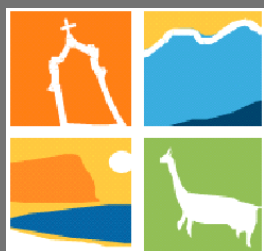


2013

**FORMATO DE RENDICION TECNICA DE  
AVANCE DE PROYECTOS FIC REGIONAL  
FONDO DE INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD**



**CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES  
MEDIOAMBIENTALES PARA LA  
CLASIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE  
SITIOS APTOS PARA LA ACUICULTURA, EN EL  
BORDE COSTERO DE LA REGIÓN DE ARICA Y  
PARINACOTA, CON MIRAS AL DESARROLLO Y  
CRECIMIENTO DEL SECTOR PRODUCTIVO**





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL


PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL  
DE ARICA Y PARINACOTA

INFORME FINAL

**CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES  
MEDIOAMBIENTALES PARA LA CLASIFICACIÓN Y  
DETERMINACIÓN DE SITIOS APTOS PARA LA  
ACUICULTURA, EN EL BORDE COSTERO DE LA REGIÓN  
DE ARICA Y PARINACOTA, CON MIRAS AL  
DESARROLLO Y CRECIMIENTO DEL SECTOR  
PRODUCTIVO**

**INFORME DE CIERRE DEL PROYECTO**

**Año 2013**

|  |  |
|--|--|
| <br>ARICA Y PARINACOTA<br>GOBIERNO REGIONAL | <b>PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL<br/>         DE ARICA Y PARINACOTA</b> |
|  | <b>INFORME FINAL</b>   |

**Nombre del Ejecutor:**

**UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ**

**Nombre del Proyecto:**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES PARA LA CLASIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE SITIOS APTOS PARA LA ACUICULTURA, EN EL BORDE COSTERO DE LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA, CON MIRAS AL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DEL SECTOR PRODUCTIVO**

**Fecha del Convenio:**

**02 de Agosto de 2011**

**Período Informado: (MESES)**

**Mayo - Diciembre de 2013**

**Coordinador o responsable del Proyecto:**

**Nombre:**

**Correo electrónico y Teléfono:**

**Arnaldo Vilaxa Olcay**

**[avilaxa@uta.cl](mailto:avilaxa@uta.cl)  
09-90971886**

**1.- Antecedentes Resumidos del Proyecto:**

**Descripción resumida del proyecto:**

Una vez que se tomó conocimiento que la región de Arica y Parinacota presenta zonas determinadas como aptas para la acuicultura, se iniciaron una serie de estudios con el fin de entregar sustento al desarrollo de esta actividad. Si bien existen antecedentes información acerca de las condiciones fisico-químicas y biológicas del océano costero que cubre las zonas definidas como Áreas Aptas para la Acuicultura (AAA), ésta es dispersa y escasa, existiendo aún vacíos en el conocimiento que resulta esencial para proyectar la actividad acuícola en la región. Por otra parte, la información no han sido obtenida bajo una mirada integral de los usos y posibles conflictos de interés que se pueden generar dentro de las AAA, por diferentes actores. Todo lo anterior agrega cierto grado de incerteza a inversionistas para iniciar apuestas productivas con capacidades escalables en las costas de Arica y Parinacota.

Sin embargo, es importante mencionar que algunos estudios han identificado un conjunto de especies marinas poco tradicionales con potencial para desarrollarse en la zona norte, susceptibles de cubrir demandas insatisfechas de mercados internacionales, los cuales reflejan altos precios y rentabilidad.



La selección de sitios aptos para el ejercicio de la acuicultura para distintas especies y sistemas de cultivo, es primordial a la hora de planificar una empresa de estas características. Si el lugar en donde se emplaza el cultivo no reúne las condiciones óptimas para que la especie se desarrolle satisfactoriamente, o si el sistema no es técnicamente factible, la empresa no será viable en el tiempo o será imposible la instalación, ya que para un desarrollo óptimo (crecimiento, salud y conversión alimenticia) de un determinado cultivo, la producción está en función de un buen soporte de vida (calidad y cantidad de agua) que puede ser administrado (Klontz, 1991). A todo esto se debe sumar la accesibilidad al lugar de emplazamiento (camino, aeropuertos), infraestructura (desembarcaderos, puertos, etc.), clima de la región, y factores sociales de la zona en cuestión. Lo anterior deja claro lo complejo de seleccionar un lugar donde emplazar este tipo de instalaciones, debido a que se deben integrar todos los factores, lo cual resulta ser una compleja tarea. Además, existe una competencia por el espacio disponible y presiones que se ejercen sobre él.

Luego, en las zonas a seleccionar para el emplazamiento de una actividad de acuicultura, deben conjugarse los principales factores que la determinan como aptas, entre éstos:


- zonas donde los conflictos entre los distintos usos de la costa se eviten o se minimicen.
- zonas donde los impactos ambientales sean mínimos.
- zonas donde el crecimiento de la especie se maximice.
- zonas donde el costo de la operación sea el menor.

Numerosos estudios han demostrado que los requisitos medioambientales esenciales para el desarrollo de cultivos marinos viables que se sustenten en el borde costero, deben pasar necesariamente por el conocimiento certero de las características de la batimetría local, de la columna de agua, de la topografía de fondo, del tipo de sedimento, de la biodiversidad local y de su dinámica espacio-temporal.

Por otra parte, para quienes tienen el interés por iniciar emprendimientos en el área de la acuicultura resulta también fundamental conocer las condiciones físicas del entorno y del territorio marítimo a emplear, cuyos criterios de decisión se basan en: acceso al agua de mar, compatibilidad con el Plan Regulador, Zonificación de borde costero, Pladecos, pendiente de los terrenos, accesibilidad a caminos, entre otros.

Una vez se cuente con la información de las características oceanográficas, físico-químicas y biológicas, de una determinada zona marítima, además de los parámetros que faciliten su acceso y permitan desarrollar una logística adecuada, se podrá dimensionar un proyecto de acuicultura en su real dimensión, incluso facilitando la elección de la especie a cultivar.

Vista la necesidad de contar con información real y valiosa que facilite el desarrollo de este y otros sectores productivos en la región, la Universidad de Tarapacá ha estado llevando adelante una serie de iniciativas de investigación y desarrollo que apuntan a entregar soporte y soluciones

|  |  |
|--|--|
| <br>ARICA Y PARINACOTA<br>GOBIERNO REGIONAL | <b>PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL<br/>         DE ARICA Y PARINACOTA</b> |
|  | <b>INFORME FINAL</b>   |

a problemáticas que ralentizan o detienen el desarrollo de actividades productivas con alto impacto regional. Es en ese contexto que este estudio, pretende generar un buen nivel de información y conocimiento, principalmente del tipo medioambiental, que permita facilitar a las empresas acuícolas actuales y potenciales, la selección de sectores optimos para la instalación de procesos productivos dentro de las AAA de la zona costera de la Región XV.

**Objetivo General:**

Caracterizar las condiciones medioambientales favorables para la determinación de sitios aptos para la Acuicultura que favorezca la innovación, emprendimiento y mejora tecnológica de la región con miras al desarrollo y crecimiento del sector productivo en el borde costero de la Región de Arica y Parinacota.

**Objetivos Específicos:**

- Recopilar y analizar información disponible en instituciones universitarias, estatales o privadas, relativa a la zona de estudio en sus aspectos ambientales, geográficos, logísticos, de infraestructura y aspectos legales para la identificación teórica de áreas potenciales, a través de un análisis tipo-FODA.
- Analizar a través de muestreos oceanográficos los diferentes cuerpos de agua que componen los distintos sitios aptos para la acuicultura para el desarrollo y crecimiento del sector productivo.
- Caracterizar cualitativa y cuantitativamente las variaciones biológico-ambientales durante el 2012-2014, identificando sitios en el mar que presenten condiciones favorables para el cultivo de peces, moluscos y/o algas.

**2.- Estado de avance general de la iniciativa:**

El proyecto avanzó de acuerdo a lo propuesto en Carta Gantt aprobada en la X Sección Ordinaria del Consejo Regional de Arica y Parinacota, que acogió ampliación de plazo, reprogramación de actividades y modificación de partidas presupuestarias (se adjunta Carta Gantt y certificado de aprobación). No obstante las actividades desarrolladas, la Universidad tomo la decisión de poner término anticipado del proyecto durante Octubre del año 2013, por lo que el presente informe se transforma más que en un informe de avance en un informe de cierre de éste, donde se entrega la información con que cuenta el equipo de investigación que enriquece el estudio, pero al mismo tiempo se indica que no se podrán cumplir con todos los resultados esperados por no haber existido la posibilidad de desarrollar algunas acciones contempladas en la propuesta de modificación presentada.

Durante el período:

- Para la obtención de información acerca de las condiciones oceanográficas físico-químicas y biológicas, se contrató a tres expertos en oceanografía física, química y biológica respectivamente, y a un especialista con experiencia en planificación y



logística de muestreos en mar.

- Se definieron criterios de evaluación, metodologías de trabajo y análisis de la información recopilada con el objetivo de generar una herramienta de decisión para la caracterización y selección de sitios potencialmente aptos para la acuicultura en la región. En este sentido se busca que los conflictos entre los distintos usos de la costa y los impactos ambientales sean mínimos, el crecimiento de las especies se maximice y el costo de la operación sea el menor posible con el objeto de incentivar la inversión industrial en el sector.
- Se ejecutaron dos campañas de muestreo durante las épocas de otoño e invierno, que permitieron, entre otras cosas, evaluar la logística y metodología de muestreo, consignar en terreno antecedentes en relación al ámbito oceanográfico y operacional de las macro-zonas seleccionados.
- Se establecieron 3 macro-zonas de muestreo: Camarones, Vitor y Arica. En cada una de ellas se estableció una transecta perpendicular a la costa con tres estaciones de monitoreo para la determinación de parámetros físico químicos del agua y cinco estaciones para los aspectos biológicos, con el objetivo de reunir los antecedentes que permitan generar la información para construir la herramienta para la caracterización de las zonas aptas para la acuicultura (se adjunta mapa en anexo).
- En cada estación de monitoreo se registró la temperatura de la columna de agua, la concentración de oxígeno disuelto, el pH, y se obtuvieron muestras para determinar la producción planctónica, la concentración de nutrientes (nitrato, nitrito, fosfato, amonio), de sólidos suspendidos, de coliformes totales y fecales, y se tomaron muestras de sedimento para determinar la granulometría del fondo marino y la macrofauna bentónica.
- En cada zona de muestreo se caracterizó, además, la batimetría.
- Se obtuvieron antecedentes oceanográficos de otros estudios realizados sobre las mismas zonas de muestreo con el fin de enriquecer el análisis de las áreas preseleccionadas como más aptas para el desarrollo de la acuicultura en la zona costera de la región de Arica y Parinacota.

#### Estado de avance en relación a los resultados esperados

| Resultado Esperado  | Estado de Avance |
|---|------------------|
| Base de datos sistematizada, relativa a la zona de estudio, sobre aspectos geográficos, ambientales, logísticos, de infraestructura y aspectos legales. | 100%             |
| Caracterización de los parámetros biológico-ambientales en las áreas seleccionadas durante el 2013 – 2014.  | 95%              |
| Identificación, clasificación y ranqueo de los sitios en el mar que   | 95%              |



|  |      |
|--|------|
| presenten condiciones favorables para el cultivo de peces, moluscos y/o algas.   |      |
| Levantamiento cartográfico de las áreas reconocidas en este estudio como aptas para acuicultura y compatibilizadas con los instrumentos de planificación territorial de la región  | 100% |
| Generación de una herramienta de base científica para la gestión de los recursos y orientación de decisiones en la materia.  | 100% |
| Desarrollo de un plan de difusión capaz de alinear conceptos, atraer intereses privados y socializar la temática. <ul style="list-style-type: none"><li>• Seminario para 100 personas (abierto a la comunidad de la región)</li><li>• Taller técnico-privado 30 personas</li><li>• Convenios firmados con empresas</li></ul> | 45%  |

## 2.- Metodologías aplicadas:

Objetivo 1: Se cumplió según lo comprometido en el proyecto por lo cual no se analiza.

Objetivos 2: Se cumplió parcialmente a través de muestreos oceanográficos de los diferentes cuerpos de agua y sedimento que componen los sitios aptos para la acuicultura con miras al desarrollo y crecimiento del sector productivo.

Para el cumplimiento de estos objetivos se realizaron las siguientes actividades:

- Contratación de personal altamente especializado en el área de la oceanografía.
- Planificación y reprogramación de actividades para el cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Se definieron criterios de evaluación, metodologías de trabajo y análisis de la información recopilada con el objetivo de generar una herramienta de decisión para la caracterización y selección de sitios potencialmente aptos para la acuicultura en la región.
- Se realizó la primera campaña de muestreo entre el 28 y 29 de mayo de 2013.
- Se realizó la segunda campaña de muestreo entre el 9 y 11 de septiembre de 2013.

Objetivo 3: Se caracterizaron las variaciones de los parámetros ambientales y biológicos en la columna de agua y sedimento durante dos campañas realizadas en 2013, identificando sitios en el mar que presenten condiciones favorables para el cultivo de peces, moluscos y/o algas.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

- Se realizaron dos campañas oceanográfico-bentónicas en otoño e invierno de

|  |  |
|--|--|
| <br>ARICA Y PARINACOTA<br>GOBIERNO REGIONAL | <b>PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL<br/>         DE ARICA Y PARINACOTA</b> |
|  | <b>INFORME FINAL</b>   |

2013, en las macro-zonas seleccionadas (Camarones, Vitor, Arica).

- Se analizó la variabilidad estacional de los parámetros oceanográficos y bentónicos, comparando los resultados de otoño e invierno.

### 3.- Gestiones y Actividades Realizadas en el Período:

- Se revisa información oceanográfica disponible de los tres sitios elegidos con mayor potencial para desarrollar acuicultura dentro de las AAA, la que se utiliza para arribar a algunas conclusiones preliminares para facilitar la toma de decisiones de inversión de proyectos acuícolas.

### 4.- Problemas técnicos y financieros del período:

El proyecto no se finalizó por la decisión de detener su desarrollo por parte de la Universidad, no obstante la información generada más la información disponible recopilada por los investigadores permite arribar con un buen nivel de certeza a conclusiones preliminares que podrán facilitar las decisiones de inversión en proyectos acuícolas.

No han existido problemas de tipo financieros ni administrativos durante el periodo.

### 5.- Resultados

- Descripción detallada de los resultados obtenidos a la fecha en comparación con lo previsto en la propuesta original.

#### 5.1.-Resultados esperados por objetivo e indicadores (ETAPA)

| Objetivo<br>Espec. N° | Resultado   | Indicador  | Actual | Meta Final                    | Resultados Parciales |            |
|-----------------------|---|--|--------|-------------------------------|----------------------|------------|
|                       |   |  |        |                               | Meta                 | Plazo      |
| 1                     | Identificación de fuentes primarias y secundarias de información validada                                   | Base de datos con información obtenida y validada                                  | 100%   | Obtención de la base de datos | Base de datos        | 26/12/2011 |
|                       | Contacto representantes de Organizaciones Gubernamentales, Universidades e Institutos, Agentes Económicos y | Información sobre la situación actual del sector acuícola en la zona norte de país | 100%   | Realizada                     | Base de datos        | 30/01/2012 |





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

**PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL  
DE ARICA Y PARINACOTA**

**INFORME FINAL**

|          |   |   |      |                          |   |                   |
|----------|---|---|------|--------------------------|---|-------------------|
|          | Empresariado, que puedan influir en el desarrollo de la actividad acuícola.   |   |      |                          |   |                   |
|          | Obtener la cartografía necesaria para la identificación de áreas aptas para el ejercicio de la acuicultura en la región | Información Cartográfica que identifica los sectores donde se emplaza la acuicultura                                | 100% | Realizada                | Identificar todos los sectores                | <b>30/01/2012</b> |
|          | Análisis de la cartografía Hidrográfica en la cual se encuentran fijadas las AAA en la región                           | Bases de Datos con información georreferenciada y análisis espaciales según ámbito temáticos elaborados y evaluados | 100% | Realizada                | Base de datos                                 | <b>30/05/2012</b> |
|          | Análisis del ámbito técnico-administrativo de los macro sectores seleccionados  | Bases de Datos con información georreferenciada y análisis espaciales según ámbito temáticos elaborados y evaluados | 80%  | En proceso de evaluación | Base de datos                                 | <b>30/05/2012</b> |
|          | Análisis del ámbito técnico-logístico de los macro sectores seleccionados   | Bases de Datos con información georreferenciada y análisis espaciales según ámbito temáticos elaborados y evaluados | 80%  | En proceso de evaluación | Base de datos                                 | <b>30/05/2012</b> |
| <b>2</b> | Preparación y elaboración de Primer Informe de Avance   | Informe de Avance terminado   | 100% | Entregado                | Base de datos                                 | <b>30/01/2012</b> |
|          | Taller de socialización I   | Se mostrarán y discutirán los antecedentes recopilados en las diferentes instituciones, universitarias,             | 100% | Realizado                | Reunir a los sectores involucrados en el tema | <b>30/12/2011</b> |



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

**PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL  
DE ARICA Y PARINACOTA**

**INFORME FINAL**

|  |   |  |     |                          |                                   |                   |
|--|---|--|-----|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
|  |   | estatales o privadas relativa a la zona de estudio en sus aspectos ambientales, geográficos, logísticos, de infraestructura y aspectos legales para la identificación teórica de áreas potenciales.  |     |                          |                                   |                   |
|  | Análisis del ámbito oceanográfico y operacional de los macro sectores seleccionados | Caracterizar el sector del punto de vista oceanográfico. Considerando variables tales como:<br>-Corrientes<br>-temperatura<br>-refracción de ondas,<br>-granulometría<br>-oxígeno<br>-batimetría<br>-perfiles de salinidad, etc.             | 70% | En proceso de evaluación | Bases de Datos                    | <b>30/08/2012</b> |
|  | Análisis y prospección preliminar de los sectores seleccionados en terreno.         | Se realizará una prospección en terreno de los sectores seleccionados en gabinete de manera de generar una caracterización general de estos y determinar metodológicamente el número de estaciones de muestreo y criterio de representación. | 75% | En proceso de evaluación | Sectores identificados en terreno | <b>30/10/2012</b> |




|   |  |  |     |                          |  |            |
|---|--|--|-----|--------------------------|--|------------|
|   | Trabajo en terreno, registro de parámetros ambientales de los sectores seleccionados | Esta actividad contempla realizar, empleando la metodología de la CPS (caracterización Preliminar de Sitio) la determinación de estaciones de muestreo, batimetría, tipo de fondo, análisis y registro de muestras de los siguientes parámetros: temperatura, concentración de oxígeno disuelto, DBO, salinidad, turbidez, pH, coliformes totales y fecales. | 70% | En proceso de evaluación | Caracterización ambiental de los sectores seleccionados. | 30/10/2012 |
| 3 | Identificación de sitios   | Identificación de sitios en el mar que presenten condiciones favorables para el cultivo de peces, moluscos y/o algas   | 60% | En proceso de evaluación | -----  | 30/10/2012 |

### 5.2.- Resultados logrados a la Fecha:

Los resultados logrados incluyen el estudio estacional de las condiciones oceanográficas físico-químicas y biológicas, la caracterización de la calidad bacteriológica del agua, y la caracterización granulométrica y de la macrofauna del bentos de fondos blandos de las potenciales áreas apta para la acuicultura de la región de Arica y Parinacota.

Mediante la realización del estudio se concretaron los siguientes objetivos:

#### Objetivos Generales

|  |  |
|--|--|
| <br>ARICA Y PARINACOTA<br>GOBIERNO REGIONAL | <b>PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL<br/>         DE ARICA Y PARINACOTA</b> |
|  | <b>INFORME FINAL</b>   |

- Caracterizar estacionalmente las condiciones oceanográficas físico-químicas y biológicas en las localidades de Arica, Caleta Vítor y Camarones como potenciales áreas aptas para la acuicultura (AAA).
- Caracterizar estacionalmente el sedimento y la macrofauna de fondos blandos sublitorales en las localidades de Arica, Caleta Vítor y Camarones como potenciales áreas aptas para la acuicultura (AAA).

### **Objetivos específicos**

- Determinar la variabilidad espacial y temporal de las condiciones físicas y químicas imperantes en las localidades de Arica, Caleta Vítor y Camarones.
- Determinar la variabilidad espacial y temporal de la producción fitoplanctónica, zooplanctónica y de la calidad bacteriológica del agua en las localidades de Arica, Caleta Vítor y Camarones.
- Determinar la variabilidad espacial y temporal de la granulometría del sedimento y de la estructura de la comunidad macrobentónica submareal de fondos blandos en las localidades de Caleta Vítor, Camarones y Arica.

### **Material y Métodos**

#### **Área de estudio y muestreo**

El área de estudio correspondió a las localidades de Arica, Caleta Vítor y Camarones. En cada una de ellas, dentro del sector costero (<1 milla náutica) se dispusieron tres y cinco estaciones de muestreo para mediciones oceanográficas ambientales y de bentos, y biológicas respectivamente, las cuales fueron visitadas estacionalmente durante el periodo de otoño y de invierno, entre los días 28 y 29 de mayo y 9 y 10 de septiembre respectivamente (Figura 1).

En cada una de las estaciones se llevaron a cabo registros de las variables físicas y químicas utilizando un CTD. Mediante el uso de botellas oceanográficas Niskin se tomaron muestras de agua desde la superficie para determinar la abundancia y biomasa del fitoplancton, las muestras para el recuento fueron fijadas con una solución de lugol-acético 1%, y aquellas destinadas para la determinación de biomasa fueron almacenadas a 15°C para su traslado y análisis inmediato en el laboratorio. Las muestras de zooplancton se colectaron mediante arrastres verticales con una red WP-2 de 300 µm de malla equipada con medidor de flujo Hydrobios (modelo 438.110), el material colectado fue fijado con formalina al 5% neutralizada con bórax. Las muestras de sedimento se obtuvieron utilizando una draga tipo Emery de 0,025 m<sup>2</sup> de superficie. Cada muestra fue dividida para la determinación de granulometría y de la macrofauna. Para



ésta última los organismos fueron separados con un tamiz de 0,01 mm y fijados en formalina al 10%.

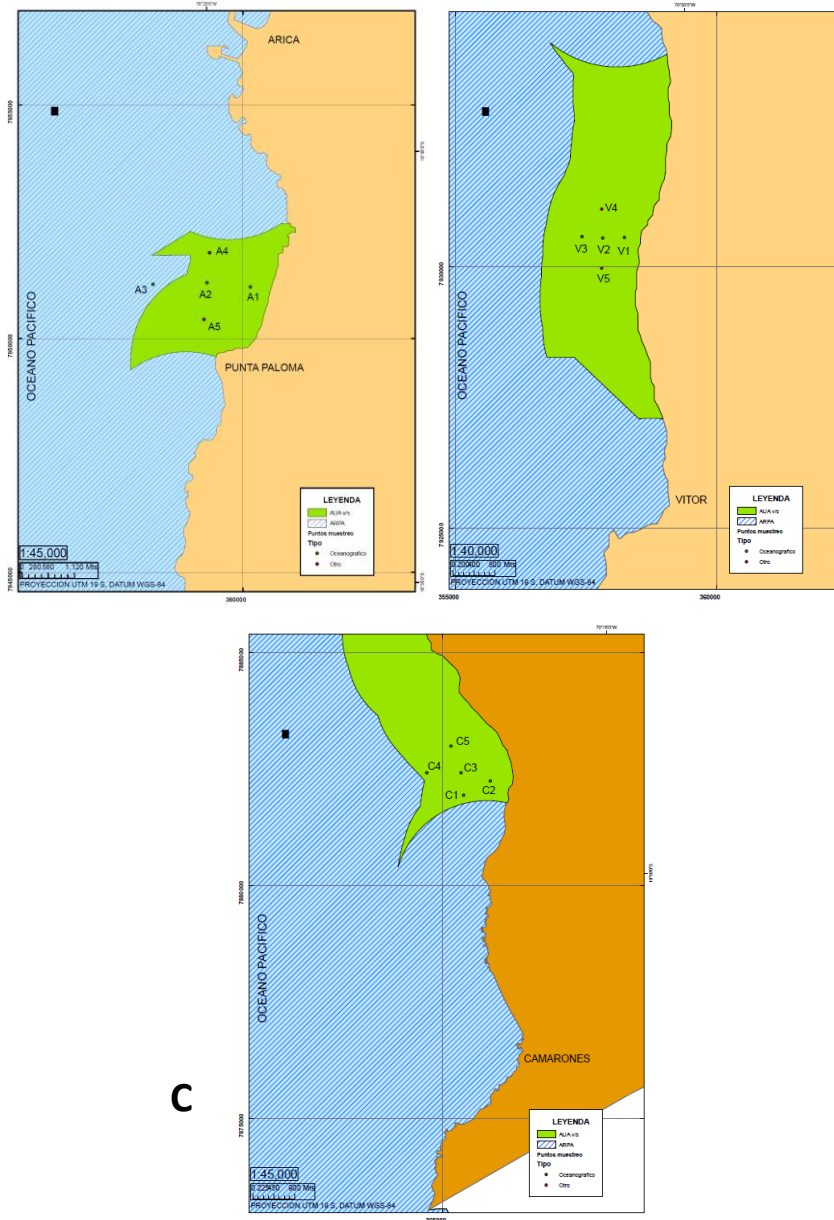



Figura 1. Posición de las estaciones de muestreo en cada una de las zonas seleccionadas como AAA. A: Arica, B: Caleta Vitor, C: Camarones.

|  |  |
|--|--|
| <br>ARICA Y PARINACOTA<br>GOBIERNO REGIONAL | <b>PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL<br/>         DE ARICA Y PARINACOTA</b> |
|  | <b>INFORME FINAL</b>   |

### **Análisis de información y muestras**

Los registros de las variables físicas y químicas fueron tabulados. La producción fitoplanctónica se representó a través de la abundancia y biomasa. El recuento de fitoplancton para estimar la abundancia se realizó de acuerdo a la metodología para microscopio invertido descrita por Sournia (1978) y Villafañe y Reid (1995). La biomasa fitoplanctónica, expresada en términos de la concentración de clorofila-a, se determinó según Parsons et al. (1984). La producción zooplanctónica se expresó mediante la biomasa zooplanctónica, la cual fue determinada con el método del desplazamiento de volúmenes húmedos (Yashnov, 1959) de zooplancton, estandarizando los resultados en ml/1000 m<sup>3</sup> de agua filtrada.


La granulometría se determinó mediante el método de tamizado en escala (Phi:Φ) y para la clasificación de las partículas se utilizó la escala geométrica de Wentworth (1922). La macrofauna fue identificada hasta el nivel específico. Para cada especie se calculó su abundancia en número (individuos/0,1 m<sup>2</sup>) y biomasa (gramos peso húmedo/0,1 m<sup>2</sup>).

### **Resultados**

#### **Condiciones oceanográficas Físicas y Químicas**

Durante el periodo de invierno la temperatura superficial del mar (TSM) fluctuó entre 15,6 y 17,3 °C, registrándose el máximo valor en Arica. En general, no se observaron grandes cambios en las TSMs entre las tres localidades. Una condición similar se registró con la salinidad, la cual presentó valores extremos en superficie de 34,821 y 34,959 (ups). El pH superficial varió entre 7,7 y 8,1, y fue el parámetro que exhibió la menor variabilidad. Por su parte el oxígeno disuelto superficial estuvo entre 4,87 y 6,77 (mL O<sub>2</sub>/L), detectándose concentraciones inferiores a 5 mL O<sub>2</sub>/L sólo en la localidad de Camarones (Tabla 1).

En la componente vertical, los parámetros exhibieron una distribución típica para la zona. La temperatura evidenció una disminución con el aumento de la profundidad, registrándose una leve termoclina entre la superficie y los 10 m de profundidad la cual fue más evidente en Caleta Vitor, además en las tres localidades se observó el aumento de la temperatura en la estación 3 (Figura 2). Respecto de la salinidad, la distribución vertical de esta variable por lo general es errática, dada la mezcla de masas de agua que se producen sobre todo en el estrato superficial. No obstante, los valores permiten sugerir la presencia de Agua Ecuatorial Subsuperficial (AEES) (34,8-34,9), la cual indica la presencia de aguas subsuperficiales que ascienden con los eventos de surgencia. De igual manera que con la temperatura, las mayores salinidades se registraron en la estación 3 (Figura 3).

|  |  |
|--|--|
| <br>ARICA Y PARINACOTA<br>GOBIERNO REGIONAL | <b>PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL<br/>         DE ARICA Y PARINACOTA</b> |
|  | <b>INFORME FINAL</b>   |

El oxígeno disuelto evidenció una fuerte disminución con la profundidad, lo cual se apreció con mayor claridad en las localidades de Caleta Vitor y Camarones. No se detectaron concentraciones menores a 1 mL O<sub>2</sub>/L, lo que indica que el límite superficial de la zona de mínima concentración de oxígeno se encontraba bajo los 50 m de profundidad (Figura 4). Sin embargo, cabe destacar que en las regiones de surgencia costera bajos valores de oxígeno disuelto son también un indicador de la ocurrencia del proceso, debido a que el AESS asociada a dichos eventos es un agua con pobre contenido de este gas, de tal manera que combinando los valores registrados bajo los 10 m de profundidad más las salinidades es posible sugerir que las tres localidades se encontraron influenciadas por el afloramiento de aguas subsuperficiales.

El pH, dentro de un rango muy restringido, presentó también una disminución de los valores con la profundidad (Figura 5). Hay que tener en cuenta que los valores de pH en el océano siempre son muy estables debido a la existencia de mecanismos de regulación propios del agua de mar, que impiden que éste escape de los rangos normales, especialmente hacia niveles de acidificación que generan alteración del metabolismo de los organismos. No obstante, los valores más bajos (~7) pueden indicar la presencia de procesos de oxidación de materia orgánica, lo cual es normal para la zona debido a la gran producción planctónica que existe en el lugar.

En relación a la penetración de la luz, medida como la profundidad de la zona eufótica (ZE), ésta fluctuó entre 15 y 20 m de profundidad (Tabla 1), indicando que las condiciones de iluminación adecuados para el crecimiento del fitoplancton, en el estrato superficial del océano, no presentaron mayor variabilidad (Figura 6).

Las condiciones oceanográficas físico-químicas registradas durante las campañas en las portenciales AAA son propias de la región, identificándose, a través de los valores de temperatura, salinidad y oxígeno, la presencia de afloramiento de aguas subsuperficiales. Si bien estos procesos de surgencia promueven una alta producción planctónica, debido al aporte que realizan de nutrientes a la zona eufótica, también generan una disminución del oxígeno disuelto en la columna de agua, observándose, como en esta ocasión, concentraciones de este gas inferiores a 2 mL O<sub>2</sub>/L desde los 15 m de profundidad. Esta situación afecta la distribución vertical de muchos organismos, incluyendo recursos pelágicos, los cuales habitualmente se concentran en los estratos superficiales de la columna de agua. Por lo anterior, este parámetro y su variabilidad resulta fundamental de ser monitoreado, ya que puede afectar el desarrollo del cultivo de moluscos y peces, principalmente.



Tabla 1. Parámetros físico-químicos registrados durante la campaña de invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en las localidades de Arica, Caleta Vitor y Camarones. T: temperatura, S: salinidad, OD: oxígeno disuelto, ZE: zona eufótica.

| LOCALIDAD | ESTACION     | PROFUNDIDAD (m) | T (°C) | S (ups) | pH     | OD (mL/L) | ZE (m) |      |
|-----------|--------------|-----------------|--------|---------|--------|-----------|--------|------|
| ARICA     | 1            | 0               | 16,3   | 34,871  | 8,03   | 5,66      | 15,0   |      |
|           |              | 5               | 15,7   | 34,851  | 8,02   | 5,47      |        |      |
|           |              | 10              | 15,5   | 34,838  | 8,02   | 5,72      |        |      |
|           | 2            | 0               | 17,3   | 34,899  | 8,11   | 5,84      | 17,5   |      |
|           |              | 5               | 16,4   | 34,876  | 8,09   | 5,45      |        |      |
|           |              | 10              | 15,4   | 34,853  | 8,02   | 4,91      |        |      |
|           |              | 25              | 14,4   | 34,829  | 7,99   | 3,74      |        |      |
|           | 3            | 0               | 17,2   | 34,919  | 8,06   | 5,95      | 15,0   |      |
|           |              | 5               | 16,5   | 34,896  | 8,06   | 5,32      |        |      |
|           |              | 10              | 16,0   | 34,893  | 8,01   | 4,83      |        |      |
|           |              | 25              | 15,7   | 34,891  | 7,95   | 3,44      |        |      |
|           |              | 50              | 14,3   | 34,850  | 7,97   | 1,07      |        |      |
|           | CALETA VITOR | 1               | 0      | 15,8    | 34,881 | 7,93      | 6,27   | 17,0 |
|           |              |                 | 5      | 14,7    | 34,870 | 7,81      | 5,88   |      |
|           |              |                 | 10     | 14,5    | 34,859 | 7,57      | 2,82   |      |
| 2         |              | 0               | 16,0   | 34,901  | 7,77   | 6,22      | 19,0   |      |
|           |              | 5               | 15,7   | 34,890  | 7,79   | 5,55      |        |      |
|           |              | 10              | 14,8   | 34,879  | 7,80   | 2,19      |        |      |
|           |              | 25              | 14,1   | 34,851  | 7,81   | 1,25      |        |      |
| 3         |              | 0               | 16,9   | 34,959  | 7,93   | 6,77      | 17,5   |      |
|           |              | 5               | 15,8   | 34,924  | 7,92   | 5,71      |        |      |
|           |              | 10              | 14,9   | 34,910  | 7,87   | 2,43      |        |      |
|           |              | 25              | 14,6   | 34,880  | 7,82   | 1,33      |        |      |
|           |              | 50              | 14,0   | 34,880  | 7,84   | 1,00      |        |      |
| CAMARONES |              | 1               | 0      | 15,6    | 34,821 | 7,72      | 5,29   | 17,5 |
|           |              |                 | 5      | 15,2    | 34,820 | 7,67      | 5,02   |      |
|           |              |                 | 10     | 15,0    | 34,812 | 7,56      | 3,82   |      |
|           | 2            | 0               | 15,7   | 34,829  | 7,80   | 5,11      | 20,0   |      |
|           |              | 5               | 15,4   | 34,825  | 7,76   | 4,78      |        |      |
|           |              | 10              | 15,2   | 34,821  | 7,71   | 3,05      |        |      |
|           |              | 25              | 14,4   | 34,811  | 7,75   | 2,40      |        |      |
|           | 3            | 0               | 16,1   | 34,859  | 7,81   | 4,87      | 17,5   |      |
|           |              | 5               | 15,8   | 34,850  | 7,77   | 3,91      |        |      |
|           |              | 10              | 15,5   | 34,849  | 7,76   | 2,55      |        |      |
|           |              | 25              | 14,8   | 34,841  | 7,72   | 1,68      |        |      |
|           |              | 50              | 13,8   | 34,849  | 7,70   | 1,32      |        |      |



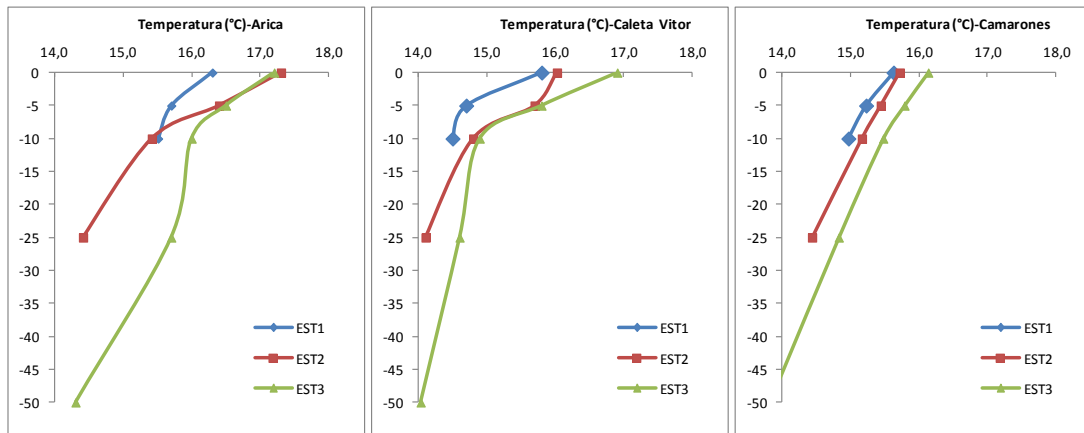


Figura 2. Distribución vertical de la Temperatura (°C) durante la campaña de invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en las localidades de Arica, Caleta Vitor y Camarones.

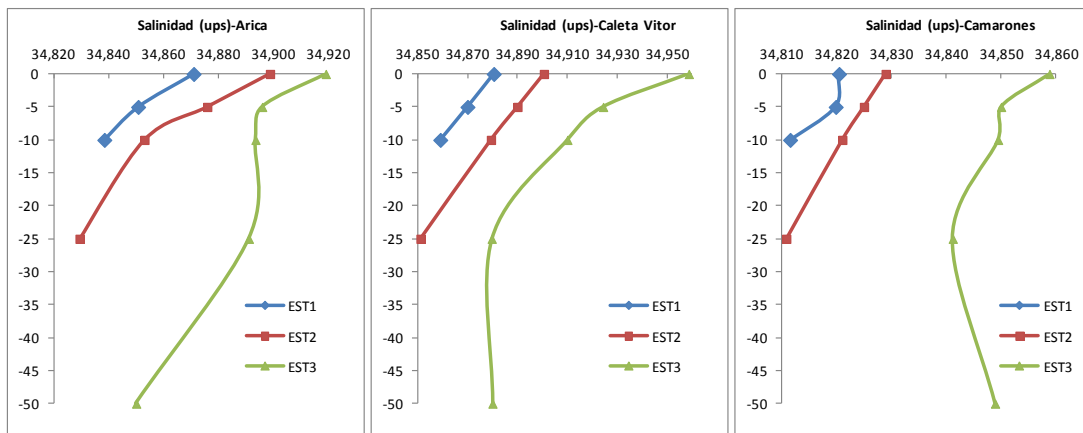


Figura 3. Distribución vertical de la Salinidad (ups) durante la campaña de invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en las localidades de Arica, Caleta Vitor y Camarones.

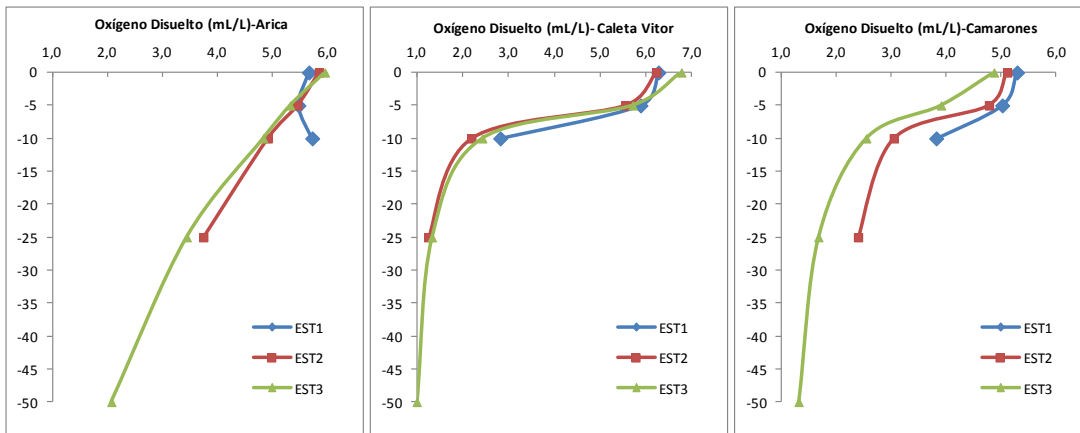


Figura 4. Distribución vertical del Oxígeno Disuelto (mL O<sub>2</sub>/L) durante la campaña de invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en las localidades de Arica, Caleta Vitor y Camarones.

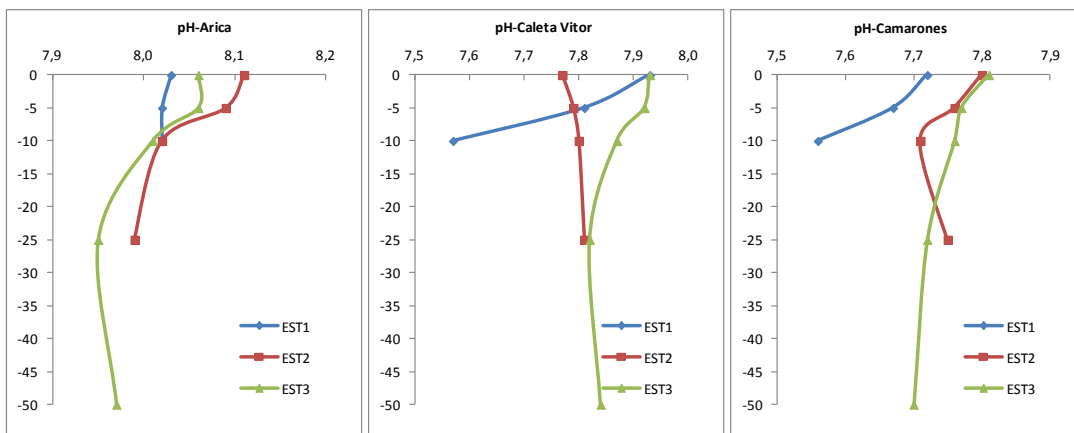


Figura 5. Distribución vertical del pH durante la campaña de invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en las localidades de Arica, Caleta Vitor y Camarones.

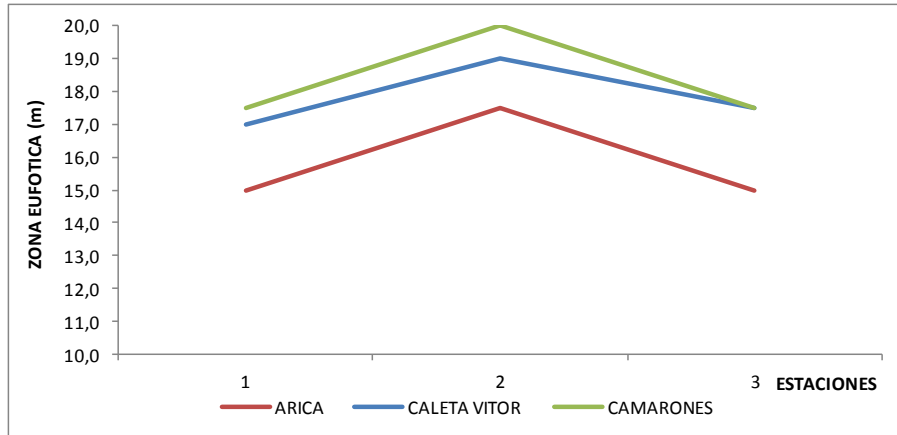


Figura 6. Variación de la profundidad de la Zona Eufótica (m) durante la campaña de invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en las localidades de Arica, Caleta Vitor y Camarones.

### Producción Fitoplanctónica

La abundancia del fitoplancton fluctuó entre 238,7 y 1.317 cél/mL durante otoño, y entre 201,8 y 1.759 cél/mL en invierno, mientras que la biomasa, expresada en términos de la concentración de clorofila-a, presentó valores extremos de 8,59 y 32,51  $\mu\text{g Cl-a/L}$  en otoño, y de 1,66 y 5,57  $\mu\text{g Cl-a/L}$  en la época de invierno (Tabla 2).

Tabla 2. Abundancia (Cél/mL) y biomasa fitoplanctónica ( $\mu\text{g Cl-a/L}$ ) superficial registrados durante las campañas de otoño (28 y 29 de mayo de 2013) y de invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en Arica, Caleta Vitor y Camarones.

| LOCALIDAD    | ABUNDANCIA (Cél/mL) |        |          |        | BIOMASA ( $\mu\text{gCl-a/L}$ ) |       |          |      |
|--------------|---------------------|--------|----------|--------|---------------------------------|-------|----------|------|
|              | OTOÑO               |        | INVIERNO |        | OTOÑO                           |       | INVIERNO |      |
|              | MIN                 | MAX    | MIN      | MAX    | MIN                             | MAX   | MIN      | MAX  |
| Arica        | 158,4               | 535,5  | 988,4    | 1759,0 | 13,42                           | 19,99 | 2,71     | 5,57 |
| Caleta Vitor | 728,5               | 1317,0 | 313,4    | 896,0  | 15,88                           | 32,51 | 1,66     | 4,99 |
| Camarones    | 238,7               | 352,3  | 201,8    | 473,2  | 8,59                            | 13,32 | 1,92     | 5,05 |



En general, los valores de ambos indicadores de producción fitoplanctónica se mantuvieron bastante homogéneos dentro de las localidades y en los dos periodos de muestreo. Caleta Vitor durante otoño fue la zona que exhibió las mayores abundancias y biomásas, mientras que en Camarones se detectaron las menores magnitudes (Figura 7). Durante el invierno la condición de homogeneidad entre las estaciones de muestreo fue más evidente, siendo Arica la localidad que exhibió las mayores magnitudes, casi todas superiores a 1.000 cél/mL (Figura 8).

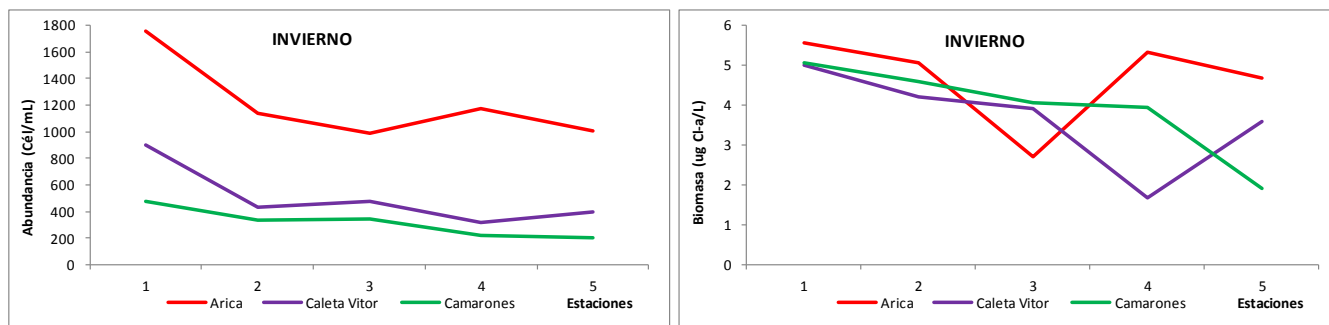


Figura 7. Abundancia (Cél/mL) (panel izquierdo) y biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) (panel derecho) registrada por estación de muestreo durante otoño (28 y 29 de mayo de 2013) en Arica, Caleta Vitor y Camarones.

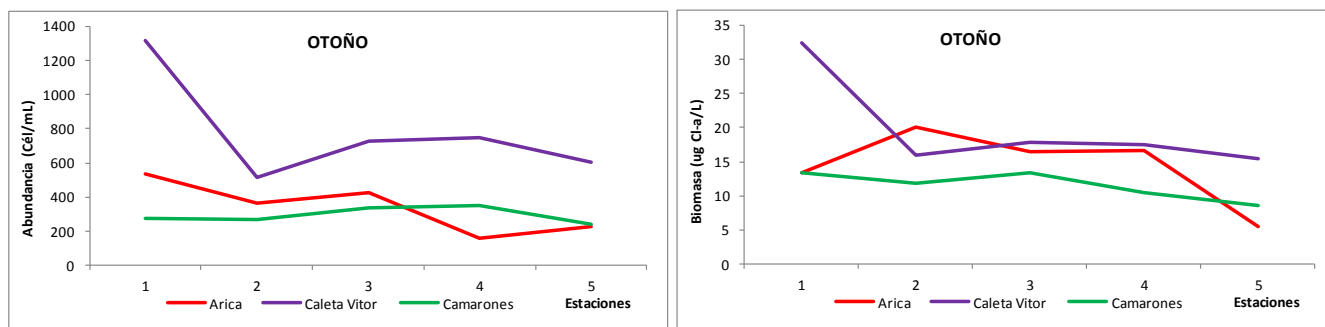


Figura 8. Abundancia (Cél/mL) (panel izquierdo) y biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) (panel derecho) registrada por estación de muestreo durante invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en Arica, Caleta Vitor y Camarones.

La condición de homogeneidad en la distribución superficial de los valores se debe a las dimensiones del área sometida a muestreo, ya que este grupo planctónico se distribuye superficialmente en parches que pueden alcanzar kilómetros, manteniendo una concentración similar. Grandes diferencias pueden ser observadas cuando se trabaja en un gradiente costa-océano que comprende distancias de la costa que superan las 10 millas náuticas. Por otra parte, los mayores valores detectados en otoño se deben a una condición propia de la zona y de la región, la cual se encuentra sometida a un proceso físico denominado surgencia costera que condiciona el ambiente para el crecimiento del

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| <br>ARICA Y PARINACOTA<br>GOBIERNO REGIONAL | PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE ARICA Y PARINACOTA |  |  |  |  |
|  | INFORME FINAL  |  |  |  |  |

fitoplancton. Este proceso tiene una señal anual asociada a la estacionalidad, y en otoño comienza su periodo de relajación el cual se manifiesta de lleno en invierno, para nuevamente volver a intensificarse y alcanzar el máximo en primavera y verano.

Esto conlleva a las magnitudes registradas de ambos parámetros, abundancia y biomasa, los cuales son propios de la zona y responden a las condiciones oceanográficas impuestas por los eventos de surgencia. Al respecto es importante recalcar que si bien se observó variabilidad entre los dos periodos de muestreo, tanto la abundancia como la biomasa fitoplanctónica se mantuvieron altas, ya que superaron siempre las 100 cél/mL y los 0,5 µg Cl-a/L respectivamente, valores considerados límites dentro del contexto de la definición de áreas biológicamente productivas.

Lo anterior implica, tomando en cuenta además otros antecedentes de la zona, que el sistema presenta durante todo el año una producción primaria (fitoplancton) alta. Este grupo constituye la base de las cadenas tróficas pelágicas en el sistema de surgencia costera de la zona norte de Chile, y constituyen el alimento principal del zooplancton herbívoro, razón por la cual también se detectaron altas biomásas de ese componente.

En este sentido, si se considera que el fitoplancton es la base alimenticia de varios organismos, luego como potencial oferta ambiental de alimento de las especies en cultivo, desde este punto de vista, las zonas resultan aptas para el desarrollo de esta actividad.

### Producción Zooplanctónica

La biomasa zooplanctónica durante otoño fluctuó entre un mínimo de 722,2 y un máximo de 4216,2 mL/1000 m<sup>3</sup>, ambos valores registrados en Arica, y en el periodo de invierno presentó valores extremos de 1396,9 y 3201,3 mL/1000 m<sup>3</sup> (Tabla 3).

Tabla 3. Biomasa zooplanctónica (mL/1000 m<sup>3</sup>) por estación durante el periodo de otoño (28 y 29 de mayo de 2013) e invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en Arica, Caleta Vitor y Camarones.

| CAMPAÑA  | LOCALIDAD    | ESTACIONES |        |        |        |        | PROMEDIO      |
|----------|--------------|------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
|          |              | 1          | 2      | 3      | 4      | 5      |               |
| OTOÑO    | Arica        | 722,2      | 3616,8 | 4216,2 | 2768,9 | 2169,5 | 2698,7±1354,4 |
|          | Caleta Vitor | 2166,5     | 1805,4 | 1805,4 | 1805,4 | 1444,3 | 1805,4±255,3  |
|          | Camarones    | 1805,4     | 2166,5 | 1805,5 | 2104,2 | 1669,2 | 1910,2±214,1  |
| INVIERNO | Arica        | 1965,4     | 3201,3 | 2899,7 | 2089,6 | 1882,6 | 2698,7±600,9  |
|          | Caleta Vitor | 2062,7     | 1831,1 | 1880,1 | 1822,1 | 1396,9 | 1805,4±244,6  |
|          | Camarones    | 2626,1     | 1843,7 | 1846,5 | 2300,3 | 1663,2 | 1910,2±396,2  |



Comparativamente, al igual que con la producción fitoplanctónica, y observando los valores promedio por zona, también hubo bastante homogeneidad en los valores de las biomásas dentro de cada localidad y periodo de muestreo. No obstante, Arica, durante otoño presentó las mayores concentraciones de zooplancton y también mayor variabilidad (Figura 9).

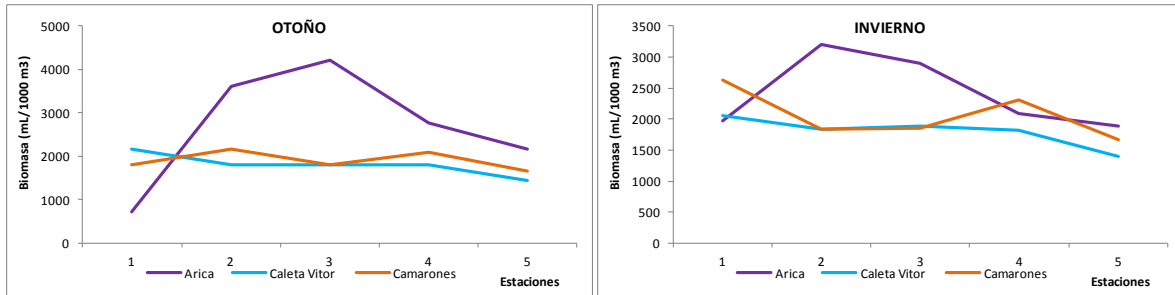


Figura 9. Biomasa zooplanctónica (mL/1000 m<sup>3</sup>) registrada por estación de muestreo durante otoño (28 y 29 de mayo de 2013) (panel izquierdo) y durante invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) (panel derecho) en Arica, Caleta Vitor y Camarones.

No obstante, cabe destacar que los valores de biomasa zooplanctónica registrados en las tres áreas son altos, ya que debido a la surgencia son zonas ricas en producción zooplanctónica. Esta alta concentración de zooplancton responde a que este grupo en la zona norte se encuentra conformado principalmente por organismos herbívoros, entre los cuales se pueden mencionar copépodos herbívoros y eufáusidos. Los copépodos generalmente dan cuenta de más del 50% de la abundancia total del zooplancton, y su éxito radicaría en que los eventos de surgencia favorecen el crecimiento, y así la disponibilidad, de fitoplancton, ejerciendo una fuerte presión de consumo sobre este grupo.

### Calidad Bacteriológica del Agua

Los resultados de los análisis de la calidad microbiológica del agua de ambas campañas se muestran en la Tabla 4. De ella se desprende que en general las zonas analizadas no presentan bacterias de origen intestinal en cantidad importante, no obstante la zona de Arica siempre mostró presencia de bacterias de origen intestinal en sus aguas, lo que obliga a ser considerado a la hora de elegir ese sitio para desarrollar un sistema de cultivo. La presencia de una muestra en Caleta Vitor con valores altos, se asocia a un problema de muestreo, ya que no se repitió este resultado en la siguiente campaña y, además, porque el área se encuentra exenta de toda actividad urbana e industrial que pudiese aportar con microorganismos de origen intestinal en una cantidad tan grande como para permitir mantener una contaminación microbiológica de esos niveles.

Tabla 4. Recuento de Coliformes Totales y Fecales (ufc/100 mL) por estación durante el periodo de otoño (28 y 29 de mayo de 2013) e invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en Arica, Caleta Vitor y Camarones.

| LOCALIDAD/<br>ESTACIÓN | CAMPAÑA OTOÑO DE 2013              |                                    | CAMPAÑA INVIERNO DE 2013           |                                    |
|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                        | Coliformes Totales<br>(ufc/100 mL) | Coliformes Fecales<br>(ufc/100 mL) | Coliformes Totales<br>(ufc/100 mL) | Coliformes Fecales<br>(ufc/100 mL) |
| Arica 1                | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           |
| Arica 2                | Negativo                           | Negativo                           | 130                                | 45                                 |
| Arica 3                | 140                                | 78                                 | Negativo                           | Negativo                           |
| Arica 4                | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           |
| Arica 5                | 110                                | 7,8                                | 9,3                                | <1,8                               |
| Caleta Vitor 1         | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           |
| Caleta Vitor 2         | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           |
| Caleta Vitor 3         | 4000                               | 4000                               | Negativo                           | Negativo                           |
| Caleta Vitor 4         | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           |
| Caleta Vitor 5         | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           |
| Camarones 1            | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           |
| Camarones 2            | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           |
| Camarones 3            | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           |
| Camarones 4            | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           |
| Camarones 5            | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           | Negativo                           |

### Estructura granulométrica de los sedimentos fondos blandos sublitorales

Durante la campaña de otoño, en la localidad de Arica la granulometría evidenció la presencia de arena, con un diámetro de partícula de 2,0 mm, y limo grueso (0,031 mm). El mayor porcentaje se observó en el tamaño de partícula tipo arena fina (32,7%) y el menor fue de granos de limo grueso (0,26 %). En Caleta Vitor se determinó una estructura granulométrica típica de arenas medianas (0,5 mm) y arenas muy fina (0,063 mm), abarcando con el mayor porcentaje las partículas tipo arenas medianas (55,61%) y con el menor los granos de arena muy fina (2,40%). Caleta Camarones se caracterizó por presentar una granulometría distribuida entre arenas medianas (0,250 mm de diámetro de partícula) y arena muy fina (0,063 mm). En esta localidad el mayor porcentaje se observó en el tamaño de partícula tipo arenas finas (58,6%) y el menor en arenas medianas (1,13%) (Tabla 5).



Tabla 5. Estructura granulométrica de los fondos blandos sublitorales durante el periodo de otoño (28 y 29 de mayo de 2013) en Arica, Caleta Vitor y Camarones.

Tabla 1. Granulometría sedimentos AAA Caletas Vitor, Camarones y Arica, época de otoño.

| ESTACIONES | AAA       | CAMARONES    | %     | VITOR        | %     | ARICA        | %     |
|------------|-----------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
|            |           | peso seco(g) |       | peso seco(g) |       | peso seco(g) |       |
| Grava      | >         | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
|            | 16,000 mm | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| Guijarro   | -4,0 phi  | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| Medio      | 8,000 mm  | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| Guijarro   | -3,0 phi  | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| pequeño    | 4,000 mm  | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| Granulo    | -2,0 phi  | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| arena      | 2,000 mm  | -            | -     | -            | -     | 10,36        | 11,01 |
| Arena      | -1,0 phi  | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| Muy Gruesa | 1,000 mm  | -            | -     | -            | -     | 10,94        | 11,62 |
| Arena      | 0,0 phi   | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| Gruesa     | 0,500 mm  | -            | -     | 7            | 9,69  | 15,00        | 15,94 |
| Arena      | 1,0 phi   | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| Mediana    | 0,250 mm  | 0,63         | 1,13  | 39,95        | 55,61 | 16,91        | 17,96 |
| Arena      | 2,0 phi   | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| Fina       | 0,125 mm  | 32,40        | 58,01 | 23           | 31,67 | 30,80        | 32,72 |
| Arena      | 3,0 phi   | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| muy Fina   | 0,063 mm  | 22,22        | 39,77 | 1,72         | 2,40  | 9,88         | 10,50 |
| Limo       | 4,0 phi   | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| Grueso     | 0,031 mm  | -            | -     | -            | -     | 0,25         | 0,26  |
| Limo       | 5,0 phi   | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| arcilla    | 0,0156 mm | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
|            | 6,0 phi   | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
| Arcilla    | 0,0038 mm | -            | -     | -            | -     | -            | -     |
|            | 8,0 phi   | -            | -     | -            | -     | -            | -     |

Durante el invierno, en Arica la granulometría se encontró distribuida entre arena muy gruesa (2,0 mm) y limo grueso (0,031 mm). El tamaño de partícula tipo arenas finas aportó el mayor porcentaje (64%) y la categoría arena mediana aportó con sólo el 0,89%. En Caleta Vitor la estructura granulométrica evidenció la presencia de tamaños de granos entre arena muy gruesa (1,0 mm) y limo (0,031mm), encontrándose el mayor porcentaje en el tamaño de partícula de arenas finas (72%) y arenas medianas (74,7%). En Caleta Camarones la granulometría se encontró distribuida entre arenas gruesas (0,500 mm) y limo (0,031 mm). El mayor porcentaje se observó en el tamaño de partícula tipo arenas finas (43%) y el menor en arenas gruesas (0,47%) (Tabla 6).





Tabla 6. Estructura granulométrica de los fondos blandos sublitorales durante el periodo de invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en Arica, Caleta Vitor y Camarones.

Tabla 5. Granulometría sedimentos AAA Caletas Vitor, Camarones y Arica, época de invierno

| ESTACIONES | AAA         | V-1          |        | V-2          |        | CA-1         |         | CA-2         |        | A-1          |        | A-2          |        |
|------------|-------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|---------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
|            |             | peso seco(g) | %      | peso seco(g) | %      | peso seco(g) | %       | peso seco(g) | %      | peso seco(g) | %      | peso seco(g) | %      |
| Grava      | > 16,000 mm |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| Guijarro   | -4,0 phi    |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| Medio      | 8,000 mm    |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| Guijarro   | -3,0 phi    |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| pequeño    | 4,000 mm    |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| Granulo    | -2,0 phi    |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| arena      | 2,000 mm    |              |        |              |        |              |         |              |        | 4,982        | 1,6262 |              |        |
| Arena      | -1,0 phi    |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| Muy Gruesa | 1,000 mm    | 1,832        | 0,4775 | 1,82         | 0,3711 |              |         |              |        | 12,867       | 4,1999 |              |        |
| Arena      | 0,0 phi     |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| Gruesa     | 0,500 mm    | 4,143        | 1,0798 | 20,025       | 4,0827 | 1,476        | 0,47615 |              |        | 17,43        | 5,6893 |              |        |
| Arena      | 1,0 phi     |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| Mediana    | 0,250 mm    | 16,332       | 4,2566 | 366,398      | 74,702 | 4,294        | 1,38523 | 3,302        | 1,0149 | 47,675       | 15,562 | 1,968        | 0,8922 |
| Arena      | 2,0 phi     |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| Fina       | 0,125 mm    | 278,653      | 72,624 | 100,362      | 20,462 | 134,572      | 43,4126 | 90,017       | 27,667 | 196,246      | 64,057 | 24,34        | 11,035 |
| Arena      | 3,0 phi     |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| muy Fina   | 0,063 mm    | 80,826       | 21,065 | 1,877        | 0,3827 | 165,299      | 53,325  | 222,129      | 68,273 | 25,222       | 8,2327 | 37,867       | 17,167 |
| Limo       | 4,0 phi     |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| Grueso     | 0,031 mm    | 1,905        | 0,4965 |              |        | 4,343        | 1,40104 | 9,906        | 3,0447 | 1,941        | 0,6336 | 58,976       | 26,738 |
| Limo       | 5,0 phi     |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| arcilla    | 0,0156 mm   |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        | 57,758       | 26,185 |
|            | 6,0 phi     |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |
| Arcilla    | 0,0038 mm   |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        | 39,665       | 17,983 |
|            | 8,0 phi     |              |        |              |        |              |         |              |        |              |        |              |        |

### Estructura de la comunidad macrobentónica submareal de fondos blandos

En otoño, Arica exhibió una composición faunística determinada por la presencia de 23 especies pertenecientes a los grupos Cnidaria, Mollusca, Crustacea, Echinodermata y Annelida. La abundancia total de la macrofauna fue de 341 ind/0,1 m<sup>2</sup>, y la especie más abundante, que representó el 60,7% de la fauna interticial en el área, fue el poliqueto *Prionospio peruana* con 207 ind/0,1 m<sup>2</sup>. En términos de biomasa, ésta alcanzó un de 39,7 g/0,1m<sup>2</sup> y la especie que realizó el mayor aporte porcentual (88,7%) fue el molusco *Prototaca taca*, con 34,9 g/0,1 m<sup>2</sup> (Tabla 7).

En Caleta Vitor se identificó un total de 10 especies de los grupos Mollusca, Crustacea, Cephalocordata y Annelida. La abundancia total de la macrofauna fue de 87 ind/0,1m<sup>2</sup>, y la especie más abundante (45 ind/0,1 m<sup>2</sup>) nuevamente correspondió a *Prionospio peruana*, que aportó un 51,7% al total de la abundancia. La biomasa total fue de 0,64 g/0,1 m<sup>2</sup>, encontrándose representadas por una especie del género *Paguro* sp., que representó el 38,1% de la biomasa total con 0,24 g/0,1m<sup>2</sup> (Tabla 8).

En Camarones también se identificaron 10 especies de los grupos Mollusca, Crustacea, Cephalocordata y Annelida. La abundancia total de la fauna interticial del área fue de 394 ind/0,1 m<sup>2</sup>. La especie más abundante correspondió a un Amphipodo, el cual alcanzó un máximo de 278 ind/0,1 m<sup>2</sup> equivalente al 70% del total. La biomasa total fue de 4,26

g/0,1m<sup>2</sup> y la especie que realizó el mayor aporte (51,7%) fue el molusco *Olivia* peruviiana con 2,2 g/0,1m<sup>2</sup> (Tabla 9).

Tabla 7. Estructura comunitaria de la macrofauna bentónica de los fondos blandos sublitorales durante el periodo de otoño (28 y 29 de mayo de 2013) en Arica.

| Tabla 4. Macrofauna de fondo blando submareal en AAA Arica otoño |                          |       |                             |       |
|--|--------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| Grupo  | NºInd./0,1m <sup>2</sup> | %     | Biomasa g/0,1m <sup>2</sup> | %     |
| <b>CNIDAREA</b>  |                          |       |                             |       |
| <i>Actinia</i> sp.   | 12                       | 3,52  | 0,727                       | 1,83  |
| <b>MOLLUSCA</b>  |                          |       |                             |       |
| <i>Nassarius gayi</i>  | 8                        | 2,35  | 0,952                       | 2,40  |
| <i>Nassarius dentifer</i>  | 2                        | 0,59  | 0,997                       | 2,51  |
| <i>Mytella unifasciata</i>                                       | 4                        | 1,17  | 0,797                       | 2,01  |
| <i>Prototaca thaca</i>   | 1                        | 0,29  | 34,969                      | 88,07 |
| <b>CRUSTACEA</b>   | 0                        | 0,00  | 0,000                       | 0,00  |
| Megalopa   | 4                        | 1,17  | 0,060                       | 0,15  |
| <i>Paguro</i> sp.  | 3                        | 0,88  | 0,064                       | 0,16  |
| <i>Pycnogonida</i>   | 1                        | 0,29  | 0,001                       | 0,00  |
| <b>ECHINODERMATA</b>   | 0                        | 0,00  | 0,000                       | 0,00  |
| Ophiuroidea  | 11                       | 3,23  | 0,021                       | 0,05  |
| <b>ANNELIDA</b>  |                          |       |                             |       |
| <i>Polychaeta</i>  |                          |       |                             |       |
| <i>Paraprionospio pinnata</i>                                    | 24                       | 7,04  | 0,099                       | 0,25  |
| <i>Prionospio peruana</i>  | 207                      | 60,70 | 0,128                       | 0,32  |
| <i>Branchiocapitella</i> sp.                                     | 15                       | 4,40  | 0,075                       | 0,19  |
| <i>Haploscolopus</i> sp.   | 16                       | 4,69  | 0,066                       | 0,17  |
| <i>Phyllodoce</i>  | 7                        | 2,05  | 0,007                       | 0,02  |
| <i>Nephtys magellanica</i>                                       | 4                        | 1,17  | 0,017                       | 0,04  |
| <i>Onuphis</i> .cf. <i>striata</i>                               | 3                        | 0,88  | 0,618                       | 1,56  |
| <i>Megalomma</i> sp.   | 1                        | 0,29  | 0,002                       | 0,00  |
| <i>Aricidea</i> .sp.   | 6                        | 1,76  | 0,004                       | 0,01  |
| <i>Magelona phyllysae</i>  | 2                        | 0,59  | 0,004                       | 0,01  |
| Polynoidae   | 2                        | 0,59  | 0,080                       | 0,20  |
| Pholoides  | 2                        | 0,59  | 0,004                       | 0,01  |
| Phyllodoce   | 5                        | 1,47  | 0,005                       | 0,01  |
| <i>Nercis dorsolobata</i>  | 1                        | 0,29  | 0,011                       | 0,03  |
| <b>TOTALES</b>   | 341                      | 100   | 39,705                      | 100   |
| Nº Taxas   | 10                       |       |                             |       |



Tabla 8. Estructura comunitaria de la macrofauna bentónica de los fondos blandos sublitorales durante el periodo de otoño (28 y 29 de mayo de 2013) en Caleta Vitor.


Tabla 3. Macrofauna de fondo blando en AAA caleta Vitor epoca de otoño.

| Grupo                      | NºInd/0,1m <sup>2</sup> | %     | biomasa g/0,1m <sup>2</sup> | %     |
|----------------------------|-------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| <b>MOLLUSCA</b>            |                         |       |                             |       |
| <i>Nassarius gayi</i>      | 2                       | 2,30  | 0,059                       | 9,09  |
| <i>Ennucula grayi</i>      | 2                       | 2,30  | 0,021                       | 3,20  |
| <b>CRUSTACEA</b>           |                         |       |                             |       |
| <i>Paguro sp</i>           | 1                       | 1,15  | 0,245                       | 38,10 |
| <i>Megalopa</i>            | 1                       | 1,15  | 0,003                       | 0,43  |
| <b>CEPHALOCHORDATA</b>     |                         |       |                             |       |
| <i>Amphioxus</i>           | 18                      | 20,69 | 0,071                       | 11,06 |
| <b>ANNELIDA</b>            |                         |       |                             |       |
| <i>Polychaeta</i>          |                         |       |                             |       |
| <i>Prionospio peruana</i>  | 45                      | 51,72 | 0,146                       | 22,71 |
| <i>Goniada sp.</i>         | 3                       | 3,45  | 0,015                       | 2,36  |
| <i>Nephtys magellanica</i> | 3                       | 3,45  | 0,069                       | 10,64 |
| <i>Ampharetidae</i>        | 9                       | 10,34 | 0,014                       | 2,19  |
| <i>Ancistrosyllis</i>      | 3                       | 3,45  | 0,001                       | 0,22  |
| TOTALES                    | 87                      | 100   | 0,6438                      | 100   |
| Nº de Taxas                | 10                      |       |                             |       |

Tabla 9. Estructura comunitaria de la macrofauna bentónica de los fondos blandos sublitorales durante el periodo de otoño (28 y 29 de mayo de 2013) en Camarones.

Tabla 2. Macrofauna de fondo blando submareal en AAA Camarones epoca de otoño.

|                            | NºInd/0,1m <sup>2</sup> | %     | Biomasa g/0,1m <sup>2</sup> | %     |
|----------------------------|-------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| <b>MOLLUSCA</b>            |                         |       |                             |       |
| <i>Polinices uber</i>      | 1                       | 0,25  | 1,448                       | 33,96 |
| <i>Oliva peruviana</i>     | 1                       | 0,25  | 2,206                       | 51,75 |
| <i>Mulinia edulis</i>      | 3                       | 0,76  | 0,026                       | 0,61  |
| <b>CRUSTACEA</b>           |                         |       |                             |       |
| Mysedacea                  | 2                       | 0,51  | 0,004                       | 0,09  |
| <b>CEPHALOCHORDATA</b>     |                         |       |                             |       |
| <i>Amphioxus</i>           | 5                       | 1,27  | 0,007                       | 0,17  |
| <b>ANNELIDA</b>            |                         |       |                             |       |
| <i>Polychaeta</i>          |                         |       |                             |       |
| <i>Prionospio peruana</i>  | 88                      | 22,34 | 0,215                       | 5,04  |
| <i>Spiophanes bombyx</i>   | 8                       | 2,03  | 0,020                       | 0,47  |
| <i>Nephtys magellanica</i> | 5                       | 1,27  | 0,005                       | 0,12  |
| <i>Aricidea sp.</i>        | 3                       | 0,76  | 0,002                       | 0,05  |
| Totales                    | 116                     | 29    | 3,933                       | 92,26 |
| Nº Taxas                   | 10                      |       |                             |       |

|  |  |
|--|--|
| <br>ARICA Y PARINACOTA<br>GOBIERNO REGIONAL | <b>PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL<br/>         DE ARICA Y PARINACOTA</b> |
|  | <b>INFORME FINAL</b>   |

Durante la campaña de invierno, en Arica la composición faunística estuvo representada por 16 especies pertenecientes a los grupos Mollusca, Annelida, Crustacea y Echinodermata. La abundancia total fue de 561 ind/0,1 m<sup>2</sup> en la estación 1 y 523 ind/0,1 m<sup>2</sup> en la estación 2. La especie más abundante correspondió al poliqueto *Prionospio peruana*, el cual exhibió un total de 507 ind/0,1 m<sup>2</sup> en la estación 1, y 500 ind/0,1 m<sup>2</sup> en la estación 2, equivalentes a un aporte del 90,37% y 95,6% respectivamente. La biomasa total fue de 0,63 g/0,1 m<sup>2</sup> y 2,24 g/0,1 m<sup>2</sup> en las estaciones 1 y 2 respectivamente, y la especie que realizó el mayor aporte fue el molusco *Nassarius dentifer* con 0,25 g/0,1 m<sup>2</sup> (39,6%) en la estación 1 y 1,77 g/0,1 m<sup>2</sup> (79,1%) en la estación 2 (Tabla 10).

En Caleta Vítor se identificaron 11 especies de los grupos Mollusca, Annelida y Crustacea. La abundancia total en la estación 1 alcanzó a 14 ind/0,1 m<sup>2</sup> y en la estación 2 fue de 554 ind/0,1 m<sup>2</sup>. En la estación 1 la especie más abundante fue el poliqueto *Nephtys magallanica* con 8 ind/0,1 m<sup>2</sup> y una contribución porcentual de 57,1%. En la estación 2 una especie de Amphipoda presentó una abundancia de 524 ind/0,1 m<sup>2</sup>, equivalente al 94,5% del total. En términos de biomasa, se registró un total de 0,15 g/0,1 m<sup>2</sup> en la estación 1, y de 2,65 g/0,1 m<sup>2</sup> en la estación 2. Las especies que exhibieron los mayores aportes fueron *Nephtys magallanica* (96,2%) en la estación 1, y *Nassarius gayi* (50,4 %) en la estación 2 (Tabla 11).

En Camarones se identificaron 8 especies de los grupos Mollusca, Crustacea, Annelida y Cephalocordata. La abundancia total en la estación 1 fue de 135 ind/0,1 m<sup>2</sup>, y la especie más abundante fue un Amphipodo que alcanzó 54 ind/0,1 m<sup>2</sup> (40%). En la estación 2 la abundancia total fue de 150 ind/0,1 m<sup>2</sup> y la misma especie de amphipodo alcanzó un total de 110 ind/0,1 m<sup>2</sup>, realizando un aporte del 73,3%. La biomasa total fue 3,39 g/0,1 m<sup>2</sup> en la estación 1, y 7,75 g/0,1 m<sup>2</sup> en la estación. Las especies más importantes, por sus aportes a la biomasa total, fueron *Oliva peruviana* con 3,14 g/0,1 m<sup>2</sup> (92,6%) en la estación 1, y *Nassarius gayi* con 4,88 g/0,1 m<sup>2</sup> (62,9 %) en la estación 2 (Tabla 12).



Tabla 10. Estructura comunitaria de la macrofauna bentónica de los fondos blandos sublitorales durante el periodo de invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en Arica.

| Tabla 8..Macrofauna de fondo blando en AAA caleta Arica epoca de invierno |                          |       |                     |       |                          |       |                     |       |
|---|--------------------------|-------|---------------------|-------|--------------------------|-------|---------------------|-------|
| Grupo/Especies  | A-1                      |       |                     |       | A-2                      |       |                     |       |
|   | Nº Ind/0,1m <sup>2</sup> | %     | g/0,1m <sup>2</sup> | %     | Nº Ind/0,1m <sup>2</sup> | %     | g/0,1m <sup>2</sup> | %     |
| <b>MOLLUSCA</b>   |                          |       |                     |       |                          |       |                     |       |
| Nassarius gayi  | 3                        | 0,53  | 0,05                | 8,28  |                          |       |                     |       |
| Nassarius dentifer  | 1                        | 0,18  | 0,25                | 39,64 | 3                        | 0,57  | 1,77                | 79,11 |
| Mitrella unifasciata  |                          |       |                     |       | 1                        | 0,19  | 0,13                | 5,82  |
| Caecum chilense   | 9                        | 1,60  | 0,01                | 1,57  | 4                        | 0,76  | 0,00                | 0,21  |
| Mulinea edulis  | 1                        | 0,18  | 0,01                | 1,61  |                          |       |                     |       |
| <b>ANNELIDA</b>   |                          |       |                     |       |                          |       |                     |       |
| Prionospio peruana  | 507                      | 90,37 | 0,23                | 37,50 | 500                      | 95,60 | 0,29                | 12,93 |
| Haploscoloplos k  | 3                        | 0,53  | 0,01                | 1,41  |                          |       |                     |       |
| Tharyx of longisetosa   | 1                        | 0,18  | 0,00                | 0,22  | 1                        | 0,19  | 0,00                | 0,14  |
| Nephtys magellanica   | 6                        | 1,07  | 0,02                | 3,85  | 2                        | 0,38  | 0,01                | 0,51  |
| Goniada sp.   |                          |       |                     |       | 2                        | 0,38  | 0,01                | 0,27  |
| Megalomma sp.   |                          |       |                     |       | 6                        | 1,15  | 0,01                | 0,39  |
| Phyllochaetopterus  |                          |       |                     |       | 1                        | 0,19  | 0,00                | 0,09  |
| Tiposyllis sp.  |                          |       |                     |       | 1                        | 0,19  | 0,00                | 0,04  |
| Syllis sp.  | 6                        | 1,07  | 0,00                | 0,69  |                          |       |                     |       |
| Sabellidae  | 5                        | 0,89  | 0,00                | 0,66  |                          |       |                     |       |
| Phyllodocidae   | 3                        | 0,53  | 0,00                | 0,40  |                          |       |                     |       |
| Cossura chilensis   | 1                        | 0,18  | 0,00                | 0,10  |                          |       |                     |       |
| <b>CRUSTACEA</b>  |                          | 0,00  |                     |       |                          |       |                     |       |
| Pinnixa valdiviensis  |                          |       |                     |       | 1                        | 0,19  | 0,01                | 0,30  |
| Pagurus villosus  | 1                        | 0,18  | 0,01                | 1,41  |                          |       |                     |       |
| Amphipoda   | 5                        | 0,89  | 0,00                | 0,70  | 1                        | 0,19  | 0,00                | 0,19  |
| <b>ECHINODERMATA</b>  |                          |       |                     |       |                          |       |                     |       |
| Ophiuroidea   | 8                        | 1,43  | 0,01                | 1,65  |                          |       |                     |       |
| Pycnogonida   | 1                        | 0,18  | 0,00                | 0,32  |                          |       |                     |       |
| Totales   | 561                      | 100   | 0,63                | 100   | 523                      | 100   | 2,24                | 100   |
| Nº Taxas  | 16                       |       |                     |       | 12                       |       |                     |       |




Tabla 11. Estructura comunitaria de la macrofauna bentónica de los fondos blandos sublitorales durante el periodo de invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en Caleta Vitor.

| Tabla 7. Macrofauna de fondo blando en AAA caleta Vitor epoca de invierno |             |       |         |       |             |       |         |       |
|---|-------------|-------|---------|-------|-------------|-------|---------|-------|
| Grupo   | V-1         |       |         |       | V-2         |       |         |       |
|   | NºInd/0,1m² | %     | g/0,1m² | %     | NºInd/0,1m² | %     | g/0,1m² | %     |
| <b>MOLLUSCA</b>   |             |       |         |       |             |       |         |       |
| <i>Nassarius gayi</i>   |             |       |         |       | 1           | 0,18  | 1,34    | 50,46 |
| <i>Mulinia edulis</i>   |             |       |         |       | 10          | 1,81  | 0,11    | 4,21  |
| <b>NEMERTINA</b>  |             |       |         |       |             |       |         |       |
| Nemertino Ind   |             |       |         |       | 11          | 1,99  | 0,04    | 1,61  |
| <b>ANNELIDA</b>   |             |       |         |       |             |       |         |       |
| Polychaeta  |             |       |         |       |             |       |         |       |
| <i>Prionospio peruana</i>   | 4           | 28,57 | 0,004   | 2,50  |             |       |         |       |
| <i>Spiophanes bombix</i>  | 2           | 14,29 | 0,002   | 1,28  |             |       |         |       |
| <i>Nephtys magellanica</i>  | 8           | 57,14 | 0,150   | 96,22 |             |       |         |       |
| <b>CRUSTACEA</b>  |             |       |         |       |             |       |         |       |
| Amphipoda   | 2           | 14,29 | 0,004   | 2,43  | 524         | 94,58 | 0,44    | 16,58 |
| Mysidacea   | 2           | 14,29 | 0,004   | 2,43  |             | 0,00  |         |       |
| <i>Pagurus villosus</i>   |             |       |         |       | 6           | 1,08  | 0,71    | 26,88 |
| <i>Isopoda</i>  |             |       |         |       | 2           | 0,36  | 0,01    | 0,26  |
| TOTALES   | 14          | 100   | 0,1561  | 100   | 554         | 100   | 2,65    | 100   |
| Nº de Taxas   | 5           |       |         |       | 6           |       |         |       |

Tabla 12. Estructura comunitaria de la macrofauna bentónica de los fondos blandos sublitorales durante el periodo de invierno (9 y 10 de septiembre de 2013) en Camarones.

| Tabla 6..Macrofauna de fondo blando en AAA caleta Camarones epoca de invierno |              |       |          |       |              |       |          |       |
|---|--------------|-------|----------|-------|--------------|-------|----------|-------|
| Grupo /especies   | Estaciones   |       |          |       |              |       |          |       |
|   | CA-1         |       |          |       | CA-2         |       |          |       |
|   | Nº ind/0,1m² | %     | g/0,1 m² | %     | Nº ind/0,1m² | %     | g/0,1 m² | %     |
| <b>MOLLUSCA</b>   |              |       |          |       |              |       |          |       |
| <i>Nassarius gayi</i>   |              |       |          |       | 25           | 16,67 | 4,88     | 62,96 |
| <i>Nassarius dentifer</i>   |              |       |          |       | 9            | 6     | 2,57     | 33,18 |
| <i>Oliva Peruviana</i>  | 2            | 1,48  | 3,14     | 92,67 |              |       |          |       |
| <i>Mulinia edulis</i>   | 3            | 2,22  | 0,04     | 1,20  |              |       |          |       |
| <b>ANNELIDA</b>   |              |       |          |       |              |       |          |       |
| <i>Prionospio peruana</i>   | 50           | 37,04 | 0,06     | 1,75  | 27           | 18    | 0,025    | 0,32  |
| <i>Haploscoloplos</i>   |              |       |          |       | 4            | 2,67  | 0,019    | 0,24  |
| <i>Aricidea pigmentada</i>  | 7            | 5,19  | 0,00     | 0,14  |              |       |          |       |
| <i>Nephtys magellanica</i>  | 7            | 5,19  | 0,05     | 1,41  |              |       |          |       |
| <i>Lumbrineris Bifilaris</i>  |              |       |          |       | 1            | 0,67  |          |       |
| <i>Spiophanes bombix</i>  | 4            | 2,96  | 0,01     | 0,17  |              |       |          |       |
| <b>CRUSTACEA</b>  |              |       |          |       |              |       |          |       |
| <i>Pagurus villosus</i>   |              |       |          |       | 7            | 4,67  | 0,140    | 1,80  |
| Amphipoda   | 54           | 40    | 0,07     | 2,00  | 110          | 73,33 | 0,086    | 1,10  |
| <b>ECHINODERMATA</b>  |              |       |          |       |              |       |          |       |
| <b>Ophiuroidea</b>  |              |       |          |       | 1            | 0,67  | 0,030    | 0,39  |
| <b>CEPHALOCHORDATA</b>  |              |       |          |       |              |       |          |       |
| <i>Amphioxus</i>  | 8            | 5,93  | 0,02     | 0,66  |              |       |          |       |
| Totales   | 135          | 100   | 3,39     | 100   | 150          | 100   | 7,757    | 100   |
| Nº Taxas  | 8            |       |          |       | 8            |       |          |       |

|  |  |
|--|--|
| <br>ARICA Y PARINACOTA<br>GOBIERNO REGIONAL | <b>PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL<br/>         DE ARICA Y PARINACOTA</b> |
|  | <b>INFORME FINAL</b>   |

### 5.3.- Receptividad de los beneficiarios:

NO APLICA

### 6.- Conclusiones y recomendaciones del período:

No obstante el proyecto fue suspendido y no se pudieron concretar a cabalidad todas las etapas y objetivos planteados, los resultados y análisis de la información obtenida durante las campañas realizadas, así como también la información revisada disponible en informes públicos generados a través de diferentes instancias de investigación, permiten sugerir algunas conclusiones preliminares con buena base científica, que permiten dar algún nivel de clasificación y recomendación acerca de las potencialidades de las zonas seleccionadas dentro de las AAA establecidas para la Región de Arica y Parinacota.

En general, las tres zonas (Arica, Caleta Vitor y Camarones) desde el punto de vista oceanográfico, presentan las características propias de un sistema sometido permanentemente a eventos de surgencia costera. Lo anterior significa que están expuestas a la influencia de aguas subsuperficiales que ascienden con baja temperatura, ricas en nutrientes y pobres en oxígeno disuelto. El beneficio de estos procesos se traduce en una alta producción planctónica, ya que generan el escenario ambiental adecuado para el crecimiento del fitoplancton, y éste último para el zooplancton. Dado que la surgencia es permanente, los niveles importantes de producción de plancton se mantienen todo el año, de tal manera que desde el punto de vista de la disponibilidad de alimento, principalmente para el cultivo de organismos filtradores, las zonas aseguran una adecuada oferta ambiental alimenticia.

No obstante, como se registró en este estudio, la surgencia puede generar condiciones temporales de bajo contenido de oxígeno en la columna de agua, incluso en los estratos superficiales (15 m de profundidad). La persistencia de estas condiciones casi anóxicas dependerán de la intensidad de la surgencia, la cual a su vez está sujeta a la estacionalidad y condiciones de viento imperante. Esto podría afectar el desarrollo de cultivos suspendidos en la columna de agua, pero para determinar la variabilidad de estas condiciones se debe contar con un muestreo y seguimiento más riguroso de la ocurrencia de los eventos.

Otro elemento importante a considerar, específicamente en la zona de Arica, es que en ella se registró la presencia de bacterias de origen intestinal, que si bien están en baja concentración, podrían restringir el desarrollo de la actividad de cultivo a determinados grupos (i.e algas).

Por otra parte, es importante tomar en cuenta además, para la definición de una inversión



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

**PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL  
DE ARICA Y PARINACOTA**

**INFORME FINAL**

en un proyecto de acuicultura en las costa de Arica y Painacota, el bajo grado de inversión en infraestructura que permita el fácil acceso al mar, lo que se traduce en falta de muelles, caminos costeros, falta de servicios básicos (i.e energía eléctrica, agua potable), etc. Estos elementos son los mínimos necesarios para la instalación y mantención de un sistema de cultivo.

En consideración a lo anterior parece como alternativa recomendable de cultivos para desarrollar en la zona costera de esta Región, a las algas, particularmente las algas paradas, ya que éstas no tienen grandes problemas con las concentraciones de oxígeno, no es necesario administrales alimentación externa, no es necesaria una vigilancia excesiva y, además, los mercados internacionales presentan una demanda cada vez mayor por ellas.

**ARNALDO VILAXA OLCAY**

**JEFE DE PROYECTO**  
**Universidad de Tarapacá**





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL  
DE ARICA Y PARINACOTA

INFORME FINAL



## Anexo 1 Fotografías de Actividad de Muestreo

