

# PLAN DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS

## ÁREA DE REPOBLAMIENTO LLOSTAY



ASOCIACIÓN DE PESCADORES  
ARTESANALES DE LLOSTAY







*El presente informe ha sido elaborado en el marco del proyecto denominado “Estudio del recurso pesquero artesanal en el litoral sur del Perú”, que ejecuta el Instituto per la Cooperazione Universitaria – ICU.*

*Institución responsable:*

*Promar Pacífico Ltda.  
Vivar 1218, Iquique, Chile  
Fono: 56-57-573236  
e-mail: [info@promarpacifico.cl](mailto:info@promarpacifico.cl)  
[www.promarpacifico.cl](http://www.promarpacifico.cl)*

*Investigadores*

*Cristian Hudson Martignani  
Adolfo Vargas Rojas  
Martin Zambrano Pinto*

## CONTENIDO

ANTECEDENTES GENERALES.....	1
OBJETIVOS .....	3
MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES TÉCNICOS.....	4
JUSTIFICACIÓN Y MARCO TÉCNICO DE LAS ACCIONES DE MANEJO.....	7
ACCIONES DE MANEJO .....	9
REPOSO Y RESGUARDO DEL AREA.....	9
DINAMICA DE LA POBLACION Y ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA.....	10
REPOBLAMIENTO POR SIEMBRA .....	13
Programa de repoblamiento .....	17
PROGRAMA DE EXPLOTACIÓN .....	18
ESTIMACIÓN DE CUOTAS DE EXPLOTACIÓN.....	18
PROGRAMA DE MONITOREO .....	21
CONDICIONES BIOLÓGICAS .....	22
CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ESPECIES OBJETIVOS.....	22
RECOPIACIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO .....	22
ANÁLISIS ESTADO REPRODUCTIVO DE LAS POBLACIONES .....	27
CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS.....	28
PLAN DE CONTINGENCIA.....	29
EVENTOS OCEANOGRAFICOS DE GRAN ESCALA.....	29
CONFLICTOS A TRAVES DE INTERVENCION ANTROPOGENICA.....	29
CRONOGRAMA GENERAL .....	32
BIBLIOGRAFIA .....	33

## ANTECEDENTES GENERALES

La pesca artesanal en el litoral costero del Perú, constituye una fuente generadora de trabajo y contribuye a la seguridad alimentaria de la población, entregando recursos para el consumo humano directo. Complementariamente esta actividad económica genera a lo largo de la cadena productiva, mano de obra directa e indirecta, principalmente en servicios de procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de productos hidrobiológicos; demostrando con ello su activa participación en la economía del país. A la vez, esta antigua actividad otorga el sustento de vida a múltiples comunidades costeras dedicadas a la pesca artesanal, aportando al patrimonio social, cultural e histórico del país.

El desembarque de recursos marinos en la región Tacna está constituido por 109 especies de recursos hidrobiológicos, entre los cuales 89 especies son de peces, 15 de invertebrados y 5 de otros grupos entre reptiles y algas. La pesca artesanal en la Región Tacna la realizan tanto los pescadores embarcados como los no embarcados. En Vila Vila, Morro Sama y Picata se ubican los primeros, mientras que en Boca del Río, Llostay Yarada, Los Palos y Santa Rosa, residen los pescadores no embarcados como cortineros, chinchorreros y recolectores de orilla. IMARPE 2006

La pesca mediante buceo se basó históricamente en la extracción de invertebrados marinos de alto valor comercial como el Chanque, Caracol y Pulpo, lo que motivó la implementación e instalación de plantas industriales especializadas en la transformación y exportación de estos productos en el parque industrial de Tacna.

Esta alta rentabilidad económica en base a dichos invertebrados, generó la progresiva e inevitable disminución de su abundancia en las costas de Tacna, y en general en las del sur del Perú.

En varios países de Latinoamérica han sido implementadas medidas para el manejo de estos recursos con el fin de contrarrestar estas tendencias y proteger a la pesquería bentónica y su carácter de subsistencia. Ejemplo de ellas son las “áreas de manejo” implementadas en Chile, con el objetivo de restaurar y explotar los recursos bentónicos de una manera sostenible, en áreas administradas por comunidades de pescadores artesanales.



De manera similar en el Perú, se viene otorgando a los pescadores artesanales autorizaciones para el repoblamiento de recursos bentónicos de importancia comercial con el objetivo de manejar y conservar los recursos e incrementar los beneficios socioeconómicos de los pescadores artesanales,

Dentro de este marco, el Ministerio de la Producción y el Instituto per la Cooperazione Universitaria (ICU), han desarrollado el proyecto denominado “Estudio del recurso pesquero artesanal en el litoral sur del Perú”, siendo uno de sus componentes, el implementar un área de repoblamiento en la localidad de Llostay, Región de Tacna, siendo la OSPA beneficiaria la Asociación de pescadores artesanales de Llostay.



El presente documento corresponde a Plan de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (PMER), elaborado a la luz de los resultados obtenidos del Estudio de Línea Base, y considerando los aspectos técnicos requeridos y sugeridos por el Ministerio de la Producción y el Instituto del Mar del Perú. En él se establecen las estrategias, acciones y fundamentos técnicos necesarios, que permitirían, incrementar y aprovechar de manera sostenible el recurso chanque en el sector de Llostay, basados todos en enfoques ecosistémicos.



**Objetivo general:**

*Disponer y ejecutar estrategias, programas y acciones de manejo, que permitan la conservación y el uso sustentable de los recursos bentónicos y ecosistema en general, en el área de repoblamiento de Llostay, Región de Tacna.*

**Objetivos específicos:**

*Generar medidas de resguardo y control que permitan la conservación de los recursos bentónicos y comunidades en general existentes en el área.*

*Disponer de estrategias tendientes a incrementar la productividad biológica de las poblaciones de recursos bentónicos en el área de Llostay.*

*Implementar acciones para la explotación sustentable de los recursos bentónicos de la zona de Llostay.*

*Contar con un sistema de recopilación y análisis de información sobre el estado de las poblaciones recurso y del ecosistema en general, el cual permita evaluar su condición y el efecto de las medidas de manejo implementadas.*



La situación de gran parte de las pesquerías mundiales muestra un futuro incierto y lleva a cuestionar gran parte de las políticas pesqueras implementadas a nivel global. Así lo demuestra la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas, en un informe elaborado sobre el estado de los recursos pesqueros a nivel mundial (FAO, 2003), en el cual se indica que un 10% de los principales recursos pesqueros marinos sobre los que hay información disponible está significativamente explotado, un 18% está sobreexplotado y un 47% está completamente explotado. Pese a ello llama la atención que sólo el 0.5% de la superficie total de los océanos este considerada como área protegida (WWF, 2005), situación que puede estar determinada por el visión de propiedad común que se tiene de los recursos marinos y por la preocupación que las restricciones sobre las áreas destinadas a la pesca, se traduzcan en reducciones en los niveles de capturas, con la consiguiente merma de los beneficios asociados a la gestión pesquera tradicional (Holland y Brazee, 1996).

A nivel de las pesquería bentónicas, por el carácter sésil o de bajo movimiento que presentan estas especies, se han impulsado durante las últimas dos décadas estrategias de administración basadas en el concepto de “Derechos de uso territorial” (Christy, F. 1983), las cuales buscan generar modelos de co-administración entre los agentes administradores y usuarios directos de los recursos (estado-pescadores). Dichas iniciativas (AMERB, Reservas Marinas Comunitarias), ha demostrado que su aplicación genera una amplia gama de valores positivos tales como los efectos desbordamiento (Gell y Roberts, 2003), la protección de la estructura, función e integridad de los ecosistemas (Bohnsack, 1998) y la reducción de la probabilidad de extinción (Grafton et al., 2005).



Este tipo de iniciativas por sus beneficios ambientales han sido reconocidas por la IUCN<sup>1</sup> incorporándolas en las categorías de gestión de áreas protegidas, particularmente en la VI, denominada Área Protegida con Recursos Manejados<sup>2</sup>, cuyos objetivos de manejo son el proteger y mantener a largo plazo la diversidad biológica y otros valores naturales del área; promover prácticas de manejo racionales con fines de producción sostenible; preservar la base de recursos naturales contra la enajenación de otras modalidades de utilización de tierras que sean perjudiciales para la diversidad biológica del área; y contribuir al desarrollo regional y nacional.

Las características tanto geomorfológicas como oceanográficas del litoral en que se sitúa el área de repoblamiento de Llostay, posee el conjunto de elementos que caracterizan la zona costera de la región

<sup>1</sup> Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), es la red ambiental de carácter global más grande y antigua del mundo, fundada en 1948, con condición de observador ante la Asamblea General de las Naciones Unidas. Reúne a más de 1.000 organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, además de unos 11.000 científicos voluntarios y expertos en alrededor de 160 países, y cuya función es contribuir a encontrar soluciones pragmáticas para los urgentes desafíos del medio ambiente y el desarrollo que enfrenta el planeta, apoyando la investigación científica, gestionando proyectos de campo en todo el mundo, y reuniendo a los gobiernos, las ONG, las Naciones Unidas, las convenciones internacionales y las empresas para que trabajen juntas en el desarrollo de políticas, leyes y buenas prácticas. <http://www.iucn.org/>

<sup>2</sup> Área protegida manejada principalmente para la utilización sostenible de los ecosistemas naturales. Área que contiene predominantemente sistemas naturales no modificados, que es objeto de actividades de manejo para garantizar la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica a largo plazo, y proporcionar al mismo tiempo un flujo sostenible de productos naturales y servicios para satisfacer las necesidades de la comunidad.



de Tacna, lo que entrega a este sector un alto valor de representatividad regional en cuanto a playas de fondo blando o playas de arena..

En términos físicos, el área posee profundidades y pendientes bajas en estrecha asociación con la geomorfología propia de playas abiertas de fondo de arena lo que entrega al área de repoblamiento una elevada exposición al oleaje la mayor parte del año, sobre todo en la zona central, donde se ubica la plataforma rocosa que sustenta el desarrollo del recurso Chanque. Por su parte, las variables oceanográficas registradas (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y nutrientes), demuestran que el área de repoblamiento se encuentra influenciada por procesos de surgencia costera, lo que otorgaría al sector características de alta productividad, favoreciendo el crecimiento y renovación de los organismos que ahí habitan.

La única especie comercial correspondió a *Concholepas concholepas* (Chanque), mientras que las especies secundarias de importancia trófica mayormente distribuidas en el fondo duro fueron *Balanusleavis* (Picacho), *Semimytilusalgosus* (Chorito) y *Pyurachilensis* (Cochiza). Y en el caso del fondo de arena fueron los poliquetos y el crustáceo *Pagurus perlatus* en la zona submareal, mientras que en la zona intermareal destaco la especie *Emerita análoga* (Muy muy)

Los resultados finales obtenidos del Estudio de Línea Base, sugieren que el sector de Llostay propuesto como área de repoblamiento, podría presentar serios problemas para mantener una población estable de recursos bentónicos ya sea por la explotación a que es sometida a nivel submareal somero o a los procesos naturales de embancamiento anual que se dan en la zona. Se trata de un gran planchón rocoso

rodeado por extensas playas arenosas las cuales productos de cambios en las corrientes costeras, sufre un embancamiento que se extiende por varios meses y que seguramente como efecto positivo, permite una constante renovación del sustrato primario, aunque genera una gran incertidumbre respecto a la viabilidad de la mantención de poblaciones estables de recursos bentónicos. Cualquier estrategia que se plantee tendiente a mantener una población estable debe considerar esta variable por lo que antes de plantearse



actividades de repoblamiento en forma permanente, debiese evaluarse la posibilidad de éxito de una primera experiencia de repoblamiento pre y post proceso de embancamiento.

Al respecto, es necesario tener en consideración que de acuerdo a lo propuesto por Jerez y Figueroa (2008), el concepto de **repoblamiento**, debiera ser entendido más que una acción tecnológica, como una vía complementaria al manejo tradicional de las pesquerías, que permita, entre otras cosas:

- I. Sustentar la explotación de los stock naturales de recursos bentónicos en el tiempo,
- II. Promover el desarrollo del sector pesquero artesanal mediante el fortalecimiento de su actividad pesquera,
- III. Mejorar las condiciones de vida de las comunidades costeras,
- IV. Estabilizar sus fuentes de trabajo, y
- V. Contribuir, en definitiva al crecimiento sustentable del país

Conforme a ello, cabe señalar que existen tres diferentes tipos de repoblación o repoblamiento, los cuales se diferencian según su propósito o el modo mediante el cual se realizan:

**Repoblamiento natural o por manejo** (Castilla, 1988), recuperación o mantención de poblaciones naturales de recursos bentónicos por efecto de manejar apropiadamente sus stock naturales, permitiendo que las tasas de reclutamiento y crecimiento poblacionales superen o igualan a las tasas de mortalidad total (natural + por pesca).

**Repoblamiento artificial o por siembra**; recuperación o mantención de poblaciones naturales de recursos bentónicos, mediante la introducción de larvas, juveniles o adultos de una especie comercial, proveniente de un centro de cultivo, de un hatchery, o del traslado y acopio desde un banco natural y,

**Repoblación mixta**; recuperación o mantención de poblaciones naturales de recursos bentónicos mediante el manejo de sus stock naturales y la introducción de larvas, juveniles o adultos de una especie comercial, proveniente de un centro de cultivo, de un hatchery, o del traslado y acopio desde un banco natural (Jerez y Figueroa, 2008).



La condición física y biológica inicial, descrita para el área de repoblamiento, sugiere el desarrollo de estrategias de trabajo, sucesivas y complementarias, tendientes fundamentalmente a evaluar la factibilidad futura de repoblamiento y en forma posterior el desarrollo de una actividad sustentable en torno a estos recursos.

Conforme a ello, y tomando en cuenta las propuestas establecidas en el marco regulatorio (Ley N° 27460 y DS N° 030-2001-PE) y los términos de referencia para la elaboración de planes de manejo y explotación de recursos bentónicos indicados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE, 2007), se considera pertinente la realización de un repoblamiento artificial o por siembra para el caso del recurso chanque (*Concholepas concholepas*), debido a la escasa presencia observadas de su población, pero adecuadas condiciones de presas que podrían sustentar una población en el corto plazo.



Para desarrollar lo anteriormente descrito, se considera necesario establecer dos fases cronológicas de operación que permitan evaluar la factibilidad de implementar en el tiempo, un programa de repoblamiento autosustentable.

La primera fase consiste en el desarrollo de un conjunto de actividades de resguardo, control, observación y experimentación, todas ellas tendientes a complementar la información obtenida del ELBA y establecer los protocolos definitivos que se emplearán para la obtención y siembra de los organismos a repoblar. Esto con el objetivo de obtener una viabilidad ecosistémica y económica a las futuras actividades de repoblamiento y cosecha que puedan ser desarrolladas por la organización.

La segunda fase, consiste en la aplicación de los protocolos finales de repoblamiento, definidos del análisis de la información recopilada en la primera fase, y fundamentalmente de los resultados obtenidos de las evaluaciones de bancos donantes y experiencias de repoblamiento piloto realizadas, todo lo cual deberá ser estructurado en un programa anual de repoblamiento.

Por último y conforme a los resultados obtenidos de la aplicación de las medidas de resguardo y de los protocolos de repoblamientos desarrollados, se deberá establecer un plan de cosechas o sacas, el cual deberá estar definido a modo de programa de explotación.

Todo lo anterior se enmarca dentro del siguiente modelo de teórico trabajo.



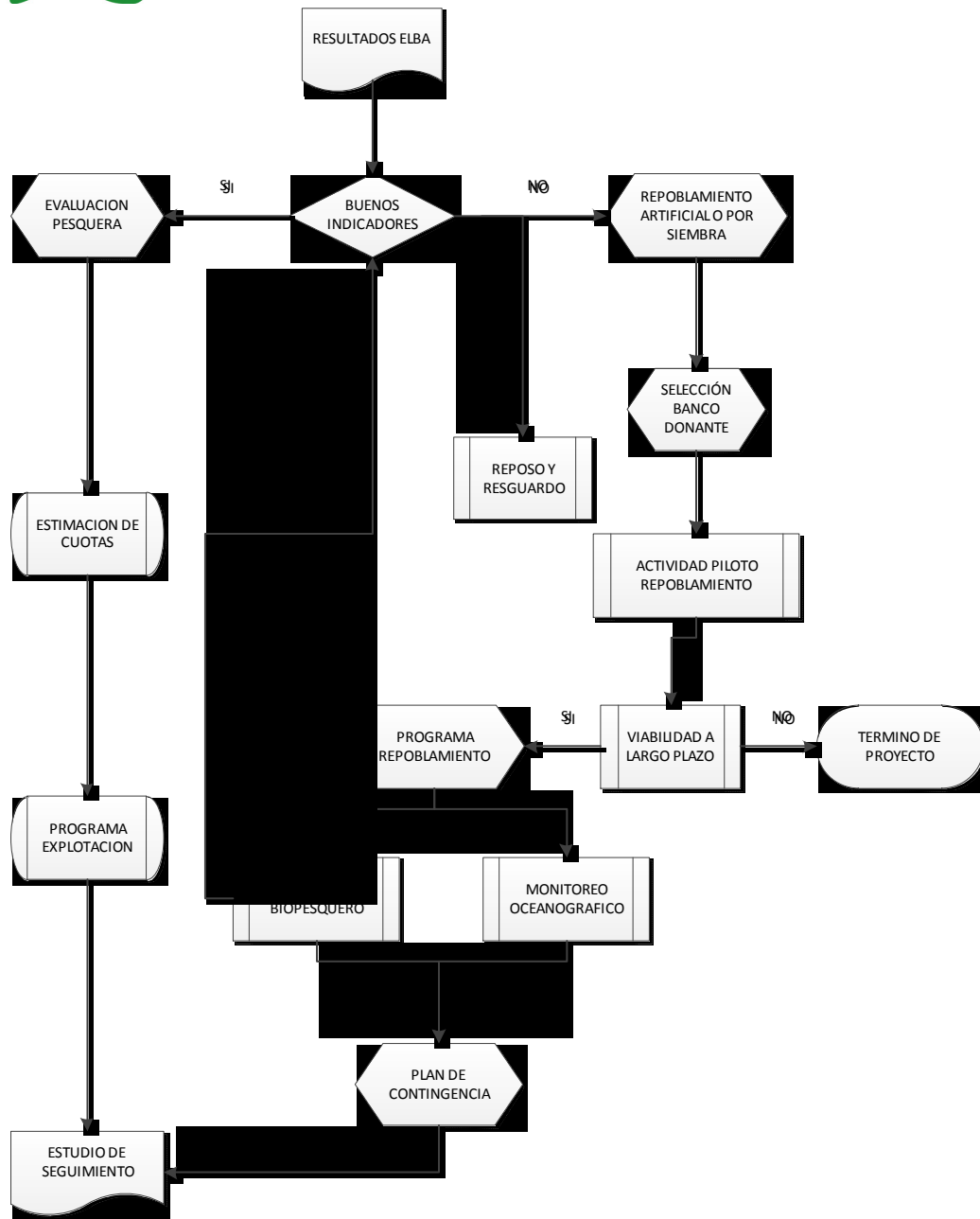


Figura 1. Modelo teórico de operación del Plan de manejo y explotación

## ACCIONES DE MANEJO

A continuación se describe las diversas acciones de manejo propuestas, describiendo cada una de ellas y estableciendo el alcance, duración y actividades a desarrollar a partir de la aprobación del presente plan de manejo.

### REPOSO Y RESGUARDO DEL AREA

La capacidad de recuperación de las poblaciones de recursos bentónicos depende de variados factores ambientales, los que determinan el éxito de los procesos reproductivos y de asentamiento, sin embargo, la presión de pesca es quizás la variable que con mayor fuerza y en menor tiempo determina la condición productiva de una determinada área.

Las actuales condiciones observadas en el área de repoblamiento de Llostay evidencian limitaciones de espacio, lo que eventualmente podría implicar que se trata de una población aislada (chanque) que depende del suministro de larvas provenientes de otras zonas y que está fuertemente influenciada por los procesos de embancamiento habituales en el sector. Bajo este escenario, cualquier tipo de explotación hasta antes del proceso de repoblamiento y verificación de establecimiento de un banco permanente en la zona debiese ser reducida a su mínima expresión, considerando solamente actividades en torno a otros recursos destinados a consumo personal. Por tal razón, y en virtud de la actual condición del área y sus poblaciones, se sugiere iniciar un régimen de resguardo, descanso y control.

Esta primera acción de manejo juega un rol fundamental en el desarrollo a largo plazo del régimen de áreas de repoblamiento, ya que permite que al cabo de 2 a 3 años, evaluar el real potencial productivo que posee el área y estimar los niveles de producción máxima que pueden ser alcanzados. Lo anterior no indica que el área se mantendrá sin ejercer acciones de explotación durante el periodo antes descrito, sino que el concepto de reposo implica acciones de no extracción y explotación de forma rotatoria o controlada, dirigidas a dar sustentabilidad a las poblaciones presentes en el sector, más aun tomando en cuenta las particularidades del área.

Para iniciar este proceso y mientras se tramita la obtención del área de repoblamiento, se deberá establecer un acuerdo tácito y reglamentado entre todos los miembros de la organización, de modo de asegurar la no explotación del área durante una fase inicial de trabajo.

El desarrollo práctico de la presente actividad requiere que la organización de pescadores establezca dentro de sus objetivos gremiales el cuidado y la administración del área de repoblamiento, con el objeto que este trabajo permita posteriormente, hacer uso de los servicios ambientales que esta área proveerá.

Para ello se sugiere que la organización establezca un reglamento y comité de protección y control del área, cuya función será el establecer las formas de resguardo más adecuadas para evitar las acciones contrarias a los objetivos y actividades del plan de manejo, y a la vez contar con información respecto de las operaciones que en ella se desarrollen.

Dentro las actividades de dicho comité, se deberá considerar además, el generar todos los canales de información necesarios para que los pescadores conozcan las actividades y restricciones propuestas para el área, con el objeto de evitar infracciones por falta de información.

Uno de los elementos que debe ser considerado al momento de planificar algún tipo de intervención sobre un ecosistema, es la capacidad de carga del sistema natural, entendiendo esto, como el nivel poblacional óptimo que puede soportar un ecosistema sin verse afectado negativamente. Esta capacidad de carga (K) es variable en el tiempo y depende de múltiples factores como el alimento disponible, sustrato apto, mecanismos de regulación endógenos y exógenos, etc. En función de esta situación inicial podemos describir el estado de equilibrio de las poblaciones, lo que permitirá el incremento poblacional (El cual puede ser acelerado a través de repoblamiento) o la regulación.

Se propone el modelamiento del sistema, donde el comportamiento de la abundancia de los recursos principales del área de repoblamiento se describen en base a una función logística discreta (Schaefer 1954, Gordon, 1954 y, Hilborn y Walters 1992), incorporando la mortalidad por pesca y permitiendo incluir condiciones para el uso sustentable de los recursos en un momento en el tiempo, de acuerdo a la metodología propuesta por ICSED (2001).

$$N_{(r,t+1)} = N_{(r,t)} + \left[ r_m(r) \cdot N_{(r,t)} \cdot \left( 1 - \frac{N_{(r,t)}}{K(r)} \right) \right] - H_{(r,t)}$$

donde:

$N(t+1)$  : abundancia o número de individuos que componen el stock de recurso en el período siguiente o en el t-ésimo más un intervalo de tiempo.

$N(r,t)$  : abundancia (unidades / año) del r-ésimo recurso existente en el área de repoblamiento en el t-ésimo intervalo de tiempo.

t : t-ésimo intervalo de tiempo (años).

r : r-ésimo recurso bentónico principal existente en el área de repoblamiento.

$r_m(r)$  : tasa intrínseca de crecimiento poblacional del r-ésimo recurso existente en el área de repoblamiento.

$K(r)$  : tamaño máximo del stock del r-ésimo recurso existente en el área de repoblamiento.

$H(r,t)$  : captura o desembarques (unidades / año) del r-ésimo recurso en el t-ésimo intervalo de tiempo.

Los valores de  $r_m$  para los distintos recursos del área de repoblamiento se calculan a partir de la formulación de Blueweisset *al* (1978), presentada en Pauly (1984), que plantea que esta tasa de crecimiento está inversamente relacionada al peso corporal de los individuos.

$$r_m = 9.13 \cdot \left( \frac{W_{\max} + W_m}{2} \right)^{-0.26}$$

donde:

$W_{\max}$  : peso asintótico de los individuos del stock.

$W_m$  ; peso de los individuos del stock a la edad de primera madurez sexual.



Una vez conocido  $r_m$ , se pudo estimar los valores de K para el recurso a partir de la información disponible de abundancia de individuos en el área de repoblamiento obtenidas a través del ELBA. El concepto de capacidad de carga está relacionado como el tamaño poblacional total que el ambiente puede soportar (Putman, 1994).

Se incorporó la siguiente restricción asociado a la condición de sustentabilidad.

$$H(r, t) \leq N(r, t)$$

La solución matemática para la estimación de la capacidad de carga del sistema, se realizó a través de iteración empleando la función SOLVER en Excell. Este sería el primer punto de referencia que permitiría dimensionar la actividad de repoblamiento a proponer. El análisis se efectuó para el recurso chanque.

Las estimaciones de la tasa de crecimiento intrínseco y capacidad de carga del sistema actual, se presentan en la tabla adjunta:

**Tabla 1 Estimaciones tasa intrínseca de crecimiento poblacional y capacidad de carga de las poblaciones de chanque en el área de repoblamiento del sector de Llostay**

Recursos	Tasa intrínseca crecimiento poblacional	Capacidad de carga (k)
<i>Concholepas concholepas</i>	2.60	25,155

Para determinar el rango de tallas a ser repoblados, se analizó la actual estructura de edades de las poblaciones a través de la ecuación inversa de crecimiento de Von Bertalanffy.

$$t_{(L)} = t_0 - \frac{1}{K} * \ln\left(1 - \frac{L}{L_{\infty}}\right)$$

Se emplearon los siguientes parámetros de entrada (Tabla 2).

**Tabla 2 Parámetros de entrada para la estimación de repoblamiento para chanque**

Parámetros	<i>Concholepas concholepas</i>
$L_{\infty}$	136
K	0.24
Tasa instantánea de mortalidad	0.26
Talla primera madurez sexual	50
Parámetro Alfa relación longitud-peso	0.0009269
Parámetro Beta relación longitud-peso	2.7437
Área total habitable	116,585
Superficie apta	81,610
Proporción superficie apta	70%
Densidad media ELBA	0
Abundancia total ( $N_t$ )	0
Fracción explotable	-%
Longitud de cosecha	80
Referencias	Herrera y Alveal, 1983 Lara et al., 2007

Se definió a una población autosustentable en el tiempo y que logre su autorregulación en el mediano plazo.

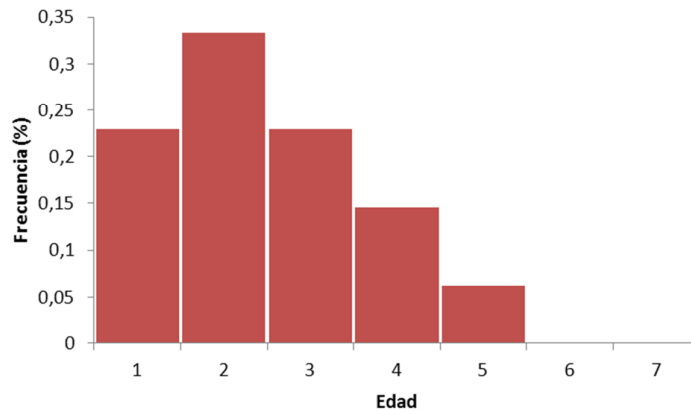


Figura 2. Distribución de edades especie chanque (*Concholepas concholepas*) presente en el área de repoblamiento Llostay.

Para el caso del recurso chanque, el rango de edad observado varió entre 1 a 5 años (Figura 3). La tasa instantánea actual de consumo estimada sería de 2.31 g/día (González y Sanhueza, 2002) para rangos de tallas de 50 a 70 mm (equivalentes a 2.8 a 4 años).

La estimación de biomasa total de *Pyurachilensis* *Semimytilus algosus* corresponde a 24,025 kg/año, por lo que es posible sustentar una pequeña población cercana a los 20.000 unidades al interior del área disponible en el zona de repoblamiento.

Finalmente, para la estimación de ejemplares para repoblamiento se empleó la ecuación propuesta por Jerez y Figueroa (2008), modificada para áreas de repoblamiento, cuya fórmula está definida por;

$$N_s = \left[ \frac{(d_{es} - d_{ob})}{\exp\left(-M \left[ -\frac{1}{K} \left[ \frac{L_{\infty} - L_c}{L_{\infty} - L_s} \right] \right) \right]} \right] * [pA_{ap} * A_{rep}]$$

Donde;

$N_s$  = Número de unidades a sembrar

$d_{es}$  = Densidad poblacional esperada a repoblar ind/m<sup>2</sup>

$d_{ob}$  = Densidad poblacional actual del área repoblación ind/m<sup>2</sup>

$M$  = Tasa instantánea de mortalidad natural (1/año)

$K$  = Coeficiente crecimiento (1/año)

$L_{\infty}$  = Talla asintótica de crecimiento

$L_c$  =Talla de cosecha mm

$L_s$  = Talla de siembra mm

$pA_{ap}$  = Proporción del área de repoblamiento apta del recurso

$A_{rep}$  = Superficie total habitable del recurso

Es importante hacer la salvedad, que el número de total de ejemplares a repoblar no implica que este sea el tamaño poblacional final, puesto que se espera la ocurrencia de procesos de mortalidad natural y migración una vez incorporados al ambiente.

Tabla 3 Estimaciones de ejemplares a ser repobladas de las especies objetivos definida para el área de repoblamiento Atico.

Especies objetivo	Densidad observada (ind/m <sup>2</sup> )	Densidad esperada (ind/m <sup>2</sup> )	Número de ejemplares a repoblar	Rango de tallas de ejemplares a repoblar	Porcentaje de presa consumidas al año (tasa instantánea)
<i>Concholepas concholepas</i>	-	0.215	34,640	40 a 80 mm	79%



## REPOBLAMIENTO POR SIEMBRA

La actual condición de las poblaciones del chanque presentes en el área indica que estas se encuentran deprimidas, probablemente por efectos naturales, producidas por perturbaciones ambientales frecuentes, lo que sumado a una baja pero constante actividad principalmente sobre la fracción más vulnerable en el submareal somero, no permite el establecimiento de una población constante en el sector. En virtud de ello, se espera que el cese de la actividad extractiva, puesto en marcha con el Programa de resguardo y control, generará paulatinos aportes al crecimiento de esta población, sin embargo la viabilidad de la medida de área de repoblamiento al largo plazo, dependerá de la posibilidad de mantener un stock permanente en el área, independiente de las variaciones ambientales que se producen anualmente en el sector.

Las experiencias de repoblamiento de recursos bentónicos, se han desarrollado durante las últimas décadas fundamentalmente a través de aportes provenientes de actividades de cultivo en laboratorio, y particularmente para especies de alto valor para la acuicultura como la concha de abanico y bivalvos en general (almejas), siendo escasas las experiencias de repoblamiento para los recursos de valor para el buceo extractivo como chanque, lapas, pulpo, y erizo, muchas de las cuales aún no logran cerrar los ciclos completos de cultivo, o los costos de producción superan las posibilidades de dar rentabilidad a los recursos finalmente cosechados.

Conforme a lo anterior se plantea el desarrollo de 2 subprogramas de estudio tendientes a evaluar posibles fuentes de recurso para desarrollar un programa de repoblamiento adecuado, conforme a la capacidad de carga del área de repoblamiento.

### SELECCIÓN DE BANCOS DONANTES

Se propone la selección de posibles bancos donantes en función de los resultados de evaluaciones efectuadas en otras áreas de la región, donde exista una población que permita sustentar las actividades aquí propuestas. En el caso de no existir dicha información debiese gestionarse la evaluación de una zona que de acuerdo al



conocimiento de los miembros de la organización sustente los requerimientos planteados en la presente propuesta.

#### ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE REPOBLAMIENTO DEL CHANQUE (CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS).

Una vez definido las fuentes de los ejemplares del repoblamiento propuesto, se debiese evaluar el real efecto de esta actividad en el área, tomando en cuenta los procesos naturales que ocurren la zona (Embankamiento). Para ello se propone que en conjunto a la actividad de traslado y repoblamiento de ejemplares del recurso chanque se realice una experiencia de marcaje, de modo de estimar la sobrevivencia de la población en la zona. La marca que a utilizar se propone corresponda a un plástico duro con un número identificadorio, el cual será adherido a la concha con masilla epóxica submarina.

Para efectos de la actividad se deberá asumir que (i) durante el período de evaluación, las perdidas por causas de la pesca son irrelevantes y (ii) la marca aplicada a cada ejemplar no aumenta la mortalidad.

Los métodos de marcaje-recaptura utilizan la identificación/reconocimiento de individuos en más de un período de tiempo y las reglas de probabilidad para inferir procesos y conocer características de la población. Habitualmente los experimentos se diseñan para estimar el tamaño de la población, crecimiento, migración y la probabilidad de sobrevivencia en un o más intervalos de tiempo. Los métodos de análisis se basan en la historia de recaptura de los individuos con el fin de modelar los procesos y estimar los parámetros desconocidos de la población.

Los estudios de marcaje-recaptura se pueden dividir en (Seber, 1982; Hearn et al, 1998):

- I. Modelos de poblaciones cerradas: la población se encuentra fija durante el intervalo de estudio. Método de Petersen y Schnabel.

Supuestos:

- a) Población cerrada, i.e., N es constante.
  - b) Todos los animales tienen la misma probabilidad de ser capturado en la primera muestra.
  - c) El marcaje no afecta la probabilidad de captura.
  - d) Los organismos no pierden las marcas entre períodos de muestreo.
  - e) La segunda muestra es una simple muestra aleatoria.
- (i) Un sólo marcaje-recaptura: Se realiza un solo período de marcaje, en un corte intervalo de tiempo se permite la mezcla de los individuos marcados con los sin marcas, para realizar luego la recaptura.
  - (ii) Múltiples marcaje-recaptura: El marcaje continúa con muestreos adicionales. Existiendo la posibilidad que se den las siguientes condiciones. Un solo período de

marcaje y múltiples de recaptura; Múltiples marcajes y una sola recaptura; Múltiples marcajes y múltiples recaptura.

- II. Modelos de poblaciones abiertas: La población puede cambiar en tamaño, los individuos pueden morir o ser reclutados a la población, los individuos pueden dejar o inmigrar a la población. Método de Jolly-Seber (múltiple marcaje).

Supuestos:

- a) Cada individuo, marcado o no, tiene la misma probabilidad de ser capturado
- b) Cada individuo marcado tiene la misma probabilidad de sobrevivir entre intervalos de tiempo.
- c) Las marcas no se pierden y no pasan inadvertida.
- d) El tiempo de muestreo es insignificante en relación al intervalo entre muestras.
- e) La segunda muestra es una simple muestra aleatoria.

Se propone para efectos de análisis el método de Jolly-Seber, que consiste en:

Notación

$M_i'$  = número de animales marcados cuando se colecta la  $i$  muestra ( $i = 1, 2, \dots, k; k = 0$ ).

$N_i$  = número total de animales en la población cuando recolecta la muestra  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ).

$B_i$  = número total de nuevos animales que entran en la población entre la  $i$  y  $(i+1)$  muestra y aún en la población cuando se colecta en el tiempo  $(i+1)$  ( $i = 1, 2, \dots, k-1$ ).

$\phi_i$  = probabilidad de sobrevivencia para todos los animales entre la  $i$  y  $(i+1)$  muestra ( $i = 1, 2, \dots, k-1$ ).

$p_i$  = probabilidad de captura para todos los animales durante la  $i$  muestra ( $i = 1, 2, \dots, k$ ).

$m_i$  = número de animales marcados capturados en la  $i$  muestra ( $i = 1, 2, \dots, k$ ).

$u_i$  = número de animales no marcados capturados en la  $i$  muestra ( $i = 1, 2, \dots, k$ ).

$n_i = m_i + u_i$ , número total de animales capturados en la  $i$  muestra ( $i = 1, 2, \dots, k$ ).

$R_i$  = número de los  $n_i$  que fueron liberados después de la  $i$  muestra ( $i = 1, 2, \dots, k$ ).

$r_i$  = número de los  $R_i$  animales liberados en la  $i$  muestra que son capturados nuevamente ( $i = 1, 2, \dots, k$ ).

$z_i$  = número de animales capturados antes de la  $i$  muestra, no capturados en la  $i$  muestra y capturados nuevamente posteriormente ( $i = 1, 2, \dots, k$ ).

Los estimadores insesgados de  $M_i'$ ,  $N_i$ ,  $\phi_i$ ,  $B_i$  y  $p_i$  se obtienen mediante.

$$\hat{M}_i' = m_i + \frac{(R_i + 1)z_i}{r_i + 1}$$

$$\hat{N}_i = \frac{(n_i + 1)\hat{M}_i'}{m_i + 1}$$

$$\hat{\phi}_i = \frac{M_{i+1}'}{M_{i+1}' - m_i + R_i}$$

$$\hat{B}_i = \hat{N}_{i+1} + \phi_i(\hat{N}_i - n_i + R_i)$$

$$\hat{p}_i = \frac{m_i}{M_i'}$$

Seber (1982) deriva las expresiones para estimar las varianzas y covarianzas de los estimadores:

$$\text{var}[\hat{N}_i] = N_i(N_i - n_i) \left\{ \frac{M_{i+1}' - m_i + R_i}{M_{i+1}'} \left( \frac{1}{r_i} - \frac{1}{R_i} \right) + \frac{N_i - M_i'}{m_i N_i} \right\} + N_i - \sum_{h=0}^{i-1} \frac{N_i^2 h}{B_h}$$

$$\text{cov}[\hat{N}_i, \hat{N}_j] = \sum_{h=0}^{i-1} \left\{ N_j(h) \frac{N_i(h) N_j(h)}{B_h} \right\}, i < j$$

$$\text{var}[\hat{\phi}_i] = \phi_i^2 \left\{ \frac{(M_{i+1}' - m_{i+1})(M_{i+1}' - m_{i+1} + R_{i+1})}{M_{i+1}'^2} \left( \frac{1}{r_{i+1}} - \frac{1}{R_{i+1}} \right) + \frac{M_i' - m_i}{M_i' - m_i + R_i} \left( \frac{1}{r_i} - \frac{1}{R_i} \right) + \frac{1 - \phi_i}{M_{i+1}'} \right\}$$

$$(i = 1, 2, \dots, k-2; M_1' = m_1 = 0)$$

$$\text{cov}[\hat{\phi}_i, \hat{\phi}_{i+1}] = -\frac{\phi_i \phi_{i+1} (M_{i+1}' - m_{i+1})}{M_{i+1}'} \left( \frac{1}{r_{i+1}} - \frac{1}{R_{i+1}} \right)$$

La exactitud de  $\hat{\phi}_i$  y  $\hat{N}_i$  depende del número de recaptura ( $r_i$  y  $m_i$ ) y de la intensidad del muestreo  $p_i$ . La dependencia de  $p_i$  es reflejada en el término de la varianza  $N_i n_i$  y

$M_i - m_i$ ; cuando  $n_i$  se aproxima a  $N_i$ , la  $\text{var}[\hat{N}_i | N_i]$  tiende a cero.

Una vez finalizada la primera fase de experimentación y validación de la experiencia de repoblamiento, se deberá nuevamente sobre la base de que se determinen resultados exitosos, el estableciendo de un nuevo cronograma de repoblamiento que sobre la base de nuevas estimaciones, permita proyectar los requerimientos de intervención sobre el sector. En el caso que los resultados resulten negativos, se debe evaluar con la organización las reales posibilidades de continuar con la medida aplicada.

Entre las actividades a definir, se debiera considerar:

- Definición de requerimientos anuales de repoblación.
- Establecimiento de calendario de siembras para el recurso objetivo
- Establecimiento de protocolos para el monitoreo parámetros poblacionales de la especie objetivo repoblada.
- Establecimiento de cuotas de explotación.

Se sugiere que las actividades de repoblamiento se realicen durante el transcurso del presente año, previo al proceso de embancamiento de la zona para realizar un monitoreo trimestral por a lo menos un periodo de 6 meses.





## PROGRAMA DE EXPLOTACIÓN

Un programa de explotación se basa en la estimación de cuotas de explotación sustentables, que permitan el aprovechamiento económico de los recursos presentes en un sector, sin vulnerar las poblaciones existentes. Para dicha estimación se considera la obtención de puntos de referencia basados en modelos pesqueros, que debiesen aplicarse una vez que se establezca una población que permita realizar este tipo de actividades.

### ESTIMACIÓN DE CUOTAS DE EXPLOTACIÓN

Para la estimación de cuotas de explotación se propone el uso de un modelo basado en la estructura de talla, donde cada estrato debería representar una edad determinada (pseudocohorte), para ello se analizarán los siguientes intervalos de talla en función de los parámetros de crecimiento (Tabla 5).

Tabla 4. Rango de tallas (mm) de ejemplares de *Concholepas concholepas* en el área de repoblamiento Llostay.

Recurso	
<i>Concholepas concholepas</i>	
Límite inferior	Límite superior
1	10
10	40
40	56
56	72
72	86
86	105
105	110
110	115
115	130
130	$\infty$

Los supuestos generales para la utilización del modelo son:

- La tasa de mortalidad por pesca y la mortalidad natural son valores constantes para cada grupo de talla.
- El reclutamiento se asume constante.
- El stock permanece en equilibrio.
- Los reclutas corresponden a un porcentaje de la fracción más pequeña de la población.
- Los rangos de talla corresponden a una aproximación de las edades.
- La selectividad responde a la selección “filo de cuchillo”.

Para la estimación de las abundancias estructuradas por tallas se utilizará la ecuación:

$$N(L_{i+1}) = N(L_i) * \frac{\frac{1}{H_i} - X * \frac{F_i}{Z_i}}{H_i - X * \frac{F_i}{Z_i}}$$

donde

$$H_i = \left( \frac{L_{\infty} - L_i}{L_{\infty} - L_{i+1}} \right)^{\frac{M}{2K}}$$

Luego se estimará la captura por estrato de talla mediante la fórmula:

$$C_i = [N(L_i) + N(L_{i+1})] * X * \frac{F_i}{Z_i}$$

Con esta captura se determinará el rendimiento mediante:

$$Y_i = w_i * C_i$$

Donde  $w_i$  se obtiene de la relación longitud peso, utilizando la marca de clase de cada intervalo. Una vez obtenido el rendimiento se divide por el número de reclutas (suponiendo que este es igual a la abundancia del primer estrato) obteniendo así el rendimiento por recluta, del cual se estiman los puntos de referencia del  $F_{RMS}$  obtenidos mediante solver y  $F_{0.1}$  (10% de la pendiente al origen) obtenido mediante el método gráfico.

Para la determinación de los puntos de referencia se someterán los rendimientos a diferentes mortalidades por pesca estructurados por rango de talla. Para ello se basa en el supuesto que la selectividad responde a la selección tipo filo de cuchillo, en donde todos los individuos menores a 80 mm (chanque) no son sometidos a la mortalidad por pesca, en cambio los individuos mayores tienen la misma probabilidad de ser capturados.

A partir de los resultados del rendimiento por recluta se evaluaron diferentes escenarios de extracción utilizando los valores de referencia  $F_{RMS}$ ,  $F_{0.1}$ ,  $F(30\% \text{ stock})$  y  $F(20\% \text{ stock})$ .

El  $F_{cuota}$  seleccionado corresponderá a aquel valor que implique una extracción del stock inferior al 50%, valores cercano al punto de referencia ( $F_{10\%}$ ) y que genere los mayores ingresos económicos per cápita.

La cuota se estimará mediante la ecuación de captura de Baranov utilizando el  $F_{cuota}$  seleccionado:

$$C_t = N_0 * \frac{F}{Z} * (1 - \exp^{-ZT})$$

Para evaluar el impacto producido por la mortalidad por pesca, se aplicará el modelo de decaimiento exponencial.

$$N_t = N_0 * \exp^{-(M+Z)t}$$

## Simbología

$L_{\infty}$  = Longitud asintótica del modelo Von Bertalanffy

$K$  = Parámetros de curvatura de crecimiento

$t_0$  = Parámetros de condición inicial

$I$  = Índice del grupo de talla  $i$

$Z_i$  = Tasa instantánea de mortalidad total por talla  $i$

$M$  = Tasa instantánea de mortalidad natural

$F_i$  = Tasa instantánea de mortalidad por pesca por talla  $i$

$N_i$  = número de ejemplares de talla  $i$  en el stock

$N_{i+1}$  = Número de ejemplares de talla  $i+1$  en el stock

$C_i$  = captura del grupo de talla  $i$

$C_t$  = Captura del intervalo de tiempo  $t$

$a$  = Coeficiente intercepto de la relación longitud peso

$b$  = Pendiente de la relación longitud peso

$w$  = Peso promedio de la marca de clase del grupo de talla  $i$

$N_0$  = Número inicial de ejemplares

$N_t$  = Número de ejemplares al tiempo  $t$

$Z$  = Mortalidad total

$F$  = Mortalidad por pesca

$M$  = Mortalidad natural

## PROGRAMA DE MONITOREO

La dinámica del ambiente marino genera permanentes cambios en las condiciones poblacionales de los recursos bentónicos, situación que exige disponer de un sistema que observe dichos cambios y establezca las modificaciones necesarias a las actividades programadas dentro del plan de manejo, con el objeto de fortalecer las acciones de recuperación de las poblaciones y uso sustentable de sus recursos.

El presente programa de monitoreo presenta dos objetivos centrales:

- Actualizar la información referente a la dinámica poblacional de la especie objetivo
- Recabar información de aspectos oceanográficos y biológicos del área de repoblamiento.

Para dar cumplimiento a estos dos objetivos, se definen cuatro fuentes básicas de información, la primera, proveniente directamente de las evaluaciones directas realizadas anualmente, las cuales permitirán conocer cambios en la distribución espacial, abundancia y estructura de tallas de la especie objetivo. La segunda fuente de información debiese establecer en forma paralela al proceso de evaluación directa, es la obtención de información oceanográfica (Temperatura, salinidad y oxígeno). Como tercera fuente de información, se considera la medición de las estructuras de tallas provenientes de los procesos de repoblamiento, los cuales debiesen ser empleados para la estimación de parámetros de crecimiento y finalmente, como cuarta fuente de información, se considera la realización de un muestreo durante las actividades de cosecha referente a la caracterización del estado reproductivo de las poblaciones.

Sobre la base de estas cuatro fuentes de información se analizará:

1. Características oceanográficas del área de repoblamiento
2. Cambios en la distribución y abundancia de especies objetivos
3. Recopilación de parámetros de crecimiento
4. Análisis estado reproductivo de las poblaciones

Se espera contar durante toda la fase de monitoreo con un profesional idóneo que realice el análisis de la información recopilada.





El análisis de las condiciones biológicas está orientado a determinar el estado poblacional de los recursos en un momento posterior al estudio de línea base y que permita evaluar su evolución en el tiempo sobre la base de 3 elementos básicos, cambios en la dinámica poblacional (abundancia y distribución espacial), estimación de parámetros de crecimiento y conocimiento de estado reproductivo de las especies.

#### CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ESPECIES OBJETIVOS

Para la evaluación de los cambios experimentados en la distribución espacial, abundancia y estructura de tallas poblacional se empleará el mismo diseño utilizado durante el estudio de línea base. Se sugiere la mantención de este diseño a lo menos por un período de tres años. Posteriormente (después de 3 años de manejo), se debiera definir en aquellas zonas donde se observen la presencia permanente de la especie objetivo, estaciones de control que permitan evaluar a posterior posibles cambios en la dinámica poblacional.

#### RECOPILACIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO

La estimación de parámetros locales de crecimiento constituye una información fundamental para entender la dinámica de las poblaciones de interés. Sin embargo, la recopilación y análisis de esta información constituye un proceso especializado, que sólo puede ser llevado por un profesional del área con conocimientos específicos que permitan la obtención de estos parámetros y su adecuada interpretación.

Para ello, se puede obtener como base las actividades de marcaje propuestas en el presente plan y algunos métodos alternativos de evaluación de los parámetros de crecimiento puede definirse por:

##### a) Método Gráfico de Gulland y Holt (1959, fide Sparre y Venema, 1997)

Gulland y Holt (1959, fide Sparre y Venema, 1997) utilizan un método de interpretación gráfica de los datos de recaptura para estimar  $L_{\infty}$  y K. Específicamente el método consiste en: Si un individuo de longitud  $L_1$  es marcado y liberado al tiempo  $T_1$  y luego recuperado al tiempo  $T_2$  con una longitud  $L_2$ , la tasa de crecimiento por unidad de tiempo es:

$$\frac{\Delta L}{\Delta T} = \frac{L_2 - L_1}{T_2 - T_1}$$

Esta tasa de crecimiento puede ser graficada versus el tamaño medio del animal entre el marcaje y la recaptura, es decir:

$$\frac{L_1 + L_2}{2}$$

La estimación se realiza reordenando el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (MCVB) y mediante un análisis de regresión:

$$\frac{\Delta L}{\Delta T} = K(L_{\infty} - L_t)$$

$$\frac{\Delta L}{\Delta T} = KL_{\infty} - KL_t$$

se estima  $K = -b$  y  $L_{\infty} = -(a/b)$

#### b) Método de Fabens (1965, fide Hampton, 1991)

La versión de Fabens del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (MCVB) se utiliza cuando se desea estimar los parámetros del modelo a partir de datos de marcaje, es decir, con las fechas y longitudes al marcaje y recaptura. Si el MCVB se representa por la expresión:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

lo que es lo mismo a:

$$L_t = L_{\infty} - L_{\infty} e^{-K(t-t_0)}$$

La longitud esperada de un organismo de edad  $t$  después de transcurrido un tiempo,  $\Delta t$ , está dada por:

$$L_{t+\Delta t} = L_{\infty} - L_{\infty} e^{-K(t+\Delta t-t_0)}$$

Al extraer el término  $\Delta t$  del término exponencial:

$$L_{t+\Delta t} = L_{\infty} - L_{\infty} e^{-K(t-t_0)} e^{-K\Delta t}$$

El cambio en longitud sobre el tiempo  $\Delta t$  es:

$$\Delta L = L_{t+\Delta t} - L_t = L_{\infty} - L_{\infty} e^{-K(t-t_0)} e^{-K\Delta t} - L_{\infty} + L_{\infty} e^{-K(t-t_0)}$$

ordenando

$$\Delta L = (L_{\infty} - L_{\infty} + L_{\infty} e^{-K(t-t_0)})(1 - e^{-K\Delta t})$$

Y finalmente la versión estándar de Fabens

$$\Delta L = (L_{\infty} - L_t)(1 - e^{-K\Delta t})$$

Esta ecuación, según Quin y Deriso (1999), se puede escribir también de la forma:

$$L_2 = L_{\infty} (1 - e^{-K\Delta t}) + L_1 e^{-K\Delta t}$$

en donde  $L_2$  está en función de  $L_1$  y  $\Delta t$ .

La estimación de los parámetros se realiza minimizando la función

$$-\ln L = \frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) + \frac{\sum_{i=1}^n [\Delta L - E(\Delta L)]^2}{2\sigma^2}$$

#### c) Método de Kirwood y Somers (1984)

Los autores describen un modelo el cual permite la variación individual en el crecimiento por medio de  $L_{\infty}$ . Específicamente este parámetro se asume que se distribuye normalmente con media  $\mu_{L_{\infty}}$  y varianza  $\sigma_{L_{\infty}}^2$ . Para valores de  $L_t$  y  $\Delta t$ ,  $\Delta L$  es una variable aleatoria normalmente distribuida, cuyo valor esperado está dado por:

$$E(\Delta L) = (\mu_{L_{\infty}} - L_t)(1 - e^{-K\Delta t}) \quad (0.1)$$

y la varianza por:

$$\text{var}(\Delta L) = \sigma_{L_{\infty}}^2 (1 - e^{-K\Delta t})^2 \quad (0.2)$$

La función log-verosimilitud negativa corresponde a:

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{\ln[2\pi \text{var}(\Delta L)]}{2} + \frac{[\Delta L - E(\Delta L)]^2}{2 \text{var}(\Delta L)} \quad (0.3)$$

Donde se obtiene estimaciones de  $\mu_{L_{\infty}}$ ,  $\sigma_{L_{\infty}}^2$  y  $K$ .

#### d) Método de Kirkwood y Somers con Error en el Modelo

En esta situación se asume que la varianza de  $\Delta L$  se compone de variación individual de  $L_{\infty}$  y con error del modelo distribuido normalmente,  $e_i$ , con media cero y varianza  $\sigma_e^2$ . En este caso la varianza de  $\Delta L$  es:

$$\text{var}(\Delta L) = \sigma_{L_{\infty}}^2 (1 - e^{-K\Delta t})^2 + \sigma_e^2 \quad (0.4)$$

Los estimadores de máxima verosimilitud de  $\mu_{L_{\infty}}$ ,  $\sigma_{L_{\infty}}^2$ ,  $K$  y  $\sigma_e^2$  se obtienen sustituyendo el lado derecho de las ecuaciones (0.1) y (0.4) en la ecuación (0.3).

#### e) Método Grotag (Francis, 1988)

El método propuesto por Francis (1988) utiliza la técnica de máxima verosimilitud para estimar los parámetros de crecimiento del MCVB y la variabilidad a partir de datos de marcaje. Con este método se estima un coeficiente de variación de la variabilidad del crecimiento (v), la media y desviación estándar de los errores de medición (m y s), la probabilidad de contaminación por outlier (p) y además, la tasa de crecimiento a dos longitudes arbitraria seleccionadas por el usuario ( $\alpha$  y  $\beta$ ). Las longitudes de referencia  $\alpha$  y  $\beta$  se escogen en el rango de los individuos marcados. Francis (1988) reformula la ecuación por lo que la forma del MCVB queda con la siguiente expresión:

$$\Delta L = \left[ \frac{\beta g_{\alpha} - \alpha g_{\beta}}{g_{\alpha} g_{\beta}} - L_1 \right] \left[ 1 - \left( 1 + \frac{g_{\alpha} g_{\beta}}{\alpha - \beta} \right)^{\Delta T} \right]$$

donde  $L_1$  es la longitud al marcaje;  $\Delta L$  y  $\Delta T$  corresponde a los incrementos en longitud y tiempo respectivamente y  $g_{\alpha}$  y  $g_{\beta}$  son las tasas de crecimiento anual media a las longitudes arbitrarias  $\alpha$  y  $\beta$ .

Los parámetros  $g_{\alpha}$  y  $g_{\beta}$  presentan propiedades que lo hacen directamente descriptivos de la información de crecimiento contenida en los datos de marcaje, resultando, además, en una baja correlación entre los parámetros del MCVB. La media anual de la tasa de crecimiento a cualquier otra longitud,  $\gamma$ , puede ser calculada a partir de:

$$g_{\gamma} = ((\lambda - \alpha)g_{\beta} + (\beta - \gamma)g_{\alpha}) / (\beta - \alpha)$$

Además, de existir un crecimiento del tipo estacional se puede ajustar la ecuación de Francis(1988), reemplazando  $\Delta T$  por:

$$\Delta T + (\phi_1 - \phi_2)$$

donde

$$\phi_i = u \left( \frac{\sin(2\pi[T_i - w])}{2\pi} \right), \quad \text{para } i = 1, 2$$



El parámetro  $w$  describe el tiempo del año en el cual las tasas de crecimiento son máximas y  $u$  ( $\geq 0$ ) describe la extensión de la estacionalidad.

La estimación de los parámetros por máxima verosimilitud se encuentra implementada en una planilla MS Excel la que se encuentra a disposición gracias a Malcolm Haddon (Marine Research Laboratory, University of Tasmania, Australia).

#### f) Método de Appeldoorn para Ajustar Modelo Estacional

Appeldoorn (1987) modifica el modelo estacional de von Bertalanffy propuesto por Pauly y Gaschütz (1979) para ser utilizado con datos de marcaje-recaptura. Este modelo se puede utilizar para determinar el posible crecimiento estacional que pudieran tener los organismos, la expresión es:

$$L_{\Delta t} = L_{\infty} \left( 1 - \frac{L_t}{L_{\infty}} \right) \left( 1 - e^{-\left( K \Delta t - \frac{CK}{\pi} \sin(-\pi \Delta t) \cos \pi (2t' + \Delta t - 2t'_s) \right)} \right)$$

donde  $C$  es la magnitud de la oscilación del crecimiento,  $t'_s$  es la fracción del año cuando ocurre la mayor tasa de crecimiento y  $t'$  es el día de la medición inicial como una fracción del año.

Los parámetros se estiman mediante ajuste del tipo no lineal.

#### Estimación del Parámetro $t_0$

Dado que mediante el método de marcaje y recaptura no se pueden obtener estimaciones de edades absolutas, por ende tampoco se puede estimar el parámetro  $t_0$  del MCVB, se propone la obtención de una estimación de  $t_0$  conociendo una talla a una edad conocida para luego, mediante un despeje de la ecuación del MCVB quedar en:

$$t_0 = t + \left( \frac{1}{K} \right) \left[ \ln \left( \frac{L_{\infty} - L_t}{L_{\infty}} \right) \right]$$

Agregando este parámetro es posible construir una curva de crecimiento con edades absolutas (Quinn y Deriso, 1999; Natanson et al., 2002).

Se colectarán un total de 50 ejemplares, coincidentes con las actividades de cosecha del recurso principal. Para el caso del análisis de parámetros reproductivos sólo se considera un análisis macroscópico de estas, los cuales si bien no presentan la precisión del análisis microscópico, entregan una muy buena tendencia respecto al comportamiento de esta variable en el tiempo.

A cada ejemplar recolectado se les registrará su longitud peristomal (chanque) con sus correspondientes pesos totales.

El sexo de chanque se reconocerá una vez desconchados los ejemplares, ubicando en los machos de un pene situado en la base del tentáculo derecho y en las hembras, un poro genital en el mismo lugar e identificando la glándula de la cápsula y digestiva (Lara et al., 2007).

El cálculo del índice permitirá obtener una aproximación de los sucesos fisiológicos que ocurren en la gónada, asociado al grado de madurez, como un indicador preliminar de la condición reproductiva, con sus fluctuaciones mensuales, en los ejemplares de ambas localidades. El índice gonadosomático, se calculará de acuerdo a la siguiente expresión (Cañas y Schuffenegger, 1988):

$$IGS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\text{Peso húmedo } CGGD}{(\text{Partes blandas totales} - \text{Peso Pie})} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} IGS_i$$

donde,

*CGGD* = complejo gónada-glándula digestiva (chanque).

Calculado el IGS promedio, se establecerá su varianza y desviación estándar a través del siguiente estimador:

$$\hat{V}(IGS) = \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [IGS_i - IGS]^2 \Rightarrow DS = \sqrt{\hat{V}(IGS)}$$

## CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Se emplearán las mismas estaciones y metodología utilizadas durante la realización del estudio de línea base.

En cada una de las 5 estaciones se registrará, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH, a nivel superficial y de fondo, empleando una botella oceanográfica tipo Niskin para la toma de muestras a distintos niveles y profundidades.

Para el registro de temperatura, se utilizará un termómetro digital de 0.1°C de precisión. La salinidad será registrada mediante un conductímetro, mientras que el oxígeno disuelto, se estimará a través del empleo de oxígeno metro. Finalmente el pH será registrado con un medidor Hanna de 0.1 puntos de precisión. Toda la información será contrastada con los datos obtenidos durante el estudio de línea base.

Otra de las medidas a implementar es el seguimiento de la temperatura superficial, la cual puede ser asumida por los socios del comité, el cual encargará a uno de sus miembros la lectura de este parámetro en horas del mediodía.

El desarrollo del presente plan de manejo apunta directamente a la recuperación y uso sustentable de las poblaciones presentes en el área de repoblamiento. Los resultados del estudio de línea base señalan una situación compleja tanto por condiciones naturales, como por la existencia natural de una población que sustente una actividad económica en la zona. Los efectos ambientales y antropogénicos que puedan influir durante todo este proceso pueden actuar tanto negativa como positivamente.

Ante este escenario se consideran dos los factores más preponderantes que podrían influir en el deterioro de las poblaciones bajo manejo:

- Eventos oceanográficos de gran escala: Evento el Niño, La Niña, ascenso de la ZMO (Zona mínima de oxígeno), entre otros.
- Conflictos a través de intervención antropogénica no autorizada: Extracción de organismos presas o especies objetivos del área de repoblamiento a través de acciones no autorizadas por miembros ajenos a la organización.

---

#### EVENTOS OCEANOGRÁFICOS DE GRAN ESCALA

En el caso de la ocurrencia de eventos oceanográficos de gran escala como El Niño o La Niña, se seguirá permanentemente su evolución a través de los boletines oceanográficos mensuales emitidos por entidades internacionales como el centro de predicciones climáticas /National Centers for Environmental Prediction (NCEP)/National Weather Service (NWS) de la NOAA y el CIPEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno El Niño), y nacionales como el Comité multisectorial encargado del estudio nacional del fenómeno el Niño (ENFEN) y la opinión de expertos de la página OANNES.

Conociendo que es el evento El Niño con magnitud fuerte o extraordinaria, el que mayor efecto negativo tiene sobre los recursos Chanque, se tomarán las acciones pertinentes con la finalidad de garantizar el mejor aprovechamiento de los recursos marinos, para lo cual se pueden considerar acciones de “extracción extraordinaria”, previa evaluación ante la presencia de perturbación directa en el área de repoblamiento.

---

#### CONFLICTOS A TRAVÉS DE INTERVENCIÓN ANTROPOGÉNICA

La intervención antropogénica es la acción más relevante, debido a que los antecedentes que se tienen en las áreas de repoblamiento iniciadas en las regiones de Tacna y Moquegua, siempre han generado enfrentamientos entre los pescadores artesanales. En ese sentido las vías de comunicación y diálogo entre los pescadores y autoridades locales y regionales deberían de seguir el modelo del “Co-manejo”.

El co-manejo es un enfoque que surge en respuesta a la profunda crisis del enfoque convencional centrado en el Estado que dominó la política de manejo pesquero la mayor parte del Siglo XX (McGoodwin 1990; Sen y Nielsen 1996).

E. Pinkerton (1989a) considera que el co-manejo surgió de cualquier combinación de lo siguiente: la percepción del agotamiento de los stocks locales de peces; los conflictos entre pescadores y administradores estatales, y los conflictos entre diferentes grupos de pescadores.

Quizá la clave que motiva el cambio hacia el co-manejo sea la pérdida de confianza en la habilidad de los gestores estatales para resolver el problema por ellos mismos y la creencia (¿esperanza?) en que la solución podría llegar mediante la participación sustantiva de los grupos de usuarios.

Pinkerton (1989:b) define el co-manejo como un "acuerdo negociado". Jentoft y McCay (1995) ubican el co-manejo dentro de un continuo de configuraciones institucionales, con un extremo dominado por enfoques en los cuales la toma de decisiones es controlada por el Estado, y el otro por enfoques en los cuales los grupos de usuarios adoptan medidas de manejo de forma independiente. Estos autores identifican tres posiciones intermedias, con diferente grado de participación del Estado y de los grupos de usuarios. La primera puede calificarse como educacional, en la cual el Estado toma decisiones e informa a los grupos de usuarios. La segunda es consultiva, en la cual los organismos estatales solicitan la opinión de los usuarios a través de reuniones formales e informales, e intercambian documentos, pero toman decisiones de manera unilateral, que pueden o no tomar en cuenta las opiniones de los usuarios. La tercera posición abarca lo que se considera propiamente como co-manejo, en la cual los gestores estatales y los pescadores discuten problemas y propuestas para arribar a soluciones mutuamente aceptables a los problemas pesqueros. En esta situación, "el principio básico es el autogobierno, pero dentro del marco legal establecido por el Estado, y el poder es compartido entre los grupos de usuarios y el Estado" (Jentoft y McCay 1995).

Pinkerton (1989) identifica una variedad de beneficios que pueden obtenerse al adoptar un enfoque más participativo del manejo, que incluyen 1) la reducción del conflicto entre el Estado y los grupos de usuarios o entre grupos diferentes de pescadores, 2) el mejoramiento de la conservación y el aumento de los stocks pesqueros, 3) el mejoramiento de la calidad de los datos y del análisis, 4) la reducción de la tendencia a la sobrecapitalización y 5) la promoción del desarrollo económico en comunidades pesqueras. Salvo el primer beneficio potencial, no queda claro por qué los demás están necesariamente amarrados a un modelo particular de manejo.

Jentoft y McCay (1995) adoptan una posición más neutral y ven tanto ventajas como problemas, cuando los pescadores asumen un papel mayor en el manejo pesquero. Del lado positivo, ellos advierten que las regulaciones pesqueras tienen más legitimidad, y que el conocimiento más detallado de los bancos de pesca por parte de los pescadores permite refinar el manejo pesquero. Pero, precisan, el co-manejo también trae problemas: la carga administrativa de las regulaciones y los potenciales conflictos entre los principios de cooperación y los requerimientos regulatorios. Tampoco los beneficios son automáticos, puesto que éstos dependen de la habilidad de los participantes para implementar un régimen de co-manejo que funcione. D. Dobbs (2000), en un estudio sobre pesquerías de la costa noroeste de los Estados Unidos, mostró cómo la efectividad de las instituciones de co-manejo en la resolución de problemas de manejo depende en gran medida de la manera como han sido diseñadas.

El mensaje clave dirigido a administradores de recursos, responsables de las políticas, investigadores y profesionales del desarrollo, es que las soluciones que se proponen a los problemas de manejo de recursos naturales sólo pueden ser duraderas y eficaces cuando el motor que las impulsa es el **conocimiento, acción y aprendizaje de los usuarios locales**.

Bajo este contexto, para el caso de los pescadores de Llostay, y en vista de sus características particulares, es el Comité de Gestión Ambiental de la Región Tacna (D.S. N° 030-2001-PE, R.S. N° 003-2002-PE y R.D. N° 005-2004-PRODUCE-DNA), el escenario adecuado para dar solución a los problemas que se pudieran suceder, toda vez que este comité tiene a su cargo la coordinación, supervisión, seguimiento, evaluación y control de las actividades relacionadas con las áreas de repoblamiento establecidas en su ámbito, así como velar por el cumplimiento de las medidas de carácter técnico y administrativo que sobre el particular dicte el Ministerio de la Producción.



Bajo este esquema, es que el Comité de Gestión Ambiental no debería de tener una estructura vertical de administradores a pescadores-, si no siguiendo el modelo del co-manejo:

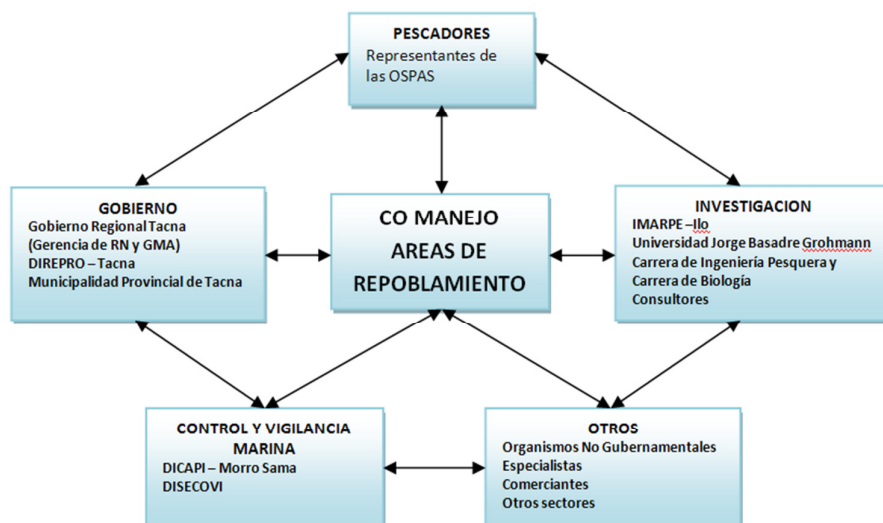


Figura 3. Modelo de gestión basado en co-manejo para áreas de repoblamiento

## CRONOGRAMA GENERAL

Actividad	2010			2011												2012											
	oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Fase I</b>																											
Definición de banco(s) donante(s)	X	X																									
Evaluación de obtención de ejemplares de bancos naturales		X	X																								
Re poblamiento			X																								
Marcaje y recaptura			X			X			X																		
Análisis de resultados									X	X	X																
<b>Fase II</b>																											
Evaluación directa												X															
Obtención datos oceanográficos												X															
Estimación cuotas de explotación												X															
Entrega informe de resultados													X														
Explotación especie objetivo														X	X	X											
Re poblamiento (bancos naturales)														X													
Marcaje y recaptura														X													
Análisis de resultados														X			X			X							
Evaluación directa																										X	
Obtención datos oceanográficos																									X		
Estimación cuotas de explotación																									X		
Entrega informe resultados																										X	

## BIBLIOGRAFIA

Appeldoorn, R.S. 1987. Modification of a seasonally oscillating growth function for use with mark-recapture data. *J. Cons. CIEM*, 43: 194 – 198.

Barahona, N., J.M.Orensanz, A.M. Parma, G. Jerez, C. Romero, H. Miranda, A. Zuleta, V.Catasti & P.Galvez. 2003. Bases biológicas para la rotación de áreas en el recurso erizo. Informe Final. Proyecto FIP 2000-18: 1-200.

Blueweiss, L., H. Fox, V. Kudzma, D. Nakashima, R. Peters and S. Sams. 1978. Relationships between body size and some life history parameters. *Oecologia (Berlin)*. 37:257-272 pp.

Bretos, M. & R. Chihuailaf. 1993. Studies on the reproduction and gonadal parasites of *Fissurella pulchra* (Gastropoda: Prosobranchia). *The Veliger*, 36(3):245-51.

Bohnsack, J.A. 1998. Application of marine reserves to reef fisheries management, *Australian Journal of Ecology* 23, pp. 298-304.

Brown, D., M.L. González, D. López y L. Durán. 1997. Estudio de los ciclos vitales de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella* en las regiones I a X. FIP-IT/94-33. 59 pp + anexos.

Cáceres, C.W., A.G. Benavides, F.P. Ojeda. 1993. Ecología trófica del pez herbívoro *Aplodactylus punctatus* (Pisces: Aplodactylidae) en la costa centro-norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 66:185-194.

Campana, S.E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish. Biol.* 59: 197-242

Cañas, P. y M.Schuffenegger. 1989. Determinación del estado de madurez de *Concholepas concholepas* (Bruguere, 1978), por medio de la aplicación de índices gonádicos. *Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste. Chile*, pp. 349-353.

Centro Interamericano para el desarrollo de Ecosistemas Sustentable (ICSED). 2001. Seguimiento de las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Santiago: ICSED, Servicio de Cooperación Técnica de Chile y SUBPESCA. 106 pp.

Christy, F.T. Jr. 1983. Derechos de uso territorial en las pesquerías marítimas: definiciones y condiciones. FAO, Doc.Tec.Pesca, (227): 11 p.

Contreras, S. & J.C. Castilla. 1987. Feeding behavior and morphological adaptations in two sympatric sea urchin species in central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 38:217-224.

FAO, 2003. The State of World Fisheries and Aquaculture 2002, Fisheries Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Fournier, D.A., J.R. Sibert & M. Terceiro. 1991. Analysis of length frequency samples with relative abundance data for the gulf of Maine northern shrimp (*Pandalus borealis*) by MULTIFAN method. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 591-598.

Fournier, D. A., Sibert, J.R., J. Majkowski & J. Hampton. 1990. MULTIFAN: a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency data sets illustrated using data for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47, 301-317.

Francis, R.I.C.C. 1988. Maximum likelihood estimation of growth and growth variability from tagging data. *New Zealand J. Mar. and Freshwater Res.* 22: 42-51.

Gell, F.R. y C.M. Roberts. 2002. *The Fishery Effects of Marine Reserves and Fishery Closures*, World Wildlife Fund, United States, Washington DC.

Gordon, H.S. 1954. The economic theory of a common property resource: the fishery. *Journal of Political Economy*. 62: 124-142.

González, H. y L. Sanhueza. 2002. Evaluación del crecimiento de *Concholepas concholepas* (Bruguiera, 1789) en sistema de cultivo de cultivo suspendido, en caleta Chanabaya (I Región). Tesis de grado Ingeniera en Ejecución en Pesca y Acuicultura. Universidad Arturo Prat. 52 pp + anexos.

Grafton, R. Q., T. Kompas y D. Lindenmayer. 2005. Marine Reserves with Ecological Uncertainty. *Bulletin of Mathematical Biology* 67, pp. 957-961.

Guisado, Ch., E. Arias y E. Pérez. 1997. Estudio reproductivo del erizo en las regiones I a VIII. FIP-IT/96-44. 233 pp.

Hampton, J. 1991. Estimation of southern bluefin tuna *Thunnus maccoyii* growth parameters from tagging data, using von Bertalanffy models incorporating individual variation. *Fish. Bull.* 89: 577-590.

Hearn, W.S., K.H. Pollock y E.N. Brooks. 1998. Pre-and post season tagging models: estimation of reporting rate and fishing and natural mortality rates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 199-205.

Herrera, G. y A. Alvial. 1983. Talla mínima de madurez gonádica en poblaciones de *Concholepas concholepas* (Bruguiera, 1789. Mollusca: Gastropoda: Muricidae) en Iquique, Chile. *Mems Asoc. Latinoam. Acuicult.*, 5(2): 289-293.

Hilborn, R. and C.J. Walters, 1992. *Quantitative Fisheries Stock Assessment. Choice, Dynamics and Uncertainty*. Chapman & Hall, 569 pp.

Holland, D.S. y R.J. Brazee. 1996. Marine Reserves for Fisheries Management. *Marine Resource Economics* 11, pp. 157-171.

Jentoft, S. y B. McCay. 1995. "User participation in fisheries management". *Marine Policy* 19(3): 227-246.

Jerez, G. y M. Figueroa. 2008. Desafíos y perspectivas e la repoblación de moluscos bivalvos en Chile. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina*. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. *FAO Actas de Pesca y Acuicultura*. No 12, Roma, FAO. pp. 223-235.

Kirwood, G.P. y I.F. Somers. 1984. Growth of two species of tiger prawn, *Penaeus esculentus* and *P. semisulcatus*, in the western gulf of Carpentaria. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 35: 703-712.

Lara, E., E Díaz, J González, G Jerez, V Baros, C Becerra, C Toledo, C Gaspar y H Padilla. 2007. Comportamiento y parámetros reproductivos de loco en la I y II regiones. *FIP* 2005-32. 147 pp + anexos.

McGoodwin, J. R. 1990. *Crisis in the World's Fisheries: People, Problems, and Policies*. Stanford: Stanford University Press, 235 pp.

Molinet, C., C. Herrera, P. Gebauer, M. Landaeta y C. Moreno. 2010. Estados tempranos de Echinoidea en canal Lagreze Islas Guaitecas, sur de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45(1):19-33.

Natanson, L.J., J.J. Mello y S.E. Campana. 2002. Validated age and growth of the porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the western North Atlantic Ocean. *Fish. Bull.* 100:266-278

Olguín, A., C. Andrade, C. León, J. González y C. Cortes. 1997. Investigación de aspectos reproductivos del recurso lapa tendiente a establecer medidas de regulación. *SERPLAC – IFOP. Informe final*. 300 pp.

Olivares Paz, A., D. Jofré Madariaga, C. Alvarez Mazú y E. Bustos-Obregón. 2009. Hermafroditismo Funcional de la Gónada de *Fissurella crassa* (Mollusca: Fissurellidae). *Int. J. Morphol.* [online]. 2009, vol.27, n.2 [citado 2010-05-28], pp. 509-514. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022009000200034&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022009000200034&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0717-9502. doi: 10.4067/S0717-95022009000200034

Pauly, D. y G. Gaschütz. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. *ICES C.M.* 1979/G: 24: 26 pp.

Pinkerton, E., ed. 1989a. *Cooperative management of local fisheries: new directions for improved management and community development*. University of British Columbia Press, Vancouver, BC, Canada.

\_\_\_\_\_. 1989b. Introduction: attaining better fisheries management through co-management –prospects, problems, and propositions. In Pinkerton, E., ed., *Cooperative management of local fisheries: new directions for improved management and community development*. University of British Columbia Press, Vancouver, BC, Canada.

Produce. 2008. Diagnóstico de los agentes de la actividad pesquera artesanal 2007. *Diagnostico consolidado final - Programa de extensión pesquera 2007*. Dirección General de Pesca Artesanal

Puttman, R. 1994. *Community ecology*. Chapman & Hall. London. 177 pp.

Quinn, II, T.J. y R.B. Deriso. *Quantitative fish dynamics*. Oxford university press, New Cork, 542 p.

Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm.* 1(2): 27-56.

Sen, S. y Nielsen, Jesper R. 1996. "Fisheries Co-management: A Comparative Analysis". *Marine Policy* 20: 405-418.

Seber, G.A.F. 1982. *The estimation of animal abundance and related parameters*. Arnold (Edward) (Publishers) Ltd., Sevenoaks, Kent.

Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual*. FAO Documento técnico de pesca. N°. 306.1 Rev. 1., 440 pp.

Tarazona, J. et al. 1985. *Modificaciones producidas durante "El Niño" en la infauna de áreas someras del ecosistema de afloramiento peruano*. In: "El Niño", su impacto en la fauna marina (W.Arntz, A. Landa & J. Tarazona, eds): 55-63; Lima:IMARPE.

Vásquez, J. 1993. *Abundance, distributional patterns and diets of main herbivorous and carnivorous species associated to Lessoniatrabeculata beds in northern Chile*. Serie Ocasional, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad católica del norte 2:213-229.

Vásquez, J. & A. Buschmann. 1997. *Herbivore-kelp interactions in Chilean subtidal communities: a review*. Revista Chilena Historia Natural 70:41-52.

Vásquez, J., P. Camus y F.P. Ojeda. 1998. *Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros rocosos del norte de Chile*. Revista Chilena de Historia Natural. 71:479-499.

Vásquez, J., D. Véliz, L. Pardo. 2001. *Biodiversidad de macroinvertebrados bajo las grandes algas*. In Alveal K, Antezana T (eds) *Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual, bases científico técnicas, teorizaciones y perspectivas*. Ediciones Universidad de Concepción, pp 293-308.

Villegas, M., J. Laudlen, W. Sielfeld & W. Arntz. 2008. *Macrocystis integrifolia and Lessoniatrabeculata (Laminariales; Phaeophyceae) kelp habitat structures and associated macrobenthic community off northern Chile*. Helgol Mar Rea. DOI 10.1007/s1052-007-0096-1

WWF, 2005. *Marine Protected Areas: Providing a Future for Fish and People*. Global Marine Programme, WWF International, Gland, Switzerland.