

# **INFORME FINAL**

**PROYECTO – FIP N° 2012-14**

## **“Diseño de una red de estaciones fijas de monitoreo para la pesquería del recurso erizo en la X y XI Regiones”**

**PROPONENTE:**



**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

**Programa de Investigación Pesquera**

**Entidad Subcontratada**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

Puerto Montt, Octubre de 2014



**Programa de Investigación Pesquera**  
Instituto de Acuicultura  
Universidad Austral de Chile  
Los Pinos s/n, Balneario Pelluco, Puerto Montt, Chile  
Tel: +56-65-277100  
Fax: +56-65-275583  
[www.uach.cl](http://www.uach.cl)

# Lista de Autores

---

## **Director de Proyecto**

Carlos Molinet (Uach)

## **Coordinador expediciones. Manejo de datos**

Manuel Díaz (Uach)

## **Adecuación base de datos. Diseño guía metodológica**

Patricio Díaz (Uach)

## **Procesamiento de imágenes**

Oriana Rojas (Uach)

Maria Olga Millanao (Uach)

Alexander Aguayo (Uach)

## **Procesamiento placas genitales. Lectura de anillos, Digitación de datos**

Cecilia Balbao (Uach)

Katherine Espinoza (Uach)

Cesar Arre (Uach)

Catalina Salas (Uach)

Camilo Arriagada (Uach)

Ronnie Caro (Uach)

## **Coordinador IFOP. Manejo base de datos**

Nancy Barahona (IFOP)

## **Participación expediciones. Manejo base de datos. Lectura de anillos**

Pablo Araya (IFOP)

Dagoberto Subiabre (IFOP)

## **Digitación de datos**

Marieta Ruiz (IFOP)

## **Asesoría Análisis de datos**

Edwin Niklitschek (Ulagos)

## **Buzo expediciones diagnóstico X y XI regiones**

Nelson Muñoz

Marcos Silva

## Resumen ejecutivo

El presente documento constituye el Informe Final del proyecto FIP 2012-14, el cual comenzó sus actividades en diciembre de 2012.

El documento está organizado de acuerdo a las bases del concurso FIP, es decir señalando los Objetivos del Proyecto, Antecedentes y posteriormente, una descripción de cada uno de los objetivos (Antecedentes, Metodología, Resultados y Discusión) y una Conclusión final relativa al objetivo general del proyecto.

**El objetivo 1** contiene el análisis de las procedencias de pesca identificadas a través del Programa de Seguimiento Bentónico del IFOP y su relación a las zonas de pesca (polígonos) identificados en trabajos previos. En este análisis se observa distribución de las procedencias de pesca así como la variabilidad espacial de la captura muestreada entre 1996 y 2012. Aunque la extracción del recurso está distribuida en una extensa superficie entre fiordos y canales del sur de Chile, se observa un número total de 290 procedencias de pesca, de las que 50 explican la mayor proporción del desembarque muestreado por IFOP. La escala de operación de la procedencia de pesca registrada por IFOP se puede clasificar entre una meso escala espacial y una macro escala espacial de acuerdo a Orensanz et al. (2006). En la meso escala espacial se puede observar la dinámica de contracción y expansión de subpoblaciones (parches discretos de erizo), mientras que en la macro escala se observan procesos más relacionados a la unidad de stock.

La expedición de recolección de muestras para elaborar un diagnóstico del área de estudio y un diseño de seguimiento poblacional incluyó la visita a 42 parches (subpoblaciones de una población de erizo que se clasifican en la meso escala) en 9 zonas de pesca (polígonos). En total se registraron de 218 videos- transectas a la deriva y 71 videos-transectos con trineo (esta última metodología permite tener una mejor aproximación a la distribución de tamaños, particularmente de erizos pequeños) y se recolectaron 4100 testas de erizos para extraer las placas genitales, para determinación de edad leyendo anillos de crecimiento (Gebauer and Moreno 1995).

La información registrada por video-transectas fue analizada a través de una aproximación geoestadística propuesta por Roa-Ureta and Niklitschek (2007), lo que

(en el caso de video-transectos a la deriva) permitió observar patrones de distribución espacial asociada a parches discretos, estimar la proporción de área ocupada por erizos, estimar densidad media, abundancia de erizos por parche y el área ocupada por este.

Otros indicadores del parche también son posibles de obtener combinando el muestreo con recolección de muestras por buceo y/o video transectos con trineo.

El análisis de la información científica disponible, el seguimiento bentónico de IFOP y los resultados de la expedición diagnóstica permiten sugerir que la escala de distribución de parches discretos de erizos (entendidos como subpoblaciones de una población) pueden ser clasificados en la meso escala descrita por varios autores (ej. Orensanz et al. 2006). Los parches registrados en la región de Los Lagos serían principalmente submareales con superficie entre 10 a 120 ha, mientras que en la región de Aysén los parches se distribuyen desde el intermareal hasta aproximadamente 10 m de profundidad alrededor de las islas (en sustrato rocoso). En la meso escala descrita se puede observar la dinámica de contracción/expansión de subpoblaciones (parches) y la metodología geoestadística de análisis permite caracterizar estas unidades por lo que se propone sean usadas para la implementación de una red de monitoreo poblacional de este recurso. Se propone tres categorías de indicadores: **Primarios**, aquellos directamente relacionados con las subpoblaciones de erizos (densidad, abundancia, distribución de tamaños, biomasa, estado de la gonada, área con presencia de erizos). **Secundarios**, aquellos comunitarios asociados más cercanamente a *L. albus* (presencia de otros erizos, cobertura algal). **Terciarios**, aquellos relacionados con la estructura de la comunidad (diversidad).

Los resultados del estudio de crecimiento, a través de la lectura de anillos en 8 zonas de pesca muestra que existen diferencias significativas en los parámetros de crecimiento entre todas las zonas de pesca. La variabilidad en la talla asociada a la edad es alta, por lo que se sugiere realizar una validación de la técnica de lectura de anillos a través de marcaje.

**En relación al objetivo 2** se proponen y fundamentan los indicadores sugeridos para red de seguimiento poblacional, basados en una metodología de registro de video-transectos a la deriva, combinada con buceo y eventualmente video transectos con

trineo. Una de las principales restricciones para el uso de los video-transectos es la cantidad de horas hombre necesarias para su procesamiento, sin embargo la calidad y cantidad de información que se puede recolectar lo promueven como una metodología de recolección muy valiosa. Sin embargo, se debe ser cuidadoso en la estandarización de recolección, procesamiento, análisis y validación (revisión). Se describen y fundamentan 14 indicadores con una clasificación de prioridad definida por el tipo de metodología a utilizar, la calidad de la información para mostrar tendencias de la población de erizos y el número de horas hombre para recolección procesamiento y análisis. Tanto la metodología de recolección de información, procesamiento de video-transectos y análisis de datos se resumen en una guía, la que seguramente se irá mejorando en el tiempo.

**En relación al objetivo 3** se discute que la caracterización de parches lograda con la metodología de muestreo aplicada en el Objetivo 1 permitió proponer 12 subpoblaciones para ser monitoreadas (considerando 5 criterios seleccionados, relativos a la características de los parches muestreados). El número de estaciones se completa a 16 proponiendo 4 estaciones de acuerdo a la experiencia del ejecutor y considerando la realización de visitas en el marco de este y otros proyectos.

Considerando los costos de recolección de imágenes, horas hombre para procesamiento y tiempos de reacción para la elaboración de reportes se considera que 16 estaciones es un número adecuado que se debería realizar anualmente. Los tiempos de respuesta pueden ser mejorados si se prioriza la obtención indicadores categoría 1, 2 ó 3, propuestos en Objetivo 1 y/o se considera el submuestreo de video-transectos para, por ejemplo, la representación de la comunidad bentónica asociada a los erizos.

# Índice General

Índice de Tablas .....	8
Índice de Figuras.....	12
Índice de Anexos .....	15
Objetivo General .....	16
Objetivos Específicos.....	16
Antecedentes.....	17
1. Objetivo específico n°1.....	20
1.1 Antecedentes .....	20
1.2 Metodología.....	21
1.2.1 Área de estudio .....	21
1.2.2 Recopilación y sistematización información pesquería del erizo .....	21
1.2.3 Muestreo diagnóstico del área de estudio .....	22
1.3 Resultados .....	32
1.3.1 Historia de vida de <i>Loxechinus albus</i> .....	32
1.3.2 Análisis de procedencias y selección de sitios .....	34
1.3.3 Muestreo diagnóstico del área de estudio .....	35
1.4 Discusión .....	42
2. Objetivo específico n°2.....	89
2.1 Antecedentes .....	89
2.2 Metodología para la implementación de la Red.....	91
2.2.1 Área de estudio .....	91
2.2.2 Frecuencia de Muestreo.....	92
2.2.3 Identificación y fundamentación de indicadores .....	92
2.2.4 Análisis de datos.....	97
2.2.5 Metodología de recolección de muestras .....	98
2.2.6 Procesamiento de imágenes.....	101
2.3 Taller de expertos .....	102
Criterio .....	104
3.1 Antecedentes.....	113
3.2. Definición de ubicación y número de estaciones.....	114
3.3 Estudio de costos .....	117
3.4 Elaboración de Guía de Muestreo y Análisis de información .....	118
3.5 Talleres de difusión.....	118
3.6 Conclusiones.....	118
Referencias .....	131

# Índice de Tablas

<b>Tabla 1.1</b> Número de erizos marcados con calceína y tetraciclina por clase de talla...48
<b>Tabla 1.2</b> Captura muestreada en polígonos y procedencias de pesca. Captura total muestreada en cada polígono entre 1996 y 2012, asociada al número de procedencias de pesca de cada polígono del Seguimiento Bentónico del Instituto de Fomento Pesquero.....48
<b>Tabla 1.3</b> Zonas de pesca (polígonos) y sectores muestreados para el diagnóstico del área de estudio. Se detalla las procedencias comprometidas por cada polígono.....49
<b>Tabla 1.4</b> Transectos realizados con cámara de filmación a la deriva para identificar agregaciones de erizos y caracterizar cualitativamente la comunidad asociada y el sustrato.....50
<b>Tabla 1.5</b> Número y proporción de transectos (videos) con presencia/ausencia de <i>Loxechinus albus</i> en transectas con cámara a la deriva por polígono.....51
<b>Tabla 1.6</b> Transectas realizadas con trineo para caracterizar las agregaciones de erizo y la comunidad asociada por polígono y sector. ....51
<b>Tabla 1.7</b> Número de ejemplares de erizos recolectados en cada uno de los polígonos estudiados al 30 de Mayo de 2013. De estos se obtuvieron hasta 30 ejemplares por clase de talla para hacer lectura de anillos de crecimiento en las placas genitales. ....52
<b>Tabla 1.8</b> Resultados de la estimación de abundancia por parche/sector desde video-transectos a la deriva, utilizando la aproximación geoestadística propuesta por Roa-Ureta and Niklitschek (2007). Se presenta los resultados para el modelo espacial (destacado en gris y no espacial para cada sector. Columnas 4 a 7 muestran los parámetros para modelo binomial (presencia/ausencia). Columna 10 muestra el parámetro Rango para el modelo con densidades positivas de erizo. AIC es el criterio de Información de Akaike utilizado para decidir qué modelo (espacial o no espacial) presenta un mejor ajuste. Para el modelo binomial (columna 8) y para el modelo con densidades positivas de erizo (columna 10). Destacado en negrita, el mejor modelo de acuerdo a AIC, siguiendo a Burnham & Anderson (2002). ....53
<b>Tabla 1.9</b> Resultados de la estimación de abundancia por parche/sector desde video-transectos a la deriva, utilizando la aproximación geoestadística propuesta por Roa-Ureta and Niklitschek (2007). EE error estandar, Alfa es la superficie (en hectáreas) en la que se encuentra el stock de erizo de acuerdo al modelo geoestadístico utilizado. Texto en “negrita” y destacado en gris muestra los parches de erizos registrados hasta 80 m de profundidad aproximadamente.....57



<b>Tabla 1.10</b> Tabla comparativa de la densidad de erizos (erizos/ m <sup>2</sup> ) registrada desde los video-transectos a la deriva y desde los video-transectos en trineo en el área de estudio.....	59
<b>Tabla 1.11</b> Análisis de Varianza de los residuales normalizados del diámetro de testa medio de erizos medidos usando la referencia del láser en video-transectos de 12 m <sup>2</sup> , usando como efecto 9 polígonos del área de estudio. ....	60
<b>Tabla 1.12</b> Comparación múltiple de talla media de las zonas de pesca estudiadas (obtenida con la imagen del video), aplicando un test (a posteriori) de Tukey (Zar 1999). Destacado los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos.....	60
<b>Tabla 1.13</b> Análisis de Varianza de los residuales normalizados del diámetro de testa medio de erizos recolectados por el buzo en transectos de 12 m <sup>2</sup> y medidos usando caliper vernier, usando como efecto 8 polígonos del área de estudio.....	61
<b>Tabla 1.14</b> Comparación múltiple de talla media de las zonas de pesca estudiadas (erizos recolectados por el buzo), aplicando un test (a posteriori) de Tukey (Zar 1999). Destacado los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos.....	61
<b>Tabla 1.15</b> Efecto de la variación del reclutamiento (erizos entre 10 y 20 mm DT en transectos de 12 m <sup>2</sup> ) entre zonas de pesca aplicando un Modelo General Lineal de la familia Binomial Negativa (McCullagh & Nelder 1989). ....	62
<b>Tabla 1.16</b> Comparación múltiple de la variación de reclutamiento (erizos entre 10 y 20 mm DT) de las zonas de pesca estudiadas con un modelo GLM Binomial Negativo, aplicando un test (a posteriori) de Tukey (Zar 1999). Destacados los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos.....	62
<b>Tabla 1.17</b> Efecto de la variación del número de erizos > 49 mm DT agregados (erizos distanciados menos de 20 cm) en transectos de 12 m <sup>2</sup> entre zonas de pesca aplicando un Modelo General Lineal de la familia Binomial Negativa (McCullagh and Nelder 1989). ....	63
<b>Tabla 1.18</b> Comparación múltiple de la variación del número de erizos > 49 mm DT agregados de las zonas de pesca estudiadas, aplicando un test (a posteriori) de Tukey (Zar 1999). Destacados los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos.....	63
<b>Tabla 1.19</b> Análisis de Varianza de los residuales normalizados del porcentaje de erizos >49 mm agregados, que fueron identificados usando la referencia del láser en video, usando como efecto 9 polígonos del área de estudio. ....	64
<b>Tabla 1.20</b> Comparación múltiple de la variación del porcentaje de erizos > 49 mm DT agregados de las zonas de pesca estudiadas, aplicando un test (a posteriori) de Tukey (Zar 1999). Destacados los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos. ....	64

**Tabla 1.21** Abundancia (Promedio  $\pm$  Desviación estándar), cobertura y riqueza de especies por transecto de 12 m<sup>2</sup>, registradas en los 9 polígonos de pesca muestreados durante la campaña de marzo de 2013. Los valores corresponden a abundancias medias por polígono para el caso de invertebrados y coberturas medias para el caso de algas y dos especies de esponjas (*Tedania* sp y *Haliclona* sp.).....65

**Tabla 1.22** Comparación de la **similaridad** entre polígonos evaluada utilizando un Análisis de Similaridad de un Escalamiento Multidimensional no Métrico (nMDS) (Legendre & Legendre 1998) cuya hipótesis nula (H0) es que la diversidad de especies es igual entre todos los polígonos ( $R_i=R_2$ ). Los resultados indican que hay diferencias significativas entre polígonos ( $p<0.05$ ). Se muestra la significancia de la prueba entre polígonos. Destacado los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos. Nivel de significancia  $p=0.05$ . .....67

**Tabla 1.23** Porcentaje de **disimilaridad** de Bray-curtis entre polígonos obtenida del análisis de similaridad (ANOSIM) y análisis similaridad porcentual (SIMPER) del nMDS. Destacado los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos ( $p<0.05$ ). .....67

**Tabla 1.24** Especies que acumulativamente contribuyen >70% a la disimilaridad entre polígonos de pesca que presentaron diferencias significativas (ver tabla 1.23), obtenidos a través de análisis SIMPER (Clarke & Ainsworth 1993).....68

**Tabla 1.25** Ajuste modelos de crecimiento erizos toda el área de estudio (n=3900). .. 70

**Tabla 1.26** Parámetros del modelo de crecimiento propuesto por Schnute (1981) y ajustado para para cada zona de pesca estudiada. Este fue el modelo que presentó el valor de AIC más bajo al comparar desde un modelo nulo (a, b, y1 y y2 iguales para cada polígono de pesca), hasta un modelo saturado (a, b, y1, y2 distintos para cada polígono de pesca)..... 70

**Tabla 2.1** Criterios e indicadores seleccionados para evaluar el desempeño de la pesquería del erizo en el Plan de Manejo de Zona Contigua. .... 104

5. El GTA reconoció la necesidad de establecer desde el comienzo áreas de reservas reproductivas. Por ejemplo, en erizo, se identificaron áreas que han presentado históricamente gónadas de color café y que no son explotadas comercialmente, las que pueden cerrarse a la pesca y que eventualmente puedan generar larvas que recolonizen las áreas explotadas, sin un impacto mayor sobre las actuales áreas de explotación comercial de erizo. .... 104

**Tabla 2.2** Variables consideradas para el monitoreo de la pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en la costa de California (cuadros en gris) según el lugar donde es recolectada la información (Números indican prioridad asignada para *S. Franciscanus*) Modificada de Gutierrez (2011). Se compara con el actual monitoreo de la pesquería de *L. albus* (IFOP) y las variables que consideraría la red de estaciones (Red) a implementar. IFOP\* A través de modelo de evaluación de stock en validación (Roa-Ureta 2011). ..... 105

<b>Tabla 2.3</b> Variables/indicadores consideradas para la red de estaciones fijas, considerando el registro de video-transectos a la deriva, recolección de muestras por buceo y/o registro de video-transectos con trineo. ....	106
<b>Tabla 2.4</b> Comparación de metodologías aplicadas para la recolección de muestras y construcción de indicadores para la red de monitoreo poblacional que considera las horas hombre referenciales que se deben invertir. HH=horas hombre. Tiempo de revisión video deriva aproximadamente 30 min por minuto de video. Revisión video trineo 60 a 90 minutos por minuto de video. No considera el traslado al área de trabajo. ....	107
<b>Tabla 3.1</b> Criterios para la creación de un ranking de parches/subpoblaciones de erizo para ser propuestos como estaciones para una red de monitoreo poblacional. Ha =hectáreas. ....	121
<b>Tabla 3.2</b> Valoración de criterios aplicados para la elaboración de un ranking de subpoblaciones para una red de monitoreo poblacional de <i>L. albus</i> . El ranking es obtenido desde la suma de los valores asignados a cada criterio. ....	122
<b>Tabla 3.3</b> Resumen de los principales indicadores poblacionales del recurso erizo en sitios en los que se recolectó información a través de video/transectos a la deriva. Destacado en gris los sitios propuestos para ser parte de la red de estaciones. ....	124
<b>Tabla 3.4</b> Coordenadas geográficas de 16 estaciones de muestreo para el seguimiento poblacional del <i>L. albus</i> en el área de estudio. Doce estaciones fueron seleccionadas por su ranking desde la tabla 3.2 y 3.3 (ver anexo VII). ....	126
<b>Tabla 3.5</b> Costo estimado de recolección de datos, procesamiento de la información, análisis y elaboración de informes de 1 estación de la red propuesta. Las horas de arriendo de embarcación y recolección de muestras están multiplicadas por 1.5, considerando las distancias a recorrer entre estaciones y los tiempos que toman esos desplazamiento en la extensa área que se pretende representar. Las categorías de los indicadores corresponden a lo definido en el objetivo 1. ....	127
<b>Tabla 3.6</b> Distintos escenarios para la estimación de costos de cada expedición a la zona de estudio considerando entre 10 y 25 estaciones (parches) y las tres categorías de indicadores propuestas en objetivo 1. Se destaca en gris el costo (\$) para las 16 estaciones propuestas. ....	128

## Índice de Figuras

- Figura 1.1** División del área de estudio en 12 zonas de pesca (llamados polígonos), acuerdo a lo propuesto por Molinet et al. (2009, 2011). ..... 72
- Figura 1.2** Desembarque por polígono de pesca y por número de procedencias. A) Desembarque medio muestreado anualmente para cada polígono entre 1996 y 2012. Línea muestra la mediana, barra gris muestra 25-75 de los registros, barra de error muestra los valores máximos. B) Número de procedencias desde donde se muestreó desembarque entre 1996 y 2012. .... 73
- Figura 1.3** Distribución espacial de los desembarques de erizos muestreados entre 1996 y 2010 en el Programa de Seguimiento Bentónicos de Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). ..... 74
- Figura 1.5** Densidad de erizos en áreas/parches de erizo zona de pesca (Molinet et al. 2011), registrada con video-transectos a la deriva y analizada con un modelo geoestadístico propuesto por Roa-Ureta and Niklitschek (2007). ..... 76
- Figura 1.6** Abundancia de erizos en áreas/parches por zona de pesca (sensu Molinet et al. 2011), registrada con video-transectos a la deriva y analizada con un modelo geoestadístico propuesto por Roa-Ureta and Niklitschek (2007). ..... 76
- Figura 1.7** Distribución del diámetro de la testa (mm) de erizos, A) registrado a través de la imagen grabada del transecto; B) registrada a través de la medición directa de los erizos recolectados por el buzo en el mismo transecto del video, en cada uno de los 9 polígonos de pesca estudiados durante marzo y septiembre de 2013. Línea negra muestra la mediana. Caja sobre la mediana indica valores entre 50% y 75% del rango de distribución. Caja bajo la mediana indica valores entre 25% y 50% del rango de distribución. “Bigotes” (líneas punteadas) muestran los valores máximo y mínimo considerando un coeficiente 1.5 veces el rango de la caja. Círculos blancos muestran valores fuera de rango de acuerdo al criterio anterior. Línea segmentada en eje y muestra el DT 60 mm. .... 77
- Figura 1.8** Abundancia de reclutas (erizos entre 10 y 20 mm DT) A) registrado a través de la imagen grabada del transecto; B) registrada a través de la medición directa de los erizos recolectados por el buzo en el mismo transecto del video, en cada uno de los 9 polígonos de pesca estudiados durante marzo y septiembre de 2013. Línea negra muestra la mediana. Caja sobre la mediana indica valores entre 50% y 75% del rango de distribución. Caja bajo la mediana indica valores entre 25% y 50% del rango de distribución. “Bigotes” (líneas punteadas) muestran los valores máximo y mínimo considerando un coeficiente 1.5 veces el rango de la caja. Círculos blancos muestran valores fuera de rango de acuerdo al criterio anterior. .... 78
- Figura 1.9** Abundancia de erizos >60 mm DT en cada transecto de 12 m<sup>2</sup>; A) registrado a través de la imagen grabada del transecto; B) registrada a través de la

medición directa de los erizos recolectados por el buzo en el mismo transecto del video, en cada uno de los 9 polígonos de pesca estudiados durante marzo y septiembre de 2013. Línea negra muestra la mediana. Caja sobre la mediana indica valores entre 50% y 75% del rango de distribución. Caja bajo la mediana indica valores entre 25% y 50% del rango de distribución. “Bigotes” (líneas punteadas) muestran los valores máximo y mínimo considerando un coeficiente 1.5 veces el rango de la caja. Círculos blancos muestran valores fuera de rango de acuerdo al criterio anterior..... 79

**Figura 1.10** Comparación de la distribución del diámetro de la testa (DT) de erizos recolectados por el buzo en los video-transectos y medidos con caliper vernier (contorno rojo) versus DT de los erizos registrados en los videos-transectos (contorno azul), obtenidos en cada uno de los 9 polígonos o zonas de pesca explorados entre marzo y septiembre de 2013 (n indica el número de erizos medidos para cada una de las metodologías de medición)..... 80

**Figura 1.11** A) Promedio de erizos > 49 mm DT agregados en cada transecto de 12 m<sup>2</sup>, registrados a través de la imagen grabada del transecto; y B) porcentaje de erizos > 49 mm DT agregados del total de erizos > 49 mm DT por transecto, en cada uno de los 9 polígonos de pesca estudiados durante marzo y septiembre de 2013. Línea negra muestra la mediana. Caja sobre la mediana indica valores entre 50% y 75% del rango de distribución. Caja bajo la mediana indica valores entre 25% y 50% del rango de distribución. “Bigotes” (líneas punteadas) muestran los valores máximo y mínimo considerando un coeficiente 1.5 veces el rango de la caja. Círculos blancos muestran valores fuera de rango de acuerdo al criterio anterior..... 81

**Figura 1.12** Panel superior: Escala de coloración de gonadal de propuesta por Barahona et al. (2003). Panel inferior: Escala de coloración gonadal utilizada en el Proyecto FIP 2012-14..... 82

**Figura 1.13** A) Resumen de la coloración de la gónada en erizos recolectados entre marzo de 2013 y septiembre de 2013 en 5 de los nueve polígonos de pesca prospectados. El resumen de colores se realizó en base a la cartilla elaborada por IFOP (Barahona et al. 2003). B) Índice gonadal de erizos por polígono explorado. En esta etapa no estaba comprometida la obtención de información gonadal, debido al intensivo trabajo de recolección de testas para el análisis de crecimiento. En los polígonos que se realizó fue en los que ya habían sido definidos por el Seguimiento Bentónico del IFOP. .... 83

**Figura 1.14** Principales especies de invertebrados y algas que forman parte de la comunidad asociada a las poblaciones de *Loxechinus albus* en los polígonos de pesca estudiados..... 84

**Figura 1.15** Representación grafica del Escalamiento Multidimensional no Métrico (nMDS) que muestra la similaridad/disimilaridad (dada por la distancia) entre polígonos, respecto de las especies observadas..... 85

**Figura 1.16** Lectura de anillos de placas genitales para cada zona de pesca estudiada. La línea gris muestra DT 60 mm. .... 86

**Figura 1.17** Esquema general de registro de video-transectas (con cámara) a la deriva sobre un parche (subpoblación de erizos) identificado. A) muestra los transectos registrados (línea punteada negra) y los transectos proyectados a realizar (línea punteada blanca). La superficie gris representa un área que puede ser caracterizada por su sustrato y profundidad y en la que se registra presencia de erizos. B) muestra un cuadro de video congelado desde el que se identifica y registra las especies, cobertura de sustrato y cobertura algal (sólo en la base del cuadro de video). Líneas punteadas negras muestran la trayectoria proyectada del video-transecto, referencial para el muestreador. Puntos rojos en el centro de la imagen muestran los punteros laser que se utilizan para clasificar el tamaño de las especies encontradas y ancho de transecto. ...87

**Figura 2.1** Interacciones biológicas de primer orden que afectan directamente una población sometida al manejo, que sería útil controlar en una pesquería y factores de segundo orden que afectan la productividad. Tomado de Caddy (2004). ..... 110

**Figura 2.2** Área de estudio en la X y XI regiones, mostrando los 12 polígonos de pesca propuesto por Molinet et al. (2011). En verde los polígonos que se sugiere monitorear y en amarillo los polígonos restantes..... 111

**Figura 2.3** Concentración media mensual entre 1997 y 2010, obtenida a partir de datos satelitales SeaWifs. La zona I corresponde a Reloncaví, Zona II a Grupo Islas Desertores y Zona III al Sur Desertores - Golfo Corcovado. .... 112

**Figura 3.1** Distribución general de las estaciones de monitoreo propuestas para el seguimiento poblacional del recurso erizo. Para mayor detalle relativo al parche ver Anexo VII .....127

## **Índice de Anexos**

<b>ANEXO 1</b>	<b>Procedencias del seguimiento bentónico IFOP</b>
<b>ANEXO 2</b>	<b>Programa y conclusiones taller de expertos</b>
<b>ANEXO 3</b>	<b>Códigos en R 3.0.2 para análisis de datos</b>
<b>ANEXO 4</b>	<b>Guia metodológica para recolección y procesamiento de muestras</b>
<b>ANEXO 5</b>	<b>Referencias recurso erizo</b>
<b>ANEXO 6</b>	<b>Bitacora de video transectos a la deriva</b>
<b>ANEXO 7</b>	<b>Ficha de parches visitados y estaciones seleccionadas</b>
<b>ANEXO 8</b>	<b>Observaciones del Evaluador</b>

## Objetivo General

Proponer indicadores que den cuenta de tendencias de la dinámica poblacional del recurso erizo (*Loxechinus albus*), en el área marítimo-geográfica de la franja de reserva artesanal y aguas interiores de la X y XI Regiones, específicamente entre las latitudes  $41^{\circ}40'00''\text{S}$  y  $45^{\circ}44'30''\text{S}$ , que permitan identificar patrones espaciales y temporales del recurso a una escala regional para apoyar la toma de decisiones para el manejo sostenible de la pesquería del recurso.

## Objetivos Específicos

1. Diseñar una red de monitoreo de estaciones fijas para el seguimiento de la dinámica poblacional del recurso erizo en la X y XI Regiones.
2. Definir y fundamentar una metodología de recolección de información y de las variables poblacionales (biológicas) y ambientales que serán incluidas en el diseño de muestreo.
3. Definir la distribución espacial y número de las estaciones de la red, a través de revisión bibliográfica, un muestreo diagnóstico (línea base) en las principales áreas de operación de la pesquería y un análisis de los resultados teóricamente fundado.



## Antecedentes

El enfoque precautorio promovido por la FAO para el manejo de las pesquerías sugiere el uso de Puntos de Referencia, como criterios de manejo que permitan capturar en términos claros los objetivos de manejo para las pesquerías (Caddy & Mahon 1995). Para implementar el manejo pesquero, debe ser posible convertir los Puntos de Referencia conceptuales en un Punto de Referencia técnico, el cual pueda ser calculado o cuantificado sobre la base de características biológicas o económicas de la pesquería (Caddy & Mahon 1995).

Los puntos técnicos de referencia que se han propuesto para la explotación racional de los recursos pesqueros pueden, en función de su uso, ser clasificados en dos categorías: Los Puntos de Referencia Objetivo (PRO) y Puntos de Referencia Límite (PRL). Tradicionalmente, los PRO han sido considerados como indicadores de una condición de la población el cual es un objetivo deseable para el manejo. El máximo rendimiento sostenido (MRS) ha sido utilizado con mayor frecuencia en este sentido como un PRO, el que requiere una vigilancia activa y el ajuste continuo de medidas de gestión en una apropiada (generalmente anual) escala de tiempo (Caddy & Mahon 1995).

Por otro lado, los PRL surgen con el fin de proteger el recurso y a la industria pesquera contra daños a largo plazo, para lo cual es importante definir y acordar una "zona roja" donde la continuidad de la explotación del recurso está en peligro, y la acción inmediata es necesaria, aplicando medidas como reducción sustancial en el esfuerzo de pesca/mortalidad, o en el caso extremo, el cierre de la pesquería durante un tiempo (ICES 1988). Un PRL bien puede corresponder a alguna condición mínima (por ejemplo, una biomasa reproductora peligrosamente baja) o alguna condición de máximo (una alta tasa de disminución de tamaño de la población, o una alta tasa de mortalidad) y en ese momento una respuesta de la administración, que ha sido negociada previamente con los participantes en la pesquería, se activa automáticamente.

Aunque los Puntos de Referencia Objetivos pueden reflejar una variedad de metas biológicas y económicas deseadas, los Puntos de Referencia Límite, por definición, serán más efectivos si ellos reflejan una tendencia o inclinación a que la población

persista (Botsford et al. 2004). En algunos escenarios, es posible que la dependencia de reglas de cosecha basada en puntos biológicos de referencia sin retroalimentación oportuna puede acelerar la declinación de una población y conducir a una aparentemente sustentable pesquería a un eventual colapso (Orensanz et al. 2004).

La pesquería del erizo es una pesquería bentónica, espacialmente estructurada compuesta de stocks sedentarios. Los stocks de este tipo de pesquerías están espacialmente estructurados en subpoblaciones localizadas de acuerdo a la distribución del tipo de hábitat, típicamente interconectadas a través de dispersión larval, lo que sugiere que estas se organizan en unidades metapoblacionales (Roughgarden et al. 1985, Possingham & Roughgarden 1990, Hanski & Gilpin 1991, Gaines & Lafferty 1995, Orensanz et al. 1998, Orensanz et al. 2006).

En las pesquerías de erizo de Norte América, donde por lo general se observó un rápido crecimiento y posterior depleción de los stock (Andrew et al. 2002, Botsford et al. 2004), adoptándose medidas de manejo tales como i) capturas totales permisibles (CTP) aplicando el modelo logístico, ii) drástica disminución de las capturas de manera arbitraria y posterior uso de modelos, iii) rotación de áreas, entre otros (Botsford et al. 2004). La pesquería de erizos en Chile no ha sido una excepción a lo que se ha reportado en las pesquerías mundiales en cuanto a su incierto estado de conservación y a la necesidad de mejorar la aproximación al manejo (Andrew et al. 2002, Molinet et al. 2009, Moreno et al. 2011, Molinet et al. 2012).

Debido a que los erizos son animales relativamente sedentarios, y a que su dinámica poblacional y mortalidad por pesca puede variar espacialmente, se debería considerar como un elemento la persistencia de una metapoblación. Además, debido a que los erizos son iteroparos, la estructura de edades puede ser importante en las subpoblaciones individuales en el contexto de la metapoblación. La persistencia de la población en prácticamente todos los modelos edad-estructurados, depende primariamente en la tasa de crecimiento o alternativamente del periodo de vida de producción de huevos (Botsford et al. 2004).

Desde el año 2005, esta pesquería está siendo explotada en el contexto de un Plan de Manejo (Moreno et al. 2006), y se ha estado avanzando en construir indicadores para una aproximación cada vez más robusta a la definición de puntos biológicos de

referencia que puedan mejorar su proyección de sustentabilidad (ej. Roa-Ureta et al. en revisión) .

La aproximación a la definición de puntos de referencia límite se ha abordado a través de la observación de tendencias en la dinámica de la población de *L. albus* en el área de estudio, lo que se sugiere implementar a través de un programa de monitoreo de indicadores del estado de la población.

Dado que una red de monitoreo debe dar cuenta de cambios espaciales y temporales de los indicadores poblacionales, resulta necesario establecer puntos fijos de observación en el tiempo. Además, esta red debe interactuar con el monitoreo de la pesquería, lo que permitirá obtener resultados más robustos (Roa-Ureta & Arkhipkin 2007) que favorecerán una mejor toma de decisiones.

# 1. Objetivo específico n°1

**Diseñar una red de monitoreo de estaciones fijas para el seguimiento de la dinámica poblacional del recurso erizo en la X y XI Regiones.**

## 1.1 Antecedentes

El diseño de una red de estaciones fijas para el seguimiento de indicadores que den cuenta de tendencias poblacionales que permitan observar patrones del recurso a una escala local y regional, requiere considerar escalas espaciales informativas a la vez de costo-eficientes, e indicadores parsimoniosos sobre las tendencias de la población. Estos indicadores deben estar relacionados con los indicadores de la pesquería.

En este contexto, este objetivo está orientado a proponer el diseño de una red de monitoreo, considerando toda la información disponible acerca del recurso erizo y también experiencias mundiales en el seguimiento de la dinámica de poblaciones de especies de importancia económica.

El análisis y manejo espacialmente explícito se ha citado como la alternativa más razonable para la pesca bentónica. Mientras la dinámica de poblaciones de importancia para la evaluación de stock y manejo, ocurren en macro, meso y micro escalas (sensu Orensanz & Jamieson 1998), las unidades espaciales adecuadas para el manejo y el monitoreo deben satisfacer la escala espacial de distribución de los recursos explotados. Lo anterior, teniendo en cuenta que la mayor fuente de error en la evaluación y manejo es subestimar el alcance de una unidad de población (FAO 2003). En este contexto, la definición de unidades espaciales adecuadas se convierte en uno de los temas más críticos que aún no se ha resuelto en las pesquerías costeras bentónicas (Bruckmeier & Neuman 2005, Lorenzen et al. 2010).

Para las pesquerías bentónicas del área de estudio del presente proyecto se definió una escala espacial de análisis, utilizando técnicas estadísticas y una aproximación de juicio experto, que divide el área de estudio en 12 polígonos (zonas de pesca) irregulares (Molinet et al. 2008, Molinet et al. 2011). Preliminarmente, en este estudio

se utilizó esta aproximación para la exploración basal que permita diseñar la red de monitoreo.

Considerando la importancia de la definición de una metodología que permita caracterizar adecuadamente este tipo de poblaciones espacialmente estructuradas, en este proyecto se optó por la grabación de video/transectas utilizando medios digitales. Tradicionalmente en Chile, las evaluaciones directas o muestreos poblacionales de recursos bentónicos se realizan a través de la recolección de muestras por buceo semiautónomo. Las metodologías para la obtención de muestras de esta forma van desde el conteo de especies por los buzos (enumeradas con una tablilla), hasta la recolección de muestras desde una cuadrata.

La obtención y análisis de esta información hasta ahora no permite analizar de manera cuantitativa los patrones de disposición de las especies sobre el fondo marino, a la vez que restringe la caracterización de las comunidades y hábitat que ocupan las especies objetivo de estudio.

Con estas consideraciones en el presente trabajo se obtuvieron video/transectos en dos etapas; video/transectos obtenidos a la deriva y video/transectos con trineo, metodologías que se detallan más adelante.

## **1.2 Metodología**

### **1.2.1 Área de estudio**

El análisis para el diseño de la red de monitoreo de estaciones fijas consideró toda la información disponible del área de estudio del presente proyecto (entre 41° 40' S y 45° 44' 30" S), que comprende las 12 zonas de pesca propuestos en el proyecto FIP 2005-51 "Diagnóstico biológico pesquero para recursos bentónicos de la zona contigua, X y XI Región" (Fig. 1.1) (Molinet et al. 2008, Molinet et al. 2011). Esta información también fue considerada para el diseño de la expedición diagnóstica.

### **1.2.2 Recopilación y sistematización información pesquería del erizo**

Se realizó una recopilación y sistematización de la información disponible en el área de estudio (entre Puerto Montt y la Península de Taitao) acerca de: pesquería del recurso erizo, ecología larval, patrones de circulación, variables ambientales y otros elementos que permitan caracterizar la zona de estudio y apoyar la decisión de definición de las estaciones de muestreo. Esta información fue uno de los insumos que se utilizó en el taller de expertos. La revisión incorpora además los resultados de los proyectos FIP 2001-18 (Barahona et al. 2003), FIP 2003-13 (Zuleta et al. 2008), FIP 2005-51 (Molinet et al. 2008) y FIP 2007-44 (Molinet et al. 2009).

En esta etapa se incluyó la solicitud de variables ambientales recolectadas por el programa de Monitoreo de la Marea Roja que realiza el Instituto de Fomento Pesquero desde 2005.

### **1.2.3 Muestreo diagnóstico del área de estudio**

Como se mencionó anteriormente, el área de estudio fue dividida en 12 polígonos irregulares (Fig. 1.1). La selección específica de los sitios de muestreo se realizó a través de la elaboración de una clasificación de los desembarques muestreados por IFOP en cada procedencia entre 1996 y 2012 (Anexo I). Considerando que las procedencias, particularmente en zonas remotas, pertenecen a puntos donde se instala la faena, se trabajó con buzos locales para poder identificar los bancos. En cada polígono se muestrearon al menos 4 sectores y en cada sector se obtuvo información de al menos 4 transectas.

#### **a) Variables registradas**

La metodología de recolección de muestras consideró la recolección de imágenes hasta 100 m de profundidad en las áreas de muestreo, cuando el parche/agregación de erizos extendió su rango batimétrico. La metodología de muestreo se dividió en dos etapas i) Identificación y caracterización general de agregaciones y ii) caracterización poblacional de las agregaciones encontradas y su comunidad asociada.

Considerando la proposición del proyecto FIP 2003-13 para la implementación de una red de estaciones fijas y la discusión y avances acerca de la red de estaciones fijas

desarrolladas a través del Programa de Seguimiento Bentónico del IFOP, se consideraron las siguientes variables para el muestreo diagnóstico:

- Número de erizos por unidad de superficie, lo que permite obtener un estimado de densidad por transecto, parche, área y polígono y su distribución espacial. Esto además de la identificación y caracterización de agregaciones de erizos.
- Indicadores de distribución espacial, agregación, tamaño de parche.
- Diámetro de la testa y peso de los erizos
- Peso y color de la gónada de una muestra de erizos por sector.
- Cobertura algal
- Comunidad asociada
- Tipo de sustrato
- Variables ambientales como temperatura y salinidad de la columna de agua
- Muestras de caparazón de erizos para la obtención de placas interambulacrales para un análisis de cohortes a través de la determinación de edades por lectura de anillos.

De esta forma este muestreo diagnóstico puede ser definido como una línea base de la población explotada a 2013.

#### **b) Identificación y registro de agregaciones de erizo**

Para la identificación de parches y/o agregaciones de erizos se desplegó una cámara (Seaviewer, modelo Sea Drop 950), en cada sector seleccionado, desde una embarcación menor. La cámara se mantuvo a una distancia de 0.5 a 1 m del fondo conectada, a través de un cable de 150 m, a una consola de observación y grabación de cada transecta recorrida.

Una vez identificado el parche se procedió a su caracterización a través de la realización de transectas paralelas que permitieron determinar el inicio y final de éste (a través de criterios de presencia ausencia de erizos), considerando su rango batimétrico. Para cada agregación/parche identificado se realizaron 3-7 transectos dependiendo del tamaño de la agregación.

La distancia recorrida se registró grabando el track de navegación de la embarcación usando un GPS-sounder Garmin modelo GPS Map 420S, cuya antena fue ubicada junto al sector donde se desplegó la cámara desde la embarcación. El GPS se configuró para registrar la posición geográfica y la profundidad cada 1 segundo. Para controlar la diferencia de posición entre la cámara y la embarcación se estimó el ángulo de inclinación del cable respecto al eje vertical.

### **c) Caracterización de la agregación**

Para llevar a cabo esta metodología la embarcación debe estar anclada. La cámara se montó sobre un trineo que permitió grabar imágenes de un campo de aproximadamente 28 cm de ancho, el cual fue remolcado por 40 a 50 m en la agregación identificada. La ruta seguida por el trineo fue registrada a intervalos de 1 segundo utilizando un sistema de seguimiento Tracking MicronNav USLB, montado sobre el trineo. La cámara posee un sistema de escalamiento que cuenta con 2 punteros láser paralelos al eje óptico de la cámara principal separados por 10 cm. Esta referencia fue utilizada para estimar el diámetro de testa (cualitativo) de los erizos y determinar el tamaño del cuadro muestreado. Simultáneamente, un buzo fue recogiendo todos los erizos en el campo del trineo (delimitado por varillas metálicas), los que posteriormente fueron contados, medidos y pesados.

### **d) Recolección de muestras**

Las muestras recolectadas por el buzo durante la filmación fueron utilizadas para medir y registrar el diámetro de la testa, peso total, peso y coloración de la gónada. En cada sector se recolectó una muestra de alrededor de 600 erizos que fueron medidos y pesados. Simultáneamente, a partir de una sub-muestra de 30 erizos de cada sector, se obtuvo el peso y coloración de la gónada de acuerdo a lo propuesto por Barahona et al. (2003) (Fig. 1.12). Sólo en 5 de los 9 polígonos visitados fue posible obtener la coloración de la gónada e IGS debido a problemas logísticos durante la expedición, ya que se debió priorizar el procesamiento de testas considerando las condiciones meteorológicas en los polígonos localizados más al sur del área de estudio. Además se



obtuvieron las testas de los erizos muestreados para estudios de edad y crecimiento como se detalla en el siguiente punto.

**e) Estudio de edad y crecimiento**

Estudios recientes (Molinet et al. 2013) sugieren un probable efecto de truncación de edades (tamaños) por efecto de la pesca, lo que ha sido reportado para otras pesquerías (Hsieh et al. 2010). Tales cambios pueden dar cuenta de la persistencia de individuos pequeños a la edad a pesar de existir buenas condiciones para el crecimiento y proyectar disminuciones de la pesca por periodos indeterminados (Swain et al. 2007), con consecuencias evolutivas que puede ser difícil de reversar (Hsieh et al. 2010).

En este contexto, en el presente proyecto se propuso un estudio de edad basado en la lectura de anillos para cada polígono que permita:

- i) Evaluar diferencias en las curvas de crecimiento individual entre polígonos (zonas) de pesca en el contexto de una hipótesis de truncación de edades.
- ii) Evaluar un indicador indirecto de reclutamiento a través de la identificación de cohortes relativo a la edad de los organismos en cada polígono y su comparación con la estructura de tamaños de la población muestreada.

Para realizar este estudio, se extrajo la parte superior de la testa de 20-30 erizos por clase de talla, que fue separada, etiquetada y almacenada para la obtención de las cinco placas genitales utilizadas para la lectura de anillos (Ebert 1968, Pearse & Pearse 1975, Gebauer & Moreno 1995). Las clases de tamaño fueron definidas con intervalos de 5 mm para cada clase, considerando la distribución de tallas presente entre el intermareal y hasta el rango de profundidad que se distribuyó *L. albus* en el área de estudio. Lo anterior, se realizó considerando las muestras recolectadas por el buzo en todo el polígono muestreado. Para completar las tallas faltantes se realizaron recolecciones selectivas a través de buceo hasta obtener una estructura de talla entre 15 mm y 80 mm por polígono al menos. Las muestras fueron etiquetadas y almacenadas para su posterior análisis en laboratorio.

Paralelamente y con el fin de validar la lectura de anillos como técnica de estudio de la edad se realizó una actividad de marcaje en el sector de Isla Westhoff, cercano a

Melinka. Para esto se recolectaron individuos hasta completar un número de 100-200 individuos por clase de tamaño, definiendo clases de tamaño con intervalos de 4 mm (Tabla 1.1). Todos los erizos fueron medidos con pié de metro y luego marcados con tetraciclina (animales mayores de 20 mm) o con calceina (animales menores de 20 mm). Para marcaje con Tetraciclina se inyectó 0.5 a 1.2 ml de solución de Tetraciclina (1 gr en 100 ml de agua de mar), la que fue inyectada a través de la membrana peristomal (Russell et al. 1998, Rogers-Bennett et al. 2003). La solución debe aportar 1 mg tetraciclina por 10 gr erizo vivo (1 mg de tetraciclina/0.1 ml de agua de mar) (Pearse & Pearse 1975).

Los erizos más pequeños fueron inmersos durante 24 horas en una solución de Calceina de 0.5 gr/litro de agua de mar, en bandejas de 40 litros. Luego de las 24 horas, los erizos fueron devueltos al ambiente desde donde fueron removidos (Russell et al. 1998, Russell & Urbaniak 2004).

El área en donde fueron reinstalados corresponde a pozas intermareales que contenían erizos. La recolección de los individuos marcados excede el horizonte de tiempo del presente proyecto, por lo que no son parte de este reporte. Sin embargo, de ser exitosa la recaptura contribuirá a mejorar la comprensión sobre la variación de los patrones de crecimiento de *L. albus*. Esto se espera sea reportado de manera especial al CIP cuando se obtengan los resultados.

#### **f) Procesamiento de imágenes**

Todos los video-transectos obtenidos fueron procesados proyectándolas sobre una grilla de 100 puntos regularmente separados en la pantalla del computador.

En el caso de video-transectos a la deriva, la muestra está constituida por un cuadro identificado por el tiempo de grabación (hora: minuto: segundo), cuya imagen es congelada para identificar y contar las especies epibentónicas presentes en la transecta, estimar la cobertura algal e identificar el tipo de sustrato. En este caso la imagen procesada corresponde a la proyección de la base del video que tiene un ancho de 50-70 cm.

Para los transectos grabados con trineo, la muestra está constituida por un cuadro identificado por el tiempo de grabación (hora: minuto: segundo), cuya imagen es

congelada para identificar y contar todas las especies epibentónicas presentes en el cuadro, medir el diámetro de la testa de los erizos (*L. albus*), determinar si forma parte de una agregación (de acuerdo a criterio definido más adelante), estimar la cobertura algal e identificar el tipo de sustrato. La planilla de datos usada se muestra en Anexo IV (Guía metodológica).

Las principales ventajas de la metodología de recolección y almacenamiento de imágenes son: i) la posibilidad de observar la estructura espacial de los organismos bajo el agua, ii) identificar el tipo sustrato, iii) registrar simultáneamente la comunidad asociada y iv) crear un registro auditable, ya que las grabaciones pueden ser revisadas varias veces si persisten dudas. Las imágenes son almacenadas en discos duros y quedarán disponibles para su revisión por terceros o para verificar dudas que surjan en el transcurso del análisis de los resultados.

#### **g) Análisis de datos**

Para cada zona de pesca (polígono) se recolectaron 500 a 600 ejemplares para medir el diámetro de la testa (DT) con un pie de metro. El tamaño de muestra se seleccionó tomando como referencia la propuesta de Barahona et al. (2003).

Índices:

- i : Zona de pesca  $i = 1, 2, \dots, n, \dots, N$   
k : Longitud del ejemplar  $k = 1, \dots, K$

#### **Variables y Parámetros:**

- n : Número ejemplares en la muestra por zona  
 $p_k$  : Proporción de la talla media por zona  
k : Longitud del ejemplar  $k = 1, \dots, K$

Se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Estimador de la estructura de talla de la población por zona de pesca

$$\hat{p}_k = \frac{n_k}{n}$$

Estimador de la varianza del estimador  $\hat{p}_k$

$$\hat{V}(\hat{p}_k) = \frac{1}{n-1} \hat{p}_k (1 - \hat{p}_k)$$

### **Diámetro de la testa medio**

Estimador de la talla media por zona

$$E(l) = l = \sum_{k=1}^K l_k p_k$$

Estimador de la varianza del estimador  $\hat{l}_{\phi e}$

$$\hat{V}(\hat{l}) = \sum_{k=1}^K l_k^2 \hat{V}(\hat{p}_k)$$

### **Índice gonádico (IG)**

De los 600 ejemplares recolectados se obtuvieron 30 ejemplares de erizo mayores que 55 mm de DT en las zonas de pesca 1, 2, 4, 6 y 7. A cada ejemplar se le registró las siguientes medidas: diámetro de la testa (mm), peso total (g), peso gónadas (g) y color de las gónadas. El diámetro de cada ejemplar se registró con un pie de metro de  $\pm 1$  mm de precisión y el peso con una balanza electrónica  $\pm 0,01$  gr de precisión. Para el registro de color de las gónadas se usó la tabla de colores elaborada por Barahona et al. (2003) durante el proyecto FIP 2000-18.

El IG fue obtenido de la siguiente expresión:

$$IGS = \frac{PG}{PT} \times 100$$

Donde:

$PG$  = Peso de la gónada en gramos

$PT$  = Peso total (fresco) en gramos

### **Lectura de placas genitales para edad**

La estimación de crecimiento se realizó a través de la lectura de los anillos de las placas genitales de la testa, metodología validada por Gebauer & Moreno (1995) para *L. albus*. Las placas genitales fueron secadas en una estufa a 60°C por 24 horas, rotuladas y almacenadas. Para la lectura de anillos, las placas fueron tratadas con hipoclorito de sodio al 4% por 24 horas, con el objetivo de extraer la materia orgánica restante y blanquearlas para facilitar su lectura. Posteriormente, cada placa fue lijada por ambos lados con lijas al agua N° 360, 400 y 600. Finalmente, cada placa fue inmersa en xilol, observada en una lupa con luz reflejada y fotografiada. Tanto el número de anillos como la distancia de éstos al centro de las placas fueron analizados utilizando el software Image-Pro Plus.

### **Cobertura algal**

La cobertura algal fue estimada para cada transecto de la estación (sector de muestreo) considerando el número de puntos ocupado por las algas en la grilla diseñada para la revisión de imágenes.

### **Tipo de sustrato**

El tipo de sustrato fue determinado de la misma forma que la cobertura algal. Se determinó la proporción de sustrato apto para la presencia del recurso erizo, de acuerdo a la literatura disponible. Se utilizó una clasificación en base a 10 tipos diferentes de sustratos (ver Guía Metodológica, Anexo IV)

### **h) Análisis de estadísticos**

La densidad de erizos por área se obtuvo tanto de los video/transectos a la deriva como de los video/transectos con trineo. Para esto se utilizó una aproximación geoestadística basada en máxima verosimilitud, siguiendo a Roa-Ureta & Niklitschek (2007). Se definió un tamaño de celda de 5 m en ambos casos.

**Para los video/transectos a la deriva** se ajustaron dos modelos independientes: i) un modelo binomial para datos presencia/ausencia (para cada sector) y un modelo Gausiano para las observaciones de densidad positivas (transformados con una función box-cox). De esta forma se evaluaron dos procesos de correlación espacial

separados. El primer modelo evaluó si existió correlación espacial en la distribución de erizos (presencia/ausencia) a través del área. La segunda aproximación evaluó si las observaciones positivas ( $>0$ ) estaban espacialmente correlacionadas a través de un subconjunto de áreas donde el *L. albus* estaba presente. La significancia de la correlación espacial fue evaluada comparando la verosimilitud de cada modelo espacial versus su modelo no espacial equivalente (pure nugget), a través del criterio de información de Akaike (Burnham & Anderson 2002).

La densidad media y el área efectiva en que se encontraron erizos fue obtenida para cada parche en cada sector siguiendo a Roa-Ureta & Nklitechek (2007). La superficie del parche ( $S$ ) fue calculada como el producto entre el tamaño de la celda ( $25 \text{ m}^2$ ) y el número de celdas que contenían información positiva ( $n+$ ) en un parche.

**Para los video/transectos con trineo** se aplicó la misma metodología de análisis aunque sólo se extrajo la densidad media de erizos por área, ya que la muestra fue obtenida al interior del parche (DIVIDIRPOR 0.25 DEBIDO A QUE ESE ES EL ANCHO DE TRANSECTO)

La distribución del diámetro de la testa de los erizos (estructuras de tallas) entre polígonos y estratos de profundidad (para el caso de agregaciones a más de 20 m de profundidad) fueron evaluadas a través del uso de modelos de regresión para datos ordinales (McCullagh 1980) utilizando el paquete *ordinal* en R 2.14.0 (Christensen 2013) Para esto, el diámetro de la testa fue separado en 12 intervalos de 10 mm cada uno, mientras que las edades fueron separadas en intervalos de 1 año.

El crecimiento de *L. albus* fue ajustado para cada estrato de profundidad utilizando los modelos de Gompertz (1825), von Bertalanffy (1938), Schnutte (1981) y Tanaka (Gebauer & Moreno 1995, Ebert et al. 1999, Flores et al. 2010, Schuhbauer et al. 2010). Las funciones antes mencionadas fueron ajustadas mediante regresión no lineal (Gallant 1975), utilizando el paquete *nls* en R 2.14.0 (R Development Core Team 2012). La selección de modelos alternativos fue basada en el criterio de información de Akaike AIC (Akaike 1974).

Las diferencias en la coloración de la gónada entre polígonos y/o sectores de muestreo fueron analizadas a través de una regresión logística multinomial (Venables & Ripley 1998).

Las abundancias de especies por transecto fueron transformadas  $[\log (x + 1)]$ , para reducir la importancia de especies más abundantes y permitir que las especies menos abundantes o raras contribuyan a la similaridad entre transectos. Posteriormente, una matriz de similaridad de Bray-Curtis fue calculada para la realización de test estadísticos no-paramétricos (ANOSIM, SIMPER, MDS), utilizando PRIMER-E 5.0 (Clarke & Ainsworth 1993, Clarke & Gorley 2001). Un análisis de similaridad (ANOSIM) fue usado para determinar la existencia de diferencias significativas entre polígonos de pesca. El ANOSIM, proporciona un estadístico  $R$ -test y un valor de probabilidad  $p$ . El  $R$ -test puede ser definido como:

$$R = \frac{(\bar{r}_B - \bar{r}_w)}{\frac{1}{2}M}$$

donde,  $r_B$  corresponde al promedio de similitudes entre muestras dentro de los grupos y,  $r_w$  corresponde al promedio de similitudes de todos los pares de muestras entre grupos. El valor de  $R$  representa el valor absoluto de similar o disimilaridad entre grupos. Si la similaridad al interior de los grupos es mayor que entre grupos  $R > 0$  ( $p < 0.05$ ).

Las especies responsables de las diferencias observadas entre polígonos fueron identificadas a través de un análisis de porcentaje de similaridad (SIMPER). Finalmente, un Escalamiento Multidimensional no Métrico (MDS), fue utilizado para representar gráficamente la similaridad entre polígonos de pesca. El grado de correspondencia entre la matriz de entrada y la representación grafica del MDS fue determinada por el *Stress*, una medida de la bondad de ajuste. El *Stress* toma valores entre 0 y 1, siendo mejor el ajuste cuando este es más cercano a 0.

## 1.3 Resultados

### 1.3.1 Historia de vida de *Loxechinus albus*

*Loxechinus albus* (Molina, 1782) comúnmente denominado erizo comestible, rojo o blanco, es uno de los herbívoros bentónicos más importante de las costas chilenas (Guisado y Castilla 1987, Moreno y Vega 1988). Esta especie se distribuye desde el litoral peruano (6° S) hasta el extremo sur de Chile (55°S) y está presente desde la zona intermareal hasta 340 m de profundidad (Larrain 1975) habitando principalmente sobre fondos duros. *Loxechinus albus* es una especie dioica, sin dimorfismo sexual externo y fecundación externa. Alcanzan la talla de primera madurez sexual entre los 3,5 a 5,0 cm de diámetro de testa (D.T) (Bay-Schmith et al. 1981, Arias et al. 1995), la fecundidad potencial es de 5 – 7,2 millones de ovocitos en organismos entre 52 – 72 mm D.T (Guisado et al. 1998).

El desarrollo larval de este equinodermo ha sido ensayado con éxito en condiciones de laboratorio, describiéndose sus estadios de desarrollo desde la fecundación hasta el asentamiento, con una duración de entre 23 a 40 días. La larva “equinopluteus” metamorfosea a un individuo juvenil de aproximadamente  $524 \pm 24 \mu$  (Arrau 1958, Bustos et al. 1987, Guisado & Castilla 1987, Bustos & Olave 2001). La información publicada sobre el desarrollo larval y asentamiento de *L. albus* en el ambiente es escasa, lográndose hasta ahora identificar larvas de equinoideos (Bustos et al. 1987, Kino & Agatsuma 2007, Molinet et al. 2010) y algunos antecedentes de su abundancia temporal.

Evaluaciones o seguimiento del asentamiento de *L. albus* en la costa chilena también son escasos. En la zona central de Chile el asentamiento se ha observado principalmente en el intermareal rocoso entre diciembre y febrero, particularmente en grietas intermareales con abundante conchilla, donde los reclutas se alimentan preferentemente de diatomeas bentónicas, algas crustosas y estadios recientes de macroalgas (Castilla et al. 1981, Guisado & Castilla 1987). En otras áreas del país como la costa valdiviana también se ha reportado la presencia de pequeños reclutas (2-3 mm D.T) entre marzo y abril en pozas del intermareal inferior, entre y sobre algas calcáreas, cohabitando con individuos de un amplio rango de tallas (Gebauer &



Moreno 1995). Stotz et al. (1992) observó individuos entre 1-3 mm D.T. en zonas con abundante *Gelidium* y *Corallina officinalis*.

Individuos entre 20-45 mm D.T. que forman parte de las poblaciones intermareales se ubicarían en pozas formadas en esta zona, consumiendo algas a la deriva, para posteriormente migrar a zonas más profundas (Guisado & Castilla 1987, Moreno & Zuleta 1987) implicando una migración ontogénica. Puntualmente se ha documentado fallas en el reclutamiento en las poblaciones de erizos de la XII Región (Stotz et al. 1998).

Los stocks adultos de *L. albus* presentan una distribución gregaria formando grandes aglomeraciones sobre sustratos duros, lo que ha sido atribuido a la existencia de asentamientos y posteriores reclutamientos masivos de una cohorte (Moreno 2003). Debido a su importancia económica, los erizos que habitan en fondos someros han sido afectados por la explotación comercial, lo que ha modificado los patrones de distribución de esta especie. Lo anterior plantea la problemática de cómo los hábitat pueden ser recolonizados luego de una explotación, si es que esto sucede, ya sea por reclutamiento o inmigración de adultos. Por otro lado, la explotación comercial modifica los patrones de mortalidad, haciendo que esta sea más intensa en los hábitats someros donde los buzos mariscadores tienen mayor facilidad para acceder. Desde esta perspectiva el rol de los erizos que habitan zonas profundas puede ser fundamental si la reproducción en los hábitats someros no es suficiente para balancear la mortalidad ejercida por la explotación comercial. Sin embargo, Molinet et al. (2009) y Moreno et al. (2011) observaron que menos del 5% de los erizos se encontraba a profundidad > 30 m y sólo registraron una agregación entre 30 y 100 m de profundidad.

Estos hallazgos sugirieron incluso el cambio en la referencia de la distribución batimétrica que había sido reportada para *L. albus* de 350 m (Larrain 1975), ya que no se cuenta con evidencia de la existencia de erizos a esa profundidad. En contraste, Moreno y Molinet (2013) propusieron el límite de la distribución de *L. albus* hasta 110 m, profundidad a la que fue registrada y grabada una agregación de *L. albus* entre 2008 y 2012.

Aunque se ha avanzado en la producción de erizos en laboratorio, poco se conoce sobre la ecología de *L. albus*, lo que mantiene a los grupos asesores atrapados en la

determinación de su verdadero estado de conservación. Lo anterior se ha visto fuertemente influenciado por la interpretación de industriales y pescadores acerca de la verdadera distribución de este recurso y su “inagotable” capacidad de “regeneración” que ha sostenido una pesquería en niveles extractivos altos por alrededor de 30 años. Desde esta perspectiva y aunque parezca un estudio “trivial”, para algunos ecólogos, en Chile se conoce poco de la ecología de estadios tempranos de los principales recursos de importancia comercial, lo que dificulta entender su dinámica poblacional e impide avanzar en planes de manejo adecuados para su conservación.

En Anexo V se resumen los principales trabajos relativos a *Loxechinus albus* en Chile, en los que se incluye una clasificación por temática.

### **1.3.2 Análisis de procedencias y selección de sitios**

El Programa de seguimiento de las pesquerías bentónicas de IFOP ha identificado unas 290 procedencias de pesca en la que se registra captura de *L. albus*. Las procedencias son definidas como áreas (con sus nombres vernaculares entregados por los pescadores entrevistados), en las que los pescadores declaran haber extraído la captura que reportan durante la entrevista de desembarque realizada por IFOP en los puertos, como parte de su programa de monitoreo. Además, visitas a las faenas de pesca han permitido georreferenciar algunas procedencias, información que ha permitido determinar que la referencia entregada por el pescador entrevistado se refiere a un área general de trabajo. Luego la agregación debe ser identificada en un segundo paso.

De cualquier forma el uso de la escala de los polígonos de pesca propuestos por Molinet et al. (2011) basada en la escala de las procedencias de IFOP, fue sugerida como una escala de análisis para entender de mejor manera la operación de la flota sobre una zona de pesca, ya que la escala espacial de la unidad de stock del erizo *L. albus* parece ser mayor.

Como se muestra en la tabla 1.2, los polígonos 2, 4, 6, 7, 8 y 12 dan cuenta del 92% del desembarque muestreado por IFOP desde 1996 a 2012. Estos antecedentes muestran que la operación de la flota ericera se concentra en 6 zonas de pesca (polígonos), por lo que los principales esfuerzos deberían enfocarse en entender la dinámica de *L. albus* en

esas zonas. El promedio de los desembarques muestreados en los 6 polígonos destacados anteriormente ha sido consistente entre 1996 y 2012 (Fig. 1.2A).

Desde el punto de vista de las procedencias, la tabla 1.2 refleja que los polígonos más remotos tienen menos procedencias, lo que se explica porque la faena actúa como puerto de acopio, con lo cual se pierde parte de la información de áreas aledañas.

El número de procedencias de pesca ha variado desde 1996, con una tendencia al incremento hasta 2003, para comenzar a disminuir para registrar alrededor de 160 procedencias en 2012 (Fig. 1.2B).

La exploración de los registros muestreados de desembarque por procedencias, muestran que al menos entre 1996 y 2012, la pesquería del erizo se concentró en áreas de pesca específicas (6 polígonos que dan cuenta del 92% del desembarque total muestreado) (Tabla 1.2, Fig. 1.3) y los desembarques muestreados por polígono cada año entre 1996 y 2012 (Fig. 1.4). Además al revisar las procedencias por polígono de manera específica (Anexo I), se observa (exceptuando el polígono 7) que entre 8 a 10 procedencias por polígono (unas 100 procedencias en total) dan cuenta de alrededor de 85% de los desembarques muestreados.

Estos resultados sugieren que aunque la pesquería del erizo parece una pesquería dispersa en el mar interior del sur de Chile, esta está concentrada en áreas discretas, espacialmente estructurada en torno a zonas de pesca que han mostrado una alta productividad en los últimos 18 años.

### **1.3.3 Muestreo diagnóstico del área de estudio**

Durante el muestreo diagnóstico llevado a cabo durante 2013 se visitaron un total de 43 sectores, distribuidos en 9 polígonos de pesca del área de estudio (Tabla 1.3). La selección de los sectores fue apoyada por buzos locales y registros de pesca históricos. Debido a las condiciones meteorológicas durante la expedición a la zona de pesca 12 esta fue submuestreada, ya que sólo fue posible acceder a sectores protegidos. En otras zonas, localizadas hacia el norte, se presentaron problemas similares, sin embargo fue posible visitar áreas.

Se obtuvieron un total de 218 video-transectos a la deriva en 42 áreas/parches visitadas (Tabla 1.4), entre la zona de Reloncaví (polígono 1) e Isla Tres Dedos (polígono 12),

contabilizándose un total de 29781 erizos. La proporción de video-transectos a la deriva con presencia de erizos *L. albus* varió entre 46% y 94% (Tabla 1.5), observándose en los polígonos localizados más al sur del área de estudio mayores porcentajes de presencia de erizos (polígonos 7, 8, 11 y 12).

De forma similar, en los 9 polígonos de pesca de la zona de estudio se registraron un total de 71 video-transectos sobre un trineo (ver metodología), con el objetivo de caracterizar las agregaciones de erizo y la comunidad asociada (Tabla 1.6). Simultáneamente, con el registro de los video-transectos se recolectaron muestras de erizos para medir y registrar el diámetro de la testa, peso total, peso y coloración de la gónada. La cantidad de ejemplares recolectados por el buzo que siguió el trineo que registró el video-transecto varió entre 253 (polígono 6) y 1086 (polígono 8) y el rango de tallas entre 5 y 115 mm DT (Tabla 1.7). En total se contabilizaron alrededor de 11.000 erizos usando esta metodología. La información específica referente a la ubicación de cada área/parche de erizos muestreado se resumen en Anexo VII (Ficha de parches)

Los parches observados fueron espacialmente discretos, en hábitat caracterizados principalmente por roca (en la región de Aysén) y grava (en la región de Los Lagos).

En la región de Los Lagos las agregaciones registradas presentan entre 1 y 60 ha de superficie, sobre sustrato principalmente compuesto por grava en los parches someros.

En la región de Aysén los erizos son más frecuentes en sustrato rocoso entre aproximadamente 2 y 15 de profundidad, en pozas intermareales y en algunos casos en cinturones que circundan las islas en densidad variable.

#### **a. Abundancia por area/parche (Video-transectos deriva)**

La abundancia total por parche muestreado fue obtenida de los video-transectos a la deriva. Esta información permitió caracterizar preliminarmente cada parche, y elaborar una “línea base” de parches que fue materializada en una ficha por área visitada (Anexo VII). Cada parche visitado se resume en tabla 1.8, en la que se destaca además los parámetros del modelo geoestadístico y el criterio para seleccionar un modelo espacial o uno no espacial.

Se destaca el hallazgo de 3 parches hasta aproximadamente 80 de profundidad 2 en el

canal Chacao y 1 en isla Midhurst (zona de pesca 8), que se suman a otro parche reportado en Canal de Chacao (Datos sin publicar) y a un parche en Quellón reportado por Moreno et al. (2011).

De 42 áreas/parches explorados, en 35 se observó presencia de erizos con valores de entre 1 a 13000 erizos muestreados por área/parche. En 3 parches el modelo espacial no convergió, principalmente debido a la escasez de cuadros con presencia, por lo que la comparación entre un modelo espacial y uno no espacial se pudo aplicar en 32 parches muestreados. En 24 de los 32 parches mencionados (75%) el modelo espacial (binomial) presentó un mejor ajuste que el modelo no espacial, por lo que el diseño de muestreo fue capaz de registrar autocorrelación espacial en las áreas/parches visitados. El rango de cada parche varió entre 3 a 1500 m (promedio=175 m) , lo que indica alta variabilidad en la superficie con presencia del stock.

En 21 de los 24 áreas/parches (65% de los 32 parches evaluados) el modelo espacial presentó un mejor ajuste que el modelo no espacial, lo que implica existencia dependencia espacial (Tabla 1.8). El rango de la dependencia espacial varió entre 6 a 75 m (promedio=355 m), lo que indica una escala aproximada a la cual estarían actuando procesos demográficos y otros como el efecto de la pesca.

Los resultados detallados de la estimación de abundancia por parche (cuando fue posible de realizar) se muestran en la tabla 1.9. Se observaron abundancias totales entre 1,100 a 1,173,000 erizos por area/parche muestreado. El error estándar de estas estimaciones varió entre 8 y 55% respecto de la abundancia estimada en cada parche con un promedio de 28% (Tabla 1.9).

La densidad de erizos por parche varió entre valores cercanos a 0 y 5.4 ind/m<sup>2</sup> (Fig. 1.5, Tabla 1.9). La mayor densidad se observó en el sector Pulelo en la zona de pesca 2, que es un parche que se distribuye hasta 70 m de profundidad, donde se observó alto número de juveniles. La zona de pesca 12 mostró los promedios de densidad más altos, pese a que las zonas visitadas fueron zonas protegidas debido a las condiciones meteorológicas durante la expedición.

Las mayores abundancias fueron estimadas para la zona de Pesca 7 (particularmente Grupo Peligroso), lo que está relacionado con la extensión del área en la que se registró presencia de erizos (Fig. 1.6). En las zonas 2 y 4 la población está

principalmente representada por individuos juveniles como se detalla más adelante. La zona de pesca 12 fue submuestreada ya que las condiciones meteorológicas durante la campaña de muestreo no permitieron visitar zonas más expuestas donde se concentra la flota actualmente, aunque se visitaron áreas de pesca antes visitadas por los buzos. En la tabla 1.10 se muestra una comparación de la densidad de erizos (erizos  $m^{-2}$ ) registrada desde los video-transectos a la deriva y desde los video-transectos en trineo en el área de estudio.

#### **b. Distribución del diámetro de la testa (DT) (Video-transectos trineo)**

El diámetro de la testa (DT) fue obtenido desde los video-transectos con trineo (ver metodología) y desde los erizos directamente recolectados por el buzo que siguió al trineo. Se debe destacar que la cantidad total de erizos recolectados mediante buceo al interior del video-transectos fue menor que aquellos cuantificados a través del análisis de imágenes (Fig. 1.7A y B). Un total de 5,710 erizos fueron recolectados por el buzo tras el trineo en las 9 zonas pesca (polígonos), mientras desde los video-transectos con trineo se registró un total de 11,949 erizos de los que se midió 8,370 erizos.

La talla media en todos los sectores visitados fue inferior a 60 mm DT, desde los erizos recolectados por el buzo y también desde los erizos registrados por video-transecto (Fig. 1.7).

Las diferencias en el número de erizos registrados por una u otra metodología pueden estar asociadas a un sesgo del buzo (preferencia hacia individuos de mayor tamaño) y a la velocidad de remolque del trineo. Al respecto se observó que el buzo recolectó sólo alrededor 594 erizos de 10 a 20 mm DT comparado con 2,056 erizos de 10-20 mm DT registrados en el video-transecto (Fig. 1.8). Al seleccionar sólo los erizos mayores a 60 mm DT se observó que los erizos en el video transecto representaron sólo el 60% de los erizos recogidos por el buzo (Fig. 1.9). Esto último se puede explicar debido que i) alrededor del 30% de los erizos en el video-transecto no se midieron (por no cumplir los requisitos para la consideración de la imagen) y ii) un sesgo en la medida de laser y regla que hace el DT sea subestimado en los registros con video-transectos.

La distribución de tamaños de los erizos obtenida a partir de los erizos recolectados por el buzo versus la registrada en los video-transectos fue diferente en todos los

polígonos de pesca con una tendencia a la subestimación del DT de erizos registrados por video-transecto (Fig. 1.10).

Ambas metodologías de muestreo (recolección con buzo y análisis de imágenes), mostraron que la distribución del diámetro de la testa (DT) varía significativamente entre polígonos de pesca. En ambos casos un ANOVA de los residuales normalizados de la abundancia de erizos por transecto, usando como efecto los 9 polígonos de pesca, mostró que existen diferencias significativas entre estos ( $p < 0.001$ ) (Tablas 1.11 y 1.13). Mientras, una comparación múltiple a posteriori (test de Tukey) evidenció que prácticamente todos los polígonos muestran diferencias entre ellos (Tablas 1.12 y 1.14). Se observó un menor DT en las estaciones ubicadas en los polígonos de la zona norte del área de estudio (polígonos 1, 2, 4 y 5), mientras que hacia el sur el DT fue mayor aunque con pocos erizos sobre 60 mm DT (polígonos 7, 8 y 12) (Figs. 1.7 y 1.10). Al igual que en el caso de las diferencias observadas en las abundancias de reclutas por transecto con ambas metodologías, la distribución del DT obtenido mediante medición con láser, muestra una tendencia hacia una mayor representación de erizos más pequeños que los recolectados por el buzo y medidos con caliper vernier (Fig. 1.10).

La variación del reclutamiento (erizos entre 10 y 20 mm DT) entre zonas o polígonos de pesca (aplicando un Modelo Lineal Generalizado (GLM) Binomial Negativo) mostró diferencias significativas entre estos ( $p < 0.001$ ) (Tabla 1.15). Una comparación múltiple a posteriori, utilizando el test de Tukey evidencio que estas diferencias están dadas principalmente al comparar el polígonos 4 (gran abundancia de reclutas), con los 8 restantes polígonos (Tabla 1.16).

### **c. Agregaciones (Video-transectos trineo)**

El análisis de los video-transectos mostró la presencia de agregaciones (distanciados menos de 20 cm) de erizos  $>49$  mm en 6 (polígonos 1, 2, 6, 7, 8 y 12) de los 9 polígonos visitados (Fig. 1.11A). La mayor agregación fue observada en el polígono 8 con total de 34 erizos. Por otro lado, los polígonos 2 y 8 mostraron mayor porcentaje de erizos (hasta un 80%) (Fig. 1.11A). Para el caso del número de erizos  $>49$  mm agregados, un GLM de la familia Binomial Negativa mostró la existencia de diferencias significativas entre polígonos de pesca ( $p < 0.001$ ) (Tabla 1.17). De igual

forma, un ANOVA de los residuales normalizados del porcentaje de erizos >49 mm agregados, mostró que existen diferencias significativas entre polígonos ( $p < 0.001$ ) (Tabla 1.19). En ambos casos, una comparación múltiple a posteriori (test de Tukey) evidencio que el polígono 8 es el responsable de tales diferencias (Tablas 1.18 y 1.20).

#### **d. Índice gonádico (IG)**

El índice gonádico de los erizos recolectados durante el muestreo diagnóstico mostró mayores valores en los polígonos 1, 2 y 7 (Fig. 1.13). Mientras los valores más bajos fueron observados en los polígonos 4 y 6. La coloración de la gónada fue más oscura en el polígono 1, mientras que el resto de los polígonos (2, 4, 6 y 7) predominó el color naranja. Polígonos 6 y 7, mostraron coloración más homogénea (Fig. 1.13).

#### **e. Comunidad asociada**

La comunidad asociada a las poblaciones de *Loxechinus albus* en los polígonos de pesca estudiados fue caracterizada principalmente por esponjas, actinias, gasterópodos, estrellas de mar y erizos del género *Arbacia* y *Pseudoechinus* (Fig. 1.14, Tabla 1.21).

Las mayores abundancias promedios por transecto de *Arbacia dufresnii* fue registrado en el polígono 5 ( $478 \pm 507$ ), mientras el máximo de *Pseudoechinus magellanicus* fue observado en el polígono 2 ( $384 \pm 411$ ) (Tabla 1.21).

El Análisis de Similaridad (ANOSIM) realizado entre polígonos de pesca, mostró que los polígonos localizados principalmente al norte del área de estudio (polígonos 1, 2, 4, 5 y 6) presentan diferencias significativas respecto de la abundancia y diversidad de especies (Tablas 1.22 y 1.23). Las especies o taxa que más contribuyen a la disimilaridad (>70%) entre polígonos, obtenidas a través de un análisis de porcentajes de similaridad (SIMPER), corresponden a: *Anthozoa*, *Pseudoechinus magellanicus*, *Tegula atra*, *Fisurella spp.*, *Arbacia dufresnii*, *Cosmasterias luruda* y *Stichaster striatus* (Tabla 1.24)

El MDS evidenció un marcado gradiente determinado por los polígonos 1, 5, 4, 8 y 7 respecto de la composición y abundancia de especies. El ajuste fue moderado (stress = 0.18), lo que puede estar dado por la gran variabilidad y extensión del área de estudio (Fig. 1.15)



#### **f. Estudio de edad y crecimiento**

La lectura de anillos de placas genitales para cada zona de pesca estudiada, mostró que erizos con 60 mm de DT, presentan una edad que fluctua entre 4 y 5 años (Fig. 1.16), con alta variabilidad en cada edad. Por otra parte, los erizos más longevos (>10 años) fueron observados hacia el sur del área de estudio (polígonos 7, 8, 11 y 12).

El ajuste del modelo de crecimiento de erizos para todas el área de estudio mostró que el “**modelo de Schnute**” presenta el mejor ajuste, basado en el criterio del índice de akaique (AIC=102648.5) (Tabla 1.25).

El significado de los parámetros del modelo, de crecimiento Schnute es el siguiente:

$a$  = Tasa constante relativa de la tasa de crecimiento relativo (1/t),

$b$  = Tasa incremental de la constante de crecimiento relativo,

$y_1$  y  $y_2$  son el DT a los 2 y 9 años (rango de años descrito en el modelo), respectivamente (Tabla 1.26). El ajuste de modelos de crecimiento para *L. albus* (considerando las clases de edad entre 2 y 9 años con las que se trabajó permitió identificar 2 casos siguiendo a Schnutte (1981):

#### **Caso 3: $a \leq 0$ , $b > 0$ (Polígono 2)**

En este caso la curva de crecimiento es no asintótica, sino que llega ser ilimitada (esto en el rando de las edades estudiadas 2 – 9 años). La curva de crecimiento cruza el eje-t a la edad  $T_0$  y un periodo inicial de crecimiento desacelerado comienza a esta edad. La curva continua más tarde con un periodo indefinido de crecimiento acelerado. Esta curva de crecimiento no es comun, pero se puede observar cuando organismos juveniles experimentan una dura competencia por alimento, hasta que los organismos alcanzan un tamaño crítico (y las cosas mejoran).

#### **Caso 8, $a > 0$ , $b \leq 0$ (los demás Poligonos)**

Aquí la curva es en forma de S. A diferencia de un modelo clásico, sin embargo, la curva no extrapola de vuelta al eje t. En lugar de ello, tiene el eje t como asíntota inferior. Dicha curva puede ser apropiada si el crecimiento temprano de los organismos es extremadamente gradual.

## 1.4 Discusión

Se observó un esfuerzo importante por parte del estado de Chile en el desarrollo de conocimiento acerca de *L. albus* desde la década de los 80's, sobre todo si se le compara con otros recursos bentónicos. La información disponible complementada con el Seguimiento Bentónico de IFOP constituyen una buena base para diseñar una red de estaciones para el monitoreo de la dinámica poblacional de *Loxechinus albus*.

La línea base realizada a través de un muestreo diagnóstico, si bien mostró que existió submuestreo en la zona de pesca 12 (asociada a zonas históricas donde se extrae 20 a 30% del desembarque anual de la macrozona) representa un importante punto de partida para el diseño de una red de monitoreo. En este muestreo diagnóstico se aplicó tres metodologías de muestreo: i) video-transectos a la deriva, ii) video-transectos con trineo y iii) buceo, las cuales combinadas permiten obtener una importante cantidad de información para una red de monitoreo. Cada una de estas metodologías puede ser aplicada de manera independiente, lo que estará en directa relación con las variables/indicadores que se seleccione considerando aquellos más informativos para apoyar la toma de decisiones en la pesquería del erizo.

Los resultados de la aplicación de video-transectas a la deriva muestran que las poblaciones de *L. albus* se distribuyen espacialmente en parches discretos, en hábitat caracterizados principalmente por roca y grava, como ha sido descrito por Barahona et al. (2013), Molinet et al. (2009) y Moreno et al. (2011). Alrededor de 90% de las poblaciones de erizo se encontraría entre el intermareal y 15 m de profundidad (Moreno et al. 2011, Moreno & Molinet 2013), aunque en la zona 2 (asociada al Canal de Chacao) se registraron 3 parches hasta 80 m de profundidad, uno de ellos con una abundancia estimada de alrededor de 600,000 individuos.

En la región de Los Lagos, las agregaciones registradas presentan entre 1 y 60 ha de superficie, sobre un sustrato principalmente compuesto por grava en los parches someros y grietas en algunos parches profundos en Canal Chacao.

En la región de Aysén los erizos son más frecuentes en sustrato rocoso entre intermareal y 10 de profundidad, en estrechos cinturones que circundan las islas. En

este caso la metodología de deriva debe ser modificada ya que existe poca capacidad de maniobra de la embarcación para operar en estas áreas.

Es necesario profundizar el análisis de esta información y buscar acoplarla (en el futuro) con un modelamiento hidrodinámico general de la zona. Este tipo de modelamiento ya está siendo realizado por IFOP (en el marco de sus convenios con Subsecretaría de Pesca), por lo que en futuro será posible incorporar esta información en una mirada más integradora y sintética.

La información proveniente del desembarque de la pesquería de *L. albus*, basada en alrededor de 290 “procedencias”, da cuenta de su estructura espacial global. Estas procedencias corresponden a nombres vernaculares que los pescadores reportan a IFOP<sup>1</sup> (Barahona et al. 2013) y que se pueden clasificar en dos escalas espaciales. La primera escala espacial asociada a una faena en la que varias embarcaciones extractoras “desembarcan” en una embarcación acarreadora. La segunda escala espacial asociada directamente a una embarcación extractora que opera sobre uno o varios parches. La primera escala puede estar entre la Macro y Meso escala descrita por Orensanz et al. (2006). La segunda escala espacial está en el contexto de una Meso escala (sensu Orensanz & Jamieson 1998, Orensanz et al. 2006) donde opera la dinámica de expansión/contracción (CE) de subpoblaciones. Las áreas/parche caracterizados a través de video-transectos a la deriva se pueden clasificar en un contexto de mesoescala, para lo que se debería realizar un esfuerzo de mejorar su caracterización y límites.

La meso escala es el dominio de los modelos pesqueros tradicionales en los que el énfasis está sobre los cambios del tamaño de la población en el tiempo. En invertebrados CEs son mediadas mayoritariamente por la advección de larvas y la disponibilidad de hábitat. Estas subpoblaciones pueden persistir, extinguirse y resurgir en periodos de tiempo que incluyen más de una generación y cuyos cambios pueden ser lentos y ruidosos. Por lo anterior, estas subunidades poblacionales constituyen una unidad de estudio apropiado para el seguimiento de las tendencias en la dinámica poblacional de un recurso como el erizo *L. albus* (ej. Caddy 1989)

---

<sup>1</sup> Instituto de Fomento Pesquero, Programa de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas

Un tema clave a analizar en el futuro será la importancia relativa de las agregaciones profundas (tres alrededor de Canal Chacao, una en la zona de Quellón (Moreno et al. 2011) y una en la zona 8 (isla Midhurst). Por ahora, estos resultados sugieren que al ser áreas donde la probabilidad de pesca es menor, es fundamental obtener información anual sobre su variabilidad, al menos en su abundancia y distribución.

Los métodos geoestadísticos aplicados mostraron que en el 75% de los casos el registro de video-transectos a la deriva se observó un patrón espacial y en 65% de estas se observó dependencia espacial. En todos los casos en que el parche contenía  $\geq 4$  video-transectos y más de 50 erizos por área/parche el modelo espacial fue más adecuado que el modelo no espacial. Esto sugiere que la metodología aplicada es adecuada y permite obtener una buena aproximación a la estimación de distribución de un stock (en un área discreta), su densidad y abundancia, lo que podría ser utilizado como un indicador de las tendencias poblacionales de este recurso. De manera preliminar se plantea que al menos 6 transectos en el área delimitada de parche son necesarios para obtener errores estándar de alrededor de 10% relativo a la densidad estimada.

La recolección de video-transectos con trineo permitió registrar erizos hasta 10 mm DT con claridad, lo que constituye una buena herramienta si lo que se pretende es tener información del reclutamiento por parche estudiado. Comparada la metodología de recolección de muestras por buceo vs video-transecto con trineo se observó que: i) el video-transecto registra más erizos que los que recolecta el buzo, ii) los erizos medidos desde video-transecto fueron en promedio más pequeños que erizos recolectados por el buzo. Lo primero que se debe abordar (y en lo que se trabaja) es en que el buzo recolecte la misma cantidad de erizos que registra la cámara. En nuestro diseño de muestreo el buzo va detrás del trineo recolectando los erizos que pasan entre los rieles de éste a una velocidad de 10-15 cm/seg, por lo que se estima que este problema se puede solucionar con mejor entrenamiento. Para lo segundo se han incorporado reglas en los rieles del trineo, lo que permitirá disminuir el efecto de la deformación lateral de la imagen producto de las características del lente de la cámara. En cualquier caso, mientras la metodología de medición de DT de erizos en video-transectos no sea completamente calibrada se debe mantener la recolección de erizos por parte del buzo tras el trineo.

Aunque no existe claridad acerca de las principales interacciones de *L. albus* y su comunidad asociada (excepto que capturan algas a la deriva), tampoco es posible descartar su interacción al menos con las otras dos especies de erizos registrados en la zona de estudio, por lo que es recomendable que estas especies sigan siendo registradas en futuros monitoreos. Uno de los principales problemas que se enfrenta para analizar la comunidad asociada es el número de horas/hombre que se debe dedicar al análisis/procesamiento de los videos (1 minuto de video-transecto con trineo = 1 hora de revisión, 1 minuto de video-transecto a la deriva = 30 min de revisión). En este caso se debe avanzar en i) el muestreo de las video-transectas, ii) automatizar la captura de algunos elementos de las imágenes a través de software.

Con los antecedentes descrito se propone que el diseño de una red de monitoreo de estaciones fijas para el seguimiento de la dinámica poblacional del recurso erizo en la X y XI regiones debe ser el siguiente:

- 1- Basado en la caracterización de subpoblaciones, que parece estar bien representada por la caracterización de áreas/parche usando video-transectos a la deriva (Fig. 1.17). Esto implica seguir la dinámica de expansión y contracción de parches (anualmente) que de acuerdo a sus características podrán mostrar tendencias de la dinámica de la población en la escala de la macrozona.
- 2- Los indicadores se clasifican en tres categorías sugeridas por el equipo de trabajo, basado fundamentalmente en el costo de recolección de las muestras y procesamiento de las mismas, lo que debería ser considerado por el GTA-erizos y la COMPEB:
  - a. Categoría 1: Indicadores directamente relacionados con la subpoblación como i) area y proporción del área ocupada por la subpoblación (parches), ii) densidad media, iii) abundancia, iv) biomasa, v) estructura de tamaños y vi) estado de la gónada. La metodología de análisis puede ser la propuesta por Roa-Ureta & Niklitschek (2007), que está codificada en R 3.0.2, o alguna alternativa que se proponga. Para la obtención de

las muestras se sugiere utilizar una combinación de video-transectos y buceo.

- b. Categoría 2. Indicadores “Primarios” de la comunidad bentónica asociados a la subpoblación tales como la cobertura algal y la proporción de otros equinodermos. Estos indicadores pueden ser asociados a interacciones que podrían afectar la dinámica de la población de *L. albus*.
  - c. Categoría 3. Indicadores “Secundarios” de la comunidad asociada, tales como diversidad y hábitat pueden ser incluidos en este diseño. El detalle de este diseño se muestra en los objetivos 2 y 3, tomando como referencia los resultados obtenidos en este objetivo y la literatura citada.
- 3- El registro de video-transectos con trineo puede ser una metodología complementaria si se desea obtener una distribución de tamaños representativa de la subpoblación muestreada, particularmente si se desea representar la entrada de erizos pequeños al sistema. Esta metodología debe ser combinada con muestras recolectadas por buceo.

Las tendencias de los indicadores (al menos Categoría 1), deberían ser considerados como herramientas para establecer reglas de decisión en el mediano plazo, constituyendo de esta forma puntos de referencia límites para la pesquería del erizo.. En este sentido, se ha observado que los indicadores de distribución de tamaños de una subpoblación en la zona de pesca 2 ha sido informativa para observar un deterioro en la población desde 2011, lo que se reflejó en la disminución de los desembarques solamente en 2014 (Barahona et al 2013, datos preliminares de desembarque de erizos Sernapesca)..

# TABLAS

---

**Tabla 1.1** Número de erizos marcados con calceina y tetraciclina por clase de talla.

<b>Grupo</b>	<b>Diámetro de la testa (mm)</b>	<b>Nº de erizos</b>
1	13-20	221
2	30-33	146
3	34-37	273
4	40-41	241
5	44-47	161
6	50-53	138
7	54-57	135
8	60-63	182
9	64-67	102
10	70-73	69
11	> 74	52
<b>Total</b>		<b>1720</b>

**Tabla 1.2** Captura muestreada en polígonos y procedencias de pesca. Captura total muestreada en cada polígono entre 1996 y 2012, asociada al número de procedencias de pesca de cada polígono del Seguimiento Bentónico del Instituto de Fomento Pesquero.

<b>Zona de pesca (polígonos)</b>	<b>Número de procedencias muestreadas</b>	<b>Porcentaje del total de procedencia</b>	<b>Toneladas muestreadas</b>	<b>Porcentaje del total de tons muestreadas</b>
12	24	5	39,207	27
7	65	15	38,528	27
6	60	14	22,371	16
8	39	9	16,796	12
4	74	17	8,545	6
2	28	6	6,538	5
10	50	11	4,718	3
11	18	4	2,811	2
9	19	4	1,711	1
5	16	4	1,355	1
1	42	10	1,058	1
3	4	1	6	0
<b>Total</b>	<b>439</b>	<b>100</b>	<b>143,644</b>	<b>100</b>



**Tabla 1.3** Zonas de pesca (polígonos) y sectores muestreados para el diagnóstico del área de estudio. Se detalla las procedencias comprometidas por cada polígono.

Área	Comprometido	Realizado	Fecha
Polígono 1	Archipiélago de Calbuco	Quenu, Paso Tautil, Punta San Ramón, Isla Guar	Julio 2013
Polígono 2	Carelmapu, Pargua, Hueihue	Carelmapu, Morro Lobos, Bajo Linao, Punta Corona, isla Sebastiana, Canal Chacao	Marzo 2013 Septiembre 2013
Polígono 4	Islas Chauques, Grupo Chaulinec y Cahuache	Islas Chauques, Tenaun, Isla Cheniao, Mechuque norte	Marzo 2013
Polígono 5	Grupo de islas Desertores, Bahía Tic Toc.	Grupo de islas Desertores, Bahía Tic Toc.	Marzo 2013
Polígono 6	Isla Tranque, sur isla de Chiloé (Quellón, San Pedro; Huapiquilan), Isla Guafo.	Punta Paula, Punta Boigue, Punta Yatac, Isla Chaullín, Isla San Pedro	Marzo 2013
Polígono 7	Islas Guaitecas	Isla Westhoff, Isla Leucayec, Grupo Peligroso, Sector Puquitín, Sector Tres Canales, Isla Ovalada	Marzo 2013 Agosto 2013
Polígono 8	Isla Llanos, Isla Morel, Isla Riquelme, Islas Bajas	Isla Canave, Isla Llanos, Isla Midhurst, Isla Sierra, Islote Erizo, Isla Tahuenahuec, Canal Skorprios Norte y Sur	Marzo 2013
Polígono 11	No comprometido	Punta Nicolas, Isla Teresa, Isla Canal	Marzo 2013 Agosto 2013
Polígono 12	Isla Stokes, Isla tres Dedos, Isla Ipun	Isla Stokes, Canal Williams, Isla Rowlet, Canal Goñi	Marzo 2013 Agosto 2013

**Tabla 1.4** Transectos realizados con cámara de filmación a la deriva para identificar agregaciones de erizos y caracterizar cualitativamente la comunidad asociada y el sustrato.

Zona de Pesca (Polígono)	Sector	Video/transecto a la deriva
1	Isla Guar Este	9
1	Isla Guar Sur	9
1	Isla Quenu	5
1	Paso Tautil	5
1	San Ramón	7
2	Bajo linao	4
2	Morro Lobos	8
2	Pulelo	3
2	Punta Corona - Canal chacao	6
2	Quicaví	2
4	Bajo Chincui	5
4	Isla Cheniao	2
4	Mechuque Norte	2
4	Punta Pajaros	4
4	Tenaun	8
5	Bajo Salvo	2
5	Canal Nayahue	3
5	Isla Chulin	10
5	Islote Nahuel	4
5	Nayahue	5
5	Talcan	2
6	Yatac Bajo	4
7	Peligroso	4
7	Puquitin	1
8	Canal Skorprios norte	11
8	Canal Skorprios sur	9
8	Isla Canave	4
8	Isla Llanos	16
8	Isla Midhurst	10
8	Isla Sierra	8
8	Isla Tahuenahuec	7
8	Islote Erizo	4
11	Isla Canal	1
11	Isla Tahuenahuec SW	7
11	Isla Teresa	2
11	Lampaso Isla Teresa	3
11	Punta Nicolas	3
12	Canal Goñi	5

Zona de Pesca (Polígono)	Sector	Video/transecto a la deriva
12	Isla Rowlett	6
12	Isla Stockes SE	4
12	Isla Williams	4
<b>Total</b>		<b>218</b>

**Tabla 1.5** Número y proporción de transectos (videos) con presencia/ausencia de *Loxechinus albus* en transectas con cámara a la deriva por polígono.

Zonas de Pesca (Polígono)	Ausencia		Presencia	
	Número	%	Número	%
1	16	46	19	54
2	7	30	16	70
4	9	43	12	57
5	14	54	12	46
6	1	25	3	75
7	1	20	4	80
8	21	30	48	70
11	1	6	15	94
12	4	21	15	79

**Tabla 1.6** Transectas realizadas con trineo para caracterizar las agregaciones de erizo y la comunidad asociada por polígono y sector.

Polígono	Sector	Total
2	Punta Picuta	4
2	Caulin	5
4	BajoChincui	3
4	Bajo Tiquia	1
4	Punta Pajaros	6
5	Nayahue	2
6	Punta Boigue	3
7	Isla Leucayec	3
7	Isla Westhoff	4
8	Canal Skorprios Norte	3
8	Canal Skorprios Sur	5
8	Islote Erizo	6
8	Isla Llanos	4
8	Isla Midhurst	6
11	Isla Tahuenahuec	3
11	Punta Nicolas	4
12	Canal Goñi	1
12	Isla Rowlett	3
12	Isla Stockes	3
12	Isla Williams	1
<b>Total</b>		<b>71</b>

**Tabla 1.7** Número de ejemplares de erizos recolectados en cada uno de los polígonos estudiados al 30 de Mayo de 2013. De estos se obtuvieron hasta 30 ejemplares por clase de talla para hacer lectura de anillos de crecimiento en las placas genitales.

Rango de tallas	Polígono 2	Polígono 4	Polígono 5	Polígono 6	Polígono 7	Polígono 8	Polígono 12
5-9	3		1				
10-14	14	25	47		10	33	
15-19	23	117	72	2	39	29	4
20-24	43	92	32	2	48	14	12
25-29	23	114	82	5	7	40	27
30-34	45	91	77	12	33	88	31
35-39	70	49	37	18	41	103	26
40-44	81	33	16	41	48	88	26
45-49	122	36	14	22	41	102	34
50-54	169	25	25	29	48	120	51
55-59	179	31	47	43	61	122	54
60-64	84	25	36	28	61	102	62
65-69	45	18	21	27	52	75	62
70-74	7	8	3	19	31	68	47
75-79	2	2		3	29	49	24
80-84			5	2	26	36	9
85-89	2		1		12	9	3
90-94					6	2	1
95-99						3	
100-104					2	2	
105-109					1	1	
110-115							
<b>Total</b>	<b>912</b>	<b>666</b>	<b>516</b>	<b>253</b>	<b>596</b>	<b>1086</b>	<b>473</b>

**Tabla 1.8** Resultados de la estimación de abundancia por parche/sector desde video-transectos a la deriva, utilizando la aproximación geoestadística propuesta por Roa-Ureta and Niklitschek (2007). Se presenta los resultados para el modelo espacial (destacado en gris y no espacial para cada sector. Columnas 4 a 7 muestran los parámetros para modelo binomial (presencia/ausencia). Columna 10 muestra el parámetro Rango para el modelo con densidades positivas de erizo. AIC es el criterio de Información de Akaike utilizado para decidir qué modelo (espacial o no espacial) presenta un mejor ajuste. Para el modelo binomial (columna 8) y para el modelo con densidades positivas de erizo (columna 10). Destacado en negrita, el mejor modelo de acuerdo a AIC, siguiendo a Burnham & Anderson (2002).

Poligono	Nombre	Modelo	Parámetro B	Nugget relativo	Sill parcial	Rango (m)	AIC Binomial	AIC Dependencia espacial	Rango (m)	
1	Quenu	Espacial	-0.45	0.1261	1.36	229	<b>-32</b>	<b>69.0</b>	37.19	
1	Quenu	No Espacial					407	92.0		
1	Guar Sur_este	Espacial	1.47	0.15	0.18	13.87	5.7	<b>11.3</b>	42.2	
1	Guar Sur_este	No Espacial					<b>3.5</b>	14.9		
1	Guar Este	Espacial	-1.47	0.159	0.18	13.8	<b>2.1</b>	<b>20.0</b>	14.9	
1	Guar Este	No Espacial					7.88	27.0		
1	Paso tautíl	Espacial	-1.421	0.368	0.1034	17.27	<b>4.4</b>	31.9	11.42	
2	Paso tautíl	No Espacial					6.8	30.6		
1	San Ramon	Espacial	Modelo no converge							
1	San Ramon	No Espacial						6.7		
2	Punta Picuta	Espacial	-1.246	0.227	0.4277	75.3	<b>-211</b>	<b>422.0</b>	24	
2	Punta Picuta	No Espacial					567	446.0		
2	Bajo Linao	Espacial	0.53	0	0.045	3.9	1.44	nc	nc	
2	Bajo Linao	No Espacial					1.55			
2	Corona	Espacial	-0.93	0.64	0.3258	82.9	<b>-6.2</b>	<b>489.0</b>	21.3	
2	Corona	No Espacial					177	588.0		
2	Morro Lobos	Espacial	1.297	0.1587	0.433	159.2	<b>-17.6</b>	<b>401.0</b>	55.5	
2	Morro Lobos	No Espacial					208	479.0		
2	Sebastiana	Espacial	Modelo no converge							
2	Sebastiana	No Espacial								

Poligono	Nombre	Modelo	Parámetro B	Nugget relativo	Sill parcial	Rango (m)	AIC Binomial	AIC Dependencia espacial	Rango (m)
2	Pulelo	Espacial	1.179	0.047	0.411	35.22	-7	<b>961.0</b>	49.8
2	Pulelo	No Espacial					351	1160.0	
4	Bajo Chincui	Espacial	0.2909	0.04	1.681	242.4	<b>-3.55</b>	<b>146.0</b>	57.2
4	Bajo Chincui	No Espacial					24.6	289.0	
4	Tenaun	Espacial	-0.16	0.055	0.64	34.4	<b>-4.2</b>	<b>104.0</b>	9.55
4	Tenaun	No Espacial					89.1	112.0	
4	Pajaros	Espacial	0.163	1.91	0.045	21.42	5.04	<b>487.0</b>	72.6
4	Pajaros	No Espacial					<b>0.33</b>	627.0	
5	Chulin	Espacial	-1.849	0.652	0.015	70.6	<b>-272</b>	<b>88.8</b>	22.4
5	Chulin	No Espacial					-70	91.7	
5	Nihuel	Espacial	Modelo no converge					24.0	
5	Nihuel	No Espacial						20.0	
5	Canal Nayahue	Espacial	-1.593	0.02	10.6	477	<b>-0.65</b>	<b>97.9</b>	15.3
5	Canal Nayahue	No Espacial					683	116.0	
5	Pta. Nayahue	Espacial	1.5	0.03	37	445	<b>-335</b>	<b>64.1</b>	48.5
5	Pta. Nayahue	No Espacial					-247	96.4	
5	Talcan	Espacial	Sin presencia de erizos						
5	Talcan	No Espacial							
5	Bajo Salvo	Espacial	Sin presencia de erizos						
5	Bajo Salvo	No Espacial							
6	Yatac	Espacial	-0.7	0.036	85	613	<b>-33</b>	<b>93.3</b>	54.26
6	Yatac	No Espacial					9	101.3	
6	Paula	Espacial	0.6948	0.3168	0.5593	30.81	<b>-2.39</b>	<b>74.1</b>	117
6	Paula	No Espacial					2.15	110.2	
6	San Pedro	Espacial	-0.65	0.2738	4.22	512	<b>-292.4</b>	<b>56.1</b>	32
6	San Pedro	No Espacial					-232.4	65.2	
7	Gpeligroso	Espacial	1.144	0.476	0.231	43.95	3.394	92.7	111.9
7	Gpeligroso	No Espacial					3.014	<b>88.7</b>	
7	Ovalada	Espacial	-1.984	0.03	1.778	48.87	6.03	6.9	10.7

Poligono	Nombre	Modelo	Parámetro B	Nugget relativo	Sill parcial	Rango (m)	AIC Binomial	AIC Dependencia espacial	Rango (m)
7	Ovalada	No Espacial					2.28	3.1	
7	4Canales	No Espacial	Modelo no converge						
7	4canales	No Espacial							
7	Puquitin	Espacial	1.2	9.78	0.029	27.1	2.2	91.4	10.5
7	Puquitin	No Espacial					-0.93	88.8	
8	Sierra	Espacial	-2.903	0.017	12.77	239.9	<b>-601.6</b>	Bajo N	
8	Sierra	No Espacial					-142.4		
8	Islote Erizo	Espacial	-1.395	0.41	0.966	103	<b>-44.4</b>	65.3	70
8	Islote Erizo	No Espacial					9.5	66.7	
8	Llanos	Espacial	-1.729	0	0.051	2.76	<b>-6.3</b>	107.5	1792
8	Llanos	No Espacial					-1.35	106.7	
8	Canave	Espacial	0.3809	0.183	0.1352	6.06	<b>0.86</b>	-2.6	6ccc
8	Canave	No Espacial					3.86	-3.7	
8	Midhurst	Espacial	-0.095	0.032	17.6	261	<b>-443.6</b>	<b>469.0</b>	36.7
8	Midhurst	No Espacial					86.5	515.0	
8	SkorpiosN	Espacial	-2.123	0.0268	10.99	103.4	<b>-150.7</b>	<b>68.0</b>	32
8	SkorpiosN	No Espacial					65.9	76.0	
8	SkorpiosS	Espacial	1.417	0.206	2.717	119	<b>-103</b>	<b>114.0</b>	26.18
8	SkorpiosS	No Espacial					0.03	169.0	
11	Isla Canal	No Espacial							
11	Isla Canal	No Espacial							
11	SW I. Tahuenahuec	Espacial	0.744	0	0.069	4.81	<b>152.3</b>	7.6	22.4
11	SW I. Tahuenahuec	No Espacial					155.9	3.6	
11	Isla Teresa	Espacial	Modelo no converge						
11	Isla Teresa	No Espacial							
11	P. Nicolas	Espacial							
11	P. Nicolas	No Espacial							

Poligono	Nombre	Modelo	Parámetro B	Nugget relativo	Sill parcial	Rango (m)	AIC Binomial	AIC Dependencia espacial	Rango (m)
12	Canal Goñi	Espacial	0.6877	0.0168	0.377	9	5.3	<b>119.0</b>	10.75
12	Canal Goñi	No Espacial					3.4	122.0	
12	NE I. Rowlett	Espacial	-1.075	0	0.446	6.97	2.3	62.6	14.8
12	NE I. Rowlett	No Espacial					3.7	61.2	
12	SE I. Stockes	Espacial	-23.3	0.0017	543	1547	<b>-281</b>	35.5	5.9
12	SE I. Stockes	No Espacial					-178	31.6	
12	Isla Williaams	Espacial	Modelo no converge						
12	Isla Williaams	No Espacial							



**Tabla 1.9** Resultados de la estimación de abundancia por parche/sector desde video-transectos a la deriva, utilizando la aproximación geoestadística propuesta por Roa-Ureta and Niklitschek (2007). EE error estandar, Alfa es la superficie (en hectáreas) en la que se encuentra el stock de erizo de acuerdo al modelo geoestadístico utilizado. Texto en “negrita” y destacado en gris muestra los parches de erizos registrados hasta 80 m de profundidad aproximadamente.

Poligono	Nombre	Area (ha)	Proporción áreas con erizos	Erizos en la muestra	Erizos/m <sup>2</sup>	EE Erizos/m <sup>2</sup>	Alfa (ha)	EE Alfa (ha)	Abundancia erizos	EE Abundancia erizos
1	Quenu	10	0.433	814	0.87	0.067	4.36	0.05	38,862	6,041
1	Guar Sur_este	5	0.45	630	0.45	0.06	2.53	0.13	102,599	28,689
1	Guar Este	24	0.206	286	0.72	0.1	4.94	0.22	51,141	26,611
1	Paso tautil	16	0.18	148	0.60	0.122	3.40	0.16	20,888	4,343
1	San Ramon	72	nc	121		0.07	30.68	0.00	29,807	10,327
									139,000	
2	Picuta	18	0.228	3304	2.8	0.22	4.33	0.00		6,170
2	Bajo Linao	1.6	0.61	1776		0.166	0.11	0.01	32,316	2,678
<b>2</b>	<b>Corona</b>	<b>125</b>	<b>0.289</b>	<b>1524</b>	<b>3.14</b>	<b>0.067</b>	<b>38.24</b>	<b>0.88</b>	<b>1070,532</b>	<b>1676</b>
2	Morro Lobos	26	0.73	4316	1.87	13	20.67	0.11	301,218	21,878
2	Sebastiana	0	nc	1						
<b>2</b>	<b>Pulelo</b>	<b>7.5</b>	<b>0.76</b>	<b>13030</b>	<b>10.7</b>	<b>1.36</b>	<b>5.59</b>	<b>0.04</b>	<b>579,023</b>	<b>147,270</b>
4	Bajo Chincui	7.5	0.83	6518	3.15	0.201	6.25	0.04	90,680	12,340
4	Tenaun	24	0.505	1356	1.61	0.46	12.47	0.28	193,820	37,974
4	Pajaros	80	0.83	4668	4.32	0.188	62.92	0.85	1,411,197	282,844
5	Chulin	63	0.13	1378	1.62	0.259	10.11	0.40	470,955	62,448
5	Nihuel	8.8	0.37	214		0.12	3.25	0.03	19,074	4,045
5	Canal Nayahue	40	0.32	928	1.67	0.209	13.01	0.11	240,757	61,269
5	Pta. Nayahue	8.5	0.578	640	0.94	0.17	5.08	0.09	46,389	17,207
5	Talcan	0	Ausencia	0			0.00	0.00		
5	Bajo Salvo	0	Ausencia	0			0.00	0.00		
6	Yatac	8	0.67	650	1.81	0.49	5.45	0.18	94,877	50,683
6	Paula	6	0.62	780	0.76	0.144	3.82	0.10	14,4893	5,515
6	San Pedro	45	0.25	720	1.49	0.279	11.91	0.71	208,958	75,667
7	Gpeligroso	80	0.76	570	2.13	0.07	119.46	2.64	1,324,21	99,327

Poligono	Nombre	Area (ha)	Proporción áreas con erizos	Erizos en la muestra	Erizos/m <sup>2</sup>	EE Erizos/m <sup>2</sup>	Alfa (ha)	EE Alfa (ha)	Abundancia erizos	EE Abundancia erizos	
7	Ovalada	2		16		0.09	0.40	0.06	0,624	0,203	
7	Puquitin	12	0.028	6		0.095	3.55	0.00	37,567	3,724	
8	Sierra	50	0.059	44		0.088	3.00	0.20	8,326	2,696	
8	Islote Erizo	4	0.307	656	1.95	0.63	1.22	0.07	26,039	16,017	
8	Llanos	200	0.159	1260	1.17	0.84	30.61	0.43	669,575	257,758	
8	Canave	8	0.54	292	0.45	0.036	4.67	0.12	19,061	3,667	
<b>8</b>	<b>Midhurst</b>	<b>22</b>	<b>0.64</b>	<b>4440</b>	<b>1.68</b>	<b>0.158</b>	<b>14.12</b>	<b>0.12</b>	<b>129,754</b>	<b>23,780</b>	
8	SkorpriosN	12	0.34	1552	1.53	0.34	5.45	0.20	136,043	29,255	
8	SkorpriosS	18	0.73	918	1.78	0.17	13.13	0.26	1,095,140	42,861	
11	Isla Canal	0	Solo un video-transecto disponible					0.00	0.00		
11	SW I. Tahuenahuec	15	0.69	950	2.31	0.26	10.08	0.10	231,453	76,513	
11	Isla Teresa	0	Video-transectos muy separados	1604			0.00	0.00			
11	P. Nicolas	3.36	0.2	482			0.00	0.00			
12	Canal Goñi	5.4	0.72	2792	4.75	0.6	3.99	0.12	161,104	41,153	
12	NE I. Rowlett	7	0.31	646	7.2	1.06	1.98	0.14	146,981	42,276	
12	SE I. Stockes	48	0.27	156	2.86	0.3	1.33	0.09	345,826	34,971	
12	Isla Williaams		0.78	148							

**Tabla 1.7** Número de ejemplares de erizos recolectados en cada uno de los polígonos estudiados al 30 de Mayo de 2013. De estos se obtuvieron hasta 30 ejemplares por clase de talla para hacer lectura de anillos de crecimiento en las placas genitales.

Rango de tallas	Polígono 2	Polígono 4	Polígono 5	Polígono 6	Polígono 7	Polígono 8	Polígono 12
5-9	3		1				
10-14	14	25	47		10	33	
15-19	23	117	72	2	39	29	4
20-24	43	92	32	2	48	14	12
25-29	23	114	82	5	7	40	27
30-34	45	91	77	12	33	88	31
35-39	70	49	37	18	41	103	26
40-44	81	33	16	41	48	88	26
45-49	122	36	14	22	41	102	34
50-54	169	25	25	29	48	120	51
55-59	179	31	47	43	61	122	54
60-64	84	25	36	28	61	102	62
65-69	45	18	21	27	52	75	62
70-74	7	8	3	19	31	68	47
75-79	2	2		3	29	49	24
80-84			5	2	26	36	9
85-89	2		1		12	9	3
90-94					6	2	1
95-99						3	
100-104					2	2	
105-109					1	1	
110-115							
<b>Total</b>	<b>912</b>	<b>666</b>	<b>516</b>	<b>253</b>	<b>596</b>	<b>1086</b>	<b>473</b>

**Tabla 1.8** Resultados de la estimación de abundancia por parche/sector desde video-transectos a la deriva, utilizando la aproximación geoestadística propuesta por Roa-Ureta and Niklitschek (2007). Se presenta los resultados para el modelo espacial (destacado en gris y no espacial para cada sector. Columnas 4 a 7 muestran los parámetros para modelo binomial (presencia/ausencia). Columna 10 muestra el parámetro Rango para el modelo con densidades positivas de erizo. AIC es el criterio de Información de Akaike utilizado para decidir qué modelo (espacial o no espacial) presenta un mejor ajuste. Para el modelo binomial (columna 8) y para el modelo con densidades positivas de erizo (columna 10). Destacado en negrita, el mejor modelo de acuerdo a AIC, siguiendo a Burnham & Anderson (2002).

Poligono	Nombre	Modelo	Parámetro B	Nugget relativo	Sill parcial	Rango (m)	AIC Binomial	AIC Dependencia espacial	Rango (m)	
1	Quenu	Espacial	-0.45	0.1261	1.36	229	<b>-32</b>	<b>69.0</b>	37.19	
1	Quenu	No Espacial					407	92.0		
1	Guar Sur_este	Espacial	1.47	0.15	0.18	13.87	5.7	<b>11.3</b>	42.2	
1	Guar Sur_este	No Espacial					<b>3.5</b>	14.9		
1	Guar Este	Espacial	-1.47	0.159	0.18	13.8	<b>2.1</b>	<b>20.0</b>	14.9	
1	Guar Este	No Espacial					7.88	27.0		
1	Paso tautíl	Espacial	-1.421	0.368	0.1034	17.27	<b>4.4</b>	31.9	11.42	
2	Paso tautíl	No Espacial					6.8	30.6		
1	San Ramon	Espacial	Modelo no converge							
1	San Ramon	No Espacial						6.7		
2	Punta Picuta	Espacial	-1.246	0.227	0.4277	75.3	<b>-211</b>	<b>422.0</b>	24	
2	Punta Picuta	No Espacial					567	446.0		
2	Bajo Linao	Espacial	0.53	0	0.045	3.9	1.44	nc	nc	
2	Bajo Linao	No Espacial					1.55			
2	Corona	Espacial	-0.93	0.64	0.3258	82.9	<b>-6.2</b>	<b>489.0</b>	21.3	
2	Corona	No Espacial					177	588.0		
2	Morro Lobos	Espacial	1.297	0.1587	0.433	159.2	<b>-17.6</b>	<b>401.0</b>	55.5	
2	Morro Lobos	No Espacial					208	479.0		
2	Sebastiana	Espacial	Modelo no converge							
2	Sebastiana	No Espacial								

Poligono	Nombre	Modelo	Parámetro B	Nugget relativo	Sill parcial	Rango (m)	AIC Binomial	AIC Dependencia espacial	Rango (m)
2	Pulelo	Espacial	1.179	0.047	0.411	35.22	-7	<b>961.0</b>	49.8
2	Pulelo	No Espacial					351	1160.0	
4	Bajo Chincui	Espacial	0.2909	0.04	1.681	242.4	<b>-3.55</b>	<b>146.0</b>	57.2
4	Bajo Chincui	No Espacial					24.6	289.0	
4	Tenaun	Espacial	-0.16	0.055	0.64	34.4	<b>-4.2</b>	<b>104.0</b>	9.55
4	Tenaun	No Espacial					89.1	112.0	
4	Pajaros	Espacial	0.163	1.91	0.045	21.42	5.04	<b>487.0</b>	72.6
4	Pajaros	No Espacial					<b>0.33</b>	627.0	
5	Chulin	Espacial	-1.849	0.652	0.015	70.6	<b>-272</b>	<b>88.8</b>	22.4
5	Chulin	No Espacial					-70	91.7	
5	Nihuel	Espacial	Modelo no converge					24.0	
5	Nihuel	No Espacial						20.0	
5	Canal Nayahue	Espacial	-1.593	0.02	10.6	477	<b>-0.65</b>	<b>97.9</b>	15.3
5	Canal Nayahue	No Espacial					683	116.0	
5	Pta. Nayahue	Espacial	1.5	0.03	37	445	<b>-335</b>	<b>64.1</b>	48.5
5	Pta. Nayahue	No Espacial					-247	96.4	
5	Talcan	Espacial	Sin presencia de erizos						
5	Talcan	No Espacial							
5	Bajo Salvo	Espacial	Sin presencia de erizos						
5	Bajo Salvo	No Espacial							
6	Yatac	Espacial	-0.7	0.036	85	613	<b>-33</b>	<b>93.3</b>	54.26
6	Yatac	No Espacial					9	101.3	
6	Paula	Espacial	0.6948	0.3168	0.5593	30.81	<b>-2.39</b>	<b>74.1</b>	117
6	Paula	No Espacial					2.15	110.2	
6	San Pedro	Espacial	-0.65	0.2738	4.22	512	<b>-292.4</b>	<b>56.1</b>	32
6	San Pedro	No Espacial					-232.4	65.2	
7	Gpeligroso	Espacial	1.144	0.476	0.231	43.95	3.394	92.7	111.9
7	Gpeligroso	No Espacial					3.014	<b>88.7</b>	
7	Ovalada	Espacial	-1.984	0.03	1.778	48.87	6.03	6.9	10.7

Poligono	Nombre	Modelo	Parámetro B	Nugget relativo	Sill parcial	Rango (m)	AIC Binomial	AIC Dependencia espacial	Rango (m)
7	Ovalada	No Espacial					2.28	3.1	
7	4Canales	No Espacial	Modelo no converge						
7	4canales	No Espacial							
7	Puquitin	Espacial	1.2	9.78	0.029	27.1	2.2	91.4	10.5
7	Puquitin	No Espacial					-0.93	88.8	
8	Sierra	Espacial	-2.903	0.017	12.77	239.9	<b>-601.6</b>	Bajo N	
8	Sierra	No Espacial					-142.4		
8	Islote Erizo	Espacial	-1.395	0.41	0.966	103	<b>-44.4</b>	65.3	70
8	Islote Erizo	No Espacial					9.5	66.7	
8	Llanos	Espacial	-1.729	0	0.051	2.76	<b>-6.3</b>	107.5	1792
8	Llanos	No Espacial					-1.35	106.7	
8	Canave	Espacial	0.3809	0.183	0.1352	6.06	<b>0.86</b>	-2.6	6ccc
8	Canave	No Espacial					3.86	-3.7	
8	Midhurst	Espacial	-0.095	0.032	17.6	261	<b>-443.6</b>	<b>469.0</b>	36.7
8	Midhurst	No Espacial					86.5	515.0	
8	SkorpiosN	Espacial	-2.123	0.0268	10.99	103.4	<b>-150.7</b>	<b>68.0</b>	32
8	SkorpiosN	No Espacial					65.9	76.0	
8	SkorpiosS	Espacial	1.417	0.206	2.717	119	<b>-103</b>	<b>114.0</b>	26.18
8	SkorpiosS	No Espacial					0.03	169.0	
11	Isla Canal	No Espacial							
11	Isla Canal	No Espacial							
11	SW I. Tahuenahuec	Espacial	0.744	0	0.069	4.81	<b>152.3</b>	7.6	22.4
11	SW I. Tahuenahuec	No Espacial					155.9	3.6	
11	Isla Teresa	Espacial	Modelo no converge						
11	Isla Teresa	No Espacial							
11	P. Nicolas	Espacial							
11	P. Nicolas	No Espacial							

Poligono	Nombre	Modelo	Parámetro B	Nugget relativo	Sill parcial	Rango (m)	AIC Binomial	AIC Dependencia espacial	Rango (m)
12	Canal Goñi	Espacial	0.6877	0.0168	0.377	9	5.3	<b>119.0</b>	10.75
12	Canal Goñi	No Espacial					3.4	122.0	
12	NE I. Rowlett	Espacial	-1.075	0	0.446	6.97	2.3	62.6	14.8
12	NE I. Rowlett	No Espacial					3.7	61.2	
12	SE I. Stockes	Espacial	-23.3	0.0017	543	1547	<b>-281</b>	35.5	5.9
12	SE I. Stockes	No Espacial					-178	31.6	
12	Isla Williaams	Espacial	Modelo no converge						
12	Isla Williaams	No Espacial							

**Tabla 1.9** Resultados de la estimación de abundancia por parche/sector desde video-transectos a la deriva, utilizando la aproximación geoestadística propuesta por Roa-Ureta and Niklitschek (2007). EE error estandar, Alfa es la superficie (en hectáreas) en la que se encuentra el stock de erizo de acuerdo al modelo geoestadístico utilizado. Texto en “negrita” y destacado en gris muestra los parches de erizos registrados hasta 80 m de profundidad aproximadamente.

Poligono	Nombre	Area (ha)	Proporción áreas con erizos	Erizos en la muestra	Erizos/m <sup>2</sup>	EE Erizos/m <sup>2</sup>	Alfa (ha)	EE Alfa (ha)	Abundancia erizos	EE Abundancia erizos
1	Quenu	10	0.433	814	0.87	0.067	4.36	0.05	38,862	6,041
1	Guar Sur_este	5	0.45	630	0.45	0.06	2.53	0.13	102,599	28,689
1	Guar Este	24	0.206	286	0.72	0.1	4.94	0.22	51,141	26,611
1	Paso tautil	16	0.18	148	0.60	0.122	3.40	0.16	20,888	4,343
1	San Ramon	72	nc	121		0.07	30.68	0.00	29,807	10,327
									139,000	
2	Picuta	18	0.228	3304	2.8	0.22	4.33	0.00		6,170
2	Bajo Linao	1.6	0.61	1776		0.166	0.11	0.01	32,316	2,678
<b>2</b>	<b>Corona</b>	<b>125</b>	<b>0.289</b>	<b>1524</b>	<b>3.14</b>	<b>0.067</b>	<b>38.24</b>	<b>0.88</b>	<b>1070,532</b>	<b>1676</b>
2	Morro Lobos	26	0.73	4316	1.87	13	20.67	0.11	301,218	21,878
2	Sebastiana	0	nc	1						
<b>2</b>	<b>Pulelo</b>	<b>7.5</b>	<b>0.76</b>	<b>13030</b>	<b>10.7</b>	<b>1.36</b>	<b>5.59</b>	<b>0.04</b>	<b>579,023</b>	<b>147,270</b>
4	Bajo Chincui	7.5	0.83	6518	3.15	0.201	6.25	0.04	90,680	12,340
4	Tenaun	24	0.505	1356	1.61	0.46	12.47	0.28	193,820	37,974
4	Pajaros	80	0.83	4668	4.32	0.188	62.92	0.85	1,411,197	282,844
5	Chulin	63	0.13	1378	1.62	0.259	10.11	0.40	470,955	62,448
5	Nihuel	8.8	0.37	214		0.12	3.25	0.03	19,074	4,045
5	Canal Nayahue	40	0.32	928	1.67	0.209	13.01	0.11	240,757	61,269
5	Pta. Nayahue	8.5	0.578	640	0.94	0.17	5.08	0.09	46,389	17,207
5	Talcan	0	Ausencia	0			0.00	0.00		
5	Bajo Salvo	0	Ausencia	0			0.00	0.00		
6	Yatac	8	0.67	650	1.81	0.49	5.45	0.18	94,877	50,683
6	Paula	6	0.62	780	0.76	0.144	3.82	0.10	14,4893	5,515
6	San Pedro	45	0.25	720	1.49	0.279	11.91	0.71	208,958	75,667
7	Gpeligroso	80	0.76	570	2.13	0.07	119.46	2.64	1,324,21	99,327



Poligono	Nombre	Area (ha)	Proporción áreas con erizos	Erizos en la muestra	Erizos/m <sup>2</sup>	EE Erizos/m <sup>2</sup>	Alfa (ha)	EE Alfa (ha)	Abundancia erizos	EE Abundancia erizos	
7	Ovalada	2		16		0.09	0.40	0.06	0,624	0,203	
7	Puquitin	12	0.028	6		0.095	3.55	0.00	37,567	3,724	
8	Sierra	50	0.059	44		0.088	3.00	0.20	8,326	2,696	
8	Islote Erizo	4	0.307	656	1.95	0.63	1.22	0.07	26,039	16,017	
8	Llanos	200	0.159	1260	1.17	0.84	30.61	0.43	669,575	257,758	
8	Canave	8	0.54	292	0.45	0.036	4.67	0.12	19,061	3,667	
<b>8</b>	<b>Midhurst</b>	<b>22</b>	<b>0.64</b>	<b>4440</b>	<b>1.68</b>	<b>0.158</b>	<b>14.12</b>	<b>0.12</b>	<b>129,754</b>	<b>23,780</b>	
8	SkorpriosN	12	0.34	1552	1.53	0.34	5.45	0.20	136,043	29,255	
8	SkorpriosS	18	0.73	918	1.78	0.17	13.13	0.26	1,095,140	42,861	
11	Isla Canal	0	Solo un video-transecto disponible					0.00	0.00		
11	SW I. Tahuenahuec	15	0.69	950	2.31	0.26	10.08	0.10	231,453	76,513	
11	Isla Teresa	0	Video-transectos muy separados	1604			0.00	0.00			
11	P. Nicolas	3.36	0.2	482			0.00	0.00			
12	Canal Goñi	5.4	0.72	2792	4.75	0.6	3.99	0.12	161,104	41,153	
12	NE I. Rowlett	7	0.31	646	7.2	1.06	1.98	0.14	146,981	42,276	
12	SE I. Stockes	48	0.27	156	2.86	0.3	1.33	0.09	345,826	34,971	
12	Isla Williaams		0.78	148							

**Tabla 1.10** Tabla comparativa de la densidad de erizos (erizos/ m<sup>2</sup>) registrada desde los video-transectos a la deriva y desde los video-transectos en trineo en el área de estudio.

Poligono	Area	Video-transectos trineo			Video-transectos deriva		
		N erizos muestra	Erizos/m <sup>2</sup>	EE Erizos/m <sup>2</sup>	N erizos muestra	Erizos/m <sup>2</sup>	EE Erizos/m <sup>2</sup>
1	Isla Guar Este	229	2.1	0.0	94	0.27	0.1
1	Isla Guar Sur	68	1.4	0.1	135	0.22	0.06
1	Isla Quenu	394	3.7	3.1	336	0.44	0.067
1	Paso Tautil	171	1.7	0.5	50	0.41	0.122
2	Caulin	125	1.7	0.2			
2	Punta Picuta	273	1.7	0.0		1.43	0.22
4	Bajo Chincui	716	2.3	0.2	2095	0.68	0.201
4	Punta Pajaros	1912	3.1	1.2	1035	1.08	0.188
5	Canal Nayahue	353	1.5	0.3	307	0.83	0.209
6	Punta Boigue	1430	3.2	0.6	1207	0.93	13
6	Punta Paula	140	1.5	0.3	190	0.38	0.144
7	Isla Leucayec	655	9.1	1.4			
7	Isla Westhoff	440	4.4	0.0			
8	Canal Skorprios Norte	100	1.8	0.3	361	0.88	0.34
8	Canal Skorprios Sur	146	1.4	0.5	495	0.77	0.17
8	Isla Llanos	166	2.0	0.5	176	1.08	0.84
8	Isla Midhurts	754	3.2	1.6	611	0.84	0.158
8	Islote Erizo	1742	4.1	2.1	101	1.04	0.63
11	Punta Nicolas	56	1.5	0.1			
11	Tahuenahuec	423	3.7	1.7	191	1.5	0.26
12	Canal Goñi	195	1.3	0.5	187	2.37	0.6
12	Isla Rowlett	182	2.1	0.5	63	3.60	1.06
12	Isla Stokes	839	3.4	1.2	34	1.43	0.3
12	Isla Williams	440			32		

**Tabla 1.11** Análisis de Varianza de los residuales normalizados del diámetro de testa medio de erizos medidos usando la referencia del láser en video-transectos de 12 m<sup>2</sup>, usando como efecto 9 polígonos del área de estudio.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr(>F)
Polígono	7	2894	413.5	107.4	2.20E-16
Residuales	9143	35201	3.85		

**Tabla 1.12** Comparación múltiple de talla media de las zonas de pesca estudiadas (obtenida con la imagen del video), aplicando un test (a posteriori) de Tukey (Zar 1999). Destacado los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos.

Polígonos de pesca	1	2	4	5	6	7	8	11
2	0.621	-	-	-	-	-	-	-
4	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	-	-	-	-	-	-
5	<b>0.001</b>	<b>0.009</b>	0.724	-	-	-	-	-
6	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	1	0.862	-	-	-	-
7	0.686	0.058	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	-	-	-
8	0.975	0.899	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	0.063	-	-
11	1	0.999	<b>0.009</b>	0.129	<b>0.013</b>	0.994	1	-
12	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.008</b>	<b>0.001</b>	0.3201

**Tabla 1.13** Análisis de Varianza de los residuales normalizados del diámetro de testa medio de erizos recolectados por el buzo en transectos de 12 m<sup>2</sup> y medidos usando caliper vernier, usando como efecto 8 polígonos del área de estudio.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr(>F)
Polígono	8	1564.2	195.52	35.291	<0.001
Residuales	5701	31585.4	5.54		

**Tabla 1.14** Comparación múltiple de talla media de las zonas de pesca estudiadas (erizos recolectados por el buzo), aplicando un test (a posteriori) de Tukey (Zar 1999). Destacado los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos.

Polígonos de pesca	1	2	4	5	6	7	8	11
2	0.523	-	-	-	-	-	-	-
4	<0.001	0.003	-	-	-	-	-	-
5	<0.002	<0.001	<0.001	-	-	-	-	-
6	<0.003	0.01901	0.999	<0.001	-	-	-	-
7	0.662	0.998	<0.001	<0.001	<0.001	-	-	-
8	1	0.424	<0.001	<0.001	<0.001	0.516	-	-
11	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
12	<0.001	0.071	0.999	<0.001	1	<0.001	<0.001	<0.001

**Tabla 1.15** Efecto de la variación del reclutamiento (erizos entre 10 y 20 mm DT en transectos de 12 m<sup>2</sup>) entre zonas de pesca aplicando un Modelo General Lineal de la familia Binomial Negativa (McCullagh & Nelder 1989).

Modelo	Grados de libertad	Desviación	Grados de libertad residuales	Desviación residual	Pr(>Chi)
Nulo			54	135.883	
Polígono	8	75.924	46	59.959	3.22E-13

**Tabla 1.16** Comparación múltiple de la variación de reclutamiento (erizos entre 10 y 20 mm DT) de las zonas de pesca estudiadas con un modelo GLM Binomial Negativo, aplicando un test (a posteriori) de Tukey (Zar 1999). Destacados los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos.

Zonas de pesca	1	2	4	5	6	7	8	11
2	0.522							
4	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>						
5	0.983	0.248	0.526					
6	0.513	1	<b>&lt;0.001</b>	0.248				
7	0.155	1	<b>&lt;0.001</b>	0.075	0.999			
8	1	0.666	<b>&lt;0.001</b>	0.928	0.666	0.236		
11	0.999	0.998	<b>0.034</b>	0.916	0.999	0.968	0.999	
12	0.548	1	<b>&lt;0.001</b>	0.267	1	0.999	0.699	0.999

**Tabla 1.17** Efecto de la variación del número de erizos > 49 mm DT agregados (erizos distanciados menos de 20 cm) en transectos de 12 m<sup>2</sup> entre zonas de pesca aplicando un Modelo General Lineal de la familia Binomial Negativa (McCullagh and Nelder 1989).

Modelo	Grados de libertad	Desviación	Grados de libertad residuales	Desviación residual	Pr(>Chi)
Nulo	62	117.15			
Polígono	8	57.835	54	59.315	1.24E-09

**Tabla 1.18** Comparación múltiple de la variación del número de erizos > 49 mm DT agregados de las zonas de pesca estudiadas, aplicando un test (a posteriori) de Tukey (Zar 1999). Destacados los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos.

Zonas de pesca	1	2	4	5	6	7	8	11
2	0.250							
4	0.900	0.1055						
5	1	1	1					
6	0.999	0.7415	0.744	1				
7	0.224	1	0.111	1	0.777			
8	<b>&lt;0.001</b>	0.8317	<b>0.001</b>	1	<b>0.005</b>	0.474		
11	1	1	1	1	1	1	1	
12	0.111	1	0.070	1	0.604	1	0.699	1

**Tabla 1.19** Análisis de Varianza de los residuales normalizados del porcentaje de erizos >49 mm agregados, que fueron identificados usando la referencia del láser en video, usando como efecto 9 polígonos del área de estudio.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr(>F)
Polígono	8	2.582	0.32275	9.2487	6.45E-08
Residuales	54	1.8844	0.0349		

**Tabla 1.20** Comparación múltiple de la variación del porcentaje de erizos > 49 mm DT agregados de las zonas de pesca estudiadas, aplicando un test (a posteriori) de Tukey (Zar 1999). Destacados los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos.

Zonas de pesca	1	2	4	5	6	7	8	11
2	0.768							
4	0.943	0.285						
5	0.962	0.404	1					
6	1	0.838	0.981	0.982				
7	0.995	0.466	0.999	0.999	0.998			
8	<b>&lt;0.001</b>	0.486	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>		
11	0.998	0.838	1	1	0.999	1	0.1471	
12	0.999	0.639	0.999	0.998	0.999	1	<b>&lt;0.001</b>	0.999

**Tabla 1.21** Abundancia (Promedio  $\pm$  Desviación estándar), cobertura y riqueza de especies por transecto de 12 m<sup>2</sup>, registradas en los 9 polígonos de pesca muestreados durante la campaña de marzo de 2013. Los valores corresponden a abundancias medias por polígono para el caso de invertebrados y coberturas medias para el caso de algas y dos especies de esponjas (*Tedania* sp y *Haliclona* sp.)

Phylum - Clase	Especie - taxa	Polígonos de Pesca								
		1	2	4	5	6	7	8	11	12
<b>Porifera</b>										
Demospongiae	<i>Porifera</i>			18 ( $\pm$ 22)	8 ( $\pm$ 8)	1 ( $\pm$ 2)	*	*		11 ( $\pm$ 31)
	<i>Haliclona</i> sp.							1 ( $\pm$ 2)		
	<i>Tedania</i> sp.							*		
<b>Cnidaria</b>										
Anthozoa	<i>Anthozoa</i>	*	598 ( $\pm$ 910)	53 ( $\pm$ 64)	4 ( $\pm$ 6)	87 ( $\pm$ 113)	14 ( $\pm$ 13)	11 ( $\pm$ 27)	16 ( $\pm$ 5)	481 ( $\pm$ 1209)
	<i>Antholoba achates</i>		1 ( $\pm$ 1)			*	*	3 ( $\pm$ 5)		
	<i>Anthotoe chilensis</i>	*				7 ( $\pm$ 18)		0		
	<i>Paranthus niveus</i>							*		
	<i>Hidrozoa</i>		1 ( $\pm$ 1)			29 ( $\pm$ 74)		1 ( $\pm$ 3)		8 ( $\pm$ 13)
<b>Mollusca</b>										
Bivalvia	<i>Bivalvia</i>			56 ( $\pm$ 102)		*	9 ( $\pm$ 17)	*	239 ( $\pm$ 337)	2 ( $\pm$ 5)
	<i>Aulacomya ater</i>							*		
Poliplacophora	<i>Mytilus chilensis</i>	7 ( $\pm$ 17)								
	<i>Chiton bowenii</i>							*		
	<i>Chiton cf. barnesi</i>							*		
Gastropoda	<i>Chiton</i> sp.	1 ( $\pm$ 2)	4 ( $\pm$ 6)		1 ( $\pm$ 1)	8 ( $\pm$ 14)	1 ( $\pm$ 2)	4 ( $\pm$ 6)		15 ( $\pm$ 23)
	<i>Gastropoda</i>			6 ( $\pm$ 9)		1 ( $\pm$ 2)		*	2 ( $\pm$ 3)	1 ( $\pm$ 1)
	<i>Concholepas concholepas</i>		*					*		
	<i>Crepidula dilatata</i>							2 ( $\pm$ 6)		
	<i>Fissurella</i> sp.	18 ( $\pm$ 57)	7 ( $\pm$ 7)	6 ( $\pm$ 10)		9 ( $\pm$ 15)	4 ( $\pm$ 7)	7 ( $\pm$ 17)		2 ( $\pm$ 2)
	<i>Argobuccinum cf. pustulosum</i>							*		
	<i>Nacella</i> sp.		1 ( $\pm$ 1)					1 ( $\pm$ 3)		
<i>Tegula atra</i>	30 ( $\pm$ 48)	26 ( $\pm$ 34)	2 ( $\pm$ 5)	158 ( $\pm$ 261)	29 ( $\pm$ 50)	3 ( $\pm$ 3)	38 ( $\pm$ 69)	53 ( $\pm$ 67)	54 ( $\pm$ 98)	
	<i>Nudibranchia</i>		1 ( $\pm$ 2)				1 ( $\pm$ 5)			



Phylum - Clase	Especie - taxa	Polígonos de Pesca									
		1	2	4	5	6	7	8	11	12	
<b>Crustacea</b>											
	<i>Decapoda</i>			*				*			
Cirripedia	<i>Cirripedia</i>								1 (±4)		
Malacostraca	<i>Lithodes santolla</i>									*	
	<i>Munida sp.</i>					*			3 (±6)		
	<i>Pagurus sp.</i>					*		*	*		
<b>Ectoprocta</b>	<i>Briozoa</i>			1 (±2)	6 (±8)					1 (±1)	
<b>Equinodermata</b>											
Asteroidea	<i>Asteroidea</i>	2 (±3)	3 (±5)	13 (±13)	*	5 (±7)	4 (±6)	2 (±4)	1 (±1)	7 (±8)	
	<i>Cycethra verrucosa</i>		*								
	<i>Cosmasterias lurida</i>	3 (±2)		1 (±2)	5 (±4)		14 (±18)	1 (±2)	2 (±2)	4 (±7)	
	<i>Diplodontias singularis</i>		*								
	<i>Henricia sp.</i>								*		
	<i>Meyenaster gelatinosus</i>		*						*		
	<i>Patiria chilensis</i>								*		
Equinoidea	<i>Stichaster striatus</i>		3 (±3)					1 (±2)			
	<i>Loxechinus albus</i>	72 (±94)	44 (±39)	329 (±186)	118 (±83)	224 (±245)	156 (±113)	155 (±223)	28 (±7)	155 (±159)	
	<i>Arbacia dufresnei</i>	213 (±160)	75 (±54)	277 (±163)	478 (±507)	36 (±51)	40 (±24)	52 (±45)	35 (±5)	88 (±69)	
	<i>Pseudoechinus magellanicus</i>	27 (±39)	384 (±411)	17 (±15)	1 (±1)		3 (±4)	27 (±53)	305 (±383)	1 (±2)	
<b>Chlorophyta</b>	<i>Chlorophyta</i>									5 (±12)	
	<i>Ulva sp.</i>	6 (±9)				13 (±15)	27 (±19)	12 (±26)			
<b>Phaeophyta</b>	<i>Gracilaria sp.</i>						4 (±11)				
	<i>Macrocystis pyrifera</i>		9 (±12)					1 (±2)		1 (±3)	
<b>Rhodophyta</b>	<i>Phaeophyta</i>		7 (±9)	2 (±3)		10 (±10)	27 (±24)	7 (±12)		17 (±6)	
	<i>Callophyllis variegata</i>		12 (±9)		2 (±3)	2 (±3)	1 (±1)	5 (±8)		9 (±8)	
Riqueza (S)		12	21	14	11	18	18	37	10	18	

\* Abundancia media inferior a 1 individuo por transecto.

**Tabla 1.22** Comparación de la **similaridad** entre polígonos evaluada utilizando un Análisis de Similaridad de un Escalamiento Multidimensional no Métrico (nMDS) (Legendre & Legendre 1998) cuya hipótesis nula ( $H_0$ ) es que la diversidad de especies es igual entre todos los polígonos ( $R_i=R_2$ ). Los resultados indican que hay diferencias significativas entre polígonos ( $p<0.05$ ). Se muestra la significancia de la prueba entre polígonos. Destacado los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos. Nivel de significancia  $p=0.05$ .

Polígonos de pesca	1	2	4	5	6	7	8	11
2	<b>0.001</b>	-	-	-	-	-	-	-
4	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	-	-	-	-	-	-
5	<b>0.040</b>	<b>0.005</b>	<b>0.036</b>	-	-	-	-	-
6	<b>0.001</b>	<b>0.005</b>	<b>0.006</b>	0.408	-	-	-	-
7	<b>0.007</b>	<b>0.004</b>	<b>0.009</b>	0.1	0.093	-	-	-
8	0.151	0.47	0.135	0.278	0.086	0.667	-	-
11	0.077	0.109	<b>0.044</b>	0.5	0.361	0.167	0.393	-
12	<b>0.001</b>	<b>0.012</b>	<b>0.008</b>	0.121	0.217	0.177	0.32	0.178

**Tabla 1.23** Porcentaje de **disimilaridad** de Bray-curtis entre polígonos obtenida del análisis de similaridad (ANOSIM) y análisis similaridad porcentual (SIMPER) del nMDS. Destacado los polígonos que muestran diferencias significativas entre ellos ( $p<0.05$ ).

Polígonos de pesca	1	2	4	5	6	7	8	11
2	<b>50.8</b>	-	-	-	-	-	-	-
4	<b>46.6</b>	<b>48.1</b>	-	-	-	-	-	-
5	<b>42.8</b>	<b>55.8</b>	<b>47.3</b>	-	-	-	-	-
6	<b>60.4</b>	<b>53.7</b>	<b>53.1</b>	54.2	-	-	-	-
7	<b>44.5</b>	<b>47.1</b>	<b>42.8</b>	44.0	49.5	-	-	-
8	49.9	50.2	53.1	52.8	56.9	49.5	-	-
11	43.7	41.7	<b>45.5</b>	48.5	55.6	56.9	51.6	-
12	<b>50.7</b>	<b>48.7</b>	<b>46.7</b>	49.6	49.5	55.6	52.3	49.4

**Tabla 1.24** Especies que acumulativamente contribuyen >70% a la disimilaridad entre polígonos de pesca que presentaron diferencias significativas (ver tabla 1.23), obtenidos a través de análisis SIMPER (Clarke & Ainsworth 1993).

Grupos	Especie - taxa	Abundancia media Grupo 1	Abundancia media Grupo 2	Disimilaridad Media	Dis/SD	Contribucion disimilaridad (%)	Disimilaridad acumulativa (%)
P1 - P2	<i>Anthozoa</i>	0.08	597.67	10.76	2.84	21.17	21.17
	<i>Pseudoedinus magellanicus</i>	27.33	384.33	8.42	1.41	16.56	37.73
	<i>Tegula atra</i>	29.92	25.56	5.1	1.37	10.03	47.76
	<i>Fisurella sp.</i>	17.67	7.11	4.12	1.49	8.11	55.87
	<i>Arbacia dufresnei</i>	212.83	75.11	2.9	1.38	5.7	61.57
	<i>Cosmasteria lurida</i>	2.75	0	2.64	1.27	5.19	66.77
	<i>Stichastes striatus</i>	0	2.56	2.44	1.97	4.8	71.57
P1 - P4	<i>Anthozoa</i>	0.08	53	6.24	1.39	13.4	13.4
	<i>Pseudoedinus magellanicus</i>	27.33	16.63	4.58	1.44	9.84	23.23
	<i>Loxechinus albus</i>	71.83	328.5	4.52	1.98	9.7	32.94
	<i>Tegula atra</i>	29.92	1.75	4.49	1.26	9.64	42.57
	<i>Bivalvia</i>	0	56.13	4.32	0.76	9.28	51.86
	<i>Porifera</i>	0	18.13	3.86	0.97	8.3	60.15
	<i>Fisurella sp.</i>	17.67	6	3.57	1.09	7.68	67.83
	<i>Asteroidea</i>	2.08	12.88	3.55	1.73	7.62	75.45
P1 - P6	<i>Anthozoa</i>	0.08	86.71	9.55	2.4	15.82	15.82
	<i>Arbacia dufresnei</i>	212.83	36.43	9.41	1.2	15.57	31.38
	<i>Tegula atra</i>	29.92	29.43	6.43	1.24	10.64	42.02
	<i>Pseudoedinus magellanicus</i>	27.33	0	6.14	0.94	10.17	52.19
	<i>Loxechinus albus</i>	71.83	224.14	4.57	1.51	7.57	59.76
	<i>Fisurella sp.</i>	17.67	9.29	4.01	0.9	6.64	66.4
	<i>Cosmasteria lurida</i>	2.75	0	3.44	1.15	5.69	72.09
P1 - P12	<i>Anthozoa</i>	0.08	480.5	8.81	2.04	17.38	17.38
	<i>Tegula atra</i>	29.92	53.88	5.79	1.34	11.41	28.79
	<i>Pseudoedinus magellanicus</i>	27.33	1	5.26	1.04	10.37	39.16
	<i>Loxechinus albus</i>	71.83	155	5.07	1.13	9.99	49.14
	<i>Arbacia dufresnei</i>	212.83	87.88	4.36	1.05	8.6	57.74

Grupos	Especie - taxa	Abundancia media Grupo 1	Abundancia media Grupo 2	Disimilaridad Media	Dis/SD	Contribucion disimilaridad (%)	Disimilaridad acumulativa (%)
P2 - P4	<i>Fisurella sp.</i>	17.67	2	3.11	0.95	6.12	72.09
	<i>Pseudoedinus magellanicus</i>	384.33	16.63	6.48	1.58	13.47	13.47
	<i>Anthozoa</i>	597.67	53	5.72	1.68	11.9	25.37
	<i>Loxechinus albus</i>	44.11	328.5	4.25	2.04	8.83	34.19
	<i>Bivavia</i>	0	56.13	3.6	0.75	7.49	41.68
	<i>Tegula atra</i>	25.56	1.75	3.3	1	6.86	48.54
	<i>Porifera</i>	0	18.13	3.26	0.96	6.78	55.33
	<i>Asteroidea</i>	3.22	12.88	3.08	1.56	6.4	61.73
	<i>Arbacia dufresnei</i>	75.11	276.63	2.74	1.69	5.7	67.43
	<i>Fisurella sp.</i>	7.11	6	2.6	1.41	5.4	72.83
P2 - P5	<i>Tegula atra</i>	29.92	157.67	7.21	1.37	16.84	16.84
	<i>Pseudoedinus magellanicus</i>	27.33	0.67	5.59	0.99	13.05	29.89
	<i>Porifera</i>	0	8	4.85	2.86	11.33	41.21
	<i>Arbacia dufresnei</i>	212.83	478.33	4.72	1.42	11.02	52.23
	<i>Loxechinus albus</i>	71.83	117.67	3.17	1.53	7.4	59.63
	<i>Cosmasteria lurida</i>	2.75	5	3.16	1.2	7.37	67
	<i>Briozoa</i>	0	5.67	3.08	1.12	7.19	74.2
P4 - P11	<i>Bivavia</i>	56.13	238.5	6.1	1.11	13.4	13.4
	<i>Tegula atra</i>	1.75	52.5	5.7	2.28	12.52	25.92
	<i>Pseudoedinus magellanicus</i>	16.63	304.5	5.4	1.43	11.85	37.77
	<i>Loxechinus albus</i>	328.5	28	4.66	5.16	10.24	48.01
	<i>Asteroidea</i>	12.88	0.5	4.29	2.34	9.42	57.43
	<i>Arbacia dufresnei</i>	276.63	34.5	3.87	2.76	8.5	65.93
	<i>Anthozoa</i>	53	15.5	3.78	2.16	8.29	74.22

**Tabla 1.25** Ajuste modelos de crecimiento erizos toda el área de estudio (n=3900).

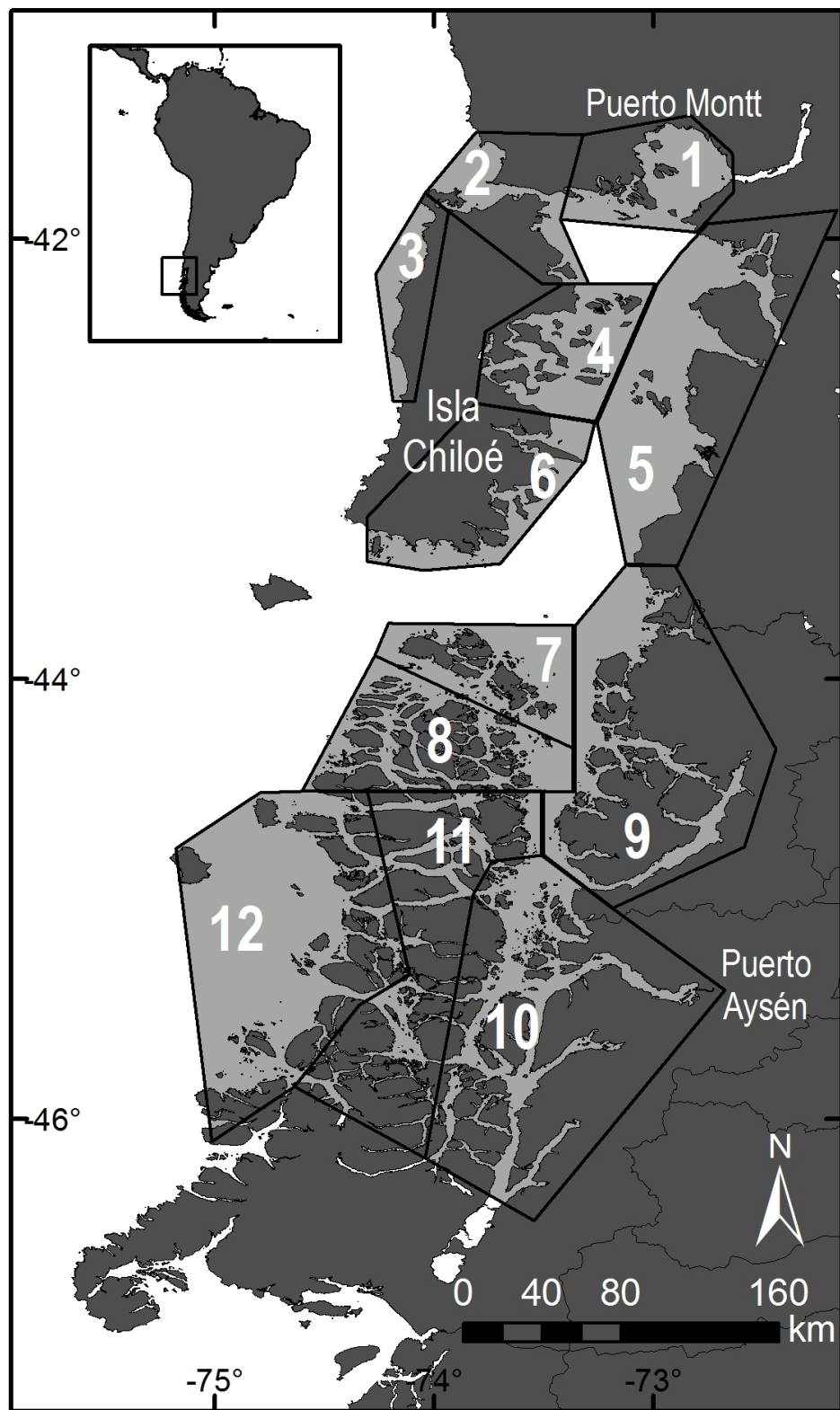
Modelo	Parámetros	estimados	Error estándar	AIC
von Bertalanfy	Linf	1.70E+02	1.86E-02	103879.3
von Bertalanfy	K	6.35E-02	4.78E-04	103879.3
von Bertalanfy	t0	3.00E-01	2.19E-02	103879.3
Gompertz	Linf	8.00E+01	1.24E-02	109575.2
Gompertz	gt	1.53E-01	3.14E-03	109575.2
Gompertz	t0	3.00E-01	2.54E-02	109575.2
Schnute	a	2.78E-01	3.45E-03	102648.5
Schnute	b	-3.97E-01	8.23E-03	102648.5
Schnute	y1	1.46E+01	1.02E-02	102648.5
Schnute	y2	7.93E+01	2.21E-03	102648.5
Tanaka	a	2.53E-02	1.34E-03	106076.5
Tanaka	b	5.99E+00	5.73E-05	106076.5
Tanaka	c	2.54E-07	3.74E-05	106076.5
Tanaka	d	6.85E+01	6.14E-04	106076.5

**Tabla 1.26** Parámetros del modelo de crecimiento propuesto por Schnute (198 ajustado para para cada zona de pesca estudiada. Este fue el modelo que presentó el valor de AIC más bajo al comparar desde un modelo nulo (a, b, y1 y y2 iguales para cada polígono de pesca), hasta un modelo saturado (a, b, y1, y2 distintos para cada polígono de pesca).

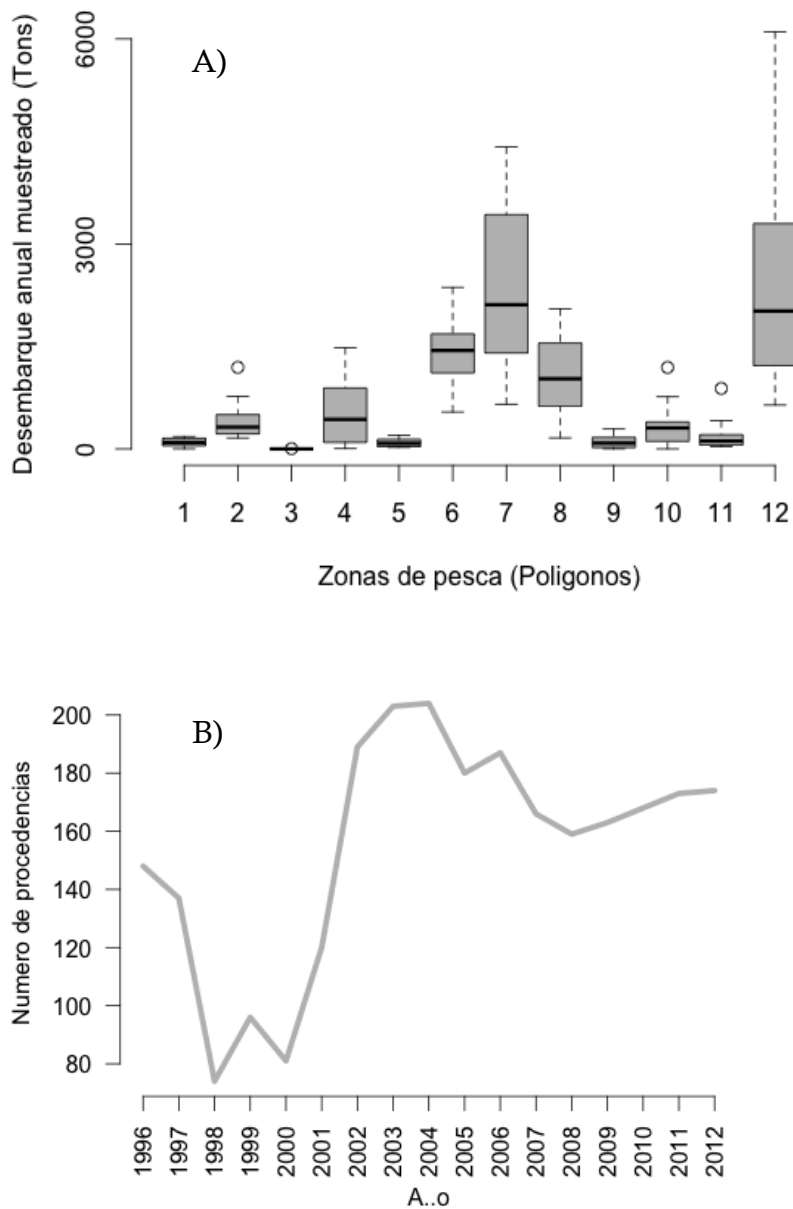
Polígono	a	b	y1	y2
1	0.67562	-1.32630	9.69	72.39
2	-0.00591	1.19446	16.45	84.62
4	0.41542	-1.03294	15.40	69.78
5	1.29330	-3.19927	12.42	70.96
6	1.04481	-3.35857	15.26	69.92
7	0.30860	-0.98004	16.88	85.35
8	0.46523	-0.78069	13.13	74.20
112	1.60635	-6.95522	18.51	83.60

# FIGURAS

---

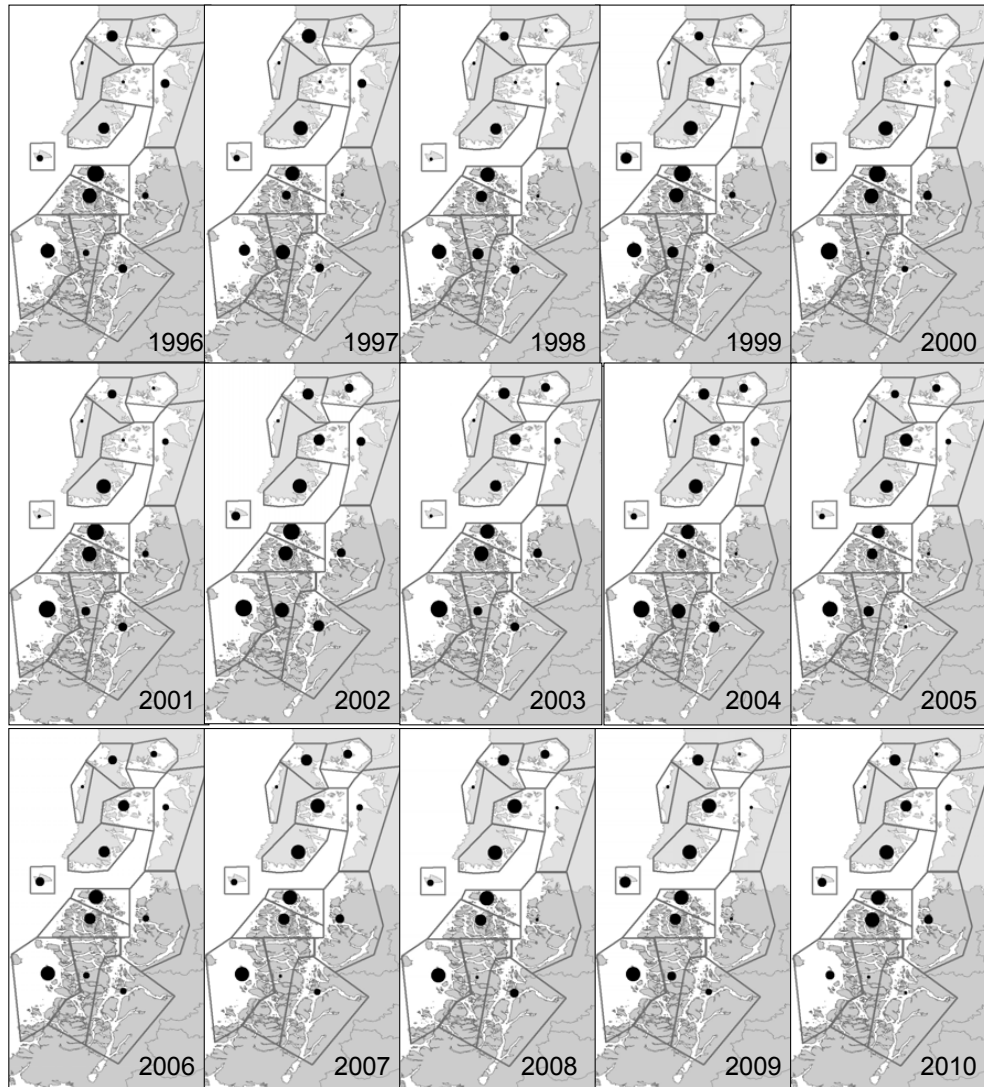


**Figura 1.1** División del área de estudio en 12 zonas de pesca (llamados polígonos), acuerdo a lo propuesto por Molinet et al. (2009, 2011).

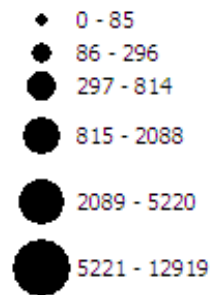


**Figura 1.2** Desembarque por polígono de pesca y por número de procedencias. A) Desembarque medio muestreado anualmente para cada polígono entre 1996 y 2012. Línea muestra la mediana, barra gris muestra 25-75 de los registros, barra de error muestra los valores máximos. B) Número de procedencias desde donde se muestreó desembarque entre 1996 y 2012.

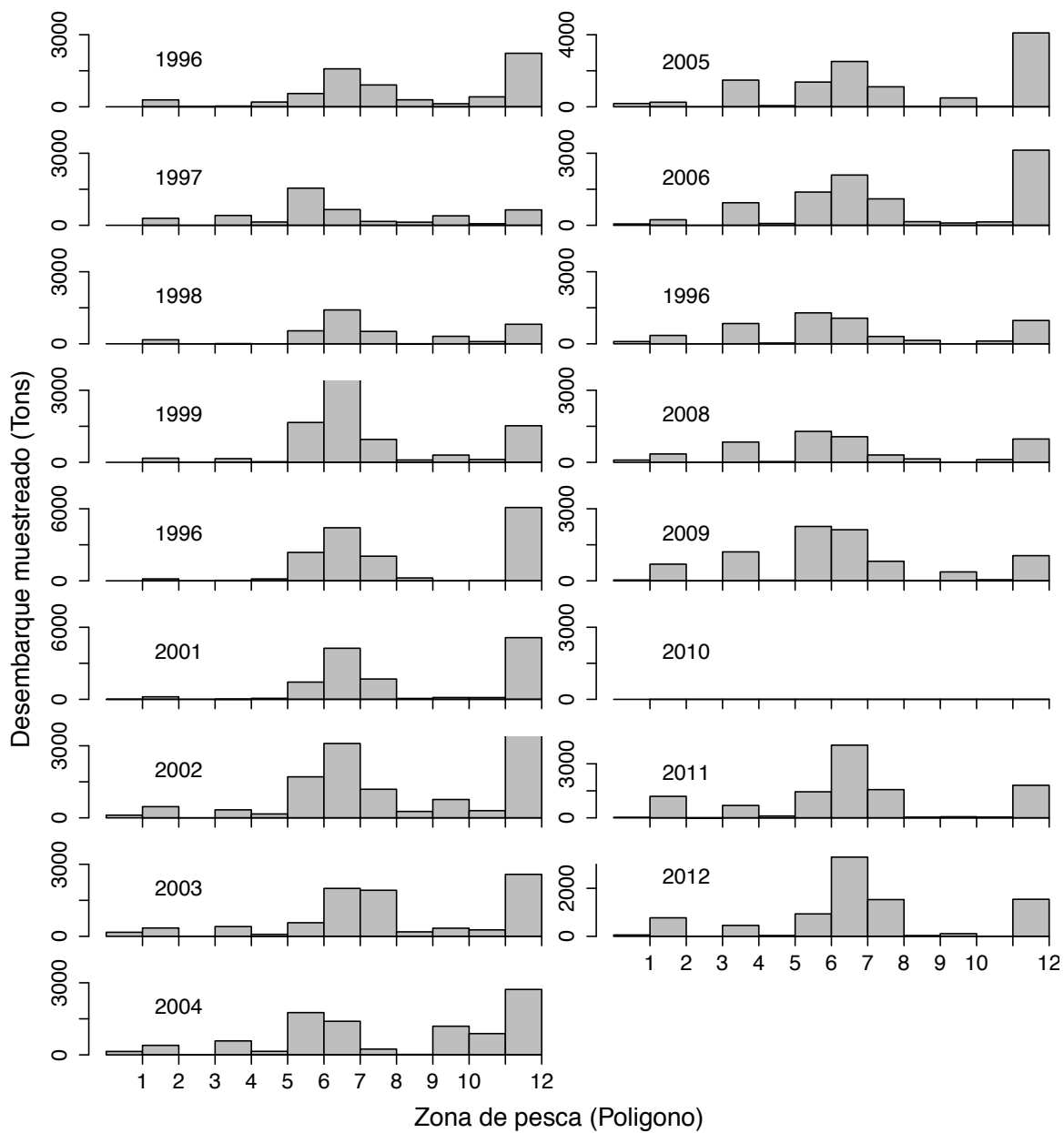




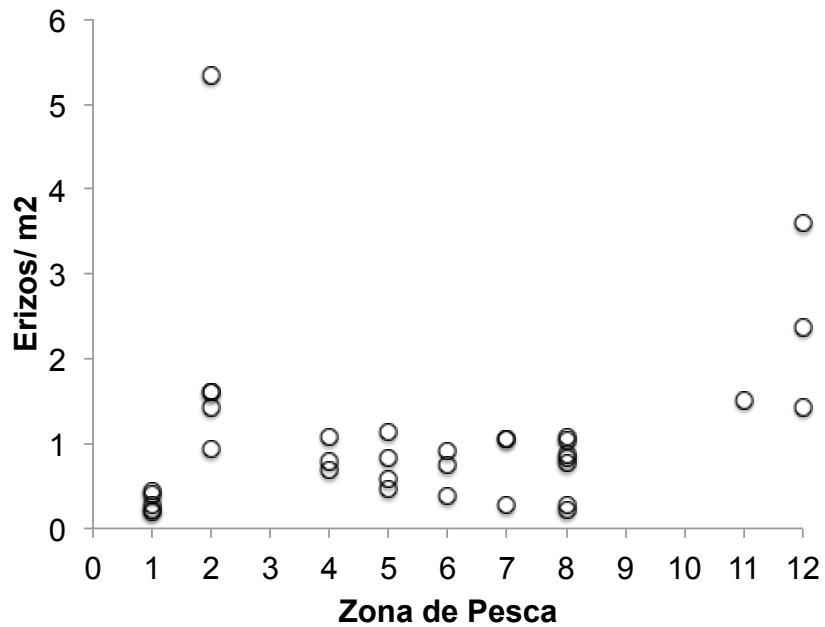
Toneladas de erizos muestreados



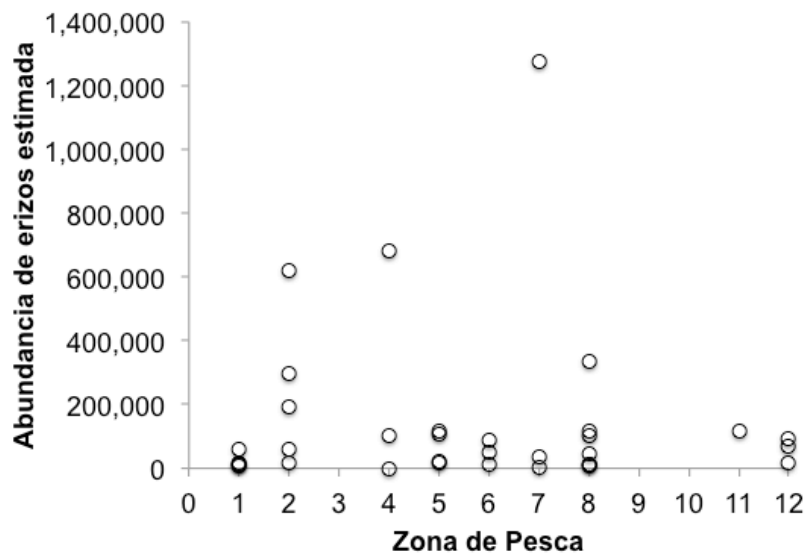
**Figura 1.3** Distribución espacial de los desembarques de erizos muestreados entre 1996 y 2010 en el Programa de Seguimiento Bentónicos de Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).



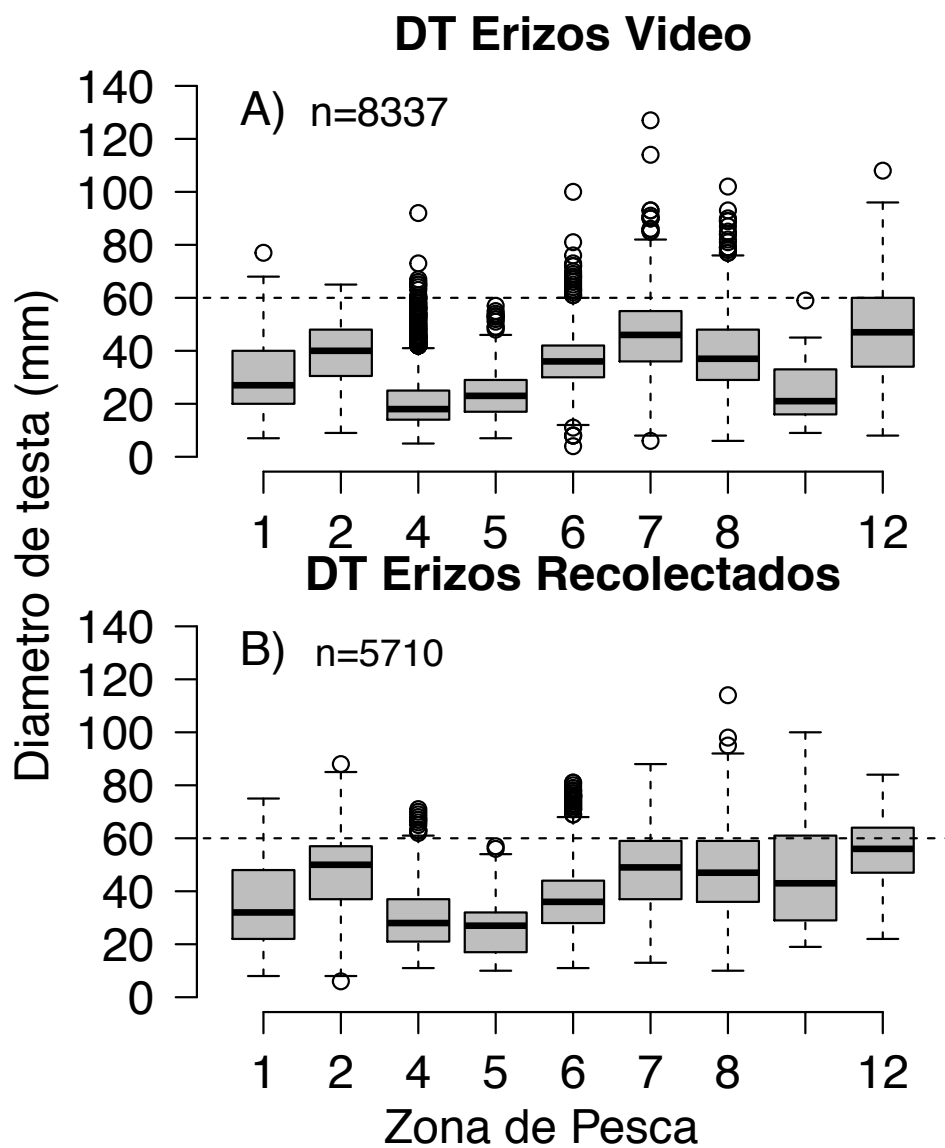
**Figura 1.4** Desembarque muestreado por zona de pesca (polígono) en el área de estudio entre 1996 y 2012.



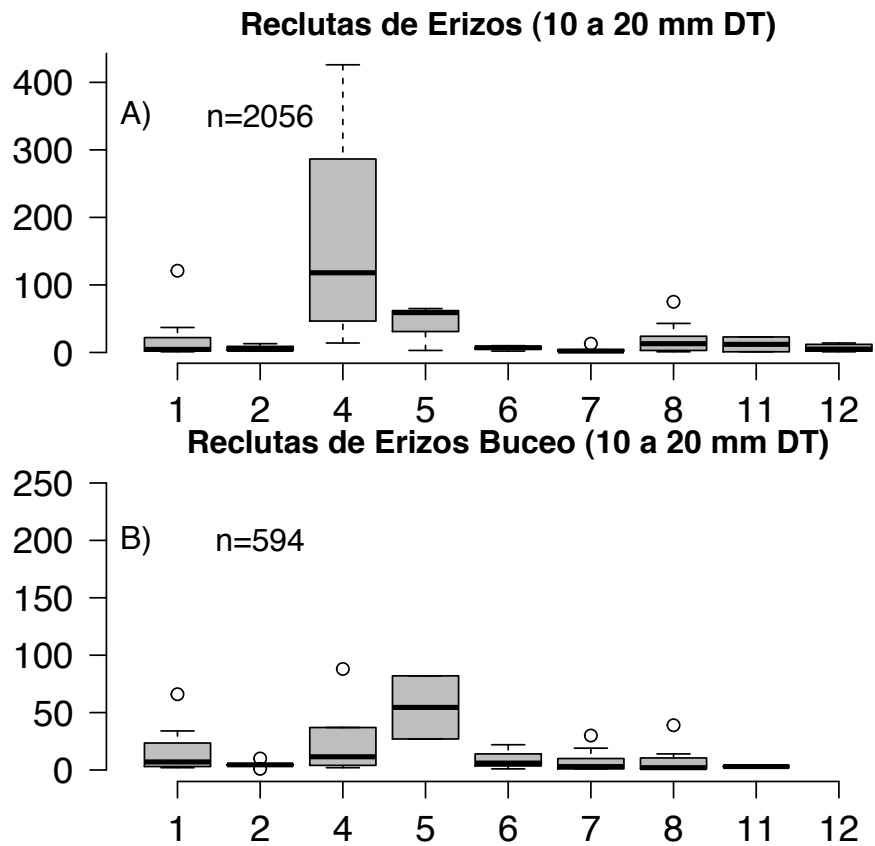
**Figura 1.5** Densidad de erizos en áreas/parches de erizo zona de pesca (Molinet et al. 2011), registrada con video-transectos a la deriva y analizada con un modelo geoestadístico propuesto por Roa-Ureta and Niklitschek (2007).



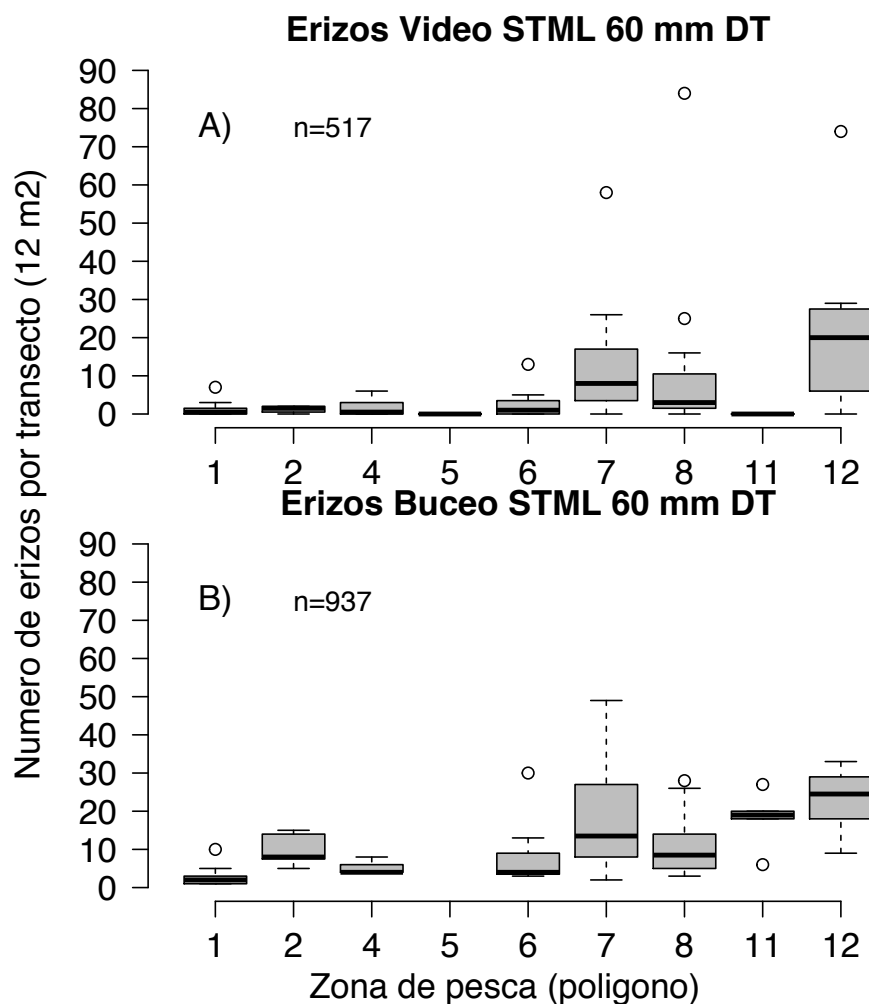
**Figura 1.6** Abundancia de erizos en áreas/parches por zona de pesca (sensu Molinet et al. 2011), registrada con video-transectos a la deriva y analizada con un modelo geoestadístico propuesto por Roa-Ureta and Niklitschek (2007).



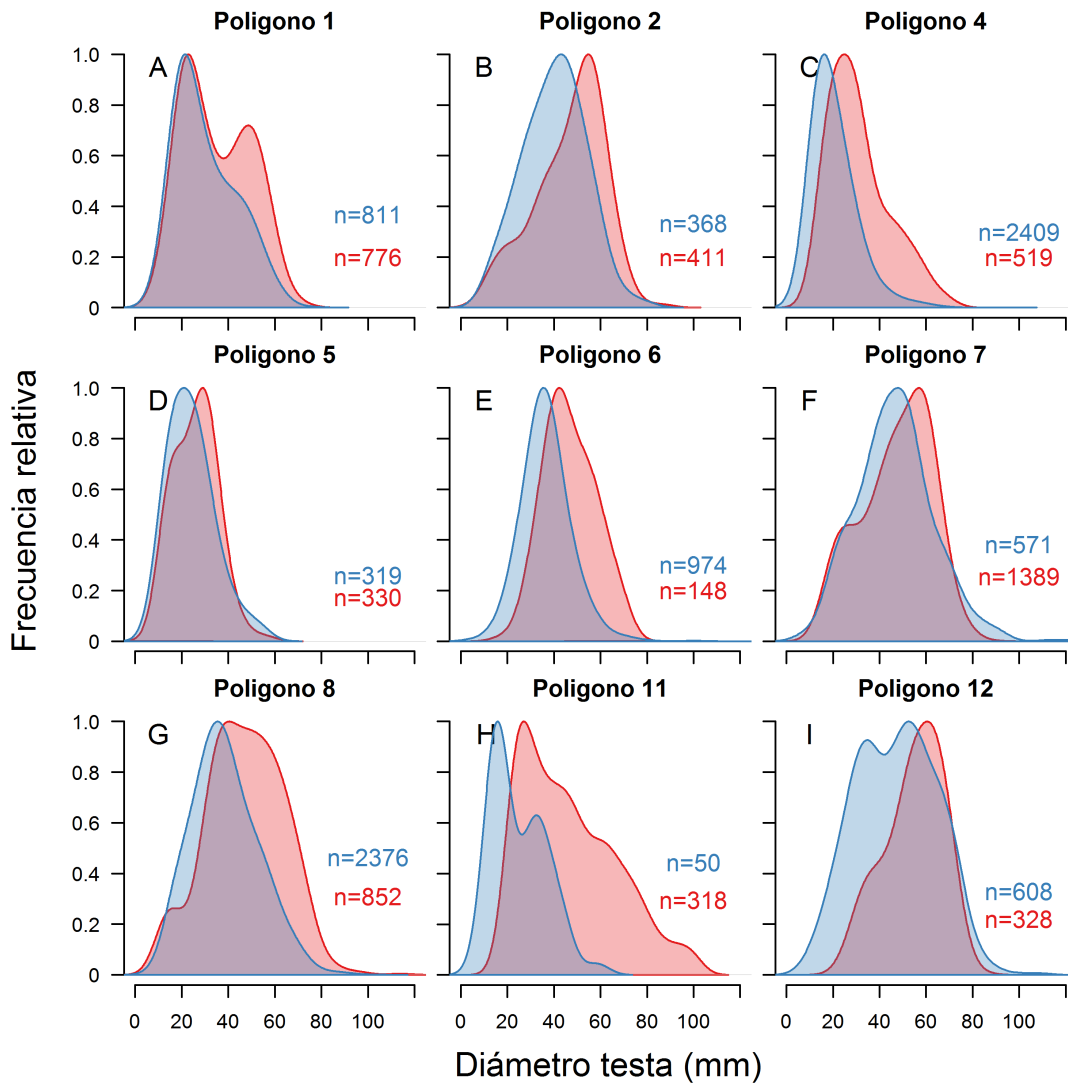
**Figura 1.7** Distribución del diámetro de la testa (mm) de erizos, A) registrado a través de la imagen grabada del transecto; B) registrada a través de la medición directa de los erizos recolectados por el buzo en el mismo transecto del video, en cada uno de los 9 polígonos de pesca estudiados durante marzo y septiembre de 2013. Línea negra muestra la mediana. Caja sobre la mediana indica valores entre 50% y 75% del rango de distribución. Caja bajo la mediana indica valores entre 25% y 50% del rango de distribución. “Bigotes” (líneas punteadas) muestran los valores máximo y mínimo considerando un coeficiente 1.5 veces el rango de la caja. Círculos blancos muestran valores fuera de rango de acuerdo al criterio anterior. Línea segmentada en eje y muestra el DT 60 mm.



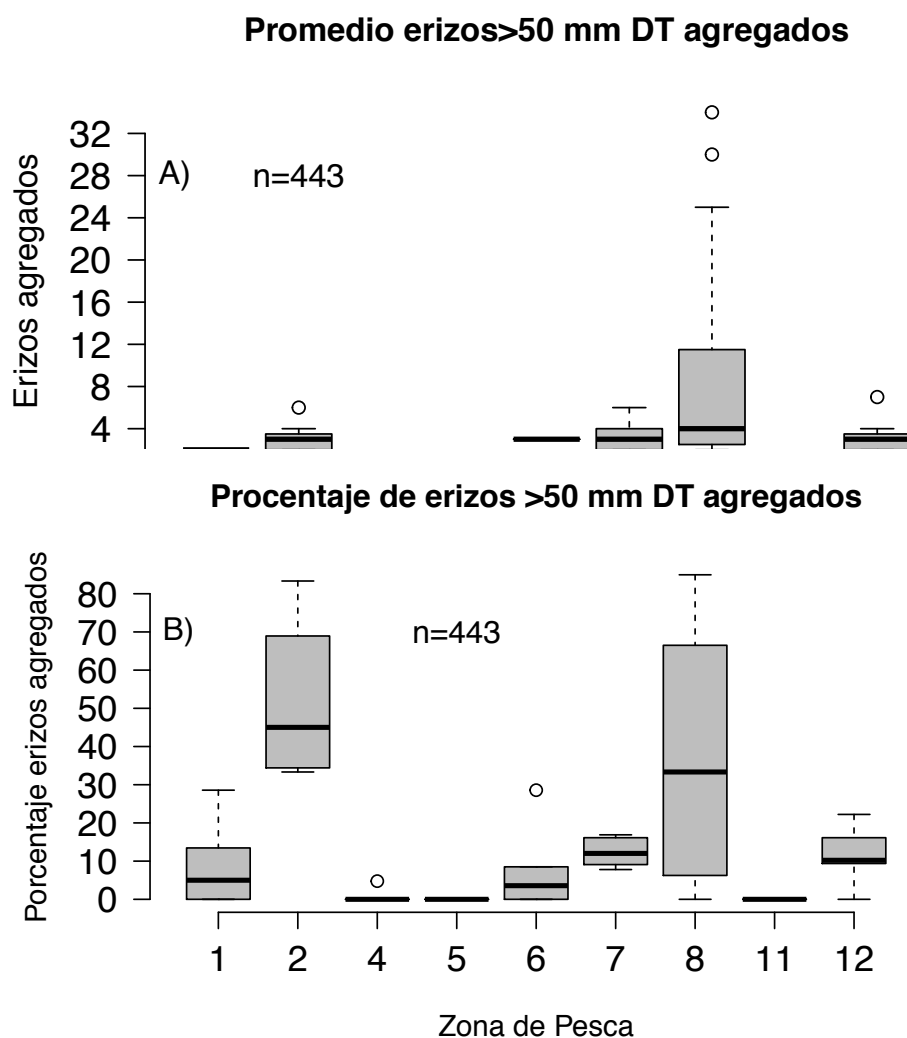
**Figura 1.8** Abundancia de reclutas (erizos entre 10 y 20 mm DT) A) registrado a través de la imagen grabada del transecto; B) registrada a través de la medición directa de los erizos recolectados por el buzo en el mismo transecto del video, en cada uno de los 9 polígonos de pesca estudiados durante marzo y septiembre de 2013. Línea negra muestra la mediana. Caja sobre la mediana indica valores entre 50% y 75% del rango de distribución. Caja bajo la mediana indica valores entre 25% y 50% del rango de distribución. “Bigotes” (líneas punteadas) muestran los valores máximo y mínimo considerando un coeficiente 1.5 veces el rango de la caja. Círculos blancos muestran valores fuera de rango de acuerdo al criterio anterior.



**Figura 1.9** Abundancia de erizos >60 mm DT en cada transecto de 12 m<sup>2</sup>; A) registrado a través de la imagen grabada del transecto; B) registrada a través de la medición directa de los erizos recolectados por el buzo en el mismo transecto del video, en cada uno de los 9 polígonos de pesca estudiados durante marzo y septiembre de 2013. Línea negra muestra la mediana. Caja sobre la mediana indica valores entre 50% y 75% del rango de distribución. Caja bajo la mediana indica valores entre 25% y 50% del rango de distribución. “Bigotes” (líneas punteadas) muestran los valores máximo y mínimo considerando un coeficiente 1.5 veces el rango de la caja. Círculos blancos muestran valores fuera de rango de acuerdo al criterio anterior.



**Figura 1.10** Comparación de la distribución del diámetro de la testa (DT) de erizos recolectados por el buzo en los video-transectos y medidos con caliper vernier (contorno rojo) versus DT de los erizos registrados en los videos-transectos (contorno azul), obtenidos en cada uno de los 9 polígonos o zonas de pesca explorados entre marzo y septiembre de 2013 (n indica el número de erizos medidos para cada una de las metodologías de medición).

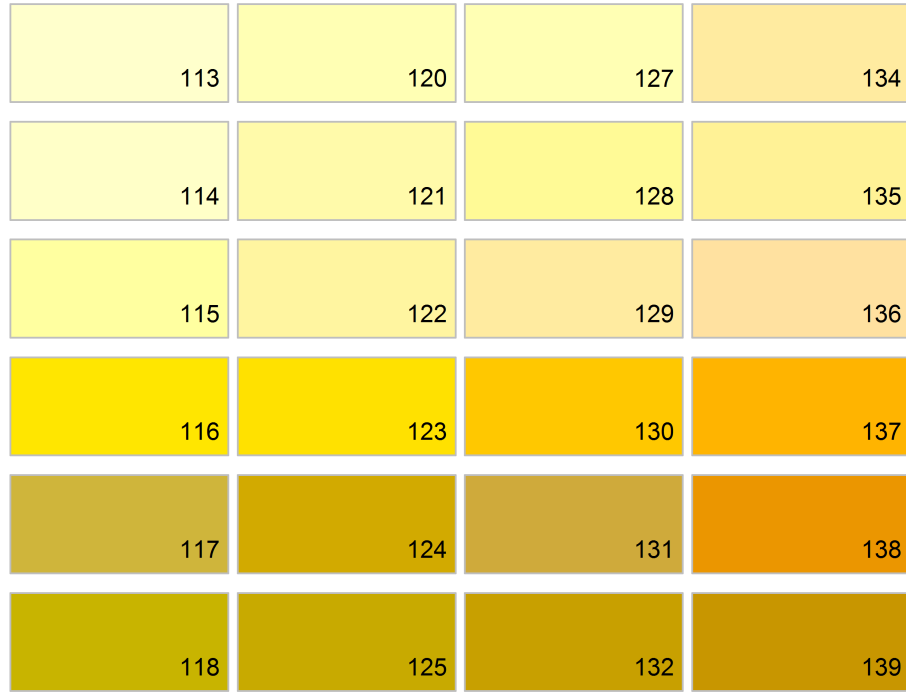


**Figura 1.11** A) Promedio de erizos > 49 mm DT agregados en cada transecto de 12 m<sup>2</sup>, registrados a través de la imagen grabada del transecto; y B) porcentaje de erizos > 49 mm DT agregados del total de erizos > 49 mm DT por transecto, en cada uno de los 9 polígonos de pesca estudiados durante marzo y septiembre de 2013. Línea negra muestra la mediana. Caja sobre la mediana indica valores entre 50% y 75% del rango de distribución. Caja bajo la mediana indica valores entre 25% y 50% del rango de distribución. “Bigotes” (líneas punteadas) muestran los valores máximo y mínimo considerando un coeficiente 1.5 veces el rango de la caja. Círculos blancos muestran valores fuera de rango de acuerdo al criterio anterior.

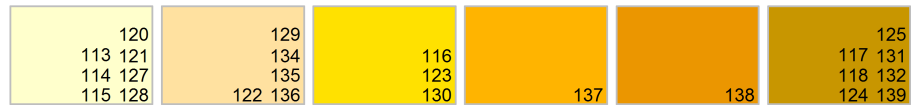


## Escala de coloración gonadal

*Barahona et al. (2003)*

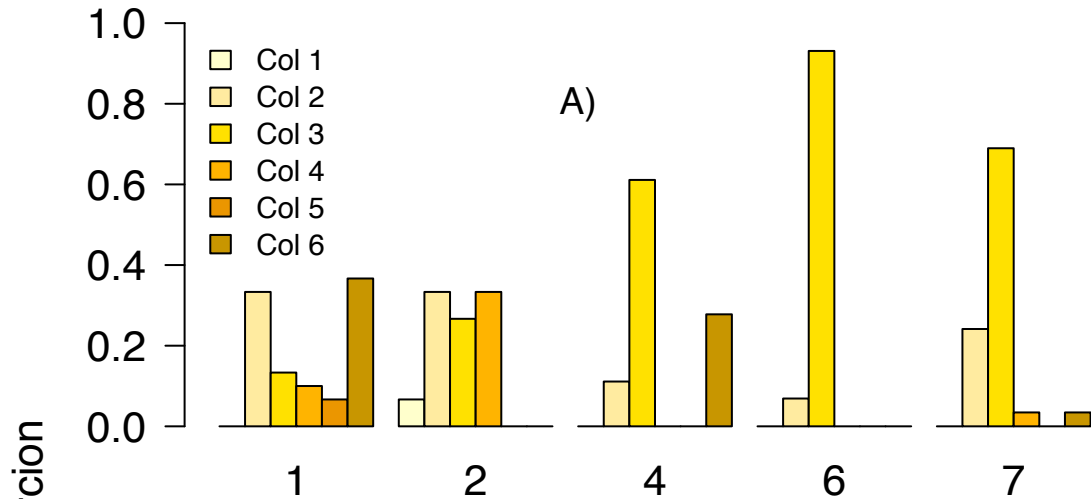


*Proyecto FIP 2012-14*

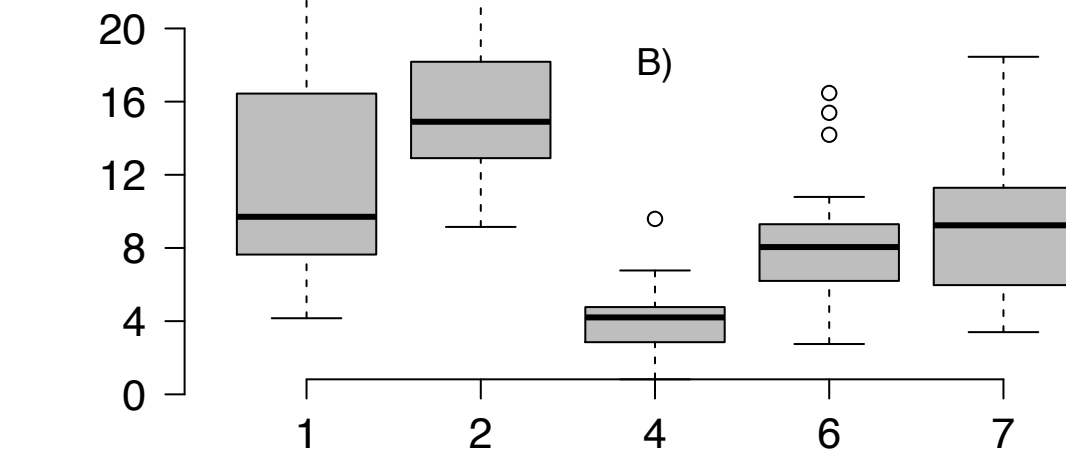


**Figura 1.12** Panel superior: Escala de coloración de gonadal de propuesta por Barahona et al. (2003). Panel inferior: Escala de coloración gonadal utilizada en el Proyecto FIP 2012-14.

### Coloracion gonadal – 2013

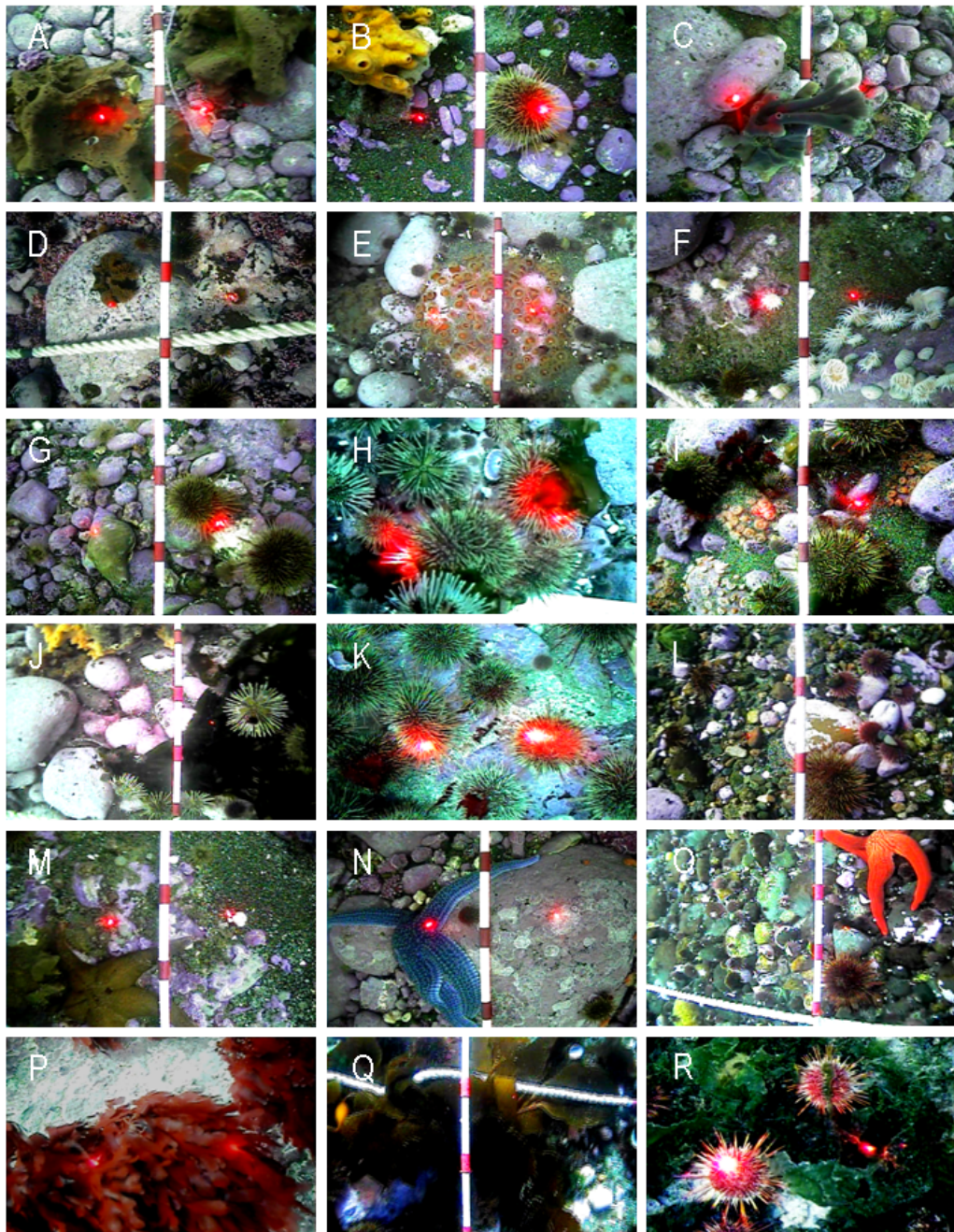


### Indice gonadal – 2013

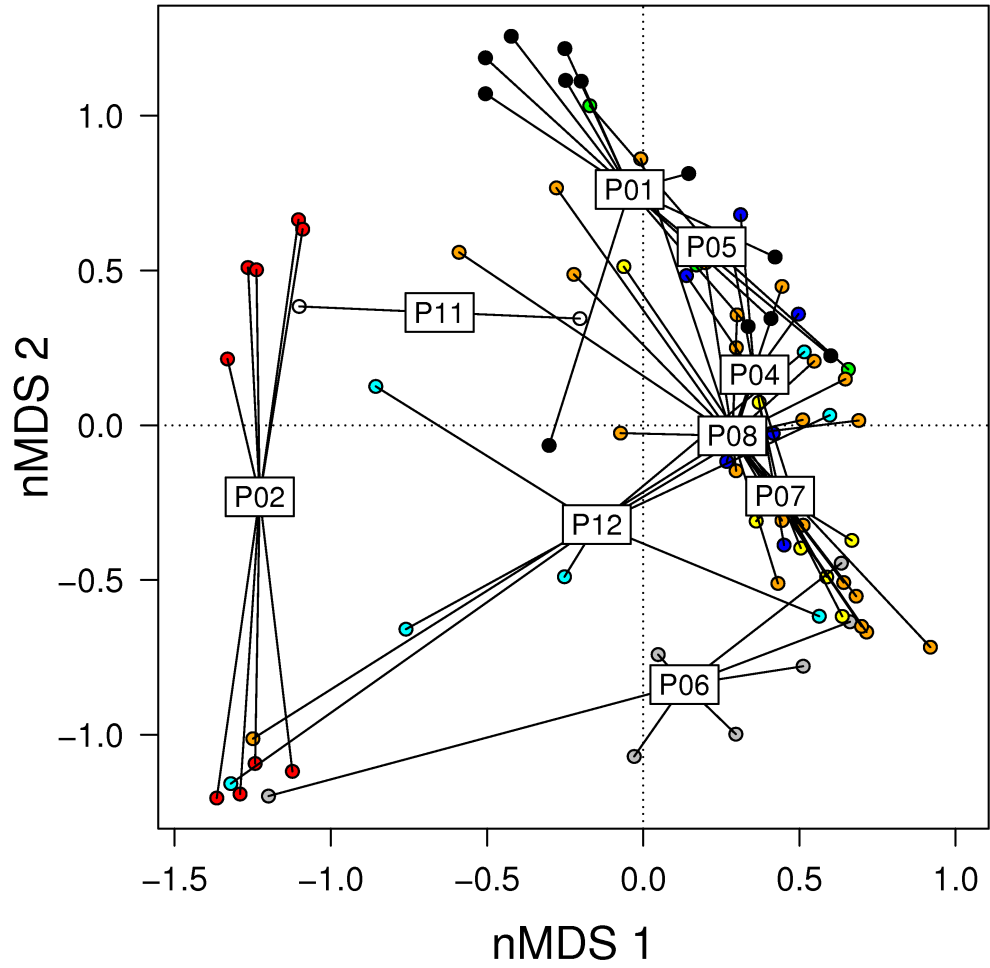


### Zonas de Pesca

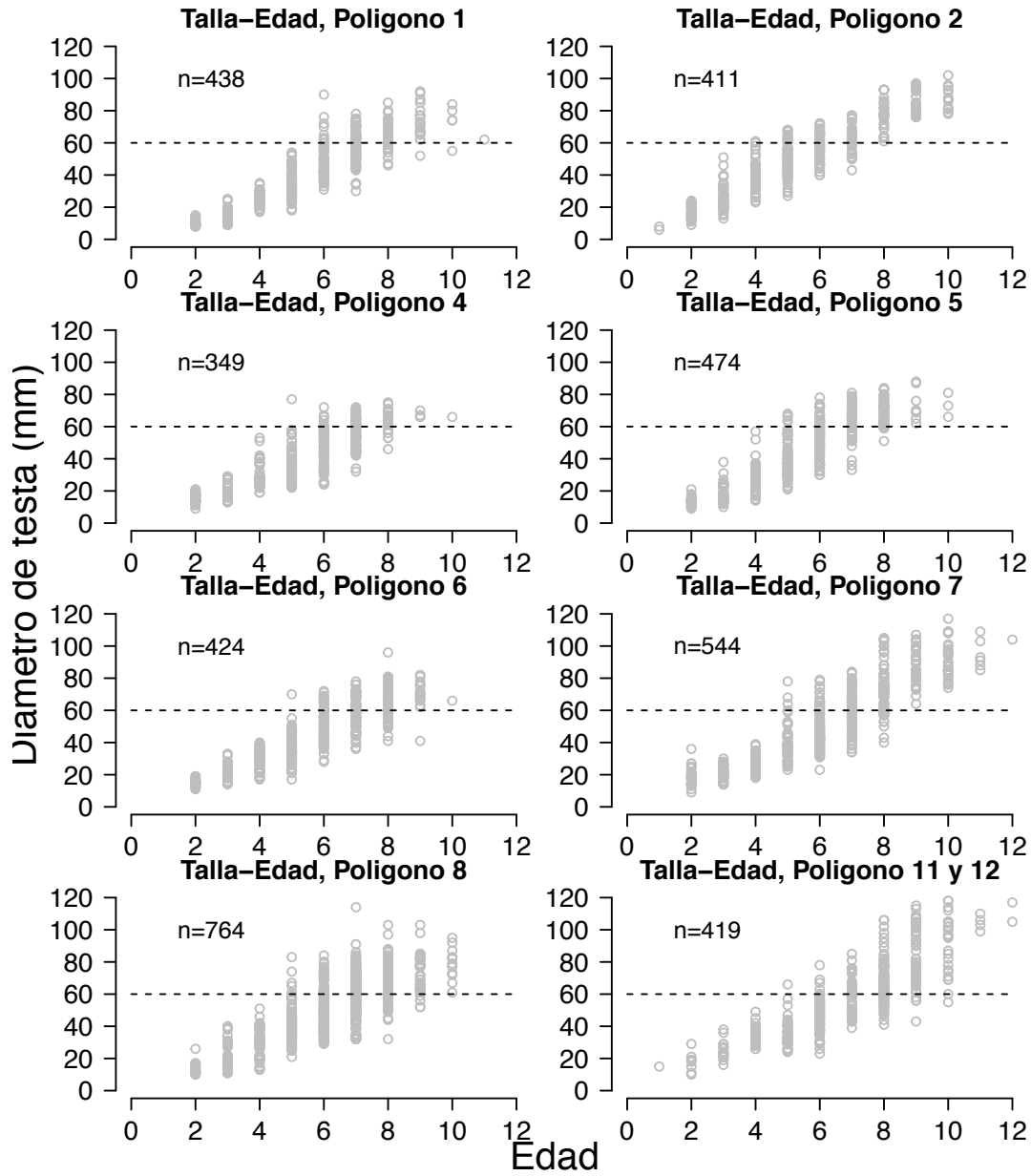
**Figura 1.13** A) Resumen de la coloración de la gónada en erizos recolectados entre marzo de 2013 y septiembre de 2013 en 5 de los nueve polígonos de pesca prospectados. El resumen de colores se realizó en base a la cartilla elaborada por IFOP (Barahona et al. 2003). B) Índice gonadal de erizos por polígono explorado. En esta etapa no estaba comprometida la obtención de información gonadal, debido al intensivo trabajo de recolección de testas para el análisis de crecimiento. En los polígonos que se realizó fue en los que ya habían sido definidos por el Seguimiento Bentónico del IFOP.



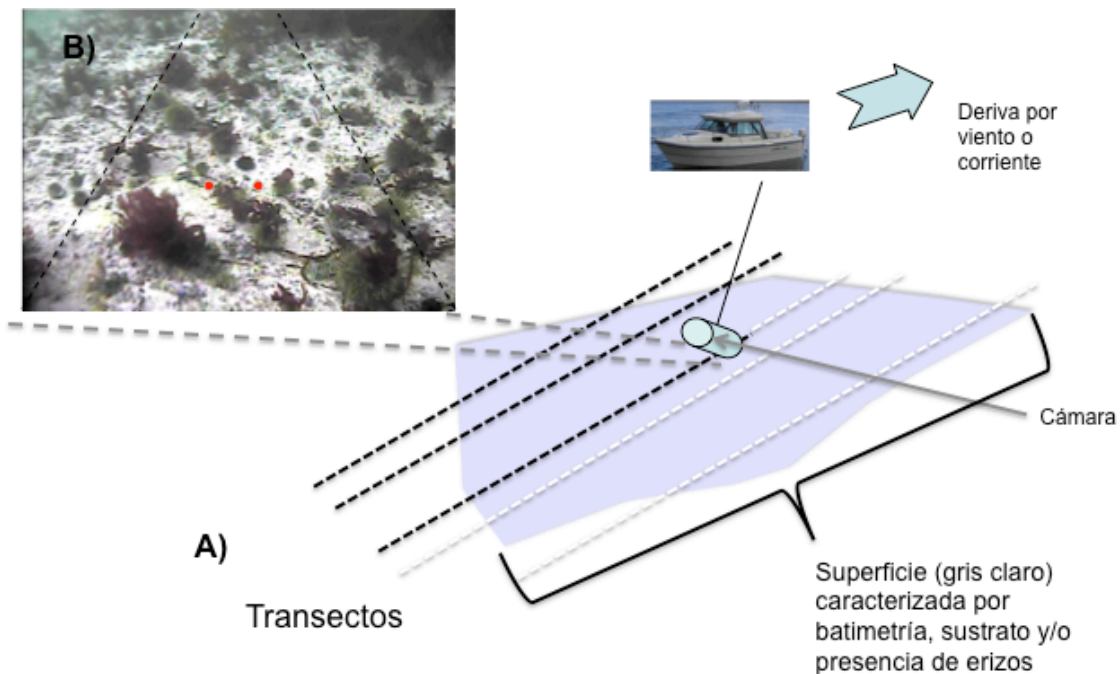
**Figura 1.14** Principales especies de invertebrados y algas que forman parte de la comunidad asociada a las poblaciones de *Loxechinus albus* en los polígonos de pesca estudiados.



**Figura 1.15** Representación grafica del Escalamiento Multidimensional no Métrico (nMDS) que muestra la similitud/disimilitud (dada por la distancia) entre polígonos, respecto de las especies observadas.



**Figura 1.16** Lectura de anillos de placas genitales para cada zona de pesca estudiada. La línea gris muestra DT 60 mm.



**Figura 1.17** Esquema general de registro de video-transectas (con cámara) a la deriva sobre un parche (subpoblación de erizos) identificado. A) muestra los transectos registrados (línea punteada negra) y los transectos proyectados a realizar (línea punteada blanca). La superficie gris representa un área que puede ser caracterizada por su sustrato y profundidad y en la que se registra presencia de erizos. B) muestra un cuadro de video congelado desde el que se identifica y registra las especies, cobertura de sustrato y cobertura algal (sólo en la base del cuadro de video). Líneas punteadas negras muestran la trayectoria proyectada del video-transecto, referencial para el muestreador. Puntos rojos en el centro de la imagen muestran los punteros laser que se utilizan para clasificar el tamaño de las especies encontradas y ancho de transecto.



## 2. Objetivo específico n°2

**Definir y fundamentar una metodología de recolección de información y de las variables poblacionales (biológicas) y ambientales que serán incluidas en el diseño de muestreo.**

### 2.1 Antecedentes

La gran extensión y heterogeneidad del área en que opera la flota pesquera de la X y XI regiones, sumado a las características biológicas de la especie y las características de la flota (cuyo esfuerzo es realizado por buzos mariscadores), sugieren la implementación de puntos de referencia objetivo y puntos de referencia límite para su manejo.

El GTA-erizos ha trabajado desde 2010 para determinar un Punto de Referencia Objetivo a través de la implementación de un modelo de evaluación de Stock de la pesquería del erizo de las regiones de Los Lagos y de Aysén, basado en información de captura y esfuerzo proveniente de los registros del Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas de IFOP (Roa-Ureta 2012, Roa-Ureta et al. en revisión). Este trabajo ha dado como resultado una estimación del PRO Máximo Rendimiento Sostenible, con la información disponible a la fecha, cuyo estimador entre 2010 y 2013 se ha observado en torno a las 18.000 Tons de manera global. Aunque se ha reconocido que este estimador global no es óptimo, ha permitido mejorar la aproximación al manejo de esta pesquería.

Sin embargo, considerando las características del recurso erizo, su dinámica poblacional y mortalidad por pesca puede variar espacialmente y por lo tanto es necesario implementar Puntos de Referencia Límite que permitan prevenir la sobreexplotación. Esto fue implícitamente incluido en el Plan de Manejo de las Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua de la X y XI regiones (PMZC) (Moreno 2003, Moreno et al. 2006) proponiendo indicadores de variables poblacionales asociadas al criterio “Sustentabilidad biológica” (Tabla 2.1). El GTA-erizos ha comenzado a trabajar en estos PRL desde 2010 a través de lo que se ha llamado una “Red de estaciones de monitoreo poblacional” para este recurso. Los resultados de este



proyecto permitirán concretar un primer diseño que debe ser revisado por el GTA-erizos y el Comité de Manejo. La definición de estos Puntos de Referencia Límites, su implementación y seguimiento, permitirán proponer y adoptar reglas de decisión en el mediano largo plazo y que favorecerán una mejor toma de decisiones.

En el proyecto FIP 2003-13 (Zuleta et al. 2008) se realizó un extenso análisis acerca de la implementación de una red de estaciones fijas para el recurso erizo y sus indicadores. Sin embargo, esta revisión no incluyó una definición y descripción detallada de las metodologías para la implementación de la red.

Para diseñar una red de seguimiento de las tendencias poblacionales de erizos (incluido *L. albus*) se debe considerar que estas están organizadas en unidades metapoblacionales altamente estructuradas, mostrando diferencias en abundancia, crecimiento, producción de gametos, asentamiento larval y conectividad entre áreas (Roughgarden et al. 1985, Hanski & Gilpin 1991, Gaines & Lafferty 1995, Orensanz et al. 1998, Orensanz et al. 2006, Molinet et al. 2011, Moreno et al. 2011). En este contexto, identificar las metapoblaciones y las principales fuentes y sumideros larvales puede ser uno de los objetivos primordiales para el manejo de una pesquería de este tipo (Gutiérrez 2011). Sin embargo, este es un objetivo ambicioso y complejo de alcanzar para el caso del recurso erizo (*L. albus*), debido principalmente a la extensión del mar interior de la región de Los Lagos y de Aysén, y la distribución espacial de las alrededor de 290 procedencias de pesca identificadas por IFOP.

Debido a que los erizos son iteroparos, la estructura de edades (representada por la estructura de tamaños) puede ser importante en las subpoblaciones individuales en el contexto de la metapoblación. La persistencia de la población en prácticamente todos los modelos edad-estructurados, depende primariamente de la tasa de crecimiento o alternativamente del periodo de vida de producción de huevos (Botsford et al. 2004).

De acuerdo a Caddy (2004), existen una serie de interacciones biológicas de primer orden (competencia, depredación, hábitat) que afectan directamente a una población sometida al manejo y que sería recomendable monitorear en una pesquería y factores de segundo orden que afectan su productividad. Entre estos factores de segundo orden se incluyen las fluctuaciones ambientales y los efectos antropogénicos (Fig. 2.1).

Dada la alta variabilidad espacial y temporal en este tipo de poblaciones, la recolección de datos usados para el manejo de la pesquería pueden requerir más recursos de los que normalmente están disponibles. Así, emplear una estrategia de muestreo adecuada en términos de costo-eficiencia es clave para obtener información de buena calidad que de cuenta de la variabilidad espacio-temporal de la población. Un ejemplo de este tipo se lleva a cabo actualmente en la costa de California (San Diego) asociada a la pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus*, en la cual han desarrollado un protocolo de muestreo que combina información dependiente de la pesquería e independiente de esta (Gutiérrez et al. 2011). La información recolectada de forma independiente de la pesquería, que incluye variables biológicas y ambientales (Tabla 2.2), ha permitido elaborar planes de manejo más robustos a largo plazo que permitirán mejorar la sustentabilidad de esta pesquería.

En este contexto, disponer de indicadores que permitan observar patrones espaciales y temporales de la dinámica poblacional de *L. albus* en la X y XI Regiones, en una escala espacial apropiada aparece como una herramienta deseable para aportar a que el proceso de toma de decisiones sea más informado, para contribuir a una pesquería más sustentable.

En el siguiente objetivo, en el contexto del diseño de muestreo para poblaciones espacialmente estructuradas, se realiza una propuesta de i) Metodología de recolección de información, selección de variables e indicadores, así como la proposición de aplicación de herramientas cuantitativas que permitan caracterizar la distribución y extensión de parches/agregaciones/bancos de erizos en cada una de las estaciones de la red (Tabla 2.3).

## **2.2 Metodología para la implementación de la Red**

### **2.2.1 Área de estudio**

El área de estudio corresponderá a la macrozona de pesca X y XI regiones la cual puede ser estudiada relativa a las 12 zonas de pesca propuestas por Molinet et al. (2011) (Fig. 2.2), como un marco de referencia. Sin embargo, la unidad de stock

(Macroescala sensu Orensanz et al., 2006) puede incluir más de 1 polígono, considerando la evidencia sobre los patrones de flujo de esta zona (ej. Silva et al. 2005, Ayken et al. 2011). Se propone concentrar el monitoreo en sectores ubicados en las zonas de pesca 2, 4, 6, 7, 8 y 12 las que en conjunto dan cuenta del 92% del desembarque muestreado por IFOP entre 1996 y 2012. En cualquier caso el diseño espacial debe considerar hipótesis de conectividad larvaria que podrían ser evaluadas en el futuro.

### 2.2.2 Frecuencia de Muestreo

Se propone la realización de 1 expedición anual al término de la temporada de pesca, la que se debería llevar a cabo entre octubre y enero de cada año. Lo anterior estará condicionado por factores como i) las condiciones meteorológicas del área de estudio y ii) la extensión de territorio a recorrer. Complementariamente, con una frecuencia de 3 a 5 años se sugiere realizar una evaluación de un número mayor de subpoblaciones en todas las zona de pesca para tener una mejor aproximación global al status de la población en las principales zonas de pesca.

### 2.2.3 Identificación y fundamentación de indicadores

De acuerdo a lo discutido en el objetivo 1 se sugiere basar el seguimiento poblacional del recurso erizo en la tendencia de la dinámica de contracción/expansión (CE) de subpoblaciones (ej. Caddy 1989, Orensanz & Jamieson 1998, Orensanz et al. 2006). A continuación se proponen un listado de indicadores que si bien son posibles de obtener utilizando alguna de las metodologías descritas en el objetivo 1 y que aportan información valiosa para observar tendencias en la dinámica de la población, van aumentando gradualmente en i) la complejidad del muestreo, ii) los tiempos de procesamiento y análisis y ii) los costos.

La metodología basal más adecuada para el seguimiento de la dinámica CEs de parches es el **registro de video-transectas a la deriva** (modificada para parches desde el intermareal, cuando sea el caso). Esta metodología debe ser complementada con la **recolección de muestras por buceo** para obtener información de longitud, peso y

estado de la gónada de los erizos. Complementariamente, el **registro de video-transectos con trineo** puede ser de utilidad para validar la recolección de erizos por buceo, dependiendo de las prioridades establecidas por el GTA erizos, la COMPEB y la Subsecretaría de Pesca. En la tabla 2.4 se muestra una comparación de metodologías aplicadas para la recolección de muestras y construcción de indicadores para la red de monitoreo poblacional, que considera las horas hombre que se deben invertir. Esta comparación se realiza considerando las categorías de indicadores sugeridos en el objetivo 1.

**g. Area con presencia de erizos**

Esta área será obtenida de los registros de presencia/ausencia de erizos en un parche/subpoblación delimitada. Los registros serán obtenidos del despliegue de al menos 6 transectas separadas en 100 a 200 m de distancia y de una longitud de 50 a 200 m de largo. El tamaño de la celda utilizado será de 1 a 5 m considerando que el video-transecto está georreferenciado con una frecuencia de 1 segundo. La proporción del área con erizos será obtenida de la proporción de celdas que presenten al menos un erizo. El área (Alfa) de distribución del parche (subpoblación) y su error estándar será estimada usando métodos geoestadísticos siguiendo a Roa-Ureta & Nilitschek (2007).

**h. Densidad media y abundancia de erizos en el parche (subpoblación)**

Dirigido a obtener una comprensión más profunda al modelar la correlación espacial dentro cada parche, se aplicará un procedimiento geoestadístico por máxima verosimilitud (descritos por Roa-Ureta & Niklitschek, 2007) para ajustar dos modelos independientes: un modelo binomial para los datos de presencia/ausencia (dentro del parche) y un modelo Gaussiano para las observaciones positivas densidad (box-cox transformado). Por lo tanto, se evaluarán dos procesos de correlación espacial separadas. Mientras que el primer modelo evalúa si existe correlación espacial en la distribución de recursos (presencia/ausencia) a través del parche, el segundo mide si las observaciones positivas son correlacionadas espacialmente a través del subconjunto de celdas donde la población está presente. Este último modelo entrega estima un valor de densidad media de erizos y su

error estandar. Con el área ocupada por el parche de erizos y la densidad se obtiene la abundancia total de erizos en el parche y su error estandar.

La significancia de la correlación espacial se evalúa mediante la comparación de la probabilidad de cada modelo espacial contra su contraparte no espacial (sólo pepita) equivalente, a través del criterio de información de Akaike, un índice ampliamente utilizado y robusto de la teoría de la información (Burnham & Anderson, 2004).

#### **i. Biomasa de erizos en el parche**

Para obtener la biomasa es necesario recolectar una muestra representativa de erizos a través de buceo, para obtener la distribución de tamaños y peso drenado (drenado el fluido celómico) de los individuos.

Luego se ajustará una curva longitud peso para obtener los parámetros y realizar una estimación de la biomasa considerando la distribución de tamaños y la abundancia total registrada en el parche.

#### **j. Distribución de tamaños**

El diámetro de la testa puede ser obtenido desde una muestra recolectada por buceo complementada con el registro de video-transectos con trineo para conteo. El video-transecto permite registrar y luego comparar el número de erizos que el buzo debió recolectar.

Opcionalmente se puede obtener el diámetro de la testa (DT) de los video-transectos con dos referencias desde las imágenes: i) dos reglas laterales de 20 cm de largo y graduada cada 5 cm de separación y ii) dos láser separados por 10 cm. El diámetro de la testa de los erizos recolectados por el buzo en la transecta se medirá con Caliper vernier para su comparación. La estimación de la estructura de tallas se elaborará con la medición de cada erizo tomando como referencia una muestra de 400-500 erizos como mínimo por parche (Barahona et al. 2003).

Desde esta muestra se puede obtener también la proporción de **erizos sobre 60 mm**, que para el caso de la Macrozona de pesca puede ser indicador de la biomasa explotable en la población.

### **d.1 Reclutamiento**

Los estudios de crecimiento muestran que erizos (*L. albus*) de 20 mm tienen dos anillos de crecimiento, es decir dos años aproximadamente (Gebauer and Moreno 1995, Balboa 2012, Molinet et al 2013). Por otro lado, la resolución de la calidad de video-transectos con trineo permite observar erizos de hasta 10 mm de manera confiable considerando las características de recolección de información señaladas en Anexo IV. De esta forma se propone que reclutas de *L. albus* sean considerados a aquellos entre 10 a 20 mm DT, los que serán representados como la fracción (abundancia) de erizos en el parche.

### **k. Indicadores de calidad de la gónada**

Considerando que la pesquería del recurso erizo está basada en la comercialización de la gónada se considera clave obtener indicadores que den cuenta de la calidad de la gónada a través del conjunto de subpoblaciones estudiadas. En cada zona de pesca (polígono) se obtendrán 30 ejemplares de erizo con un DT de 60 a 70 mm. De cada ejemplar se obtendrá la siguiente información: i) diámetro de la testa (mm), ii) peso total (g), iii) color de las gónadas. El diámetro de cada ejemplar se registrará con un pie de metro (caliper) de  $\pm 1$  mm de precisión y el peso con una balanza electrónica de  $\pm 0,01$  gr de precisión.

Para el registro de color de las gónadas se usará como base la tabla de colores elaborada por Barahona et al. (2003) en el proyecto FIP 2000-18. La tabla elaborada por IFOP fue simplificada en 5-6 colores para la presentación de los datos y posterior análisis estadístico en este proyecto.

### **1. Perfiles de concentración**

Los perfiles de concentración fueron introducidos como una manera de describir la cantidad de recursos que se encuentra en distintas densidades, y para investigar la respuesta de los cosechadores (pescadores) a dichos patrones (Clark 1985, Orensanz 1986). Orensanz et al. (2006) discuten tomando como ejemplo la vieira (*Zygochlamys patagónica*) que tanto las tasas de mortalidad por pesca y de la fertilización dependen

de la concentración del recurso, que finalmente origina una situación delicada en la que los buzos dirigen su esfuerzo a aquellos parches que tienen más probabilidades de reproducirse con éxito. Este fenómeno es una de las causas más probables de sobrepesca de reclutamiento (recruitment overfishing) en las pesquerías bentónicas.

En especies bentónicas con fecundación externa como el erizo un índice de concentración puede informar acerca de la probabilidad de éxito de fecundación de huevos, como lo propone Pennington (1985). Este autor reportó que erizos de la especie *Strongylocentrotus droebachensis* separados por más de 20 cm (un macho de una hembra) podían disminuir a menos de 15% la probabilidad de fecundación, comparado con 65 a 95% de éxito a menos de 20 cm de distancia.

#### **g. Comunidad asociada**

A través del procesamiento de video-transectos a la deriva y/o con trineo se pueden identificar la mayor parte de las especies epibentónicas que co-habitan con el erizo, hasta el nivel taxonómico más específico que permita la literatura disponible y la imagen capturada, siguiendo a Häuseermann & Försterra (2009). Adicionalmente en la guía de muestreo (Anexo IV) se incluyen fotografías de las especies más frecuentes en las muestras.

##### **g.1 Cobertura algal**

La cobertura algal se puede estimar para cada parche el número de puntos ocupado por las algas en la grilla diseñada y descrita en procesamiento de imágenes.

##### **g.2 Relación de abundancia con *Arbacea dufresnii* y *Pseudoechinus magellanicus***

Aunque la literatura científica y reportes acerca de *A. dufresnei* y *P. magellanicus* son escasos (Häuseermann & Försterra 2009, Brogger et al. 2010) es posible que en algunos de los estados del ciclo de vida de estas especies de erizo exista algún nivel de interacción que deberá ser explorado en el futuro. En el intertanto y para tratar de explorar la relación de *L. albus* con su comunidad asociada se propone observar su relación con estas otras dos especies de erizos. Para la definición de este indicador, se debe considerar obtener al menos un muestreo de los todos los erizos en un número

determinado de cuadros. En principio se propone una relación de abundancia de las tres especies de erizo por parche/subpoblación. Se sugiere realizar estudios tendientes a evaluar la interacción entre las tres especies.

#### **h. Variables ambientales**

Variables ambientales, como temperatura y salinidad pueden ser obtenidas de los programas de monitoreos que actualmente se desarrollan en la zona (IFOP). Además se puede incluir el análisis de series de tiempo de temperatura superficial del mar y clorofila obtenida desde satélites. Estas series podrían ayudar a interpretar variaciones en los indicadores reproductivos y de reclutamiento, considerando que *L. albus* es un hervívoro, la clorofila es un indicador directo de producción primaria. Como ejemplo se muestra la concentración de clorofila satelital (SeaWifs) entre los años 1998 y 2010 en el mar interior de la X Región (Fig. 2.3). Estas series pueden ser acopladas al seguimiento de las subpoblaciones estudiadas, para entender variaciones en la abundancia, reclutamiento, calidad de la gónada, entre otros indicadores.

#### **2.2.4 Análisis de datos**

Para la caracterización de cada parche se utilizarán métodos geoestadísticos siguiendo a Roa-Ureta and Nuklitschek (2007), considerando la teoría básica que sustenta la aplicación de este tipo de metodologías (ej. Bailey and Gatrell 1995, Legendre and Legendre 1998, Fortin and Dale 2005).

La variación anual en la densidad media en los parches, abundancia, y área ocupada por el stock serán estudiadas utilizando modelos lineales generales, ya sea de la familia Binomial Negativa o Poisson (McCullagh and Nelder 1981), los cuales serán comparados utilizando el criterio de información de Akaike (Akaike, 1974).

La variación anual de la distribución de tamaños (toda la población, reclutas y proporción explotable) pesca será evaluada usando modelos de regresión para datos ordinales (McCullagh 1980), usando el paquete “ordinal” en R.2.14.0 (Christensen 2012). Para esto la distribución de tamaños será separada en intervalos de 10 mm. Todos los análisis estadísticos se realizarán en R.2.14.0 (The R Core Team, 2012).



El índice de condición (relación talla/peso drenado) gonádico será evaluado transformando la variable y aplicando un análisis de varianza, previa verificación de homocedasticidad. La coloración de la gónada será analizada aplicando una regresión multinomial utilizando el paquete “nnet” en R 2.14.0 (Venables, and Ripley, 2002).

La comunidad será estudiada aplicando un Escalamiento Multidimensional no Métrico (nMDS) (Legendre and Legendre 1998) utilizando como factor la zona de pesca. Desde el análisis del porcentaje de similitud se caracterizarán las especies dominantes por zona de pesca, observando las otras dos especies de erizos más comunes *Arbacia dufresnei* y *Pseudechinus magellanicus*.

### 2.2.5 Metodología de recolección de muestras

De acuerdo a lo discutido en el objetivo 1 se sugiere basar el seguimiento poblacional del recurso erizo en la tendencia de la dinámica de contracción/expansión (CE) de subpoblaciones (ej. Caddy 1989, Orensanz and Jamieson 1998, Orensanz et al. 2006) registrando video-transectos a la deriva con un diseño que permita capturar los patrones espaciales en el parche.

Esta metodología deberá ser modificada para parches desde el intermareal (como observado frecuentemente en la región de Aysén). Esta metodología será complementada con la **recolección de muestras por buceo** y/o el **registro de video-transectos con trineo**, dependiendo de las prioridades establecidas por el GTA erizos, la COMPEB y la Subsecretaría de Pesca.

Cada una de las tres metodologías antes mencionadas fue aplicada en alguna etapa del muestreo diagnóstico descrito en el objetivo 1, tomando decisiones a priori basados en el diseño de muestreo y con el objetivo de obtener la mayor información disponible.

#### a. Registro de video-transectos a la deriva

La aplicación de esta metodología se presentó en objetivo 1 y se detalla en Anexo IV (Guía Metodológica). Se propone la realización de un número mínimo de 6 transectas, con el objetivo de capturar de manera adecuada el patrón espacial y disminuir el error para la posterior estimación de indicadores.

Como se describió en Objetivo N° 1, la aplicación de esta metodología permite caracterizar (y posteriormente seguir) un área/parche (subpoblación) discreto (georreferenciado), estimando sus límites, presencia y número de erizos, tipo de sustrato, comunidad asociada (especies y número) y cobertura algal.

Al realizarse los muestreos a la deriva se puede recorrer superficies extensas (1 a 4 kilómetros por hora) a profundidad variable hasta 130 m de profundidad.

Cada minuto de grabación puede ser procesado en un tiempo promedio de 30 minutos. De esta forma un parche de 500 x 300 m (como el observado en Punta Picuta, Carelmapu), muestreado en 6 transectos de 500 m puede ser registrado en 1 a 3 horas y su procesamiento de imágenes completarse en 30 a 90 horas de trabajo (considerando la obtención de todas las variables arriba descritas).

El análisis estadístico y modelamiento, siguiendo a Roa-Ureta and Niklitschek (2007), está automatizado en un rutina del entorno de programación R ([R Development Core Team, 2013](#)) por lo que el procesamiento y validación del mismo parche se puede realizar en 4 horas.

Los principales indicadores son: tamaño del área, superficie donde se distribuye el stock, la proporción de superficie ocupada, densidad media y abundancia por área, otros indicadores comunitarios de interés a definir.

#### **b. Recolección de muestras por buceo**

Considerando que la pesquería del erizo se basa en la comercialización de la gónada del recurso es fundamental obtener una muestra biológica que de cuenta del estado de condición de los erizos y calidad de la gónada (caracterizada por su coloración).

La recolección de muestras por buceo es la tradicionalmente utilizada y requiere alto esfuerzo de muestreo para recolectar muestras representativas de un área/parche de estudio.

Su principal fortaleza es el conocimiento acerca de las técnicas de muestreo, la familiaridad de los técnicos e investigadores para el diseño, un procesamiento de la muestra relativamente rápido.

#### **c. Registro de video-transectos con trineo**

El detalle de la metodología de recolección, procesamiento y análisis de video transectos se presenta en la guía metodológica (Anexo IV).

En este caso particular se utiliza una cámara submarina ensamblada a un trineo, de 35 cm de alto y de 28 cm de ancho entre rieles (esto permite mantener la cámara a una distancia estable del fondo). Los rieles llevan grabada una regla de 20 cm con marcas cada 5 cm. Complementariamente, el trineo está equipado con dos láser paralelos al eje de visión de la cámara y separados por 10 cm de ancho, lo que permite complementar las mediciones realizadas por la regla. Estas referencias son utilizadas para obtener el diámetro de testa de los erizos y el tamaño del cuadro muestreado (aproximadamente 28x25 cm).

La ruta seguida por el trineo puede ser demarcada ó (como en nuestro caso) puede ser registrada a intervalos de 1 segundo utilizando un sistema de seguimiento Tracking MicronNav USLB, que será portado por el trineo.

La principal diferencia (y ventaja) de esta metodología con el registro de video-transectos a la deriva es que permite identificar erizos (*L. albus*) hasta 10 mm con claridad, además de que las escalas (regla y laser) permiten obtener el diámetro de la testa de los erizos en el video-transecto. Al igual que el video-transecto a la deriva este tipo de video-transecto permite el registro de información de comunidad asociada, cobertura algal y tipo de sustrato.

Estos video-transectos son más aplicables en distancias cortas (hasta 100 m aproximadamente, a una velocidad de 10-15 cm/seg), ya que debido a la inestabilidad del trineo requiere ser soportado por un buzo. Además debido a que aún es necesario calibrar la medida de DT de los erizos en el video-transecto, se hace necesario que el buzo recolecte los erizos tras el trineo.

Cada minuto de grabación puede ser procesado en un tiempo promedio de 60 minutos. De esta forma un transecto de 40 m de largo puede ser registrado en 6 a 8 minutos y su procesamiento de imágenes puede completarse en 6 a 8 horas de trabajo (considerando la obtención de todas las variables arriba descritas).

El análisis estadístico y modelamiento (siguiendo a Roa-Ureta and Niklitschek (2007) está automatizado en un rutina de R (R Development Core Team, 2013) por lo que el procesamiento y validación se puede hacer en medio día.

Los principales indicadores son: Diámetro de la testa, densidad media y abundancia por transecto, otros indicadores comunitarios de interés a definir.

Se debe asegurar una muestra mínima de 500 erizos por sector o estación monitoreada, los que serán medidos con Caliper vernier posteriormente.

### 2.2.6 Procesamiento de imágenes

En el laboratorio las imágenes se proyectan sobre una grilla de 100 puntos separados en la pantalla del computador. La muestra está constituida por un cuadro identificado por el tiempo de grabación (hora: minuto: segundo), cuya imagen es congelada para contar e identificar todas las especies epibentónicas presentes en el cuadro, medir el DT de los erizos (*L. albus*), estimar la cobertura algal (%) e identificar el tipo de sustrato (Ver anexo IV guía metodológica). La superficie del cuadro es estimada utilizando la referencia del láser y/o regla en la imagen congelada. Finalmente se crea una base de datos con los siguientes campos:

<b>Polígono</b>	<b>Número y/o nombre de polígono</b>
Estación	Sector de muestreo.
Fecha	Fecha del muestreo.
Hora de Muestreo	Tiempo de muestreo en cada estación.
Video	Nº de videos obtenidos durante el periodo de muestreo (por general asociado a un transecto)
Transecta	Nº de transecta para la recolección de erizos por parte del buzo
Tiempo de Video	Duración del video total en minutos
Latitud	Latitud del lugar del muestreo
Longitud	Longitud del lugar del muestreo
Láser	Medida de referencia para la detención en cada muestreo.
Cuadro	Imagen muestreada, cuya superficie es estimada utilizando la referencia del láser y/o regla en la imagen congelada. Además estará identificada por el tiempo del video en segundos.
Profundidad	Profundidad del la imagen muestreada
Sustrato	Tipo de sustrato arena, arena gruesa, bolón, roca, grava, canchagua, entre otros.
Cobertura algal	La estimación de la cobertura algal se obtendrá utilizando la grilla descrita anteriormente.
Especies	Se identificarán todas las especies presentes en el cuadro hasta el nivel taxonómico más preciso que permita la imagen y la literatura disponible.

## **2.3 Taller de expertos**

En la ciudad de Puerto Montt, entre el 21 - 22 de noviembre de 2013 se realizó un taller de expertos. La lista de invitados y asistentes se muestra en Anexo II.

Para poner a disposición de los invitados la información relativa al proyecto, la propuesta metodológica y el borrador de la guía de recolección, procesamiento y análisis se creó una carpeta en Dropbox, al que fueron invitados a adscribirse. De esta forma expertos que no pudieron participar presencialmente del taller pudieron hacer sus aportes. El programa de taller incluyó los antecedentes de la pesquería y del Plan de Manejo en el cual se enmarca la creación de la red de estaciones de seguimiento de la dinámica poblacional del Recurso erizo.

Las sugerencias realizadas por el grupo de experto, así como las conclusiones acerca de la red propuesta se muestran en Anexo II.

# TABLAS

---

**Tabla 2.1** Criterios e indicadores seleccionados para evaluar el desempeño de la pesquería del erizo en el Plan de Manejo de Zona Contigua.

<b>Criterio</b>	<b>Indicador</b>	<b>Estructura</b>	<b>Punto de Referencia</b>
Desempeño de la Pesquería	Cosecha Desembarque	Por flota (PI), por talla (IFOP), por área (PI)	- Nivel histórico desembarque anual total - Idem por procedencia <sup>1</sup>
	Esfuerzo (N° buzos/día)	Por área (PI), por puerto origen (PI), por faena <sup>2</sup> (PI)	- N° días de pesca/temporada/buzo
			- Cambios de distribución espacial del esfuerzo <sup>3</sup>
Sustentabilidad Biológica	- Densidad (en red fija) - <i>cpue</i> local	Pts. Geográficos pre-establecidos, por área (IFOP y PI)	- Δ densidad en el tpo. - Niveles históricos
	Estructura de Tallas	Por área (IFOP), por profundidad (industria)	- % $C_{BTML}$ <sup>4</sup>
	Color Gónada <sup>5</sup>		- $L_{med}$ , distribución, rangos - Niveles históricos - % grado D procesado
Sustentabilidad Económica	- Aporte al PGB - Valor exportaciones - Precio en playa	- Global - Por línea de Producto - Por punto de desembarque	- Niveles Históricos - Rel. P° playa/Valor export.
Sustentabilidad Social	Empleo (N° de Trabajadores)	Subsectorial (PI)	- Niveles Históricos
Gobernabilidad	Cumplimiento (N° Quejas y/o denuncia) Conflictos (Número)	Subsectorial (Sernapesca /Subsecretaría)	100% de cumplimiento 0%

1. Analizarlo agregado por año y para la serie.
2. Se recomienda asociarlo a la embarcación de pesca, dado que éstas operan en áreas adyacentes hasta una distancia equivalente a 5 horas de navegación respecto al punto de localización de la lancha de acarreo.
3. Se estima que –en un inicio- alrededor de 20 observadores en faena podrían cubrir toda la distribución geográfica de la flota en la ZC. La meta es implementar un sistema de posicionamiento satelital continuo de todas las embarcaciones de la flota pesquera artesanal.
4. Porcentaje de Captura Bajo la Talla Mínima Legal (% $C_{BTML}$ ): nivel histórico 35% (límites: 30% y 40%).
5. El GTA reconoció la necesidad de establecer desde el comienzo áreas de reservas reproductivas. Por ejemplo, en erizo, se identificaron áreas que han presentado históricamente gónadas de color café y que no son explotadas comercialmente, las que pueden cerrarse a la pesca y que eventualmente puedan generar larvas que recolonizen las áreas explotadas, sin un impacto mayor sobre las actuales áreas de explotación comercial de erizo.

**Tabla 2.2** Variables consideradas para el monitoreo de la pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en la costa de California (cuadros en gris) según el lugar donde es recolectada la información (Números indican prioridad asignada para *S. Franciscanus*) Modificada de Gutierrez (2011). Se compara con el actual monitoreo de la pesquería de *L. albus* (IFOP) y las variables que consideraría la red de estaciones (Red) a implementar. IFOP\* A través de modelo de evaluación de stock en validación (Roa-Ureta 2011).

Variables	Detalle	Prioridad	Lugar de recolección de datos		
			Mar	Puerto	Planta
Extracción	Fecha	1		IFOP	
	Latitud, longitud, profundidad	1		IFOP	
	Tiempo inmersión, área cosechada/cubierta	1			
Productivas	Captura (kg o individuos)	1		IFOP	
	CPUE (por tiempo; por área)	1		IFOP	
	Estimación de abundancia de erizos post-pesquería	2		IFOP *	
Biológicas	Densidad (ind./m <sup>2</sup> ; kg/m <sup>2</sup> )	1	Red		
	Distribución de frecuencia de tallas (media, mínima)	1	Red	IFOP	
	Proporción de erizos en relación a la talla mínima legal	1	Red	IFOP	
	Producción y calidad de gónadas	1	Red		
	Áreas de/con reclutamiento (estimadas)	2	Red		
	Reclutamiento (ind./m <sup>2</sup> )	2	Red		
	Áreas de alta densidad	2	Red		
	Composición comunitaria (otras especies)	2	Red		
Ambientales	Temperatura superficial del mar	2	Red		
	Tipo de sustrato (arena, roca, etc.)	2	Red		
	Cobertura algal (%) y tipo(e.g. macroalgas)	2	Red		



**Tabla 2.3** Variables/indicadores consideradas para la red de estaciones fijas, considerando el registro de video-transectos a la deriva, recolección de muestras por buceo y/o registro de video-transectos con trineo.

<b>METODOLOGIA</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología de análisis y modelamiento</b>
DERIVA	1. Densidad media por parche 2. Abundancia total en el parche 3. Área ocupada por el parche 4. Proporción del área ocupada por el Parche	Aproximación teórica basada en Caddy (1989, Orensanz et al. 1986, Orensanz et al. 1998, Orensanz et al. 2006). Métodos geoestadísticos basados en Roa-Ureta and Niklitschek (2007).
BUCEO, VIDEO TRANSECTO TRINEO	5. Distribución de frecuencia de tallas (media, mínima, reclutamiento (ind./m <sup>2</sup> ))	Modelos Generales Lineales (McCullagh and Nelder 1981)
BUCEO + DERIVA	6. Biomasa por parche	Basada en la aproximación geoestadística descrita en los primeros indicadores y complementada con Modelos no lineales para la relación talla-peso
BUCEO	7. Producción y calidad de gónadas	Observación coloración de la gónada (análisis Multinomial)
DERIVA Y TRINEO	8. Perfiles de Concentración	Siguiendo a Orensanz (1998) 2006
DERIVA Y TRINEO	9. Comunidad asociada (otras especies)	Escalamiento Multidimensional no métrico (Legendre and Legendre 1998) Comparación de abundancia y proporción comparada de otras especies de erizos. Comparación Cobertura algal (ANOVA con variable transformada)
MONITOREO DE IFOP	10. Variables ambientales	Análisis de series de tiempo de variables ambientales (Legendre and Legendre 1998, cap. 12). Su acople con variaciones en los indicadores poblacionales debe ser discutido.

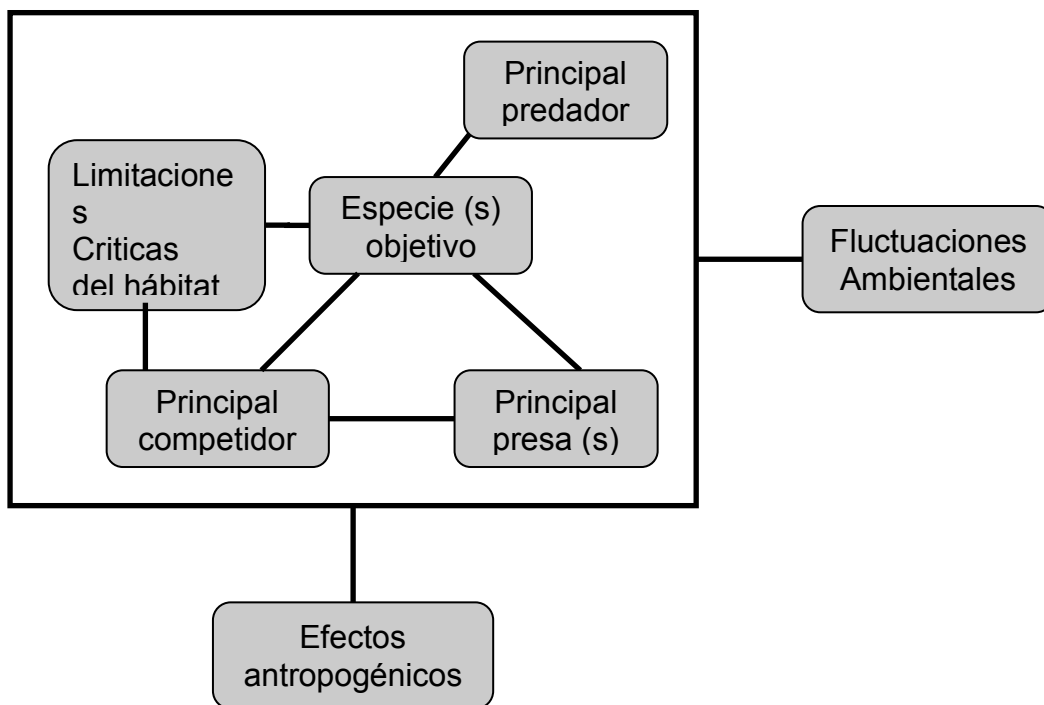
**Tabla 2.4** Comparación de metodologías aplicadas para la recolección de muestras y construcción de indicadores para la red de monitoreo poblacional que considera las horas hombre referenciales que se deben invertir. HH=horas hombre. Tiempo de revisión video deriva aproximadamente 30 min por minuto de video. Revisión video trineo 60 a 90 minutos por minuto de video. No considera el traslado al área de trabajo.

<b>Metodología de recolección y/o Observación</b>	<b>Horas de trabajo Referencial</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Categoría de indicadores</b>
Video transecto a la deriva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 horas de trabajo en embarcación (promedio) por parche</li> <li>- 20-40 HH de proceso de video-transectos e ingreso de datos</li> <li>- 8 HH de validación y análisis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Densidad media del parche de erizos</li> <li>- Area ocupada por el parche</li> <li>- Abundancia total en el parche</li> <li>- Biomasa (complementado con recolección de muestra)</li> <li>- Perfil de concentración</li> </ul>	1
Video transecto a la deriva,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 20-40 HH de proceso de video-transectos e ingreso de datos</li> <li>- 8 HH de validación y análisis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura algal</li> <li>- Comunidad asociada</li> <li>- Tipo de sustrato</li> <li>- Relación entre especies de erizos</li> </ul>	2
Buceo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 hora de buceo</li> <li>- 2 HH procesamiento muestra en embarcación.</li> <li>- 1 HH ingreso de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad de la gónada (30 erizos)</li> <li>- Distribución de tamaños</li> </ul>	1
Buceo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 HH procesamiento muestra en embarcación.</li> <li>- 1 HH ingreso de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Índice de condición en el parche (400-500 erizos)</li> </ul>	2

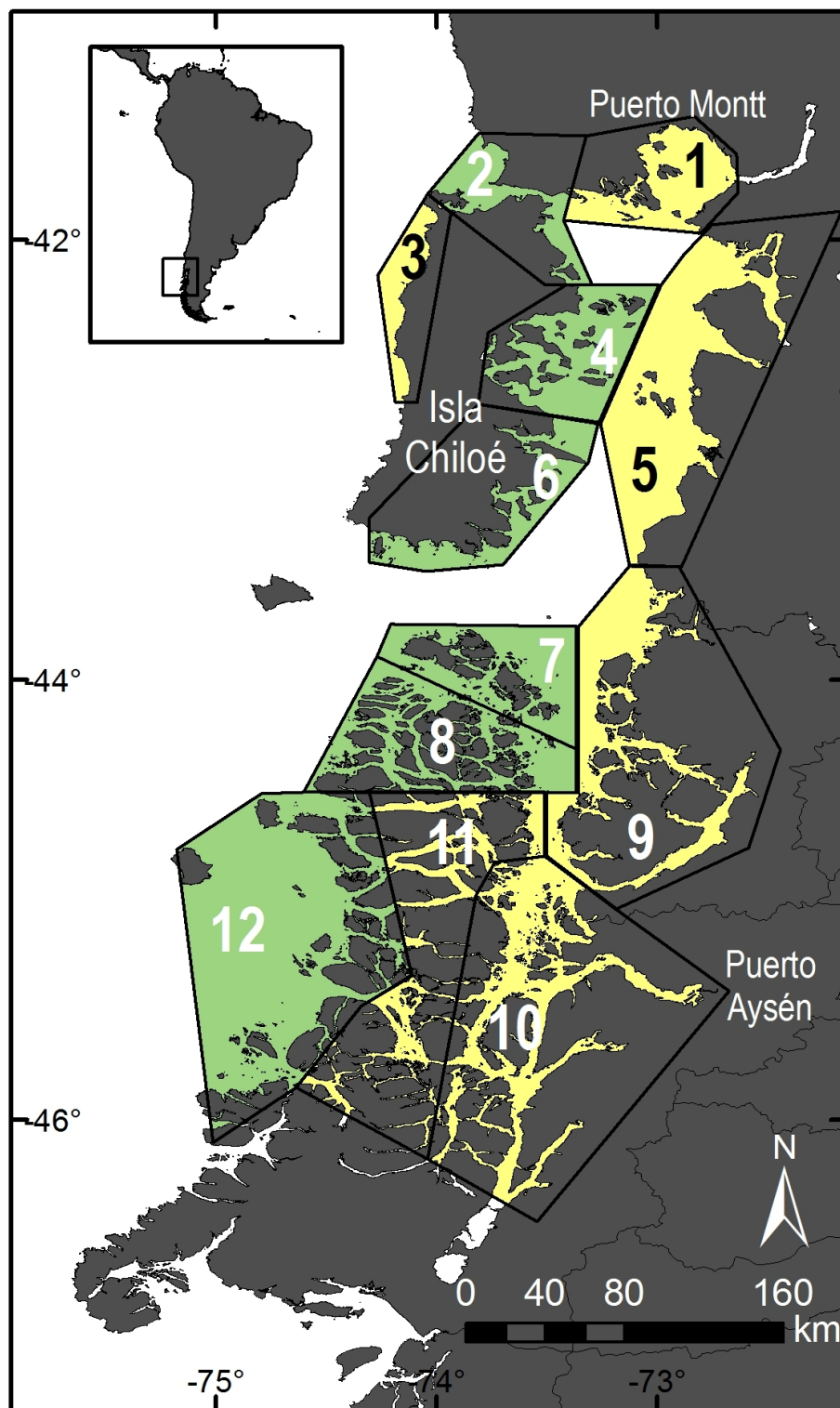
<b>Metodología de recolección y/o Observación</b>	<b>Horas de trabajo Referencial</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Categoría de indicadores</b>
Video-transecto con trineo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 30-60 minutos de trabajo en embarcación para tres transectas (app. 400-500 erizos).</li> <li>- 20-25 HH de proceso de video-transectos e ingreso de datos.</li> <li>- 8 HH de validación y análisis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribución de tamaños de erizos</li> <li>- Densidad</li> </ul>	2
Video-transecto con trineo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 20-25 HH de proceso de video-transectos e ingreso de datos.</li> <li>- 8 HH de validación y análisis</li> </ul>	Comunidad asociada	3
Series de tiempo de variables ambientales	10 horas recopilación 10 horas procesamiento 10 horas análisis de datos	Indicadores ambientales	2

## **FIGURAS**

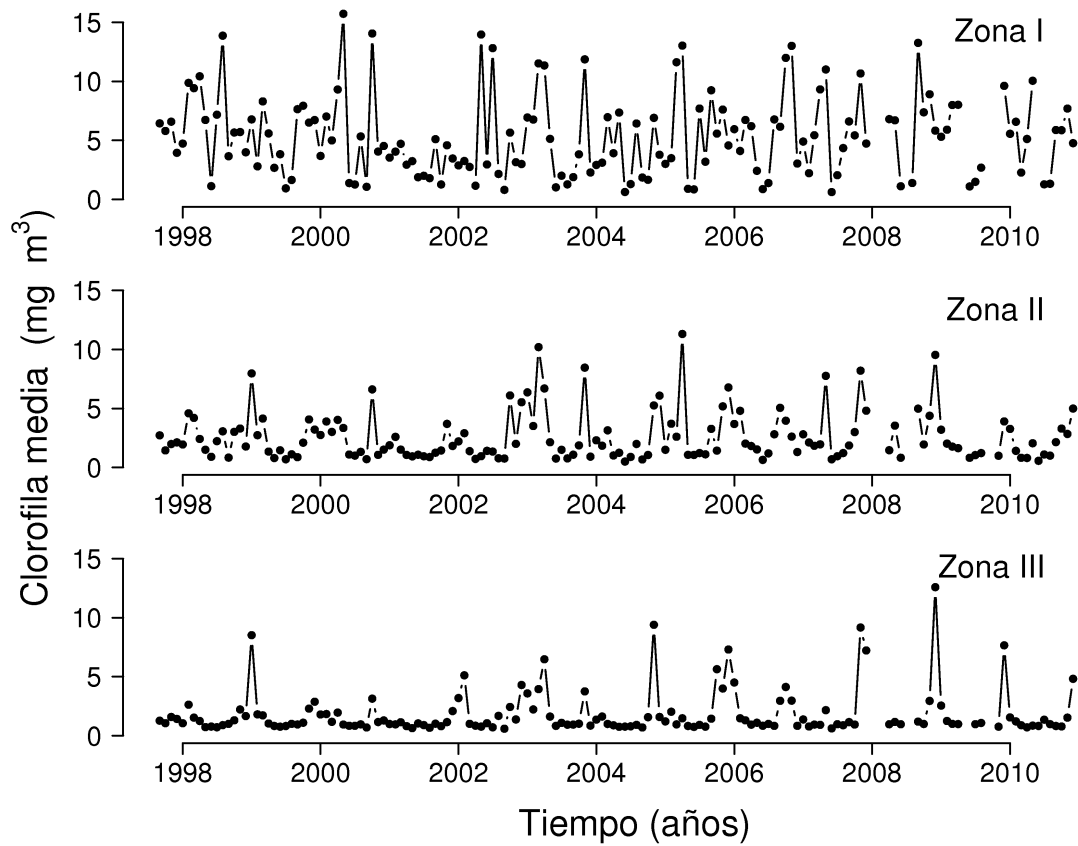
---



**Figura 2.1** Interacciones biológicas de primer orden que afectan directamente una población sometida al manejo, que sería útil controlar en una pesquería y factores de segundo orden que afectan la productividad. Tomado de Caddy (2004).



**Figura 2.2** Área de estudio en la X y XI regiones, mostrando los 12 polígonos de pesca propuesto por Molinet et al. (2011). En verde los polígonos que se sugiere monitorear y en amarillo los polígonos restantes.



**Figura 2.3** Concentración media mensual entre 1997 y 2010, obtenida a partir de datos satelitales SeaWifs. La zona I corresponde a Reloncaví, Zona II a Grupo Islas Desertores y Zona III al Sur Desertores - Golfo Corcovado.

### 3. Objetivo específico n°3

**Definir la distribución espacial y número de las estaciones de la red, a través de revisión bibliográfica, un muestreo diagnóstico (línea base) en las principales áreas de operación de la pesquería y un análisis de los resultados teóricamente fundado.**

#### 3.1 Antecedentes

La pesquería del erizo es una pesquería espacialmente estructurada, cuya flota (formada principalmente por embarcaciones de menos de 15 m de eslora) se distribuye entre el litoral de la región de Los Lagos y Aysén (definida como el área de estudio), entre un grupo de procedencias de pesca que son relativamente identificables, considerando la información disponible del seguimiento bentónico del Instituto de Fomento Pesquero.

Basado en la caracterización de subpoblaciones, que pueden ser bien representadas por la caracterización de áreas/parche usando video-transectos a la deriva, en el **Objetivo 1** se propone realizar un seguimiento poblacional del recurso erizo en esta escala espacial, donde opera una dinámica de expansión/contracción que podría mostrar tendencias de la dinámica de la población en la escala de la macrozona. Los principales indicadores serían la variación en la proporción del área ocupada por la subpoblación (parches), la densidad media, la abundancia, biomasa, distribución de tamaños y condición de la gónada.

Relativa a las características del área de estudio, se ha descrito que alrededor del 90% de la población de erizos se distribuye entre 0 y 15 m de profundidad lo que es coincidente con lo registrado en este estudio, exceptuando la zona de pesca 2 (alrededor del canal Chacao).

En el informe final del proyecto FIP 2005-51 “**Diagnostico biológico–pesquero para recursos bentónicos de la zona contigua, X y XI región**”, (Molinet et al. 2008), se reporta una detallada descripción de los antecedentes oceanográficos que caracterizan el área de estudio. De las variables físicas consideradas en el reporte mencionado, se reconocen cuatro grandes grupos de zonas de pesca (polígonos), los que se separan principalmente por un gradiente longitudinal (este – oeste) de salinidad y un gradiente norte sur de temperatura. Las zonas de pesca localizadas en el borde continental del mar interior (Polígonos 1, 5, 9 y 10), conforman un grupo homogéneo y distintivo de los situados hacia el oeste del área de estudio y más



adyacentes a aguas oceánicas (Polígonos 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11 y 12). La temperatura actúa como una componente de segundo orden que permite separar dentro de los dos grandes grupos, en función de su gradiente latitudinal, las zonas de pesca 12, 8 y 7 (las más importantes para la pesquería del erizo en la región de Aysén), como un subgrupo, asociado a aguas de menor temperatura. El polígono 2 representa un área independiente, caracterizada por el fuerte flujo en el canal Chacao.

La información de variables ambientales coincide con lo observado en la expedición diagnóstica relativo a los indicadores de abundancia, talla, reclutamiento, etc., en cuanto a reconocer que los polígonos parecen estar anidados macroáreas más grandes y en separar el polígono 2. Por tal motivo, las estaciones propuestas deben representar las características generales del área de estudio, tratando de representar gradientes más que representar a un polígono en particular. De esta forma, preliminarmente se propone abordar el seguimiento de la población considerando la misma escala espacial que considera Sernapesca para el seguimiento de los desembarques de erizo, escala que ha adoptado el Plan de Manejo de las Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua; X región norte, X región sur, XI región. Sin perjuicio de lo anterior en el futuro, la XI región de Aysén podría ser dividida en al menos dos macrozonas considerando los resultados preliminares y las características de la pesquería del erizo.

### **3.2. Definición de ubicación y número de estaciones**

Todas las estaciones visitadas fueron seleccionadas considerando la información del monitoreo de la pesquería del IFOP, la experiencia del consultor en otros proyectos y la asesoría prestada por buzos mariscadores que han operado en la pesquería. Por lo tanto, todos los sitios visitados corresponden a áreas donde la pesquería opera y que revisten algún nivel de importancia para ella.

De los 32 parches/subpoblaciones a las cuales fue posible aplicar el procedimiento geoestadístico el 75% mostró patrón espacial, aunque en algunos casos el registro de los video-transectos a la deriva no permitió capturar de buena manera los límites del parche ni el patrón espacial como se discute en **objetivo 1**. Esto se puede solucionar, realizando un mayor número de estaciones de 50 a 100 m de largo cada una, lo que permitiría representar de mejor manera

la subpoblación estudiada. A la vez se debe considerar que la zona de pesca 12 fue submuestreada debido a las condiciones meteorológicas durante la expedición diagnóstica.

En la tabla 3.1 se proponen 5 criterios para la selección de estaciones para la red, basado en los resultados de la caracterización de parches/subpoblaciones descritas en el objetivo 1.

**Criterio 1: Área ocupada por el parche**, expresado como el área en la que podría haber presencia de erizos, considerando i) la presencia de una subpoblación, ii) la presencia de sustrato apropiado (grava, roca, conchilla) aledaño a la subpoblación, iii) la profundidad hasta la que se registró erizos en la subpoblación. A mayor área ocupada se aplica mayor puntaje ya que esto aumentará la probabilidad de seguimiento en el tiempo, se presume mayor resiliencia de la subpoblación.

**Criterio 2: Rango de profundidad**, expresado como el gradiente de distribución de erizos entre superficie y > a 35 m. Parches reportados de erizo *L. albus* más profundo que 20 m metros son escasos (5 en total) y discretos. Sin embargo, seguir sus tendencias poblaciones en el gradiente vertical puede ser muy importante desde la perspectiva de los hábitat fuente y sumidero (sensu Pulliam 1988). En este sentido se propone que los erizos en hábitat profundos constituyen sumideros, cuya fuente serían los hábitat someros. En este sentido, se esperaría observar una extinción más rápida de erizos en hábitat sumidero, que deben estar caracterizados principalmente por la presencia de erizos de mayor tamaño y de pocas cohortes. En estos casos será necesario idear un mecanismo de registro de tamaños al menos.

**Criterio 3: Densidad media**, expresada como la densidad media de erizos por metro cuadrado en el área ocupada por erizos. Este criterio busca seleccionar estaciones que muestren una mayor densidad. Los rangos fueron obtenidos desde la observación de este estudio

**Criterio 4: Abundancia de erizos**, expresada como el número total de erizos en la subpoblación. Subpoblaciones con mayor abundancia observada aumentarán la probabilidad de dar seguimiento en el tiempo a sus tendencias y permitirán una mejor representación de la población.

**Criterio 5: Reclutamiento**, expresada como el número de erizos entre 10 y 20 mm registrados. Aunque sólo se recolectó muestras en 24 de los 44 sitios estudiados, y por tanto existen subpoblaciones de las que no se tiene esta información para el ranking, se consideró que incluir subpoblaciones con reclutamiento mejorará la observación de su tendencia. Este indicador entrega puntaje 1 a sitios donde el reclutamiento fue observado (erizos entre 10 y 20 mm) y 0 a

sitios donde no se observó reclutamiento. De esta forma los sitios de los que no se obtuvo el indicador no se vieron muy desvalorizados en su ranking.

Para los otros 4 criterios se asignó una escala de valor de 1-3 considerando la clasificación de cada uno de los criterios en Tabla 3.1. Estos criterios fueron aplicados a cada parche visitado, cuando su información disponible lo permitió. La suma de los criterios permitió construir un ranking desde mayor a menor puntaje que se muestra en la tabla Tabla 3.2.

Otros criterios para la selección de las subpoblaciones fue su distribución geográfica en términos de representar:

- i) La distribución de subpoblaciones en el área de estudio (ej. representación de zonas de pesca),
- ii) La accesibilidad clasificada como zona protegida y expuesta, dependiendo si son zonas con mayor e menor exposición al oleaje y
- iii) La distancia a los puertos de desembarque clasificada como local (a menos de 3 horas de navegación del puerto de desembarque, en embarcación extractora (7-8 nudos de velocidad).

Los mayores ranking se obtuvieron para subpoblaciones en la región de Los Lagos, donde las subpoblaciones fueron observadas en el submareal. Los menores ranking fueron observados en varias zonas de pesca, lo que explica la heterogeneidad de los sitios muestreados (Tabla 3.2). Aunque en la zona de pesca 12 sólo se pudo trabajar en zonas protegidas se pudo obtener una clasificación para consideración como estaciones de monitoreo. Finalmente, siete sitios visitados no pudieron ser clasificados ya que la modelación geoestadística no convergió y no fue posible estimar parámetros de los modelos ni indicadores del parche (en algunos casos, no se registraron erizos).

En la tabla 3.3 se resume la información de los principales indicadores relacionados a cada subpoblación (o fracción de parche) estudiado (asociada a un sitio). De los sitios estudiados se propone que 12 parches podrían ser incluidos como estaciones de muestreo para el monitoreo poblacional de *L. albus*. De estos 12 parches se desplegó mayor detalle en su respectiva ficha, considerando un esquema sobre el área disponible, densidad, abundancia, comunidad asociada y estructura de tamaños. Esto constituiría la línea base de estos parches (Anexo VII).

Sin embargo, para una mejor representatividad del área de estudio se considera un número de 16 estaciones de muestreo. Las 4 estaciones restantes se seleccionaron en base a i) trabajos

previos realizados por el grupo de investigación y ii) el seguimiento de la flota realizado durante 2014 por el Instituto de Fomento Pesquero y la UACH.

Así se seleccionaron las siguientes estaciones:

**Sur de isla Laitec:** Ubicado en zona de pesca 6, corresponde a un sitio expuesto cerca de Quellón. Parche de erizos visitado con embarcación extractora durante 2014. Registro de 13 Toneladas de erizos durante 2013 (según monitoreo de la pesquería de IFOP). (Pag. 39, Anexo VII)

**Isla Westhoff:** Ubicado en zona de pesca 7, corresponde a un sitio protegido, cerca de Melinka. Esta estación fue muestreada durante presente proyecto, pero se recolectaron video-transectos con trineo. Por lo mismo se cuenta con información de su estructura de tamaños y densidad (Pag. 47, Anexo) Con esta información se elaboró una ficha que se utilizará como base para ser completada en la implementación de la red.

**Canal Perez Sur:** Ubicada en la zona de pesca 11, corresponde a un sitio protegido, regularmente explotado de manera remota por la flota de la región de Los Lagos. Durante agosto de 2013 se visitaron sitios de extracción con embarcación extractora, aunque no fue posible caracterizar debidamente los parches debido a la prioridad de pesca de la embarcación. Se espera que con la implementación de la red se pueda crear la ficha basal del parche que se seleccione ya que existen al menos dos parches observados, se toma como referencia Isla Teresa (Pag. 67, Anexo VII).

**Isla Tres Dedos:** Ubicado en zona de pesca 12, corresponde a un sitio expuesto a más de 7 horas de navegación de un puerto de desembarque. Parche de erizos visitado con embarcación extractora durante 2014. (Pag. 78, Anexo VII).

En la tabla 3.4 se muestran las 16 estaciones, la zona de pesca, sus coordenadas geográficas y la superficie estimada sobre la que se trabajará. Finalmente, las estaciones se despliegan en figura 3.1 representando su ubicación geográfica.

### 3.3 Estudio de costos

En la tabla 3.5 se presenta la estimación de costos por estación de muestreo, estandarizada considerando las distancias promedio entre las estaciones de toda el área de estudio, así como

los tiempos de desplazamiento promedio entre estaciones. La tabla 3.5 también presenta el costo sumando las tres categorías de indicadores que se sugieren en el objetivo 1.

Los costos que implicaría el monitoreo de 16 estaciones propuestas es de \$ 60,526,316 (indicadores categoría 1), \$ 62,210,526, (indicadores categoría 1 y 2) y \$ 72,315,789 (indicadores categoría 3) (Tabla 3.6). En la tabla 3.6 se entre una sensibilización de los costos considerando entre 10 y 25 estaciones de muestreo (parches/subpoblaciones) y las tres categorías de indicadores propuestas en objetivo N° 1

Se debe considerar que estos costos también dependerán de las capacidades humanas y materiales instaladas para la ejecución de la actividad propuesta. Para mejorar la aplicabilidad de la metodología propuesta se elaboró una guía (ver Anexo IV), la cual se anexa. Para mejorar las capacidades humanas se recomienda la realización de un curso/taller (inducción a potenciales proponentes) de recolección, procesamiento y análisis de datos. Este curso podría ser dictado por la ejecutora del presente proyecto.

### **3.4 Elaboración de Guía de Muestreo y Análisis de información**

Uno de los productos del proyecto es la elaboración de una guía que incluye la metodología detallada de recolección de información, su procesamiento y análisis cuantitativo Anexo IV.

### **3.5 Talleres de difusión**

Los resultados de este proyecto han sido presentados al GTA erizos y a la Comisión de Manejo de las Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua X y XI Regiones (COMPEB), en enero de 2014.

### **3.6 Conclusiones**

La caracterización de parches lograda con la metodología de muestreo aplicada permitió identificar 12 estaciones representativas del área de estudio para ser monitoreadas (considerando los criterios seleccionados). Aunque algunas de estas estaciones no pudieron ser

caracterizadas completamente se espera que en la implementación de la red esto se concrete. Se propusieron un total de 16 estaciones que representen el área de estudio. De las 4 nuevas estaciones incluidas 2 se obtuvieron del monitoreo diagnóstico, sin información de vido transectos a la deriva y otras dos surgen de la información obtenida por IFOP-UACH en un ptoyecto de seguimiento de flota in situ (Anexo VII)

Considerando los costos de recolección de imágenes, horas hombre de procesamiento y tiempos de reacción para la elaboración de reportes se considera que 16 estaciones es un número adecuado que se debería realizar anualmente. En la figura 3.1 se despliega la distribución aproximada de los parches (ver detalle en ficha de parches en Anexo VII).

Los tiempos de respuesta pueden ser mejorados si se considera las categorías de indicadores 1, 2 ó 3. El submuestreo de las imágenes también podría ser una estrategia para disminuir las horas de proceso lo que debe ser evaluado en mayor detalle.

# TABLAS

---

**Tabla 3.1** Criterios para la creación de un ranking de parches/subpoblaciones de erizo para ser propuestos como estaciones para una red de monitoreo poblacional. Ha =hectáreas.

Criterio	Valoración		
	1	2	3
Área ocupada por el parche	< 10 ha	10- 50 ha	> 50 ha
Rango de profundidad	<15 m	hasta 35 m	> 35 m
Densidad media	< 1 erizos/m <sup>2</sup>	1-5 erizos/m <sup>2</sup>	> 5 erizos/ m <sup>2</sup>
Abundancia de erizos en el parche	< 100,000 erizos	100,000-500,000 erizos	> 500,000 erizos
Reclutamiento	Presencia		



**Tabla 3.2** Valoración de criterios aplicados para la elaboración de un ranking de subpoblaciones para una red de monitoreo poblacional de *L. albus*. El ranking es obtenido desde la suma de los valores asignados a cada criterio.

Zona	Área	Tamaño de parche	Rango de profundidad	Erizos m <sup>2</sup>	Abundancia en parche	Reclutas	Ranking
2	Corona	3	3	2	3	0	11
2	Pulelo	1	3	3	2	1	10
4	Pajaros	2	1	2	3	1	9
6	Paula	3	3	1	1	1	9
7	Gpeligroso	3	1	2	3	0	9
2	Picuta	2	2	2	1	1	8
8	Midhurst SW I.	2	3	1	2	0	8
11	Tahuenahuec	2	1	2	2	1	8
8	Llanos	2	1	2	2	0	7
8	SkorpiosS	2	1	1	2	1	7
1	Quenu	2	1	1	1	1	6
2	Morro Lobos	2	1	1	2	0	6
4	Tenaun	2	1	1	2	0	6
5	Chulin Canal	2	1	2	1	0	6
5	Nayahue	2	1	1	2	0	6
6	San Pedro	2	2	1	1	0	6
8	Islote Erizo	1	1	2	1	1	6
12	Canal Goñi	1	1	2	1	1	6
12	NE I. Rowlett	1	1	2	1	1	6
12	SE I. Stockes	1	1	2	1	1	6
2	Bajo Linao	1	1	2	1	0	5
4	Bajo Chincui	1	1	1	1	1	5
7	Puquitin	1	1	2	1	0	5
8	Sierra	1	2	1	1	0	5
1	Guar Sur_este	1	1	1	1	0	4
1	Guar Este	1	1	1	1	0	4
1	Paso tautil	1	1	1	1	0	4
1	San Ramon	1	1	1	1	0	4
5	Nihuel	1	1	1	1	0	4
5	Pta. Nahue	1	1	1	1	0	4
6	Yatac	1	1	1	1	0	4
7	Ovalada	1	1	1	1	0	4
8	Canave	1	1	1	1	0	4
8	SkorpiosN	1	1	1	1	0	4
5	Talcan						
5	Bajo Salvo						

<b>Zona</b>	<b>Área</b>	<b>Tamaño de parche</b>	<b>Rango de profundidad</b>	<b>Erizos m<sup>2</sup></b>	<b>Abundancia en parche</b>	<b>Reclutas</b>	<b>Ranking</b>
11	Isla Canal						
11	Isla Teresa						
11	P. Nicolas						
2	Sebastiana						
12	Isla Williaams						

**Tabla 3.3** Resumen de los principales indicadores poblacionales del recurso erizo en sitios en los que se recolectó información a través de video/transectos a la deriva. Destacado en gris los sitios propuestos para ser parte de la red de estaciones.

Zona de Pesca	Parche	Area (ha)	Area ocupada (ha)	Densidad (erizos / m <sup>2</sup> )	Abundancia Total	Reclutas (Presencia)	Distancia	Exposición	Ranking
2	Corona	125	38.24	3.14	1,070,006	1	Local	Expuesta	11
2	Pulelo	7.5	5.59	10.7	298,566		Local	Protegida	10
4	Pajaros	80	62.92	2.16	683,131	1	Remota	Expuesta	9
6	Paula	6	3.82	0.76	14,582	0	Local	Protegida	9
7	Peligroso	80	119.46	2.13	1,273,503	0	Local	Protegida	9
2	Picuta	18	4.33	2.8	61,849	1	Local	Protegida	8
8	Midhurst	22	14.12	1.68	129,818	0	Remota	Expuesta	8
11	SW I. Tahuenahuec	15	10.08	3	115,938		Remota	Protegida	8
8	Llanos	200	30.61	1.17	669,575	1	Remota	Protegida	7
8	SkorpiosS	18	13.13	1.78	100,952	0	Remota	Protegida	7
1	Quenu	10	4.36	0.87	38,169	1	Local	Expuesta	6
2	Morro Lobos	26	20.67	1.87	193,704	0	Local	Protegida	6
4	Bajo Chincui	7.5	6.25	3.15	42,625	1	Remota	Protegida	6
5	Chulin	63	10.11	1.62	115,631	0	Remota	Protegida	6
5	Canal Nayahue	40	13.01	1.67	108,687	0	Remota	Protegida	6
6	San Pedro	45	11.91	1.49	89,062	0	Local	Expuesta	6
8	Islote Erizo	4	1.22	1.95	12,810	0	Remota	Protegida	6
12	Canal Goñi	5.4	3.99	4.75	94,734	1	Remota	Expuesta	6
12	NE I. Rowlett	7	1.98	7.2	71,571	1	Remota	Protegida	6
12	SE I. Stockes	48	1.33	2.86	19,123	1	Remota	Expuesta	6
1	Guar Sur_este	5	2.53	0.22	10,802	1	Local	Protegida	5
1	Guar Este	24	4.94	0.27	51,464	1	Local	Protegida	5
2	Bajo Linao	1.6	0.11	1.61	32,316	1	Local	Protegida	5
4	Tenaun	24	12.47	0.8	193,662	0	Local	Expuesta	5
7	Puquitin	12	3.55	1.05	37,567	0	Local	Protegida	5
8	Sierra	50	3.00	0.27	8,326	0	Remota	Expuesta	5
1	Paso tautil	16	3.40	0.41	20,962	0	Local	Protegida	4

Zona de Pesca	Parche	Area (ha)	Area ocupada (ha)	Densidad (erizos / m <sup>2</sup> )	Abundancia Total	Reclutas (Presencia)	Distancia	Exposición	Ranking
1	San Ramon	72	30.68	0.19	29,906	0	Local	Protegida	4
5	Nihuel	8.8	3.25	0.58	19,074	0	Remota	Protegida	4
5	Pta. Nayahue	8.5	5.08	0.47	23,827	0	Remota	Expuesta	4
6	Yatac	8	5.45	0.906	49,404	1	Local	Expuesta	4
7	Ovalada	2	0.40	0.27	1,115	0	Local	Protegida	4
8	Canave	8	4.67	0.22	10,674	1	Remota	Protegida	4
8	SkorpionsN	12	5.45	0.88	47,985	0	Remota	Protegida	4
11	Isla Canal	0	0.00			1	Remota	Protegida	0
11	P. Nicolas	3.36	0.00				Remota	Protegida	0
2	Sebastiana	0				0	Local	Expuesta	
5	Talcan	0	0.00				Remota	Expuesta	
5	Bajo Salvo	0	0.00						
11	Isla Teresa	0	0.00				Remota	Protegida	
12	Isla Williaams					0	Remota	Expuesta	

**Tabla 3.4** Coordenadas geográficas de 16 estaciones de muestreo para el seguimiento poblacional del *L. albus* en el área de estudio. Doce estaciones fueron seleccionadas por su ranking desde la tabla 3.2 y 3.3 (ver anexo VII).

<b>Polígono</b>	<b>Nombre</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Área (ha)</b>
1	Quenu	41° 49' 12.34" S	73° 10' 18.08" W	10
2	Picuta	41° 45' 31.42" S	73° 42' 14.37" W	18
2	Corona	41° 46' 04.26" S	73° 51' 56.80" W	125
2	Pulelo	41° 49' 55.81" S	73° 28' 28.92" W	7.5
4	Pájaros	42° 16' 06.60" S	73° 11' 03.55" W	80
5	Chulin	42° 35' 55.41" S	73° 02' 20.97" W	63
6	Paula	43° 11' 26.47" S	73° 40' 07.34" W	6
6	Laitec Sur	43° 16' 27.06" S	73° 33' 46.06" W	6
7	G- Peligroso	43° 53' 41.81" S	73° 40' 50.7" W	80
7	I. Westhoff	43° 53' 55.31" S	73° 43' 42.15" W	13
8	I. Llanos	44° 03' 58.54" S	74° 03' 54.84" W	200
8	I. Midhurst	44° 11' 15.48" S	74° 21' 23.33" W	22
8	Skorprios Sur	44° 26' 48.27" S	73° 54' 22.61" W	18
11	C. Perez Sur	44° 52' 46.96" S	73° 45' 49.04" W	9
12	I. Stockes SE	44° 41' 38.48" S	74° 26' 51.84" W	48
12	I. Tres dedos	45° 16' 13.06" S	74° 36' 30.91" W	200

**Tabla 3.5** Costo estimado de recolección de datos, procesamiento de la información, análisis y elaboración de informes de 1 estación de la red propuesta. Las horas de arriendo de embarcación y recolección de muestras están multiplicadas por 1.5, considerando las distancias a recorrer entre estaciones y los tiempos que toman esos desplazamiento en la extensa área que se pretende representar. Las categorías de los indicadores corresponden a lo definido en el objetivo 1.

Items	Categoría de indicadores		
	Solo 1	1+2	1+2+3
Nº Estaciones	1	1	1
Arriendo embarcación (dias)	1		
Costo arriendo (\$/dia)	600,000		
<b>Total arriendo embarcación</b>	<b>900,000</b>	<b>900,000</b>	<b>900,000</b>
Recolección muestras (HH)	24	24	24
Costo HH recolección (\$)	10,000	10,000	10,000
<b>Total recolección de muestras</b>	<b>240,000</b>	<b>240,000</b>	<b>240,000</b>
Video-transectos deriva (min)	120	120	120
Video-transectos Trineo	20	20	20
Procesamiento videos deriva (horas)	60	80	140
Procesamiento videos trineo (horas)	4	4	4
Valor procesamiento (\$/hora)	5,000	5,000	5,000
<b>Total procesamiento</b>	<b>320,000</b>	<b>420,000</b>	<b>720,000</b>
Gestión de proyecto	8	8	8
Apoyo administrativo	4	4	4
Elaboración de base de datos	8	12	20
Análisis estadístico (HH)	8	12	20
Elaboración informes	8	10	12
Costo HH (\$)	10,000	10,000	10,000
<b>Total Recolección y gestión</b>	<b>360,000</b>	<b>340,000</b>	<b>520,000</b>
<b>Operación</b>			
Arriendo equipos	400,000	400,000	400,000
Arriendo Vehículo	60,000	60,000	60,000
Combustible y otros	350,000	350,000	350,000
Gastos de operación	100,000	100,000	100,000
Pasajes			
Viaticos	145,000	145,000	145,000
<b>Total Operación</b>	<b>1,055,000</b>	<b>1,055,000</b>	<b>1,055,000</b>
<b>Gastos de administración (24%)</b>	<b>907,895</b>	<b>933,158</b>	<b>1,084,737</b>
<b>TOTAL \$</b>	<b>3,782,895</b>	<b>3,888,158</b>	<b>4,519,737</b>

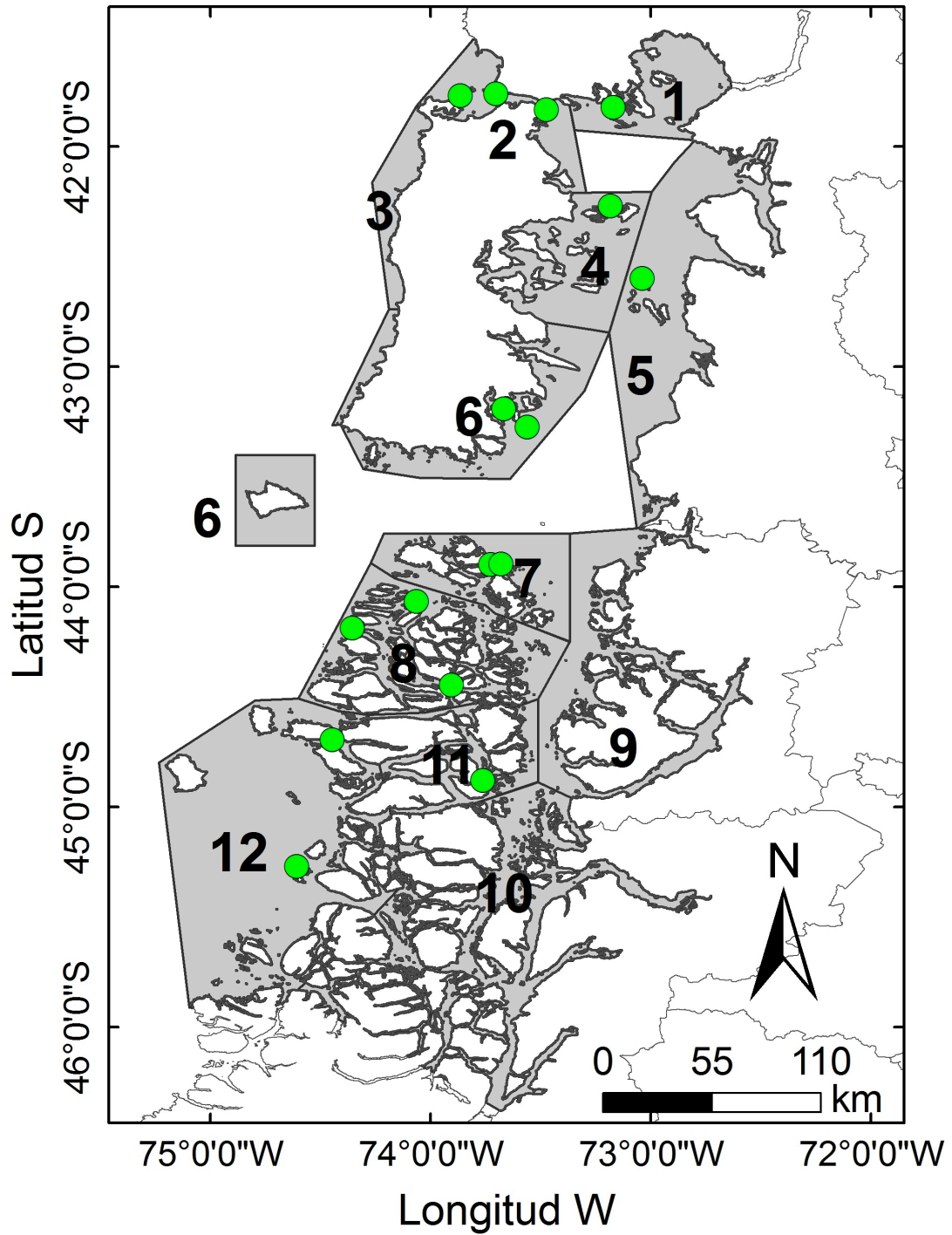
**Tabla 3.6** Distintos escenarios para la estimación de costos de cada expedición a la zona de estudio considerando entre 10 y 25 estaciones (parches) y las tres categorías de indicadores propuestas en objetivo 1. Se destaca en gris el costo (\$) para las 16 estaciones propuestas.

<b>Categoría de indicadores</b>			
<b>Nº de estaciones</b>	<b>Costo Solo 1 (\$)</b>	<b>Costo 1+2 (\$)</b>	<b>Costo 1+2+3 (\$)</b>
10	37,828,947	38,881,579	45,197,368
11	41,611,842	42,769,737	49,717,105
12	45,394,737	46,657,895	54,236,842
13	49,177,632	50,546,053	58,756,579
14	52,960,526	54,434,211	63,276,316
15	56,743,421	58,322,368	67,796,053
16	60,526,316	62,210,526	72,315,789
17	64,309,211	66,098,684	76,835,526
18	68,092,105	69,986,842	81,355,263
19	71,875,000	73,875,000	85,875,000
20	75,657,895	77,763,158	90,394,737
21	79,440,789	81,651,316	94,914,474
22	83,223,684	85,539,474	99,434,211
23	87,006,579	89,427,632	103,953,947
24	90,789,474	93,315,789	108,473,684
25	94,572,368	97,203,947	112,993,421

# FIGURAS

---





**Figura 3.1** Distribución general de las estaciones de monitoreo propuestas para el seguimiento poblacional del recurso erizo. Para mayor detalle relativo al parche ver Anexo VII

## Referencias

- Aiken C (2008) Barotropic tides of the Chilean inland sea and their sensitivity to basin geometry. *J Geophys Res* 113:C8024, doi:8010.1029/2007JC004593
- Akaike H (1974) A new look at the statistical model identification. *Automatic Control, IEEE Transactions* 19:716-723
- Andrew NL, Agastsuma Y, Ballesteros E, Bazhin AG and others (2002) Status and management of world sea urchin fisheries. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 40:343-425
- Arias E, N Barahona N, G Jerez G, Lozada E (1995) Monitoreo del recurso erizo en la x y xi región Valparaíso
- Arrau L (1958) Desarrollo del erizo comestible en Chile, *Loxechinus albus* (Molina). *Rev Biol Mar* 7:39-61
- Balboa CA (2012) Variabilidad en el crecimiento del erizo rojo *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en un gradiente de profundidad, en un área del sur de Chile. Universidad Austral de Chile
- Barahona N, Olguín A, Araya P, Muñoz Gand others (2013) Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2012. Actividad 2: Seguimiento pesquerías bentónicas en sectores de libre acceso, 2012. Informe Final 463 pp.
- Barahona N, Orenzans JM, Parma A, Jerez Gand others (2003) Bases biológicas para rotación de áreas en el recurso erizo. Informe FIP n° 2000-18, Valparaíso
- Bay-Schmith E, Werlinger C, Silva J (1981) Ciclo anual de reproducción del recurso erizo *Loxechinus albus* entre la x y xii región, Concepción
- Botsford LW, Kaplan DM, Hastings A (2004) Sustainability and yield in marine reserve policy. In: Shiply JB (ed) *Aquatic protected areas as fisheries management tools*. American Fisheries Society, Bethesda, p 75-86
- Brogger MI, Martínez MI, Penchaszadeh PE (2010) Reproduction of the sea urchin *Arbacia dufresnii* (Echinoidea: Arbaciidae) from Golfo Nuevo, Argentina. *J Mar Biol Ass UK* 90:1405-1409

- Bruckmeier K, Neuman E (2005) Local fisheries management at the swedish coast: Biological and social preconditions. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 34:91-100.
- Burnham KP, Anderson DR (2002) Model selection and multimodel inference: A practical-theoretic approach, Vol. Springer-Verlag, Amsterdam
- Bustos E, Olave S (2001) El cultivo del erizo (*loxechinus albus*), Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt
- Bustos H, Troncoso R, Valencia J, Reyes A (1987) Repoblación y cultivo de la ostra chilena y del erizo en la isla de chiloé, Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt
- Caddy JF (1989) Marine invertebrate fisheries. Their assessment and management, Vol. J. Wiley and Sons, Inc, New York
- Caddy JF (2004) Current usage of fisheries indicators and reference points, and their potential application to management of fisheries for marine invertebrates. *Can J Fish Aquat Sci* 61:1307-1324
- Caddy JF, Mahon R (1995) Reference points for fisheries management, FAO
- Castilla JC, Vásquez J, Larrea A, Julliam A (1981) Poblaciones de erizo *loxechinus albus* (molina, 1872) en cinturones de *macrocystis pyrifera* en el canal beagle, chile. In: Santelices B (ed) Informe final proyecto de investigación: Biología y factibilidad de utilización de praderas de *macrocystis pyrifera* en pto toro, isla navarino, chile. Universidad Católica de Chile - Armada de Chile, p 270-314
- Christensen R (2013) Ordinal: Regression models for ordinal data. Available online from the cran website <http://cran.R-project.Org/>.
- Clarke KR, Ainsworth M (1993) A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Mar Ecol Prog Ser* 92:205-219
- Clarke KR, Gorley RN (2001) Primer v5: User manual/tutorial. Primer-e. Plymouth:91
- Ebert TA (1968) Growth rates of the sea urchin (*strongylocentrotus purpuratus*) related to food availability and spine abrasion. *Ecology* 49
- Ebert TA, Dixon JD, Schroeter SC, Kalvass PE, Richmond NT, Bradbury WA, Woodby DA (1999) Growth and mortality of red sea urchins *strongylocentrotus franciscanus* across a latitudinal gradient. *Mar Ecol Prog Ser* 190:189–209

- FAO (2003) Fisheries management: The ecosystem approach to fisheries, Vol. Food and Agricultural organization of the United Nations, Rome
- Flores L, Ernst B, Parma A (2010) Growth pattern of the sea urchin, *Loxechinus albus* (molina, 1782) in southern Chile: Evaluation of growth models. Mar Biol 157:967-977
- Fortin M, Dale M (2005) Spatial analysis: A guide for ecologists, Vol. Cambridge University Press, Cambridge
- Gaines SD, Lafferty KD (1995) Modeling the dynamics of marine species: The importance of incorporating larval dispersal. In: McEdward LR (ed) Ecology of marine invertebrate larvae. CRC Press, Boca Raton Florida, USA, p 389-412
- Gallant AR (1975) The power of the likelihood ratio test of location in nonlinear regression models. J Am Stat Assoc 70:198-203
- Gebauer P, Moreno CA (1995) Experimental validation of the growth rings of *Loxechinus albus* (molina, 1782) in southern Chile (Echinodermata: Echinoidea). Fisheries Research 21:423-435
- Gompertz B (1825) On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. Phil Trans R Soc Lond 115:513-583
- Guisado C, Arias E, Pérez E (1998) Estudio reproductivo del erizo en las regiones I-VIII, Valparaíso
- Guisado C, Castilla JC (1987) Historia de vida, reproducción y avances en el cultivo del erizo comestible chileno *Loxechinus albus* (molina, 1782) (Echinoidea: Echinidae). In: Arana P (ed) Manejo y desarrollo pesquero, Vol 1st. Editorial universitaria, Valparaíso, p 59-68
- Gutiérrez NL (2011) Proposal for data collection, monitoring and assessment of the red sea urchin fishery in California, California Sea Urchin Commission
- Hanski I, Gilpin M (1991) Metapopulation dynamics: Brief history and conceptual domain. Biological Journal of the Linnean Society 42: 3-16
- Häussermann V, Försterra G (2009) Fauna marina bentónica de la Patagonia Chilena, Vol. Nature in Focus, Santiago, Chile

- Hsieh CH, Yamauchi A, Nakazawa T, Wang WF (2010) Fishing effects on age and spatial structures undermine population stability of fishes. *Aquatic Sciences* 72:165-178
- ICES (1988) Codes of practice and manual of procedures for consideration of introductions and transfers of marine and freshwater organisms
- Kino S, Agatsuma Y (2007) Reproduction of sea urchin *Loxechinus albus* in Chiloé island, Chile. *Fisheries Science* 73:1265-1273
- Larrain AP (1975) Los equinoideos regulares, fósiles y recientes de Chile. *Gayana Zoología (Chile)* 35:1-161
- Legendre P, Legendre L (1998) Numerical ecology Vol. Elsevier Science BV, Amsterdam
- Lorenzen K, R.S. S, Warner RR, Parma AM, COLEMAN FC, Leber KM (2010) The spatial dimensions of fisheries: Putting it all in place. *Bulletin of Marine Science* 86:169-177
- McCullagh P (1980) Regression models for ordinal data (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society: Series B* 42:109-142
- McCullagh P, Nelder JA (1989) Generalized linear models, Vol 37, London
- Molinet C, Balboa CA, Moreno CA, Díaz M, Gebauer P, Nikcletshek E, Barahona N (2013) *Loxechinus albus* along a bathymetric gradient associated with a fishing ground. *Bulletin of Marine Science* 89:699-716
- Molinet C, Barahona N, Yannicelli B, González J, Arévalo A, Rosales S (2011) Statistical and empirical identification of multispecies harvesting zones to improve monitoring, assessment, and management of benthic fisheries in southern Chile. *Bulletin of Marine Science* 87:351-375
- Molinet C, Fuentealba M, Arevalo A, Barahona N and others (2008) Diagnostico biológico – pesquero para recursos bentónicos de la zona contigua, X y XI región, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso
- Molinet C, Herrera C, Gebauer P, Landaeta M, Moreno CA (2010) Estados tempranos de equinoidea en canal Lagreze, islas Guaitecas, sur de Chile. *Rev Biol Mar Ocenog* 45:19-33
- Molinet C, Moreno CA, Niklitschek E, Matamala M and others (2012) Reproduction of the sea urchin *Loxechinus albus* across a bathymetric gradient in the Chilean inland sea. *Rev Biol Mar Ocenog* 47:257-272

- Molinet C, Moreno CA, Orensanz JM, Parma A and others (2009) Estudio de poblaciones fuente (profundas) y flujo de dispersión larvaria y reclutamiento de erizos en la xi región (fase i)
- Moreno C, Molinet C, Díaz P, Díaz M, Codjambassis J, Arévalo A (2011) Bathymetric distribution of the chilean red sea urchin (*Loxechinus albus*, molina) in the inner seas of northwest patagonia: Implications for management. *Fisheries Research* 110:305-311
- Moreno CA (2003) Plan de manejo pesquería erizo zona contigua (x-xi región). Informe final. Subsecretaría de pesca. Universidad austral de chile, valdivia
- Moreno CA, Barahona N, Molinet C, Orensanz JML, Parma AM, Zuleta A (2006) From crisis to institutional sustainability in the chilean sea urchin fishery In: McClanahan T, Castilla JC (eds) *Fisheries management: Progress toward sustainability*. Blackwell Publishing, U.K., p 43-67
- Moreno CA, Molinet C (2013) El paradigma de la distribución batimétrica de *Loxechinus albus* (molina) en chile. *Rev Chil Hist Nat* 86:225-227
- Orensanz JM, Ernst B, Armstrong DA, Stabeno P, Livingston P (2004) Contraction of the geographic range of distribution of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the eastern bering sea: An environmental ratchet? . *CalCOFI Reports* 45:65-79
- Orensanz JM, Jamieson GS (1998) The assessment and management of spatially structured stocks: An overview of the north pacific symposium on invertebrate stock assessment and management. In: Jamieson GS, Campbell A (eds) *Proceedings of the north pacific symposium on invertebrate stock assessment and management*, Vol 125. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, p 441-459
- Orensanz JM, Parma A, Hall MA (1998) The analysis of concentration and crowding in shellfish research. In: Jamieson GS, Campbell A (eds) *Proceedings of the north pacific symposium on invertebrate stock assessment and management*, Vol 125. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, p 143-157
- Orensanz JM, Parma A, Turk T, Valero J (2006) Dynamics, assessment and management of exploited natural populations In: Shumway S, Parsons GJ (eds) *Scallops: Biology, ecology and aquaculture*. Elsevier p765-868

- Orensanz JML, Parma AM, Jerez G, Barahona N, Montecinos M, Elias I (2005) What are the key elements for the sustainability of "s-fisheries"? Insights south america. *Bulletin of Marine Science* 76:527-556
- Pearse JS, Pearse VB (1975) Growth zones in the echinoid skeleton. *Am Zool* 15:731-753
- Pennington M (1983) Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. *Biometrics* 39:281-286
- Possingham HP, Roughgarden J (1990) Spatial population dynamics of a marine organism with a complex life cycle. *Ecology* 71:973-985
- R Development Core Team (2012) R: A language and environment for statistical computing R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.r-project.org/>
- Roa-Ureta R, Arkhipkin AI (2007) Short-term stock assessment of *loligo gahi* at the falkland islands: Sequential use of stochastic biomass projection and stock depletion models. *ICES Journal of Marine Science* 64:3-17
- Roa-Ureta R, Nickitscheck E (2007) Biomass estimation from surveys with likelihood-based geostatistics. *ICES Journal of Marine Science* 64:1723–1734
- Rogers-Bennett L, Rogers DW, Bennett WA, Ebert TA (2003) Modeling red sea urchin growth using six growth models. *Fishery Bulletin* 101:614-626
- Roughgarden J, Iwasa Y, Baxter C (1985) Demographic theory for an open marine population with space-limited recruitment. *Ecology* 66:54-67
- Russell MP, Ebert TA, Petraitis PS (1998) Field estimates of growth and mortality of the green sea urchin, *strongylocentrotus droebachiensis*. *Ophelia* 48:137-153
- Russell MP, Urbaniak LM (2004) Does calcein affect estimates of growth rates in sea urchins. In: *Echinoderms: Proceedings of the 11th international Echinoderm Conference* (T Heinzeller ed), pp 53-57 Balkema: Rotterdam
- Schnute J (1981) A versatile growth model with statistically stable parameters. *Can J Fish Aquat Sci* 38:1128–1140
- Schuhbauer A, Brickle P, Arkhipkin AI (2010) Growth and reproduction of *loxechinus albus* (echinodermata: Echinoidea) at the southerly peripheries of their species range, falkland islands (south atlantic). *Mar Biol* 157:1837-1847

- Silva N, Sievers H, Prado R (1995) Características oceanográficas y una proposición de circulación, para algunos canales australes de Chile entre 41°20's y 46°40's. *Rev Biol Mar* 30:207-254
- Stotz W, González S, López C (1992) Siembra experimental del erizo rojo *Loxechinus albus* (Molina) en la costa expuesta del centro-norte de Chile: Efectos del erizo negro *Tetrapygus niger* (Molina) sobre la permanencia y crecimiento de juveniles. *Investigación Pesquera* 37:107-117
- Stotz W, Valladares C, Pérez E, Marín S (1998) Fallas en el reclutamiento de las poblaciones del erizo rojo *Loxechinus albus* en la XII región: Sus implicancias para la administración del recurso XVIII Congreso de Ciencias del Mar, Iquique, p 128
- Swain DP, A.F. S, J.M. H (2007) Evolutionary response to size-selective mortality in an exploited fish population. *Proc R Soc Lond B* 274:1015-1022
- Venables WN, Ripley BD (1998) *Modern applied statistics with S-PLUS*, Vol. Springer, New York
- Venables WN, Ripley BD (2002) *Modern applied statistics with S*. Fourth edition, Vol. Springer, New York
- von Bertalanffy L (1938) A quantitative theory of organic growth. *Human Biology* 10:181–213
- Zar JH (1999) *Biostatistical analysis*, Vol. Prentice Hall, New Jersey
- Zuleta A, Molinet C, Rubilar PS, Rosales Sand others (2008) Bases biológicas para la rotación de áreas del recurso erizo, fase II



# **ANEXO I**

---

**Ranking de procedencias por polígono y por desembarque  
muestreado entre 1996 y 2012 en marco del programa  
de seguimiento bentónico del IFOP**



Punta Tique										1								1	0
Chullegua								1										1	0
Farellones Caicura						1												1	0
Isla Tenglo									1									1	0
Isla Aulen												0						0	0
Punta Chechil										0	0							0	0
Huayön										0								0	0
<b>Total polígono 1</b>						<b>1</b>	<b>111</b>	<b>170</b>	<b>143</b>	<b>182</b>	<b>57</b>	<b>94</b>	<b>177</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>57</b>	<b>1057.5</b>		

## POLIGONO 2

Procedencias	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	Total	%
Canal Chacao	268	265	138	139	146	177	446	332	323	201	193	319	469	592	1180	758	5945	91
Isla Sebastiana		1	1	3	1	1	0		18	31	20	17	57	56	0	13	221	3
Punta Corona	19	22	27	25	8	15	1	1	17	1	0	1		0	1		138	2
Punta Soledad						4	16	12	14	3	3	6	5		12		74	1
Punta Chocoi					0		0		0		7			45	0		53	1
Playa Chauman	0	2	3	2	2	4	0	4	5	6	2	1	1	0			31	0
Farallones				1	0				10	7	1				0		19	0
La Horca		1	1	3	2	2	0	0	3	2	1						15	0
Guabun	0	0			2	3		0	1	0	0	1	4				11	0
Tres Cruces						2	0			2	2	3	1				10	0
Punta del Barco										1	1		2		0		5	0
Piedra Negra						2	1										4	0
Mutrico		0		0		0			1	1	0	0	0		0	0	3	0
Morro Lobo									2							1	3	0
Carbonero	0	1							0	0	0	0	1		0		2	0
Puerto Elvira	0					1	1										1	0
Faro Barranco									1								1	0
Punta Concha											1						1	0
Punta Lenqui							0	0			0			0			1	0
Punta Coronel							0										0	0
Isla Cochino										0	0		0	0	0		0	0
Caleta Pargua						0											0	0
Punta Quillahua	0										0						0	0
Bahia Ancud								0							0		0	0
Punta Remolino						0											0	0
Punta Yuste										0		0	0				0	0

Ortigas	0																	0	0
Ahui											0			0				0	0
<b>Total poligono2</b>	<b>288</b>	<b>291</b>	<b>169</b>	<b>172</b>	<b>161</b>	<b>211</b>	<b>465</b>	<b>348</b>	<b>396</b>	<b>256</b>	<b>232</b>	<b>349</b>	<b>541</b>	<b>694</b>	<b>1194</b>	<b>772</b>	<b>6538</b>		

#### POLIGONO 4

Procedencias	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	Total	%
Apiao			1				120	76	133	319	244	165	377	162	124	55	1775	21
Isla Chulin		4	4				39	29	108	754	223	203	42	165			1572	18
Isla Nayahue	1							9	94	17	71	240	281	18	241	15	987	12
Islas Chauques				2			129	193	75	180	153	27	8	123		11	900	11
Isla Talcan		366		136			2	19	26	42	145	6		17	3	4	767	9
Isla Mechuque								12	30	110	34	62	27	103	143	4	524	6
Curaco De Velez											0	2	111	273	22	13	423	5
Canal Dalcahue	9	12		1					8		7	7	6	68	10	19	145	2
Isla Quehui			0				0		4	4	6	1	9	77	12	12	126	1
Punta Bruja											17	53	14	16	5	13	118	1
Isla Meulin						2		4	26	39	8		8	3			91	1
Chilcol																76	76	1
Incolque	0	5			2				11	8	2	8	26				63	1
Achao										1	6	6	15	24	4	7	62	1
Isla Cahuach						1	1	1	18		1	1		9	12	16	60	1
San Juan de Chadmo															54	54	1	
Islas Butachauques							30	1				2	7		13	53	1	
Isla Añihue	8				32				6			3					48	1
Isla Chaulinec							1	1	3			3	1	7	14	15	43	1
Ahoni											3	1	2	7	29	2	43	1
Isla Tabon																39	39	0
Isla Quenac			1					2	4	2	1	2		11	13	3	38	0
Isla Tac						2	0	2	9	0	1	1	3	8	10		36	0
Estero Añihue	11	24															34	0
Isla Alao								5	3	3	3	11		10			34	0
Isla Imelev												3	5	9	11	5	33	0
Punta Tutil							27					0			0		28	0
Rilan									2		1	0	3	20			26	0
Punta Cheguian								0	4			1	7	11	3	1	26	0
Isla Chelin									6	0		1	6	7	0	5	25	0
Isla Desertoires							15					7				1	22	0

(vacías)															11	11	22	0
Isla Chuit							20										20	0
Aitui																17	17	0
Isla Imerqui±a											14					3	17	0
Tauculon			2	15													17	0
Bollamina														11	2	1	15	0
Isla Lemuy								1		3	2			7			13	0
Isla Teuquelin					4		0								9		13	0
Chonchi														11			11	0
Bajo Solitario														3	5	3	11	0
Punta Lelbun										1	4	0		3	2	1	11	0
Emilef								5	2			4					11	0
Bahia Tic-Toc																10	10	0
Calen										2		4	3				9	0
Punta Quiquel											1	2	7				9	0
Llingua								5	0	3	1		1				9	0
Punta Detif										2	4		1			2	8	0
Bajo Apabon												0	4	2	1		7	0
Canal Yal										2	1	2				1	6	0
Aulin							4		1								5	0
Teupa										1	4		0				5	0
Isla Figueroa																5	5	0
Islote El Toro																5	5	0
Nepue																4	4	0
Puerto Americano																3	3	0
Estero Castro	1	1															2	0
Isla Kent																2	2	0
Auchac																2	2	0
Encolma																1	1	0
Puqueldon													1				1	0
Canal Quicavi							0								1		1	0
Punta Coche																1	1	0
Playa Raya																1	1	0
Punta Putique					0	0											0	0
Islote Conejo																0	0	0
Puerto San Juan											0						0	0
Punta Tenaun											0						0	0

Punta Lenqui																		0	0	0
<b>Total polígono 4</b>	<b>31</b>	<b>410</b>	<b>8</b>	<b>154</b>	<b>38</b>	<b>6</b>	<b>334</b>	<b>408</b>	<b>581</b>	<b>1481</b>	<b>940</b>	<b>844</b>	<b>962</b>	<b>1206</b>	<b>688</b>	<b>455</b>	<b>8545</b>			

### POLIGONO 5

Procedencias	1996	1997	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	Total	%	
Corcovado	186	135		25	158	82	161	42	127	60	30	18	8	20	19	24	1094	81	
Auchemo						0		14	2		37			3	73	11	141	10	
Bahía Pumalin	12	2					0	11			0						26	2	
Ayacara										3	8	9	4				24	2	
Isla Linguar								0				4	11				16	1	
Punta Chumilden									16								16	1	
Puerto Bonito							1	5							10		15	1	
Costa Pollollo								3	1	2		0	0				6	0	
Guailaihue								4	1								5	0	
Los Toros								4							1		5	0	
Lliguiman								3									3	0	
Isla Llanquihue								0		0			1			0	2	0	
Ensenada Chaitén														2			2	0	
Isla Linagua											0		1				1	0	
Canal Quinchao									0								0	0	
Buill							0										0	0	
<b>Total polígono 5</b>	<b>198</b>	<b>137</b>		<b>25</b>	<b>158</b>	<b>82</b>	<b>162</b>	<b>84</b>	<b>147</b>	<b>65</b>	<b>76</b>	<b>31</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>103</b>	<b>35</b>	<b>135</b>		

### POLIGONO 6

Procedencias	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	Total	%
Isla Laitec	225	362	354	380	659	517	1044	203	475	301	386	280	233	294	148	286	6150	27
Isla Guafo	47	487	22	423	420	22	289	61	179	100	216	114	156	633	130		3298	15
Canal Yelcho	20	232	85	265	479	308	69	91	164	107	33	42	79	194	63	131	2364	11
Punta Inio	29	41	21	355	338	486	70	20	17	186	28	105	113	315	8	8	2139	10
Isla Guapiquilan	29	73		87	358		50	9	65	119	81	131	367	282	384	60	2093	9
Isla San Pedro	85	251	18	19	4	28	23	34	218	241	230	101	125	44	102	38	1559	7
Barra Chiguao	26	1	25	120	17	29	16	26	180	64	47	65	55	76	89	77	913	4
El Pinto	1			1			4	17	109	71	45	34	12	114	79	74	560	3
Acui							1	2			37	61	94	44	90	122	451	2
Centinela											40	100	33	54	43	50	320	1
San Juan de Chadmo								4		39	41	35	54	123		297	1	
Bajos Chochy				7			2	5	46	47	19	50	66	33	5	2	281	1

Isla Cailin	15	10	12			11	27	6	35	21	64	32	6	18	6	4	266	1
Isla Mauchil	1	4	0				1	2	116	21	28	18	19	2	6	4	223	1
Bajo Bien Conocido						6		9		10	20	21	33	42	62	203	1	
Isla Queitao	5	1			16	10	33	8	11	18	15	17	3		13		149	1
Punta Paula	1	3				22	3	1	33	13	18	18	13		15	5	143	1
Ayentema	3	12	4					4	11	38	4	14	23		5		117	1
Aitui											9	9	18	42	18		96	0
Auchac	19	40		4	13		0									1	78	0
Quellón	23				13		1	15	25							1	78	0
Asasao	0								7	14	2	5	19		11		57	0
Chanco							44	2	6					1	1	0	54	0
Estero Paildad											11	3	19	4	11	5	53	0
Punta Centinela		2					7	27	8					3			46	0
Curamue	2	3			31		8	0									44	0
Isla Chaullin	0	6				1	0	6	6	3	0	1	1	11	1		37	0
Estero Yaldad	8	6			15		0	0	1	1	0	0	0				33	0
Punta Lapa	0						0		1	0	6	8	4	5	1		26	0
Isla Coldita	4						0	1	8	2	0	3	4	1			23	0
Chenque									9	3	3		1		7		23	0
Encolma							5	1	9	3		4					22	0
Piedra Lile							1		0	0	5	8	3	1	1		20	0
Estero Queilén									1						18	0	19	0
Queilén	7	11						0									18	0
San Pedro	0					0		16									16	0
Ensenada Detico											3	0	3	1	2	2	12	0
Estero Compu		0			1				0		0	1	4	1	4	0	11	0
Candelaria					0			8									8	0
San José de Tranqui	1						1	0		1		0	1	2	2	8	0	
Quellón Viejo		1					0	0	2	1	0	1	2	1			7	0
Quilun											1	0	3	1	2	0	6	0
Punta Pelu							4	1	0	0	0	0	0		1		6	0
Nepue															6		6	0
Ensenada Quilanlar	0	2							3								5	0
Islote Conejo								0			1		2	1	0		5	0
Millahue											0	1	3	0	0		4	0
(vacías)															4		4	0
Chomio											0		2	1	1	0	4	0

Oqueldan									0	0		1	0		2	1	4	0
San Antonio							1	1	0	0			0		0		3	0
Chilcol										0			1				1	0
Huelpun							0				0		1				1	0
Punta Tiques		0									1						1	0
Huildad									1								1	0
Caleta Pureo														0	1		1	0
Puerto Carmen							1		1								1	0
Las Liles						1											1	0
Estero Añihue															0		0	0
Punta Toro						0											0	0
<b>Total polígono 6</b>	<b>553</b>	<b>1547</b>	<b>541</b>	<b>1660</b>	<b>2365</b>	<b>1435</b>	<b>1708</b>	<b>567</b>	<b>1760</b>	<b>1374</b>	<b>1384</b>	<b>1289</b>	<b>1544</b>	<b>2264</b>	<b>1446</b>	<b>935</b>	<b>22371</b>	

POLIGONO 7

Procedencias	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	Total	%
Melinka	141	61	25	1363	1388	735	1298	855	201	732	566	308	330	350	1632	1995	11980	31
Bahía Low	93	110	316	403	838	92	123	55	202	78	98	77	57	136	72	17	2770	7
Isla Amita					294	462	122	27	172	220	412	81	67	194	459	225	2737	7
Grupo Peligroso	34	36	133	185	238	188	184	94	165	196	240	113	89	239	184	160	2479	6
Islas Bajas	169	33	85	862	223	251	149	27	6	191	1	17	33	27	189	9	2273	6
Ballena Chica	41	52	46	78	90	910	144	42	57	48	90	23	13	58	150	115	1955	5
Canal Manzano	105	109	74	157	239	198	126	62	50	57	87	73	64	132	125	150	1809	5
Canal Puquitin	36	51	68	91	117	57	87	115	149	64	86	72	47	211	142	134	1528	4
Puerto Barrientos	33	41	160	1	283	167	52	28	34	58	21	15	97	120	228	36	1375	4
Isla Elvira	127		43	61	85	344	62	44	64	40	22	24	51	33	111	38	1150	3
Isla Betecoi	27	16	7	26	120	220	126	96	49	90	55	47	23	78	71	88	1140	3
Canal Cuervo	10	6	49	66	93	234	153	49	25	81	125	42	6	55	84	41	1119	3
Estero Cañal	3	15	156	56	20	27	36	6		47	81	14	29	51	222	36	800	2
Isla Yates	5	6	0			35	76	6	4	377	13	49	15	41	23	18	668	2
Isla Mulchey	214	1		6		110	7	69	5	75	25	13	1	18	25	9	576	1
Isla Anita	69	10	141	5	2			106									332	1
Isla Mercedes	1	0	0	10	15	64	29	114	22	7	5	6	3	24	7	8	314	1
Isla Emma	290	4															294	1
Canal Leucayec	25	6				6	69	5	40	25	14	5	5	26	19	33	278	1
Canal Lagreze	17	24	7	10	12	28	39	12	21	4	7	4	3	29	19	32	267	1
Islote Sin Nombre	2	4		3		16	9	66	3	14	10	7	7	22	24	29	216	1
Tordo				114	9		11			49				2	3		188	0





Isla Kent																		1		1	0
Isla Lemu																		1		1	0
Carrera Fina													1							1	0
<b>Total poligono 7</b>	<b>1582</b>	<b>655</b>	<b>1411</b>	<b>3558</b>	<b>4417</b>	<b>4253</b>	<b>3096</b>	<b>1996</b>	<b>1398</b>	<b>2516</b>	<b>2093</b>	<b>1067</b>	<b>1024</b>	<b>2127</b>	<b>4035</b>	<b>3298</b>	<b>38528</b>				

### POLIGONO 8

<b>Procedencias</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Isla El Llano	99	44	108	361	618	495	227	645	48	223	535	35	53	319	1209	415	5434	32
Isla Johnson	239	9	12	127	471	37	191	488	53	55	108		6	46		38	1881	11
Isla Midhurst	17		40	138	441	178	144	37	0	284	179	53	21	9	197	62	1799	11
Isla Morel	9	26	107	18	49	237	18	46	28	34	30	135	439	158	4	6	1345	8
Isla May	94	38		79	22	186	32	88	1	31	30			205	1	322	1129	7
Isla Tellez	87	10	1		329	117	10	156	49	65	24	20		22		8	897	5
Isla Canave	75					8	38	3		231	95	40			36	230	756	4
Isla Lleniheunu			173	113	105				32	3		2	169	13	16	36	661	4
Isla Jechica	20				11		250	211		24						4	520	3
Canal Skorprios	73			116		66	57	45						11	5	40	411	2
Isla Valverde	2						18	38								265	324	2
Isla Level	76	7				153	6	2		3							248	1
Isla Verdugo	17	13			1	7	46	66	1	6	10		29	4	8	5	213	1
Isla Riquelme			68			10	4			33	15	6		4	33	5	178	1
Isla Tuamapu	33	9				49	3		13	29		11	14	5			166	1
Isla Sierra	1	3		2		11	9	7	5	15	28		2	8	6	15	110	1
Isla Concoto	5					53	9	6	1	8	4				17		104	1
Isla Bolados	42						1	24		4		4					75	0
Isla Forsyth							15	35			19				0	3	72	0
Canal Tuamapu	7		4				3	1		16	2			4	18	9	63	0
Isla Garcia	1						42		1	1						16	61	0
Islote El Bajo	1					36		6	4	7							54	0
Isla Filomena	8						37			5							50	0
Isla Garrao		2				11	10									18	40	0
Isla Goicolea	1					8		1		12	4					9	34	0
Los Quincheles	3						1	14		9	3					1	31	0
Isla Bustos						6		1		1	7				4	4	23	0
Isla Arthur										1				7	5	9	22	0
Isla Escorpio				1			11				8						20	0
Isla Mellersh										1					8	7	16	0

Canal Pihuel							7										5	12	0
Isla Rhone	0		2			3		1		6								12	0
Isla Izaza						10												10	0
Isla Chaffers						9				1								10	0
Arrayan		2								0					1			4	0
Isla Gusano						3												3	0
Isla Garrao Chico						2												2	0
Lagarto											1							1	0
<b>Total polígono 8</b>	<b>910</b>	<b>162</b>	<b>516</b>	<b>953</b>	<b>2050</b>	<b>1690</b>	<b>1191</b>	<b>1919</b>	<b>240</b>	<b>1111</b>	<b>1101</b>	<b>306</b>	<b>733</b>	<b>815</b>	<b>1567</b>	<b>1531</b>	<b>16796</b>		

#### POLIGONO 9

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Bahía Tic-Toc	219	108		88	106		118	60	5	3	139	139	22	4	35		1045	61
Canal Pedregoso	31	4			6		69										110	6
Isla Refugio	2	12				4		37		2	9	5				30	101	6
Isla Yalac	3	1		1		3	33	38			4						82	5
Estero Mena			1		63			15									79	5
Estero Chonos					62												62	4
Isla Gala	3				0	41	12								0		56	3
Raul Marin Balmaceda	8						10	14		4							36	2
Santo Domingo								23		6			1				29	2
Seno Gala	1					22											23	1
Vico							23										23	1
Isla Toto	18							2									20	1
Canal Moraleda									13							4	17	1
Gaviota				8													8	0
Isla Redonda			1	1		4	1										7	0
Palena	3	1					1										5	0
Yerba Buena		4															4	0
Tres Hermanas	3																3	0
Piedra Blanca												1					1	0
<b>Total polígono 9</b>	<b>291</b>	<b>130</b>	<b>2</b>	<b>97</b>	<b>237</b>	<b>74</b>	<b>267</b>	<b>188</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>152</b>	<b>144</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>1711</b>	

#### POLIGONO 10

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Puerto Aguirre	3	41	307	45		64	293	10	35	220	22			1	59	66	1166	25
Isla Rojas		6					96	31	127	106	21			126		13	527	11



Península Sisquel_n			5													5	0	
Isla Figueroa				5													5	0
Isla Viola		4															4	0
Isla Vergara		3															3	0
Islotes Tizne		3															3	0
Estero Pato									1	0				1			3	0
Isla Chaculay		2															2	0
Estero Sangra							2										2	0
Isla Viel		2															2	0
Isla Inca								0						0			0	0
<b>Total polígono 10</b>	<b>127</b>	<b>395</b>	<b>313</b>	<b>302</b>	<b>152</b>	<b>764</b>	<b>338</b>	<b>1193</b>	<b>492</b>	<b>97</b>	<b>0</b>	<b>372</b>	<b>60</b>	<b>112</b>	<b>4718</b>			

POLIGONO 12

Procedencias	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	Total	%
Isla Stokes	457	140	26	967	1915	700	1304	1057	483	1496	1398	268	236	446	579	371	11842	30
Isla Kent	350	30	23	37	800	944	463	160	278	391	357	40	322	123	544	860	5722	15
Isla Williams	451	11	23		621	921	479	454	216	399	92	323	241	204	547	46	5025	13
Isla Lemu	149		257	17	877	729	164	18	651	189	382	115	277	191	31	28	4075	10
Isla Ipun	225	380	153	182	1049	666	251	58	11	597	137	13	220	85	21	28	4075	10
Puerto Concha		45			260	527	171	443	364	403	465	50	35		5		2768	7
Isla Tres Dedos	8	18	293	93	136	118	314	227	162	548	125	20			72	20	2154	5
Isla Garrido	264	8		15	60	297	143	41	397			76				6	1305	3
Isla Benjamin	90			165	367	223	43	63		10						6	968	2
Puerto Millabu	155				4		101	14	136								410	1
Canal Unicornio	15		38	48	4		14	17			57					157	350	1
Canal Williams										33	97						130	0
Canal Darwin		9	2		11			23		25							70	0
Islotes Elvirita	54	0				9				6							70	0
Tenquehuen												45				14	59	0
Isla Veneria													57				57	0
Isla Guamblin									0	4		22					26	0
Canal Goñi	2						21										23	0
Isla Rowlett						3	2								9	6	20	0
Islas Inchin											19						19	0
Estero Butan	10																10	0
Isla Clemente								6									6	0
<b>Total polígono 12</b>	<b>2228</b>	<b>642</b>	<b>815</b>	<b>1523</b>	<b>6104</b>	<b>5137</b>	<b>3468</b>	<b>2581</b>	<b>2724</b>	<b>4100</b>	<b>3128</b>	<b>971</b>	<b>1387</b>	<b>1048</b>	<b>1807</b>	<b>1543</b>	<b>39207</b>	

## **ANEXO II**

---

**Programa, recomendaciones y conclusiones  
del Taller de Expertos**

## **TALLER DE TRABAJO FIP 2012-14**

### **“Análisis y definición de diseño muestral, metodologías, indicadores y propuesta de una red de estaciones fijas de monitoreo para la pesquería del recurso erizo en la X y XI regiones ”**

---

**Proyecto FIP 2012 -14:** “Diseño de una red de estaciones fijas de monitoreo para la pesquería del recurso erizo en la X y XI regiones”

**UACH - IFOP**

AGENDA

**Puerto Montt, 21 - 22 de noviembre de 2013**

---

### **Objetivos del Taller**

Analizar y discutir los objetivos de un monitoreo del erizo *Loxechinus albus* que permita dar cuenta de su dinámica poblacional en las zonas de pesca de la X y XI regiones y su aplicación como herramienta de apoyo a la toma de decisiones para el manejo de la pesquería de esta especie.

Para este análisis se pondrá a disposición de los participantes los siguientes documentos:

- 1) Contexto del Monitoreo poblacional del erizo: Plan de Manejo
- 2) Historia de la Pesquería
- 3) Estado del conocimiento del erizo (*Loxechinus albus*)
- 4) Propuesta de implementación de red de estaciones fijas, que incluye i) Diseño muestral y metodologías, ii) Indicadores poblacionales, iii) Costos asociados.

Para recoger el pronunciamiento de los participantes se solicitará una contribución escrita, con sus observaciones y sugerencias por temática, la que se adjuntará al acta de cada sesión. El acta contendrá los acuerdos finales.

### **Día 1**

09.00 - 09.30 Presentación del taller en el contexto del Proyecto

09.30 -10.15 Historia y presente de la Pesquería del erizo *L. albus*. El Plan de Manejo y Contexto para la red de estaciones fijas

10.15 – 10.30 Café

10.30 – 11.15 Resumen del conocimiento del recurso erizo *Loxechinus albus*

- 11.15-12.30 Trabajo Grupal Temática 1: Discusión temáticas presentadas (Los expertos presentan experiencias de pesquerías bentónicas y muestran sus comparaciones con la pesquería de *L. albus*, en el contexto del monitoreo poblacional).
- 12.30 – 13.00 Redacción de conclusiones
- 13.00 – 15.00 Almuerzo
- 15.00 – 16.00 Presentación Propuesta de Monitoreo: Breve reseña identificación de indicadores y diseño para su obtención y Resultados obtenidos a la fecha y presentación de indicadores.
- 16.00 - 17.00 Propuesta actual de establecimiento de una red de estaciones fijas de erizo para la X-XI regiones.
- 17.00 – 17.30 Redacción de conclusiones y recomendaciones por parte de los expertos externos (Elección de experto para redacción de la temática, que recoge el acuerdo y propuesta final de los expertos)

## **Día 2**

- 09.00 - 10.00 Trabajo grupal temática 2: Análisis y discusión de la propuesta (Debate ampliado sobre la propuesta y contribución escrita de cada experto). Los investigadores del proyecto sólo responden preguntas.
- 10.00 -10.30 Trabajo grupal temática 3: Propuesta metodológica alternativa de panel de expertos (o propuestas de cambio específicas) para el establecimiento de una red de estaciones fijas. (Al menos 2 grupos de expertos deberán discutir y concluir respecto al tema). Los investigadores del proyecto solo responden preguntas.
- 10.30 – 11.00 Presentaciones por parte de cada grupo (Elección de experto para redacción de la temática)
- 11.00 – 11.15 Café
- 11.15 – 13.00 Mesa redonda (Los expertos elegidos para la redacción de cada temática, deberán presentar las conclusiones emanadas en el taller y consensuar los resultados en forma conjunta).
- 13.00 – 15.00 Almuerzo
- 15.00 – 16.00 Redacción de escrito por parte de los expertos.
- 16.00 – 16.15 Cierre taller
-



# Lista de Participantes

---

**Alejandro Zuleta**

Centro de Estudios Pesqueros (CEPES)  
Pérez Valenzuela 1276, Providencia  
Santiago – Chile

**Edwin Niklitscheck**

Centro I-Mar  
Universidad de Los Lagos  
Camino a Chinquihue km. 6  
Puerto Montt – Chile

**Wolfgang Stotz\***

Departamento de Biología Marina  
Universidad Católica del Norte  
Larrondo 1281,  
Coquimbo- Chile

**Jaime Aburto**

Departamento de Biología Marina  
Universidad Católica del Norte  
Larrondo 1281,  
Coquimbo- Chile

**Ana Parma\***

Centro Nacional Patagónico (CENPAT)  
Puerto Madryn, Chubut - Argentina

**Lobo Orenzans\***

Centro Nacional Patagónico (CENPAT)  
Puerto Madryn, Chubut - Argentina

**Pedro Fiorda**

Centro Nacional Patagónico (CENPAT)  
Puerto Madryn, Chubut - Argentina

**Armando Rosson**

Bitecma Ltda.  
Esmeralda 940 oficina 34  
Valparaíso – Chile

**Manira Matamala**

Consultora Pupelde  
Avda. Presidente Ibañez 1312  
Puerto Montt – Chile

**Juan Gutiérrez**

Ilustre Municipalidad de Ancud  
Blanco Encalada 660  
Ancud, Chiloé – Chile

**Jeremy Prince**

Biospherics P/L, PO Box 168,  
South Fremantle, WA 6162,  
Australia

**Javier Rivera**

Departamento de Pesquerías  
Subsecretaría de Pesca  
Bellavista 168, Piso 16  
Valparaíso – Chile

**Carlos Molinet**

Instituto de Acuicultura  
Universidad Austral de Chile  
Los Pinos s/n, Balneario Pelluco  
Puerto Montt – Chile

**Manuel Díaz**

Instituto de Acuicultura  
Universidad Austral de Chile  
Los Pinos s/n, Balneario Pelluco  
Puerto Montt – Chile

**Cecilia Balboa**

Instituto de Acuicultura  
Universidad Austral de Chile  
Los Pinos s/n, Balneario Pelluco  
Puerto Montt – Chile

**Cesar Arre**

Instituto de Acuicultura  
Universidad Austral de Chile  
Los Pinos s/n, Balneario Pelluco  
Puerto Montt – Chile

**Carlos Moreno**

Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas,  
Universidad Austral de Chile  
Campus Isla Teja, casilla 567  
Valdivia – Chile

**Nancy Barahona**

Instituto de Fomento Pesquero  
Manuel Blanco Encalada 839  
Valparaíso – Chile

**Pablo Araya**

Instituto de Fomento Pesquero  
Manuel Blanco Encalada 839  
Valparaíso – Chile

**Luis Ariz**

Instituto de Fomento Pesquero  
Manuel Blanco Encalada 839  
Valparaíso – Chile

**Vivian Pezo**

Instituto de Fomento Pesquero  
Las Heras 871  
Ancud, Chiloé – Chile

**Dagoberto Subiabre**

Instituto de Fomento Pesquero  
Las Heras 871  
Ancud, Chiloé – Chile

**Pablo Mora**

Instituto de Fomento Pesquero  
Capitan Alcantara 552, Of. Interior  
Quellón, Chiloé – Chile

\* Consultores que participaran a distancia.

## TALLER DE TRABAJO FIP 2012-14

### “Análisis y definición de diseño muestral, metodologías, indicadores y propuesta de una red de estaciones fijas de monitoreo para la pesquería del recurso erizo en la X y XI regiones ”

Puerto Montt, 21 de noviembre de 2013

---

## Redacción de conclusiones y recomendaciones

**Integrantes del grupo de discusión:** Luis Ariz (IFOP), Armando Rosson (BITECMA), Vivian Pezo (IFOP), Javier Rivera (SUBPESCA), Jaime Aburto (UCN), Paulo Mora (IFOP), Manira Matamala (PUPELDE), Pedro Fiorda (CENPAT).

## Recomendaciones

### Red de monitoreo

- 1. La geo-referenciación de los parches no debería ser restrictiva; generar zona buffer. La ubicación de las transectas queda libre dentro de los límites definidos del parche.**

Con la finalidad de asegurar la correcta identificación del parche y los posibles cambios de su cobertura, el muestreo no debería restringirse sobre el área del parche originalmente definido. Para ello, se debe constatar que el parche no haya experimentado cambios en la distribución espacial de una campaña de muestreo a la otra.

- 2. Concentrar el monitoreo en los bancos más explotados, sumar al muestreo algún parche visitado con menor frecuencia.**

Se coincide en cuanto al número mínimo de tres parches a muestrear dentro de cada polígono, con el objetivo de estudiar la variabilidad entre parches dentro de un polígono y la variabilidad del polígono. Por otra parte, aceptando la incertidumbre en la información documental de las procedencias, se estima conveniente incorporar estaciones de muestreo en polígonos que no estén explícitamente reconocidos en la información de pesca y que se pueda rescatar información relevante (e.g., en la costa expuesta al Oc. Pacífico: coloración de gónada, talla, reclutamiento).

En la definición de los polígonos a muestrear, se usará la información del proyecto de seguimiento de recursos bentónicos conducido por IFOP.

**3. Definir el período de tiempo mínimo a fin de observar la pertinencia del monitoreo en generar series de tiempo de los indicadores.**

La estrategia de muestreo debería considerar la posibilidad de ser adaptativa, con la finalidad de proponer cambios a ésta cuando la información recabada demuestra que es necesario. Cinco años sería un período de tiempo mínimo razonable para hacer los cambios sobre diseño de muestreo que se requieran.

## **Muestreo**

**4. La metodología de muestreo por imágenes de video (i.e., cámara de deriva y montada sobre trineo) propuesta es adecuada, sin embargo se debería dejar abierta la posibilidad a metodologías alternativas que permitan cumplir con el objetivo, dejando material gráfico de respaldo.**

En referencia al muestreo cuantitativo, no limitar las opciones tecnológicas que pueden dar cuenta del objetivo. Admitir el mejoramiento tecnológico que no perjudique el resultado final en cuanto a introducir un posible sesgo en los indicadores de interés. Asimismo, que exista la posibilidad del mejoramiento del proceso de la toma de datos, siempre y cuando se cumplan los requisitos y estándares originalmente planteados.

**5. Explicitar la metodología estándar que permita obtener una serie de tiempo comparable, a través de un protocolo de muestreo de campo y posterior procesamiento del material biológico y filmico.**

Sin perjuicio de lo anterior, es necesario resguardar aspectos técnicos relacionados con el uso de equipos específicos, tales como: i) tipo de lente, explicitar características técnicas (e.g., distancia focal) que permitan generar un protocolo de calibración; ii) software de procesamiento de imágenes.

Se recomienda asesoría de un experto en filmación submarina, que apoye al equipo técnico en el proceso de corrección de las aberraciones ópticas típicas de este tipo de imágenes.

**6. Escribir recomendaciones que tengan en cuenta consideraciones particulares de cada localidad de muestreo (i.e., patrones oceanográficos, características de sustrato, batimetría, etc.).**

Considerando la experiencia de campo acumulada por el actual equipo técnico, éste debería definir una ventana de tiempo óptima en la cual desarrollar los muestreos, que recoge las particularidades de la región de estudio. Por ejemplo: el momento de marea ideal para cada sitio-época del año.

Además, el muestreo debería realizarse previo a la apertura de veda.

- 7. Tratar de conservar una coherencia espacial y temporal en el muestreo de ejemplares para el cálculo de índice gonadosomático. Llevar un registro fotográfico de las góndadas, a modo de respaldo para la observación de la coloración.**

Con la finalidad de mantener una coherencia temporal con fines comparativos a nivel de polígonos, se estima conveniente que el lapso de los muestreos no debería ser mayor al mes.

## **Indicadores**

### **8. Tiempo de procesamiento de imágenes para los indicadores comunitarios**

Considerando la alta demanda de tiempo de procesamiento, se propone un nivel de submuestreo de las transectas que permita recoger la estructura comunitaria de cada una de los parches muestreados, de manera de disminuir el tiempo de procesamiento de imágenes.

Asimismo, se recomienda identificar aquellas especies asociadas a las comunidades donde se encuentra el erizo, que sean indicadoras de cambios en la estructura de la comunidad. Se sugiere poner atención a la aparición de especies invasoras.

### **9. Explicitar el concepto de agregación reproductiva**

Definir un umbral de densidad equivalente al criterio de Pennington como indicador de agregación reproductiva, basado en densidad e individuos sobre la talla mínima reproductiva. Buscar un índice que simplifique el procesamiento de las imágenes y de cuenta de la densidad de individuos sobre la talla mínima reproductiva, que sea un indicador de la probabilidad de éxito reproductivo.

### **10. Indicador de densidad**

Citar el valor umbral densidad de individuos para la definición de un parche de erizos (referencia FIP 2005-14: "Validación de la metodología de evaluación de bancos naturales de recursos hidro-biológicos y praderas de algas").

### **11. Distribución de frecuencias de tallas**

En el protocolo debe especificarse las herramientas de recolección y los dispositivos de mantención de muestras, con la finalidad de asegurar todo el rango de tallas presente.

### **12. Erizos en talla mínima legal**

No hay objeción. Sin embargo se sugiere agregar un indicador que esté relacionado con la talla de primera madurez, que es más informativo desde un punto de vista biológico. Para mejorar este último, llevar a cabo un nuevo análisis del valor reproductivo en función de la talla/edad.

### **13. Indicador de producción y calidad de gónadas**

Ver punto 7.

### **14. Agregación de erizos**

Ver punto 9.

### **15. Comunidad asociada**

Ver punto 8.

### **16. Indicador de variables ambientales**

Detallar la metodología de la toma de datos ambientales con el objetivo de resguardar estándares pudiendo servir como referencia para el programa RAMA y PSMB.

## **Otros**

### **17. Realizar una presentación de la propuesta de monitoreo a los actores involucrados, en forma separada y previa a la licitación.**

Con la finalidad de difusión hacia los actores relevantes de la pesquería, orientado a la aceptación del plan de manejo de la pesquería.

### **18. Cumplimiento de normativa para trabajo de buceo**

Emplear dos buzos en las tareas de muestreo, en cumplimiento de normas establecidas por la autoridad marítima.

## **ANEXO III**

---

**Códigos en R para el procesamiento de datos  
recolectados con cámara en trineo y deriva**

```

# Código en R para procesar datos recolectados con trineo

library(stats)

# Define directorio
setwd("C:/R/Marzo2013/pol2/")

# Carga archivo de tiempo con intervalos de 1 segundo
time.complete <- read.csv("time_sector1.csv",header=TRUE)
summary(time.complete)

# Carga archivo GPS (posición de la embarcación)
gps<- read.csv("GPS_MiÉ_17_Abr_14_06.csv",header=TRUE)
summary(gps)
gps$UTC.Time<-substr(gps$UTC.Time, 1, 8)
gps$copia<-gps$UTC.Time
gps.0<-aggregate(gps, list(Tiempo = gps$UTC.Time), mean)
gps.0<- subset(gps.0, select= c(Tiempo, Easting, Northing))
names(gps.0) <- c("UTC.Time", "Easting", "Northing")
gps.1<-merge(time.complete, gps.0, by= "UTC.Time", all.x=TRUE)
dim(gps.1)
n<-nrow(gps.1)

# Carga archivo de navegación (posición del trineo respecto a la embarcación)
nav<- read.csv("NAV_MiÉ_17_Abr_14_06.csv",header=TRUE)
summary(nav)
dim(nav)
gps.1$date2<-c(origin="2013-04-17")
gps.1$fecha2<-as.POSIXlt(gps.1$date2,origin="2013-04-17")
gps.1$date_times<-paste(gps.1$fecha2, gps.1$UTC.Time, sep=" ")

# Lee vector de fechas
gps.1$date3<-as.POSIXlt(gps.1$date_times,origin="2013-04-17 00:00:00")
gps.1$date_time<-(gps.1$date3-5972)
gps.1$datetime<-substr(gps.1$date_time,12,19)
summary(gps.1)
gps.2<- subset(gps.1, select= c(UTC.Time, datetime, Easting, Northing,date_time))
plot(gps.2$Easting, gps.2$Northing)

for(i in 1:n) {
  gps.2$Easting[i] <-ifelse(i>1 & i< n & is.na (gps.2$Easting [i]),
  (gps.2$Easting [i-1] ), gps.2$Easting [i])
}
for(i in 1:n) {
  gps.2$Northing[i] <-ifelse(i>1 & i< n & is.na (gps.2$Northing [i]),
  (gps.2$Northing [i-1] ), gps.2$Northing [i])
}
plot(gps.2$Easting, gps.2$Northing)

nav$fecha<-c(origin="2013-04-17")
nav$fecha2<-as.POSIXlt(nav$fecha,origin="2013-04-17")

```



```

nav$fecha3<-paste(nav$fecha2, nav$DateTime, sep=" ")
nav$fecha4<-as.POSIXlt(nav$fecha3,origin="2013-04-17 00:00:00")
nav$fecha5<-(nav$fecha4-5982)
nav$datetime<-substr(nav$fecha5, 12, 19)
nav.1<- subset(nav, select= c(datetime, RelPosX, RelPosY, RelPosZ))

# Elimina valores X e Y incorrectos
attach(nav.1); head(nav.1)
nav.1$RelPosX[nav.1$RelPosX==0.000] <- NA
nav.2 <- na.omit(nav.1)
head(nav.2)
attach(nav.2)

RelPosX1<-NULL; RelPosY1<-NULL
for(i in 1:length(nav.2$RelPosX)){
if (abs(nav.2$RelPosX[1] - nav.2$RelPosX[i]) > 50) {
  RelPosX1[i] = NA
  RelPosY1[i] = NA
} else {
  RelPosX1[i]=nav.2$RelPosX[i]
  RelPosY1[i]=nav.2$RelPosY[i]
}
}

nav.3 <- cbind(nav.2,RelPosX1,RelPosY1)
nav.3[1:100,]
attach(nav.3)
plot(nav.3$RelPosY1, nav.3$RelPosX1,pch=21,col="red",bg="yellow")
names(nav.3)<-c("datetime", "RelPosX", "RelPosY", "RelPosZ", "posX", "posY")

nav.gps<-merge(gps.2, nav.3, by = "datetime", all.x=TRUE)
nav.gps$easting.nav<-(nav.gps$Easting)+(nav.gps$posX)
nav.gps$northing.nav<-(nav.gps$Northing)+(nav.gps$posY)
head(nav.gps)
plot(nav.gps$easting.nav, nav.gps$northing.nav)

for(i in 1:n) {
  nav.gps$easting.nav[i] <-ifelse(i>1 & i< n & is.na (nav.gps$easting.nav [i]),
  (nav.gps$easting.nav[i-1]+nav.gps$easting.nav[i+1])/2,nav.gps$easting.nav[i])
}
for(i in 1:n) {
  nav.gps$northing.nav[i] <-ifelse(i>1 & i< n & is.na (nav.gps$northing.nav [i]),
  (nav.gps$northing.nav[i-1]+nav.gps$northing.nav[i+1])/2,nav.gps$northing.nav[i])
}

plot(nav.gps$easting.nav, nav.gps$northing.nav)
dim(nav.gps)

# Interpola coordenadas faltantes
for(i in 1:n) {
  nav.gps$easting.nav[i]<-ifelse(i>1 & i< n & is.na(nav.gps$easting.nav[i]),
  (nav.gps$easting.nav [i-1]), nav.gps$easting.nav [i])
}

```

```

    }
for(i in 1:n) {
  nav.gps$northing.nav[i] <-ifelse(i>1 & i< n & is.na(nav.gps$northing.nav[i]),
  (nav.gps$northing.nav [i-1]), nav.gps$northing.nav [i])
}

head(nav.gps)

# Carga base datos video
setwd("C:/R/Marzo2013/pol2/")
video<- read.csv("poligono2.csv",header=TRUE)
summary(video)
dim(video)

video.1<- subset(video, Sector=="Caulin")
video.1$Fecha2<-as.POSIXlt(video.1$Fecha,origin="2013-04-17")
video.1$date_time<-paste(video.1$Fecha2, video.1$Tiempo.Video, sep=" ")
video.1$date_time2<-as.POSIXlt(video.1$date_time,origin="2013-03-02 12:27:13")
video.1$datetime<-substr(video.1$date_time2,12,19)
summary(video.1)
levels(video.1$Video)
#[1] "MOV04A" "MOV04B" "MOV04C" "MOV04D"

video.2<-subset(video.1, Video=="MOV04A")

video.3<- subset(video.2, select= c(datetime, Fecha, Poligono, Sector, Video,
Tiempo.Cuadro.Video, Tiempo.Video,Sustrato, Especie, Numero,
Cobertura, Medida.Ref.Laser.Regla,Diam.erizo.pantalla.mm,
Parche.n, N.erizos.parche))

names(video.3) <- c("datetime", "fecha", "poligono", "sector", "video",
"tiempo.cuadro.video", "tiempo.video", "sustrato",
"especie", "abundancia", "cobertura", "referencia",
"diametro", "parche.n", "erizos.parche")

nav.gps.1<- subset(nav.gps,select=c(datetime,easting.nav,northing.nav,date_time))
summary(nav.gps.1)
summary(video.3)

video.4 <-strptime(video.3$datetime,"%H:%M:%S")
video.4 <-substr(video.4,12,19)
max(video.4)
m <-which(nav.gps.1$datetime == max(video.4))

nav.gps.1 <- nav.gps.1[1:m,]
summary(nav.gps.1)
attach(nav.gps.1)
plot(easting.nav,northing.nav,pch=21,col="red",bg="yellow")

# Une archivos NAV.GPS & Video
vgn.cpul<-merge(nav.gps.1, video.3, by ="datetime", all=TRUE, header=TRUE)
caulin1<-vgn.cpul

```

```
setwd("C:/R/Marzo2013/pol2/sectores/")
write.csv(vgn.cpul, file = "sector1.csv")

# Une todos los archivos del polígono
setwd("C:/R/Marzo2013/pol2/sectores/")
filenames <- list.files("C:/R/Marzo2013/pol2/sectores/")
filenames
#[1] "sector1.csv" "sector2.csv" "sector3.csv" "sector4.csv"

pol2<-do.call("rbind", lapply(filenames, read.csv, header = TRUE))
attach(pol2)
pol2$dtesta <- c(diametro*90)/referencia
setwd("C:/R/Marzo2013/pol2/")
write.csv(pol2, file = "Poligono2_Marzo2013.csv")
```

```

# Código en R para procesar datos recolectados con cámara remolcada (deriva)

library(stats)
require(PBSmapping)
library(sp)
library(rgdal)
library(gdistance)

# Define directorio & carga bitácora de muestreo
setwd("C:/R/deriva/marzo2013")
bitacora<- read.csv("bitacora_fip_2012-14_2013.csv",header=TRUE)
summary(bitacora)
attach(bitacora)
plot(Longitud.inicial,Latitud.inicial)

head(bitacora)
bitacoral <-subset(bitacora,select=c(Poligono,Sector,Video, Latitud.inicial,
                                   Longitud.inicial,Latitud.final,Longitud.final))
names(bitacoral)<-c("poli","sector","video","lat1","long1","lat2","long2")
bitacoral$IdVideoP <-paste(bitacoral$poli, bitacoral$video, sep="_")

# Coordenadas iniciales (Punto inicial transecto)
head(bitacoral)
bit1 <-cbind(bitacoral$long1, bitacoral$lat1)
LatLong1 <- data.frame(X = bit1[,2], Y = bit1[,1])
coordinates(LatLong1) <- ~ Y + X

# Agrega sistema de coordenadas de referencia WGS84
proj4string(LatLong1) <- CRS("+proj=longlat +ellps=WGS84
+datum=WGS84")
LatLong1

# Transforma a sistema de coordenadas métricas (UTM)
LatLong1.UTM <- spTransform(LatLong1,CRS("+proj=utm +zone=18 +south +ellps=WGS84
+datum=WGS84"))
LatLong1.UTM
plot(LatLong1.UTM)

# Crea data.frame
UTM.Inicial = coordinates(LatLong1.UTM)
class(UTM.Inicial)
dim(UTM.Inicial)

# *** Coordenadas Finales (Punto final transecto)
head(bitacoral)
bit2 <-cbind(bitacoral$long2, bitacoral$lat2)
LatLong2 <- data.frame(X = bit2[,2], Y = bit2[,1])
coordinates(LatLong2) <- ~ Y + X

# Agrega sistema de coordenadas de referencia WGS84
proj4string(LatLong2) <- CRS("+proj=longlat +ellps=WGS84
+datum=WGS84")
LatLong2

```

```

# Transforma a sistema de coordenadas métricas (UTM)
LatLong2.UTM <- spTransform(LatLong2,CRS("+proj=utm +zone=18 +south +ellps=WGS84
+datum=WGS84"))
LatLong2.UTM
plot(LatLong2.UTM)

# Crea data.frame
UTM.Final = coordinates(LatLong2.UTM)
class(UTM.Final)
dim(UTM.Final)
UTM.Final[,1]

# Crea data.frame final
attach(bitacora1)
bitacora2<-data.frame(bitacora1,UTM.Inicial[,1],UTM.Inicial[,2],
UTM.Final[,1],UTM.Final[,2])
names(bitacora2)<-c("poli", "sector", "video", "lat1", "long1", "lat2",
"long2", "IdVideoP", "UTM.Estel", "UTM.Nortel", "UTM.Este2",
"UTM.Norte2")

head(bitacora2)
bitacora3<-subset(bitacora2,select=c(IdVideoP, UTM.Estel, UTM.Nortel,
UTM.Este2, UTM.Norte2))

head(bitacora3)

# Estima distancia recorrida (longitud transecto)
bitacora3$Dist.M <- sqrt((bitacora3[,4]-bitacora3[,2])^2 +
((bitacora3[,5]-bitacora3[,3])^2))
write.csv(bitacora3, file = "bitacoraR.csv")

# Une archivos de cada polígono en una base de datos común
setwd("C:/R/deriva/marzo2013/base.remolques")
filenames <- list.files("C:/R/deriva/marzo2013/base.remolques")
filenames
#[1] "poligono1.csv" "poligono11.csv" "poligono12.csv" "poligono4.csv"
#[5] "poligono5.csv" "poligono6.csv" "poligono7.csv" "poligono8.csv"

remolques<-do.call("rbind", lapply(filenames, read.csv, header = TRUE))
setwd("C:/R/deriva/marzo2013/")
write.csv(remolques, file = "Remolques2013.csv")

# Crea archivo resumen del muestreo identificando: polígono, video y duración
attach(remolques)
remolques$IdVideoP <-paste(remolques$Poligono, remolques$Video, sep="_")
head(remolques)

attach(remolques)
remolques1 <-as.data.frame.table(tapply(Número,list(IdVideoP,Duracion.Video),sum,
na.rm=TRUE));
names(remolques1)<-c("IdVideoP", "Duracion.Video", "Abundancia")

```

```

remolques2 <-subset(remolques1, Abundancia !=("NA"));
remolques2 <-subset(remolques2, IdVideoP !=("NA_"))
head(remolques2)
dim(remolques2)

attach(remolques2)
remolques3 <-data.frame(IdVideoP,Duracion.Video)
remolques3$tsec <- (as.numeric(substr(remolques3$Duracion.Video,4,5))*60)+
as.numeric(substr(remolques3$Duracion.Video,7,8))
write.csv(remolques3, file = "Remolques_resumen2013.csv")

# Carga archivo "bitacoraR.csv & lo combina "Remolques_resumen2013.csv"
setwd("C:/R/deriva/marzo2013/")
bitacoraR<- read.csv("bitacoraR.csv",header=TRUE)
remolquesR<- read.csv("Remolques_resumen2013.csv",header=TRUE)
bit.remol <-merge(bitacoraR,remolquesR, by ="IdVideoP", all=TRUE, header=TRUE)
bit.remol<- subset(bit.remol, select= c(IdVideoP,UTM.Estel, UTM.Nortel,
UTM.Este2,UTM.Norte2, Dist.M,Duracion.Video, tsec))

base.final<-subset(bit.remol, Duracion.Video !=("NA") & UTM.Estel !=("NA"))
dim(base.final)
#[1] 193 8
write.csv(base.final, file = "base.final.csv")

# Interpola coordenadas intermedias entre punto inicio y final del transecto
attach(base.final)
df_temp<-subset(base.final,IdVideoP=="1_MOV002")

x <- c(df_temp[1,2],df_temp[1,4])
y <- c(df_temp[1,3],df_temp[1,5])

plot(x,y)
points(approx(x, y, n=df_temp[1,8]), col=2, pch = ".")
df_temp1<-data.frame(approx(x, y, n=df_temp[1,8]+1))
attach(df_temp1)
df_order<-order(df_temp1[,1], decreasing = T)

for(i in 1:length(df_temp1)){
  if (df_temp[1,2] > df_temp[1,4]) {
    df_temp2=df_temp1[df_order,]
  } else {
    df_temp2=df_temp1
  }
}
dim(df_temp2)
attach(df_temp2)

df_temp2$tsec <- c(0:df_temp[1,8])
df_temp2$tiempo<-c(origin="2013-03-10 00:00:00")
df_temp2$tiempo1<-as.POSIXlt(df_temp2$tiempo)
df_temp2$tiempo2<-(df_temp2$tiempo1 + df_temp2$tsec)
df_temp2$Cuadro.Video<-substr(df_temp2$tiempo2,12,19)

```

```

attach(df_temp2)
df_temp3<- subset(df_temp2, select= c(x,y,Cuadro.Video))
names(df_temp3)<-c("Longitud.UTM", "Latitud.UTM", "Cuadro.Video")
attach(df_temp3)
plot(Longitud.UTM,Latitud.UTM)

setwd("C:/R/deriva/marzo2013/track")
write.csv(df_temp3, file = "1_MOV002.csv")

# Une archivos remolque (análisis de video) + track (interpolado)
base_polil <-read.csv("C:/R/deriva/marzo2013/base.remolques/poligonol.csv",
                    header=TRUE)
P1_MOV002 <- read.csv("C:/R/deriva/marzo2013/track/1_MOV002.csv",header=TRUE)

polil<- subset(base_polil, Video=="MOV002")
polil<- subset(polil, select= c(Poligono, Sector, Video, Tiempo.Cuadro.Video,
                              Sustrato, Especies, Numero, Cobertura))

Temp_MOV<- subset(P1_MOV002, select= c(Longitud.UTM,Latitud.UTM,Cuadro.Video))
names(Temp_MOV)<-c("Longitud", "Latitud", "Tiempo.Cuadro.Video")

Temp <-merge(polil, Temp_MOV, by ="Tiempo.Cuadro.Video", all=TRUE, header=TRUE)
Temp <-subset(Temp, Poligono !=("NA_"))

setwd("C:/R/deriva/marzo2013/base.final/")
write.csv(Temp, file = "1_MOV002.csv")

```

## **ANEXO IV**

---

**Guía Metodológica: Recolección y procesamiento de imágenes para monitoreo de recursos epibentónicos**



# Guía metodológica

---

*Recolección y procesamiento de imágenes para monitoreo de recursos epibentónicos*

Carlos Molinet, Patricio A. Díaz, Manuel Díaz & María Olga Millanao





---

**GUÍA METODOLÓGICA**  
**RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES**  
**PARA MONITOREO DE RECURSOS EPIBENTÓNICOS**

---

Carlos Molinet  
Patricio A. Díaz  
Manuel Díaz  
María Olga Millanao

Esta guía debe ser citada como: Molinet, C., P.A. Díaz, M. Díaz & M.O. Millanao (2013). Guía metodológica: Recolección y procesamiento de imágenes para monitoreo de recursos epibentónicos. Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile, 26 pp.

Carlos Molinet, Patricio A. Díaz, Manuel Díaz,  
Maria Olga Millanao



**Programa de Investigación Pesquera**  
Instituto de Acuicultura  
Universidad Austral de Chile  
Los Pinos s/n, Balneario Pelluco, Puerto Montt, Chile  
Tel: +56-65-277100  
Fax: +56-65-275583

[www.uach.cl](http://www.uach.cl)

**Fotos de portada:**

Principales tipos de sustratos y especies asociadas a las poblaciones de erizo rojo *Loxechinus albus* en el Sur de Chile. Imágenes generadas a través del análisis de filmaciones con cámara submarina SeaViewer.

# Tabla de contenidos

RESUMEN	5
LISTA DE ACRONIMOS	6
<b>1. CONCEPTOS GENERALES</b>	<b>7</b>
1.1. <i>Banco natural</i>	7
1.2. <i>Zona de pesca o polígono</i>	7
1.3. <i>Parche</i>	8
1.4. <i>Agregación</i>	8
1.5. <i>Sector</i>	9
1.6. <i>Transecto</i>	9
1.7. <i>Cuadro de imagen</i>	9
1.8. <i>Trineo</i>	10
1.9. <i>Sistema de seguimiento georreferenciado (tracking)</i>	10
1.10. <i>Sistema de escalamiento</i>	10
1.11. <i>Chingullo o quiñe</i>	11
1.12. <i>Bitácora de Registro</i>	11
<b>2. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS E IMÁGENES</b>	<b>12</b>
2.1. <i>Selección del banco</i>	12
2.1.1. <i>Identificación de parches</i>	12
2.1.2. <i>Caracterización de parches con Video</i>	12
2.1.3. <i>Consideraciones para el operador de cubierta</i>	13
2.1.4. <i>Consideraciones para el buzo</i>	13

<b>3.</b>	<b>PROCESAMIENTO DE MUESTRAS E IMÁGENES</b>	<b>14</b>
3.1.	<i>Procesamiento de muestras</i>	14
3.2.	<i>Imágenes desde cámara remolcada a la deriva</i>	14
3.3.	<i>Imágenes desde cámara con trineo</i>	15
3.4.	<i>Consideraciones para el procesador de imágenes</i>	15
<b>4.</b>	<b>ESTIMACION DE INDICADORES</b>	<b>18</b>
4.1.	<i>Indicadores de abundancia y Biomasa</i>	18
4.2.	<i>Indicadores asociados al Diámetro de la Testa</i>	18
4.3.	<i>Indicadores calidad de la gónada</i>	19
4.4.	<i>Indicador de agregación</i>	20
4.5.	<i>Indicadores comunitarios</i>	20
4.6.	<i>Análisis de datos</i>	21
<b>5.</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>23</b>

## **RESUMEN**

El objetivo de esta guía metodológica, es entregar las herramientas necesarias para la recolección, procesamiento de imágenes y datos, que permitan realizar una caracterización biológica de las agregaciones de recursos epibentónicos, en el contexto del establecimiento de estaciones de monitoreo poblacional.

Esta guía esta dividida en cuatro secciones. La primera sección incorpora conceptos generales sobre bancos de pesca, agregaciones de recursos bentónicos y diseño muestral. En la segunda sección se describe la metodología de recolección de imágenes y recolección de muestras. La tercera sección describe la metodología de procesamiento de imágenes y procesamiento de muestras, para obtener la información relativa a las variables de interés seleccionadas para caracterizar las poblaciones seleccionadas y su comunidad asociada. Finalmente, en la cuarta sección se describe la construcción de indicadores y análisis de información. Incluye la sugerencia de uso de uso de metodologías para análisis estadísticos.

# **LISTA DE ACRONIMOS**

**IFOP:** Instituto de Fomento Pesquero

**DT:** Diámetro de testa

**SHOA:** Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

**USLB:** Ultra-Short BaseLine

# 1. CONCEPTOS GENERALES

## 1.1 Banco natural

De acuerdo a la Ley General de Pesca y Acuicultura de Chile, un Banco natural es *“una agrupación de individuos que naturalmente habita un espacio delimitable, forma parte de la población de un recurso hidrobiológico bentónico y posee atributos diferenciables de otras agrupaciones del mismo recurso en el rango de distribución natural, en términos de abundancia expresada como densidad o cobertura, dentro de dicho espacio”*.

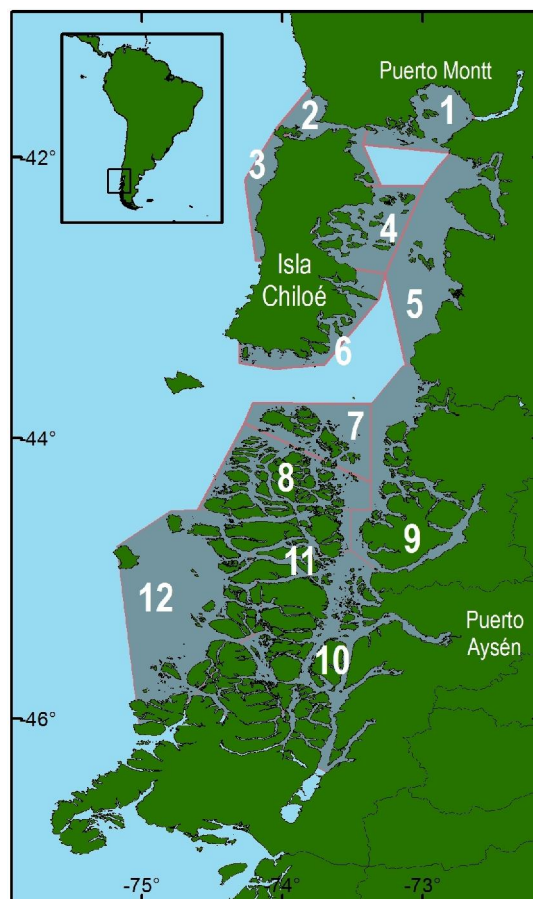
Para efectos de esta guía, el “espacio delimitable” se referirá a: i) un área geográfica delimitada e identificada como un área de extracción de recursos bentónicos por la pesca artesanal, ii) un área geográfica definida como área de “procedencia” de recursos bentónicos de acuerdo al seguimiento pesquero del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y/o iii) áreas geográficas delimitadas y/o identificadas con coordenadas geográficas con presencia de recursos bentónicos descritos en reportes de proyectos de investigación o publicaciones científicas.

Estos bancos serán entendidos como un conjunto de parches discretos de una especie determinada en el área previamente definida. La “discretización” de los parches será entendida como un límite en la presencia de la especie objetivo, lo que será también asociado a cambios en el

tipo de sustrato y/o cambios en la profundidad.

## 1.2 Zona de Pesca o Polígono

Corresponden a cada uno de las 12 zonas o polígonos de pesca en que se divide el mar interior entre Puerto Montt y la Península Taitao de acuerdo a la propuesta realizada por Molinet et al. (2011) (Fig. 1).



**Fig. 1.** Zona de pesca del recurso erizo en las X y XI regiones, identificando los polígonos de pesca propuestos por Molinet et al. (2011).

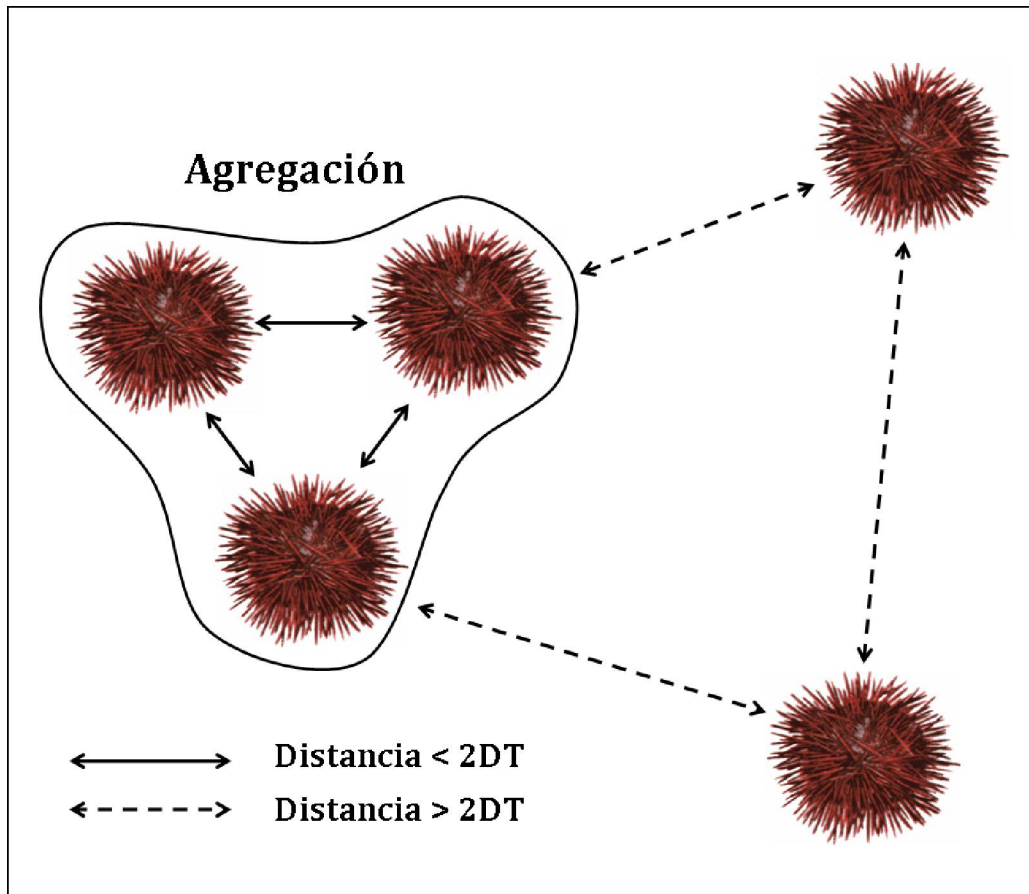


### 1.3 Parche

Corresponde a un conjunto de agregaciones de la especie objetivo, distribuidos de manera continua en el fondo marino en una escala de decenas de metros. Cada parche podrá ser caracterizado por su abundancia y la distribución de tamaños de los organismos que lo componen, las características comunitarias y las características batilológicas del mismo.

### 1.4 Agregación

De acuerdo a lo propuesto por McShane (1995) para identificar agregaciones de abalones *Halyotis iris* (parche en su concepto), se considera agregación a individuos separados por menos que dos diámetros de testa (DT). La medida es aplicada para el DT promedio de erizos en el cuadro, por lo que no se define una distancia fija en cm (Fig. 2).



**Fig. 2.** Esquema de una agregación de erizos de acuerdo a criterio de McShane (1995).

### 1.5 Sector

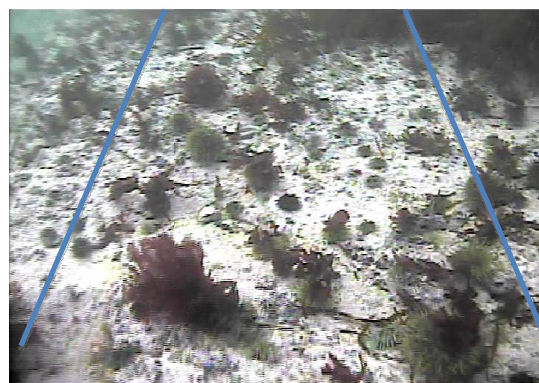
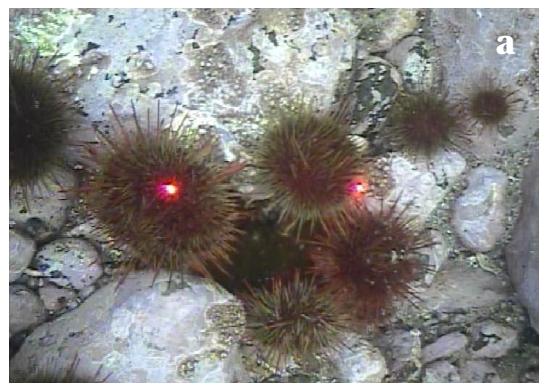
Nombre que corresponde a la localización geográfica del parche, obtenido de la carta de Navegación del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).

### 1.6 Transecto

Línea imaginaria o trazada que resulta del remolque de la cámara desde la embarcación a la deriva o bien del remolque del trineo desde la misma embarcación.

### 1.7 Cuadro de imagen

Para imágenes obtenidas con trineo, corresponde al área bajo la cámara, caracterizada por un tiempo de duración en segundos (tiempo que tarda el trineo en recorrer todo el cuadro en la imagen) y cuya superficie es estimada mediante el escalamiento de dos láser y reglas unidas a los rieles del trineo (Fig. 3). Para imágenes obtenidas mediante remolque a la deriva, el cuadro de imagen corresponde al margen inferior del cuadro, aproximadamente al 1/3 inferior, medidos desde base de la imagen, proyectado hacia el ancho de campo (Fig. 3).



**Fig. 3.** Cuadros de imagen obtenidos del análisis de imágenes de filmaciones con AB) Trineo y CD) Remolque. Note que las imágenes de trineo poseen dos láser como medida de escalamiento (distancia 10 cm).

### 1.8 Trineo

Estructura metálica de 34 cm de ancho (interior entre rieles) y 35 cm de alto, en cuyo chasis va montada una cámara submarina enfocada de manera perpendicular hacia abajo y un sistema de seguimiento georreferenciado (sistema de tracking) (Fig. 4).

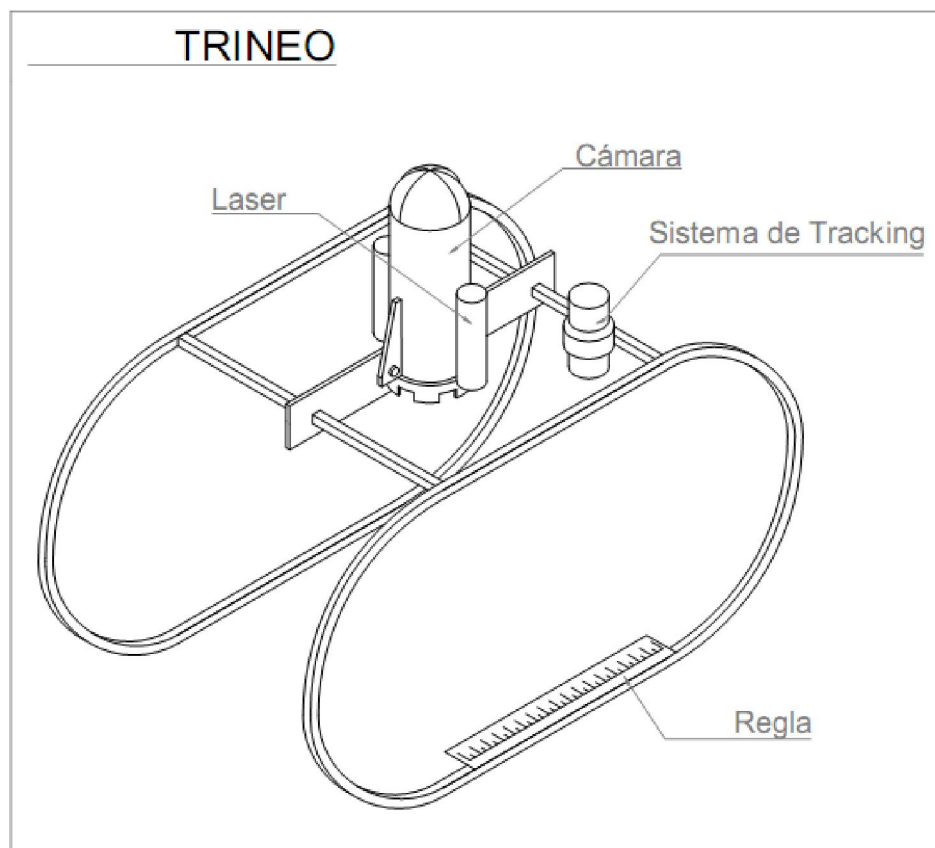
### 1.9 Sistema de seguimiento georreferenciado (tracking)

Sistema montado sobre el trineo que

permite registrar su ruta de navegación a intervalos de 1 segundo. Un ejemplo es el sistema Tracking Micron Nav USLB, que utiliza una señal de sonar y que se conecta a un pc portátil.

### 1.10 Sistema de escalamiento

Sistema que permite obtener una referencia de distancia en la imagen grabada, entre dos puntos en el fondo marino. Pueden ser luces láser paralelas y/o marcas en aparatos de muestreo (trineo, bípode, otro).



**Fig. 4.** Sistema para la recolección de imágenes submarinas, compuesto por un trineo, una cámara submarina y un sistema de seguimiento georreferenciado.

### 1.11 Chinguillo o quiñe

Sistema compuesto por un aro de acero y una red en forma de bolsa, utilizado por el buzo para la recolección manual de erizos que queden entre los rieles del trineo, inmediatamente después de realizar la filmación del transecto.

### 1.11 Bitácora de Registro

Bitácora en la cual se registran las acciones realizadas en la expedición. Debe contener los campos que se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Bitácora de muestreo.

<b>Polígono</b>	<b>Número y/o nombre de polígono</b>
Estación	Sector de muestreo
Fecha	Fecha del muestreo
Hora de Muestreo	Tiempo de muestreo en cada estación
Video	Nº de videos obtenidos durante el periodo de muestreo (por lo general asociado a un transecto)
Transecta	Nº de transecta para la recolección de erizos por parte del buzo
Tiempo de Video	Duración del video total en minutos
Latitud	Latitud del lugar del muestreo
Longitud	Longitud del lugar del muestreo
Láser	Medida de referencia para la detención en cada muestreo.
Cuadro	Imagen muestreada, cuya superficie es estimada utilizando la referencia del láser y/o regla en la imagen congelada. Además estará identificada por el tiempo del video en segundos.
Profundidad	Profundidad del la imagen muestreada
Sustrato	Tipo de sustrato arena, arena gruesa, bolón, roca, grava, cancagua, entre otros
Cobertura algal	La estimación de la cobertura algal se obtendrá utilizando la grilla descrita anteriormente
Especies	Se identificarán todas las especies presentes en el cuadro hasta el nivel taxonómico más preciso que permita la imagen y la literatura disponible

## 2. RECOLECCION DE MUESTRAS E IMÁGENES

### 2.1 Selección del banco

El banco como unidad geográfica general debe ser seleccionado en conjunto con buzos mariscadores y considerando la información disponible descrita en el punto 1.1.

#### *2.1.1 Identificación de parches*

La actividad se inicia con el llenado del borrador de bitácora en papel.

La metodología de identificación de parches consistirá en el despliegue de una cámara submarina desde una embarcación a la deriva (por viento y/o corriente). La cámara se mantendrá a una distancia de 0.5 a 1 m del fondo, lo que puede ser verificado usando luces láser en la cámara que se despliegue (Fig. 5).



**Fig. 5.** Cuadros de imagen obtenidos del análisis de imágenes de filmaciones de Remolque.

La distancia recorrida y profundidad a la que se despliega la cámara se obtiene utilizando un GPS-ecosonda, configurado para obtener la ruta de deriva a intervalos de 1 segundo. Además se debe registrar el punto de inicio y el de término de cada transecto grabado. La hora de la grabación de la cámara submarina y la hora del GPS deben ser sincronizadas (en las respectivas consolas) para el posterior análisis de la información. Para controlar la diferencia de posición entre la cámara y la embarcación se estima el ángulo de inclinación del cable respecto al eje vertical. Para cada parche identificado se debe registrar 5 a 7 transectos de una longitud mínima de 100 m. Idealmente el parche deberá ser delimitado geográficamente.

La velocidad de remolque de la cámara no será superior a 50 cm por segundo. Esto deberá ser considerado para el procesamiento de datos de navegación obtenido con el sistema de tracking.

#### *2.1.2 Caracterización de parches con Video y recolección de muestras*

La actividad se inicia con el llenado del borrador de bitácora en papel. Esto se realiza montando la cámara sobre un trineo. En cada parche seleccionado se trazan 3-4 transectos de 40-50 m de largo cada uno, los que deben ser demarcados imaginariamente en relación a un punto de referencia y tratando de seguir una ruta predispuesta. El número de transectos

realizados debe permitir recoger 500-600 individuos.

Para recorrer los transectos, la embarcación de trabajo deberá estar anclada. Por la popa de la embarcación se deberá desplegar la cámara montada sobre el trineo, con su respectivo sistema de escalamiento y sistema de tracking. Con una cuerda se mide la distancia del transecto y en el extremo más alejado se sumerge el trineo. Una vez en el fondo se inicia la navegación en el computador y la grabación de manera simultánea (habiéndose sincronizados las horas de ambas consolas en hh:mm:ss).

La navegación del trineo es conducida desde la embarcación remolcando lentamente el trineo. Un buzo mariscador acompaña al trineo, iniciando la navegación con una señal y verificando que la cámara se mantenga en posición perpendicular al fondo marino, recogiendo todos los erizos entre ambos “rieles del trineo” y finalizando la navegación con una señal. Los erizos deben ser recogidos en una “quiñe” con una malla de trama no superior a 10-mm, para evitar la pérdida de individuos de pequeño tamaño.

### ***2.1.3 Consideraciones para el operador de cubierta***

La sonda del sistema de tracking debe orientarse siempre hacia el trineo, de manera de asegurar que se registre la posición y esta no pierda señal. Esto se verifica observando los trazos de la posición del trineo en el PC portátil.

La velocidad de remolque del trineo debe ser lenta, de manera que permita observar claramente todos los organismos del fondo marino (app. 15-cm por segundo).

Cuando se observen erizos entre los rieles, el operador debe dar tiempo al buzo para recogerlos antes de seguir avanzando.

Una vez concluido el trabajo de recolección de imágenes, los muestreadores de campo deberán elaborar la bitácora del día. Las muestras de cada transecto se guardarán en bolsas separadas para comparar las mediciones obtenidas con la cámara versus las mediciones que se realizan con Caliper posteriormente.

### ***2.1.4 Consideraciones para el buzo***

El buzo debe preocuparse que las luces de ambos láser estén encendidas al comienzo del transecto y durante la navegación del trineo.

El buzo debe poner al trineo en posición de navegación y hacer una señal para que este empiece a ser remolcado desde la embarcación. El buzo NO DEBE EMPUJAR EL TRINEO, sólo facilitar su navegación.

El buzo deberá recoger todos los erizos que se ubiquen entre los dos rieles laterales a lo largo del transecto, en un quiñe construido con una red de hasta 10 mm de trama.

### 3. PROCESAMIENTO DE MUESTRAS E IMÁGENES

#### 3.1 Procesamiento de muestras

Para el caso específico de erizos recolectados por el buzo en cada transecta de trineo, estos deben ser medidos con un Vernier-caliper con 1-mm de precisión y pesados en una balanza digital de 0.1 g de precisión.

En cada zona de pesca se seleccionan 30 erizos de 55 a 70 mm, a los cuales, además ser medidos (diámetro de la testa) y pesados, se extraerán las gónadas, las cuales deben ser pesadas (drenadas) y observadas (color, estado) de acuerdo a la escala de colores propuesta por Barahona et al. (2003) (Fig. 6).



**Fig. 6.** Escala de coloración de gonadal de propuesta por Barahona et al. (2003).

#### 3.2 Imágenes desde cámara remolcada a la deriva

El transecto está constituido por cuadros de imagen identificados por el tiempo de grabación (hh:mm:ss), cuya imagen es congelada para identificar y

cuantificar todas las especies presentes en el cuadro, estimar la cobertura algal e identificar el tipo de sustrato. Las imágenes obtenidas a través de cámara remolcada a la deriva se proyectan sobre una superficie de dimensiones conocidas. Desde la base de la imagen se proyecta el recorrido de la cámara, el que se marca con una transparencia sobre la imagen. Sólo en el tercio inferior de la imagen (cuadro) se identificarán y cuantificarán las especies presentes. Esto permite que se defina el ancho del transecto de manera aproximada.

Se identifica y cuenta todas las especies interceptadas por el transecto (peces, invertebrados, algas), según el ancho de transecto definido. En el caso de la presencia de macroalgas y/o especies que formen colonias se estimará la cobertura (Fig. 7). Además se determina el tipo de sustrato presente de acuerdo a la clasificación propuesta en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Clasificación de los 10 tipos de sustratos identificados en el análisis de imágenes.

Sustrato	Figura
arena	8a-b
grava	8d-f
bolon	8g-i
roca	8j-l
arena-grava	8m-l
arena-bolon	9a-c
arena-roca	9d-f
grava-bolon	9g-i
grava-roca	9j-l
bolon-roca	9m-l

### 3.3 Imágenes desde cámara con trineo

Las imágenes obtenidas usando trineo se proyectan sobre una grilla de 100 puntos separados de manera regular en la pantalla del computador (Fig. 7). La muestra está constituida por un transecto compuesto por cuadros de imágenes identificados por el tiempo de grabación (hh:mm:ss). Cada cuadro es congelado para identificar y contar todas las especies presentes en él, medir los individuos de la especie objetivo, estimar la cobertura algal e identificar el tipo de sustrato. La clasificación de sustrato será realizada de acuerdo a las 10 clases propuesta en la tabla 2 (Figs. 8-9).

La superficie del cuadro es estimada utilizando la referencia del láser y/o regla en la imagen congelada.

Finalmente se crea una planilla de datos como se muestra en el capítulo 1 (Tabla 1). La cámara deberá ser nivelada y considerando su grado de deformación para la posterior medición.

### 3.4 Consideraciones para el procesador de imágenes

Cada Procesador (revisor de imágenes) debe recibir una instrucción previa, comenzar su trabajo en el laboratorio y realizar al menos la revisión de 1 video de prueba (siempre el mismo video) antes de comenzar el análisis de imágenes.

El Procesador debe tener a la vista una copia de la bitácora de recolección de la información, para incluir las observaciones pertinentes.

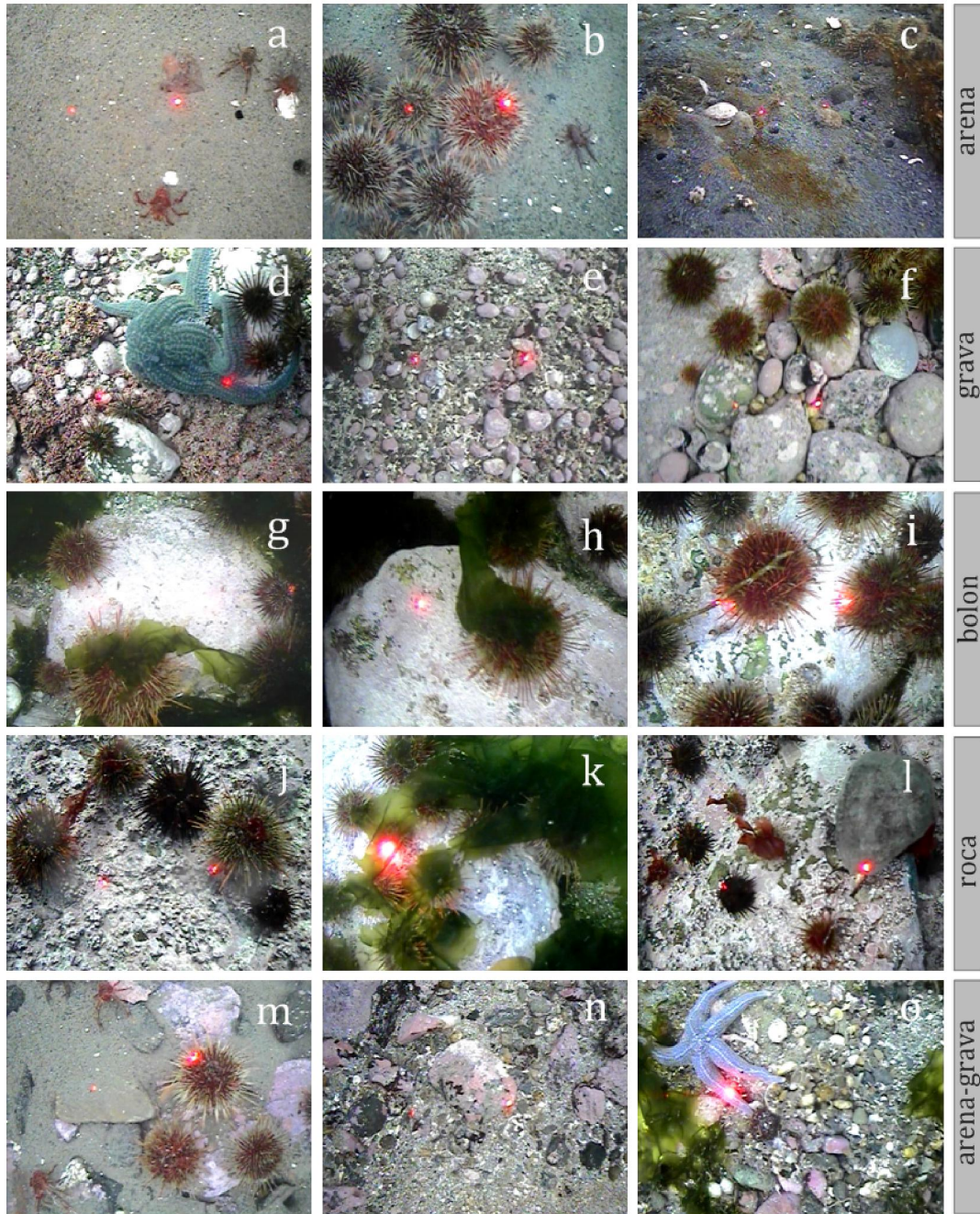


**Fig. 7.** Cuadro de imagen proyectado sobre una grilla de 100 puntos, separados de manera regular para la estimación de la cobertura algal.



El Procesador deberá asegurarse del número de videos válidos, revisando el número de videos de cada sector/parche, el tiempo de video u otros elementos que ayuden en la identificación (en cualquier caso la bitácora deberá indicar cuando un

video es nulo). La escala de referencia del video obtenido con buceo y/o trineo debe ser incluida para que el procesador de imágenes tenga la referencia (comparación del ancho de los láser con una regla bajo el agua).



**Fig. 8.** Tipos de sustratos utilizados en el análisis de imágenes.

Previo al inicio de la revisión, el Procesador deberá medir las dimensiones de su pantalla y el muestreo deberá realizarse utilizando todo el ancho y alto de su esta. Dado que una agregación puede continuar en

el siguiente cuadro, se debe incluir esta observación en la bitácora/base, de tal forma que al procesar los datos se pueda identificar una probable agrupación mayor que el tamaño de cuadro.



**Fig. 9.** Tipos de sustratos utilizados en el análisis de imágenes.

## 4. ESTIMACIÓN DE INDICADORES

### 4.1 Indicadores de abundancia y Biomasa

Para la descripción y el análisis de los indicadores se utilizará como ejemplo el caso del erizo *Loxechinus albus*.

#### 4.1.1 Densidad media

La unidad muestral será el transecto, el cual puede ser asociado a un sector/parche o se puede obtener un transecto por sector y representar al polígono con varios sectores. Los transectos tendrán una longitud de 40 m de largo y 0.3 m de ancho, lo que corresponde a una superficie de 12 m<sup>2</sup> por transecto. La densidad será obtenida dividiendo el número de erizos en el transecto por la superficie muestreada.

#### 4.1.2 Biomasa

Para esto se elaborará una curva longitud peso con los erizos recolectados en el transecto. La biomasa se podrá expresar en kg por m<sup>2</sup> o kg por transecto.

### 4.2 Indicadores asociados al Diámetro de la Testa

#### 4.2.1 Distribución de tamaños

El diámetro de la testa (DT) de los videos será medido con dos referencias desde las imágenes, una regla 20 cm (5 cm de separación) y dos láser separados por 10 cm. El diámetro de la testa (DT) de los erizos recolectados en

la transecta serán medidos con Caliper vernier para su comparación. La estimación de la estructura de tallas se elaborará con la medición de cada erizo medido en el video correspondiente a cada transecto, tomando como referencia la propuesta de 500-600 erizos como mínimo por polígono Barahona et al. (2003).

#### Índices:

$i$ : Transecto  $i = 1, 2, \dots, n, \dots, N$

$k$ : Longitud del ejemplar  $k = 1, \dots, K$

#### Variables y Parámetros:

$n$ : Número ejemplares en la muestra.

$\hat{p}_k$ : Estimador de la proporción a la talla en la población.

$k$ : Longitud del ejemplar  $k = 1, \dots, K$

Se usarán las siguientes ecuaciones:

Estimador de la estructura de talla de la población por área

$$\hat{p}_k = \frac{n_k}{n}$$

Estimador de la varianza del estimador  $\hat{p}_k$

$$\hat{V}(\hat{p}_k) = \frac{1}{n-1} \hat{p}_k (1 - \hat{p}_k)$$

#### 4.2.2 Diámetro de la testa promedio

Estimador de la talla media por transecto:

$$E(\bar{L}) = \bar{L} = \sum_{k=1}^K l_k \hat{p}_k$$

Estimador de la varianza del estimador

$\hat{V}$

$$\hat{V}(\bar{L}) = \sum_{k=1}^K l_k^2 \hat{V}(\hat{p}_k)$$

#### 4.2.3 Densidad y proporción sobre TML 60-mm

En cada transecto se contabilizarán los erizos mayores que 59 mm y se estimará su representación (abundancia) por transecto y su proporción respecto a la abundancia total de erizos en el transecto.

#### 4.2.4 Reclutamiento

Los estudios de crecimiento muestran que erizos de 20 mm tienen dos anillos de crecimiento, es decir dos años (Balboa 2012, Molinet et al. 2013). Por otro lado, la resolución de la calidad de la imagen recolectada con cámara submarina permite observar erizos de hasta 10 mm de manera confiable, considerando las características de recolección de información anteriormente señaladas. De esta forma se propone que reclutas sean considerados erizos de entre 10 a 20 mm DT, los que serán representados como número por transecto y además como la proporción de individuos en el transecto.

### 4.3 Indicadores calidad de la gónada

#### 4.3.1 Índice gonádico (IG)

En cada zona de pesca (polígono) se obtendrán 30 ejemplares de erizo con un DT de 60 a 70 mm. De cada ejemplar se obtendrá la siguiente información: i) diámetro de la testa (mm), ii) peso total (g), iii) peso gónadas (g) y iv) color de las gónadas (Fig. 6). El diámetro de cada ejemplar se registrará con un pie de metro (caliper) de 1-mm de precisión y el peso con una balanza electrónica de 0,01 g de precisión.

El IG relaciona el peso de la gónada y el peso total del ejemplar, permitiendo obtener una aproximación al ciclo de madurez sexual según las fluctuaciones que experimenta el peso gonádico a lo largo del tiempo.

La ecuación a utilizar será la siguiente:

$$IGS = \frac{PG}{PT} \cdot 100$$

Donde:

$PG$  = Peso de la gónada en gramos

$PT$  = Peso total (fresco) en gramos

#### 4.3.2 Coloración de la gónada

Para el registro de color de las gónadas se usará como base la tabla de colores elaborada por Barahona et al. (2003) en el proyecto FIP 2000-18. La tabla elaborada por IFOP será simplificada en 5-6 colores para la presentación de los datos y posterior análisis estadístico.

## 4.4 Indicador de agregación

En especies bentónicas con fecundación externa como el erizo un índice de agregación puede informar acerca de la probabilidad de éxito de fecundación de huevos, como lo propone Pennington (1983). Este autor reportó que erizos *Strongylocentrotus droebachensis* separados por más de 20 cm (un macho de una hembra) podían disminuir a menos de 15% la probabilidad de fecundación, comparado con 65 a 95% de éxito a menos de 20 cm de distancia. McShane (1995) propuso una metodología para identificar agregaciones de abalones (*Haliotis iris*) que considera agregación (parche en su concepto) a individuos separados por menos que dos longitudes de cuerpo (app. 10 a 20 cm). En este caso se propone un criterio de 15 cm, es decir dos DT promedio de individuos adultos de separación para considerar que existe una agregación. Con este criterio definido, durante el procesamiento de las imágenes se identificará el número de erizos agregados, el número de agregaciones por transecto y el número de erizos por agregación.

## 4.5 Indicadores comunitarios

### 4.5.1 Comunidad asociada

A través del procesamiento de imágenes se identificarán todas las especies epibentónicas hasta el nivel taxonómico más específico que permita la literatura disponible y la imagen capturada, siguiendo a Häuseermann & Försterra (2009).

### 4.5.2 Cobertura algal

La cobertura algal será estimada para cada transecto de considerando el número de puntos ocupado por las algas en la grilla diseñada y descrita en el procesamiento de imágenes.

### 4.5.3 Relación de abundancia con *Arbacia dufresnei* y *Pseudechinus magellanicus*

Aunque la literatura científica y reportes acerca de *A. dufresnei* y *P. magellanicus* son escasos (Häussermann & Försterra 2009, Brogger et al. 2010) es posible que en algunos de los estados del ciclo de vida de estas especies de erizo exista algún nivel de interacción que deberá ser explorado en el futuro. En el intertanto y para tratar de explorar la relación de *L. albus* con su comunidad asociada se propone observar su relación con estas otras dos especies de erizos. Para la definición de este indicador, se contarán todos los erizos en cada cuadro de la imagen y se comparará la abundancia de cada una de las especies de erizo versus *L. albus*.

### 4.5.4 Variables ambientales

Variables ambientales, como temperatura y salinidad podrán ser obtenidos mediante la instalación de sensores de registro continuo o bien de los programas de monitoreos se desarrollan en la zona de estudio.

## 4.6 Análisis de datos

La densidad media entre zonas de pesca, la densidad media de reclutas, la densidad media de erizos STML 60 mm y las agregaciones serán estudiadas utilizando modelos lineales generales, ya sea de la familia Binomial Negativa o Poisson (McCullagh & Nelder 1989), los cuales serán comparados utilizando el criterio de información de Akaike (Akaike 1974).

La distribución de tamaños entre zonas de pesca será evaluada usando modelos de regresión para datos ordinales (McCullagh 1980), usando el paquete “ordinal” en R.2.14.0 (Christensen 2013). Para esto la distribución de tamaños será separada en intervalos de 10 mm. Todos los análisis estadísticos serán realizados en R.2.14.0 (R Development Core Team 2012).

El diámetro medio de la testa medio será comparado usando un Análisis de Varianza (ANOVA), para lo cual se evaluará previamente la homocedasticidad de los residuales del modelo “Talla media = zona de pesca (polígono)”. Ante la eventual carencia de homocedasticidad de los residuales estos serán transformados aplicando la función “Boxcox”, usando el paquete “car” (Fox & Weisberg 2011) en R. 2.14.0.

La variación en el índice gonádico será evaluado transformando la variable y aplicando un análisis de varianza, previa verificación de

homocedasticidad. La coloración de la gonada será analizada aplicando una regresión multinomial utilizando el paquete “nnet” en R 2.14.0 (Venables & Ripley 2002).

La comunidad será estudiada aplicando un Escalamiento Multidimensional no Métrico (nMDS) (Legendre & Legendre 1998) utilizando como factor la zona de pesca. Previamente, las abundancias de especies por transectos serán transformadas [ $\log(x + 1)$ ], para reducir la importancia de especies más abundantes y permitir que las especies menos abundantes o raras contribuyan a la similaridad entre muestras. Posteriormente, una matriz de similaridad de Bray-Curtis será calculada para la realización de test estadísticos no-paramétricos. El nMDS, será utilizado para evaluar patrones de similitud, respecto de la diversidad y abundancia de especies, entre polígonos de pesca. El grado de correspondencia entre la matriz de entrada y la representación grafica del nMDS será determinado por el Stress, una medida de la bondad de ajuste. El Stress toma valores entre 0 y 1, siendo mejor el ajuste cuando este es más cercano a 0.

Un análisis de similaridad (ANOSIM) será usado para determinar la existencia de diferencias significativas entre polígonos de pesca. El ANOSIM, proporciona un estadístico  $R$ -test y un valor de probabilidad  $p$ . El  $R$ -test puede ser definido como:

$$R = \frac{(\bar{r}_B - \bar{r}_W)}{\frac{1}{2}M}$$

donde,  $r_B$  corresponde al promedio de similitudes entre muestras dentro de los grupos y,  $r_W$  corresponde al promedio de similitudes de todos los pares de muestras entre grupos. El valor de  $R$  representa el valor absoluto de similitud o disimilitud entre grupos. Si la similitud al interior de los grupos es mayor que entre grupos  $R > 0$  ( $p < 0.05$ ).

Finalmente, un análisis del porcentaje de similitud (SIMPER) será aplicado para caracterizar las especies

dominantes por zona de pesca, haciendo énfasis en las otras dos especies de erizos más comunes *Arbacia dufresnei* y *Pseudoechinus magellanicus*.

Los análisis estadísticos no-paramétricos serán realizados usando el paquete estadístico “vegan” (Oksanen et al. 2013) en R 2.14.0 (R Development Core Team 2012).

Finalmente para las variables ambientales se buscarán patrones en la serie de tiempo de largo plazo (> 5 años) para correlacionarlas con los resultados de los indicadores arriba propuestos a través de modelos lineales o modelos generales lineales.

## 6. Referencias

- Akaike H (1974) A new look at the statistical model identification. *Automatic Control, IEEE Transactions* 19:716-723.
- Andrew NL, Agastsuma Y, Ballesteros E, Bazhin AG and others (2002) Status and management of world sea urchin fisheries. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 40:343-425.
- Arias E, N Barahona N, G Jerez G, Lozada E (1995) Monitoreo del recurso erizo en la X y XI región Valparaíso.
- Arrau L (1958) Desarrollo del erizo comestible en Chile, *Loxechinus albus* (Molina). *Rev Biol Mar* 7:39-61.
- Balboa CA (2012) Variabilidad en el crecimiento del erizo rojo *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en un gradiente de profundidad, en un área del Sur de Chile. Universidad Austral de Chile.
- Barahona N, Olguin A, Vicencio C, Pezo V and others (2003a) Seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. *Pesquerías Bentónicas 2004*.
- Barahona N, Orensanz JM, Parma AM, Jerez G and others (2003b) Bases Biológicas para rotación de áreas en el recurso erizo. Proyecto FIP 2000-18. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso.
- Bay-Schmith E, Werlinger C, Silva J (1981) Ciclo anual de reproducción del recurso erizo *Loxechinus albus* entre la X y XII Región, Concepción.
- Botsford LW, Kaplan DM, Hastings A (2004) Sustainability and yield in marine reserve policy. In: Shiply JB (ed) *Aquatic protected areas as fisheries management tools*. American Fisheries Society, Bethesda, p 75-86.
- Brogger MI, Martínez MI, Penchaszadeh PE (2010) Reproduction of the sea urchin *Arbacia dufresnii* (Echinoidea: Arbaciidae) from Golfo Nuevo, Argentina. *J Mar Biol Ass UK* 90:1405-1409.
- Bustos E (1988) Repoblación y cultivo de recursos bentónicos, una alternativa de desarrollo para el subsector pesquero artesanal. *Investigación Pesquera Chile* 35:5-8.
- Bustos E, Olave S (2001) El cultivo del erizo (*Loxechinus albus*), Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt.
- Bustos H, Troncoso R, Valencia J, Reyes A (1987) Repoblación y cultivo de la ostra chilena y del erizo en la isla de Chiloé, Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt.
- Caddy JF (2004) Current usage of fisheries indicators and reference points, and their potential application to management of fisheries for marine invertebrates. *Can J Fish Aquat Sci* 61:1307-1324.
- Castilla JC, Vásquez J, Larrea A, Julliam A (1981) Poblaciones de erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1872) en cinturones de *Macrocystis pyrifera* en el Canal Beagle, Chile. In: Santelices B



(ed) Informe Final Proyecto de Investigación: Biología y factibilidad de utilización de praderas de *Macrocystis pyrifera* en Pto Toro, Isla Navarino, Chile. Universidad Católica de Chile - Armada de Chile, p 270-314.

Christensen R (2013) ordinal: Regression Models for Ordinal Data. Available online from the CRAN website <http://cran.r-project.org/>.

Flores L, Ernst B, Parma A (2010) Growth pattern of the sea urchin, *Loxechinus albus* (Molina, 1782) in southern Chile: evaluation of growth models. *Mar Biol* 157:967-977.

Fox J, Weisberg S (2011) An R Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage.  
<http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>.

Gaines SD, Lafferty KD (1995) Modeling the dynamics of marine species: the importance of incorporating larval dispersal. In: McEdward LR (ed) Ecology of marine invertebrate larvae. CRC Press, Boca Raton Florida, USA, p 389-412.

Gebauer P, Moreno CA (1995) Experimental validation of the growth rings of *Loxechinus albus* (Molina, 1782) in southern Chile (Echinodermata: Echinoidea). *Fisheries Research* 21:423-435.

Guisado C, Castilla JC (1987) Historia de vida, reproducción y avances en el cultivo del erizo comestible chileno *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinoidea: Echinidae). In: Arana P

(ed) Manejo y desarrollo pesquero, Vol 1st. Editorial universitaria, Valparaíso, p 59-68.

Guisado C, Arias E, Pérez E (1998) Estudio reproductivo del erizo en las regiones I-VIII, Valparaíso.

Gutiérrez NL (2011) Proposal for data collection, monitoring and assessment of the red sea urchin fishery in California, California Sea Urchin Commission.

Hanski I, Gilpin M (1991) Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biological Journal of the Linnean Society* 42: 3-16.

Häussermann V, Försterra G (2009) Fauna Marina Bentónica de la Patagonia Chilena. *Nature in Focus*, Santiago, Chile.

Hsieh CH, Yamauchi A, Nakazawa T, Wang WF (2010) Fishing effects on age and spatial structures undermine population stability of fishes. *Aquatic Sciences* 72:165-178.

Kino S, Valencia J (1990) El informe final de las investigaciones de la repoblación y cultivo de la ostra chilena y del erizo en la Isla de Chiloé en la República de Chile. Overseas Fishery Cooperation Foundation, p 58.

Kino S, Agatsuma Y (2007) Reproduction of sea urchin *Loxechinus albus* in Chiloé Island, Chile. *Fisheries Science* 73:1265-1273.

Legendre P, Legendre L (1998) Numerical ecology Elsevier Science BV, Amsterdam.

- McCullagh P (1980) Regression models for ordinal data (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society: Series B* 42:109-142.
- McCullagh P, Nelder JA (1989) *Generalized linear models*. London.
- McShane PE (1995) Estimating the abundance of abalone: the importance of patch size. *Mar Freshw Res* 46:657-662.
- Molinet C, Arevalo A, Barahona N, Ariz L and others (2008) Diagnostico biológico - pesquero para recursos bentónicos de la zona contigua, X y XI región, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso.
- Molinet C, Moreno CA, Orensanz JM, Parma A and others (2009) Estudio de poblaciones fuente (profundas) y flujo de dispersión larvaria y reclutamiento de erizos en la XI región (Fase I).
- Molinet C, Herrera C, Gebauer P, Landaeta M, Moreno CA (2010) Estados tempranos de Echinoidea en canal Lagreze, Islas Guaitecas, sur de Chile. *Rev Biol Mar Ocenog* 45:19-33.
- Molinet C, Barahona N, Yannicelli B, González J, Arévalo A, Rosales S (2011) Statistical and empirical identification of multispecies harvesting zones to improve monitoring, assessment, and management of benthic fisheries in southern Chile. *Bulletin of Marine Science* 87:351-375.
- Molinet C, Balboa CA, Moreno CA, Díaz M, Gebauer P, Nikcletshek E, Barahona N (2013) *Loxechinus albus* along a bathymetric gradient associated with a fishing ground. *Bulletin of Marine Science* 89:699-716.
- Moreno C, Molinet C, Díaz P, Díaz M, Codjambassis J, Arévalo A (2011) Bathymetric distribution of the Chilean Red Sea Urchin (*Loxechinus albus*, Molina) in the inner seas of northwest patagonia: Implications for management. *Fisheries Research* 110:305-311.
- Moreno CA, Vega R (1988) Valor científico de las reservas marinas costeras: un ejemplo de estudio ecológico en poblaciones de *Loxechinus albus* (Molina). *Informe UNESCO Ciencias del Mar* 47 124-134.
- Moreno CA (2003) Plan de Manejo Pesquería Erizo Zona Contigua (X-XI Región). Informe Final. Subsecretaría de Pesca. Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Moreno CA, Barahona N, Molinet C, Orensanz JML, Parma AM, Zuleta A (2006) From crisis to institutional sustainability in the Chilean sea urchin fishery In: McClanahan T, Castilla JC (eds) *Fisheries Management: Progress toward sustainability*. Blackwell Publishing, U.K., p 43-67.
- Moreno CA, Molinet C (2013) El paradigma de la distribución batimétrica de *Loxechinus albus* (Molina) en Chile. *Rev Chil Hist Nat* 86:225-227.
- Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P and others (2013) *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-7. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

- Orensanz JM, Parma A, Hall MA (1998) The analysis of concentration and crowding in shellfish research. In: Jamieson GS, Campbell A (eds) Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management, Vol 125. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, p 143-157.
- Orensanz JM, Parma A, Turk T, Valero J (2006) Dynamics, assessment and management of exploited natural populations In: Shumway S, Parsons GJ (eds) Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Elsevier p765-868.
- Pennington M (1983) Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. *Biometrics* 39:281-286.
- R Development Core Team (2012) R: A language and environment for statistical computing R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.r-project.org/>.
- Roughgarden J, Iwasa Y, Baxter C (1985) Demographic theory for an open marine population with space-limited recruitment. *Ecology* 66:54-67.
- Schuhbauer A, Brickle P, Arkhipkin AI (2010) Growth and reproduction of *Loxechinus albus* (Echinodermata: Echinoidea) at the southerly peripheries of their species range, Falkland Islands (South Atlantic). *Mar Biol* 157:1837-1847.
- Stotz W, González S, López C (1992) Siembra experimental del erizo rojo *Loxechinus albus* (Molina) en la costa expuesta del centro-norte de Chile: efectos del erizo negro *Tetrapygus niger* (Molina) sobre la permanencia y crecimiento de juveniles. *Investigación Pesquera* 37:107-117.
- Stotz W, Valladares C, Pérez E, Marín S (1998) Fallas en el reclutamiento de las poblaciones del erizo rojo *Loxechinus albus* en la XII región: Sus implicancias para la administración del recurso XVIII Congreso de Ciencias del Mar, Iquique, p 128.
- Venables WN, Ripley BD (2002) Modern Applied Statistics with S. Fourth Edition. Springer, New York

## **ANEXO V**

---

**Publicaciones relativas al recurso erizo *L. abusen* Chile**

<b>Detalles Publicación</b>	<b>Tipo de Publicación</b>	<b>Tema de la Publicación</b>
Andrew, N.L., Y. Agastsuma, E. Ballesteros, A.G. Bazhin, E.P. Creaser, D.K.A. Barnes, L.W. Botsford, A. Bradbury, A. Campbell, D. Dixon, S. Einarsson, P.K. Gerring, K. Herbert, M. Hunter, S.B. Hur, P.K. Johnson, M.A. Juinio-Meñez, P. Kalvass, R.J. Miller, C.A. Moreno, J.S. Palleiro, D. Rivas, S.M. Robinson, S.C. Schroeter, R.S. Steneck, R.L. Vadas, D.A. Woodby & Z. Xiaoqi, 2002. Status and management of world sea urchin fisheries. <i>Oceanogr. Mar. Biol. Rev.</i> , (40): 343-425.	Artículo científico ISI	Pesquería
Arias, E., N. Barahona, G. Jerez & E. Lozada, 1995. Monitoreo del recurso erizo en la X y XI región. Informe Final FIP 93-13. Valparaíso. 1-74 pp.	Reporte proyecto FIP	Pesquería
Arrau, L., 1958. Desarrollo del erizo comestible en Chile, <i>Loxechinus albus</i> (Molina). <i>Rev. Biol. Mar.</i> , (7): 39-61.	Artículo científico ISI	Ciclo de vida
Barahona, N., J.M. Orensanz, A.M. Parma, G. Jerez, C. Romero, H. Miranda, A. Zuleta, V. Castañi & P. Galvez, 2003. Bases Biológicas para la rotación de áreas en el recurso erizo. Proyecto FIP 2000-18. Valparaíso, 200 pp.	Reporte proyecto FIP	Pesquería
Bay-Schmith, E., C. Werlinger & J. Silva, 1981. Ciclo Anual de reproducción del recurso erizo <i>Loxechinus albus</i> entre la X y XII Región. Concepción, 68 pp.	Reporte	Reproducción
Bückle, F., C. Guisado, C. Cerrano, I. Cordova, L. Peña & E. Vasquez, 1977. Estudio del crecimiento en cautiverio del erizo <i>Loxechinus albus</i> (Molina) en las costas de Valparaíso y Chiloé, Chile. . <i>Anales Centro Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma</i> , (4): 141-152.	Artículo científico	Cultivo
Bustos, E. & S. Olave, 2001. El cultivo del erizo ( <i>Loxechinus albus</i> ). Puerto Montt. 23 pp.	Manual	Cultivo
Bustos, H., R. Troncoso, J. Valencia & A. Reyes, 1987. Repoblación y cultivo de la ostra chilena y del erizo en la isla de Chiloé. Santiago. 138 pp.	Reporte IFOP	Ecología larval
Cárcamo, P.F., A.L. Candia & O.R. Chaparro, 2005. Larval development and metamorphosis in the sea urchin <i>Loxechinus albus</i> (Echinodermata: Echinoidea): Effects of diet type and feeding frequency. <i>Aquaculture</i> , (249): 375- 386.	Artículo científico ISI	Cultivo larval

Castilla, J.C. & C.A. Moreno, 1982. Sea urchins and <i>Macrocystis pyrifera</i> . Experimental test of their ecological relations in southern Chile. In: J.M. Lawrence (Ed.), Proceedings of the International Echinoderm Conference. Balkema, A.A., Rotterdam, 257-263.	Artículo Conferencia	Ecología
Contreras, S. & J.C. Castilla, 1987. Feeding behavior and morphological adaptations in two sympatric sea urchin species in central Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser., (38): 217-224.	Artículo científico ISI	Ecología
Flores, L., B. Ernst & A. Parma, 2010. Growth pattern of the sea urchin, <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782) in southern Chile: evaluation of growth models. Mar. Biol., (157): 967-977.	Artículo científico ISI	Crecimiento
Gebauer, P. & C.A. Moreno, 1995. Experimental validation of the growth rings of <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1872) in the southern Chile (Echinodermata: Echinoidea). Fish. Res., (21): 423-435.	Artículo científico ISI	Crecimiento
Gonzalez, L.P., J.C. Castilla & C. Guisado, 1987. Effect of larval diet and rearing temperature on metamorphosis and juvenile survival of edible sea urchin <i>Loxechinus albus</i> (Molina 1782) (Echinoidea, Echinidae). J. Shellfish. Res., (6): 109-115.	Artículo científico ISI	Cultivo larval
Guisado, C., E. Arias & E. Pérez, 1998. Estudio reproductivo del erizo en las regiones I-VIII. Informe Final. Proyecto FIP-IT/96-44. Coquimbo, 233 pp.	Reporte proyecto FIP	Reproducción
Guisado, C. & J.A. Castilla, 1987. Historia de vida, reproducción y avances en el cultivo del erizo comestible chileno <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782) (Echinoidea: Echinidae). In: P. Arana (Ed.), Manejo y Desarrollo Pesquero. Editorial Universitaria, Valparaíso, 59-68.	Artículo científico	Ciclo de vida
Gutierrez, J. & I. Otsu, 1975. Periodicidad en las variaciones biométricas de <i>Loxechinus albus</i> Molina. Rev. Biol. Mar., (15): 179-199.	Artículo científico ISI	Reproducción
Kino, S. & Y. Agatsuma, 2007. Reproduction of sea urchin <i>Loxechinus albus</i> in Chiloé island, Chile. Fisheries Sci, (73): 1265-1273.	Artículo científico ISI	Reproducción
Molinet, C., C.A. Moreno, E. Niklitschek, M. Matamala, M. Neculman, A. Arévalo, J. Codjambassis, P. Díaz & M. Díaz, 2012. Reproduction of the sea urchin <i>Loxechinus albus</i> across a bathymetric gradient in the Chilean Inland Sea. Rev. Biol. Mar. Oceanogr., (47): 257-272.	Artículo científico ISI	Reproducción

Molinet, C., C.A. Moreno, J.M. Orensanz, A. Parma, J. Codjambassis, M. Díaz, L. Flores, M. Matamala, V. Almanza, J. Enríquez, M. Neculman & E. Cortez, 2009. Estudio de poblaciones fuente (profundas) y flujo de dispersión larvaria y reclutamiento de erizos en la XI región (Fase I). Valparaíso, Chile, 122 pp.	Reporte proyecto FIP	Ecología y distribución batimétrica
Moreno, C.A., 2003. Plan De Manejo Pesquería Erizo Zona Contigua (X-XI Región). Informe Final. Subsecretaría de Pesca. Valdivia, 37 pp.	Reporte	Manejo Pesquero
Moreno, C.A., N. Barahona, C. Molinet, J.M.L. Orensanz, A.M. Parma & A. Zuleta, 2006. From crisis to institutional sustainability in the chilean sea urchin fishery. In: T. McClanahan & J.C. Castilla (Eds.), Fisheries management: progress towards sustainability Blackwell Publishing, Monbasa, 43-67.	Artículo de libro	Manejo Pesquero
Moreno, C.A., C. Molinet, J. Codjambassis, M. Díaz, P. Díaz & A. Arevalo, 2011. Bathymetric distribution of the chilean sea urchin ( <i>Loxechinus albus</i> , Molina) in the inner seas of northwest Patagonia: implications for management. Fish. Res., (110): 305-311.	Artículo científico ISI	Distribución batimétrica
Moreno, C.A. & R. Vega, 1988. Valor científico de las reservas marinas costeras: un ejemplo de estudio ecológico en poblaciones de <i>Loxechinus albus</i> (Molina). Unesco, Ciencias Marinas, 124-134 pp.	Artículo científico	Reservas
Moreno, C.A., A. Zuleta & P.S. Rubilar, 1996. Investigación complemento pesquería Erizo 1995. Valdivia. 1-47 pp.	Reporte	Evaluación de stock
Pérez, A., C. Boy, E. Morriconi & J. Calvo, 2010. Reproductive cycle and reproductive output of the sea urchin <i>Loxechinus albus</i> (Echinodermata: Echinoidea) from Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. Polar Biol., (33): 271-280.	Artículo científico ISI	Reproducción
Schipman, F., 1995. Bases biopesqueras para la administración del del recurso erizo ( <i>Loxechinus albus</i> , Molina 1782) en la XI región, Chile. Universidad Austral de Chile, Valdivia, 38 pp.	Tesis	Manejo Pesquero
Schuhbauer, A., P. Brickle & A.I. Arkhipkin, 2010. Growth and reproduction of <i>Loxechinus albus</i> (Echinodermata: Echinoidea) at the southerly peripheries of their species range, Falkland Islands (South Atlantic). Mar. Biol., (157): 1837-1847.	Artículo científico ISI	Crecimiento y reproducción

Stotz, W., 2003. Sea-urchin fisheries: A Chilean perspective. Institution, Puerto Varas, Chile. 3-17 pp.	Artículo científico	Pesquería
Stotz, W., S. González & C. López, 1992. Siembra experimental del erizo rojo <i>Loxechinus albus</i> (Molina) en la costa expuesta del centro-norte de Chile: efectos del erizo negro <i>Tetrapygus niger</i> (Molina) sobre la permanencia y crecimiento de los juveniles. Investigación Pesquera (Chile), (37): 107-117.	Artículo científico	Repoblamiento
Stotz, W., C. Valladares, E. Pérez & S. Marín, 1998. Fallas en el reclutamiento de las poblaciones del erizo rojo <i>L. albus</i> en la XII región: Sus implicancias para la administración del recurso. Iquique. XVIII Congreso de Ciencias del Mar, p. 128	Resumen	Manejo Pesquero
Vásquez, J., 2001. Ecology of <i>Loxechinus albus</i> . In: J.M. Lawrence (Ed.), Edible sea urchins: Biology and ecology. Elsevier Science B.V., Tampa, 161-175.	Artículo de libro	Ecología
Vásquez, J., J.C. Castilla & B. Santelices, 1984. Distributional patterns and diets of four species of sea urchins in giant kelp forest ( <i>Macrocystis pyrifera</i> ) of Puerto Toro, Navarino Island, Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser., (19): 55-63.	Artículo científico ISI	Ecología
Zamora, S. & W. Stotz, 1992. Ciclo reproductivo de <i>Loxechinus albus</i> (Molina 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en Punta Lagunillas, IV región, Coquimbo, Chile. Rev. Chil. Hist. Nat., (65): 121-133.	Artículo científico ISI	Reproducción
Zamora, S. & W. Stotz, 1994. Cultivo masivo en laboratorio de juveniles de erizo <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1872), (Echinodermata: Echinoidea). Investigación Pesquera (Chile), (38): 37-54.	Artículo científico	Cultivo larval
Zuleta, A., C. Molinet, P.S. Rubilar, S. Rosales, R. Gili, L. Ariz, N. Barahona, Z. Young, B. Ernst, J.M. Orensanz, A. Parma & M. Nilsson, 2008. Bases biológicas para la rotación de áreas del recurso erizo, Fase II. Valparaíso. FIP 2003-13, 1-293 pp.	Reporte proyecto FIP	Manejo Pesquero
Zuleta, A., C.A. Moreno & P.S. Rubilar, 1994. INVES: evaluación de stocks y monitoreo de la pesquería del erizo 1993. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 54 pp.	Reporte	Evaluación de stock
Zuleta, A., C.A. Moreno, L. Vergara & P.S. Rubilar, 1995. INVES: evaluación de stocks y modelo de manejo del recurso erizo. Valdivia, 72 pp.	Reporte	Evaluación de stock



## **ANEXO VI**

---

**Identificación de los 218 videos/transectas con cámara a la deriva para identificar parches de erizos en las 9 zonas de pesca (polígonos) del área de estudio**

<b>Zona de pesca</b>	<b>Video/transecto</b>	<b>Sector</b>	<b>Abundancia de erizos</b>
1	1_MOV002	Isla Guar Sur	0
1	1_MOV003	Isla Guar Sur	0
1	1_MOV004	Isla Guar Este	0
1	1_MOV005	Isla Guar Este	1
1	1_MOV006	Isla Guar Este	0
1	1_MOV007	Isla Guar Este	87
1	1_MOV008	Isla Guar Este	8
1	1_MOV009	Isla Guar Este	0
1	1_MOV00A	Isla Guar Este	0
1	1_MOV00B	Isla Guar Este	3
1	1_MOV010	Isla Guar Este	47
1	1_MOV062	Paso Tautil	0
1	1_MOV063	Paso Tautil	0
1	1_MOV068	Paso Tautil	0
1	1_MOV06C	Paso Tautil	1
1	1_MOV06D	Paso Tautil	8
1	1_MOV06F	Isla Quenu	164
1	1_MOV070	Isla Quenu	12
1	1_MOV071	Isla Quenu	4
1	1_MOV072	Isla Quenu	179
1	1_MOV073	Isla Quenu	48
1	1_MOV078	San Ramón	0
1	1_MOV079	San Ramón	2
1	1_MOV07A	San Ramón	1
1	1_MOV07B	San Ramón	109
1	1_MOV07C	San Ramón	8
1	1_MOV07F	San Ramón	1
1	1_MOV080	San Ramón	0
1	1_MOV081	Isla Guar Sur	0
1	1_MOV082	Isla Guar Sur	0
1	1_MOV083	Isla Guar Sur	0
1	1_MOV084	Isla Guar Sur	0
1	1_MOV085	Isla Guar Sur	26
1	1_MOV086	Isla Guar Sur	250
1	1_MOV088	Isla Guar Sur	0
2	2_MOV00C	Quicaví	1469
2	2_MOV00D	Quicaví	0
2	2_MOV00E	Morro Lobos	287

<b>Zona de pesca</b>	<b>Video/transecto</b>	<b>Sector</b>	<b>Abundancia de erizos</b>
2	2_MOV00F	Morro Lobos	101
2	2_MOV010	Morro Lobos	217
2	2_MOV013	Morro Lobos	606
2	2_MOV014	Morro Lobos	335
2	2_MOV015	Morro Lobos	0
2	2_MOV016	Morro lobos	612
2	2_MOV017	Morro Lobos	0
2	2_MOV018	Bajo linao	0
2	2_MOV019	Bajo Linao	2
2	2_MOV01A	Bajo linao	886
2	2_MOV01B	Bajo Linao	0
2	2_MOV045	Punta Corona - Canal chacao	44
2	2_MOV046	Punta Corona - Canal chacao	147
2	2_MOV047	Punta Corona - Canal chacao	122
2	2_MOV048	Punta Corona - Canal chacao	114
2	2_MOV049	Punta Corona - Canal chacao	7
2	2_MOV050	Punta Corona - Canal chacao	2
2	2_MOV057	Pulelo	0
2	2_MOV058	Pulelo	0
2	2_MOV059	Pulelo	1818
4	4_MOV00A	Tenaun	0
4	4_MOV00B	Tenaun	0
4	4_MOV02D	Bajo Chincui	2107
4	4_MOV02E	Bajo Chincui	556
4	4_MOV02F	Bajo Chincui	111
4	4_MOV030	Bajo Chincui	476
4	4_MOV031	Bajo Chincui	9
4	4_MOV032	Punta Pajaros	320
4	4_MOV033	Punta Pajaros	199
4	4_MOV034	Punta Pajaros	1814
4	4_MOV035	Punta Pajaros	1
4	4_MOV036	Isla Cheniao	0
4	4_MOV037	Isla Cheniao	0
4	4_MOV038	Mechuque Norte	0
4	4_MOV039	Mechuque Norte	0
4	4_MOV03A	Tenaun	278
4	4_MOV03B	Tenaun	64
4	4_MOV03C	Tenaun	0
4	4_MOV03D	Tenaun	0
4	4_MOV03E	Tenaun	0

<b>Zona de pesca</b>	<b>Video/transecto</b>	<b>Sector</b>	<b>Abundancia de erizos</b>
4	4_MOV03F	Tenaun	336
5	5_MOV00F	Talcan	0
5	5_MOV010	Talcan	0
5	5_MOV011	Bajo Salvo	0
5	5_MOV012	Bajo Salvo	0
5	5_MOV013	Canal Nayahue	0
5	5_MOV014	Canal Nayahue	0
5	5_MOV015	Canal Nayahue	0
5	5_MOV016	Nayahue	0
5	5_MOV019	Nayahue	30
5	5_MOV01A	Nayahue	101
5	5_MOV01B	Nayahue	124
5	5_MOV01C	Nayahue	65
5	5_MOV01D	Islote Nahuel	0
5	5_MOV01E	Islote Nahuel	71
5	5_MOV01F	Islote Nahuel	6
5	5_MOV020	Islote Nahuel	30
5	5_MOV022	Isla Chulin	0
5	5_MOV023	Isla Chulin	0
5	5_MOV024	Isla Chulin	2
5	5_MOV025	Isla Chulin	0
5	5_MOV026	Isla Chulin	179
5	5_MOV028	Isla Chulin	153
5	5_MOV029	Isla Chulin	0
5	5_MOV02A	Isla Chulin	0
5	5_MOV02B	Isla Chulin	7
5	5_MOV02C	Isla Chulin	347
6	6_MOV046	Yatac Bajo	303
6	6_MOV047	Yatac Bajo	21
6	6_MOV048	Yatac Bajo	0
6	6_MOV049	Yatac Bajo	1
7	7_MOV02E	Puquitin	3
7	7_MOV02F	Peligroso	0
7	7_MOV030	Peligroso	24
7	7_MOV031	Peligroso	144
7	7_MOV032	Peligroso	117
8	8_MOV08E	Isla Midhurst	0
8	8_MOV08F	Isla Midhurst	0
8	8_MOV090	Isla Midhurst	0
8	8_MOV091	Isla Midhurst	422

<b>Zona de pesca</b>	<b>Video/transecto</b>	<b>Sector</b>	<b>Abundancia de erizos</b>
8	8_MOV092	Isla Midhurst	13
8	8_MOV093	Isla Midhurst	217
8	8_MOV09B	Canal Skorprios sur	71
8	8_MOV09C	Canal Skorprios sur	249
8	8_MOV09D	Canal Skorprios sur	11
8	8_MOV09E	Canal Skorprios sur	0
8	8_MOV09F	Canal Skorprios sur	126
8	8_MOV0A0	Canal Skorprios sur	2
8	8_MOV0A1	Canal Skorprios sur	0
8	8_MOV0A7	Canal Skorprios sur	0
8	8_MOV0A8	Canal Skorprios sur	0
8	8_MOV0A9	Canal Skorprios norte	95
8	8_MOV0AA	Canal Skorprios norte	408
8	8_MOV0AB	Canal Skorprios norte	43
8	8_MOV0AC	Canal Skorprios norte	44
8	8_MOV0AD	Canal Skorprios norte	31
8	8_MOV0AE	Canal Skorprios norte	11
8	8_MOV0AF	Canal Skorprios norte	1
8	8_MOV0B0	Canal Skorprios norte	12
8	8_MOV0B1	Canal Skorprios norte	115
8	8_MOV0B5	Canal Skorprios norte	11
8	8_MOV0B6	Canal Skorprios norte	5
8	8_MOV32D	Isla Sierra	1
8	8_MOV32E	Isla Sierra	1
8	8_MOV32F	Isla Sierra	14
8	8_MOV330	Isla Sierra	0
8	8_MOV331	Isla Sierra	4
8	8_MOV333	Isla Sierra	1
8	8_MOV334	Isla Sierra	1
8	8_MOV335	Isla Sierra	0
8	8_MOV336	Islote Erizo	0
8	8_MOV337	Islote Erizo	66
8	8_MOV338	Islote Erizo	0
8	8_MOV339	Islote Erizo	0
8	8_MOV340	Isla Llanos	0
8	8_MOV341	Isla Llanos	8
8	8_MOV342	Isla Llanos	0
8	8_MOV343	Isla Llanos	4
8	8_MOV344	Isla Llanos	0
8	8_MOV345	Isla Llanos	0

<b>Zona de pesca</b>	<b>Video/transecto</b>	<b>Sector</b>	<b>Abundancia de erizos</b>
8	8_MOV346	Isla Llanos	51
8	8_MOV347	Isla Llanos	1
8	8_MOV348	Isla Llanos	0
8	8_MOV349	Isla Llanos	0
8	8_MOV34A	Isla Llanos	42
8	8_MOV34F	Isla Llanos	0
8	8_MOV350	Isla Llanos	13
8	8_MOV351	Isla Llanos	0
8	8_MOV352	Isla Llanos	6
8	8_MOV353	Isla Llanos	16
8	8_MOV354	Isla Canave	31
8	8_MOV355	Isla Canave	42
8	8_MOV356	Isla Canave	53
8	8_MOV357	Isla Canave	20
8	8_MOV35A	Isla Midhurst	19
8	8_MOV35B	Isla Midhurst	1167
8	8_MOV35C	Isla Midhurst	250
8	8_MOV35D	Isla Midhurst	132
8	8_MOV360	Isla Tahuenahuac	51
8	8_MOV361	Isla Tahuenahuac	12
8	8_MOV362	Isla Tahuenahuac	50
8	8_MOV363	Isla Tahuenahuac	28
8	8_MOV364	Isla Tahuenahuac	0
8	8_MOV368	Isla Tahuenahuac	42
8	8_MOV369	Isla Tahuenahuac	2
11	11_MOV039	Lampaso Isla Teresa	1
11	11_MOV03A	Lampaso Isla Teresa	275
11	11_MOV03B	Lampaso Isla Teresa	778
11	11_MOV03C	Isla Teresa	1
11	11_MOV03D	Isla Teresa	802
11	11_MOV043	Isla Canal	4
11	11_MOV094	Punta Nicolas	168
11	11_MOV095	Punta Nicolas	3
11	11_MOV096	Punta Nicolas	70
11	11_MOV360	Isla Tahuenahuac SW	139
11	11_MOV361	Isla Tahuenahuac SW	6
11	11_MOV362	Isla Tahuenahuac SW	79
11	11_MOV363	Isla Tahuenahuac SW	139
11	11_MOV364	Isla Tahuenahuac SW	0
11	11_MOV368	Isla Tahuenahuac SW	152

<b>Zona de pesca</b>	<b>Video/transecto</b>	<b>Sector</b>	<b>Abundancia de erizos</b>
11	11_MOV369	Isla Tahuenahuec SW	1
12	12_MOV001	Isla Williams	36
12	12_MOV002	Isla Williams	38
12	12_MOV004	Canal Goñi	544
12	12_MOV005	Canal Goñi	745
12	12_MOV006	Canal Goñi	22
12	12_MOV008	Canal Goñi	53
12	12_MOV009	Canal Goñi	77
12	12_MOV36A	Isla Stockes SE	8
12	12_MOV36B	Isla Stockes SE	0
12	12_MOV36C	Isla Stockes SE	69
12	12_MOV36E	Isla Stockes SE	1
12	12_MOV372	Isla Williams	0
12	12_MOV373	Isla Rowlett	4
12	12_MOV374	Isla Rowlett	6
12	12_MOV375	Isla Rowlett	0
12	12_MOV376	Isla Rowlett	8
12	12_MOV377	Isla Rowlett	68
12	12_MOV379	Isla Rowlett	237
12	12_MOV37D	Isla Williams	0

## **ANEXO VII**

---

**Fichas de caracterización de parches de erizos  
identificados en la 9 zonas y/o  
polígonos de pesca**



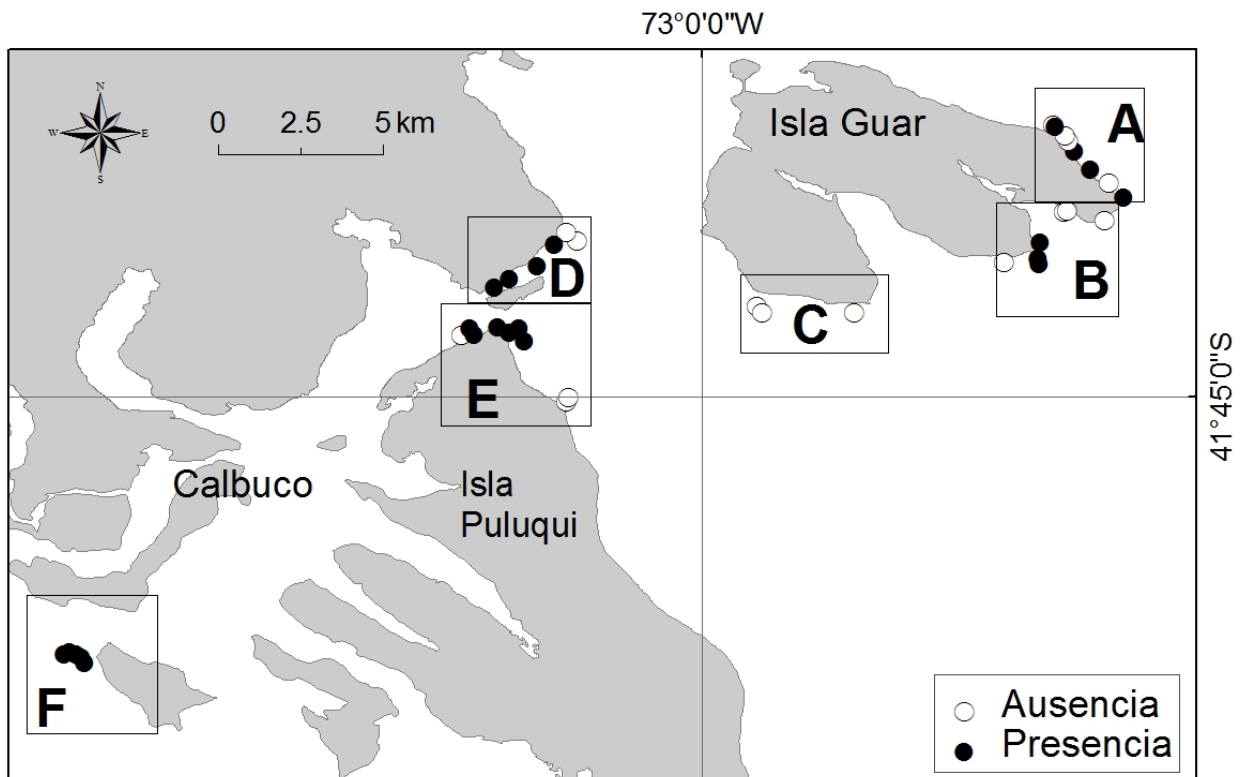
## INDICE

ZONA DE PESCA 1 .....	4
ISLA GUAR ESTE .....	5
ISLA GUAR SUR ESTE.....	7
PASO TAUTIL.....	9
PUNTA SAN RAMON.....	11
ISLA QUENU .....	12
ZONA DE PESCA 2 .....	14
PUNTA CORONA.....	15
ISLA DOÑA SEBASTIANA .....	16
PUNTA PICUTA.....	17
PUNTA TRES CRUCES.....	19
BAJO LIAO.....	20
MORRO LOBOS.....	21
ZONA DE PESCA 4 .....	22
PUNTA PAJAROS .....	23
BAJO CHINCUI .....	25
TENAUN.....	27
ZONA DE PESCA 5 .....	28
ISLA CHULIN .....	29
ISLOTE NIHUEL.....	30
ISLA TALCAN NORTE.....	31
PUNTA NAYAHUE.....	32
ZONA DE PESCA 6 .....	34
PUNTA PAULA.....	35
ISLOTES BLANCO.....	37
ISLA SAN PEDRO.....	38

SUR ISLA LAITEC .....	39
ZONA DE PESCA 7 .....	40
CANAL PUQUITIN .....	41
ISLOTES PELIGROSO .....	43
CUATRO CANALES .....	45
ISLA OVALADA.....	46
ISLA WESTHOFF .....	47
ZONA DE PESCA 8 .....	49
ISLA SIERRA.....	50
ISLOTE ERIZO.....	51
ISLA LLANOS .....	53
ISLA CANAVE.....	55
ISLA MIDHURST SUR .....	56
CANAL SKORPIOS NORTE.....	58
ZONA DE PESCA 11.....	62
ISLA TAHUENAHUEC .....	63
PUNTA NICOLAS .....	65
ISLA TERESA.....	67
ZONA DE PESCA 12.....	69
ISLA STOKES.....	70
ISLA ROWLETT.....	72
ISLA WILLIAMS .....	74
CANAL GOÑI.....	76

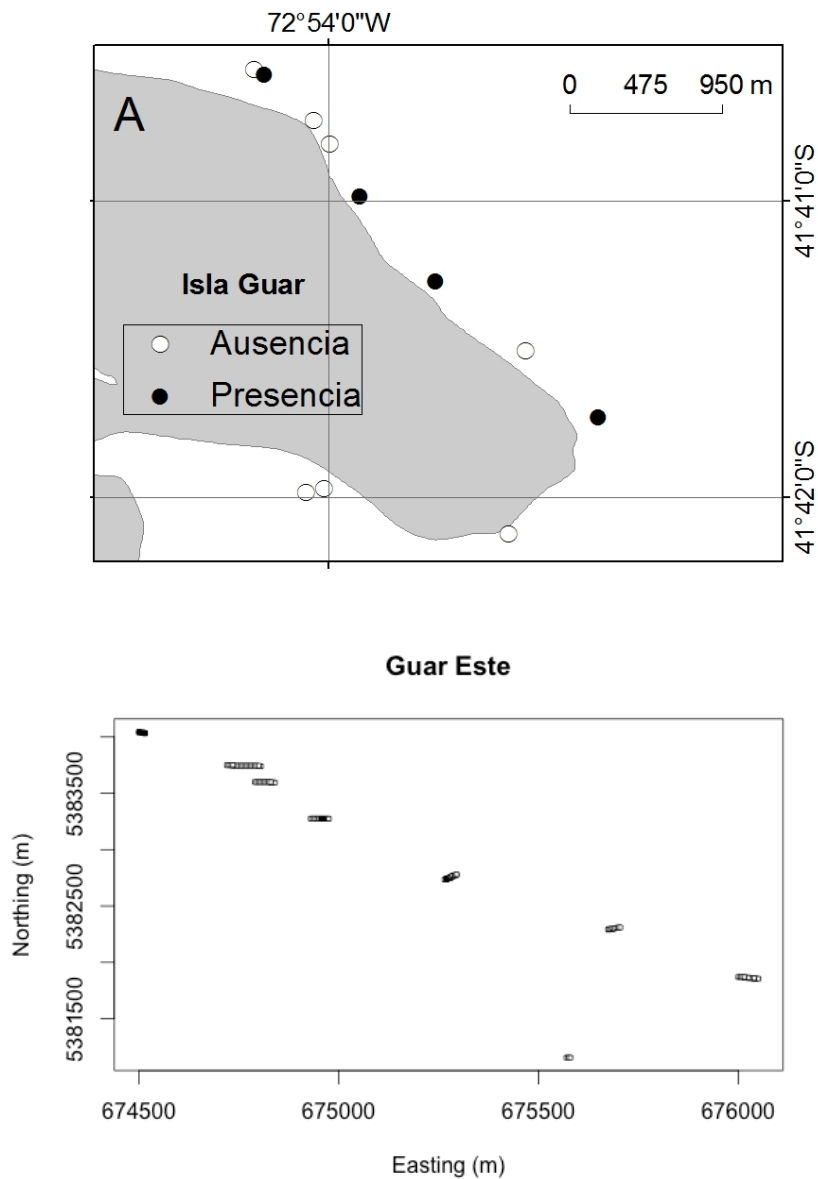
# ZONA DE PESCA 1

- A. ISLA GUAR ESTE
- B. ISLA GUAR SUR ESTE
- C. ISLA GUAR SUROESTE
- D. TAUTIL
- E. PUNTA SAN RAMÓN
- F. ISLA QUENU



## ISLA GUAR ESTE

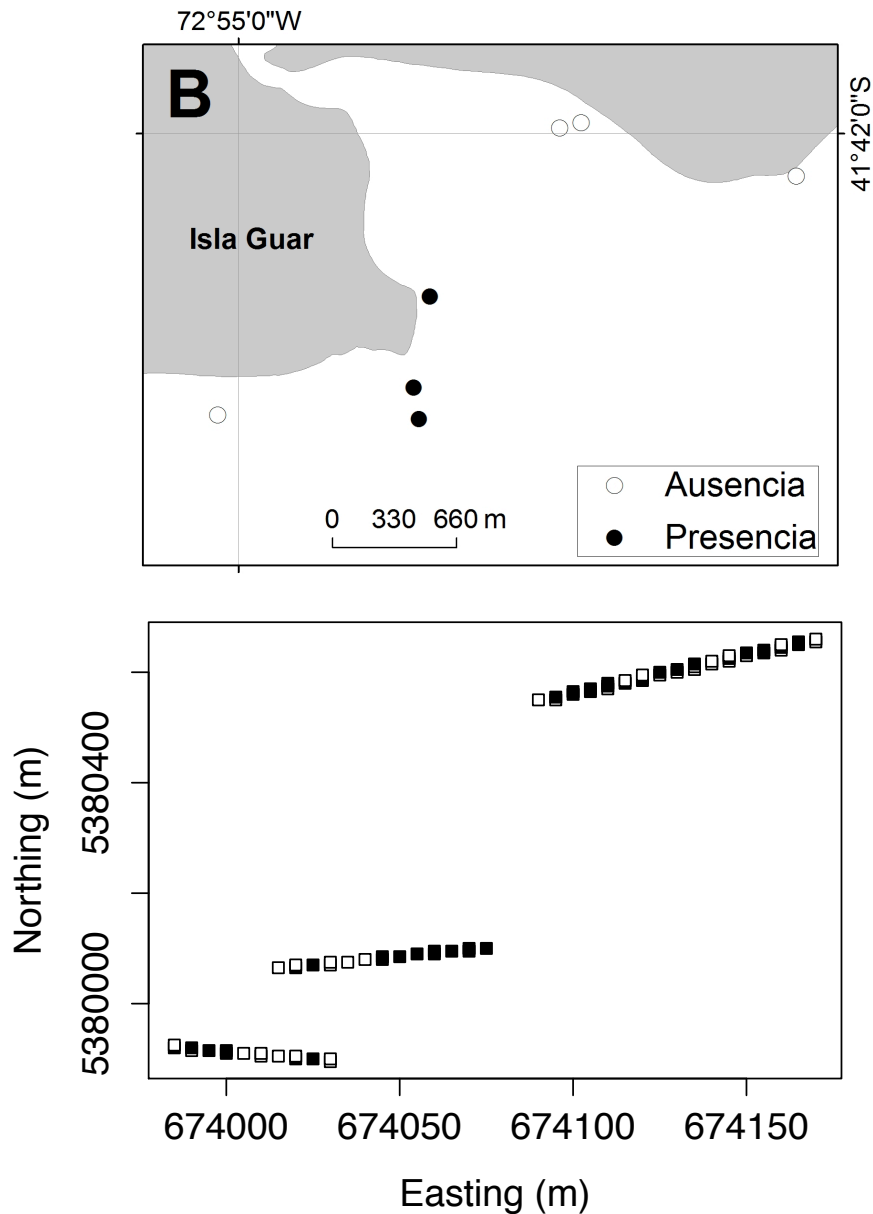
Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.284	
Densidad media de erizos	0.72	0.38
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	71004	24494
Abundancia estimada	51487	26240
Profundidad	3 – 6 m	
Tipo de sustrato	Arena, Grava	



<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Isla Guar Este	281	<i>Arbacia dufresnei</i>
	5	Asteroidea
	27	Bivalvia
	9	<i>Chitón sp</i>
	212	<i>Fisurella sp</i>
	229	<i>Loxechinus albus</i>
	319	<i>Tegula atra</i>

## ISLA GUAR SUR ESTE

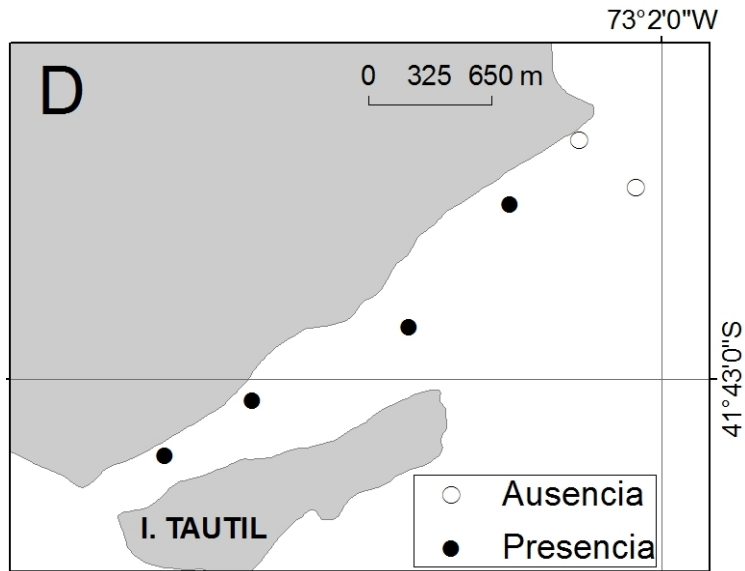
Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.45	
Densidad media de erizos	0.45	0.12
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	22367	757
Abundancia estimada	102599	28689
Profundidad	3 a 15 m	
Tipo de sustrato	Arena, Grava-bolón	



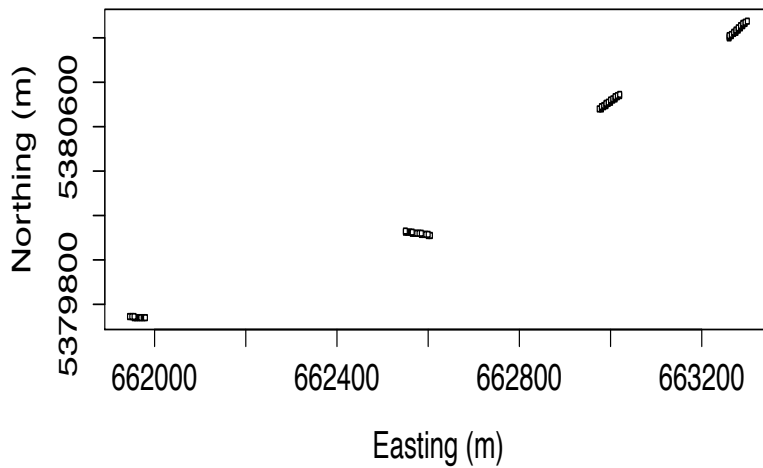
<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Isla Guar Sur Este	886	<i>Arbacia dufresnei</i>
	1	Asteroidea
	11	<i>Cosmasteria lurida</i>
	109	<i>Pseudechinus magellanicus</i>
	68	<i>Loxechinus albus</i>
	6	<i>Tegula atra</i>

## PASO TAUTIL

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.18	
Densidad media de erizos	0.60	0.31
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	34580	1249
Abundancia estimada	20533	10923
Profundidad	4 a 16 m	
Tipo de sustrato	Arena, Grava-bolon	



### Paso Tautil

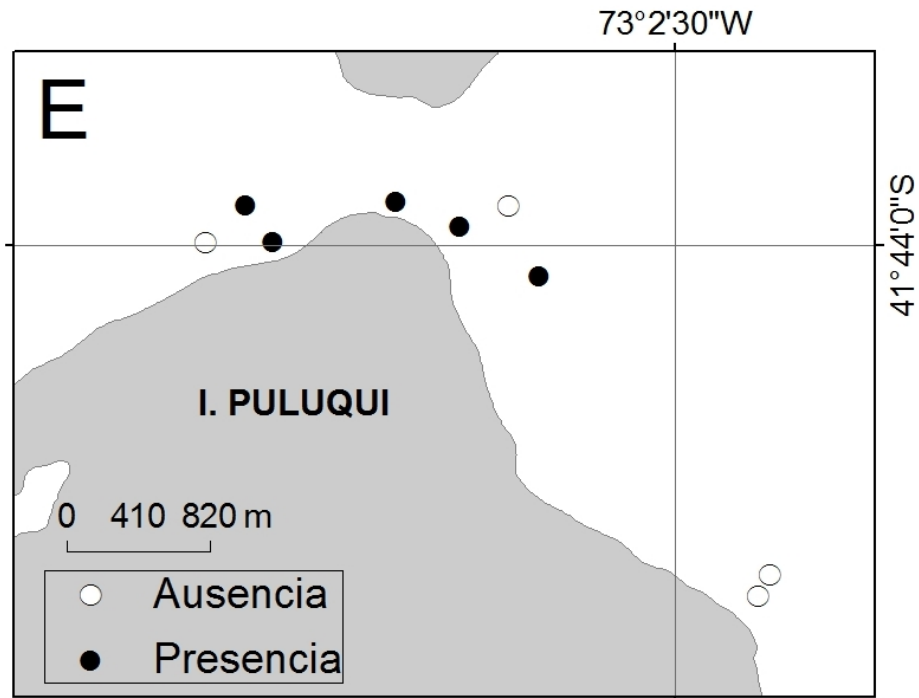




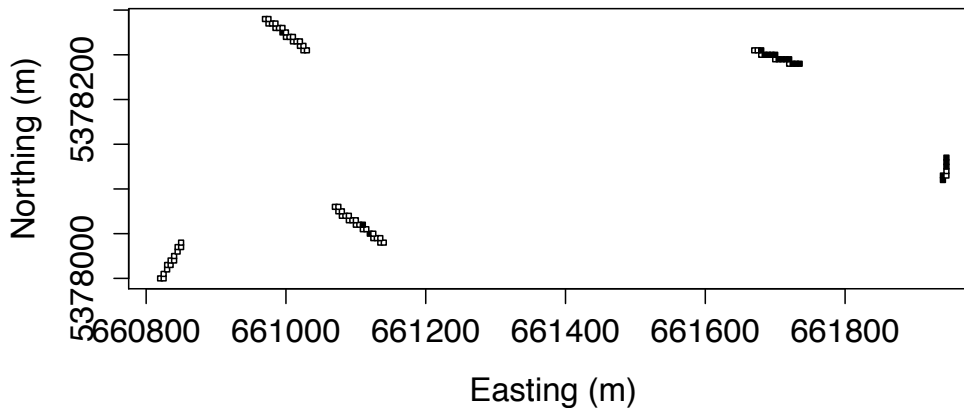
<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Tautil	1023	<i>Arbacia dufresnei</i>
	5	Asteroidea
	12	<i>Cosmasteria lurida</i>
	116	<i>Pseudechinus magellanicus</i>
	171	<i>Loxechinus albus</i>
	31	<i>Tegula atra</i>
	3	<i>Anthothoe chilensis</i>

## PUNTA SAN RAMON

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.19	
Densidad media de erizos		
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	306765	
Abundancia estimada	59906	21438
Profundidad		3 a 15 m
Tipo de sustrato		Arena, Grava

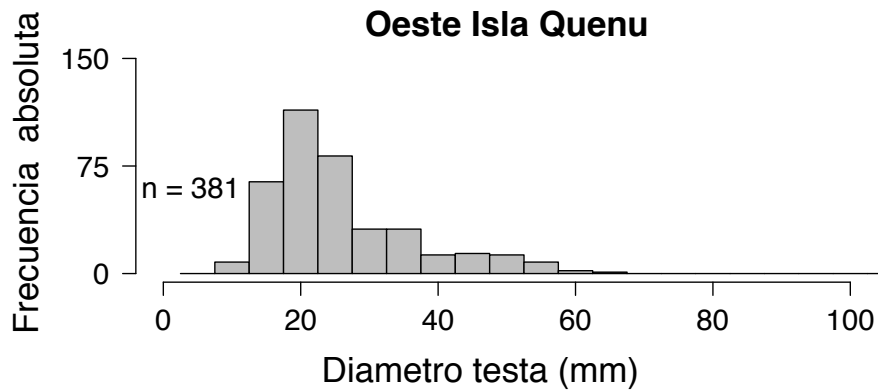
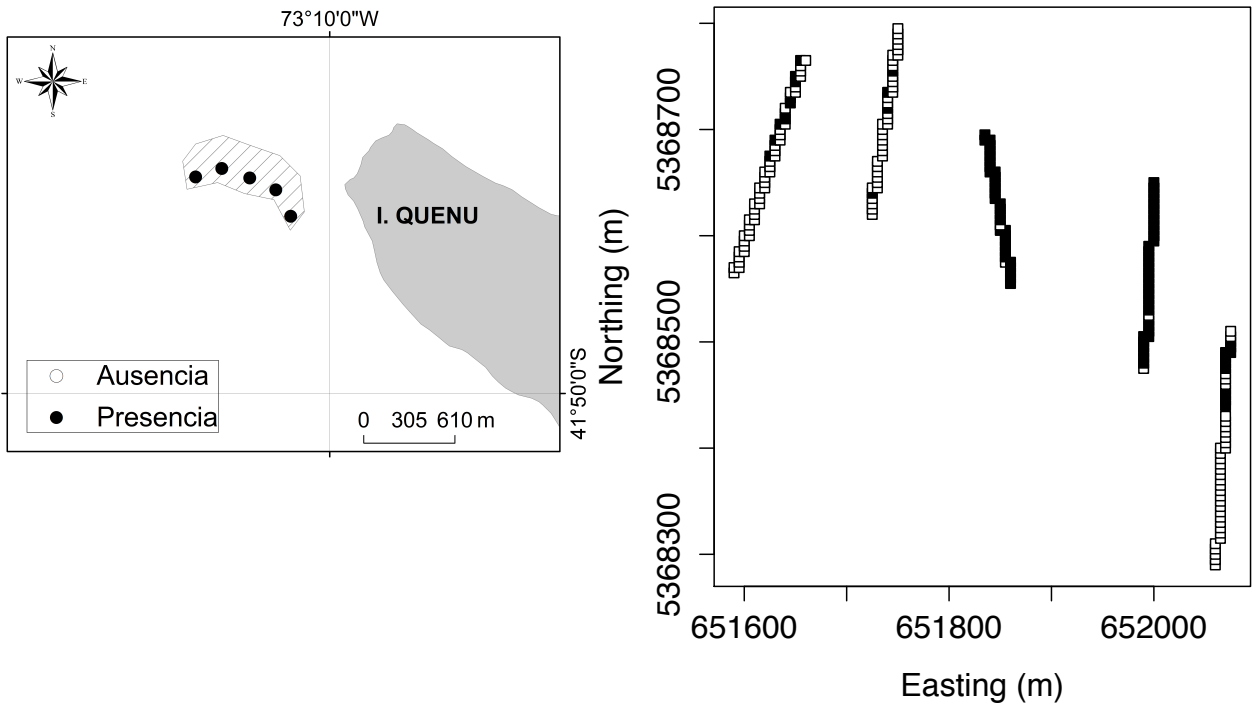


### Punta San Ramon



## ISLA QUENU

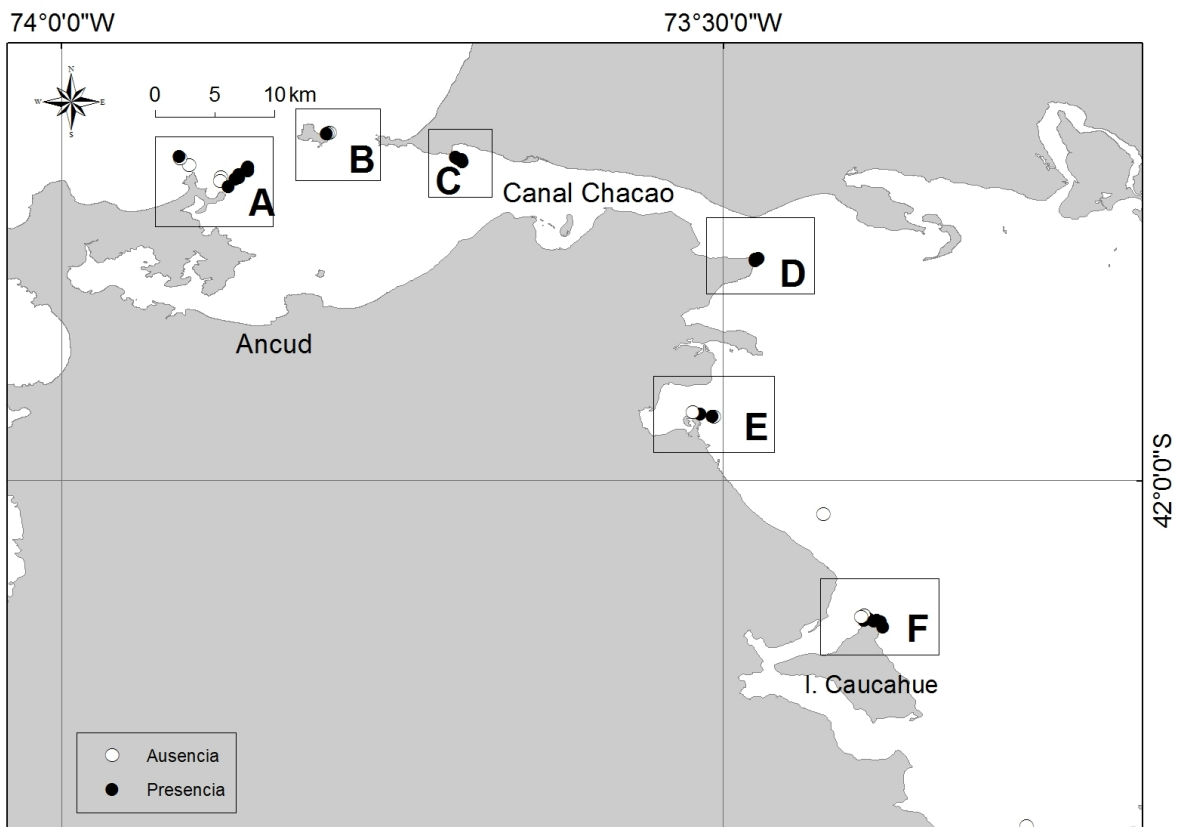
Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.433	
Densidad media de erizos	0.87	0.13
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	44672	1486
Abundancia estimada	38862	6041
Profundidad	6 a 33 m	
Tipo de sustrato	Grava - arena	



<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Isla Quenu	360	<i>Arbacia dufresnei</i>
	14	Asteroidea
	10	<i>Cosmasteria lurida</i>
	103	<i>Pseudechinus magellanicus</i>
	394	<i>Loxechinus albus</i>
	3	<i>Tegula atra</i>
	3	Cnidaria
	1	Polyplacophora

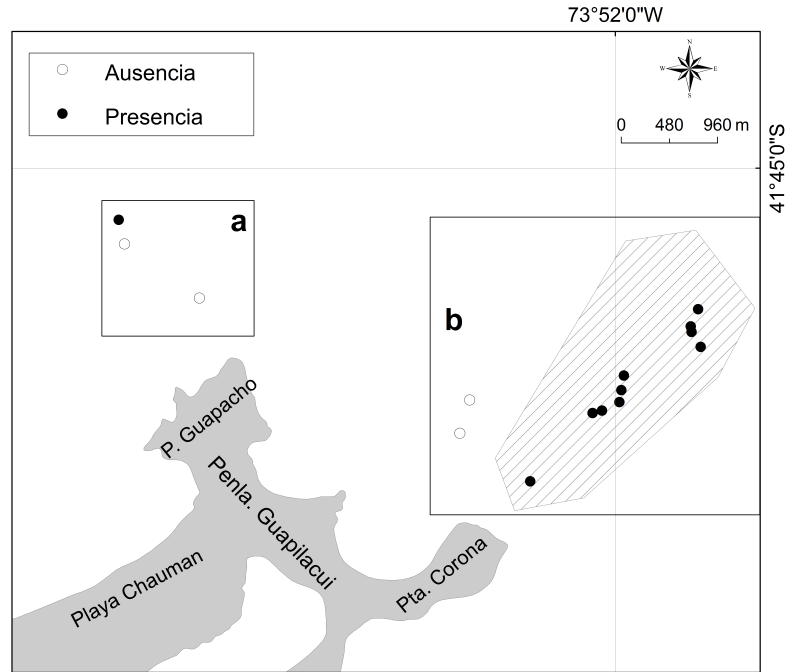
# ZONA DE PESCA 2

- A. PUNTA CORONA
- B. ISLA DOÑA SEBASTIANA
- C. PUNTA PICUTA
- D. PUNTA TRES CRUCES
- E. BAJO LIAO
- F. MORRO LOBOS

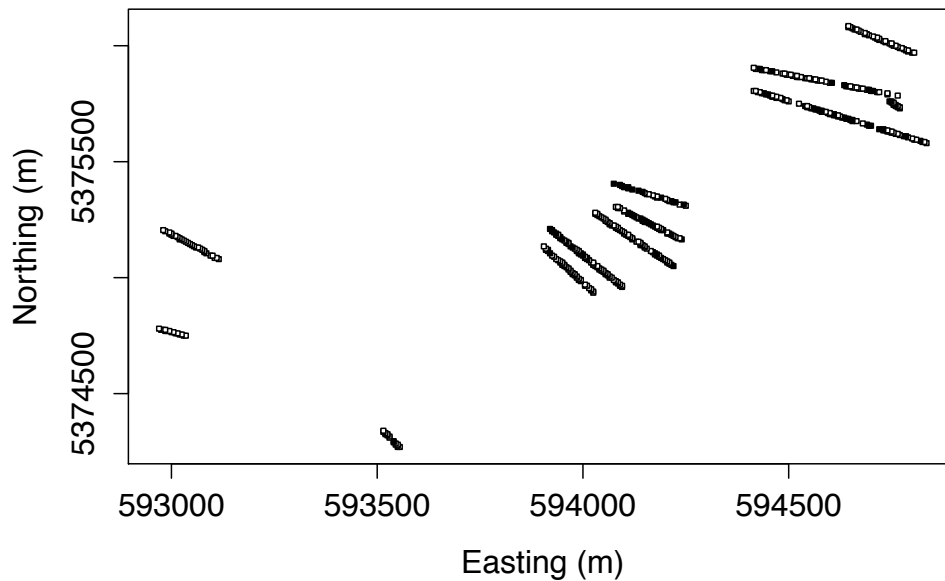


## PUNTA CORONA

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.271	
Densidad media de erizos	3.14	0.32
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	339809	4510
Abundancia estimada	1070012	110868
Profundidad	30 – 55 m	
Tipo de sustrato	Grava	

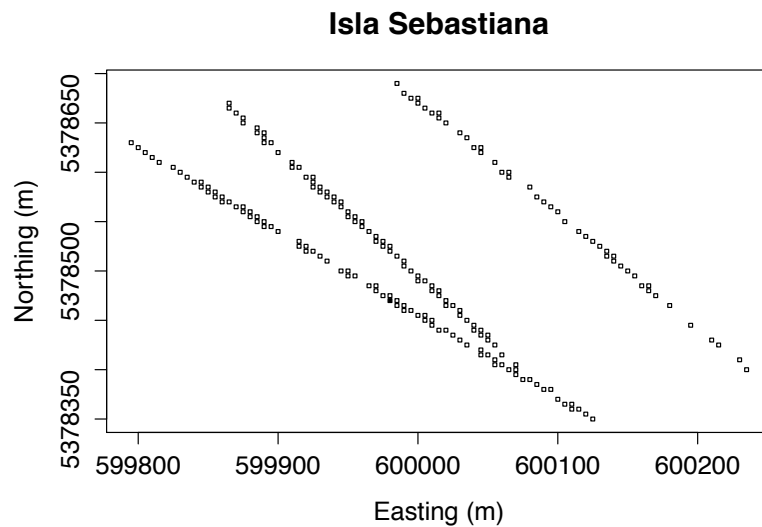
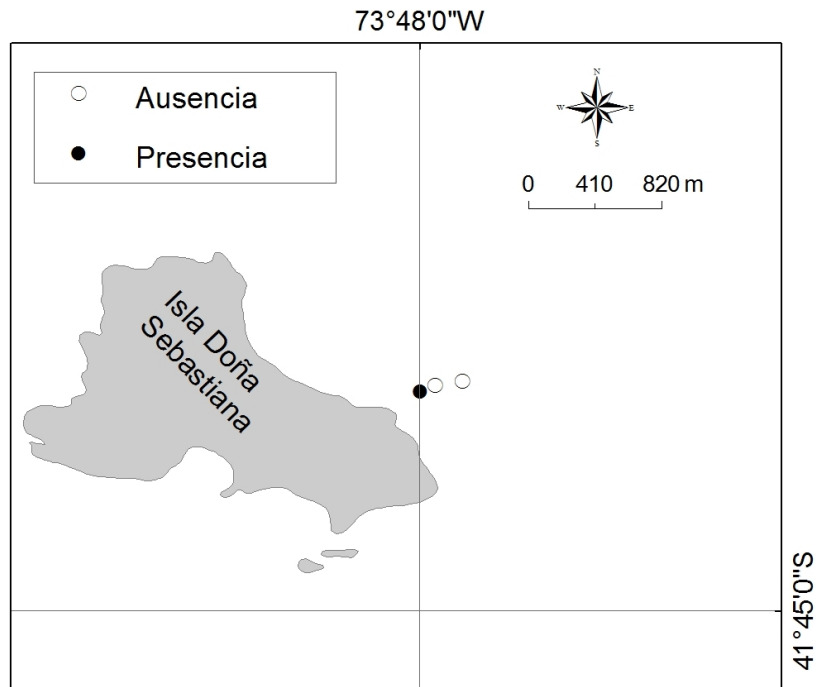


### Punta Corona



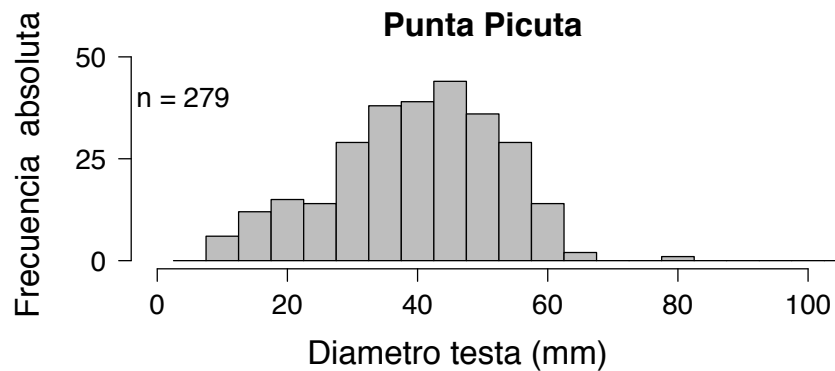
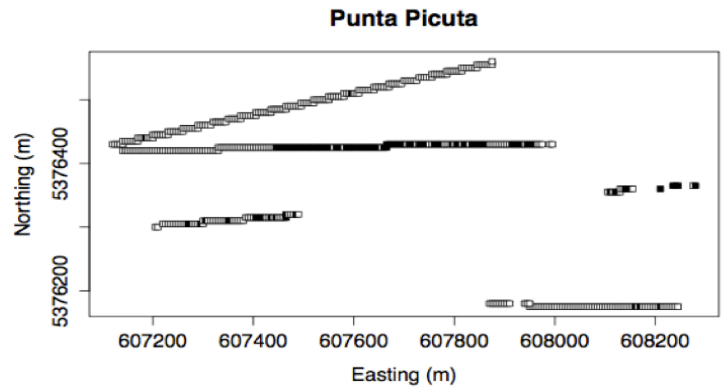
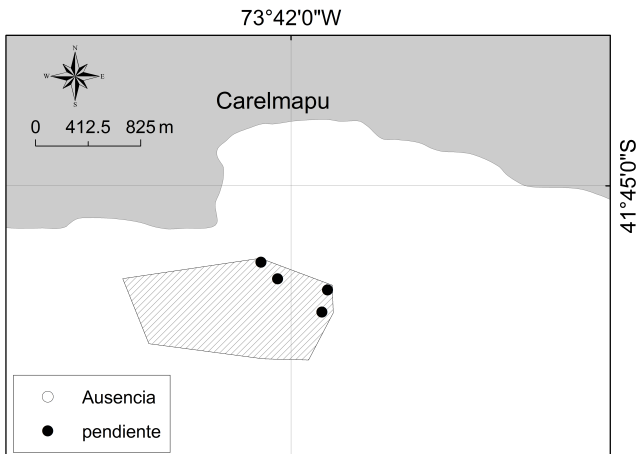
## ISLA DOÑA SEBASTIANA

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	Sin dato	
Densidad media de erizos	Sin dato	Sin dato
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	Sin dato	Sin dato
Abundancia estimada	Sin dato	Sin dato
Profundidad		6 – 12 m
Tipo de sustrato		grava



## PUNTA PICUTA

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.228	
Densidad media de erizos	2.8	0.31
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	48729	1487
Abundancia estimada	139585	22238
Profundidad	8 – 15 m	
Tipo de sustrato	grava	

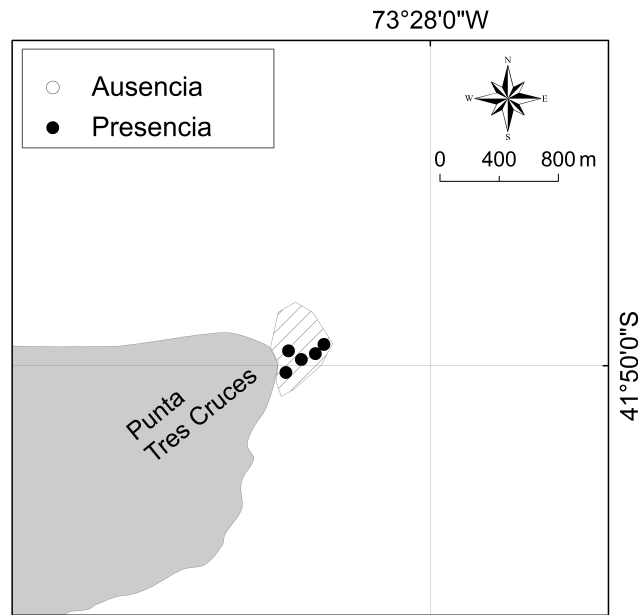




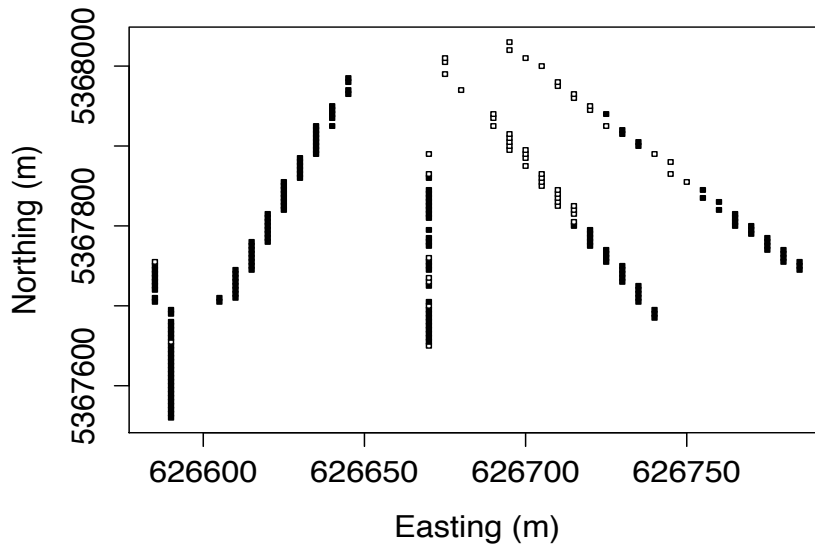
<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Punta Picuta	166	<i>Arbacia dufresnei</i>
	21	Asteroidea
	5069	Anthozoa
	2	<i>Argobuccinum sp.</i>
	20	<i>Loxechinus albus</i>
	230	<i>Tegula atra</i>
	38	<i>Chitón sp</i>
	1	<i>Concholepas concholepas</i>
	1	<i>Cycethra verrucosa</i>
	2	<i>Diplodontias singularis</i>
	54	<i>Fisurella sp</i>
	16	<i>Stichaster striatus</i>
	12	<i>Nudibranchia</i>
	4	<i>Nacella sp</i>

## PUNTA TRES CRUCES

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.76	
Densidad media de erizos	5.33	1.36
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	55934	434.5
Abundancia estimada	298566	76173
Profundidad	3 – 70 m	
Tipo de sustrato	grava	

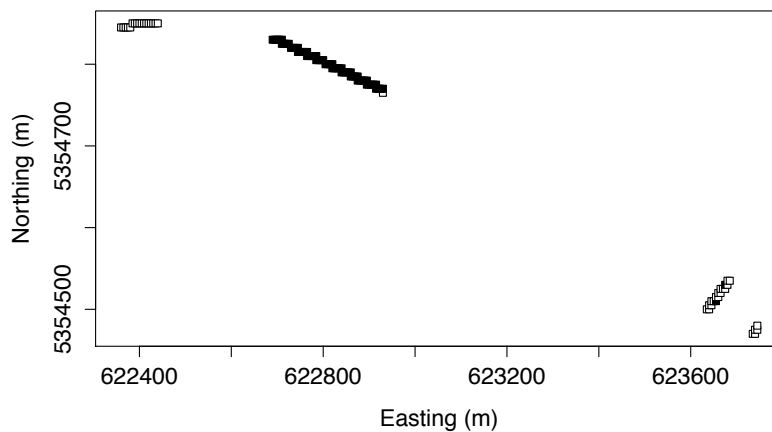
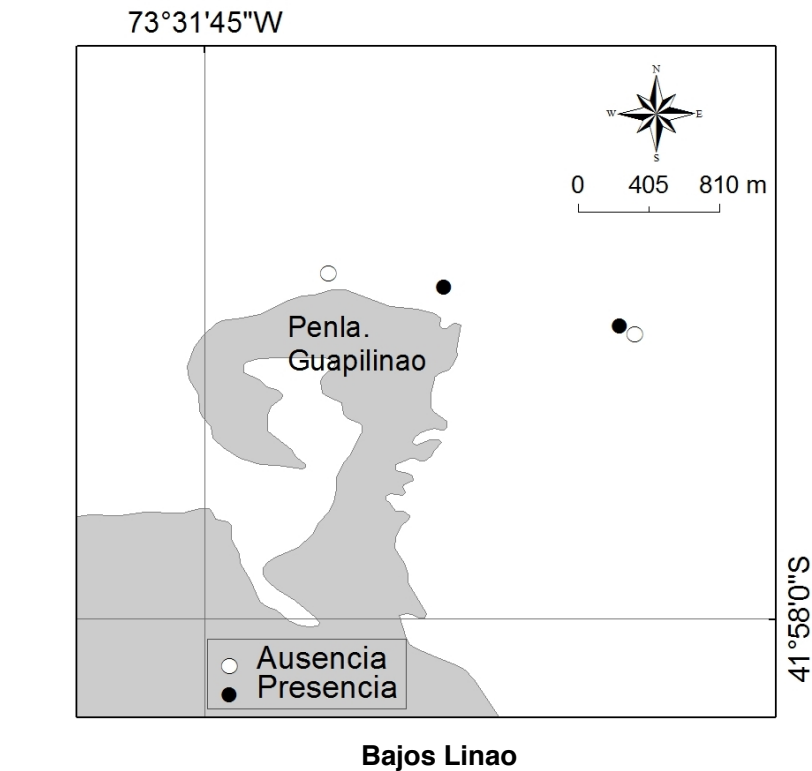


### Pulelo



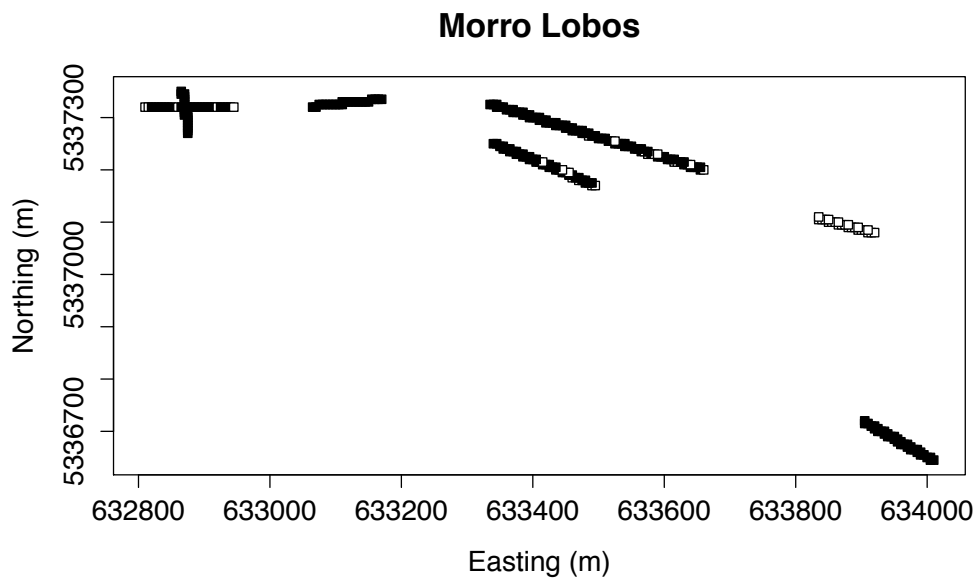
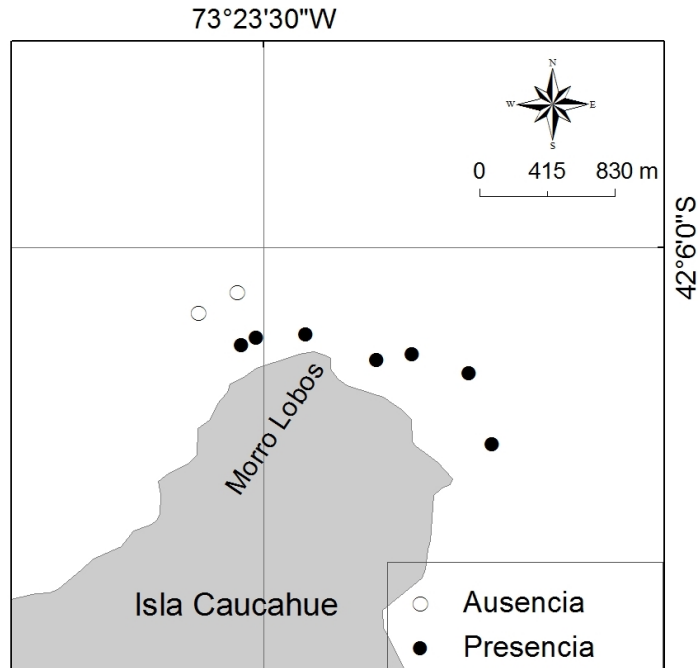
## BAJO LINAO

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.61	
Densidad media de erizos	1.61	0.166
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	1075	77
Abundancia estimada	16316	1678
Profundidad	3 - 9 m	
Tipo de sustrato	Arena, roca	



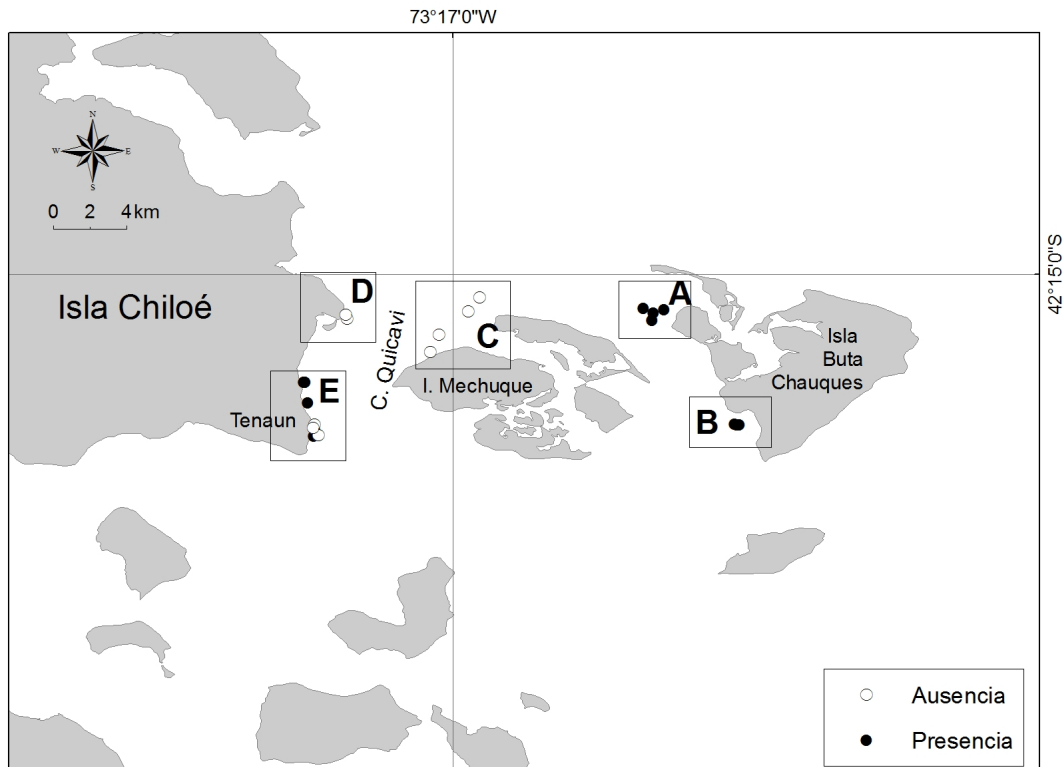
## MORRO LOBOS

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.62	
Densidad media de erizos	1.87	0.26
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	160188	2774
Abundancia estimada	300358	42759
Profundidad	4 – 12 m	
Tipo de sustrato	Grava, Arena, Bolon	



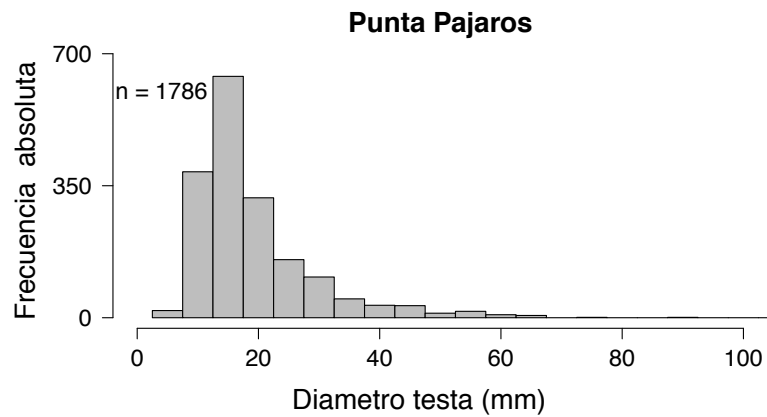
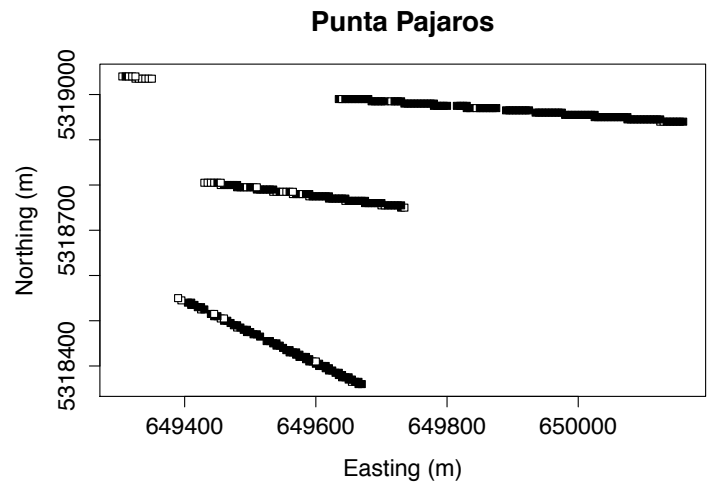
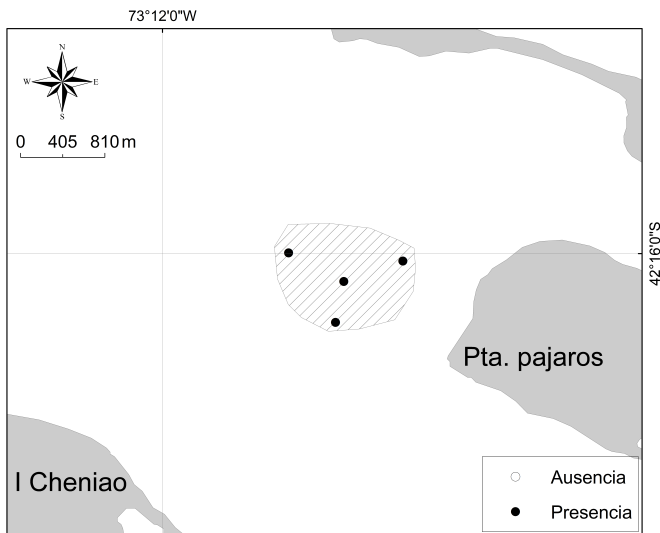
# ZONA DE PESCA 4

- A. PUNTA PÁJAROS
- B. BAJO CHINCUI
- C. ISLA MECHUQUE
- D. QUICAVI
- E. PUNTA TENAUN



## PUNTA PAJAROS

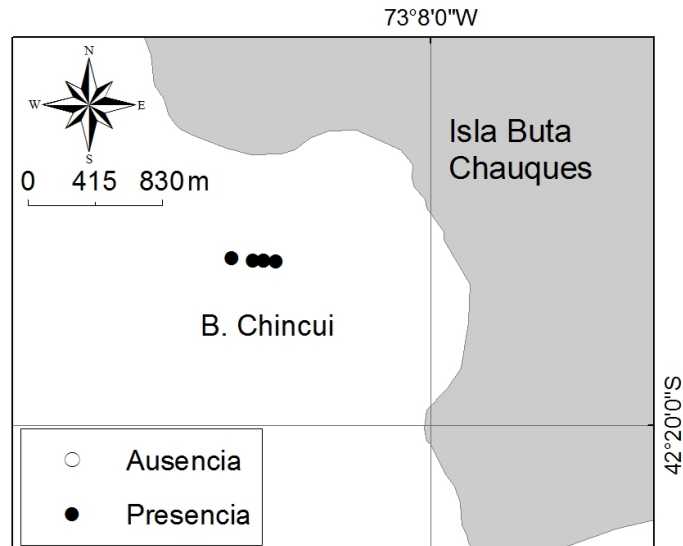
Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.83	
Densidad media de erizos	4.32	0.74
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	649696	3179
Abundancia estimada	2825538	486945
Profundidad	6 - 23 m	
Tipo de sustrato	Grava	



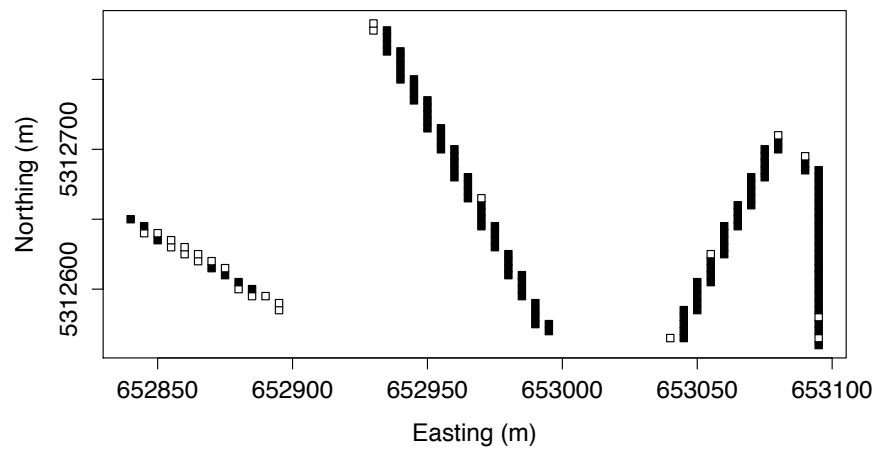
<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Punta Pajaros	1144	<i>Arbacia dufresnei</i>
	37	Asteroidea
	423	Cnidaria
	10	<i>Cosmasteria lurida</i>
	44	Gastropoda
	230	<i>Tegula atra</i>
	1912	<i>Loxechinus albus</i>
	145	Porifera
	119	<i>Pseudechinus magellanicus</i>

## BAJO CHINCUI

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.83	
Densidad media de erizos	3.15	0.31
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	56938	1366
Abundancia estimada	1070012	110868
Profundidad		4 – 9 m
Tipo de sustrato		Grava



### Bajo Chincui

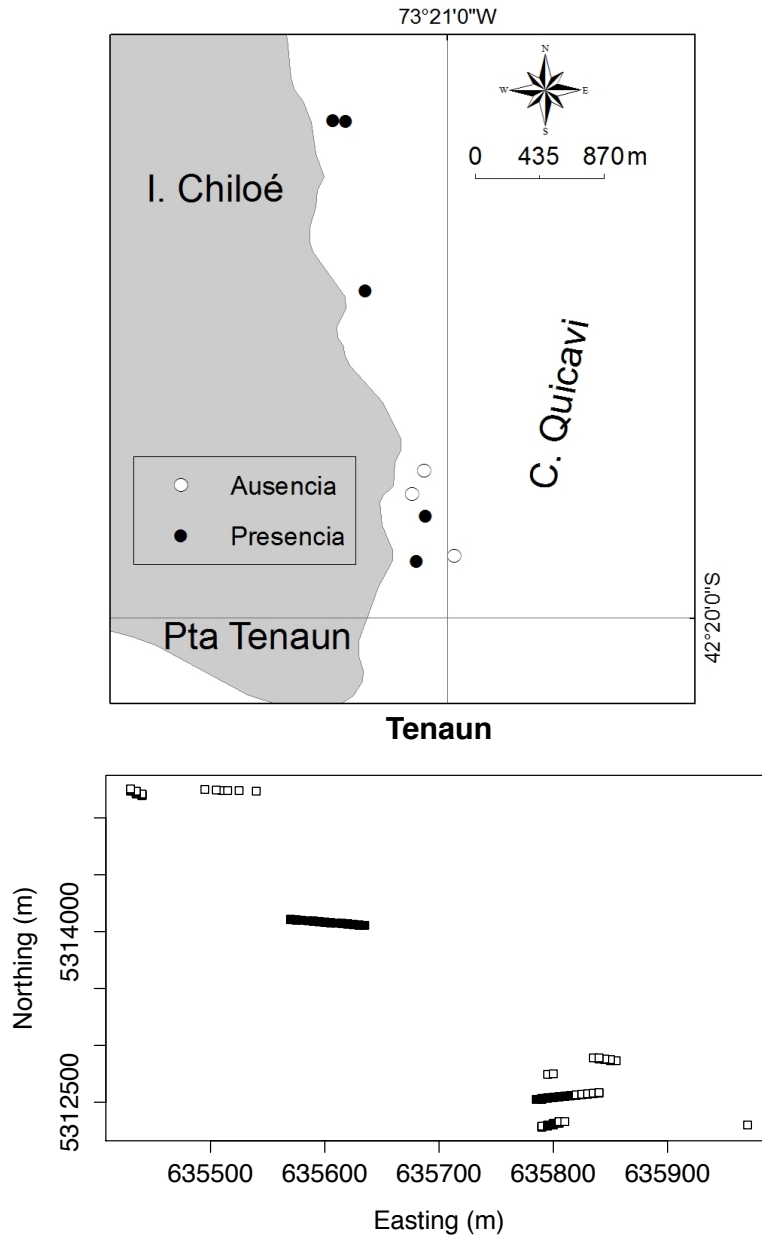




<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Bajo Chincui	1069	<i>Arbacia dufresnei</i>
	66	Asteroidea
	449	Bivalbia
	8	<i>Briozoo sp</i>
	1	Cnidario
	2	Decapoda
	716	<i>Loxechinus albus</i>
	14	<i>Tegua atra</i>
	14	<i>Pseudechinus magellanicus</i>
	44	<i>Fisurella sp</i>

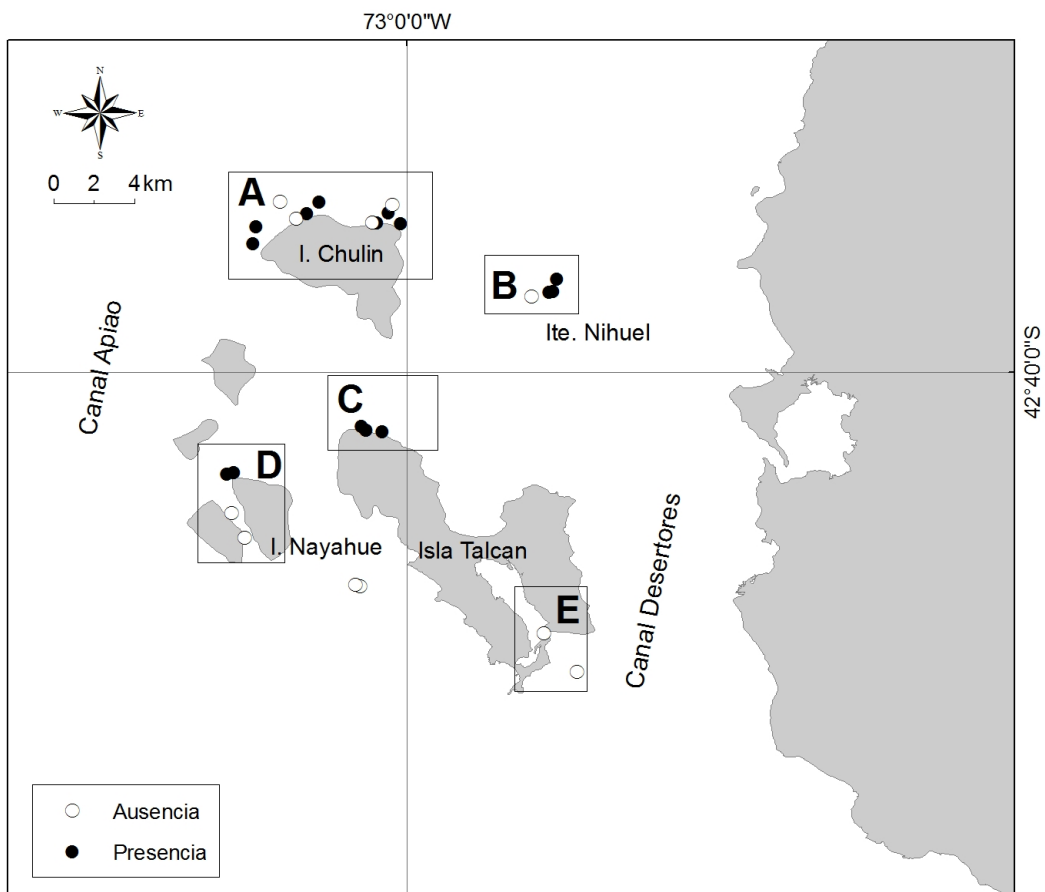
## TENAUN

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.505	
Densidad media de erizos	1.61	0.29
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	119732	3312
Abundancia estimada	193077	35266
Profundidad	4 - 12 m	
Tipo de sustrato	Grava, Arena	



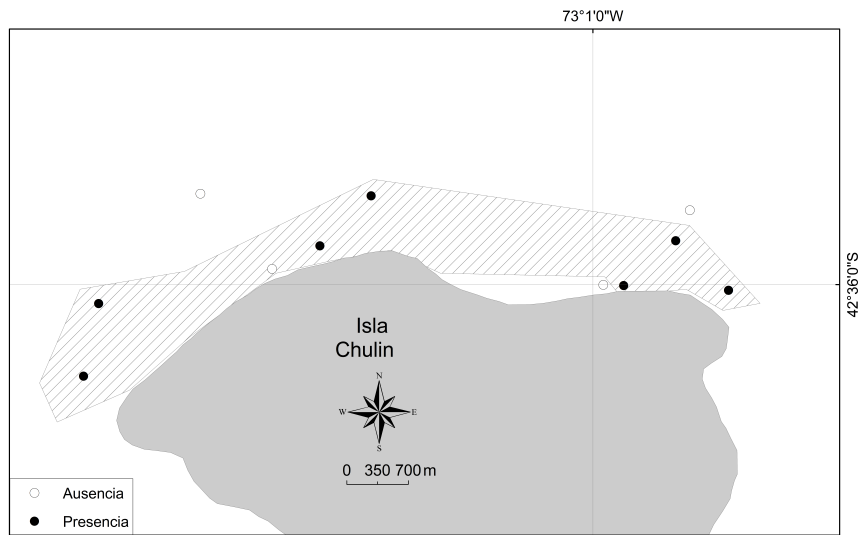
# ZONA DE PESCA 5

- A. ISLA CHULIN
- B. ISLOTE NIHUEL
- C. ISLA TALCAN NORTE
- D. ISLA NAYAHUE
- E. ISLA TALCAN SUR

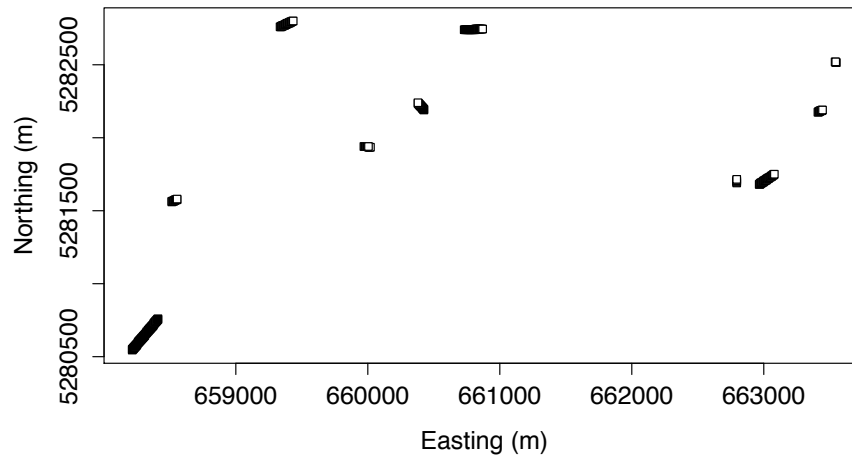


## ISLA CHULIN

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.454	
Densidad media de erizos	1.62	0.21
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	289463	2624
Abundancia estimada	470436	62797
Profundidad	5 – 24 m	
Tipo de sustrato	Grava, Bolón	

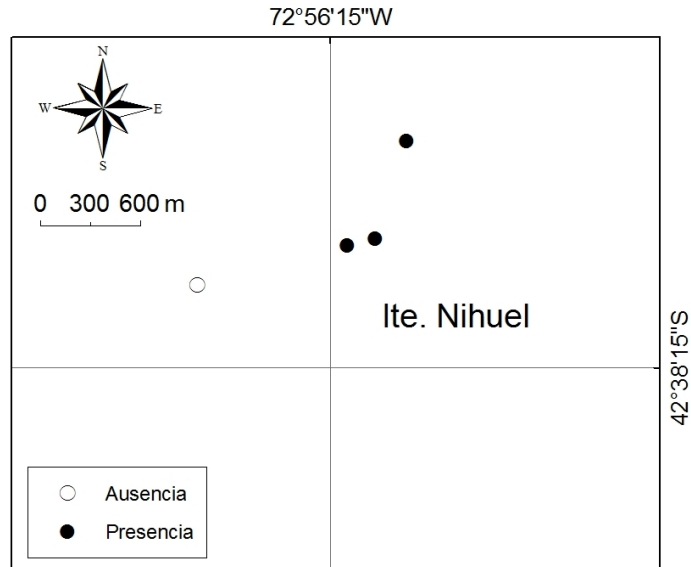


### Isla Chulin

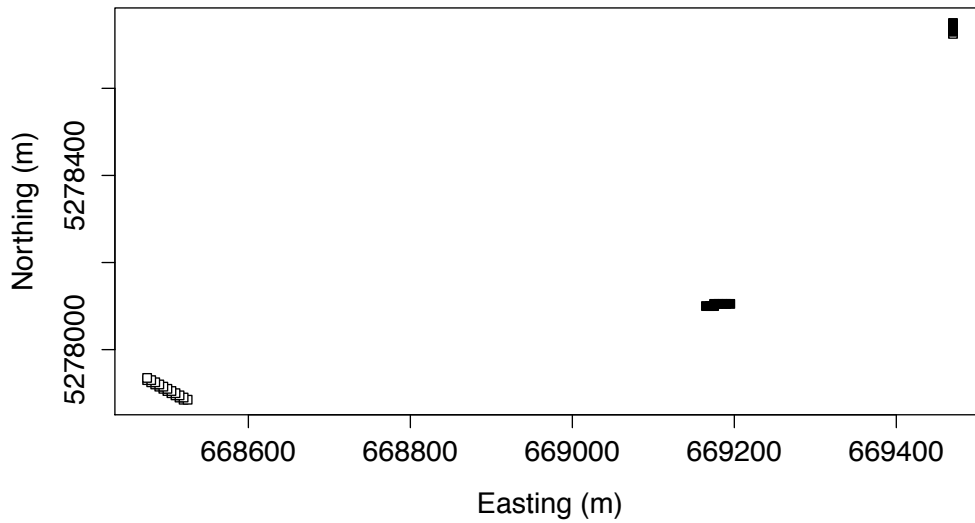


## ISLOTE NIHUEL

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.37	
Densidad media de erizos	0.58	0.12
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	32487	278
Abundancia estimada	19074	4045
Profundidad		4 - 8 m
Tipo de sustrato		Grava

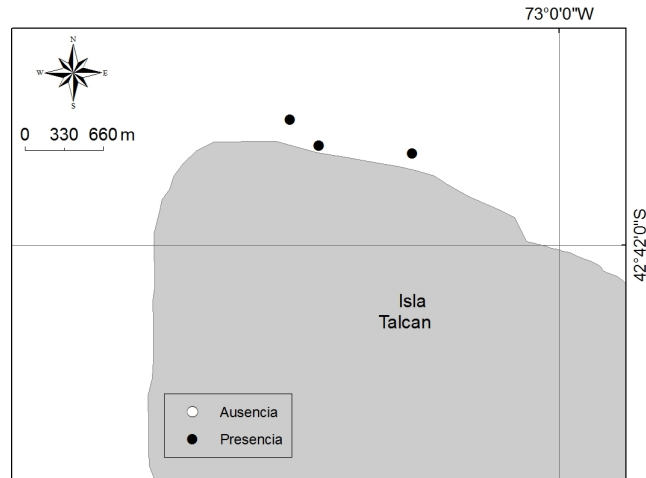


### Isla Nihuel



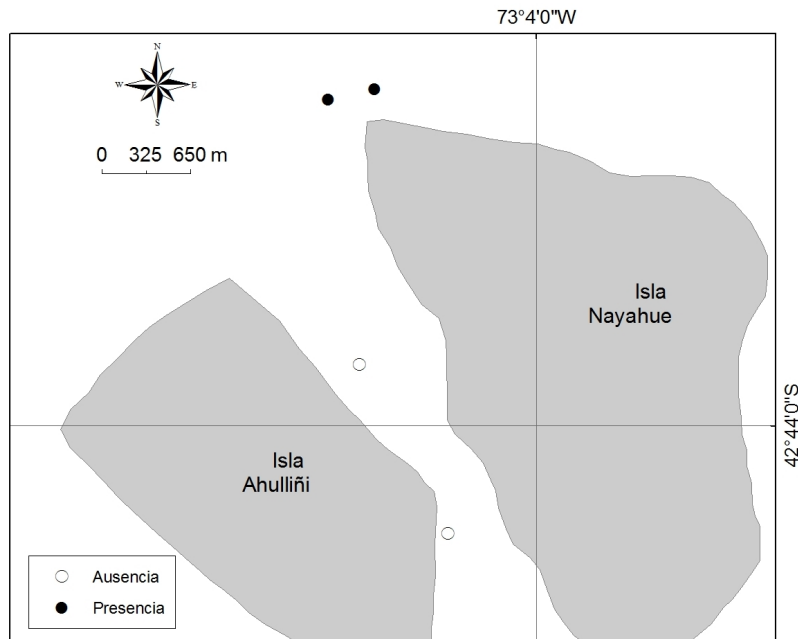
## ISLA TALCAN NORTE

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.578	
Densidad media de erizos	0.47	
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)		
Abundancia estimada		
Profundidad		3 – 5 m
Tipo de sustrato		Grava

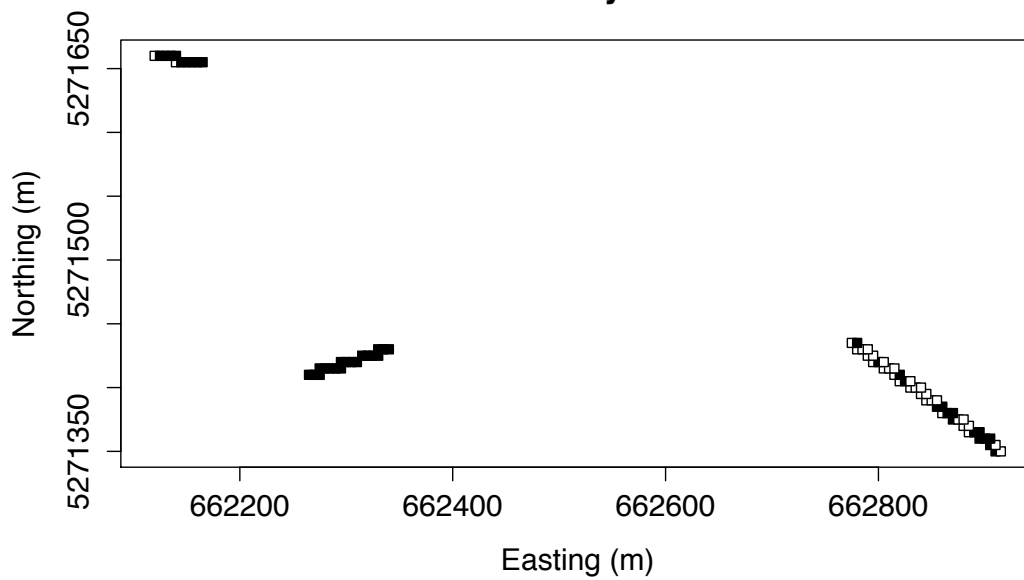


## PUNTA NAYAHUE

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.578	
Densidad media de erizos	0.94	0.36
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	49265	1060,8
Abundancia estimada	46516	17895
Profundidad	3 - 5 m	
Tipo de sustrato	Grava, Bolón	



**Punta Nayahue**

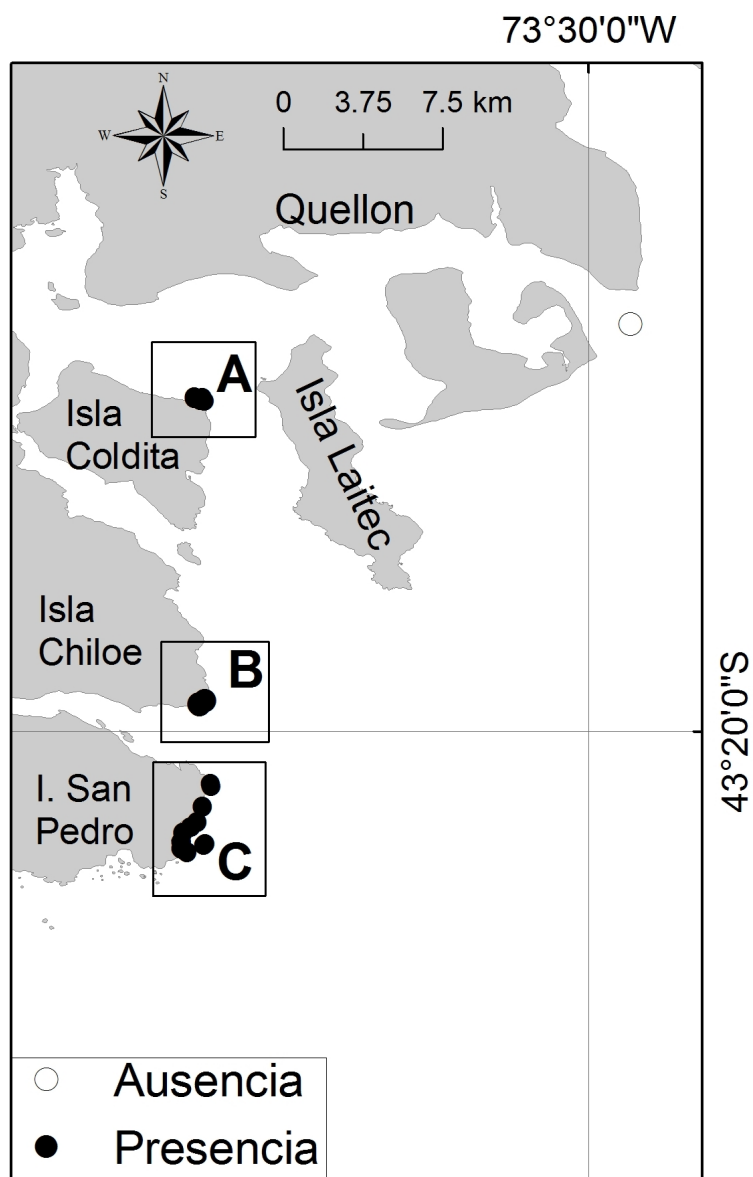


<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Punta Nayahue	1435	<i>Arbacia dufresnei</i>
	1	Asteroidea
	2	<i>Chitón sp</i>
	17	<i>Briozoo sp</i>
	13	Cnidario
	15	<i>Cosmasteria lurida</i>
	353	<i>Loxechinus albus</i>
	473	<i>Tegua atra</i>
	2	<i>Pseudechinus magellanicus</i>
	24	Porifera



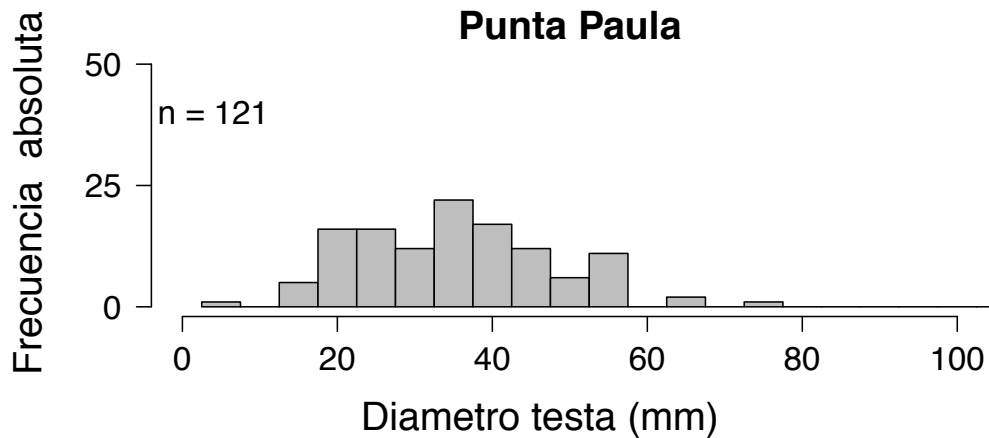
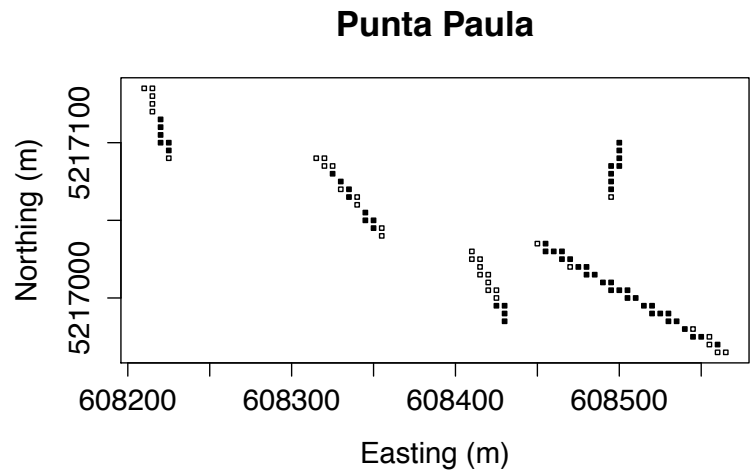
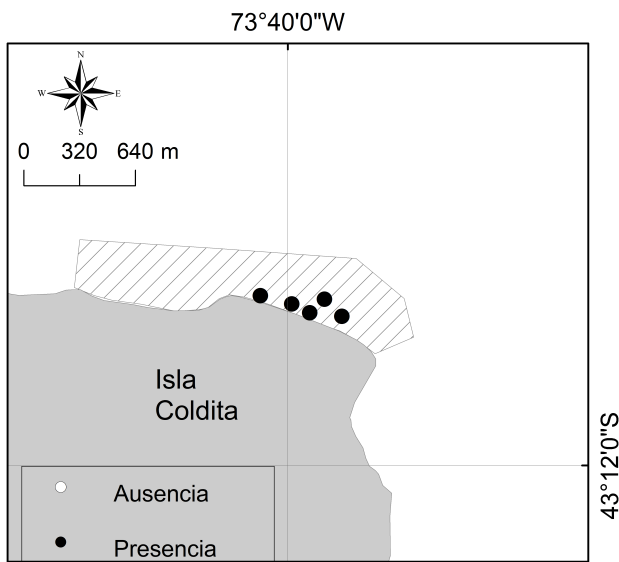
# ZONA DE PESCA 6

- A. PUNTA PAULA
- B. ISLOTES BLANCO
- C. ISLA SAN PEDRO
- D. LAITEC



## PUNTA PAULA

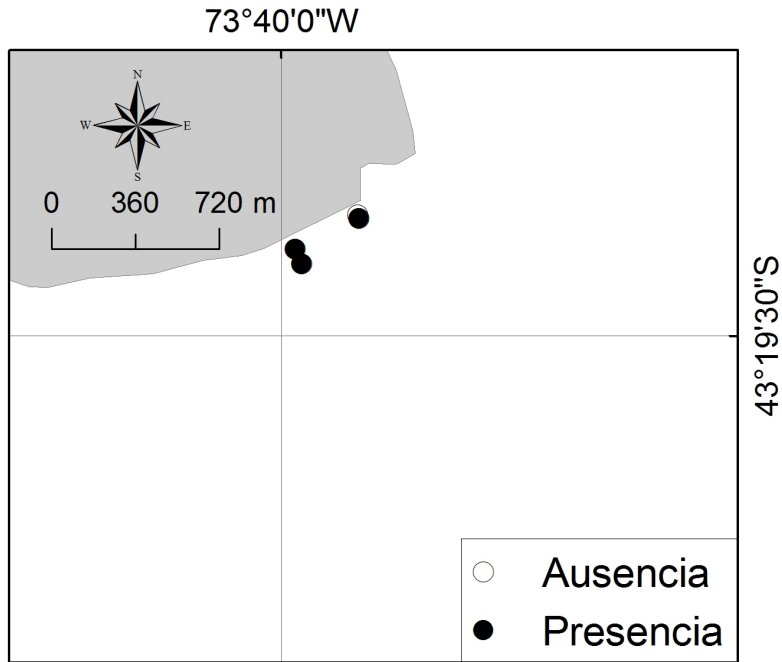
Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.62	
Densidad media de erizos	0.76	0.29
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	36746	414,3
Abundancia estimada	28096	10714
Profundidad	7 – 15 m	
Tipo de sustrato	Grava	



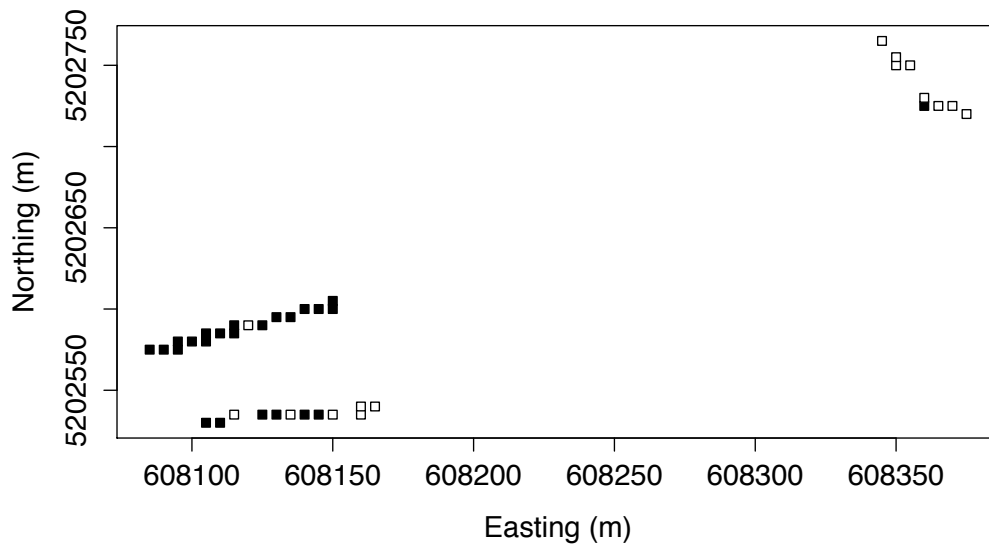
<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Punta Paula	16	<i>Arbacia dufresnei</i>
	7	Anthozoa
	47	<i>Anthothoe chilensis</i>
	93	Cnidario
	1	<i>Fisurella sp</i>
	140	<i>Loxechinus albus</i>
	2	Gastropoda

## ISLOTES BLANCO

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.67	
Densidad media de erizos	0.906	0.49
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	54501	1771
Abundancia estimada	49404	27214
Profundidad	15 - 30 m	
Tipo de sustrato	Arena - Roca	

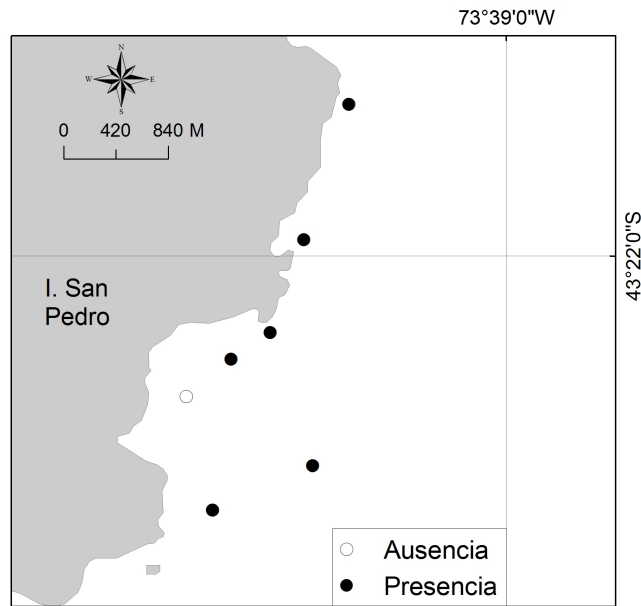


**Islote Blanco**

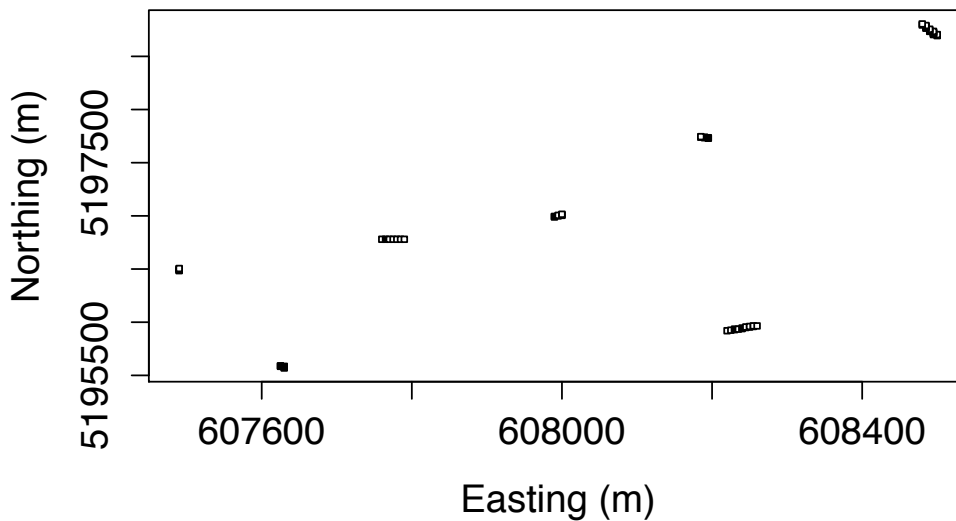


## ISLA SAN PEDRO

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.25	
Densidad media de erizos	1.49	0.53
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	139203	8845
Abundancia estimada	208232	75510
Profundidad	3 - 16 m	
Tipo de sustrato	Grava - Roca	

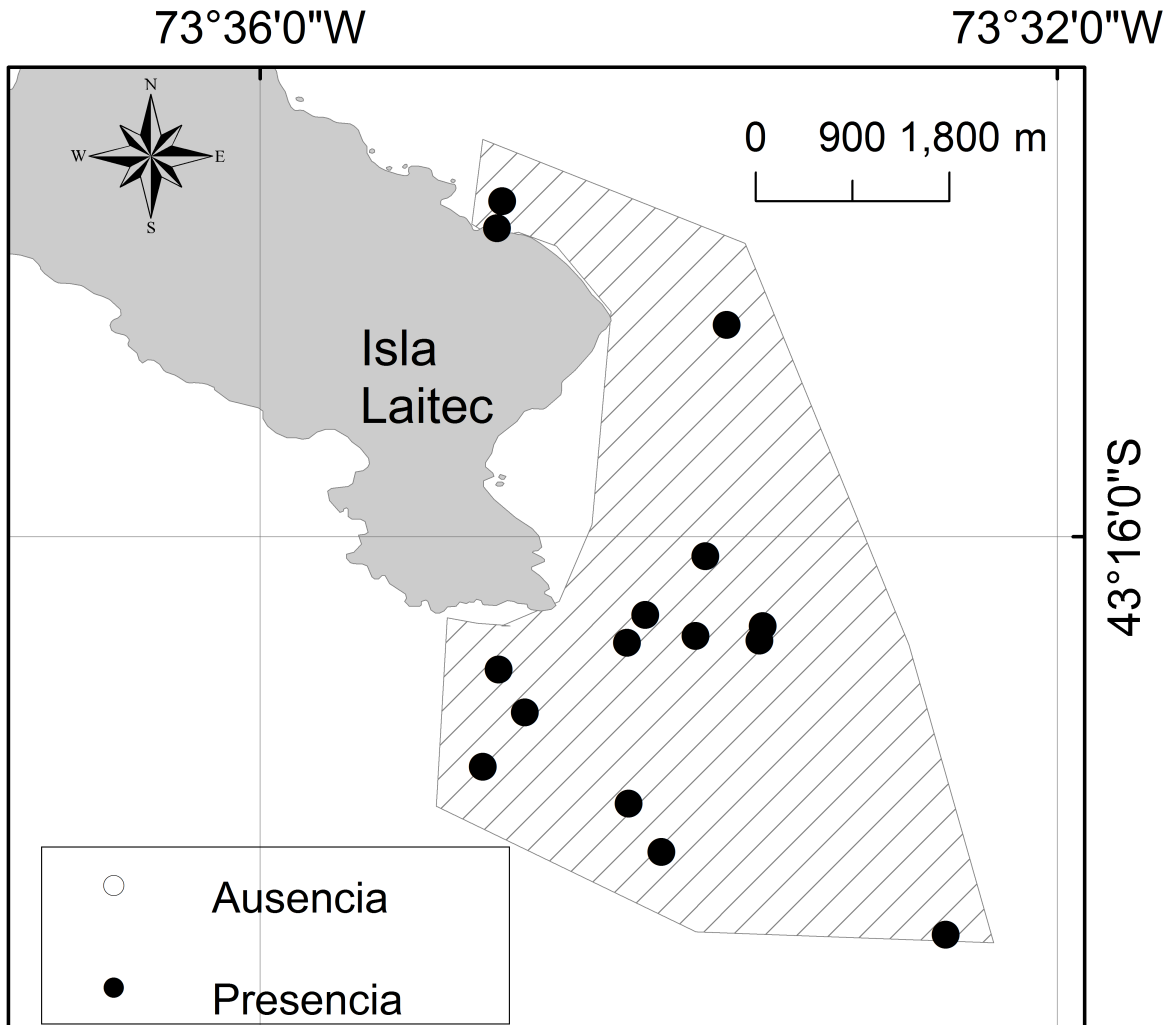


### San Pedro



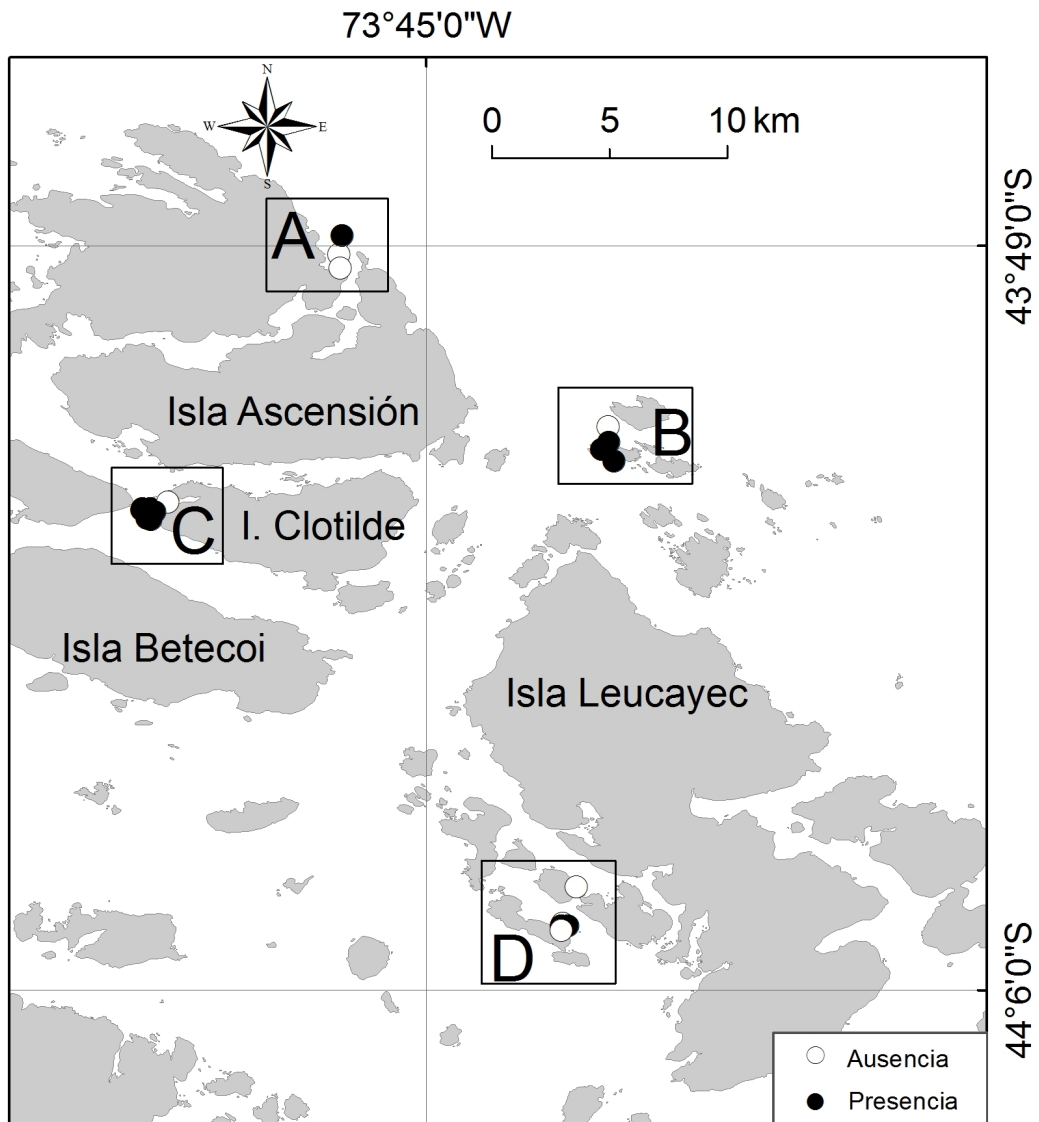
## SUR ISLA LAITEC

Información obtenida del seguimiento de la operación de pesca *in situ* realizada por el Instituto de Fomento Pesquero. Puntos negros indican sectores desde donde se capturó erizos.



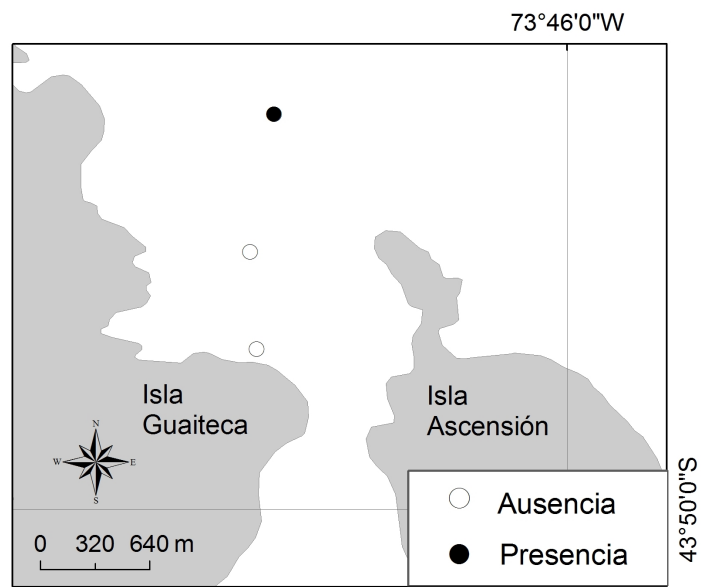
# ZONA DE PESCA 7

- A. CANAL PUQUITIN
- B. ISLOTES PELIGROSO
- C. CUATRO CANALES
- D. ISLA OVALADA
- E. ISLA WESTHOFF

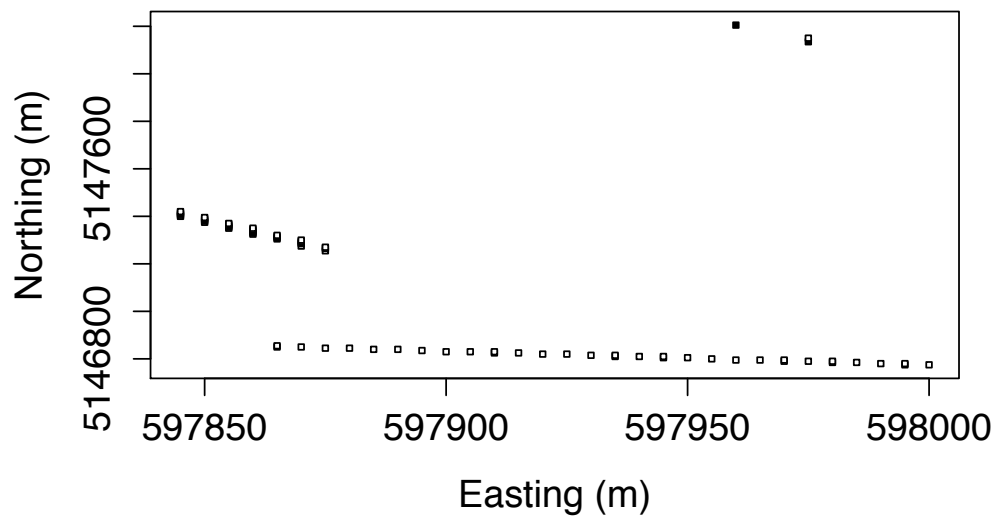


## CANAL PUQUITIN

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.028	
Densidad media de erizos	1.05	0.095
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	35480	
Abundancia estimada	37567	3724
Profundidad	3 – 7 m	
Tipo de sustrato	Arena - Grava	



## Puquitin

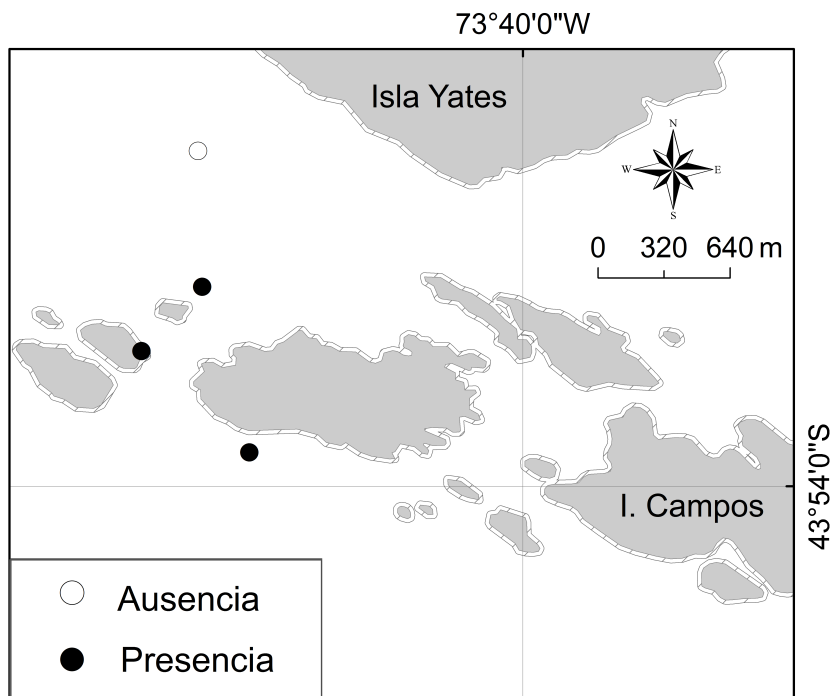




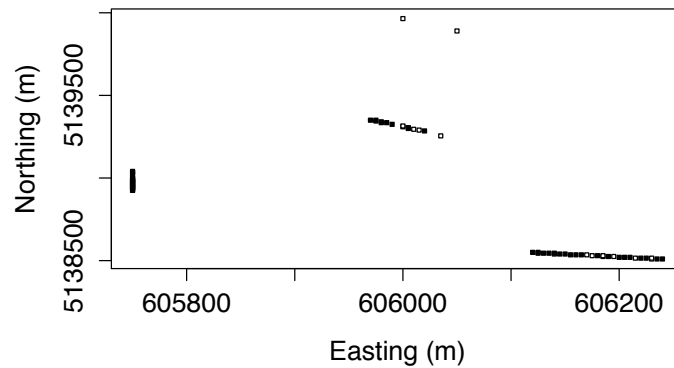
<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Canal Puquitin	433	<i>Arbacia dufresnei</i>
	2	Anthozoa
	1	<i>Anthothoe chilensis</i>
	1	<i>Antholoba achates</i>
	13	<i>Fisurella sp</i>
	598	<i>Loxechinus albus</i>
	24	Gastropoda
	20	<i>Argobuccinum pustulosum</i>
	26	Asteroidea
	33	<i>Chitón sp</i>
	2	<i>Concholepas concholepas</i>
	6	<i>Cosmasteria lurida</i>
	4	<i>Crepidula dilatata</i>
	1	Decapoda
	13	<i>Fisurella sp</i>
	1	<i>Meyenaster gelatinosus</i>

## ISLOTES PELIGROSO

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.76	
Densidad media de erizos	2.13	0.16
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	621105	4577
Abundancia estimada	1324538	99916
Profundidad	6 – 30 m	
Tipo de sustrato	Roca - Bolón	



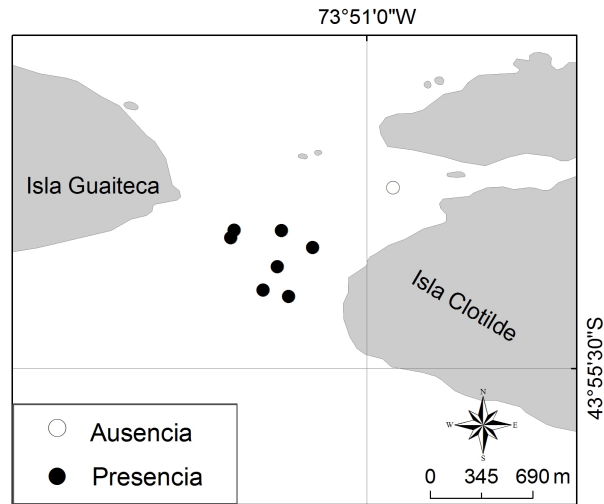
### Grupo Peligroso



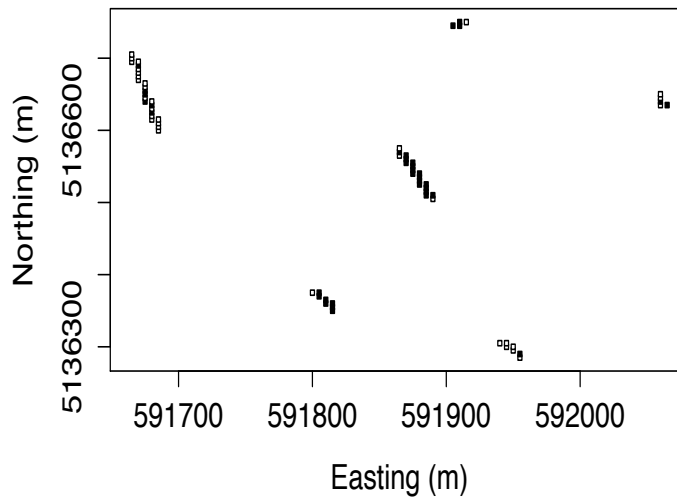
<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Islote Peligroso	426	<i>Arbacia dufresnei</i>
	1954	Anthozoa
	1	<i>Anthothoe chilensis</i>
	3	<i>Antholoba achates</i>
	14	<i>Fisurella sp</i>
	431	<i>Loxechinus albus</i>
	24	Gastropoda
	4	<i>Argobuccinum pustulosum</i>
	17	Asteroidea
	48	<i>Chitón sp</i>
	16	Hidrozoos
	15	<i>Cosmasteria lurida</i>
	5	<i>Munida sp</i>
	610	<i>Pseudechinus magellanicus</i>
	13	<i>Fisurella sp</i>
	28	<i>Stichaster striatus</i>
	65	<i>Tegula atra</i>
1	<i>Nacella sp</i>	
1	<i>Pagurus sp</i>	

## CUATRO CANALES

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.52	
Densidad media de erizos	Sin dato	Sin dato
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	Sin dato	Sin dato
Abundancia estimada	Sin dato	Sin dato
Profundidad	5 – 15 m	
Tipo de sustrato	Arena - Grava	

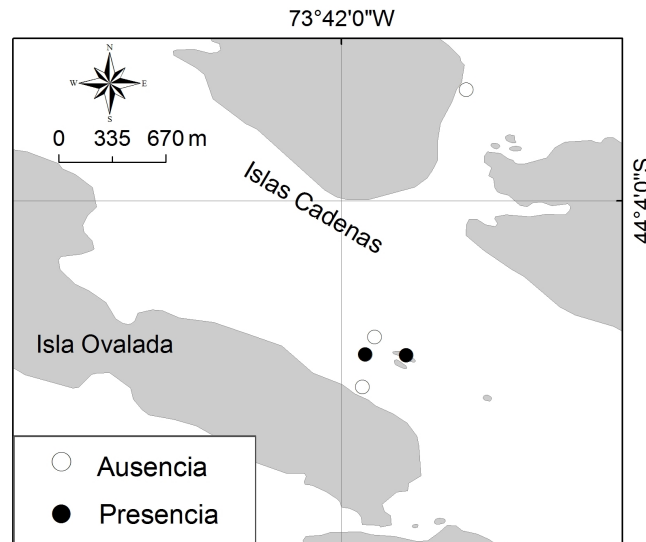


### Cuatro Canales

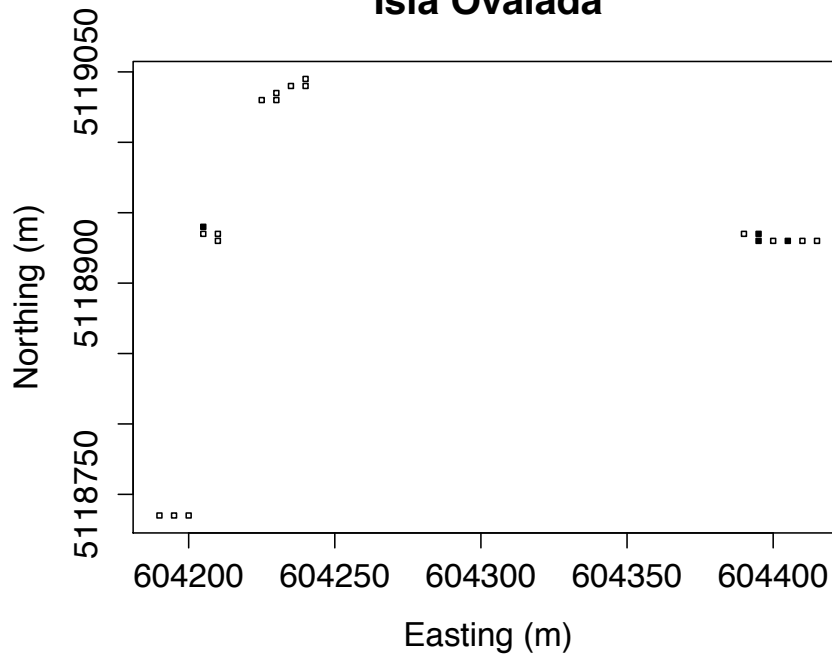


## ISLA OVALADA

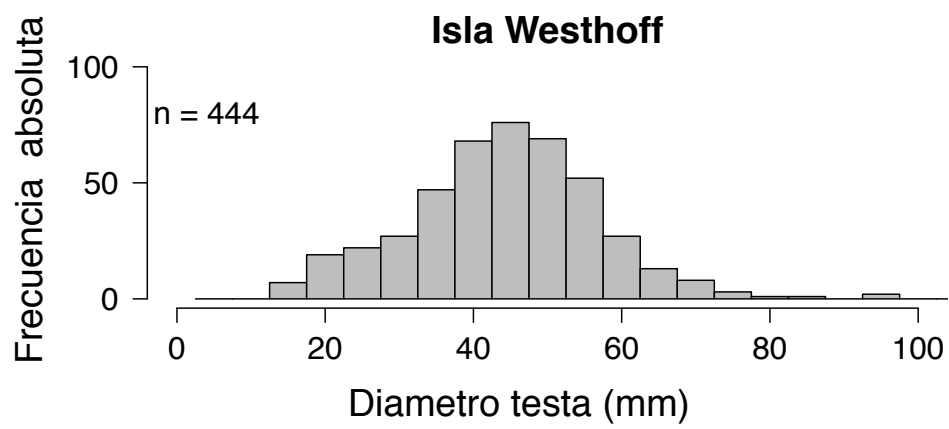
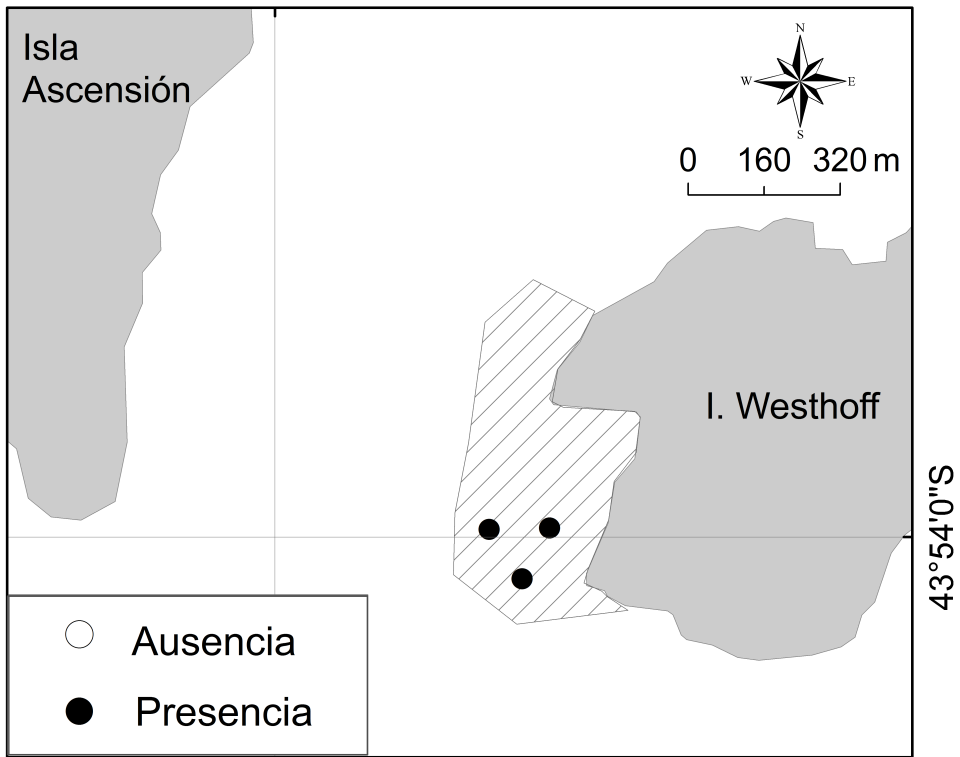
Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>		
Densidad media de erizos	0.27	0.09
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	3998	560
Abundancia estimada	1115	396
Profundidad	7 – 10 m	
Tipo de sustrato	Arena - Grava	



### Isla Ovalada



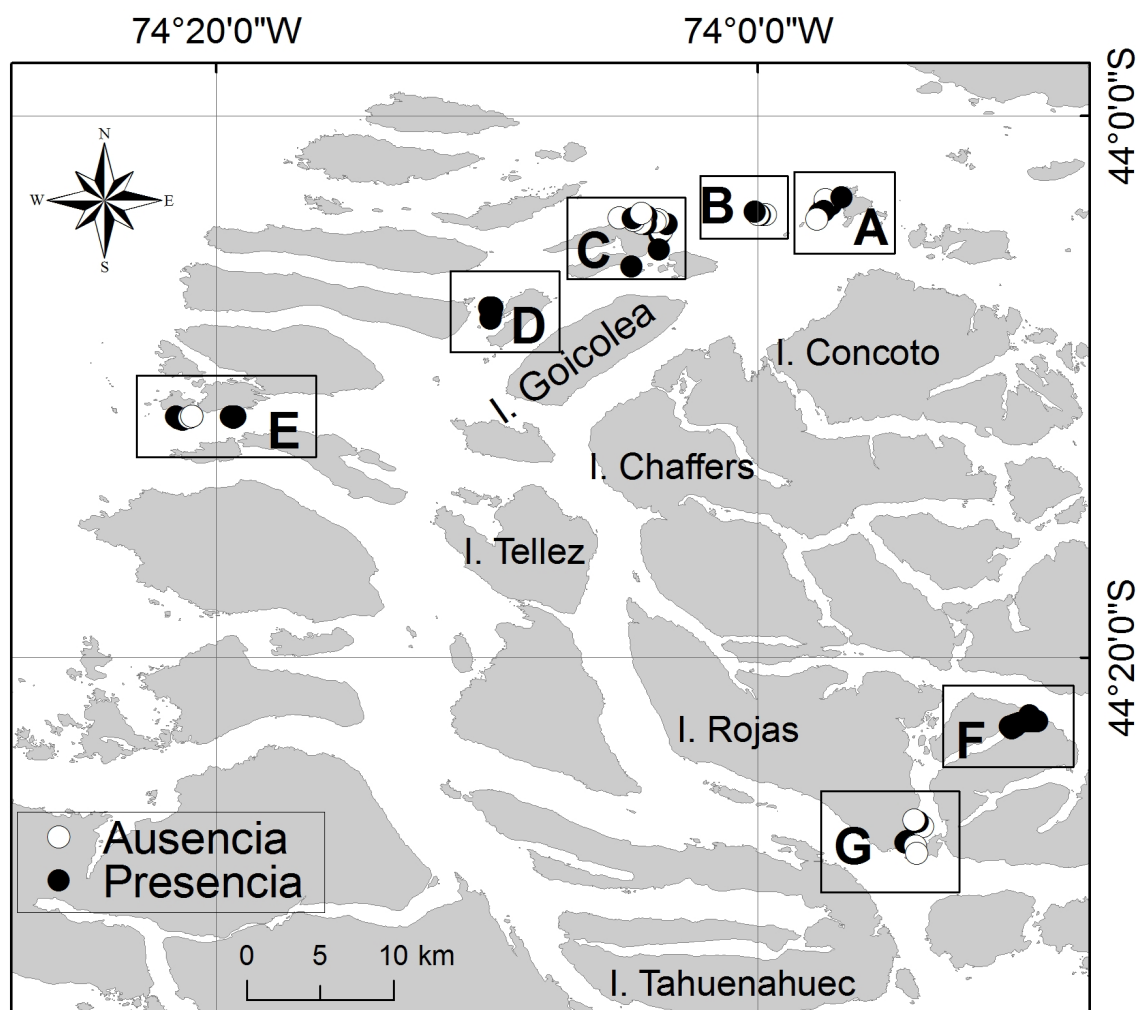
## ISLA WESTHOFF



<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Isla Westhoff	169	<i>Arbacia dufresnei</i>
	6	Asteroidea
	6	<i>Chitón sp</i>
	74	Cnidario
	81	<i>Cosmasteria lurida</i>
	440	<i>Loxechinus albus</i>
	1	<i>Fisurella sp</i>
	1	Porifera
	21	<i>Pseudechinus magellanicua</i>
	12	<i>Tegula atra</i>

# ZONA DE PESCA 8

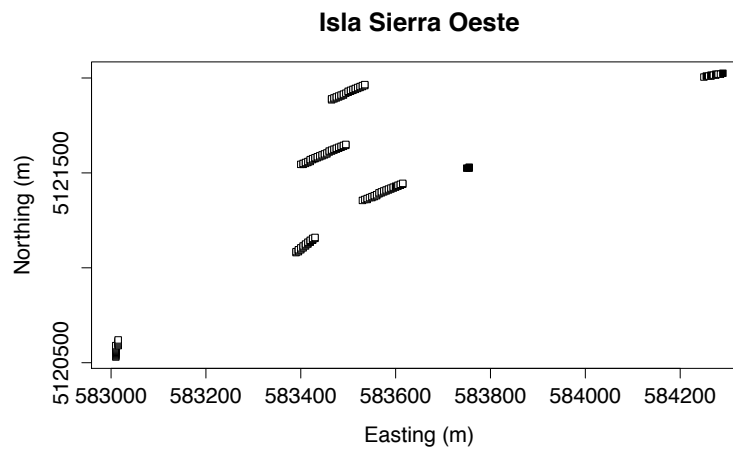
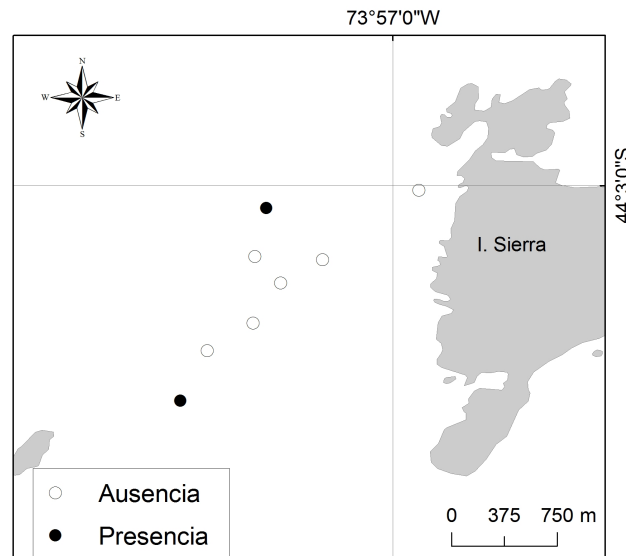
- A. ISLA SIERRA
- B. ISLOTE ERIZO
- C. ISLA LLANOS
- D. ISLA CANAVE
- E. ISLA MIDHURST
- F. CANAL SKORPIOS NORTE
- G. CANAL SKORPIOS SUR





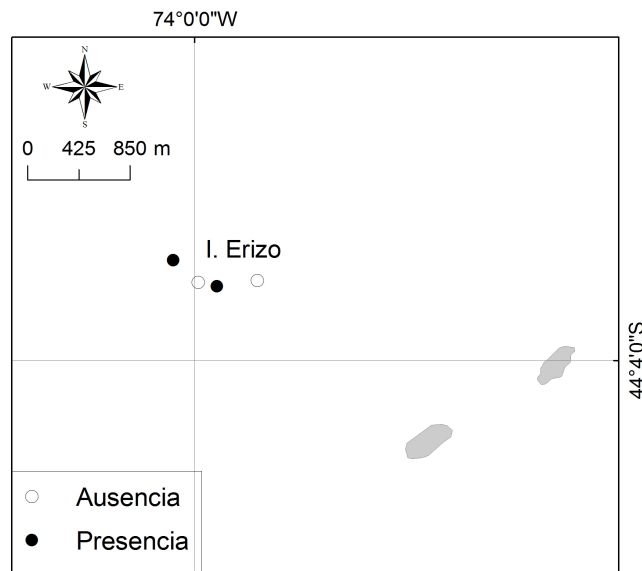
## ISLA SIERRA

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.059	
Densidad media de erizos	0.27	0.088
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	29967	1985
Abundancia estimada	8326	2696
Profundidad	14 – 38 m	
Tipo de sustrato	Arena - Roca	

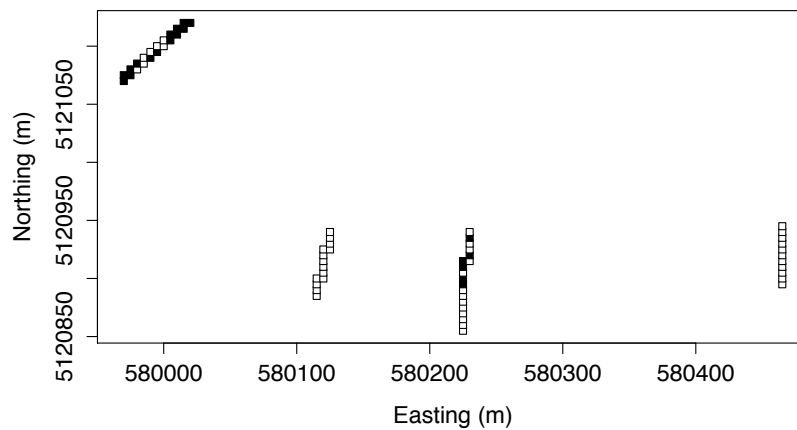


## ISLOTE ERIZO

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.307	
Densidad media de erizos	1.95	0.59
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	31055	228
Abundancia estimada	60966	18448
Profundidad	3 – 20 m	
Tipo de sustrato	Arena - Grava	



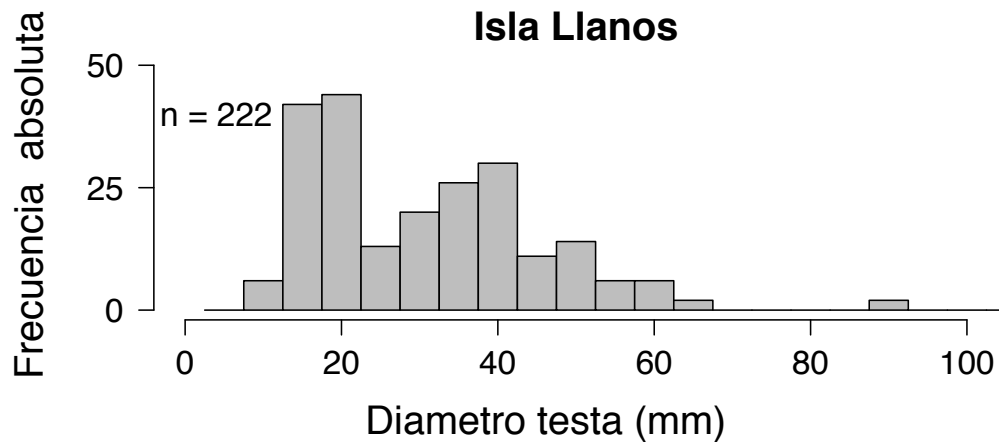
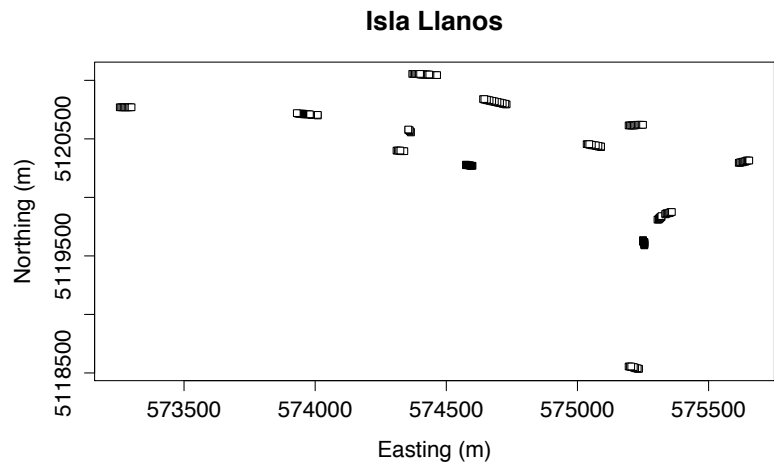
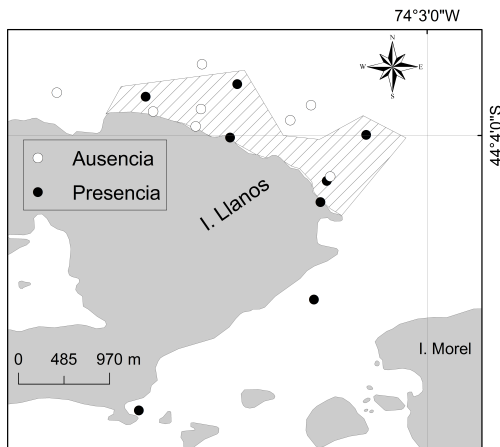
Isote Erizo



<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Islote Erizo	492	<i>Arbacia dufresnei</i>
	69	Anthozoa
	31	<i>Antholoba achates</i>
	1742	<i>Loxechinus albus</i>
	1	Gastropoda
	7	<i>Argobuccinum pustulosum</i>
	9	Asteroidea
	52	<i>Chitón sp</i>
	9	Hidrozoo
	12	<i>Pseudechinus magellanicus</i>
	119	<i>Fisurella sp</i>
	6	<i>Stichaster striatus</i>
	592	<i>Tegula atra</i>
	11	<i>Nacella sp</i>
	1	<i>Patiria chilensis</i>
	1	<i>Callophysis variegota</i>
	1	<i>Chitón bowenii</i>
	1	<i>Chitón barnesi</i>
	1	<i>Concholepas concholepas</i>
	37	<i>Crepidula dilatata</i>

## ISLA LLANOS

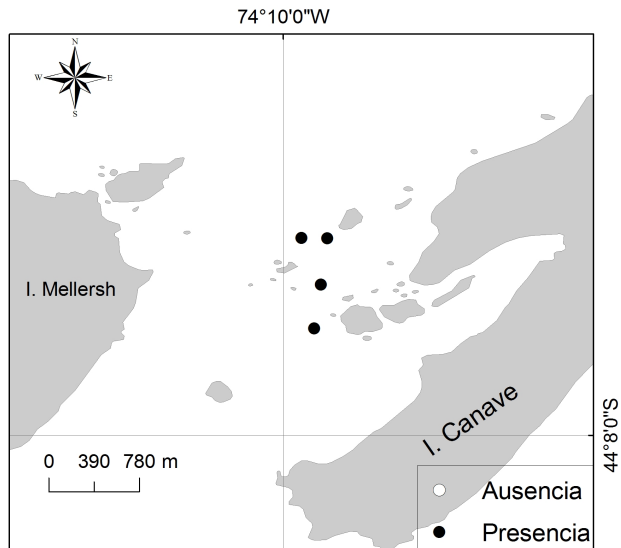
Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.185	
Densidad media de erizos	1.17	0.45
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	483650	27407
Abundancia estimada	569167	221556
Profundidad	3 – 30 m	
Tipo de sustrato	Grava - Arena	



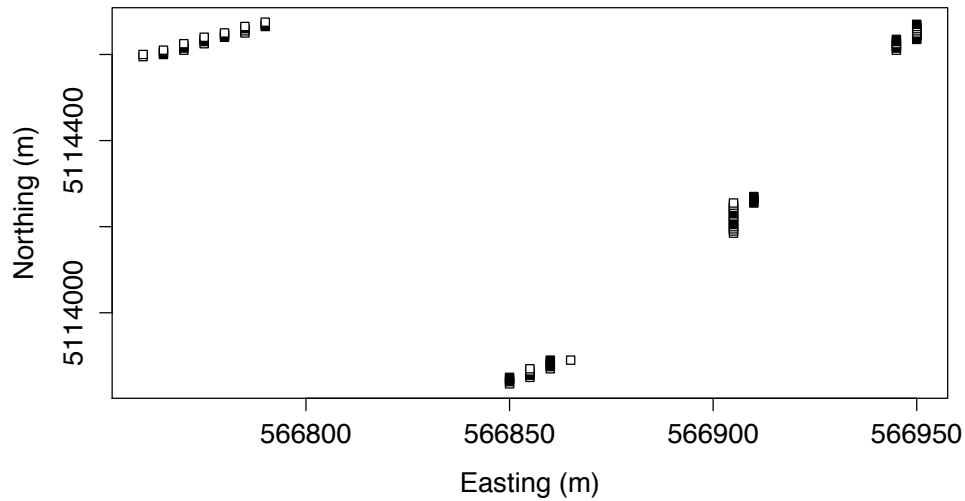
<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Isla Llanos	63	<i>Arbacia dufresnei</i>
	1	<i>Antholoba achates</i>
	1	<i>Anthothoe chilensis</i>
	5	Anthozoa
	4	<i>Chitón sp</i>
	3	Hidrozoa
	166	<i>Loxechinus albus</i>
	32	<i>Munida sp</i>
	3	<i>Nacella sp</i>
	13	<i>Stichaster striatus</i>
	44	<i>Tegula atra</i>

## ISLA CANAVE

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.54	
Densidad media de erizos	0.45	0.07
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	43572	2238
Abundancia estimada	19903	3370
Profundidad	5 - 12 m	
Tipo de sustrato	Roca - Grava	

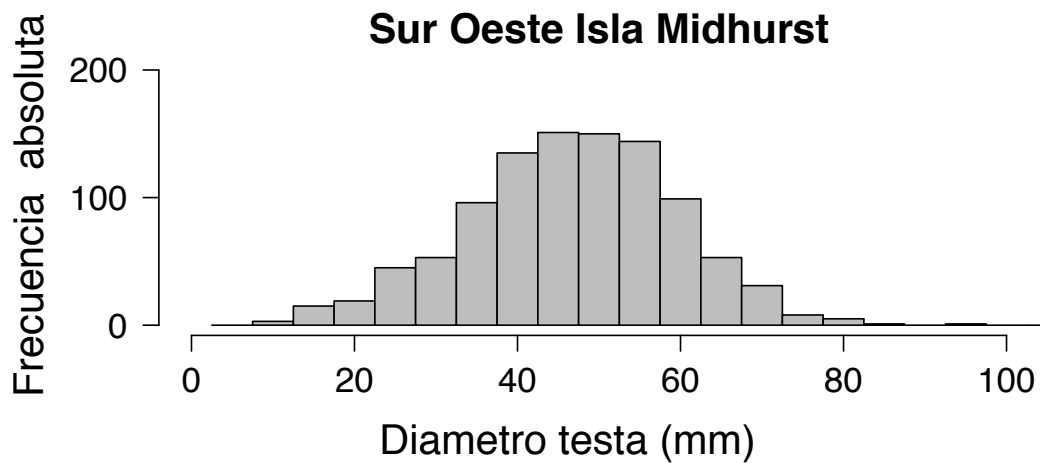
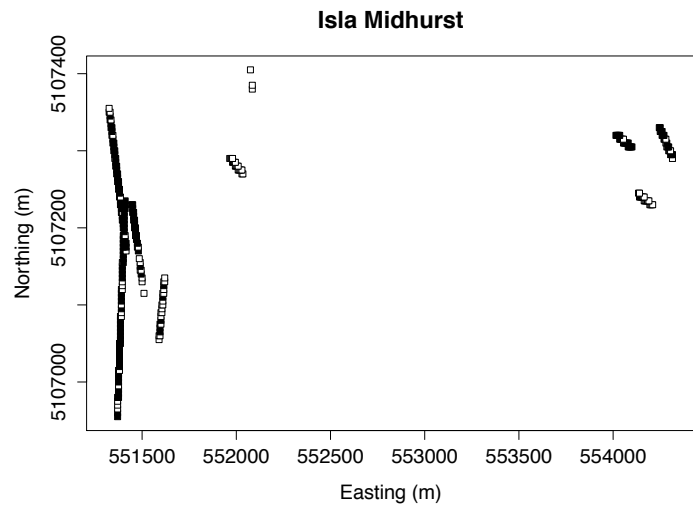
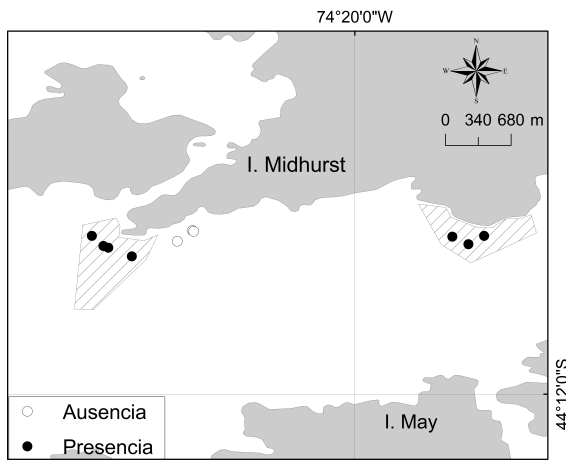


### Isla Canave Oeste



## ISLA MIDHURST SUR

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.64	
Densidad media de erizos	1.68	0.31
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	76743	636,8
Abundancia estimada	129626	24568
Profundidad	5 - 12 m	
Tipo de sustrato	Arena - Grava	

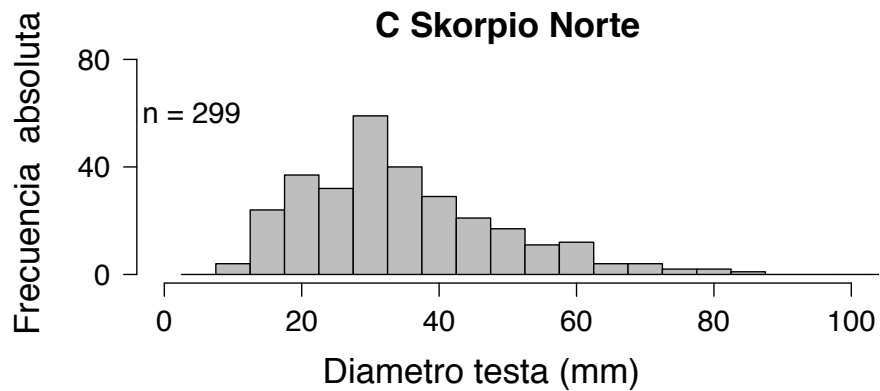
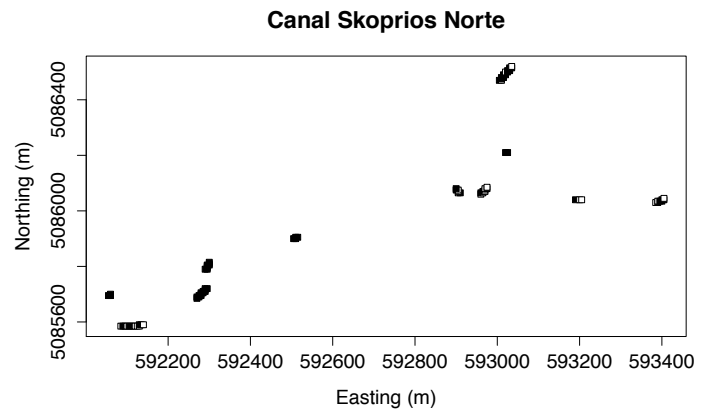
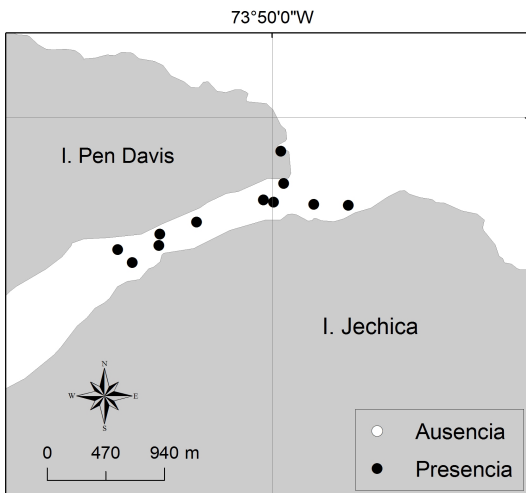


<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Isla Midhurst Sur	144	<i>Arbacia dufresnei</i>
	28	<i>Antholoba achates</i>
	2	Asteroidea
	166	Anthozoa
	27	<i>Chitón sp</i>
	19	Hidrozoa
	754	<i>Loxechinus albus</i>
	25	<i>Munida sp</i>
	6	<i>Callophysis variegota</i>
	1	<i>Crepidula dilatata</i>
	15	<i>Fisurella sp</i>
	2	<i>Henricia sp</i>
	2	<i>Meyenaster gelatinosus</i>
	18	<i>Nacella sp</i>
	1	Nudibranchia
	1	<i>Pagurus sp</i>
	357	<i>Pseudechinus magellanicus</i>
	7	<i>Stichaster striatus</i>
	2	<i>Tegula atra</i>



## CANAL SKORPIOS NORTE

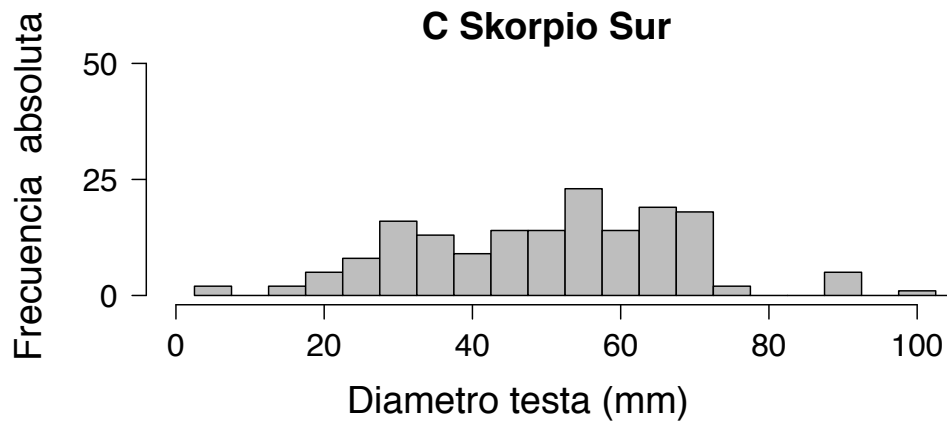
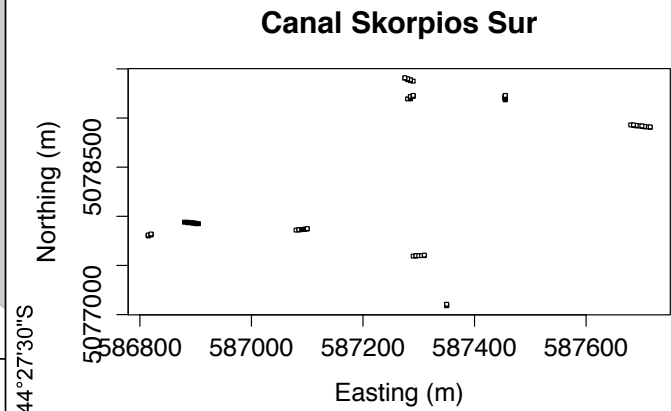
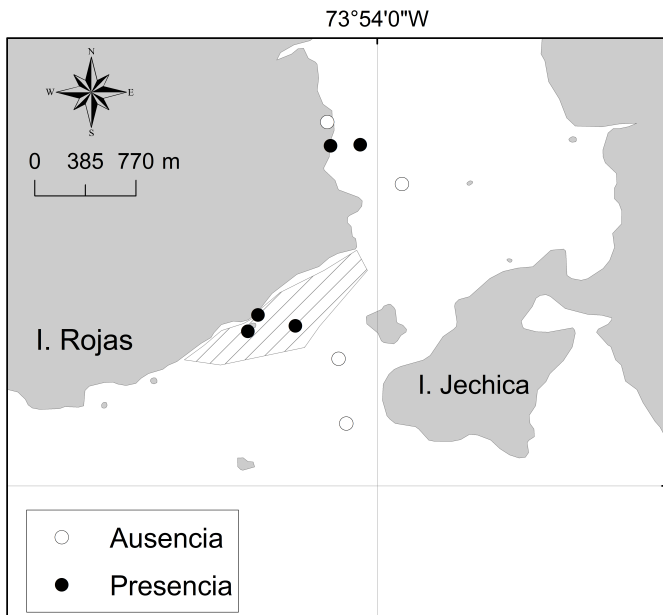
Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.73	
Densidad media de erizos	1.53	0.33
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	89456	784,9
Abundancia estimada	136995	29974
Profundidad	3 - 20 m	
Tipo de sustrato	Roca - Grava	



<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Canal Skorprios Norte	261	<i>Arbacia dufresnei</i>
	6	Bivalvia
	28	Asteroidea
	4	Anthozoa
	22	Cirripedia
	2	Cnidario
	339	<i>Loxechinus albus</i>
	1	<i>Munida sp</i>
	7	<i>Cosmasteria lurida</i>
	1	Gastropoda
	1	<i>Pez</i>
	16	<i>Fisurella sp</i>
	241	<i>Pseudechinus magellanicus</i>
	117	<i>Tegula atra</i>

## CANAL SKORPIOS SUR

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.34	
Densidad media de erizos	1.78	0.69
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	61388	3379
Abundancia estimada	109571	42850
Profundidad	8 – 17 m	
Tipo de sustrato	Roca - Grava	

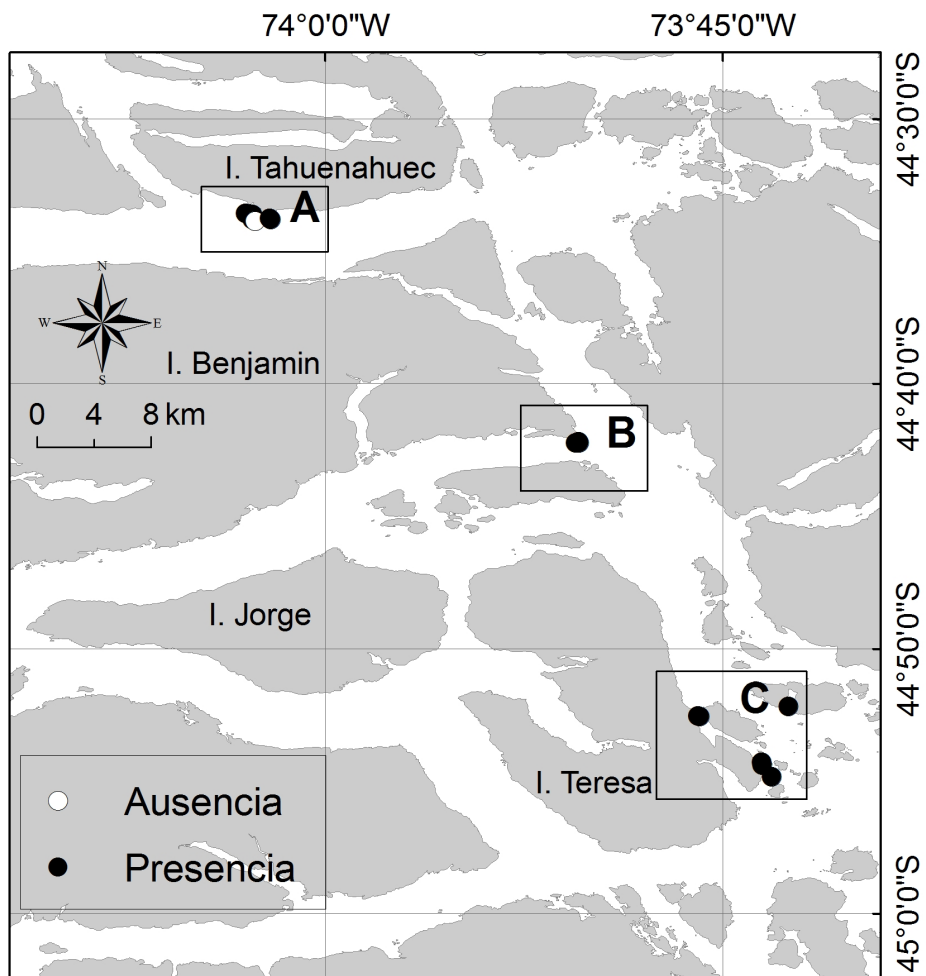


<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Canal Skorprios Sur	181	<i>Arbacia dufresnei</i>
	2	<i>Aulacomya ater</i>
	10	Asteroidea
	1	Anthozoa
	1	Nudibranchia
	5	Cnidario
	146	<i>Loxechinus albus</i>
	9	<i>Munida sp</i>
	6	Porifera
	11	Gastropoda
	1	<i>Pez</i>
	3	<i>Pseudechinus magellanicus</i>

# ZONA DE PESCA 11

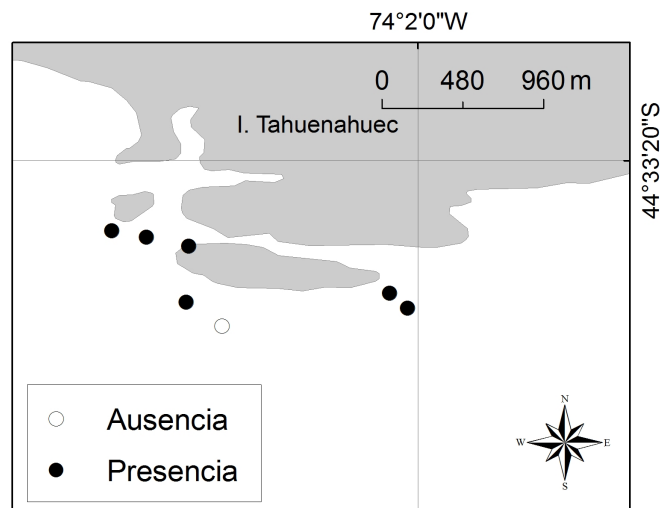
---

- A. ISLA TAHUENAHUEC
- B. PUNTA NICOLAS
- C. ISLA TERESA

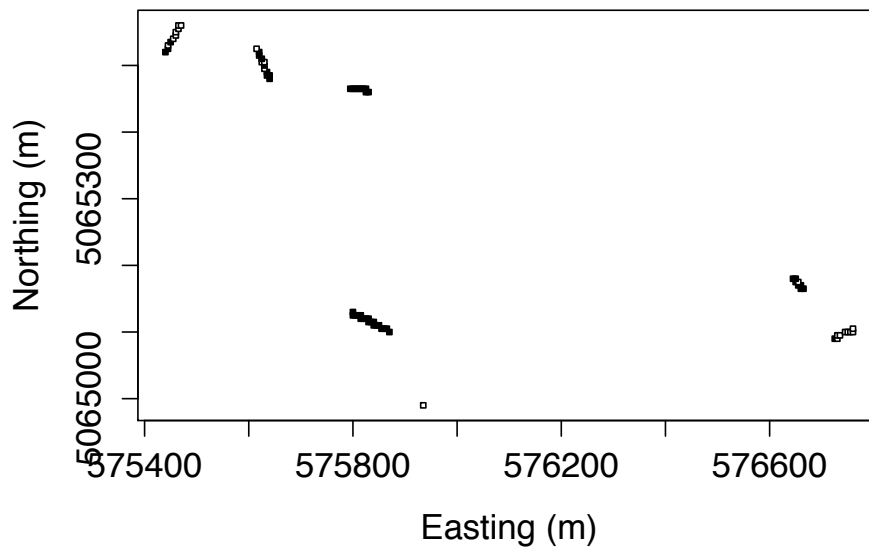


## ISLA TAHUENAHUEC

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.69	
Densidad media de erizos	2.31	0.44
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	100243	1733
Abundancia estimada	231619	76699
Profundidad	10 – 31 m	
Tipo de sustrato	Roca - Arena	



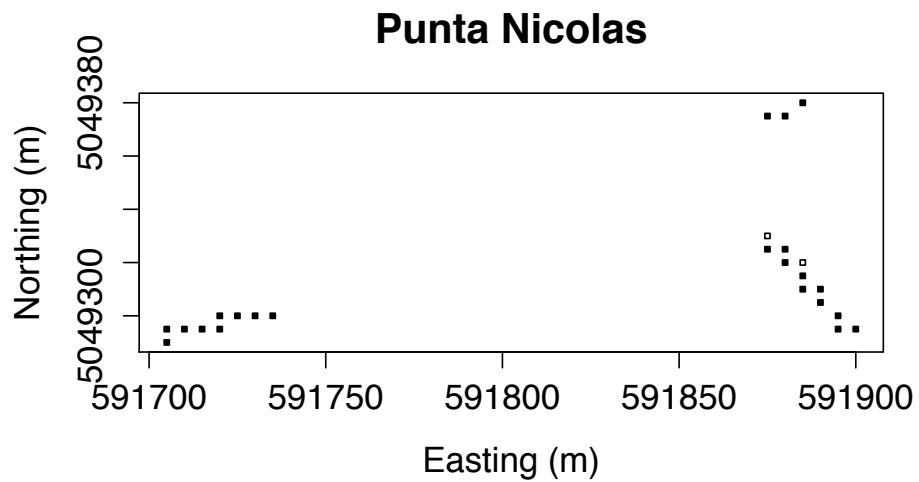
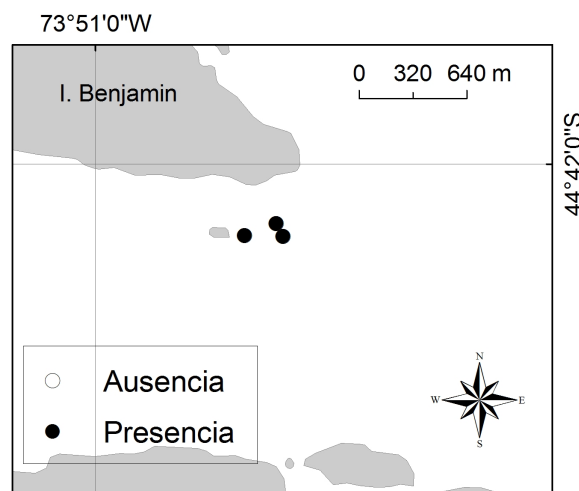
### SW Isla Tahuenahuec



<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Isla Tahuenahuec	63	<i>Arbacia dufresnei</i>
	1	<i>Argobuccinum pustulosum</i>
	2	Asteroidea
	1	Anthozoa
	23	Nudibranchia
	3	<i>Chitón sp</i>
	423	<i>Loxechinus albus</i>
	1	<i>Munida sp</i>
	1	<i>Crepidula dilatata</i>
	8	<i>Fisurella sp</i>
	2	<i>Nacella sp</i>
	1	<i>Pseudechinus magellanicus</i>

## PUNTA NICOLAS

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.2	
Densidad media de erizos	Sin dato	Sin dato
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	Sin dato	Sin dato
Abundancia estimada	Sin dato	Sin dato
Profundidad		4 – 23 m
Tipo de sustrato		bolon



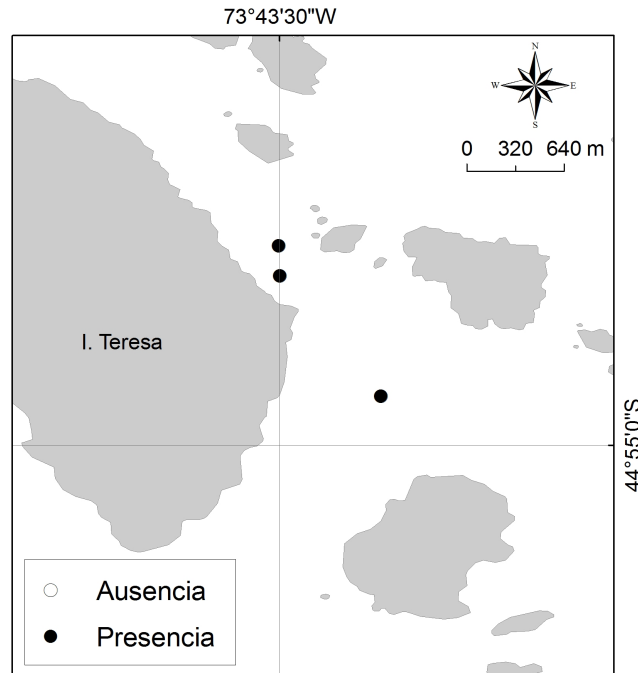


<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Punta Nicolás	69	<i>Arbacia dufresnei</i>
	477	Bivalvia
	1	Asteroidea
	2	Briozoa
	31	Cnidaria
	3	<i>Cosmasteria lurida</i>
	56	<i>Loxechinus albus</i>
	4	Gastropoda
	1	Pez
	105	<i>Tegula atra</i>
	609	<i>Pseudechinus magellanicus</i>

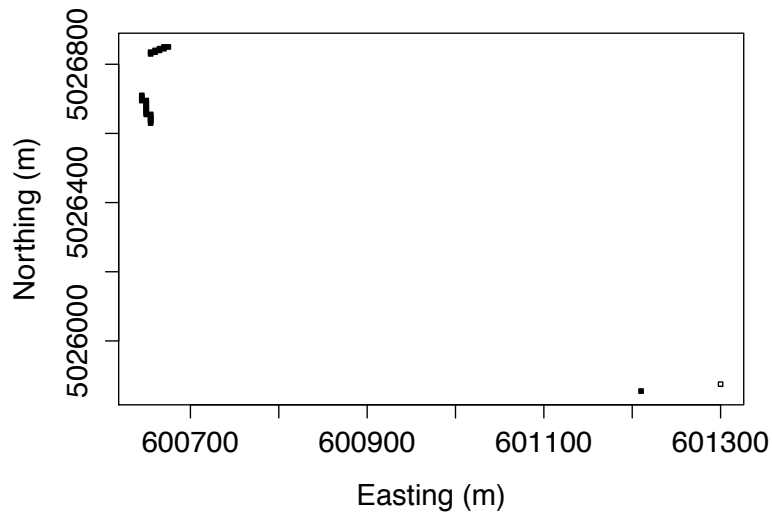
## ISLA TERESA

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	Sin dato*	
Densidad media de erizos	Sin dato	Sin dato
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	Sin dato	Sin dato
Abundancia estimada	Sin dato	Sin dato
Profundidad		2 -14 m
Tipo de sustrato		Grava-Bolon

\*Transectos muy separados.



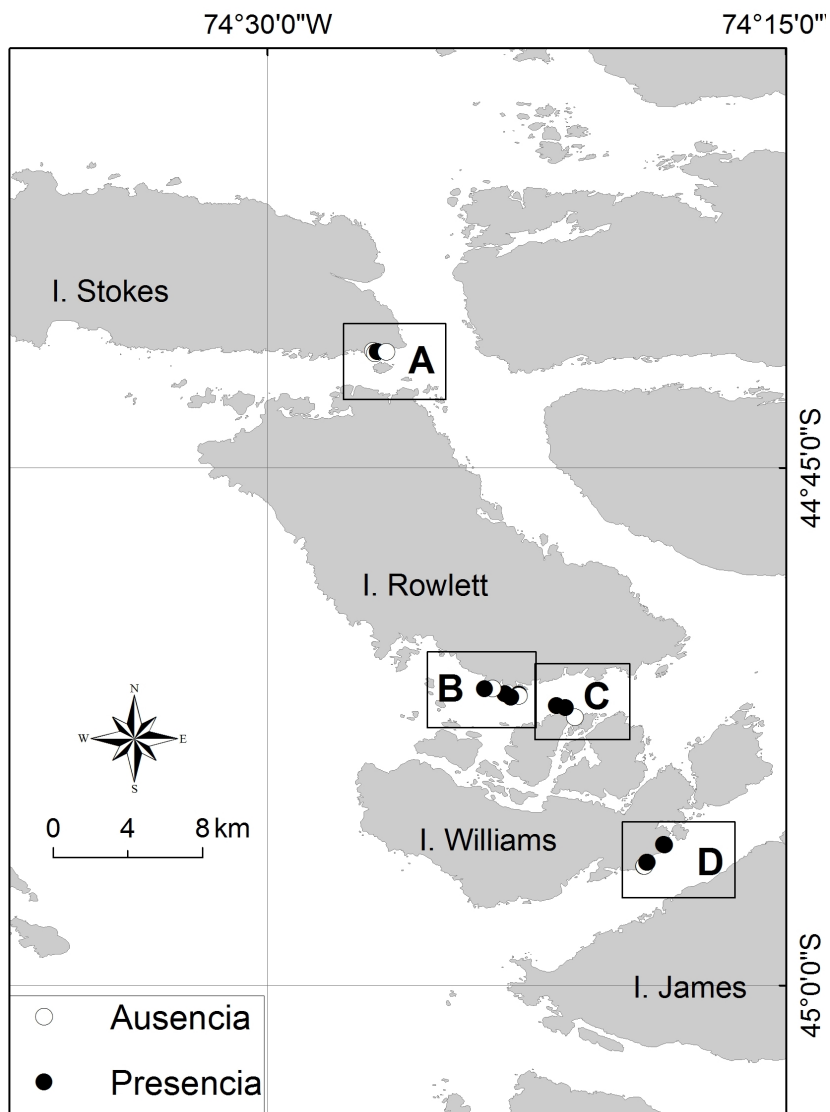
### Isla Teresa Lampazo



<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Isla Teresa	289	<i>Arbacia dufresnei</i>
	6	Bivalvia
	43	Asteroidea
	14	Anthozoa
	4	Chitón sp
	1	Cirripedia
	826	<i>Loxechinus albus</i>
	100	Porifera
	39	<i>Tegula atra</i>
	147	<i>Pseudechinus magellanicus</i>

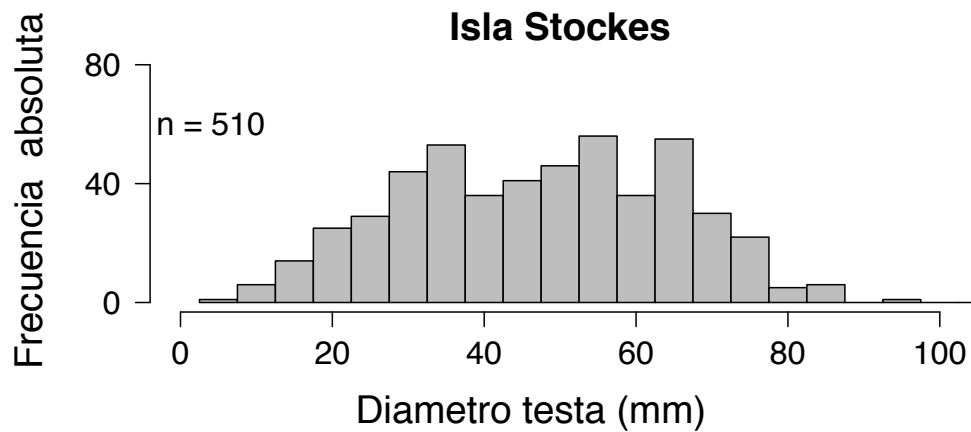
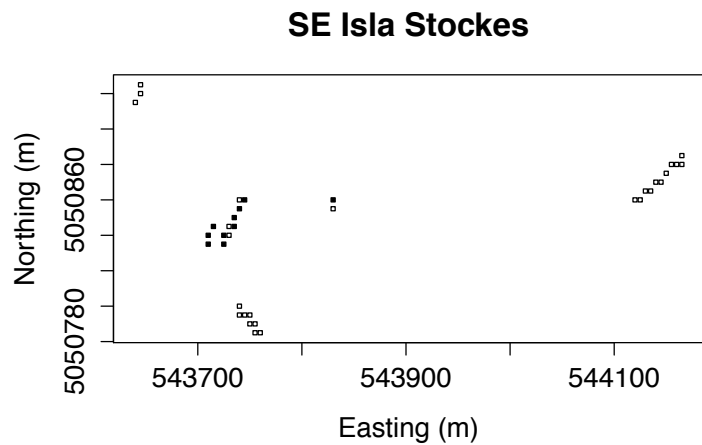
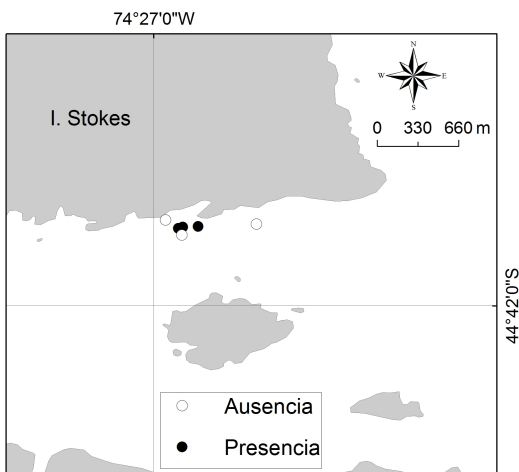
# ZONA DE PESCA 12

- A. ISLA STOKES
- B. ISLA ROWLETT
- C. ISLA WILLIAMS
- D. CANAL GOÑI



## ISLA STOKES

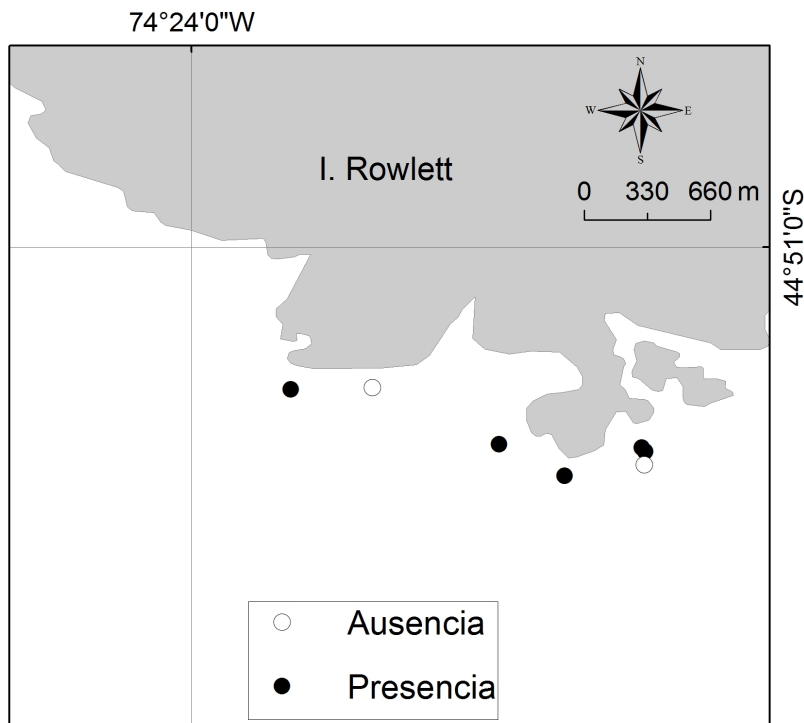
Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.277	
Densidad media de erizos	2.86	0.60
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	120704	7735
Abundancia estimada	345373	76699
Profundidad		10 – 21 m
Tipo de sustrato		Roca



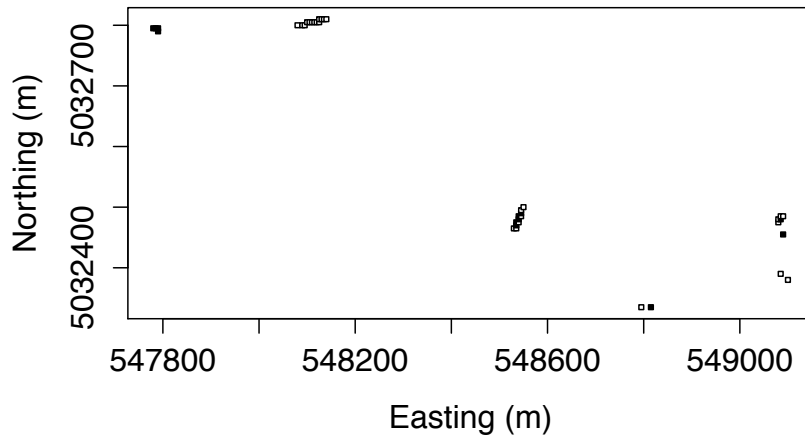
<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Isla Stokes	356	<i>Arbacia dufresnei</i>
	1	Bivalvia
	44	Asteroidea
	3020	Anthozoa
	96	<i>Chitón sp</i>
	1	<i>Pseudechinus magellanicus</i>
	839	<i>Loxechinus albus</i>
	88	Porifera
	140	<i>Tegula atra</i>
	1	Gastropoda
	489	Cnidaria
	58	Hidrozoa
	12	<i>Fisurella sp</i>
	1	<i>Lithodes santolla</i>

## ISLA ROWLETT

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.31	
Densidad media de erizos	7.24	2.08
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	202084	6386
Abundancia estimada	1464954	423641
Profundidad	5 – 17 m	
Tipo de sustrato	Roca - Arena	



### Isla Rowlett

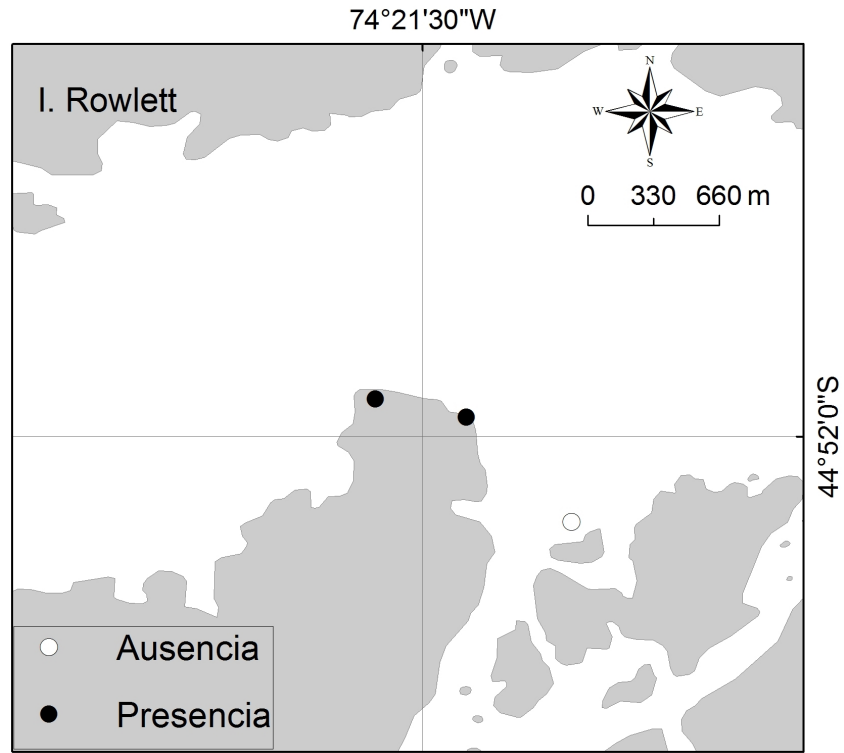


<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Isla Rowlett	167	<i>Arbacia dufresnei</i>
	31	<i>Cosmasteria lurida</i>
	2	<i>Asteroidea</i>
	18	<i>Chitón sp</i>
	7	<i>Pseudechinus magellanicus</i>
	182	<i>Loxechinus albus</i>
	6	Gastropoda
	58	Cnidaria
	2	<i>Fisurella sp</i>

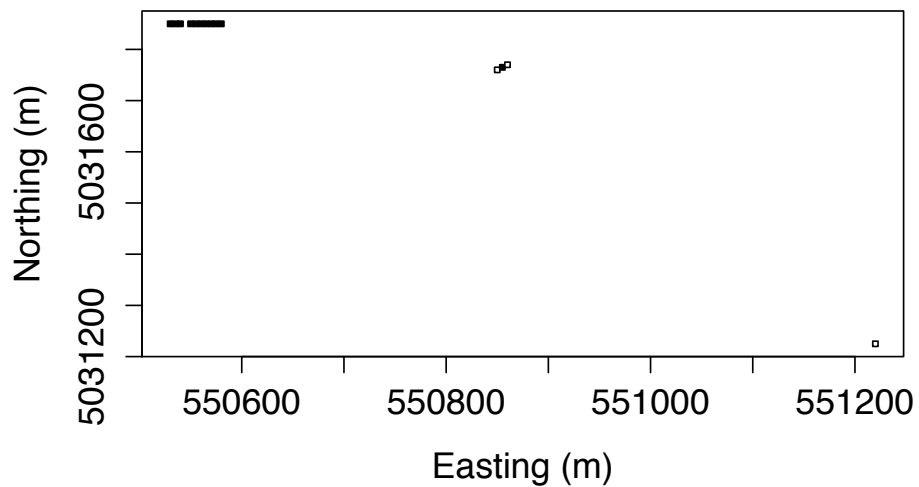


## ISLA WILLIAMS

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.78	
Densidad media de erizos	Sin dato	Sin dato
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	Sin dato	Sin dato
Abundancia estimada	Sin dato	Sin dato
Profundidad	20 – 25 m	
Tipo de sustrato	Roca - Grava	



### Isla Williams



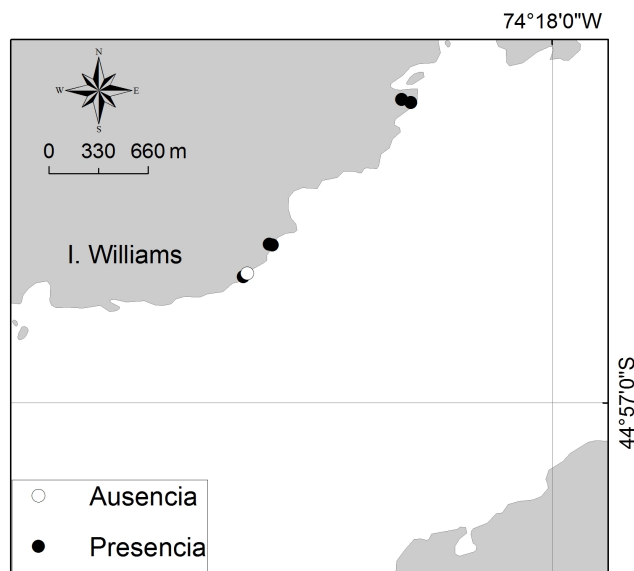
---

<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Isla Williams	20	<i>Arbacia dufresnei</i>
	7	Anthozoa
	5	Asteroidea
	3	<i>Chitón sp</i>
	4	<i>Tegula atra</i>
	24	<i>Loxechinus albus</i>

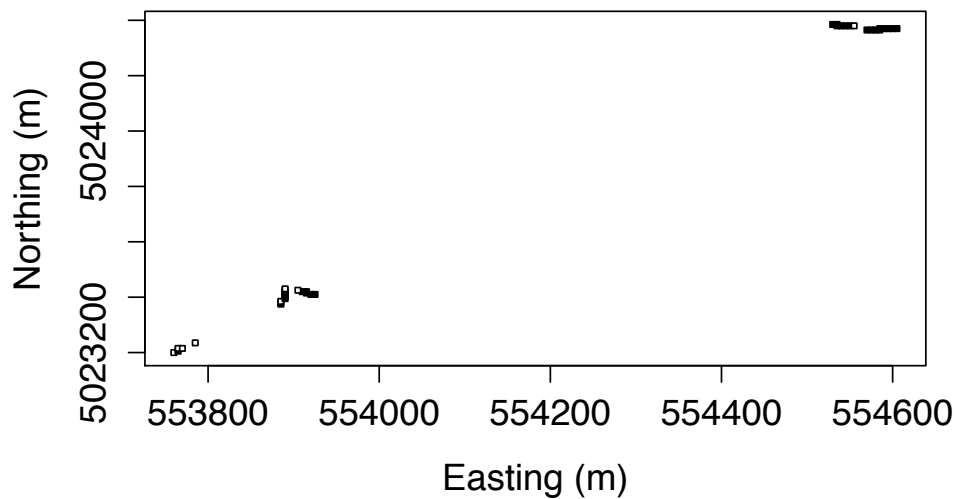
---

## CANAL GOÑI

Variable	Promedio	Error estándar
Proporción área muestreada con presencia de <i>L. albus</i>	0.66	
Densidad media de erizos	4.75	1.2
Superficie estimada con erizos (de modelo Geoestadístico)	34045	1054
Abundancia estimada	161843	41439
Profundidad	7 - 21 m	
Tipo de sustrato	Arena - Grava	



### Canal Goni



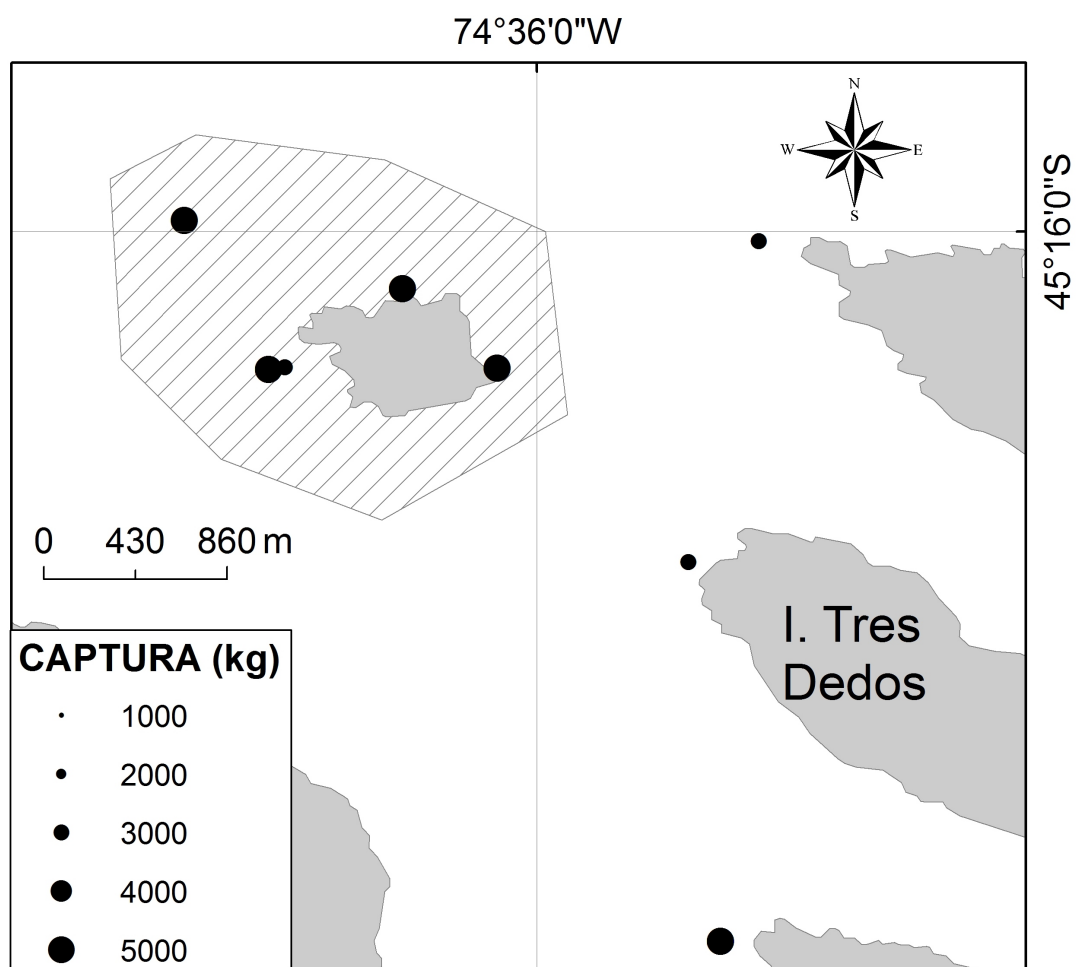
---

<b>Nombre del Sector</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Taxa</b>
Canal Goñi	160	<i>Arbacia dufresnei</i>
	13	Bivalvia
	6	Asteroidea
	3	<i>Chitón sp</i>
	287	<i>Tegula atra</i>
	195	<i>Loxechinus albus</i>
	270	Cnidaria
	2	<i>Fisurella</i>

---

## ISLA TRES DEDOS

Información obtenida del seguimiento de la operación de pesca *in situ* realizada por el Instituto de Fomento Pesquero. Puntos negros indican sectores desde donde se capturó erizos.



# RESPUESTA A LAS OBSERVACIONES DEL EVALUADOR

## PRE-INFORME FINAL

**Objetivo específico N° 1:** Diseñar una red de monitoreo de estaciones fijas para el seguimiento de la dinámica poblacional del recurso erizo en la X y XI Regiones.

### **Observaciones:**

1.- Realizan una revisión bibliográfica sobre Historia de Vida del erizo. Esa información es tabulada, pero no se usa en el marco de lo que es el objetivo del proyecto. Por ej. en ese contexto

¿hay información sobre hábitat, que ayude a orientar los esfuerzos de muestreo?

**R: Los reportes disponibles indican que el 90% de los casos los erizos se distribuyen sobre sustrato, grava, roca, canchagua (Ej Molinet et. al. 2009, Reporte proyecto FIP 2007-44).**

¿los reclutas conviven con los adultos?

**R: Como reportado por Molinet et al. 2009 y en el reporte adjunto. Se observan pequeños erizos asociados a adultos, también parches de adultos y parches con la presencia de erizos pequeños solamente. Es probable que la perturbación por efecto de la pesca u otros no permitan observar con claridad esta interacción.**

¿muestreando bancos de adultos sometidos a pesca, se va a obtener la información necesaria para hacer un seguimiento y tener un indicador de reclutamiento?

**R: En el Pre-informe final corregido se propone y define una metodología de seguimiento de subpoblaciones siguiendo a Orensanz et al. (2006), escala en la que se puede seguir la dinámica expansión y contracción de subpoblaciones, en nuestro concepto parches. Como se discute en el reporte, esta metodología permite proyectar la observación de tendencias que aportarían una mejor información para el manejo de la pesquería.**

**El reclutamiento, definido el reporte para erizos de 10 a 20 mm puede ser monitoreado para cada parche seleccionado. Sin embargo, como se describe en el reporte cada indicador que se quiere obtener del monitoreo implica un costo asociado en tiempo y recursos económicos.**

¿hay información sobre ecología larval, oceanografía, circulación en el área, etc. que permita en términos generales identificar unidades poblacionales de la "metapoblación" a nivel geográfico?

**R:** La información disponible de la ecología larval de *L. albus* (tres trabajos publicados), plantea aún muchas interrogantes. Los periodos de tiempo que la larva se ha encontrado en la columna de agua son cortos, pese a intensos esfuerzos de muestreo asociado (Kino and Agatsuma 2005, Molinet et al. 2010, Espinoza 2013 (tesis de grado), Arre 2013 (tesis de grado)).

La información oceanográfica para la zona se discute en el objetivo 3, citando una revisión general realizada en el Proyecto FIP 2005-51. Uno de los resultados de este proyecto fue la división del área en 12 zonas de pesca (polígonos) (Molinet et al. 2008. Molinet et al 2011). La división de la zona tiene un sentido asociado a entender la operación de la pesquería y su dinámica principalmente asociada a la flota.

La información disponible sugiere que las unidades de stock (marcoescala sensu Orensanz et al. 2006) son más grandes que los polígonos de pesca. Cruzada con la información oceanográfica la zona se puede dividir en 4 grandes zonas (ver Obj. 3). Actualmente se desarrolla una tesis de Doctorado sobre conectividad genética de sub poblaciones en la X y XI regiones (Dr. Cs. (c) Alejandra Arévalo), que se espera pueda entregar una mejor aproximación al menos a la genética de la población.

¿El comportamiento al interior de cada polígono es igual? O ¿los polígonos se acercan a lo que podría ser una unidad poblacional con un comportamiento homogéneo?

**R:** Los resultados de nuestra primera expedición muestra diferencias de los tamaños de los parches, densidad media, abundancia, distribución de tamaños entre polígonos más que en polígonos, aunque existen zonas de pesca (polígonos) que están mejor representadas que otra. Debido a que esta sólo es una primera fotografía lo que se puede deducir es que hay más erizos en unas zonas que otras y que la zona de Canal Chacao (asociada al polígono 2) luce como una zona muy particular.

2.- Se realiza un análisis de procedencias, que señalan utilizan para la selección de sitios. No es claro como la usan, mas allá de privilegiar aquellos polígonos con mayor captura histórica.

¿será ese el único criterio que importa?

**R.** La información se analiza al nivel de la procedencia de pesca basada en el polígono de manera referencial. Esto último solo permite situar la procedencia en un espacio que represente toda el área de estudio.

De manera referencial es el mejor criterio disponible ya que se dispone de 18 años de información en subzonas de pesca.

La información acumulada a nivel de polígonos resulta poco informativa al respecto. Pues ¿el comportamiento al interior de cada polígono es uniforme?

**R.** Como se discute en Objetivo 2, la discusión está basada en la procedencia (que es un banco de pesca). Al interior de cada polígono se

**observaron procedencias con alto desembarque muestreado y procedencias con bajo desembarque muestreado, es decir, existen diferencias.**

¿Cualquier sitio al interior de un polígono da la misma información en cuanto a historia de capturas, estructura de talla, captura por unidad de esfuerzo, etc?

**R. El sitio no está definido como una unidad de análisis de la pesquería para este reporte. La procedencia (pese a que está georreferenciada) no es un área “conocida” si no que corresponde al área donde el buzo responde que trabajó. Por esa razón esta es solo usada referencialmente y lo que se termina haciendo es buscando parches específicos con buzos locales. El sitio corresponde a cada uno de nuestros parches discretos ahora definidos como subpoblaciones siguiendo (por ejemplo) a Orensanz et al. 2006.**

Esto importa para la selección definitiva de la estación fija - ¿qué representa? ¿es reflejo de lo que pasa en el sitio o hay potencial de que represente lo que pasa en el polígono?

**R. Lamentablemente el anterior Preinforme Final no contenía toda la profundidad en el análisis de la información que se requiere para cumplir con los objetivos de este proyecto. El presente reporte corregido, aborda en mayor profundidad la teoría para el diseño de una red de estaciones, aunque siempre se podrá profundizar en la discusión y precisiones cuando se emprende un desafío de monitorear una pesquería.**

**La estación de muestreo representará un parche/subpoblación y su seguimiento se centrará en su dinámica de expansión y contracción, y en la medida que se priorice, elementos de la comunidad asociada.**

**El conjunto de parches propuestos para su discusión puede ser mejorado, aunque se espera que represente la dinámica de la población de erizos en la macrozona X y XI regiones. La distribución de las estaciones y número serán fundamentales para la observación de escalas intermedias entre el parche, el polígono, la región.**

**Como se describió anteriormente, los polígonos están asociados a flotas, por lo que se debe considerar la interacción con los usuarios para mejorar la aproximación al parche muestreado y a la vez validar las estaciones con los usuarios.**

Aquello es importante, si es que los polígonos representan unidades biogeográficas mas o menos uniforme para el erizo. Si no es así ¿la información recopilada en el muestreo diagnóstico (siguiente punto) puede servir para intentar una primera aproximación al tema?

**R: Se discute en el reporte y en párrafos anteriores**

Por ej. considerando que la estructura poblacional de un sitio puede entregar información sobre regularidad del reclutamiento (por ej. ¿están presentes todas las tallas o hay tamaños ¿edades? que faltan?), sobre intensidad de pesca (por ej. no hay individuos sobre talla comercial), etc. Y si analizamos la información sobre historia de procedencias y lo que el muestro diagnóstico entrega para un mismo sitio ¿qué nos dice? Pero para ello hay que insistir, que no se debe acumular la



información, ni de desembarque, ni del muestreo diagnóstico, a nivel de polígono. Deben hacer un análisis con la información desagregada a nivel de procedencia, al menos para aquellas que fueron a muestrear. Pero también para otras “representativas” de diferentes situaciones al interior de cada polígono.

**R. Explicado previamente. Esto se encuentra desarrolla en el reporte corregido. En este reporte corregido se presenta la información desagregada en parches visitados (subpoblaciones). Se aclara que la selección de áreas a muestrear se basó en la revisión de las procedencias de pesca en referencia a polígonos de pesca.**

3.- Realizan un muestreo diagnóstico del área de estudio. Entregan la información acumulada a nivel de polígonos, lo cual, como se menciona en el punto anterior hace perder la posibilidad de acercarse a respuestas a las preguntas que importan para definir la posición de una estación de la futura red fija. Hacen una serie de análisis estadísticos ¿para que? ¿qué pregunta buscan contestar con eso? Por ej. ¿qué haya diferencias o no entre los promedios de los polígonos ¿qué significa? Me parece que esos análisis no tienen mucha relación con lo necesario para saber que tan “representativa” o no es la estación, como para establecerla como punto fijo de muestreo a futuro, que es un tipo de pregunta que se debería poder contestar.

**R. Corregido en nueva versión del informe**

Respecto a los promedios, en forma mas específica respecto a estructura de talla e índice gonádico: ¿tiene sentido la acumulación, considerando que hubo muestreos en marzo, otros en agosto y otros en septiembre?

**R. Se corrige en nueva versión del informe**

Y al acumular la estructura de talla a nivel de polígono ¿se está suponiendo que todos los puntos pertenecen a la misma unidad poblacional? Antes de hacerlo, debería ponerse a prueba eso.

**R. Su contexto se corrige respecto del reporte anterior.**

**Mostrar la estructura de tallas a nivel de polígonos permite observar una foto de una característica de la población para un área de pesca determinada, considerando que esta está asociada a una flota y a un desembarque muestreado.**

**No tiene vinculación directa con el seguimiento de parches, sin embargo, puede ser usado como un buen indicador de la distribución de tamaños asociado a la zona de pesca.**

En síntesis, falta mostrar y analizar esta información, que significó tanto esfuerzo de trabajo y costo de terreno, para que pueda ser usada para lo que son los objetivos de este proyecto. La pregunta básica a contestar es ¿cuáles puntos son mas representativos de la unidad poblacional cuya dinámica quiero seguir en el tiempo? Por ahora los elementos disponibles para responder esa pregunta son al menos el tipo de hábitat, la estructura de tallas, la localización en el contexto de circulación, principales especies asociadas, etc.

**R. En el reporte corregido se realiza una propuesta de indicadores basados en la dinámica de contracción y expansión de parches. A esto se debe asociar los indicadores comunitarios para el mismo parche.**

4.- Hacen un estudio de crecimiento en base a lectura de anillos en placas genitales. ¿Con que fundamento consideran que el número de anillos es equivalente a edad en años?

**R. Gebauer and Moreno 1995, publicaron una validación de la metodología de lectura de anillos de crecimiento para *L. albus*. Estos autores concluyen que 1 anillo representa 1 año de edad. Esta metodología ha sido utilizada por Flores et al (2010), Shuhbahue et al. (2011) y Molinet et al (2013).**

Para ello marcaron erizos con calceina y tetraciclina, pero señalan que eso ¿ya no forma parte del presente proyecto, porque los recogerán recién en abril? ¿No sería mas lógico esperar entonces, para lograr el fundamento que ahora no tienen para asignar número de anillos a edades?.

**R El marcaje de erizos no forma parte de los resultados esperados en este estudio y sólo fue aplicado para intentar validar la metodología descrita por Gebauer and Moreno a través de Marcaje y recaptura. Durante abril de 2014 se recuperaron erizos que se espera revisar cuante se cuente con recursos económicos. Se eliminó la referencia al marcaje de erizos y solo se presentan los resultados de la lectura de anillos.**

En síntesis: está hecho el trabajo de terreno y una primera evaluación de los resultados, en términos bien generales. Sin embargo hace falta mostrar los resultados en detalle y hacer un análisis que fundamente mejor lo que luego proponen establecer como red de estaciones fijas. Para cumplir cabalmente con el objetivo aun falta aprovechar el enorme esfuerzo de trabajo de terreno, con un mayor esfuerzo de análisis, pero focalizado en preguntas concretas en el marco de dicho objetivo.

**R. Corregido en presente reporte**

**Objetivo específico N° 2:** Definir y fundamentar una metodología de recolección de información y de variables poblacionales (biológicas) y ambientales que serán incluidas en el diseño de muestreo

**Observaciones:**

En gran parte repiten lo ya dicho en los resultados del objetivo anterior. Lo que aquí se esperaría es de que analicen en detalle las bondades y/o problemas de su metodología de terreno. Algo hacen en relación a ello en el objetivo anterior, comparando lo que recoge el buzo, versus lo que se ve en la imagen de video en cuanto a estructura de talla y número de individuos. Pero acumulado para todo el muestreo ¿qué pasa, sitio por sitio?

**R. El problema identificado sucede en todos los sitios, razón por la que se llegó a diseñar un trineo cuyos rieles están dentro del campo de visión de la cámara. El trineo original excedía en 5 cm el campo de la cámara. Sin embargo de eso se hubiera esperado que el buzo recolectara más erizos que los que se observan en el video. Lo que se observa es que el buzo i) selecciona los erizos más grande (lo que puede estar sesgado por que el buzo confunde Pseudechinus con Loxechinus), ii) no alcanza a recolectar todos los erizos por la velocidad de remolque ( 10-15 cm/seg).**

¿dependiendo de hábitat, por ej. cobertura de algas? ¿qué tan grande es el riesgo de confundir juveniles de erizo rojo, con Pseudoechinus? ¿Algún tipo de análisis al respecto?

**R. la imagen registrada permite observar con nitidez Loxechinus albus hasta 10 mm cuando esta montada sobre el trineo a 35 cm del fondo. Aunque fue posible observar incluso erizos más pequeños estos fueron descartados para no cometer errores en la identificación. Estas observaciones están permitiendo mejorar la guía metodológica, de la que se prepara una nueva versión que estará disponible para el Informe Final.**

¿qué tan eficiente es el video versus lo que puede hacer un buzo?

**El video transecto a la deriva recolecta mayor cantidad de información por tiempo de inmersión (sin necesidad de buzo) y la información es de mejor calidad en el sentido que se logra capturar la estructura espacial, sustrato, comunidad asociada.**

**A través de su aplicación es posible delimitar un parche con un esfuerzo de muestreo menor que lo que significaría usar buzo.**

**El buzo tiene la ventaja de apoyar en la recolección de muestras por lo que se ha propuesto un muestreo combinado.**

**El video transecto en trineo presenta desventajas respecto de su aplicación para la delimitación de parches y siempre debe estar apoyado por un buzo. La principal ventaja que presenta el video transecto en trineo es que permite construir estructuras de tallas más representativas. Esto se puede realizar midiendo los erizos desde el trineo o solo contando los erizos que recolecta el buzo (que opera siguiendo al trineo)**

En términos de cobertura espacial, número de estaciones, calidad de la información, etc. ¿cuáles son los sesgos de uno y otro? Mas de la estructura de talla acumulada por polígono, que es lo único que muestran.

**R. El registro de video-transectos no puede competir con el buzo en la recolección de muestras y eventualmente en los costos para recolectar una muestra discreta.**

**En nuestro reporte no se realiza una comparación de video-transecta a la deriva versus buzo para cubrir un parche de erizos, ya que la escala espacial que cubre el parche implicaría remolcar al buzo para detectar sus bordes. La calidad y cantidad de la información recolectada por buzo a través de un parche (anotando) es inferior al registro de imágenes (de buena calidad) lo que ha sido observado en los trabajos de campo.**

**En último caso esto dependerá de la información que se desee obtener y los indicadores que se busque elaborar. De acuerdo a los indicadores propuestos En este reporte el video-transecto a la deriva combinado con buzo parece ser la opción más costo/eficiente.**

Luego, se esperaría que especifiquen para que puede servir la información que se recoge en el muestreo en función de indicadores que sirven para el seguimiento de la dinámica poblacional. ¿cómo se genera un índice de reclutamiento?

**R. Se incluye en completa en reporte corregido (Reclutas, erizos entre 10- 20 mm en el parche)**

¿para que sirve la información ambiental – por ej. ¿de hábitat? ¿de fauna asociada? Por ej. ¿relación densidad del erizo – cobertura de algas?

**R. Considerando que lo que se pretende es construir una serie de tiempo de indicadores, el seguimiento de variables ambientales (de manera costo/eficiente) permitirá asociar las tendencias de los indicadores a las variaciones ambientales (eventualmente procesos). Esta información puede ser clave para entender los patrones que se puedan observar en las tendencias.**

En síntesis: falta el análisis que les permita cumplir con el objetivo, de fundamentar la metodología que luego proponen para recoger la información en las estaciones fijas. Por ahora sólo muestran la que usaron ¿pero porque esa y no otra? Por ej. ¿buceo en vez de video? ¿Foto en vez de video? ¿para que es importante estimar el tamaño del parche? ¿relación entre el tamaño del parche y el sustrato?

**R. Ya contestado, discutido en informe**

Un tema fundamental en relación a la información es ¿cómo se separará el efecto de la pesca hecha en el período anterior, de lo que es la dinámica de la especie?

**R. Lamentablemente ya no tuvimos acceso a eso. El objetivo de la red es observar patrones que en algún momento se sintonicen con los resultados del monitoreo de la pesquería, para apoyar la toma de decisiones de (como en este caso) los Comités de Manejo.**

El que haya habido o no pesca en el sitio de muestreo ¿cómo influirá en los datos, en el análisis, en la interpretación?

**R. Comentado previamente**

¿qué indicador de intensidad de pesca se podría generar para cada punto de la red fija?

**R. Discutido previamente e incluido en el informe**

¿será posible tener puntos sin pesca?

**R. Podria ser interesante, habría que definir un mecanismo**

Por ej. por tamaño de parche que no valga la pena explotar, por acceso, etc. Probablemente es difícil, pero entonces hace falta pensar en algún tipo de indicador sobre si hubo o no, y en que intensidad, pesca en el período que medió entre el anterior y el actual muestreo. O en su defecto o en forma complementaria ¿cómo se puede hacer un análisis que sólo represente la dinámica poblacional y no el efecto de la pesca? Por ej. analizando la parte de la población bajo los 50 mm ¿podría ser? ¿alguna otra idea?

**R. Lamentablemente no es posible aislar la dinámica de la población de una pesquería que remueve alrededor de 150 millones de erizo en un área tan extensa. Ya sea por efectos sobre el reclutamiento de áreas aledañas en parches explotados o zonas muy distantes. Uno de los mayores problemas que se enfrenta es la heterogeneidad espacial y el problema de fiscalizar un área tan extensa.**

**Objetivo específico N° 3:** Definir la distribución espacial y número de las estaciones de la red, a través de revisión bibliográfica, un muestreo diagnóstico (línea base) en las principales áreas de operación de la pesquería y un análisis de los resultados teóricamente fundado

**Observaciones:**

Esto se aborda parcialmente en el marco de los resultados que presenta para el primer objetivo, pero con los problemas que se plantean en las observaciones hechas al respecto. Es decir, falta todo el análisis que fundamente la distribución y número de estaciones. Se fija en 16 de las 43 o 42 (se entregan ambos números en el informe ¿cuál es el cierto?)

**R. Disculpas por la inconsistencia, que resulta de considerar o no estaciones sin presencia de erizos**

estaciones que se visitaron y realizaron muestreos. ¿Por qué 16? ¿por qué esas 16? ¿qué tan representativas son? ¿representativas de qué? Son esas las preguntas que se esperaría ver contestadas en este objetivo, con algún tipo de análisis de los resultados del muestreo diagnóstico.

**R. Corregida en reporte. Se elaboró un ranking de parches(subpoblaciones) basada en sus indicadores de abundancia, área, densidad media, rango batimétrico. Las estaciones se despliegan de manera general y además se incluye un ficha específica para cada parche caracterizado. Se definen 16 parches como un número realizable de los cuales solo 7 están en ranking 1. Es necesario mejorar la caracterización de la zona 12, donde es más complejo operar.**

Se entrega luego una relación de los costos que tiene el muestreo tal cual se diseña. ¿Algún análisis de costo/eficiencia? Que es mas caro y/o mas eficiente: ¿mas sitios, con información mas acotada por sitio? O ¿menos sitios, pero con información muy detallada en cada uno? ¿o una combinación de ambas estrategias? ¿video vs foto vs buceo?

**R. Se incluyen los indicadores de manera priorizada en Objetivo 2, en el que también se analiza la metodología que se debería aplicar para los indicadores que se desea obtener. La tabla de costos incluye dos escenarios que considera los indicadores en prioridad y/o los indicadores en prioridad 2. Se propone una metodología de muestreo combinada entre video-transectas a la deriva y buceo. No se descarta el uso de trineo de manera restringida.**

Considerando las diferentes etapas: viaje, muestreo, análisis. Para contestar esto, es importante que se desarrolle bien el segundo objetivo, en cuanto a que información se necesita para los indicadores que mejor reflejan la dinámica poblacional del erizo, necesaria para la toma de decisiones de la pesquería del erizo. En este marco también es importante que analicen lo relativo a oportunidad en que se requiere la información. Ver comentario en el punto relativo a equipo de trabajo. Pero considerando el momento en que se requiere la información, se debería re-evaluar el trabajar con video vs buceo – considerando los tiempos de proceso, el momento en que se debe hacer los muestreos, entre otros.

**R. Este tema se discute en el reporte y se considera relevante disminuir los tiempos de proceso. En este trabajo se analizaron más de 40 horas de video, una gran parte en trineo (donde se identificó por nivel taxonómico las especies). Una campaña con 16 estaciones debería producir unas 20 horas de video, las que considerando el tipo de indicadores priorizado y que la mayor parte sería de derivas, los tiempos de respuesta deberían disminuir.**

**Sin embargo se debe tener claro los indicadores de la red tendrán un mejor sentido observando la tendencia (o sus patrones) en el tiempo. La foto de cada año solo es importante si lo que se busca es construir un patrón. Desde esta perspectiva no se debería esperar que los resultados de la red de un año particular sean reportados para la toma de decisiones, si no que debería asociarse a la tendencia**

Pareciera que realizar el muestreo una vez finalizada la temporada no da el tiempo suficiente. Pero tiene la ventaja que se registran los efectos de la temporada anterior. El hacerlos durante la temporada podría ayudar eventualmente a entregar algo de información de esfuerzo de pesca por sitio, al menos en el momento del muestreo, pero se perdería el obtener la visión completa de los efectos de la pesca en la temporada.

#### **R. Previamente discutido**

Habría que analizar en detalle pro y contras de diferentes estrategias. Podría pensarse por ejemplo en una combinación, en cuanto a análisis. Hacer la campaña una vez finalizada la temporada, pero con algunos indicadores que se obtienen de forma inmediata, para evaluar en el corto plazo las decisiones para la siguiente temporada; y otros que tras un análisis mas detallado, por ejemplo combinando la información del desembarque y otra, requieran de mayor esfuerzo de análisis y servirían para evaluar la pesquería en el mediano y largo plazo, no disponibles para la decisión de la siguiente temporada como tal.

**R. El monitoreo de la pesquería, su análisis y modelamiento van por carriles separados. Se insiste en no perder el foco de este monitoreo poblacional que busca mostrar tendencias en el tiempo para sintonizarlas con la pesquería en en mediano/largo Plazo**

## **RESPUESTA A LAS OBSERVACIONES DEL EVALUADOR INFORME FINAL**

### **OBJETIVO 3**

#### **Observación 1**

En base a un ranking, para el cual usaron 5 atributos del parche hacen una priorización de los 42 parches muestreados. Surge la duda respecto a estos criterios de priorización utilizados ¿de que manera ellos aportan a discernir en relación a lo que se esperaría se considere para priorizar un sitio: que tan representativo es? Representativo del hábitat, localización geográfica, área de pesca, etc. No queda claro eso.

#### **Respuesta 1**

El ranking se establece conforme a los principales elementos (indicadores) que se consideran para la implementación de la red.

Son representativos de acuerdo a la información disponible (ver objetivo 1).

Son representativos de la localización geográfica como se señala en tabla 3, 4 y 5.

Son representativos del área de pesca como se señala en objetivo 1.

#### **Observación 2**

Con la priorización quedaron 7 sitios en prioridad 1 y 10 en prioridad 2. Luego proponen 16 sitios para constituir la red de estaciones fijas. ¿esos 16 salen de esos 17 de prioridad 1 y 2, con la eliminación de 1?

#### **Respuesta 2**

Se clarifica la selección de estaciones. Se mantiene ranking y se elimina clasificación artificial.

Se especifica criterios de selección.

#### **Observación 3**

No se explica en ninguna parte cual es el origen de esas 16 estaciones finalmente propuestas.

#### **Respuesta 3**



Se detalla los criterios de las 16 estaciones

#### **Observación 4**

Tampoco se entrega luego una tabla y figura que identifique las estaciones definitivamente propuestas. ¿o están en la figura 3.1? No se reconoce en el impreso en esa figura, pero cuento mas de 16 puntos marcados en rojo en aquella figura. Debería haber al menos una figura, que muestre su distribución y asociación con los polígonos. Y luego una tabla con sus respectivas coordenadas.

#### **Respuesta 4**

Se entrega tabla con coordenadas (Tabla 3.4) y figura (Figura 3.1).

#### **Observación 5**

Luego, en el Anexo VII deberían identificarse especialmente las fichas de aquellos parches, pues esas fichas se entiende representan de ahora en adelante la línea base para el futuro monitoreo.

#### **Respuesta**

En la ficha de todos los sectores se incluyó una tabla con el número de especies asociadas y su abundancia.

En las 16 fichas correspondientes a las estaciones propuestas se incluyó la mayor cantidad de información disponible (distribución de tamaños, pesca para Tres Dedos y Laitec, otros).

#### **Observación 6**

Las fichas de las 16 estaciones fijas de la red, deberían incluir además el dibujo del contorno del parche, la estructura de talla de los erizos, por ej. marcando los qué se considerarán de acuerdo a su definición los reclutas, una figura con las proporciones de color de gónada, figuras que describan las comunidades asociadas, etc.

#### **Respuesta 6**

Se incluye la distribución de tamaños y los contornos estimados de los parches. Estos deberán ser delimitados más precisamente con la implementación de la red. Al respecto cabe recordar que el objetivo de este trabajo fue diseñar la red. Originalmente el presupuesto para este proyecto fue de \$ 150,000,000, lo que incluía su implementación. Debido a razones presupuestarias el proyecto se rebajó a \$ 80,000,000.- por lo que se priorizó en los TTR el desarrollo del diseño.

### **Observación 7**

Luego hacen un análisis de costos, considerando dos niveles de prioridad. Pero el segundo nivel se refiere sólo a costos de análisis adicional, para indicadores considerados en prioridad 2 (según lo expuesto en el objetivo 2). Se entiende que en ambos niveles de prioridad se consideran las 16 estaciones fijas determinadas. ¿Es así?

### **Respuesta 7**

Desde el objetivo se definieron tres categorías de indicadores para poder llegar de manera más clara a los costos.

### **Observación 8**

¿Cómo variarían los costos considerando menos estaciones, por ej. 1 por polígono, manteniendo solo mas estaciones en aquellos polígonos que concentran los mayores desembarques?

### **Respuesta 8**

En el objetivo 1 se discute la representación de los polígonos en términos de los desembarques. Debido a que las Procedencias en la mayoría de los casos sólo constituyen nombres referenciales que entregan los pescadores al ser entrevistados, no es factible por ahora vincular cualquiera de la es estaciones a un desembarque determinado. Es un punto que debería trabajarse, pero es difícil de implementar. Sin embargo, para esa discusión es necesario conocer la distribución y la fundamentación de cada una de las 16 estaciones que finalmente se incorporaron en la red de estaciones fijas, como se

distribuyen en los polígonos y su relación a los volúmenes de desembarque del polígono o de procedencias aledañas

### **Observación 9**

Supongo que aquello fue considerado entre los criterios para seleccionar las 16 estaciones que se proponen, pero no se especifica en ninguna parte. ¿Eso y que otros antecedentes mas? Por ejemplo, considerando la experiencia empírica en la zona y con el recurso ¿hay alguna intuición respecto al papel de cada uno de los sitios o parches muestreados en el marco de la metapoblación del erizo? Esto considerando los patrones generales de circulación que se conocen, entre otros.

### **Respuesta 9**

Las consideraciones para la visita de los sitios se discute en objetivo 1.

Basadas en la existencia de parches de erizo, procedencia de pesca, experiencia de los investigadores, apoyo de buzos mariscadores.

La selección de las estaciones se realizó considerando los resultados de las vistas y la selección basada en los criterios explicados en objetivo 3.

Las características generales de la circulación se discuten en antecedentes del objetivo 3.

### **Observación 10**

También en esta caso se entregan en un documento aparte las respuestas a las interrogantes planteadas para la revisión del pre-informe final en el marco de este objetivo. Se sugiere incorporar ese documento en el anexo, considerando que contiene información, explicaciones y apreciaciones que no están contenidos así en el informe.

### **Respuesta 10**

Las respuestas a las observaciones del preinforme final y final se incluyen como anexos.