



MEJORAMIENTO SISTEMA DE CAPTACIÓN

AGUA DE MAR

CENTRAL TÉRMICA SANTA MARIA

24.07.2013



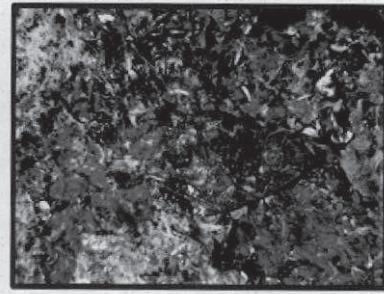
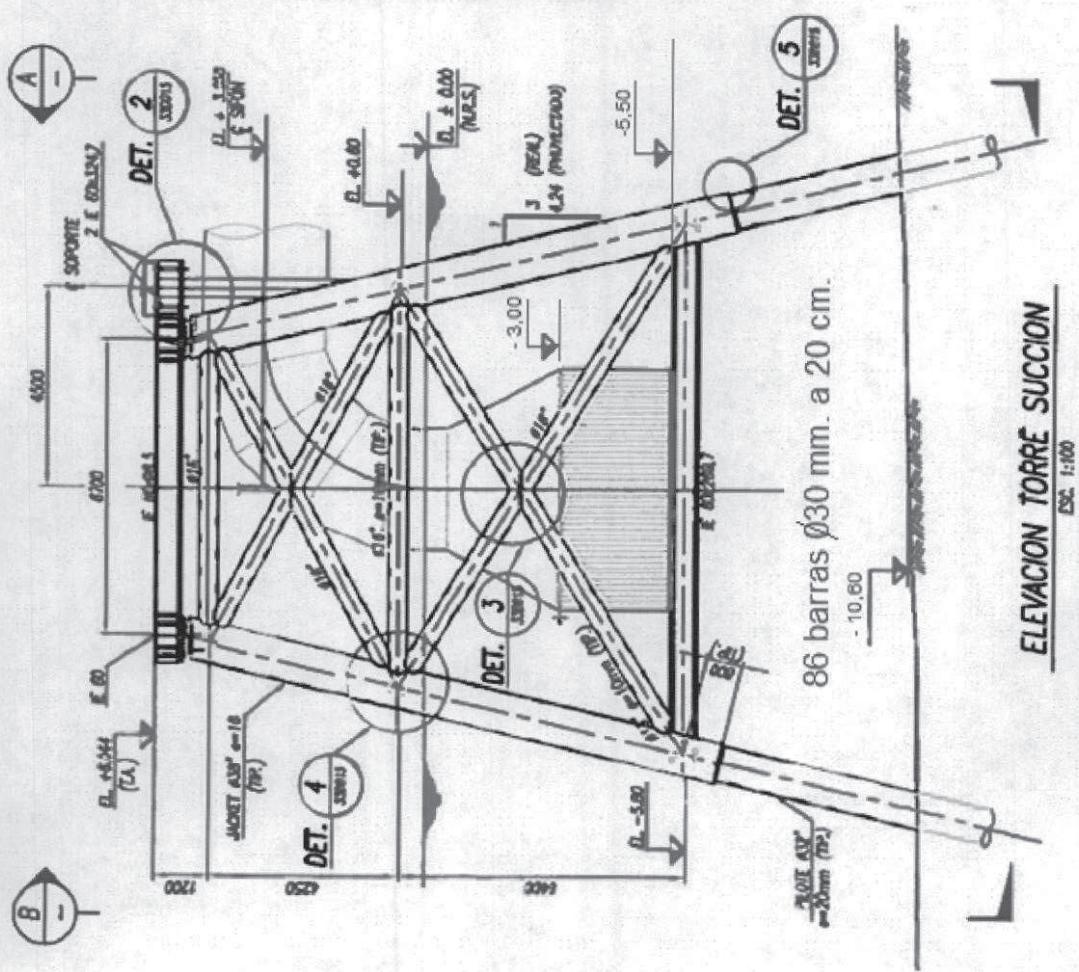
Introducción y objetivos

Descripción del Requerimiento

Propuesta de Solución

Estimación de Plazos

Problema a Solucionar



Introducción y objetivos

Descripción del Requerimiento

Propuesta de Solución

Estimación de Plazos

Se requiere implementar, complementando o modificando, un nuevo sistema de succión de agua de mar, de tal manera que no afecte los recursos naturales, la vida marina y los intereses comunitarios, sin producir además efectos o alteraciones en la operación de la Central, ni en su capacidad de generación.



Introducción y objetivos

Descripción del Requerimiento

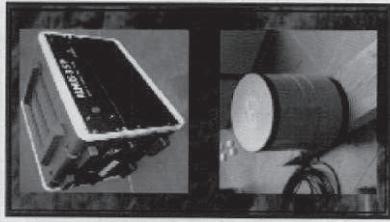
Propuesta de Solución

Estimación de Plazos

Alternativas Analizadas

Barrera Acústica (ALNUS – FGS):

Buenos resultados con Peces. Ciertos tipos de sonidos a una frecuencia determinada son repelentes para los peces, por lo que el pez tiende a huir, sin causarle daño. Esto se ha probado con eficacia en numerosas instalaciones para repeler y guiar a los peces fuera de la entrada de los canales y tuberías de derivación, sin embargo, altamente rechazado por pescadores y buzos.



No es
Barrera
Física.



Barrera Luminosa:

Buenos resultados con Peces. Utilización de luces estroboscópicas como método para desviar y guiar a los peces de determinadas obras de toma. Sus efectos se han probado en diferentes especies de peces, con resultados muy dispares, aunque positivos.

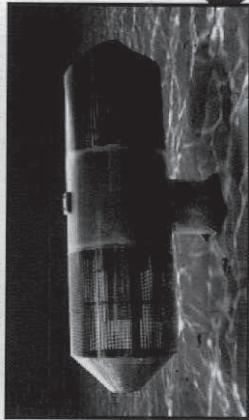
Barrera de burbujas:

Solución experimental, que no asegura resultado.



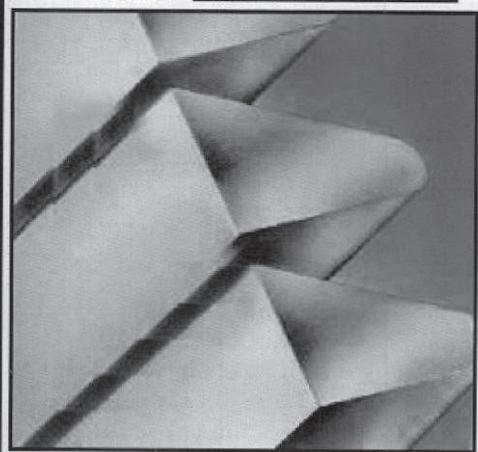
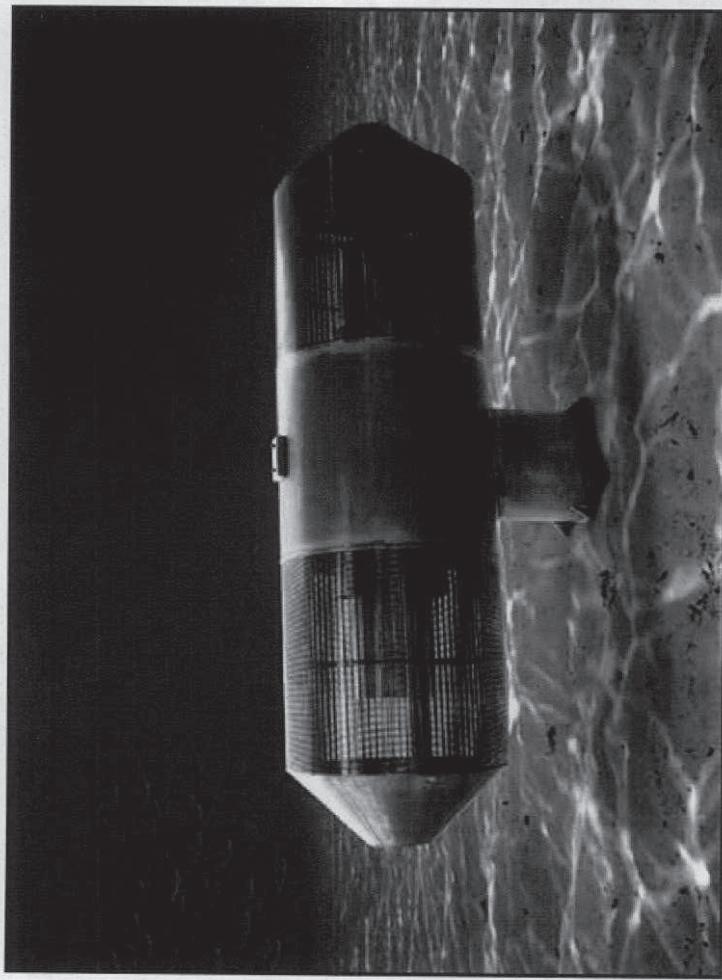
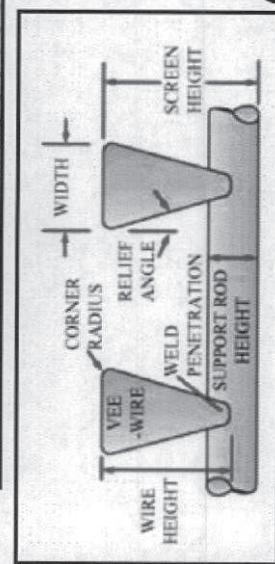
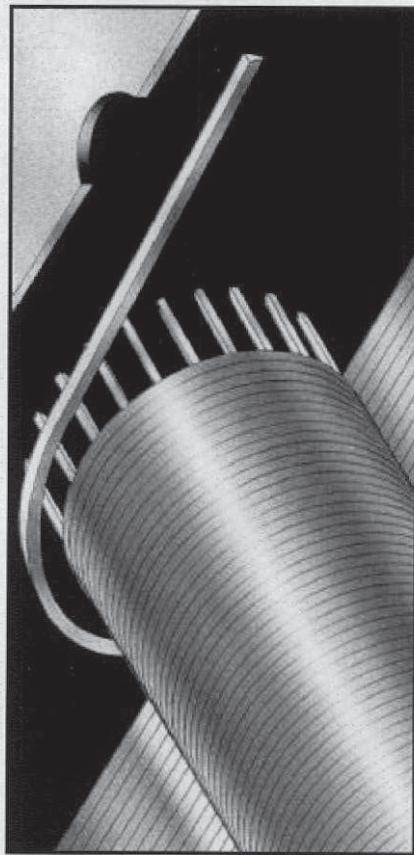
Filtros de Malla Cilíndrica:

Buenos resultados con Peces, Biota, y todo tipo de residuos en general.



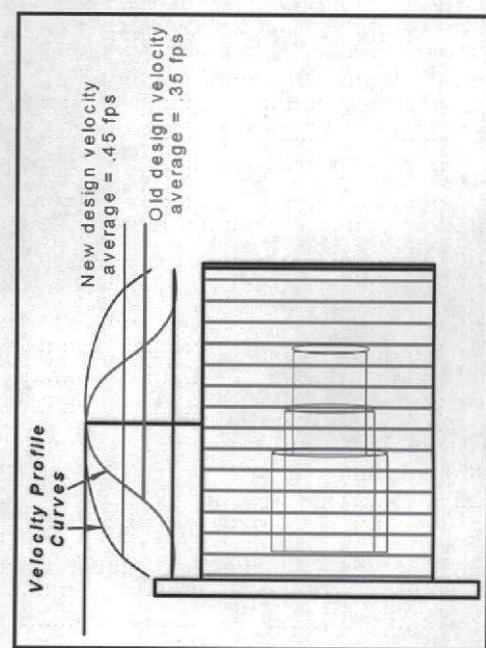
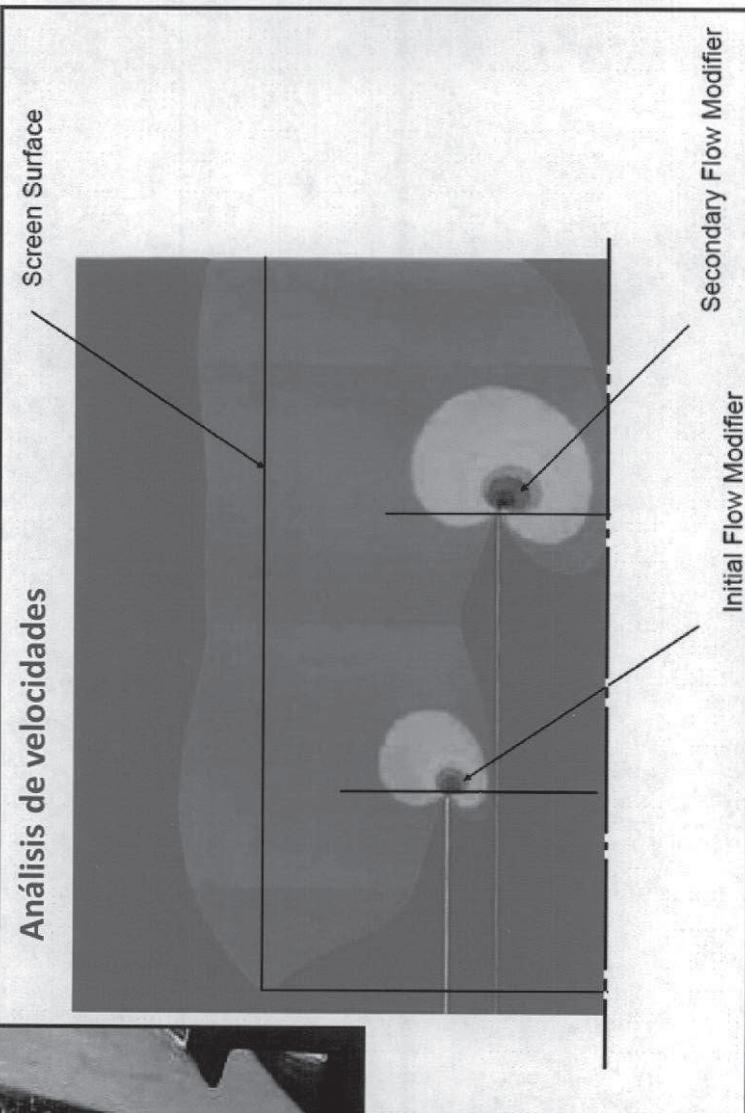
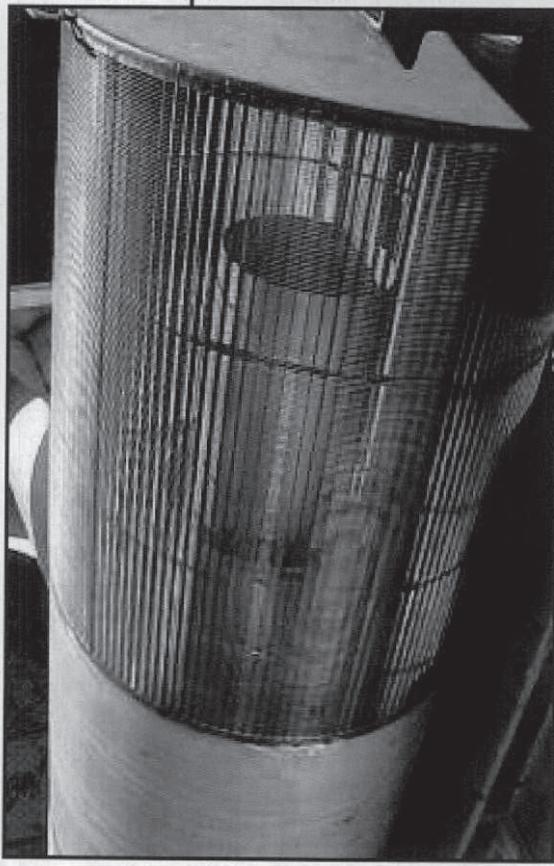
Barrera Física que retiene todo lo que sea superior a la abertura.

FILTRO DE MALLA CILÍNDRICA

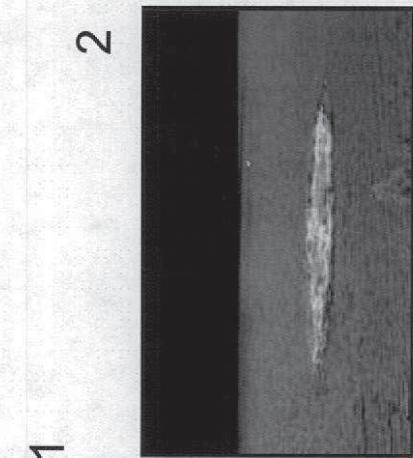
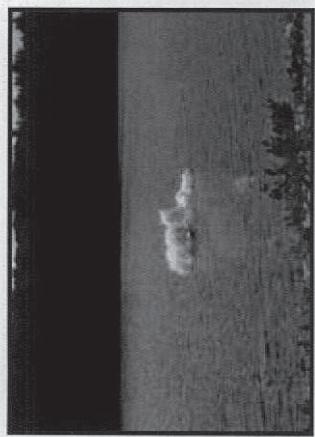
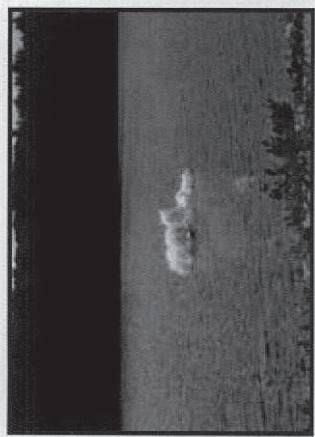
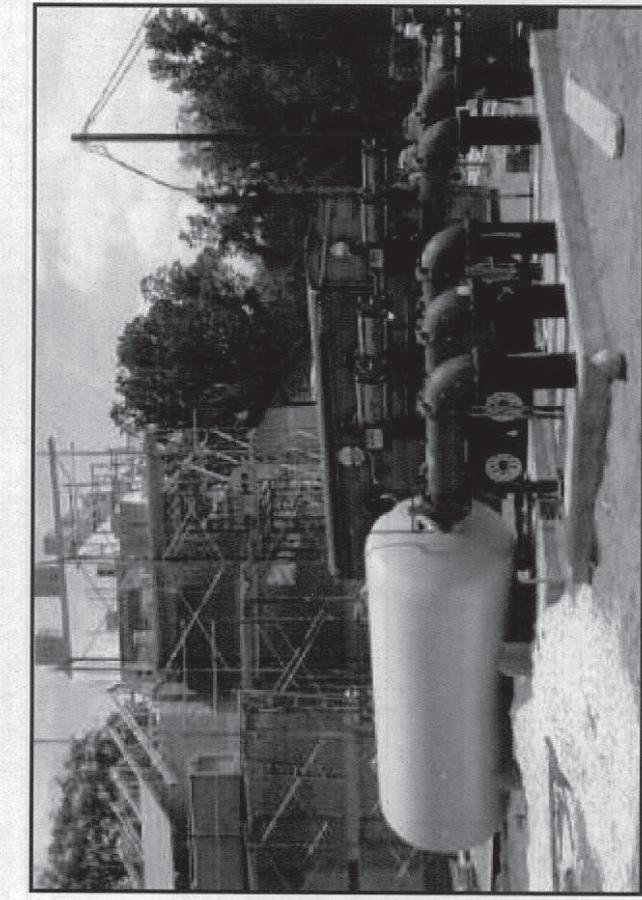


Johnson screens®

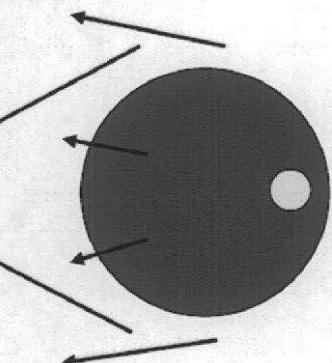
Velocidad de succión



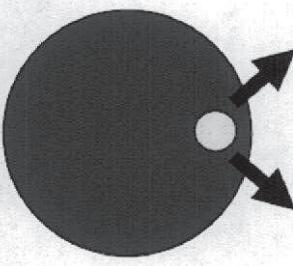
SISTEMA DE LIMPIEZA



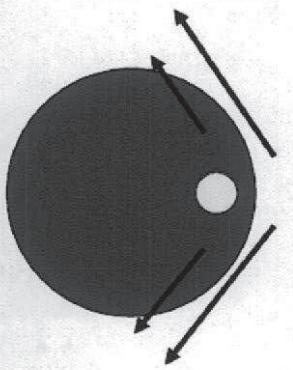
3



1 Second



2-3 Seconds

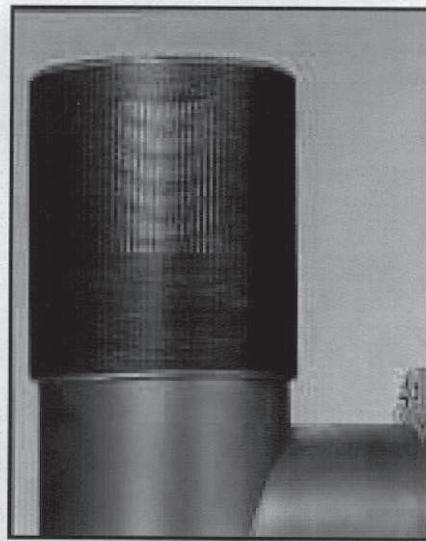
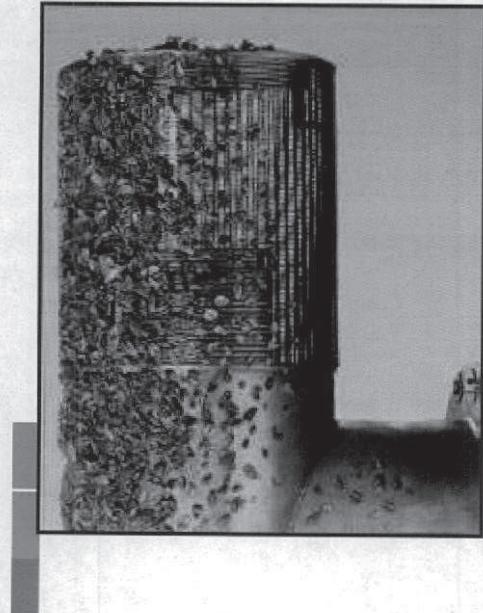


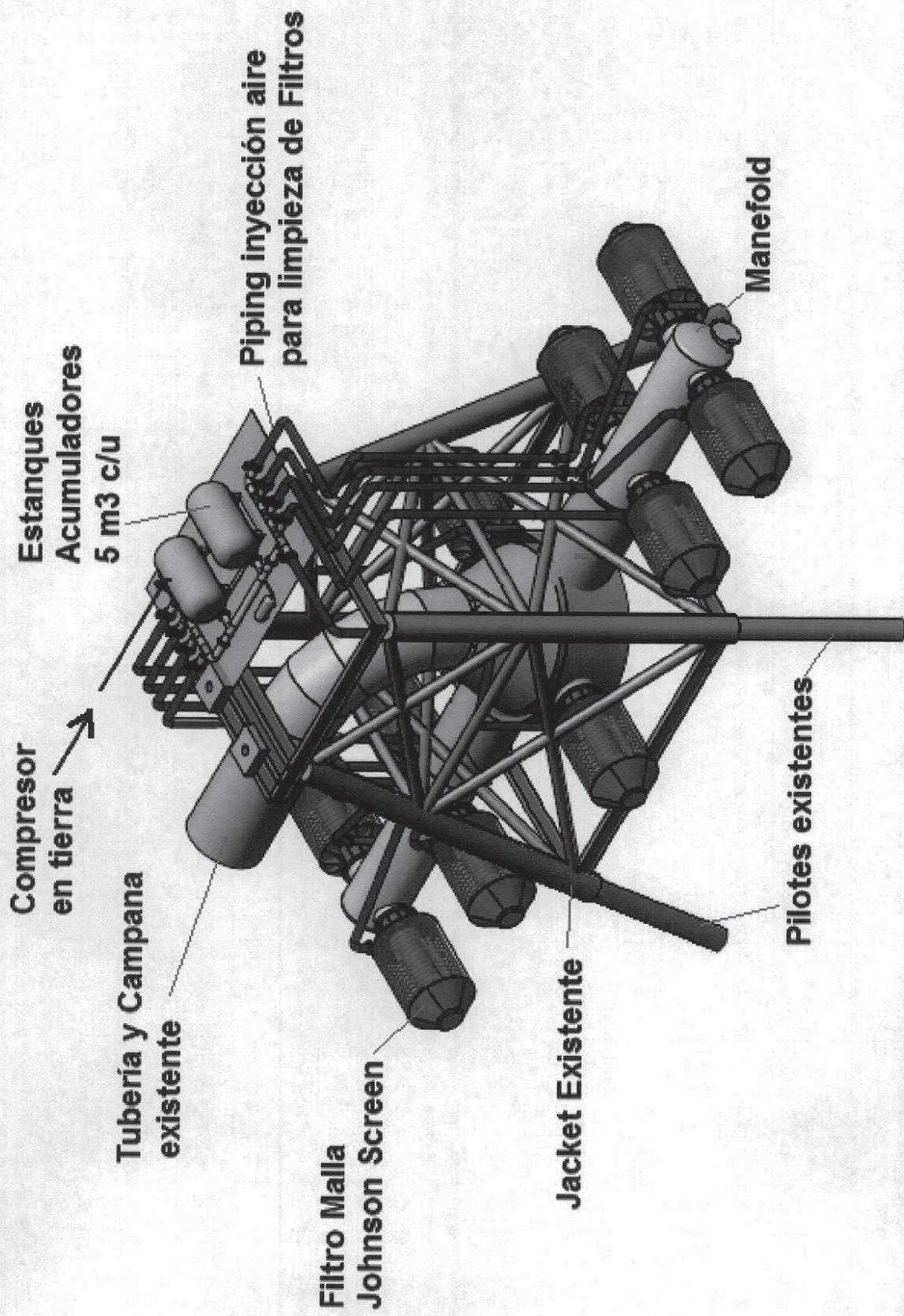
4-5 Seconds



MATERIAL

- Proprietary **copper/nickel** alloy that effectively resists Zebra mussel and algae attachment
- NOT A COATING!
- Is a passive deterrent
- No effective operating costs
- Does not lose effectiveness over time





Agenda

Problema a Solucionar

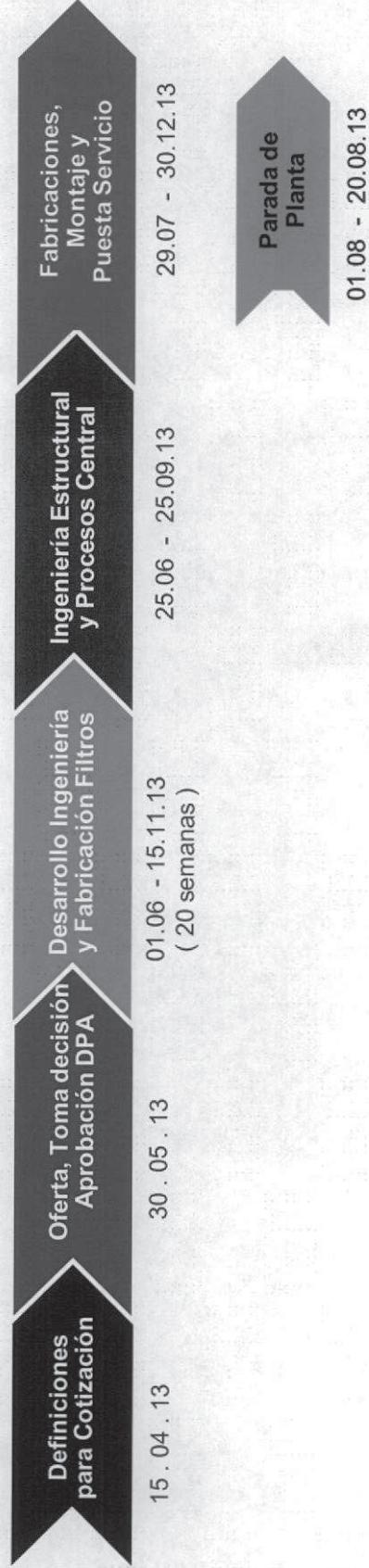
Alternativas Analizadas

Propuesta de Solución en Estudio

Estimación de Plazos

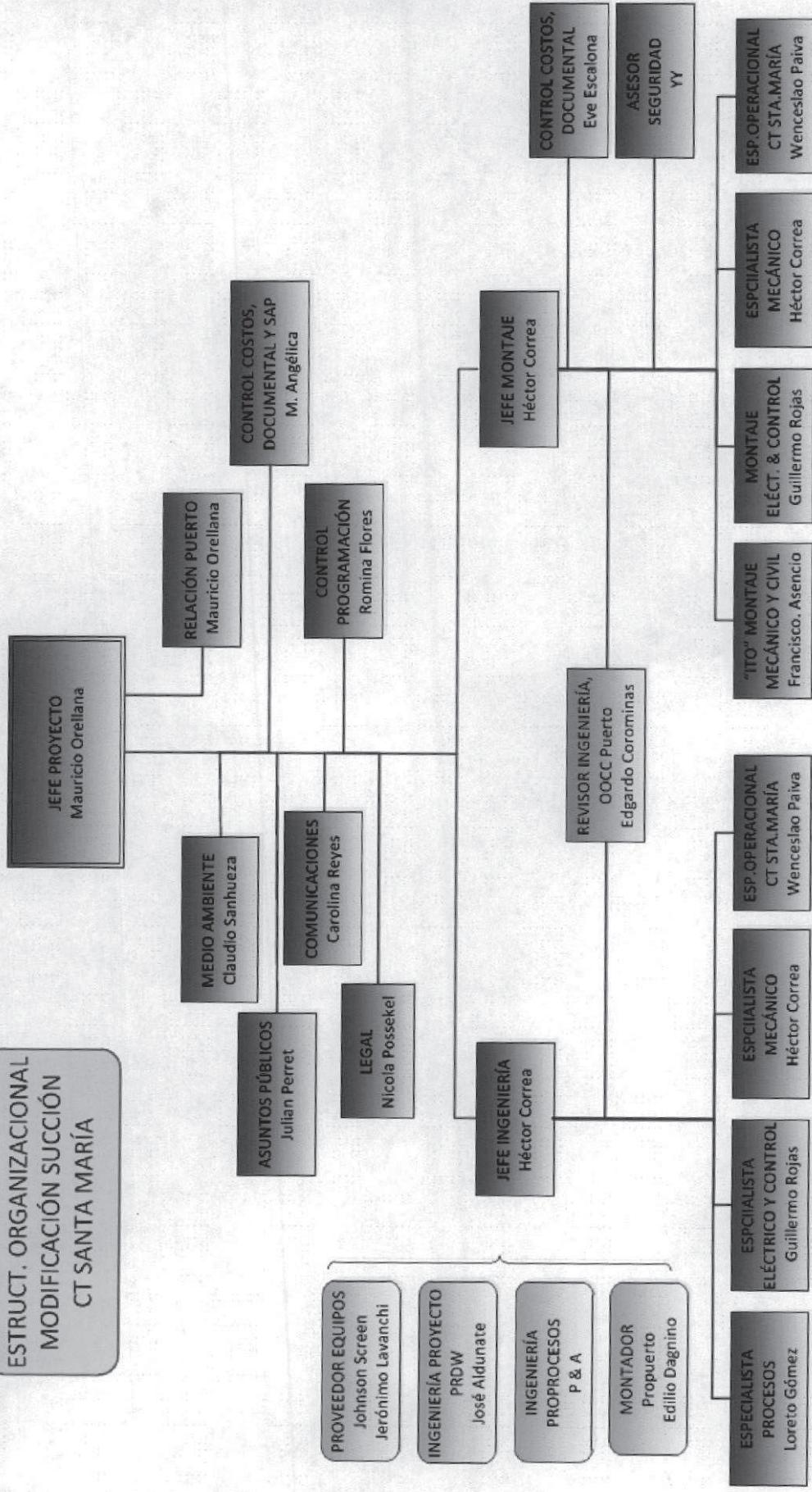


ANÁLISIS ESTIMATIVO DE PLAZOS



Estructura Organizacional

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL MODIFICACIÓN SUCCIÓN CT SANTA MARÍA





Informes técnicos en relación a organismos marinos identificados en la zona

Número	Institución	Estudio	Fecha
1	Instituto de Investigación Pesquera	Algunos antecedentes preliminares sobre Langostino Colorado Pleuroncodes monodon y posibles explicaciones de su varamiento	30 de Marzo de 2013
2	Instituto de Investigación Pesquera	Diversidad de Organismos Marinos Presentes en la Región del Biobío	Abril de 2013
3	Instituto de Investigación Pesquera	Antecedentes Bibliográficos Sobre El Langostino Colorado (Pleuroncodes monodon)	16 de abril de 2013
4	Instituto de Investigación Pesquera	Antecedentes Bibliográficos sobre el Bacaladillo o Mote (<i>Normanichthys crockeri</i>)	18 de abril de 2013
5	Universidad de Concepción (Facultad de Ciencias Naturales y Oceanograficas)	Ciclos de vida y ontogenia de especies marinas: Antecedentes sobre la biología de Pleuroncodes monodon y <i>Normanichthys crockeri</i>	19 de abril de 2013
6	Universidad de Concepción (Facultad de Ciencias Naturales y Oceanograficas)	Informe Técnico, Varazón de Langostino Colorado en Bahía de Coronel	27 de marzo de 2013



Instituto de
Investigación
Pesquera

Algunos antecedentes preliminares sobre Langostino Colorado *Pleuroncodes monodon* y posibles explicaciones de su varamiento

El presente documento tiene por objeto, en forma preliminar, hacer una reseña de las principales características del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), así como de las características oceanográficas que se registran en las costas chilenas, en especial en la Octava Región, y la probable relación entre estas características oceanográficas y eventos de varamientos de especies marinas.

Los **langostinos** son una categoría comercial de crustáceos decápodos del suborden **Dendrobranchiata**, son nadadores clasificados en el infraorden Caridea, de color rosado con vetas amarronadas y caparazón semiduro. Su longitud es de entre 12 y 15 centímetros. Se los encuentra en los mares de todo el mundo. Su ciclo de vida comprende fases de huevo, larvas, post larvas, juveniles y adulto, siendo las fases de larvas y pos-larvas pelágicas, osea se distribuyen en la capa superficial del mar y están sujetas a derivar con las masas de agua.

Esta especie constituye una de las principales pesquerías de crustáceos del país, presentando concentraciones comerciales entre Coquimbo (30°S) y Talcahuano (37°S). La extracción realizada progresivamente con mayor intensidad, motivó que a partir de 1970, las capturas de este recurso constituyeran más del 60% de los desembarques nacionales de crustáceos, lográndose un máximo de 62.662 ton en 1976.

En el año 1999, la especie alcanzó una cuota anual de 12.000 tons (DS N° 505 del 20/11/1998), que luego disminuyó a 10.000 tons en el 2.000 (DS N° 429 del 30/11/1999). Posteriormente, y considerando que de acuerdo a las evaluaciones de stock y la evolución de los rendimientos de pesca en el área marítima al sur de la V Región se determinó que el recurso se encontraba en un nivel de biomasa notablemente disminuido, se estableció una veda biológica para proteger los procesos de reproducción, de reclutamiento y de crecimiento en el área señalada, desde el 1 de enero del año 2001, de acuerdo a los Decretos Exentos ya señalados en el comienzo de esta Introducción y que se mantuvo

hasta el año 2010, abriéndose la pesquería el año 2011 con una cuota de 3.600 toneladas.

El informe final del año 2011 del proyecto FIP (Fondo de Investigación Pesquera) N° 2011-1, denominado “Evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII regiones, año 2011”, señala la existencia de un aumento significativo de la densidad de langostino colorado en el año 2011, en particular en el tercio sur de su distribución (VIII Región). Además el informe indica que los factores que habrían colaborado a la expansión del stock de langostino colorado en 2011 (habiéndose iniciado probablemente en 2008 ó 2009), son la reducción de la densidad espacial de langostino amarillo, el extraordinariamente bajo nivel del stock de adultos de merluza común durante gran parte de la década de los años 2001 a 2010 y las bajas capturas de langostino colorado en el mismo período.

Las costas de Chile se caracterizan por presentar de manera natural, aguas subsuperficiales con muy bajo contenido de oxígeno (Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales; AEES) que conforman, desde el ecuador hasta la zona centro-sur de Chile, una de las tres zonas de mínima de oxígeno (ZMO) más importantes del mundo. A lo largo de la costa chilena, es usual la ocurrencia de surgencia costera debido a la orientación de la costa y al régimen de vientos, donde predominan los del Sur y Sur-Oeste.

En la región centro-sur de Chile, el proceso de surgencia presenta una clara estacionalidad, debido al predominio de vientos paralelos a la costa provenientes del sur y suroeste en la primavera y especialmente en el verano. El proceso de surgencia costera genera un ascenso hacia la superficie de estas AEES, las cuales son frías, salinas, ricas en nutrientes y pobres en oxígeno disuelto. Las surgencias costeras son claves para mantener la productividad biológica (ej. pesquerías) de las costas de Chile; sin embargo, si estas aguas con bajo contenido de oxígeno alcanzan estratos muy someros en la columna de agua o permanecen en una determinada zona, pueden llegar a producir mortandades y/o varazones.

Un caso geográficamente cercano, es lo sucedido en Bahía Coliumo en el año 2008, donde el ascenso de las AEES generó severas condiciones hipóxicas en la columna de agua ($\leq 0,5 \text{ mL L}^{-1}$). Una mortandad masiva de organismos marinos tuvo lugar en Bahía Coliumo al tercer día de este evento de surgencia afectando componentes del zooplanton, peces, crustáceos y también moluscos. Las concentraciones de oxígeno disuelto retornaron a niveles normales una semana después. A pesar de lo severo del evento hipóxico y la mortandad observada, las comunidades biológicas comenzaron a recuperarse rápidamente (aprox. 3 meses) demostrando una gran resiliencia. En el caso de las varazones recientes de langostino colorado, éstas se han producido en diferentes localidades de la Región (ver referencias en Bahía Coliumo, Bahía de Concepción y en Bahía Coronel) y a su vez, pescadores artesanales de la flota

sardinera han reportado su presencia en las capturas que estas embarcaciones desarrollan en diferentes zonas de pesca.

Por otra parte, un análisis histórico de varazones demuestra que éstas han ocurrido desde hace más de 200 años en la zona norte, central y centro-centro sur de Chile, cuando la presión antropogénica sobre el ecosistema marino era mínima en comparación con los niveles actuales.

Las zonas hipóxicas (con bajo oxígeno) en la costa y sobre la plataforma continental de los océanos, se han incrementado a nivel mundial en los últimos 100 años, debido a las actividades del hombre (eutrofización) y a factores forzantes físicos asociados al cambio climático global. La intrusión de aguas con bajo contenido de oxígeno en la zona costera puede ser altamente nociva para muchos organismos marinos e incluso producir mortandades masivas.

Las varazones son eventos recurrentes y bastante usuales en diferentes sectores costeros de Chile centro-sur, como por ejemplo, Bahía Coliumo, Golfo de Arauco y Bahía Concepción. La jibia es la especie más frecuentemente varada en la VIII Región y, en menor grado, merluza común y sardina común. En la V y VII Región las varazones han incluido sardina común, jurel, merluza común y en menor grado, jibias y otros peces. Sin embargo, históricamente han sido escasas las documentaciones de la gran mayoría de estas varazones, pero es altamente probable que un número importante de las mismas esté vinculado a eventos de ascenso de aguas pobres en oxígeno que causan hipoxia en gran parte de la columna de agua, en la región costera.

Las causas son variadas y van desde simplemente mortalidad natural, como en algunas medusas, hasta varazones causadas por acciones humanas, por ejemplo derrames de petróleo. En algunos casos, como ha ocurrido con cangrejos, los individuos que salen a la orilla son senescentes o están afectados por algún parásito. En otros casos, la varazón puede estar asociada a cambios ambientales, tales como mortalidades producidas por el evento de El Niño. Este evento ha sido implicado en enormes varazones de jaibas, machas y algas en la costa de Perú. Las marejadas también tienen responsabilidad, como ha sido el caso de masivas varazones de camarones en Canadá y millones de machas que se han acumulado en la orilla de las costas de Argentina. En la IV Región, no es raro ver organismos en la orilla. En algunas ocasiones nuestras playas son visitadas por medusas ("aguas muertas") que son arrastradas hasta la orilla.

Las varazones de ostiones, poseen particular interés al ser éste, un molusco de valor comercial. Profesionales de las ciencias del mar han determinado que tales varazones pueden ser causadas por enfermedad, parasitismo o senescencia de los ostiones, combinado con fuertes vientos y marejadas. Un caso de varazón interesante fue el registrado para una almeja de Escocia, la que fue varada producto de algas que crecieron sobre sus conchas y luego fueron arrastradas a

la orilla por las corrientes. En Caleta Puerto Aldea, en el costado sur de Bahía Tongoy, se registró hace unos años atrás, una enorme varazón afectó al banco de ostiones (*Argopecten purpuratus*), cuyo hecho fue asociada a una marejada, con olas de 2 m de altura y fuertes vientos. Sin embargo, investigaciones posteriores mostró que cerca del 80% de los ostiones varados evidenciaron la presencia del alga verde conocida como “lechuga de mar” (*Ulva lactuca*) sobre sus conchas. Esta es la misma alga que sale a la orilla en playa La Herradura.

En síntesis, se puede señalar que existen diversas causas probables de varamiento de especies marinas: i) Corrientes costeras, ii) atrapamiento por masas de agua subtropicales que alcanzan a la costa, iii) surgencia costera, iv) ingreso de depredadores hacia la costa, v) atrapamiento en artes de pesca costeros, vi) eventos de contaminación, vii) marejadas.

Elaborado por:

Luis Furet Cárcamo, Biólogo Marino, Jefe Departamento de Estudios Ambientales

Sergio Nuñez Elías, Biólogo Marino, Jefe Departamento de Pesquería

Gonzalo Mendoza Neira, Biólogo Marino, Investigador Departamento Estudios Ambientales

Talcahuano, 30 de Marzo de 2013.

Referencias y otros registros de varamientos:

<http://www.blogmejillones.cl/hipoxia-mortandades-varazones-en-la-costa>

<http://explora4.ucn.cl/?p=364>

<http://www.lacuarta.com/diario/2003/03/31/31.26.4a.NAS.JIBIAS.html>

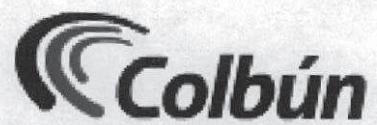
- Varamiento de jibias en bahía Concepción, sector ASMAR

- Varamiento Langostino colorado en bahía Coliumo

<http://diario.latercera.com/2013/02/06/01/contenido/pais/31-129290-9-miles-de-langostinos-son--arrastrados-hasta-playa-de-coliumo.shtml>

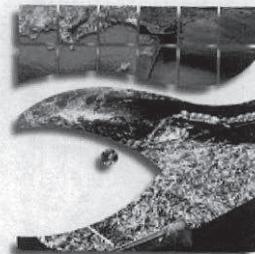
- Varamiento de crustáceo en norte de Chile, Pucusana.

<http://www.larepublica.pe/24-05-2012/miles-de-crustaceos-habrian-varado-debido-al-calentamiento-del-mar-en-el-norte#foto2>



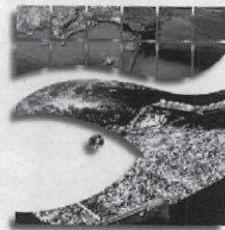
REPORTE TÉCNICO

DIVERSIDAD DE ORGANISMOS MARINOS PRESENTES EN LA REGION DE BIO BIO



Departamento de Estudios Ambientales
Instituto de Investigación Pesquera

ABRIL - 2013



PROFESIONALES PARTICIPANTES

Coordinador General : Sr. Luis Furet Cárcamo
Biólogo Marino
Magíster Gestión Ambiental.

Investigadores : Sr. Fabián Troncoso
Biólogo Marino.

Sr. Rodrigo Figueroa
Biólogo Marino

REPORTE TÉCNICO

**DIVERSIDAD DE ORGANISMOS MARINOS PRESENTES
EN LA REGION DE BIO BIO**

Talcahuano, Abril de 2013

REPORTE TÉCNICO
Diversidad de Organismos Marinos presentes en la Región de Bío Bío

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
1.- INTRODUCCION.....	2
2. ANÁLISIS DE LAS MASAS DE AGUAS PRESENTES EN EL GOLFO DE ARAUCO	3
3. CARACTERISTICAS DE LOS FONDOS MARINOS DE LA ZONA.....	4
4. REGISTRO BIOLOGICOS BIOLOGICOS-AMBIENTALES DEL LITORAL DE LA ZONA.....	5
4.1. Crustáceos que se pueden encontrar en las costas del Golfo de Arauco.....	6
4.2. Peces que se pueden encontrar en las costas del Golfo de	12
5. CONSIDERACIONES FINALES	27
6. REFERENCIAS CITADAS	27

2. ANÁLISIS DE LAS MASAS DE AGUAS PRESENTES EN EL GOLFO DE ARAUCO

El área de análisis comprende al sector costero norte del Golfo de Arauco, entre los 36°58` y los 37°04` de latitud sur. El contacto con el océano se realiza a través de dos sectores, uno denominado “Boca Grande” ubicado en Punta Collinto por el norte (36°47`S) e Isla Santa María y el otro denominado “Boca Chica” delimitado en el sur por Punta Lavapié (37°09`S) y con la Isla Santa María, estos sectores presentan diferencias en la topografía, batimetría y niveles de influencia oceánica.

Dentro de los estudios realizados se señala que el mayor intercambio oceánico se realiza a través de la boca grande, dada su mayor extensión y profundidad. En cambio la boca chica es afectada con gran intensidad por los procesos de mareas y vientos, lo que mantiene una mezcla vertical hasta el fondo de la columna de agua lo que provoca una mayor oxigenación de este último sector.

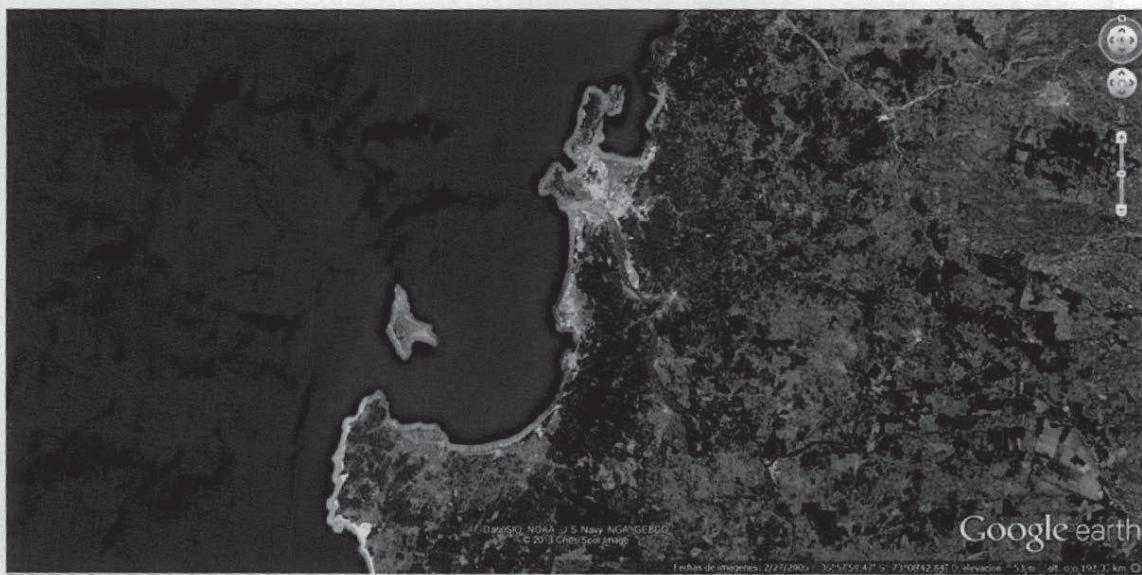
Las masas de aguas presentes e identificadas en la zona costera centro-sur de Chile son las Aguas Subantárticas (ASAA) en estrato superficial y las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), sobre la plataforma sobre la plataforma y parte superior del talud continental. En el período de primavera las aguas subecuatoriales penetran por la boca grande, posteriormente de cruzar el cañón submarino del Bío-Bío ingresando al interior del Golfo de Arauco trayendo como consecuencia un aumento de las salinidades y una disminución de la concentración de oxígeno disuelto en el fondo del Golfo de Arauco. Todo esto se traduce en el transporte de nutrientes provocado por los procesos de afloramiento, ya que ocurren principalmente entre los meses de septiembre a marzo de cada año, debido a los vientos sur que predominan en esos meses.

Un segundo aporte, aunque de menor envergadura, proviene de los ríos que desembocan en el golfo de Arauco. En verano se aprecia estabilidad en las masas de agua dentro del golfo y

REPORTE TÉCNICO
Diversidad de Organismos Marinos presentes en la Región de Bío Bío

presentando una salinidad relativamente constante, y los valores de oxígeno en promedio fluctúan entre los 0,25 y 6 ml/l. También la temperatura varía entre los 11° y 15°C.

Por otra parte, la marea no constituye un agente modulador importante de la intensidad dirección y sentidos de los flujos, donde el viento junto a la batimetría y morfología de la costa constituyen los principales agentes moduladores de las corrientes de marea (Redfield, 1978, Cerda 1993). Respecto al efecto de tales mareas que afectan este lugar los estudios realizados reportan que estas no producen un efecto modulador de la intensidad sentido y dirección de los patrones de circulación de las capas de aguas superficiales al interior de la Bahía.



3. CARACTERÍSTICAS DE LOS FONDOS MARINOS DE LA ZONA

El litoral costero de la Octava Región se extiende desde los 36° a 38°S, aproximadamente posee una línea de costa de 447 km. Esta región posee características particulares dadas por la existencia de un sistema de bahías, la presencia de una plataforma continental interrumpida por cañones submarinos, un activo sistema estacional de surgencia costera y un aporte significativo

proveniente de los ríos. La plataforma continental se extiende cerca de 30 millas hacia el oeste, presentando profundidades cercanas a los 160 metros, esta se encuentra interrumpida en el sector sur de las costas de la región por el cañón del Bío-Bío orientado hacia el oeste. El litoral de la región está conformado por planicies discontinuas de norte a sur, las que a partir de Arauco alcanzan su máximo desarrollo con un ancho de 60 metros.

El golfo de Arauco presenta en su "cabeza" profundidades de 25 metros, mientras que hacia el sector norte (boca), alcanzan los 50 metros. Poco más al norte las profundidades caen abruptamente por sobre los 100 metros hasta llegar a los 900 metros frente a la desembocadura del Bío-Bío (Alarcón 1970).

El relieve de la franja litoral se caracteriza por el fuerte contraste del macizo costero y el desarrollo de la extensa llanura que se extiende desde el borde de la Bahía hasta las cercanías de Coronel.

4. REGISTROS BIOLÓGICOS-AMBIENTALES DEL LITORAL DE LA ZONA

Los sectores comprendidos entre la Bahía de Coliumo y el Golfo de Arauco es difícil de caracterizar ecológicamente debido a la diversidad de ambientes presentes en el litoral centro-sur de Chile por descripción se mencionan los principales ambientes en este segmento de la costa como son las playas de arena en ambientes expuestos bahías protegidas y playas expuestas al oleaje. También factores físicos que otorgan aportes de agua dulce desde el continente hacia el mar y que modifican significativamente los patrones de distribución y abundancia de las comunidades intermareales y submareales someras (GSI 1997).

Estudios han descrito que la estructura y organización de ambientes costeros marinos poseen una baja diversidad y abundancia de organismos de la infauna de ambientes submareales bentónicos, pelágicos e intermareales.

El área costera frente a Concepción, como parte del sistema de corriente de Humboldt, se encuentra bajo la influencia de vientos anticiclónicos que inducen frecuentes e intensos eventos de surgencia costera particularmente al sector Golfo de Arauco (Arcos et al., 1987; Peterson et al., 1988; Sobarzo et al., 1993). Además, las aguas de la plataforma continental adyacente a la bahía de Concepción también son afectadas por estos eventos de surgencia, donde la recirculación aporta un rol importante en la productividad. También asociados a estos eventos se pueden encontrar frentes y remolinos (Djurfeldt 1989; Cáceres & Arcos 1991; Mesías et al., 2001) que pueden actuar como mecanismos de retención de organismos.

Es el caso de los crustáceos que son uno de los grupos dominantes del zooplancton marino especialmente sobre nuestra plataforma continental y en áreas de alta productividad, donde se caracterizan por su elevada abundancia y baja diversidad (Gibbson et al., 1999). Varias especies son indicadoras de masas de aguas y son fuente alimenticia importante para numerosos recursos marinos constituyendo un enlace entre la producción fitoplanctónica y los niveles superiores.

4.1. Crustáceos que se pueden encontrar en las costas del Golfo de Arauco

Algunos de los principales Crustáceos factibles de encontrar en las zona marina de la región según (Retamal 1977) son:

a. *Heterocarpus reedi*, Bahamonde 1967. "Gamba o camarón nailon"

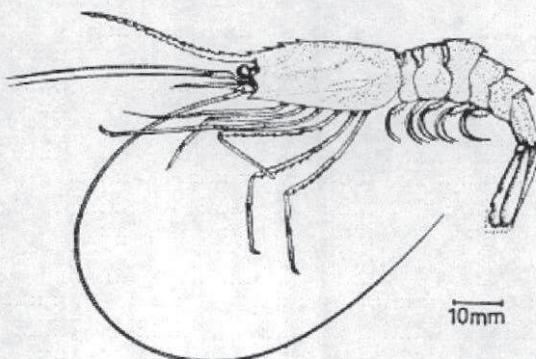


Figura.1

Distribución geográfica y batimétrica: Habita frente a la costa chilena entre Tal Tal y Puerto Saavedra bajo el límite de las aguas antárticas intermedias. Su rango varía entre los 155 a 425 m sobre fondos de arcilla roca sedimentaria, arena fangosa y fango. Arana et al. (1975), señala que se distribuye entre los 200 y 500 metros con notables concentraciones, en septiembre entre los 200 y 300 m junto a los ascensos del agua producidos por la surgencia.

Su longitud corporal varía entre los 25mm a 35mm. Su dieta alimentaria está compuesta por detritus, poliquetos (gusanos marinos), y otros crustáceos incluso se han comprobado canibalismo. Las artes de pesca se realizan con redes camaroneras.

Su ciclo de reproducción es casi todo el año excepto en los meses de verano.

b. *Rhynchocinetes typus*, H. Milne Edwards 1837 "Camarón de playa" o "Camarón de roca"

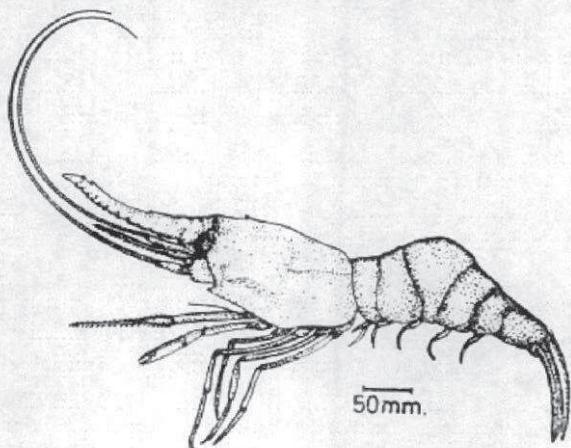


Figura.2

Distribución geográfica y batimetría: Esta especie es conocida en Chile y Perú, entre Lobos de Afuera y San Antonio, sin embargo en julio de 1974 se recolectaron ejemplares vivos en Lirquén, Bahía de Concepción y en 1976 se comprobó la existencia de esta especie en Bahía de San Vicente (Ramuntcho). Es una especie común en las pozas litorales, hasta 20 m. El registro batimétrico es hasta 20 m corresponde a colectas efectuadas durante una expedición realizada por Retamal.

La longitud de su cuerpo es de aproximadamente hasta los 20 mm en hembras y los machos hasta cercanos a los 30 mm. La época de desove al parecer se extiende durante todo el año con dos máximos uno en junio y otro en enero a mayo.

c. *Pleurocondes monodon*, (H. Milne Edwards 1837) "Langostino colorado o zanahoria"

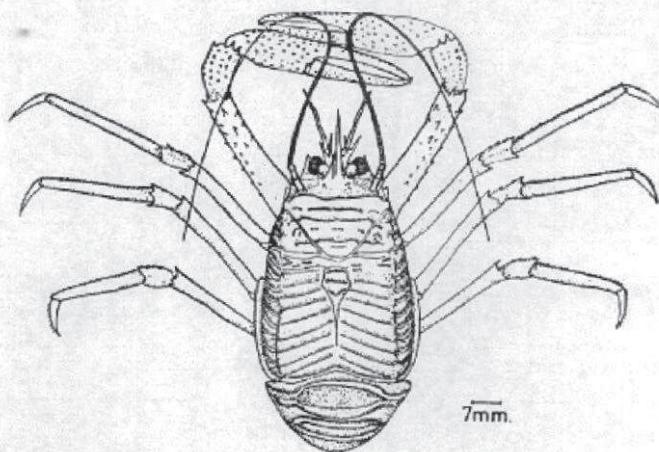


Figura.3

Distribución geográfica y batimetría: Se extiende desde la isla Lobos de Afuera Perú, a Ancud, Chile. Los registros batimétricos indican 29 m; Arana y Pizarro (1970) en cambio indican que se encuentra entre 200 y 400 m.

La longitud corporal va entre los 9 mm a los 15 mm aproximadamente.

d. *Cervimunida jhoni* (Porter 1903). "Langostino amarillo"

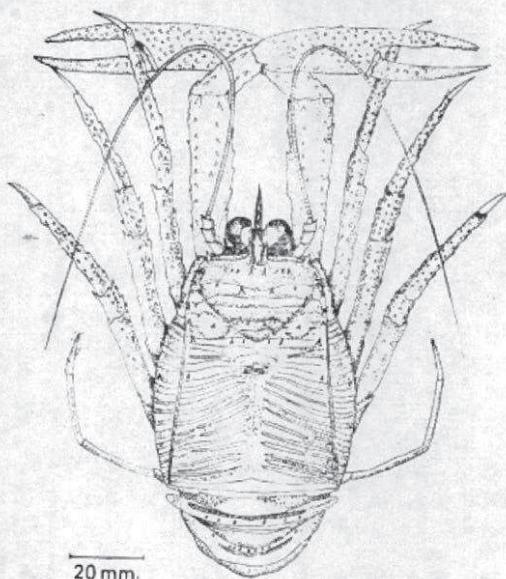


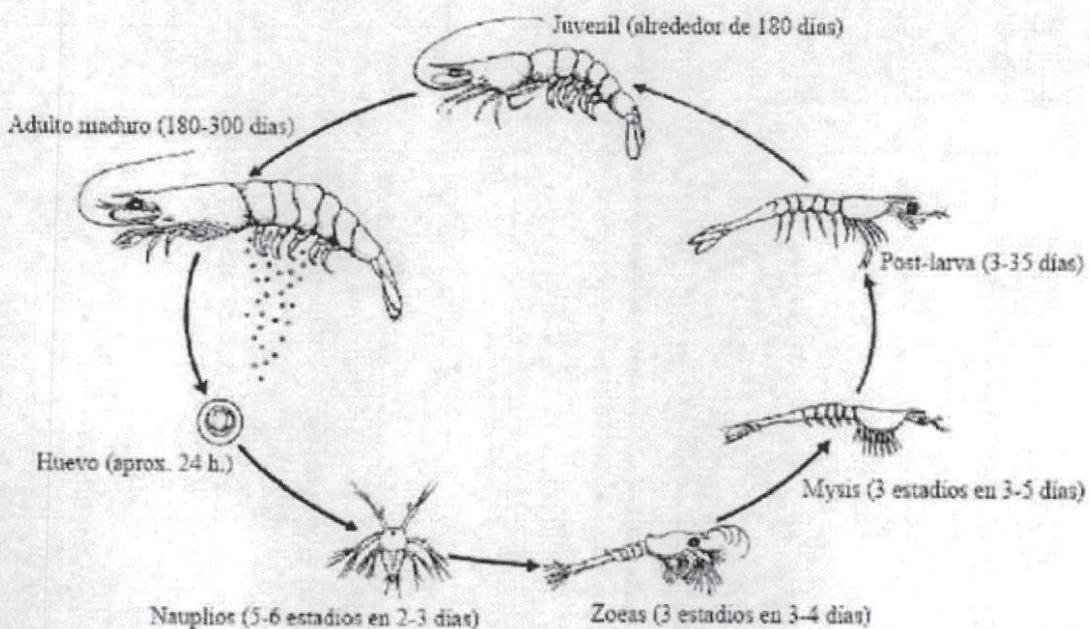
Figura.4

Distribución geográfica y batimetría: Esta especie se ha recolectado entre Coquimbo y Matanza, Chile a 162 m. Según Alegría et al (1963) la distribución batimétrica varía entre 160 a 250 m, sobre la plataforma continental. De Buen (1957) indica rangos que varían entre 110 a 130 m.

La longitud corporal de esta especie fluctúa entre los 31 a los 40 mm. Su desove comienza a principios de mayo hasta noviembre. Las artes de pesca se realizan con red de arrastre con portalones.

Los organismos señalados anteriormente comprenden a los que se encuentran en las costas de la plataforma continental chilena y que tienen interacción directa en las pesquerías nacionales como recurso de explotación.

Todos los crustáceos descritos anteriormente, tiene un ciclo de vida que consta de siete etapas, partiendo por huevo, Nauplios, Zoeas, Mysis, Post-Larva, Juvenil, y Adulto, tal como se muestra en la siguiente figura.



Ciclo de vida típico para el grupo de los langostinos (tomado de King, 1968).

4.1. Peces que se pueden encontrar en las costas del Golfo de Arauco

Subiendo en los niveles tróficos podemos observar todos los tipos peces de características cartilaginosas u óseos, presentes en el sistema de corrientes de Humboldt frente a Chile centro sur.

Se dividen principalmente en dos tipos en peces cartilaginosos y en óseos.

- Los peces cartilaginosos

- a. *Schroederichthys chilensis*, (Guichenot 1848) "Pinta roja" o "Dogfish"

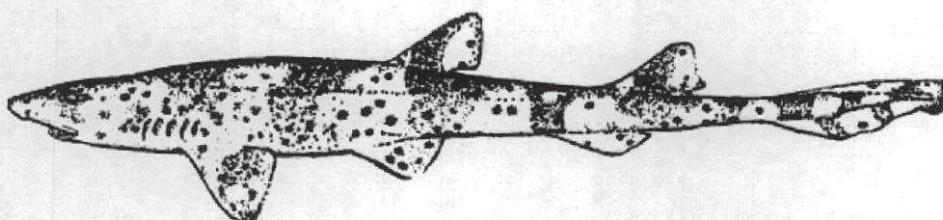


Figura.5

Distribución geográfica y batimetría: Se distribuye en Chile desde Arica hasta el extremo Austral. Habita principalmente lugares rocosos (submareal). En la estación de verano se encuentra en profundidades de 8 a 15 m y en invierno entre 15 a 100 m.

La longitud promedio fluctúa entre los 35 a 52 cm. Su alimentación es principalmente de crustáceos decápodos como camarones y jaibas pequeñas.

Por su poca importancia comercial su captura es indirecta y se extrae como fauna concurrente en diferentes pesquerías (pesca de arrastre y de espinel). Se utiliza solo para reducción.

REPORTE TÉCNICO
Diversidad de Organismos Marinos presentes en la Región de Bío Bío

b. *Mustelus mentus*, (Cope 1877). "Tollo" o "Silver shark"

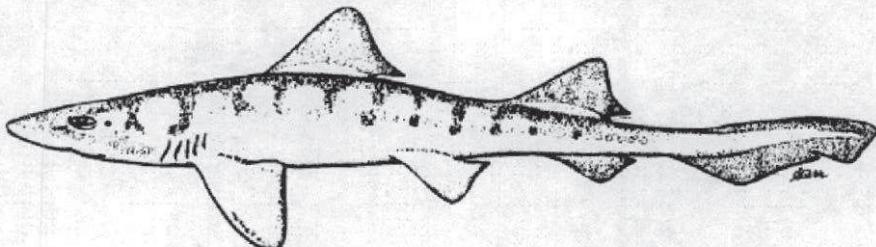


Figura.6

Distribución geográfica y batimetría: Habita principalmente en aguas poco profundas cercanas a la costa, a profundidades no superiores a los 100 m. Se distribuye desde el norte del Perú hasta Tierra del Fuego por el sur.

Su longitud promedio está entre los 50 a 70 cm y como máxima talla alcanza unos 150 cm. Su alimentación es a base de peces como anchovetas, sardinas, jureles y merluza de cola, además de cefalópodos y crustáceos.

Son capturados con redes de cerco, utilizadas en las capturas de especies pelágicas anchoveteras y jureleras, y con espineles destinados a las capturas de las merluzas a profundidades promedio de 100 m.

REPORTE TÉCNICO
Diversidad de Organismos Marinos presentes en la Región de Bío Bío

- c. *Squalus acanthias*, (Linnaeus, 1758). "Tollo de cachos, Tollo con espinas" o "Silver shark".

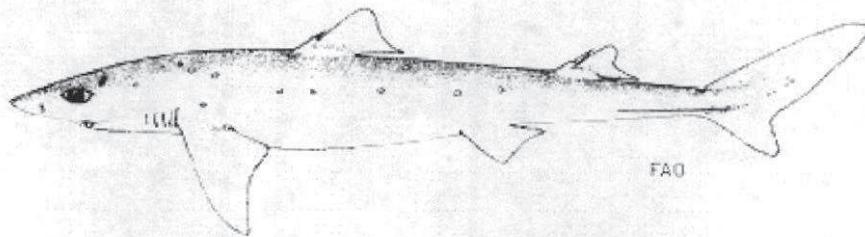


Figura.7

Distribución geográfica y batimetría: Habita principalmente en aguas cercanas a la costa e islas a profundidades que van desde la superficie hasta los 900 m de profundidad con temperaturas no inferiores a los 7°C. Se distribuye desde Valparaíso por el norte hasta Tierra del Fuego por el sur, incluyendo el Archipiélago de Juan Fernández.

Su longitud promedio fluctúa entre los 70 y 80 cm con una talla máxima de 190 cm. Su alimentación preferentemente es de peces pequeños del tamaño de anchovetas, sardinas, jureles y merluza de cola además de cefalópodos y crustáceos.

Son capturados con redes de cerco, utilizadas en las capturas de especies pelágicas como anchoveteras y jureleras y con espineles y redes de arrastre destinados a las capturas pelágicas a profundidad promedio de 200 m.

REPORTE TÉCNICO
Diversidad de Organismos Marinos presentes en la Región de Bío Bío

d. Discopyge tschudii , (Haekel 1945). "Torpedo, tembladera, raya eléctrica"

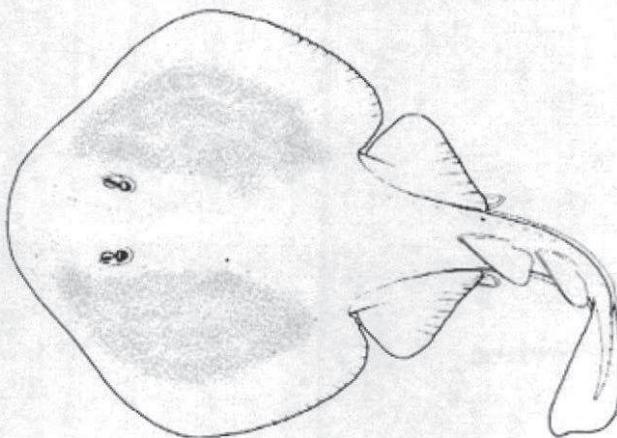


Figura.8

Distribución geográfica y batimetría: Habita aguas costeras de fondos arenosos a una profundidad no superior a los 50 m. Se distribuye desde el norte del Perú hasta el sur de Chiloé. Su longitud promedio fluctúa entre 30 a 35 cm y como máximo es de 40 cm. Se alimenta principalmente de peces como anchovetas, sardinas y mote, y de pequeños crustáceos como anfípodos y decápodos.

Son alimentados principalmente de peces como anchovetas, sardinas y mote, y de pequeños crustáceos como anfípodos y decápodos.

• Los peces óseos

e. *Engraulis ringens*, (Jenyns 1942). "Anchoveta"

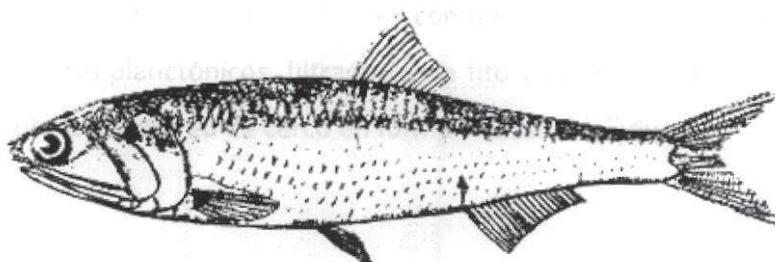


Figura.9

Distribución geográfica y batimetría: Peces pelágicos que habitan en la superficie del mar, formando cardúmenes, los que durante el día se mantiene a unos 50 m de profundidad y durante la noche suben a la superficie. Se distribuyen entre el Sur de Ecuador y la zona de Aysén.

Su longitud corporal es común entre 10 y 16 cm, como máximo 20 cm. Consume fitoplancton (diatomeas) y zooplancton (larvas de copépodos y crustáceos decápodos).

Su método de captura se realiza con red de cerco en la pesca industrial y ocasionalmente en la artesanal.

f. *Sardinops sagax*, (Jenyns 1942). "Sardina española o sardina del norte"

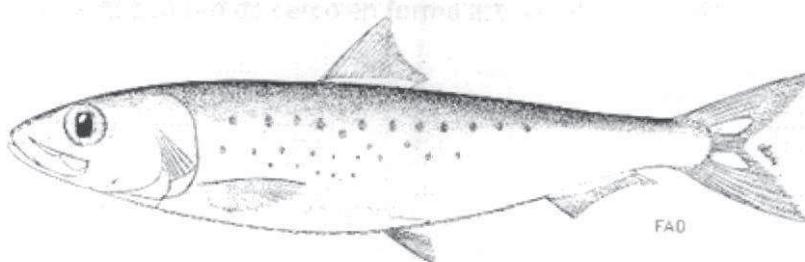


Figura.10

profundidades de 70 a 250 m; en primavera de agosto a noviembre es más común entre Valparaíso y los Vilos en profundidades de 80 a 120 m; entre noviembre y enero realiza migraciones hacia el sur bordeando la costa. La mayor disponibilidad del recurso se presenta en los períodos de enero y abril, y entre agosto y noviembre. Habita en las proximidades de la plataforma continental, durante el día muy próxima al fondo y sube a media agua en la noche.

Su longitud corporal en buenos tiempos está entre los 30 a 50 cm y como máxima talla fue de 100 cm. Crustáceos, moluscos y peces. Entre los crustáceos, langostinos, camarones, estomatópodos o pateadores; entre los moluscos, pequeños caracoles; entre los peces, anchovetas, sardinas y mote. Su captura es con red de cerco en forma artesanal e industria. Las industrias realizan las capturas con red de arrastre y los pescadores artesanales lo hacen con espinal y línea de mano.

j. *Macruronus magellanicus*, (Lönnberg 1907). "Merluza de cola, cola de huasca"

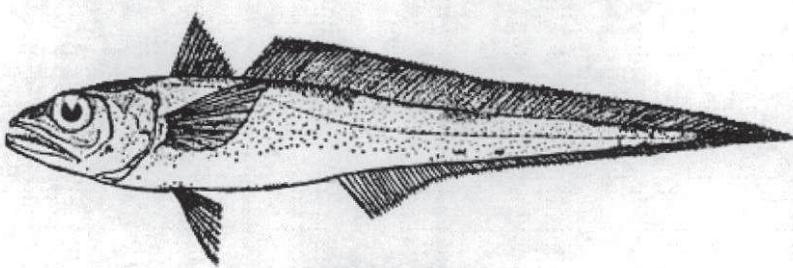


Figura.14

Distribución geográfica y batimetría: De Valparaíso al Estrecho de Magallanes en profundidades de 200 a 300 m, ocupando los juveniles aguas costeras. Excepcionalmente se encuentra en Valparaíso, en profundidades de 400 o más metros.

Su longitud corporal está es aproximadamente hasta los 60 cm y como máxima talla fue de 100 cm. Se alimenta principalmente de crustáceos y teleósteos.

Las industrias realizan las capturas con red de arrastre y los pescadores artesanales con espinel.

k. *Caelorinchus fasciatus*, (Günther 1878). "Pejerratas, granderos"

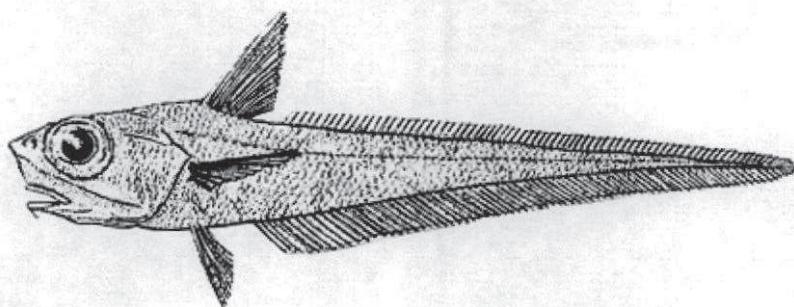


Figura.15

Distribución geográfica y batimetría: Especie demersal que se encuentra a profundidades de 70-400 m. Se distribuye desde Arica por el norte hasta el extremo sur austral de Chile, registrándose su presencia en aguas de la costa Argentina.

Su longitud corporal común está entre los 25 a 30 cm, hasta los 40 cm como talla máxima. Se alimenta preferentemente de crustáceos como Eufáusidos, camarones, peces de pequeño tamaño como mictófidos ycefalópodos como jibias pequeñas y potas.

Se capturan con redes de arrastre como fauna concurrente de la merluza y del congrio dorado. Los ejemplares juveniles aparecen como fauna concurrente de las pesquerías demersales de crustáceos.

REPORTE TÉCNICO
Diversidad de Organismos Marinos presentes en la Región de Bío Bío

I. *Caelorinchus fasciatus*, (Günther 1878). "Pejerratas, granderos"

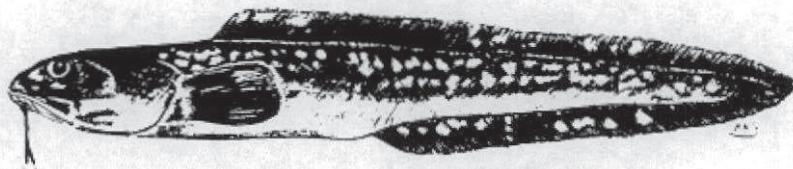


Figura.16

Distribución geográfica y batimetría: De Arica al Extremo Austral. Habita en la plataforma continental, próxima al litoral a una profundidad de 20 a 80 m viviendo en cuevas entre rocas.

Su longitud corporal común está entre los 40 a 100 cm, hasta los 140 cm como talla máxima.

Consumo una variedad de especies: langostinos, jaibas del tipo Cancer, peces diversos (doncellas, borrachos, anchovetas, sardinas), cefalópodos y moluscos bivalvos.

m. *Mugil cephalus*, (Linnaeus 1758). "Lisa, cachamba"

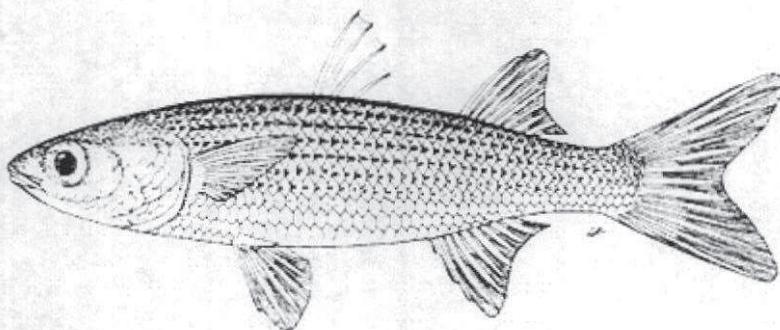


Figura.17

Distribución geográfica y batimetría: Especie cosmopolita. En Chile se distribuye desde Arica a Chiloé. Habita en fondo arenoso y fangoso, a baja profundidad. Presenta migraciones, remontando los ríos y retirándose hacia el mar a una distancia variable del litoral para desovar.

Su longitud corporal común está entre los 27 a 35 cm, hasta los 50 cm como talla máxima.

Consumo pequeños crustáceos o algas que flotan en la superficie.

n. *Leptonotus blainvillianus*, (Eydoux & Gervais 1837). "Pez aguja, Agujilla, aguja de mar"

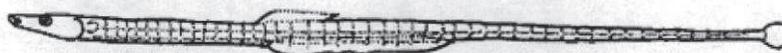


Figura.18

Distribución geográfica y batimetría: Peces pelágicos neríticos cuyo hábitat se encuentra asociada a la presencia de praderas de macroalgas a una profundidad no superior a los 10-15 m. Presenta una amplia distribución que va desde el sur del Perú hasta Tierra del Fuego, prefiriendo aguas más bien frías de carácter subantártico cercana a la costa.

Su longitud corporal común está entre los 2 a 25 cm, hasta los 40 cm como talla máxima.

Se alimenta de pequeños crustáceos como eufáusidos, mysidáceos y anfípodos.

Se capturan en forma manual en pozas litorales asociados a manchones de macroalgas como Gracilaria, Macrocystis, Durvillaea, etc.

o. *Aploactylus punctatus*, (Valenciennes 1831). "Jerguilla, Pintadilla"

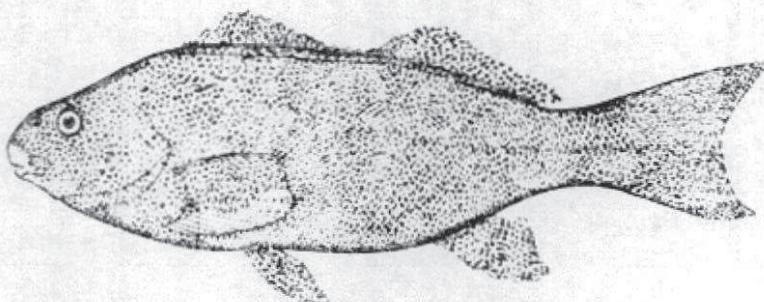


Figura.19

Distribución geográfica y batimetría: Peces pelágicos que habitan la zona intermareal rocosa ocupando preferentemente hábitats asociados a manchones de algas pardas y verdes. Su distribución batimétrica alcanza el límite impuesto por la presencia del último cordón de algas pardas (hasta aproximadamente los 20 metros). Se distribuyen entre Sur de Ecuador y la Isla de Chiloé.

Su longitud corporal común está entre los 25 a 30 cm, hasta los 45 cm como talla máxima.

Especie que se caracteriza por presentar una dieta casi exclusivamente compuesta de algas, existiendo antecedentes que indican un cambio ontogenético en la dieta desde una omnivoría hasta una herbivoría en su estado adulto. Sus principales ítemes alimentarios son *Ulva* sp., *Iridaea* sp., *Lessonia* sp., *Enteromorpha* sp., etc. Se capturan en forma manual en pozas litorales asociados a manchones de macroalgas como *Gracillaria*, *Macrocystis*, *Durvillaea*, etc.

Las capturas se realizan principalmente por medio de buceo con arpones y con chinguillos en las pozas intermareales y muy ocasionalmente con redes agalladeras puestas en las zonas litorales.

p. *Helicolenus lengerichi*, (Norman 1937). "Chancharro"

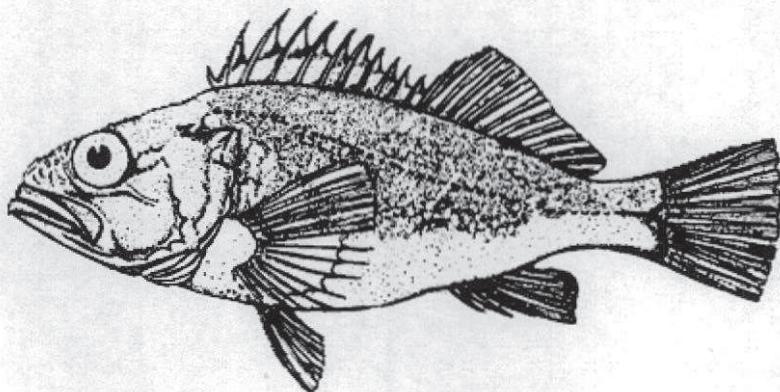


Figura.20

Distribución geográfica y batimetría: Habita en el litoral a una profundidad de 50 a 250 m. Se encuentra entre Valparaíso y Valdivia y las islas Juan Fernández.

Su longitud corporal común está cercana a los 35 cm y hasta los 40 cm como talla máxima.

Consumo peces, camarones, isópodos, anfípodos y estomatópodos.

Se captura a escala industrial con red de arrastre. Ocasionalmente se captura con línea de mano.

REPORTE TÉCNICO
Diversidad de Organismos Marinos presentes en la Región de Bío Bío

q. *Sebastes capensis*, (Gmelin 1788). "Cabrilla, chancharro"

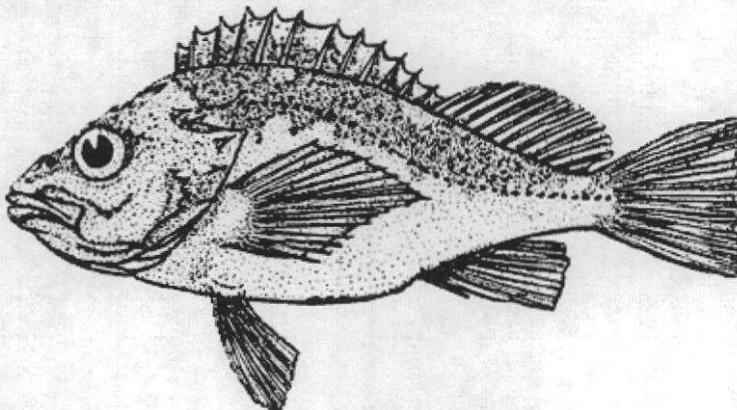


Figura.21

Distribución geográfica y batimetría: Habita en litoral entre rocas a una profundidad de 5 a 30 m. Se encuentra a lo largo de toda la costa entre Arica y el extremo Austral. También se encuentra en el Perú.

Su longitud corporal común está cercana a los 26 cm y hasta los 37 cm como talla máxima. Consume jaibas, camarones, pulgas de mar y peces pequeños.

Se captura a escala artesanal con línea de mano y con red trasmallo a lo largo de todo el litoral.

r. *Normanichthys crockeri*, (Clark, 1973). Bacaladillo o Mote

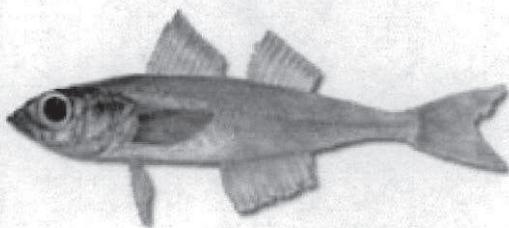


Figura.22

Distribución geográfica y batimetría: Corresponden a un pez pelágico de pequeño tamaño que de acuerdo a lo que actualmente se conoce, habita en aguas próximas a la costa, desde la superficie del mar hasta los 70 metros de profundidad.

En Chile centro-sur (V a X regiones), estas especies forman parte de la fauna íctica pelágica de zonas costeras (e.g. bahías y golfos) (**Norman 1938; Vegas & Pequeño 1993**), compartiendo hábitat con otros peces tales como pampanito (*Stromateus stellatus*), pejerrey de mar (*Odontesthes regia*), sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*).

5. CONSIDERACIONES FINALES

De los antecedentes presentados en el presente documento, se puede inferir que si bien muchas especies, alcanzan tamaños superior a los 20 centímetros y más, durante su fase de adulto, especialmente en los peces, alguna de ellas, por sus hábitos alimenticios, o ciclos de vida, y especialmente en etapas de juveniles, habitan zonas someras, es decir próximas al borde costero, donde están propensas a verse afectadas por factores ambientales o antrópicos.

Lo anterior, es válido también para las especies de crustáceos descritas en el presente documento.

6. REFERENCIAS CITADAS

Alegría V, Aviles S y Bahamonde, 1963. Observaciones preliminares sobre la madurez sexual del Langostino (*Cervimunida johni* Porter, 1903) (Crustácea, Decapoda, Anomura). Inv. Zool. Chil., Vol. IX: 133-159.

Arana, P. y L. Noziglia, 1975. Aspectos biológicos y pesqueros del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) en la costa central de Chile. Simposio sobre Ciencias Pesqueras, Ensenada, México. (En prensa).

Arcos D, Núñez S, Castro L & Navarro N (1987) Variabilidad vertical de clorofila *a* en un área de surgencia frente a Chile central. Invest. Pesq., Chile, 34: 47-5

Bahamonde, N. y M.T. López, 1967. Notas sobre el camarón de mar (*Rhynchocinetes typtis*, Milne Edv/ards, 1837) (Crustácea, Decapoda, Rhynchocinetidae). Bol. Mus. Nac. Chile. Tomo XXIX. N° 8:121-127.

De Buen, F., 1957. Algunos datos para el conocimiento de la Biología del Langostín o Langostino (*Cervimunida johni*). Inv. Zool. Chil. Vol. IV: 57-128.

Djurfeldt, L. 1989. Circulation and mixing in a coastal upwelling embayment; Gulf of Arauco, Chile. J. Cont. Shelf Res., 9(11): 1003-1016.

Gibbons, M.J., V. Spiridonov & G. Tarling. 1999. Euphausiacea. En: D. Boltovskoy (ed.). South Atlantic Zooplankton. Backhyus Publishers, Leiden, pp. 1241-1279.

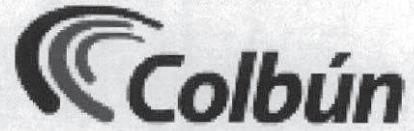
REPORTE TÉCNICO
Diversidad de Organismos Marinos presentes en la Región de Bío Bío

Milne Edwards, A., 1891. Crustacés. Mission Scientifique du Cap Horn 1882-1883. Tome V. Zoologie II. Partie: Fi - F54.

Peterson, W., D. Arcos, G. McManus, H. Dam, D. Bellantoni, T. Johnson & P. Tisellius. 1988. The nearshore zone during coastal upwelling: daily variability and coupling between primary and secondary production off Central Chile. Progr. Oceanogr., 20: 1-40.

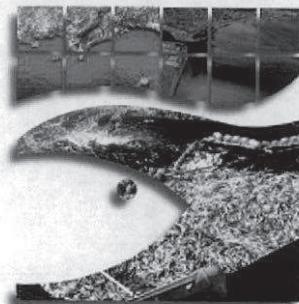
Sobarzo, M., E. Sansore, A. De Maio, D. Arcos, M. Salamanca & J. Henríquez. 1993. Variabilidad espacio-temporal de la estructura hidrográfica de las aguas del Golfo de Arauco. En: F. Faranda & O. Parra. Oceanografía física del golfo de Arauco. Universidad de Concepción. Serie Monográficas Científicas, 4: 60 pp.

<http://www2.udc.cl/~coyazun/catalogo/Catalogo1.htm>



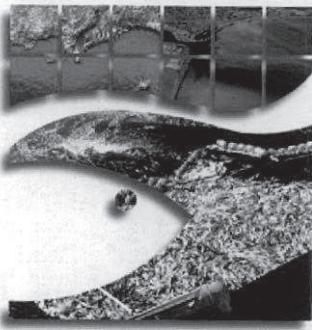
REPORTE TÉCNICO

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS SOBRE EL LANGOSTINO COLORADO (*Pleuroncodes monodon*)



Departamento de Estudios Ambientales
Instituto de Investigación Pesquera

Talcahuano, 16 de Abril de 2013

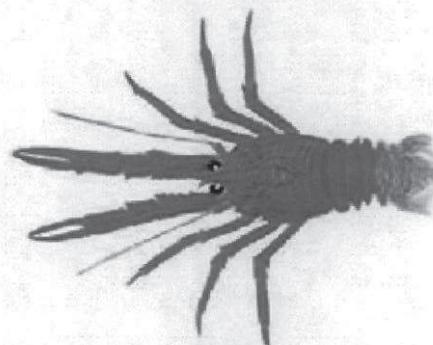


PROFESIONALES PARTICIPANTES

Coordinador General :	Sr. Luis Furet Cárcamo Biólogo Marino Magíster Gestión Ambiental.
Investigadores :	Sr. Fabián Troncoso Biólogo Marino.
	Sr. Rodrigo Figueroa Biólogo Marino
	Sr. Sergio Núñez Biólogo Marino Magíster en Oceanografía
	Sr. Samuel Soto Biólogo Pesquero Magíster en Pesquerías

REPORTE TÉCNICO

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS SOBRE EL LANGOSTINO COLORADO (*Pleuroncodes monodon*)



Langostino Colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837)

Talcahuano, 16 de Abril de 2013

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*)

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
1.- PRESENTACIÓN	2
2. FICHA TAXONÓMICA	3
3. ANTECEDENTES BIOLÓGICOS.....	3
3.1. Hábitos reproductivo	6
3.2. Estados de desarrollo embrionario	10
3.3. Estados de desarrollo larval	11
3.4. Dinámica larval	12
3.5. Características ambientales del hábitat	15
4. ANTECEDENTES PESQUEROS	18
5. REFERENCIAS CITADAS	24

1. PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO

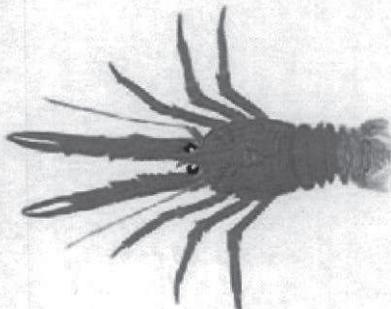
Las ultimas informaciones de prensa locales han indicado varamientos de diversas especies marinas, involucrando principalmente a los crustáceos (TVN 2013, Radio Agua Marina Tomé 2013, Diario El Mundo 2013, La Tercera 2013, Diario La República 2013).

En Bahía Coliumo y Bahía de Coronel se evidenció este particular fenómeno a principios de Febrero del 2013, produciéndose una importante varazón de langostinos juveniles. Este suceso tiene una relevancia biológica-económica importante, en especial en la Bahía de Coronel, donde existen múltiples usos, en especial los relacionados con aguas de enfriamiento de importantes centrales termoeléctricas como Colbún y Endesa Chile.

Ante la presencia de langostinos en la bocatoma del sistema de enfriamiento de la central Santa María de la empresa Colbún, se solicitó al Instituto de Investigación Pesquera (INPESCA) realizar una recopilación bibliográfica en el estado del arte, que permitiera determinar los diferentes aspectos que influyen a lo largo de la ontogenia del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*).

En consecuencia, el presente documento detalla tanto aspectos biológicos como pesqueros del recurso langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en el área de distribución frente a las costas de Chile central.

2. FICHA TAXONÓMICA



Phylum: Arthropoda	InfraOrden: Anomura
Subphylum: Crustacea	SuperFamilia: Galatheoidea
Clase: Malacostraca	Familia: Municidae
Superorden: Eucarida	Género: <i>Pleuroncodes</i>
Orden: Decapoda	Especie: <i>P. monodon</i>

Nombre común: Langostino colorado

Nombre internacional: prawn

3. ANTECEDENTES BIOLÓGICOS

En las costas chilenas, se registran la presencia de diecisésis especies de crustáceos, pertenecientes a la superfamilia Galatheoidea (Retamal 1981). Frente a la zona costera de Concepción coexisten: *Galathea lenzi* "Langostino de Juan Fernández"; *Pleuroncodes monodon* "Langostino colorado" y *Cervimunida jhoni* "Langostino amarillo".

Debido a la abundancia de esta fuente de recursos bento-demersales, solo las especies de *Pleuroncodes monodon* (langostino colorado) y *Cervimunida jhoni* (langostino amarillo) han sido explotados con fines comerciales (Palma 1994).

Para el manejo adecuado de los recursos pesqueros, es necesario contar tanto con información de la biología básica de las especies, como con datos biológico-pesqueros, económicos, sociales, y de la interacción de los recursos pesqueros con la variabilidad del ambiente donde habitan. En este contexto, en Chile se han realizado investigaciones para conocer anualmente la biomasa del recurso entre la II y VIII Regiones (Canales *et al.* 2002, Bahamonde *et al.* 2002, 2003, 2004, Acuña *et al.* 2005, 2006, 2007, 2009, 2012), así como también se ha estudiado aspectos de la biología de este recurso a través de la ejecución de

investigaciones sobre: a) la determinación de zonas y épocas de reclutamiento (Gallardo *et al.* 1994, Roa *et al.* 1995, Acuña *et al.*, 2007), b) distribución espacial del recurso (Bahamonde *et al.* 1986, Palma & Arana 1990, Roa *et al.* 2000), c) crecimiento, dinámica y estructura poblacional (Roa 1993, Roa & Bahamonde 1993, Roa & Tapia 2002, Quiroz *et al.* 2006), d) dinámica reproductiva incluyendo experiencias en el laboratorio (Palma & Arana 1997, Acuña *et al.*, 2008), y e) su dinámica larval (Palma 1994, Yanicelli 2005, Yanicelli *et al.* 2006, Yanicelli *et al.* 2012, Yanicelli & Castro 2013).

Las pesquerías de crustáceos han enfocado sus planes de protección en dos medidas principales, a saber: (i) estableciendo una talla mínima de extracción de machos, y la vigilancia de hembras con la finalidad de proteger la producción de huevos y el reclutamiento, o (ii) regulando el esfuerzo de pesca a través de cuotas de captura y vedas biológicas, como es el caso del langostino colorado (Acuña *et al.*, 2004, 2005, 2007). No obstante, para establecer este tipo de medidas de protección se hace necesario incrementar el conocimiento de la biología básica del recurso, y en especial la biología reproductiva.

Los registros de distribución del langostino colorado establecen su extensión desde de la Isla Lobos de Afuera, Perú hasta Ancud, Chile (Haig 1955, Retamal 1981, Palma 1994). El área principal de la pesquería comprende entre Coquimbo (30°S) y Talcahuano (37°S). La Figura 1 muestra la distribución espacial de la población bentónica de *Pleuroncodes monodon* determinada a través de los cruceros de evaluación históricos en la unidad centro-sur de la pesquería (Yannicelli *et al.* 2012).

El ciclo de vida del langostino colorado se caracteriza por la presencia de larvas pelágicas planctotróficas (Fagetti & Campodónico 1971, Palma 1994, Cañete 1994, Cañete *et al.* 1996), reconociéndose cinco estadios morfológicamente distintos, los que pueden desarrollarse entre aproximadamente uno y tres meses (Palma & Arana 1997, Yannicelli 2005), no obstante se reconoce al igual que en otras especies de galateidos, un desarrollo con cierta plasticidad donde no es fijo el número de mudas hasta la etapa de megalopa (Palma 1994). Estudios genéticos sugieren que *Pleuroncodes monodon* conforma una sola unidad genética a lo largo de todo el rango de su distribución (Haye *et al.* 2010, *fide* Yanicelli *et al.* 2012).

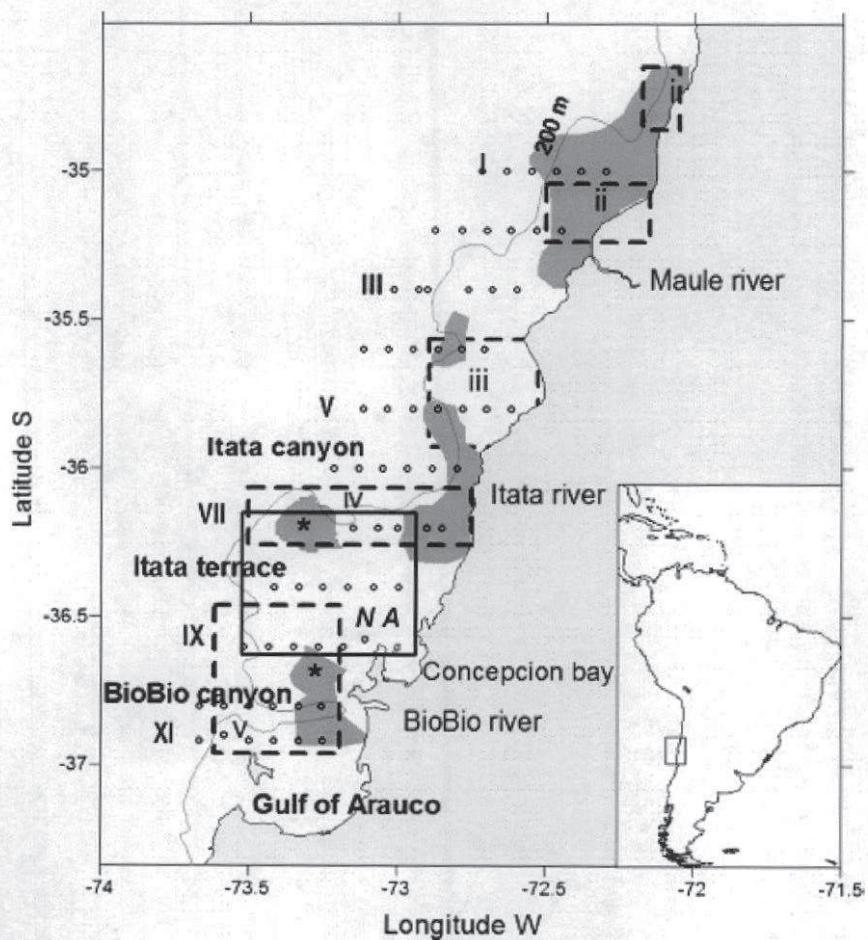
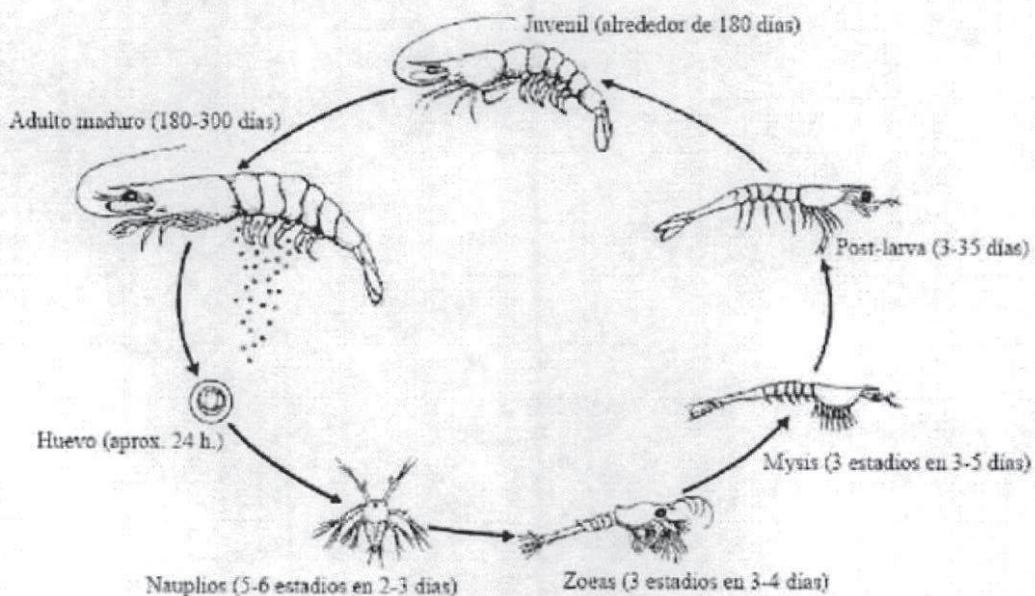


Figura 1. Distribución espacial de las agregaciones bentónicas de *Pleuroncodes monodon*, sintetizando la información histórica proveniente de los crucero recurso (área sombreada) realizados en la región centro-sur de la pesquería, y áreas simuladas de reclutamiento (rectángulos). Tomado de Yannicelli *et al.* (2012).

El langostino colorado presenta ocho estados larvales, luego de siete mudas aun cuando al no existir grandes cambios morfológicos en las tres mudas posteriores al estado IV las larvas pueden ser clasificadas en cinco diferentes estados con tres etapas en el estadio larval IV (Fagetti & Campodónico 1971; Bustos *et al.* 1982; Palma 1994). Al alcanzar el estado de postlarva, comienza su desplazamiento hacia la zona bentónica donde ocurre el reclutamiento (Palma 1994).



Ciclo de vida típico para el grupo de los langostinos (tomado de King, 1968).

En las tramas tróficas *Pleuroncodes monodon* se establece como un eslabón esencial en la alimentación de diversos peces bentónicos y demersales de importancia económica tales como, merluza común (*Merluccius gayi*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*), congrio negro (*Genypterus maculatus*), y lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*); junto a otras especies de su fauna circundante como es el caso de peje rata (*Coelorhynchus aconquagua*), tiburón (*Centroscyllium grunlosum*), y rayas (*Raja chilensis* y *Bathyraja sp*). (Henríquez & Bahamonde 1964, Bahamonde & Zabala 1981, Arancibia & Meléndez 1987, Arancibia & Fuentealba 1993, Palma 1994, Neira & Arancibia 2004, Neira et al. 2004, Cubillos et al. 2007).

3.1. Hábitos reproductivos

Los reportes científicos sobre aspectos reproductivos del langostino colorado en las costas de Chile, en especial en la región de Concepción, han establecido que la reproducción de esta especie ocurre una vez al año, con mayor incidencia de hembras ovígeras entre los meses de Mayo y Octubre (Palma & Arana 1990, 1997), detectándose larvas en el plancton

entre Junio y Diciembre, con abundancias máximas en Noviembre (Palma 1994, Cañete 1994).

Asimismo, la literatura indica que: a) la talla en que el 50% de las hembras alcanza la madurez sexual se establece en 25,6 mm LC, b) el potencial reproductivo fluctúa entre 1.808 y 33.966 huevos (para especímenes entre 22,0 y 43,9 mm LC) (Palma 1994, Palma & Arana 1997), c) el diámetro de los huevos varía entre 0,47 y 0,78 mm, apreciándose un incremento de tamaño en función del avance del desarrollo embrionario que tiene una duración entre 90 y 120 días, y d) la eclosión de los huevos se produce entre los meses de Junio y Octubre (Palma & Arana 1997). La duración de la fase larval propiamente tal se ha establecido entre 2-3 meses (Fagetti & Campodónico 1971, Palma 1994).

Además de lo anterior, se ha sostenido que el conocimiento del periodo de reproducción y del mecanismo de apareamiento es de relevancia para un manejo eficiente de crustáceos. En este contexto, ha sido demostrado que bajas abundancias de uno o de ambos sexos en decápodos braquiuros, puede provocar una disminución en el potencial reproductivo de los individuos y de la población (Hines *et al.* 2003, Gosselin *et al.* 2003 *fide* Acuña *et al.* 2007). En especies que generan agregaciones grandes (como los camarones o langostinos), son menos conocidos los efectos de abundancias bajas sobre el potencial reproductivo, no obstante se sugiere una base de explicación similar atendiendo a la baja tasa de recuperación de pesquerías de varias especies de camarones y langostinos.

Los antecedentes sobre la conducta reproductiva del langostino colorado (*P. monodon*), ha estado principalmente basada en el análisis de la proporción de hembras ovígeras y en lo relacionado a los estadios de desarrollo (Palma & Arana, 1997, Acuña *et al.*, 2005). Para esta especie, los seguimientos reproductivos realizados entre los años 1997 y 2002 muestran sobre un 80% de presencia de hembras ovígeras en invierno y primavera (Acuña *et al.* 2007), lo que ha sugerido que durante el periodo de máximo reproductivo cada hembra produce una camada al año, como había sido reseñado con anterioridad por Palma & Arana (1997). No obstante lo anterior, se ha reportado asimismo la presencia de hembras con embriones durante Junio a Octubre (tanto de estadios tempranos como tardíos), lo que sugiere que no todas las hembras se aparean al mismo tiempo (Acuña *et al.* 2007). Esta aparente dispersión

en el tiempo y la presencia de hembras ovígeras muy pequeñas sugieren que la probabilidad de encuentro entre los sexos sea afectada por la abundancia del recurso, posibilitando que hembras que no encuentren machos retarden el apareamiento hasta una próxima muda reproductiva, y también de que machos se aparen con hembras muy pequeñas (porque no se encuentran con hembras grandes). Acuña *et al.* (2007) sostienen la importancia de adquirir conocimiento sobre la conducta reproductiva y el sistema de apareamiento del langostino colorado, para evaluar el impacto de la abundancia sobre la dispersión temporal de los apareamientos, y si las bajas abundancias poblacionales posibilitan que tanto machos como hembras pequeñas (las que normalmente no pueden competir con los individuos grandes) se puedan reproducir en forma exitosa.

Por otra parte, y en el contexto del comportamiento reproductivo de esta especie, Quiroz *et al.* (2006) reportan una disminución de individuos maduros y un incremento de inmaduros a medida que aumenta la profundidad, conjeturando que la estructura espacial del langostino colorado está condicionada a eventos reproductivos que ocurrirían en aguas someras. Estos autores observan la presencia de individuos maduros en aguas someras principalmente en el período estival, con un leve gradiente desde aguas profundas a aguas someras a medida que transcurren los meses de verano, indicando además la escasa presencia de individuos inmaduros en aguas someras durante la mayor parte del año, postulando que la persistencia de individuos maduros en aguas someras durante inicios y fines de año para eventos reproductivos posiblemente condiciona la estructura espacial de *P. monodon* durante estos meses.

Bustos *et al.* (1982), Palma & Arana (1990) han informado variaciones en el rango de distribución batimétrica del langostino en función de su comportamiento reproductivo. Es así como, en el mes de otoño cuando se inicia el período de portación de huevos, las hembras se encuentran a mayor profundidad (200 a 350 m) en cambio a fines de invierno, período en que se registra el mayor porcentaje de hembras ovígeras, los especímenes migran hacia aguas más someras (70 – 120 m).

Por otra parte, se ha establecido en la literatura científica que diferentes hábitos de vida de las especies podría explicar la conducta de cópula, destacando por ejemplo las conductas de

agregación, formas de alimentación, y desplazamientos estacionales, todo lo cual puede afectar la estrategia de apareamiento. En este contexto, se ha demostrado que el comportamiento gregario (agregaciones sexuales) puede aumentar la probabilidad de encuentro entre los sexos, más aún cuando estas agregaciones son conformadas por proporciones sexuales distintas. Para el caso del langostino colorado, Acuña *et al.* (2008) han sugerido que diferencias en los hábitos gregarios (con dominio de algún sexo) pueden relacionarse con la receptividad de las hembras, lo que cobra relevancia para el análisis de la actividad extractiva y su impacto sobre un rango de tamaño (o sexo) específico de la población, que pueda limitar el éxito reproductivo de la especie, reflejándose en una disminución de las especies explotadas (Acuña *et al.* 2012). Por otra parte, se ha establecido que diferentes hábitos alimentarios pueden determinar variaciones en la conducta de apareamiento en especies como el langostino colorado, ya que una especie que se alimente de detritus será menos activa respecto de una especie que se alimente de carroña (que tiene que buscar su alimento). Así, en una especie carroñera la formación de una pareja de precópula puede significar altos costos alimenticios. El supuesto de distintos hábitos de alimentación podría explicar las diferencias entre ambas especies de langostinos (*C. johni* y *P. monodon*) en los tiempos desde una camada a otra reportadas por Acuña *et al.* (2008). Por último, otro factor a considerar es la variación estacional de los hábitos de vida de las especies, como cambio en conductas de agregación o alimentación, que puede influir en el movimiento de las especies y en consecuencia en las tasas de encuentros hembra-macho. Acuña *et al.* (2008) han sostenido como esperable que en el ciclo anual se observe un cambio en la conducta de *P. monodon* especialmente en la época reproductiva y de crecimiento (mudas).

3.2. Estados de desarrollo embrionario

Palma & Arana (1997) desarrollaron una escala de cuatro estados de desarrollo embrionario del langostino colorado, basados en el análisis de 5.641 hembras ovígeras capturadas en las distintas zonas de pesca. El detalle de esta escala de reconocimiento de los distintos estados de desarrollo del embrión es la siguiente:

Estado 1. Huevos de color naranja pálido, totalmente inmaduro. El vitelo se encuentra distribuido homogéneamente y no presenta estructuras ni células diferenciadas (Figura 2a). El huevo tiene un diámetro medio de $0,545 \pm 0,043$ mm.

Estado 2. Huevos de color naranja brillante. El vitelo es oscuro y de apariencia granulosa, y ocupa la mayor parte del volumen interior del huevo. En este estado se inicia la diferenciación celular y se visualiza el primordio embrionario (Figura 2b). El diámetro medio es de $0,590 \pm 0,042$ mm.

Estado 3. Huevos de color naranja oscuro y opaco. Se observa el inicio del desarrollo del embrión; aparece el esbozo de los globos oculares que son alargados y en su extremo distal, presentan una línea curva oscura que corresponde al inicio de la pigmentación ocular (Figura 2c). El diámetro medio es de $0,620 \pm 0,039$ mm.

Estado 4. Huevos de color café oscuro. El embrión está totalmente formado; los globos oculares son grandes y ligeramente alargados, de intensa pigmentación negra. Se observan algunos cromatóforos rojizos en la región dorsal del abdomen (Figura 2d). El diámetro medio es de $0,687 \pm 0,066$ mm.

La Figura 2 muestra diferentes estados de desarrollo embrionario para langostino colorado (Palma & Arana 1997).

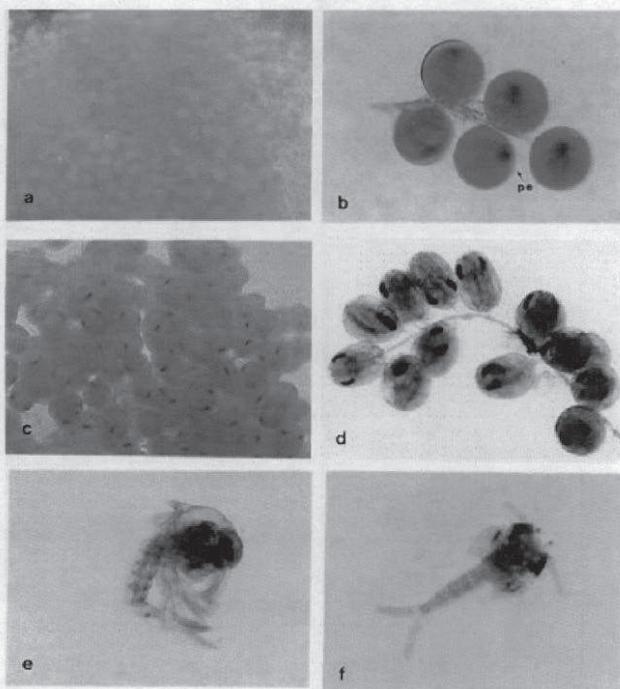


Figura 2. Estados de desarrollo embrionario y larvas de langostino colorado. a) Estado 1: huevos inmaduros; b) Estado 2: vitelo granuloso, pe: primordio embrionario; c) Estado 3: embriones con pigmentación negra oblicua en los ojos; d) Estado 4: embriones con ojos ovalados totalmente pigmentados; e) Larva recién eclosionada, mostrando la curvatura propia inicial; f) Larva extendida, minutos después de la eclosión. Extraído de Palma (1994).

3.3. Estados de desarrollo larval

El ciclo vital de esta especie comprende diferentes fases larvarias de distribución planctónica y fases juveniles y adultas, que habitan los fondos blandos de la plataforma y borde continental. Se han reconocido cinco estadíos morfológicamente distintos (Palma 1994, Palma & Arana 1997, Cañete *et al.* 1996), a saber:

Zoea I: Caparazón con un rostro largo, denticulado en su extremo distal. Abdomen constituido por cinco segmentos y el telson. Margen posterior del telson formado por dos ramas furcales denticuladas y seis plumosas a cada lado. Tercer maxilípedo rudimentario. No hay pleópodos ni urópodos.

Zoea II: Rostro con denticulaciones en toda su extensión. Telson con siete setas plumosas a cada lado. Tercer maxilípedo funcional y con setas.

Zoea III: Abdomen con un sexto segmento provisto de una espina media dorsal. Telson con ocho setas plumosas a cada lado, tres externas y cinco internas. Presencia de urópodos. La rama interna es poco desarrollada.

Zoea IV: Telson con nueve setas plumosas a cada lado, tres externas y seis internas. Rama interna de los urópodos bien desarrollada y con numerosas setas.

Zoea V: Presencia de cinco pares de pereiópodos bajo el caparazón, el primero es quelado. Telson con diez setas plumosas a cada lado, tres externas y siete internas. Urópodos bien desarrollados y con numerosas setas. Cuatro pares de pleópodos birrámicos desde el segundo segmento a quinto segmento del abdomen.

3.4. Dinámica larval

La vida planctónica del langostino colorado comprende cinco estados larvales de zoea y uno de postlarva (Fagetti & Campodónico 1971, Bustos *et al.* 1982). Una vez que los individuos han alcanzado el estado de postlarva, comienzan su desplazamiento hacia la zona bentónica donde ocurre el reclutamiento.

La distribución y abundancia de larvas de langostino colorado ha sido estudiado por diversos investigadores (Palma 1994, Palma & Arana 1997, Yanicelli 2005, Yanicelli *et al.* 2006, 2012, Yanicelli & Castro 2013), especialmente en la macrozona centro-sur asociada al sector de Concepción y la Terraza del Itata. Los resultados de estos estudios revelan altas abundancias de estados larvales (zoeas I a IV) en la primavera tardía (Noviembre), y por el contrario, el dominio de megalopas y juveniles en el mes de Marzo (término del verano), evidenciando el fin del ciclo estacional de desarrollo larval pelágico de esta especie (Yanicelli *et al.* 2012).

Asimismo, Palma (1994) reveló alta abundancia de larvas de langostino colorado en Noviembre, con mayores densidades de larvas en aguas sobre la plataforma continental, sugiriendo el desplazamiento desde la costa hacia el talud, a medida que avanza la metamorfosis larval en virtud de observaciones sobre distribución de distintos estadíos de desarrollo de la especie. Por otra parte, aunque Palma (1994) establece que la distribución vertical de las larvas de langostino colorado (en estado de zoeas y post-larvas) prefieren

estratos más someros (0-50 m), el reciente estudio de Yanicelli *et al.* (2012) revela que la distribución de estados larvales de langostino colorado presenta grandes agregaciones durante el mes de Noviembre (zoeas I y II) sobre la plataforma continental (terraza del Itata), donde se reportan mayores abundancias en aguas más profundas (50-100 m) (Figura 3), coincidiendo con la distribución de la población adulta. Larvas más tardías (*e.g.*, zoeas III, IV, V, Megalopa) se reportaron principalmente al norte de la terraza del Itata, tanto en las aguas profundas (50-100 m) como superficiales (0-50 m). Megalopas y juveniles de la especie dominan la región de Concepción durante el mes de Marzo, con mayores abundancias en zonas costeras, tanto en el estrato superficial como subsuperficial.

Por su parte, Yannicelli & Castro (2013), recientemente han demostrado la existencia de un desacople entre los estadios larvales (columna de agua) y el hábitat parental (asociado al fondo marino) de langostino colorado. Sus resultados indican que los estados larvales evitan el hábitat adulto que presenta condiciones ambientales (en el fondo) fisiológicamente adversas para las larvas. En el caso de *P. monodon*, la dispersión de los especímenes puede remover a las larvas de las áreas bentónicas donde pueden sobrevivir como juveniles o reproducirse como adultos, pero no como larvas. La dispersión, producto de la migración ontogenética hacia la columna de agua, le confiere entonces a la especie la capacidad de colonizar hábitat extremos, considerando los extensos períodos de desarrollo (con numerosos estadios larvales), una característica frecuente en los galateidos, grupo de anomuros a la cual pertenece *P. monodon*. Así, la permanencia en estos sistemas de baja concentración de oxígeno disuelto, estaría dada por las tolerancias de los adultos, no obstante el desarrollo ontogenético (fases larvales) debe permanecer desacoplado del ambiente adulto.

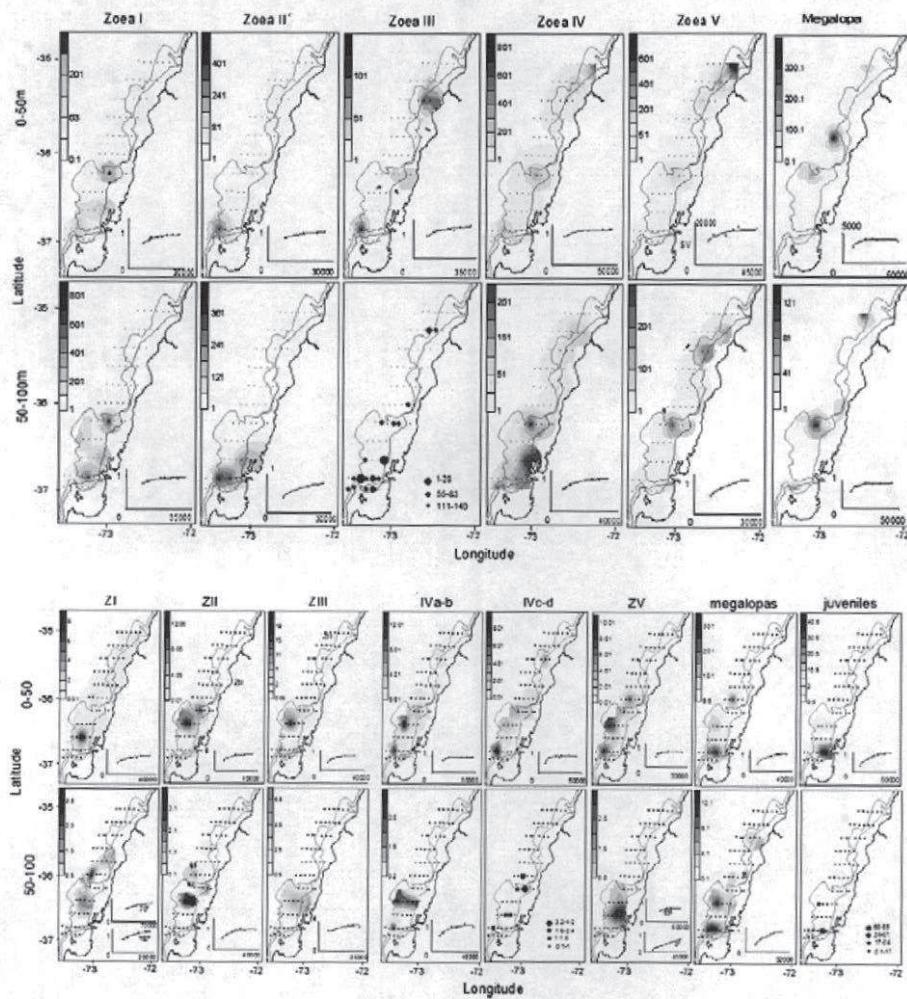


Figura 3. Distribución espacial de los estados larvales de *P. monodon* en la zona centro-sur de Chile en dos estratos (0-50m y 50-100m). En panel superior: Noviembre 2001 y Panel inferior: Marzo 2002 (Extraído de Yannicelli et al., 2012).

3.5. Características ambientales del hábitat

Las regiones de surgencia costera se encuentran entre las áreas de pesca más importantes del planeta. En sistemas de borde oriental, como lo es el situado frente a las costas de Chile, el proceso de surgencia costera cumple un rol cardinal en el incremento de la producción biológica. El proceso se origina por la persistencia de los vientos paralelos a la costa provenientes desde el sur y sur-oeste durante la primavera y verano austral (Saavedra 1980, Bakun & Nelson 1992), cuya coacción sobre los estratos superficiales del océano produce el ascenso hacia la capa fótica de aguas frías, salinas, poco oxigenadas y con alto contenido de

nutrientes, promoviendo el incremento de fitoplancton (producción primaria) y zooplancton (producción secundaria) y su disponibilidad para la trama trófica, modulando, en último término, la estructura de estos sistemas y la distribución espacial y temporal de las especies que en ellos habitan.

En la región central de Chile, donde se inserta el hábitat de langostino colorado (especialmente frente a las costas de Concepción), el proceso de surgencia costera evidencia una marcada fluctuación estacional, verificándose principalmente en el período primaveral-estival, entre inicios de la primavera (Septiembre) y fines del verano (marzo) con una máxima expresión en los meses de diciembre y enero (Strub *et al.*, 1998, Leth 2000, Rutland *et al.* 2002). Este período de primavera-verano está caracterizado por la presencia de fuertes surgencias forzadas por viento, con transporte superficial fuera de costa de aguas de origen subantártico, e intrusión hacia estratos someros de aguas subsuperficiales con bajo contenido de oxígeno y alta salinidad (Ahumada & Chuecas 1979, Strub *et al.* 1998, Leth & Milddleton 2004). Durante el invierno, existe dominancia de viento N, con corrientes superficiales de subducción hacia la costa, y retiro de las aguas ecuatoriales sub-superficiales AEES (Alarcón 1970; Ahumada & Chuecas, 1979).

La circulación costera en estos sistemas de surgencia está principalmente asociada tanto a forzantes locales como estrés del viento, la topografía costera y la disposición de la línea de costa (Sobarzo 1999, Figueroa & Moffat 2000, Rutland *et al.* 2002), como a forzantes remotos referidos principalmente a corrientes de mayor escala y señales ambientales que se propagan desde el Ecuador, afectando el océano costero desde fuera de la influencia del campo local del viento (Pizarro *et al.* 1994, Shaffer *et al.* 1999, Hormazábal *et al.* 2001, Vega *et al.* 2003). Asimismo, los cambios en la orientación de la costa, la topografía del fondo, el sistema de bahías y golfos, así como extensas plataformas continentales (terraza del Itata) y cañones submarinos (cañón del Itata y cañón del Biobío), establecen no sólo forzantes hacia la circulación costera y la presencia de focos locales de surgencia, donde se detectan más intensamente las AEES en los estratos someros generando intrusiones hacia la costa (Sobarzo & Djurfeldt 2004), sino que dichas características topográficas y geográficas parecen estar relacionadas además a la formación de giros y filamentos identificados como

estructuras recurrentes en la zona costera del Pacífico Suroriental (Cáceres 1992, Thomas *et al.* 2001, Hormazábal *et al.* 2004).

En el área de la pesquería, en especial en la región frente a las costas de Concepción, se ha establecido que el recurso langostino colorado vive preferentemente entre los 50 y 400 metros de profundidad (Palma y Arana, 1990, Canales *et al.* 2002, Acuña *et al.* 2007, 2012). Por su rango de distribución batimétrica, la especie se encuentra bajo la influencia principal de dos masas de agua, a saber: a) Aguas Subantárticas (ASAA), que dominan la columna de agua sobre la plataforma continental (especialmente sobre los 100 metros de profundidad) en otoño e invierno, y b) las Aguas Ecuatoriales SubSuperficiales (AESS) en su flujo hacia el polo, y que asciende a estratos más someros por efecto del proceso de surgencia estacional que se verifica principalmente en primavera y verano (Bahamonde *et al.* 1986, Gallardo *et al.* 1993, Strub *et al.* 1998, Leth & Milddleton 2004), y que permite el ingreso de aguas hipoxicas hacia las zonas costeras incluyendo bahías y golfos (Ahumada *et al.* 1983; Gallardo *et al.* 1993; Hernández-Miranda *et al.* 2010).

En consecuencia, el hábitat del langostino colorado en la región centro-sur está asociado fuertemente con aguas salinas y pobres en contenido de oxígeno disuelto (Bahamonde *et al.* 1986, Menares & Sepúlveda, 2005, Sellanes *et al.* 2007). Aunque Ernst (1996) no evidenció una asociación estadística significativa entre el recurso y las concentraciones de oxígeno del fondo, sí se ha determinado que la población adulta vive asociada con aguas frías (~11°C) y concentraciones muy bajas de oxígeno disuelto (< 0,5 mL L⁻¹), conjuntamente con praderas de *Thioploca* sp. (Gallardo *et al.* 1994).

Por otra parte, ha sido descrito en la literatura que el langostino colorado, así como algunos pagúridos, son altamente tolerantes a condiciones de hipoxia, aunque pocos estadios larvales han sido reportados en aguas pobremente oxigenadas, que en general son consideradas perjudiciales (Anger 2001). No obstante, los estadios tempranos no despliegan el mismo rango de tolerancia fisiológica que los adultos, es probable que estos grupos hayan desarrollado alta tolerancia a la hipoxia (Yannicelli 2005, Yannicelli & Castro 2013) ya que son liberados luego de una incubación en aguas con bajos niveles de oxígeno disuelto. Esta capacidad, les permitiría penetrar ocasional- o regularmente en Aguas

Ecuatoriales Subsuperficiales. Estudios realizados por Yannicelli (2005) realizados sobre las respuestas metabólicas de larvas de langostino colorado a bajos niveles de oxígeno, han demostrado que las tasas respiratorias son menores en bajas concentraciones de oxígeno para todos los estadios larvales, con mayores diferencias hacia zoeas mas jóvenes, no obstante el estado de megalopa evidenció una tasa respiratoria constante hasta niveles muy bajos.

En relación con la asociación del hábitat con los patrones de distribución de larvas de langostino colorado, uno de los principales resultados obtenidos por Yannicelli (2005) establece que el período de liberación larval está estrechamente relacionado con el hábitat en el que las larvas son liberadas, y su capacidad fisiológica y natatoria. Asimismo, Yannicelli (2005) indica que procesos de pequeña escala (mareas) juegan roles importantes en el transporte de organismos, y que la interacción larval con procesos intra-diarios podrían influir en la generación de patrones espaciales de mesoscala, y que larvas liberadas en aguas pobres en oxígeno dependen de su rápido alejamiento del hábitat parental para su supervivencia, a excepción de organismos con capacidades de tolerancia mayores.

Por último, a través de un modelo conceptual del transporte de larvas de langostino colorado azocados a surgencias activas y relajaciones, Yannicelli (2005) muestra que en estos ambientes (costas de Concepción), la liberación de larvas en profundidad durante una surgencia activa, se realiza en aguas pobres en oxígeno disuelto y bajas temperaturas, pero el transporte hacia la costa y superficie potenciaría el comportamiento larval para su escape de la zona de mínimo oxígeno hacia aguas también más cálidas y ricas en alimento. Estas larvas, tendrían distribución amplia costa afuera (amplia liberación en plataforma) también en la vertical, y no necesariamente deberían presentar migraciones verticales diarias durante toda su ontogenia. Las larvas liberadas en diferentes zonas, pero con migración vertical a través de la picnoclina, podrían ser retenidas en la costa. Durante los periodos de surgencia, deberían ser tolerantes a las bajas concentraciones de oxígeno, mientras que durante la relajación, al profundizarse la oxiclina, el impacto de esta limitante tendería a disminuir.

4. ANTECEDENTES PESQUEROS

El langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) es un componente relevante del Ecosistema de la Corriente de Humboldt, que se distribuye desde aproximadamente los 7°S hasta las costas de Concepción (~37°S) donde es un componente dominante del bentos local sobre la plataforma continental (Gallardo *et al.* 2004), a diferencia de lo reseñado para las costas del Perú y norte de Chile, donde se le considera un importante componente del micronecton (Gutiérrez *et al.* 2008).

La fracción adulta de *P. monodon* es posiblemente el crustáceo comparativamente más estudiado de la plataforma de Chile centro-sur, dada la pesquería que ha sustentado desde los años sesenta (Roa & Bahamonde, 1993), y las múltiples evaluaciones de la biomasa de las cuales ha sido objeto. Las prospecciones de la población indican que frente a Concepción (al norte del cañón del río Biobío), se haya un área de reclutamiento, donde los juveniles ingresarían a la población bentónica principalmente en los meses de Marzo y Abril (Gallardo *et al.* 1994). Los promedios de talla de los organismos (y por tanto su edad) aumenta hacia el norte, habiéndose postulado que existe una migración desde el área de reclutamiento hacia esa zona (Roa & Tapia, 2000).

La pesquería industrial de crustáceos decápodos se inició en Chile en la década del cincuenta, siendo sostenida inicialmente por el langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y luego por el camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) (Palma & Arana 1997), especies que representaron el 83% y 17% de los desembarques totales efectuados en los años sesenta (Bahamonde *et al.* 1979). Posteriormente, y en virtud de la disminución de los rendimientos de pesca de langostino amarillo, se comenzó a explotar el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), que presentaba concentraciones comerciales entre Coquimbo (30°S) y Talcahuano (37°S), y donde la extracción progresiva del recurso llevó a constituir más del 60% de los desembarques nacionales de crustáceos en 1970 (Peñailillo 1981), lográndose un máximo de 62.662 ton en 1976. La sobreexplotación de esta especie en Chile central determinó la adopción de diversas medidas de manejo para regular la extracción a partir de 1979 con el propósito de prevenir el colapso de la pesquería. Al entrar en vigencia la nueva

Ley General de Pesca y Acuicultura en 1992, esta pesquería se declaró en estado de recuperación, reiniciándose la explotación del langostino colorado bajo nuevas medidas regulatorias, que comprenden la fijación de cuotas anuales de captura, definición de un período de pesca y control del esfuerzo a través del número de embarcaciones que se autoriza operar (Palma & Arana 1997).

En nuestro país, la pesquería del langostino colorado se ha manejado administrativamente en el establecimiento de dos unidades de pesquería distintas, a saber: la unidad de pesquería centro-norte (Regiones III y IV), y la unidad de pesquería centro-sur (Regiones V a VIII) (Acuña *et al.* 2005). En ambas regiones, la pesquería industrial y artesanal del langostino colorado ha sido tradicionalmente una actividad económica de relevancia.

En gran parte de la última década, la pesquería de la zona centro-norte fue el área de mayor actividad extractiva, debido a que la pesquería en la V-VIII Regiones estuvo sometida a vedas anuales totales sucesivas desde principios del año 2001, las que se renovaron anualmente hasta el 2010, re-iniciándose la actividad pesquera con cuotas desde el 2011. En dichos períodos de vedas totales, sólo existió actividad extractiva como pescas de investigación, la que sirvió para el monitoreo de los principales indicadores biológico-pesqueros.

La pesquería de esta especie en la región centro-norte (Unidad de Pesquería III a IV Región), se inició en 1998, basada principalmente en Coquimbo. Las cuotas de captura crecieron desde niveles de 500 ton anuales en 1998 y 1999 hasta 4.362 ton en el 2002 (D. Ex. N° 361 del 10 de mayo de 2002, Acuña *et al.* 2011). Durante el 2000 las cuotas globales se dividieron en una fracción industrial y una artesanal, y luego el 2001 en fracciones temporales, reservándose además una cuota para fines de investigación y para ser extraída como fauna acompañante de otros recursos pesqueros, incorporándose finalmente el año 2002 el fraccionamiento por Regiones (Acuña *et al.* 2012). Desde el 2002 se han incluido distintos criterios de fraccionamiento de la cuota global anual de la especie, a saber: 1) entre el 1 de abril y el 30 de junio, 2) entre el 1 de julio y el 30 de septiembre, y, 3) entre el 1 de octubre y el 31 de diciembre. Desde el año 2008 se ha incluido la Región XV como límite norte. Las cuotas de extracción han sido las siguientes: Año 2003: 2.530 ton., Año 2004: 2.700 ton., Año 2005: 2.550 ton., Año 2006: 2.125 ton., Año 2007: 2.550 ton., Año 2008:

2.350 ton., Año 2009: 2.250 ton., Año 2010: 2.250 ton., Año 2011: 2.250 ton. (Acuña *et al.* 2012).

En la región centro-sur la situación del stock de langostino colorado se ha analizado sobre la base de las evaluaciones directas realizadas entre los años 1990 y 2012, lo que ha verificado importantes cambios en la biomasa del stock y en la actividad pesquera. En esta región, la pesquería estuvo regulada por vedas totales que se aplicaron en los años 1989 a 1991, la que luego se abrió en 1992 bajo el régimen de pesquería en recuperación con cuotas individuales y globales. Para los años 1993 y 1996 se estimó niveles de biomasa por sobre 60 mil ton, las que se redujeron a 17 mil ton en 1999, y a menos de 10 mil ton a contar del año 2000, razón por la cual la autoridad estableció una veda total desde enero del 2001. Esta veda fue levantada para permitir la explotación del recurso, bajo la figura de Pesca de Investigación, lográndose un desembarque de 2.515 ton para el 2009, 1.962 ton en el 2010, y 3.534 ton en el 2011 (Acuña *et al.* 2012).

Durante el periodo en que la pesquería de langostino colorado estuvo abierta en la zona centro-sur, los desembarques exhibieron una tendencia creciente entre 1994 y 1998, desde ~3,3 mil hasta 12,5 mil ton, en atención al establecimiento de cuotas globales anuales. Según Acuña *et al.* (2012), entre 1990-2011, la base de explicación para cambios relevantes ocurridos en la biomasa de langostino colorado en el centro-sur de Chile, se establece en la gran variabilidad del reclutamiento anual, particularmente por fallas en este proceso ocurridas en 1994 y 1998-2000. Del año 2000 al 2006 se observó un aumento importante en la magnitud del reclutamiento, identificándose el ingreso de tres clases anuales abundantes en los años 2005-2007; tales reclutamientos permitieron el crecimiento de la biomasa del stock registrado desde el año 2006, en ausencia de explotación pesquera. Los cambios en la biomasa explotable se ajustan a las evaluaciones directas (Figura 4).

Durante los años 2001 a 2011 no se observaron fallas en el reclutamiento, sino más bien una tendencia creciente, posibilitando la recuperación de la biomasa de langostino colorado en la zona centro-sur, la que es detectada en las evaluaciones directas de biomasa, observándose un fortalecimiento de la estructura de tamaños del stock.

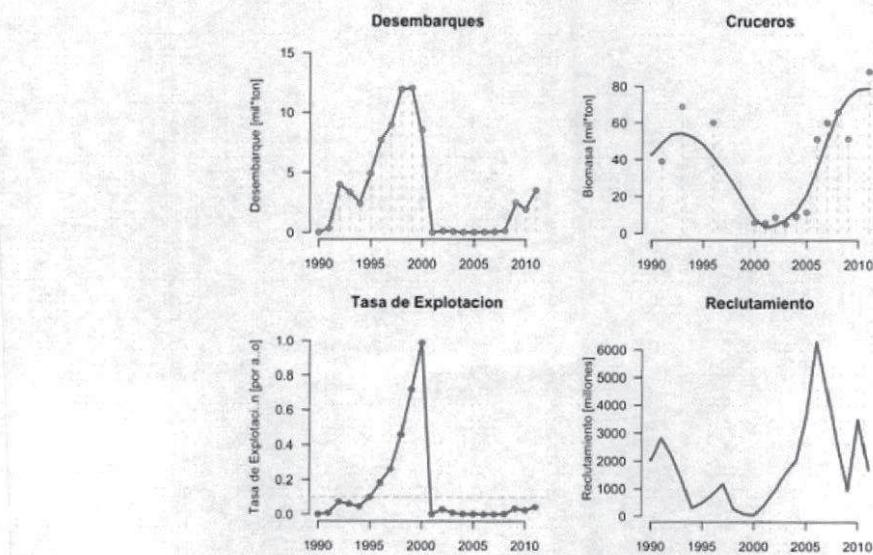


Figura 4. Captura, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento de langostino colorado en la región centro-sur (V-VII Regiones) Extraído de Acuña *et al.* (2012).

En la evaluación de la biomasa de langostino colorado entre la II y VIII Regiones del año 2011 (Acuña *et al.* 2012), se observó que el recurso en la Unidad de Pesquería centro-sur se encuentra en un estado saludable (Acuña *et al.* 2012), con tasas de explotación menores al 10% y una alta biomasa de hembras maduras. Por el contrario, en la macro zona norte es el recurso con la menor biomasa de hembras maduras, y aunque la tasa de explotación ha sido baja, se encuentra en una situación desmedrada, a pesar de la escasa extracción a la que ha sido sometida los últimos años (Acuña *et al.* 2012).

Los resultados de la evaluación de la biomasa de langostino colorado en la región centro-sur para el año 2011 (último año informado por el Fondo de Investigación Pesquera, Acuña *et al.* 2012), señala que la biomasa total del stock en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII, alcanzó a las 94.261,3 ton.

El análisis secuencial de los focos de abundancia de langostino colorado que realizó Acuña *et al.* (2012), para la serie temporal 2004 - 2011 (sin incluir el año 2010, cuando no se efectuó crucero), revela el aumento significativo de la densidad de langostino colorado en el año 2011, en particular en el tercio sur de su distribución (Figura 5), lo que se había revelado

débilmente en los años 2008 y 2009, respecto del año 2007, pero no respecto del año 2006, cuando la densidad era particularmente baja y similar a los años 2005 y 2004.

Acuña *et al.* (2012) señalan que el incremento de la densidad de langostino colorado el año 2011 (habiéndose iniciado probablemente el 2008 ó 2009) en la región centro-sur (en especial la VIII Región) se explicaría por: a) la reducción de la densidad espacial de langostino amarillo (Acuña *et al.* 2012), lo que habría permitido al stock de langostino colorado disponer de hábitat y colonizarlo rápidamente, b) el muy bajo nivel del stock de adultos de merluza común durante gran parte de la última década, recurso que preda fuertemente sobre langostino colorado, juveniles e incluso pre-reclutas, principalmente cuando ocurren buenos reclutamientos por incremento de la oferta de alimento (Arancibia *et al.* 2006), y c) las bajas capturas de langostino colorado en el mismo período. Complementariamente, Acuña *et al.* (2012) señalan la posibilidad del desplazamiento de langostinos de mayor tamaño desde el sur hacia el norte, probablemente en 2010 (cuando no hubo crucero), por lo que en dos o tres años el stock de langostino colorado habría consolidado hacia el norte su biomasa por crecimiento individual (Regiones VII, VI y V), más reclutamientos exitosos (Regiones VII y VIII).

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*)

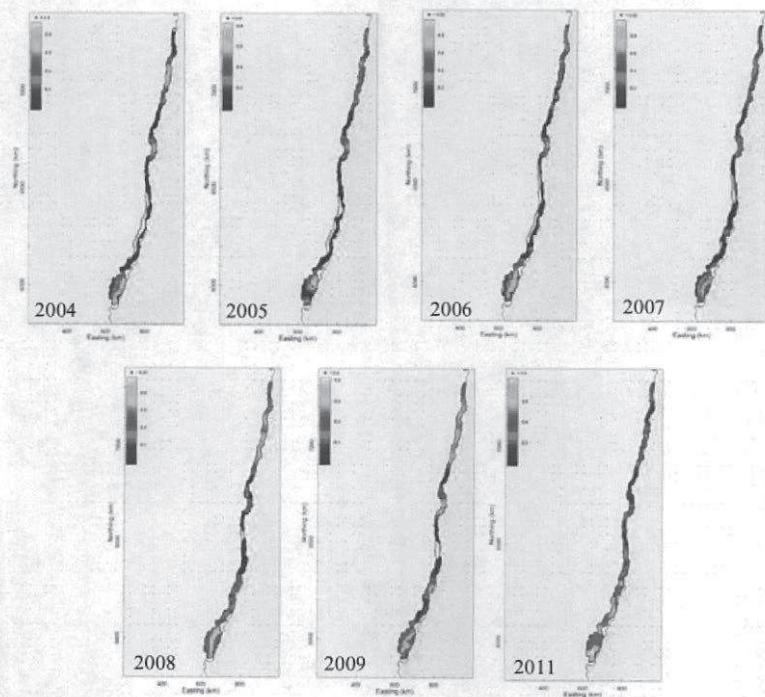


Figura 5. Disposición espacial de la probabilidad de encuentro de langostino colorado (*P. monodon*) entre los años 2004 y 2011. Extraído de Acuña *et al.* (2012).

5. REFERENCIAS CITADAS

- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, R. León & S. Neira. 2005. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2004. Informes Técnicos FIP, FIP/IT Nº 2004-11, 398 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, L. Cubillos & A. Cortés. 2006. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2005. Pre-Informe Final. Proyecto FIP Nº 2005-09, 339 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, R. León & S. Neira. 2007. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2006. Informes Técnicos FIP, FIP/IT Nº 2006-04, 424 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, A. Cortés, H. Arancibia, L. Cid & L. Cubillos. 2009. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2007. Informes Técnicos FIP. FIP/IT Nº 2007-19, 420 pp.
- Acuña, E., Alarcón, R., Arancibia, H., Cid, L., Cortés, A. & Cubillos, L. 2010. Evaluación Directa de Langostino Colorado y Langostino Amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2009. Informe final. FIP Nº 2009-15, 366 pp.
- Acuña, E. (Ed.) 2012. Evaluación Directa de Langostino Colorado & Langostino Amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2011. Informe final. FIP Nº 2011-01, 429 pp.
- Ahumada, R. & L. Chuecas. 1979. Algunas características hidrográficas de la Bahía de Concepción (36°40'S, 73°02'W) y áreas adyacentes. Gayana 8: 3-55.
- Ahumada, R., Rudolph, A. & Martínez, V. 1983. Circulation and fertility of waters in Conception Bay. Estuarine, Coastal and Shelf Science 16: 95-105.
- Alarcón, E. 1970. Descripción oceanográfica preliminar del Golfo de Arauco. Instituto de Fomento Pesquero 13: 35pp.
- Anger, K. 2001. The Biology of Decapod Crustacean Larvae. Crustacean Issues 14, 1-420.
- Arancibia H. & Meléndez R. 1987. Alimentación de peces concurrentes en la pesquería de *Pleurocodes monodon* H. Milne Edwards. Invest.Pesq., Santiago 34:113–128.
- Arancibia, H. & M. Fuentealba. 1993. Análisis de la alimentación de *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848) de Chile central, en el largo plazo. Biol. Pesq., 22: 5-11.
- Arancibia, H., Milessi A., Neira S., Cubillos L., León R., Aedo G. & Acuña E. 2006. Evaluación del canibalismo y mortalidad por prelación por merluza común sobre langostino colorado y

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*)

langostino amarillo. Fase metodológica. Informes FIP. FIP/IT No 2004-43., 294 pp. + Apéndices.

Bahamonde, R., G. Henríquez, P. Pavez, B. Ramírez & N. Silva. 1979. Evaluación recursos camarón y langostino entre Coquimbo e Isla Mocha. Informe presentado a la Corporación de Fomento de la Producción, AP 79-40: 194 pp.

Bahamonde N & Zabala P. 1981. Contenidos gástricos de *Gynopterus maculatus* (Tschudi) y *Gynopterus blacodes* (Schneider) capturados en Chile entre 31° y 37°S (Teleostomi Ophidiidae). Bol. Mus. Nac. Hit. Nat., Chile, 38:53-59.

Bahamonde N., Henríquez G., Zuleta A., Bustos H. & Bahamonde R. 1986. Population dynamics and fisheries of squat lobsters, family Galatheidae, in Chile. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 92:254-268.

Bahamonde, R., C. Canales, M.A. Barbieri, B. Leiva, P. Arana, S. Palma & T. Melo. 2002. Evaluación directa de langostino colorado y langostino Amarillo entre la II y VIII Regiones, 2001. Informes Técnicos FIP 2001/06, 190 pp.

Bahamonde, R., C. Canales, M.A. Barbieri, B. Leiva, P. Arana, S. Palma, T. Melo, J. Cortes, E. Molina & D. Queirolo. 2003. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, 2002. Informes Técnicos FIP, FIP/IT No 2002-06, 217 p. + Figuras y Anexos.

Bahamonde, R., B. Leiva, C. Canales, M.A. Barbieri, J. Cortes, J.C. Quiroz, P. Arana, A. Guerrero, M. Ahumada, T. Melo, D. Queirolo, C. Hurtado, P. Gálvez & E. Molina. 2004. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2003. Informes Técnicos FIP. FIP/IT Nº 2003-31, 325 pp.

Bakun, A. & G. Nelson. 1992. The Seasonal Cycle of Wind-Stress Curl in Subtropical Eastern Boundary Current Regions. Journal of Physical Oceanography 21, 1815-1834.

Bustos H., Aracena O., Mora S. & Palma W. 1982. Estudio de crecimiento y edad en el recurso langostino colorado (*Pleurocondes monodon* H. Milne Edwards, 1837). Inf. Inst. Fom. Pesq., Santiago, 120 pp.

Cáceres, M. 1992. Vórtices y filamentos observados en imágenes de satélite frente al área de urgencia de Talcahuano, Chile central. Invest Pesq. 37: 55-66.

Canales, C., M.A. Barbieri, R. Bahamonde, B. Leiva, P. Arana, S. Palma & T. Melo. 2002. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, Año 2001. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2001-06, 202 p. + Figs. y Anexos.

Cañete, I. 1994. Dinámica larval y postlarval temprana de *Pleuroncodes monodon* (Milne Edwards, 1837) (Crustacea: Galatheidae) en la plataforma continental de la VIII Región, Chile. Tesis de Magíster, Universidad de Concepción.

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*)

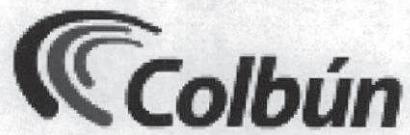
- Cañete, J.I., Gallardo, V.A., Quiñones, R., Carrasco, F. & Baltazar, M. 1996. Observaciones sobre la migración y distribución vertical de megalopas de *Pleuroncodes monodon* (Crustacea:Galatheidae) en la plataforma continental frente a bahía San Vicente, Chile central. *Gayana Oceanológica* 4: 59–68.
- Cubillos, L., C. Alarcón & H. Arancibia. 2007. Selectividad por tamaño de las presas en merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en la zona centro-sur de Chile (1992-1997). *Invest. Mar.*, Valparaíso, 35(1): 55-69, 2007.
- Ernst, B. 1996. Dispersión de *Pleuroncodes monodon* (H: Milne Edwards, 1837) en ambientes homogéneos y estimación de sus parámetros poblacionales frente a Punta Achira, Chile Central. Tesis de maestría. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Fagetti, E. & I. Campodónico. 1971. Larval development of the red crab *Pleuroncodes monodon* (Decapoda Anomura: Galatheidae) under laboratory conditions. *Mar Biol* 8: 70-81.
- 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.
- Gallardo V, Cañete S, Enríquez R, Acuña A & Baltazar M. 1993. Biología del langostino colorado *Pleurocondes monodon* H. Milne Edwards, 1837 y especies afines (Crustacea, Decapoda, Anomura, Galatheidae) Sinopsis. In: F. Faranda y O. Parra (Eds.) Elementos básicos para la gestión de los recursos vivos marinos costeros de la región del Biobío. Programa EULA, Universidad de Concepción, Monografías Científicas 2:67–113.
- Gallardo, V.A., Cañete, J.I., Roa, R., Enríquez-Briones, S. & Baltazar, M. 1994. Recruitment of the Squat Lobster *Pleuroncodes monodon* on the Continental Shelf off Central Chile. *J. Crust. Biol.* 14, 665–669.
- Gallardo VA, M Palma, FD Carrasco, D Gutiérrez, LA Levin & J. I. Cañete. 2004. Macrobenthic zonation caused by the oxygen minimum zone on the shelf and slope off central Chile. *Deep-Sea Research II*: 2475-2490.
- Gutiérrez, M., Ramírez, A., Bertrand, S., Mórona, O. & Bertrand, A. 2008. Ecological niches and areas of overlap of the squat lobster 'munida' (*Pleuroncodes monodon*) and anchoveta (*Engraulis ringens*) off Peru. *Progress in Oceanography* 79, 256–263.
- Haig J. 1955. The Crustacean Anomura of Chile. Report of the Lunds University Chile Expedition 1848-49. Lund University. *Arsskr. (N.F.Avd.2)*, 51(12):1–60.
- Haye, P.A., Salinas, P., Acuña, E. & Poulin, E. 2010. Heterochronic phenotypic plasticity with lack of genetic differentiation in the southeastern Pacific squat lobster *Pleuroncodes monodon*. *Evolution and Development* 12 (6), 628–634.

- Hernández-Miranda, E., Quiñones, R.A., Aedo, G., Valenzuela, A., Mermoud, N., Román, C. & Yáñez, F. 2010. A major fish stranding caused by a natural hypoxic event in a shallow bay of the eastern South Pacific Ocean. *Journal of Fish Biology* 76, 1543–1564.
- Henríquez G. & Bahamonde N. 1964. Análisis cualitativo y cuantitativo del contenido gástrico del congrio negro (*Gynopterus maculatus* Tschudi) en pescas realizadas entre San Antonio Y Constitución (1961-1962). *Rev. Univ.*, 49: 139–158.
- Hormazábal, S., G. Shaffer, J. Letelier & O. Ulloa. 2001. Local and remote forcing of sea surface temperature in the coastal upwelling system off Chile. *Journal of Geophysical Research*, 106, 16657-16672.
- Hormazábal, S., Shaffer, G. & Leth, O. 2004. Coastal transition zone off Chile. *Journal of Geophysical Research*, 109, C01021. doi:10.1029/2003JC001956.
- Leth, O. 2000. Ocean Circulation In The Eastern South Pacific: An Observational And Numerical Modelling Study, Tesis para optar al grado de Ph. D. en Oceanografía University of Copenhagen.
- Leth, O. & Middleton, J.F. 2004. A mechanism for enhanced upwelling off central Chile: Eddy advection. *Journal of Geophysical Research*, 109(C12020). doi:10.1029/2003JC002129.
- Menares, B. & Sepúlveda, J.I. 2005. Grupos recurrentes de peces y crustáceos demersales en la zona centro-sur de Chile. *Investigaciones Marinas, Valparaíso* 33 (1), 91–100.
- Neira, S. & Arancibia, H. 2004. Trophic interactions and community structure in the upwelling system off Central Chile (33–39°S). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 312, 349–366.
- Neira, S., H. Arancibia & L. Cubillos. 2004. Comparative analysis of trophic structure of commercial fishery species off Central Chile in 1992 and 1998. *Ecol. Model.*, 172: 233-248.
- Palma S & Arana P. 1990. Aspectos reproductivos del Langostino colorado (*Pleurocodes monodon* H. Milne Edwards, 1837) en la zona centro-sur de Chile. *Estud. Doc. Universidad Católica de Valparaíso* 1/90:77 pp.
- Palma, S. 1994. Distribución y abundancia de larvas de langostino colorado *Pleuroncodes monodon* frente a la costa de Concepción, Chile. *Invest. Mar.* 22: 13-29.
- Palma, S. & Arana, P. 1997. Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837), frente a la costa de Concepción, Chile. *Investigaciones Marinas* 25, 203–221.
- Peñailillo, T. 1981. Análisis de documentos biológicos históricos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Informe de Práctica Industrial II, Esc. Ciencias del Mar, UCV, 38 pp.

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*)

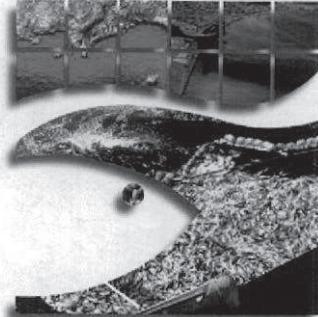
- Pizarro, O., S. Hormazábal, A. González & E. Yáñez. 1994. Coastal wind, sea level and temperature variability in the north of Chile. *Investigaciones Marinas*, 22:85-101.
- Quiroz, J.C., C. Montenegro, P. Báez, F. Espíndola, C. Canales, H. Reyes, O. Magnere, O. Yáñez, J. Tapia, R. Bahamonde, G. Arriagada & P. Gálvez. 2006. Dinámica y estructura poblacional del langostino colorado III y IV regiones. *Informes Técnicos FIP*. FIP/IT 2005-41, 340 pp.
- Retamal M. 1981. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana Zoología* 44:1110.
- Roa, R. & Bahamonde, R. 1993. Growth and expansion of an exploited population of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) after 3 years without harvesting. *Fisheries Research* 18, 305–319.
- Roa, R. 1993. Annual growth and maturity function of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* in central Chile. *Mar Ecol Prog Ser* 97:157-166
- Roa, R., F. Tapia, L. Cid, R. Quiñones, B. Ernst, D. Figueroa, H. Arancibia, R. Galleguillos & M. Retamal. 1997. Evaluación directa del stock de langostino colorado en la zona Centro-Sur. Fip-IT 96-23. Disponible: www.fip.cl.
- Roa, R. & Tapia, F. 1998. Spatial differences in growth and sexual maturity inside a large population of the squat lobster *Pleuroncodes monodon*. *Marine Ecology Progress Series* 167, 185–196.
- Roa, R., Gallardo, V.A., Ernst, B., Baltazar, M., Cañete, J.I. & Enríquez-Briones, S., 1995. Nursery ground, age structure and abundance of juvenile squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) on the continental shelf off central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 116, 47–54.
- Roa, R., Tapia, F., 2000. Cohorts in space. geostatistical mapping of the age structure of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) population off central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 196, 239–251.
- Rutllant, J. & V. Montecino. 2002. Multiscale upwelling forcing cycles and biological response off north-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 75:217-231.
- Saavedra, N. 1980. La Presión y la Dirección del Viento en Concepción, Tralka, Vol. (1), Nº 2, 153–162.
- Sellanes, J., Quiroga, E., Neira & C., Gutiérrez, D. 2007. Changes of macrobenthos composition under different ENSO cycle conditions on the continental shelf off central Chile. *Continental Shelf Research* 27, 1002–1016.

- Shaffer, G., S. Hormazábal, O. Pizarro & S. Salinas. 1999. Seasonal and interannual variability of currents and temperature over the slope of central Chile. *Journal Geophysical Research*, 104, C12, 29,951-29,961.
- Sobarzo, M. 1999. Surgencia costera sobre una plataforma continental limitada por cañones submarinos, Concepción, Chile -Central (36°41'S; 73°15'O). Tesis doctoral, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Sobarzo, M., L. Djurfeldt. 2004. Coastal upwelling process on a continental shelf limited by submarine canyons, Concepción, central Chile. *J. Geophysical Res: Oceans (1978-2012)*, 109 (C12). DOI: 10.1029/2004JC002350.
- Strub, P.T., Mesias, J.M., Montecinos, V., Rutllant, J. & Salinas, S. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. In: Robinson, A.R., Brink, K.H. (Eds.), *The Sea*, vol. 10. N.J. John Wiley, pp. 273–313.
- Thomas, A. C., M. E. Carr & P. T. Strub. 2001. Chlorophyll variability in eastern boundary currents, *Geophys. Res. Lett.*, 28, 3421–3424.
- Vega, A., Y. DuPenhoat, B. Dewitte & O. Pizarro. 2003: Equatorial forcing of interannual Rossby waves in the eastern South Pacific. *Geophysical Research Letters*, 30, 1197, 10.1029/2002 GL015886.
- Yannicelli, B. 2005. Distribución y transporte de larvas de crustáceos decápodos en la zona de surgencia costera de Chile Central: interacciones entre el comportamiento, tolerancias fisiológicas y períodos de liberación. PhD thesis, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Yannicelli, B., Castro, L.R., Valle-Levinson, A., Atkinson, L., Figueroa, D., 2006. Vertical distribution and transport of decapod larvae in an equatorward facing bay of Central Chile. *Journal of Plankton Research* 28, 19–37.
- Yannicelli, B., Castro, L., Parada, C., Schneider, W., Colas, F. & Donoso, D. 2012. Distribution of *Pleuroncodes monodon* larvae over the continental shelf of south-central Chile: Field and modeling evidence for partial local retention and transport. *Progress in Oceanography*. 92-95: 206-227.
- Yannicelli, B. & Castro, L. 2013. Ecophysiological constraints on the larvae of *Pleuroncodes monodon* and the implications for its reproductive strategy in poorly oxygenated waters of the Chile-Peru undercurrent. *J. Plankton Res.* (2013) 0(0): 1–16. doi:10.1093/plankt/fbs090.



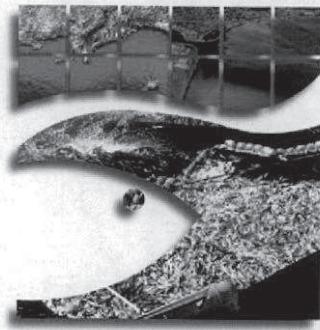
REPORTE TÉCNICO

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS SOBRE EL BACALADILLO O MOTE *(Normanichthys crockeri)*



Departamento de Estudios Ambientales
Instituto de Investigación Pesquera

Talcahuano, 18 de Abril de 2013

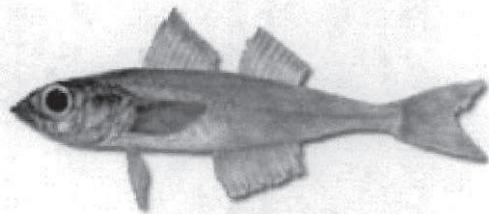


PROFESIONALES PARTICIPANTES

Coordinador General :	Sr. Luis Furet Cárcamo Biólogo Marino Magíster Gestión Ambiental.
Investigadores :	Sr. Gonzalo Mendoza Biólogo Marino. Dr. Ciencias Ambientales
	Sr. Alexander Gretchina Biólogo Marino Dr. Zoología

REPORTE TÉCNICO

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS SOBRE EL BACALADILLO O MOTE (*Normanichthys crockeri*)



Bacaladillo o Mote *Normanichthys crockeri* (Clark 1937)

Talcahuano, 17 de Abril de 2013

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del Bacaladillo o Mote (*Normanichthys crockeri*)

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
1.- ANTECEDENTES GENERALES.....	2
2. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS.....	3
3. DISTRIBUCION GEOGRAFICA.....	3
4. COMPOSICION POR TAMAÑO Y EDAD	4
5. HABITOS ALIMENTICIOS	8
6. CICLO REPRODUCTIVO	10
7. ANTECEDENTES PESQUEROS.....	15
8. REFERENCIAS CITADAS	24

1. ANTECEDENTES GENERALES

El bacaladillo o mote, *Normanichthys crockeri* (Clark 1937), corresponden a un pez pelágico de pequeño tamaño que de acuerdo a lo que actualmente se conoce, habita en aguas próximas a la costa, desde la superficie del mar hasta los 70 metros de profundidad.

En Chile centro-sur (V a X regiones), estas especies forman parte de la fauna íctica pelágica de zonas costeras (e.g. bahías y golfos) (Norman 1938; Vegas & Pequeño 1993), compartiendo hábitat con otros peces tales como pampanito (*Stromateus stellatus*), pejerrey de mar (*Odontesthes regia*), sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*).

El análisis de los antecedentes bibliográficos nos indica que *N. crockeri* pertenece a la Clase Actinopterygii, Orden Scorpaeiformes, Suborden Cottoidei, y Familia Normanichthyidae, la cual presenta un solo género y una especie caracterizada por presentar escamas ctenoides, aleta pélvica con una espina y 5 radios, regióncefálica sin calcificaciones o armaduras (Norman 1938; Fowler 1951; Chirichigno & Cornejo 2001). Respecto a la ubicación taxonómica, los trabajos de Yabe & Uyeno (1996) y Smith & Wheeler (2004), indican que esta especie debiera estar separada del suborden Cottoidei, ya que no presenta las características propias de un miembro monofilectico de este taxón. *Normanichthys* es sin duda un taxón perteneciente al orden Scorpaeiforme, aunque sólo presenta una sinapomorfia de Cottoidei; conclusiones basadas en comparaciones de tipo osteológico, morfológico, histológico y secuenciación de ADN mitocondrial y nuclear.

2. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

Son peces pequeños de cuerpo fusiforme color gris oscuro, con 8 a 9 manchas a lo largo del cuerpo, en fresco de color marrón-rojizo, ventralmente más claro. Cuerpo provisto de escamas ctenoides. Dos aletas dorsales, ubicándose la primera a la altura del margen posterior de las aletas pélvicas y la segunda por detrás de la proyección de la aleta anal, ambas claramente separadas por una distancia equivalente a la longitud de la base de la primera dorsal.

La aleta pectoral es larga alcanzando el margen posterior de la primera dorsal. Línea lateral más o menos recta y bien diferenciada. Aleta anal larga iniciándose en la proyección de la región media del pez, prolongándose a la altura del margen posterior de la segunda dorsal. Aleta anal sin espinas, sólo compuesta de radios aproximadamente de 14 a 16. Primera aleta dorsal compuesta por 11 espinas y segunda dorsal con 10 - 12 radios. Aleta pélvica con 1 espina y 5 radios (6 elementos).

La longitud máxima descrita es de 11 cm de largo (Wheeler, 1977), pero también reportada hasta 12,5 cm (Quiroz et al., 1996).

3. DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Su distribución geográfica está bien determinada siendo una especie endémica del Pacífico sur oriental, registrada desde Chimbote en Perú hasta Isla Mocha en Chile (9°S - 38°S) (Norman 1938; Chirichigno 1974; Bahamonde & Pequeño, 1975; Nelson 1984; Pequeño 1989; Pequeño 1997; Matamala 2004). Esta distribución ha sido comprobada por múltiples puntos de presencia con toma especímenes que ingresan a colecciones en museos de historia natural (Clark 1937; Anon 1999, 2000, 2001, 2002). Bacaladillo, mote o cochinilla son algunos de los nombres vernáculares que recibe esta especie en la costa chilena, mientras que en el Perú es conocido como camotillo (Chirichigno 1974; Nelson 1984; Chirichigno & Vélez 1998; Pequeño 1989;

Chirichigno & Cornejo 2001). En países de habla inglesa recibe el nombre de mote sculpin (**Chirichigno & Cornejo 2001**). El bacaladillo es catalogado como una especie marina que habita frecuentemente la zona pelágica nerítica de aguas frías y templadas (**Chirichigno & Cornejo 2001**).

Por otro lado, durante la prospección acústica de sardina común y anchoveta en la zona costera de Chile entre las V y X Regiones, realizada por IFOP en fines de enero de 2013, ha reportado una alta presencia de mote prácticamente en todas las regiones prospectadas y, especialmente en la Décima, hasta el límite con XI. Este antecedente permite ampliar el límite sur de la distribución general de dicha especie, hasta 42-43°S.

4. COMPOSICION POR TAMAÑO Y EDAD

Existe muy escasa información sobre los tamaños de mote en las capturas de las flotas pesqueras por ser el recurso como fauna acompañante de la pesca de anchoveta en el Perú y Norte de Chile o de sardina común y anchoveta en el Centro-sur de Chile.

Por ejemplo, en el Perú en el otoño de 1996 los rangos de tallas de esta especie fluctuaron entre 6,0 y 12, 0 cm y la moda mensual osciló entre 7,0 y 8,0 cm; en invierno, los ejemplares presentaron las modas entre 9,0 y 10, cm. Al final de primavera de 1995 e inicio de verano de 1996, la distribución por tamaños tuvo marcada por la presencia de juveniles con tallas hasta de 4,0 cm y modas entre 7,0 y 9,0 cm. En enero 1996 se notó un posible reclutamiento de mote en la zona sur del Perú y su estructura presentó un grupo modal bien definido en 7,0 cm y otra moda en 10,0 cm conformada por adultos, pero de poca magnitud.

Por otro lado, los estudios de ésta especie en Chile durante 2005-2006 (**FIP 2005-36**) mostraron los siguientes resultados.

Zona Coronel-Lota: La distribución global de frecuencias de tamaño durante todo el estudio fue unimodal y levemente sesgada hacia las tallas menores, con una moda de 6,5 cm y un rango de 5,0 a 11,5 cm. Los machos presentaron el mismo patrón ya mencionado pero alcanzando tamaños máximos dentro de la clase de talla de 11,0 cm. Por otro lado, las hembras presentaron una distribución levemente bimodal, con una moda entre 6,5 y 7,0 cm, y otra a los 8,5 cm. El tamaño máximo estuvo en la clase de talla de 11,5 cm.

La evolución mensual de la estructura de tallas global durante el 2005 mostró una moda de 7 a 8 cm, entre Julio y Octubre, disminuyendo a 6,5 en Noviembre (aunque con un rango de 5 a 10,5 cm), finalmente apareciendo durante Diciembre una moda de 5 cm y otra más abundante de entre 9 y 10 cm. Por otro lado, durante el 2006 la moda principal estuvo entre 6 a 7 cm durante todo el año, excepto en Abril, donde la moda principal fue de 9,5 cm y una moda secundaria de 6 cm. La distribución de frecuencia de los machos durante el 2005 fue semejante a la global, guardando algunas diferencias, como por ejemplo, durante Diciembre presentó una distribución unimodal con moda de 9,0 cm. Durante Marzo y Julio del 2006 la moda se encontró entre 7 y 8 cm, siendo alrededor de 9,5 cm solamente en Abril. En cuanto a las hembras, durante el 2005 tuvieron una baja incidencia en los meses de Septiembre y Octubre con un rango de tamaños entre 7 a 8 cm. En Noviembre hubo dos modas, una principal de 6,5 cm y una secundaria de 8,5 cm, mientras que en Diciembre la moda principal fue de 9,5 cm y no se registraron ejemplares menores a 8,5 cm. De Marzo a Julio del 2006 la moda se observó entre 7 a 8 cm, encontrándose ejemplares de 11 cm solamente en Abril.

Zona Talcahuano – San Vicente: En esta zona la distribución de frecuencias de talla global fue unimodal y simétrica, con una moda principal de 8,5 cm. Por otro lado la estructura de tamaños de machos fue bimodal y sesgada hacia los tamaños mayores, con la moda principal de 8,5 cm y la secundaria de 6,0 cm. En el caso de las hembras, la distribución también fue sesgada hacia las tallas mayores, con una moda de 9,0 cm y otras secundarias poco notorias de 7,0 y 8,0 cm. La

estructura de tamaños global por mes resultó en general en distribuciones unimodales, las que durante el 2005 tuvieron modas de 7,5, 6,5 y 8,5 cm durante Junio, Septiembre y Noviembre. La misma estructura unimodal fue observada durante los meses del 2006 en que se obtuvo muestra, siendo la moda de 7,5 cm en Febrero y de 8,5 a 9,0 en Noviembre. Al considerar solamente los machos, durante el 2005 se encontraron modas de entre 6 a 7 cm en Septiembre y 8,5 cm en Noviembre. En el año 2006 no se encontraron individuos menores a 7 cm, siendo la moda 7,5 cm Febrero y 8,5 cm en Noviembre. En el caso de las hembras, durante Septiembre del 2005 se registró una moda principal pequeña (6,5 cm) en comparación con los otros meses. El resto de los meses muestreados en el 2005 y 2006 tuvieron tallas mayores con modas de entre 7,5 a 9,0 cm.

Zona San Antonio: En esta localidad se obtuvo muestras para el mes de Marzo del 2006 ($n = 468$). La distribución de frecuencias de tamaño mostró una moda entre 5,0 y 6,0 cm, con un rango de tallas que abarcó las clases de 3,5 a 7,5 cm.

Según los datos presentados en el mismo informe, es posible especificar que la estructura de edad de peces durante estos años se compone de 5 grupos de edad presente en las capturas y aporta con mayor número el grupo de edad I y en segundo lugar el grupo de edad II. Esta estructura general es similar entre machos y hembras, aunque en estas últimas, los grupos de edad III y IV aumentaron su frecuencia de ocurrencia en más del doble, respecto de lo observado en machos.

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del Bacaladillo o Mote (*Normanichthys crockeri*)

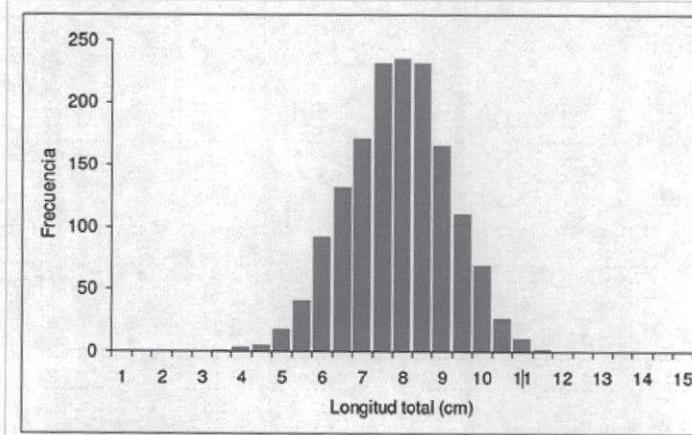


Figura 1. Frecuencias de tamaños de mote en la zona de Chile centro-sur durante los estudios de 2005-2006 (FIP 2005-36).

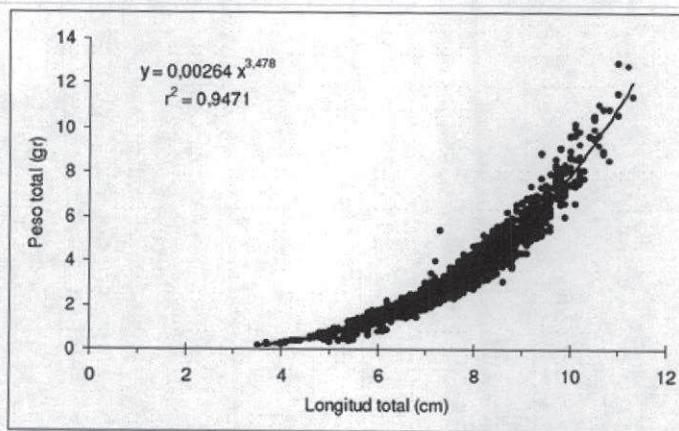


Figura 2. Relación longitud-peso de mote en la zona de Chile centro-sur, 2005-2006 (FIP 2005-36).

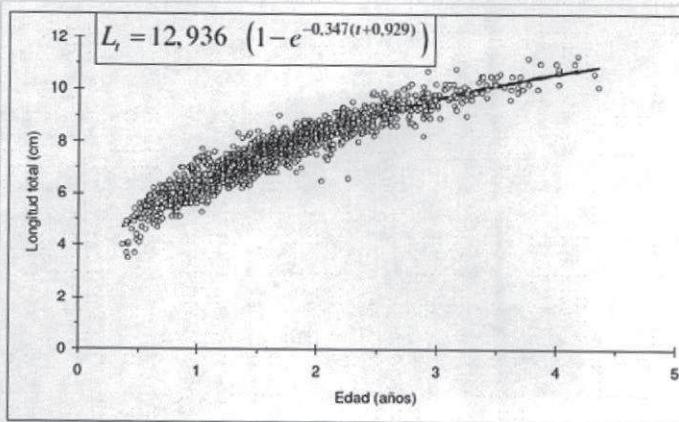


Figura 3. Relación edad-talla del bacaladillo y los parámetros del ajuste del modelo de von Bertalanffy (FIP 2005-36).

Los datos recientes (marzo-abril 2013) (Figura 4) sobre la composición de tamaños de mote de las capturas de la flota artesanal de la Octava Región de Chile que éstos fluctúan entre 4,5 y 8,5 cm de LT en marzo y entre 6,0 y 10,0 cm de LT en abril, con las modas respectivas de 6,5 y 8,0 cm de LT.

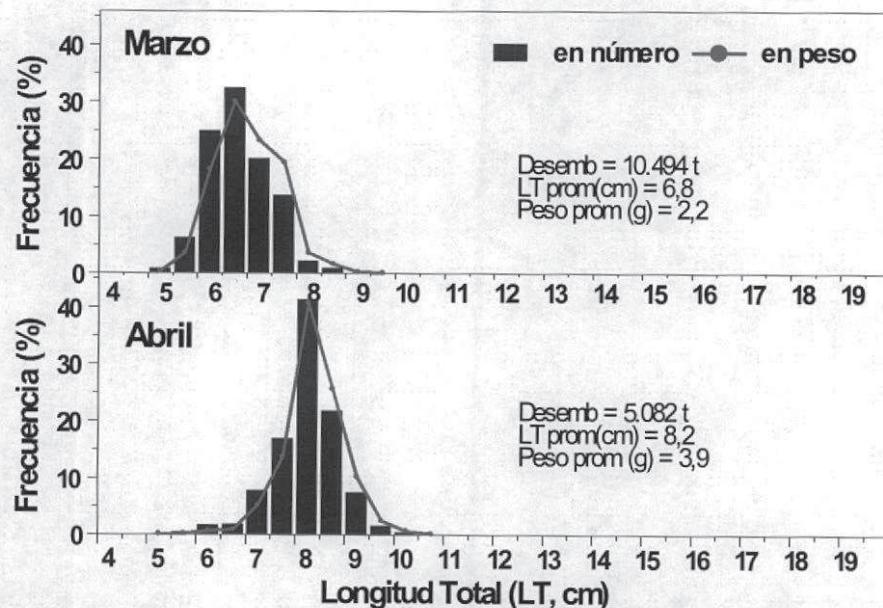


Figura 4. Frecuencia de tamaños de mote y los desembarques de la flota artesanal de la Octava Región de Chile durante los meses de marzo y abril (hasta el día 15) de 2013.

5. HABITOS ALIMENTICIOS

Los hábitos alimenticios conocidos para ejemplares juveniles y adultos son el pastoreo a materia vegetal (fitoplancton) consumiendo principalmente algas verde-azules y diatomeas (e.g. *Anacystis quadruplicatum*, *Oscillatoria sp.*, *Navicula sp.*). Adicionalmente, se ha reportado el consumo de zooplancton en especial copépodos (e.g. *Acartia tonsa*, *Calanus australis*, *Calanus*

chilensis) (Nelson 1984; Pequeño 1989; Vegas & Pequeño 1993). El nivel trófico alcanzado para esta especie derivado desde la composición de la dieta señala que está en un rango entre 2,20 a 2,79 (Vegas & Pequeño 1993). Por otro lado, en las aguas peruanas durante los estudios de los años 1995-1996 describen (Quiroz et al. 1996) que la dieta alimentaria de camotillo (mote) estuvo constituida por copépodos calanoides, anfípodos y larvas de crustáceos, en una proporción y composición no diferenciada. Los análisis del contenido estomacal en el período de prospección en el área costera entre Ilo y Tacna (Perú) (abril 1995 - enero 1996) determinó que el mote se alimentó sólo de zooplancton, no hubo indicios de fitoplancton, no se observó una diferencia de dieta en relación a la longitud total de peces.

Siguiendo con el tema de alimentación, pero ahora analizando la importancia que representa esta especie como recurso alimenticio potencial, podemos mencionar que el bacaladillo ha sido reportado como ítem alimentario del jurel (*Trachurus symmetricus*), merluza común (*Merluccius gayi*), róbalo (*Pinguipes chilensis*), merluza maltona peruana (*Merluccius gayi peruanus*), e incluso se presentan referencia de canibalismo (Konchina 1983; Fuentes et al., 1989; Vegas & Pequeño 1993; González & Oyarzún 2003). En este contexto, Krautz (2003) en su trabajo sobre la dieta de eufausidos utilizando inmuno análisis señala a los huevos de esta especie como posible ítem presa.

El bacaladillo (mote) se comporta como especies eminentemente carnívoras primarias o secundarias, es decir que ocupa dos niveles tróficos ya que consume directamente zooplancton donde la especie más importante en los contenidos estomacales fue *Paracalanus parvus*. Así mismo, a partir de su régimen alimentario podemos predecir que estas especies son principalmente neríticas.

6. CICLO REPRODUCTIVO

El bacaladillo (mote) es una especie sincrónica, heterosexual, sin dimorfismo sexual visible, fertilización externa y desove parcial.

Los resultados del análisis biológico de mote, por ejemplo, en el Perú en los meses de diciembre 1995 y enero 1996, sugieren una longitud media de madurez sexual de 8,5 cm de longitud total (LH) para hembras y 9,0 cm de LH para machos. Las tallas mínimas observadas de primera madurez fueron 5,0 y 5,2 cm de LH, respectivamente. La proporción sexual fue de 1,5 a 1,0 favorable a las hembras madurantes y maduros (diciembre 1995 y enero 1996) (Quiroz et al., 1996).

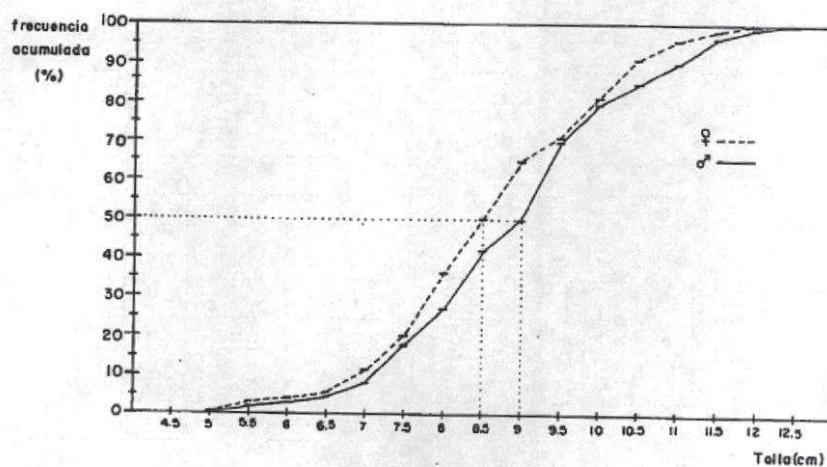


Figura 5. Talla de la primera madurez sexual de mote (diciembre 1995 – enero 1996) (Quiroz et.al, 1996).

La mayor cantidad de información de esta especie se centra en las primeras fases de vida (huevos y larvas), es así como tempranamente **Balbontin & Pérez (1980)** realizan una excelente descripción de los estados larvales en el área de Valparaíso. Luego, **Washington et al. (1984a)** también proveen algunas ilustraciones y una breve discusión de las características larvales; más

recientemente **Vélez et al. (2003)** detallan claramente el desarrollo larval incluyendo ahora la componente osteológica no incluida en trabajos anteriores. Estas nuevas descripciones están basadas en ejemplares colectados en aguas peruanas desde Bahía Independencia hasta Pisco.

Dentro de las características larvales observadas se indica que son alargadas, de cuerpo moderadamente delgado, aletas pectorales pigmentadas, línea lateral bien definida; melanóforos sobre la línea lateral, tronco y cola; los melanoforos van disminuyendo de una cantidad mayor a 13 en los estados de preflexión a ninguno en el estado de flexión. **Vélez et al. (2003)** al comparar sus resultados con los obtenidos por **Balbontin & Pérez (1980)** indica que aparentemente no existen diferencias significativas entre individuos de Perú y Chile. La abundancia y distribución espacio temporal de las primeras fases de vida de esta especie también ha centrado la atención de los investigadores.

Es así como **Ramírez (2002)** entrega las primeras estimaciones para larvas y huevos en la zona centro-sur de Chile; aunque son estimaciones puntuales (Septiembre a Noviembre de 1996), estas dan cuenta de zonas de gran densidad tanto de huevos como de larvas en zonas de bahías y golfos en particular la Bahía de Concepción, Bahía de Coliumo y el sur del Golfo de Arauco. Las mayores densidades (huevos y larvas) se registran en aguas someras sobre los 15 m de profundidad y ligadas al sector costero (primeras 2 mn). Dicha distribución de huevos y larvas fueron verificadas más tarde por **Inostroza et al. (2005)** incluyendo en este estudio información perteneciente a los años 2001 y 2002. Estos patrones espaciales de densidad de larvas y huevos son también identificados por **Hernández-Miranda et al. (2003)**, en las localidades de El Quisco y Las Cruces (Chile Centro); estos autores indican que la abundancia de los ensambles larvales presentes en estas dos localidades, donde se incluye larvas de bacaladillo, presentan patrones de abundancia que aumentan en invierno – primavera (Julio – Octubre), son cercanos a cero durante el verano (Diciembre – Febrero) y con un claro aumento de la abundancia durante otoño.

En Chile, los autores que han trabajado con estadios tempranos de *N. crockeri* (y otras especies pelágicas) concuerdan en que las máximas abundancias promedio (huevos y larvas) reportadas son coincidentes con periodos donde la intensidad de los vientos suroeste se incrementa (Septiembre), lo que representa condiciones favorables para el transporte Ekman y/o desplazamientos costa afuera de aguas superficiales, con el consecuente influjo de aguas ricas en nutrientes cerca de la costa (surgencia), donde se reportan estas mayores densidades (Ramírez 2002; Inostroza *et al.* 2005, Hernández-Miranda *et al.* 2003).

En Perú, Vélez *et al.* (2005) realizan un trabajo puntual sobre las particularidades del ensamble larval presente en Bahía Independencia, dicho trabajo sugiere que esta bahía es una zona importante de desove y crianza de un buen número de peces marinos. La especie con mayor densidad observada en este estudio fue *N. crockeri* con 80 % de frecuencia de ocurrencia en las muestras colectadas en aguas someras (10 m profundidad) y en un rango de temperatura entre los 13,5°C y 14,2°C. Las mayores densidades larvales de bacaladillo son observadas en primavera (Septiembre-Noviembre) con un máximo registro en Octubre (7.493 larvas por 100 m³), y al igual que en Chile, esta densidad disminuye a valores cercanos a cero durante el verano. Estos autores indican que las altas densidades larvales registradas en primavera para el bacaladillo son coincidentes tanto con la acumulación de zooplancton en la Bahía Independencia, como con los períodos de incremento de la surgencia en la zona.

En el contexto anterior, podemos destacar que *N. crockeri* en sus estados larvales prefiere zonas costeras (Bahía y Golfos) con poca profundidad (sobre 20 m) y sus máximas densidades larvales son concordantes con abundante alimento y los períodos de intensificación de la surgencia.

Sobre la base de las observaciones macroscópicas de las estructuras reproductivas de bacaladillo y la lectura de preparaciones histológicas, se construyó las siguientes tablas de madurez sexual para machos y hembras de las especies en estudio.

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del Bacaladillo o Mote (*Normanichthys crockeri*)

La data de ictioplancton de los proyectos costeros (**FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819**) señalan periodos de mayor abundancia de huevos de *N. crockeri* desde el verano (Enero) hasta comienzos de otoño (Abril). Las mayores abundancias de larvas en las estaciones costeras, sin embargo, ocurrieron a fines de invierno – comienzos de primavera (Agosto-Octubre). Alternativamente, la serie de muestreos mensuales de ictioplancton en la estación ubicada a 18 millas náuticas de la costa (**FIP 2004-20 y FIP 2005-01**) mostró un patrón similar a las larvas costeras, esto es, mayores abundancias de huevos y larvas durante los meses de fines de invierno (Agosto-Septiembre). Las abundancias promedio de huevos y larvas en las estación ubicada a 18 m de la costa no difirieron marcadamente entre si y fueron similares a las de huevos colectados en las estaciones costeras. Estos antecedentes, sumados a los señalados sobre distribución horizontal en que se revisó espacialmente las distribuciones de huevos y larvas en 5 cruceros realizados en la VIII y IX Regiones (primer informe de avances), indicarían que el mote, *N. crockeri*, desova durante todo el año pero presentando dos peaks de desove: uno durante verano-comienzo de otoño, y otro durante el fines del invierno-comienzo de primavera.

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del Bacaladillo o Mote (*Normanichthys crockeri*)

EMS	ESTADO	ASPECTO GENERAL
I	Inmaduro	Ovarios y testículos ocupan cerca de 1/3 de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios rosáceos, translúcidos, con ovocitos invisibles a simple vista. Testículos blancuzcos.
II	Virgen madurando y en recuperación	Ovarios y testículos ocupan casi la mitad de la longitud la cavidad abdominal. Ovarios rosáceos con ovocitos invisibles a simple vista. Testículos blancuzcos más o menos asimétricos.
III	Maduro	Los ovarios y testículos cubren más de 2/3 de la cavidad abdominal. Ovarios de color rosado a anaranjada amarillento de color pálido, con ovocitos de aspecto granular visibles a simple vista. No se observan vasos sanguíneos superficiales. Testículos blancuzcos.
IV	Hidratado	Los ovarios y testículos ocupan toda la cavidad abdominal. Ovarios de color marrón, ovocitos transpatentes, vasos sanguíneos superficiales no visibles. Ovocitos hidratados de mayor tamaño al estado estado III. Testículos blancuzcos y blandos.
V	En regeneración	Ovarios y testículos flácidos, distendidos, contraídos a la mitad de la cavidad abdominal. Las paredes son delgadas, flojas y lumen grande. Los ovarios pueden contener aún restos de ovocitos opacos, maduros y en desintegración, obscurecidos o translúcidos. Este ovario pasa a la etapa II de esta escala.

En conclusión el bacaladillo presentaría 2 períodos de actividad máxima reproductiva (estival e invernal). Las mayores abundancia de huevos y larvas de bacaladillo y machuelo ocurrirían en invierno y a fines del verano, lo cual concuerda con lo observado a lo largo de la costa de Chile central donde las especies de hábitos epipelágicos presentan desoves someros en invierno cuando dominan los vientos del norte, que reducen el transporte advectivo de huevos y larvas.

7. ANTECEDENTES PESQUEROS

- **Medidas de administración pesquera en Chile**

✓ Acceso:	No aplica
✓ Cuota:	No aplica
✓ Restricción de artes y aparejo de pesca:	No aplica
✓ Tamaño mínimo legal (TML):	No aplica
✓ Veda:	No aplica

Fuente: *Medidas de Administración pesqueras. Departamento de fiscalización e inspección pesquera, unidad de pesca extractiva.*

- **Desembarque Histórico**

El bacaladillo es una especie que en las capturas se presenta principalmente como la fauna acompañante de la pesca artesanal e industrial de la anchoveta y/o sardina común tanto en el Perú como en Chile., y no es un recurso de pesca dirigida.

Del Perú: Se reportan datos de desembarques de camotillo (mote) en los puertos sureños del Perú entre los años 1990-1996. De estos un mayor desembarque de dicha especie se registra en el período entre 1995 hasta enero 1996, de 42.685 toneladas. En otras temporadas de pesca (anteriores) estos desembarques fluctuaron entre 64 y 552 toneladas (Quiroz et al., 1996). Estos se mantuvieron bajos y en los años posteriores a 1996. Estos datos indican que el recurso es capaz aumentar en las condiciones oceanográficas favorables muy bruscamente su abundancia, como también mantener ésta en los volúmenes bastante bajos, no significativos para el desarrollo de la pesquería comercial.

En Chile: El mote entre los años 1991 y 2001 sólo se registró desembarque en la I y II regiones, con un máximo histórico de 20.317 toneladas en la I Región en el año 1997. A partir del 2002 se registró mote en el desembarque artesanal de la VIII Región, y en el año 2005 es declarado también en el desembarque industrial de la VIII y X regiones (Figura 6). El aumento de los desembarques de esta especie en 2005 puede ser relacionada con la sobre declaración de ésta como fauna acompañante de sardina común y anchoveta en las condiciones de la regulación más exigente de éstas últimas por la Subsecretaría de Pesca de Chile y so se coincide con las encuestas realizadas directamente en las embarcaciones artesanales y/o los puntos de desembarques (ver Figura 7) que indica su presencia en la pesquería no superior a los 0,16% de total.

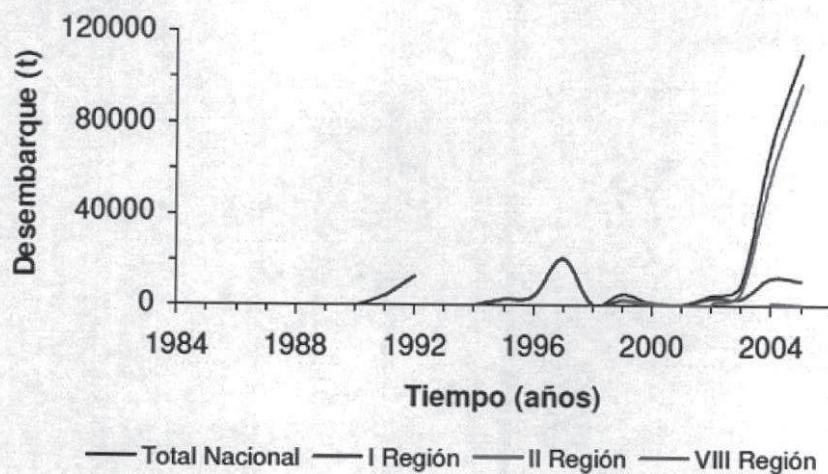


Figura 6. Desembarque histórico de bacaladillo entre los años 1984 y 2005.

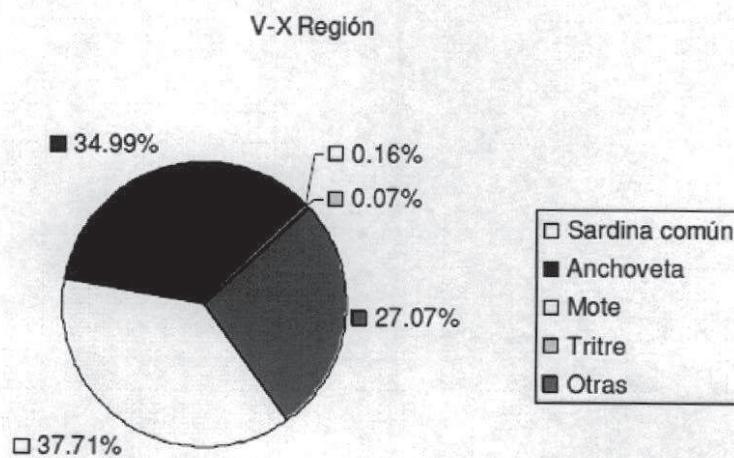


Figura 7. Composición de la captura de cerco (lanchas artesanales) en el periodo Noviembre de 2005 y Octubre de 2006, basada en encuestas del desembarque, muestreo biológico, y pesca de investigación.

Durante los primeros meses del año 2013, con el inicio de la temporada de pesca de sardina común y anchoveta en macro zona de Y a X Regiones de Chile, desde el mes de marzo, ha detectado una alta presencia de mote en las capturas de las lanchas artesanales de la Octava Región, tanto “puro” (100%) como la fauna acompañante. A la fecha (15 de abril de 2013) en la Octava Región oficialmente ya se desembarcó 15.576 toneladas de este recurso, la captura “oficial” más alta durante los últimos años, se relaciona con una alta abundancia de esta especie en la región costera. No obstante de esto, también se reportaron las capturas de mote durante el mes de enero de 2013 (hasta 400 toneladas por viaje).

8. REFERENCIAS CITADAS

- Anon., 1999 Fish collection database of the Natural History Museum, London (formerly British Museum of Natural History (BMNH))
- Anon., 2000 Fish collection database of the Gulf Coast Research Laboratory (GCRL). The Gulf Coast Research Laboratory (GCRL), Ocean Springs, Mississippi, USA.
- Anon., 2000a The ichthyological collection of the Zoological Museum Hamburg (ZMH). Division of Ichthyology and Herpetology, Zoological Museum Hamburg (ZMH).
- Anon., 2001 Fish collection database of the National Museum of Natural History (Smithsonian Institution). Smithsonian Institution - Division of Fishes.
- Anon., 2001a Fish collection database of the Zoological Museum, University of Copenhagen. Zoological Museum, University of Copenhagen.
- Anon., 2002 Fish collection database of the American Museum of Natural History. American Museum of Natural History, Central Park West , NY 10024-5192, USA..
- Bahamonde, N. & G. Pequeño. 1975. Peces de Chile. Lista Sistemática. Museo Nacional de Historia Natural, Publicacion Ocasional, 21: 1-20.
- Balbontín, F. & R. Pérez. 1980. Descripción de los estados larvales de *Normanichthys crockeri* (Perciformes: Normanichthyidae) del área de Valparaíso, Chile. Revista de Biología Marina 17: 81-95.
- Biología Marina, 2004 Nomina de especies comerciales de Chile. Biología Marina website.
- Carl, H., 2003 Danish fish names. Zoological Museum of Copenhagen. Unpublished.
- Chirichigno, N.F., 1974 Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú (44):387 p.
- Chirichigno, N.F. & J. Vélez D. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú (Segunda edición, revisada y actualizada). Instituto del Mar del Perú, Publicación especial. 1-496, 4 pls.
- Chirichigno, N.F. & M. Cornejo. 2001. Catálogo comentado de los peces Marinos del Peru. Instituto del Mar del Perú, Publicación especial. 1-314.

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del Bacaladillo o Mote (*Normanichthys crockeri*)

Clark, H. W. 1937. New fishes from the Templeton Crocker expedition of 1934-35. Copeia 1937. Nº 2: 88-91.

Coppola, S.R., W. Fischer, L. Garibaldi, N. Scialabba and K.E. Carpenter, 1994 SPECIESDAB: Global species database for fishery purposes. User's manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 9. Rome, FAO. 103 p.

FIP 2005-36. Estudio biológico-pesquero de bacaladillo (*Normanichthys crockeri*) y machuelo (*Ethmidium maculatum*) en la zona centro-sur de Chile. Departamento de oceanografía de Universidad de Concepción. 266 p.

Fowler, H. W. 1951. Analysis of the fishes of Chile. Rev. Chilena Hist. Nat., 51-53, 263-326.

González, P. and C. Oyarzún, 2003 Diet of the Chilean sandperch, *Pinguipes chilensis*, (Perciformes, Pinguipedidae) in the southern Chile. J. Appl. Ichthyol. 19(6):371-375.

Hernández-Miranda. E., Palma A.T. & F.P. Ojeda. 2003. Larval fish assemblages in nearshore coastal waters off central Chile: temporal and spatial patterns. Estuarine, Coastal and Shelf Science 56:1075-1092

Inostroza, P., M Landaeta & L Castro. 2005. Crecimiento y mortalidad larval del mote (*Normanichthys crockeri*) (Normanichtidae, Scorpaeniformes) en Chile central durante 2001 y 2002. Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR), Viña del Mar, Mayo 16-20, 2005.

Konchina, Y.V. 1983 The feeding niche of the hake, *Merluccius gayi* (Merlucciidae), and the jack mackerel, *Trachurus symmetricus* (Carangidae), in the trophic system of the Peruvian coastal upwelling. J. Ichthyol. 23(2):87-98.

Krautz . M.C., González, M. & L.R. Castro. 2003. Detection of anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns 1842) eggs in euphausiid diets using immunoassays (ELISA). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 294. pages: 27–39

Loeb, V.J. & O. Rojas. 1988. Interannual variation of ichthyoplankton composition and abundant relations off northern Chile, 1964-83. Fishery Bulletin 86: 1-24. Mandrytsa, S. A. 1993. The peculiarities of the seismosensory system of *Normanichthys crockeri* Clark (Scorpaeniformes: Normanichthyidae). Trudy Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR Vol. 235 (for 1991): 9-21.

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del Bacaladillo o Mote (*Normanichthys crockeri*)

Matamala, N.C., 2004. Lista de peces de Chile. webpage 'Peces de Chile: Principales Peces Marinos de Importancia Comercial de la Zona Centro-Sur de Chile'.

Norman, J.R. 1938. On the affinities of the Chilean fish *Normanichthys crockeri* Clark. Copeia, 1: 29-32.

Nelson, J.S. 1984. Fishes of the world (2^a edición edición). New York: John Wiley & Sons, Inc.. pp. 523 p..

Palomares, M.L.D., N. Bailly, R. Froese y D. Pauly, 2006. A preliminary list of English common names for as yet unnamed fish families. p. 38-48. En M.L.D. Palomares, K.I. Stergiou y D. Paluly (eds.) *Fishes in databases and ecosystems*. Fisheries Centre Research Reports 14(4). Fisheries Centre, University of British Columbia.

Pequeño. G. 1989. Peces de Chile, lista sistemática revisada y comentada. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 24: 1-132.

Pequeño, G. 1997. Peces de Chile. Lista Sistemática revisada y comentada: Addendum. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 32: 77-94.

Pérez, R. 1978. Identificación de huevos y larvas planctónicas de peces de la Bahía de

Valparaíso . Informe de Práctica. Universidad Católica de Chile. 238 p.

Ramírez, A. 2002. Distribución, abundancia, composición por tallas y estimación de tasas de mortalidad de huevos y larvas de *Normanichthys crockeri* en la zona central de Chile, entre Septiembre y Noviembre de 1996. Unidad de Investigación. Magíster en Ciencias mención Pesquerías. Universidad de Concepción.

Quiroz M.R., Zambrano M.P, Cárdenas F.C. 1996. El recurso camotillo (*Normanichtys crockeri*) en la zona sur del Perú, abril 1995 a enero 1996. Inf.Prog.Inst.Mar Perú Nº46, Noviembre 1996., pp.19-30.

Vegas, G.E. & G. Pequeño. 1993. Contribution to the biology of *Normanichthys crockeri* Clark, 1937 (Osteichthyes, Scorpaeniformes). Rev. Biol. Mar. 28(1):1-36.

Vélez, J.A., W. Watson, E.M. Sandknop, W. Arntz & M. Wolf. 2003. Larval and osteológica development of the mote sculpin (*Normanichthys crockeri*) (Pisces: Normanichthyidae) from the Independencia Bight, Pisco, Peru. Journal of Plankton Research 25: 279-290.

REPORTE TÉCNICO
Antecedentes bibliográficos del Bacaladillo o Mote (*Normanichthys crockeri*)

Velez. J.A., Watson, W., Arntz, W., Wolff, M. & S.B. Schnack-Schiel. 2005. Larval fish assemblages in Independencia Bay, Pisco, Peru: temporal and spatial relationships. *Marine Biology*. 147: 77–91

Washington, B. B., Eschmeyer, W.N. & and K.M. Howe. 1984. Scorpaeniformes:relationships. In: H. G. Moser et al., eds. *Ontogeny and systematics of fishes*. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Publ. No. 1: 438-447.

Washington, B.B., Moser, H. G., Laroche, W. A. & W.J. Richards. 1984a. *Scorpaeniformes: development*. In Moser H. G., Richards W.J., Cohen D. M., Fahay M. P., Kendall A. W. Jr. and Richardson S. L. (eds), *Ontogeny and Systematics of Fishes*. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ. No. 1., Allen Press, Lawrence, KS, pp. 405–428.

Wheeler, A. 1977. *Das grosse Buch der Fische* (2^a edición). Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co.. pp. 356 p..

Yabe, M. & T. Uyeno. 1996. Anatomical description of *Normanichthys* crockery (Scorpaeniformes, Incertae sedis: Family Normanichthyidae). *Bull. Mar. Sci.* Vol 58 (2), 494–510.

Ciclos de vida y ontogenia de especies marinas: Antecedentes sobre la biología de *Pleuroncodes monodon* y *Normanichthys crockeri*

Dr. Eduardo Hernández

Universidad de Concepción

Introducción

Una de las problemáticas centrales durante el funcionamiento de centrales termoeléctricas que utilizan el agua marina para el enfriamiento de sus turbinas, es la mortalidad de los organismos que han sido succionados por sus tuberías. La mortalidad ocurre en todos los estadios ontogenéticos de las diversas especies de la comunidad planctónica y bentónica (i.e. huevos, larvas, juveniles y adultos). Esta sin embargo, dependerá de cada especie en particular, de su tamaño corporal y de su capacidad natatoria.

La mayoría de las especies marinas, poseen los denominados ciclos de vidas complejos. Esto quiere decir, que durante su ontogenia o período de vida, transitan por diferentes estadios y/o morfos. Los ciclos de vida en general se inician con un huevo de vida libre, del cual eclosiona un larva de pequeño tamaño (ca. 1 mm o menos). La capacidad natatoria de estas larvas es limitada y, junto a los estadios de huevos, están expuestos fuertemente al transporte físico de tipo advectivo. Posteriormente, los estadios larvales sufren sucesivas metamorfosis hasta alcanzar estadios juveniles. En esta etapa, existen dos tipos de estrategias de vida. Permanecer el resto de la ontogenia en la columna de agua (organismos holo-planctónicos) o asentarse en un sustrato en el fondo marino (organismos mero-planctónicos), alcanzado la adultez y el tamaño necesario para la reproducción. Dependiendo de esta vía de cambio ontogenético los organismos quedarán para siempre en la columna de agua y bien cambiaran su hábitat hacia sustratos arenosos o rocosos.

En este contexto es altamente probable que organismos holoplanctónicos queden expuestos a la captura de las tuberías durante todo su ciclo de vida y los meroplanctónicos, principalmente durante sus estadios larvales. Durante este proceso el crecimiento somático resulta fundamental, ya que organismos de mayor tamaño tendrán una mayor probabilidad de evadir la succión que efectúan las tuberías de enfriamiento.

Por otro lado y en general, las zonas costeras de la VIII Región, se caracterizan por ser importantes áreas de desove de peces, crustáceos y moluscos de importancia económica. Si bien, es cierto que el volumen de agua utilizado para la refrigeración de la termoeléctrica es mínimo cuando se considera a nivel de escala regional, a nivel de escala local (i.e. cientos de metros) la captura de estadios larvales y de fitoplancton podría ser importante. En otras palabras, la toma de agua de la central termoeléctrica podría disminuir el proceso de reclutamiento y asentamiento de especies. De igual forma se podría argumentar que la captura de fitoplancton y materia orgánica por la toma de agua para la refrigeración puede generar una disminución en los niveles de producción primaria local y de la disponibilidad de materia orgánica, esto es tanto a nivel basal de las cadenas tróficas, como para los organismos filtradores residentes en la zona aledaña (ej. almejas) que se alimentan de estos dos componentes.

La única vía de conocer realmente que está siendo capturado y cuáles son sus tamaños corporales, es llevar a cabo una descripción poblacional y comunitaria de los organismos que habitan las áreas aledañas y compararlo con lo que realmente está siendo succionado.

Ciclos de vida y estadíos ontogenéticos

En particular, en adelante se entregan algunos antecedentes de los ciclos de vida de dos especies residentes transitorias de Bahía coronel. El langostino *Pleuroncodes monodon* y el mote *Normanichthys crockeri*.

Pleuroncodes monodon

El langostino colorado, *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837), es un crustáceo decápodo, de pequeño tamaño, perteneciente a la familia Galateidae. Se distribuye desde la isla Lobos de afuera, Perú (7°S) hasta Ancud, Chile (43°S) (Haig 1955. Retamal 1981). En Chile, su rango de distribución comercial abarca desde Coquimbo (30°S) hasta Talcahuano (37°S) (Palma & Arana 1997). En Chile central, se encuentra asociado principalmente a la plataforma continental de a profundidades mayores a los 50 m (Roa *et al.* 1995). En particular para la zona de la plataforma continental de la octava región se ha descrito dos grandes zonas de residencia; una adyacente al Cañón del Río Itata (Achira) y otra en la zona del Golfo de Arauco (Bío-Bío) (Roa 1993. Roa & Tapia 1998. Roa & Tapia 2000). Entre ambas zonas, existe una diferenciación en sus tamaños corporales, con un gradiente sur-norte. La Bío-Bío correspondería a un área principalmente de crianza y la Achira principalmente al área de los adultos reproductivos (Bahamonde *et al.* 1986. Roa & Bahamonde 1993). En ambas áreas las mayores densidades están asociadas a batimetrías entre los 50 y 200 m y, a distancias mayores a las 5 mn de la costa (Fig. 1).

En relación a su biología, *P. monodon* presenta un ciclo de vida complejo, con juveniles y adultos bento-demersales y estadíos larvales pelágicos (Gallardo *et al.* 1992). La vida planctónica del langostino colorado comprende cinco estados larvales de zoea y uno de postlarva (Fagetti & Campodónico 1971. Bustos *et al.* 1982). Una vez que los individuos han alcanzado el estado de postlarva, comienzan su desplazamiento hacia la zona bentónica donde ocurriría el reclutamiento.

En relación a su reproducción, el período de desove estaría comprendido entre primavera y principios de verano de cada año (Palma & Arana 1990), siendo el período de asentamiento unos 6 a 7 meses posteriores al desove, lo cual ocurriría durante los meses de Marzo y Abril (Gallardo *et al.* 1994). Frente a la costa de Concepción, la reproducción de esta especie se extiende durante casi todo el año, encontrándose hembras ovígeras desde febrero hasta diciembre (Palma 1994). Las mayores abundancias larvales en el ambiente planctónico se detectarían entre los meses de junio y diciembre (Palma 1994. Cañete 1994). Recientemente, Yannicelli (2005) ha reportado una serie de antecedentes de la historia de vida temprana y ecología de *P. monodon*, y además los factores oceanográficos que estarían actuando sobre los estadios tempranos de esta especie en la VIII Región. Uno de los aspectos en que se ha enfocado esta autora es la dispersión de los estadios larvales una vez que han sido liberados a la columna de agua por los adultos desde las áreas bentónicas. Su permanencia en el hábitat pelágico ha sido propuesta por Yannicelli (2005) como un mecanismo de evasión de un hábitat parental no propicio para su desarrollo, proporcionando a los estadios larvales una mayor probabilidad de supervivencia. Este comportamiento pelágico, por otro lado, favorecería procesos de dispersión entre diferentes poblaciones en el espacio. El acople entre factores oceanográficos y la biología de los estadios larvales ha permitido elaborar modelos individuo basado (IBM) para predecir los resultados ulteriores en la pesquería de esta especie.

La extracción comercial de este crustáceo en Chile se desarrolló en la zona centro-sur hasta mediados de los años noventa. Posteriormente, a partir de 1998, se iniciaron faenas extractivas en la zona centro-norte de Chile, con capturas de importancia entre los 26°03'S y 32°10'S. Desde el año 2001 hasta la fecha, la pesquería del langostino colorado se mantuvo en veda extractiva en la zona centro-sur (32°10'S-38°28'S) (Montenegro 2009), debido a los bajos niveles de biomasa, los que fueron estimados tanto a través de evaluaciones directas (Canales *et al.* 2002. 2003. Bahamonde *et al.* 2004) como también mediante evaluaciones indirectas del stock (Canales & Espejo 2001. Canales 2003). Anteriormente, durante el período en que la pesquería estuvo abierta, los desembarques exhibieron una tendencia creciente entre 1994 y 1998, desde cerca de 3300 ton hasta 12500 ton (Acuña *et al.* 2005). Durante los últimos seis años las extracciones de este crustáceo en

la VIII región han ido en explosivo aumento con desembarques durante el año 2004 de 32 toneladas hasta llegar a 2357 toneladas desembarcadas durante el año 2009.

En general los estudios en *P. monodon* asociados a las aguas costeras de la VIII Región se han enfocado en los estadios larvales (Cañete 1994, Palma 1997, Yannicelli 2005) adultos, con especial énfasis en un enfoque pesquero (Canales 1997, Roa 1997, Canales 2002, Montenegro 2009) conociéndose poco acerca de los estadios juveniles y el proceso de reclutamiento. En este último aspecto destaca el trabajo realizado por Gallardo *et al.* 1994 quienes sugieren una relación con *Thioploca* sp durante el reclutamiento de *P. monodon*, junto con estimar el periodo del año en que ocurriría este proceso. No obstante esto, aspectos del reclutamiento enfocado en zonas costeras de baja profundidad son actualmente muy escasos y obtenidos en forma tangencial en estudios de prospección pesquera. Es así como la zona de Achira ha sido descrita como un área importante para su reproducción y reclutamiento (Roa *et al.* 1995, Yanicelli 2005), pero sin considerar la importancia que podría tener la zona costera aledaña.

En relación a sus tamaños corporales, *P. monodon* inicia su ciclo vital con rangos cercanos a 1 mm (i.e. estadios larvales), su tamaño de reclutamiento y/o de juvenil es cercanos a los 10 mm. El tamaño de adulto puede alcanzar rangos cercanos a los 10 cm. Estadios larvales y juveniles pueden ser encontrados en zonas costeras, debido principalmente a transporte advectivo producto del desplazamiento de masas de agua profundas hacia la superficie durante eventos de surgencia.

Normanichthys crockeri

El mote, *Normanichthys crockeri* (Clark, 1937), es un pez carnívoro, de pequeño tamaño, perteneciente a la familia Normanichthyidae del orden Scorpaeniformes. Se distribuye desde Chimbote, Perú, hasta la zona sur de Chile (44°S) (Vegas & Pequeño 1993, Landaeta & Castro 2006a, Bustos *et al.* 2008). En Chile, su distribución está

principalmente asociada a zonas costeras. Desde el punto de vista pesquero en los últimos años, sus desembarques han alcanzado entre las 9.300 y 67.000 toneladas, período 2003 – 2008 (Landaeta et al. 2010), pesquería asociada fuertemente a las de sardina y anchoveta.

En relación a su ciclo de vida, *N. crockeri* realiza toda su ontogenia en la columna de agua. Desde los estadios larvales, hasta alcanzar su adultez, es posible encontrarlo en la zona superficial de la columna de agua. Los adultos se alimentan de zooplancton, principalmente copépodos (Sepúlveda et al. 2004) y es presa de peces costeros, mamíferos marinos y aves marinas (Vargas et al. 1999, Oyarzún et al. 2001, González & Oyarzún 2003, García-Godos & Goya 2006, Soto et al. 2006). Los estadios larvales se alimentan de huevos de copépodos, copepoditos y copépodos adultos (Balbontín et al. 1997).

En relación a sus tamaños corporales, *N. crockeri* inicia su ciclo vital con rangos cercanos a 1 mm (i.e. estadios larvales pelágicos). El tamaño de adulto puede alcanzar rangos cercanos a los 11 cm. En la VIII Región, los estadios larvales, juveniles y adultos pueden ser encontrados en zonas costeras y muy cercanas a la costa, incluidas la Bahías, como ha sido reportado para Bahía Coliumo, mediante muestreos del fondo marino, utilizando rastras como técnica de muestreo (Hernández-Miranda et al., 2012).



Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción

INFORME TÉCNICO

VARAZÓN DE LANGOSTINO COLORADO EN BAHIA CORONEL, MARZO 2013

-27 de marzo de 2013-

Biol. Mar. Willredo Alarcon

Biol. Mar. Jaime Gutiérrez

Biol. Mar. María González

Lic. Biol. Mar. Luis lozano

INDICE

1.- Resumen Ejecutivo.....	4
2.-Introducción.....	8
3.- Metodología	12
4.- Resultados	22
5.- Discusión	54
6.- Conclusiones	65
7.- Referencias.....	66

1.- Resumen Ejecutivo

El día 18 de marzo de 2013, se observó el ingreso significativo de individuos de pequeño tamaño de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en las tuberías de la central Bocamina. Ante esto, ENDESA solicitó a la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción que procedieran a realizar un estudio con el objetivo de dar una respuesta científica al arribo de estos organismos a la Bahía Coronel. El día 19 de marzo de 2013, se observó una fuerte varazón de individuos juveniles de langostino colorado en Bahía Coronel, en particular en Caleta Lo Rojas. Además el día 22 de marzo tuvo lugar una segunda varazón de organismos en Bahía Coronel.

En este contexto, los objetivos del presente estudio fueron:

- 1.- Caracterizar los organismos que habían ingresado en la toma de agua de la Central Bocamina el 18 de marzo de 2013.
- 2.- Analizar las condiciones ambientales e hidrográficas relevantes a las varazones de langostinos en Bahía Coronel.
- 3.- Caracterizar las condiciones ambientales e hidrográficas en el Golfo de Arauco durante la varazón del 22 de marzo de 2013.
- 4.- Determinar las potenciales causas de la alta abundancia y varazón observada de individuos de langostino colorado en Bahía Coronel.

Para llevar a cabo estos objetivos se realizaron las siguientes actividades: (a) Muestreo de las condiciones hidrográficas de Bahía Coronel el día 18 de marzo; (b) Muestreo de organismos desde las tuberías proveniente de la bocatoma de Central Bocamina, el día 18 de marzo de 2013; (c) Muestreo de las condiciones hidrográficas del Golfo de Arauco el día 22 de marzo, incluyendo estaciones en Bahía Coronel; (d) Muestreo de zooplancton con especial énfasis en la presencia de langostino colorado en Bahía Coronel (18 y 22 de marzo) y en el Golfo de Arauco (22 de marzo); y (e) Análisis de la dinámica de los vientos locales y mareas en Bahía Coronel, para el período 1 de marzo al 22 de marzo del 2013.

Los principales resultados de esta investigación son:

- (i) Los organismos presentes en la muestra biológica colectada en la canaleta de la bocatoma de la central Bocamina el día 18 de marzo correspondieron en más del 99% a individuos juveniles de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Otras especies identificadas (<1%) en la muestra fueron: el pez *Normanichthys crockeri* (Mote), el molusco bivalvo *Mytilus algosus* (chorito) y una especie de crustáceos del Orden Stomatopoda.
- (ii) Las condiciones hidrográficas de Bahía Coronel el día 18 de marzo de 2013 indicaron una clara estratificación vertical, con una fuerte presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) con bajo contenido de oxígeno disuelto a profundidades mayores a los 10 metros, e incluso hipóxicas cercano a los 15 m de profundidad. Las AEES normalmente se encuentran sobre la plataforma continental en profundidades mayores a los 50 metros. No obstante, las AEES pueden ser transportadas hacia la costa medio de procesos de surgencia forzados por el viento pudiendo, incluso, ingresar a bahías y golfos.
- (iii) El muestreo oceanográfico llevado a cabo en el Golfo de Arauco durante la varazón ocurrida en Bahía Coronel el 22 de marzo mostró, en general, para todas las estaciones de muestreo del Golfo de Arauco una clara termoclina ubicada aproximadamente a los 10 metros de profundidad. Bajo los 20 metros los valores se homogenizaron hasta la zona más profunda de la columna de agua. El oxígeno disuelto presentó las mayores concentraciones en superficie y las menores en la zona más profunda. Cabe destacar que en algunas estaciones se registró valores por debajo de 0,5 ml/l a los 20 metros de profundidad. En su conjunto, las características hidrográficas de la columna de agua, permitieron identificar la presencia de AEES en todas las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco.
- (iv) Las estaciones muestreadas en Bahía Coronel durante la varazón del 22 de marzo presentaron una clara estratificación térmica con una capa de mezcla en los primeros 8 metros de profundidad. La presencia de AEES fue notable con valores de oxígeno disuelto menores a 1 ml/l bajo los 8 metros de profundidad.

- (v) El día 18 de marzo, se registró la presencia de juveniles de langostino colorado en 6 de las 8 estaciones muestreadas dentro de Bahía Coronel, con densidades que variaron entre 8,5 ind/100 m³ hasta casi los 1000 ind/100 m³. Las mayores densidades estuvieron ubicadas en las estaciones de la zona de muestreo localizada en la parte más oceánica de esta Bahía.
- (vi) El día 22 de marzo (día de la varazón de langostinos en Bahía Coronel), se registró la presencia de juveniles de langostino colorado en todas las estaciones muestreadas en el Golfo de Arauco y dentro de Bahía Coronel, con densidades que fueron desde 18,5 ind/100m³ hasta casi los 2600 ind/100m³. Las mayores densidades estuvieron ubicadas en la zona central del Golfo de Arauco y dentro de Bahía coronel. Un segundo foco de mayor abundancia fue detectado en las estaciones cercanas al cañón del río Bío-Bío.
- (vii) Mediante observación aérea se observaron agregaciones de langostinos y varazones al interior de Bahía Coronel, tanto en la zona de la central Bocamina como en la zona del Puerto Coronel.
- (viii) La dirección del viento predominante desde el 1 al 22 de marzo fue desde el S-SW (hacia el Nor-Este), es decir favorable a la surgencia costera y consistente con lo que ocurre en esta época del año en esta región. El estrés del viento y el índice de surgencia costera presentaron altos valores durante casi todo el periodo de estudio, especialmente entre los días 2 y 7, entre los días 10 y 15 y entre el 21 y 22 de marzo. Influenciado por el ciclo diario del viento, durante las tardes de cada día, el Índice de Surgencia de Bakun presentó sus máximos valores, principalmente después de las 12 h, alcanzando valores de hasta 450 m³/s.
- (ix) Tanto la varazón de langostino colorado del 19 de marzo como la del 22 de marzo tuvieron lugar durante mareas de cuadratura.
- (x) Nuestros resultados indican que la presencia anómala de alta biomasa de juveniles de langostino colorado en Bahía Coronel se debería al ingreso de aguas profundas provenientes de la plataforma continental (Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales, AEES) producto de eventos de surgencia forzados por el viento. El desplazamiento de las AEES transportaron a los juveniles de langostino al interior de la Bahía Coronel. Las evidencias más importantes que apoyan esta conclusión son: (a) Presencia

importante de AECC en Bahía Coronel y el Golfo de Arauco durante la varazón del 22 de marzo o inmediatamente antes de la varazón del 19 de marzo; (b) El estrés del viento a lo largo de la costa fue claramente favorable a la surgencia en el periodo 1 al 22 de marzo, incluyendo los días previos y durante las varazones de langostino del 19 y del 22 de marzo; (c) la importante presencia de juveniles de langostinos en el Golfo de Arauco en zonas adyacentes a Bahía Coronel durante la varazón del 22 de marzo.

2.-Introducción

El día 18 de marzo de 2013, personal de la Central Bocamina detectó la presencia de individuos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en las tuberías de la Central Termoeléctrica de Bocamina (Figura 1). Ante este evento, se solicitó a la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción que procediera a realizar un estudio, con el objetivo de dar una respuesta científica al arribo de gran abundancia de estos organismos a Bahía Coronel. El 19 de marzo de 2013 y en la misma Bahía Coronel se produjo otra varazón de langostinos (Figura 2).

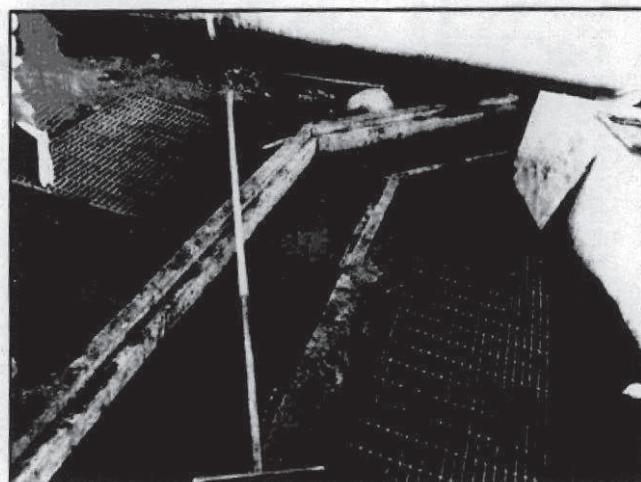


Figura 1.- Fotografía del canal de devolución de biomasa de la Segunda Unidad de la Central Bocamina obtenida por personal de la Universidad de Concepción el dia 18 de marzo de 2013 a las 18:30.



Figura 2.- Varazón de *P. monodon* en Bahía Coronel el martes 19 de marzo de 2013. Fotografía extraída de Radio Bío-Bío. www.biobiochile.cl.

Posteriormente, el día viernes 22 de marzo se produjo nuevamente una varazón de langostinos en la Bahía Coronel (Figura 3).

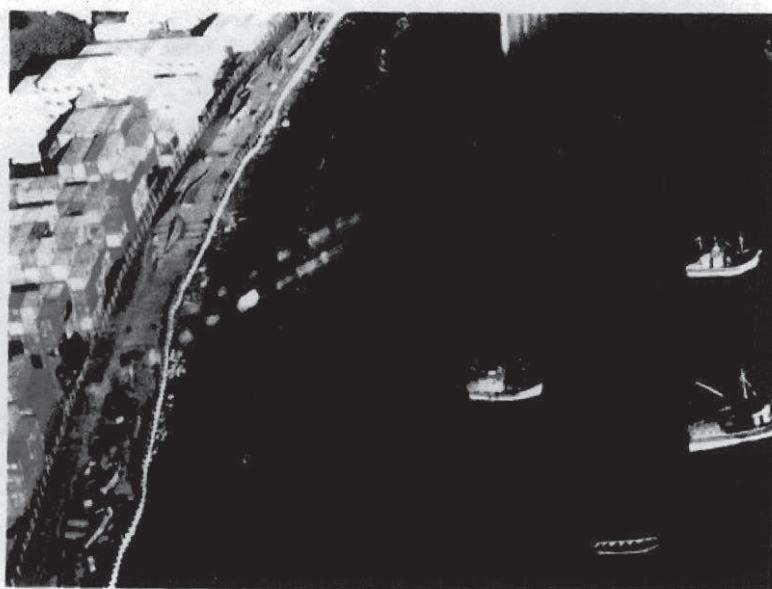


Figura 3.- Proceso de varamiento de juveniles de langostino colorado en la zona del Puerto de Coronel el dia viernes 22 de marzo de 2013. Fotografía aérea tomada por personal de la Universidad de Concepción.

Las prospecciones científicas han demostrado que el langostino colorado habita exclusivamente a profundidades mayores de 50 metros en la plataforma continental y, preferentemente, hasta profundidades cercanas a los 400 metros en la zona del talud (ej. Canales *et al.*, 2002; Arana *et al.*, 2005; Acuña *et al.*, 2010). El langostino vive en asociación con aguas de bajo contenido de oxígeno disuelto (Menares y Sepúlveda, 2005; Sellanes *et al.*, 2007). La Bahía Coronel tiene una profundidad máxima de sólo 20,5 metros (Faundez-Baez *et al.*, 2001), por lo que no presenta las condiciones ambientales para ser un hábitat de residencia permanente de una población de langostino colorado. En consecuencia, la presencia masiva de juveniles de langostino colorado en Bahía Coronel correspondería a eventos inusuales.

El Sistema de la Corriente de Humboldt posee una de las tres zonas de mínimas de oxígeno (ZMO) más importantes del océano global (Levin, 2003; Quiñones *et al.*, 2010). Esta zona de carácter subsuperficial se caracteriza por la presencia de niveles muy bajos de concentración de oxígeno disuelto bajo la termoclina principal, debido a altos niveles de consumo de oxígeno generado por la descomposición de materia orgánica y bajas tasas de renovación de agua por ventilación (Morales *et al.*, 1999). El Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESE) con bajo contenido de oxígeno disuelto es transportada hacia el polo sobre la plataforma continental y el talud a lo largo de la costa de Chile por la llamada Corriente Subsuperficial de Perú–Chile (Perú–Chile undercurrent; Wooster y Gilmartin, 1961). La ZMO se va profundizando y debilitando hacia el sur (Grados, 1988).

Así, frente a las costas de la VIII Región, extensas áreas del fondo están expuestas a bajos niveles de oxígeno disuelto (Ahumada y Chuecas, 1979; Ahumada, 1989; Escribano *et al.*, 2004) y generalmente, la aparición de condiciones deficitarias de oxígeno ($<1 \text{ ml O}_2 \text{ l}^{-1}$) ocurren al comienzo de la primavera, manteniéndose por todo el verano y desapareciendo en otoño (Ahumada *et al.*, 1983). La cobertura espacial de las AESE sobre la plataforma continental presenta una variabilidad importante de carácter estacional, así como variabilidad vinculada a eventos de macroescala como los eventos El Niño y la Niña (ej. Sellanes y Neira, 2006; Sellanes *et al.*, 2007).

La presencia de la ZMO sobre la plataforma continental genera largos períodos de hipoxia en los sedimentos (Fariñas *et al.*, 2004) y es un factor crítico para la estructura de las comunidades bentónicas (González y Quiñones, 2000; Gutiérrez *et al.*, 2000; Quiroga *et al.*, 2005; Veas *et al.*, 2012). Existe, además, clara evidencia que bajo la influencia de vientos de surgencia intensos de varios días consecutivos, estas aguas con bajo contenido de oxígeno disuelto se acercan a la costa ingresando a las bahías y pueden producir mortandades masivas de organismos como las ocurridas en Bahía Coliumo en enero del año 2008 (Hernández-Miranda *et al.*, 2010; Hernández-Miranda *et al.*, 2012).

En este contexto, el equipo de investigadores de la Universidad de Concepción llevó a cabo un estudio con los siguientes objetivos:

- 1.- Caracterizar los organismos que habían ingresado en la toma de agua de la Central Bocamina el 18 de marzo de 2013.
- 2.- Analizar las condiciones ambientales e hidrográficas relevantes a las varazones de langostinos en Bahía Coronel.
- 3.- Caracterizar las condiciones ambientales e hidrográficas en el Golfo de Arauco durante la varazón del 22 de marzo de 2013.
- 4.- Determinar las potenciales causas de la alta abundancia y varazón observada de individuos de langostino colorado en Bahía Coronel.

3.- Metodología

En el presente estudio se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- (i) Muestreo de las condiciones hidrográficas de Bahía Coronel el día 18 de marzo;
- (ii) Muestreo de zooplancton, con especial énfasis en la presencia de langostino colorado, en Bahía Coronel el día 18 de marzo;
- (iii) Muestreo de organismos desde las tuberías de Central bocamina el día 18 de marzo;
- (iv) Muestreo de las condiciones hidrográficas del Golfo de Arauco el día 22 de marzo, incluyendo 3 estaciones oceanográficas en Bahía de Coronel;
- (v) Muestreo de zooplancton, con especial énfasis en la presencia de langostino colorado, en el Golfo de Arauco el día 22 de marzo, incluyendo 3 estaciones oceanográficas en Bahía de Coronel;
- (vi) Sobrevuelo en helicóptero sobre el Golfo de Arauco el día 22 de marzo;
- (vii) Análisis de la dinámica de los vientos locales registrados en Bahía Coronel para el período 1 de marzo al 22 de marzo del 2013;
- (viii) Ajuste de modelo armónico de mareas para el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 22 de marzo del 2013.

A continuación se describe la metodología utilizada en cada actividad.

3.1 Muestreo de las condiciones hidrográficas de Bahía Coronel el día 18 de marzo

Bahía Coronel (Carta 615, Lat. 37°02' S y Long. 73°10'W), se encuentra ubicada sobre la costa oriental del Golfo de Arauco, entre la Punta Puchoco y la Punta Cuervos (SHOA, 1995). El 18 de marzo de 2013 se realizó un muestreo hidrográfico y planctónico en Bahía Coronel a bordo de un bote menor artesanal entre las 18:40 y las 22:25 horas (Tabla 1). Se realizó un total de 13 estaciones de muestreo en dos transectas paralelas a la costa (Figura 4).

Tabla 1.- Localización de las estaciones oceanográficas y hora de muestreo durante la campaña del 18 de marzo de 2013. “Canal” corresponde al muestreo realizado en el sistema de entrada de agua a la Central Bocamina.

Estación	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	Muestreo de Zooplancton	Tipo de lance	Tipo de Red	Trama Red (μm)	Tiempo de Lance (minutos)
Canal	18/03/2013	18:40	37°01.449	73°10.033	0,2	X	-	-	-	-
Boca1	18/03/2013	19:35	37°04.189	73°09.659	14	X	Oblicuo	Red Bongo	300	5
Boca2	18/03/2013	19:50	37°03.928	73°09.852	18	-	-	-	-	-
Boca3	18/03/2013	20:05	37°03.505	73°09.997	20	X	Oblicuo	Red Bongo	300	5
Boca4	18/03/2013	20:09	37°03.033	73°10.179	23	-	-	-	-	-
Boca5	18/03/2013	20:20	37°02.499	73°10.392	24	X	Oblicuo	Red Bongo	300	5
Boca6	18/03/2013	20:35	37°02.042	73°10.545	11	-	-	-	-	-
Boca7	18/03/2013	20:45	37°01.755	73°10.562	3	X	Oblicuo	Red Bongo	300	5
Bocatoma	18/03/2013	21:00	37°01.768	73°10.058	10	X	Oblicuo	Red Bongo	300	5
Boca9	18/03/2013	21:15	37°01.913	73°09.383	13	X	Oblicuo	Red Bongo	300	5
Boca10	18/03/2013	21:22	37°02.256	73°09.339	16	-	-	-	-	-
Boca11	18/03/2013	21:46	37°02.684	73°09.241	15	X	Oblicuo	Red Bongo	300	5
Boca12	18/03/2013	22:05	37°03.201	73°09.098	13	-	-	-	-	-
Boca13	18/03/2013	22.25	37°03.811	73°09.0901	8	X	Oblicuo	Red Bongo	300	5



Figura 4.- Localización de las estaciones de muestreo realizadas en Bahía Coronel el 18 de marzo de 2013. La estación Bocatoma corresponde a la más cercana al sistema de aducción de agua de enfriamiento de la central Bocamina. Estación Canal corresponde al lugar señalado en la Figura 1.

3.2 Muestreo de organismos desde la toma de agua de la Central Bocamina

Personal de la Universidad de Concepción colectaron el día 18 de marzo una muestra de los organismos que se encontraban en el sistema de enfriamiento de la central (Figura 1), muestra que fue utilizada para caracterizar biológicamente a los organismos (i.e. estructura de tallas y estadio ontogenético, principalmente). La muestra fue fijada en formaldehido a una concentración final del 10% para su posterior análisis taxonómico en el laboratorio.

3.3 Muestreo de las condiciones hidrográficas del Golfo de Arauco el día 22 de marzo, incluyendo 3 estaciones oceanográficas en la Bahía de Coronel

El 22 de marzo de 2013, se procedió a realizar un muestreo hidrográfico y planctónico en el Golfo de Arauco y Bahía Coronel a bordo de un bote menor artesanal entre aproximadamente las 10:00 y las 21:30 horas (Tabla 2). Se realizó un total de 15 estaciones de muestreo de acuerdo al diseño de muestreo señalado en las Figuras 5 y 6.

Tabla 2.- Localización de las estaciones oceanográficas y hora de muestreo durante la campaña del 22 de marzo de 2013 en el Golfo de Arauco y Bahía Coronel.

Estaciones	Latitud	Longitud	Hora	Profundidad
GA1	37°02,253	73°10,044	20:19:46	41,5
GA2	37°00,580	73°13,220	10:47:31	70,5
GA3	37°58,130	73°16,254	11:44:09	101
GA4	37°55,542	73°19,485	12:35:17	128
GA5	37°53,095	73°22,333	13:30:48	153
GA6	37°50,267	73°25,197	14:15:25	116
GA7	37°55,685	73°25,758	15:03:01	93
GA8	37°00,483	73°24,655	16:00:18	63
GA9	37°04,707	73°24,350	16:53:37	38
GA10	37°09,453	73°24,042	17:41:01	42
GA11	37°07,598	73°19,742	18:14:06	38
GA12	37°06,480	73°15,699	18:41:16	32
GA13	37°04,412	73°12,454	19:18:15	10
GA14	37°02,375	73°09,100	19:58:14	16
GA15	37°01,853	73°10,023	20:51:10	16



Figura 5.- Ubicación de cada una de las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco el dia 22 de marzo de 2013. Transecta 1 corresponde a las estaciones entre Bahía Coronel y el cañón del río Bío-Bío. Transecta 2 corresponde a las estaciones entre el cañón del río Bío-Bío y la zona sur del Golfo de Arauco. Transecta 3 corresponde a las estaciones entre la zona sur del Golfo de Arauco y Bahía Coronel.



Figura 6.- Posición de la estaciones oceanográficas muestreadas al interior de Bahía Coronel el día 22 de marzo de 2013

3.4 Sobrevuelo en helicóptero sobre el Golfo de Arauco el día 22 de marzo

La actividad se realizó desde un helicóptero comercial, en el cual se embarcaron dos Biólogos Marinos provistos de: binoculares marca Konus (zoom de 10-30 x 60), GPS marca Garmin modelo Etrex30, cámara fotográfica marca Sony modelo DSC-w320.

El sobrevuelo comenzó desde hangares ubicados en el sector Lagunillas (Km 14,5) a las 17:00 hrs aprox. Las condiciones meteorológicas y la luz solar fueron buenas. Los desplazamientos se realizaron a una altura entre 100 y 200 ft (aprox. 30 a 60 metros).

El track de vuelo (Figura 7) comenzó desde el sector Escuadrón ($36^{\circ}56'8.80''S$; $73^{\circ}11'5.59''O$) rumbo a la playa de descarga de la planta Bocamina 1, ($37^{\circ}2'54.05''S$; $73^{\circ}8'54.18''O$) siguiendo sobre playas aledañas. Posteriormente, se procedió a volar rumbo a Llico, ($37^{\circ}11'47.81''S$; $73^{\circ}33'36.19''O$) donde se cruzó a la Isla Santa María ($37^{\circ}2'30.67''S$; $73^{\circ}31'7.11''O$) a través de la boca chica del Golfo de Arauco. Subsecuentemente, se sobrevoló la Isla Santa María de sur a norte por la costa, para cruzar hacia el sector escuadrón por la boca grande del golfo de Arauco, desde donde se regresó hacia Bahía Coronel. Para terminar, se recorrieron nuevamente las playas desde Escuadrón ($36^{\circ}56'8.80''S$; $73^{\circ}11'5.59''O$) hasta playa Colcura ($37^{\circ}7'27.79''S$; $73^{\circ}9'16.11''O$). Durante todo el desplazamiento se realizaron acercamientos a zonas donde hubiera actividad de flota pesquera. Se regresó al hangar a las 18:30.

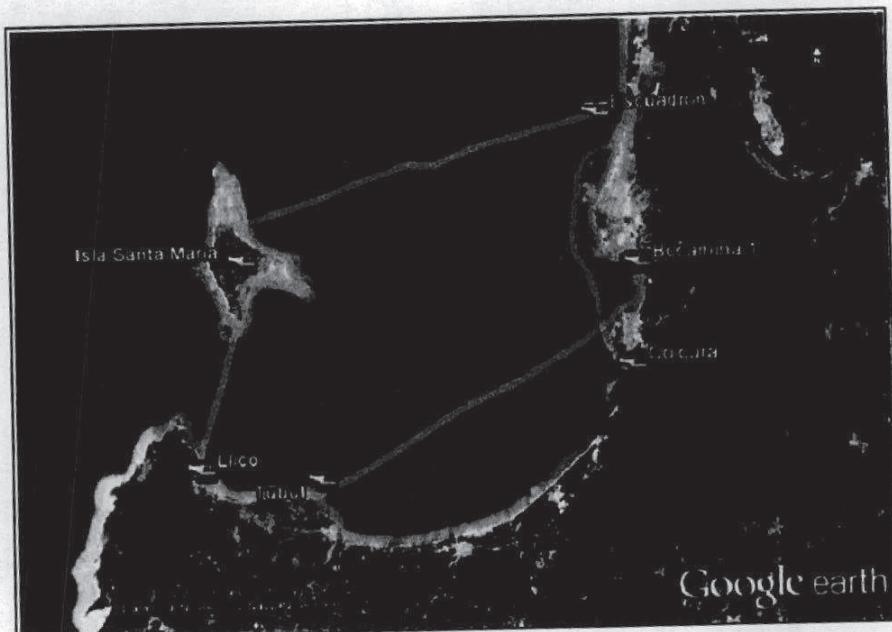


Figura 7.- Esquema del track de vuelo realizado en el helicóptero el día 22 de marzo de 2013.

3.5 Variables hidrográficas y muestreo de plancton

En los muestreos de los días 18 y 22 de marzo, las variables hidrográficas en cada estación de muestreo se registraron mediante un CTDO Sensor Data STD/CTD-Modelo SD 204, equipado con sensores de temperatura (°C), salinidad (psu) y oxígeno disuelto (mL/L). Complementariamente se utilizó una sonda multiparámetros YSI 650 MDS para caracterizar en superficie y fondo la temperatura (°C), salinidad (psu), sólidos disueltos totales (g/l), pH y potencial redox (mV).

Con el objetivo de cuantificar la presencia de juveniles de *P. monodon* en la columna de agua de Bahía Coronel y el Golfo de Arauco se realizó un muestreo de zooplancton. El muestreo consistió en lances oblicuos con una red bongo (60 cm de boca y trama de 300 µm), realizando arrastres oblicuos a profundidades entre 5 y 15 m, durante 5 minutos. La red bongo estuvo equipada con un flujómetro General Oceanic, con el cual se estimó el volumen de agua filtrado por la red y se realizó la posterior estandarización de la abundancia a N° Ind/100m³. En el laboratorio se realizó la medición (longitudcefalotorácica, mm) y conteo de los individuos en fresco bajo el siguiente protocolo. La medición de longitud se realizó utilizando un pie de metro común (sensibilidad, 1 mm) y bajo una lupa manual. Para muestras inferiores a 200 individuos, éstos fueron medidos en su totalidad. Muestras superiores a esta abundancia fueron sub-divididas en fracciones menores, cuantificando a lo menos 200 individuos de la muestra y multiplicando en estos casos por el número de subdivisiones para así, obtener la cantidad total de individuos en esa estación.

La identificación taxonómica se llevó a cabo con ayuda de bibliografía especializada (ej. Retamal 1981, 1994 ; Yabe & Uyeno 1996; Salgado-Barragán, J., M. E. Hendrick 2010).

3.6 Análisis de la dinámica de los vientos locales registrados en Bahía Coronel para el período 1 de marzo al 22 de marzo del 2013

La información de la magnitud y dirección del viento analizado, correspondió a una serie de tiempo de datos obtenidos cada 1 hora para el período desde el 1 al 22 de

Marzo de 2013 por la estación meteorológica de la Central Bocamina instalada en Coronel. La data fue provista por ENDESA.

Para conocer la frecuencia de ocurrencia de las principales direcciones y velocidades del viento en la zona y periodo de estudio, se construyó una rosa de los vientos a través de la escala de Beaufort para el periodo de estudio. Para esto, se utilizó el Software Wind Rose Plot (WRPLOT VIEW 7.0.0) especializado en análisis de datos meteorológicos. Además, el vector del viento fue descompuesto en sus componentes este-oeste (transversal a la costa) y norte-sur (a lo largo de la costa) a partir de la velocidad y dirección del viento. Por medio de esto se determinó el estrés del viento (τ_x y τ_y) y el Índice de Surgencia en el área de estudio. Este índice se calculó utilizando una longitud de costa igual a 100 m.

3.7 Ajuste de modelo armónico de mareas para bahía Coronel desde 1/03/2013 al 22/03/2013

Para este análisis se utilizó el software WXTide32 (licencia libre), el cual permite conocer el estado actual de las mareas y su predicción en una gran variedad de formatos (textos, gráficos y calendarios). Para esto, emplea el algoritmo del National Ocean Service dc USA (<http://www.oceanservice.noaa.gov>). Este software cuenta con una base de datos mundial de boyas disponibles para los usuarios, de la cual es posible escoger la zona de interés.

A través de este programa, se obtuvieron las predicciones de marea con datos de archivos armónicos de Lota (37.06°S; 73.11°W) cada 10 minutos. Los criterios en los cuales se basa este análisis se pueden encontrar en: <http://www.flaterco.com/xtide/files.html#harmonicsfiles>.

Una vez obtenidos los datos necesarios, se generó una constante armónica mediante el análisis de las lecturas periódicas del nivel del mar, utilizando los criterios descritos por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA, 1999) y Hopper (2000). Para reducir los intervalos de Greenwich a intervalos locales se aplicó una corrección equivalente al tiempo requerido para que la luna pase del meridiano de

Greenwich al meridiano del lugar en que se efectuaron las observaciones. Para esto se utilizó la hora y longitud reportada en la página web del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (<http://www.shoa.cl/servicios/mareas2/index.php>).

4.- Resultados

4.1 Composición y estructura de tamaños de los organismos colectados en la bocatoma del sistema de refrigeración de la central Bocamina

La muestra biológica colectada en la canaleta de la bocatoma (Figura 8) contenía un total aproximado de 39000 organismos. De estos, más del 99% correspondieron a individuos juveniles de langostino colorado (*P. monodon*; Figura 8). Esta es una especie de crustáceo del orden Decapoda, Infraorden Anomura, de la familia Munididae. La Tabla 3 señala algunos datos biológicos (i.e. distribución de tamaños) de los langostinos de la muestra, los que corresponden claramente a tallas pertenecientes a juveniles de esta especie, ya que la madurez sexual del langostino colorado tendría lugar entre los 25 y los 30 mm de longitudcefalotorácica (Roa, 1993; Roa y Tapia, 2000). Otras especies identificadas (<1%) en la muestra fueron: el pez *Normanichthys crockeri* (Mote), el molusco bivalvo *Mytilus algosus* (chorito) y una especie de crustáceo del Orden Stomatopoda (Ver Figura 8).

Tabla 3.- Distribución de tamaños de la muestra de langostinos. El tamaño corporal se midió como longitudcefalotorácica (mm).

Número total de langostinos medidos para la estructura de tallas	208
Tamaño promedio	10,78 mm
Tamaño modal	11,1 mm
Tamaño máximo	12,8 mm
Tamaño mínimo	8,3 mm
Desviación estándar (tamaño corporal)	0,89

Es importante mencionar que no existe una talla mínima legal de extracción para este recurso, aunque su captura está restringida, entre otros, por el D. Ex N° 331 de 1992, quien fija en 50 mm el tamaño mínimo de malla del copo de las redes de arrastre. No obstante, desde el punto de vista pesquero, la fracción de ejemplares de langostino colorado sobre una talla límite correspondiente a 27 mm de longitud torácica, es definida operacionalmente como la “talla comercialmente procesable” (Acuña *et al.*, 2005). Cabe destacar, que

actualmente el langostino colorado se encuentra en veda total entre la V y la VIII Región desde el 1 de enero al 31 de diciembre según lo establece el D.S. 1685/06.



Figura 8.- Fotografía durante el muestreo hidrográfico y biológico realizado en el canal de devolución de biomasa de la Segunda Unidad de la Central Bocamina el día 18 de marzo de 2013.

La presencia de juveniles en zonas de crianza o asentamiento en la época de fines de marzo y comienzos de otoño, está acorde con el ciclo de vida de la especie en la zona centro-sur de Chile (Yanicelli *et al.*, 2012). Sin embargo, los juveniles se distribuyen en la plataforma continental evitando las zonas costeras (Yanicelli *et al.*, 2012).

4.2 Condiciones hidrográficas de Bahía Coronel el día 18 de marzo de 2013

La Figura 9 presenta los perfiles verticales de las variables temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para cada una de las estaciones de muestreo registradas el día 18 de marzo de 2013. Las tres variables presentan estratificación vertical en todas las estaciones de muestreo. En la mayoría de las estaciones, la capa de mezcla está limitada a los primeros 3 a 5 metros de profundidad, presentando posteriormente claros gradientes verticales. El bajo nivel de oxígeno disuelto, así como la alta salinidad y baja temperatura de la capa más

profunda de la columna de agua estarían dando cuenta de la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales al interior de la Bahía Coronel.

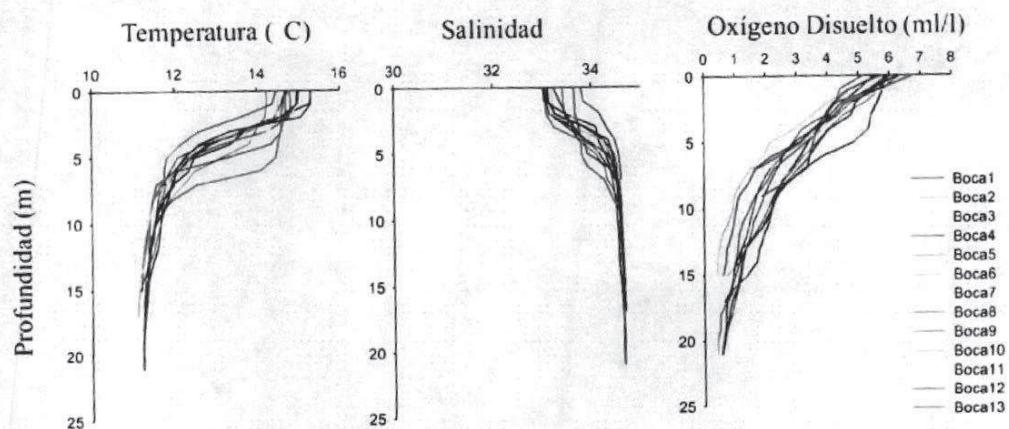


Figura 9.- Perfiles de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad y oxígeno disuelto (ml/l) en cada una de las estaciones de muestreo en Bahía Coronel el día 18 de marzo de 2013.

Las Figuras 10 a 15 representan secciones longitudinales (a lo largo de la costa, siguiendo la ruta del muestreo para ambas transectas) de las variables temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para el día 18 de marzo de 2013.

Las secciones verticales de temperatura (Figuras 10 y 11) muestran que la distribución vertical de esta variable es caracterizada por la presencia de aguas más cálidas en superficie. Bajo los 8 y 12 metros de profundidad, transectos 1 y 2 respectivamente, la columna de agua se presenta térmicamente bien mezclada, condición normal y descrita previamente para las aguas del Golfo de Arauco (Sobarzo *et. al.*, 1993).

Las secciones verticales de la salinidad (Figuras 12 y 13) muestran que la columna de agua, el dia 18 de marzo, se observa bastante homogénea bajo aproximadamente 8 metros de profundidad, con una salinidad de 34,5. Estos valores de salinidad han sido reportados previamente para Bahia Coronel (ej. Faúndez-Báez, 2001).

Las secciones verticales de oxígeno disuelto señalan un importante gradiente vertical de esta variable en la columna de agua en toda la Bahía Coronel (Figuras 14 y 15) con aguas relativamente bien oxigenadas en superficie (en general cercanas a 5,5 ml/L) y aguas con bajo contenido de oxígeno disuelto a profundidades mayores a los 10 metros de profundidad, incluso hipóxicas cercano a los 15 m de profundidad.

Esta distribución de los valores del oxígeno disuelto, temperatura y salinidad indican la presencia de Agua Ecuatorial Subsuperficial en Bahía Coronel al momento del muestreo, el día 18 de marzo de 2013.

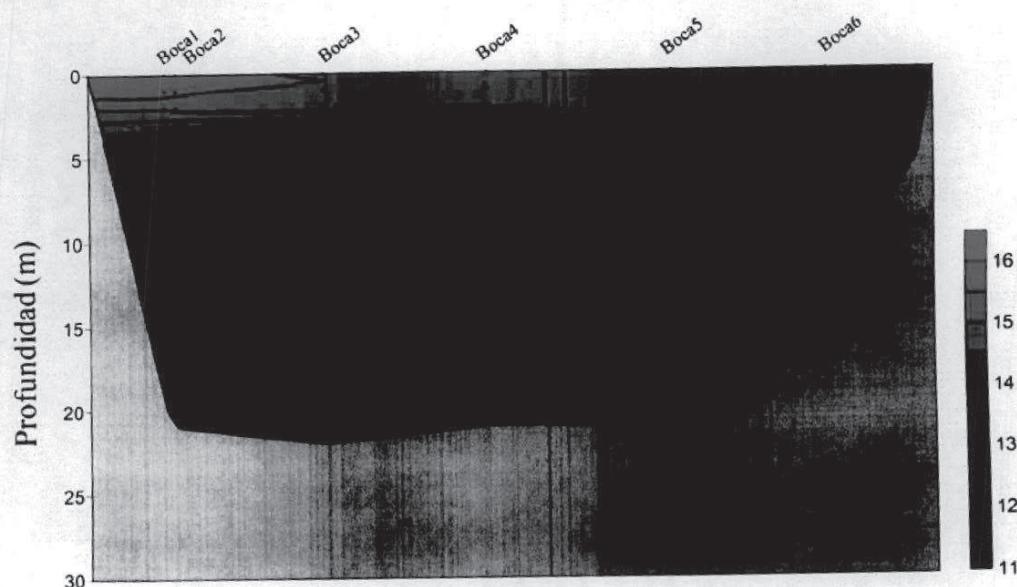


Figura 10.- Sección longitudinal de la variable temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para el transecto 1 realizado en Bahía Coronel el 18 de marzo de 2013.

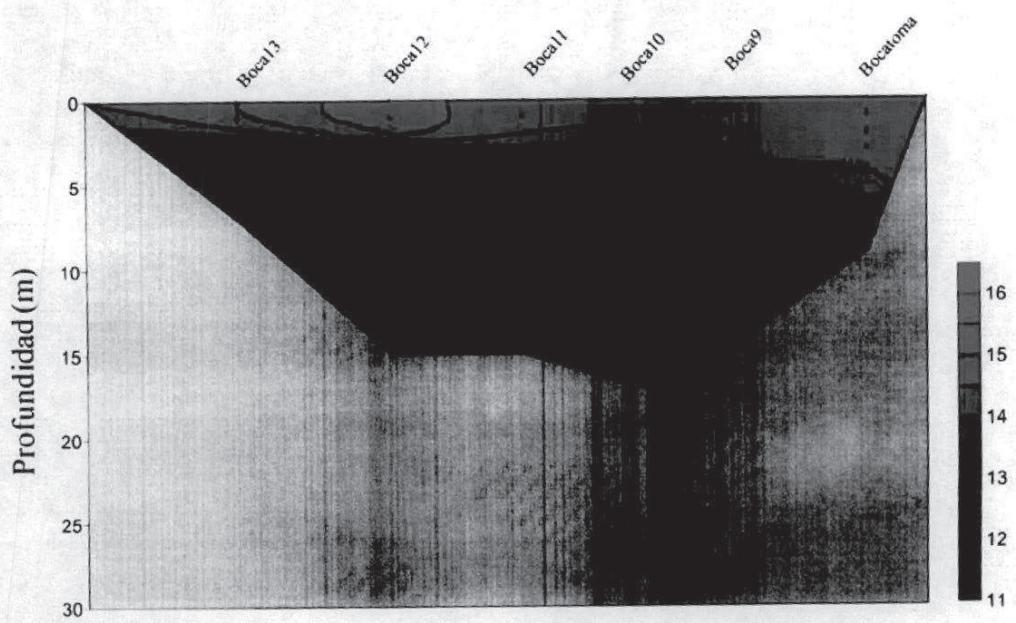


Figura 11.- Sección longitudinal de la variable temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para el transecto 2 realizado en Bahía Coronel el 18 de marzo de 2013.

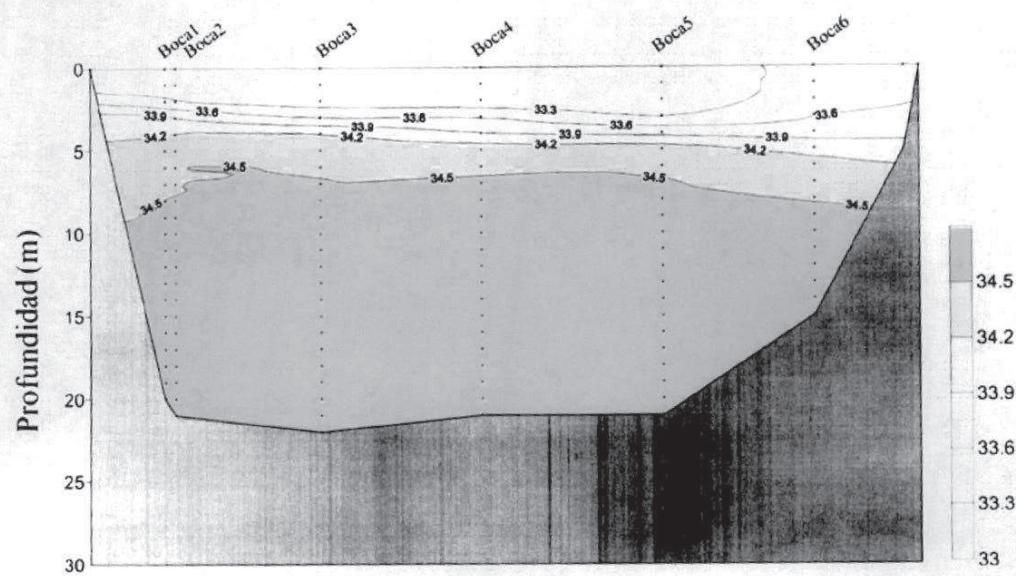


Figura 12.- Sección longitudinal de la variable salinidad para el transecto 1 realizado en Bahía Coronel el 18 de marzo de 2013.

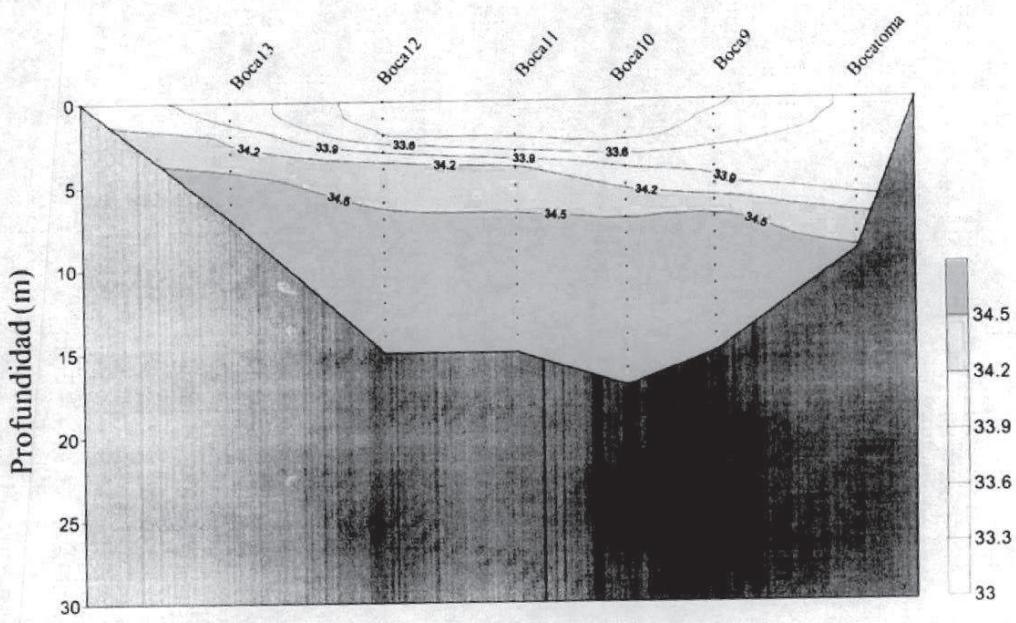


Figura 13.- Sección longitudinal de la variable salinidad para el transecto 2 realizado en Bahía Coronel el 18 de marzo de 2013.

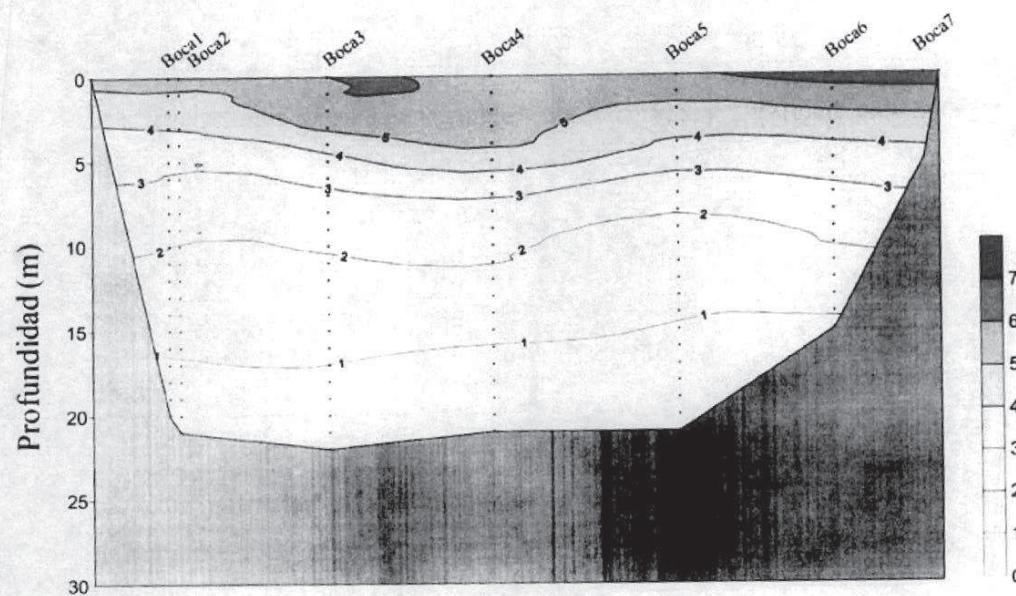


Figura 14.- Sección longitudinal de la variable oxígeno disuelto (ml/l) para el transecto 1 realizado en Bahía Coronel el 18 de marzo de 2013.

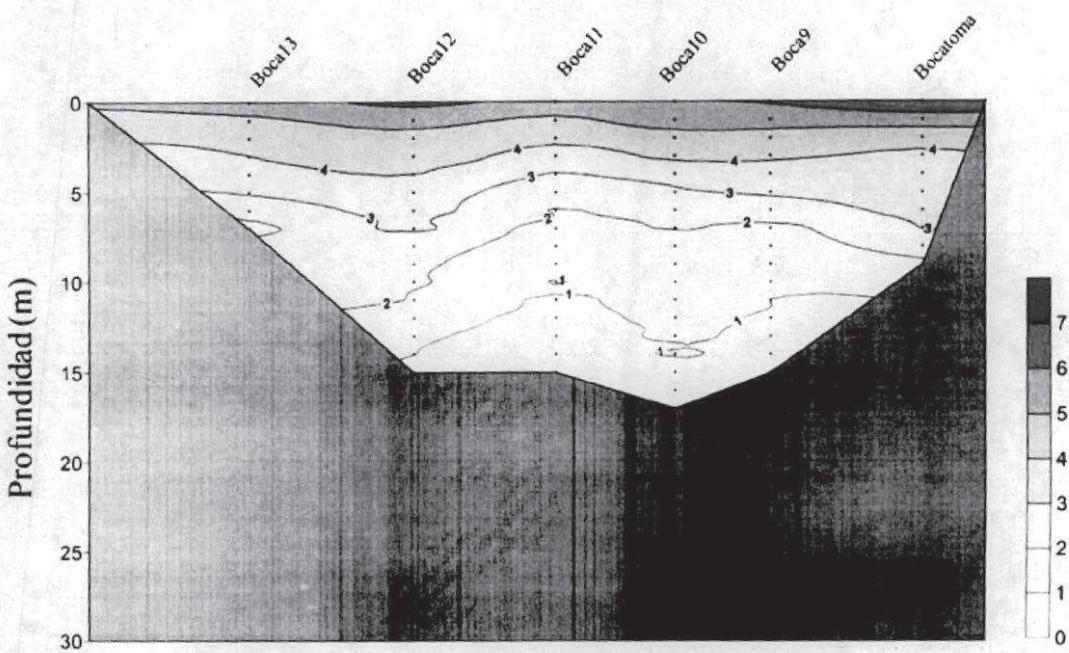


Figura 15.- Sección longitudinal de la variable oxígeno disuelto (ml/l) para el transecto 2 realizado en Bahía Coronel el 18 de marzo de 2013.

Los valores registrados para las variables temperatura y salinidad con la sonda multiparámetros YSI son consistentes con lo registrado utilizando el CTDO (Ver Tabla 4).

Los valores de pH y potencial redox registrados durante el muestreo están dentro del rango esperado para un cuerpo de agua de mar con presencia de bajo oxígeno disuelto (Brookins, 1988). Valores de pH similares han sido reportados para Bahía Coronel previamente (ej. GEOMAR 2008; INPESCA 2009).

La comparación entre los sólidos disueltos en superficie y el fondo muestran una situación bastante homogénea sugiriendo que durante el periodo de muestreo no estaba ocurriendo un proceso significativo de re-suspensión de sedimentos. La única excepción corresponde a la estación canal (tubería de central Bocamina) donde el agua muestra un menor nivel de sólidos disueltos totales.

Tabla 4.- Variables hidrográficas y químicas registradas mediante el uso de sonda multiparámetros YSI-650MDS. Las mediciones corresponden a dos profundidades por estación de muestreo: superficie y fondo, excepto en el caso del canal producto de su escasa profundidad.

Estaciones	Estrato	Temperatura (°C)	Conductividad (ms/cm)	Sólidos Disueltos Totales (g/l)	Salinidad	pH	Redox (mv)
Boca1	Superficie	15,4	42,2	33,4	33,80	8,2	173,3
Boca1	Fondo	11,4	43,0	34,3	34,64	8,1	171,2
Boca2	Superficie	15,4	41,6	33,1	33,40	8,3	165,6
Boca2	Fondo	11,5	42,9	34,4	34,67	8,2	162,3
Boca3	Superficie	15,1	41,4	33,2	33,55	8,2	165,3
Boca3	Fondo	11,5	42,5	34,3	34,64	8,2	161,2
Boca4	Superficie	14,9	41,2	33,2	33,55	8,3	162,6
Boca4	Fondo	11,4	42,3	34,3	34,67	8,3	158,2
Boca5	Superficie	14,9	41,1	33,1	33,48	8,3	162,8
Boca5	Fondo	11,5	42,2	34,3	34,60	8,2	160,1
Boca6	Superficie	14,3	41,0	33,5	33,88	8,3	162,2
Boca6	Fondo	11,4	41,8	34,3	34,68	8,2	159,7
Boca7	Superficie	14,7	41,4	33,5	33,90	8,3	161,8
Boca7	Fondo	12,7	41,9	34,0	34,37	8,2	159,7
Bocatoma	Superficie	14,7	41,6	33,7	34,07	8,3	161,9
Bocatoma	Fondo	11,8	42,1	34,2	34,61	8,2	158,6
Boca9	Superficie	14,7	41,1	33,2	33,58	8,4	158,4
Boca9	Fondo	11,4	42,1	34,3	34,62	8,2	155,3
Boca10	Superficie	14,6	40,8	33,1	33,43	8,3	169,9
Boca10	Fondo	11,4	42,1	34,4	34,72	8,2	165,4
Boca11	Superficie	14,5	40,8	33,2	33,53	8,3	160,9
Boca11	Fondo	11,4	42,0	34,4	34,74	8,2	153,7
Boca12	Superficie	15,1	40,7	32,7	32,98	8,2	163,2
Boca12	Fondo	11,6	42,3	34,3	34,61	8,2	155,4
Boca13	Superficie	14,6	41,2	33,3	33,57	8,3	169,4
Boca13	Fondo	11,9	42,3	34,3	34,64	8,3	162,5
Canal	Superficie	12,13	29,61	29,21	29,61	8,25	165,8

4.3 Condiciones hidrográficas en el Golfo de Arauco y Bahía Coronel el día 22 de marzo de 2013

Los valores de temperatura obtenidos mediante CTDO presentaron, en general y para todas las estaciones de muestreo del Golfo de Arauco, una marcada termoclina ubicada aproximadamente a los 10 metros de profundidad. Bajo los 20 metros los valores se homogenizan hasta la zona más profunda de la columna de agua (Figura 16). La salinidad

presentó un aumento con la profundidad en todas las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco. El oxígeno disuelto presentó las mayores concentraciones en superficie y las menores en la zona más profunda (Figura 16). Cabe destacar que en algunas estaciones se registró valores por debajo de 0,5 ml/l, cercano a los 20 metros de profundidad. En su conjunto, las características hidrográficas de la columna de agua, permitieron identificar la presencia de AEES en todas las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco. Estas condiciones hidrográficas son indicativas de una situación de surgencia activa en el Golfo de Arauco como han planteado, para épocas similares del año, estudios anteriores (Yanicelli *et al.*, 2006a).

Las estaciones localizadas en Bahía Coronel presentaron una clara estratificación térmica con una capa de mezcla en los primeros 8 metros de profundidad. La presencia de AEES fue notable con valores de oxígeno disuelto menores a 1 ml/l bajo los 8 metros de profundidad (Figura 17).

Los valores de temperatura y salinidad medidos con el sensor YSI son consistentes con los obtenidos mediante CTDO. En el caso de la temperatura los mayores valores se registraron en el estrato superficial y los menores en el estrato de fondo. Por su parte, la salinidad presentó los menores valores en el estrato de superficial y, los mayores en el estrato de fondo (Tabla 5). Los valores de conductividad fueron mayores en los estratos de fondo, al igual que los sólidos disueltos totales (SDT). Los valores de pH no presentaron un patrón común, con algunas estaciones con mayores valores en el estrato superficial y otras con mayores valores en el estrato de fondo. Finalmente, los valores de potencial redox presentaron valores positivos en todas las estaciones de muestreo y en ambos estratos, siendo todas características de un ambiente oxidante (Tabla 5).

Las secciones longitudinales de los perfiles verticales graficadas para las tres transectas en el Golfo de Arauco y para la Bahía Coronel (Ver Figura 5) permiten tener una visión espacial integrada de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto (Figuras 18 a 21). Esta perspectiva integrada permite identificar una termoclina ubicada entre los 10 y 20 metros de profundidad, valores de salinidad por sobre los 34,6 a profundidades cercanas a los 20

metros y valores de oxígeno disuelto menores a 1 ml/l entre los 20 y 30 metros de profundidad. Estas secciones, en su conjunto, permitieron con mayor claridad identificar la presencia de AEES en todas las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco, incluida Bahía Coronel.

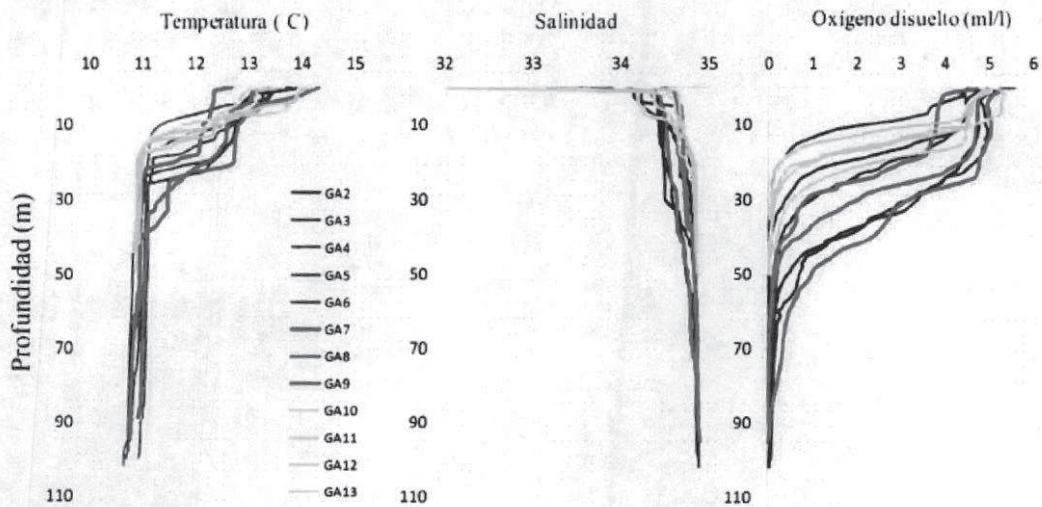


Figura 16. Perfiles de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad y oxígeno disuelto (ml/l) para todas las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco el día 22 de marzo de 2013.

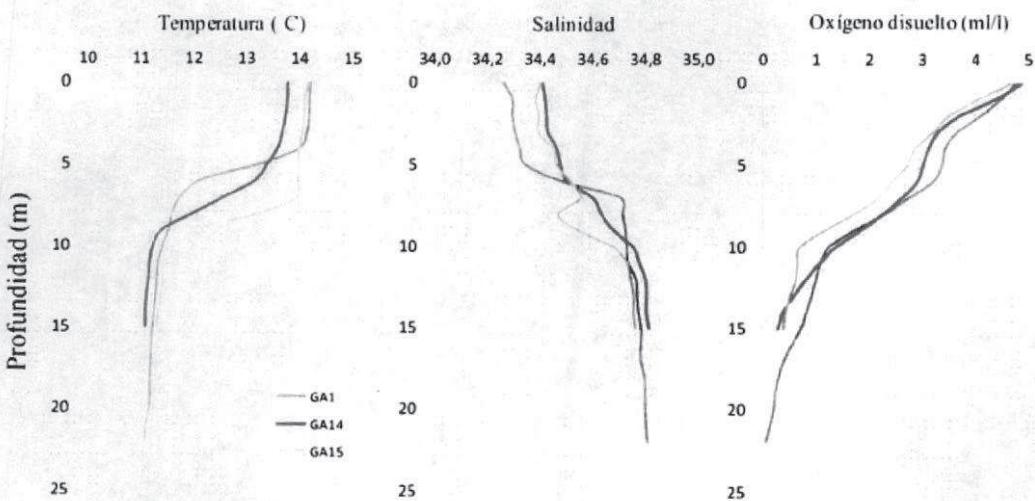


Figura 17. Perfiles de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad y oxígeno disuelto (ml/l) para las estaciones de muestreo realizadas al interior de Bahía Coronel el día 22 de marzo de 2013.

Tabla 5. Valor de variables medidas con sensor YSI el día 22 de marzo de 2013 en los estratos superficial y de fondo en cada una de las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco y Bahía Coronel.

Estación	Estrato	Temperatura (°C)	Salinidad	Conductividad (mS/cm)	SDT (g/l)	pH	Redox (mV)
GA1	Superficial	13,97	34,45	40,23	34,03	8,03	125,00
	Fondo	11,46	34,68	41,40	34,25	7,99	122,70
GA2	Superficial	13,80	33,79	39,57	33,37	8,21	117,90
	Fondo	11,60	34,70	41,50	34,29	8,14	121,60
GA3	Superficial	13,90	32,78	38,56	32,36	8,08	122,80
	Fondo	11,03	34,77	41,64	34,30	7,99	126,90
GA4	Superficial	13,85	33,31	39,09	32,89	8,10	127,90
	Fondo	12,20	34,54	41,44	34,10	8,02	128,40
GA5	Superficial	13,67	34,23	40,01	33,81	7,86	128,20
	Fondo	11,72	34,65	41,55	34,21	8,01	126,00
GA6	Superficial	13,98	34,56	40,34	34,14	7,82	127,90
	Fondo	11,42	34,69	41,59	34,25	7,93	122,40
GA7	Superficial	14,00	33,92	39,70	33,50	7,97	129,20
	Fondo	12,05	34,67	41,50	34,23	8,02	127,10
GA8	Superficial	13,12	34,51	40,29	34,09	7,71	129,70
	Fondo	11,93	34,70	41,60	34,26	7,89	128,40
GA9	Superficial	12,49	34,33	40,11	33,91	8,01	133,80
	Fondo	11,40	34,86	41,68	34,40	7,96	132,60
GA10	Superficial	12,95	34,43	40,21	34,01	7,84	122,50
	Fondo	11,59	34,70	41,54	34,26	7,94	120,80
GA12	Superficial	13,79	34,35	40,13	33,93	7,84	130,90
	Fondo	11,57	34,92	41,70	34,47	7,88	126,70
GA13	Superficial	13,00	34,14	39,92	33,72	7,92	131,30
	Fondo	11,47	34,85	41,56	34,42	7,85	132,30
GA14	Superficial	13,79	34,32	40,10	33,90	8,05	134,50
	Fondo	11,66	34,79	41,67	34,37	8,02	137,00
GA15	Superficial	13,99	34,24	40,02	33,82	8,09	137,10
	Fondo	13,03	34,72	41,48	34,28	7,98	140,30

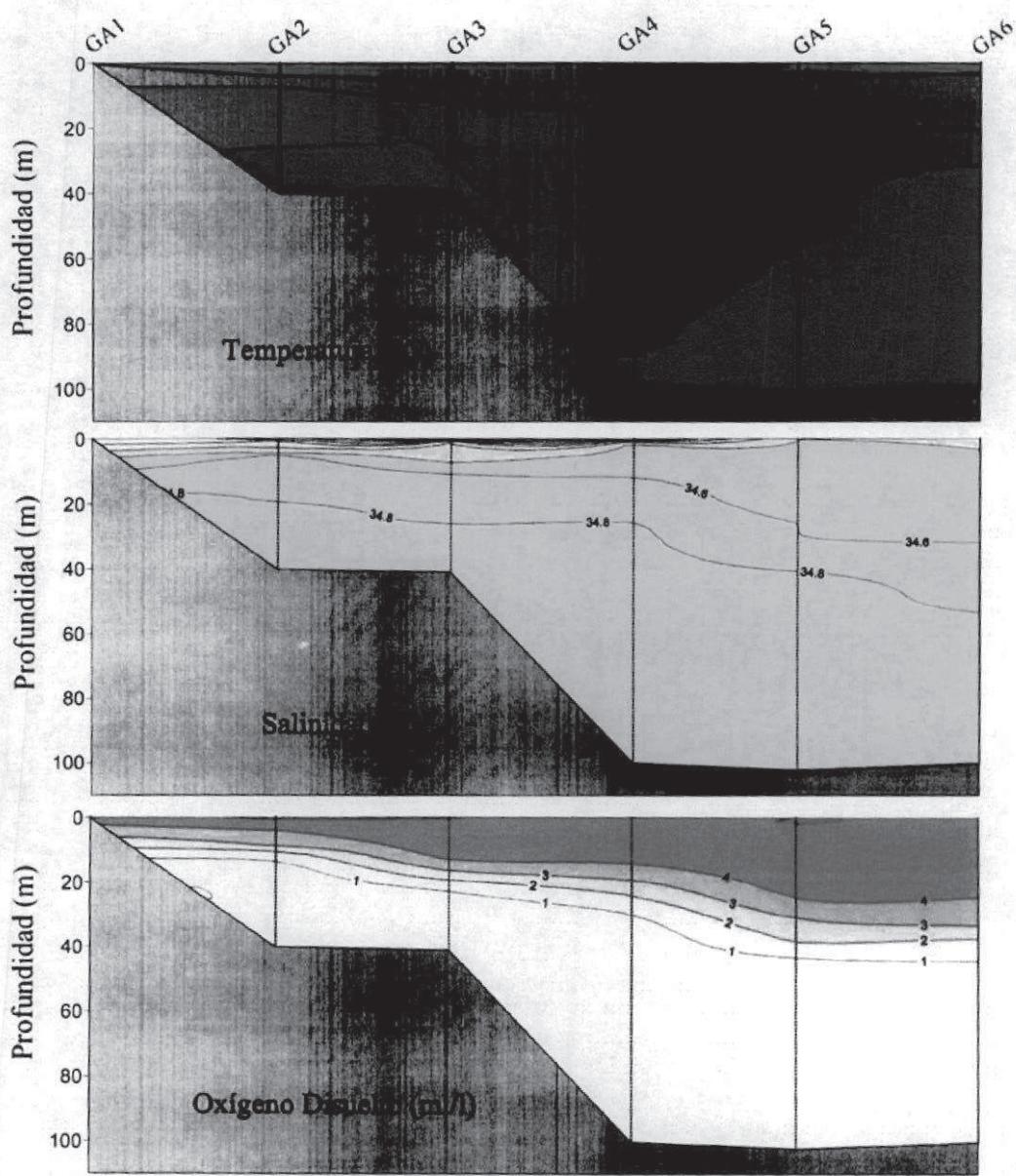


Figura 18. Secciones longitudinales (Transecta 1) para la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad y oxígeno disuelto (ml/l) registradas en todas las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco el dia 22 de marzo de 2013. Los contornos batimétricos son referenciales y corresponden a la profundidad máxima alcanzada por el CTDO.

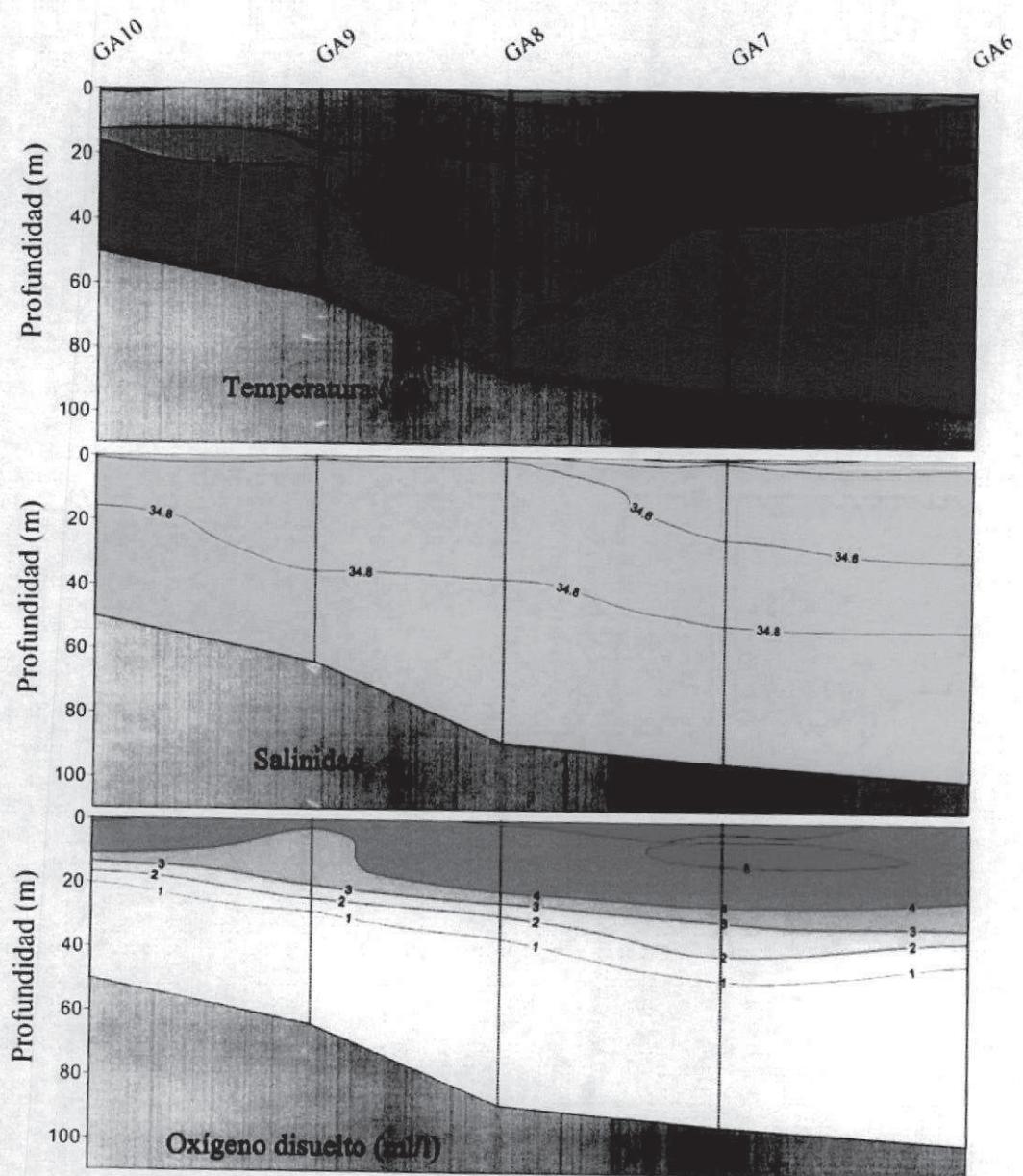


Figura 19. Secciones longitudinales (Transecta 2) para la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad y oxígeno disuelto (ml/l) registradas en todas las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco el dia 22 de marzo de 2013. Los contornos batimétricos son referenciales y corresponden a la profundidad máxima alcanzada por el CTDO.

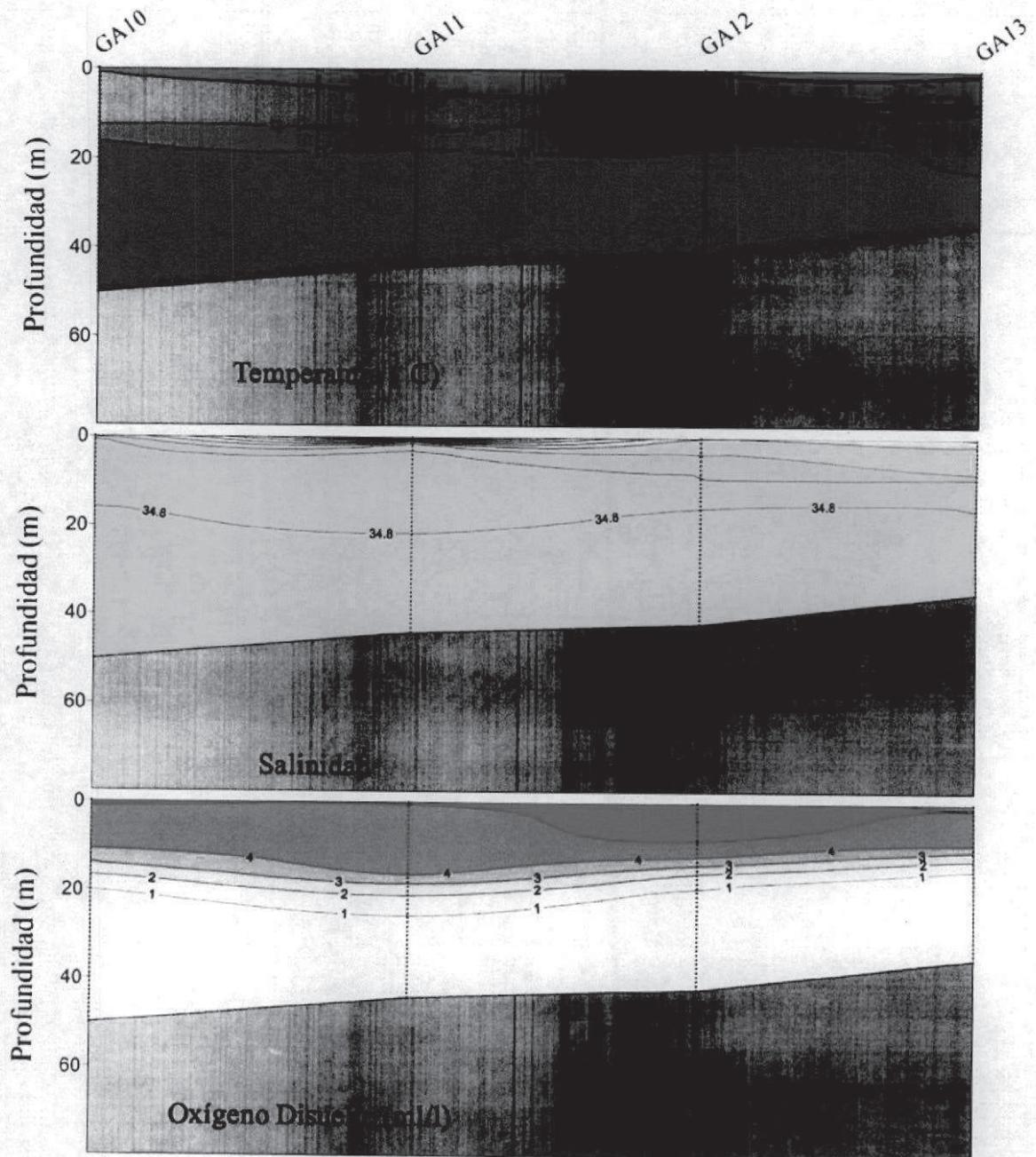


Figura 20. Secciones longitudinales (Transecta 3) para la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad y oxígeno disuelto (ml/l) registradas en todas las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco el dia 22 de marzo de 2013. Los contornos batimétricos son referenciales y corresponden a la profundidad máxima alcanzada por el CTDO.

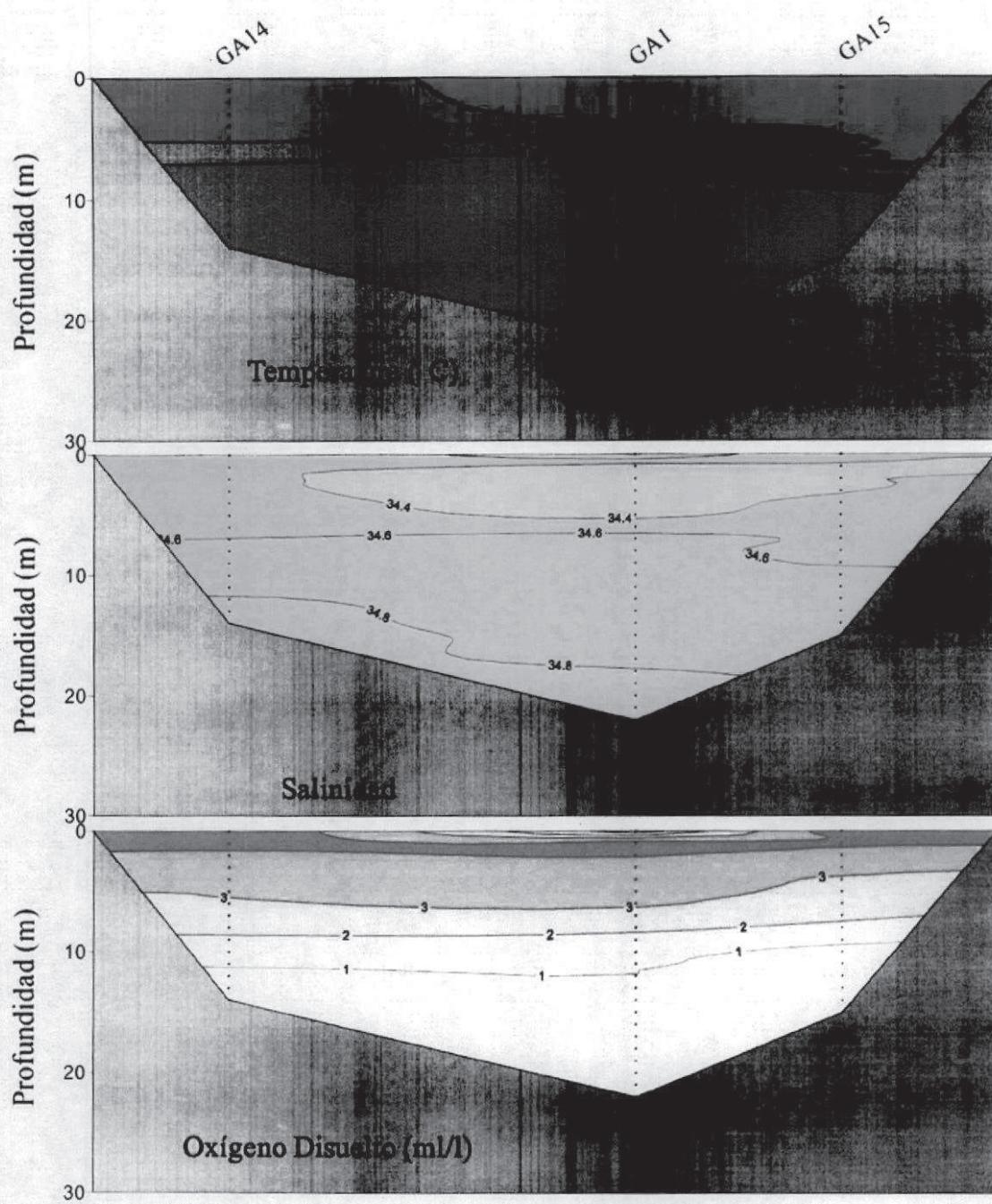


Figura 21. Secciones longitudinales de las estaciones de Bahía Coronel para la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad y oxígeno disuelto (ml/l) registradas el día 22 de marzo de 2013. Los contornos batimétricos son referenciales y corresponden a la profundidad máxima alcanzada por el CTDO.

4.4 Distribución y abundancia de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*)

Para tener una caracterización de presencia, distribución, abundancia y estadio ontogenético de *P. monodon* en la columna de agua, se hicieron lances con redes de zooplancton en diversas áreas del Golfo de Arauco, incluido Bahía Coronel.

El día 18 de marzo, se registró la presencia de juveniles de *P. monodon* en 6 de las 8 estaciones muestreadas dentro de Bahía Coronel (Figura 22), con densidades que fueron desde 8,5 ind/100 m³ hasta casi los 1000 ind/100 m³ (Tabla 6). Las mayores densidades estuvieron ubicadas en las estaciones de la zona de muestreo localizada en la parte más oceánica de Bahía Coronel (Estaciones Boca5, Boca 3 y Boca 1; Figura 22, Tabla 6).

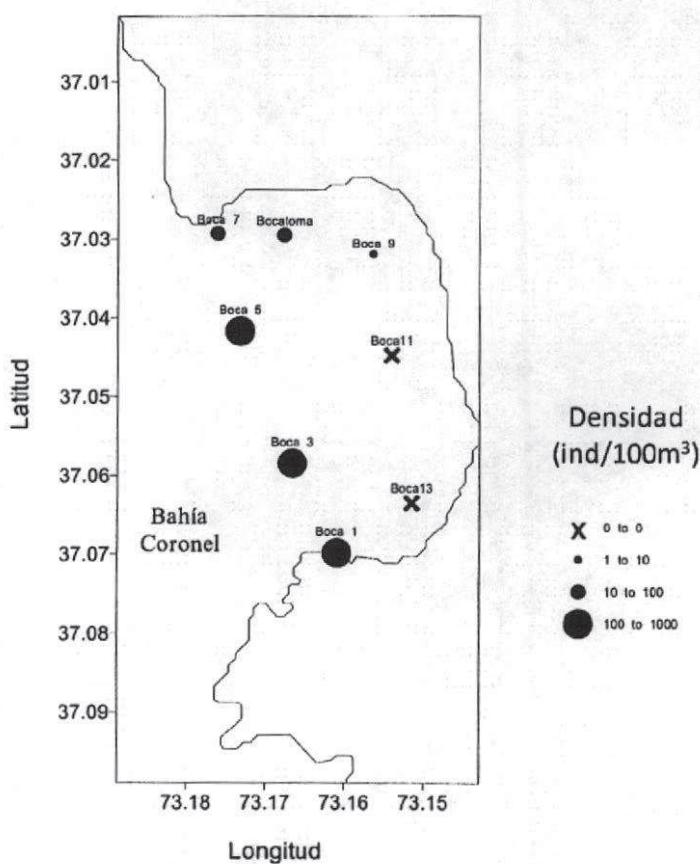


Figura 22. Abundancia (ind/100 m³) de *P. monodon* juveniles capturados en las diferentes estaciones de muestreo en Bahía Coronel el día 18 de marzo de 2013.

Tabla 6. Densidad (Ind/100m³) de juveniles de *P. monodon* en las muestras recolectadas el 18 de marzo de 2013 en todas las estaciones de muestreo en Bahía Coronel. Estación Boca 8 corresponde al sector Bocatoma de Central Bocamina.

Estación	Densidad (100 m ³)
Boca 1	167,6
Boca 3	994,3
Boca 5	223,2
Boca 7	24,9
Boca 8	84,8
Boca 9	8,5
Boca 11	0
Boca 13	0

El día 22 de marzo, se registró la presencia de *P. monodon* en todas las estaciones muestreadas en el Golfo de Arauco y dentro de Bahía Coronel (Figura 23), con densidades que fueron desde 18,5 ind/100m³ hasta casi los 2600 ind/100m³ (Tabla 7). Las mayores densidades estuvieron ubicadas en la zona central (estación GA12) del Golfo de Arauco y dentro de Bahia Coronel. Un segundo foco de mayor abundancia fue detectado en las estaciones cercanas al cañón del río Bío-Bío.

Tabla 7. Densidad (Ind/100m³) de juveniles de *P. monodon* en las muestras recolectadas el 22 de marzo de 2013 en todas las estaciones del Golfo de Arauco, incluida Bahía coronel.

Estación	Densidad (100 m ³)
GA1	783,2
GA2	22,0
GA3	18,5
GA4	62,3
GA5	288,0
GA6	105,5
GA7	25,6
GA8	20,9
GA9	40,4
GA10	38,3
GA12	1573,4
GA13	109,8
GA14	1703,4
GA15	2593,9

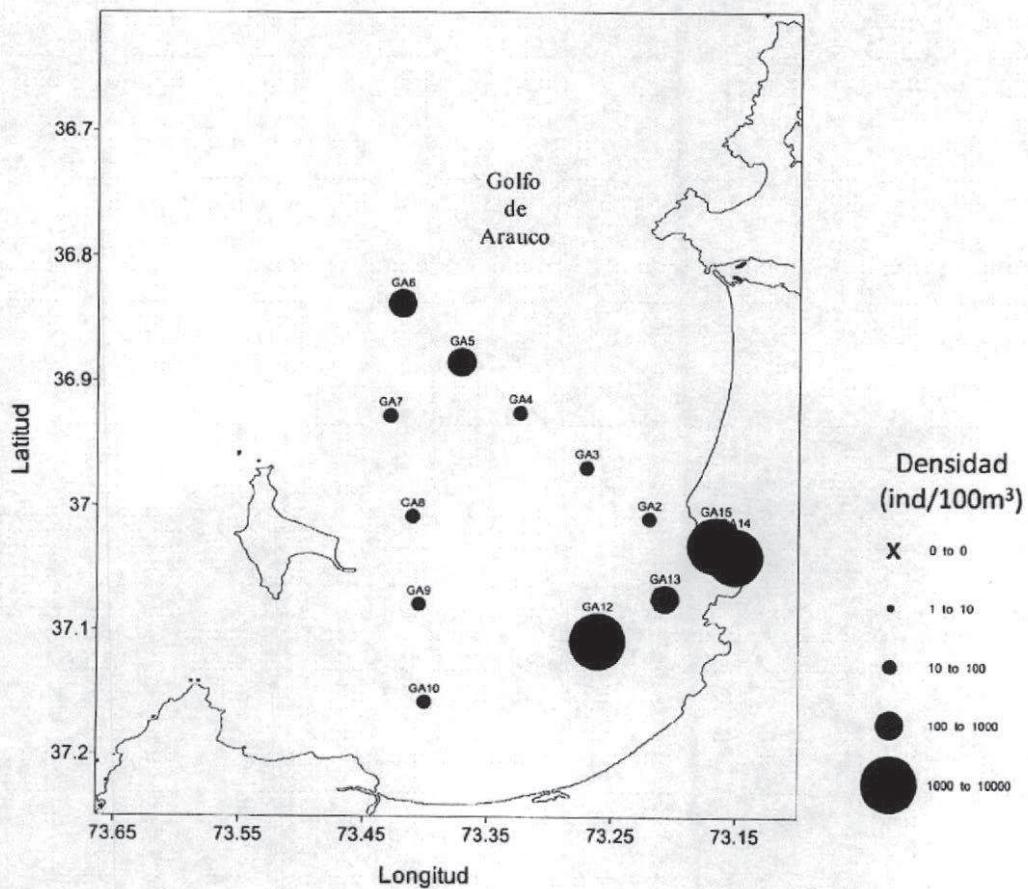


Figura 23. Abundancia (ind/100 m³) de juveniles de *P. monodon* capturados en todas las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco el día 22 de marzo de 2013

Para tener una descripción del estadio ontogenético de los individuos de *P. monodon* capturados, se analizó el tamaño corporal promedio de estos en cada una de las muestras obtenidas tanto durante los muestreos del 18 y del 22 de marzo. Los valores de los estadísticos son presentados en las Tablas 8 y 9. Se destaca que todos los individuos medidos, se encuentran por debajo de los 20 mm y por sobre los 4 mm, con tamaños promedio que oscilaron entre los 7 y 11 mm (Ver además, Figuras 24 y 25). Estos tamaños corporales dan cuenta de organismos juveniles de *P. monodon* en la columna de agua de prácticamente todas las estaciones de muestreo del Golfo de Arauco, incluido Bahía Coronel.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos de las muestras de *P. monodon* capturados el 18 de marzo de 2013 en Bahía Coronel. Todos los valores corresponden a tamaño (longitudcefalotorácica, mm). Desvest: corresponde a la desviación estándar del tamaño promedio.

Estación de muestreo						
Estadístico	Boca 1	Boca 3	Boca 5	Boca 7	Boca 8	Boca 9
Máximo	12,6	13,1	13,2	11,1	12,3	7,9
Mínimo	5,8	4,4	5,7	5,8	5,7	6,2
Moda	10,1	12,1	10,9	9,3	10,9	7,4
Promedio	10,0	10,5	10,9	9,4	10,0	7,2
Desvest	1,4	1,4	1,3	1,6	1,4	0,7

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de las muestras de *P. monodon* capturados el 22 de marzo de 2013. Todos los valores corresponden a tamaño (longitudcefalotorácica, mm). Desvest: corresponde a la desviación estándar del tamaño promedio. En la estación GA11 no se muestreo plancton.

Estación de muestreo														
Estadístico	GA1	GA2	GA3	GA4	GA5	GA6	GA7	GA8	GA9	GA10	GA12	GA13	GA14	GA15
Máximo	12,7	14,1	13,1	13	12,8	13,1	12,1	10,6	11,6	12,6	19,6	12,9	14,2	14,2
Mínimo	5,3	6,1	5,6	5,3	4,1	5,1	4,8	5,3	3,9	4,8	8,3	6,3	7,6	3,9
Moda	10,9	9,8	9,8	10,1	6,9	8,1	8,2	8,2	8,9	6,3	10,9	10,9	10,9	10,1
Promedio	10,7	9,8	9,6	9,8	7,0	8,4	8,3	8,4	8,4	7,7	10,7	10,7	10,4	9,0
Desvest	1,1	1,8	1,5	1,4	2,0	1,6	1,6	1,2	1,7	1,7	1,1	1,0	1,1	2,0

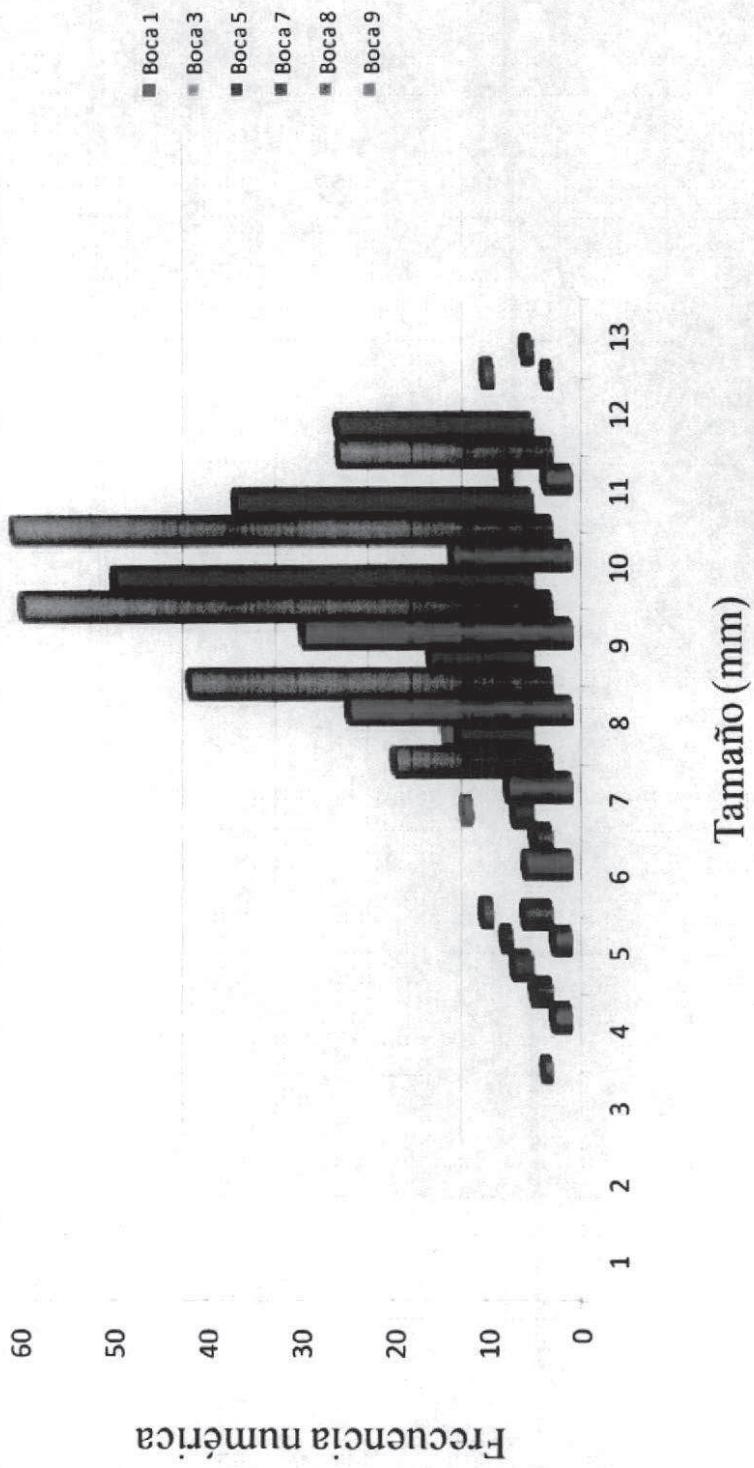


Figura 24. Distribución de frecuencia de tamaños (longitudcefalotorácica, mm) para muestras de individuos de *P. monodon* capturados en cada una de las estaciones de muestreo en Bahía Coronel el día 18 de marzo de 2013.

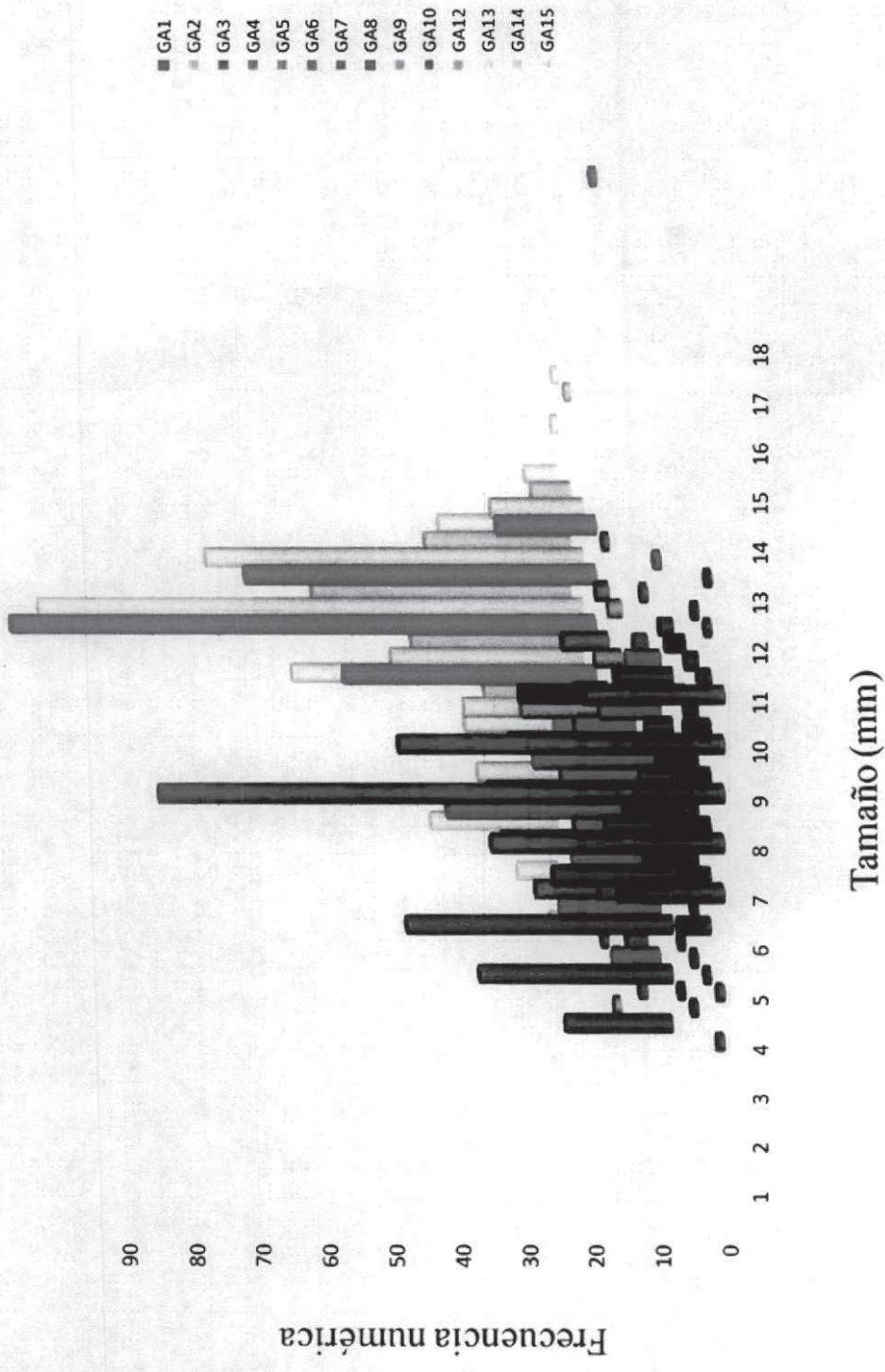


Figura 25. Distribución de frecuencia de tamaños (longitudcefalotorácica, mm) para muestras de individuos de *P. monodon* capturados en cada una de las estaciones de muestreo en el Golfo de Arauco el día 22 de marzo de 2013.

4.5 Observaciones a partir del sobrevuelo en helicóptero en el Golfo de Arauco y Bahía Coronel llevadas a cabo el día 22 de marzo de 2013

Desde la observación aérea sólo fue posible detectar agregaciones superficiales de langostinos en Bahía Coronel y no en el resto del Golfo de Arauco. Al interior de Bahía Coronel se observaron agregaciones de langostinos y varazones, tanto en la zona de bocamina, como en la zona del Puerto Coronel (Figura 26).

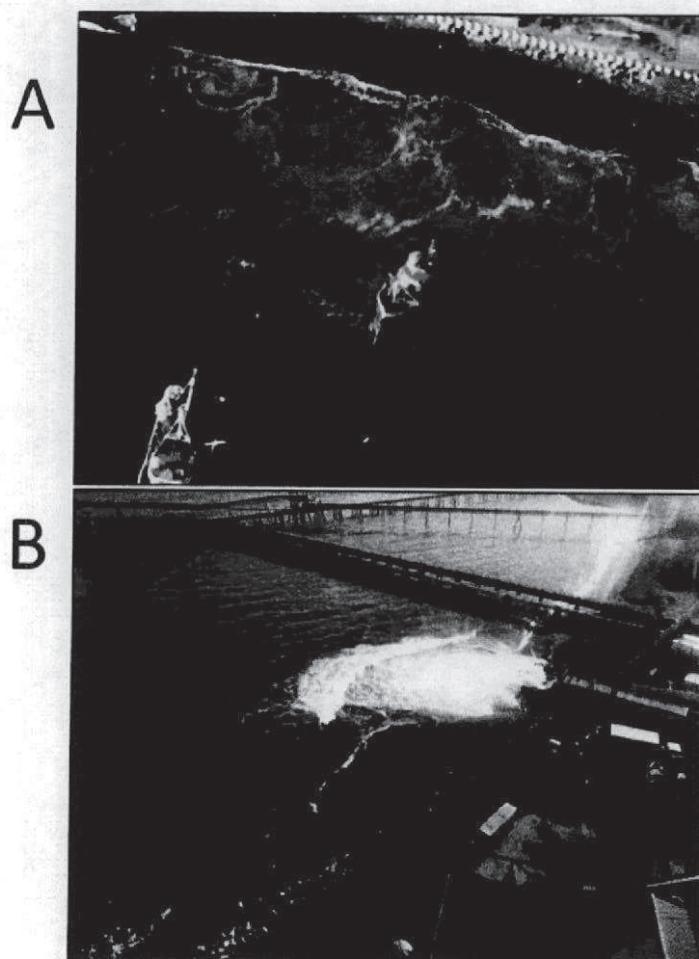


Figura 26.- Fotografía aérea mostrando las dos zonas donde se detectaron agregaciones visibles de juveniles de langostino colorado en Bahía Coronel el día 22 de marzo de 2013. (A) frente a Puerto Coronel, (B) frente a la central Bocamina

4.6 Análisis de la dinámica de los vientos locales registrados en Bahía Coronel para el período 1 de marzo al 22 de marzo del 2013

Los vientos durante el mes de marzo de este año mostraron una dirección predominante desde el Sur-Oeste (o hacia el Nor-Este) en un porcentaje de ocurrencia cercano al 60% (Figura 27). Esto es coherente con lo reportado anteriormente para esta época del año (Sobarzo *et al.*, 2007).

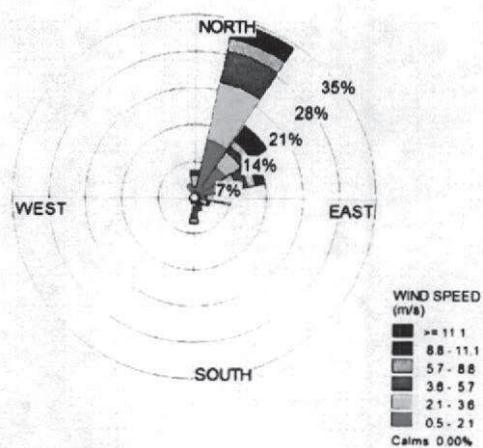


Figura 27.- Rosa de los vientos para el período desde el 1/03/2013 hasta 22/03/2013.

El diagrama de dispersión con las componentes U (zonal, este-oeste) y V (meridional, norte-sur) del viento, mostró que el eje principal de variabilidad fue a lo largo de la costa, indicando un predominio del viento favorable a la surgencia en esta zona (Figura 28).

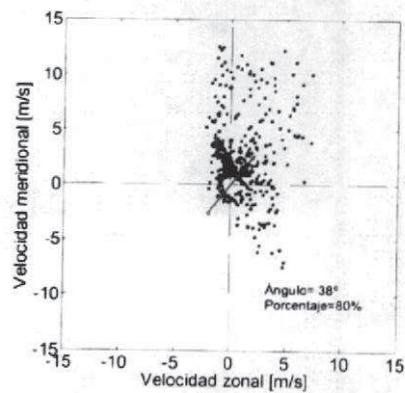


Figura 28.- Diagrama de dispersión para el viento horario.

El estrés del viento a lo largo de la costa (τ_y) favorable a surgencia presentó sus mayores valores entre los días 2 al 7 de marzo, desde el 10 al 15 de marzo y de 21 a 22 de marzo, separados por vientos de relajación de la surgencia (vientos débiles desde el norte) entre los días 8-9, 16-17 y 20 de marzo (Figura 29).

Este mismo patrón se pudo observar por medio del Índice de Surgencia de Bakun donde los máximos valores superaron los $300 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figura 30). Las Figuras 29 y 30 mostraron un intenso ciclo diario en el viento, con valores más intensos durante la tarde-noche y los más débiles durante la madrugada-mañana. Los máximos valores de surgencia se alcanzan los días 2, 7, entre el 10 y 15 y entre el 21 y 22 de marzo (varazón de langostinos), llegando a un máximo de aproximadamente $450 \text{ m}^3/\text{s}$ el día 7. Cabe destacar que también existe un índice de surgencia significativo el 18-19 de marzo (varazón de langostinos).

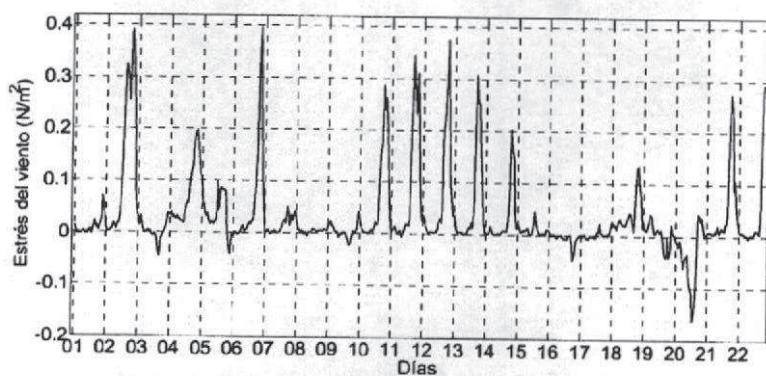


Figura 29.- Estrés del viento a lo largo de la costa durante el periodo de estudio.

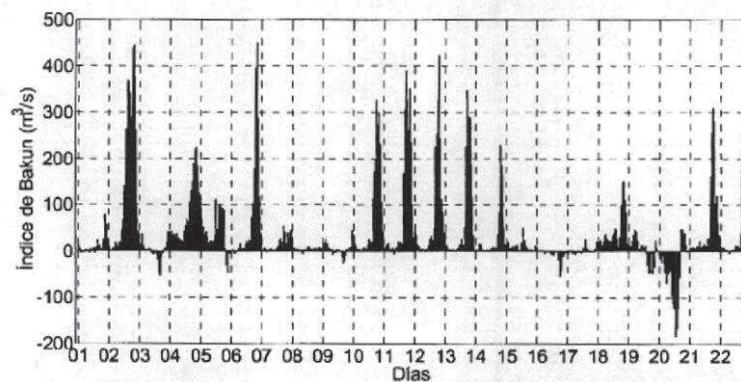
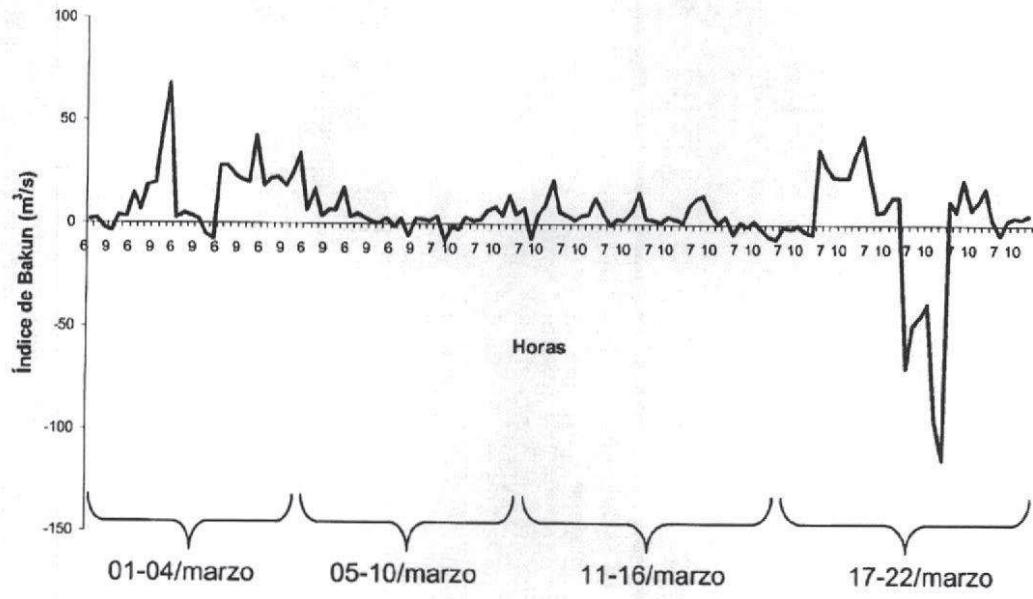
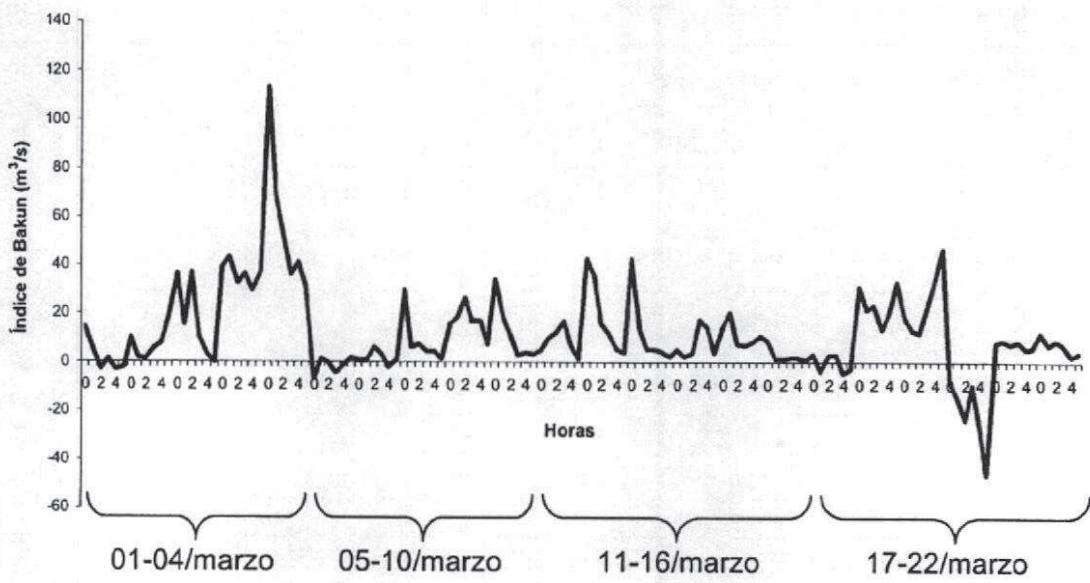


Figura 30.- Índice de surgencia para vientos promedio horario en el periodo de estudio.

En la Figura 30 se observa que los más altos valores del Índice de Surgencia de Bakun se presentaron durante la tarde-noche y los más bajos durante la madrugada-mañana. Con el objetivo de describir de mejor modo el ciclo diario del viento, se graficó el Índice de Surgencia de Bakun en los siguientes 4 horarios: Madrugada, desde las 00:00 hasta las 5:00 (Figura 31); mañana, entre las 6:00 y las 11:00 (Figura 32); tarde desde las 12:00 hasta las 17:00 (Figura 33); y tarde-noche entre las 18:00 y las 23:00 horas (Figura 34).



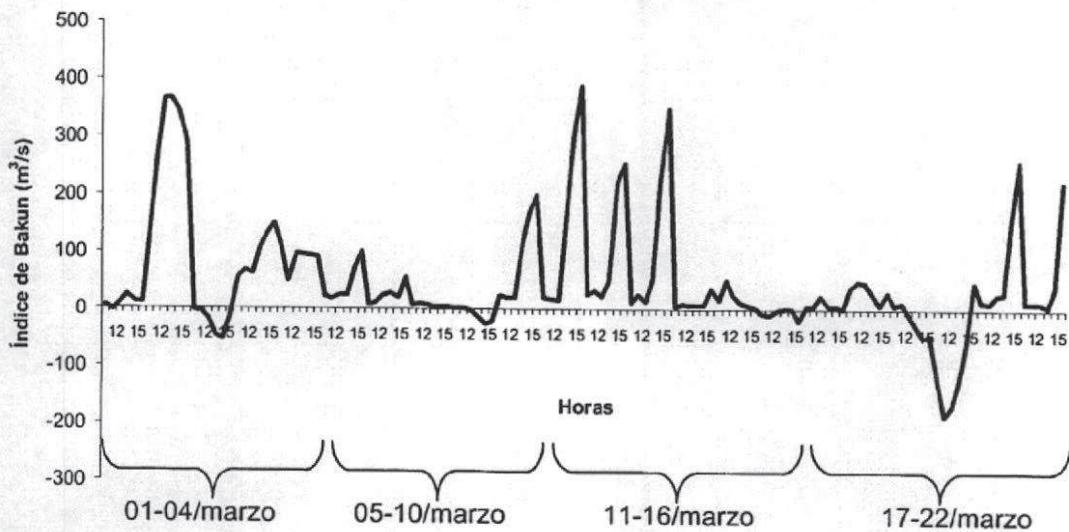


Figura 33.- Índice de surgencia entre las 12 PM y 17 PM desde el 1 al 22 de marzo de 2013

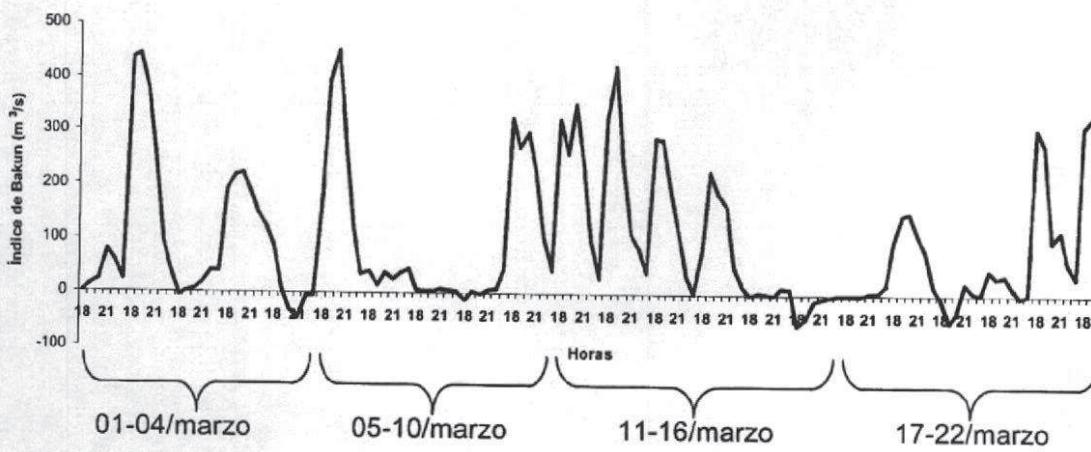


Figura 34.- Índice de surgencia entre las 18 PM y 23 PM desde el 1 al 20 de marzo de 2013

De acuerdo con las Figuras 31 a la 34, los índices de surgencia durante las madrugadas y, especialmente, las mañanas fueron de baja intensidad, no superando los $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Durante las tardes, la surgencia aumentó, registrándose valores de hasta $400 \text{ m}^3/\text{s}$, principalmente entre las 14 y 16 horas. En la tarde-noche (desde las 18:00 hasta las 23:00 horas), los valores del Índice de Surgencia de Bakun alcanzaron sus valores máximos, llegando casi a $500 \text{ m}^3/\text{s}$. Además, se observó que entre el 11 y 15 de marzo producto de la persistencia de los vientos meridionales, la surgencia alcanzó altos valores durante la tarde-noche (12:00 PM - 23:00 PM).

En resumen, la dirección del viento predominante durante el periodo de estudio fue desde el S-SW (hacia el Nor-Este), favorable a la surgencia costera y consistente con lo que ocurre en esta época del año en esta región. El estrés del viento y la surgencia costera presentaron altos valores durante casi todo el periodo de estudio, especialmente entre los días 2 y 7, entre los días 10 y 15 y, entre el 21 y 22 de marzo. Estos periodos se alternaron con vientos de relajación (desde el norte).

Influenciado por el ciclo diario del viento, durante las tardes, el Índice de Surgencia de Bakun presentó sus máximos valores, principalmente después de las 12 h, alcanzando valores de hasta $450 \text{ m}^3/\text{s}$. La intensificación del viento en las tardes ya ha sido estudiada por otros autores en Chile central (Pizarro *et al.*, 1994; Ruttlant y Montecino, 2002; Piñones *et al.*, 2007; Sobarzo *et al.*, 2010).

4.7 Ajuste de modelo armónico de mareas desde el 1 de marzo al 22 de marzo del 2013.

En la Figura 35 se representa la altura de marea vs. horas acumuladas desde el 1 de marzo de 2013 hasta el 22 de marzo de 2013.

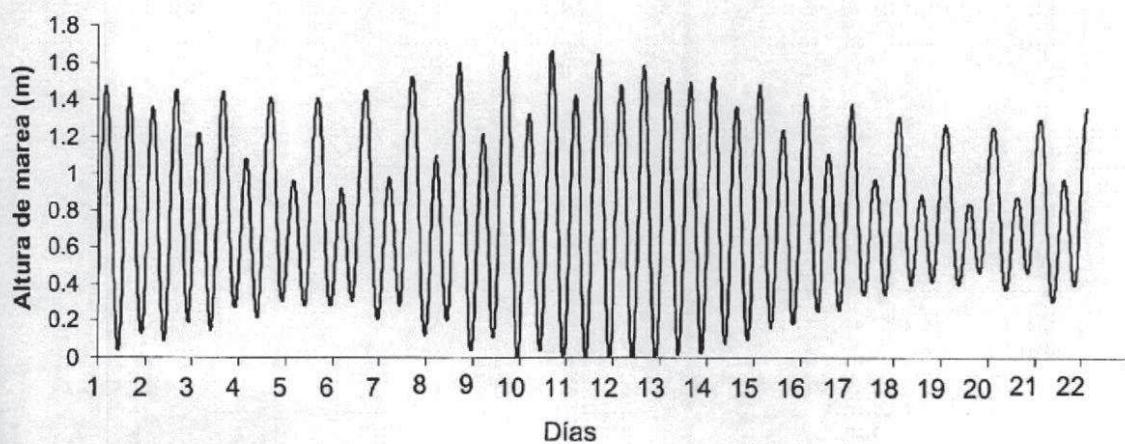


Figura 35.- Altura de marea y fecha (1-03-2013 hasta 22-03-2013).

En la tabla 10 se resume la hora y fecha, señalando las más bajas y altas mareas, la fase lunar y el tipo de marea por fecha. Para el periodo de estudio, los tipos de mareas registradas fueron baja o de cuadratura, las cuales se producen durante las fases de Cuarto Creciente y Cuarto Menguante, cuando las posiciones de la tierra, el sol y la luna forman un ángulo aparente de 90° y marea viva o de siciglia que se produce durante la fase de luna nueva.

Tabla 10.- Hora de más alta y baja marea para la fecha de estudio.

Fecha	Hora más baja marea y altura (m)	Hora más alta marea y altura (m)	Tipo de marea	Fase lunar
1-03-2013	10:40 am/ 0.04 m	4:40 am/ 1.47 m	Cuadratura	
2-03-2013	11:20 am /0.09 m	18:00 pm/ 1.45 m	Cuadratura	
3-03-2013	12:00 pm/ 0.15 m	18:40 pm/ 1.44 m	Cuadratura	
4-03-2013	12:40 pm/ 0.22 m	19:20 pm/ 1.41 m	Cuadratura	Cuarto menguante
5-03-2013	14:00 pm /0.28 m	20:40 pm /1.41 m	Cuadratura	
6-03-2013	4:00 am /0.28 m	22:00 pm/ 1.45 m	Cuadratura	
7-03-2013	5:20 am /0.21 m	23:20 pm /1.52 m	Cuadratura	
8-03-2013	6:20 am/ 0.12 m	23:40 pm/ 1.54 m	Cuadratura	
9-03-2013	7:00 am/ 0.04 m	24:20 am /1.6 m	Sicilia	
10-03-2013	7:40 am/ 0.02 m	1:20 am/ 1.65 m	Sicilia	
11-03-2013	7:40 am/ 0.01 m	2:00 am /1.66 m	Sicilia	Luna nueva
12-03-2013	21:20 pm/0.01 m	2:40 am/1.64 m	Sicilia	
13-03-2013	9:00 am /0.01 m	3:40 am/1.58 m	Sicilia	
14-03-2013	10:00 am/ 0.03 m	16:20 pm /1.52 m	Sicilia	
15-03-2013	10:40 am/0.1 m	17:00 pm/1.48 m	Cuadratura	
16-03-2013	11:00 am /0.18 m	17:40 pm/ 1.43 m	Cuadratura	
17-03-2013	24:00 am /0.25 m	18:20 pm /1.35 m	Cuadratura	
18-03-2013	24:20 am/ 0.34 m	19:00 pm/ 1.3m	Cuadratura	
19-03-2013	2:00 am / 0.4 m	20:20 pm/ 1.26 m	Cuadratura	Cuarto creciente
20-03-2013	3:20 am/ 0.4 m	21:20 pm /1.25 m	Cuadratura	
21-03-2013	4:40 am /0.37 m	22:40 pm/ 1.29 m	Cuadratura	
22-03-2013	5:20 am/0.31 m	23:20 pm /1.35 m	Cuadratura	

Como se puede apreciar en la Tabla 10, tanto la varazón del 18-19 de marzo como las del 22 de marzo tuvieron lugar durante marea de cuadratura. Durante los períodos de cuadratura las corrientes de marea son más débiles dentro de las bahías, y en consecuencia los tiempos de renovación de las aguas interiores también son menores. Es decir, durante el periodo de cuadratura es más probable (si no hay variaciones importantes en el régimen de vientos) que los organismos planctónicos que ingresan a la bahía transportados por el Agua Ecuatorial Subsuperficial permanezcan más tiempo en la Bahía.

A través de la Figuras 36, 37, 38 y 39 se puede observar el ciclo mareal diario desde el 1 de marzo de 2013 hasta el 22 de marzo de 2013 (flechas separan los días) registrándose dos pleamaras y bajamaras, cuya altura para todo el período oscila entre 0,01 y 1,66 metros.

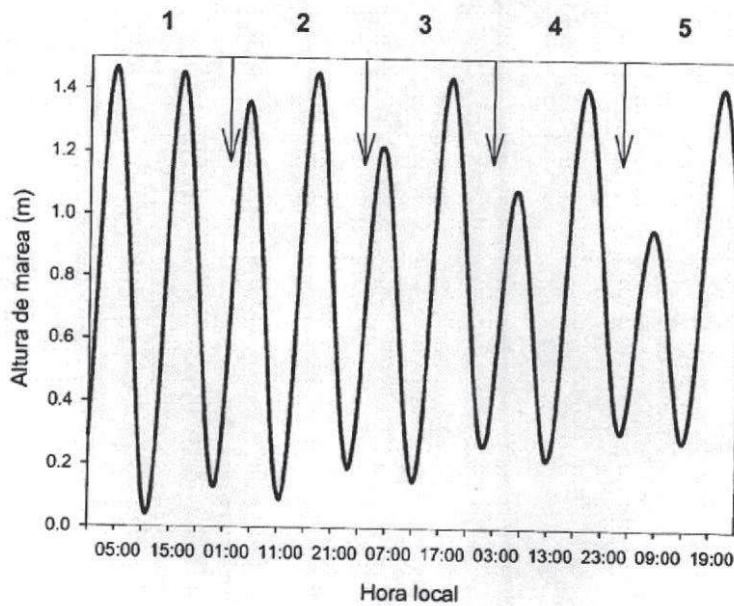


Figura 36.- Altura de marea vs. hora local desde el 1 hasta el 5 de marzo de 2013.

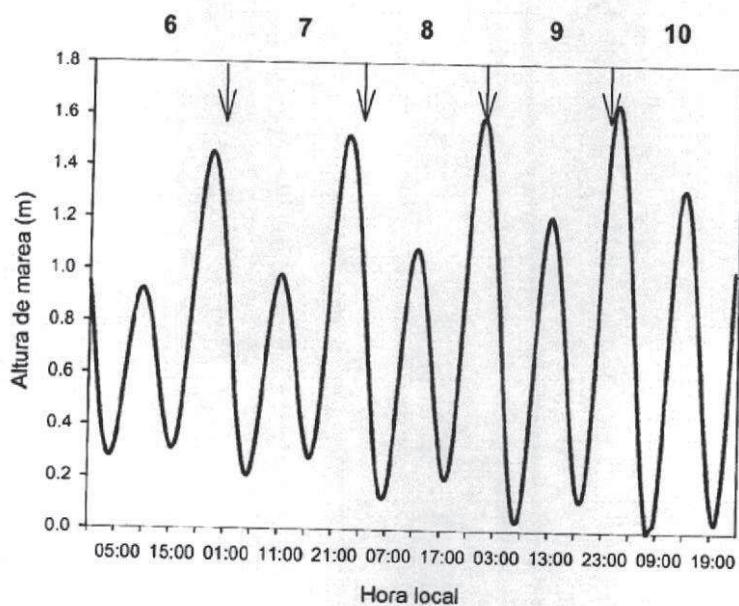
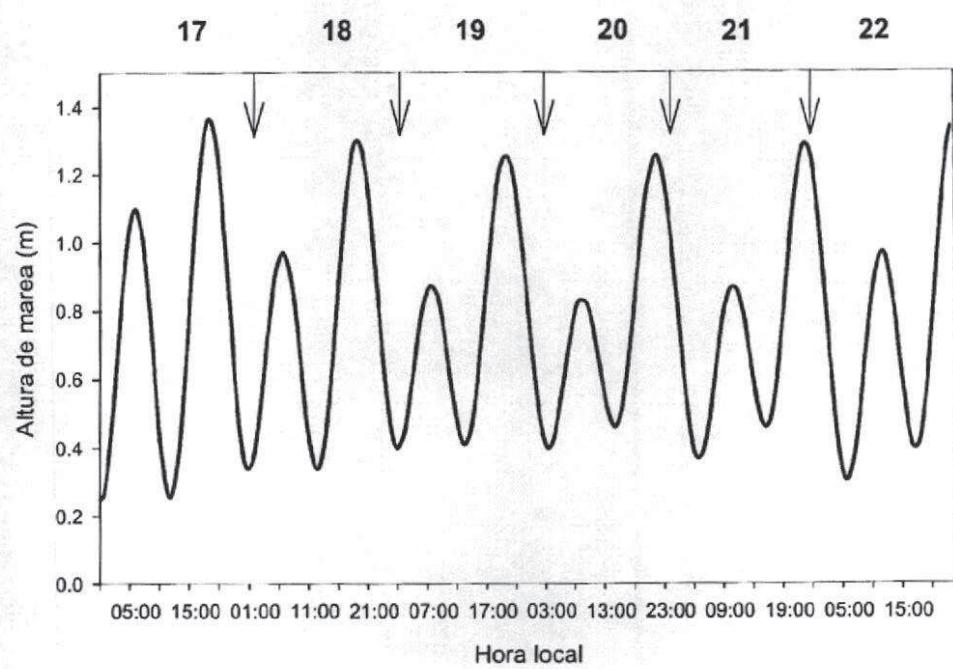
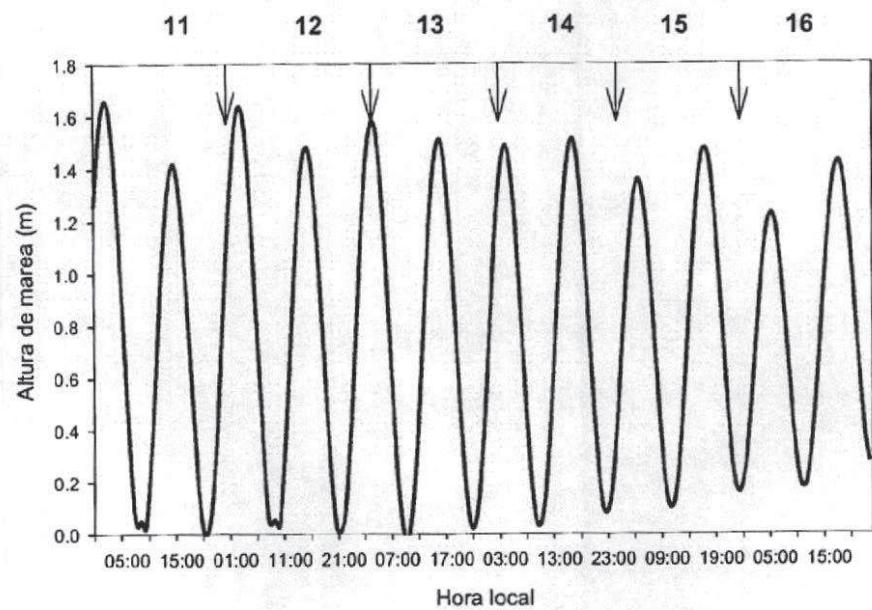


Figura 37.- Altura de marea vs. hora local desde el 6 hasta el 10 de marzo de 2013.



5.- Discusión

5.1. Explicación de los eventos de alta abundancia de juveniles de langostinos colorados en Bahía Coronel

Nuestros resultados indican lo siguiente:

- 1.- La dirección del viento predominante durante los primeros 22 días de marzo fue desde el S-SW (hacia el Nor-Este), es decir, vientos favorables a la generación de surgencia costera. El estrés del viento y la surgencia costera presentaron altos valores durante casi todo el periodo de estudio, incluyendo los días inmediatamente anteriores o durante la presencia de varazones en Bahía Coronel.
- 2.- Presencia importante de Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en Bahía Coronel, tanto el 18 de marzo, como el 22 de marzo. Las AEES se caracterizan por su bajo contenido de oxígeno disuelto, alta salinidad y alta concentración de nutrientes (Zuta y Guillén, 1970; Strub *et al.*, 1998). Esta masa de agua normalmente se encuentra localizada en la zona centro-sur de chile sobre la plataforma continental a profundidades mayores a 50 metros, y es el agua que emerge hacia superficie y hacia la costa producto de los eventos de surgencia. En la zona centro-sur, la intensidad y duración de la surgencia juega un papel fundamental en el ingreso de aguas hipóxicas hacia las zonas costeras incluyendo las bahías costeras (Ahumada *et al.*, 1983; Hernández-Miranda *et al.*, 2010).
- 3.- Presencia importante de juveniles de langostino colorado en aguas superficiales del Golfo de Arauco, fuera de la Bahía Coronel el 22 de marzo. Existe sólida evidencia científica respecto al transporte de estadios tempranos de *Pleuroncodes monodon* mediante surgencia hacia el interior del Golfo de Arauco (Yanicelli *et al.*, 2006, Yanicelli *et al.*, 2012).
- 4.- Presencia importante de juveniles de langostino colorado en Bahía Coronel el 18 y 22 de marzo.

En consecuencia, la hipótesis más probable para explicar la presencia de alta abundancia de juveniles de langostino colorado a Bahía Coronel es el ingreso de aguas profundas provenientes de la plataforma continental (Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales, AEES) producto de eventos de surgencia gatillados por el viento (Figura 40). El desplazamiento de las AEES habrían transportado los juveniles de langostino al interior de Bahía Coronel (Ver además, Figura 41).

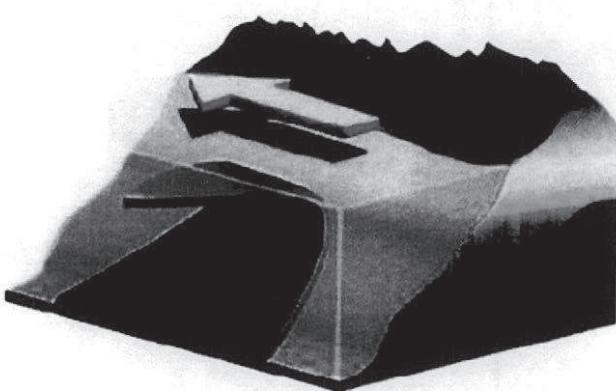


Figura 40.- Esquema del proceso mediante el cual el viento Sur-Oeste gatilla la surgencia costera haciendo que emerja el Agua Ecuatorial Subsuperficial (AEES) hacia la superficie y hacia la costa. La flecha roja representa al esfuerzo del viento y la flecha azul, la circulación de las aguas de fondo (AEES).

Esta hipótesis se basa en el ciclo de vida y distribución espacial del langostino en la plataforma continental (ej. Roa, 1993; Roa *et al.*, 1995; Roa y Tapia 1998, 2000; Yanicelli *et al.*, 2012, 2006a,b, 2013), en los mecanismos de transporte larval demostrados para langostino colorado en el Golfo de Arauco (Yanicelli *et al.*, 2006a, 2012), así como en el conocimiento existente de la dinámica física del Golfo de Arauco y de la plataforma continental (ej. Sobarzo *et al.*, 1993; Parada *et al.*, 2001; Valle-Levinson *et al.*, 2003; Sobarzo *et al.*, 2001; Sobarzo y Djurfeldt, 2004; Yanicelli, 2005; Sobarzo *et al.* 2007, 2010).

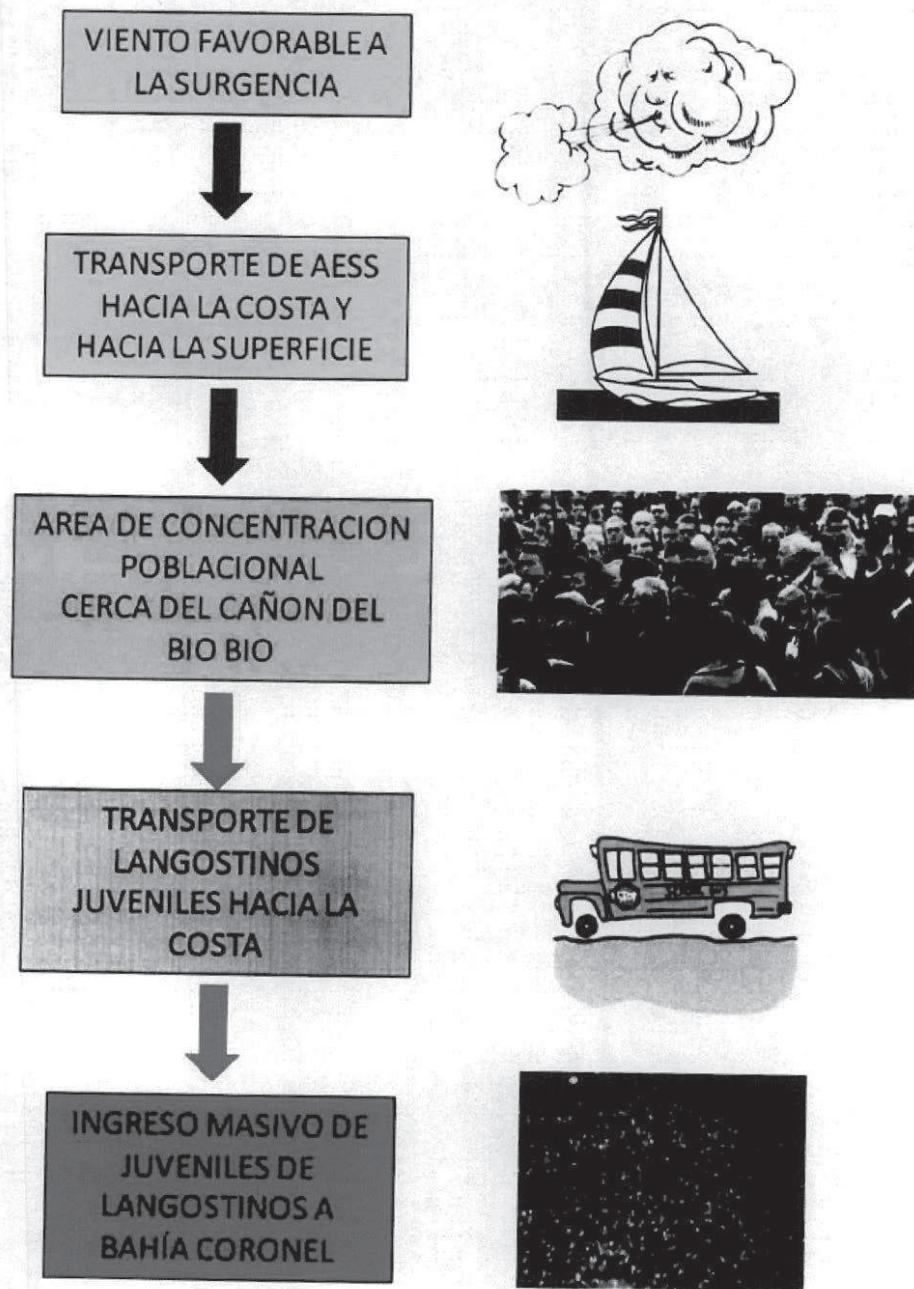


Figura 41.- Esquema de la hipótesis que explica la presencia de alta biomasa de juveniles de langostino colorado en Bahía Coronel. AESSIONES= Agua Ecuatorial Subsuperficial.

Se sabe que en marzo se encuentran en mayor abundancia los juveniles en la columna de agua aunque a profundidades alrededor de 50 metros (Yanicelli *et al.*, 2012) y que el reclutamiento tiene lugar a finales del verano (Gallardo *et al.*, 1994) cuando la materia orgánica en el sedimento es máxima y las AEES están retrocediendo sobre la plataforma continental (Gutiérrez *et al.*, 2000). Así, como los eventos de surgencia son especialmente frecuentes e importantes en el periodo de primavera-verano, en el otoño e invierno vientos del norte se tornan predominantes generando fuerte mezcla vertical en la columna de agua y por consiguiente oxigenando la columna de agua y la superficie de los sedimentos (Schneider *et al.*, 2003). Las megalopas y los juveniles de langostino colorado presentarían alta capacidad de natación y de migración vertical (Cañete *et al.*, 1996, Yanicelli *et al.*, 2012), aunque estos últimos pasarían la mayor parte del día en la interface sedimento-agua.

Existe evidencia científica que una fracción de la población de langostino colorado de la zona centro-sur vive asociada al cañón del río Bio Bio, incluyendo un foco de concentración al interior del Golfo de Arauco (Roa *et al.*, 1995) (Figuras 42 y 43). Es altamente probable que este foco poblacional sea la fuente de los juveniles que ingresan a Bahía Coronel.

Finalmente, hemos podido comprobar de manera independiente, que efectivamente los vientos favorables a la surgencia que han predominado durante gran parte de marzo, han producido la presencia de AEES en la costa de la VIII Región, ya que nuestro equipo de trabajo tiene loggers de temperatura “sembrados” a diferentes profundidades en la columna de agua en Bahía Coliumo y Bahía San Vicente y, en ambas zonas presentaron temperaturas propias de AEES durante prácticamente todo febrero y marzo (datos no publicados).

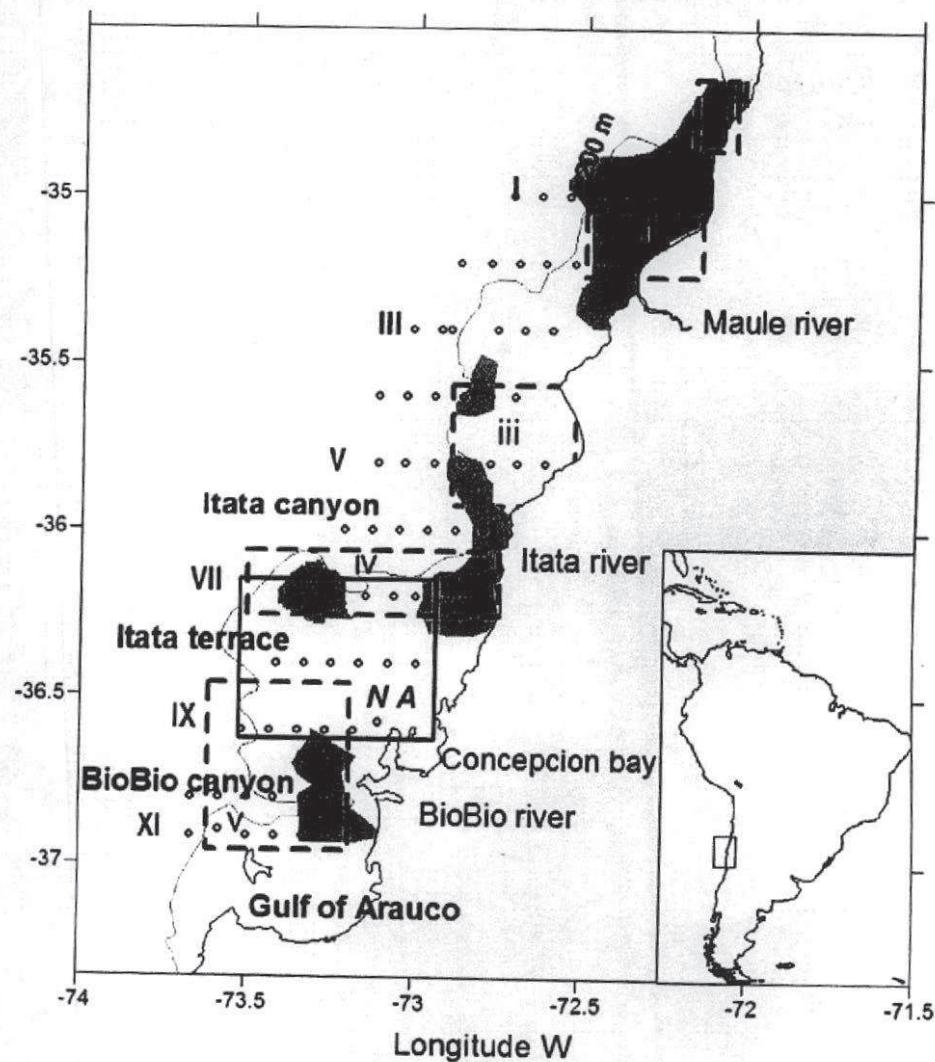


Figura 42.- Mapa esquemático de la distribución de langostino Colorado en la zona centro-sur de Chile. Las áreas grises marcadas con un * corresponden a áreas donde altas concentraciones poblacionales han persistido en el tiempo. Nótese la presencia de una de estas áreas frente al río Bio Bio e ingresando al Golfo de Arauco. El rectángulo delimitado por línea continua corresponde a la zona de crianza (Extraído de Yanicelli *et al.*, 2012).

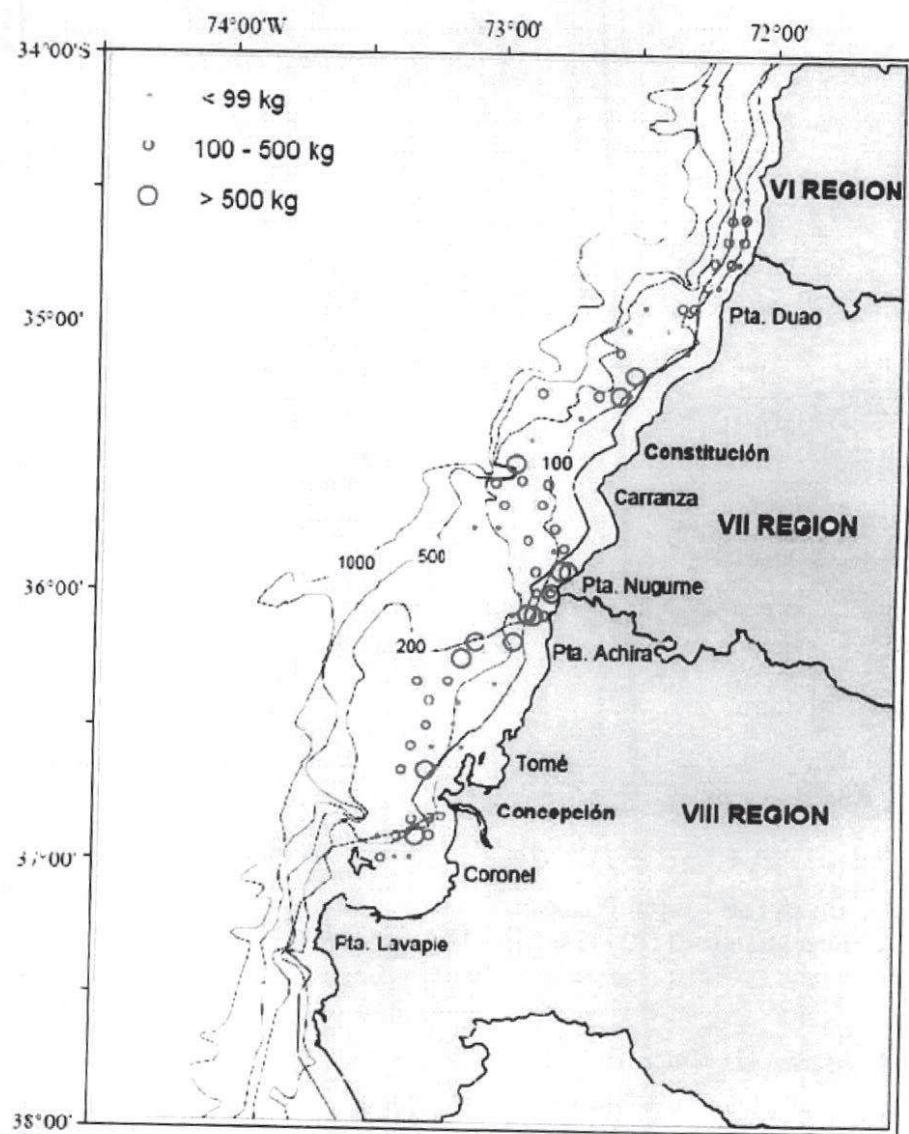


Figura 43.- Capturas de langostino colorado en la zona centro sur registradas en lances de investigación por Arana *et al.* (2007).

5.2 Sobre varazones recientes de langostino colorado

El lunes 4 de febrero de 2013 tuvo lugar una importante varazón de juveniles de langostino colorado en Bahía Coliumo (Figura 44). Subsecuentemente, el 5 de febrero la varazón de juveniles de *P. monodon* ocurrió en Bahía Coronel.

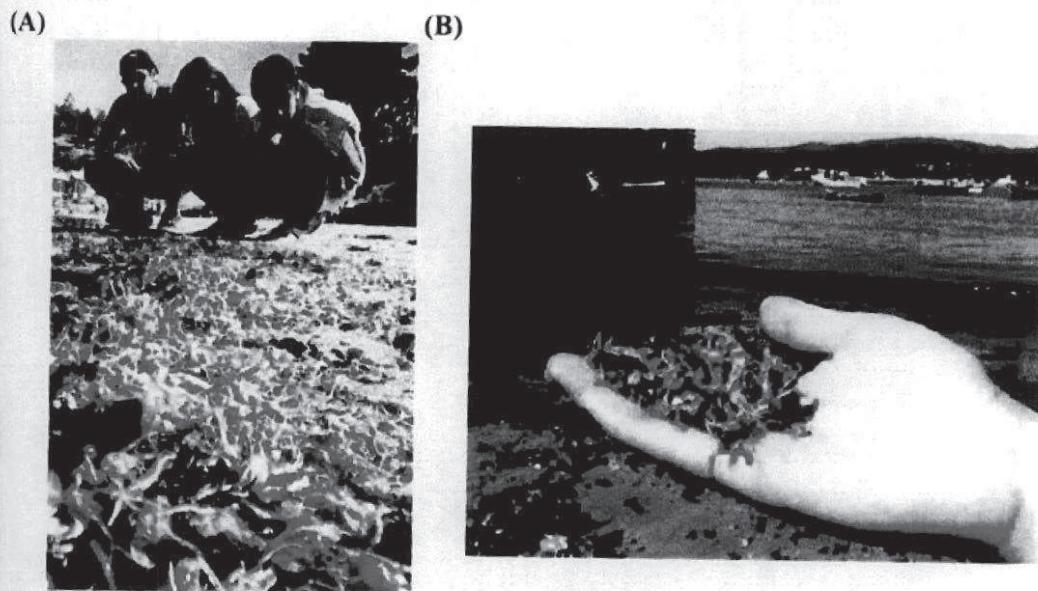


Figura 44.- Varazón de langostinos en Bahía Coliumo el lunes 4 de febrero de 2013. (A) Fotografía extraída de diario Las Últimas Noticias (2013) (B) Fotografía extraída de Radio Agua marina Tomé (2013b).

Al igual que en los eventos analizados en el presente estudio, la varazón había sido precedida por vientos favorables a la surgencia y la bahía Coronel presentaba importante presencia de AECC (Quiñones *et al.*, 2013). En otras palabras, el evento de febrero de 2013 presentaba características y mecanismos similares a los analizados en este documento.

El día martes 26 de marzo de 2013, se reportó otra varazón en Bahía Coronel (Radio Bio Bio, 2013). Al mismo tiempo, SERNAPESCA nos hizo saber de la presencia anómala de agregaciones de langostino colorado en la zona costera de Talcahuano, en particular en las cercanías del muelle de EMPORCHI. Se realizó un muestreo de inmediato en dicha zona (Figura 45), encontrándose presencia anómala de juveniles de langostino colorado en agregaciones superficiales y en los pilotes del muelle de EMPORCHI (Figura 46). Los

perfiles de variables físicas realizados con CTDO e YSI mostraron la presencia AESS con, obviamente, bajo contenido de oxígeno disuelto (Figura 47). La distribución de tamaños corporales en EMPORCHI (Figura 48, Tabla 11) es similar a la descrita para el Golfo de Arauco, incluida Bahía Coronel (Figuras 24 y 25, Tablas 8 y 9).



Figura 45.- Muestreo de agregaciones de juveniles de langostino colorado en Talcahuano (EMPORCHI) el 26 de marzo de 2013.

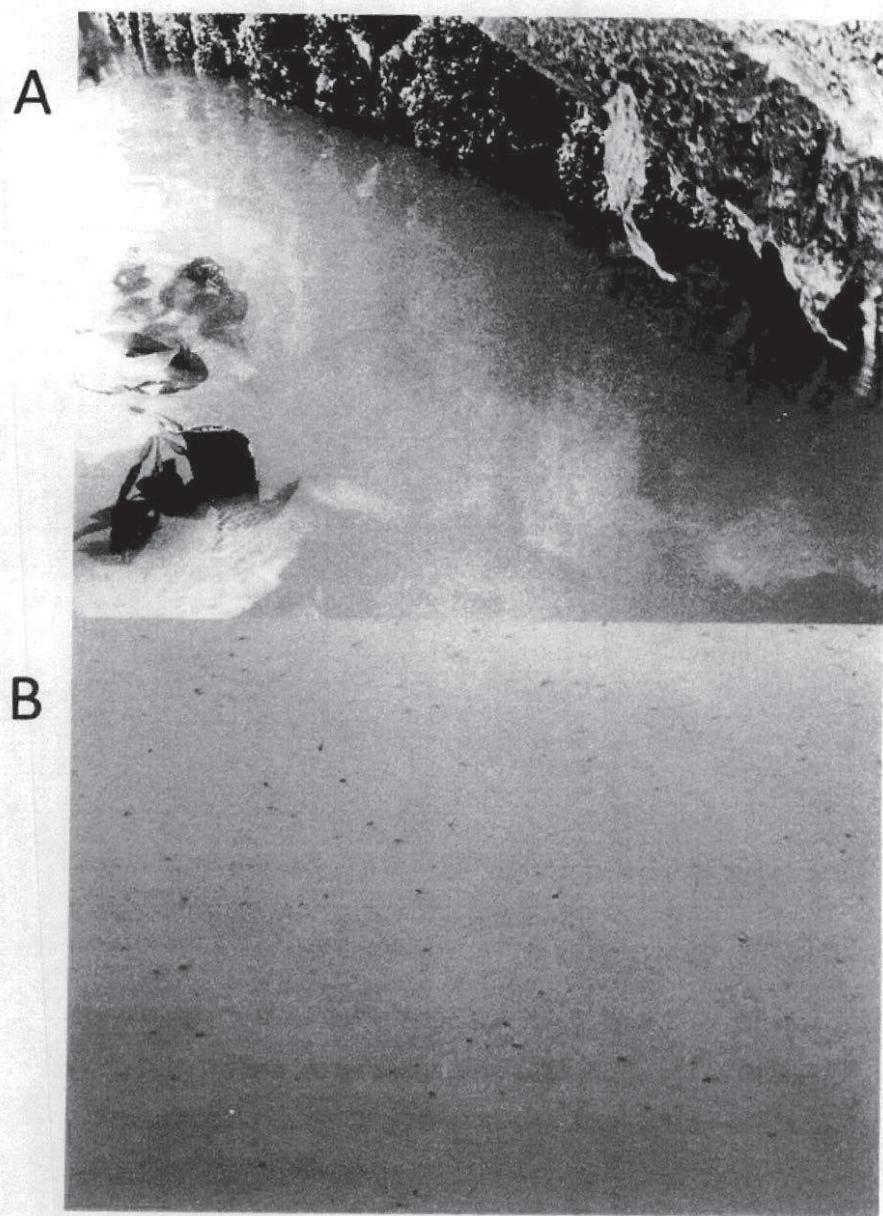


Figura 46.- Presencia de agregaciones de juveniles de langostino colorado en Talcahuano (EMPORCHI) el 26 de marzo de 2013. (A) Agregaciones junto a los pilotes del muelle, (B) Agregación en la columna de agua.

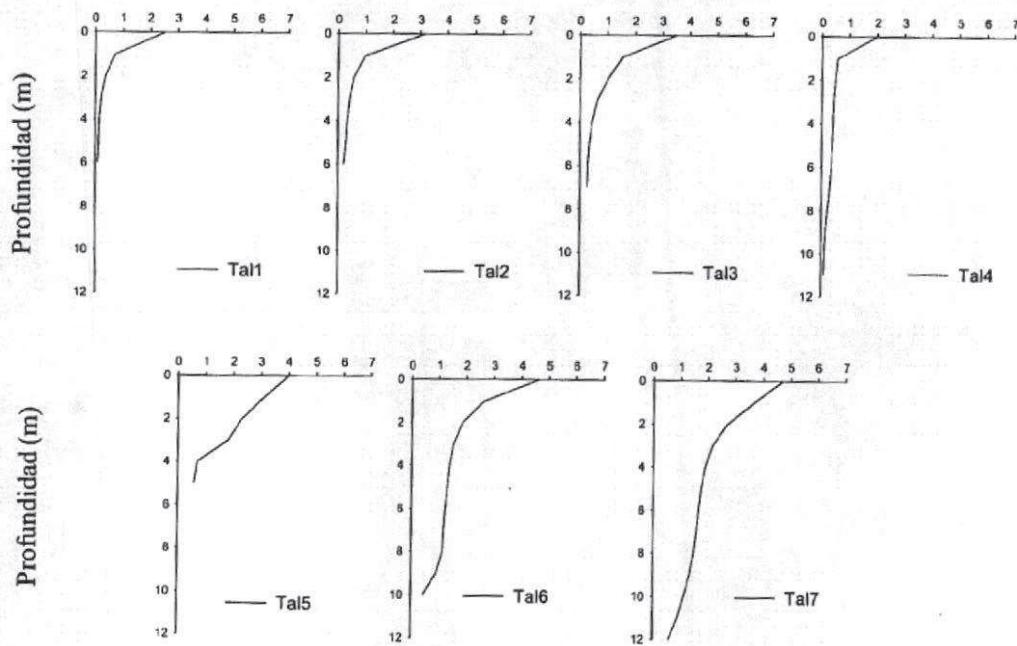


Figura 47.- Perfiles verticales de oxígeno disuelto registrados el 26 de marzo de 2013 en la zona costera aledaña al muelle EMPORCHI (Talcahuano).

Tabla 11. Estadísticos descriptivos de las muestras de *P. monodon* capturados el 26 de marzo de 2013 en la zona costera aledaña al muelle EMPORCHI (Talcahuano). Todos los valores corresponden a tamaño (longitudcefalotorácica, mm). Desvest: corresponde a la desviación estándar del tamaño promedio.

Estadístico	Estación de muestreo			
	T1	T2	T4	T5
Máximo	17,3	17,2	14,2	14,1
Mínimo	8,7	8,3	8,3	9,2
Moda	11,9	12,1	12,1	11,9
Promedio	12,3	11,9	11,3	11,4
Desvest	1,7	1,2	1,0	0,9

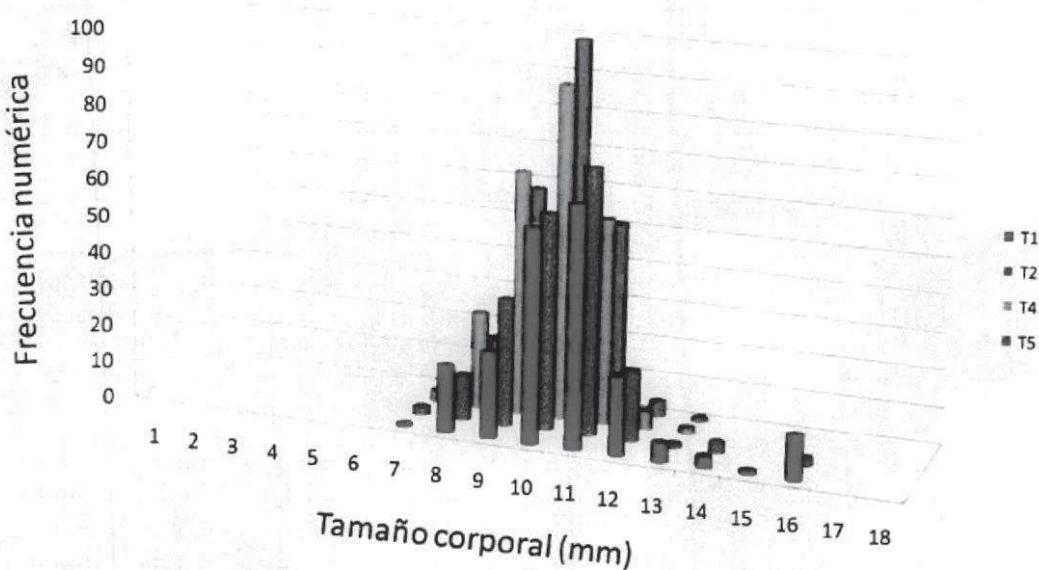


Figura 48. Distribución de frecuencia de tamaños (longitud cefalotorácica, mm) para muestras de individuos de *P. monodon* capturados el 26 de marzo de 2013 en la zona costera aledaña al muelle EMPORCHI (Talcahuano).

A modo de recomendación, es importante que la autoridad pesquera evalúe a la brevedad, la necesidad de llevar a cabo un estudio (ej. Fondo de Investigación Pesquera) respecto de la dinámica poblacional del langostino colorado en la zona centro-sur, con especial énfasis en el reclutamiento. La aparición de varazones y/o agregaciones de juveniles de langostino colorado en bahías costeras bastante distantes entre sí como Bahía Coronel, Bahía Coliumo y Bahía Concepción (Talcahuano), sugieren que existen procesos poblacionales y de mesoescala que podrían ser factores importantes en estos eventos.

6.- Conclusiones

Nuestros resultados indican que la presencia anómala de alta abundancia de juveniles de langostino colorado en Bahía Coronel el 18 y 22 de marzo, se debería al ingreso de aguas profundas provenientes de la plataforma continental (Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales, AEES) producto de eventos de surgencia forzados por el viento. El desplazamiento de las AEES transportaron a los juveniles de langostino al interior de la Bahía Coronel.

Las evidencias más importantes que apoyan esta conclusión son: (a) Presencia importante de AEES en Bahía Coronel y el Golfo de Arauco durante la varazón del 22 de marzo o inmediatamente antes de la varazón del 19 de marzo; (b) El estrés del viento a lo largo de la costa fue claramente favorable a la surgencia en el periodo 1 al 22 de marzo, incluyendo los días previos y durante las varazones de langostino del 19 y del 22 de marzo; (c) la importante presencia de juveniles de langostino colorado en el Golfo de Arauco, en zonas adyacentes a Bahía Coronel, durante la varazón del 22 de marzo.

7.- Referencias

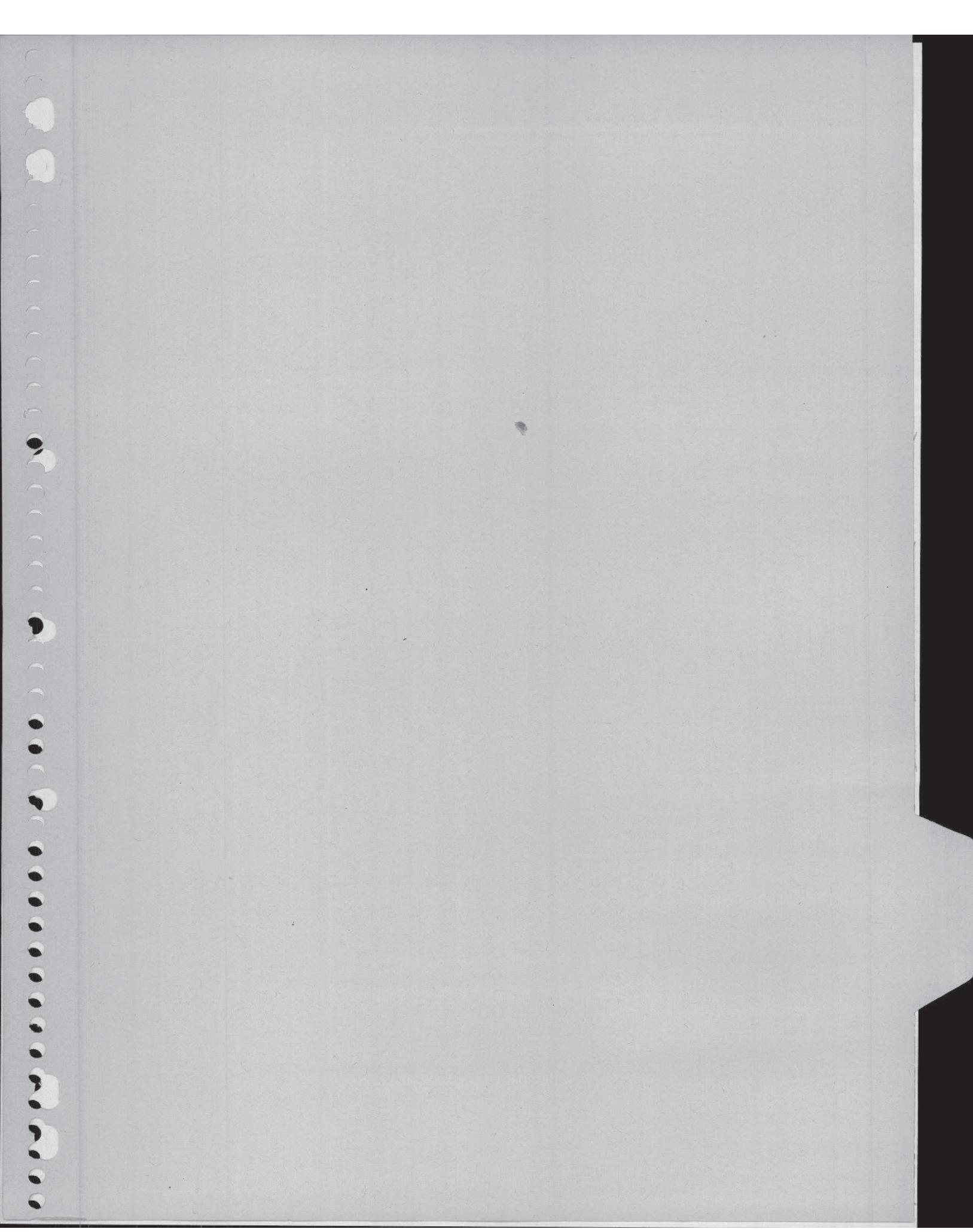
- Acuña, E., Alarcón, R., Cid, L., Arancibia, H., Cubillos, L., Cortés, A. 2005. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2005. Pre-Informe Final. Proyecto FIP N° 2005-09, 348 pp.
- Acuña, E., Alarcón, R., Arancibia, H., Cid, L., Cortés, A., Cubillos, L. 2010. Evaluación Directa de Langostino Colorado y Langostino Amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2009. Informe final. FIP N° 2009-15, 366 pp.
- Arana, P., Ahumada, M., Guerrero, A. 2005. Prospección de la Unidad de Pesquería Sur de langostino amarillo y langostino colorado, año 2005. Informe Final. Estud. Doc. Pont. Univ. Católica de Valparaíso, 37/2005: 97 pp.
- Arana, P., Guerrero, A., Ahumada, M., Casanova, C., Salinas, S., Ibarra, M., Arellano, A. 2007. Evaluación del langostino colorado en la unidad de pesquería sur año 2007. Informe Final Estud. Doc. Pont. Univ. Católica Valparaíso 22/2007. 83 pp.
- Ahumada, R., Rudolph, A., Martinez, V. 1983. Circulation and fertility of waters in Conception Bay. Estuarine, Coastal and Shelf Science 16: 95-105.
- Alarcón , E. 1970. Descripción oceanográfica preliminar del Golfo de Arauco. Boletín del Instituto de Fomento Pesquero . Santiago, Chile N°13: 51 pp
- Brookins, D.G., 1988. Eh-pH diagrams for geochemistry. Spring-Verlag, New York, 176pp
- Canales C., Barbieri, M., Bahamonde, R., Leiva, B., Arana, P., Palma, S., Melo, T. 2002. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2001. Informe final FIP 2001-06.
- Cañete, J.I., Gallardo, V.A., Quiñones, R., Carrasco, F., Baltazar, M., 1996. Observaciones sobre la migración y distribución vertical de megalopas de *Pleuroncodes monodon* (Crustacea: Galatheidae) en la plataforma continental frente a bahía San Vicente, Chile central. Gayana Oceanológica 4: 59–68.
- ChileVisión. 2013.
http://www.chilevision.cl/home/index.php?option=com_content&task=view&id=452889&Itemid=81
- Diario Las Ultimas Noticias. 2013.
http://www.lun.com/lunmobileiphone/pages/NewsDetailMobile.aspx?IsNPHR=1&dt=2013-02-05&NewsID=0&BodyId=0&PaginaID=2&Name=2&PagNum=0&SupplementId=69&Anchor=20130205_2_69_0
- Fagetti, E., Campodonico, I., 1971. Larval development of the red crab *Pleuroncodes monodon* (Decapoda Anomura: Galatheidae) under laboratory conditions. Marine Biology 8: 70–81.
- Faundez-Baez, P., Morales, C.E., Arcos D. 2001. Variabilidad espacial y temporal en la hidrografía invernal del sistema de bahías frente a la VIII Región (Chile centro-sur). Revista Chilena de Historia Natural 74: 817-831

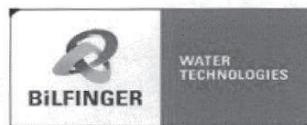
- Farias, L., Graco, M. y Ulloa, O. 2004. Temporal variability of nitrogen cycling in continental-shelf sediments of the upwelling ecosystem off central Chile. Deep Sea Res II 51: 2491–2505.
- Gallardo, V. A., Cañete, J.I., Roa, R., Enriquez-Briones, S., Baltazar, M. 1994. Recruitment of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf off Central Chile. J. Crust. Biol., 14: 665–669.
- Gallardo VA, M Palma, FD Carrasco, D Gutiérrez, LA Levin, JI Cañete. 2004. Macrobenthic zonation caused by the oxygen minimum zone on the shelf and slope off central Chile. Deep-Sea Research II: 2475-2490.
- GEOMAR. 2008. Estudio de línea base marino para el proyecto dragado área de maniobras muelle jureles, portuaria Cabo Froward s.a., VIII Región. 152 pp.
- González, R.R. , Quiñones, R A. 2000. Pyruvate oxidoreductases involved in glycolytic anaerobic metabolism of polychaetes from the continental shelf off central-south Chile. Estuarine Coastal and Shelf Science 51: 507–519.
- Grados, M.C. 1988. Variabilidad del regimen hídrico del codo Peruano-Chileno. Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sud-este. Número especial. Rev. Comisión Permanente del Pacífico Sur: 95–104.
- Grob, C., Quiñones, R., Figueroa, D., 2003. Cuantificación del transporte de agua costa-océano a través de filamentos y remolinos ricos en clorofila a, en la zona centro-sur de chile (35.5-37.5°S). Gayana 67(1): 55-67.
- Gutiérrez, D., Gallardo, V.A., Mayor, S., Neira, C., Vásquez, C., Sellanes, J., Rivas, M., Soto, A., Carrasco, F., Baltazar, M. 2000. Effects of dissolved oxygen and fresh organic matter on the bioturbation potential of macrofauna in sublittoral bottoms off Central Chile, during the 1997-98 El Niño. Marine Ecology Progress Series 202: 81-99.
- Hernández-Miranda, E., Quiñones, R.A., Aedo, G., Valenzuela, A., Mermoud, N., Román, C., Yañez, F. 2010. A major fish stranding caused by a natural hypoxic event in a shallow bay of the eastern South Pacific Ocean. Journal of Fish Biology 76, 1543–1564.
- Hernández-Miranda, E., Veas, R., Labra, F.A., Salamanca, M. , Quiñones, R.A. 2012. Response of the epibenthic macrofaunal community to a strong upwelling-driven hypoxic event in a shallow bay of the southern Humboldt Current System. Marine Environmental Research 79: 16-28.
- Hopper, M., 2000: WXTide32 version 2.6, January 20, 2000, Copyright © 1998-2000 Michael Hopper.
- INPESCA. 2009. Caracterización de la columna de agua y sedimento, Bahía Coronel, VIII Región. Informe Campañas Agosto 2008-Febrero 2009. Departamento de Estudios Ambientales. Instituto de Investigación Pesquera Octava región S.A. 65 pp.
- Levin, L.A. 2002. Deep-Ocean Life Where Oxygen Is Scarce. American Scientist 90:436-444.
- Menares B., Sepúlveda, J. 2005. Grupos recurrentes de peces y crustáceos demersales en la zona centro-sur de Chile. Investigaciones Marinas 33: 91-100.

- Morales, C., Hormazabal, S., Blanco, J.L. 1999. Inter-annual variability in the meso-scale distribution of the upper boundary of the oxygen minimum layer off northern Chile (18–24°S): Implications for the pelagic system and biogeochemical cycling. *J Mar Res* 57:909–932.
- Morales, C., González, H., Hormazabal, S., Yuras, G., Letelier, J., Castro, L. 2007. The distribution of chlorophyll-a and dominant planktonic components in the coastal transition zone off Concepción, central Chile, during different oceanographic conditions. *Progress in Oceanography* 75: 452–469.
- Palma, S., 1994. Distribución y abundancia de larvas de langostino colorado *Pleuroncodes monodon* frente a la costa de Concepción, Chile. *Investigaciones Marinas* 22, 13–29.
- Parada, C., Sobarzo, M.A., Figueroa, D., Castro, L. 2001. Circulación del Golfo de Arauco en un período de transición estacional: un nuevo enfoque. *Investigaciones Marinas*, 29 (001): 11-23.
- Pinoñes, A., Castilla, J.C., Guiñez, R., Largier, J.L. 2007. Temperaturas superficiales en sitios cercanos a la costa en la Bahía de Antofagasta (Chile) y centros de surgencia adyacentes. *Ciencias Marinas*, 33(1): 37–48.
- Pizarro, O., Hormazábal, S., González, A., Yañez, E. 1994. Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. *Investigaciones Marinas*, 22: 85-101.
- Quiñones, R. A., Gutiérrez, M. H., Daneri, G., Gutiérrez D.A., González, H.E., Chávez, F. 2010. Pelagic carbon fluxes in the Humboldt Current System. Páginas 44-64, En: Carbon and nutrient fluxes in global continental margins: A global synthesis. K.K. Liu, L. Atkinson, , R. A. Quiñones, L. Talaue-McManus (eds.), IGBP Series Book, Springer-Verlag New York. 741 pp.
- Quiñones, R. A. Hernández-Miranda, E., Vergara, O., Araneda, A., Lozano, L. 2013. Evento de presencia de langostino colorado en bocatoma Central Bocamina, Febrero 2013. Informe Técnico, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. 39 pp.
- Quiroga, E., Quiñones, R., Palma, M., Sellanes, J., Gallardo, V., Gerdes, D., Rowe, G. 2005. Biomass size-spectra of macrobenthic communities in the oxygen minimum zone off Chile, *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 62: 217–231.
- Radio Agua Marina Tome. 2013 a. <http://www.soychile.cl/Tome/Sociedad/2013/02/05/152655/Los-cientos-de-langostinos-varados-en-la-caleta-Coliumo-habrian-muerto-por-falta-de-oxigeno.aspx>
- Radio Agua marina Tomé. 2013b.
<http://www.facebook.com/photo.php?fbid=10151433116995419&set=a.10151433116420419.511110.34946205418&type=3&theater>
- Radio Bio Bio. 2013. <http://nacional.biobiochile.cl/notas/2013/03/26/nueva-varazon-masiva-de-langostinos-y-peces-se-registra-en-coronel.shtml>
- Radio Pudeto de Ancud. 2011. <http://www.pudeto.cl/?p=1421>
- Retamal, M.A. 1981. Catálogo ilustrado de los Crustáceos Decápodos de Chile. *Gayana Zoología*, 44: 1 - 110.16
- Retamal, M. A. 1994. Los decápodos de Chile. U. de Concepción, Proyecto de desarrollo de la docencia, Vicerrectoría académica Dirección de docencia : 1 - 256.

- Roa, R. 1993. Annual growth and maturity function of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* in central Chile. *Mar Ecol Prog Ser* 97:157-166.
- Roa, R., Tapia, F. 1998. Spatial differences in growth and sexual maturity between branches of a large population of the squat lobster *Pleuroncodes monodon*. *Marine Ecology Progress Series* 167: 185-196.
- Roa, R., Tapia, F. 2000. Cohorts in space: geostatistical mapping of the age structure of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* population off central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 196:239-251.
- Roa, R., Gallardo, V.A., Ernst, B., Baltazar, M., Cañete, J., Enriquez-Briones, S. 1995. Nursery ground, age structure and abundance of juvenile squat lobster *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf off central Chile. *Mar Ecol Prog Ser* 116:47-54.
- Roa, R., Tapia, F., Cid, L. et al. (1997) Evaluación directa del stock de Langostino Colorado en la zona Centro-Sur. Informe final Proyecto FIP 96-23. Fondo de Investigación Pesquera, Ministerio de Economía, Valparaíso, Chile.
- Ruttlant, J. & Montecino, V. 2002. Multiscale upwelling forcing cycles and biological response off northcentral Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 217-231.
- Salgado-Barragán, J., Hendrick, M. E.. 2010. Clave ilustrada para la identificación de los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico oriental. *Revista mexicana de biodiversidad* 81: S1-S49.
- Sellanes, J., y Neira, C. 2006. ENSO as a natural experiment to understand environmental control of meiofaunal community structure. *Marine Ecology* 27:31-43.
- Sellanes, J., Quiroga, E., Neira, C., Gutiérrez, D. 2007. Changes of macrobenthos composition under different ENSO cycle conditions on the continental shelf off central Chile. *Continental Shelf Research* 27: 1002-1016.
- SHOA. 1995. Derrotero de la Costa de Chile. Desde Arica a Canal Chacao. 8^a Edición, 1: 243-258.
- SHOA. 1999. Método oficial para el cálculo de los valores no armónicos de la marea. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico, Armada de Chile. Instrucciones Oceanográficas N°2. Segunda Edición. Shoa Pub. 3202.
- Schneider, W., Fuenzalida, R., Rodríguez-Rubio, E., Garcés-Vargas, J., Bravo, L., 2003. Characteristics and formation of Eastern South Pacific Intermediate Water. *Geophysical Research Letters* 30(11): 1-4.
- Soabarzo M., Djurfeldt, L. 2004. Coastal upwelling process on a continental shelf limited by submarine canyons, Concepción, central Chile. *Journal of Geophysical Research* 109: C12012.
- Soabarzo, M., Sansone, E., De Maio, A., Arcos, D., Salamanca, M. Henríquez, J. 1993. Oceanografía física del Golfo de Arauco. Variabilidad espacio temporal de la estructura hidrográfica de las aguas del Golfo de Arauco. Primera parte. F. Faranda y O. Parra (ed.). Universidad de Concepción, Serie Monografías Científicas, 4, 152 pp.

- Sobarzo M., D. Figueroa, Djurfeldt, L. 2001. Upwelling of subsurface water into the rim of the Biobio submarine canyon as a response to surface winds. *Continental Shelf Research* 21: 279-299.
- Sobarzo, M., Bravo L., Donoso D., Garces-Vargas, J., Schneider, W., 2007. Coastal upwelling and seasonal cycles that influence the water column over the continental shelf off central Chile. *Progress in Oceanography* 75:363–382.
- Sobarzo, M., Bravo, L., Moffat, C. 2010. Diurnal-period, wind-forced ocean variability on the inner shelf off Concepción, Chile. *Continental Shelf Research* 30: 2043-2056.
- Strub, P.T., Mesías, J.M., Montecino, V., Rutllant, J. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. In: Robinson, A.R. & K.H. Brink (eds). *The global coastal ocean. The Sea*, Vol. 11. Interscience, New York, p.273-313.
- TVN. 2013. <http://www.24horas.cl/regiones/biobio/miles-de-langostinos-vararon-en-coliumo-499747>
- Valle-Levinson A., Atkinson, L., Figueroa, D. Castro, L. 2003. Flow induced by upwelling winds in an equatorward facing bay: Gulf of Arauco, Chile. *Journal of Geophysical Research*, 108 C2, 3054.
- Veas, R., Hernández-Miranda, E., Quiñones, R.A., Carrasco, F. 2012. Spatio-temporal biodiversity of soft bottom macrofaunal assemblages in shallow coastal waters exposed to episodic hypoxic events. *Marine Environmental Research* 78: 1-14.
- Wooster, W.S., Gilmartin, M. 1961. The Peru-Chile Undercurrent. *J Mar Res* 19(3):97–122.
- Yabe, M., Uyeno, T. 1996. Anatomical description of *Normanichthys Crockeri* (Scorpaeniformes, Incertae Sedis: Family Normanichthyidae). *Bulletin of Marine Science* 58(2): 494-510
- Yannicelli, B., 2005. Distribución y transporte de larvas de crustáceos decápodos en la zona de surgencia costera de Chile Central: interacciones entre el comportamiento, tolerancias fisiológicas y períodos de liberación. Tesis de Doctorado en Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Yannicelli, B., Castro, L .2013. Ecophysiological constraints on the larvae of *Pleuroncodes monodon* and the implications for its reproductive strategy in poorly oxygenated waters of the Chile-Peru undercurrent. *J. Plankton Res.*. doi:10.1093/plankt/fbs090
- Yannicelli B, Castro LR, Valle-Levinson A, Atkinson L, Figueroa D. 2006a. Vertical distribution of decapod larvae in the entrance of an equator-ward facing bay of central Chile: implications for transport. *J. Plankton Res.*, 28, 19–37.
- Yannicelli, B., Castro, L., Schneider, W., Sobarzo, M. 2006b Crustacean larvae distribution in the coastal upwelling zone off Central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 319, 175–189.
- Yannicelli B, Castro L, Parada C, Schneider W, Colas F, Donoso D. 2012. Distribution of *Pleuroncodes monodon* larvae over the continental shelf of south-central Chile: Field and modeling evidence for partial local retention and transport. *Progr. Oceanogr.*, 92–95, 206–227.
- Uta, S., Guillén, O. 1970. Oceanografía de las Aguas Costera del Perú, Departamento de Oceanografía. *Boletín del Instituto del Mar del Perú-Callao* 2:157–324.





Propuesta Comercial N° 401 05 13

Datos Cliente		Contacto Johnson Screens	
Empresa	Colbún	De	Rodrigo Díaz B.
Señor	Mauricio Orellana	Área	Process & Environmental.
Área	Subgerente Asist. Técnica.	Referencia	Proyecto captación Santa María
E- mail	morellana@colbun.cl	E- mail	Rodrigo.diaz@johnsonscreens.com
Teléfono	+562 2460 4024	Teléfono	+562 2928 0700 / +569 9828 2225

Estimado Mauricio,

Pasamos a detallar nuestra cotización, para la modificación de captación de agua de mar de la central térmica Santa María.

Item	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Sub Total (USD)
1	Water Intakes Modelo S96 HCE	9	159 100	1 431 900
2	Manifold Intake 78"-110" y Carrete 110"	1	220 500	220 500
3	Curva 110"	1	73 300	73 300
4	Air line 10" para 8 Intakes	1	99 200	99 200
5	Piping químicos	1	6 580	6 580
6	Hydroburst	1	118 300	118 300
7	Piping Compresor	1	17 700	17 700

Sub Total	1 966 930
IVA	373 717
Total	2 340 647



CONDICIONES DE VENTA.

Plazos de entrega.

- 4 a 5 semanas para la generación de planos de fabricación y aprobación por parte del cliente.
- 3 semanas de fabricación de mallas CuNi en planta Johnson Screens de New Brighton, USA.
- 4 a 5 semanas de tránsito marítimo para la importación de materiales especiales (CuNi)
- 8 a 10 semanas de fabricación local.
- 1 semana para coordinación y transporte hasta Coronel.

Total de 20 a 24 semanas para la entrega total de los productos.

Lugar de entrega

- Planta de central térmica Santa María, Coronel.

Forma de Pago

Estado de pago según los siguientes Hitos.

- Hito 1 – 5% - Aprobación de planos por parte de Colbún.
- Hito 2 – 25% - Recepción de materiales en fabrica para Water Intakes (CuNi)
- Hito 3 – 10% - Término de fabricación de componentes de sistema de limpieza Hydroburst y armado (Compresor – Estanques – válvulas, chasis y Manifold)
- Hito 4 – 25% - Término de fabricación de Manifold 78" – 110", carrete 110" y curva 110"
- Hito 5 – 35% - Entrega del 100% del material en central térmica Santa María, Coronel.

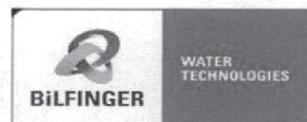
Datos para generación de OC.

Razón Social: Nahuelco S.A.

RUT: 96.533.010-0

Dirección: El Roble 315, Lampa, Santiago.

Teléfono: +562 29280700



Consideraciones importantes.

- a) Johnson Screens se reserva el derecho a utilizar servicios externos para fabricación de partes y piezas sin ceder el contrato entre Colbún S.A. y Johnson Screens.
- b) Johnson Screens, no se hace responsable de los atrasos atribuibles al mandante, que pudieran perjudicar el cumplimiento de la fecha de entrega final.
- c) Los plazos de entrega se establecen en semanas, teniendo como plazo máximo de entrega el límite superior de cada etapa.
- d) Para efectos de multas en relación a la fecha de entrega, se considerará solo la fecha final pactada y no los hitos intermedios.
- e) Cada estado de pago, será cancelado por parte de Colbún S.A. a 30 días corridos desde la fecha de confirmación de cada hito establecido en esta propuesta.
- f) Se deja constancia de que durante el proceso de firma de contrato y la entrega del 100% del material, la razón social de Nahuelco S.A. cambiará a Bilfilger Water Technologies Ltd S.A.
- g) El valor de esta propuesta podría variar en caso de requerir cambio de especificaciones de los materiales a suministrar.

Sin otro particular y atento a sus consultas les saluda atentamente,

Rodrigo Díaz Barrera.

Gerente Comercial

Johnson Screens Inc. | Av. El Roble 315 | Lampa | Santiago | Chile | Cód. Postal # 9380000
Central + 56 2 2928 0700 | Directo + 56 2 2928 0703 | Fax + 56 2 2928 0705 | Cell + 56 9 98282225
rodrigo.diaz@johnsonscreens.com | www.johnsonscreens.com



Santiago, 24 de Septiembre del 2013

Cotización de sistema de captación pasiva Johnson Screens.

Para : Colbún S.A.
Sr : Mauricio Orellana
Asunto : Water Intakes proyecto Central Santa María.

Johnson Screens se complace en presentar esta oferta para el proyecto de captación de la central térmica Santa María, de la empresa Colbún.

Esta propuesta es la revisión 02 de la propuesta comercial N° 401 05 13 Rev. 01. La necesidad de hacer esta segunda revisión es reflejar los valores de los componentes finamente aprobados, que en algunos casos son bastante distintos a la revisión 01.

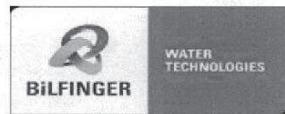
Para mayor claridad se muestra la tabla de valores de la revisión 01 y la nueva tabla de valores de la revisión 02, indicando las diferencias. Cuando corresponde también se indica el número de plano de aprobación.

Antecedentes generales del proyecto.

Caudal	:	50.000 m ³ /h
Producto cotizado	:	Water Intakes de Johnson Screens.
Modelo	:	S96 HCE CuNi
Materiales a utilizar	:	Aleación CuNi – SS316 – Acero Carbono
Tamaño de separación requerido	:	4 mm

JOHNSON SCREENS

Av. EL ROBLE 315 - LAMPA - SANTIAGO - CHILE - TELEFONO (56-2) 29280700 - FAX (56-2) 29280705



Propuesta Comercial N° 401 05 13, Rev.02

Datos Cliente		Contacto Johnson Screens	
Empresa	Colbún	De	Jerónimo Lavanchy
Señor	Mauricio Orellana	Área	GG
Área	Subgerente Asist. Técnica.	Referencia	Proyecto captación Santa María
E-mail	morellana@colbun.cl	E-mail	jeronimo.lavanchy@bilfinger.com
Teléfono	+562 2460 4024	Teléfono	+562 2928 0700

Estimado Mauricio,

La siguiente tabla de valores es la correspondiente a la oferta 401 05 13 Rev 01, incluida aquí para mayor claridad y transparencia.

Oferta 401 05 13 Rev. 01

Item	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Sub Total (USD)
1	Water Intakes Modelo S96 HCE	9	148 000	1 332 000
2	Manifold Intake 78"-110" y Carrete110"	1	215 000	215 000
3	Curva 110"	1	72 000	72 000
4	Air line 10"	1	92 100	92 100
5	Piping químicos	1	6 000	6 000
6	Hydroburst	1	110 500	110 500
7	Piping Compresor - Estanques de aire	1	17 600	17 600

Sub Total	1 845 200
IVA	350 588
Total	2 195 788

Todo el proceso de revisiones y modificaciones produjo como resultado un nuevo alcance para la provisión de Johnson Screens. Las principales diferencias de cada ítem son las siguientes:

1. Se incrementa la cantidad de Water Intakes de 9 a 10 unidades.
Plano aprobado N°: NV220-OF525-INT-000-000 Rev 0.
2. El manifold 78"-110" se modificó completamente pasando a ser un manifold de 84" y eliminándose el carrete de 110".
Plano aprobado N°: NV220-OF525-MAN-002-000 Rev 3.
3. La curva de 110" se elimina de la provisión.

JOHNSON SCREENS

Av. EL ROBLE 315 - LAMPA - SANTIAGO - CHILE - TELÉFONO (56-2) 29280700 - FAX (56-2) 29280705



4. Las líneas de aire de 10" se incrementan de 8 a 10, se les incorpora 18 acoplos rápidos ZSM de 10" y 20 acoplos de largo ajustables.
Plano aprobado N°: NV220-OF525-PP-003-000 Rev 0.
5. El piping de químicos se incrementa de 8 a 10 descargas.
6. Al Hydroburts se le reemplaza el compresor marca KAESER por un compresor Atlas Copco, modelo GA 30 FF, de mayor potencia y con filtros de aceite. Se incorporan dos válvulas electro neumático de 10" y su respectivo control (aumento de capacidad del PLC). Además se incorpora un tablero de control auxiliar para operaciones de maniobra remota sobre la plataforma.
También se incorpora un cable de comunicaciones Ethernet de 300 m para conectar los dos tableros. Esta provisión se debe sacar de la provisión que haga la empresa de montaje eléctrico.
7. El piping compresor – estanque de aire no sufre cabios.
8. Se incorporan a la provisión 10 carretes de 48" con brida y fijación trapezoidal.
Plano aprobado N°: NV220-OF525-MAN-002-000 Rev 3.
9. Se incorporan a la provisión 4 soportes de viga IE 35.
Plano aprobado N°: pendiente.

La siguiente tabla de valores es la correspondiente a esta la revisión 02, que recoge todas las modificaciones acordadas y expuestas en el listado anterior:

Revisión 02

Ítem	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Sub Total (USD)
1	Water Intakes Modelo S96 HCE	10	148.000	1.480.000
2	Manifold de 84" para 4 Intakes C/U, con montaje trapecio (peso unitario 16.954 kg)	2	111.219	222.438
3	(ELIMINADO)	0	0	0
4	Air line 10" para 10 Intakes (acoplos ZSM y Ajustables)	1	147.700	147.700
5	Piping químicos 1" para 10 Intakes	1	7.550	7.550
6	Hydroburst para 10 Intakes	1	153.744	153.744
7	Piping Compresor - Estanques de aire	1	17.600	17.600
8	Carretes 48" con brida y trapecio (NUEVO, peso unitario 825 kg)	10	5.542	55.418
9	Soportes viga IE35 (NUEVO, peso unitario 744 kg)	4	5.195	20.780

Sub Total	2.105.230
IVA	399.994
Total	2.505.224

JOHNSON SCREENS

Av. EL ROBLE 315 - LAMPA - SANTIAGO - CHILE - TELÉFONO (56-2) 29280700 - FAX (56-2) 29280705



CONDICIONES DE VENTA.

Plazos de entrega.

Para los Ítems 2 al 9 se consideran 3 semanas de Ingeniería y aprobación de planos. Para el Ítem 1 la ingeniería y fabricación comenzaría a contar de la nota de proceder.

- Ítem 1 y 8 : 22 semanas para los primeros 8 Intakes y 26 semanas para los 2 Intakes restantes, a contar de la nota de proceder.
- Ítem 2, 4, 5 y 9: 12 semanas después de la aprobación de los planos de Colbún.
- Ítem 6 : 17 semanas después de la aprobación de los planos de Colbún.
- Ítem 7 : 17 semanas después de la aprobación de los planos de Colbún.

NOTA: cabe señalar las fechas reales de aprobación del diseño y de los planos de fabricación:

- Ítems 2, 8, 9: 30 de Agosto y 16 de Septiembre, 2013.
Ítem 4: 14 de Agosto y 17 de Septiembre, 2013.
Ítem 5: Aún no ha sido revisada su definición.
Ítem 6: 11 y 22 de Julio, 2013.

El retraso de la aprobación de planos se debió a modificaciones hechas al proyecto de común acuerdo.

Lugar de entrega

- Sobre camión en Planta de central térmica Santa María, Coronel.

JOHNSON SCREENS

Av. EL ROBLE 315 - LAMPA - SANTIAGO - CHILE - TELÉFONO (56-2) 29280700 - FAX (56-2) 29280705



Forma de Pago

Estado de pago según los siguientes Hitos.

- Anticipo: \$ 188,450,276. Ya facturado y cancelado. Se irá descontado en los estados de pago posteriores.
- Hito 1 – 5% - Aprobación de planos por parte de Colbún.
- Hito 2 – 15% - Recepción de materiales en fabrica para Water Intakes (CuNi).
- Hito 3 – 20% - Termino de fabricación de 4 Intakes, ex Works.
- Hito 4 – 10% - Término de fabricación de Hydroburts.
- Hito 5 – 20% - Termino de fabricación de manifold 84”.
- Hito 6 – 20% - Entrega del 100% del material en central térmica Santa María, Coronel.
- Hito 7 - 10% - Termino de actividades de puesta en marcha.

Datos para generación de OC.

Razón Social: Bilfinger Water Technologies Ltd S.A.

RUT: 96.533.010-0

Dirección: El Roble 315, Lampa, Santiago.

Teléfono: +562 29280700

Consideraciones importantes.

- a) Johnson Screens se reserva el derecho a utilizar servicios externos para fabricación de partes y piezas sin ceder el contrato entre Colbún S.A. y Johnson Screens.
- b) Johnson Screens, no se hace responsable de los atrasos atribuibles al mandante, que pudieran perjudicar el cumplimiento de la fecha de entrega final.
- c) Los plazos de entrega se establecen en semanas a contar de la aprobación de los planos por parte de Colbún.
- d) Para efectos de multas en relación a la fecha de entrega, se considerará solo la fecha final pactada y no los hitos intermedios.
- e) Cada estado de pago, será cancelado por parte de Colbún S.A. a 30 días corridos desde la fecha de confirmación de cada hito establecido en esta propuesta.

JOHNSON SCREENS

Av. EL ROBLE 315 - LAMPA - SANTIAGO - CHILE - TELÉFONO (56-2) 29280700 - FAX (56-2) 29280705



- f) Se deja constancia de que durante el proceso de firma de contrato y la entrega del 100% del material, la razón social de Nahuelco S.A. cambiará a Bilfinger Water Technologies Ltd S.A.
- g) El valor de esta propuesta podría variar en caso de requerir cambio de especificaciones de los materiales a suministrar.
- h) Si posterior a la validación de los materiales, se concluye modificar los espesores propuestos, el valor de la oferta variará solamente en función de los kilos a utilizar.
- i) Esta oferta no incorpora las fijaciones para la instalación del sistema.
- j) Johnson Screens garantiza los equipos Water Intakes, desde el punto de vista de las resistencias mecánicas y perdidas de carga validadas por nuestro departamento de Ingeniería.

Sin otro particular y atento a sus consultas les saluda atentamente,

Jerónimo Lavanchy
Gerente General
Bilfinger Water Technologies

SISTEMA DE MITIGACION A LA CAPTACION DE BIOTA MARINA

POR ACCION DE CORTINA DE BURBUJAS (*)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

(*) Sistema como medida de mitigación al ingreso de biomasa al sifón CT Santa María - Colbún, y en atención a dar cumplimiento a características propias del diseño bajo condición de anillo difusor de cortina de burbujas de instalación perimetral respecto del sifón, trabajo sumergido en 7 a 8 metros.

Estas condicionantes determinan un diseño robusto para enfrentar eventualidades propias de una actividad costera

CESAR HORMAZABAL FRITZ
SeaHorse Ltda. (www.seahorse.cl)
Teléfonos: 41-2461303 Cel. 96740050

24 abril 2013

1. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA SOLUCIÓN

Se instalaran alrededor del sifón anillo difusor en cuatro secciones independientes de modo que en su accionar conjunto formen una cortina de burbujas continua alrededor del sifón. Cada difusor es alimentado por un compresor de modo que el input de aire sea provisto en caudal y presión suficiente para generar burbujeo continuo, en tamaño y tasa de burbujeo adecuado.

Su ubicación es: 7 a 8 m bajo línea de superficie, y por fuera, en un radio perimetral, respecto del sifón. El difusor se soporta sobre apoyos que se fijan mediante abrazaderas a los pilares del sifón.

La estructura en general debe considerar un uso como prototipo sin un periodo de pruebas definido. Esta situación, determina una construcción que tenga en consideración eventualidades propias del ambiente costero: olas, marejadas, etc., y que escapan al pronóstico climático de 3 a 5 días.

En figura 1, se entrega resumen conceptual de diseño

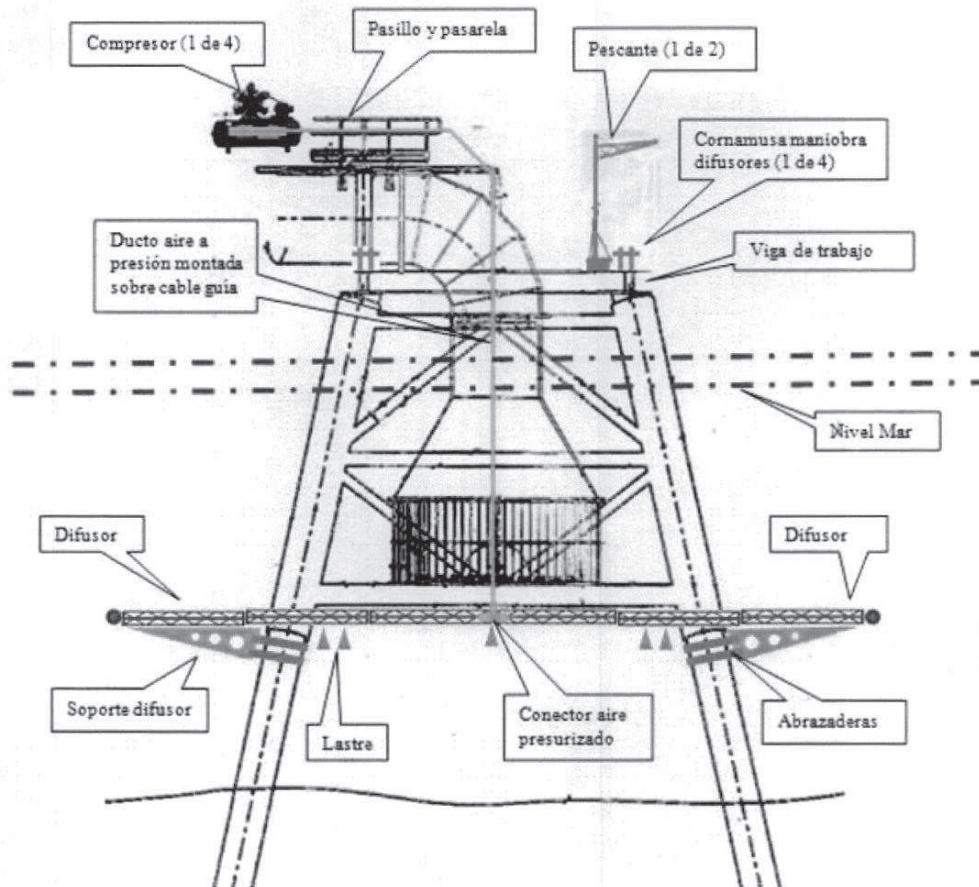


Figura 1. Resumen conceptual de diseño

2. METODOLOGÍA A EMPLEAR

Generación de burbujas en una profundidad de 7 a 8 metros y en un radio perimetral alrededor de sifón CT Santa María, según se caracteriza:

- Diámetro burbujas: 2 a 8 mm
- Tasa de burbujas: 2 a 10 Hz
- Distancias entre burbujas en el difusor: 5 a 10 mm
- Volumen de inyección de aire en cada difusor: 200 a 400 l/min

Para lograr lo indicado en párrafo anterior se dispondrá de compresores de alto caudal / flujo, en cantidad de cuatro, y con capacidad de trabajo a la presión de 0.9 Bar. Estos equipos alimentaran por vía separada a cada uno de los sub-sistemas difusores de burbujas: un compresor para cada difusor. Su instalación es en el sector pasillo en la cercanía del sifón, dos a cada lado y por el costado exterior. Para ello se les habilitara un soporte y una protección perimetral que proteja de lluvia, Sol y briza marina. Además, debe contribuir a la disipación del calor.

El flujo de aire a presión llega a los difusores de modo paralelo mediante ductos de aire rígido hasta 5 a 6 m bajo línea de más baja marea. Desde esa posición es conducido vía ducto flexible hasta lugar de conexión a cada difusor.

El aire dentro de los difusores es conducido a través de ducto interno de distribución que permite la igualación de presiones de salida en las boquillas del difusor. Esto evita grandes gradientes de presión a lo largo del difusor y un trabajo parcial de difusión restringida a la cercanía del punto de inyección

Los difusores están fijados por abrazaderas con perno de abroche de 1" a puntales de soporte. Estos puntales de soporte están fijados a la estructura de pilares el sifón, también con el uso de abrazaderas con perno de abroche de 1.5"

3. MATERIALES A EMPLEAR

Compresor.

- Presión máxima de trabajo: 116 psi
- Caudal: 820 l/minuto
- Voltaje: 380V
- Amper: 8.9 A
- Peso: 250 Kg
- Dimensión: 1.5 x 0.6 x 1.2 m
- Cantidad: 4 u

Pluma de levante (apoyo a la maniobra)

- Capacidad de levante: 500 Kg
- Altura: 2.5 m
- Brazo: 1.5 m
- Rotación: 360°
- Peso: 150 Kg
- Cantidad: 3 u

Difusores

- Caudal / flujo de difusión: 0 a 900 l/minuto
- Largo: 8 metros (cuatro subsecciones independientes y estancas)
- Diámetro: 2.5"
- Tamaño protección perimetral: 150 x 150 mm
- Peso: 100 Kg
- Cantidad: 4 u

Línea de inyección de aire a presión

- Caudal / flujo: 0 a 900 l/minuto
- Presión de trabajo: 12 a 15 psi
- Presión de partida: 40 psi
- Largo: 20 a 25 metros
- Diámetro: 2.5"
- Tamaño protección perimetral: 150 x 150 mm
- Peso: 100 Kg
- Cantidad: 4 u

4. PROPUESTA DE MEDIDAS DE VERIFICACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL SISTEMA

Video submarino

Filmación de trabajo de difusores en la columna de agua

Muestreo estratificado

Muestreo de langostinos en la columna de agua mediante trampas de zoo

Velocidad

Determinación de velocidad de corrientes marinas por fuera de la cortina de burbujas

Ingreso biomasa

Muestreo y pesaje de ingreso de biomasa a la salida del sifón, en sector de filtros

5. RESULTADOS E INFORMES

A efectuar una vez terminada la instalación

6. OFERTA ECONÓMICA

Se adjunta en anexo I

7. PLAZOS DE DISEÑO, FABRICACION E IMPLEMENTACION

Diseño

Cinco días hábiles

Fabricación

Diez días hábiles

Implementación

Diez días hábiles

CARTA GANTT

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Diseño	✓	✓	✓	✓	✓										
Fabricación			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Implementación						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Anexo I. PROPUESTA ECONÓMICA (COTIZACIÓN)

Q130424-02B SISTEMA MITIGACION, TIPO DIFUSOR DE BURBUJAS A LA CAPTACION DE BIOTA MARINA EN SIFON CT SANTA MARIA – COLBÚN

24/04/2013

SEÑORES : CENTRAL TERMICA SANTA MARIA COLBUN
 ATENCIÓN : Mauricio Orellana González
 FONOS : (56-2) 2460 4000 - MAIL : morellana@colbun.cl

De acuerdo a lo solicitado por Uds., nos es grato cotizar lo siguiente:

CANT	ITEM/DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
01	SISTEMA DE MITIGACION A LA CAPTACION DE ORGANISMOS (LANGOSTINOS) EN SIFON DE SUCCION CT. SANTA MARIA - Diseño, supervisión a la fabricación y supervisión a la instalación de difusor de burbujas.	16.000.000	16.000.000
04	DIFUSORES DE BURBUJA - Difusor sumergido en 4 secciones independientes. Profundidad de trabajo 7-8 m. Ubicación en un radio perimetral respecto del sifón. - Protección perimetral - Lastres - Estructura de soporte - Abrazaderas de fijación a pilares de estructura soporte de sifon - Conexiones a ducto de aire presurizado - Ducto de aire presurizado y conexiones - Compresores (4u)	5.000.000	20.000.000
01	EJECUCION DE MANIOBRA DE INSTALACION - Pescantes (3u) - Cornamusas (4u) - Abrazaderas para soportes de difusores (8u) - Soportes de difusores (8u) - Cuadrilla de operarios (2 soldadores + 6 operarios) - Cuadrilla de buceo (3 buzos + 2 asistentes de buceo) - Embarcación	28.000.000	28.000.000
Nota. Los ítems anteriores para ser instalados en CT Bocamina II, bajo el agua y en un radio de 12 m alrededor de sector de sifón.			
			TOTAL \$64.000.000 (+ IVA)

CONDICIONES GENERALES

IVA	Valores son unitarios y netos. Se debe agregar IVA
Validez de la cotización	Hasta el 15 de mayo de 2013
Despacho	Incluido en cotización.
Forma de pago	Adelantado. 75% al momento de solicitar la ejecución. 25% restante al momento de su recepción.
Plazo de entrega	20 días hábiles a contar del pago inicial del producto

Lorena Alfaro Álvarez
Coordinador – SeaHorse Ltda.
Soporte Técnico Geofísico I&D
Fonos: 76638914 41-2461303
Mail: coordinador@seahorse.cl

RESUMEN DE INSTALACIÓN DE CORTINA DE BURBUJAS DE MITIGACIÓN

24 abril 2013

OBJETIVO

Ejecución rápida de cortina de burbujas para implementar alrededor de sifón CT Sta. María (COLBUN)

INSTALACIONES

Compresores (Cantidad 4)

Ubicación final por fuera de las pasarelas.

Se conectan por manguera de aire montada sobre cable guía a difusores

Pescantes (Cantidad 2)

Móviles en sector de cabecera de estructura de soporte de sifón.

Difusores (Cantidad 4 secciones curvas)

Tubería liviana de $\frac{1}{2}$ " x 24 metros (en secciones de 1 metro conectables) x 1.5 mm, con microperforaciones en atención a generar burbujeo constante y homogéneo. Cada difusor queda protegido por estructura perimetral.

En la sección media de cada difusor se instala conexión rápida a línea de aire de compresor

Ubicación final: por fuera de los pilares de apoyo de sifón, y sobre soportes (12 metros por fuera del sifón). En la columna de agua se ubica a 1 a 2 metros por bajo del sifón.

Lastres (Cantidad 5 lastres por cada difusor. Total 20 lastres para cuatro difusores)

En atención a la estabilidad en la columna de agua de los difusores, y para facilitar su despliegue se incorporan lastres. Estos se unen al difusor desde la embarcación a baja altura

Cornamusa (Cantidad 4)

Elemento de amarre que nos permite control estructural del difusor en maniobra de despliegue hasta alcanzar su posición final

Abrazaderas y soporte difusores (Cantidad 8)

Fijación mediante abrazadera con pernos de $\frac{1}{2}$ " permite soportar y ubicar espacialmente a los difusores

MANIOBRA

Todos los elementos, a excepción de pescante (1) y material de soldar, se aproximan al área de despliegue en embarcación y desde el agua.

Se trabaja directamente sobre vigas perimetrales de estructura de soporte del sifón

Cuadrilla: 6 operarios (2 soldadores)

Tiempo de adquisiciones 3 días hábiles (*)

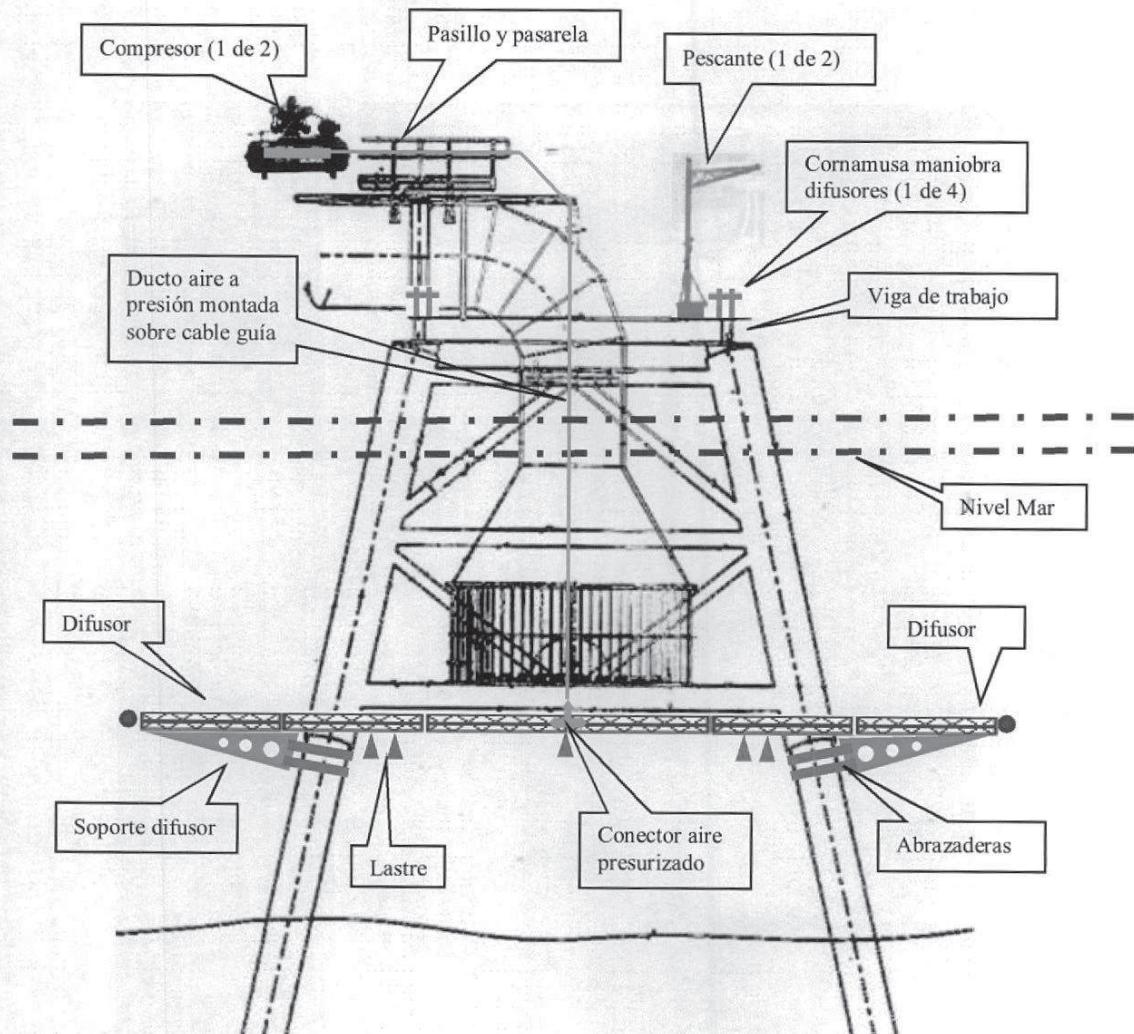
Tiempo de maestranza 5 días hábiles (*)

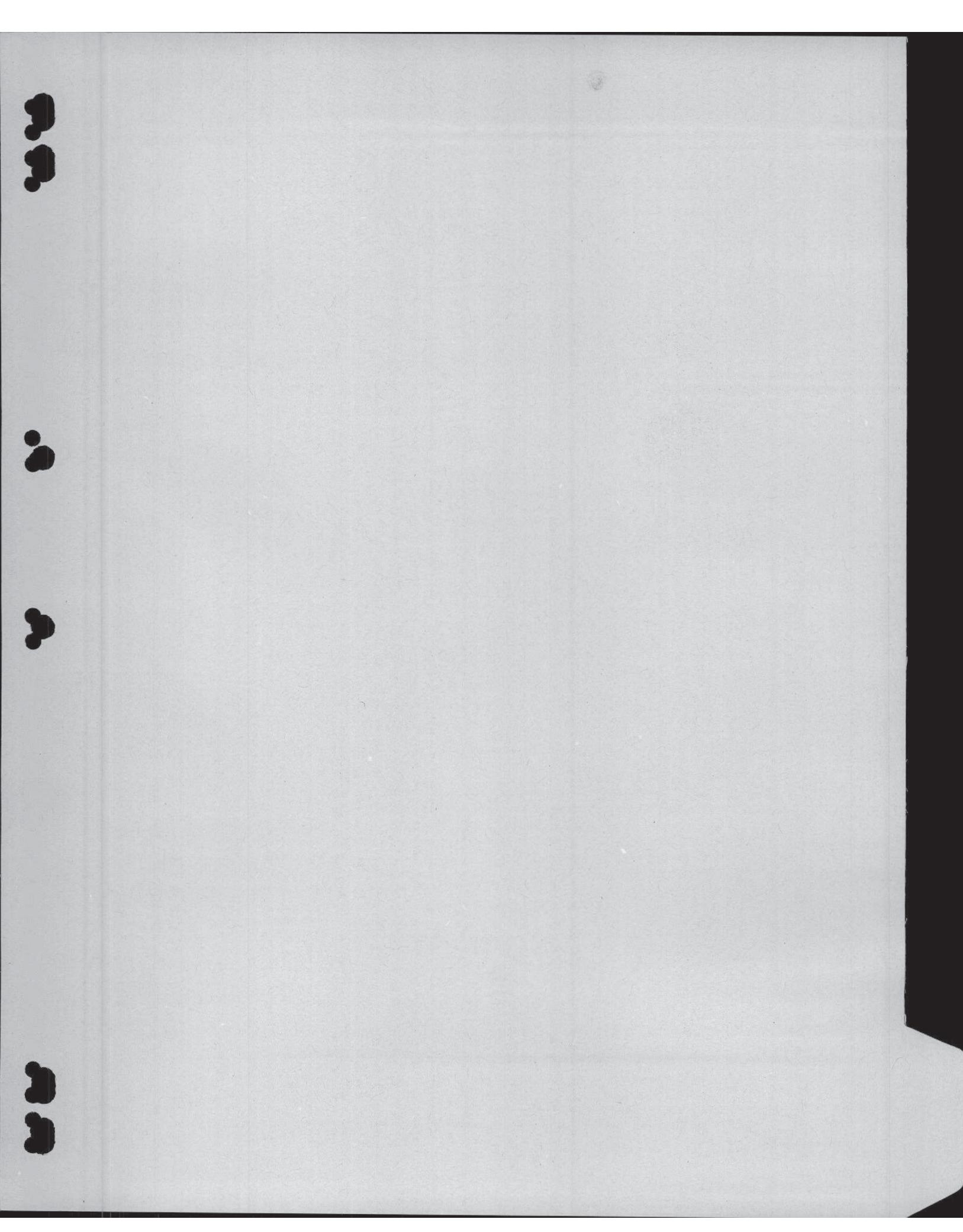
Tiempo de instalación 10 días hábiles (*)

(*) Tiempos posibles de reducir considerando trabajo en paralelo

Más de tales de maniobra sujeto a aceptación general de propuesta de instalaciones

CONFIDENCIAL





De: Mike Foster [mfoster@mml.calstate.edu]
Enviado: viernes, 22 de febrero de 2013 14:50
Para: Héctor Hernán Correa Alid
CC: steinbeck
Asunto: Re: Santa María_Intake solution_Moss Landing Marine Laboratories

Dear Mr. Correa Alid-

Thank you for your request. While I have worked on the evaluation of once-through cooling impacts I have little expertise in the technology or operational procedures that might solve your problems. I have copied this email to John Steinbeck of Tenera Corp. in California who does have the expertise, and suggest he contact you.

Sincerely

Michael S. Foster
Prof. Emeritus
Moss Landing Marine Labs

On Fri, Feb 22, 2013 at 8:09 AM, Héctor Hernán Correa Alid <HCorrea@colbun.cl> wrote:

Dear Mr. Michael S. Foster,

My name is Héctor Correa and I belong to a Power Generating Company named Colbún S.A. located in Chile, South America. On August 2012, our first coal based power generating plant started operating with a common sea water refrigeration system, which includes a filter on suction duct's inlet for preventing the big fish and sea lions to be sucked by the refrigeration system. But lately, we have experienced two problems: 1) several plant shut down, due the big amount of little fish which are sucked by the suction duct and got caught into the refrigeration system, and 2) we have found a lot of mussel attached to the suction duct inlet filter.

We are glad to invite you to participate in our project of implementing an environment friendly system to avoid the two problems described above, by presenting a bid for recommending automatic systems and good practices for this purpose.

I would thank you to confirm your participation and send me a brochure with the experience of your company in related projects.

Best Regards,

Héctor Correa Alid

De: John Steinbeck [jsteinbeck@tenera.com]
Enviado: miércoles, 20 de marzo de 2013 22:16
Para: Héctor Hernán Correa Alid
CC: Mauricio Orellana Gonzalez; Italo Cuneo Hervieux
Asunto: RE: Santa María_Intake solution_Tenera Environment

Hi Hector,

I directed you to the intakescreeninc site to just provide some idea of the type of systems available. They actually purchase the screen material they use from either Hendrick or Johnson Screens and then construct a site specific solution. The feature I like best is the ability to raise and lower the screens on the tracks for maintenance. That way they can be constructed with stainless steel which is strong and resists corrosion, but is not resistant to fouling. Although they have screens in ocean environments in San Francisco Bay, they do not have any screens at open ocean sites that are exposed to waves. Do you have a lot of wave surge inside the bay where the intake is located?

I response to your questions....

1. There are several large power plants on rivers and lakes in the U.S. that use similar wedgewire screen systems (see attached presentations). Hendrick and Johnson Screens manufacturer intake screen modules installed at facilities throughout the U.S.
2. The long pier where the current intake is located could provide access for maintenance. Using the 6 mm slot size in the example from the Great Lakes, you would only need ~4 of the large WWS modules with 6 mm mesh which could be installed on a track system for maintenance. The manufacturers also use a copper-nickel alloy (Z-Alloy) that is also resistant to fouling that would result in lower maintenance costs.
3. The flat surface of the screens results in less buildup of debris and the use of Z-Alloy reduces fouling, although I would still include a track system for maintenance.

Hope this is helpful,

John

From: Héctor Hernán Correa Alid [<mailto:HCorrea@colbun.cl>]
Sent: Wednesday, March 20, 2013 3:56 PM
To: jsteinbeck@tenera.com
Cc: Mauricio Orellana Gonzalez; Italo Cuneo Hervieux
Subject: Santa María_Intake solution_Tenera Environment

Hi John,

Thanks for your former e-mail.

I apologize for not responding before, but we have experienced some failure of main generating power plants, and I was asked to give a 100% dedication to them. Fortunately, now I can continue with the intake solution.

I checked the available information from www.intakescreensinc.com and I have the following doubts related to screen's design:

1.- How many coal based power plants have implemented this system with good results?. Looking at the projects description, it seems that most of the systems have been installed on rivers and lakes. Would it be possible that screen system is not design to work in the sea because of the waves impact?.

2.- How do you perform maintenance?; is it necessary?; is it necessary to install a spare capacity in order to maintain a screen?. The idea is to install a maintenance free system which will guarantee the continuous operation of the intake and the power plant.

3.- How is the intake's refrigeration flow affected by screen's additional pressure drop (including fouling)?; a reduction of the refrigeration flow means an efficiency loss.

Of course this questions are too much detailed and they must be answered by the screen's vendor.

The most important issue, is to be sure that the system we would install has been previously tested in several power plants that use sea water for refrigeration, and each of them is actually working fine; otherwise, a prototype might give us a lot of problems that we haven't even imagined. I would thank you to indicate the existing power plants that you know, in which this screen system has been operating for a significant period of time.

On the other hand, I haven't been able to talk to Plant's Operation Chief in order to consult for the cleaning system or the chemicals we are using to avoid fouling organisms; once I figure it out, I will send you the information.

Kind Regards,
Héctor Correa

De: John Steinbeck [<mailto:jsteinbeck@tenera.com>]

Enviado el: viernes, 15 de marzo de 2013 19:17

Para: Héctor Hernán Correa Alid

Asunto: RE: Santa María_Intake solution_Tenera Environment

Hi Hector,
Were there any additional questions on the intake issues at your facility? Were you able to review the information on the websites I sent?

Thanks,
John

De: Mike Foster [mfoster@mlml.calstate.edu]
Enviado: viernes, 22 de febrero de 2013 14:50
Para: Héctor Hernán Correa Alid
CC: steinbeck
Asunto: Re: Santa María_Intake solution_Moss Landing Marine Laboratories

Dear Mr. Correa Alid-

Thank you for your request. While I have worked on the evaluation of once-through cooling impacts I have little expertise in the technology or operational procedures that might solve your problems. I have copied this email to John Steinbeck of Tenera Corp. in California who does have the expertise, and suggest he contact you.

Sincerely

Michael S. Foster

Prof. Emeritus

Moss Landing Marine Labs

On Fri, Feb 22, 2013 at 8:09 AM, Héctor Hernán Correa Alid <HCorrea@colbun.cl> wrote:

Dear Mr. Michael S. Foster,

My name is Héctor Correa and I belong to a Power Generating Company named Colbún S.A. located in Chile, South America. On August 2012, our first coal based power generating plant started operating with a common sea water refrigeration system, which includes a filter on suction duct's inlet for preventing the big fish and sea lions to be sucked by the refrigeration system. But lately, we have experienced two problems: 1) several plant shut down, due the big amount of little fish which are sucked by the suction duct and got caught into the refrigeration system, and 2) we have found a lot of mussel attached to the suction duct inlet filter.

We are glad to invite you to participate in our project of implementing an environment friendly system to avoid the two problems described above, by presenting a bid for recommending automatic systems and good practices for this purpose.

I would thank you to confirm your participation and send me a brochure with the experience of your company in related projects.

Best Regards,

Héctor Correa Alid



Héctor Correa Alid

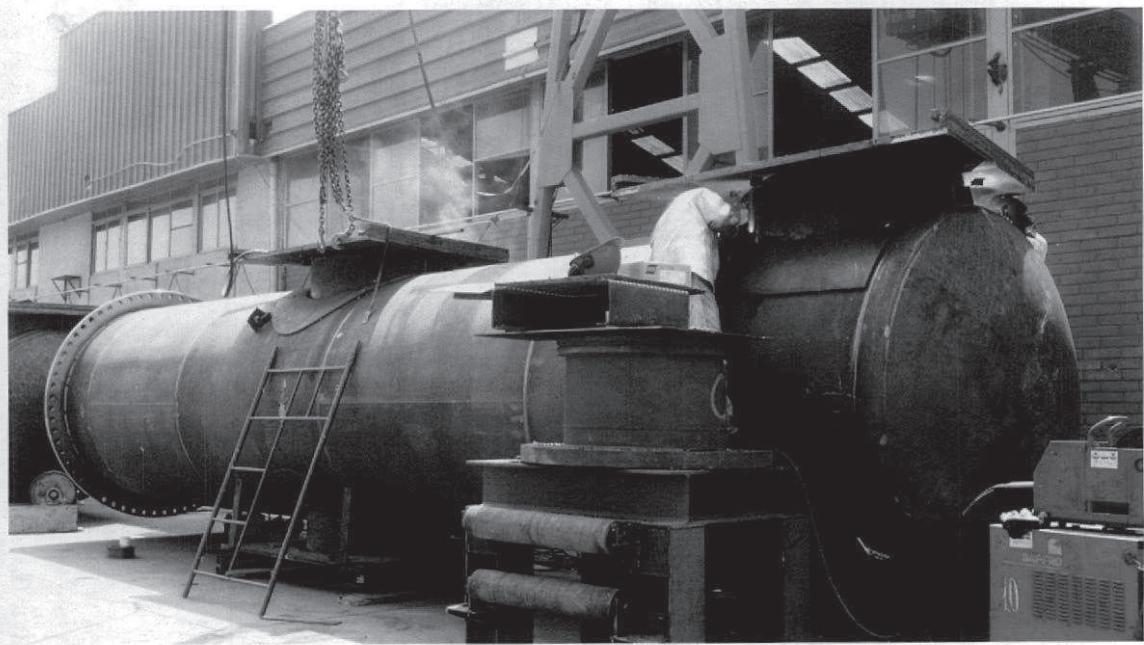
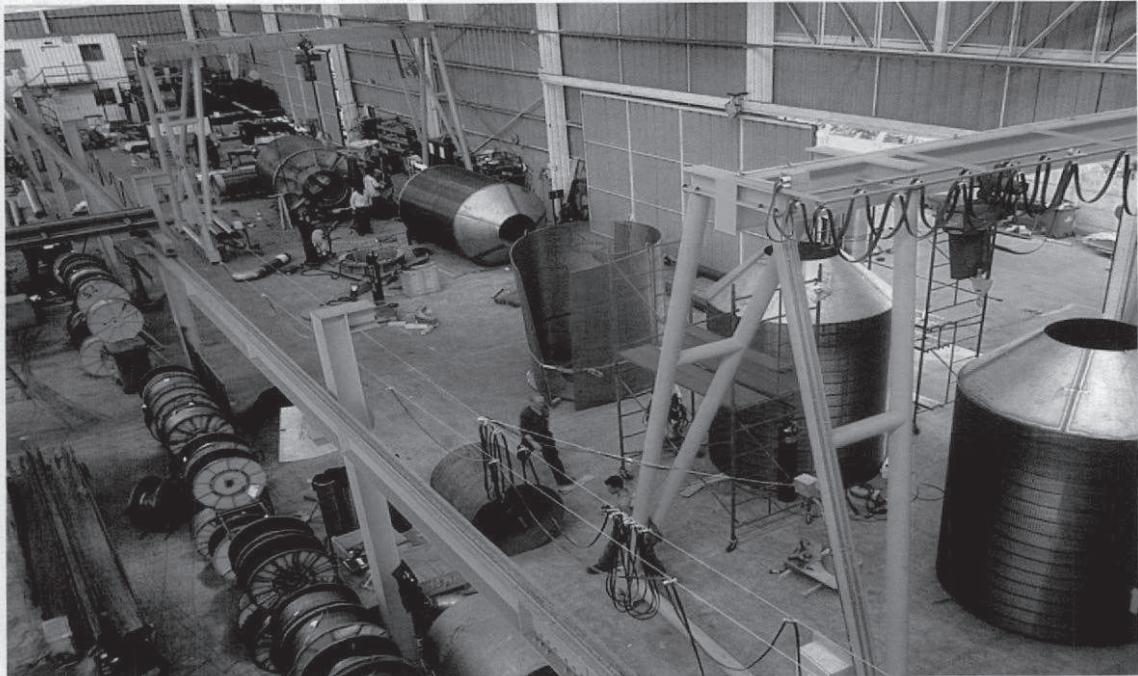
División Generación – Gerencia Técnica

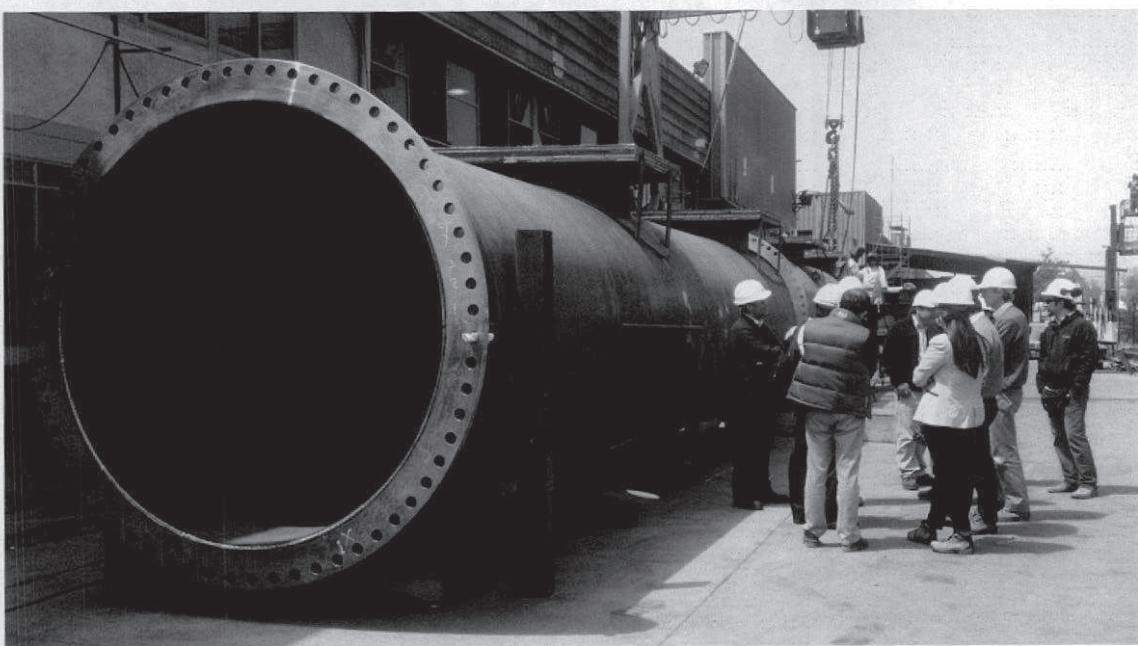
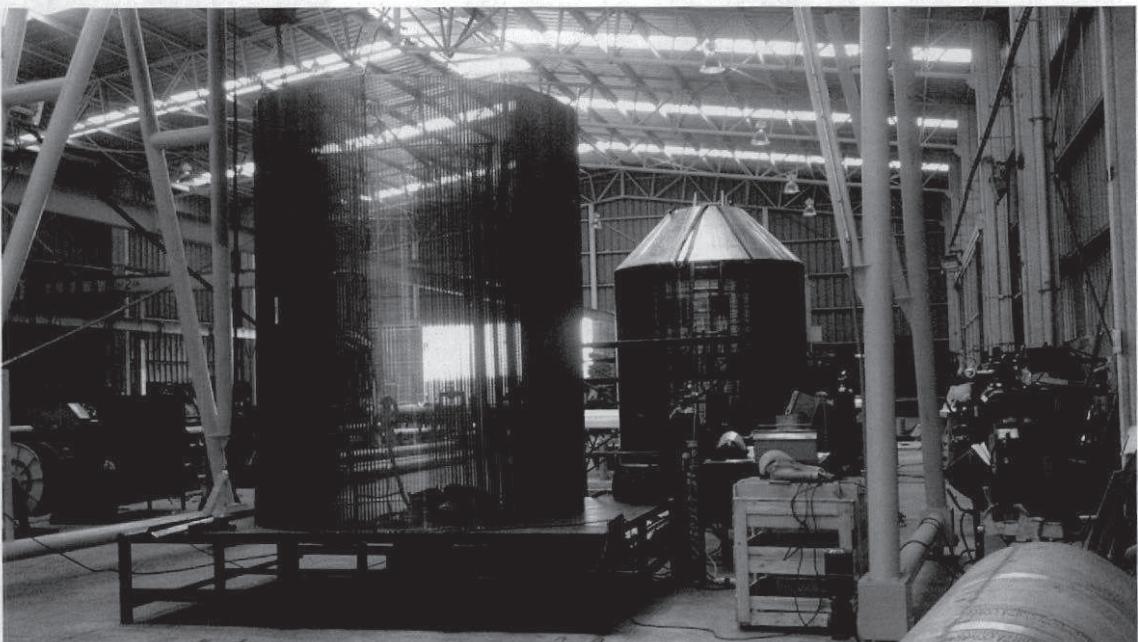
Apoquindo 4775, piso 21, Las Condes, Santiago-Chile

F: +56-02-460 42 46 / hcorrea@colbun.cl



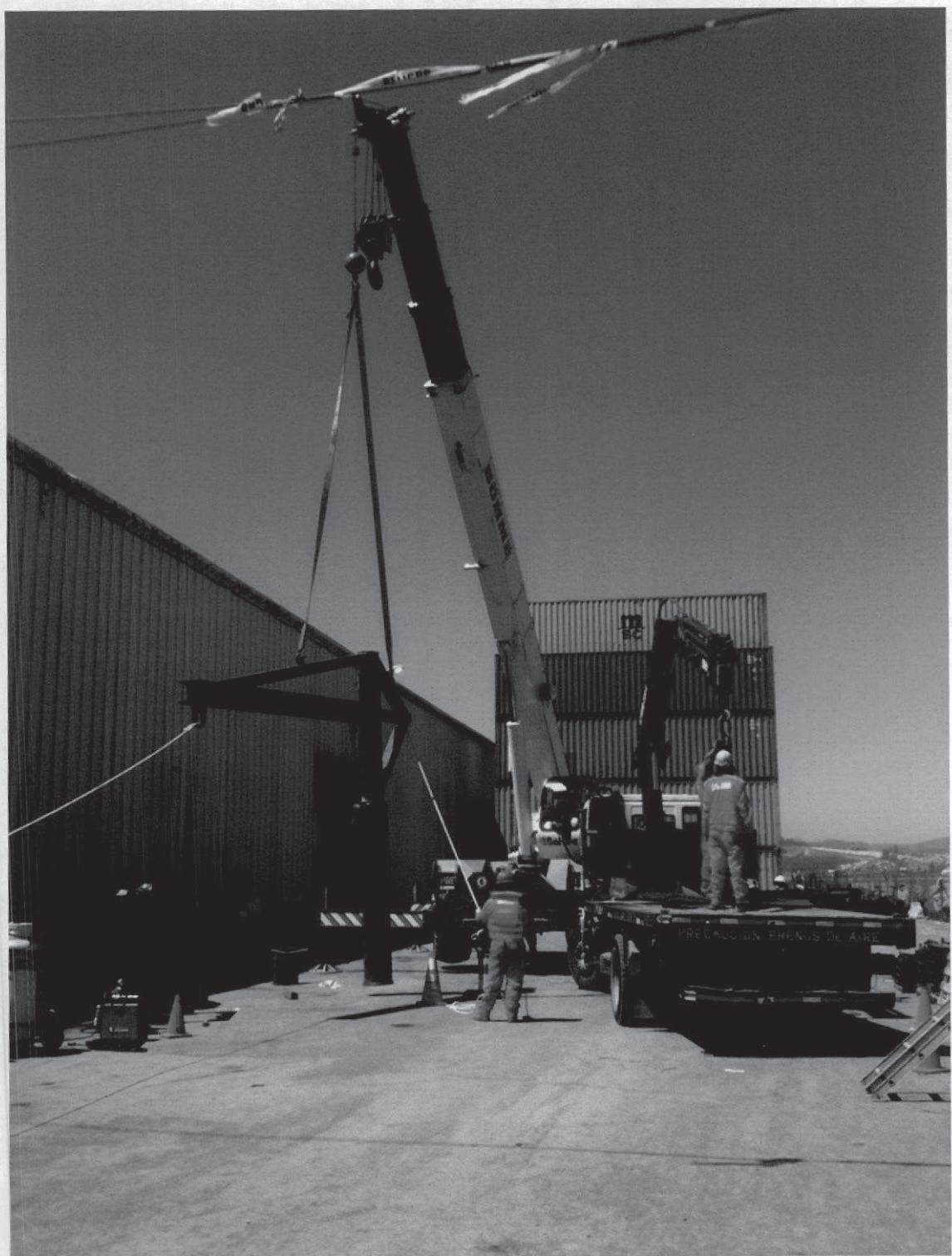
**Fotografías Construcción de Filtros Captación Unidad 1 Complejo Santa María
(Septiembre -Noviembre 2013)**

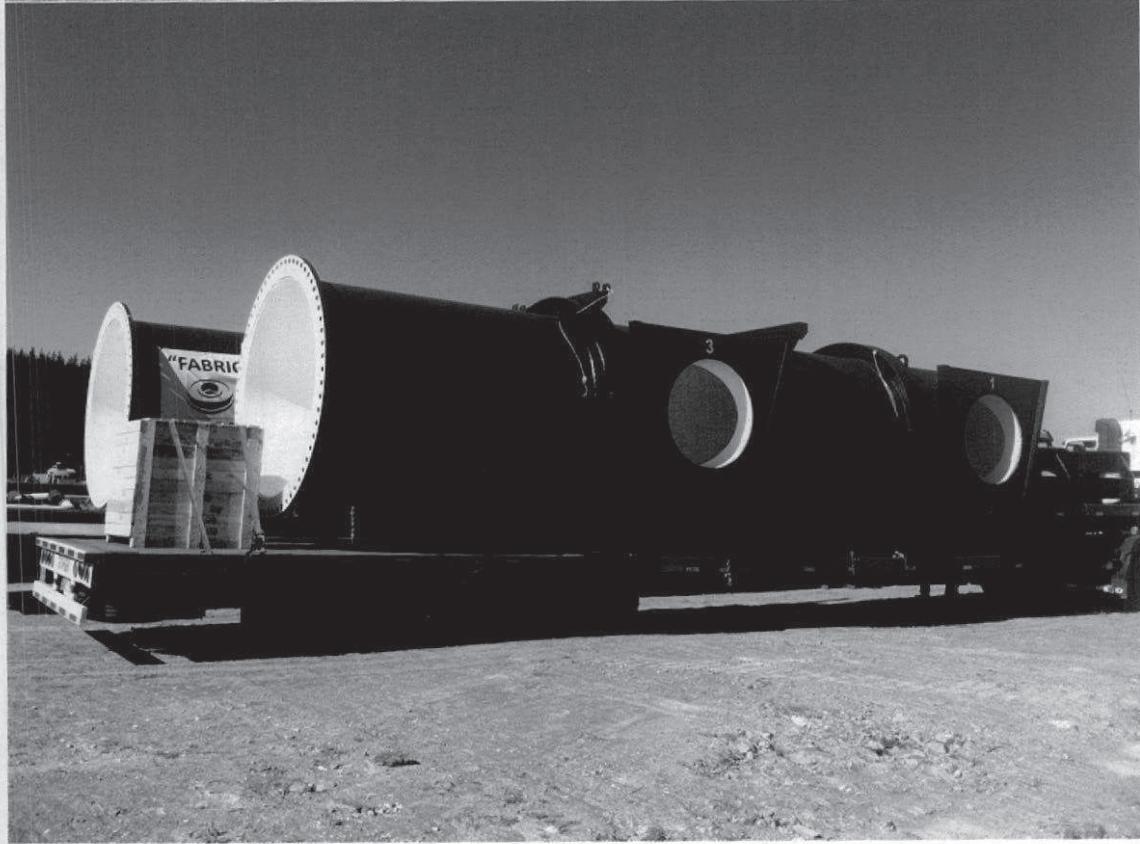


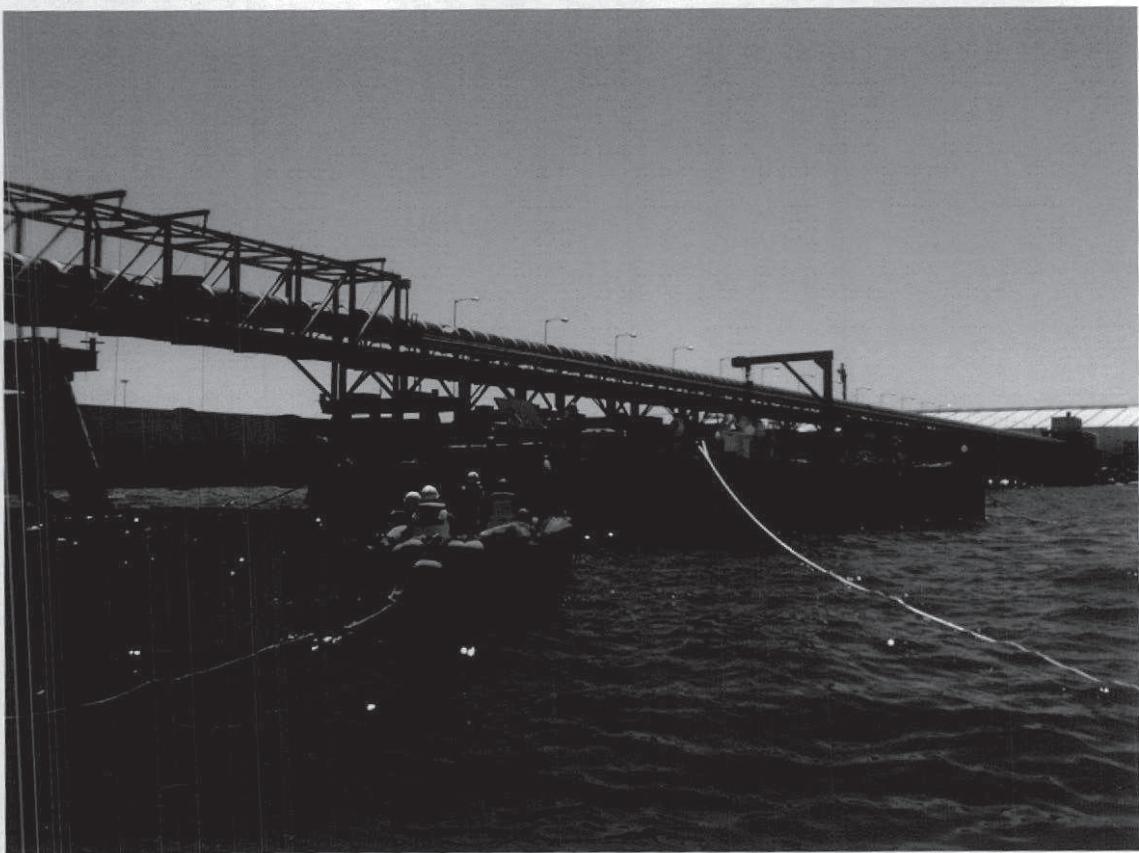
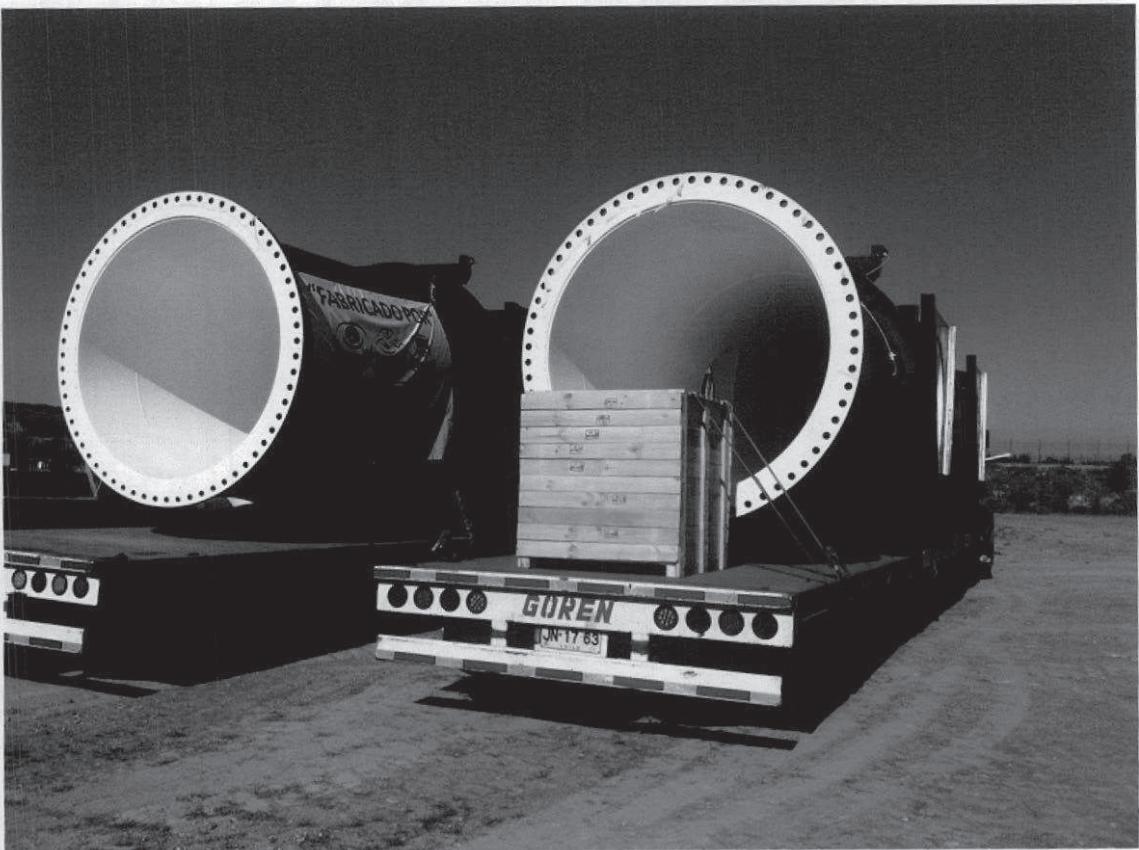




Inicio Obras de Instalación de Filtros Captación Complejo Santa María. (20-11-2013)













1.3 La construcción de las unidades del Complejo fue proyectada en dos fases secuenciales. La primera unidad (Unidad 1) se comenzó a construir en diciembre del año 2007 y se encuentra en operación comercial desde el 15 de agosto de 2012, ambas etapas fueron oportunamente informadas a la Autoridad Ambiental.

1.4 En lo que respecta al sistema de enfriamiento del Complejo, éste contempla la utilización de agua de mar para ambas unidades y fue diseñado en conformidad a la tecnología disponible y al estándar de la industria, con objeto de interactuar adecuadamente con el medio marino en condiciones habituales de la bahía. Tanto el sistema de enfriamiento como el análisis de sus posibles impactos, fueron evaluados en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto CTSM y aprobados ambientalmente mediante la RCA N° 176/2007.

1.5 De acuerdo a lo señalado en el numeral 3.6.10 de la RCA N° 176/2007, la captación de agua de mar del sistema de enfriamiento, está conformada por un ducto de captación de aproximadamente 1.820 m de largo (220 m sobre el mar y 1.600 m en tierra); el cual cuenta con una reja metálica, para evitar el ingreso de biota marina junto con el agua de mar, al sistema de enfriamiento.

1.6 Como es de público conocimiento, durante los meses de marzo y abril de este año se produjeron eventos atípicos de varazones de langostinos juveniles en la bahía de Coronel, producto del fenómeno oceanográfico natural de surgencia. Cabe destacar que el origen natural del fenómeno, ha sido reconocido tanto por los organismos públicos competentes, así como por instituciones científicas de la región. Debido a que la ocurrencia de este fenómeno es histórica, aunque esporádica y variable en su magnitud, Colbún S.A. realizó estudios conducentes a identificar un mecanismo o equipamiento que, frente a fenómenos de surgencia que pudieran ocurrir en el futuro y que difieren del comportamiento habitual de la bahía, evite o minimice el ingreso de biota marina al sistema de enfriamiento del CTSM.

1.7 Como resultado de lo anterior, Colbún S.A. propone adosar una batería de filtros de malla metálica a la entrada del ducto de captación de agua de mar, evitando o minimizando de esta forma el ingreso de organismos marinos a su sistema de enfriamiento, ante eventos atípicos de presencia de biota marina en la bahía. Lo anterior manteniendo inalteradas todas las demás características y condiciones del sistema de captación de agua de mar aprobado ambientalmente. En este sentido, la propuesta no altera la operación del CTSM, ni la calidad o cantidad de las aguas captadas actualmente en el Complejo, ni su descarga al mar.

II. Modificación que es necesario incorporar al proyecto

2.1 Obra aprobada: Ducto de captación con reja metálica en su cabezal

El sistema de captación de agua de mar de la Unidad 1 del CTSM, constituido en su tramo inicial por un ducto de captación que se adentra unos 220 m hacia el mar, sostenido debajo de la estructura del muelle de transporte de carbón de Puerto de Coronel, cuenta con una reja en su cabezal para evitar el ingreso de biota marina junto con el agua de mar. El cabezal del ducto de captación se soporta en una estructura metálica denominada *jacket*, la cual se encuentra anclada al fondo marino. En la Figura N°1 se observa el muelle de Puerto de Coronel y las estructuras existentes.

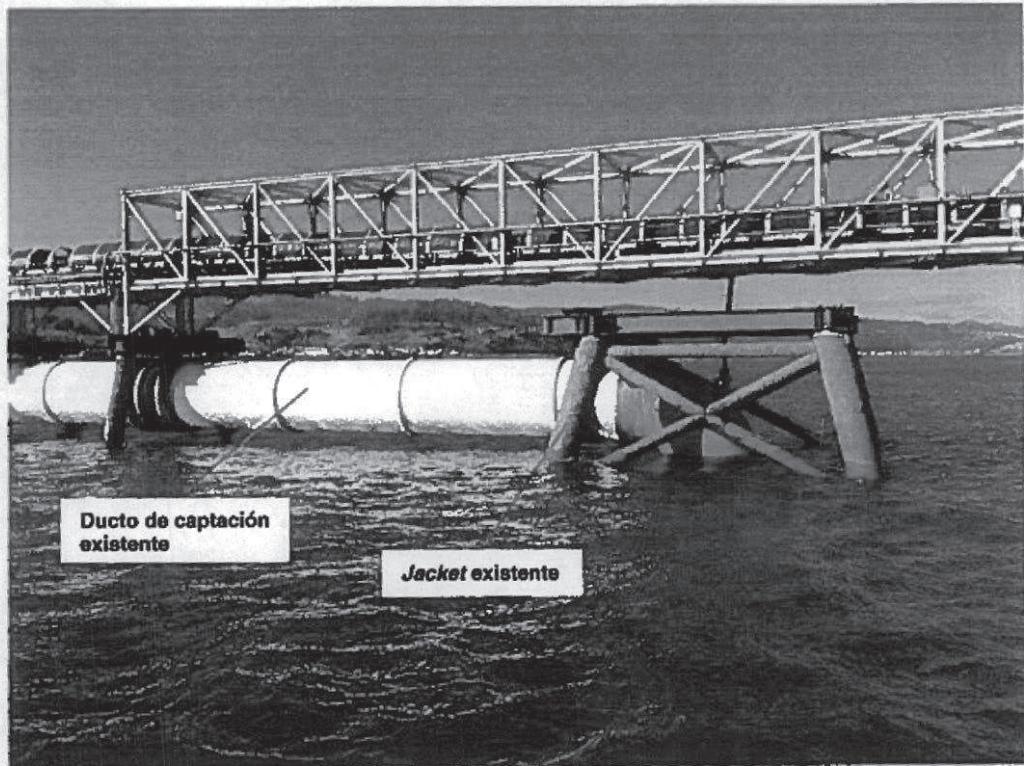


Figura N°1. Imagen del muelle de Puerto de Coronel y el ducto de captación existente cuando se sumerge en el mar a través del *jacket*.

2.2 Modificación propuesta: Batería de filtros de malla metálica adosados al cabezal

Tal como se señaló en el punto 1.6 de la presente carta, con objeto de abordar en forma efectiva los eventos esporádicos de varazones ocurridos en la bahía de Coronel, Colbún S.A. realizó estudios conducentes a identificar la mejor tecnología existente, para evitar o minimizar el ingreso de biota marina al sistema de enfriamiento, en las condiciones señaladas. Como resultado de dicho análisis y teniendo en consideración las especies hidrobiológicas que se observaron en los eventos mencionados anteriormente, se determinó que la mejor opción corresponde a la implementación de una barrera física que impida su ingreso desde el inicio de la captación.

La tecnología propuesta corresponde a la implementación de una batería de diez filtros cilíndricos de malla metálica (modelo S96 HCE del fabricante Johnson Screens) y un manifold recolector, que irán adosados al cabezal del ducto de captación de agua de mar existente, con el fin de disponer de una barrera física que impida el ingreso de biota marina de un tamaño igual o mayor a 4 mm, al sistema de enfriamiento del CTSM.

A continuación se observa una imagen del tipo de filtro de malla que se propone instalar en el ducto de captación de la Unidad 1 del CTSM.

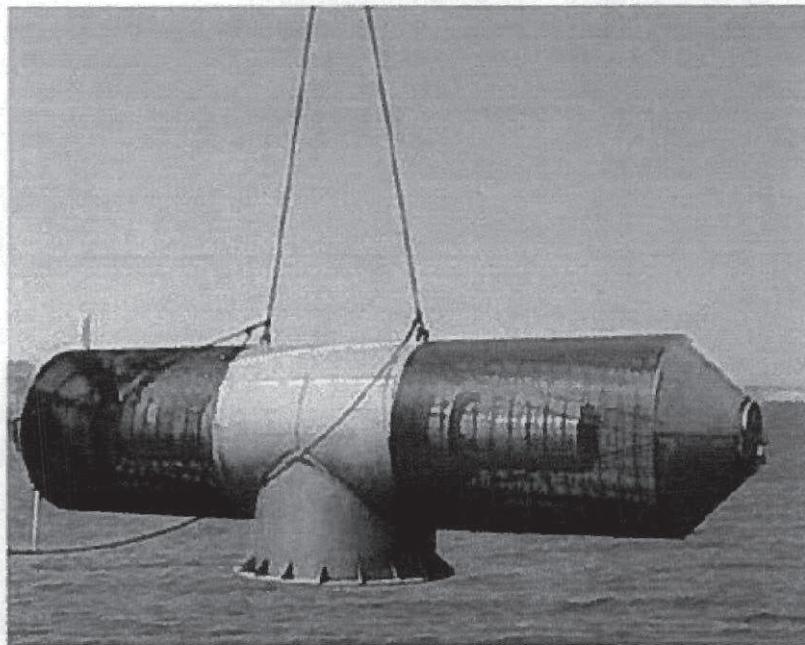


Figura N°2: Imagen de los filtros de malla cilíndrica Johnson Screens.

La tecnología descrita corresponde al estado del arte en lo que a sistemas de captación de agua de mar se refiere y ha sido implementada exitosamente en numerosas otras instalaciones a nivel internacional. En el caso particular del CTSM, los análisis de la biota marina presente en los eventos de varazones de marzo y abril del 2013 (Langostino colorado o *Pleuroncodes monodon*), permitieron determinar que al implementar una barrera física de trama (tamaño de poro o ranura) de 4 mm, cerca de un 98% de las especies catastradas en tamaño juvenil y adulto no ingresarán al ducto de captación.

La malla metálica de los filtros será de cuproníquel, aleación de cobre y níquel que evita la adherencia de organismos que pueden ir obstruyendo el filtro (*biofouling*), lo que disminuye sus requerimientos de mantención y permite una mayor vida útil.

Operación

Los filtros de malla contarán con un sistema de limpieza o retrolavado, en base a inyección de aire comprimido que generará un pulso de cinco segundos de duración, con una frecuencia aproximada de dos veces por día en cada filtro. Lo anterior permite la captación ininterrumpida de agua de mar sin necesidad de suspender su funcionamiento para actividades de limpieza o mantención. Para ello, se contará con un compresor en tierra que inyectará aire hasta dos estanques de acumulación de 5 m³ cada uno, mediante una tubería de 2 pulgadas de diámetro. La tubería de aire irá adosada a la estructura del muelle de Puerto de Coronel y los estanques de acumulación, serán instalados sobre el jacket existente. En la Figura N°3 se presenta un esquema de la disposición de los filtros malla en el ducto de captación existente.

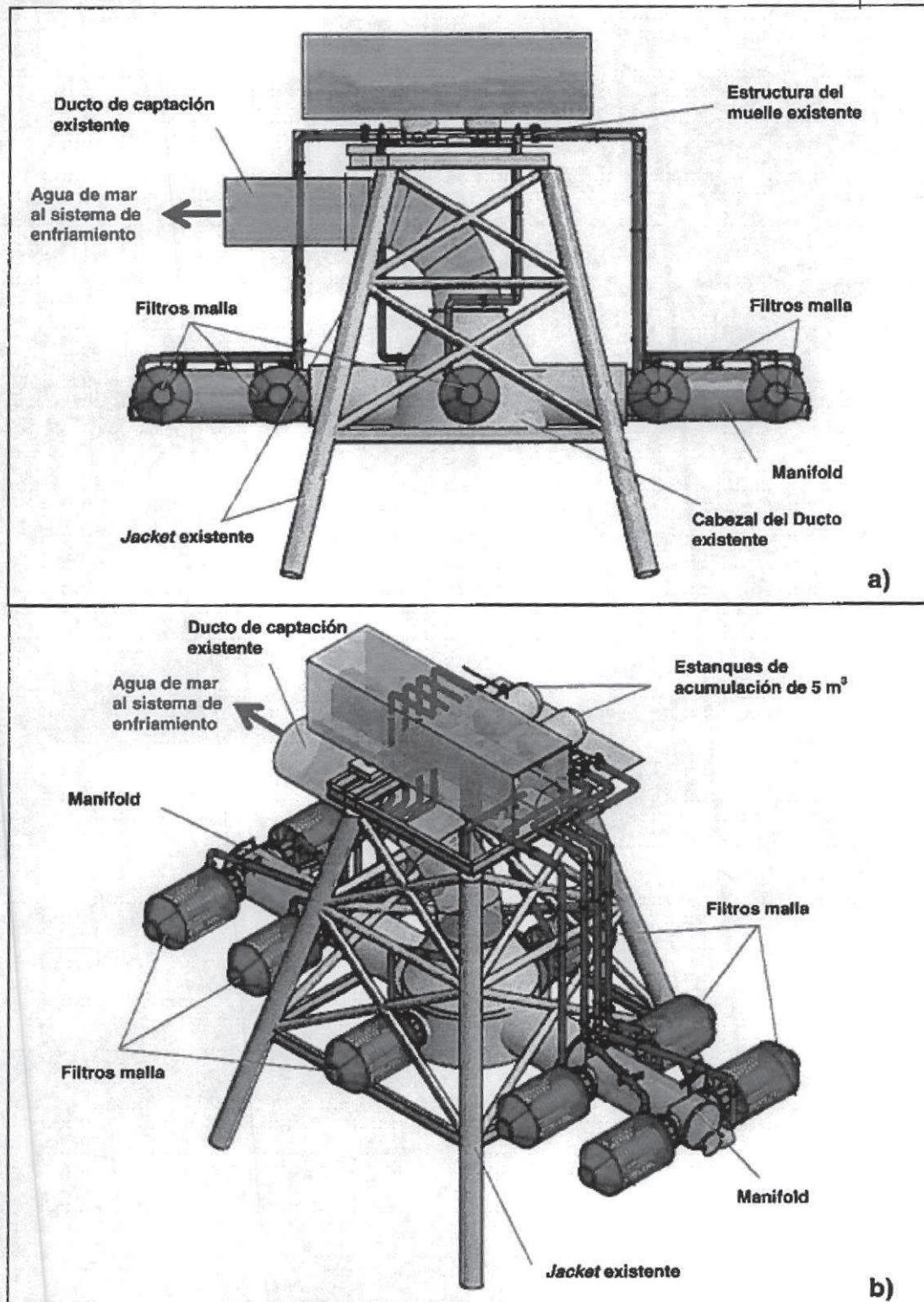


Figura N°3: Esquema de la configuración de los filtros adosados al ducto de captación de la Unidad 1 del CTSM, a) vista lateral b) vista isométrica.

Montaje

Av. Apoquindo 4775, piso 11
Las Condes, Santiago - Chile
Tel.: (56-2) 460 40 00
Fax: (56-2) 460 40 05

Una de las ventajas de los filtros de malla cilíndrica prefabricados es su simple instalación y montaje, debido a que la estructura que comprende los filtros y el manifold se arma en tierra y se acopla al ducto de captación existente, sin necesidad de intervención a la estructura existente. El montaje de la estructura del manifold, junto con los diez filtros, no requiere de pilotaje, ni de fijaciones al suelo marino.

Por otra parte, tanto el montaje como la puesta en marcha de la batería de filtros, son actividades que requieren de plazos breves para su ejecución. Por consiguiente, se estima que la modificación propuesta podría estar implementada y operativa a partir de enero de 2014, considerando que los filtros ya se encuentran en plena etapa de fabricación.

La instalación de estos filtros, no afectará la cantidad o calidad del agua captada por la Unidad 1 del CTS, ni su descarga al mar. Asimismo, no existe modificación del largo o diámetro del ducto de captación existente, aprobado ambientalmente mediante la RCA N° 176/07; siendo la única variación la disminución en la velocidad de succión del sistema, la que se reducirá en torno a 0,14 m/s, por cuanto se aumenta considerablemente la superficie de captación de agua de mar del cabezal del ducto para el mismo requerimiento de caudal.

Cabe destacar que la instalación de estos filtros en el ducto de captación, no altera las condiciones operacionales existentes en el CTS ni tampoco considera, la construcción de nuevas estructuras diferentes a las previamente evaluadas ambientalmente en el marco del sistema de captación existente.

III. Improcedencia de la evaluación de las acciones descritas a través del SEIA

3.1 Con el propósito de confirmar si la modificación que se pretende incorporar al proyecto "Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel" y que ha sido descrita en esta presentación, requiere ser ingresada al SEIA para su evaluación, es necesario revisar lo dispuesto en los artículos 8 y 10 de la Ley N° 19.300, en relación con el artículo 2, letra d) del Reglamento del SEIA.

3.2 En particular, el artículo 2 letra d) del Reglamento, define como modificación de proyecto o actividad a la "*realización de obras, acciones o medidas, tendientes a intervenir o complementar un proyecto o actividad ya ejecutado, de modo tal que éste sufra cambios de consideración*", en relación con lo cual, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) emitió el Oficio ORD. DJ N°103050, del Director Ejecutivo de la CONAMA, de fecha 25 de septiembre de 2010, que adjunta el documento "Criterios para Decidir sobre la Pertinencia de Someter al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) la Introducción de "Cambios" a un Proyecto o Actividad", en el que estableció cuatro criterios de análisis para efectuar la determinación de un "cambio de consideración". El análisis de cada uno los criterios señalados, respecto de la propuesta en consideración, se presenta a continuación:

- (i) Que la intervención o complementación constituya por sí sola un proyecto o actividad de aquellos que deben ingresar al SEIA.

Sobre este particular, es necesario señalar que la implementación de la batería de filtros de malla en el ducto de captación de agua de mar del CTSM, evitará o minimizará el ingreso de biota marina junto con el agua y que no corresponde por sí misma a un proyecto o actividad que deba ser evaluado en el marco del SEIA, de acuerdo a lo que se establece en el artículo 10 de la Ley N° 19.300.

La modificación planteada permite estar mejor preparados ante eventos inusuales de varazones en la bahía, la que en ningún caso corresponde a proyectos o actividades que por sí solas deban ingresar al SEIA, de conformidad al artículo 10 y 3 de la ley N°19.300 y su reglamento, respectivamente.

- (ii) Que la intervención o complementación conduzca a que en conjunto, el proyecto más la modificación, alcance la magnitud o se reúnan los requisitos contenidos en alguno de los proyectos o actividades listados que deben ingresar al SEIA.

Este criterio es utilizado preferentemente para proyectos que no fueron sometidos al SEIA por ser anteriores al año 1997 o que por su tamaño original no necesitaron someterse a dicha evaluación, pero que con las modificaciones sí calificarían para ser sometidos al SEIA. En lo que respecta a la modificación propuesta por Colbún S.A. para el proyecto del CTSM, ésta no corresponde a las causales señaladas anteriormente.

- (iii) Que las obras, acciones o medidas tendientes a intervenir o complementar un proyecto o actividad son susceptibles de generar nuevos impactos ambientales adversos. Al respecto, la atención debe centrarse, por una parte, en obras, acciones o medidas que pudieren generar nuevas emisiones, efluentes o residuos, tanto desde la perspectiva del aumento en la cantidad, como en el cambio de sus características o calidad.

La implementación de una barrera física que impide el ingreso de biota marina (de un tamaño mayor a 4 mm) al sistema de enfriamiento del CTSM, es una modificación que genera impactos positivos en el proyecto, por cuanto se reduce la posibilidad de ingreso de organismos junto con el agua de mar en caso de presencia inusual de biota marina ocasionada por fenómenos de surgencia. Por consiguiente, la modificación propuesta para el sistema de enfriamiento de la Unidad 1, corresponde a un ajuste menor que no genera impactos adicionales o de magnitud, intensidad, duración o frecuencia, distintos a los ya evaluados durante la tramitación ambiental del proyecto; manteniendo inalteradas las condiciones establecidas en la RCA N° 176/2007.

- (iv) Que la intervención o complementación implique un cambio en las características del proyecto o actividad y no se refiera sólo a obras de mantención, conservación, rectificación, reconstitución, reposición o revocación.

La actividad materia de la presente carta consiste en la implementación de una batería de filtros de malla en el ducto de captación de agua de mar del sistema de enfriamiento de la Unidad 1 del CTSM y un sistema de inyección de aire para su mantención, manteniendo inalteradas las características del proyecto, conforme fue aprobado en la RCA N° 176/2007, no implicando un cambio en las características del proyecto o actividad. En consecuencia, a la luz de este criterio, no se trata de cambios de consideración que

requieran ser sometidos al SEIA, en tanto no se generan impactos ambientales adicionales a los asociados al proyecto o actividad original, ya aprobado mediante RCA N° 176/2007.

Finalmente, la modificación propuesta es un cambio no sustantivo a una medida de mitigación, manteniendo la medida y ampliando la finalidad de la misma, esto es, minimizar el ingreso de organismos marinos al ducto de captación de agua de mar ante la ocurrencia de eventos atípicos de urgencia.

IV. Conclusión y petición

4.1 De conformidad con el análisis precedente, cabe concluir que la modificación propuesta para el proyecto "Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel", no corresponde a un cambio de consideración del mismo.

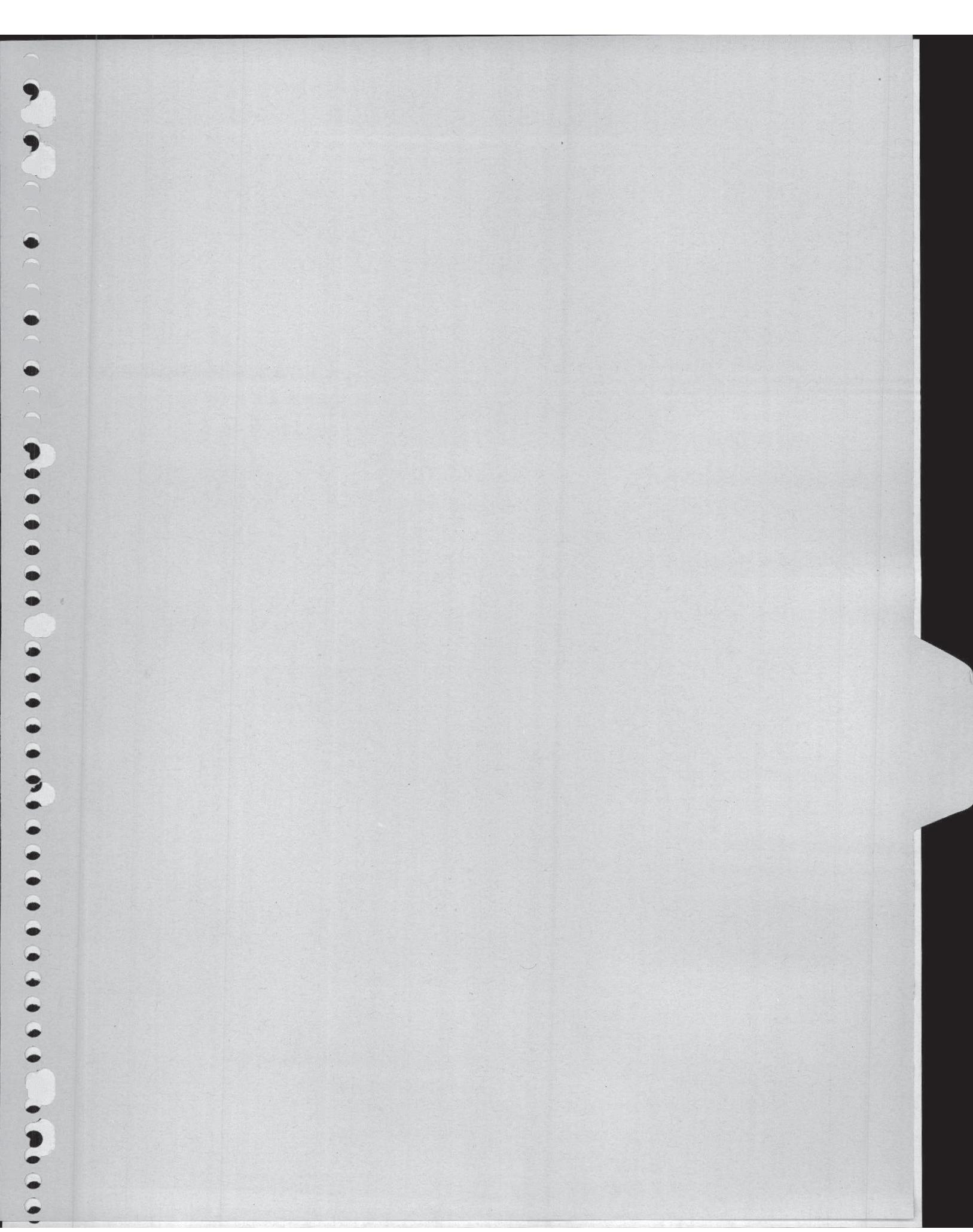
4.2 Consecuentemente, solicitamos a usted declarar en mérito de lo expuesto y de las disposiciones legales y reglamentarias citadas, que la acción descrita no requiere ser evaluada a través del SEIA.

Sin otro particular y esperando una favorable acogida, saluda atentamente a usted,

COLBÚN S.A.



Daniel Gordon Adam
Gerente Medio Ambiente



relativa a la instalación de una batería de filtros de malla metálica adosados al cabezal de succión de agua de mar del complejo termoeléctrico.

9.- El ORD. N° 12600/421, recibido en esta Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental con fecha 04 de septiembre de 2013, de la Gobernación Marítima de Talcahuano, referido a la modificación propuesta por Colbún S.A. titular del proyecto “Central Termoeléctrica Santa María”, relativa a la instalación de una batería de filtros de malla metálica adosados al cabezal de succión de agua de mar del complejo termoeléctrico.

CONSIDERANDO:

1.- Que, el derecho de Colbún S.A. a realizar modificaciones al proyecto “Central Termoeléctrica Santa María”, se encuentra sujeto al cumplimiento estricto de todas aquellas normas jurídicas vigentes, que le resulten aplicables.

2.- Que, el Servicio de Evaluación Ambiental es el organismo competente para resolver respecto de la pertinencia o no, de que un proyecto ingrese al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Lo anterior, sin perjuicio que el titular hubiere implementado el proyecto, previo a solicitar y obtener un pronunciamiento de la autoridad infringiendo con ello lo establecido en el artículo 8 de la Ley N° 19.300, modificada por la Ley 20.417, el cual dispone que “Los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 sólo podrán ejecutarse o modificarse previa su evaluación ambiental...”. En este contexto, es menester reiterar que dicha circunstancia afecta la responsabilidad del propio titular, sin que ello altere la competencia legal de ésta autoridad en la materia. Criterio que ha sido sostenido por la Contraloría General de la República.

3.- Que, de acuerdo a los antecedentes entregados por el titular, en su carta indicada en Visto N°4 de esta Resolución, las modificaciones propuestas al proyecto “Central Termoeléctrica Santa María” consistirían en lo siguiente:

3.1 Antecedentes generales del proyecto calificado ambientalmente por RE N° 176/2007.

En términos generales, el proyecto aprobado según Res. Ex. N° 176/2007, de 12 de julio de 2007, consiste en la construcción y operación de un Complejo Termoeléctrico de 700 MW de potencia, compuesto por dos unidades de generación de 350 MW cada una. Cada unidad cuenta con una turbina a vapor y una caldera para producción de vapor, con tecnología de carbón pulverizado.

La construcción de las unidades del Complejo Termoeléctrico fue proyectada en dos fases secuenciales. La primera unidad (Unidad 1) se comenzó a construir en diciembre del año 2007 y se encuentra en operación comercial desde el 15 de agosto de 2012.

En lo que respecta al sistema de enfriamiento del Complejo Termoeléctrico, éste contempla la utilización de agua de mar para ambas unidades y fue diseñado en conformidad a la tecnología disponible y al estándar de la industria, con objeto de interactuar adecuadamente con el medio marino en condiciones habituales de la bahía, lo que fue evaluado en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto original y aprobado ambientalmente mediante la Res. Ex. N° 176/2007, de 12 de julio de 2007.

De acuerdo a lo señalado en el numeral 3.6.10 de la RCA N° 176/2007, la captación de agua de mar del sistema de enfriamiento, está conformada por un ducto de captación de aproximadamente 1.820 m de largo (220 m sobre el mar y 1.600 m en tierra); el cual cuenta con una reja metálica, para evitar el ingreso de biota marina junto con el agua de mar, al sistema de enfriamiento.

El sistema de captación de agua de mar de la Unidad 1 del Complejo Termoeléctrico, se encuentra constituido en su tramo inicial por un ducto de captación que se adentra unos 220 m hacia el mar, sostenido debajo de la estructura del muelle de transporte de carbón de Puerto de Coronel, cuenta con una reja en su cabezal para evitar el ingreso de biota marina junto con el agua de mar. El cabezal del ducto de

PV

captación se soporta en una estructura metálica denominada jacket, la cual se encuentra anclada al fondo marino.

3.2 Modificación propuesta al proyecto Central Termoeléctrica Santa María.

Como es de público conocimiento, durante los meses de marzo y abril de este año 2013, se produjeron eventos atípicos de varazones de langostinos juveniles en la bahía de Coronel. Debido a la ocurrencia de este fenómeno, Colbún S.A. realizó estudios conducentes a identificar un mecanismo o equipamiento que, frente a fenómenos similares que pudieran ocurrir en el futuro y que difieren del comportamiento habitual de la bahía, evite o minimice el ingreso de biota marina al sistema de enfriamiento del Complejo Termoeléctrico, lo cual permitirá mejorar las condiciones actuales del sistema de enfriamiento de la central.

Como resultado de lo anterior, la empresa Colbún S.A. propone la modificación de parte del sistema de enfriamiento del proyecto, consistente en adosar una batería de filtros de malla metálica a la entrada del ducto de captación de agua de mar, lo cual evitará o minimizará el ingreso de organismos marinos a su sistema de enfriamiento, ante eventos atípicos de presencia de biota marina en la bahía. La modificación propuesta no alterara las demás características y condiciones del sistema de captación de agua de mar aprobado ambientalmente.

Así mismo, se indica por Colbún S.A. que la propuesta de modificación al proyecto tantas veces referido no altera la operación del Complejo Termoeléctrico, ni la calidad o cantidad de las aguas captadas actualmente, ni su descarga al mar.

3.2.1 Modificación propuesta. Características técnicas: Batería de filtros de malla metálica adosados al cabezal

La tecnología a implementar corresponde a una batería de diez filtros cilíndricos de malla metálica (modelo S96 HCE del fabricante Johnson Screens) y un manifold recolector, que irán adosados al cabezal del ducto de captación de agua de mar existente, con el fin de disponer de una barrera física que impida el ingreso de biota marina de un tamaño igual o mayor a 4 mm, al sistema de enfriamiento del Complejo Termoeléctrico.

En el caso particular del Complejo Termoeléctrico Santa María en Coronel, los análisis de la biota marina presente en los eventos de varazones de marzo y abril del 2013 (Langostino colorado o Pueroncodes monodon), permitieron determinar que al implementar una barrera física de trama (tamaño de poro o ranura) de 4 mm, cerca de un 98% de las especies catastradas en tamaño juvenil y adulto no ingresarán al ducto de captación.

La malla metálica de los filtros será de cuproníquel, aleación de cobre y níquel que evita la adherencia de organismos que pueden ir obstruyendo el filtro (biofouling), lo que disminuye sus requerimientos de mantenimiento y permite una mayor vida útil.

Los filtros de malla contarán con un sistema de limpieza o retrolavado, en base a inyección de aire comprimido que generará un pulso de cinco segundos de duración, con una frecuencia aproximada de dos veces por día en cada filtro. Lo anterior permite la captación ininterrumpida de agua de mar sin necesidad de suspender su funcionamiento para actividades de limpieza o mantenimiento. Para ello, se contará con un compresor en tierra que inyectará aire hasta dos estanques de acumulación de 5 m³ cada uno, mediante una tubería de 2 pulgadas de diámetro. La tubería de aire irá adosada a la estructura del muelle de Puerto de Coronel y los estanques de acumulación, serán instalados sobre el jacket existente.

Una de las ventajas de los filtros de malla cilíndrica prefabricados es su simple instalación y montaje, debido a que la estructura que comprende los filtros y el manifold se arma en tierra y se acopla al ducto de captación existente, sin necesidad de intervención a la estructura existente. El montaje de la estructura del manifold, junto con los diez filtros, no requiere de pilotaje, ni de fijaciones al suelo marino.

M2

Por otra parte, tanto el montaje como la puesta en marcha de la batería de filtros, son actividades que requieren de plazos breves para su ejecución. Por consiguiente, se estima que la modificación propuesta podría estar implementada y operativa a partir de enero de 2014.

La instalación de estos filtros, no afectará la cantidad o calidad del agua captada por la Unidad 1 del Complejo Termoeléctrico Santa María, ni su descarga al mar. Asimismo, no existe modificación ni largo ni del diámetro del ducto de captación existente, aprobado ambientalmente, como ya se dijo, mediante Res. Ex. N° 176/2007, de 12 de julio de 2007; siendo la única variación la disminución en la velocidad de succión del sistema, la que se reducirá en torno a 0,14 m/s, por cuanto se aumenta considerablemente la superficie de captación de agua de mar del cabezal del ducto para el mismo requerimiento de caudal.

Cabe destacar que la instalación de estos filtros en el ducto de captación, no altera las condiciones operacionales existentes en el Complejo Termoeléctrico Santa María ni tampoco considera, la construcción de nuevas estructuras diferentes a las previamente evaluadas ambientalmente en el marco del sistema de captación existente

4.- Que, según se desprende de lo indicado en el ORD. N°12309, recibido en esta Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental con fecha 03 de septiembre de 2013, la Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca, es de la opinión de que los cambios o modificaciones presentadas por el titular corresponden a una obra de rectificación del sistema de succión del proyecto original y no constituyen un cambio de consideración que amerite su ingreso al SEIA. No obstante lo anterior, bajo un criterio precautorio, indica que sería necesario monitorear los efectos sobre los recursos hidrobiológicos, que pueda tener la implementación y la operación de la batería de filtros y la inyección de aire comprimido para el sistema de limpieza. Al igual, se deberá proponer un plan de monitoreo asociado a esta a objeto de analizar y cuantificar las especies que ingresan, el tamaño de ellas, su abundancia, riqueza y biomasa, para evaluar si los cambios en la aducción, efectivamente cumplen con lo propuesto por el titular, o se requerirán nuevas modificaciones que deberán ser incorporadas en el proceso.

5.- Que, según se desprende de lo indicado en el ORD. N° 12600/421, recibido en esta Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental con fecha 04 de septiembre de 2013, la Gobernación Marítima de Talcahuano es de la opinión de que los cambios propuestos, relacionados con la instalación de un sistema de filtros de malla metálica en el cabezal de aducción, no representan cambios significativos desde el punto de vista de la normativa sectorial ambiental de competencia de la Autoridad Marítima y que dichas acciones corresponden a obras de mejoramiento para el proyecto Complejo Termoeléctrico, relacionados con la succión y retención de flora y fauna marina.

Es opinión de esta Autoridad Marítima que la citada modificación no debiese ingresar al Sistema de Evaluación Ambiental, dado que en atención a los antecedentes presentados, el proyecto original no estaría sufriendo cambios de consideración. Sin perjuicio de lo anterior el titular deberá complementar el actual Plan de Vigilancia Ambiental, incorporando las variables asociadas a las mejoras propuestas, y de esta manera llevar a cabo un adecuado seguimiento a las distintas acciones del proyecto.

6.- Que, según se desprende de lo indicado en el ORD. N°865, recibido en esta Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental con fecha 02 de septiembre de 2013, la SEREMI de Medio Ambiente de la Región del Biobío es de la opinión de que con esta modificación del sistema de succión no se generan nuevos impactos ambientales adversos ni se alteran negativamente la magnitud de los impactos presentes en la ejecución actual del proyecto, pues los mismos se refieren a una mejora ambiental necesaria en la operación el proyecto. Se trata de una barrera que precisamente impide el ingreso de especies marinas al sistema de enfriamiento.

7.- Que, para determinar la pertinencia de ingreso al SEIA de una modificación de proyecto que cuente con resolución de calificación ambiental, se debe tener presente tanto lo dispuesto en la normativa que le resulta aplicable al proyecto y su modificación; así como los criterios establecidos en los documentos individualizados en el Visto N°5 de la presente resolución y el pronunciamiento de los servicios públicos con competencia en la materia que han sido consultados.

8.- Que, la modificación propuesta del proyecto no constituye por sí sola un proyecto o actividad de aquellos que deben ingresar al SEIA. Sobre este particular, es necesario señalar que la implementación de la batería de filtros de malla en el ducto de captación de agua de mar del Complejo Termoeléctrico Santa María, no corresponde por sí misma a un proyecto o actividad que deba ser evaluado en el marco del SEIA, de acuerdo a lo que se establece en el artículo 10 de la Ley N° 19.300.

9.- Que al tenor de los antecedentes presentados y de los informes de los órganos del Estado ya aludidos, se desprende que la modificación propuesta del proyecto no es susceptible de generar nuevos impactos ambientales adversos. Al respecto, la atención debe centrarse, por una parte, en obras, acciones o medidas que pudieren generar nuevas emisiones, efluentes o residuos, tanto desde la perspectiva del aumento en la cantidad, como en el cambio de sus características o calidad. En este sentido, la implementación de una nueva barrera física de un tamaño mayor a 4 mm, al sistema de enfriamiento del Complejo Termoeléctrico Santa María, es una modificación que más bien genera impactos positivos en el proyecto, por cuanto se reduce aún más a lo ya evaluado durante el proceso de evaluación ambiental del proyecto en análisis, el ingreso de organismos junto con el agua de mar en caso de presencia inusual de biota marina.

En el sentido anterior, es posible señalar que la modificación propuesta al sistema de enfriamiento, no genera impactos adicionales o de magnitud, intensidad, duración o frecuencia, distintos a los ya evaluados durante la tramitación ambiental del proyecto, manteniendo inalteradas las condiciones establecidas en la Res. Ex. N° 176/2007, de 12 de julio de 2007. No obstante lo anterior es necesario implementar un seguimiento respecto de la eficiencia y operación del sistema, según se establecerá en la parte resolutiva de esta resolución, el cual deberá ajustarse o completar los establecidos durante la evaluación ambiental del proyecto ya referido.

10.- Que, en atención a la naturaleza de las modificaciones propuestas y solicitadas, los antecedentes técnicos que se acompañan para su descripción y fundamentación, el pronunciamiento emitido por la SEREMI de Medio Ambiente de la Región del Biobío, la Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca y la Gobernación Marítima de Talcahuano, ha concluido en relación de ellas lo siguiente, según se indica y establecerá en la parte resolutiva de esta resolución.

11.- Que, en mérito de lo anterior,

RESUELVO:

1.- Declarar respecto de la modificación propuesta al proyecto “Central Termoeléctrica Santa María”, según la característica de la misma, que ésta no corresponde a un cambio de consideración desde el punto de vista ambiental que, previo a su implementación requiera ser ingresada al SEIA, por cuanto:

a) La modificación propuesta al sistema de enfriamiento del proyecto no constituye por sí sola un proyecto o actividad de aquellos que deben ingresar al SEIA, de acuerdo a lo que se establece en el artículo 10 de la Ley N° 19.300.

b) La modificación propuesta al sistema de enfriamiento del proyecto no es susceptible de generar nuevos impactos ambientales adversos a los evaluados durante el proceso de evaluación ambiental del proyecto Central Termoeléctrica Santa María. La modificación propuesta al sistema de enfriamiento, no generará impactos adicionales o de magnitud, intensidad, duración o frecuencia, distintos a los ya evaluados durante la tramitación ambiental del proyecto, manteniendo inalteradas las condiciones establecidas en la Resolución Exenta N° 176/2007.

2.- Disponer que el titular del proyecto deberá presentar un plan de seguimiento ambiental específico que permita monitorear la efectividad de la modificación propuesta, o determinar si se requerirán nuevas modificaciones que deban ser incorporadas en el proceso. En este sentido, el titular deberá proponer un plan de monitoreo que permita analizar y cuantificar las especies que ingresan, el tamaño de ellas, su abundancia, riqueza y biomasa. Este plan de seguimiento ambiental y de monitoreo deberá ser presentado y acordado directamente con la Gobernación Marítima de Talcahuano y a la Dirección Regional de Pesca, región del Biobío. Ello sin perjuicio de la información que pudiere remitirse a la Seremi de Medio

Ambiente de la Región del Biobío y a esta Dirección Regional del SEA, a esta última sólo para efectos de actualización de los correspondientes expedientes administrativos de evaluación ambiental.

3.- Hacer presente que la presente Resolución no exime al titular del proyecto “Central Termoeléctrica Santa María”, o quien le suceda legalmente en sus derechos, de la obligación de solicitar las autorizaciones o permisos ambientales que, de acuerdo con la legislación vigente, deben emitir los organismos del Estado competentes.

4.- Hacer presente que, el pronunciamiento contenido en este acto administrativo ha sido elaborado sobre la base de los antecedentes entregados por el titular del proyecto, por lo cual, cualquier omisión, error, o inexactitud que acuse su consulta individualizada en el Visto N°4 de esta Resolución, es de su exclusiva responsabilidad, así como el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en caso que corresponda.

5.- Indicar que el presente acto no es susceptible de modificar, aclarar, restringir o ampliar la RCA relacionada con el proyecto original, ni tampoco tiene el mérito de resolver la evaluación ambiental de una modificación al mismo, sino tan solo determina que los cambios a que se refiere la consulta no deben ser sometidos necesariamente a evaluación de impacto ambiental, por no ser de consideración.

6.- Hacer presente que, proceden en contra de la presente Resolución, los recursos administrativos establecidos en la Ley N° 19.880, esto es, los recursos de reposición y jerárquico, ambos regulados en el artículo 59 de la misma Ley. El plazo para interponer dichos recursos es de 5 días contados de la notificación del presente acto administrativo, sin perjuicio de la interposición de otras acciones legales y/o administrativas que los interesados estimen procedentes.

ANOTESE, COMUNIQUESE, NOTIFIQUESE Y ARCHIVESE



ARMANDO
Distribución:

- Sr. Daniel Gordon Adam, Gerente Medio Ambiente Colbún S.A.

C/c:

- Ilustre Municipalidad de Coronel
- Superintendencia de Medio Ambiente.
- Gobernación Marítima de Talcahuano
- Servicio Nacional de Pesca, Región del Biobío.
- Seremi de Medio Ambiente, Región del Biobío.
- Archivo SEA, Región del Biobío.
- Expediente proyecto “Central Termoeléctrica Santa María”

MP

Santiago, 30 de septiembre de 2013



Señor
Juan Carlos Monckeberg Fernández
Superintendente del Medio Ambiente
Presente

Ref: Proporciona antecedentes para consideración en proceso de fiscalización
Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel de Colbún S.A.

De mi consideración:

De acuerdo a lo indicado en el Oficio ORD. N° 2208 de la Superintendencia del Medio Ambiente, de fecha 4 de septiembre de 2013, mediante el cual se informa a la Excelentísima Corte Suprema lo solicitado en su consulta efectuada en el Oficio N° 9246, del 30 de agosto de 2013 (en autos sobre recurso de protección, Rol de ingreso a Corte Suprema N° 6183-2013), Colbún S.A. ha tomado conocimiento de la elaboración de un informe de fiscalización a su Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel.

Especificamente, el considerando 6 del Oficio referido de la Superintendencia alude a un proceso cuyo informe de fiscalización se encuentra actualmente en proceso de elaboración. No obstante, señala que "*es posible informar a la*

Dicha RCA se generó a través de un procedimiento administrativo reglado que consideró todas las obras asociadas a la construcción y operación del Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel, las que fueron evaluadas íntegra, total y suficientemente por la autoridad ambiental. A mayor abundamiento, en lo que concierne especialmente al componente marino, tanto la aducción como descarga de agua de mar, fueron debidamente tratadas por los órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental en sus respectivos procedimientos aprobatorios dentro del SEIA (para el caso de la evaluación ambiental del Complejo), y también para el otorgamiento de concesiones marítimas, para el caso de la aducción y descarga del agua de mar necesaria para los procesos de enfriamiento.

Desde los inicios de la construcción del proyecto¹ hasta la actual etapa de operación de la Unidad 1, el Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel ha cumplido con las disposiciones establecidas en la RCA, las que a su vez consideró de modo suficiente todos los diversos aspectos que afectan el componente acuático.

No obstante el cumplimiento, el Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel ha sido objeto de cinco recursos de protección, todos los cuales han sido rechazados por la Corte de Apelaciones de Concepción, con posterior confirmación por parte de la Corte Suprema, de los cuales los siguientes tres recursos han versado sobre las materias en referencia:

- a)- Recurso de Protección Rol 1210-2011, Corte de Apelaciones de Concepción – Rol Corte Suprema 3709-2012.
- b)- Recurso de Protección Rol 2079-2012, Corte de Apelaciones de Concepción – Rol Corte Suprema 4650-2013.
- c)- Recurso de Protección Rol 408-2013, Corte de Apelaciones de Concepción – Rol Corte Suprema 6183-2013.

¹ Aún no se ha iniciado la construcción de la Unidad 2 del Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel.

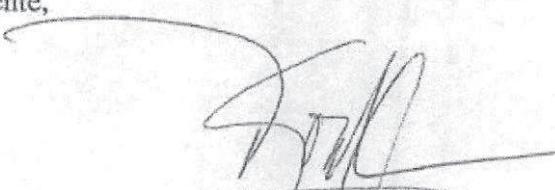
existente, con el fin de disponer de una barrera física adicional para impedir el ingreso de biota marina de un tamaño igual o mayor a 4 mm, al sistema de enfriamiento del Complejo Termoeléctrico. Asimismo, el nuevo equipamiento reducirá la velocidad de ingreso del agua en más de un 50% respecto de la actual, lo que también ayudará al objetivo de reducir el ingreso de biota marina al sistema.

Una vez recibidos los oficios favorables de la Dirección Regional del SERNAPESCA, de la Gobernación Marítima de Talcahuano, y de la SEREMI de Medio Ambiente, en el sentido que los cambios propuestos no eran de aquellos que requieren de una nueva evaluación de impacto ambiental para poder ser llevados a cabo, la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental de Biobío determinó, mediante Res. Ex. N° 221/2013, de fecha 6 de septiembre de 2013, que la modificación propuesta no requería ingresar al SEIA.

Se adjunta la Res. Ex. N° 221/2013, de la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental de Biobío, que se pronuncia sobre la consulta de pertinencia aludida (Anexo 2).

Quedamos a disposición de la Superintendencia a su cargo para proporcionar cualquier antecedente adicional que se estime pertinente respecto de esta materia.

Le saluda atentamente,



Daniel Gordon Adam
Gerente de Medio Ambiente
Colbún S.A.

Anexo 1. Sentencias de recurso de protección en Corte de Apelaciones y Corte Suprema.

Anexo 2. Res Ex N° 221/2013, de la Dirección Regional del SEA Biobío y informes sectoriales.



NOTARÍA
SANTIAGO
CHILE
HUMBERTO SANTELICES NARDUCCI

REPERTORIO N° 2077-2013

REDUCCIÓN A ESCRITURA PÚBLICA DE ACTA

SESIÓN EXTRAORDINARIA N° 569/13

DEL

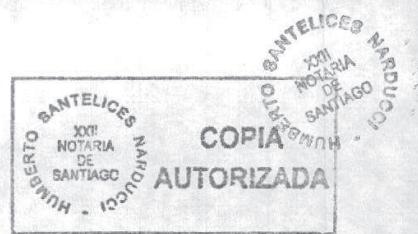
DIRECTORIO DE COLBÚN S.A.

214390/ALC/xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx/mll

6/3 En Santiago de Chile, a seis de marzo de dos mil trece, ante mí, **HUMBERTO SANTELICES NARDUCCI**, Notario Titular de la Vigésimo segunda Notaría de este territorio jurisdiccional, con oficio en esta ciudad, Avenida El Bosque Norte número cero cuarenta y siete, Las Condes, comparece: don **RODRIGO PÉREZ STIEPOVIC**, chileno, casado, abogado, cédula nacional de identidad número diez millones trescientos trece mil seiscientos setenta y cinco guión K, domiciliado en Avenida Apoquindo número cuatro mil setecientos setenta y cinco, piso once, Comuna de Las Condes, Región Metropolitana; mayor de edad, quien me acreditó su identidad con la cédula referida, y expone: Que, debidamente facultado, viene en reducir a escritura pública las partes pertinentes de la siguiente acta: "ACTA DE LA SESIÓN EXTRAORDINARIA número quinientos sesenta y nueve/trece DEL DIRECTORIO DE COLBÚN S.A., de cinco de marzo de dos mil trece, a las diecinueve horas.- En Santiago de Chile, en Avenida Apoquindo cuatro mil setecientos setenta y cinco, piso décimo tercero, y siendo las diecinueve horas, se da inicio a la Sesión Extraordinaria número quinientos sesenta y nueve/trece del Directorio de Colbún S.A. Preside la reunión el Presidente don Bernardo Larraín M. Asisten los directores señores Eduardo Navarro B., Eliodoro Matte L., Bernardo Matte L.,



Luis Felipe Gazitúa A., Sergio Undurraga S., Vivianne Blanlot S. y Arturo Mackenna I. Excusó su inasistencia el director señor Juan Hurtado V. Asistieron también el Gerente General señor Ignacio Cruz Z. y el Secretario del Directorio señor Rodrigo Pérez S.- **I.- REVOCACION Y OTORGAMIENTO DE PODERES.** El Secretario señor Rodrigo Pérez informó que es necesario actualizar la nómina de apoderados a los que se les había otorgado poderes con anterioridad para representar a la Sociedad, para lo cual se hace necesario revocar algunos de los poderes de administración existentes y otorgar otros nuevos en su reemplazo.- Al respecto, el Directorio acordó, por unanimidad de los presentes, revocar los poderes otorgados con anterioridad y otorgar nuevos en su reemplazo, todo ello **con efecto a contar del día primero de abril de dos mil trece.**- ...E.- Revocar los poderes Clase E -Representación ante Organismos Públicos- otorgados a los señores Rodrigo Pérez Stiepovic, Federico Larraín Morandé, Bernardo Correa Bulnes, Ignacio Cruz Zabala, Cristian Morales Jaureguiberry, Juan Eduardo Vásquez Moya, Eduardo Lauer Rodríguez, Pedro Vial Lyon, Carlos Ferruz Bunster, Juan Andrés Morel Fuenzalida, Alberto Ramírez Ferrada, Eugenio Guzmán Cornejo, Ignacio Swett Lazcano, Paula Martínez Osorio y Hans Heyer Vargas en sesión de directorio celebrada con fecha tres de mayo de dos mil doce, cuya acta se redujo a escritura pública con fecha veintidós de mayo de dos mil doce en la notaría de Santiago de don Humberto Santelices Narducci, anotada en el repertorio bajo el número tres mil cuatrocientos setenta y cuatro-dos mil doce, y se inscribió a fojas treinta y seis mil ciento cincuenta y siete número veinticinco mil trescientos ochenta y ocho del



Registro de Comercio de Santiago correspondiente al año dos mil doce.- E.Uno Otorgar Poder Clase E -"Representación ante Organismos Públicos"- a los señores Rodrigo Pérez Stiepovic, Federico Larraín Morandé, Bernardo Correa Bulnes, Ignacio Cruz Zabala, Cristian Morales Jaureguiberry, Juan Eduardo Vásquez Moya, Eduardo Lauer Rodríguez, Mauricio Cabello Cádiz, Nicolás Cubillos Sigall, Juan Andrés Morel Fuenzalida, Pablo Gazzolo Gómez, Pedro Vial Lyon, Daniel Gordon Adam, Rodrigo Mobarec Hasbún, Eduardo Rivas Alfaro, Daniel Laghezza, Patricio Troncoso Romero, Alberto Ramírez Ferrada, Orlando Acosta Lancellott, Eugenio Guzmán Cornejo, Ignacio Swett Lazcano y Paula Martínez Osorio para que, actuando cualquiera de ellos en forma separada o individual, representen a Colbún S.A. en todo lo relacionado con las actuaciones que deban cumplirse ante toda clase de autoridades administrativas, de orden tributario, aduaneras, municipales, comisiones, superintendencias, municipalidades, ministerios, corporaciones y servicios o de cualquier otra clase de autoridades similares, y ante cualquiera instituciones fiscales, semifiscales, de administración autónoma, organismos y servicios públicos, con toda clase de presentaciones, solicitudes, oposiciones, declaraciones, incluso obligatorias y modificarlas. Sin que la enumeración sea taxativa, sino meramente enunciativa, quedan especialmente quedan facultados para representar a la sociedad ante las siguientes instituciones: Contraloría General de la República, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Energía, Comisión Nacional de Energía, Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Dirección General de Aguas, Ministerio del Medio Ambiente, Servicio de

APOS
AGENCIAS



Evaluación Ambiental, Superintendencia del Medio Ambiente, Comisiones de Evaluación Ambiental, Servicio Agrícola y Ganadero, Corporación Nacional Forestal, Servicio de Impuestos Internos, Tesorería General de la República, Administradores de Fondos de Pensiones, Instituciones de Salud Previsional, Cajas de Compensación de Asignación Familiar, Dirección e Inspección del Trabajo, e Instituto de Normalización Previsional. Adicionalmente, los apoderados antes mencionados quedan especialmente facultados para realizar todas las actuaciones necesarias o conducentes para la tramitación y solicitud de concesiones eléctricas y de cualquier otra naturaleza, pudiendo presentar solicitudes, oponerse y contestar a solicitudes y oposiciones de terceros, solicitar, tramitar e inscribir derechos de aprovechamiento de aguas, y en general mejorar y resguardar toda clase de derechos de Colbún S.A.- ...Se acuerda dejar constancia que los Estatutos Sociales de Colbún S.A. rolan inscritos a fojas doce mil setecientas setenta y tres número diez mil doscientos sesenta y cinco del Registro de Comercio de Santiago correspondiente al año mil novecientos noventa y nueve.- **III.- MANDATO Y REDUCCION A ESCRITURA PÚBLICA.** El Directorio acordó facultar indistintamente al gerente general de la sociedad señor Ignacio Cruz Zabala, y a los abogados señores Rodrigo Pérez Stiepovic, Federico Larraín Morandé y Bernardo Correa Bulnes para que, actuando indistintamente uno cualquiera de ellos, puedan salvar los eventuales errores de numeración o fechas de los poderes otorgados y revocaciones realizadas en la presente sesión, de modo que ellos puedan ser inscritos en el Registro de Comercio de Santiago. Adicionalmente, se les faculta para



que actuando en la misma forma antes señalada, reduzcan a escritura pública el todo o parte de la presente acta, una vez que se encuentre firmada por los concurrentes y sin esperar su ulterior aprobación. El portador de copia autorizada de la escritura pública respectiva queda facultado para requerir y firmar todas las anotaciones e inscripciones que sean pertinentes en los registros conservatorios y escrituras públicas respectivos.- Sin otro asunto que tratar, se levantó la sesión a las diecinueve treinta horas.- Firmado: Bernardo Larrain M., Eliodoro Matte L., Bernardo Matte L., Luis Felipe Gazitúa, Sergio Undurraga S., Vivianne Blanlot S., Arturo Mackenna I., Eduardo Navarro B., Ignacio Cruz Z., Gerente General, Rodrigo Pérez S., Secretario".- Conforme con las partes pertinentes del original del acta de "Colbún S.A.", que tuve a la vista.- En comprobante y previa lectura, firma.- Doy fe.-

Certifico, que la presente fotocopia, que consta de 5 carillas, está conforme con el documento original que tuve a la vista Santiago, 26 MAR 2013



NOTARIO TITULAR

BID 081725

\$ 3000,-

ES TESTIMONIO FIEL DE LA
ESCRITURA PUBLICA ORIGINAL
SANTIAGO, 12 MAR 2013

