

INFORME TÉCNICO

"ANTECEDENTES PARA SOLICITUD DE PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL N° 95, PUERTO CASTILLA, REGIÓN DE ATACAMA"



Preparado por:
EcoTecnos Ltda. - División Ambiental



- MAYO 2009 -

ANTECEDENTES SOLICITUD DE PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL
95, PROYECTO PUERTO CASTILLA, REGIÓN DE ATACAMA

Solicitado por:
ARCADIS GEOTÉCNICA

Casa Matriz
Eliodoro Yáñez 1893
Providencia - Santiago - Chile
Teléfono: 56 2 381 6000
Fax: 56 2 381 6001

Elaborado por:
EcoTecnos Ltda.
Departamento Ambiental
Quillota 1140, Viña del Mar
Fono 56 32 2481851
Fax 56 32 2399613
info@ecotecnos.cl

Profesionales Responsables

EcoTecnos Ltda.

Prof. Dr. Humberto Díaz O.


Gestión y Ordenamiento Ambiental Costero

Biol. Mar. Ms. Sc. Lorena Morales M.

Biología Marina

Oceanógrafo Diego López A.

Oceanógrafo

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	4
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	


1. INTRODUCCIÓN

El presente documento, confeccionado por **EcoTecnos Ltda.**, tiene como objetivo entregar los antecedentes necesarios para solicitar el Permiso Ambiental Sectorial (PAS) 95 indicado en el Artículo 95 del D.S. Nº 30 de 1997 "Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental", del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, modificado por el D.S. Nº 95 de 2001, el cual se relaciona con la Autorización de Pesca de Investigación de Especies Hidrobiológicas contenidos en el primer año del Plan de Seguimiento Ambiental, para el proyecto Puerto

Castilla. Éste proyecto se realizará en la Región de Atacama, en el sector aledaño a Caleta Chascos, Bahía Salado.

En este documento se han incluido los antecedentes necesarios, en detalle, para la obtención de dicho PAS.

Cabe mencionar que la información contenida en este documento, ha sido respalda por los resultados que se han obtenido en el estudio de línea del área de estudio, campañas de invierno y verano.

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	6
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

2. ANTECEDENTES


2.1 ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS A CAPTURAR

Ley N° 18.892 Ley General de Pesca y Acuicultura define como **Especie Hidrobiológica**: especie de organismo en cualquier fase de su desarrollo, que tenga en el agua su medio normal o más frecuente de vida. También se las denomina con el nombre de especie o especies. Dentro de este concepto se incluye a las comunidades macrobentónicas submareales, comunidades macrobentónicas intermareales, mamíferos y reptiles marinos y las comunidades fito y zooplanctónicas. Dado que en el contexto del Programa de Vigilancia Ambiental propuesto a la Autoridad Ambiental se incluyen estas comunidades, resulta atinente la solicitud del Permiso Ambiental Sectorial (PAS) 95 indicado en el Artículo 95 del D.S. N° 30 de 1997 "Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental".

De acuerdo a los resultados del Estudio de Línea Base efectuado en el área de estudio, es posible indicar que será posible extraer las siguientes especies (se ha indicado con un "-" cuando no se cuenta con información de si la especie es introducida o nativa o su estado de conservación):

Mamíferos y Reptiles Marinos:

Especie	Introducidas o Nativa	Estado de Conservación (IUCN)
<i>Otaria flavescens</i>	Nativa (Sudamérica)	Insuficientemente Conocida Veda Nacional (30 Sep 04-30 Sep 09, D.S. 765/04)
<i>Lontra felina</i>	Nativa	Insuficientemente conocida (DS N° 151/2007 del MINSEGPRES) En Peligro (UICN) Veda Nacional (9 Nov 1995 a 9 Nov 1925, D.Ex. N° 225 de SUBPESCA)
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Nativa (su distribución incluye Tasmania, sur de Australia, Nueva Zelanda, América Central y América del Sur, Sur Oeste de África y algunas Islas oceánicas)	Insuficientemente Conocida


	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	7
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Comunidades Fitoplanctónicas (en base a la campaña de verano):

Espece	Introducidas o Nativa	Estado de Conservación
<i>Chaetoceros convolutus</i>	-	-
<i>Chaetoceros didymus</i>	-	-
<i>Rhizosolenia imbricata</i> var. <i>minuta</i>	-	-
<i>Striatella unipunctata</i>	-	-
<i>Ceratium furca</i> var. <i>berghii</i>	-	-
<i>Ceratium pentagonum</i>	-	-
<i>Ceratium tripos</i> f. <i>tripodioides</i>	-	-
<i>Diplopsalis lenticula</i>	-	-


Comunidades Zooplanctónicas (en base a la campaña de verano):

Espece	Introducidas o Nativa	Estado de Conservación
<i>Abylopsis tetragona</i>	-	-
<i>Acanthocyclus gayi</i> (zoea)	Nativa	-
Aciculata	-	-
Atentaculata	-	-
<i>Athyonidium chilensis</i> (Larva Pentacula)	Nativa	-
Calanoida	-	-
Ciclopoida	-	-
<i>Colobonema sericeum</i>	-	-
<i>Cunina peregrina</i>	-	-
Cypridiniformes	-	-
Doliolum	-	-
Echinoidea (erizo juvenil)		
<i>Emerita analoga</i> (zoea)	Nativa	-
<i>Euphysa aurata</i>		
<i>Fritillaria haplostoma</i>	-	-
<i>Halitrephes maasi</i>		
Harpacticoida	-	-
<i>Heterocarpus reedi</i> (zoea)	Nativa	Veda II a VIII Región (09 Jul-31 Ago, D.S. 92/98)
Hiperidea	-	-
<i>Homalaspis plana</i> (zoea)	Nativa	Veda Nacional Indefinida para Hembras Ovíferas (D.S. 009/90)

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	8
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	


Comunidades Zooplanctónicas (continuación):

Especie	Introducidas o Nativa	Estado de Conservación
Huevos Osteictios sp-1	-	-
Huevos Osteictios sp-2	-	-
<i>Lensia conoidea</i>	-	-
<i>Liriope tetraphylla</i>	-	-
<i>Membranipohra</i> (larva cifonauta)	-	-
<i>Muggiaea atlantica</i>	-	-
<i>Obelia</i> sp.	-	-
<i>Oikopleura albicans</i>	-	-
<i>Oikopleura gracilis</i>	-	-
<i>Pagurus</i> sp.	-	-
<i>Pantachogon haeckeli</i>	-	-
<i>Paralichthys microps</i> (huevos)	Nativa	-
<i>Phialella quadrata</i>	-	-
<i>Phialopsis diegensis</i>	-	-
<i>Physophora</i> sp.	-	-
<i>Pinnotheres politus</i>	-	-
<i>Pleuroncodes monodon</i> (zoea)	-	-
<i>Porcellana</i> sp. (megalopa y zoea)	-	-
<i>Proboscidactyla flavicirrata</i>	-	-
<i>Sagitta bierii</i>	-	-
<i>Sagitta elegans</i>	-	-
<i>Sagitta enflata</i>	-	-
<i>Sarsia eximia</i>	-	-
<i>Sphaeronectes fragilis</i>	-	-
<i>Sphaeronectes gracilis</i>	-	-
<i>Tripterygion chilensis</i> (larvas)	Nativa	-
<i>Vivilia amata</i>	-	-

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	9
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	


Comunidades Macrobentónicas Submareales:

Especie	Introducidas o Nativa	Estado de Conservación
<i>Agatothoma ordinaria</i>	Nativa	-
<i>Aglaophamus peruana</i>	Nativa (Continental)	-
<i>Aglaophamus</i> sp.	-	-
Amphinomidae	-	-
Amphipoda	-	-
Anthozoa	-	-
Aplacophora	-	-
<i>Brachidontes granulata</i>	Nativa	-
<i>Branchiostoma</i> sp.	-	-
<i>Branchiostoma</i> sp.	-	-
<i>Cancer setosus</i>	Nativa	Veda Nacional Indefinida (hembras ovígeras) (D.S. 009/90)
Capitellidae	-	-
<i>Cirolana</i> sp.	-	-
<i>Cirolana urostylis</i>	-	-
Cirratulidae	-	-
<i>Cleantis chilensis</i>	-	-
<i>Crenella</i> sp.	-	-
<i>Cyclocardia compressa</i>	Nativa	-
Decapoda	-	-
<i>Dynamenella estai</i>	-	-
Eunicidae	-	-
<i>Eurhomalea</i> sp.	-	-
Gammaridea	-	-
<i>Glycera</i> sp.	-	-
Glycymerididae	Nativa	-
<i>Glycymeris ovatus</i>	-	-
<i>Halicarcinus planatus</i>	-	-
<i>Hemipodus simplex</i>	Nativa (Continental)	-
Hesionidae	-	-
Holothuroidea	-	-
<i>Isocladus calcarea</i>	Nativa	-
<i>Lumbricalus</i> sp.	-	-
Lumbrineridae	-	-
<i>Macrochiridothea setifer</i>	Nativa	-
Maldanidae	Nativa	-
<i>Metharpinia longirostri</i>	Nativa (Continental)	-
<i>Microphoxus cornutus</i>	Nativa (Continental)	-

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	10
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Comunidades Macrobentónicas Submareales (continuación):

Espece	Introducidas o Nativa	Estado de Conservación
<i>Nebalia</i> sp.	-	-
Nematoda	-	-
<i>Nephtys ferruginea</i>	Nativa (Continental)	-
<i>Nephtys</i> sp.	-	-
<i>Notomastus chilensis</i>	Nativa (Continental)	-
<i>Notomastus</i> sp.	-	-
<i>Nucula pisum</i>	Nativa	-
<i>Oliva peruviana</i>	Nativa	-
Onuphidae	-	-
Ophelliidae	-	-
Ophiuroidea	-	-
Ostracoda	-	-
Ostracoda 1	-	-
Ostracoda 2	-	-
Oweniidae	-	-
<i>Pagurus edwardsi</i>	-	-
<i>Pagurus villosus</i>	Nativa	-
Paraonidae	Nativa	-
<i>Pareurythoe chilensis</i>	Nativa (Continental)	-
<i>Patiria chilensis</i>	Nativa	-
Phyllodocidae	-	-
Picnogonida	-	-
<i>Pinnixa bahamondei</i>	Nativa	-
<i>Pinnixa</i> sp.	-	-
<i>Pinnixa transversalis</i>	Nativa	-
Pisionidae	-	-
<i>Polinices uber</i>	Nativa	-
Polyplacophora	-	-
<i>Prisogaster niger</i>	Nativa	-
<i>Protothaca thaca</i>	Nativa	Veda I Región (15 Marz 07-15 Marz 09, D.S. 1688/06)
<i>Rissoina inca</i>	Nativa	-
Sabellidae	-	-
<i>Salitra radwini</i>	Nativa	-
<i>Scoloplos</i> sp.	-	-
Sphaeromatidae	-	-
Syllidae	-	-
<i>Taliepus dentatus</i>	Nativa	-
Tanaidacea	-	-


	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	11
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Comunidades Macrobentónicas Submareales (continuación):

Espece	Introducidas o Nativa	Estado de Conservación
<i>Tegula</i> sp.		
Terebellidae		
<i>Transennella pannosa</i>	Nativa	
<i>Turritella cingulata</i>	Nativa	
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>	Nativa	

Comunidades Macrobentónicas Intermareales:

Espece	Introducidas o Nativa	Estado de Conservación
<i>Acanthopleura echinata</i>	Nativa	-
<i>Anemonia alicemartinae</i>	Nativa	-
<i>Fissurella</i> sp.	-	-
<i>Gelidium</i> sp.	-	-
<i>Heliaster heliantus</i>	Nativa	-
<i>Jehlius cirratus</i>	Nativa	-
<i>Leptograpsus variegatus</i>	Nativa	-
<i>Lessonia nigrescens</i>	Nativa	Veda XV a IV Región (18 Oct. 2008-18 Oct. 2010, D.S. 1347/08)
<i>Mazaella laminarioides</i>	Nativa	-
<i>Mesophyllum</i> sp.	Nativa	-
<i>Nodilittorina peruviana</i>	Nativa	-
<i>Phymanthea pluvia</i>	Nativa	-
<i>Porphyra columbina</i>	Nativa	-
<i>Scurria scurra</i>	Nativa	-
<i>Tetrapyrgus niger</i>	Nativa	-
<i>Ulva lactuca</i>	Nativa	-
<i>Ulva</i> sp.	Nativa	-

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	12
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

2.2 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE PESCA

El área de estudio se detalla en la siguiente figura. Las estaciones para el monitoreo de comunidades bentónicas submareales, fito y zooplancton se indican en rojo (1 a 7). Las de comunidades bentónicas intermareales se indican como TI.

En tanto, las coordenadas de las estaciones que se monitorearán son las siguientes:

Tabla 1

Coordenadas de las estaciones de las diferentes matrices ambientales que se monitorearán (Datum WGS-84).

Columna de Agua, Sedimentos Submareales, Comunidades Bentónicas Submareales y Comunidades Fito y Zooplanctónicas			
Sitio	Este	Norte	Profundidad (m)
1	300626,3	6938097,9	12
2	300511,6	6938307,2	14
3	300305,1	6938525,3	17
4	300712,1	6938146,5	39
5	300569,7	6938378,6	37
6	300383,6	6938580,7	28
7	300002,4	6939171,8	31
Transectas Comunidades Bentónicas Intermareales			
T-1	300559,0	6937875,0	
T-2	300484,0	6938154,0	
T-3	300416,0	6938267,0	
T-4	300236,0	6938381,0	
T-5	300193,0	6938522,0	
T-6	299892,0	6938603,0	

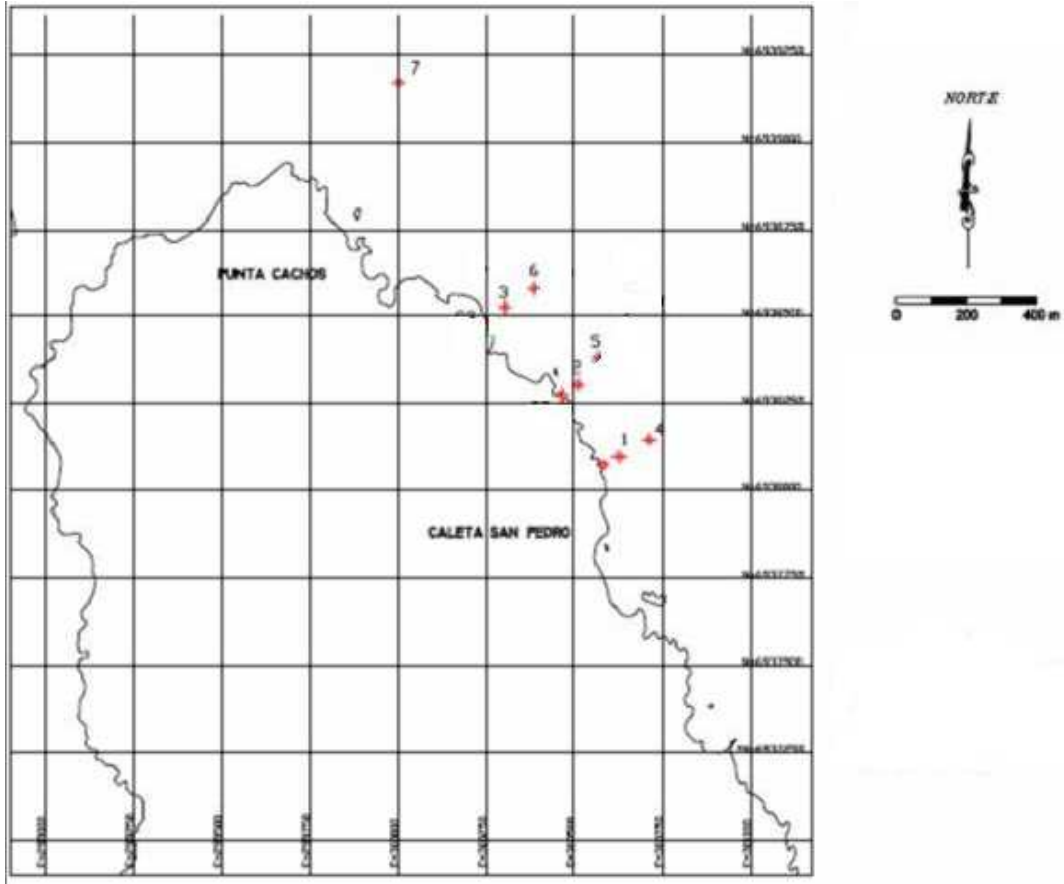



Figura 1. Estaciones de muestreo de las diferentes matrices ambientales seleccionadas.

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	14
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

2.3 IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PESCA

- **Mamíferos y Reptiles Marinos:**

Binoculares Nikon Monarch 10x42 y una cámara digital Samsung S750 7,2 MP con aumento zoom 5,8-17,4mm (Censo de ejemplares).

- **Comunidades Fitoplanctónicas:**

Estudio Semicuantitativo

Botella Niskin de 10 litros.

Estudio Cualitativo

Red de plancton de abertura de boca de 30 cm y abertura de malla de 62µ.

- **Comunidades Zooplanctónicas:**

Red cilíndrica cónica, tipo Nansen, con abertura de boca de 67 cm de diámetro y un calado de malla de 330 µm.

- **Comunidades Bentónicas Submareales:**

Draga modelo Van Veen (0,1 m²).


- **Comunidades Bentónicas Intermareales:**

Cuadrante de 0,5x0,5 m (0,25 m²) provisto de una malla reticulada con 100 puntos intersección.

2.4 METODOLOGÍA DE CAPTURA Y ANÁLISIS A APLICAR

- **Mamíferos y Reptiles Marinos:**

La metodología de estudio consistirá en contabilizar e identificar todos los mamíferos marinos y reptiles que se presenten en el área. Para este efecto se utilizarán binoculares Nikon Monarch 10x42 y una cámara digital Samsung S750 7,2 MP con aumento zoom 5,8-17,4 mm, con la cual se intentará fotografiar en terreno algunos ejemplares, en el caso que fuera necesario confirmar su identificación posterior con la ayuda de guías especializadas, tales como la de Sielfeld (1983) y Vidal & Labra (2008).

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	15
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

El área comprenderá entre los 27°40'0,55' S; 71°01' 19,09' W hasta los 27°39'41,47' S; 71°01'42,97' W, abarcando una longitud aproximada a los 1.200 metros de largo y 50 metros de ancho promedio estos últimos determinados desde el borde del comienzo de la playa (zona geolitoral, de acuerdo a Alveal & Romo, 1977) y la zona de la rompiente de las olas (intermareal inferior). En total se censará un área de 60.000 m², correspondiente al área donde se desarrollará el proyecto y sectores aledaños. El recorrido se realizará en horario AM y PM.

Lo anterior será complementado con tres recorridos en una embarcación menor en los alrededores del sector en estudio, para verificar la presencia de estos grupos zoológicos.

- **Comunidades Fitoplanctónicas:**

Estudio Semicuantitativo


Para el análisis cuantitativo (semi-cuantitativo) de las comunidades fitoplanctónicas, se colectarán las muestras respectivas en la capa subsuperficial (~5 metros de profundidad). Las muestras serán extraídas utilizando una botella Niskin de 10 litros. Las muestras se almacenarán en botellas de plástico, evitando las de vidrio que pueden interactuar con el silicio de las diatomeas (fitoplancton). Los frascos se identificarán con etiquetas colocadas en su interior, indicando fecha de muestreo, lugar, profundidad y hora de la colecta. Las muestras de fitoplancton se fijarán con lugol (7-10 gotas por cada 200 ml de muestra), hasta lograr un color amarillo intenso.

Estudio Cualitativo

Las muestras para análisis cualitativo se colectarán con una red de plancton de abertura de boca de 30 cm y abertura de malla de 62µ. Se efectuarán arrastres verticales, considerando toda la columna de agua, es decir, desde el fondo hasta superficie; y arrastres horizontales, donde la malla será arrastrada en subsuperficie alrededor de la estación por aproximadamente 10 minutos. Las muestras serán almacenadas en frascos de plástico, identificadas con sus etiquetas respectivas, fijando el contenido con formalina al 5% neutralizada con tetraborato de sodio.

El análisis cualitativo del fitoplancton se efectuará mediante la observación directa del material fijado en un microscopio estándar Nikon Eclipse E800.

En la identificación de las especies se utilizarán numerosas publicaciones especializadas y en las reubicaciones taxonómicas recientes del fitoplancton se seguirá a Tomas (1996).

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	16
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- **Comunidades Zooplanctónicas:**

La metodología de muestreo y estandarización de las pescas de zooplancton se realizará siguiendo lo propuesto por Robinson *et al.* (1996) y considerando el protocolo de muestreo propuesto por Smith & Richardson (1979). El muestreo se realizará en la zona costera de Punta Cachos, en las mismas estaciones seleccionadas para el estudio de comunidades fitoplanctónicas.


Las muestras de zooplancton serán obtenidas por medio de una red cilíndrica cónica, tipo Nansen, la cual presenta una abertura de boca de 67 cm de diámetro y un calado de malla de 330 μm . Los arrastres serán de tipo verticales, desde cerca del fondo hasta la superficie, con profundidades que oscilarán entre los 12 m y los 39 m, dependiendo de la mayor o menor cercanía al borde costero de las estaciones de muestreo.

Para hacer comparativas las distintas estaciones entre sí, y con estudios similares, las pescas zooplanctónicas se estandarizarán a un volumen de agua de 100 m^3 , considerando que el máximo volumen filtrado por la red no superará los 30 m^3 .

Las muestras obtenidas serán etiquetadas y fijadas a bordo con formalina tamponada al 5%. Las muestras de zooplancton e ictioplancton serán analizadas en su totalidad, no realizándose submuestras, lo cual otorga mayor confiabilidad a los resultados obtenidos. Los huevos de las especies ictioplanctónicas más abundantes se clasificarán en dos fases de desarrollo (modificado de Balbontín & Garretón, 1977). La fase 1 comprende desde la fecundación hasta el desprendimiento del extremo caudal del embrión; la fase 2, desde que el extremo caudal del embrión se desprende del saco vitelino hasta la eclosión del huevo.

Se efectuarán los cálculos respectivos de los índices de diversidad: *Diversidad Específica* (H' de Shannon-Weaver, 1963, modificado por Lloyd *et al.*, 1968), *Uniformidad Específica* (J de Pielou, 1966) y *Riqueza Específica* (S de Margalef, 1968).

Además se realizará un análisis multidimensional, para lo cual se transformarán los datos de abundancia de cada una de las especies a la forma $Y = \log_{10}(X + 1)$ (Cassie & Michael, 1968), confeccionándose una matriz de doble entrada entre las estaciones y las diferentes especies. A partir de ésta, se aplicará un análisis conglomerativo de clasificación (Cluster Análisis) modo Q de distancias euclidianas. Para construir los conglomerados se utilizará la técnica de agrupación jerárquica de la media ponderada (Legendre & Legendre, 1979), obteniendo los correspondientes dendrogramas para estimar el grado de similitud entre las estaciones. Para esto se utilizará el paquete estadístico STATISTICA versión 6.0 Edición 97 para Windows®.

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	17
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- **Comunidades Bentónicas Submareales:**

El muestreo de la macrofauna submareal de fondos blandos se efectuará utilizando una draga modelo Van Veen (0,1 m²), la cual será operada con ayuda de un buzo. En cada estación se obtendrán muestras triplicadas, de manera de asegurar una mínima representatividad estadística.

Una vez obtenidas las muestras, éstas serán guardadas en doble bolsa de polietileno, fijadas con formalina al 8% y enviadas a laboratorio para su análisis.


En el laboratorio, las muestras serán lavadas con agua y tamizadas con un tamiz geológico de 1 mm de trama. La macrofauna retenida en el tamiz será preservada en alcohol al 70%. Posteriormente, la fauna se identificará al nivel taxonómico más bajo posible.

La identificación y recuento de las especies se realizará con un microscopio estereoscópico, usando para este efecto literatura especializada y material comparativo. Los taxa de cada muestra serán contados y pesados. Posteriormente, se registrará el número de individuos y biomasa de cada estación de medición. La estimación de la biomasa se realizará mediante el peso seco libre de cenizas.

Una vez contabilizados los ejemplares, se registrará el número total de individuos correspondiente a cada una de las estaciones. A partir de esta información, se evaluará la riqueza de especies (S), y la abundancia expresada como el número promedio de individuos de las tres réplicas (estandarizados en 1 m², ind/m²). Además, se determinará la frecuencia de ocurrencia o constancia numérica, que indica el porcentaje de presencia de cada especie en el número total de estaciones.

El análisis faunístico se realizará considerando toda la fauna retenida en el tamiz. Sobre esta base, se calcularán los índices que de acuerdo a Pielou (1966), Gray (1981) y Lie (1969), describen mejor las características estructurales de una comunidad y que son los recomendados por la Autoridad Marítima: *Diversidad Específica* (H' de Shannon-Weaver, 1963, modificado por Lloyd *et al.*, 1968), *Uniformidad Específica* (J de Pielou, 1966) y *Riqueza Específica* (S de Margalef, 1968). Además se realizará el análisis de las comunidades bentónicas conocido como método de las curvas ABC (Abundance Biomass Comparison plots), de acuerdo a Warwick (1986).

Para el análisis multidimensional, se transformarán los datos de abundancia de cada una de las especies a la forma $Y = \log_{10}(X + 1)$ (Cassie & Michael, 1968), confeccionándose una matriz de doble entrada entre las estaciones y las diferentes especies. A partir de ésta, se aplicará un análisis conglomerativo de clasificación (Cluster Análisis) modo Q de distancias euclidianas. Para construir los conglomerados se utilizará la técnica de agrupación jerárquica de la media ponderada (Legendre & Legendre, 1979), obteniendo los correspondientes dendrogramas para estimar el grado de similitud entre las estaciones. Para esto se utilizará el paquete estadístico STATISTICA versión 6.0 Edición 97 para Windows®. Del mismo modo

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	18
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

se efectuará el análisis de ordenación de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM), recomendado por Warwick & Clarke (1993) para las estaciones, a partir de la matriz de similitud obtenida del análisis de conglomerados.

Se confeccionarán las curvas de comparación Biomasa/Abundancia (Curvas ABC), de acuerdo a Warwick (1986).

- **Comunidades Bentónicas Intermareales:**

El muestreo de las comunidades macrobentónicas intermareales se efectuará en condiciones de marea baja en 6 transectas perpendiculares a la línea de costa. Para la localización de las estaciones de muestreo se empleará un receptor GPS.


El muestreo de la zona intermareal se realizará desde el extremo superior de marea definido por la franja de litorínidos (*Nodilittorina peruviana* y *Nodilittorina araucana*), hasta el límite inferior descrito por el cinturón de *Lessonia nigrescens*. En cada transecta se establecerán 10 sitios de muestreo, independiente de la longitud de la zona intermareal.

La caracterización de las comunidades bentónicas intermareales consistirá en la identificación de especies, recuento de organismos (abundancia), y medición de la cobertura de flora y fauna sésil, mediante la utilización de un cuadrante de 0,5x0,5 m (0,25 m²) provisto de una malla reticulada con 100 puntos intersección. La cobertura de la flora y fauna sésil se obtendrá mediante el método de intersección de puntos utilizando el cuadrante.

También serán registradas las especies de invertebrados encontrados en el área aledaña a cada transecta. Además, en las transectas que presenten pozas en los sectores mediolitoral e infralitoral, se contabilizarán las especies de peces encontrados.

Para la caracterización de las comunidades bentónicas intermareales se determinarán los siguientes parámetros comunitarios: Riqueza de especies (S) correspondiente al número total de especies registradas y Abundancia. En función de las coberturas medias de las especies de cada transecta, se calcularán los índices ecológicos: diversidad de Shannon-Weaver (H'), dominancia de Simpson (D) y uniformidad (J').

Se realizará, además, el análisis de conglomerado o de clasificación, el cual permite identificar asociaciones de variables dentro de grupos relativamente homogéneos. Se empleará el índice de similitud de Jaccard, con el método de la media ponderada, como estrategia aglomerativa (UPGMA), mientras que para el análisis de ordenación se utilizará el método de escalamiento No Métrico Multidimensional (Krebs, 1989).

	ELB MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA REGIÓN DE ATACAMA "Permiso Ambiental Sectorial 95"	Nº DOCUMENTO INF-PCPS95/052009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	19
		Fecha de emisión: 06/05/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

2.5 RESULTADOS ESPERADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Estudio de Línea Base del sector, se espera hallar un número similar de especies a las descritas en el acápite 2.1, con las variaciones inherentes a la época del año en que se efectúen los muestreos.

2.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Los muestreos se efectuarán en las fechas establecidas en el Programa de Vigilancia Ambiental propuesta a la Autoridad Ambiental.

En cada PVA se estima que los tiempos involucrados serán los siguientes:

ACTIVIDADES	Semanas					
	1	2	3	4	5	6
Solicitud de Autorizaciones						
Traslado Faenas a Terreno						
Presentación a Autoridad Marítima						
Estudio de Avifauna, Mamíferos y Reptiles Marinos						
Estudio <i>in situ</i> Com. Bent. Inter. Fondo Duro						
Toma de Muestras Fitoplancton y Zooplancton						
Toma de Muestras Com. Bentónicas Submareales						
Análisis Preliminar de Com. Bent. Subm. e Inter.						
Envío de Muestras para Análisis						
Análisis de Comunidades Bent. Subm. e Inter.						
Análisis de Comunidades Fito y Zooplanctónicas						
Elaboración Informe Técnico						
Envío Informe Técnico a Autoridades Ambientales						