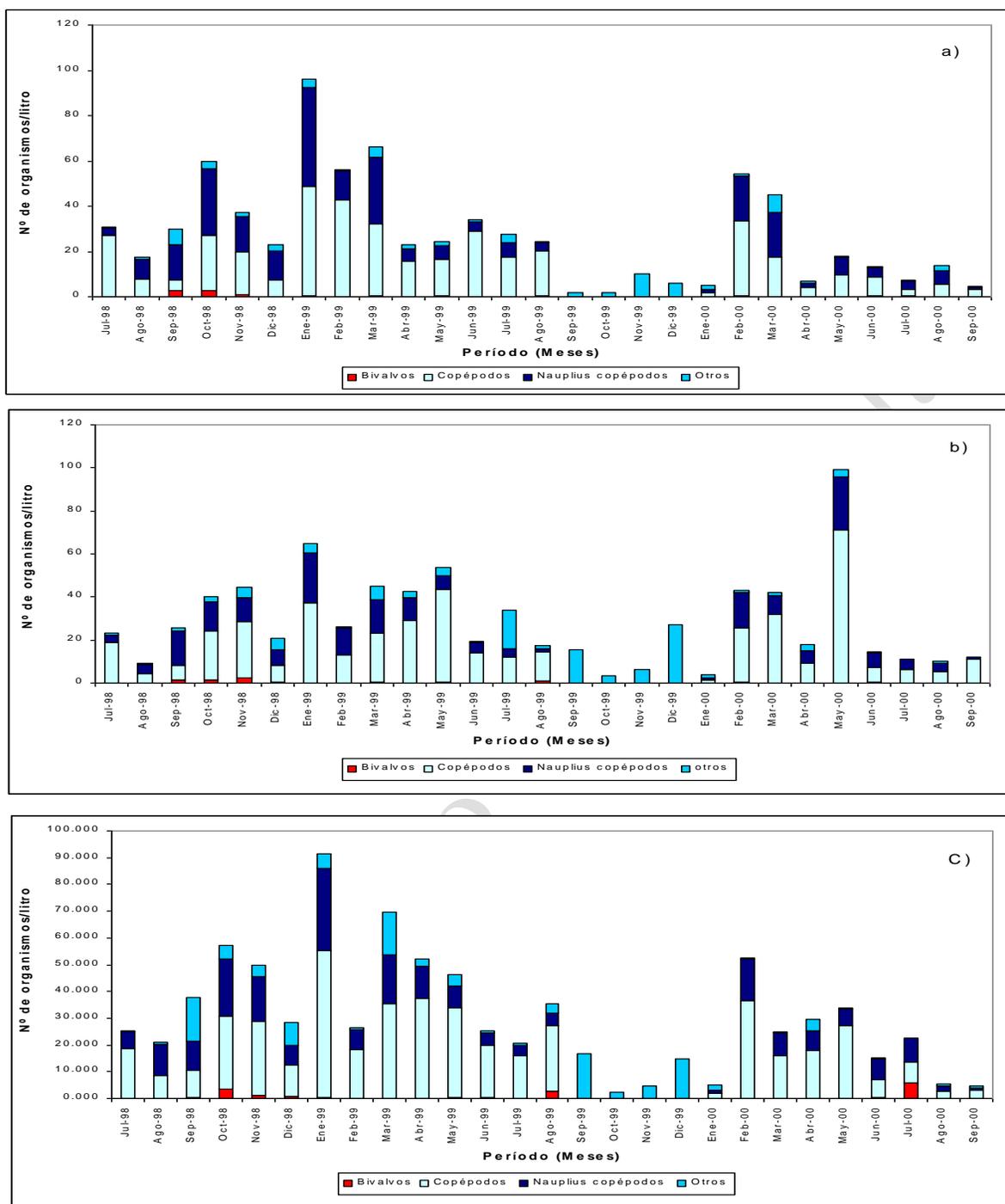
Las comunidades zooplanctónicas del Estero de Castro no han sido estudiadas de manera extensiva y solo se puede sugerir que dadas las condiciones del lugar debiesen estar presentes diversas especies de isópodos, anfípodos y medusas. Durante el 2005, se informó

que en las muestras obtenidas durante ese año por el IFOP predominaron el grupo de los copépodos y sus estados larvarios, experimentando cifras que variaron entre 3,7 y 71 ind/L (IFOP, 2005).

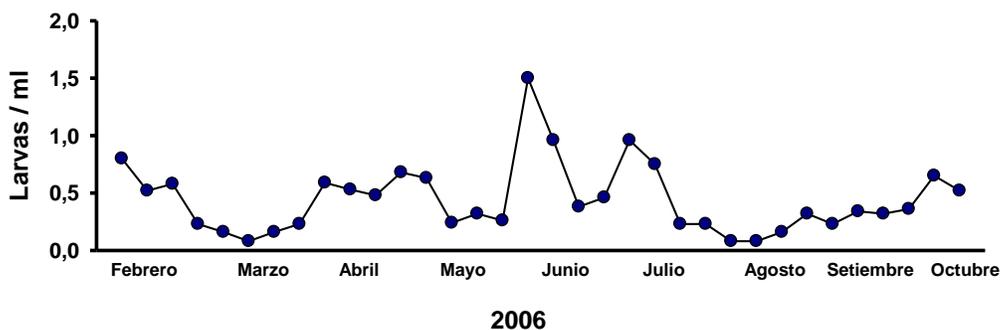
La falta de conocimiento de la comunidad zooplanctónica, se debe a que la mayoría de los estudios del zooplancton han estado enfocados a definir la presencia de estadíos larvales de especies de interés comercial (eg. Mitílidos).

En la Figura 13 se muestra la concentración de larvas de bivalvos detectadas en la Reserva Marina con una frecuencia semanal, durante el año 2006. En ésta se aprecia claramente que existe un peak durante los meses de junio y julio, disminuyendo la cantidad de larvas presentes en la columna de agua en los meses de otoño y primavera (agosto, septiembre). Por otro lado, durante el 2005 se detectó una escasa concentración entre los meses de abril a agosto 2005, registrándose valores que no superaron las 0,44 larvas/L. Entre septiembre y diciembre de 2005, la concentración de larvas de mitílidos aumentó a valores superiores a 1 larva/L, detectándose un peak de 4,6 larvas/L en la primera quincena del mes de diciembre (IFOP, 2005), por lo que es de esperar igual situación durante el mes de diciembre del 2006.

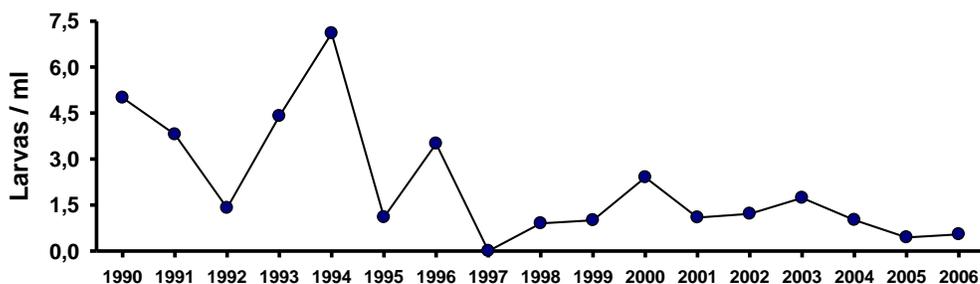
En la Figura 14 se muestra la variación interanual de la abundancia de larvas de bivalvos en la columna de agua de la Reserva Marina, se puede observar una tendencia a la disminución en la abundancia de larvas, llegando quizás a su nivel más crítico durante el año 1997. Es conocido que en la fase del desarrollo larval de los bivalvos, las variables más importantes son la luz, salinidad, movimiento del agua, nivel del agua y fundamentalmente la alimentación (Kinne, 1977), por lo que cualquier cambio de estas variables afectará su abundancia y sobrevivencia. De hecho, existen algunos estudios donde se relaciona la disminución de ciertas especies de mitílidos al presentarse fenómenos a gran escala como El Niño, donde directa o indirectamente se generan cambios en las características ambientales (Navarrete *et al.*, 2001).



**Figura 12.** Abundancia de los distintos grupos del zooplancton registrados entre Julio de 1998 y Septiembre del 2000 de tres estaciones localizadas en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún (IFOP, 2001).



**Figura 13.** Concentración semanal de larvas de bivalvos (larvas/L) medidas en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún entre Febrero y Octubre del 2006.



**Figura 14.** Concentración promedio anual de larvas de bivalvos (larvas/L) registradas al interior de la Reserva Marina Para el Choro Zapato Putemún entre 1990 y el 2006.

### 1.7.3 Comunidades de peces

Con respecto a las comunidades de peces, no existen estudios que determinen con exactitud qué especies y con qué abundancia se encuentran presentes en la Reserva Marina, siendo quizás solo posible la mención de observaciones puntuales realizadas a lo largo del tiempo. Así por ejemplo, se puede indicar que se ha detectado la presencia de pejerreyes (*Odonthestes spp*), Robalo (*Eleginops maclovinus*), Cabrilla (*Sebastes capensis*), cardúmenes ocasionales de anchovetas (*Engraulis ringens*), Cachuditos o Trombollitos, Puye (*Galaxias maculatus*) y especies de salmónidos (IFOP, 1999).

Es común que la población que habita en los bordes de la Reserva Marina capture peces como el pejegato (*Schroederichthys chilensis*) o el pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*). Otro aspecto interesante de mencionar es la presencia de especies representantes del Subphyllum Agnatha, probablemente de la familia Mixinidae. En general, se espera que la abundancia y riqueza de especies debiese aumentar hacia lugares con fondos rocosos, manteniendo los patrones biogeográficos descritos en la literatura científica (Ojeda *et al.*, 2000).

## 1.8 Comunidades marinas del intermareal y submareal

La comunidad bentónica de la Reserva Marina, está poco estudiada y los esfuerzos de investigación se han enfocado principalmente a aquellas especies que revisten cierto valor comercial, como por ejemplo los mitílidos.

Las poblaciones más representativas de la comunidad bentónica la constituyen los mitílidos, destacándose las especies *Mytilus chilensis* (Chorito), *Aulacomya ater* (Cholga) y *Choromytilus chorus* (Choro zapato). También, se han detectado distintas especies de bivalvos pertenecientes a la infauna, entre las que se puede mencionar *Venus antiqua*, *Euromalea* sp, *Tagelus dombei*, *Ensis macha* y *Hyatella* sp., siendo explotadas ocasionalmente por integrantes de las comunidades aledañas a la Reserva Marina.

Por otra parte, observaciones preliminares realizados durante el 2006, indican un aumento en la diversidad de macroinvertebrados que componen la infauna asociada a bancos de mitílidos ubicados en la zona costera, situación que ha sido registrada en otras zonas del mar interior de Chiloé por Duarte *et al.* (2005).

En cuanto a las comunidades de la macroinfauna de fondos blandos del submareal, no se han realizado estudios exhaustivos, pero se puede señalar como fauna acompañante de los bancos de Choro zapato, actinias pequeñas, gastrópodos (*Xantochorus cassidiformis*, *Crepidula* sp.), estrellas pequeñas, ofiuros, poliquetos y esponjas.

Otros componentes importantes de la macrofauna bentónica son: equinodermos, principalmente el erizo *Loxechinus albus* y las estrellas *Patiria chilensis* y *Asterias* sp. Y dos especies de jaibas *Cancer coronatus* y *Cancer edwarsi* (Inculmar, 1982; Etchepare, 1990). También se señalan como importantes las ascidias de los géneros *Distaplia*, *Corella* y *Cnemidocarpa*, los cirripedios y rizoos como *Membranipora hyadesi* y *Alcynidium polyomun* (Etchepare, 1990).

En cuanto a las algas, es posible observar grandes extensiones intermareales cubiertas por especies del complejo *Ulva-Enteromorfa* y de *Gracilaria* sp. (Pelillo). Esta última especie es objeto de una actividad extractiva no regulada ni controlada, pese a los volúmenes extraídos y a la gran cantidad de personas involucradas, constituyéndose en un potencial punto de conflicto para el funcionamiento de la Reserva Marina. A nivel submareal, destaca la presencia de un bosque de *Macrocystis pyrifera*, en ciertos lugares de la Reserva.

### *Choromytilus chorus* (Choro Zapato)

#### Distribución geográfica y hábitat

El Choro zapato, *Choromytilus chorus* (Molina, 1782), es una especie de la familia Mytiladae presente a lo largo de toda la costa chilena. Se puede encontrar desde Callao (Perú) al Estrecho de Magallanes y Canal Beagle (Chile), extendiendo su área de dispersión por el Océano Atlántico hasta el sur de Brasil, incluyendo las Islas Malvinas (Osorio y Bahamonde, 1968).

El Choro zapato habita tanto en fondos duros como enterrado en fango o arena y vive permanentemente sumergido bajo el agua aproximadamente desde los 3 a los 20 metros de profundidad.

Los lugares en que se reportan bancos de choros así como experiencias de laboratorio, la señalan como una especie cuyo crecimiento poblacional e individual se ve favorecido en ambientes estuarinos, con salinidad fluctuante entre 18 a 25‰ y temperaturas medias del rango de 15 a 20°C, siendo también resistentes a los cambios en estas variables (Jeréz, 1982; Santa Cruz & Lozada, 1979).

La especie presenta una conducta gregaria, adhiriéndose entre si y al sustrato mediante su biso; cuando el sustrato es fangoso tienden a vivir enterrados con el umbo hacia abajo (Santa Cruz & Lozada, 1979).

### Biología de la especie

En Putemún, la dinámica del ciclo reproductivo del Choro zapato ha sido reportada por varios autores (Lozada *et al.*, 1971; Inculmar, 1982; Etchepare, 1990). Los resultados de estos estudios señalan que la población se encuentra madura alrededor del mes de Septiembre ocurriendo un desove total en los meses de Octubre – Noviembre, iniciándose la recuperación hasta llegar a un nuevo estado de madurez entre Enero y Marzo, que puede culminar en un nuevo desove. A partir de ese mes comienza un proceso de reabsorción de las células gaméticas y del tejido gonadal, el que nuevamente se encuentra maduro en la población entre Agosto y Septiembre. En la zona central, en cambio, y debido a las surgencias de primavera – verano, ocurren dos períodos de desove significativos, uno en Diciembre-Enero y el otro en Julio, ocurriendo desoves parciales de las poblaciones estudiadas durante el resto del año. La talla de primera madurez se alcanzaría antes de los 40 mm.

El macho y la hembra se distinguen claramente uno de otro por la coloración del manto: café oscuro en las hembras y amarillento en los machos. La fecundación es externa, los estados larvarios que se producen después del desarrollo del embrión son: la larva trocófora, la larva véliger o D de charnela recta, posteriormente la pedivelífera umbonada y por último la pedivelífera, la que puede adherirse al sustrato y metamorfosearse a organismo bentónico.

El desarrollo larvario es un proceso que puede tomar de 14 a 32 días considerando estimaciones de campo y laboratorio. Sin embargo, el desarrollo embrionario y larval en laboratorio ha resultado entre los 24 a 35 días, encontrándose que la duración es dependiente de la temperatura del agua (Chaparro y Sanhueza, 1986; Olavarría, 1986).

La edad y crecimiento, ha sido un aspecto estudiado por diversos autores y los resultados indican que se forma un solo anillo anual de crecimiento, alcanzando la talla de 14 cm a los 12 años de edad. La velocidad de crecimiento disminuiría con el aumento de la latitud, pero el tamaño teórico sería mayor en el sur que en norte del país, así:

- Coquimbo,  $L = 166 (1 - e^{-0,21(t-0,13)})$  (Norambuena y Solis, 1978)
- Putemún,  $L = 192 (1 - e^{-0,12(t-0,16)})$  (Lozada, 1971)

A partir de los 6 a 7 cm de longitud valvar, la tasa de crecimiento disminuye notoriamente lo cual se puede relacionar con el inicio de la madurez sexual. En cultivo suspendido la tasa de crecimiento en general es mayor que en el fondo (Aracena, 1983; Valenzuela y Varela, 1983).

En Putemún, los controles de crecimiento realizados por IFOP en los sistemas de cultivo revelan que en general los ejemplares alcanzan un tamaño comercial (choro maltón aproximadamente 6 cm de longitud valvar) a los 12 meses de edad (Pacheco, 2001).

En relación con la alimentación, los antecedentes indican que su dieta es similar a la de *Mitylus chilensis*, pero de mayor tamaño y consistente en diatomeas, tintínidos, dinoflagelados y material particulado diverso (Reid, 1974 *vide* Santa Cruz & Lozada, 1979.). Inculmar (1982), confirma estas observaciones, mencionando que el Choro zapato es un eficaz filtrador, consumiendo zooplancteres (copépodos, larvas de bivalvos, huevos, y otros) y fitoplancton constituido principalmente por diatomeas, dinoflagelados y tintínidos.

### Estudios del banco de Choro zapato de la Reserva Marina

Dentro de la Reserva Marina, existen tres especies de mitílidos con importancia comercial: el Chorito (*Mytilus chilensis*), la Cholga (*Aulacomya ater*) y Choro zapato (*Choromytilus chorus*). El banco de esta última especie, se encuentra ubicado en la orilla sur-oeste del Estero y cubre un área aproximada de 27.500 m<sup>2</sup>. El banco está compuesto mayoritariamente por ejemplares de *Choromytilus chorus* y escasos *Mytilus chilensis*. Su distribución es del tipo contagiosa, con grandes agregaciones de individuos, pudiéndose distinguir claramente dos sectores con distinta densidad poblacional. Una con mayor abundancia, localizada en el extremo norte cuya densidad máxima es mayor a 100 ind/m<sup>2</sup> y otra de menor densidad con solo 4 ind/m<sup>2</sup> (IFOP, 1998).

Estudios de 1967 del banco de Choro zapato de la Reserva Marina, señalaban una densidad poblacional de 79 ind/m<sup>2</sup>. Lamentablemente, entre 1967 y 1975, a pesar de los intentos de erradicar la pesca ilegal del recurso, el banco sufrió una notoria disminución de la abundancia total, el cual disminuyó al 45% (977.625 individuos) de su biomasa original. Evaluaciones posteriores (1988) indicaron que la población se había reducido a 800.000 individuos, situación que ha sido revertida gracias a diversas actividades de control de la extracción ilegal y de repoblamientos. En la tabla 6 se presentan los valores de las densidades registradas al interior de la Reserva Marina.

**Tabla 6.** Área prospecta, área efectiva del banco, porcentaje del área efectiva y la densidad (ind/m<sup>2</sup>) del recurso Choro zapato en la Reserva Marina, entre los años 1999 a 2006.

Año	Área Prospectada (m <sup>2</sup> )	Área Efectiva (m <sup>2</sup> )	% área ocupada	Nº ind/m <sup>2</sup>
1999	48.750	37.500	76,92	17,94
2000	41.250	30.000	72,73	12,02
2002	45.000	24.375	54,17	18,9
2003	45.000	33.125	73,61	16,4
2004	45.000	33.125	73,61	19,3
2005	45.000	33.125	73,61	17,3

2006	34.375	31.963	92,98	29,6
2007	34.402	23.794	69.2	36.7
2008	35.000	22.500	64.3	42.7
2009	40.625	37.500	92.3	71.4

La disminución de la densidad del banco también ha sido atribuida a la depredación por parte del gastrópodo *Xantochorus cassidiformis*, que actúa principalmente sobre individuos de menor tamaño. La mayoría de los individuos observados muertos (92% en 1999) presentaban perforación, siendo este mecanismo de ataque a la presa típico de los gastrópodos de la Familia Muricidae.

En cuanto a las mortalidades de Choros de mayor longitud, estas han sido atribuidas a otras causas, como el sedimento reductor en el que habitan. Se suma a esto, la extracción ilegal del recurso por parte de terceros, que si bien ha disminuido, aparentemente sigue ocurriendo.

La población del banco presenta una estructura de talla bimodal, la cual ha sido atribuida a los efectos de los repoblamientos. A modo de ejemplo, en 1998 se observó un grupo con tallas entre 40 y 100 mm de longitud, de moda 90 mm, constituyendo 64,7% de la población; y un segundo grupo de individuos de tallas entre 101 y 190 mm, con una moda en 130 mm, que constituyó el 35,3% de la población (IFOP, 2000); mientras que al año siguiente el banco presentaba una estructura con un grupo entre 60 y 110 mm de longitud, con moda entre 90 y 109 mm, constituyendo 64,88% de la población; y un segundo grupo de Choros de tallas entre 111 y 170 mm, con una moda entre 130 y 140 mm, que constituyó el 35,12% de la población (IFOP, 2000).

La fauna acompañante está constituida casi en su totalidad (97,5%) por el gastrópodo murícido *Xantochorus cassidiformis* y por una ínfima proporción de jaibas (2.5%). Este caracol se presenta con una densidad alrededor de 4,8 caracoles por m<sup>2</sup>, con una población total de 66.500 caracoles (IFOP, 2001).

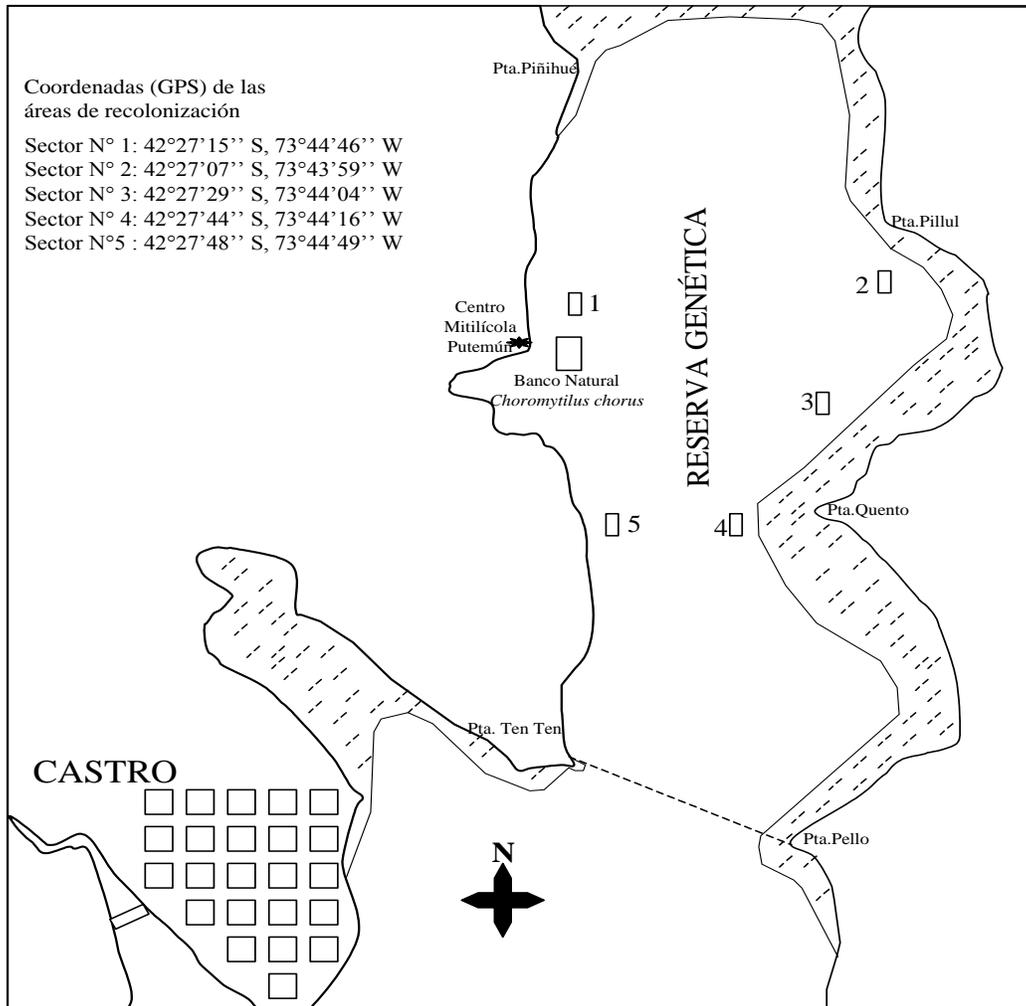
Respecto de los repoblamientos del banco efectuados por el IFOP, durante Marzo y Abril de 1998, la cantidad total sembrada fue de 366.700 Choros zapatos, estimando una densidad promedio de 26 Choros por m<sup>2</sup>. A comienzos de Septiembre de 1998 se realizó la prospección del área repoblada, con el fin de evaluar el estado de la nueva población de choros juveniles en lo que se refiere a tamaño de la población, densidad, mortalidad natural, depredación, y proporción de choros juveniles y adultos que componen el sector repoblado. Además, para determinar posibles causas de muerte de los choros se analizaron las conchas de los choros muertos en una de las transectas prospectadas.

Los resultados de esta actividad indicaron que existía una clara separación de dos grupos modales de tallas de *Choromytilus chorus* existentes en el área de repoblamiento. Un grupo modal de longitud entre 60 y 100 mm, correspondiente a los Choros sembrados en el repoblamiento realizado en esa área durante los meses de Marzo y Abril de 1998. El otro grupo modal con longitudes entre 100 y 180 mm, corresponde a la población adulta ya existente en el área. La baja cantidad de Choros adultos del lugar, fue atribuida a que el área repoblada correspondía a un sector del banco natural de baja densidad, ya que la

elección del sitio a repoblar obedeció solo a las características granulométricas del fondo (principalmente arena).

Al comparar la cantidad de Choros sembrados en el repoblamiento (366.700) con el tamaño de la población de la talla menor de Choros del área (183.137), se obtiene que esta fracción representa solo el 54,4% del total de ejemplares sembrados, por lo que se asumió una mortalidad para esta población igual a 45.6%. Sin embargo, la cantidad de juveniles muertos de la talla menor (60 a 100 mm) en la población se estimó en 91.875 individuos, lo que representaría solo el 33% de esta población. Este pequeño déficit de Choros sembrados fue atribuido al desplazamiento que pudieron haber sufrido los organismos al estar expuestos al efecto de las corrientes y otros movimientos del agua en el momento de la siembra y/o por no haberse fijado adecuadamente al sustrato. La alta mortalidad de Choros juveniles observada se atribuyó al efecto generado por el caracol *Xanthochorus cassidiformis*, mencionada anteriormente. Evaluaciones realizadas durante el año 2000, indican que el repoblamiento efectuado el año 1998 resultó ser una buena estrategia para la recuperación de la biomasa del banco.

Con el objetivo de aumentar el área de ocupación del banco natural de Choro zapato en la Reserva Marina, durante el mes de Diciembre de 1999 y Enero del 2000, se realizaron actividades de recolonización de 5 nuevos sectores dentro de la Reserva con ejemplares adultos y juveniles provenientes del banco natural ubicado frente a las dependencias del IFOP en el Estero Castro (Figura 15). Previo al traslado y recolonización, se efectuó un estudio de granulometría del sedimento marino, con el objeto de ubicar lugares aptos para la sobrevivencia y desarrollo de los ejemplares de Choro zapato a sembrar. Los resultados indicaron 8 áreas adecuadas para la colonización, de las cuales se eligieron las 5 más cercanas a las instalaciones de IFOP, para un mejor control. El sustrato elegido correspondió a lugares con sedimento del tipo arena fina, media y gruesa.



**Figura 15.** Sectores utilizados en experimentos de recolonización (1-5) para el Choro zapato, *Choromytilus chorus*, efectuados entre Diciembre y Enero del 2000 en la Reserva Marina para el Choro zapato Putemún.

Los resultados de esta actividad indicaron que el principal factor que afectó a los nuevos bancos fue la pérdida de Choros no controlada, especulándose que las causas de este fenómeno se pudieron deber a que los Choros no se fijaron al sustrato y que por consiguiente no se formaron agregaciones. Por otra parte, también se sugirió que los ejemplares murieron antes de enterrarse en el sustrato o que pudieron haber sido arrastrados y dispersados por las corrientes marinas lejos de las áreas de siembra.

En cuanto a la longitud promedio de los Choros esta fue similar entre los sectores y prácticamente no se evidenció un crecimiento, considerando 8 meses de tiempo transcurrido desde la colocación de los ejemplares en los sectores respectivos. La distribución de tallas de los Choros zapato, osciló entre 70 y 160 mm, presentándose un comportamiento bimodal. La primera moda enmarcada entre 90 y 110 mm y la segunda entre 130 y 150 mm. Los sectores 3 y 4 mostraron el mayor porcentaje de ejemplares en la segunda moda entre un 20 a un 32%, en cambio, los sectores 1, 2, y 5, la gran mayoría de los Choros se ubicaron en la primera moda entre un 15 y un 30%.

De esta experiencia se concluyó que es esencial sembrar un buen porcentaje de Choros juveniles, para evitar que sean arrastrados con mayor facilidad que los adultos por las corrientes, ya que estos últimos poseen un bisco más débil para fijarse al sustrato y quedan expuestos a la deriva. Además, se hace necesario realizar las actividades de colonización en áreas protegidas a las corrientes marinas, el viento y de depredadores naturales.

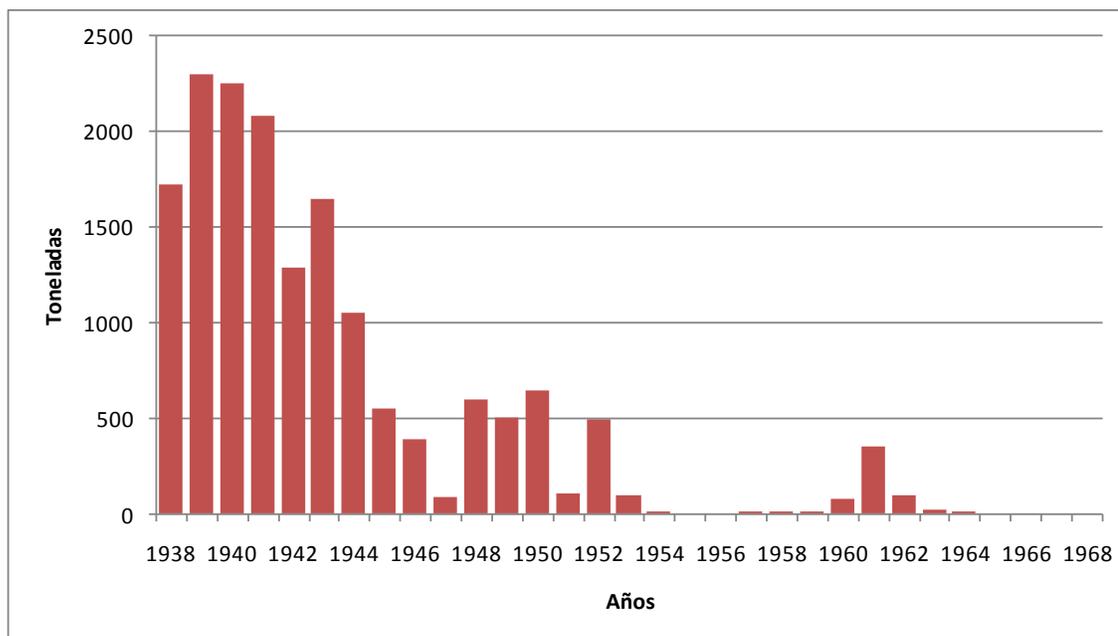
En cuanto al asentamiento larval de esta especie, existen diversos factores relevantes a considerar, como por ejemplo la luz, temperatura, nutrición, tipo y calidad del sustrato y la turbulencia en la columna de agua. Ante concentraciones de alimento bajas, las tasas de crecimiento se reducen y por consiguiente el tiempo de vida planctónica se extiende, lo que aumenta la mortalidad natural, debido a la sobreexposición de las larvas por depredadores (Kinne, 1977). Por consiguiente, los eventos de asentamiento larval y metamorfosis en los mitílidos son los eventos más críticos que controlan la dinámica de la población y a menudo inducidos por señales ambientales. Esto explicaría en cierto grado las diferencias encontradas en las cantidades de semillas adheridas a los colectores. Por ejemplo, en la tabla 7 se presenta la información de la cantidad de semillas captadas en distinta cantidad de colectores puestos en la Reserva Marina Putemún entre 1990 y 2004. Se puede observar, que independiente del número de colectores, la cantidad de semillas varió de un año a otro, llegando casi a su mínima expresión entre las temporadas de 1995-1996 y 1997-1998. Posterior a esa disminución, se ha venido acrecentando el número de semillas asentadas llegando durante la temporada de 2003-2004 a valores cercanos a los estimados a principios de la década del 90.

**Tabla 7.** Número de colectores y captación de semillas de Choro zapato en distintas temporadas en la Reserva Marina para el Choro Zapato Putemún.

Temporada (año)	Colectores (número)	Desviación interanual (%)	Captación (n° semillas/colector)
1990-91	17.137	---	40.000
1991-92	31.270	82,47	40.000
1992-93	41.110	31,47	20.000
1993-94	40.185	-2,25	40.000
1994-95	47.240	17,56	40.000
1995-96	49.250	4,25	No hubo
1996-97	63.100	28,12	<5.000
1997-98	28.450	-45,09	52
1998-99	21	-100	973
1999-00	105	500	2.116
2000-01	4.148	3.950	7.624
2001-02	6.500	56.7	35.470
2002-03	58.800	900	35.422
2003-04	98.500	67.5	39.700

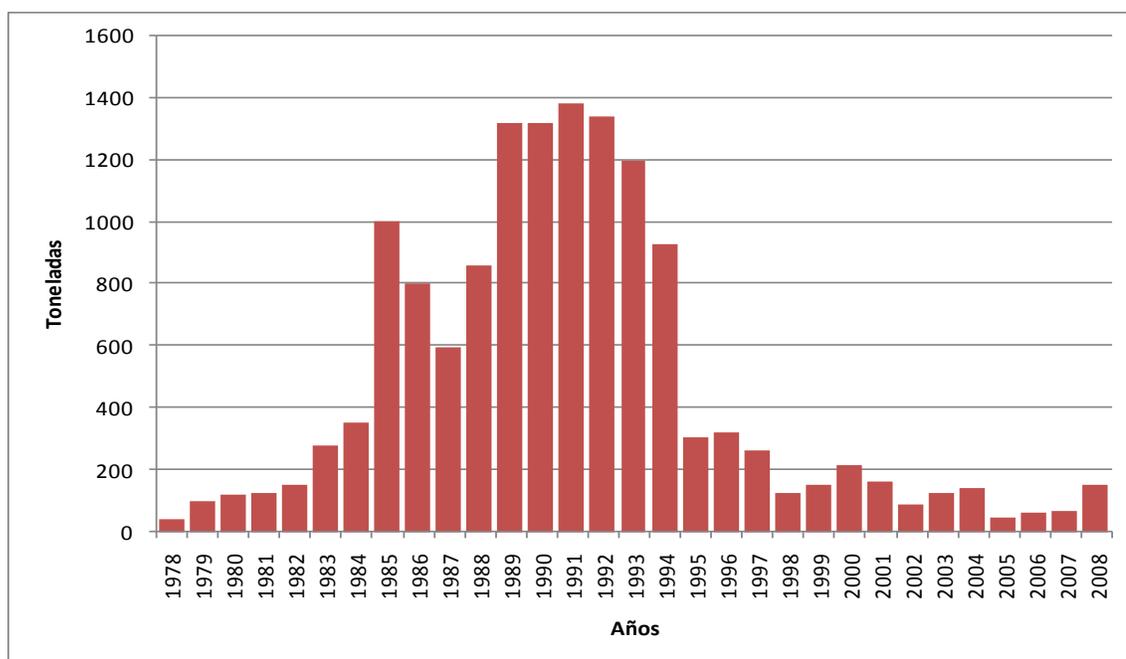
### Actividad pesquera

El Choro zapato ha sido, desde varias décadas, un recurso intensamente explotado. Entre los años 1930 y 1944 el desembarque alcanzó sobre las 2.000 toneladas y a partir de ese último año las capturas disminuyen bruscamente (Fig. 16). En 1950 se decreto veda total del recurso en gran parte del país, permitiéndose la extracción en algunas zonas o bancos ocasionalmente.



**Figura 16.-** Desembarque de Choro zapato, periodo 1938 – 1968. (en parte según Lozada *et al.*, 1971).

Así, el desembarque muestra una tendencia decreciente hasta alcanzar menos de 100 toneladas en el año 1968. El año 1967 por D.S. N° 400 del Ministerio de Agricultura, se declaró veda indefinida del recurso desde la provincia de Llanquihue al sur y una veda por dos años para el resto del país, la cual en 1971 se aumentó a tres años más. Ello es la razón por la cual entre los años 1968 a 1974 no se reportan desembarques de la especie, apareciendo nuevamente en las estadísticas a partir de 1975 con 6 toneladas. Desde ese año y hasta 1992 el desembarque muestra una tendencia ascendente alcanzando durante ese mismo año sobre las 1.200 toneladas. A partir de 1992 las capturas muestran nuevamente una tendencia decreciente con un fuerte pick de baja el año 1995 (Fig. 17).



**Figura 17.-** Desembarque anual de Choro zapato, periodo 1978 – 2008.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Aracena, O.L. 1983. El cultivo de *Choromytilus chorus* (Choro zapato) en Chile central y sur. Mems. Asoc. Latinoam. Acuicultura, Vol. 5.
- Cano J., Rosique M. & Rocamora J. 1997. Influence of environmental parameters on reproduction of the European flat oyster (*Ostrea edulis*) in a coastal lagoon (Mar menor, Southeastern Spain). Journal of Mollusca Studies 63:187-196.
- C.D.B. 1992. Convención Sobre la Diversidad Biológica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Rio De Janeiro, 3 A 14 De Junio De 1992). 34 pp.
- CONA. 1999. Plan Nacional Sobre Floraciones de Algas Nocivas en Chile. Editores: Avaria S., Caceres M., Muñoz P., Palma S. & P. Vera. Comité Oceanográfico Nacional. Valparaíso, Chile. 31 pp.
- Chaparro O. & M. Sanhueza. 1986. Desarrollo embrionario y larval del choro zapato *Choromytilus chorus* (Bivalvia, Mytilidae). Biología Pesquera, 15: 75-79.
- CONAF. 2006. Plan Integral de Gestión Ambiental del Humedal del Río Cruces. Valdivia X Región.
- Dahlback B. & L. Gunnarsson. 1981. Sedimentation and sulfate reduction under mussel culture. Marine Biology, 63: 269-275.
- Di Castri F. & E. Hajek. 1976. Bioclimatografía de Chile. Vicerrectoria Académica de la Universidad Católica de Chile. Santiago Chile. 163 pp.
- Duarte C., Contreras H., Jaramillo E. & L. Figueroa. 2005. Community structure of the macroinfauna in the sediments below an intertidal mussel bed (*Mytilus chilensis* (Hupe)) of southern Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 79: 353-368.
- Figueroa, D. & C. Moffat. 2000. On the influence of topography in the induction of coastal upwelling along the Chilean coast., Geophys. Res. Lett., 27:3905-3908.
- Fonseca T.R. & M. Farías. 1987. Estudio del proceso de surgencia en la costa chilena utilizando percepción remota. Investigaciones Pesqueras, 34:33-46.
- Etchepare, I. 1990. Informe Mitilicultura Putemún, IFOP. Temporada 1990-1991. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaiso, Chile. 30 pp.
- Froneman A., Manganall M., Little R. & T. Crowe. 2001. Waterbird assemblages and associated habitat characteristics of farm ponds in the Western Cape, South Africa. Biodiversity and Conservation, 10:251-270.
- Gastó J., Cosio F. & D. Panario. 1993. Clasificación de Ecorregiones y Determinación de Sitio y Condición. Red de Pastizales Andinos, Santiago, 254 pp.
- IFOP. 1991. Programa de Actividades Mitilicultura Putemún. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaiso, Chile. 10 pp.

- IFOP. 1993. Informe Técnico Mitilicultura Putemún, Temporada 1991-1992. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 20 pp.
- IFOP. 1995. Informe Mitilicultura Putemún, Temporada 1992-1993 y 1993-1994. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 52 pp.
- IFOP. 1996. Informe Mitilicultura Putemún, Temporada 1994-1995 y 1995-1996. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 50 pp.
- IFOP. 1998. Informe Mitilicultura Putemún, Temporada 1996-1997. Edición: Pacheco E. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 41 pp.
- IFOP. 1999. Programa de Actividades Mitilicultura Putemún. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 12 pp.
- IFOP. 1999. La Reserva Genética de Choro Zapato (*Choromytilus chorus*) de Putemún, Chiloé. Antecedentes-Diagnóstico-Plan de Manejo. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 12 pp.
- IFOP. 2001. Plan de Acción "La Mitilicultura como una de las bases de diversificación de los cultivos acuícolas de moluscos". 25 pp.
- IFOP. 2002. Informe Mitilicultura Putemún, Temporada 1997-2001. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 21 pp.
- IFOP. 2004. Informe Mitilicultura Putemún, Temporada 2003-2004. Edición: Pacheco E. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 41 pp.
- IFOP. 2005. Informe Mitilicultura Putemún, Temporada 2004-2005. Edición: Pacheco E. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 41 pp.
- IFOP. 2006. Informe Plan de Manejo de la Reserva Marina Putemún. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 41 pp.
- IFOP. 2006. Plan de manejo de la Reserva Marina Putemún. Informe de avance. Edición: Centro de Investigación Acuícola Putemún. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 29 pp.
- Inculmar. 1982. Proyecto: Situación actual y alternativas de optimización de la captación y producción de semilla en el Centro Mitilícola de Putemún.
- Kaiser M., Laing I., Utting S. & G. Burnel. 1998. Environmental impacts of bivalve mariculture. *Journal of Shellfish Research*, 17: 59-66.
- Kinne O. 1977. Cultivation of animals. In: O. Kinne (Ed.) *Cultivation*. Volume III Part (2). *Marine Ecology: A comprehensive, integrate treatise on life in oceans and coastal waters*. John Wiley & Sons.
- Kracauer E., Grozev O. & C. Rosenzweig. 1997. Climate change, agriculture and wetlands in eastern Europe: vulnerability, adaptation and policy. *Climatic Change* 36: 107 - 127.
- Lara-Lara J. & C. Bazan-Guzmán. 2005. Distribución de Clorofila y Productividad Primaria por Clases de Tamaño en la costa del Pacífico Mexicano. *Ciencias Marinas*. Vol. 31: 11-21.

- Lozada E., Rolleri J. & R. Yañez 1971. Consideraciones biológicas de *Choromytilus chorus* en dos sustratos diferentes. *Biología Pesquera* (Chile), 5: 61-108.
- Natunewicz C., C. Epifanio & R. Garvine. 2001. Transport of crab larval patches in the coastal ocean. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 222: 143-154.
- Narvarte M., E. Félix-Pico y A. Ysla-Chee. 2001. Asentamiento larvario de pectínidos en colectores artificiales. En: Maeda-Martínez A.N. (Ed). *Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura*. Limusa, México. pp. 173- 192.
- Olavarría, E. 1986. Desarrollo larval, fijación y crecimiento postlarval del choro zapato *Choromytilus chorus* (Molina 1782) bajo condiciones controladas. Tesis de Título Instituto Profesional de Osorno. 53 pp.
- Ojeda F., Labra P., Fabio A. & A. Muñoz. 2000. Biogeographic patterns of Chilean littoral fishes. *Revista Chilena de Historia Natural*, Vol. 73(4): 625-641.
- Osorio, C. & N. Bahamonde. 1968. Los moluscos bivalvos en las pesquerías nacionales chilenas. *Biología Pesquera* (Chile), 3: 69-128
- Pellet P., Ugarte E., Osorio E. & F. Herrera. 2005. Conservación de la biodiversidad en Chile, ¿Legalmente suficiente?. La necesidad de cartografiar la ley antes de decidir. *Revista Chilena de Historia Natural*, Vol. 78(1): 125-142.
- Poulin E., Palma A., Leiva G., Hernández E., Martínez P., Navarrete S. & J. Castilla. 2002. Temporal and spatial variation in the distribution of epineutonic competent larvae of *Concholepas concholepas* along the central coastal of Chile. *Mar. Ecol. Progr. Series*, 229: 95-104.
- Rojas C. 2005. Clasificación y Evaluación Florística y Vegetacional del Humedales Del Estero Putemún, Comuna De Castro, X Región de Los Lagos. Tesis presentada a la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco Para Optar al Grado de Licenciado en Recursos Naturales. 103 pp.
- Salazar O., Casanova M. & W. Lucio. 2005. Correlación entre world reference base y soil taxonomy para los suelos de la X Región de Los Lagos de Chile. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, Vol. V, N° 2, julio-diciembre 2005, pp. 35-45.
- Santa Cruz S. & E. Lozada. 1979. Chorito, *Mytilus chilensis* (Hupé). Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Moluscos. Instituto de Fomento Pesquero, AP 79-18.
- Scott D. 1989. A directory of Asian wetlands. IUCN, Gland, Switzerland.
- Sobarzo M. & M. Djurfeldt. 2004. Coastal upwelling process on a continental shelf limited by submarine canyons, Concepción, central Chile. *J. Geophys. Res.*, 109.
- Subiabre A. & C. Rojas. 1994. Geografía Física de la Región de Los Lagos. Ediciones UACH, Dirección de Investigación y Desarrollo. 113 pp.
- Toro J., Paredes P. & D. Villagra. 1999. Phytoplankton distribution and oyster, *Ostrea chilensis* (Philippi 1845), growth at Putemún Channel, southern Chile. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 33: 499-513.

Turner R., Van Den Berg J., Soderqvist T., Barendregt A., Van Den Straaten J. & E. Maltby. 2000. Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy. *Ecological Economics*, 35: 7-23.

Varela, C. & G. Valenzuela. 1983. Comportamiento de la larva y obtención de semillas de *Choromytilus chorus* (Choro Zapato) en un estuario del sur de Chile.

Zhijun M., Li B., Zhao B., Jing K., Tang S. & J. Chen. 2004. Are artificial wetlands good alternatives to natural wetlands for waterbirds? A case study on Chongming Island, China. *Biodiversity and Conservation* 13: 333 - 350.

Documento en Consulta