

**ESTUDIO DE LÍNEA BASE**

# **ÁREA DE REPOBLAMIENTO ATICO**



**SINDICATO DE PESCADORES Y EXTRACTORES DE MARISCOS  
DEL PUERTO DE ATICO Y ANEXOS**





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

*Institución responsable:*

*Promar Pacífico Ltda.  
Patricio Lynch 1433, Iquique, Chile  
Fono: 56-57-573236  
e-mail: [info@promarpacifico.cl](mailto:info@promarpacifico.cl)  
[www.promarpacifico.cl](http://www.promarpacifico.cl)*

*Investigadores*

*Cristian Hudson Martignani*

*Adolfo Vargas Rojas*

*Martin Zambrano Pinto*

*Equipo Técnico*

*Marco Ríos Morales*

*Ulrich Zanabria Alarcón*

*Gabriel Aguirre Corbalán*

*Pablo Rojas Guzmán*

*Patricio Robledo González*

## CONTENIDO

ANTECEDENTES GENERALES .....	1
OBJETIVOS.....	3
INDUCCIÓN A ACTIVIDADES Y CAPACITACIÓN A PESCADORES.....	4
LOCALIZACIÓN DEL ÁREA.....	6
Dimensión y vértices.....	6
Descripción del entorno general del área. ....	7
CARACTERIZACIÓN FÍSICA.....	8
Geomorfología del litoral .....	8
Batimetría .....	9
Sustrato.....	12
CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA .....	15
Temperatura .....	17
Oxígeno disuelto.....	19
Salinidad.....	21
pH .....	23
Transparencia.....	26
Nutrientes .....	28
Metales pesados.....	28
Corrientes.....	29
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA .....	31
Composición y abundancia fitoplanctónica .....	31
Composición y distribución de especies invertebradas bentónicas .....	33
Estructura comunitaria del bentos .....	42
EVALUACIÓN POBLACIONAL .....	47
Determinación de áreas habitadas para especies objetivo (polígonos habitables).....	47
Evaluación directa .....	51
<i>Densidad</i> .....	51
<i>Abundancia</i> .....	56

<i>Estructura de tallas</i> .....	57
<i>Biomasa</i> .....	58
<i>Análisis de especies secundarias</i> .....	59
CONCLUSIONES .....	64
BIBLIOGRAFÍA .....	66





## ANTECEDENTES GENERALES

Las regiones de Arequipa y Tacna, han albergado dentro de su mar litoral a invertebrados marinos de importante valor comercial, como son el Erizo (*Loxechinus albus*) y el Chanque (*Concholepas concholepas*). Sin embargo, la sobrepesca, generada por sus altos precios en el mercado internacional, ocasionaron una extracción incontrolable, que sumada a la presencia de fenómenos naturales como el Niño 82-83 y 97-98, provocaron una dramática disminución de su volúmenes de desembarque, y lo que ha generado un negativo impacto en sus características poblacionales (crecimiento, alimentación, reproducción, etc.).

Esta situación ha generado de forma colateral un inevitable impacto en la estabilidad y desarrollo de las comunidades de pescadores artesanales, disminuyendo sus ingresos, lo que ha afectado directamente la calidad de vida del sector.



Es por ello que las principales instituciones involucradas en

la conservación de los recursos marinos del País, en especial el Ministerio de Pesquería, hoy Ministerio de la Producción, han establecido una serie de medidas tendientes a garantizar la pronta recuperación de las especies afectadas.

Una de las medidas fue la de incorporar en la Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura (Ley N° 27460 y su modificatoria Ley N° 28326) y su reglamento (DS N° 030-2001-PE), la figura del poblamiento o repoblamiento a cargo de comunidades indígenas, campesinas u organizaciones sociales de Pescadores Artesanales (Artículo N° 41 del reglamento), cuya finalidad es el aprovechamiento responsable de los recursos a cargo de las organizaciones sociales de pescadores artesanales debidamente reconocidas por el Ministerio de la Producción, mediante la firma del Convenio de Conservación, Inversión y Producción Acuícola, el cual se obtiene una vez aprobados los Estudios de Línea Base, Plan de Manejo de Recursos Bentónicos y Estudio Socio Económico de la organización.

Bajo esta medida se han implementado algunos proyectos en las regiones de Tacna y Moquegua, con el apoyo de Cooperación Internacional y los Gobiernos Regionales, sin embargo, aún no se cuenta con resultados satisfactorios de la implementación general de esta medida.

En el caso de la región Arequipa, sólo se han realizado actividades de repoblamiento en forma empírica e informal por parte de algunas organizaciones de pescadores artesanales, siendo esta la primera actividad oficial que se realiza en dicha región.

Bajo este contexto, el Ministerio de la Producción y el Instituto per la Cooperazione Universitaria (ICU), implementan el proyecto denominado “Estudio del recurso pesquero artesanal en el litoral sur del Perú”, siendo uno de sus componentes, el de implementar un área de repoblamiento del recurso erizo rojo (*Loxechinus albus*), en la localidad de Atico, siendo la OSPA beneficiaria el Sindicato de Pescadores y extractores de mariscos del puerto de Atico y Anexos.

La finalidad del presente documento es el de presentar los resultados del Estudio de Línea Base, desarrollado en conjunto con los miembros del Sindicato de Pescadores y extractores de mariscos del puerto de Atico y Anexos, en el sector comprendido entre Punta Blanca y Punta el Palo en la localidad de Atico.



## OBJETIVOS

### Objetivo general

*Conocer la situación física y ecológica del área de repoblamiento de Atico, de forma tal, que los antecedentes obtenidos, permitan la proposición y formulación de un plan de manejo, explotación y repoblamiento de recursos bentónicos, basado en información actualizada del ambiente, recursos y de la comunidad bentónica en general.*



### Objetivos específicos

*Determinar las características físicas de la batimetría y sustrato presentes en el área, con detalle de la extensión y distribución espacial de estos.*

*Caracterizar cualitativamente la composición y distribución espacial de las especies que componen la comunidad bentónica del área.*

*Determinar parámetros poblacionales de las especies objetivo tales como densidad, abundancia, biomasa, y estructura de tallas de las especies objetivo presentes en el área.*

## INDUCCIÓN A ACTIVIDADES Y CAPACITACIÓN A PESCADORES

El desarrollo de un proyecto de manejo sustentable de pesquerías bentónicas requiere de un permanente proceso de comunicación y trabajo conjunto, entre los equipos técnicos y las organizaciones de pescadores que asumen la responsabilidad de administrar un patrimonio común, como son los recursos bentónicos que habitan al interior de las áreas de repoblamiento.

En virtud de lo anterior, la metodología empleada para la realización de las diversas actividades de reconocimiento y evaluación de los distintos elementos físicos y biológicos existentes en el área, consideró la participación de los integrantes de la organización de pescadores, a distintas escalas de labor, reconociendo en ello las habilidades y conocimiento histórico que los pescadores y buzos de la zona poseen.

Para ello, se realizaron 2 procesos de capacitación con los pescadores de la agrupación, tendientes a informar y entregar los conocimientos y técnicas necesarias para abordar las actividades que se desarrollarán y la información que se espera obtener de cada una de ellas.

La primera actividad de capacitación correspondió a la del levantamiento batimétrico, desarrollada el día lunes 26 de abril, donde asistieron 25 pescadores. El objeto de esta actividad fue en primera instancia, dar a conocer a los pescadores, la importancia de obtener una visión adecuada de las características físicas y biológicas actuales del área de repoblamiento (profundidad, sustrato y localización de especies principales y secundarias). Para facilitar la comprensión de estos contenidos, se expuso mediante un proyector imágenes del trabajo realizado por el equipo técnico y otras organizaciones de pescadores en otras áreas, exponiendo además el resultado final que se persigue.



En segundo término se instruyó a los pescadores en el uso de las herramientas de evaluación que posteriormente se utilizarán para el reconocimiento de especies y tipo de fondo durante el levantamiento en terreno. Para facilitar el registro de información se construyeron tablas de acrílico, cuadradas con esquemas de las posibles especies a reconocer en terreno.

Al finalizar la actividad se definió en conjunto con la organización el grupo de pescadores que actuarán en el primer día de terreno, fijando además la hora de inicio y los responsables de la coordinación.





Una vez concluida la evaluación correspondiente al levantamiento batitológico, se programó una segunda reunión de capacitación con la organización de pescadores, con el objeto de preparar la segunda etapa de terreno, correspondiente a la evaluación directa de especies principales y secundarias.

Dicha reunión se realizó el día martes 27 de abril, en la que participaron 35 pescadores.

Al inicio de esta reunión se proyectaron algunos resultados parciales obtenidos de la actividad de levantamiento batitológico, realizada el día anterior. Dicho ejercicio permitió mostrar a los pescadores el resultado directo del trabajo realizado de forma conjunta con el equipo técnico, como fue la batimetría preliminar, la cobertura general de sustratos presentes, y la distribución de las distintas especies presentes al interior del área.

Posteriormente se proyectó, un conjunto de imágenes que explicaron de forma didáctica la metodología de muestreo que se aplicará en la segunda fase de terreno (muestreo aleatorio simple), correspondiente a la evaluación directa de recursos. Complementariamente se mostraron los materiales de muestreo que se utilizarán (cuadrantes y tablillas), para que cada buzo presente se familiarice con su manejo.

Una vez terminada la presentación, se realizó un trabajo práctico de ejemplo con los buzos, consistente en la simulación de un muestreo tipo con cuadrantes. Para ello, en el piso de la sede sindical, se repartieron papeles de tres colores diferentes, los cuales representaban ejemplares de tres especies distintas. Sobre este escenario cada buzo de manera individual, utilizó el cuadrante de manera aleatoria para obtener la densidad por unidad de muestreo de cada una de las especies representadas, llenado la tablilla conforme a las indicaciones que los técnicos entregaban. Dicho procedimiento se repitió en variadas ocasiones y con cada buzo presente hasta que todas las dudas fueron resueltas.



Una vez terminada la experiencia de ejemplo, se tomó registro de las embarcaciones y pescadores que participaron en la segunda actividad de terreno, coordinando el horario de inicio de actividades y personas responsables.



## LOCALIZACIÓN DEL ÁREA

### Dimensión y vértices.

El área de repoblamiento cuenta con una superficie aproximada de 77,1 hectáreas, conformada por la unión de 6 vértices y la línea de costa (Tabla 1). En sentido longitudinal el área tiene una longitud de aproximadamente 2.1 kilómetros de largo y una extensión hacia el océano de aproximadamente 400 metros en promedio (Figura 1).

Tabla 1. Cuadro de coordenadas de los vértices para el área de repoblamiento de Atico

VÉRTICE	LATITUD (S)	LONGITUD (W)	ESTE U.T.M.	NORTE U.T.M.
1	16° 13' 57.43"	73° 38' 29.11"	645,199	8,204,852
2	16° 14' 3.55"	73° 38' 29.06"	645,199	8,204,664
3	16° 14' 3.48"	73° 38' 18.45"	645,514	8,204,664
4	16° 13' 57.56"	73° 38' 8.73"	645,804	8,204,844
5	16° 13' 57.23"	73° 37' 17.88"	647,314	8,204,844
6	16° 13' 47.83"	73° 37' 17.94"	647,314	8,205,133

Coordenadas geográficas referidas al Datum WGS84, U.T.M. Huso 18.

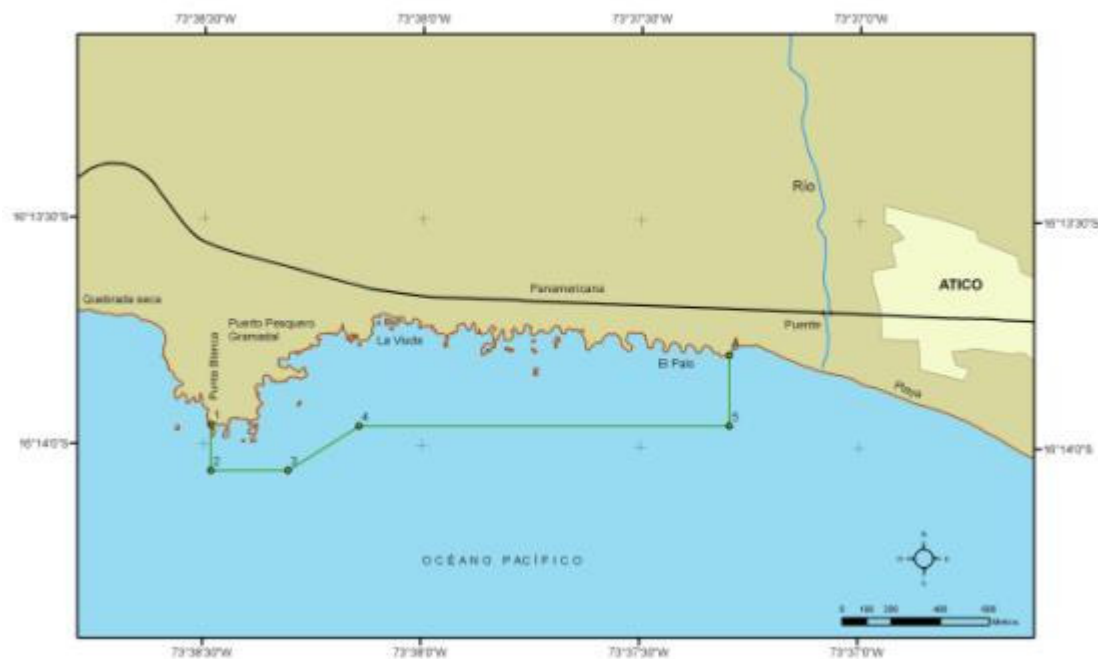


Figura 1. Localización área de repoblamiento Atico.

## Descripción del entorno general del área.

El área de repoblamiento se localiza en la región de Arequipa, provincia de Caravelí, distrito de Atico, en el sector comprendido entre Punta Blanca y el Palo, distante a aproximadamente 900 metros del poblado de Atico y a 600 metros de la desembocadura de la Quebrada de la Angostura.

En el entorno del área se localiza la infraestructura portuaria correspondiente al puerto pesquero artesanal de Gramadal, localizado en la porción oeste, y que cuenta con un muelle marginal, un rompeolas y un área de acceso (Resolución Suprema N° 348-2009-DE-MGP).

No se observan otras obras en el entorno costero del área, a excepción de un muro existente en la porción media del área.

La Ruta Panamericana se localiza de forma paralela a la línea de costa a aproximadamente 150 metros de distancia promedio.



## CARACTERIZACIÓN FÍSICA

### Geomorfología del litoral

El área en términos generales, posee una estructura morfológica caracterizada por tres patrones litorales costeros, determinados todos por la interacción del componente geomorfológico de la línea de costa, la profundidad de los espacios inmediatos y la fuerza y dirección del oleaje.

El primero de ellos se localiza hacia el extremo este del área, y se caracteriza por la un patrón de transición entre una extensa zona de playa de arena y un litoral rocoso de escarpada e irregular pendiente.

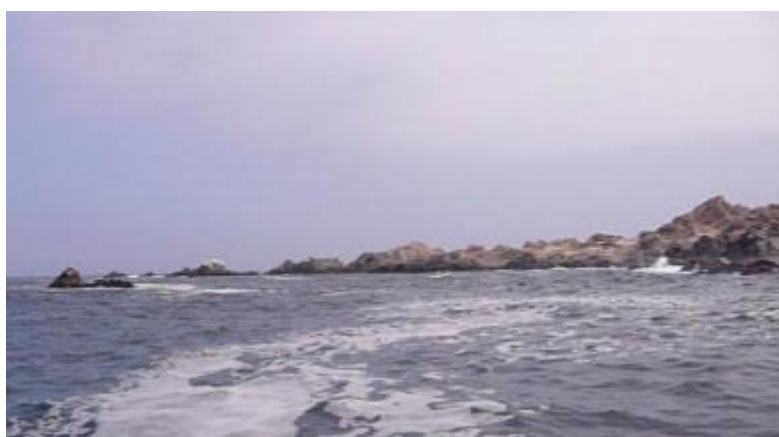
En esta zona, se internan disgregado bajos o afloramientos rocosos, en medio de una extensa cobertura de arenas de baja pendiente y de constante e intensa exposición al oleaje, lo que otorga al sector un alto dinamismo.



El segundo patrón geomorfológico, se localiza en la amplia porción media del área, desde el sector de El Palo hasta Gramadal. Esta zona posee una exposición frontal al oleaje, con una conformación predominantemente rocosa a modo de plataformas, inclinadas pendientes rocosas y canalones.

Hacia el submareal somero la profundidad aumenta significativamente, frenando la fuerza de la ola y generado un sistema de corrientes de alta presión, el que se ve forzado por un importante número de bajos y afloramientos rocosos de diversa altura, que se distribuyen a lo largo de una desmembrada línea de costa.

El tercer patrón litoral, se localiza en el extremo oeste del área, desde el sector del rompeolas de Gramadal hasta el extremo norte de Punta Blanca. Dicho sector posee características de península, compuesta





por una extensión rocosa que se proyecta de forma perpendicular a trayectoria predominante de la línea de costa. Este sector está conformado por una maciza proyección rocosa que se interna mar adentro, en perfiles verticales de alta pendiente. El submareal somero, posee una alta inclinación en sus primeros metros, manteniendo el sustrato duro presente en la zona intermareal y supramareal. Hacia el sector frontal de Punta Blanca el litoral se desmiembra apareciendo de forma irregular afloramientos rocosos en los tramos del submareal cercanos a la línea de costa.

## Batimetría

Para obtener la información de la profundidad del área se empleó el registro continuo de información proveniente de un ecosonda marca Garmin modelo GPSMAP 178, el cual registra de forma continua y conjunta la posición geográfica, profundidad y temperatura (Figura 2).

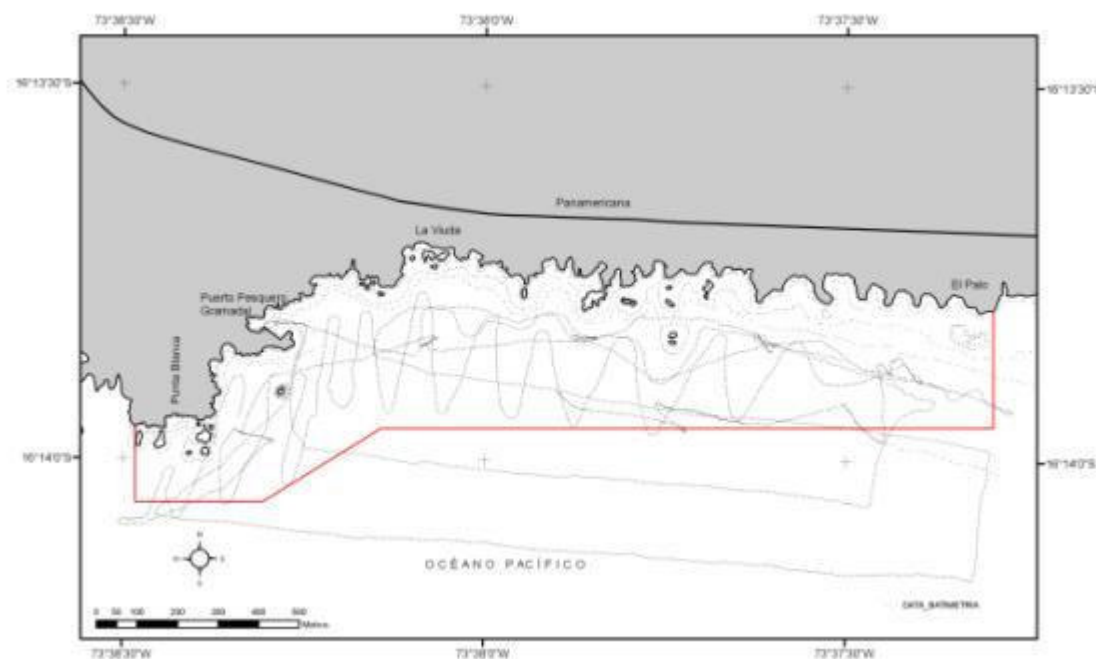
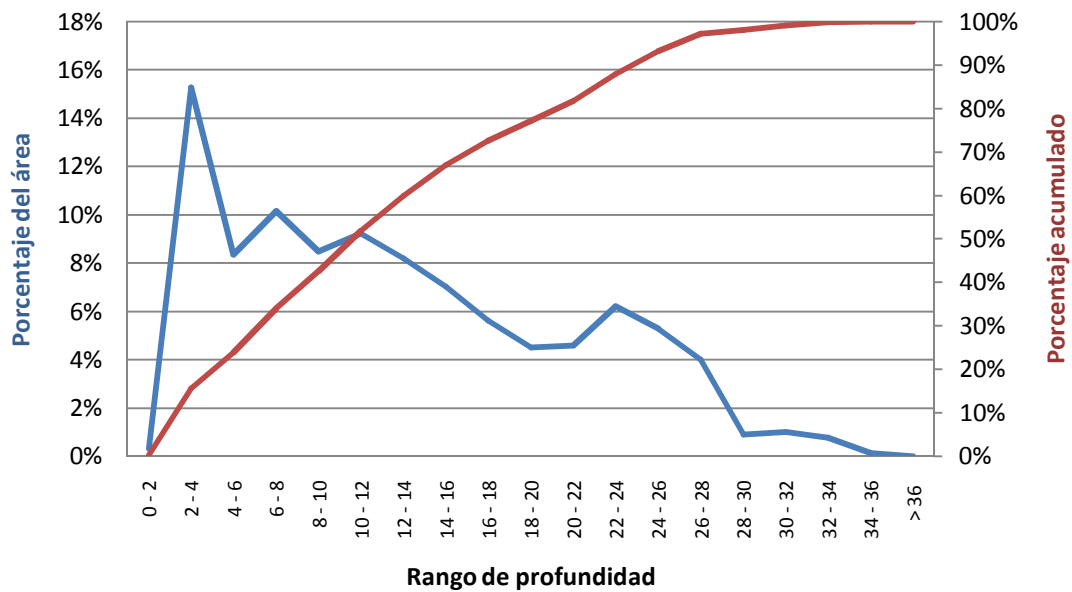


Figura 2. Track de barrido ecosonda

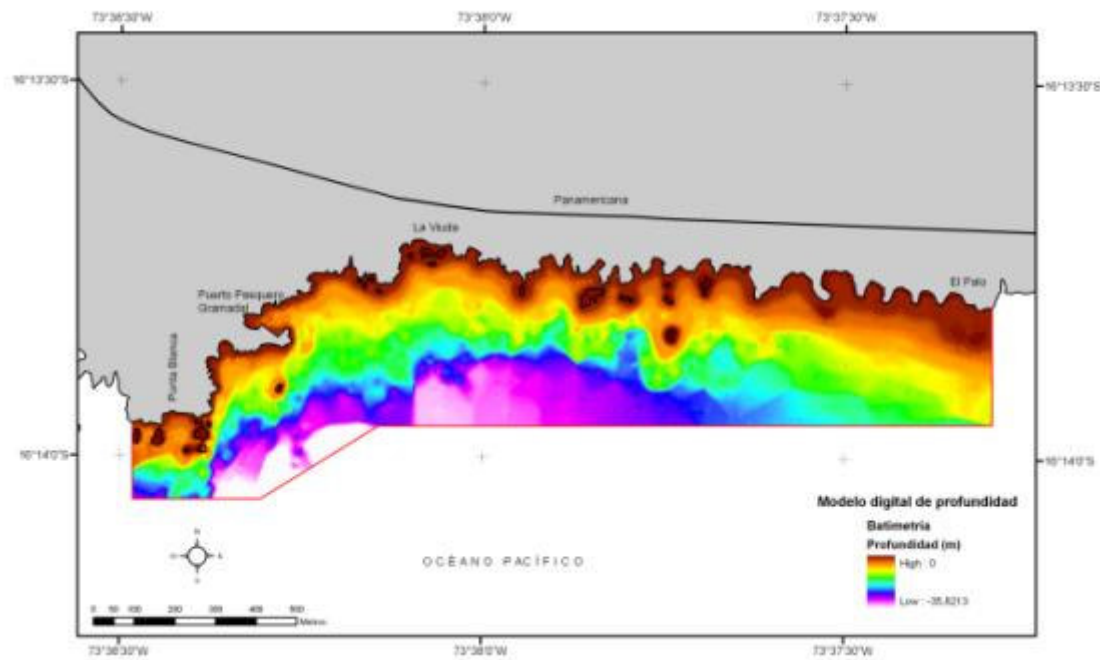
El análisis de la información obtenida se realizó mediante las herramientas de análisis espacial IDW de Arcgis (Esri, Inc.), lo cual permitió a través de la construcción de una imagen raster, determinar un modelo digital de batimetría para el área.

El resultado de este proceso permitió determinar que el área posee una profundidad promedio de  $10.94 \pm 8.02$  metros. El 50% del área se encuentra a profundidades que no superan los 12 metros, mientras que sólo el 12% del área posee profundidades que superan los 20 metros (Figura 3).



**Figura 3. Histograma de frecuencia de profundidades**

El modelo batimétrico (Figura 4), muestra un cierto gradiente de la pendiente del fondo marino, que aumenta de este a oeste. Para el sector este se observa una pendiente media de  $2.1^\circ$  aumentando a  $3.4^\circ$  en la porción media y  $5.4^\circ$  en el extremo oeste.

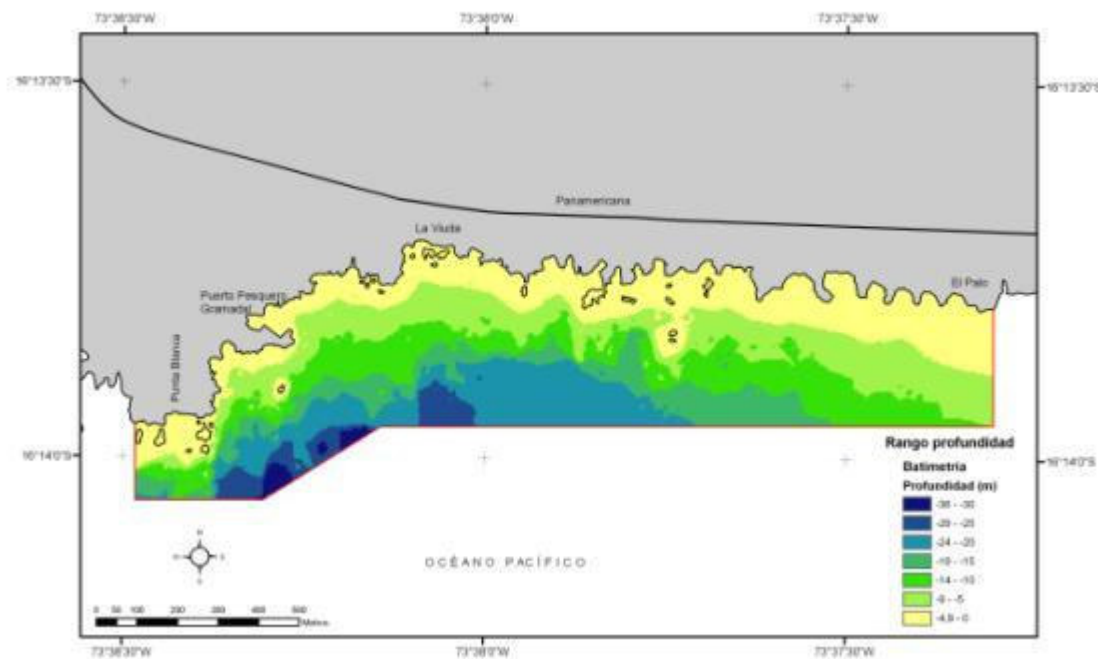


**Figura 4. Modelo digital de profundidad**

Esta condición provoca que el grado de exposición y altura de olas sea mayor y de mayor intensidad hacia la zona este del área, lo que incide que el oleaje horade el litoral rocoso de forma permanente.

Hacia la porción media, las isolíneas de mayor profundidad se aproximan hacia la línea de costa generando un sistema de contención que frena el efecto del oleaje, mejorando las condiciones para la navegación, y entregando aptitud para el fondeo de embarcaciones.

Hacia el extremo oeste del área la pendiente del sector aumenta de forma significativa, manteniendo el perfil de la zona intermareal y submareal, lo que provoca que profundidades de 17 metros se registren a escasos 150 metros de la línea de costa (Figura 5).



**Figura 5. Batimetría en rangos de profundidad**

## Sustrato

Para la caracterización del tipo de sustrato y del reconocimiento de las especies bentónicas presentes, se empleó una grilla de evaluación regular (matriz batilológica), cuyo objeto fue obtener información mediante estaciones posicionadas de forma equidistante a lo largo del área, procurando no sobrepasar una distancia máxima entre estaciones de 100 metros.

Para localizar la ubicación de las estaciones de muestreo, se instaló en cada embarcación un navegador GPS Garmin E-trex, el cual fue programado para el registro y almacenamiento continuo de la posición (Figura 6).

La grilla de evaluación en terreno se estructuró sobre la base de 27 transectos perpendiculares la línea de costa, distanciados a aproximadamente 75 metros, y en los cuales se ubicaron 4 estaciones distanciadas a aproximadamente 50 metros (Figura 7).

En cada estación, mediante buceo hooka, un observador (buzo técnico y buzos mariscador) registro en tablillas de acrílico la presencia del sustrato dominante, para la cual se dio un tiempo de observación de dos a tres minutos aproximados para cada punto.

Dicha grilla de muestreo se empleó a la vez para el reconocimiento de las especies bentónicas presentes en cada zona para la posterior elaboración de las bentónicas respectivas.

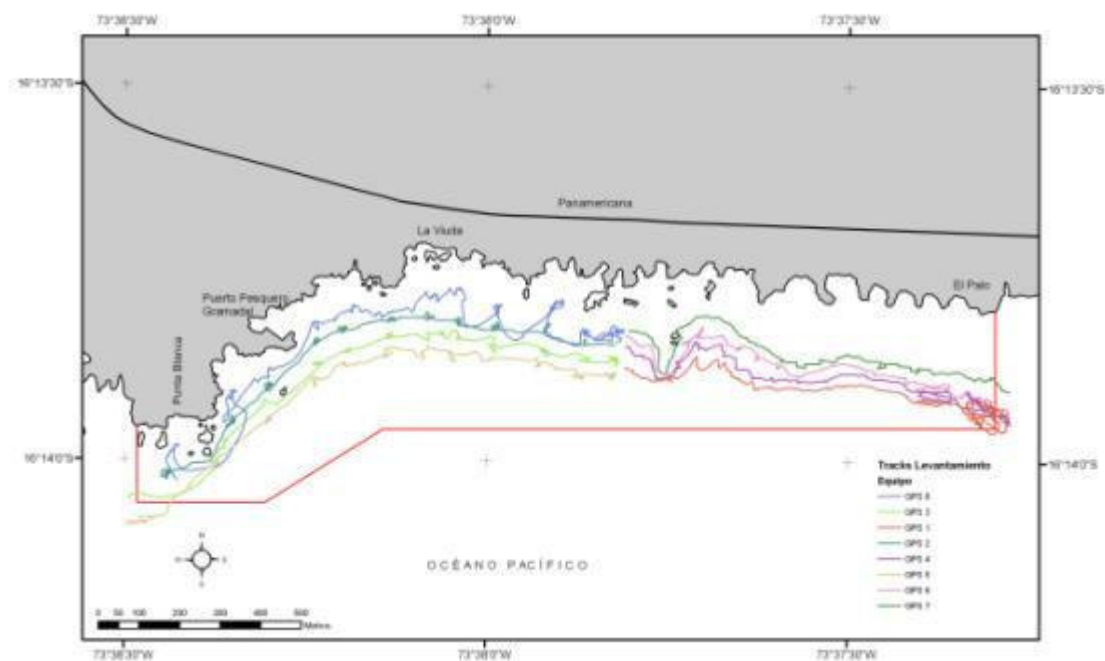
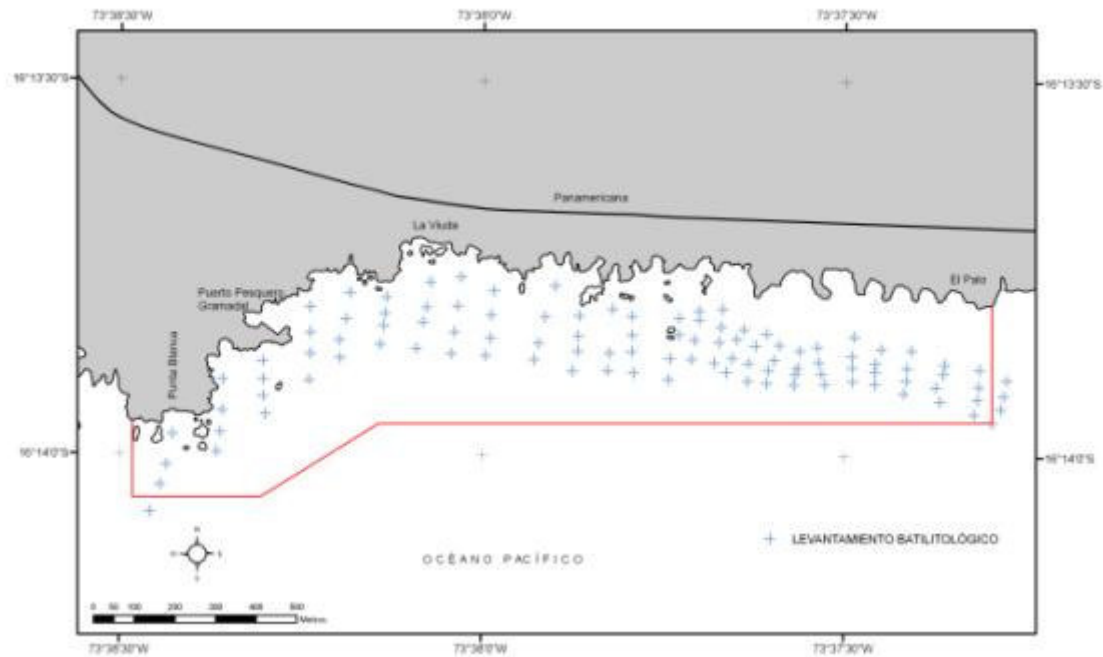


Figura 6. Recorrido embarcaciones durante el levantamiento batilológico





**Figura 7. Localización estaciones de muestreo levantamiento batilitológico**

Para determinar la cobertura espacial particular de cada sustrato presente en el área, la información objetiva de cada estación de observación se integró con la de los perfiles de profundidad y pendiente, obtenidos ambos del modelo digital de profundidad. Complementariamente se registró mediante observación directa desde el borde del litoral, el tipo de conformación de los primeros metros, información que complementó la data submareal obtenida.

El área de estudio se caracteriza por poseer sustratos predominantemente del tipo duro o rocoso (43.4%), principalmente rocas continuas a modo de plataformas y conglomerados de alta pendiente, los que se distribuyen de forma regular en las tres cuartas partes del área. Seguido en términos de importancia el sustrato blando, del tipo arena, posee un 25% de cobertura, localizado exclusivamente en la porción sur del área, correspondiendo esta, al tramo de término de la extensa playa expuesta que se localiza frente al poblado de Atico.

Los sustratos del tipo mixto, entendidos estos como aquellos en que la participación de formas duras y blandas se comparten igual proporción en un sector, cubren un 18.2% del área total, y se distribuyen de forma disgregada y en estrecha relación con las formas rocosas continuas.

Por su parte, la cobertura espacial de los fondos de bolones y pedregal, variaron entre los 7.9% y 4.5%, distribuidos mayoritariamente en la porción media del área, en forma de transición de sustratos blandos y mixtos a rocoso.

La participación porcentual de cada sustrato presente y su distribución espacial se presentan en la tabla 2 y figura 8 respectivamente.

Tabla 2. Distribución porcentual y superficie de cobertura de los tipos de sustrato

Tipo de fondo	Área (hás)	Cobertura
Arena	19.27	25.0%
Bolones	6.09	7.9%
Pedregal	3.46	4.5%
Mixto	14.04	18.2%
Roca	33.48	43.4%
Islotes	0.85	1.1%

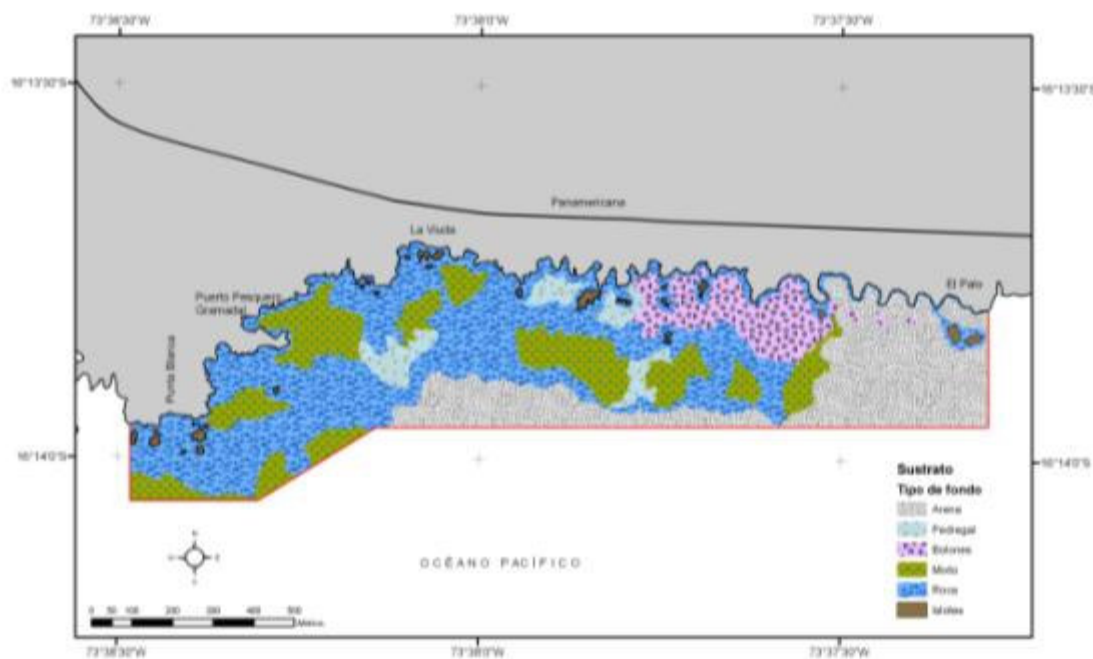


Figura 8. Mapa de sustratos

## CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA

Se estableció una batería de muestreo con el objeto de determinar las características oceanográficas y físico-químicas del agua de mar, existentes al interior del área de estudio. Para ello se dispuso de una grilla de estaciones distanciadas a 400 metros en sentido longitudinal y a 200 metros en sentido latitudinal (Figura 9, Tabla 3).

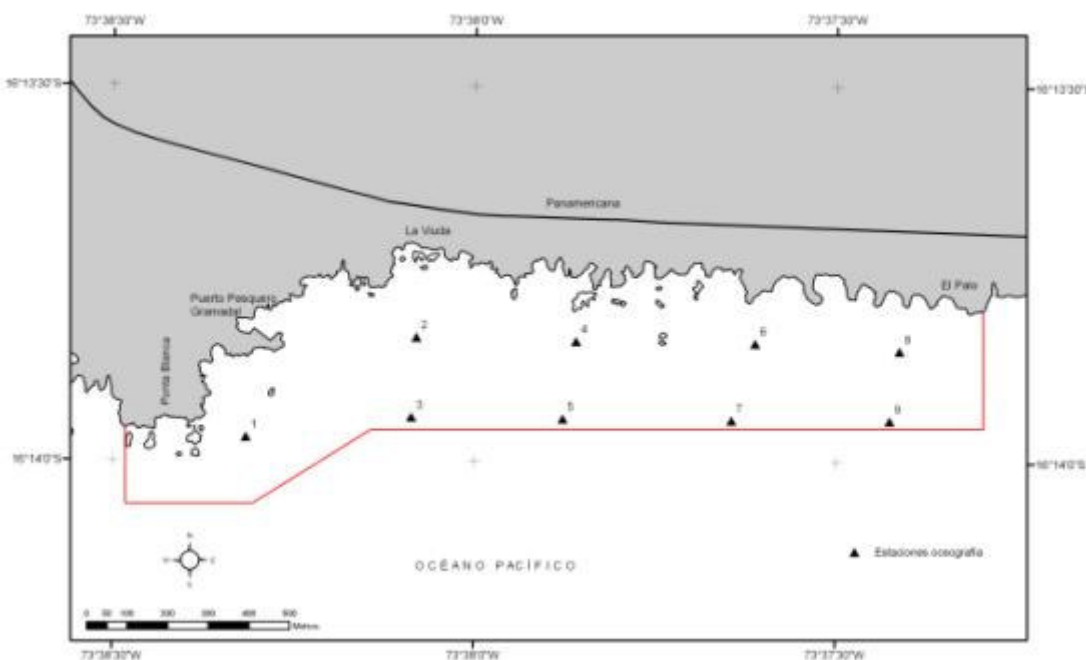


Figura 9. Localización estaciones del muestreo oceanográfico

Tabla 3. Coordenadas de localización para las estaciones de muestreo oceanográfico

ESTACIÓN	LATITUD (S)	LONGITUD (W)	ESTE U.T.M.	NORTE U.T.M.	Profundidad (m)
1	16° 13' 58.11"	73° 38' 19.06"	645,497	8,204,829	20.6
2	16° 13' 50.12"	73° 38' 4.94"	645,918	8,205,072	12.5
3	16° 13' 56.50"	73° 38' 5.33"	645,905	8,204,876	25.8
4	16° 13' 50.39"	73° 37' 51.67"	646,312	8,205,061	9.5
5	16° 13' 56.58"	73° 37' 52.77"	646,278	8,204,871	22.8
6	16° 13' 50.49"	73° 37' 36.82"	646,753	8,205,055	6
7	16° 13' 56.65"	73° 37' 38.76"	646,694	8,204,866	17.3
8	16° 13' 51.06"	73° 37' 24.82"	647,109	8,205,035	5.3
9	16° 13' 56.63"	73° 37' 25.63"	647,084	8,204,864	12.4

En cada una de las 9 estaciones se registró, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH, a nivel superficial y de fondo. Para esta última se utilizó una botella de colecta de agua tipo Niskin.

Para el registro de temperatura, se utilizó un termómetro digital de 0.1°C de precisión, como el cual se tomó datos de forma inmediata al recibo de la muestra. Para el oxígeno disuelto, se empleó de un oxigenómetro Lutron, modelo PDO 519 de 0.1 ml/L precisión. El pH por su parte fue registrado con un medidor Hanna de 0.1 puntos de precisión.

La salinidad fue medida en laboratorio mediante un conductímetro Hanna modelo HI 9635, de 0.05 g/L de precisión. Para ello las muestras tomadas en terreno, fueron almacenadas en botellas herméticas independientes, y rotuladas con la identificación de la estación respectiva.

De forma complementariamente y en cada estación de muestreo, se registró la transparencia del agua de mar, mediante discos de Secchi, usando discos de color blanco y rojo. La transparencia se determinó por la distancia de pérdida de visión medida en metros. Para el día de muestreo las condiciones se presentaron con cielo despejado.

Fueron medidos además nitratos, fosfatos y amonio/amoniaco, en dos estaciones de muestreo (estación 4 y 9) a nivel superficial y fondo. Para ello se empleó el kit de análisis químico Sera Test Marine Box.

Por otra parte y en una estación de muestreo (estación 4), fue obtenida una muestra de agua a seis metros de profundidad, para el análisis general de metales pesados. A dicha muestra de 500 ml, se le añadieron 20 gotas de fijador (HNO<sub>3</sub>) hasta lograr un pH 2.0, para posteriormente ser conservada en un cooler con ice pack (refrigerante), hasta su entrega en laboratorio.





## Temperatura

La temperatura media calculada a nivel superficial fue de  $17.13 \pm 0.46$  grados Celsius, registrándose un valor mínimo de 16.3 y un máximo de 17.7.

A nivel del fondo la temperatura media calculada fue de  $15.80 \pm 0.46^\circ\text{C}$ , en un rango que varió de 15.0 a 16.4 grados Celsius.

El detalle de registro por estación se resume en la tabla 4.

**Tabla 4. Valores de temperatura (grados Celsius) registrados por estación**

Temperatura (grados celsius)		
ESTACION	Superficial	Fondo
1	17.4	15.8
2	16.8	15.4
3	17.6	16
4	16.3	15.8
5	17.5	16.1
6	17.2	16.3
7	17	15.4
8	16.7	16.4
9	17.7	15

Las temperaturas registradas se observaron dentro del rango descrito y esperado para esta zona, los cuales oscilan entre los  $15^\circ$  y  $20^\circ\text{C}$ , indicador de la presencia de aguas costeras frías (ACF), influenciadas por procesos de afloramientos costeros (Imarpe, 2002). Por su parte, las variaciones y gradientes observados al interior del área, tanto a nivel superficial (Figura 10) como de fondo (Figura 11), estarían provocados por procesos locales de circulación y mezcla costera, influenciados principalmente por la geomorfología del fondo marino.

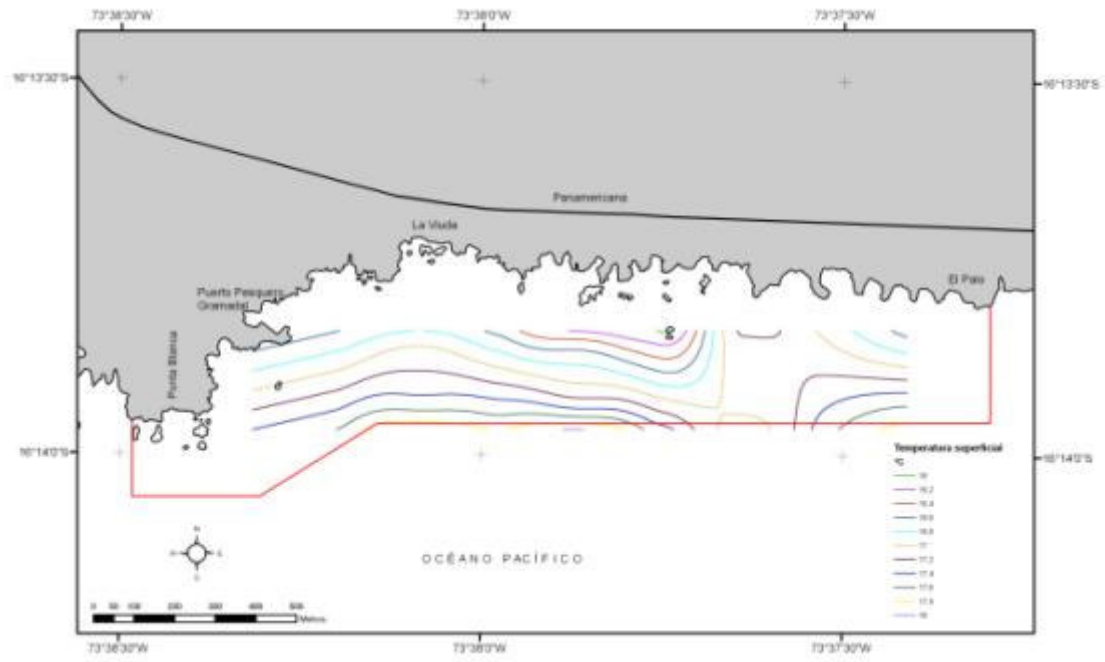


Figura 10. Isotermas superficiales

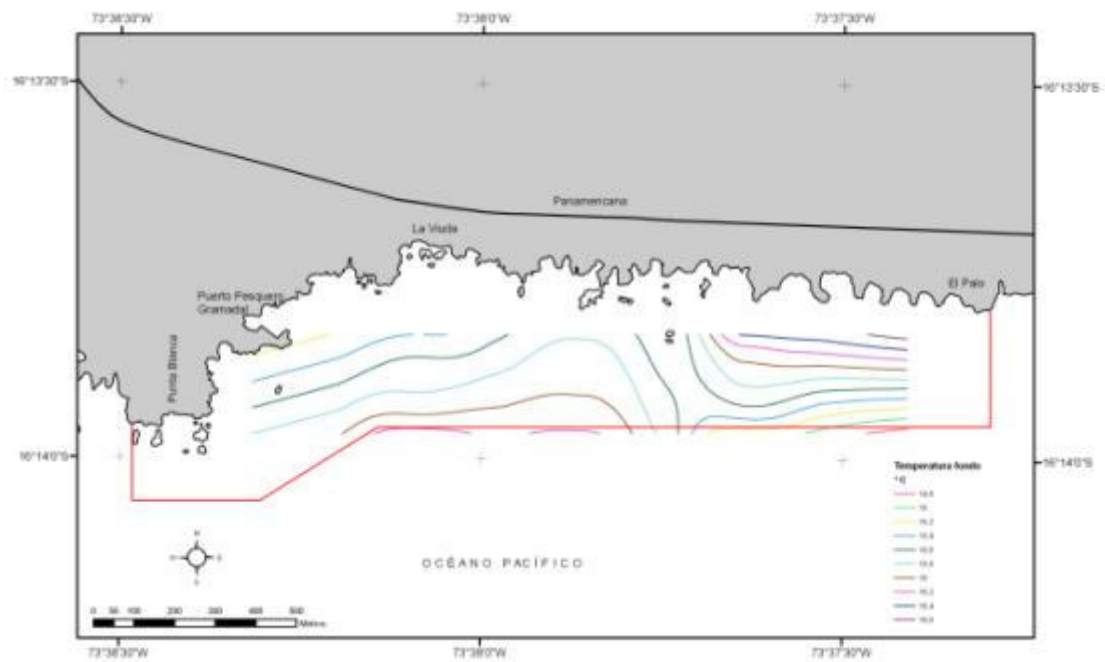


Figura 11. Isotermas de profundidad

## Oxígeno disuelto

El nivel medio de oxígeno disuelto calculado para la capa superficial de agua en la zona, fue de  $6.45 \pm 0.73$  ml/L, con valores mínimos y máximos registrados de 5.0 y 7.3 ml/L respectivamente.

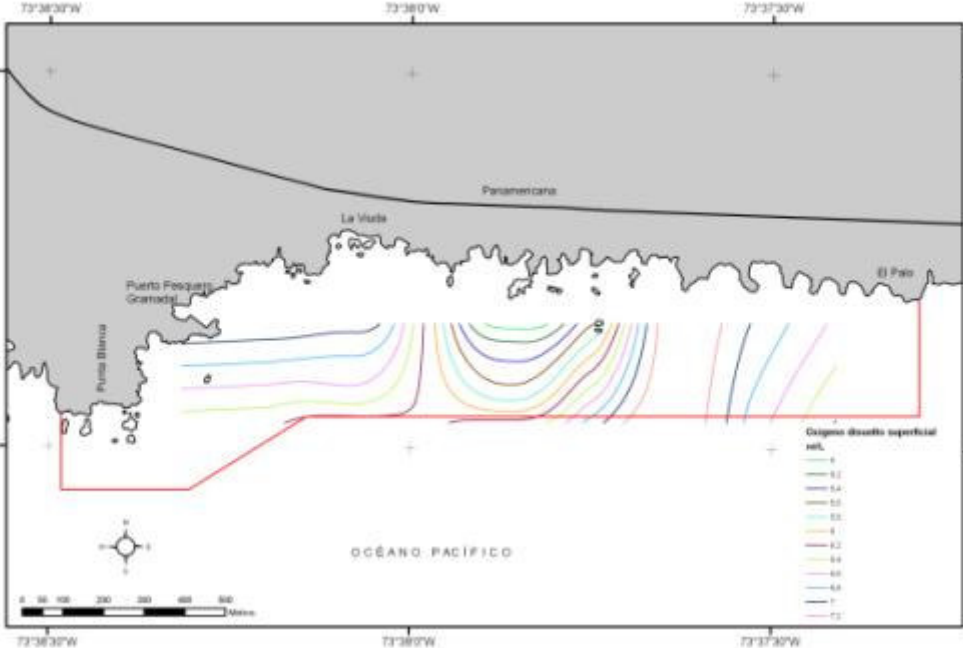
A nivel del fondo el valor medio calculado fue de  $3.82 \pm 1.0$  ml/L, en un rango medido de 2.7 y 5.7 ml/L.

El detalle de registro por estación se resume en la tabla 5.

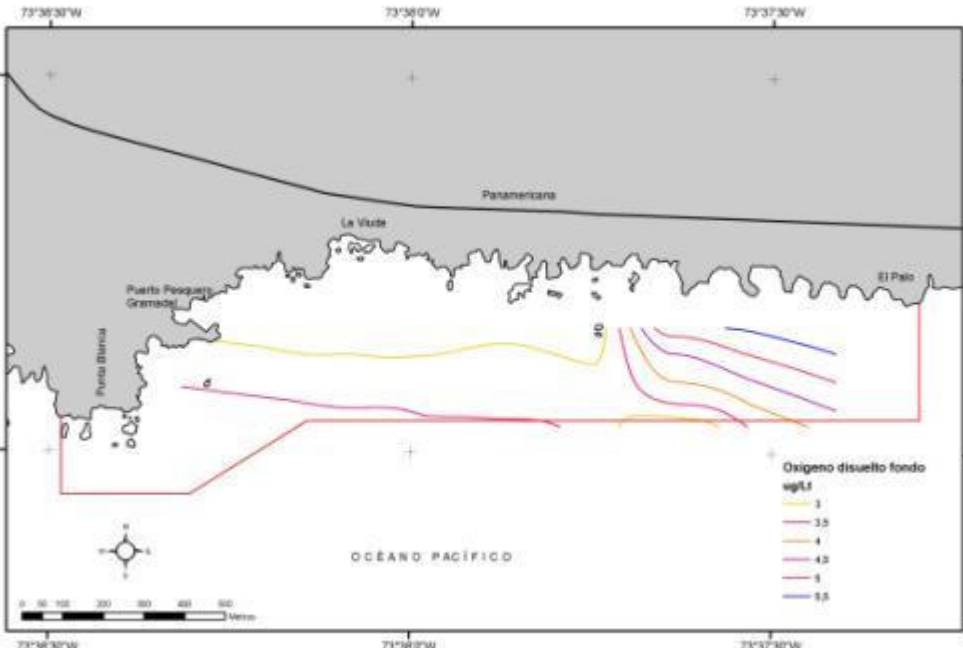
**Tabla 5. Valores de oxígeno disuelto registrados por estación**

ESTACION	Oxígeno disuelto (ml/L)	
	Superficial	Fondo
1	6.3	3.9
2	7.1	2.7
3	6.4	3.5
4	5	2.9
5	5.9	3.4
6	7.3	5.1
7	7.3	3.2
8	6.5	5.7
9	6.3	4.4

Los valores registrados al interior del área, se presentaron en aproximación al rango esperado descrito por Zuta y Guillén en 1970 para la costa del Perú, (2.0–7.0 ml/L). La proximidad de las estaciones a la zona costera probablemente ha incidido en que los valores superficiales de oxígeno, se encuentren cercanos a los del rango superior descrito. Por su parte las variaciones observadas a nivel batimétrico concuerdan con las características propias de las aguas de zonas costeras, así como los procesos de circulación y mezcla en los gradientes observados espacialmente (Figuras 12 y 13).



**Figura 12. Perfil superficial de oxígeno disuelto**



**Figura 13. Perfil de fondo de oxígeno disuelto**



## Salinidad

El nivel de salinidad promedio calculado para la capa superficial de agua fue de  $34.06 \pm 0.23$  UPS, en un rango registrado que varió de 33.9 a 34.6 UPS.

A nivel del fondo marino, la salinidad promedio calculada fue de  $33.94 \pm 0.11$  UPS, con un valor mínimo y máximo registrado de 33.7 y 34.1 UPS respectivamente

El detalle de registro por estación se resume en la tabla 6.

Tabla 6. Valores de salinidad registrados por estación

ESTACION	Salinidad (UPS)	
	Superficial	Fondo
1	33.9	33.9
2	33.9	33.9
3	34.2	34.0
4	34.2	34.1
5	33.9	34.0
6	33.9	33.9
7	34.6	34.0
8	34.0	34.0
9	34.0	33.7

Los valores de salinidad observados tanto a nivel superficial como de fondo, son concordantes con las condiciones normales de salinidad esperadas para esta latitud.

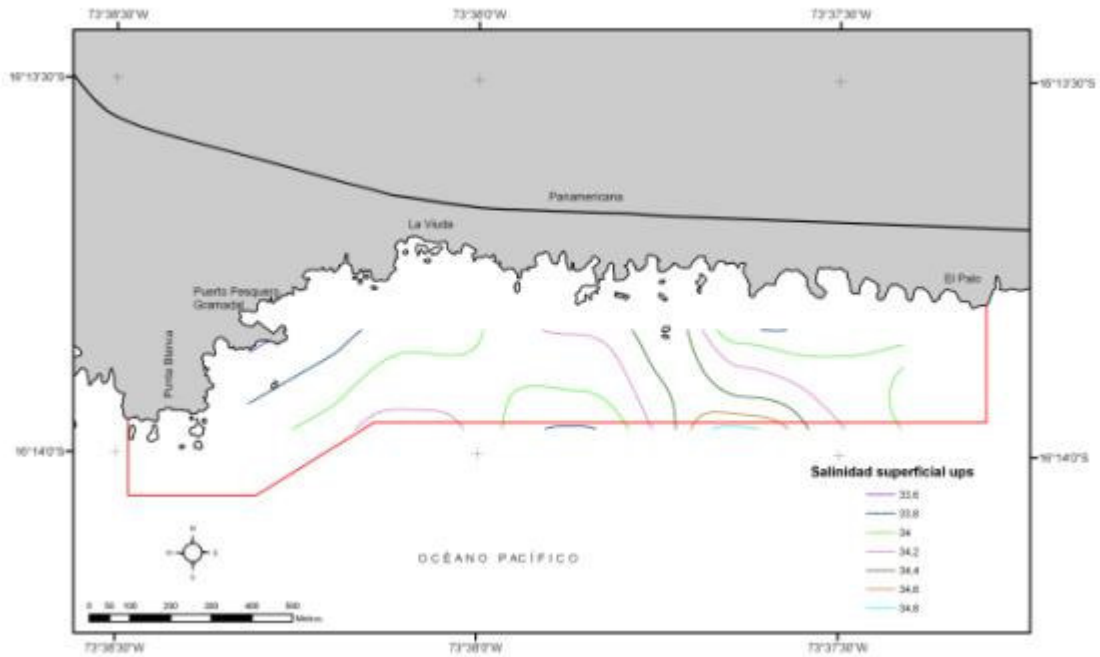


Figura 14. Perfil superficial de salinidad

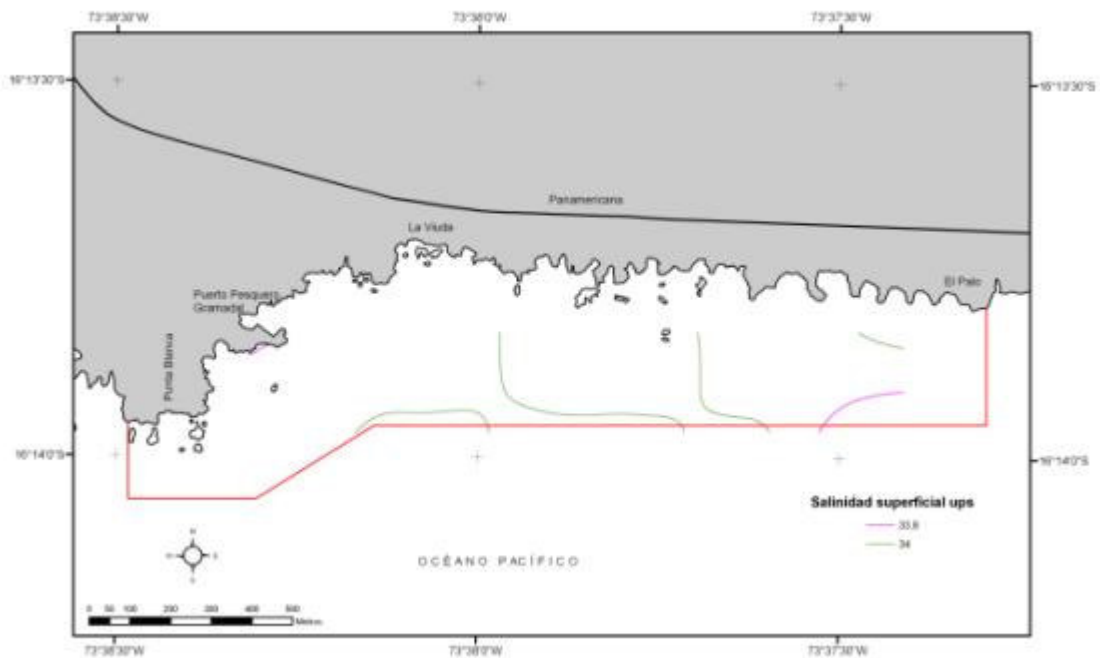


Figura 15. Perfil de fondo de salinidad

## pH

Para la capa superficial el pH promedio calculado para el agua de mar fue de  $7.3 \pm 0.08$ , con un valor máximo registrado de 7.5 y un valor mínimo de 7.3 (Figura 16).

A nivel del fondo marino, el pH promedio calculado fue de  $7.29 \pm 0.28$ , en un rango que varió de 6.6 a 7.5 (Figura 17).

Los valores encontrados se encuentran dentro del rango normal del agua de mar, que oscila entre los 7.5 y 8.4. Los cambios del pH van a estar relacionados a procesos de respiración, fotosíntesis y sustancias que se encuentren disueltas en el momento de la toma de información. (Cifuentes J., Torres M., y Frías M. 1997).

El detalle de registro por estación se resume en la tabla 7.

**Tabla 7. Valores de pH registrados por estación**

ESTACION	pH	
	Superficial	Fondo
1	7.3	7.3
2	7.3	7.4
3	7.5	6.6
4	7.3	7.4
5	7.4	7.5
6	7.4	7.3
7	7.3	7.2
8	7.4	7.4
9	7.5	7.5

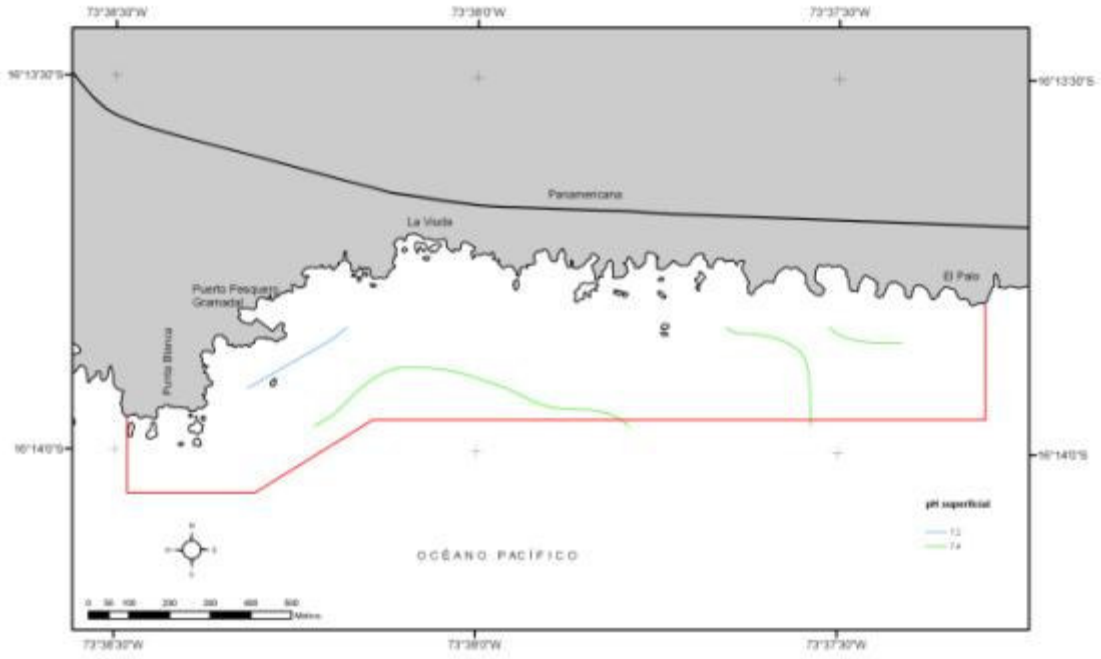
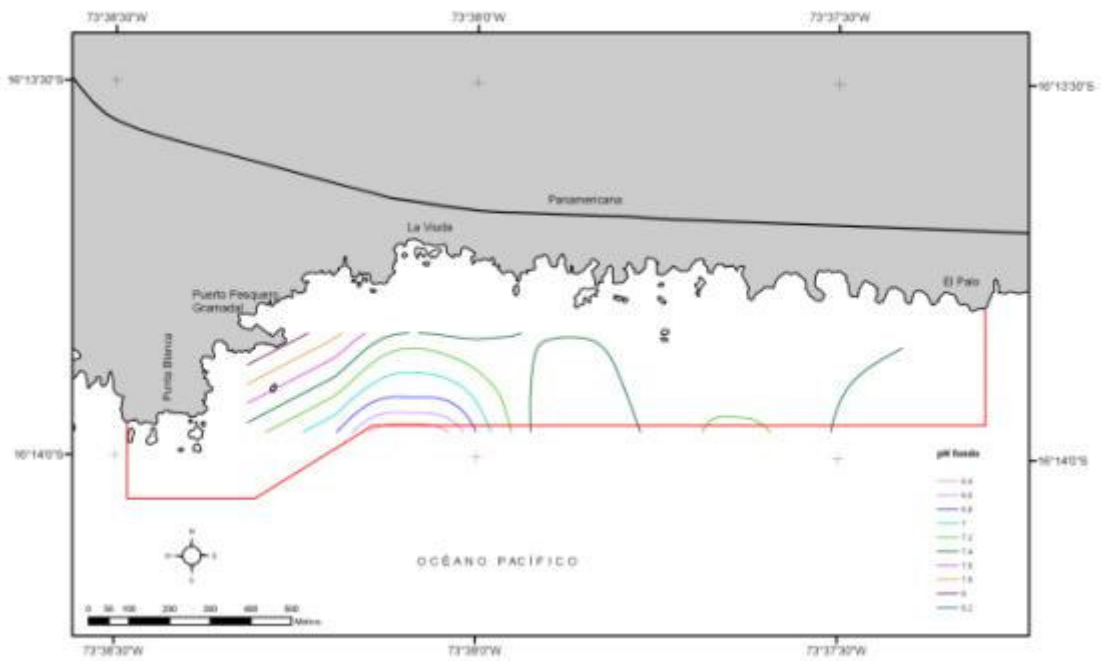


Figura 16. Isolañas de pH a nivel superficial







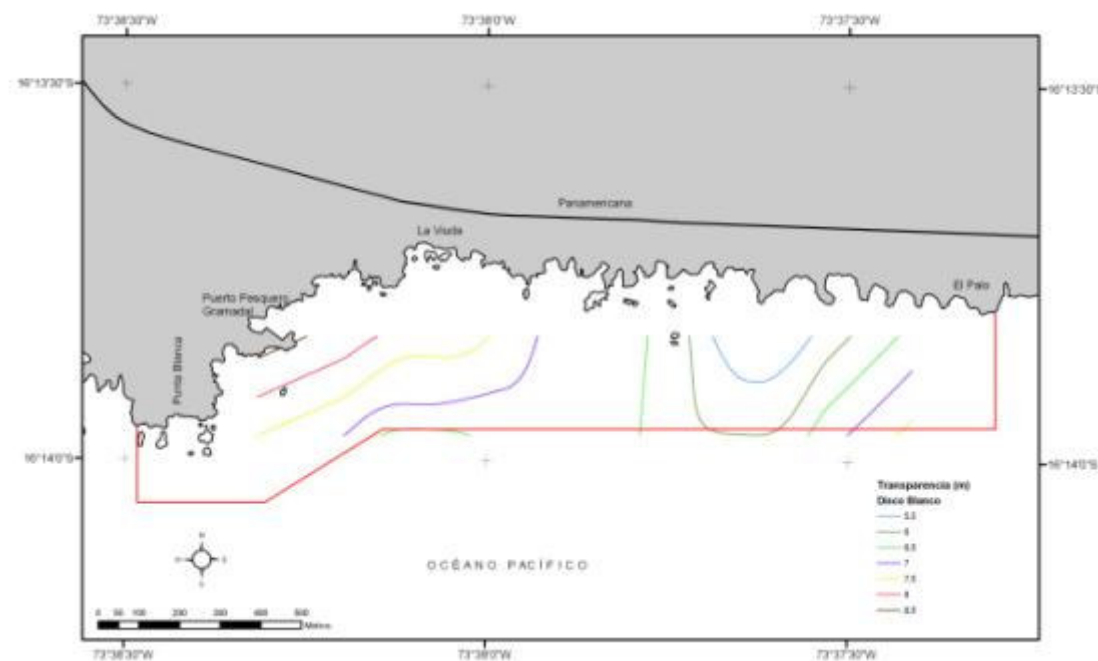
## Transparencia

El nivel de transparencia medio calculado para la lectura de visibilidad del disco Secchi color blanco fue de  $6.7 \pm 0.8$  mientras que para el disco rojo fue de  $4.6 \pm 0.3$ . Los valores mínimos y máximos registrados para cada disco (blanco y rojo) fueron de 5.2, y 7.8 (disco blanco) y 3.9 y 5.2 (disco rojo).

El detalle de registro por estación se resume en la tabla 8.

**Tabla 8. Transparencia medida por estación**

ESTACION	Transparencia (m)	
	Disco blanco	Disco rojo
1	7.5	4.7
2	7.8	4.8
3	6.8	4.9
4	6.8	5.2
5	6.8	4.7
6	5.2	3.9
7	5.8	4.8
8	6.8	4.5
9	7.4	4.6



**Figura 18. Perfil de transparencia de agua, disco blanco**

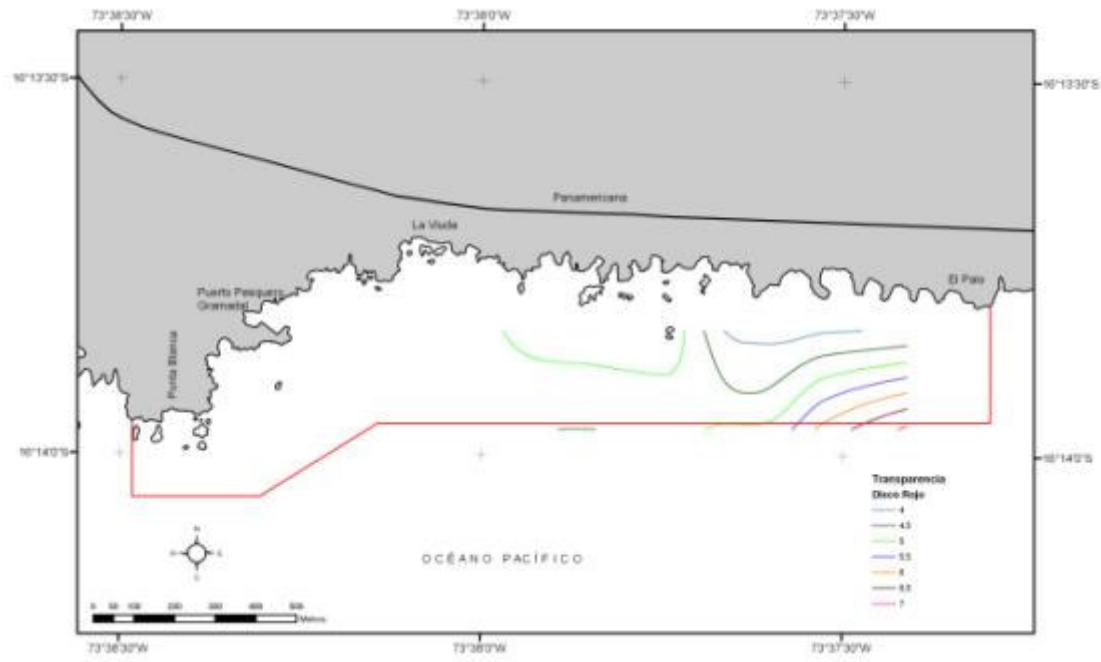


Figura 19. Perfil de transparencia de agua, disco rojo



## Nutrientes

Los valores para nitratos y fosfatos totales registrados al interior del área se presentan en la tabla 9, en la cual se incorporan además los valores estimado de Amonio-Amoniaco, para ambas estaciones y niveles de profundidad.

**Tabla 9. Niveles de nutrientes y amonio-amoniaco, medidos por estación**

ESTACION	Superficial			Fondo		
	Nitratos µg-at/l	Fosfatos µg-at/l	Amonio- Amoniaco	Nitratos µg-at/l	Fosfatos µg-at/l	Amonio- Amoniaco
<b>4</b>	1.7	0.23	0 – 0.004	2.1	0.4	0.1 – 0.007
<b>9</b>	1.5	0.2	0 – 0.004	2.7	0.25	0.1 – 0.006

Conforme a los datos reportados por Guillén en 1976, los niveles de nutrientes (nitratos y fosfatos) registrados se encuentran dentro de los rangos previstos para las zonas costeras del Perú (0.2 a 3.20 ug-at/L de fosfatos, y 0.5 a 21.0 ug-at/L de nitratos).

Desde el punto de vista de la calidad del agua el valor del amonio, nos indican que el área es apta para el desarrollo de la vida acuática, pues esta libre de contaminación orgánica. Por otro lado los niveles de nitratos y fosfatos son los adecuados para el aprovechamiento de los primeros niveles de la cadena trófica del lugar.

## Metales pesados

El resultado del análisis de metales pesados realizado a la muestra de agua de mar obtenida al interior del área (Tabla 10), demostró su conformidad de acuerdo a los contenidos establecidos en el Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM. Estándares nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2. Actividades Marino Costeras. Sub Categoría 1: Extracción y Cultivo de Moluscos y Bivalvos.

**Tabla 10. Resultados obtenidos del análisis**

ESTACIÓN	Metal	Resultado del ensayo	Límite de cuantificación	Requisitos	Evaluación
<b>4</b>	Mercurio (mg/L)	No detectable	0.0002	0.00094	Conforme
	Plomo (mg/L)	No detectable	0.001	0.0081	Conforme
	Cadmio (mg/L)	No detectable	0.006	0.0093	Conforme
	Cobre (mg/L)	No detectable	0.010	0.05	Conforme
	Arsénico (mg/L)	No detectable	0.002	0.05	Conforme

## Corrientes

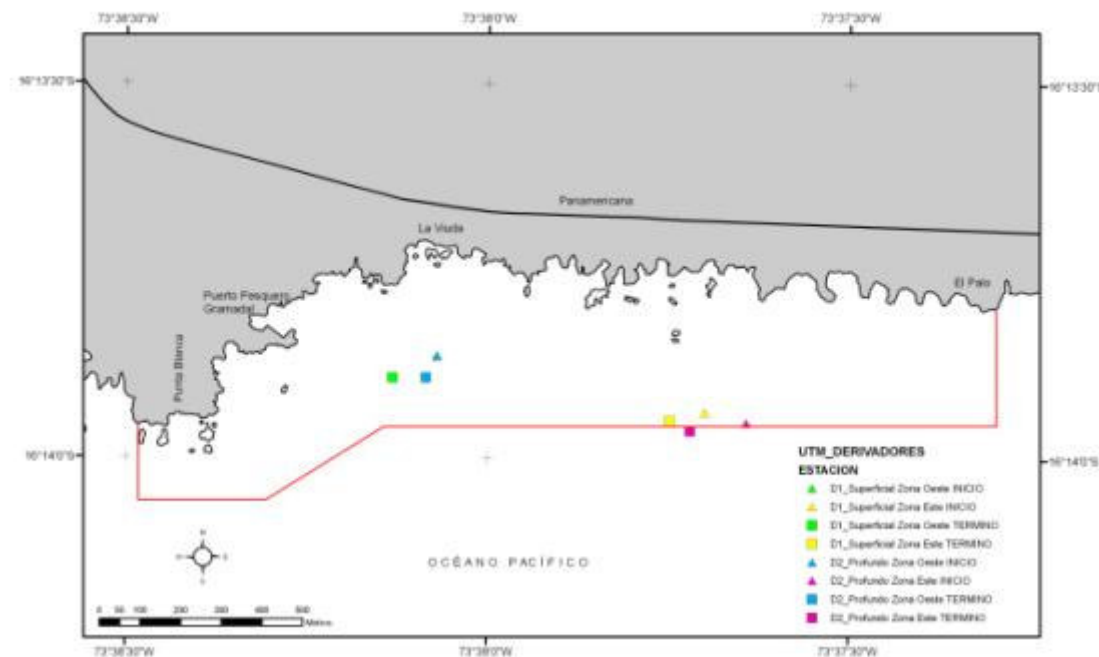
Para la determinación de la dirección y velocidad de las corrientes, se emplearon 2 derivadores de veleta, uno instalado a nivel superficial (1m de profundidad) y otro a media agua (6 metros de profundidad). Ambos derivadores se instalaron en dos zonas del área, zona este y oeste, midiendo su posición inicial y de término así como el tiempo de cada trayectoria con gps (Tabla 11, Figura 20).

Dicha actividad se desarrolló una vez terminado el muestreo oceanográfico el día lunes 26 de abril a partir de las 14:25 horas.

El tiempo promedio de derivación fue de 22 minutos.

**Tabla 11. Localización de las estaciones de inicio y término de cada recorrido de los derivadores**

DERIVADOR	NIVEL	POSICIÓN	CODIGO	ESTE U.T.M.	NORTE U.T.M.	LATITUD (S)	LONGITU (W)
1	1M	INICIO	D1_I_ESTE	646,596	8,204,878	16° 13' 56.28"	73° 37' 42.06"
1	1M	TÉRMINO	D1_T_ESTE	646,509	8,204,858	16° 13' 56.95"	73° 37' 44.99"
2	6M	INICIO	D2_I_ESTE	646,698	8,204,852	16° 13' 57.11"	73° 37' 38.62"
2	6M	TÉRMINO	D2_T_ESTE	646,559	8,204,833	16° 13' 57.75"	73° 37' 43.30"
1	1M	INICIO	D1_I_OESTE	645,936	8,205,018	16° 13' 51.87"	73° 38' 4.32"
1	1M	TÉRMINO	D1_T_OESTE	645,827	8,204,966	16° 13' 53.59"	73° 38' 7.98"
2	6M	INICIO	D2_I_OESTE	645,937	8,205,018	16° 13' 51.87"	73° 38' 4.29"
2	6M	TÉRMINO	D2_T_OESTE	645,909	8,204,966	16° 13' 53.57"	73° 38' 5.22"



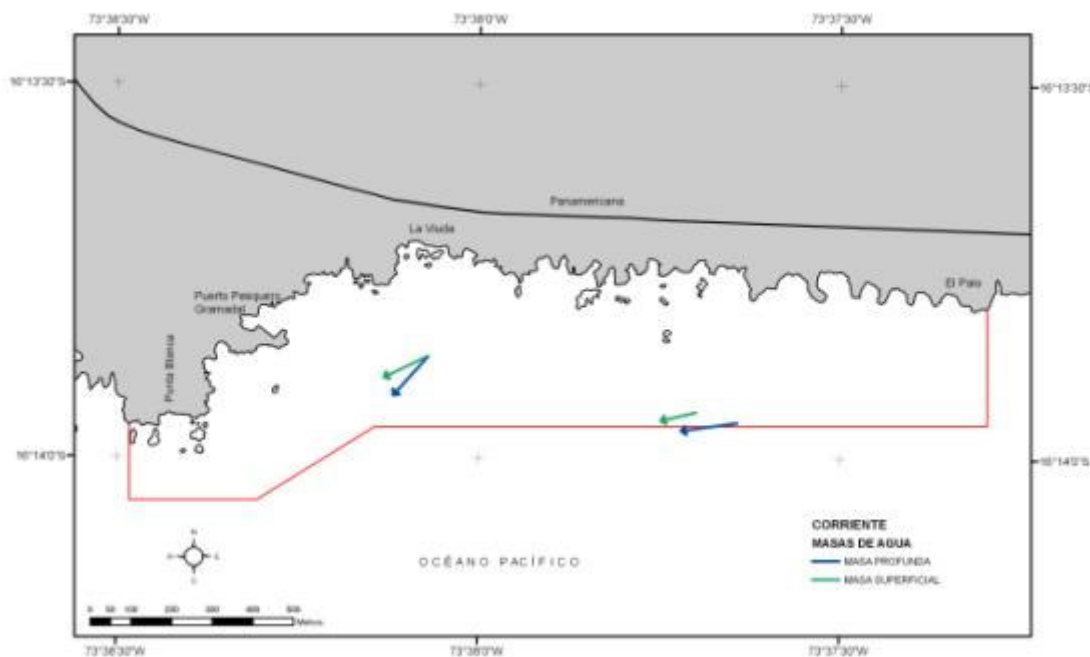
**Figura 20. Localización de las estaciones de inicio y término de derivadores**

Los parámetros de registro, así como la dirección y velocidad de corrientes medidos en cada zona y profundidad se resumen la tabla 12.

**Tabla 12. Parámetros medidos de cada derivador por zona y nivel de profundidad**

DERIVADOR	LONGITUD (m)	TIEMPO	DIRECCIÓN °N	VELOCIDAD (cm/seg)
Derivador 1 Sector Este superficial	89.3	0:12:54	244	11.5
Derivador 2 Sector Este Media agua	140.3	0:19:51	222	11.8
Derivador 1 Sector Oeste superficial	120.8	0:26:46	257	7.5
Derivador 2 Sector Oeste media agua	129.6	0:30:39	262	7.0

En términos generales la dirección predominante de la corriente, en ambas capas de agua medidas, van en sentido suroeste, siendo de mayor intensidad o velocidad en el sector este del área. No existió importantes variaciones en la intensidad de la corriente entre la capa superficial y profunda de agua, sólo cambio relativos de la dirección de estas (Figura 21).



**Figura 21. Diagrama de corrientes**



## CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

### Composición y abundancia fitoplanctónica

Para la colecta de fitoplancton se utilizó una red de plancton de 13 cm de diámetro y de 50 micras de apertura de poro, la cual se arrastró a una profundidad aproximada de 5 metros durante un tramo de 110 metros, determinado por GPS (Figura 22).

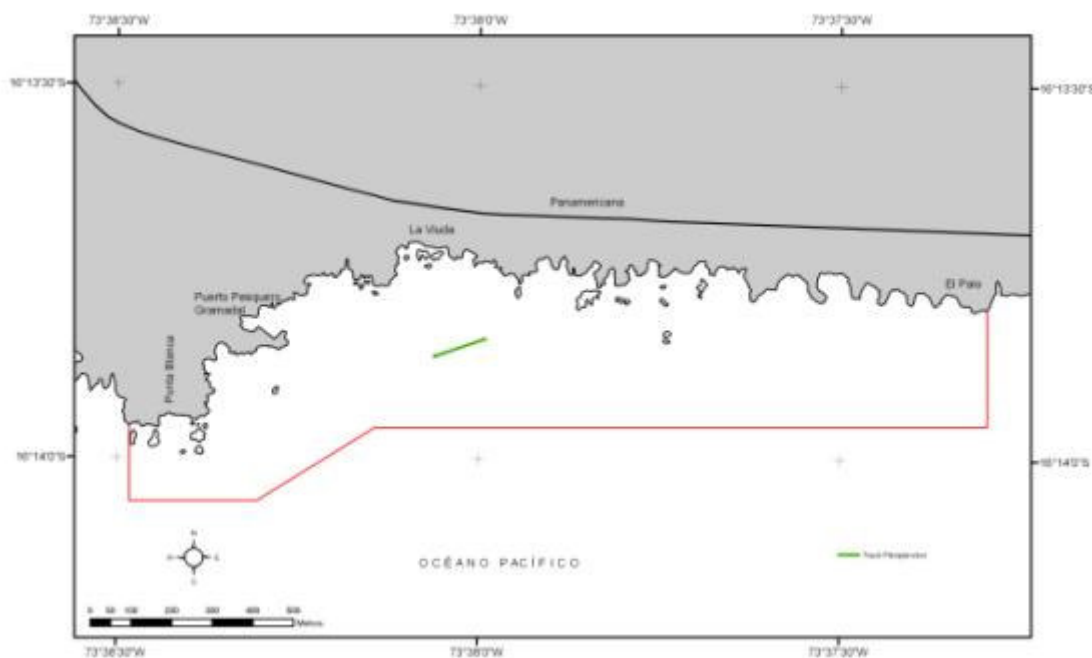


Figura 22. Localización track de recolección de fitoplancton

La muestra colectada en el copo, fue vaciada a una botella rotulada de 250 ml y fijada con formol neutralizado con  $\text{HCO}_3$  al 4 %, para su posterior estudio por microscopía óptica, para la identificación de organismos fitoplanctónicos y número de células por litro.

La composición de especies fitoplanctónicas estuvo compuesta por un total de 23 especies (tabla 13), mayoritariamente diatomeas (74%), seguido de dinoflagelados (22%) y en muy menor medida silicoflagelados (4%).

**Tabla 13. Composición específica del fitoplancton presente**

<b>Diatomeas</b>	<b>Dinoflagelados</b>	<b>Silicoflagelados</b>
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	<i>Ceratium furca</i>	<i>Dictyocha speculum</i>
<i>Coscinodiscus sp</i>	<i>Ceratium tripos</i>	
<i>Chaetoceros decipiens</i>	<i>Protoperidinium depressum</i>	
<i>Chaetoceros didymus</i>	<i>P. pellucidum</i>	
<i>Chaetoceros socialis</i>	<i>Dinophysis acuminata</i>	
<i>Ditylum brightwellii</i>		
<i>Eucampia zoodiacus</i>		
<i>Leptocylindrus danicus</i>		
<i>Lithodesmium undulatum</i>		
<i>Planktoniella sol</i>		
<i>Pleurosigma sp</i>		
<i>Fragilariopsis doliolus</i>		
<i>Thalassiosira gravis</i>		
<i>Thalassiosira rotula</i>		
<i>Thalassiosira subtilis</i>		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		
<i>Detonula pumila</i>		

En términos de abundancia, los géneros *Ditylum*, *Coscinodiscus* y *Thalassionema*, representaron el 73% del total de especies presentes (Tabla 14).

**Tabla 14. Abundancia relativa porcentual de especies fitoplanctónicas presentes en el área**

<b>Géneros</b>	<b>Porcentaje</b>
<i>Ditylum</i>	42.30
<i>Coscinodiscus</i>	15.38
<i>Thalassionema</i>	15.38
<i>Lithodesmium</i>	03.84
<i>Pseudoeunotia</i>	03.84
<i>Pleurosigma</i>	03.84
<i>Thalassiosira</i>	07.68
<i>Ceratium</i>	07.68

La composición específica y abundancia relativas de especies fitoplanctónicas registradas para el área de Atico, fueron comunes a las descritas para áreas de surgencia (Ochoa y Tarazona, 2003), las cuales se caracterizan por una predominancia de diatomeas pequeñas de rápido crecimiento, y unidas por cadenas.

## Composición y distribución de especies invertebradas bentónicas

A partir de la información registrada del levantamiento de información batitológica, se construyó una matriz de presencia y ausencia, considerando las 107 estaciones de muestreo realizadas al interior del área.

El resultado del análisis de esta matriz, permitió establecer la ocurrencia de cada especie bentónica de interés al interior del área, así como su localización georeferenciada, y variables físicas asociadas (profundidad y tipo de fondo).

En la tabla 15 se presenta un detalle del nivel ocurrencia de cada especie comercial dentro de la grilla batitológica realizada.

Tabla 15. Ocurrencia de especies objetivo en la matriz de levantamiento batitológico

Especies	Recurso	Observaciones positivas	f
<i>Fissurella</i> sp.	Lapas	68	64%
<i>Concholepas concholepas</i>	Chanque	36	34%
<i>Thais chocolata</i>	Caracol	7	7%
<i>Loxechinus albus</i>	Erizo	5	5%

La especie bentónica de importancia comercial más ampliamente distribuida al interior del área fue el género *Fissurella*, la cual fue observada en un total de 68 estaciones (Figura 23), entre los 3 y 20 metros de profundidad y en una asociación mayoritaria (84%) a fondos del tipo rocoso y mixto.

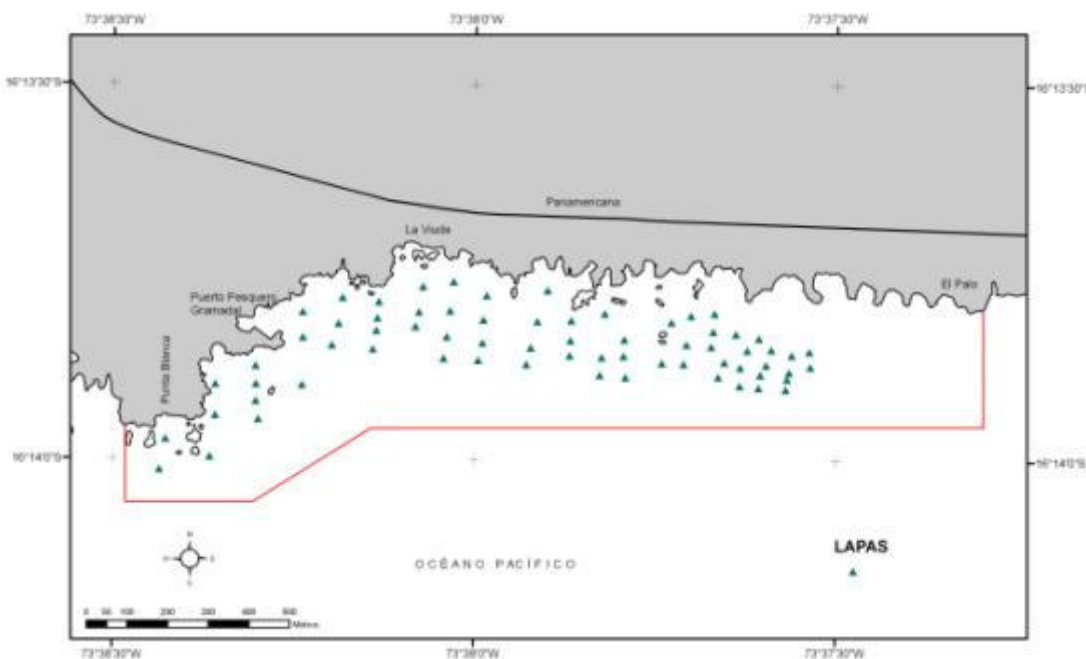


Figura 23. Distribución espacial del género *Fissurella*

*Concholepas concholepas*, fue la segunda especie de importancia comercial con un relativo amplio nivel de distribución al interior del área (Figura 24), estando presente en el 34% de las estaciones muestreadas. Esta especie se observó en un rango de profundidad entre los 2 y 17 metros, fuertemente asociado al sustrato rocoso continuo.

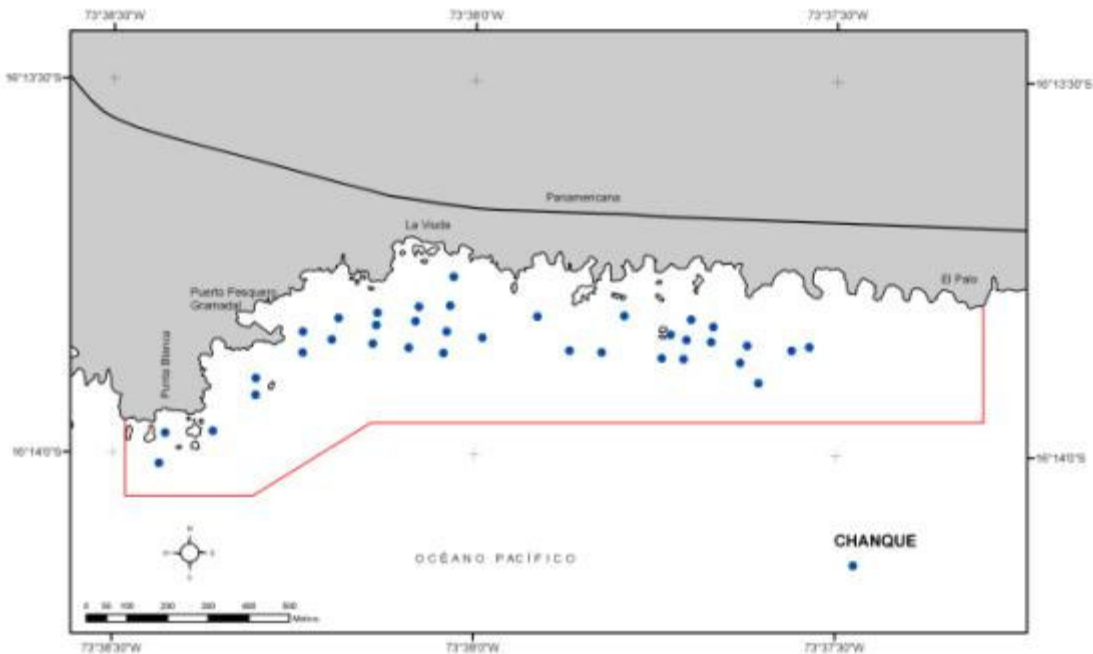


Figura 24. Distribución espacial de *Concholepas concholepas*

El recurso caracol (*Thais chocolata*) se observó en una baja distribución (Figura 25) con una ocurrencia del 7%, asociado a un sustrato principalmente mixto y en un rango de profundidad de los 8 y 13 metros.

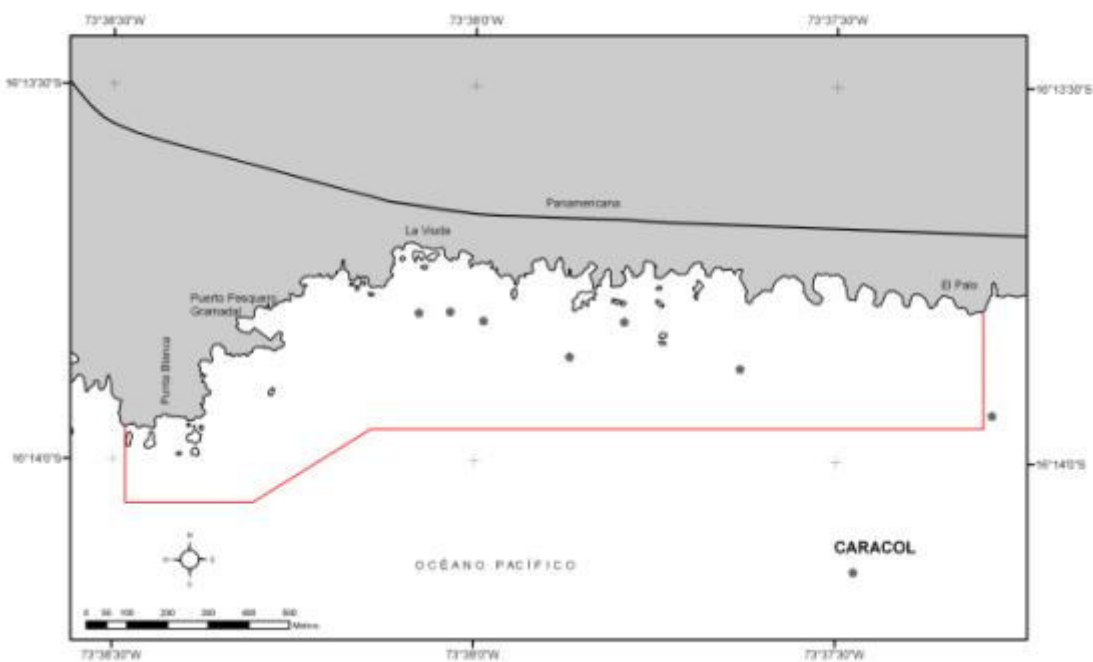


Figura 25. Distribución espacial de *Thais chocolata*

Para el recurso Erizo (*Loxechinus albus*), el nivel de presencia y distribución al interior del área fue significativamente bajo, estando presente sólo en 5 estaciones, lo que equivale al 5% de la grilla de evaluación (Figura 26). Esta distribución estuvo asociada a profundidades entre los 5 y 10 metros y casi exclusivamente sobre sustrato rocoso.

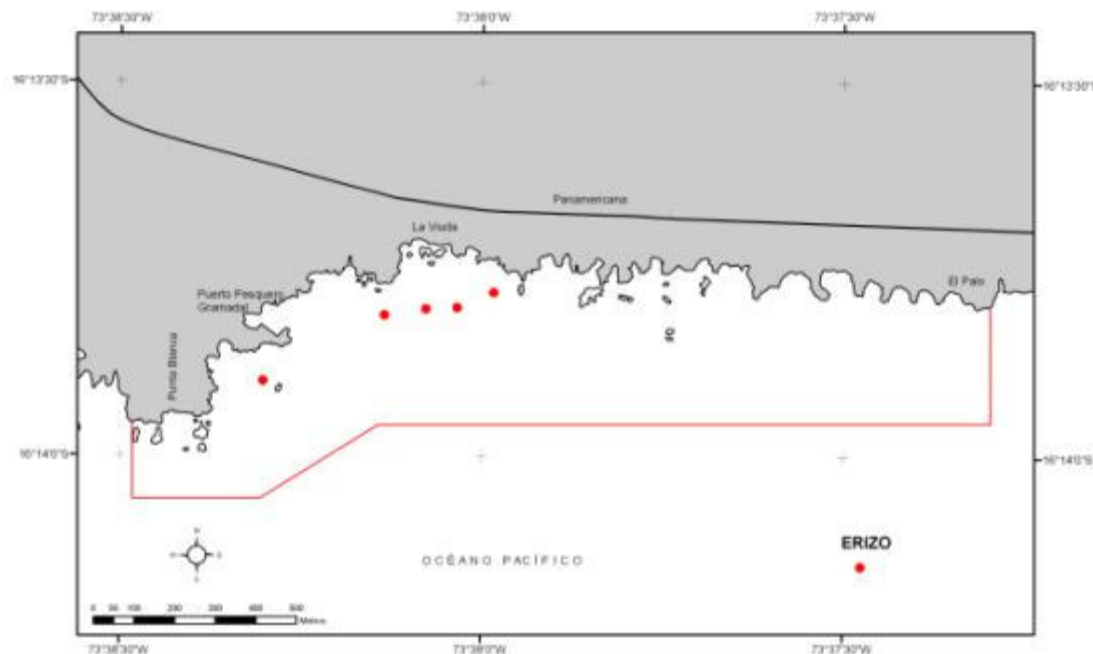


Figura 26. Distribución espacial de *Loxechinus albus*

En la figuras 27 y 28 se presenta el porcentaje de ocurrencia de cada especie comercial sobre el tipo de sustrato reconocido y nivel de profundidad registrado, respectivamente.

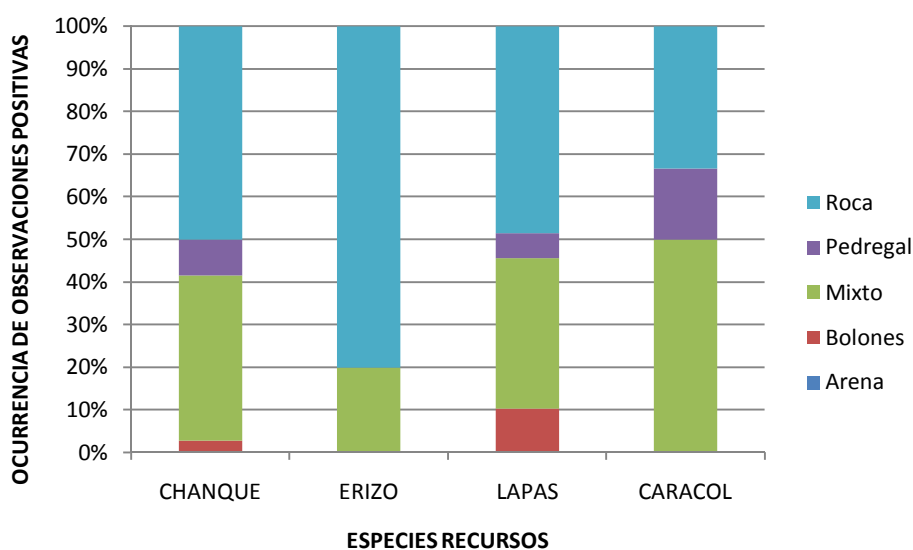
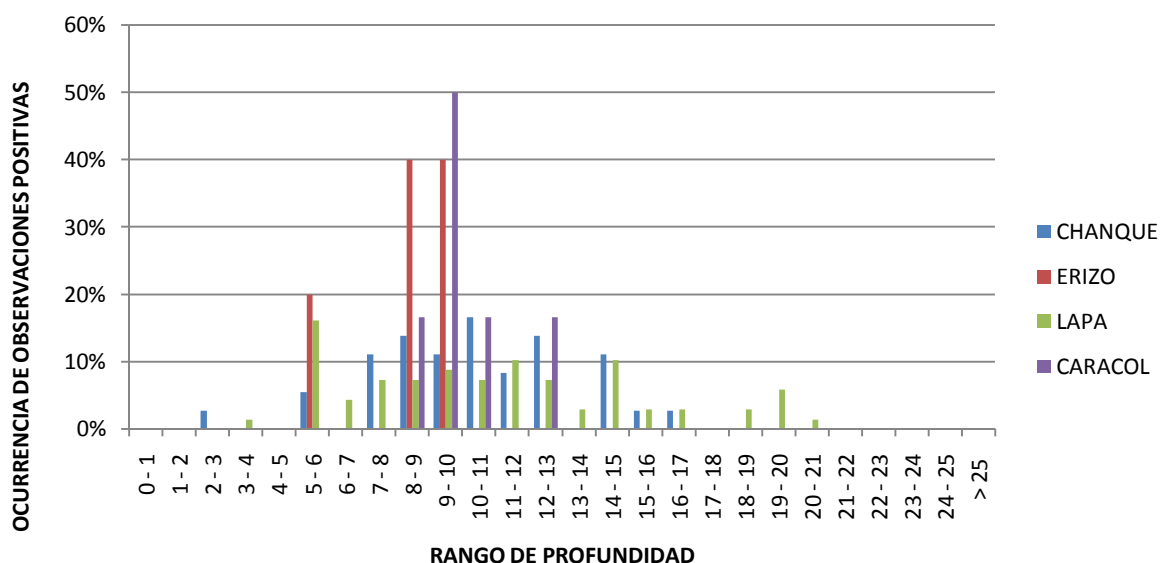


Figura 27. Participación porcentual del tipo sustrato en la presencia total de recursos objetivo



**Figura 28.** Participación porcentual de la profundidad en la presencia total de recursos objetivo

En la tabla 16 se presenta un detalle del nivel ocurrencia de las especies secundarias o tróficamente complementarias observadas dentro de la grilla batilitológica realizada.

**Tabla 16.** Ocurrencia de especies secundarias en la matriz de levantamiento batilitológico

Especies	Observaciones positivas	F
<i>Pyura chilensis</i>	68	64%
<i>Lessonia trabeculata</i>	52	49%
<i>Balanus sp</i>	35	33%
<i>Macrocystis pyrifera</i>	28	26%
<i>Tetrapyrgus niger</i>	69	64%
<i>Stichaster striatus</i>	64	60%
<i>Heliaster helianthus</i>	51	48%

*Pyura chilensis* (Piure), al igual que las lapas, fue la especie presente con más amplia distribución al interior del área, alcanzando una ocurrencia del 64% de las estaciones realizadas (Figura 29). Dicha especie fue observada principalmente sobre sustrato rocoso continuo y mixto, a profundidades entre los 2 y 21 metros.



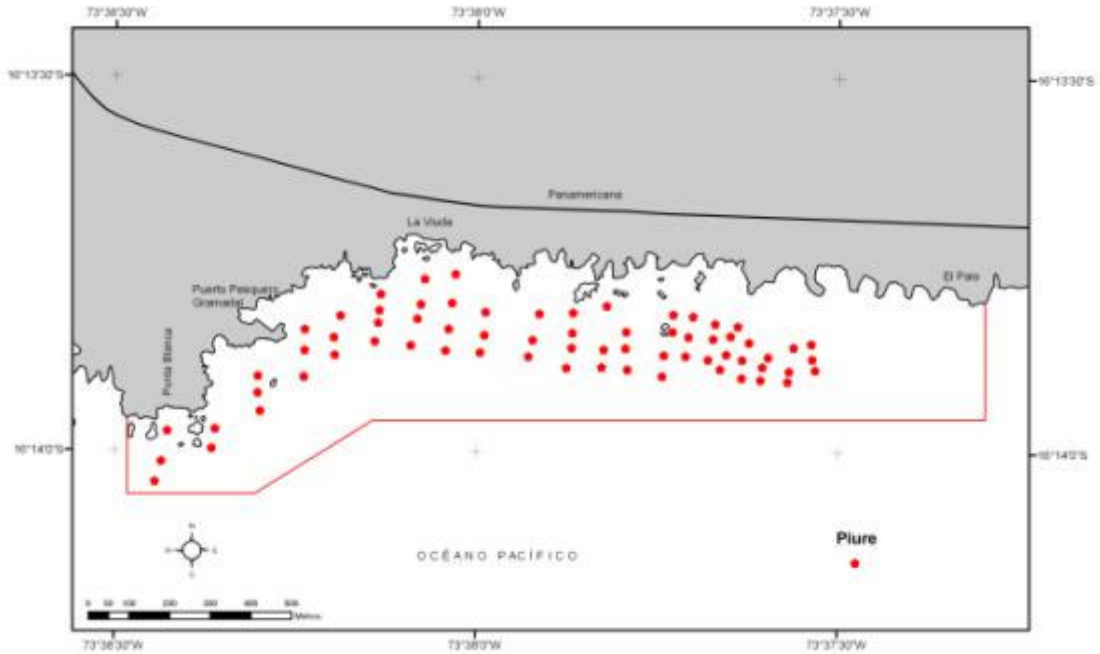


Figura 29. Distribución espacial de *Pyura chilensis*

Del grupo de las algas pardas *Lessonia trabeculata* (Alacanto), presentó una cobertura amplia (49%), asociada al rango de profundidad entre los 5 y 17 metros sobre sustrato rocoso y mixto (Figura 30).

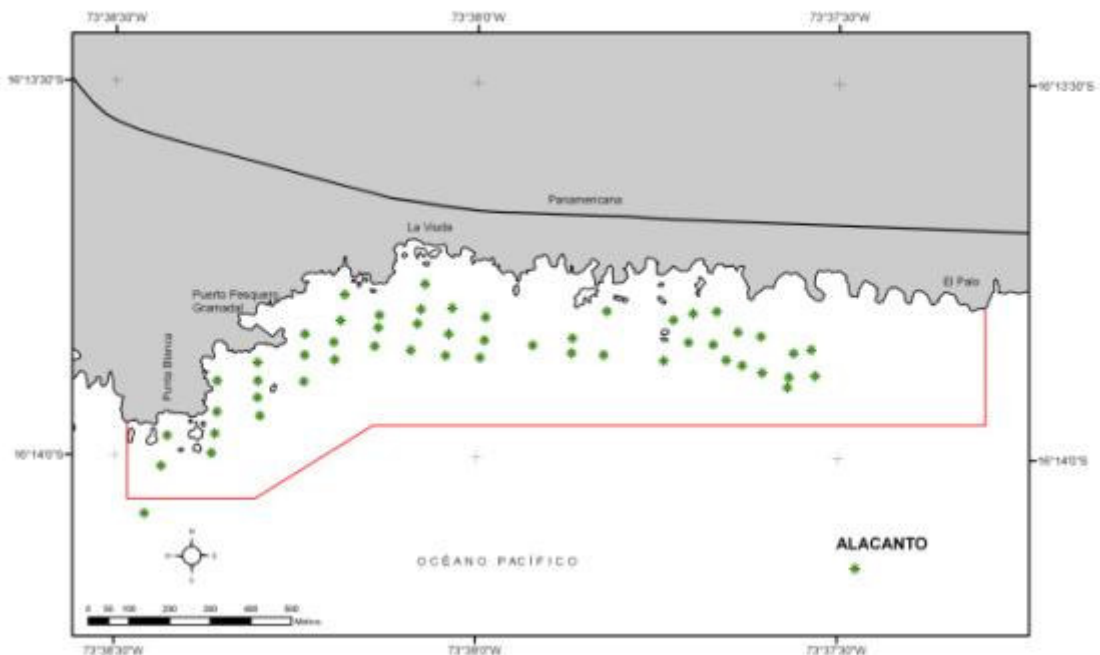


Figura 30. Distribución espacial de *Lessonia trabeculata*

Por su parte *Macrocystis pyrifera* (Sargazo), mostró un patrón de distribución más reducido, estando presente sólo en 28 de las 107 estaciones realizadas (26%), concentrándose en la porción media del área y en el tramo costero del sector oeste (Figura 31), en rangos de profundidad variables desde los 3 y hasta los 20 metros, sobre sustrato rocoso mixto y de pedregal.

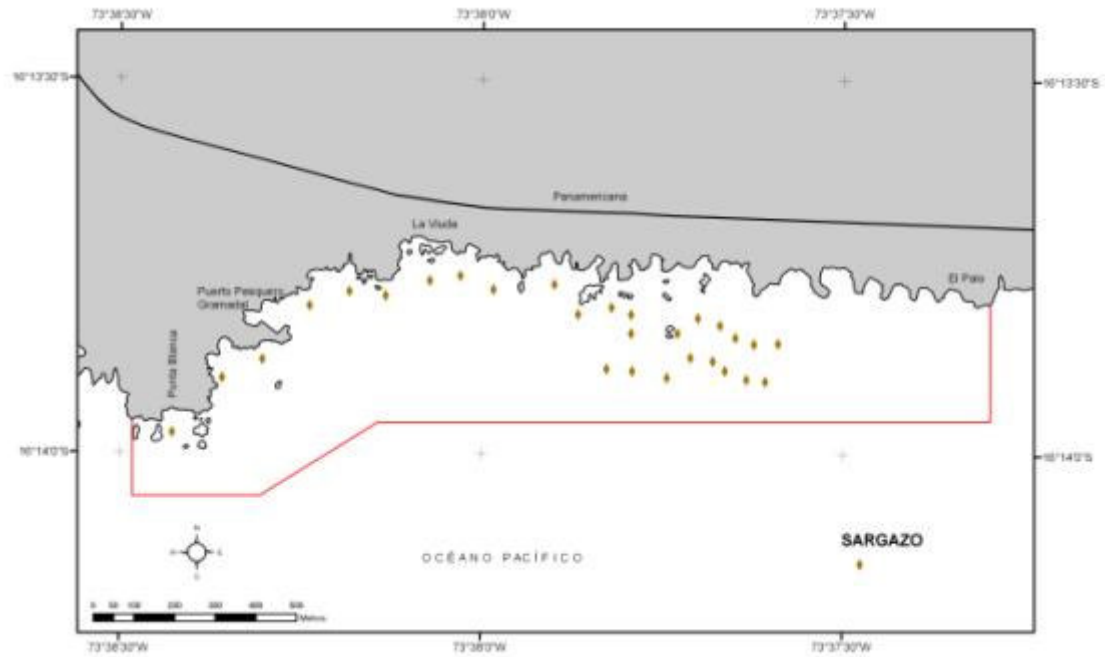


Figura 31. Distribución espacial de *Macrocytis pyrifera*

Del grupo de los Cirripedios *Balanus sp.* (Picacho), mostró un nivel de distribución bajo, equivalente al 33% positivo en la grilla de muestreo (Figura 32), concentrado en los 5 y 20 metros sobre sustratos rocosos y mixtos.

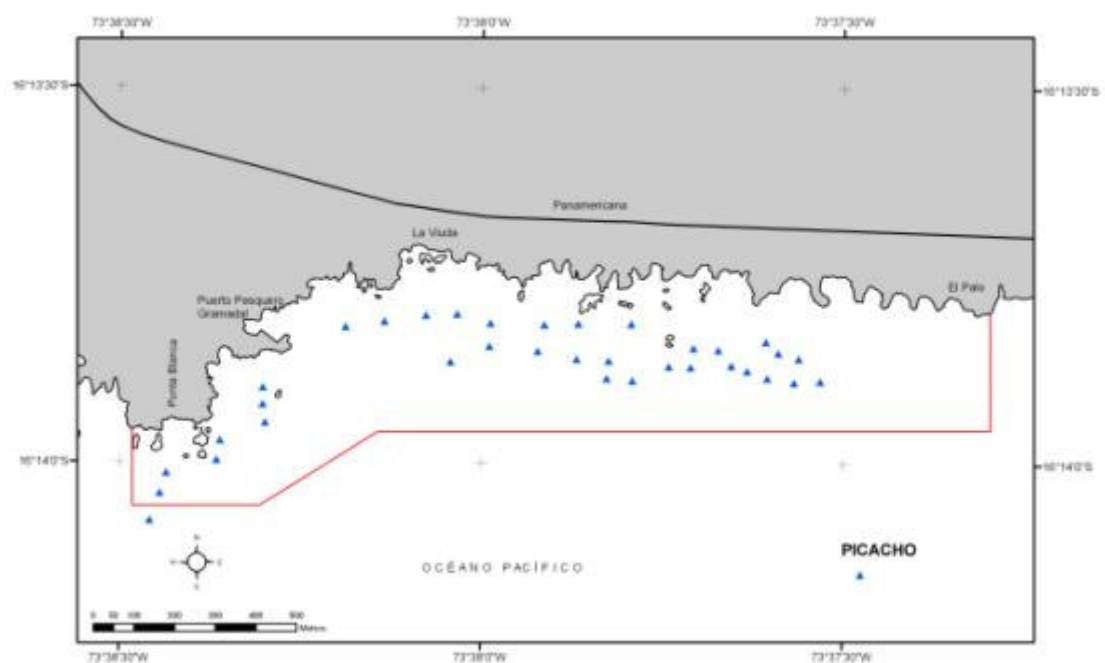


Figura 32. Distribución espacial de *Balanus sp.*

Dentro del grupo de depredadores los erizo negros (*Tetrapigus niger*), fue la especie registrada con una mayor cobertura especial, alcanzando el 64% de las estaciones realizadas (Figura 33).

Su presencia estuvo asociada a profundidades entre los 2 y 23 metros, en sustratos del tipo rocoso y mixto principalmente.

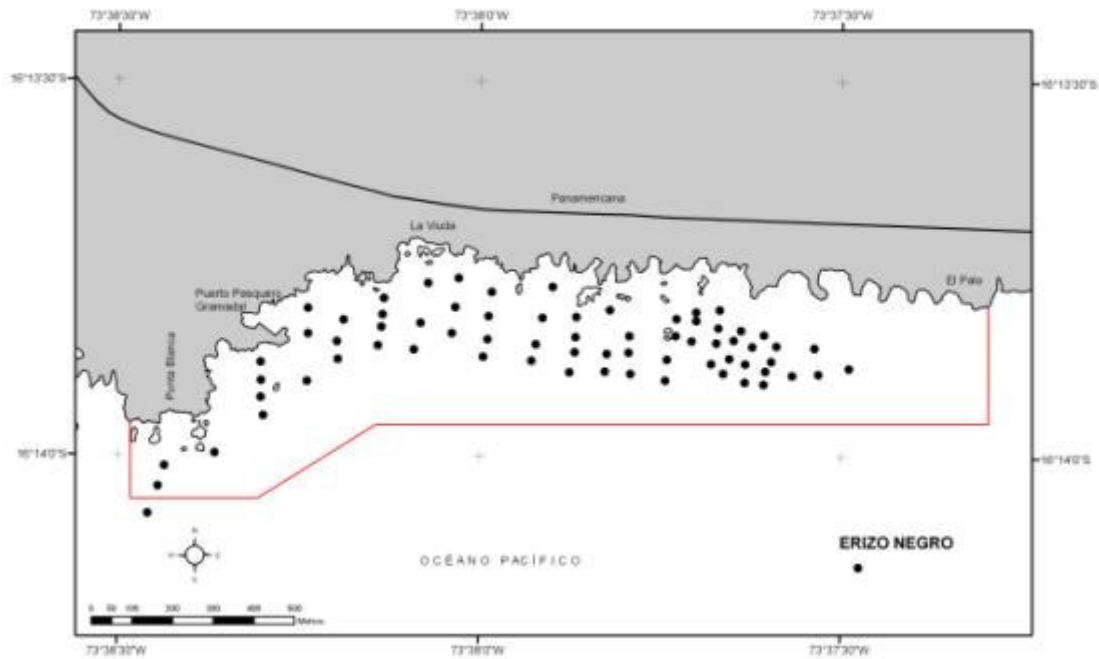


Figura 33. Distribución espacial de *Tetrapigus niger*

Los asteroideos, mostraron una amplia distribución al interior del área la que alcanzo el 60% y 48% para las especies *Stichaster striatus* (Figura 34) y *Heliaster helianthus* (Figura 35) respectivamente. En ambos casos su presencia estuvo asociada a profundidades entre los 3 y 20 metros, sobre sustrato fundamentalmente rocoso y mixto.

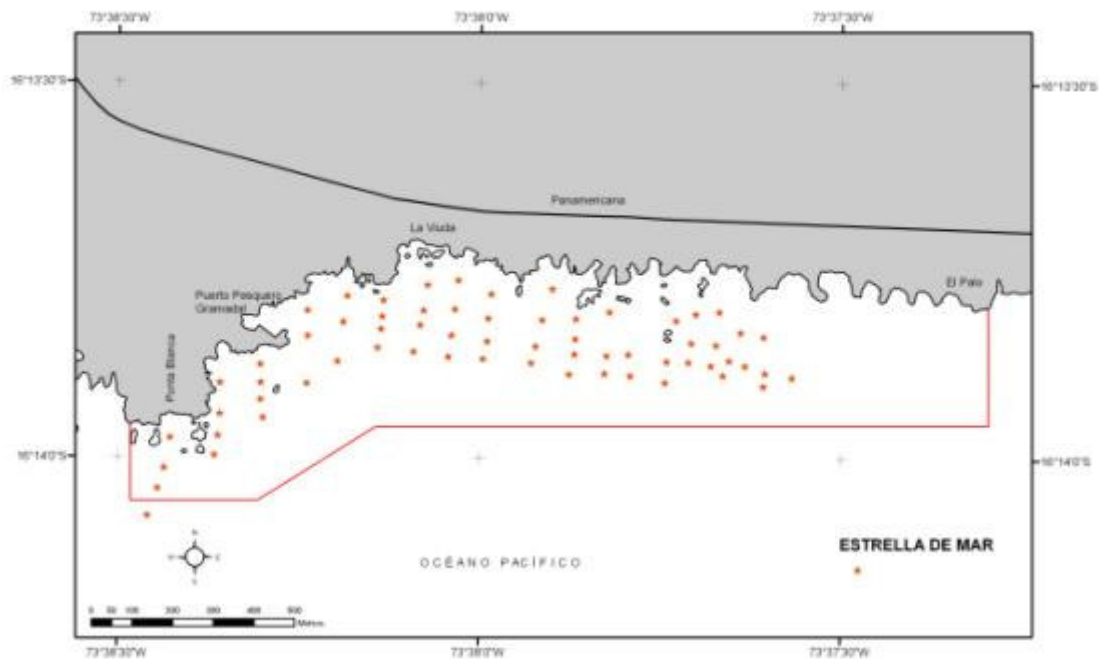


Figura 34. Distribución espacial de *Stichaster striatus*

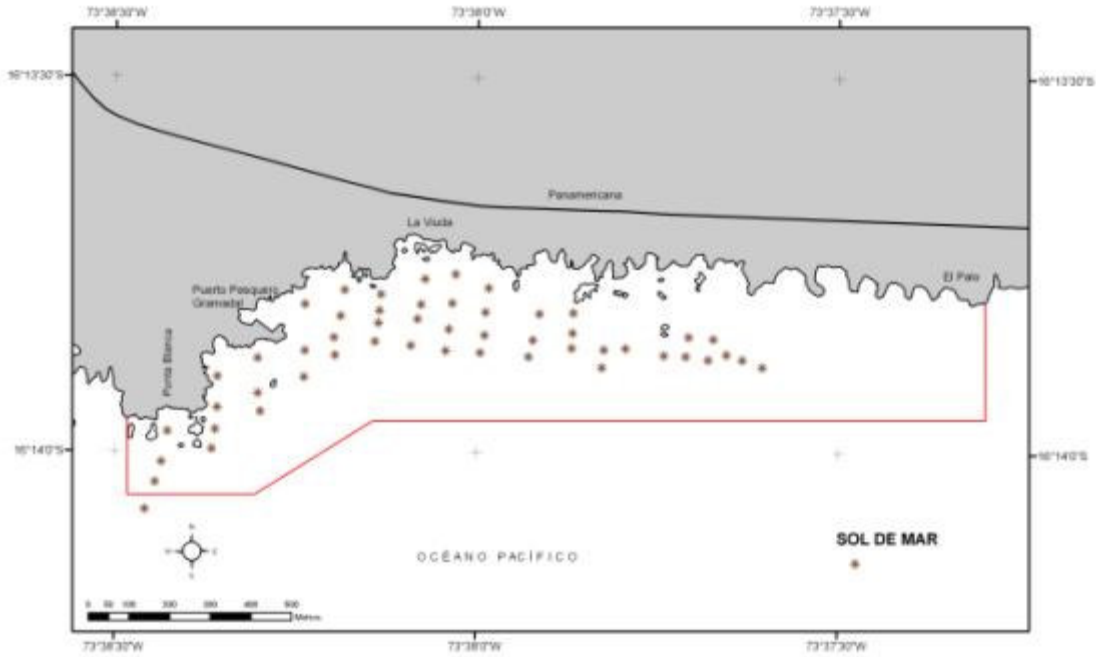


Figura 35. Distribución espacial de *Heliaster helianthus*

En la figuras 36, 37 y 38 se presenta el porcentaje de ocurrencia de cada especie tróficamente complementaria sobre el tipo de sustrato reconocido y nivel de profundidad registrado respectivamente.

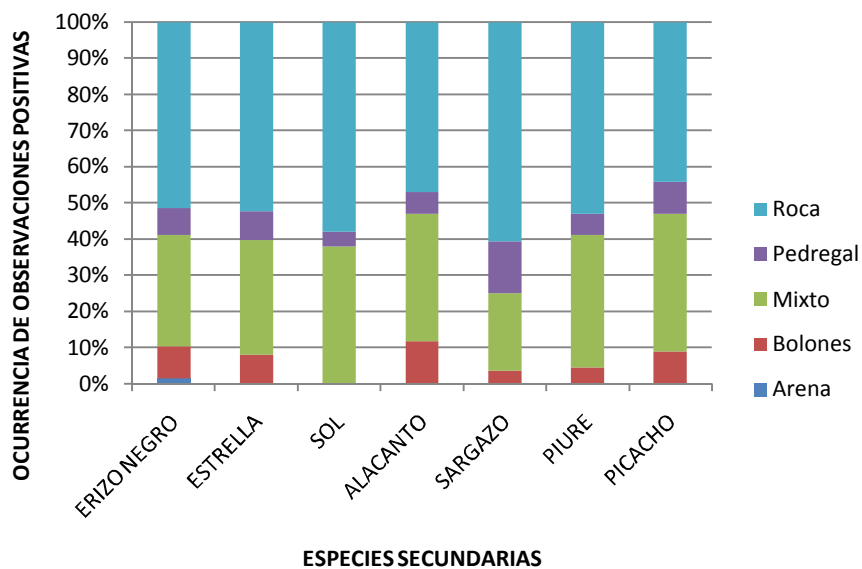


Figura 36. Participación porcentual del tipo sustrato en la presencia total de especies secundarias

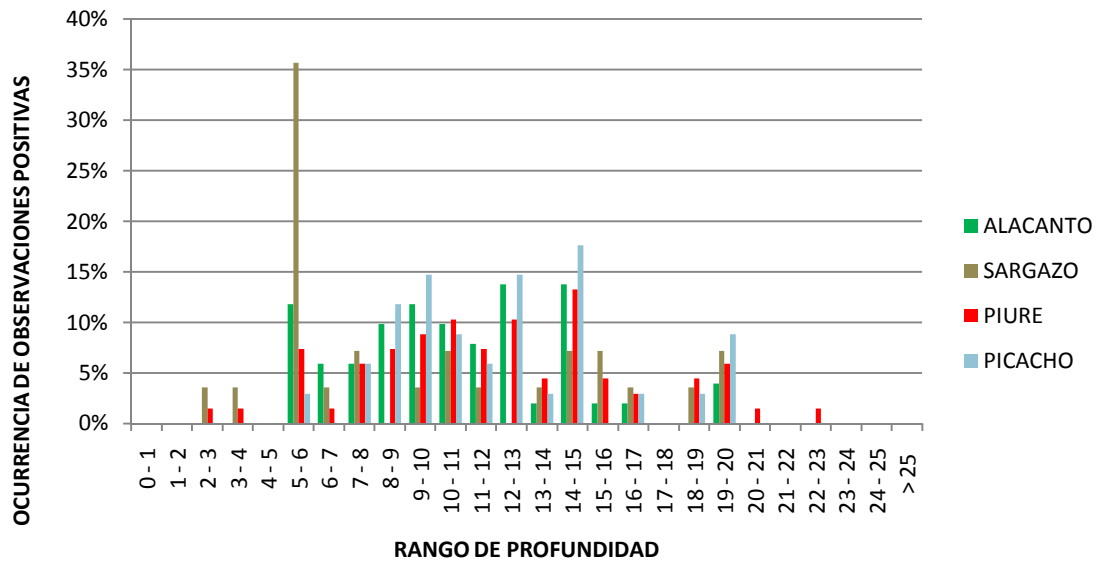


Figura 37. Participación porcentual de la profundidad en la presencia total de especies presas

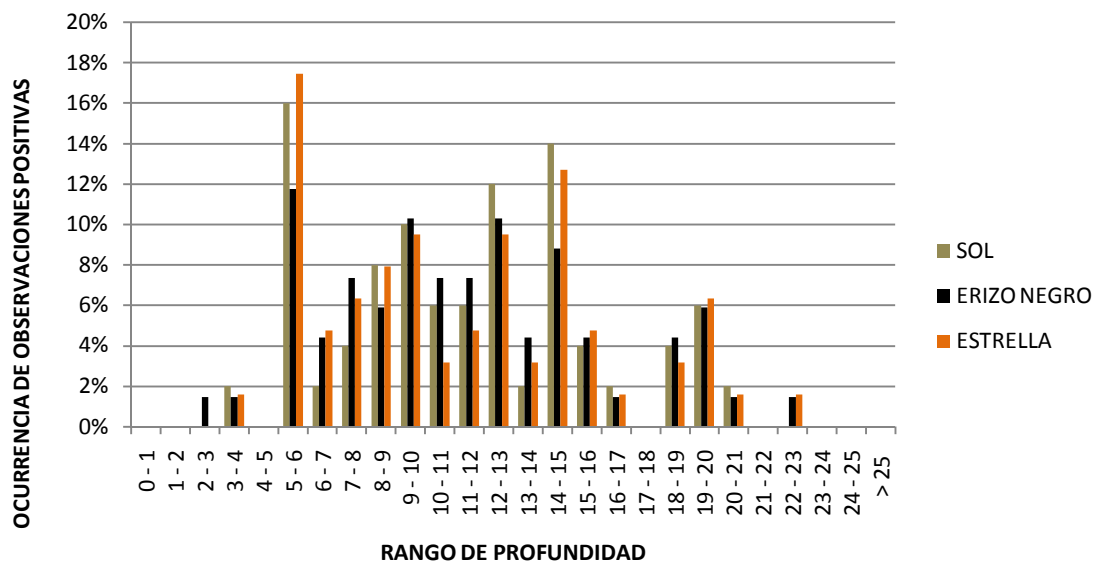


Figura 38. Participación porcentual de la profundidad en la presencia total de especies predatoras

## Estructura comunitaria del bentos

Para la caracterización de la estructura de las comunidades bentónicas presentes al interior del área, se consideraron 3 zonas localizadas en sectores coincidentes con las bandas de distribución de los recursos Lapas, Erizo y Chanque, y a la vez localizadas de forma equidistantes a lo largo el área, Zona oeste, Zona centro y Zona este (Figura 39).

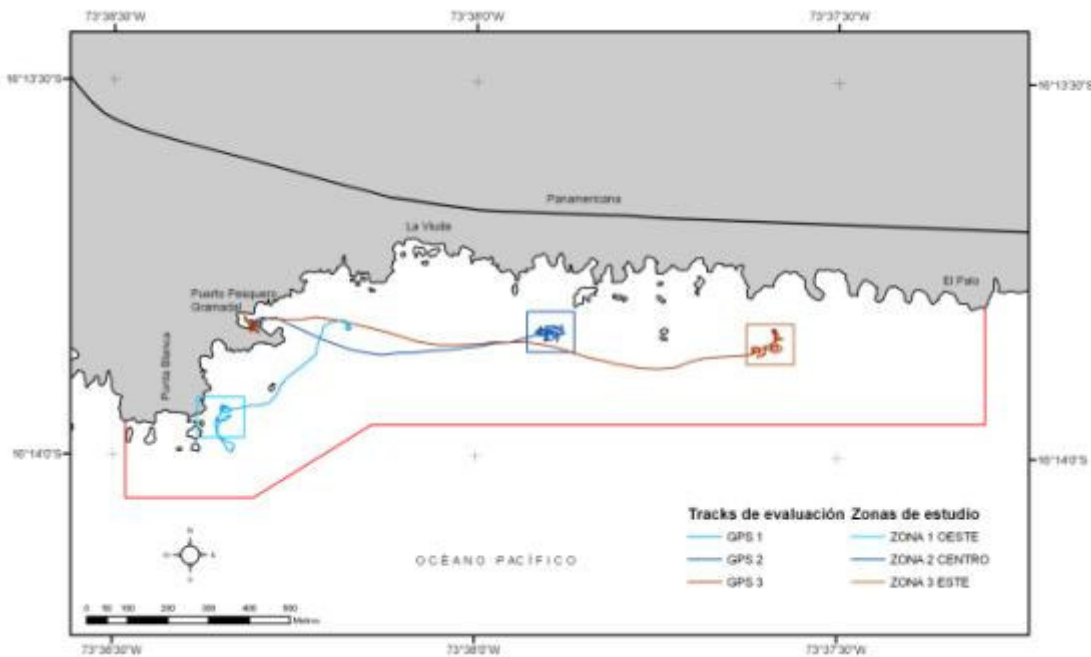


Figura 39. Ubicación zonas muestreo para estudio comunitario

El registro de los componentes sésiles y móviles existentes en cada zona, fueron obtenidos mediante fotografía submarina. Para ello, se definió la toma de un total de 20 fotografías por zona de muestreo, las cuales fueron obtenidas registrando el lance aleatorio de un cuadrante de 25\*25 centímetros (unidad de muestreo de 0.0625 m<sup>2</sup>) (Figura 40).

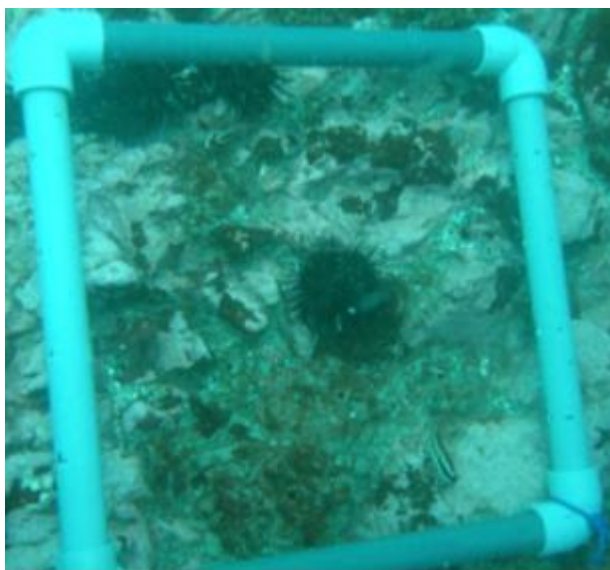


Figura 40. Fotografía obtenida del muestreo comunitario



Del total de fotografías obtenidas se seleccionaron aquellas que aseguraran una apropiada identificación y conteo de las especies presentes. Como resultado de lo anterior, finalmente se lograron obtener 19, 5, y 14 fotografías para la zona oeste, centro y este respectivamente.

La caracterización de la estructura comunitaria de los ambientes submareales, consideró en su análisis los elementos presentes tanto del ensamble sésil y como del móvil de cada muestra.

Comparativamente, de las tres zonas de estudio fue la oeste, cercana al sector de Punta Blanca, en la que se registró el mayor número de especies presentes, tanto en el ensamble sésil (11 taxas) como en el ensamble móvil (6 Taxas) (Tabla 17).

**Tabla 17. Matriz de presencia-ausencia de las diferentes taxas identificadas del ensamble sésil y móvil en las diferentes zonas de estudio**

Ensamble sésil		Zona oeste	Zona centro	Zona este
<b>Phylum</b>	<b>Especie</b>			
Phaeophyta	<i>Lithothamnium sp</i>	1	1	1
Phaeophyta	<i>Costra café</i>	1	0	1
	<i>Costra blanca</i>	1	0	1
Rodophyta	<i>Costra roja</i>	1	0	0
Chlorophyta	<i>Costra verde</i>	1	0	0
Urochordata	<i>Pyura chilensis</i>	1	1	1
Chlorophyta	<i>Alga verde laminar_sp1</i>	1	0	0
Chlorophyta	<i>Alga verde laminar_sp2</i>	1	1	0
Rodophyta	<i>Alga roja Ceramial_sp1</i>	1	1	0
Rodophyta	<i>Alga roja Ceramial_sp2</i>	1	0	0
Polychaeta	<i>Polychaeta_Tubicola</i>	0	0	1
Poryfera	<i>Porifera_indeterminado</i>	0	0	1
Arthropoda	<i>Balanus_sp</i>	0	0	1
Phaeophyta	<i>Lessonia trabeculata</i>	1	0	0
	<i>Arena</i>	0	1	1
	<b>Sub Total Sésil</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>8</b>

Ensamble móvil		Zona oeste	Zona centro	Zona este
<b>PHYLUM</b>	<b>Especie</b>			
Cnidaria	<i>Actinia sp</i>	0	0	1
Cnidaria	<i>Phymantea pluvia</i>	1	0	0
Echinodermata	<i>Heliaster helianthus</i>	1	0	0
Echinodermata	<i>Stichaster striatus</i>	0	0	1
Echinodermata	<i>Tetrapyrgus niger</i>	1	0	1
Mollusca	<i>Holoturidae indeterminada</i>	1	0	0
Crustacea	<i>Rhynchocinetes typus</i>	0	1	0
Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	0	1	0
Mollusca	<i>Mitrella unifasciata</i>	0	1	0
Mollusca	<i>Fissurella sp</i>	1	0	0
Mollusca	<i>Tegula atra</i>	1	1	0
Mollusca	<i>Brachiodontes granulata</i>	0	1	0
	<b>Sub Total Móvil</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>

<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
--------------	-----------	-----------	-----------

Por otra parte, las únicas especies presentes en los tres sitios evaluados, fueron el alga calcárea *Lithothamnium sp* y el urocordado *Pyura chilensis* (Tabla 17).

Para el caso de *Lithothamnium sp*, su cobertura promedio calculada fue de 69% (Zona oeste), 16% (Zona centro) y 42% (Zona este) (Figura 41). Esta alga calcárea rosada compite con otras algas por sustrato, como por ejemplo con *Lessonia trabeculata* o *Lessonia nigrescens*, colonizando sectores que hayan sido alguna vez habitados por estas algas pardas.

A su vez, las coberturas promedio calculadas para Piure (*Pyura chilensis*), fueron de 15% (Zona oeste), 26% (Zona centro) y 9% (Zona este) (Figura 41), siendo su presencia y cobertura en términos ecológicos relevante por ser conocida como especie “ingeniera”, debido que proporciona refugio a pequeños invertebrados que están todo su ciclo de vida o parte de su desarrollo ontogénico, dentro de las estructuras que rodean los sifones. Además, esta especie es parte fundamental de la dieta de recursos bentónicos como el chanque (*Concholepas concholepas*) y el caracol (*Thais chocolata*).

Otra especie que destacó por su cobertura fue una especie identificada como alga laminar verde 2, con una cobertura del 53% en la zona centro del área (Figura 41).

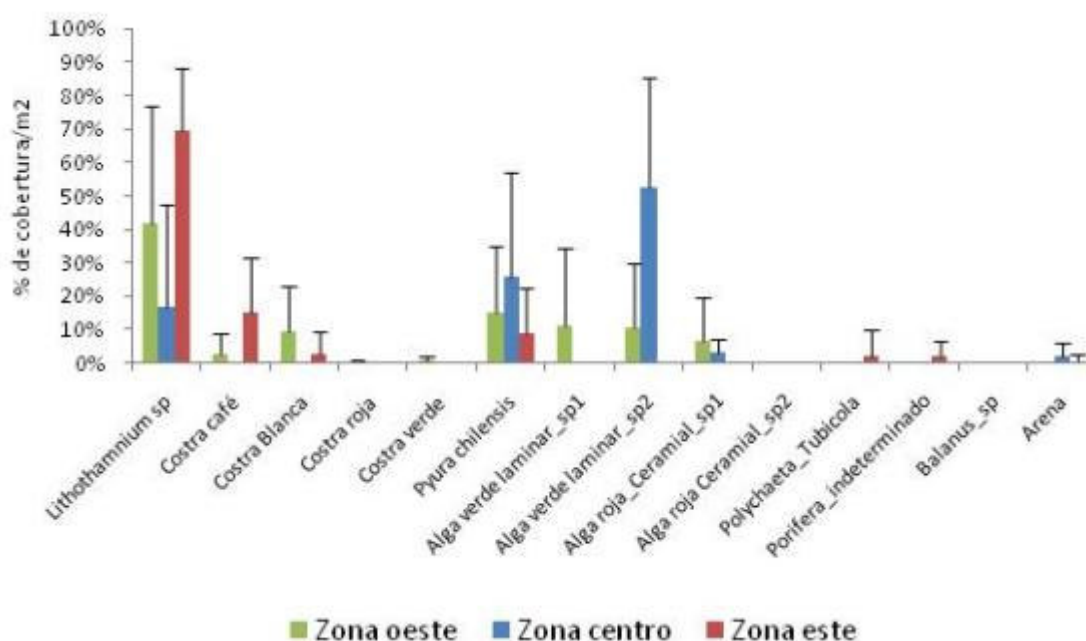


Figura 41. Porcentaje de cobertura/m² del ensamble sésil en las diferentes zonas de estudio

Para el caso del ensamble móvil, la especie con una mayor densidad fue el erizo negro (*Tetrapigus niger*), equinodermo muy común en zonas del intermareal y en el submareal somero. Esta especie presentó una alta densidad promedio (24 individuos/m²) en la zona este (Figura 42). *Tetrapigus niger* habita sobre sustratos rocosos depredando principalmente sobre algas laminares (e.g. *Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata*, *Gelidium sp*), afectando de manera directa la falta de estas algas sobre el sustrato.

A su vez la especie con la segunda mayor densidad fue el gastrópodo *Turritela cingulata* (9,6 individuos/m²) para la zona centro (Figura 42).

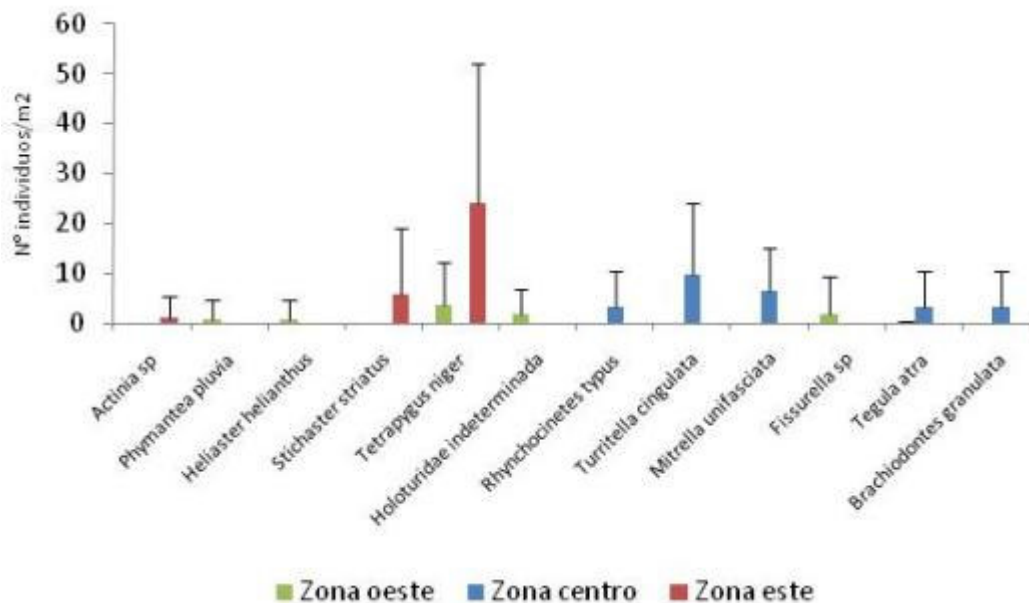


Figura 42. Densidad promedio del ensamble móvil para las diferentes zonas de estudio

Cabe mencionar que en el muestreo realizado, la presencia de *Lessonia trabeculata* fue relativamente baja, sólo encontrándose en la zona oeste con una densidad promedio de 1.8/m<sup>2</sup>, situación posiblemente influenciada por la unidad muestral empleada.

Una vez realizado el recuento de especies por muestra y obtenidas las coberturas y densidades promedios para los ensambles sésiles y móviles de cada estación, se calcularon los índices comunitarios de dominancia y diversidad (Ludwig & Reynolds, 1988).

Índice de Dominancia (D) de Simpson (Simpson, 1949):

$$D = \frac{\sum_{i=1}^s ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

donde: ni = Número de individuos de la especie i-ésima

N = Número total de individuos

Índice de diversidad (H') de Shannon-Wiener (Pielou, 1966)

$$H' = -\sum_{i=1}^s pi(\log_2 pi)$$

donde: pi = ni/N

ni = Número de individuos de la especie i-ésima

N = Número total de individuos

A nivel de la dominancia ecológica, fue posible observar una uniformidad entre los niveles calculados para este índice entre sectores, tanto para el ensamble sésil como el móvil (Figura 43), existiendo diferencias que no superan los 0.2 puntos de magnitud.

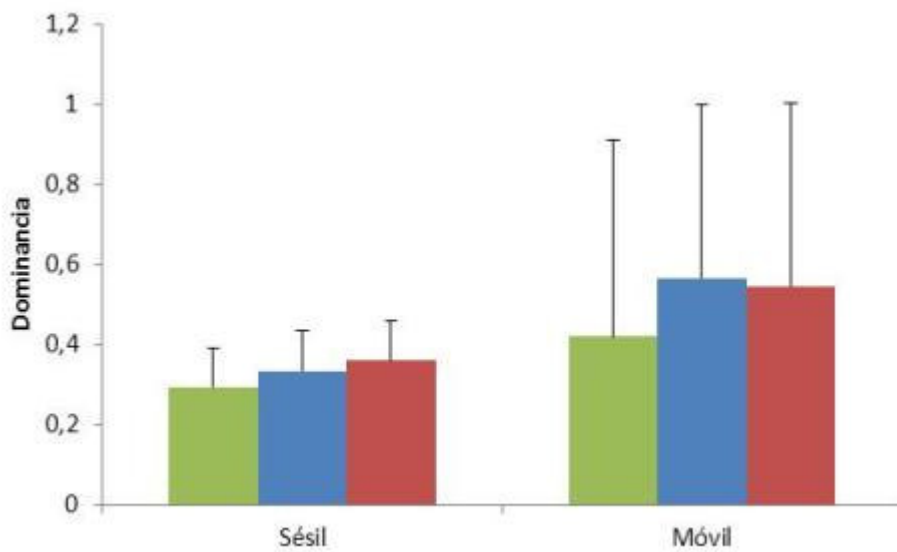


Figura 43. Índice dominancia del ensamble sésil para las diferentes zonas de estudio. Zona oeste (Verde), centro (Azul) y norte (Rojo)

A nivel de la diversidad, los valores obtenidos para el índice de Shannon-Wiener, mostraron idéntico comportamiento para la comunidad en el ensamble sésil, siendo marcadamente menor y variable para el ensamble móvil (Figura 44).

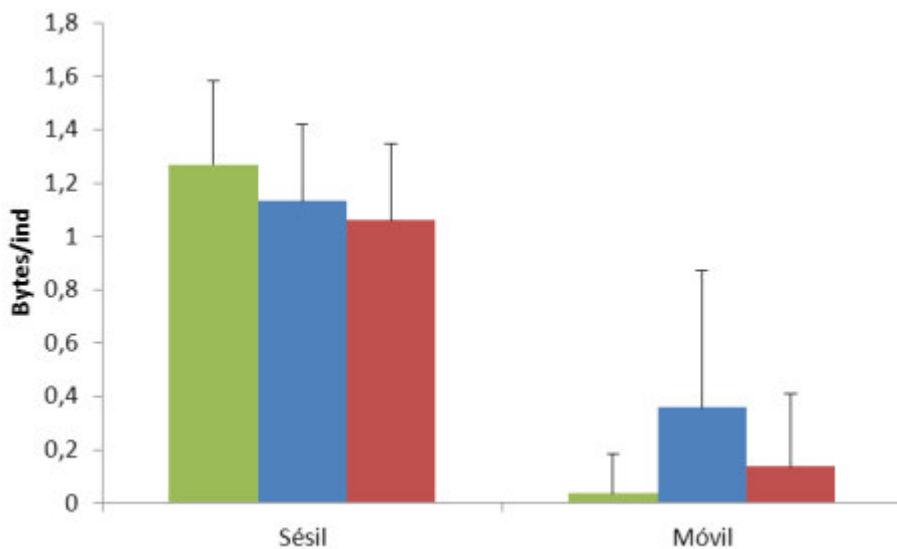


Figura 44. Índice de diversidad del ensamble sésil para las diferentes zonas de estudio. Zona oeste (Verde), centro (Azul) y norte (Rojo)

## EVALUACIÓN POBLACIONAL

### Determinación de áreas habitadas para especies objetivo (polígonos habitables)

Para objeto del presente estudio, fueron consideradas como especies objetivo todas aquellas especies animales bentónicas con valor comercial presentes en el área, cuales son Erizo, Lapas, Chanque y Caracol. Complementariamente, y a razón de la actual presión de pesca que experimentan las praderas de algas pardas, se incorporó en la determinación de área habitables y posteriores estimaciones de abundancia y biomasa la especie *Lessonia trabeculata* (Alacanto).

Para la determinación de las zonas de distribución de cada especie se utilizó la información de profundidad registrada en cada estación con presencia positiva, del levantamiento batimológico. Con dicha información se determinó la profundidad del límite máximo y mínimo de registro para cada especie, a partir de lo cual se construyó una cobertura de polígono delimitada por los veriles límite de profundidad para cada especie de forma particular.

Esta cobertura de distribución batimétrica permitió disponer de una primera aproximación, respecto de la dimensión del área efectiva de distribución espacial de cada especie.

Posteriormente las bandas de distribución batimétrica construidas para cada recurso, fueron interceptadas con las coberturas de sustratos determinadas para el área de repoblamiento, obteniendo de esta forma la distribución espacial y porcentual de cada tipo de fondo presente en la banda de distribución batimétrica de cada especie de forma particular.

El manejo de la información se realizó a través de Arcgis 9.3, empleando los módulos de manejo de datos, herramientas de análisis espacial y estadísticas.

En las siguientes figuras (45, 46, 47, 48 y 49) se grafica la distribución de las bandas de distribución o polígono habitable de cada especie recurso, indicando la distribución del tipo de sustrato que la compone.

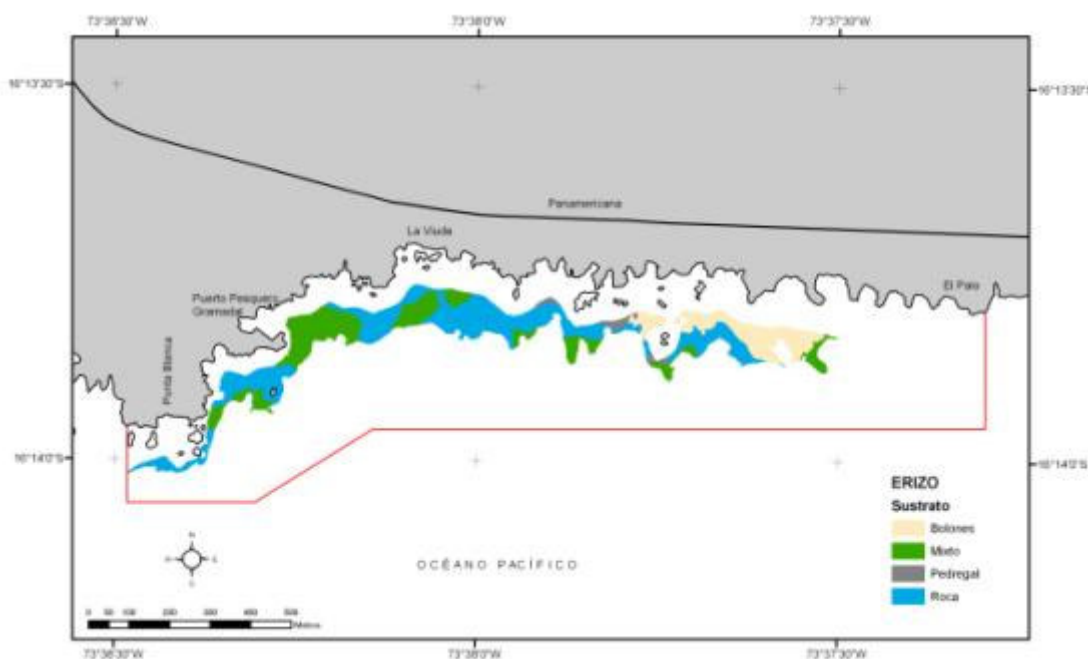


Figura 45. Polígono habitable *Loxechinus albus*

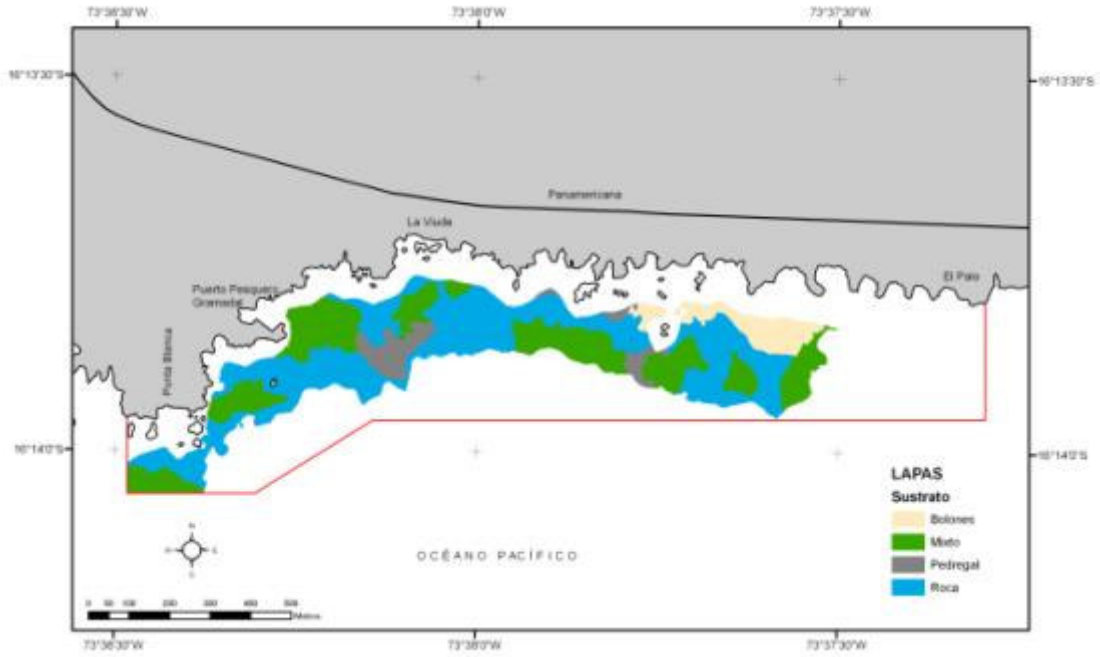


Figura 46. Polígono habitable *Fissurella sp.*

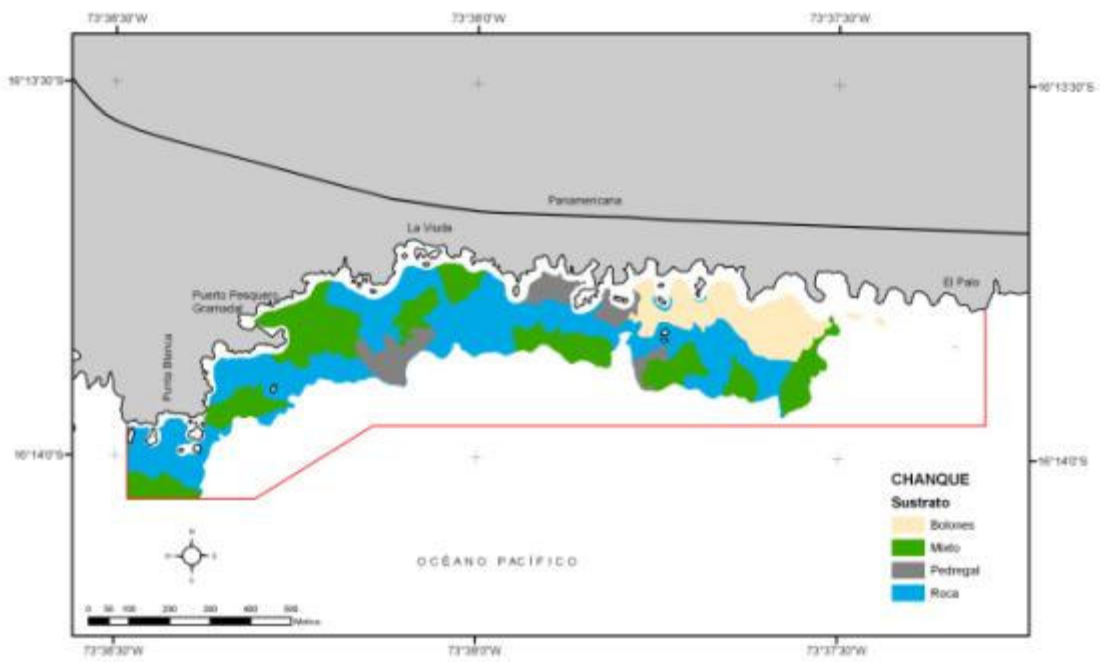


Figura 47: Polígono habitable *Concholepas concholepas*



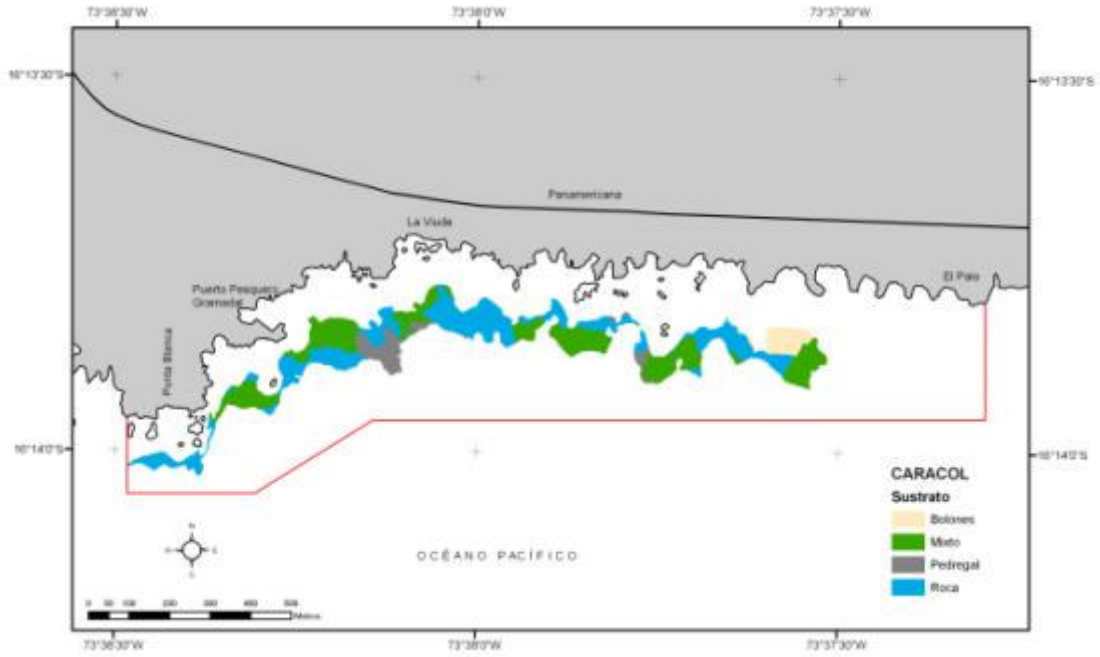


Figura 48. Polígono habitable *Thais chocolata*

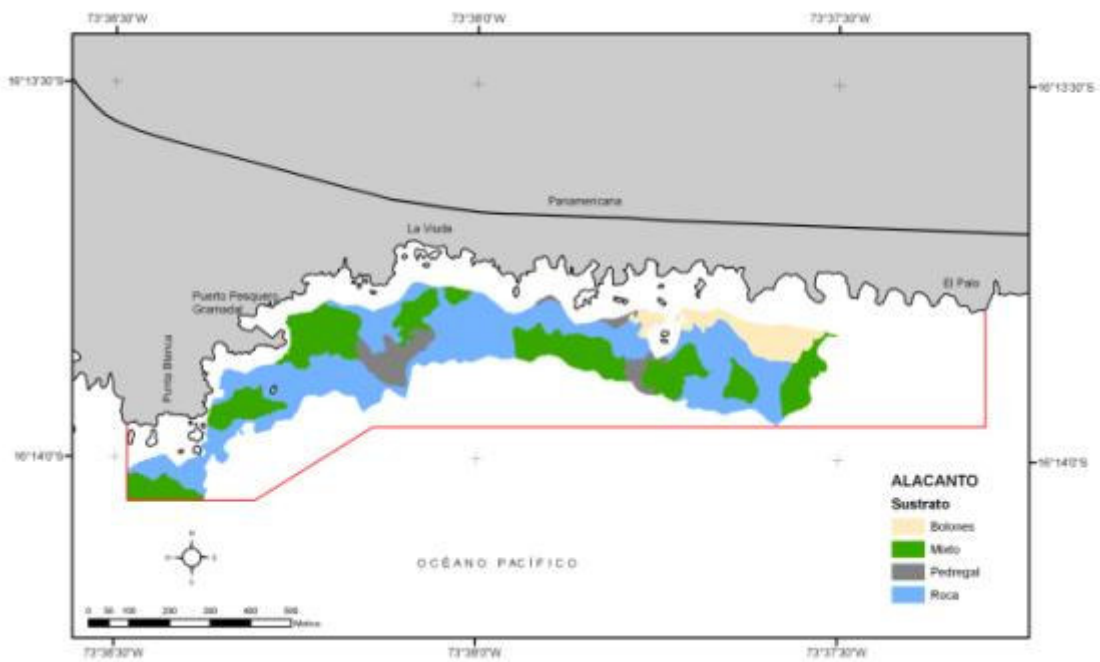


Figura 49. Polígono habitable *Lessonia trabeculata*

De forma posterior, y sobre la base de la información obtenida de la caracterización comunitaria, se estableció en grado de habitabilidad específica para cada sustrato y especie, basado en el espacio disponible observado para el asentamiento de cada recurso por tipo de sustrato.

A partir de ello se estableció el área habitable para cada recurso, las que se resumen en la tabla 18.

**Tabla 18. Áreas de distribución batimétrica de los recursos objetivos, coberturas de sustrato y superficie habitable.**

Especie	Tipo de sustrato						Superficie total (m2)
		Arena	Bolones	Mixto	Pedregal	Roca	
Caracol	Superficie total en el polígono	36,915	7,064	49,509	10,128	55,673	159,290
	Habitabilidad del sustrato	0%	25%	30%	35%	40%	
	Superficie habitable	0	1,766	14,853	3,545	22,269	42,433
Chanque	Superficie total en el polígono	101,108	48,481	106,715	29,255	160,249	446,690
	Habitabilidad del sustrato	0%	25%	35%	35%	50%	
	Superficie habitable	0	12,120	37,350	10,239	80,124	139,834
Erizo	Superficie total en el polígono	48,234	21,239	37,033	2,830	61,090	170,584
	Habitabilidad del sustrato	0%	20%	35%	15%	60%	
	Superficie habitable	0	4,248	12,961	424	36,654	54,287
Lapas	Superficie total en el polígono	87,383	23,225	100,861	20,032	152,728	384,389
	Habitabilidad del sustrato	0%	30%	35%	20%	60%	
	Superficie habitable	0	6,967	35,301	4,006	91,637	137,912
Alacanto	Superficie total en el polígono	87,383	23,225	100,861	20,032	152,728	384,389
	Habitabilidad del sustrato	0%	20%	25%	10%	35%	
	Superficie habitable	0	4,645	25,215	2,003	53,455	85,318

## Evaluación directa

En base a los resultados obtenidos del levantamiento batimétrico, se definió un muestreo aleatorio simple sobre los polígonos habitables determinados para 3 de las principales especies objetivo, chanque (*Concholepas concholepas*), lapa (*Fissurella sp*) y erizo rojo (*Loxechinus albus*), obteniendo a través de este datos referentes a densidad, estructura de tallas, pesos y así como la caracterización física y biológica de cada zona de evaluación. Para ello se empleó buceo semi-autónomo (hooka), tanto del personal técnico como de los miembros de la organización, previo proceso de capacitación (Ver capítulo capacitación).

Se dispusieron las embarcaciones en zonas específicas de trabajo al interior de zona, coincidentes con los polígonos habitables previamente determinados, con el objeto de asegurar la máxima cobertura y representatividad del área de estudio (Figura 50).

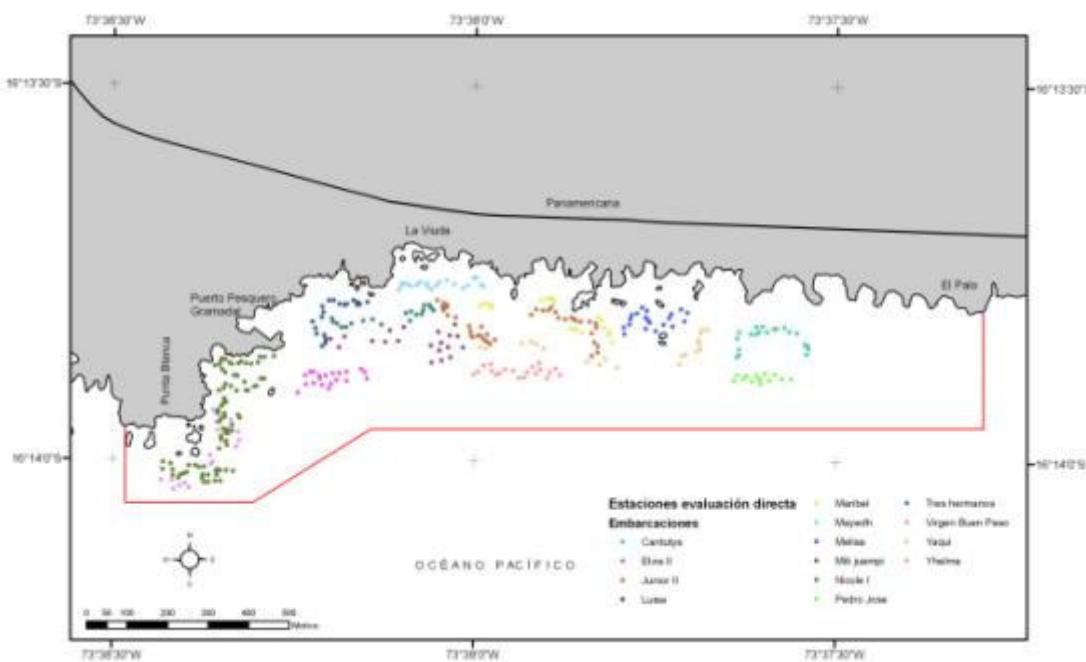


Figura 50. Localización de estaciones de muestreo por embarcación

### Densidad

La información de densidad fue registrada in situ mediante tabillas de acrílico, la que posteriormente fue traspasada a una base de datos en formato digital.

Se consideró como unidad de muestreo el cuadrante de 1 m<sup>2</sup>, unidad que ha demostrado ser un tamaño óptimo y eficiente en la operación, presentando además niveles de precisión aceptables en los estimados de abundancia de los recursos, permitiendo a la vez minimizar el esfuerzo de muestreo. En este sentido Beall (1938) y Finney (1946), concluyen que pequeñas unidades de muestreo son más eficientes que una más grande, cuando la dispersión de una población es contagiosa (*fide* Elliott, 1979). Complementariamente esta técnica permite una rápida y efectiva interiorización por parte de los pescadores, permitiendo que estos en el futuro puedan registrar de manera independientes ciertos parámetros que les permita evaluar el estado de condición de los recursos en su área.

La evaluación del stock de los recursos, se realizó considerando sólo el área efectiva de distribución espacial al interior de cada polígono habitable (Tabla 17).

La estimación de la abundancia de los stocks de las especies objetivos antes definidas, se realizó siguiendo un diseño aleatorio simple.

Para un diseño aleatorio simple las fórmulas de los estimadores según la metodología descrita por Robotham (1995) son:

Número promedio de individuos (densidad):

$$y = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n}$$

Estimador de la varianza:

$$v(\bar{y}) = \frac{1}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right) s^2$$

Intervalo de confianza:

$$\bar{y} \pm t(n-1; \alpha/2) \sqrt{S(x)}$$

donde,

n = N° de unidades muestrales

y<sub>i</sub> = N° individuos por unidad muestral

Primeros resultados de la evaluación directa (Tabla 19), mostraron que al interior del área, Erizo fue el recurso que presentó el menor nivel de densidad registrado ( $0.09 \text{ ind/m}^2$ ), seguido por Chanque ( $0.19 \text{ ind/m}^2$ ), en ambos casos con más de un 75% de lances nulos. Los valores del coeficiente de variación registrados para cada especie, fueron inferiores al 1%.

Tabla 19. Parámetros generales de la estimación de densidad

Estadísticos	<i>Concholepas concholepas</i>	<i>Loxechinus albus</i>	<i>Fissurella sp.</i>
Densidad media	0.19	0.09	0.95
Desviación estándar	0.44	0.59	1.07
Número de muestras (n)	353	353	353
Lances positivos	89	32	242
Lances negativos	264	321	111
Varianza de la media	0.0006	0.0010	0.0033
Coeficiente de variación	0.0029	0.0102	0.0035
Coeficiente de asimetría de Fisher	3.38	11.59	1,42
Porcentaje cobertura apta (%)	31.3	31.8	35.9

La distribución de frecuencias de densidades muestra una clara distribución asimétrica positiva (Figura 51), de acuerdo a los valores entregados por coeficiente de Fisher, particularmente para los recursos erizo y chanque (Tabla 18).

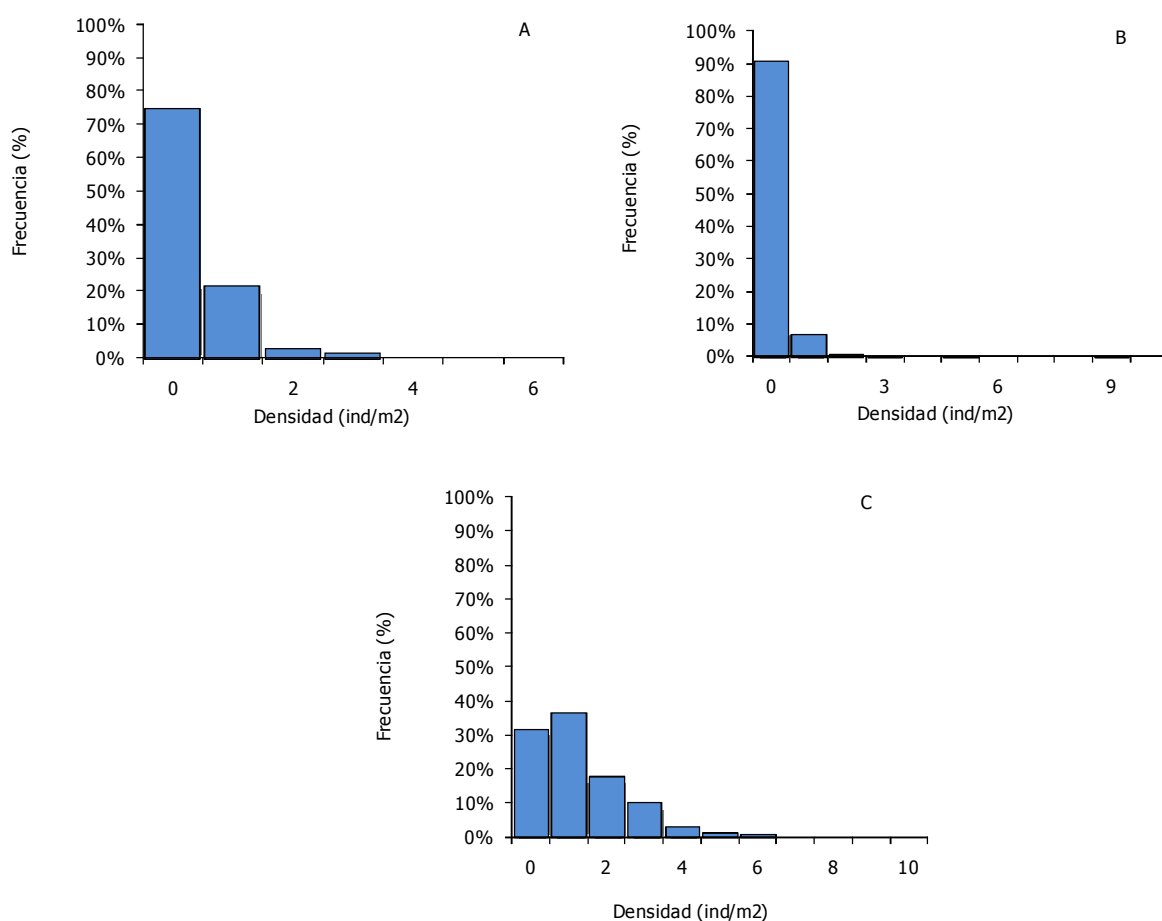


Figura 51. Distribución de frecuencias de densidades recurso Chanque (A), Erizo (B) y Lapas (C).

En el caso del recurso chanque, se registraron densidades máximas de hasta 3 individuos/m<sup>2</sup>, sin evidencias de algún patrón específico en la distribución espacial (Figura 52). El rango de profundidad característico de los ejemplares registrados se centró mayoritariamente entre los 10 a 15 metros.

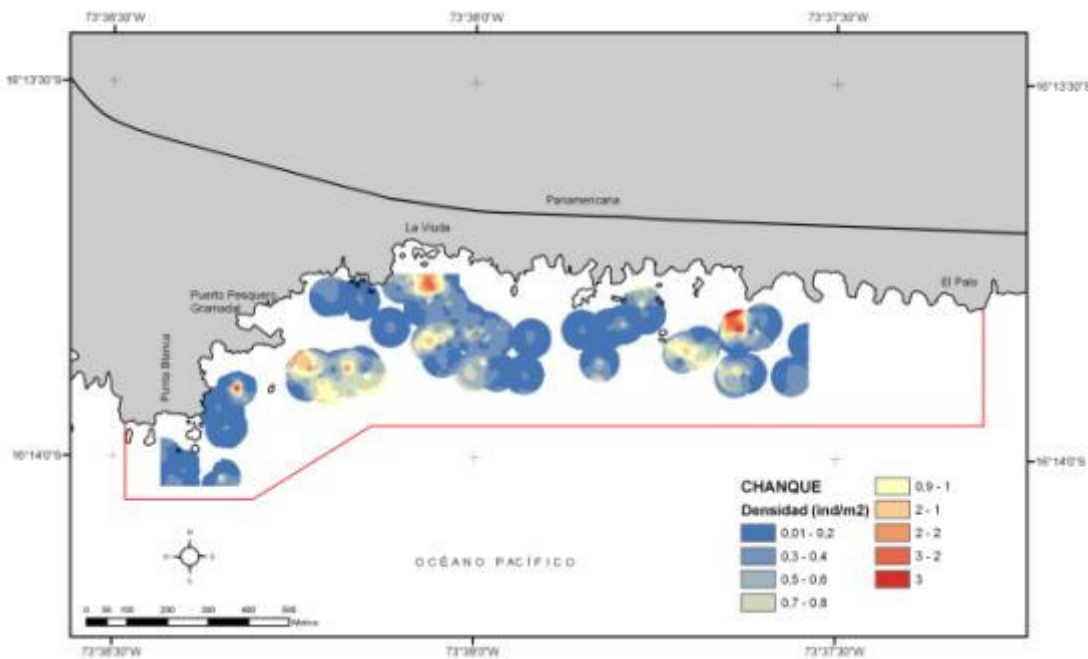


Figura 52. Distribución espacial de densidades recurso Chanque

Para el caso del recurso erizo, se registró una densidad máxima de hasta 9 individuos/m<sup>2</sup>, extremadamente focalizado en la porción central del área de repoblamiento, y en un rango de profundidad superior a los 20 metros (Figura 53).

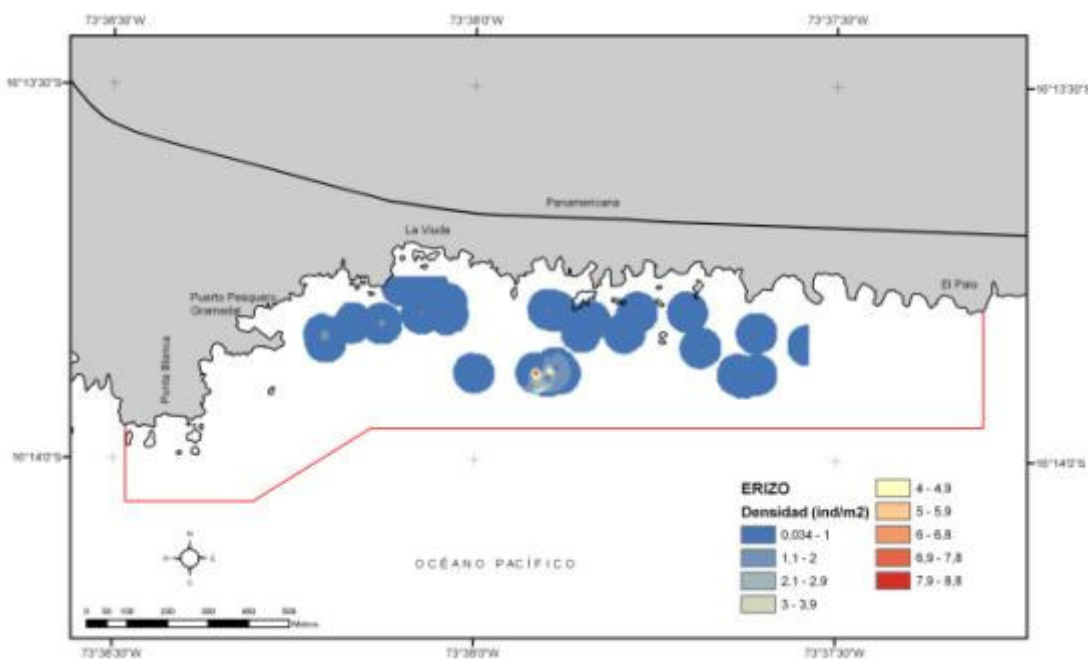


Figura 53. Distribución espacial de densidades recurso Erizo



Finalmente, para el caso del recurso lapas (descrito como *Fissurella sp.*), compuesto en un 95% por dos especies, *Fissurella latimarginata* (68.9%) y *Fissurella cumingi* (25.5%), es posible identificar 3 núcleos principales de abundancia. El primero de ellos ubicado en la porción este del área con rangos de densidad entre 4 a 5 individuos/m<sup>2</sup> y a una profundidad media de 10 metros. El segundo, se ubica en la porción central del área, ubicado en el veril de los 5 metros. El último se ubica por sobre los 20 metros, con densidades que oscilan entre los 5 a 6 individuos/m<sup>2</sup> (Figura 54).

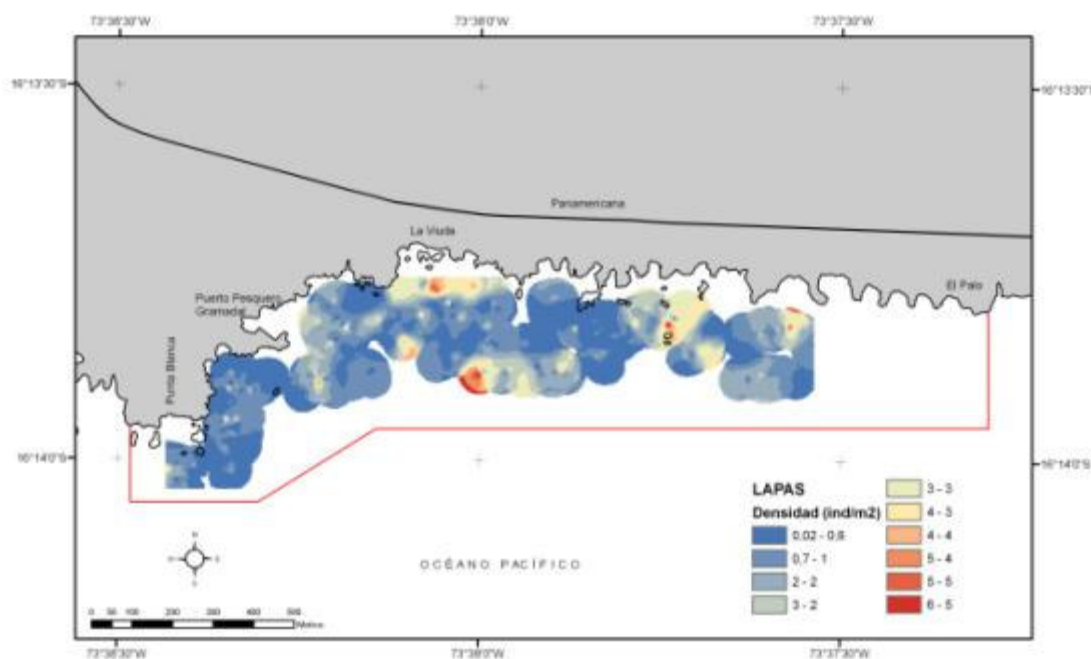


Figura 54. Distribución espacial de densidades recurso Lapas

En particular, el análisis de los valores de densidad por rangos de profundidad muestra diferencias en las especies, con mayores concentraciones bajo los 15 metros para *Fissurella sp* y *Concholepas concholepas* y sobre los 20 metros para *Loxechinus albus* (Tabla 20).

Tabla 20. Densidades medias por rango de profundidad

Rango de profundidad	N° Lances	Densidad		
		<i>Concholepas concholepas</i>	<i>Loxechinus albus</i>	<i>Fissurella sp.</i>
1-5 metros	61	0.18	0.03	1.21
5-10 metros	139	0.15	0.08	0.94
10-15 metros	88	0.28	0.04	0.76
15-20 metros	33	0.15	0.01	0.71
>20 metros	32	0.11	0.52	1.20

## Abundancia

La abundancia total de cada recurso se determinó multiplicando la densidad media estimada por el área total habitable respectiva, conforme a la siguiente función:

$$N_{\text{total}} = A \times y$$

Intervalo de confianza

$$Tx \pm A * t(n-1; \alpha/2) \sqrt{S(x)}$$

donde ,

$N_{\text{total}}$  = Abundancia total (No. total de individuos en el área habitable)

A = Área total habitable

y = Densidad media del recurso (ind/m<sup>2</sup>)

De las especies evaluadas sólo *Fissurella sp* presenta una abundancia total que permitiría realizar algún tipo de explotación en el corto plazo, aunque su fracción explotable aún es baja, lo que demuestra la fuerte extracción que en general han sido sometidas todas las poblaciones presentes en el área de estudio (Tabla 21).

Tabla 21. Estadígrafos generales evaluación directa.

Estadígrafo	<i>Concholepas concholepas</i>	<i>Loxechinus albus</i>	<i>Fissurella sp.</i>
Abundancia total	26.409	5,280	130,619
Intervalo de confianza	6,454	3,359	15,480
Fracción explotable	58.6%	20%	28.1%
Stock explotable	3,547	384	32,339

## Estructura de tallas

Una vez concluido el conteo, cada embarcación obtuvo de forma aleatoria un volumen indistinto de ejemplares de los recursos objetivos, los cuales fueron llevados a tierra para su medición mediante vernier y pesaje en balanza digital.

A partir de las mediciones realizadas en terreno se establecieron las distribuciones de frecuencias de talla del recurso. La estimación de la fracción explotable correspondió a todos aquellos individuos sobre la talla mínima legal (TML) de extracción (Chanque 80 mm; Erizo 70 mm y Lapa 60 mm). Los valores sobre el TML para cada especie variaron entre un 58% *Concholepas concholepas* a menos de un 30% (*Fissurella sp* y *Loxechinus albus*)

En la figura 55, se observa la distribución de frecuencias de tallas registrada para cada especie.

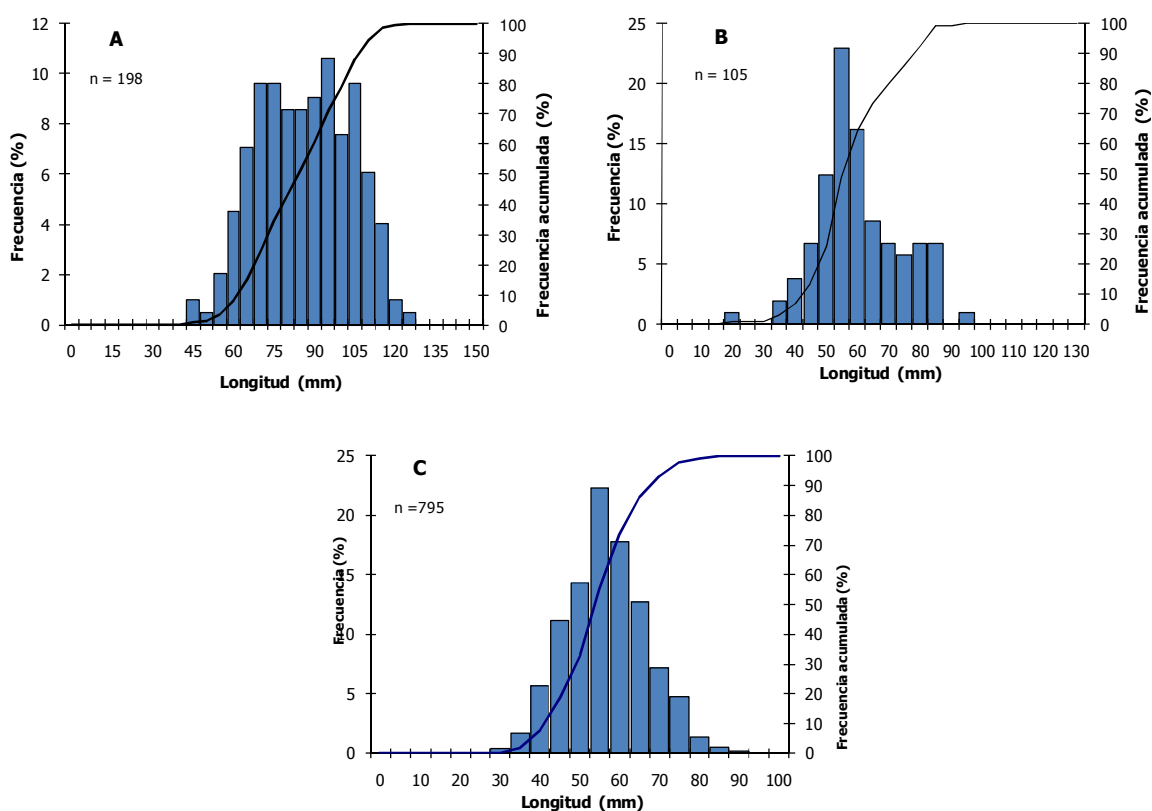


Figura 55. Distribución de frecuencias de tallas recurso chanque (A), erizo (B) y lapa (C).

Se estableció la relación talla peso para el recurso a partir de muestras provenientes del área de estudio, mediante el ajuste no lineal del modelo potencial.

$$Y=aX^b$$

Para las estimaciones de los parámetros gravimétricos se empleó el software Tablecurve 2D versión 5.01.

Los resultados, ajustes y parámetros generales de la estructura de tallas, se presentan en la tabla 22.

Tabla 22. Estadígrafos generales de longitud total para todos los recursos evaluados

Estadígrafos	<i>Concholepas concholepas</i>	<i>Loxechinus albus</i>	<i>Fissurella latimarginata.</i>	<i>Fissurella cumingi</i>
Promedio (mm)	83.8	57.9	54.3	53.5
Desviación estándar	17.15	13.37	10.01	9.47
Mediana (mm)	83.35	56	53.8	52.5
Moda (mm)	80	60	54	51.5
Máximo (mm)	122.4	93.8	90	84.7
Mínimo (mm)	41	20	27	28.5
n	198	105	795	290
a	0.0000458	0.0086646	0.0001880	0.0001675
b	3.3298847	2.1814533	2.9812725	3.009306
r <sup>2</sup>	0.931	0.679	0.871	0.923

### Biomasa

La biomasa total se estimó a partir del cálculo de la abundancia total de individuos presentes en cada intervalo de tamaño ponderando la frecuencia relativa de cada rango de talla por la abundancia total.

$$N_{\text{total } i} = N_{\text{total}} \times f_i$$

donde,

$N_{\text{total } i}$  = Abundancia en el intervalo de la talla i-ésimo

$N_{\text{total}}$  = Abundancia total

$f_i$  = Frecuencia relativa del intervalo de talla i-ésimo

Posteriormente se obtuvo la biomasa de cada intervalo de tamaño multiplicando el número total de individuos del i-ésimo intervalo por el peso promedio del i-ésimo intervalo, el cual se estimó incorporando la marca de clase de cada intervalo de talla en la función talla-peso calculada, esto es:

$$W_{\text{total } i} = N_{\text{total } i} \times P_{mi}$$

donde:

$W_{\text{total } i}$  = Biomasa total en el intervalo de talla i-ésimo

$P_{mi}$  = Peso promedio del intervalo de talla i-ésimo.

Finalmente, la biomasa se obtuvo a partir de la sumatoria de las biomásas de cada intervalo de talla, es decir:

$$W_{\text{total}} = \sum W_{\text{total } i}$$

donde:

$W_{\text{total}}$  = Biomasa total

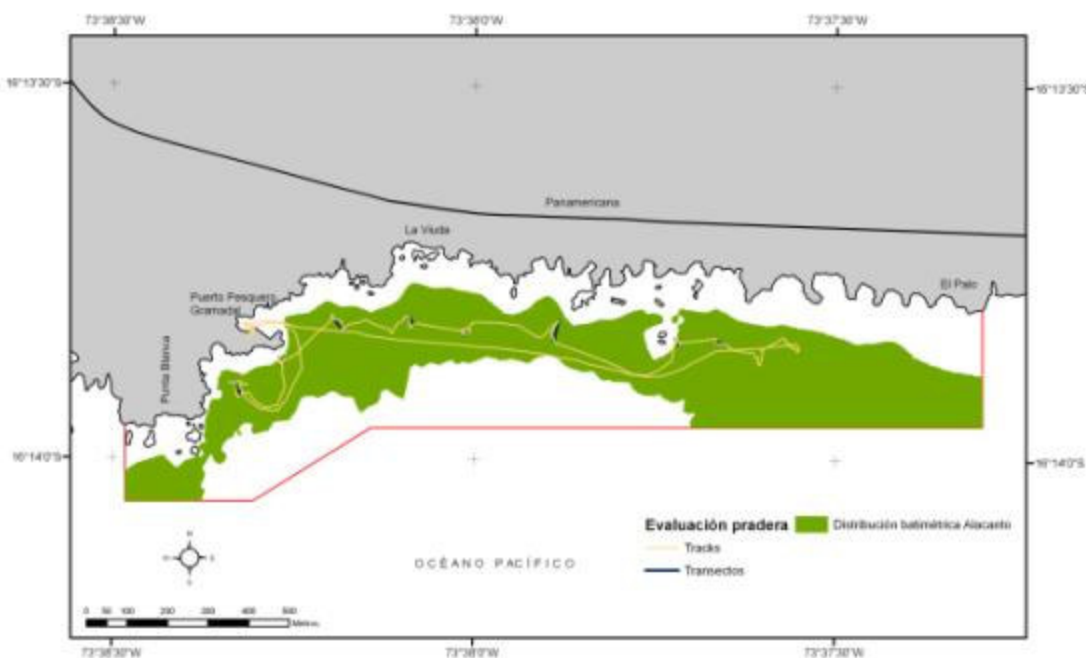
$W_{\text{total } i}$  = Biomasa total del intervalo de talla i-ésimo.

Es así, que se estimó una biomasa total de 3.59 toneladas para el recurso chanque, 0.35 toneladas para el recurso erizo y 4.07 toneladas para las lapas.

### *Análisis de especies secundarias*

Por otra parte y con el fin de disponer de información complementaria del área, se estimó la abundancia, biomasa y cobertura de especies susceptibles de ser consumidas por los recursos principales identificados para el sector. Esto se realizó, con el objeto de obtener información complementaria a ser empleada para la estimación de posibles acciones de repoblamiento a ser planteadas en el plan de manejo.

Para el caso del recurso Alacanto (*Lessonia trabeculata*), se seleccionaron al azar 8 puntos de muestreos al interior de la zona identificada como de distribución del recurso (resultado del levantamiento batimológico) (Figura 56).



**Figura 56. Localización transectas de evaluación algas pardas y track recorrido**

El método empleado para la estimación de los estadígrafos poblaciones correspondió al diseño muestral denominado strip transect (Epperly *et al.*, 1995).

La unidad de muestreo utilizada, correspondió a una franja de 2 metros de ancho a lo largo de una transecta recorrida por un buzo desde el comienzo hasta el final de la pradera, cuya distancia exacta fue determinada a través de la georeferenciación del recorrido empleado por el buzo. Para cada transecto se determinó el número total de plantas existentes en la unidad empleada.

El estimador de densidad media (Epperly *et al.*, 1995) está definido por:

$$\hat{D}_R = \frac{Y_R}{M_R}$$

donde:

$$Y_R = \sum_{i=1}^n y_i ; M_R = \sum_{i=1}^n m_i$$

y donde:

$y_i$  = número de matas en el i-ésimo transecto

$m_i$  = área examinada en el i-ésimo transecto

$n$  = número de franjas de transectos muestreadas

La varianza de la densidad media estimada fue calculada como:

$$v(\hat{D}_R) = \frac{1 - \frac{n}{N}}{n\bar{M}^2} * \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 (D_i - \hat{D}_R)^2}{n-1}$$

donde

$$D_i = \frac{y_i}{m_i} ; \bar{M} = \frac{M_R}{n}$$

y donde:

$N$  = número total de franjas de transectos posibles en el área.

$D_i$  = densidad de matas en el i-ésimo transecto

$\bar{M}$  = área promedio de una franja de transecto

Se determinó la abundancia total multiplicando la densidad media por el área total habitable.

$$N_{\text{total}} = A \times D_R$$

Intervalo de confianza

$$Tx \pm A * t(n-1; \alpha/2) \sqrt{v(\hat{D}_R)}$$

donde

$N_{\text{total}}$  = Abundancia total (N° total de individuos en el área habitable)

$A$  = Área total habitable

$y$  = Densidad media del recurso (Ind/m<sup>2</sup>)

La longitud recorrida por el buzo en cada una de las 8 transectas evaluadas osciló entre 12 a 49 metros, abarcando un área total de 394 m<sup>2</sup>.

Se registró una densidad media total para el recurso Alacanto de 0.8 plantas/m<sup>2</sup> y una abundancia total de 72,759 plantas (Tabla 23).

Tabla 23. Estadígrafos generales obtenidos para el recurso *Lessonia trabeculata*

Estadígrafo	Valores
Área evaluada	394 m <sup>2</sup>
N° total ejemplares contabilizados	336
Rango distancia recorrida por el transecto	12-49 metros
Promedio longitud transecto	24.6 metros
Media geométrica longitud transecto	22.4 metros
Área total polígono	125,663 m <sup>2</sup>
Densidad media	0.85 plantas/m <sup>2</sup>
Varianza de la media	0.04
Abundancia total	72,759 plantas
Intervalo de confianza	6,990 plantas

Para obtener información referente a la estructura de diámetros de los discos de fijación y peso total de las plantas, se decidió aplicar un muestreo “no destructivo” con el objeto de no afectar el estado de condición de la pradera existente en el área. El diámetro promedio de rizoide correspondió a 28.2±9.3 cm, donde la mediana corresponde a 28 cm y la media geométrica a 26.5 cm. El rango de tallas osciló entre 7 y 58 cm, con una moda ubicada en los 30 cm.

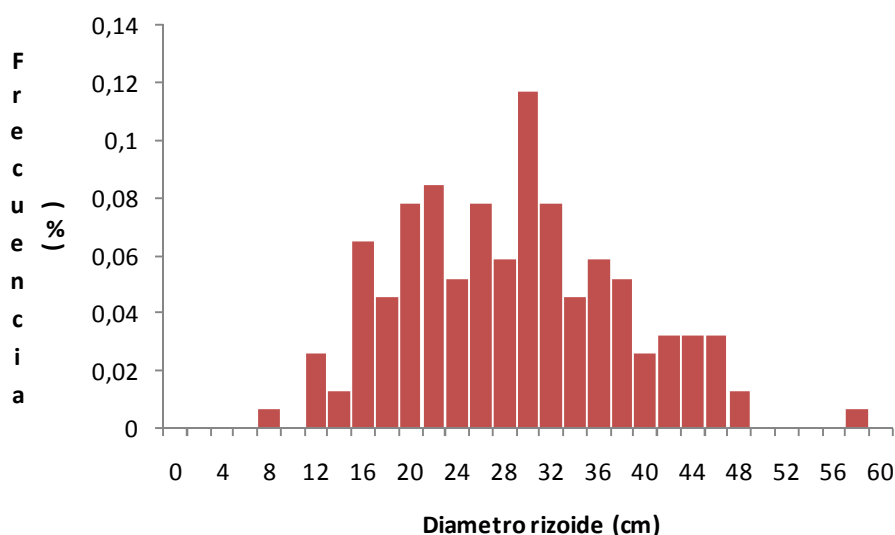


Figura 57. Estructura de diámetros de rizoide para *Lessonia trabeculata*

La información del diámetro de disco y relación longitud peso, se obtuvo de forma indirecta a través de algas recientemente varadas en el área de estudio, las cuales fueron recolectadas del entorno intermareal, siendo medidas y pesadas in situ. Dicha información se ajustó a través de un modelo no lineal, para obtener los parámetros necesarios para determinar la biomasa total disponible (Tabla 24).

El aporte de las frondas al peso total, se estimó entre un 20 a 30%.



Tabla 24. Variable gravimétricas del ajuste de la relación diámetro disco vs peso total para *Lessonia trabeculata*

Parámetro	Valor	Erros estándar	Valor-t	Limites de conf. al 95%	P
a	43.962	18.7826	2.34	6.85 – 81.07	0.020
b	1.67	0.12	13.96	1.43 – 1.9	<0.0001
Coef. determinación	0.6079				
Error est. del ajuste	4,823.63				
Valor-F	234.11				

Conforme a lo anterior, se estimó una biomasa total para *Lessonia trabeculata* de 970,759 kg de los cuales, el aporte de frondas correspondería a 291,228 kg.

De forma complementaria y en virtud de la amplia distribución observada para la especie *Pyura chilensis* (Piure), y dada su importancia como base trófica para el recurso Chanque (de alto valor comercial), se desarrolló un ejercicio tendiente a evaluar su abundancia y biomasa.

Para ello se empleó como base de estimación de su densidad, la información de coberturas obtenidas a través de la caracterización comunitaria del área.

Dicha información se obtuvo a partir de los registros fotográficos submarinos realizados, donde en cada estación se dispuso de una imagen, que posteriormente fue procesada a través del software AutoCad Map 3D 2010 (Figura 58), para obtener la cobertura específica de Piure.

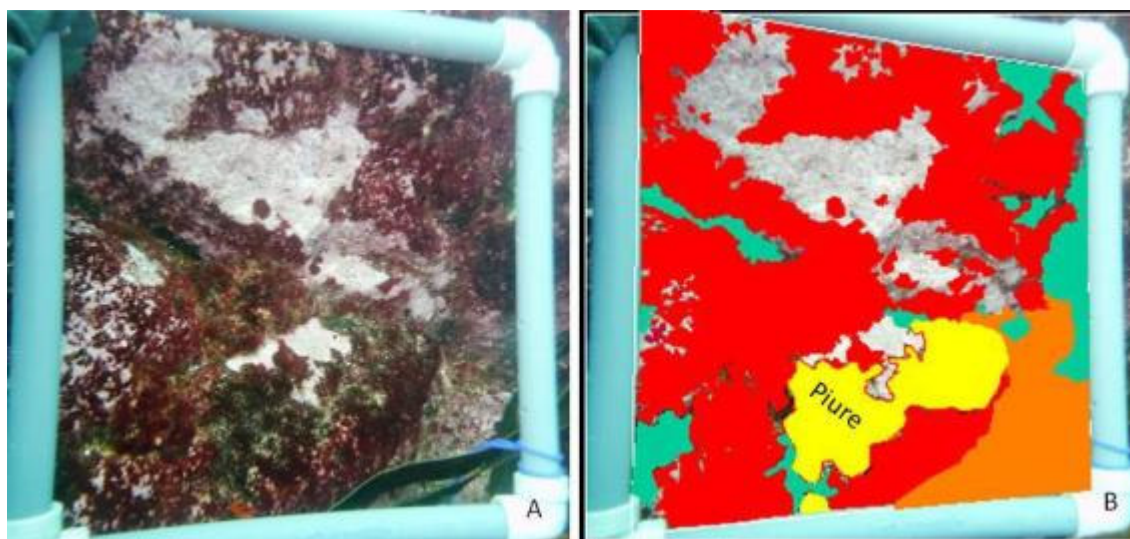


Figura 58. Imagen procesada para determinar la cobertura de *Pyura chilensis*.

De cada punto fotografiado, y se extrajeron mediante herramientas de corte, la totalidad de la cobertura de Piure las que fueron pesadas en tierra, con el fin de determinar la biomasa total asociada a cada estación.

Para la estimación del valor promedio de biomasa y debido de la distribución asimétrica positiva registrada, se empleó como medida de tendencia central, el valor de la media geométrica, cuya fórmula corresponde a:

$$\check{x} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}$$

Finalmente la biomasa total se estimó proyectando la biomasa media calculada al área habitable determinada previamente.

Conforme a ello la biomasa total estimada para *Pyura chilensis*, al interior del área correspondió a 11,385 kg (Tabla 29).

Tabla 25. Estimación de biomasa total de *Pyura chilensis*.

Tabla 26. Estimación de biomasa total de *Pyura chilensis*

Estadístico	Valor
Superficie total polígono	429,075
Superficie habitable	25,493
Cobertura muestral	14%
Min-Max biomasa muestral	80.8 – 2.504 g/m <sup>2</sup>
Media geométrica muestral	446.6 g/m <sup>2</sup>
Biomasa total	11,385 kg

## CONCLUSIONES

Las características geomorfológicas del litoral en que se sitúa el área de repoblamiento de Atico, posee el conjunto de elementos que caracterizan al litoral rocoso de la región de Arequipa, lo que entrega a este sector un valor de representatividad regional importante, que permitiría contar a través de él, con un punto de referencia y control del estado de las poblaciones marinas.



La participación de los pescadores asociados en las actividades de difusión y capacitación realizadas, fue altamente satisfactorio, ya que se logró tomar contacto directo con más del 85% del total de los asociados, los que demostraron en todo momento, interés por las actividades realizadas y acciones propuestas.



Lo anterior permitió disponer de toda la operación necesaria (embarcaciones, tripulación y buzos) para llevar a cabo la totalidad de las acciones y actividades propuestas.

Por otra parte, el trabajo conjunto realizado por los pescadores generó un incentivo para la organización y particularmente para su dirigencia, lo que quedó demostrado en la etapa final del trabajo (presentación final de los resultados obtenidos de terreno), donde los pescadores se propusieron iniciar las labores de cuidado del área, conformación de equipos de trabajo y elaboración de reglamentos internos.



En términos físicos, el área posee un nivel medio de profundidad de  $10.94 \pm 8.02$  metros, con una gradiente de pendiente que se incrementa de este a oeste en aproximadamente 3.3 grados de inclinación. Dicha profundidad y pendiente, asociada a la morfología del litoral dota al área de repoblamiento de diversas zonas con distintas características de exposición al oleaje, acceso, factibilidad para la navegación y fondeo de embarcaciones.



En términos de la conformación del tipo de fondo, el área posee formas principalmente asociadas al sustrato duro, como rocas continuas y plataformas (43.4%) y fondos mixtos (18.2%), donde los fondos blandos (25%) están localizados exclusivamente en la porción este y sur del área.

Las variables oceanográficas registradas (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y nutrientes), son coincidentes con valores reportados para la costa del Perú, y particularmente de aquellas zonas con influencia de eventos de surgencia. Por otra parte, las variaciones observadas entre las capas y zonas muestreadas al interior del área, están probablemente influenciadas por las características geomorfológicas costeras del área y los procesos de mezcla vertical.



El sistema de corrientes existente en el área lleva una dirección predominante con sentido suroeste, en todos los sectores evaluados, tanto a nivel superficial como de fondo, con velocidades que promediaron los 11.65 m/s y 7.25 m/s respectivamente.

La composición y abundancia fitoplanctónica, correspondió a la esperada para zonas costeras con influencia de eventos de surgencia, con un predominio de diatomeas pequeñas, de rápido crecimiento y en cadenas.

La especie comercial de mayor distribución espacial correspondió a *Fissurella* sp. (Lapas), mientras que las especies secundarias de importancia trófica mayormente distribuidas fueron las *Pyura chilensis* (Piure) y *Lessonia trabeculata* (Alacanto).

La cobertura de *Loxechinus albus* fue la de menor magnitud estando presente sólo en un 5 % del área.

Para todos los casos las especies estuvieron asociadas principalmente a fondos del tipo rocoso y mixto, a profundidades dentro del rango entre los 5 y 20 metros.

En términos de la estructura de las comunidades del bentos presente en el área, las zonas evaluadas (oeste, centro y norte) no presentaron grandes variaciones en términos de los niveles de diversidad y dominancia que las caracterizan, resultado el área como una zona uniforme en términos estructurales.

En términos de densidad *Fissurella* sp, fue el recurso que presentó el mayor valor alcanzando los 0.95 ind/m<sup>2</sup>, distinto del caso del Erizo que registró el valor más bajo (0.19 ind/m<sup>2</sup>). Por su parte para la pradera de algas submareal, *Lessonia trabeculata* registró una densidad media de 0.85 plantas/m<sup>2</sup>.

En términos de abundancia, nuevamente *Fissurella* sp. alcanzó el nivel más alto, con aproximadamente 130,619 unidades presente en el área; mientras que los erizos y chanques sólo alcanzaron niveles cercanos a las 8,000 unidades.

Por otra parte, la fracción de las poblaciones sobre la talla mínima legal de extracción, varió de un 20% (Erizo) a un 58.6% (Chanque).

Los resultados obtenidos de la evaluación directa de las poblaciones recurso, sugieren que el sector de Atico, propuesto como área de repoblamiento, ha estado sometido de forma intensa y permanente a una explotación de sus recursos, situación que probablemente está determinada por la proximidad del sector con el poblado costero, lo que genera un menor costo de operación para la flota. Pese a ello, el área mantiene ciertas condiciones que permitirían un repoblamiento natural adecuado, dada la actual disponibilidad de espacio y alimento, para los recursos como el erizo, el chanque y las lapas. Dicha situación se podría ver favorecida, además por las adecuadas condiciones oceanográficas, las que están influenciadas por procesos de surgencia activa presentes en la zona.



## BIBLIOGRAFÍA

- Cifuentes J., Torres M., y Frías M. 1997. *Oceanografía geológica y oceanografía química*. ISBN 968-16-5255-X. México.
- Defensa. Resolución Suprema N° 348-2009-DE-MGP. El Peruano, Pp 400885-400886.
- Elliot JM. 1979. *Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates*. Second edition. Cientific publication N° 25. 155 pp.
- Epperly S, J Braun and A Chester. 1995. *Aerial surveys for sea turtles in North Carolina inshore waters*. Fish. Bull. 93: 254-261.
- Guillén. 1976. *El sistema de la Corriente Peruana. Parte I: Aspectos físicos*. Reunión de Trabajo sobre el fenómeno conocido como "El Niño". Guayaquil, Ecuador, 4-12 de diciembre de 1974. FAO Inf. Pesca. (185):243-284.
- IMARPE, 2002, *Primer informe del BIC SNP-2 Los Palos – Chala*, 23 Febrero - 04 Marzo 2002.
- Ludwig J & J Reynolds. 1988. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, 177 pp.
- Ministerio de Ambiente. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. El Peruano. Pp. 377222-377227.
- Ochoa, N. y J. Tarazona. 2003. *Variabilidad temporal de pequeña escala en el fitoplancton de bahía independencia, Pisco Perú*. Rev. Perú. 10 (I): 59-66.
- Pielou, E. C. 1966. *The measurements of diversity in different types of biological collections*. J.Theor. Biol., 13: 131-144.
- Robotham H. 1995. *Curso Regional: Muestreo en poblaciones biológicas, Programa de Cooperación Técnica para la Pesca CEE-VECEP ALA 92/43*. 114 pp.
- Simpson, E. H. 1949. *Measurement of Diversity*. Nature. 163: 688.
- Zuta, S y O. Gulleén. 1970. *Oceanografía de las aguas costeras del Perú*. Bol.Inst.Mar Perú–Callao. 2 (50: 161-223).

