

**"ESTUDIOS DE LINEA BASE PARA LEVANTAR EXPEDIENTES DE SITIOS DE ALTO VALOR
PARA LA CONSERVACIÓN DE LA V REGIÓN DE VALPARAISO: SECTORES MARINOS
COSTEROS DE ROBINSON CRUSOE, ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ"**

Informe Final

Febrero de 2015

Miriam Fernández, Alejandro Pérez-Matus, Montserrat C. Rodríguez-Ruiz, Julio Chamorro, Catalina Sallen Ruz, Cristina Ruano-Chamorro, Fabián Ramírez, Miguel Andreu-Cazenave, Sergio Carrasco, Catherine González

Centro de Conservación Marina

Estación Costera de Investigaciones Marinas de Las Cruces

Pontificia Universidad Católica de Chile

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. Resumen Ejecutivo | 1 |
| 2. Introducción | 4 |
| 3. Objetivos reportados en este informe | 6 |
| Antecedentes relevantes | 6 |
| 4. Objetivo 1 | 12 |
| Metodología | 12 |
| Resultados | 15 |
| <i>Sustratos de la línea de costa</i> | 15 |
| <i>Sustratos del fondo marino</i> | 16 |
| <i>Caracterización abiótica</i> | 19 |
| 5. Objetivo 2 | 25 |
| 5.1 Zona intermareal | 25 |
| Metodología | 25 |
| Resultados | 27 |
| <i>Comparación con estudios previos</i> | 45 |
| 5.2 Zona Submareal | 49 |
| Metodología | 49 |
| Resultados | 52 |
| <i>Caracterización ambiental y oceanográfica</i> | 52 |
| <i>Zonación submareal</i> | 58 |
| <i>Abundancia y riqueza de macroinvertebrados móviles</i> | 64 |
| <i>Abundancia y riqueza de peces costeros</i> | 68 |
| <i>Disponibilidad de larvas, reclutas y meso-invertebrados en sector El Palillo</i> | 78 |
| 5.3. Censos de lobo fino de Juan Fernández | 81 |
| Metodología | 81 |
| Resultados | 81 |
| 5.4 Caracterización de comunidades asociadas a los diferentes sitios protegidos estudiados... 86 | |
| <i>El Palillo</i> | 86 |
| <i>El Arenal</i> | 92 |
| <i>Tierras Blancas</i> | 95 |

| | |
|---|-----|
| 5.5. Objetos de Conservación | 98 |
| Metodología | 98 |
| Resultados | 99 |
| <i>a. AAVC El Palillo</i> | 99 |
| <i>b. AAVC El Arenal</i> | 100 |
| <i>c. AAVC Tierras Blancas</i> | 100 |
| 5.6. Amenazas | 101 |
| 6. Objetivo 3 | 104 |
| Estrategia y alcance de la propuesta..... | 104 |
| Talleres de evaluación participativa y difusión | 107 |
| <i>Estrategia Comunicacional y Actividades de Difusión</i> | 107 |
| <i>Estrategia con los Pescadores Artesanales:</i> | 109 |
| <i>Trabajo en conjunto con I. Municipalidad de Juan Fernández:</i> | 111 |
| <i>Participación de la comunidad del Colegio Insular Robinson Crusoe:</i> | 113 |
| <i>Vínculo con el Comité Ambiental Comunal (CAC):</i> | 114 |
| <i>Espacios de Participación y Difusión:</i> | 115 |
| <i>Mesa de Trabajo pública-privada con Actores Relevantes</i> | 117 |
| Revisión de las zonas núcleos de protección marina | 118 |
| Propuesta de participación, financiamiento y gobernanza | 120 |
| <i>Mecanismos de Financiamiento</i> | 120 |
| <i>Propuesta de Mecanismos de gobernanza</i> | 121 |
| Propuesta de Plan General de Administración (PGA) y Programas asociados | 124 |
| 7. Conclusiones y sugerencias | 140 |
| <i>Monitoreos</i> | 143 |
| <i>Propuesta de Plan General de Administración</i> | 143 |
| 8. Referencias Bibliográficas | 146 |

Anexos:

- I. Glosario
- II. Información suplementaria

1. Listado de referencias bibliográficas de trabajos científicos realizados en el Archipiélago de Juan Fernández
2. Listado de especies marinas identificadas en el Archipiélago de Juan Fernández
3. Ficha de identificación de las especies
4. Lista de especies identificadas en este estudio
5. Invitaciones a taller de expertos
6. Acta sesión de consejo municipal de Juan Fernández

III. Archivos electrónicos:

1. Base de datos Intermareal
2. Base de datos Submareal
3. Censo de lobos marinos
4. SIG

1. RESUMEN EJECUTIVO

A partir de la propuesta levantada por la comunidad de Juan Fernández para establecer tres áreas núcleos en la isla Robinson Crusoe bajo la figura de Parques Marinos costeros, asociados al Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) de Juan Fernández (FPA: bases para la creación de un a AMCP-MU en el archipiélago de Juan Fernández; FPA 2009), se plantea este proyecto con los objetivos de: (1) caracterizar los componentes abióticos (batimetría, descripción de los sustratos asociados), (2) describir y mapear los hábitats y las comunidades (flora y fauna) asociadas, determinando presencia y abundancia desde las zonas intermareales hasta 15 m de profundidad, y (3) proponer un diseño de Plan General de Administración (PGA), el que se realizó a través del establecimiento de una mesa de trabajo público privada con los principales actores relevantes y grupos de interés para tratar aspectos de gestión y manejo de las áreas propuestas, con el fin último de proponer un modelo de participación, financiamiento y gobernanza para los sectores propuestos.

El proyecto involucró revisiones bibliográficas, muestreos en los parques marinos propuestos, talleres de expertos y talleres de participación ciudadana. A través de estas metodologías fue posible (a) caracterizar la batimetría de la zona costera y los sustratos más importantes que cubren los sitios protegidos, (b) caracterizar las comunidades marinas asociadas a los diferentes sitios protegidos costeros, (c) hipotetizar los posibles factores causales de los patrones observados, (d) identificar vacíos de conocimientos y urgencias de investigación, (e) determinar objetos de conservación y principales amenazas del ecosistema marino.

Entre los principales resultados de la caracterización abiótica y de comunidades, se destacan los siguientes patrones: (a) alta diversidad y abundancia de algas, (b) aumento en la abundancia de lobo fino, (c) fuerte relación entre abundancia de invertebrados, peces y lobos marinos y (d) alto nivel de endemismo. Además, es importante destacar que en base a las diferentes abundancias de grupos funcionales y tróficos tanto en el intermareal como en el submareal, además de los gradientes de abundancia observados en invertebrados móviles (alto en Tierras Blancas, intermedio en El Arenal y bajo en El Palillo) y peces (alto en El Palillo, intermedio en El Arenal y bajo en Tierras Blancas) se concluye que los tres parques marinos propuestos representan distintas comunidades (asociadas a diferentes hábitats) y estarían sujetas a diferentes procesos

(ejemplo: dinámica de arena, erosión, presencia/abundancia de depredadores topes endémicos). Estos patrones observados durante este estudio, en estudios previos, y en vacíos de conocimiento, sugieren la necesidad de establecer estudios de largo plazo que podrían ayudar a poner a prueba hipótesis planteadas en base a nuestros resultados y avanzar en el conocimiento de la dinámica de los ecosistemas costeros.

A través de un activo proceso de participación ciudadana que involucró a autoridades, pescadores, y público general, se conformó una mesa de trabajo pública y privada con los actores relevantes y grupos de interés para tratar aspectos de gestión y manejo de las áreas propuestas. A través de este proceso fue posible avanzar en proponer un modelo de participación, financiamiento y gobernanza para los sectores propuestos como Parques marinos. En este informe se propone un solo Plan General de Administración (PGA) para los tres Parques marinos (zonas núcleos), esto dado lo acotado en términos de escala espacial de estas áreas núcleos, y por la similitud ecológica que poseen, sin perjuicio de considerar en el PGA algunas particularidades de cada una de ellas.

En esta propuesta se utilizó como modelo de PGA, lo que la normativa actual para Parques marinos establece, la cual descrita en el Reglamento sobre Parques y Reservas Marinas (D.S. MINECON/SUBPESCA N°238 del año 2004). Para la implementación del PGA, se propone un modelo de participación de la comunidad y autoridades locales, esto resulta crucial teniendo en cuenta la tuición del SERNAPesca, sobre los Parques marinos según la actual normativa. Para ello la representatividad e integración de los actores más directos, y de la comunidad en general, en el quehacer de los parques marinos, deberá ser un aspecto de continua preocupación y mejoramiento por parte de la institucionalidad. En este contexto, se propone un procedimiento de administración participativo y transparente, que formalice y potencie la cooperación pública-privada, la coordinación y cooperación interinstitucional de los servicios del Estado y que recoja las directrices en cuanto a administración del territorio (terrestre y marino) que tendrá la autoridad local. El año 2007, entró en vigencia la Reforma Constitucional contenida en la ley N° 20.193, Capítulo XIV de la Carta Fundamental que establece la creación del Territorios Especiales Archipiélago Juan Fernández, dejando entregada la regulación de la normativa aplicable a dichos territorios a Estatutos establecidos en leyes orgánicas constitucionales y cuya administración total del territorio terrestre y marino queda

bajo la jurisdicción de la Ilustre Municipalidad de Juan Fernández, lo que modificaría la normativa de administración de los parques y áreas protegidas del territorio especial.

En el ámbito regional, la región de Valparaíso tiene la mayor superficie de áreas marinas protegidas del país debe procurar que las áreas marinas protegidas sean incorporados en la definición de políticas y agenda regional y, constituya un polo de eco-turismo y de desarrollo para las ciencias marinas en islas oceánicas. Para ello, se debe afianzar los vínculos y coordinaciones interinstitucionales, puesto que, el rol y labor de los actores públicos regionales y locales, será de importancia esencial para integrar la conservación de los parques marinos en las políticas públicas locales, regionales y sectoriales. Finalmente, estos los parques marinos deberán ser incluidos en el futuro PGA del AMCP-MU de Juan Fernández, considerando un enfoque ecosistémico y multidisciplinario, basado en la información científica y técnica, social y económica disponible lo cual implica priorizar el financiamiento de líneas de investigación y monitoreo cuyos resultados tengan aplicación en la gestión de toda el AMCP-MU y sus zonas núcleos.

2. INTRODUCCIÓN

El establecimiento de Áreas Marinas Protegidas (AMP) se ha convertido en una de las principales herramientas de manejo para asegurar la protección de la biodiversidad marina (Lester *et al.*, 2009). Usualmente, son creadas como respuesta a las crecientes amenazas hacia los ecosistemas, como sobreexplotación de recursos y contaminación de ecosistemas (Allison *et al.*, 1998). En las últimas décadas, debido a la evidente disminución de los recursos y la destrucción de hábitats, se ha observado un aumento en la necesidad de implementar AMP como una forma de garantizar la entrega de servicios ecosistémicos y mantención del funcionamiento de los ecosistemas naturales (Worm *et al.*, 2006; Guarderas *et al.*, 2008). Existen diferentes categorías de conservación que van desde áreas que permiten múltiples usos, compatibles con los objetivos de conservación como las Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU), hasta áreas que restringen todas las actividades en la zona (Guarderas *et al.*, 2008). Estas últimas son las llamadas reservas o parques marinos (áreas no-take) y sirven para asegurar la protección de áreas de desove o crianza, críticas para mantener la biodiversidad (Allison *et al.*, 1998).

Chile no ha estado ajeno a esta tendencia en la implementación de AMP. Desde 1994, Chile se adhirió a la Convención sobre Diversidad Biológica que pone particular énfasis en la conservación de ecosistemas y el uso sustentable de los recursos, así como el uso equitativo de los beneficios que se deriven de su utilización (CONAMA, 2005). En ese contexto, en 2003 se elaboró una Estrategia Nacional de Biodiversidad que estableció como meta de mediano plazo la protección del 10% de la superficie de los ecosistemas más relevantes del país, medida considerada internacionalmente apropiada para la protección de la biodiversidad que los caracteriza (Briggs, 1974). A la fecha Chile ha cumplido con la mitad de esta meta, protegiendo solo el 5% de los ecosistemas marinos fundamentalmente a través de Áreas Marinas Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU; Isla Grande de Atacama, Isla de Pascua, Las Cruces, Lafken Mapu Lahual, San Ignacio de Huinay, Francisco Coloane), que disminuyen los conflictos de usos al permitir actividades sustentables, y parques marinos (Francisco Coloane, Motu Motiro Hiva). Dentro de algunas de estas AMCP-MU se ha avanzado en la zonificación definiendo áreas con categorías más restrictivas (no-take, ejemplo Parque Marino Francisco Coloane dentro del AMCP-MU). Por esta razón, el nivel más efectivo de protección (áreas no-take) en Chile es muy inferior al 5% de los ecosistemas marinos. Si consideramos además que Chile se sitúa entre los 9 países que menos invierten en

conservación de la biodiversidad (de un total de 124; Waldron *et al.*, 2013), y que la escasa inversión se concentra en ambientes terrestres, resulta preocupante que el nivel de protección es aún menor ya que las áreas marinas existentes carecen de control o fiscalización (Fernández & Castilla, 2005).

Recientemente (Febrero de 2014) se aprobó la creación de tres nuevas AMCP-MU por el Consejo de Ministros, una de estas en la única ecorregión marina que no contaba con ningún tipo de protección: el Archipiélago de Juan Fernández (Decreto Supremo N° 11; no publicado/en tramitación). La ecorregión de Juan Fernández es un área reconocida internacionalmente por su relevancia desde el punto de vista de la biodiversidad, no solo en referencia al ambiente terrestre, sino también al ecosistema marino. Es así como (1) CONAMA definió el ambiente marino circundante al Archipiélago Juan Fernández como uno de los 10 sitios prioritarios de conservación en la Región de Valparaíso (con Prioridad 1), (2) estudios internacionales recientes dan cuenta de la relevancia del ecosistema marino de Juan Fernández al situarlo entre los 11 sitios prioritarios e irremplazables para la conservación marina a nivel mundial (Pompa *et al.*, 2011) y (3) el ecosistema marino del archipiélago alberga un gran número de especies endémicas y ecosistemas altamente vulnerables como montes submarinos. A esto se sumó la creciente preocupación ciudadana por el estado de los ecosistemas marinos, que se ha expresado en estudios que reportan que más del 94% de los habitantes del Archipiélago consideran necesaria la creación de un área marina protegida que regule artes de pesca y genere protección total sobre algunos de los ecosistemas y especies de interés para la conservación (Fernández *et al.*, 2012).

El Consejo de Ministros aprobó la creación de un Área Marina Protegida de Múltiples Usos, que incluían parques marinos en su interior. Tres de estos parques marinos se ubican en la Isla Robinson Crusoe: (a) El Palillo, (b) El Arenal, y (c) Tierras Blancas. La información biológica y ecológica disponible para sitios es muy escasa (ej. El Palillo) o nula (El Arenal y Tierras Blancas). Este proyecto viene a llenar ese vacío realizando un estudio en las tres localidades, integrando un equipo de científicos para abordar los objetivos planteados en las Bases Técnicas de la Licitación.

3. OBJETIVOS REPORTADOS EN ESTE INFORME

1. Caracterizar los componentes abióticos a través de (a) realizar la batimetría de las áreas de estudio levantando todos los puntos existentes georreferenciados legalmente reconocidos, (b) realizar una descripción de los sustratos y aguas costeras asociadas a los polígonos de las Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) con herramientas SIG.
2. Describir y mapear los hábitats y las comunidades (flora y fauna) asociadas, determinando presencia y abundancia desde las zonas intermareales hasta 15 m de profundidad.
3. Proponer un diseño de Plan de Manejo, el que se realizará a través de conformar una mesa de trabajo público privada con los principales actores relevantes y grupos de interés (para tratar aspectos de gestión y manejo de las áreas propuestas), para finalmente proponer un modelo de participación, financiamiento y gobernanza para cada sector según el instrumento de protección que se estime pertinente.

Dado que las AAVC de este estudio coinciden totalmente con los polígonos de los parques marinos propuestos del Decreto Supremo N°11 (no publicado/en tramitación) que declara el AMCP-MU y los parques marinos de la isla Robinson Crusoe, usaremos en forma indistinta AAVC y parque marino en este informe para referirnos a las zonas de estudio/zonas propuestas para parques marinos en la Isla Robinson Crusoe.

Antecedentes relevantes

A partir del vacío de conservación observable en el ambiente marino de Juan Fernández, y de la inquietud de la comunidad de local sobre la necesidad de extender la protección al ambiente marino, se trabajó en conjunto con los científicos para hacer efectivo este reconocimiento a través de la creación de un AMCP-MU en el archipiélago. Con ese fin se recopiló información biológica y oceanográfica disponible para el ámbito marino del Archipiélago de Juan Fernández. Se realizaron diferentes formas de búsqueda (ej. Internet, entrevistas con expertos) para identificar tanto bibliografía gris como publicaciones en revistas científicas nacionales e internacionales. De este modo fue posible construir una base de datos a partir de la información de las principales

expediciones contenida en las revisiones realizadas hasta 1987 y de la revisión de otros 84 trabajos científicos publicados en los últimos 20 años. Para confirmar nomenclaturas y recoger información de distribución geográfica de las especies, se consultaron otras bases de datos de organismos marinos (Fishbase.org, Algaebase.org, ITIS, Catalog of Life y WORMS), construyéndose una base de datos con nombre, afiliación taxonómica y distribución geográfica. Para confirmar la fidelidad del listado de especies y corregir las sinonimias se concertaron citas con taxónomos especializados en los diversos grupos taxonómicos analizados (Y. Yáñez, J.C. Torres, R. Meléndez, M.E. Ramírez, P. Zavala, C. Osorio, R. Peña y N. Rozbaczylo). Algunas publicaciones no aportaban nueva información en términos de número de especies, y en esos casos se consideró la primera fuente. Con esta información (a) se integraron los antecedentes bibliográficos identificados (Anexo II.1) y (b) se estimó el número total de especies reportadas para Juan Fernández, por grupo taxonómico, y el nivel de endemismo (Anexo II.2). Así fue posible caracterizar la biota que caracteriza esta ecorregión marina y los principales ambientes presentes, como también identificar importantes vacíos de conocimiento. De la información disponible se puede concluir que la mayoría de los estudios realizados sólo catastran especies, y no están dirigidos a caracterizar las comunidades. Por esta razón el conocimiento de las comunidades costeras es particularmente pobre. Excepto estudios de Ramírez & Osorio (2000) y Díaz *et al.* (2007), y estudios recientes publicados en un volumen especial de islas oceánicas (Fernández y Hormazábal, 2014), no hay estudios dirigidos a los ecosistemas costeros.

Además del catastro de información biológica, se realizó un trabajo en conjunto con la comunidad, pescadores y científicos que se extendió por 6 años, e incluyó un programa intenso de educación ambiental y participación ciudadana. A través de este proceso, se acordó proteger 12 millas alrededor del archipiélago Juan Fernández, que permitiría proteger 2.98% de la zona económica exclusiva asociada al archipiélago. Entre las características más relevantes que arrojaron los estudios de esta macrozona se destacan (a) que los montes submarinos del Archipiélago Juan Fernández e Islas Desventuradas son más someros y de mayor tamaño (entre 91 y 98 km² en promedio) que los observados en otras islas oceánicas, y ofrecen habitat a especies de interés comercial y ecológico, (b) el alto nivel de endemismo, el mayor estimado en Chile, (c) muchas de las especies endémicas son además claves ecológica y económicamente (el lobo de mar de dos pelos, *Arctocephalus philippii*, y las langostas *Jasus frontalis* y *Acantharctus delfini*), y (d) la alta

productividad del ecosistema costero, en comparación con el sistema oceánico que lo rodea. Se ha propuesto que esta alta productividad podría estar sustentada por el efecto de remolinos de mesoescala que transportan aguas ricas en nutrientes desde la corriente de Humboldt, y al impactar con las islas generan corrientes costeras ricas en nutrientes (Andrade *et al.*, 2012 y 2014).

En base a la identificación de elementos claves del ecosistema marino de Juan Fernández, se identificaron los siguientes objetos de conservación (a) las poblaciones de los principales recursos longevos y de crecimiento lento del archipiélago, tales como el bacalao (*Polyprion oxygeneios*), orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) y alfonsino (*Beryx splendens*), (b) los ecosistemas vulnerables como montes submarinos, tanto los fondos que albergan valiosas especies de corales, como la columna de agua adyacente, (c) las poblaciones del lobo marino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippi*) y sus zonas de reproducción, y (d) los productivos ecosistemas costeros característicos del archipiélago (fondos rocosos y blandos) que albergan especies endémicas (corales, algas, invertebrados, peces), recursos marinos, y representan sitios de anidamiento de aves. A fin de proveer protección a estos objetos de conservación, y a partir de este proceso de participación ciudadana, se definieron cinco sitios de alto valor para la conservación que se incluyeron en la categoría de parques marinos en la propuesta (cubren un 0.29% de la superficie del AMCP-MU). Tres de estos sitios se ubican en la isla Robinson Crusoe y fueron elegidos por (a) representar ecosistemas característicos, (b) albergar especies endémicas, y (c) presentar bajo nivel de conflicto de usos pesqueros. Esto último es de gran importancia porque más del 80% de la comunidad de Juan Fernández depende de la pesca artesanal o el turismo ecológico. A esto se suma que la pesquería más importante de la isla, la pesquería de la langosta de Juan Fernández, opera en base a “derechos territoriales” familiares. Es decir, las diferentes familias de pescadores tienen derechos territoriales sobre distintos sectores del mar. Por esta razón el proceso de participación se centró en analizar que las zonas no-take no se superpusieran con zonas con derechos territoriales familiares de la pesquería de langosta, ni con zonas de alto valor para la pesca de carnada de langosta (Figura 1). Las zonas adonde operan las diferentes marcas de langosta y pesca para carnada (para las diferentes especies) han sido recopiladas por el grupo de trabajo del Dr. Billy Ernst (Universidad de Concepción) en colaboración con pescadores artesanales. Esta información es de carácter confidencial (los pescadores la entregaron solo para la

evaluación del recurso la langosta bajo un acuerdo de confidencialidad que no permite hacer públicas las zonas de pesca). Por esta razón, no se puede presentar la información en un mapa con coordenadas, definiendo las zonas de pesca para las diferentes especies. La Figura 1 es solo indicativo de que no hay conflictos espaciales entre los parques marinos propuestos y las zonas de pesca.

Análisis de Conflicto con Zonas de Pesca

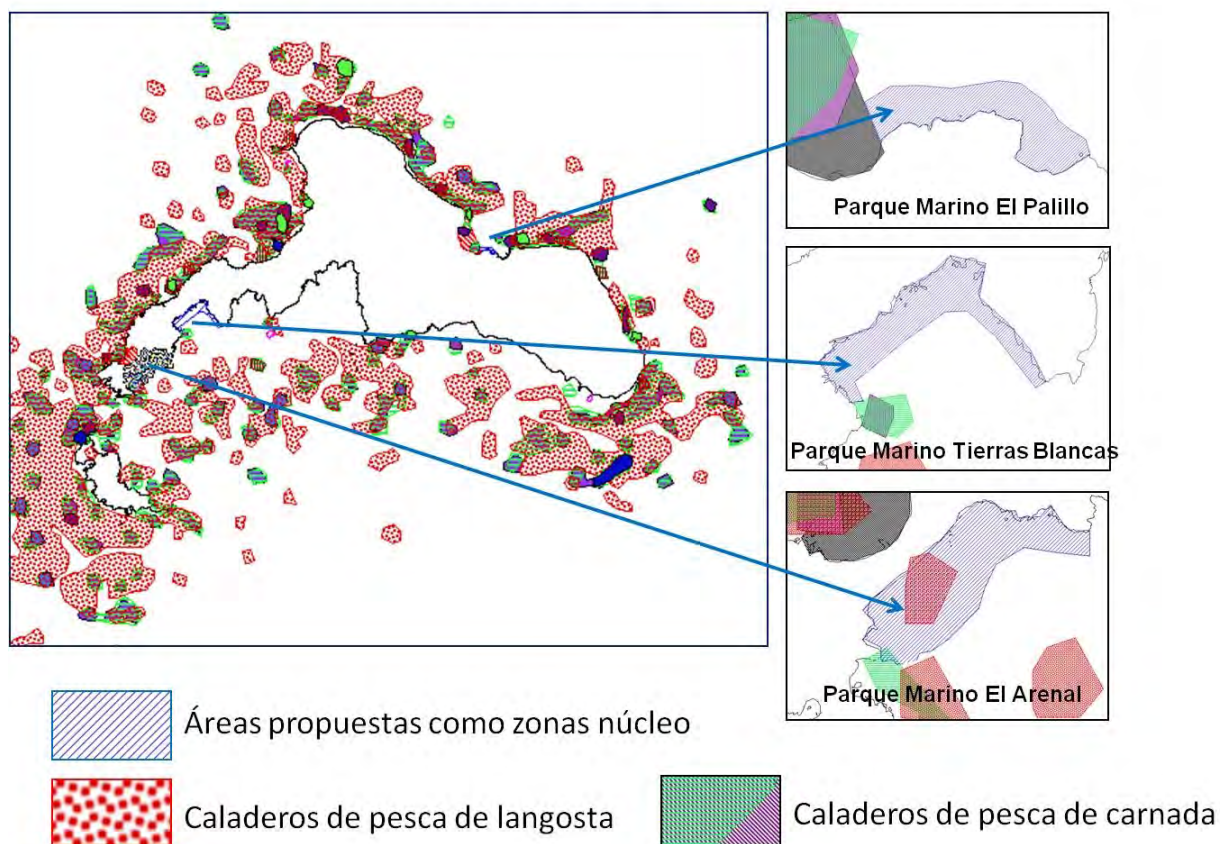


Figura 1. Mapa identificando las zonas de la pesca artesanal en relación a los Parques Marinos Costeros de Robinson Crusoe.

Entre las consideraciones del Decreto Supremo N°11/2014 (no publicado/en tramitación) destaca: “Que el área propuesta es contigua al Parque Nacional y la Reserva de la Biosfera Archipiélago Juan Fernández que protege los ecosistemas terrestres del Archipiélago, por lo que la propuesta constituye un “*continuum*” de protección para ecosistemas marinos y costeros únicos a nivel

mundial, abarcándose prácticamente la totalidad de los sistemas terrestres y los marinos cercanos asociados”. La presentación de esta propuesta por parte de la comunidad y del Decreto Supremo N°11/2014 (no publicado/en tramitación) emanado del Concejo de Ministros para la sustentabilidad, trajo como resultado que el Estado de Chile elaborara una propuesta de ampliación de la Reserva de la Biosfera Archipiélago Juan Fernández a la totalidad del territorio señalado como Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (FPA 2009), por lo que la figura administrativa local podría cambiar usando un enfoque ecosistémico. Es así como, a consecuencia de años de gestión de la comunidad y gobierno local, se logró cambiar la constitución de la república y en el año 2007 entró en vigencia la Reforma Constitucional contenida en la ley N° 20.193. Esta reforma introdujo una nueva disposición en el Capítulo XIV de la Carta Fundamental - el artículo 126 bis- en el cual se establece la creación del territorio especial Archipiélago Juan Fernández, dejando entregada la regulación de la normativa aplicable a dichos territorios a Estatutos establecidos en leyes orgánicas constitucionales. Dicho propósito apunta a definir estructuras de administración especiales más eficientes, sobre todo en su relación con el Gobierno Central. Por ello, la opción de eximir las del diseño institucional tradicional, mediante el establecimiento de Estatutos especiales. El proyecto de ley establece que: “el Territorio Especial del Archipiélago Juan Fernández estará conformado por las Islas Robinson Crusoe, Alejandro Selkirk, Santa Clara, San Félix y San Ambrosio, radicándose su capital en San Juan Bautista en la Isla Robinson Crusoe, y el territorio marítimo que rodea a cada una de ellas”. Es aquí donde la figura administrativa para las áreas marinas cambian y como cita el artículo 44 del Estatuto le entrega la administración de estos territorios a la Ilustre Municipalidad de Juan Fernández que ejercerá sus funciones con arreglo a la Constitución Política de la República, a las leyes, a los reglamentos supremos y a los reglamentos regionales. Los antecedentes presentados anteriormente constituyen un factor importante a considerar en los futuros planes de administración de áreas protegidas que se encuentren dentro del territorio especial.

Las zonas propuestas como parques marinos en este proceso de participación ciudadana dentro de la Isla Robinson Crusoe son: (a) El Palillo, como hábitat rocoso costero representativo, (b) El Arenal, como hábitat de arena (único en la isla) y sitio de asentamiento del lobo endémico de Juan Fernández, y (c) Tierras Blancas como sitio de asentamiento del Lobo marino de Juan Fernández. Estos sitios fueron definidos por albergar hábitats contrastantes y/o colonias de lobo marino

endémico, en base al conocimiento local. La información biológica y oceanográfica disponible para sitios es muy escasa (ej. El Palillo) o nula (El Arenal y Tierras Blancas). La revisión realizada (Anexos II.1 y 2) da cuenta de sólo tres trabajos realizados en zonas costeras, y sólo dos de ellos dirigidos a caracterizar las comunidades costeras (Ramírez & Osorio, 2000, Díaz *et al.*, 2007). Otros dos trabajos fue publicados posteriormente a la elaboración de la propuesta de AMCP-MU (Ramírez *et al.*, 2013 y Pérez Matus *et al.*, 2014). Este proyecto viene a llenar ese vacío realizando un estudio en las tres localidades, integrando un equipo de científicos con experiencia en ecología costera (intermareal y submareal), mamíferos marinos, sistemas de información geográfica y participación ciudadana. La integración de equipos de trabajo que ya han trabajado en la isla tiene además la ventaja secundaria de que aportan bases de datos disponibles que permitirán análisis temporales.

4. OBJETIVO 1

Metodología

Los componentes abióticos del sistema fueron interpretados a partir de diferentes fuentes de información, dependiendo de la zona de estudio. La información submareal fue obtenida mediante (a) revisión de cartografías e información oficial existente para la zona de estudio, (b) observaciones in situ registradas por buzos, (c) mediciones de profundidad realizadas desde embarcaciones usando la ecosonda Garmin Echo 200 y (d) observaciones directas de fondo realizadas desde embarcaciones. El tipo de sustrato y la observación del fondo registrada mediante observaciones desde embarcaciones fue obtenida gracias a la particular transparencia de las aguas del archipiélago de Juan Fernández. Posteriormente a los registros, se construyeron capas con información de sustratos de línea de costa y fondo marino, y batimetría para cada una de las áreas de alto valor para la conservación de la costa de la isla Robinson Crusoe (Figura 2).

Parques marinos costeros propuestos en Robinson Crusoe

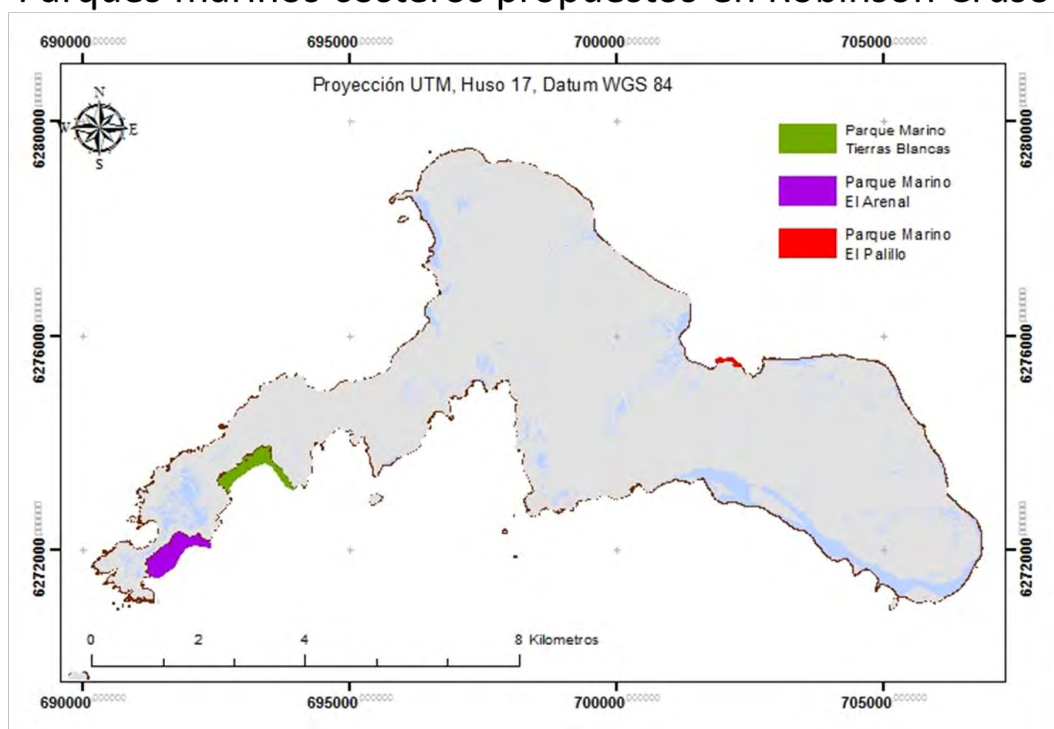


Figura 2. Parques Marinos propuestos en la Isla Robinson Crusoe.

En tierra y el borde costero colindante a las AAVC, se utilizaron (a) observaciones directas y mediciones en los sitios de estudios e (b) interpretación de imágenes aéreas disponibles en el programa Google Earth. Esto último fue de gran importancia en las zonas donde no fue posible acceder por tierra, ya sea por limitaciones geográficas, como acantilados, o por presencia de loberías. La información recopilada se muestra para cada parque marino propuesto, considerando los polígonos definidos en el Decreto Supremo N°11 (no publicado/en tramitación) que declara el AMCP-MU y los parques marinos de la isla Robinson Crusoe. Toda la información recopilada fue proyectada en coordenadas UTM, huso 17, datum WGS84. A continuación se detallan las coordenadas geográficas de los polígonos que definen a los parques marinos El Palillo (Tabla 1), El Arenal (Tabla 2) y Tierras Blancas (Tabla 3):

Tabla 1. Coordenadas geográficas del polígono que delimita el Parque Marino propuesto en El Palillo, datum WGS84. Fuente: Decreto Supremo N°11 (no publicado/en tramitación).

| Vértice | Coordenadas geográficas | |
|---------|-------------------------|------------------|
| | Longitud | Latitud |
| A | 78° 49' 13.00" W | 33° 38' 25.07" S |
| B | 78° 49' 9.81" W | 33° 38' 27.13" S |
| C | 78° 49' 6.35" W | 33° 38' 28.98" S |
| D | 78° 49' 6.83" W | 33° 38' 29.90" S |
| E | 78° 49' 23.77" W | 33° 38' 29.09" S |
| F | 78° 49' 25.15" W | 33° 38' 26.59" S |
| G | 78° 49' 25.14" W | 33° 38' 26.58" S |
| H | 78° 49' 22.66" W | 33° 38' 25.24" S |
| I | 78° 49' 18.62" W | 33° 38' 25.66" S |
| J | 78° 49' 15.41" W | 33° 38' 25.21" S |
| K | 78° 49' 13.00" W | 33° 38' 25.07" S |

Tabla 2. Coordenadas geográficas del polígono que delimita el Parque Marino propuesto en El Arenal, datum WGS84. Fuente: Decreto Supremo N°11 (no publicado/en tramitación).

| Vértice | Coordenadas geográficas | |
|---------|-------------------------|-------------------|
| | Longitud | Latitud |
| A | 78° 55' 30.45'' W | 33° 40' 22.14'' S |
| B | 78° 55' 29.92'' W | 33° 40' 26.51'' S |
| C | 78° 55' 41.17'' W | 33° 40' 25.17'' S |
| D | 78° 55' 47.23'' W | 33° 40' 26.54'' S |
| E | 78° 55' 55.90'' W | 33° 40' 39.15'' S |
| F | 78° 56' 6.46'' W | 33° 40' 45.69'' S |
| G | 78° 56' 13.40'' W | 33° 40' 44.51'' S |

Tabla 3. Coordenadas geográficas del polígono que delimita el Parque Marino propuesto en Tierras Blancas, datum WGS84. Fuente: Decreto Supremo N°11 (no publicado/en tramitación).

| Vértice | Coordenadas geográficas | |
|---------|-------------------------|-------------------|
| | Longitud | Latitud |
| A | 78° 54' 29.75'' W | 33° 39' 48.78'' S |
| B | 78° 54' 29.72'' W | 33° 39' 48.81'' S |
| C | 78° 54' 30.53'' W | 33° 39' 50.58'' S |
| D | 78° 54' 35.12'' W | 33° 39' 48.81'' S |
| E | 78° 54' 45.81'' W | 33° 39' 36.75'' S |
| F | 78° 54' 50.72'' W | 33° 39' 34.53'' S |
| G | 78° 54' 57.83'' W | 33° 39' 36.01'' S |
| H | 78° 55' 12.19'' W | 33° 39' 45.47'' S |
| I | 78° 55' 17.41'' W | 33° 39' 49.91'' S |
| J | 78° 55' 16.67'' W | 33° 39' 53.18'' S |
| K | 78° 55' 18.12'' W | 33° 39' 53.95'' S |

Línea de Costa

Se digitalizó una línea de costa en escala 1 : 5.000, usando como base cartográfica las fotografías de imágenes satelitales disponibles en el programa Google Earth, que fueron georreferenciadas en el programa map Window GIS. La observación *in situ* de la línea de costa, así como la

interpretación de las fotografías aéreas, permitió adicionar información de sustrato, identificándose 4 tipos de sustrato: (a) roca, (b) arena, (c) roca y arena y (d) construido (intervención humana/muelle).

Batimetría

La batimetría de las áreas con alto valor de la conservación, se hizo en dos etapas. En la primera se generó una batimetría para todo el archipiélago de Juan Fernández, con curvas de nivel cada 10 metros en los primeros 50 metros, y curvas de nivel cada 100 metros en las zonas más apartadas de la isla. Esta etapa consideró como fuente de datos los puntos batimétricos entregados por el CENDHOC, de la Armada de Chile, y los puntos disponibles en las cartas batimétricas del archipiélago de Juan Fernández disponibles en el Atlas Hidrográfico de la Armada, con énfasis en los disponibles para la Bahía de Cumberland. Con estos puntos se creó una malla que permitió graficar el relieve de la superficie submarina, de la cual se interpolaron curvas de nivel o isobatas de profundidad.

En una segunda etapa se sumaron nuevos puntos batimétricos, con información de coordenadas geográficas y profundidad para las AAVC El Arenal, Tierras Blancas y El Palillo. Estos datos se registraron (a) desde superficie con la ecosonda Garmin Echo 200 y (b) bajo el mar con manómetros de profundidad portados por buzos, en cada una de las estaciones de muestreo submareal. Luego, esta información se interceptó con las curvas de nivel existentes, identificándose zonas batimétricas cada 5 metros de profundidad, corrigiendo las curvas de nivel previamente generadas usando métodos de interpolación y suavización de isolíneas del programa ArcGIS 10.

Resultados

Sustratos de la línea de costa

Los sustratos presentes en la línea de costa de las AAVC correspondieron a (a) arena, (b) arena-roca, (c) roca y (d) construido. Los primeros dos sustratos sólo se encuentran en el AAVC El Arenal (Figura 3), único sitio con borde costero con presencia de arena ocasional, en toda la isla Robinson Crusoe. El resto de la línea de costa de la isla corresponde a roca, exceptuando los dos muelles de embarque, presentes en la Bahía Cumberland y la Bahía El Padre.

Sustratos del fondo marino

Los sustratos presentes en el fondo marino de las AAVC correspondieron a (a) arena y (b) roca. En las AAVC El Arenal y Tierras Blancas, el sustrato predominante fue arena. El sustrato rocoso en estas dos áreas se encontró sólo en las zonas más someras (Figuras 3 y 4). En el AAVC El Palillo, el sustrato predominante fue roca, distribuido en plataformas rocosas y zonas de bolones (Figura 5).

Particularmente, el AAVC El Arenal presenta una playa muy dinámica, donde la cantidad de arena en la bahía fluctúa significativamente a lo largo del tiempo, pudiendo encontrar en algunas ocasiones una playa cubierta de arena hasta el borde costero, y en otras una bahía totalmente despejada. Este alto dinamismo es una de las características más importantes del AAVC El Arenal, ya que no existe otro lugar del archipiélago donde esto ocurra, ni donde el arena cubra el borde costero. Por otra parte, de la cantidad de arena presente en la playa y el tiempo desde su llegada, dependen otros procesos biológicos, por ejemplo, la cantidad de hembras y popitos de Lobo Fino de Juan Fernández se relacionaría positivamente con la presencia de arena en la playa (comunicación personal de Julio Chamorro Solis, concejal de Juan Fernández).

Caracterización de sustrato de fondo marino y línea de costa en el AAVC El Arenal

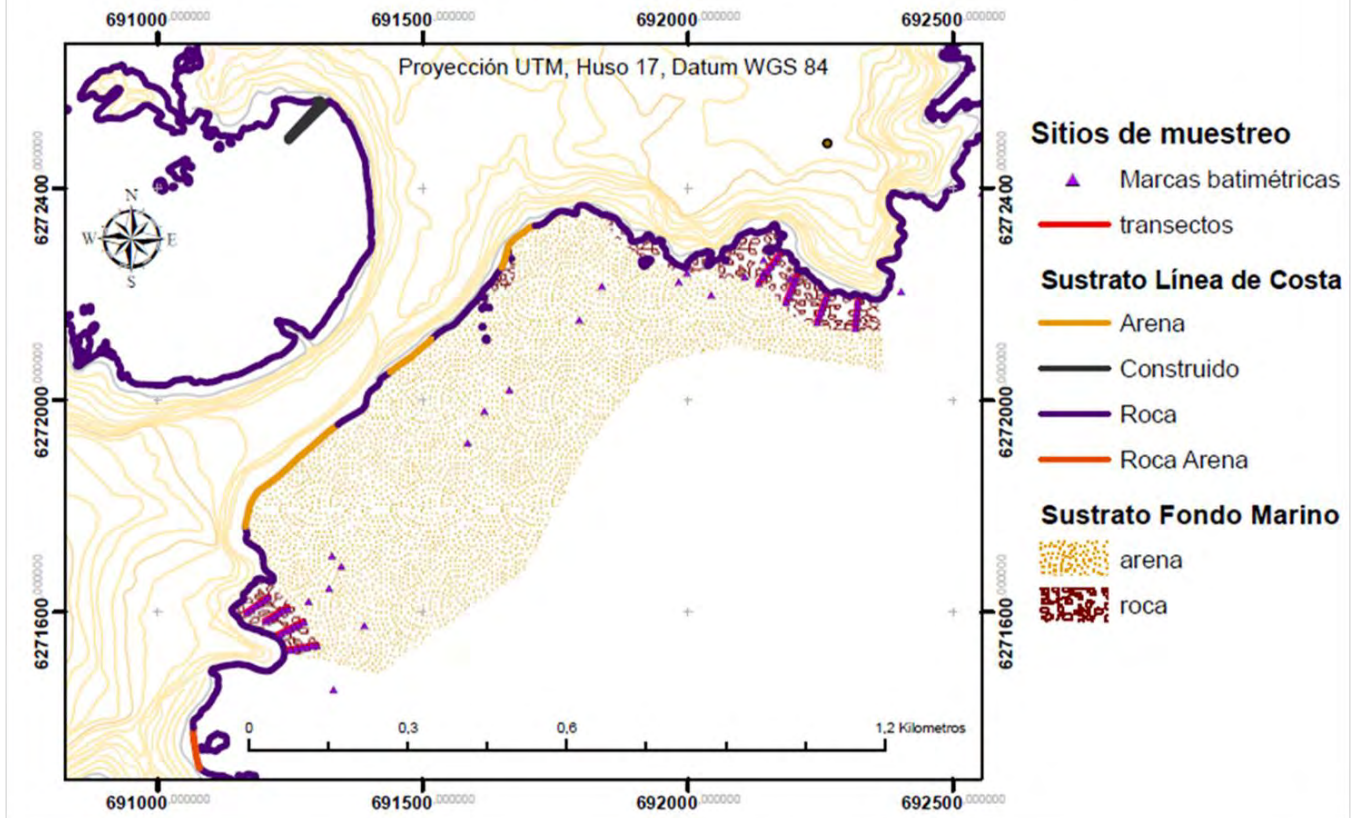


Figura 3. Caracterización de sustrato de fondo marino y línea de costa en el Área de Alto Valor de Conservación El Arenal. *Fuente: elaboración propia.*

Caracterización de sustrato de fondo marino y línea de costa en el AAVC Tierras Blancas

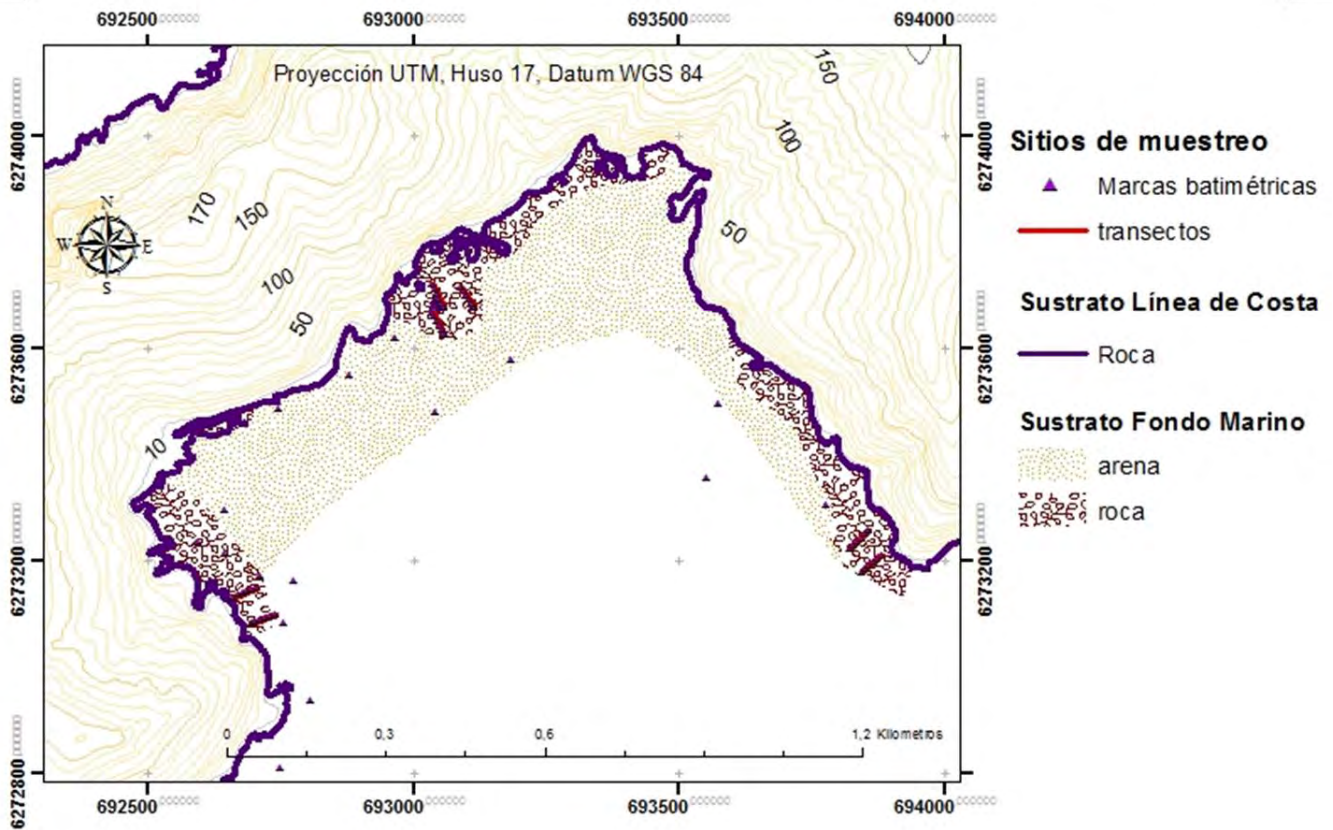


Figura 4. Caracterización de sustrato de fondo marino y línea de costa en el Área de Alto Valor de Conservación Tierras Blancas. *Fuente: elaboración propia.*

Caracterización de sustrato de fondo marino y línea de costa en el AAVC El Palillo

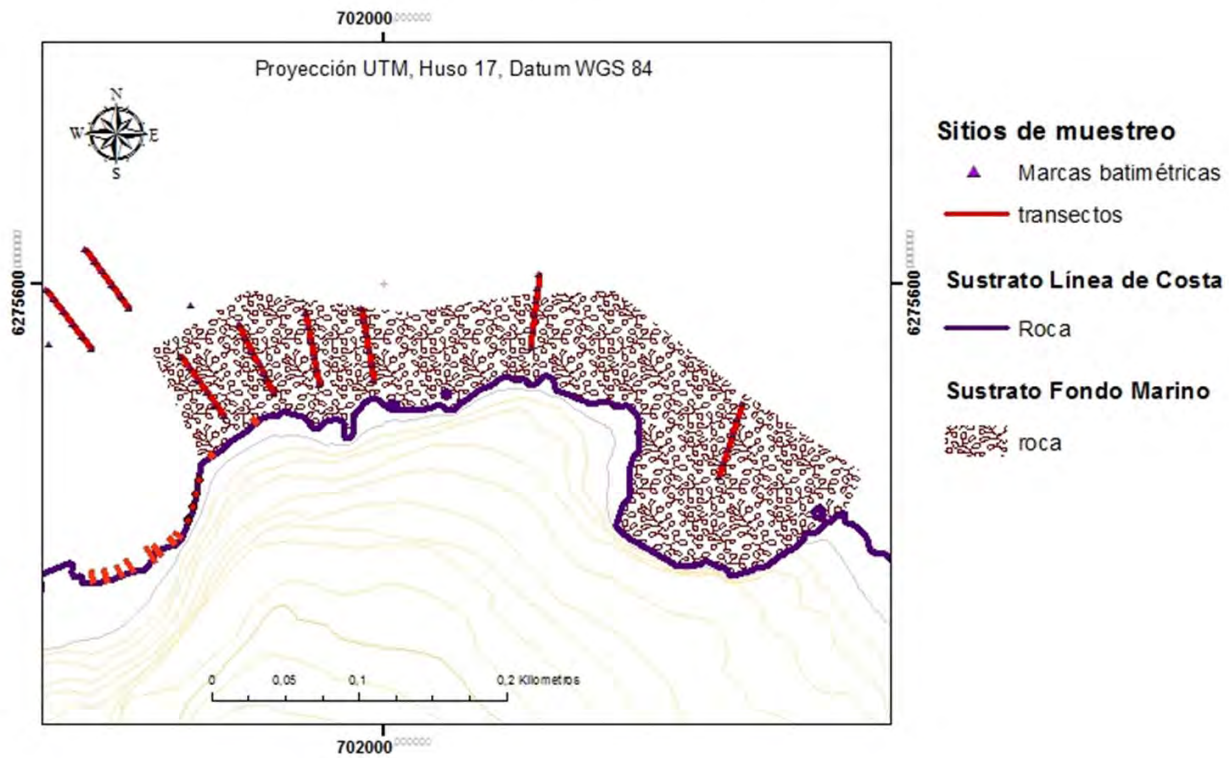


Figura 5. Caracterización de sustrato de fondo marino y línea de costa en el Área de Alto Valor de Conservación El Palillo. *Fuente: elaboración propia.*

Caracterización abiótica

El componente abiótico de las AAVC estudiadas se determinó en base al sustrato y las profundidades encontradas, cuya interacción genera diferentes ambientes, dado el sustrato y la cantidad de luz y presión que se presenta en cada profundidad. En las AAVC El Arenal y El Palillo las profundidades máximas fueron cercanas a 15 m, mientras que en el AAVC Tierras Blancas, ésta alcanzó los 19 m (Figuras 6-8).

Una intensa dinámica de playas para el AAVC EL Arenal se concluye en base a (a) cambios sustanciales en la profundidad de la arena observados durante el desarrollo del proyecto (observación personal), (b) información intercambiada con residentes de Robinson Crusoe (ej.

Julio Chamorro) y (c) diferencias entre el perfil batimétrico con datos provenientes de cartas náuticas del SHOA y nuestros registros usando ecosondas y manómetros de profundidad (Fig. 9; diferencia registrada en el esquema superior con flechas). Esto permite sugerir que las profundidades registradas podrían ser temporales, ya que a mayor presencia de arena, menor profundidad del sustrato. Por lo tanto, los perfiles batimétricos presentados en este estudio corresponden a una situación momentánea en estos ambientes y no a su condición permanente. Esto queda en evidencia al comparar la curva de 10 metros construida en base a puntos batimétricos disponibles en las cartas del SHOA, con la curva de 10 metros construida con puntos batimétricos colectados en este estudio (Figura 9). Las profundidades registradas por el SHOA con ecosonda anclada a embarcaciones y las profundidades registradas por nuestro equipo con ecosonda desde embarcaciones y con manómetros de profundidad podrían aumentar en las zonas donde el sustrato registrado fue arena.

Caracterización Abiótica Área de Alto Valor de Conservación El Arenal

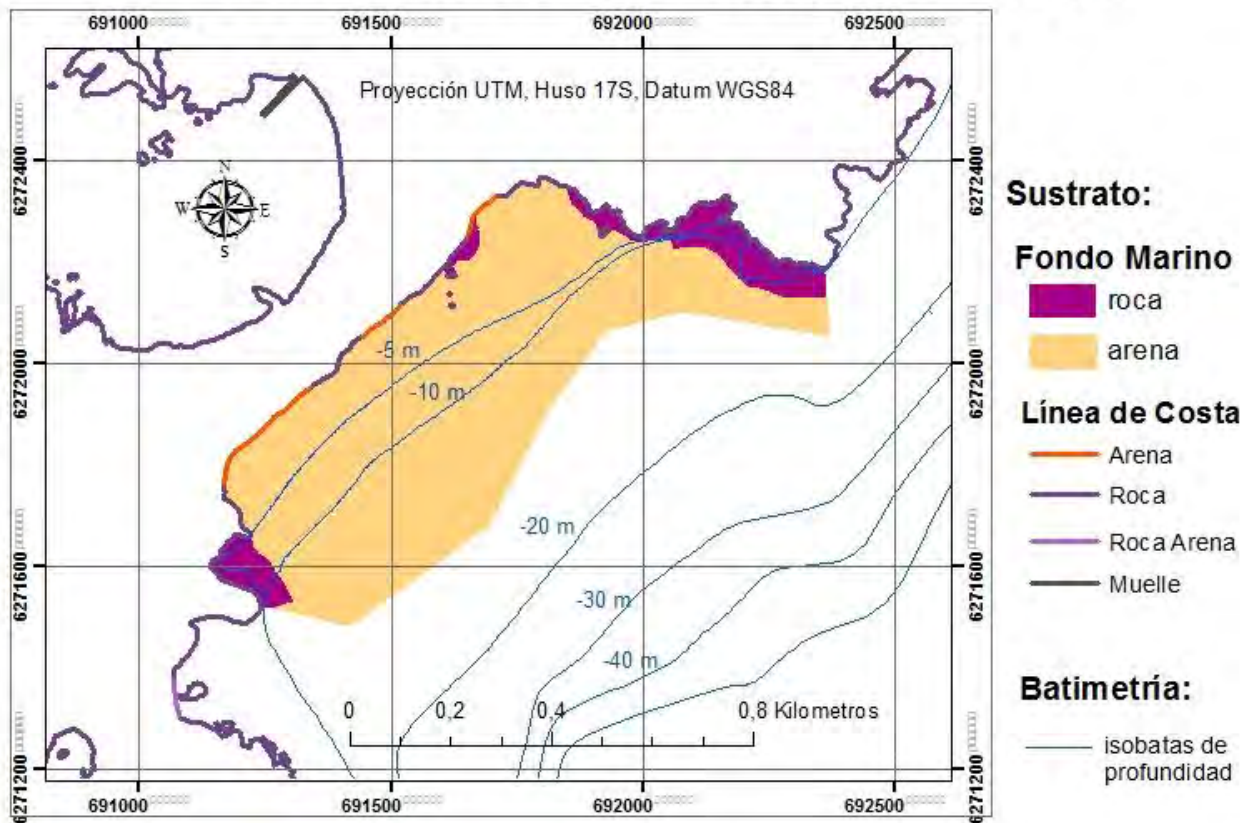


Figura 6. Caracterización abiótica del Área de Alto Valor de Conservación El Arenal, Isla Robinson Crusoe, Archipiélago Juan Fernández. *Fuente: elaboración propia.*

Caracterización Abiótica

Área de Alto Valor de Conservación Tierras Blancas

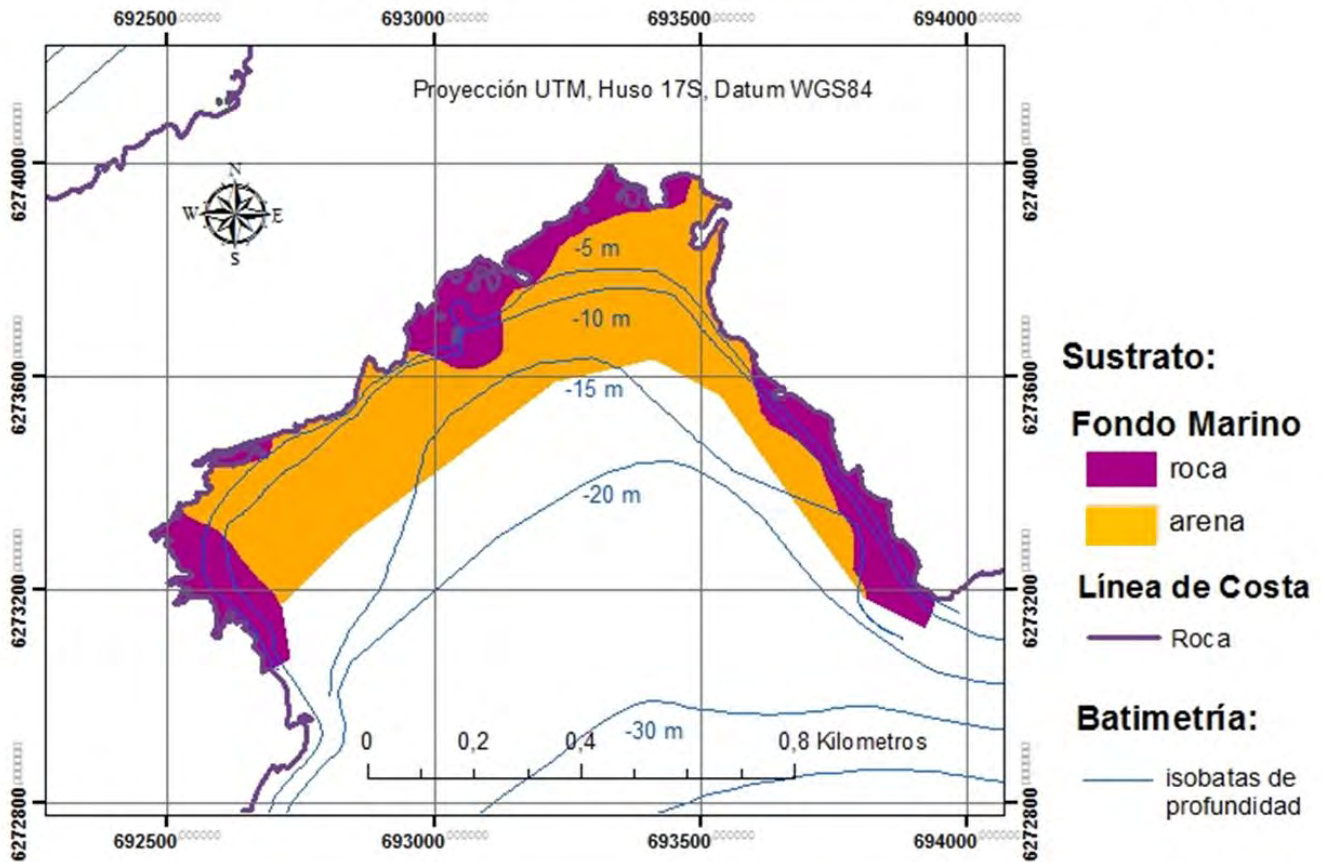


Figura 7. Caracterización abiótica del Área de Alto Valor de Conservación Tierras Blancas, Isla Robinson Crusoe, Archipiélago Juan Fernández. *Fuente: elaboración propia.*

Caracterización Abiótica Área de Alto Valor de Conservación El Palillo

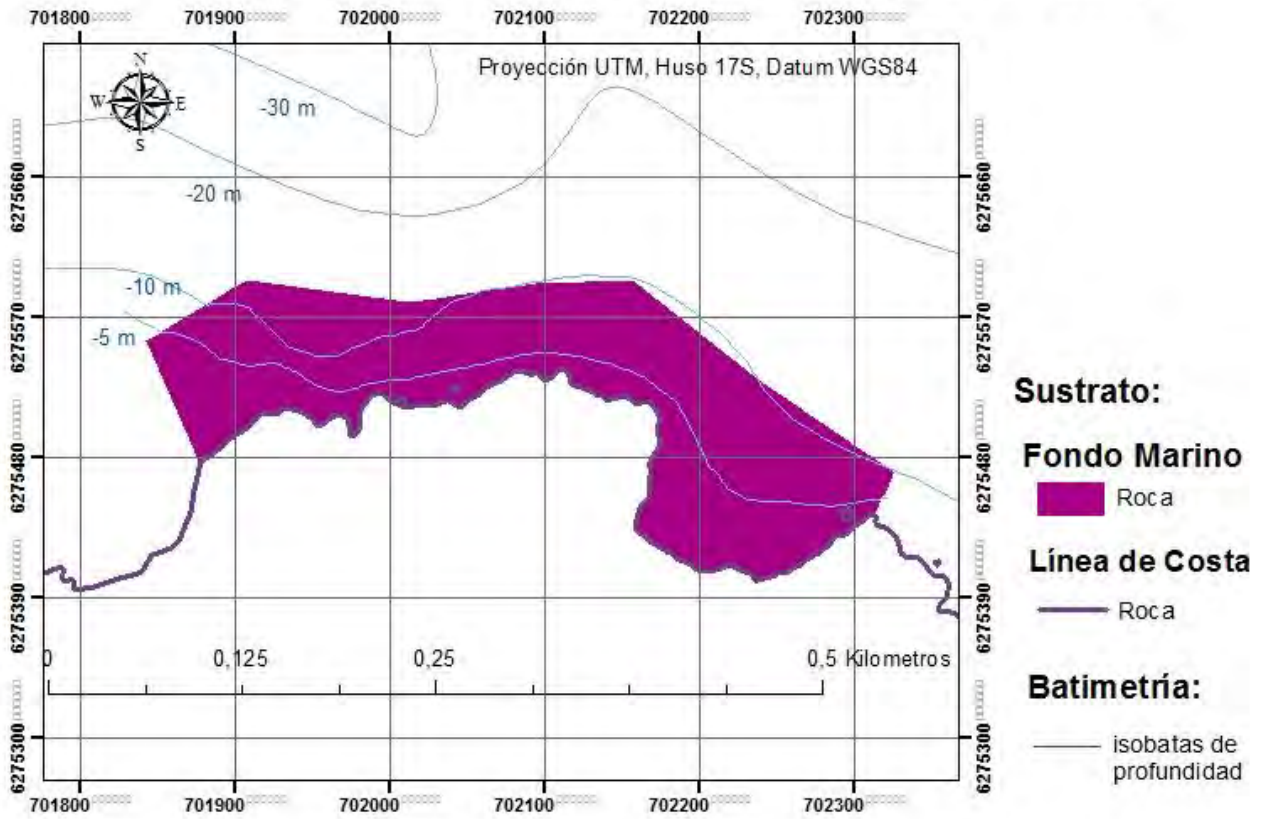


Figura 8. Caracterización abiótica Área de Alto Valor de Conservación El Palillo. *Fuente: elaboración propia.*

Dinámica de Playa Área de Alto Valor de Conservación El Arenal

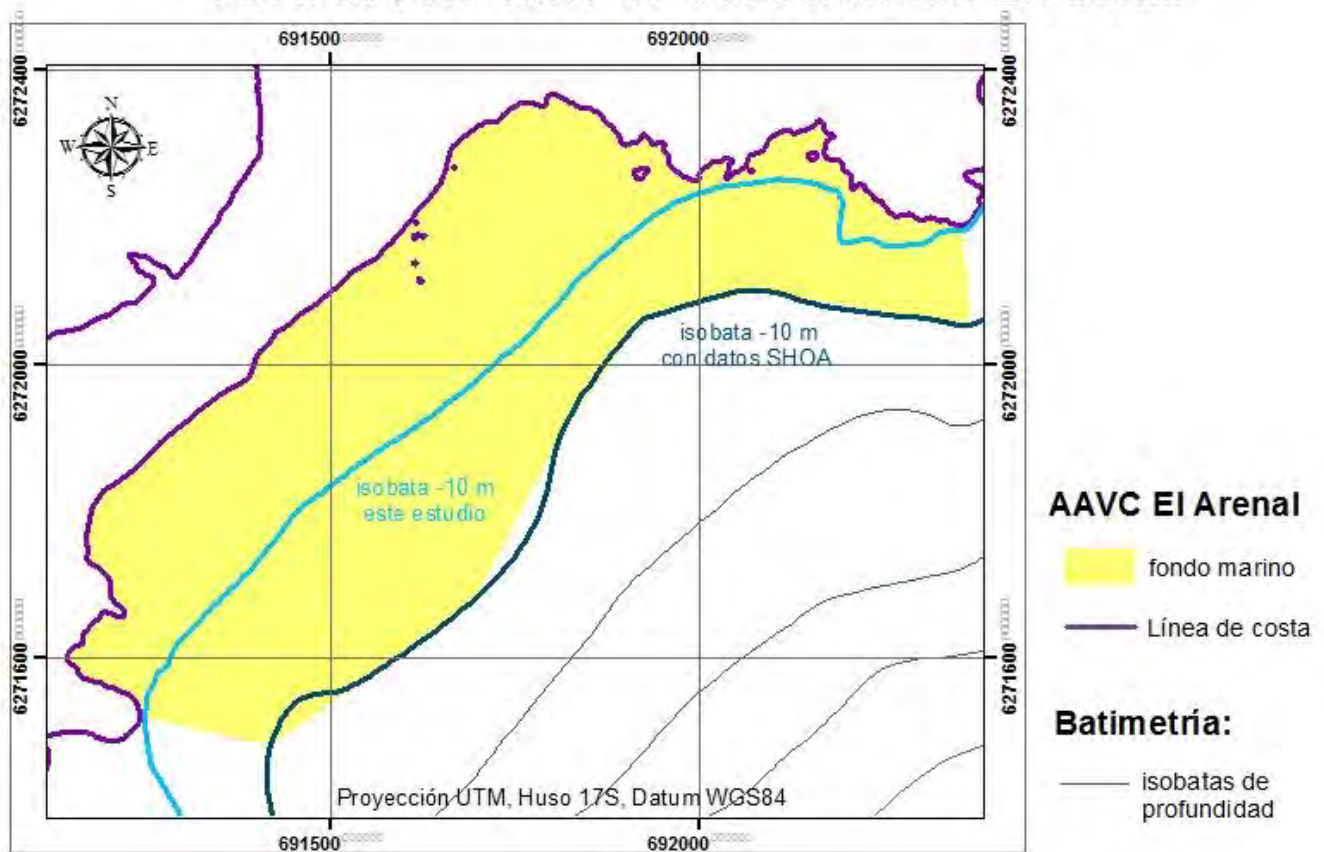


Figura 9. Variación en el perfil batimétrico dependiente de la cantidad de arena. Se representa la variación en el perfil batimétrico de la isóbata de 10m del AAVC El Arenal entre las curvas batimétricas generadas con (a) datos provenientes de cartas náuticas generadas por el SHOA (isóbata azul oscuro) y (b) la información de profundidad registrada con ecosonda y manómetros de profundidad en este estudio (línea celeste). *Fuente: elaboración propia.*

5. OBJETIVO 2

5.1 Zona intermareal

Metodología

El estudio dirigido al estudio de las comunidades de la zona intermareal se realizó únicamente en El Palillo y El Arenal, debido a que la zona intermareal de Tierras Blancas está enteramente ocupada por una colonia de lobos (de las más abundantes en la Isla; ver Resultados). Para cuantificar la presencia/abundancia de macroalgas y macroinvertebrados se identificaron diferentes tipos de hábitats (bolones, plataformas, acantilados, fondos blandos) presentes en la zona de estudio. En cada sitio se muestrearon los diferentes hábitats intermareales disponibles realizando transectos perpendiculares a la línea de costa (Tabla 4). Solo en el sitio El Palillo fue posible identificar diferentes hábitats: bolones, acantilados y plataformas. En El Arenal solo se identificó el hábitat de bolones.

En fondos blandos se realizaron transectos desde el intermareal alto hasta el intermareal bajo, de los cuales se tomaron cores hasta 20 cm de profundidad. El sustrato fue cernido a través de una malla de 0.5 mm, para rescatar las especies de macroorganismos presentes.

Tabla 4. Número de transectos y cuadrantes por hábitat.

| Sitio | Hábitat | Nº de transectos | Nº de cuadrantes |
|------------|-------------|------------------|------------------|
| El Palillo | Bolones | 4 | 32 |
| | Plataformas | 6 | 34 |
| | Acantilados | 4 | 16 |
| El Arenal | Bolones | 9 | 44 |

Fuente: elaboración propia.

En sustratos duros se estimó el índice de complejidad del sustrato a fin de comparar el hábitat de bolones entre los sitios El Palillo y El Arenal. Se utilizó una cuerda con longitud de 10 metros, que contorneaba el fondo y luego se midió la distancia lineal entre los puntos estableciéndose la razón entre ambas medidas. Valores cercanos a 1 indican una baja complejidad, es decir el sustrato es dominado por gravilla, pequeños bolones y/o arena (Luckhurst & Luckhurst, 1978). Para este

sustrato se siguieron metodologías de muestreo previamente aplicadas de modo de poder realizar comparaciones en el tiempo. Esto es, en cada transecto se ubicaron cuadrantes de 50 x 50 cm (con 81 puntos de intersección) desde el punto más alto hasta el punto más bajo de marea, espaciado cada 1 metro. Esta metodología fue utilizada en los años 2007 (pre-tsunami; Pablo Díaz) y 2010 (post-tsunami; Pablo Díaz). El número de transectos y cuadrantes por hábitat se detallan en tabla 4. Cuando las condiciones climáticas lo permitieron, la posición de los transectos fue georeferenciada. Se realizaron dos tipos de muestreos diferentes, dirigidos a especies móviles y sésiles. En el caso de especies móviles, se contabilizaron los individuos detectados en cada cuadrante. En el caso de especies sésiles, se contaron los puntos de intersección con cada especie ocupando el sustrato primario. La identificación y recuento de especies fue realizado in situ. Los organismos no identificados fueron colectados y almacenados en formalina tamponada (5%) para su posterior identificación en el laboratorio, tomando como referencia el estudio realizado por Ramírez & Osorio (2000). Las algas crustosas se colocaron como un grupo ya que no hay trabajos sobre la identificación de especies para este grupo. La indicación sp. se usa cuando no se logró la identificación a nivel de especie por expertos. La indicación sp. 1, sp. 2, etc. se usa si existe más de una especie para un género distinguible por expertos, pero no están aún identificadas. Los expertos que participaron del taller de validación fueron los Dres. Erasmo Macaya y Patricia Arana, además de los expertos en peces que participaron de este proyecto (Dres. Sergio Carrasco y Alejandro Perez-Matus). Las abundancias se expresan como individuo por metro cuadrado para invertebrados móviles y como porcentaje de cobertura para algas e invertebrados sésiles. El porcentaje de cobertura se estimó en base a los 81 puntos de intersección del cuadrante ($(n \text{ de puntos de intersección para la especie} / 81) * 100$). Para la determinación del patrón de zonación desde el intermareal alto al bajo, se usó el criterio previamente utilizado por Ramírez & Osorio (2000): (a) intermareal alto dominado por el gasterópodo *Austrolittorina fernandezensis*; (b) intermareal medio dominado por las especies de algas *Chaetomorpha firma*, *Ulva rigida* y *Gelidium* sp. y los invertebrados *Jehlius cirratus* y *Heliaster Canopus* y (c) intermareal bajo dominado por las algas *Corallina* sp., *Chondracanthus intermedius*, *U. rigida* y *Gelidium* sp. Para comparar la abundancia de algas e invertebrados entre sitios y niveles de marea se realizaron análisis de varianza (PERMANOVA) de un factor (sitio; comparando un solo hábitat: bolones) y de dos factores (hábitat y nivel de marea) para el sitio El Palillo. Para el sitio El Palillo, los resultados se compararon además con estudios previos.

Además del análisis de riqueza (número de especies) y abundancia a nivel de especies, se hicieron análisis por grupos funcionales (ver glosario; Anexo I) para algas y por grupos tróficos para invertebrados siguiendo el análisis convencional de estos grupos en ecología (Wootton 1990; Steneck and Dethier 1990). Se identificaron los siguientes grupos funcionales: foliosas, filamentosas, cortical foliosas, cortical, calcárea articuladas y crustosas según la clasificación de Steneck & Dethier (1994). Para los invertebrados se identificaron los siguientes grupos tróficos (Wootton 1990): herbívoros, invertívoros y detritívoros según lo reportado por Ramírez & Osorio (2000) y Häussermann & Försterra (2009).

Finalmente, con la información recopilada sobre las especies de algas e invertebrados de los distintos sitios se hicieron fichas de identificación de las especies (Anexo II.3). Se confeccionaron fichas para las especies descritas y por ende identificadas con género y especie. Además de las fichas, en el Anexo II.4 se incluye el listado de especies endémicas encontradas en este estudio. Como información suplementaria se adjunta también en este informe (a) el listado de referencias bibliográficas con información sobre el Archipiélago de Juan Fernández (Anexo II.1), y b) el listado de especies observadas en el Archipiélago de Juan Fernández desde que se realizaron las primeras exploraciones hasta el presente, en todos los tipos de ambientes (Anexo II.2).

Resultados

En fondos blandos no se detectó ninguna especie de macroinvertebrados hasta el nivel de profundidad muestreado. Se estableció como profundidad de muestreo 20 cm, sin embargo, en algunos puntos de muestreo del intermareal alto no se pudo alcanzar esta profundidad porque el nivel de arena era inferior (y el sustrato subyacente era roca). Según nuestras observaciones, observaciones de lugareños, y el contraste de nuestros datos de profundidad en comparación con mediciones del SHOA (Fig. 9) dan cuenta que esta zona se caracteriza por una dinámica de arena muy alta. Además, durante el muestreo los lugareños indicaron que recientemente se había depositado arena en el lugar y esto podría explicar la ausencia de fauna. En viajes posteriores al sitio de estudio fue posible observar cambios sustanciales en la cantidad de arena (desde varios centímetros de arena a sustrato rocoso sin nada de arena) en un lapso de sólo 3 días, por lo que es

posible hipotetizar que la presencia de organismos asociados a fondos blandos se relaciona al alto dinamismo de dicho sustrato.

La riqueza de especies varía entre los diferentes hábitats encontrados en El Palillo y entre los diferentes sitios (El Palillo y El Arenal; Gráfico 1). El único sitio que exhibió diversidad de hábitats rocosos fue El Palillo. En El Palillo, los acantilados muestran una menor riqueza de especies, mientras que las plataformas rocosas muestran el mayor número de especies. El hábitat de bolones muestra una riqueza intermedia. Un total de 14 especies compartidas se encontraron en los tres ambientes (acantilados, plataformas y bolones), mientras 9 especies se encontraron tanto en bolones como en plataformas, 1 especie se encontró en acantilados y plataformas, y ninguna especie es compartida entre los hábitats de bolones y acantilados de El Palillo (Tabla 5).

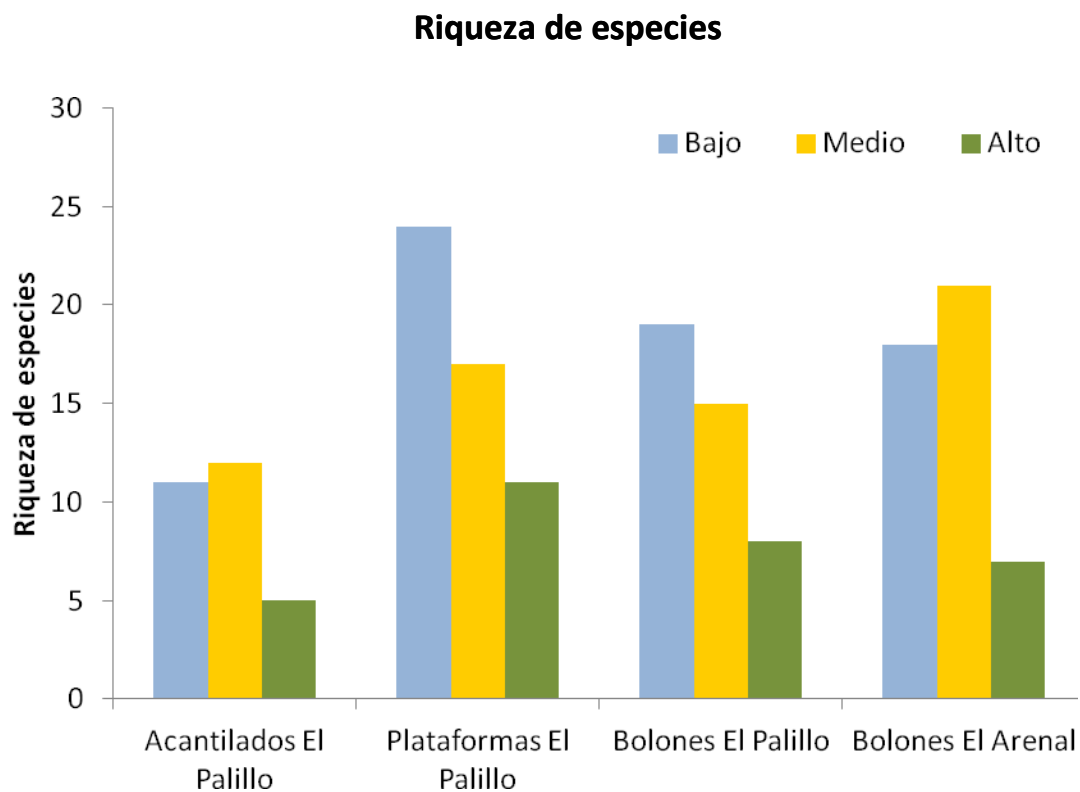


Gráfico 1. Riqueza de especies en los distintos sitios, hábitats y nivel intermareal. *Fuente: elaboración propia.*

La riqueza de especies en hábitat de bolones difiere entre El Palillo y El Arenal. El Arenal muestra una mayor riqueza de especies, fundamentalmente explicada por un mayor número de especies en el intermareal medio. Las especies de algas *Chondriella pusilla*, *Scythotamnus australis*, *Ahnfeltiopsis sp.*, *Cladophora sp.*, *Polisiphonia sp.* y una especie no identificada de alga se encontraron únicamente en El Arenal. A estas se suman el cnidario *Phymactis sp.*, y cuatro moluscos: *Austrolittorina fernandezensis*, *Diloma crusoearia*, *Plaxiphora fernandezii*, además de una especie aún no identificada. El resto de las especies (27) son compartidas entre el hábitat de bolones de El Palillo y El Arenal (Tabla 5), aunque su abundancia relativa también varía (ver abajo). Es importante remarcar que las especies no identificadas podrían tratarse de nuevas especies, dado que los expertos del equipo de trabajo y consultados no pudieron identificarlas. Esto no es extraño, dado que el archipiélago no ha sido aún muy estudiado, y existe un alto grado de endemismo. Estos resultados dan cuenta de la importancia de aumentar el esfuerzo de muestreo en la zona del Archipiélago para catastrar de manera mas intensiva la biodiversidad local.

Tabla 5. Especies encontradas en los distintos sitios y hábitat muestreados.

| Grupo taxonómico | Especies | Hábitat acantilados El Palillo | Hábitat Plataformas El Palillo | Hábitat Bolones El Palillo | Hábitat Bolones El Arenal |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Algas | <i>Ulva rigida</i> | | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Ulva sp. 1</i> | | 1 | | |
| | <i>Ulva sp. 2</i> | | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Gelidium sp.</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Gelidium sp.1</i> | | 1 | | |
| | <i>Gelidium sp.2</i> | | | 1 | 1 |
| | <i>Chondriella pusilla</i> | | | | 1 |
| | <i>Scythotamnus australis</i> | | 1 | | 1 |
| | <i>Corallina sp.</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Chondracanthus intermedius</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Gigartinaceae</i> | | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Ahnfeltiopsis sp.</i> | | | | 1 |
| | <i>Chaetomorpha firma</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Cladophora perpusilla</i> | | 1 | | |
| | <i>Cladophora sp.</i> | | | | 1 |
| | <i>Centroceros clavulatum</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Dictyota kunthii</i> | | | 1 | |
| <i>Dictyota phlyctaenodes</i> | | | 1 | 1 | |

| | | | | | |
|--------------|--|---|---|---|---|
| | <i>Colpomenia sinuosa</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Bostrychia intricata</i> | | | 1 | 1 |
| | <i>Polisiphonia sp.</i> | | | | 1 |
| | <i>Jania rosea</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Hymenena decumbens</i> | | | 1 | 1 |
| | <i>Codium cerebriforme</i> | | 1 | | |
| | <i>Liagora brachyclada</i> | 1 | | | |
| | <i>Pterosiphonia sp.</i> | | 1 | | |
| | Crustosas | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Alga indeterminada sp. 1</i> | | | 1 | 1 |
| | <i>Alga indeterminada sp. 2</i> | | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Alga indeterminada sp. 3</i> | | | 1 | 1 |
| | <i>Alga indeterminada sp. 4</i> | | 1 | | 1 |
| Crustáceos | <i>Jehlius cirratus</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Leptograpsus variegatus</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Amphipoda sp. | | 1 | 1 | 1 |
| Poliquetos | Poliqueto sp. | | 1 | | |
| Cnidarios | <i>Phymactis sp.</i> | | 1 | | 1 |
| Moluscos | <i>Austrolittorina fernandezensis</i> | 1 | 1 | | 1 |
| | <i>Acmaea juanina</i> | | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Diloma crusoana</i> | | | | 1 |
| | <i>Plaxiphora fernandesi</i> | | | | 1 |
| | <i>Serpulorbis sp.</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Vermetidae sp. | | 1 | | |
| | Gasterópodo desconocido | | | | 1 |
| Equinodermos | <i>Parvulastra calcarata</i> | | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Heliaster canopus</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Holothuria (Mertensiothuria) platei</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Peces | <i>Scartichthys variolatus</i> | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Parapercis dockinsi</i> | | 1 | 1 | |

Fuente: elaboración propia.

La riqueza de especies también muestra el patrón característico entre zonas del intermareal. Esto es, la riqueza de especies es menor en la zona más extrema ambientalmente, el intermareal alto, aumentando hacia el submareal. El 38% de la riqueza de especies se explica por organismos presentes en el intermareal medio, y el 42% por especies presentes en el intermareal bajo. Las

especies que aportan en mayor proporción a las diferencias entre el nivel alto y medio (73%) son *Austrolittorina fernandezensis* (31,9%), crustosas (22%), *Gelidium sp.1* (15,3%) y *Corallina sp.* (3,8%). Entre el nivel alto y bajo el 61,5% de las diferencias son explicadas por *Austrolittorina fernandezensis* (27,2%), *Chaetomorpha firma* (12%), *Chondracanthus intermedia* (11,2%) y Crustosas (11,2%) y entre el nivel medio y bajo el 60,7% es explicado por Crustosas (18,8%), *Chaetomorpha firma* (15,1%), *Chondracanthus intermedia* (14,4%) y *Gelidium sp.1* (12,4%).

Más del 50% de la riqueza de especies a nivel de hábitat y sitio está explicada por algas. Es el grupo más diverso, especialmente en el intermareal bajo y secundariamente en el intermareal medio (Gráfico 2). Los invertebrados son más abundantes en el intermareal medio. Es importante también destacar la alta riqueza de especies de invertebrados en el intermareal alto, patrón que contrasta con las algas (Gráfico 2).

Al comparar los hábitos de bolones, se destacan dos patrones emergentes: (a) La riqueza global de invertebrados es menor en El Palillo que en El Arenal, y (b) Si bien la riqueza global de algas no varía entre los dos sitios, si varía la riqueza de los diferentes estratos de marea. El intermareal medio es el que más contribuye a la riqueza global de especies de algas en El Arenal (mientras el intermareal bajo explica mayoritariamente la riqueza global de El Palillo). El índice de complejidad de sustrato no mostró diferencias significativas entre los sitios de bolones El Palillo y bolones El Arenal ($t\text{-test} = -1,892$, $gl = 6,733$, $p = 0,102$).

Riqueza de especies

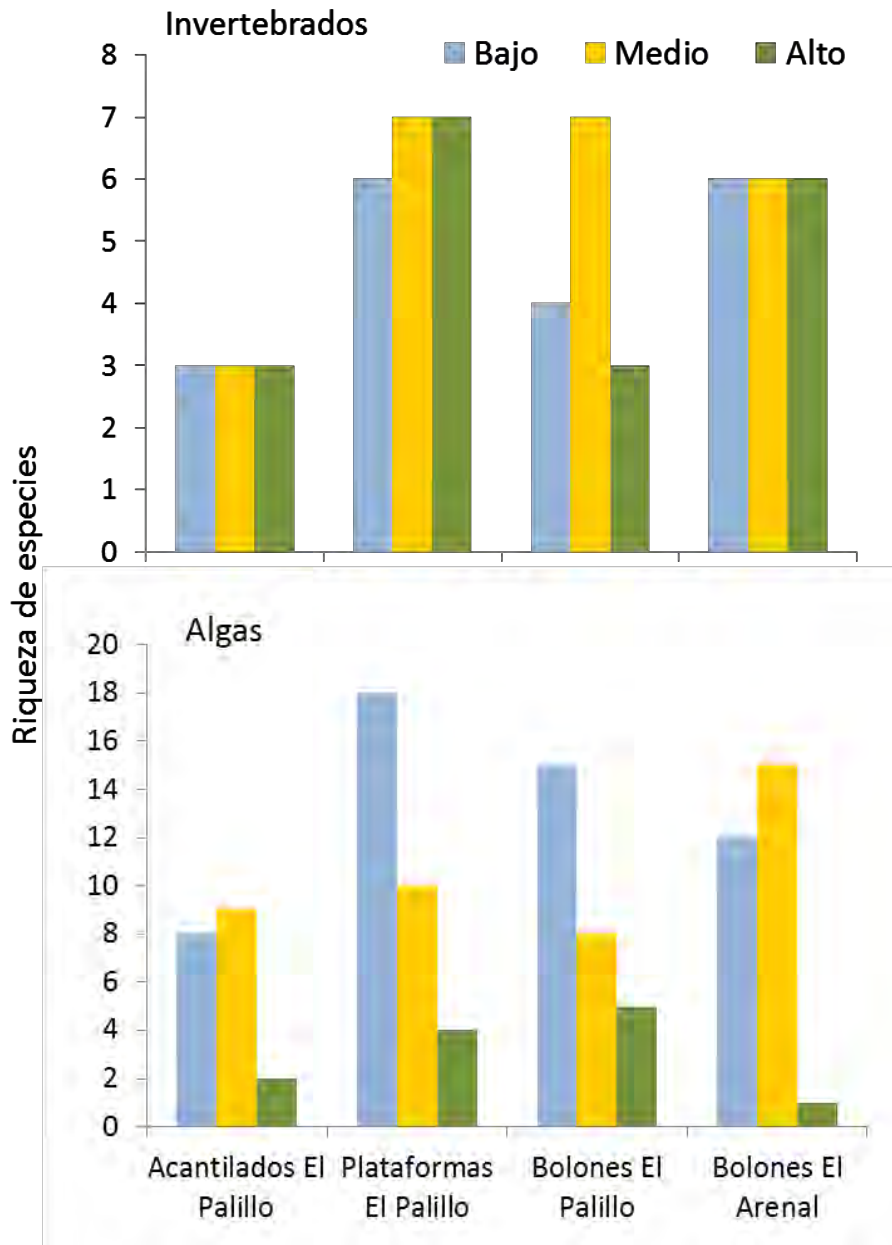


Gráfico 2. Riqueza de invertebrados y algas para cada sitio, hábitat y nivel intermareal. *Fuente: elaboración propia.*

Las especies presentes entre los hábitats de El Palillo difieren (Tabla 5). El alga *Liagora brachyclada* solo se observó en acantilados. Por otro lado, 11 especies sólo se observaron en plataformas, y 5

especies sólo en bolones. Las especies de algas encontradas únicamente en plataformas son *Ulva sp*, *Gelidium sp1.*, *Scythotamnus australis*, *Cladophora perpusilla*, *Codium cerebriforme* y *Dictyota kunthii*. Las algas *Gelidium sp2.*, *Bostrychia intricata*, *Hymenena decumbens* y dos especies aún no identificadas estaban presentes únicamente en bolones. En total 14 especies estaban compartidas en los tres hábitats: (a) ocho especies de algas (*Gelidium sp1.*, *Corallina sp.*, *Chondracanthus intermedius*, *Chaetomorpha firma*, *Centroceros clavalatum*, *Colpomenia sinuosa*, *Jania rosea* y un alga crustosa sin identificar), (b) dos especies de crustáceos (*Jhelius cirratus* y *Leptograpsus variegatus*), (c) un gasterópodo vermético (*Serpulorbis sp.*), (d) dos equinodermos (*Heliaster Canopus* y *Holothuria (Mertensiothuria) platei*), y (e) un pez (*Scartichthys variolatus*).

Al analizar la diversidad, no solo se tuvo en consideración la riqueza de especies sino también la abundancia relativa de individuos de cada especie. Con este fin se utilizó el índice de Simpson (Simpson, 1949) que da cuenta de la equitatividad con que se distribuyen los individuos de las diferentes especies, lo que permite establecer el grado de similitud faunística entre dos localidades determinadas no sólo en base al número de especies sino a la abundancia relativa de las mismas. El índice de Simpson es menor en los acantilados (Gráfico 3), explicado por una menor riqueza de especies (Gráfico 1). Es interesante que el índice de Simpson es menor en El Arenal que en El Palillo para hábitats de bolones (Gráfico 3), lo que podría explicarse por una menor equitatividad en la distribución de organismos entre especies, ya que la riqueza de especies es levemente superior en El Arenal que en El Palillo.

Índice de equitatividad de especies

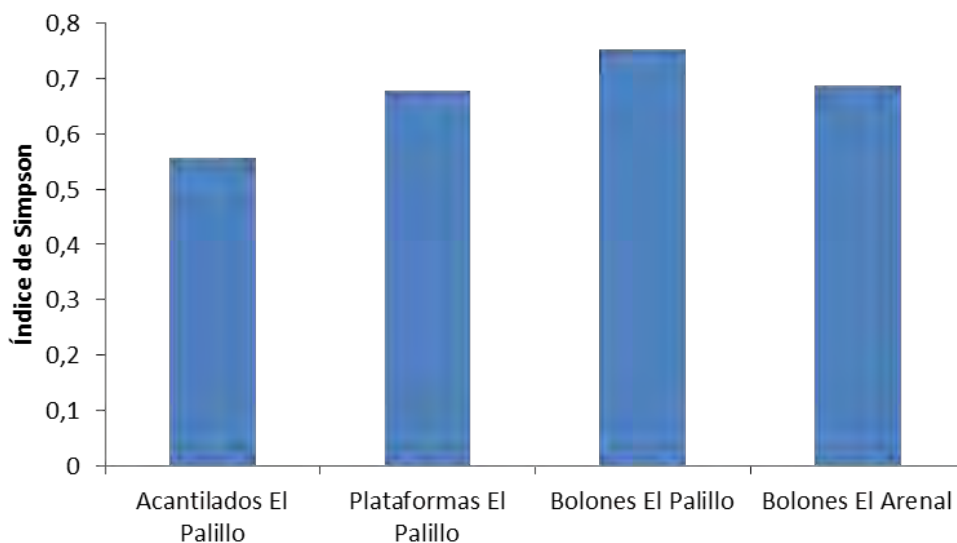


Gráfico 3. Índice de equitatividad de Simpson para los diferentes sitios y hábitats. *Fuente: elaboración propia.*

De hecho, el análisis de abundancia de especies da cuenta de que la equitatividad es mayor en El Palillo que en El Arenal, considerando especies móviles y sésiles, cuando se compara el hábitat común de bolones. Se observaron diferencias significativas en la composición de especies que conforman el hábitat de bolones entre los sitios El Palillo y El Arenal (PERMANOVA, $df = 1$, Pseudo-F = 13,866, P-value = 0.001). El análisis de similitud acumulativa porcentual (SIMPER) evidenció que las especies que aportan en mayor proporción (63,8%) a estas diferencias son las Crustosas (22%), *Chaetomorpha firma* (11,8%), *Acmaea juanina* (11,4%), *Gelidium sp.1* (10,8%) y *Chondracanthus intermedius* (7,7%).

En El Arenal dominan las especies móviles *Austrolittorina fernandezensis* y *Acmaea juanina* en el intermareal alto, y *Acmaea juanina* tanto en el intermareal medio como en el bajo. En contraste, en El Palillo diferentes especies dominan en los diferentes estratos (alto, medio y bajo), y en ningún caso son *Acmaea juanina* y *Austrolittorina fernandezensis*. En El Palillo el crustáceo *Leptograpsus variegatus* domina en el intermareal superior, el equinodermo *Holothuria (Mertensiothuria) platei* es la especie más abundante en el intermareal medio, y aunque esta especie es abundante en el intermareal bajo, se observa también alta abundancia de Anfípodos

(especies no identificadas). Es interesante que haya un alto contraste entre los dos hábitats de bolones dentro de la isla.

El intermareal alto muestra una baja abundancia de las especies presentes, estando el sustrato primario mayoritariamente disponible. Hacia el intermareal medio, la mitad del sustrato primario se encuentra ocupado (Gráfico 4). Dentro de las especies sésiles, la zona intermareal de El Arenal muestra alta dominancia de Crustosas y *Ulva rigida* en el intermareal medio, y de *Chaetomorpha firma* en el intermareal bajo. En contraste, en El Palillo si bien las crustosas dominan en el intermareal alto, en el intermareal medio comparte dominancia con otra especie sésil, *Gelidium sp1.*, mientras que en la zona del intermareal bajo las 4 especies más abundantes son *Chondracanthus intermedius*, Crustosas, *Gelidium sp1* y *Corallina sp.* (Gráfico 4 y Tabla 6).

Abundancia relativa de especies sésiles

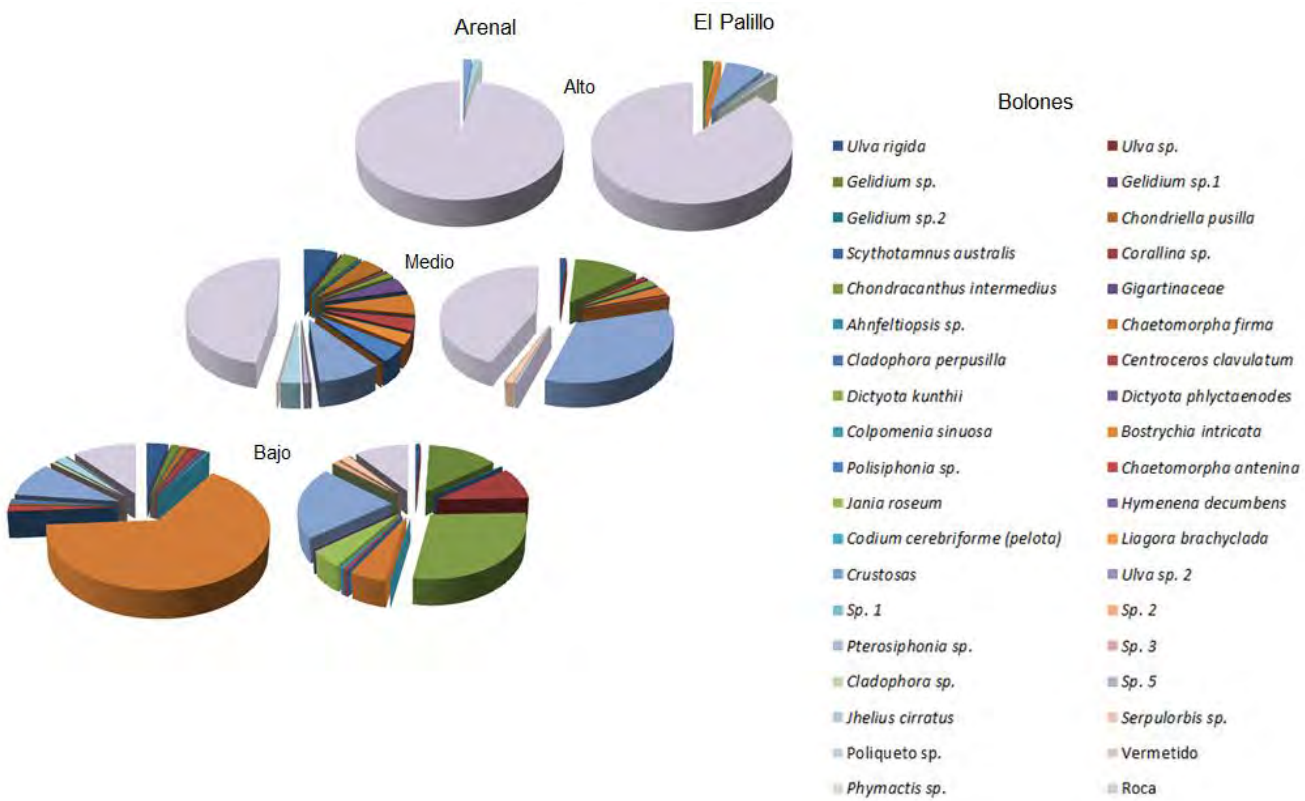


Gráfico 4. Abundancia relativa de especies sésiles en el hábitat bolones para el sitio El Arenal y El Palillo. Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Abundancia relativa de especies sésiles en el hábitat bolones para el sitio El Arenal y El Palillo.

| Especies | El Arenal (Bolones) | | | El Palillo (Bolones) | | |
|-----------------------------------|---------------------|-------|------|----------------------|-------|------|
| | Alto | Medio | Bajo | Alto | Medio | Bajo |
| <i>Ulva rigida</i> | 0,0 | 6,8 | 3,7 | 0,0 | 1,2 | 0,9 |
| <i>Ulva sp. 1</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Ulva sp. 2</i> | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,2 |
| <i>Gelidium sp. 1</i> | 0,0 | 3,3 | 1,4 | 2,0 | 12,8 | 13,9 |
| <i>Gelidium sp. 2</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Gelidium sp. 3</i> | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 |
| <i>Chondriella pusilla</i> | 0,0 | 4,8 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Scythotamnus australis</i> | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Corallina sp.</i> | 0,0 | 0,4 | 1,7 | 0,0 | 1,0 | 9,4 |
| <i>Chondracanthus intermedius</i> | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 28,4 |
| <i>Gigartinaeae</i> | 0,0 | 4,4 | 0,8 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| <i>Ahnfeltiopsis sp.</i> | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Chaetomorpha firma</i> | 0,0 | 6,0 | 64,7 | 0,0 | 2,8 | 5,6 |
| <i>Cladophora perpusilla</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Centroceros clavulatum</i> | 0,0 | 3,7 | 1,7 | 0,0 | 0,7 | 0,5 |
| <i>Dictyota kunthii</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Dictyota phlyctaenodes</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| <i>Colpomenia sinuosa</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| <i>Bostrychia inticata</i> | 0,0 | 3,1 | 0,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Polisiphonia sp.</i> | 0,0 | 4,5 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Chaetomorpha antenina</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Jania roseum</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,1 |
| <i>Hymenena decumbens</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| <i>Codium cerebriforme</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Liagora brachyclada</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Cladophora sp.</i> | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Pterosiphonia sp.</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Crustosas</i> | 1,6 | 9,8 | 9,6 | 7,4 | 34,2 | 21,1 |
| <i>Sp. 1</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Sp. 2</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 |
| <i>Sp. 3</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| <i>Sp. 4</i> | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Jhelius cirratus</i> | 1,4 | 3,1 | 2,0 | 0,2 | 0,4 | 0,0 |
| <i>Serpulorbis sp.</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 1,2 | 2,0 |

| | | | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Poliqueto sp.</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Vermetido</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Phymactis sp.</i> | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Roca</i> | 97,0 | 47,1 | 10,8 | 87,9 | 43,5 | 10,6 |

Fuente: elaboración propia

En general, tanto para el grupo de móviles como sésiles, las especies dominantes en El Arenal (ej. *Austrolittorina fernandezensis*, y *Acmaea juanina*) tienen baja abundancia en El Palillo y viceversa (Gráfico 5 y Tabla 7).

Abundancia relativa de especies móviles

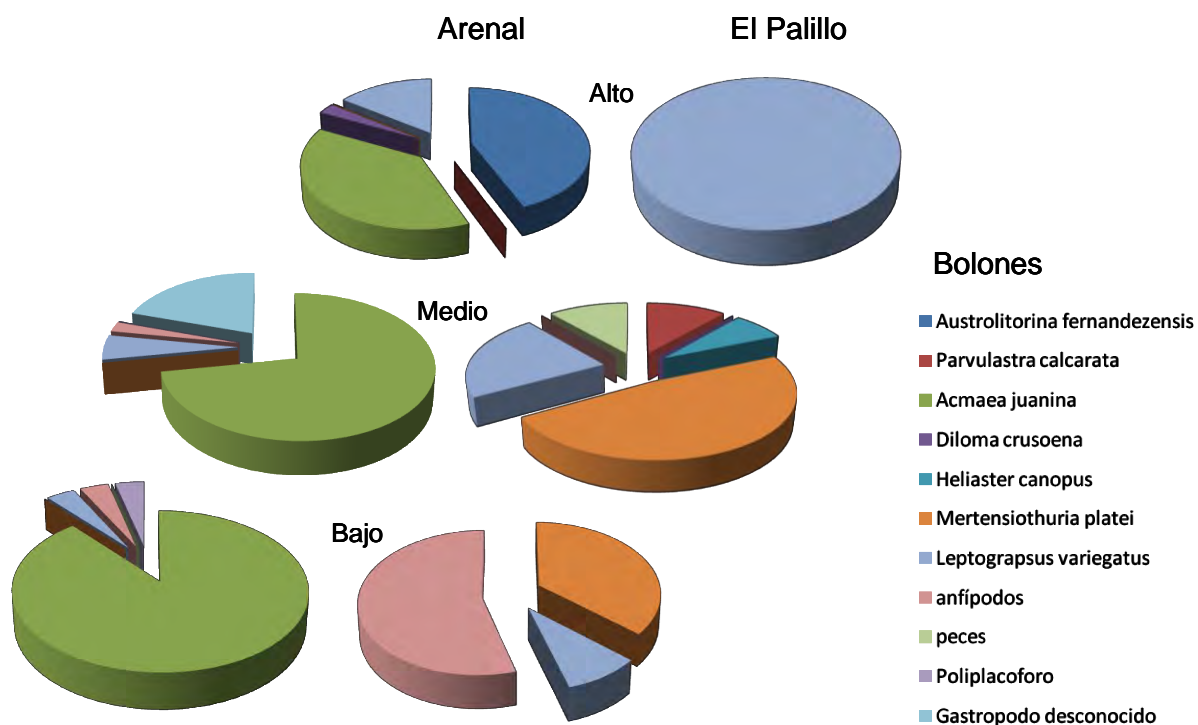


Gráfico 5. Abundancia relativa de especies móviles en el hábitat bolones para el sitio El Arenal y El Palillo. Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Abundancia relativa de especies móviles en el hábitat bolones para el sitio El Arenal y El Palillo

| Especies | El Arenal | | | El Palillo | | |
|---------------------------------------|-----------|-------|------|------------|-------|------|
| | Alto | Medio | Bajo | Alto | Medio | Bajo |
| <i>Austrolittorina fernandezensis</i> | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Parvulastra calcarata</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,0 |
| <i>Acmaea juanina</i> | 9,3 | 15,3 | 12,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Diloma nigerrima</i> | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Heliaster canopus</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 |
| <i>Mertensiothuria platei</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 2,0 |
| <i>Leptograpsus variegatus</i> | 3,6 | 1,2 | 0,5 | 7,2 | 1,8 | 0,5 |
| <i>anfipodos</i> | 0,0 | 0,5 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 3,0 |
| <i>Peces</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,0 |
| <i>Poliplacoforo</i> | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Gastropodo desconocido</i> | 0,0 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Fuente: elaboración propia

La abundancia y composición de especies móviles también contrasta entre ambientes (hábitats) para los diferentes niveles de marea en El Palillo. Se observó una diferencia significativa en la composición de especies del sitio El Palillo entre hábitats y niveles de marea (PERMANOVA, $df = 4$, Pseudo-F= 2,319, P-value = 0.001). El análisis de similitud acumulativa porcentual (SIMPER) evidenció que las especies que aportan en mayor proporción a las diferencias entre bolones y plataformas (71,6%) son *Austrolittorina fernandezensis* (22,8%), crustosas (21,2%), *Gelidium* sp.1 (10,8%), *Chaetomorpha firma* (9%) y *Chondracanthus intermedius* (7,8%). Las especies que aportan en mayor proporción a las diferencias entre plataformas y acantilados (69,5%) son *Austrolittorina fernandezensis* (28,5%), *Corallina* sp. (11%), *Gelidium* sp.1 (10,9%), *Chaetomorpha firma* (10,6%) y las crustosas (8,5%). Entre bolones y acantilados las especies que aportan en mayor proporción (70,1%) a estas diferencias son crustosas (27,2%), *Gelidium* sp.1 (13,5%), *Corallina* sp. (11,7%), *Chondracanthus intermedia* (11,1%) y *Austrolittorina fernandezensis* (6,6%).

Leptograpsus variegatus domina en hábitat de bolones, mientras que *Austrolittorina fernandezensis* es la especie más abundante en plataformas y acantilados del intermareal alto (Gráfico 6 y Tabla 8). En el intermareal medio se observan mayores diferencias, con una clara

dominancia de *Heliaster canopus* en acantilados, mayor abundancia del holotúrido *Holothuria (Mertensiothuria) platei* en bolones, y una distribución equitativa de 5 especies en plataformas (*Austrolittorina fernandezensis*, *Parvulastra calcarata*, *Heliaster canopus*, *Holothuria (Mertensiothuria) platei* y *Leptograpsus variegatus*). Siguiendo el mismo patrón, las plataformas mostraron una distribución más equitativa de especies en el intermareal bajo (con mayor abundancia de *Leptograpsus variegatus*), mientras que se observó una alta abundancia de *Holothuria (Mertensiothuria) platei* en acantilados, y de anfípodos y *Holothuria (Mertensiothuria) platei* en bolones (Gráfico 6 y Tabla 8).

Abundancia relativa de especies móviles

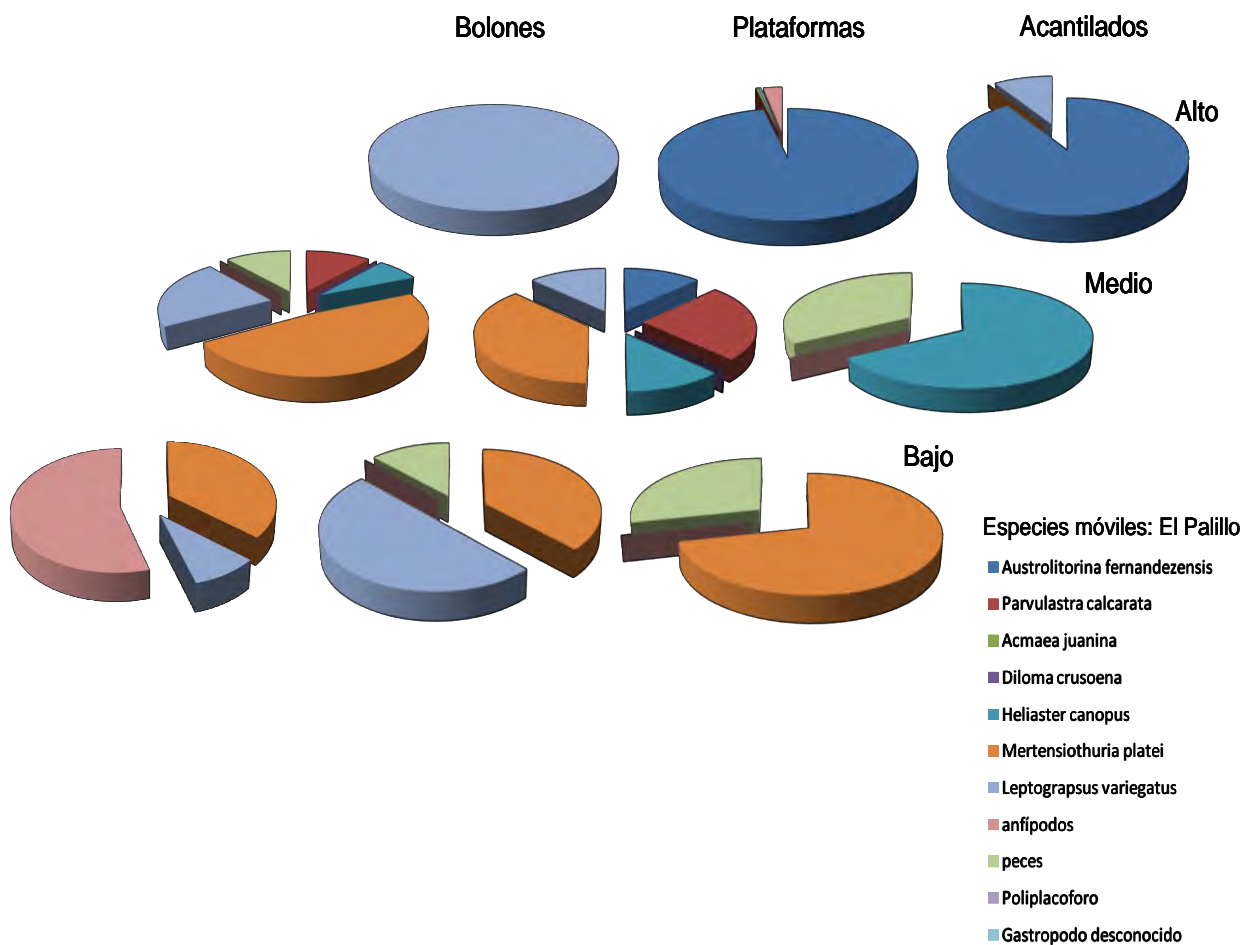


Gráfico 6. Abundancia relativa de especies móviles en los distintos hábitats y niveles de marea para el sitio El Palillo. Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Abundancia relativa de especies móviles en los distintos hábitats y niveles de marea para el sitio El Palillo

| Especies | Bolones | | | Plataformas | | | Acantilados | | |
|--------------------------------------|---------|-------|------|-------------|-------|------|-------------|-------|------|
| | Alto | Medio | Bajo | Alto | Medio | Bajo | Alto | Medio | Bajo |
| <i>Austrolitorina fernandezensis</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 171,5 | 0,5 | 0,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Parvulastra calcarata</i> | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Acmaea juanina</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Diloma nigerrima</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Heliaster canopus</i> | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 |
| <i>Mertensiothuria platei</i> | 0,0 | 4,0 | 2,0 | 0,0 | 1,5 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 5,0 |
| <i>Leptograpsus variegatus</i> | 7,2 | 1,8 | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 1,6 | 1,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>anfipodos</i> | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 4,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>peces</i> | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 1,0 | 2,0 |
| <i>Poliplacoforo</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Gastropodo desconocido</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Fuente: elaboración propia

La diferencia en patrones de abundancia y composición de especies entre hábitats es menor en especies sésiles que en especies móviles. Como es de esperar, en el intermareal alto se encuentran muy pocas especies y está dominado por roca desnuda (Gráfico 7 y Tabla 9). Entre las especies sésiles que se observaron en el intermareal alto se encuentran Crustosas, *Gelidium sp.1* y *Jehlius cirratus*. En el intermareal medio disminuye la fracción de roca desnuda, y aproximadamente la mitad del sustrato primario se encuentra ocupado por las especies *Gelidium sp.1* y Crustosas en bolones, *Gelidium sp.1*, *Ulva rigida* y Crustosas en plataformas y *Gelidium sp.1*, Crustosas y *Corallina sp.* en acantilados. En bolones son igualmente importantes las Crustosas. La dominancia disminuye hacia el intermareal bajo, adonde las especies más importantes son *Chondracanthus intermedius*, Crustosas y *Gelidium sp.1* en bolones, *Chaetomorpha firma* y Crustosas en plataformas y *Corallina sp.*, *Chondracanthus intermedius* y *Jania rosea* en acantilados (Gráfico 7 y Tabla 9).

Abundancia relativa de especies sésiles

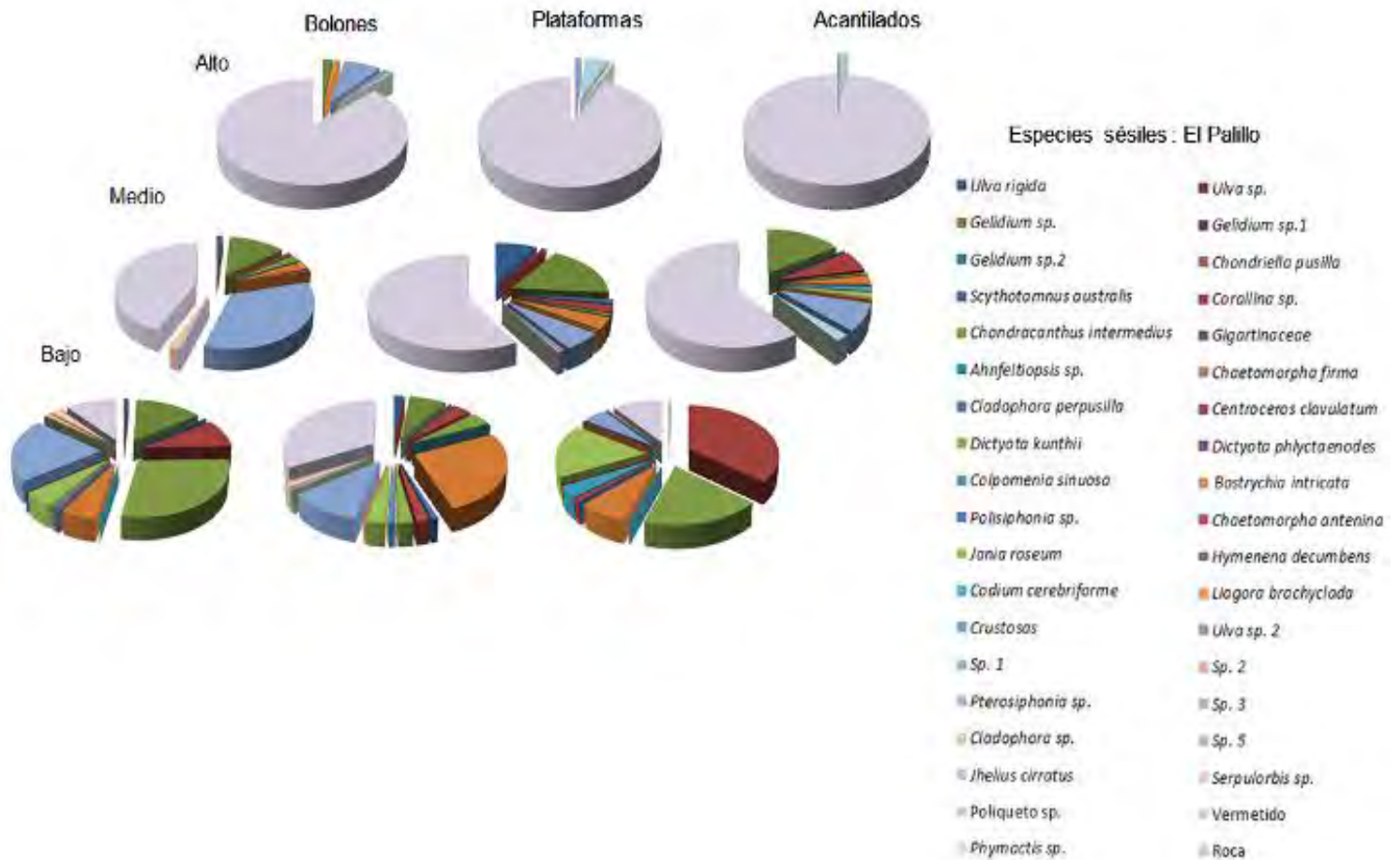


Gráfico 7. Abundancia relativa de especies sésiles en los distintos hábitats y niveles de marea para el sitio El Palillo. *Fuente: elaboración propia.*

Tabla 9. Abundancia relativa de especies sésiles en los distintos hábitats y niveles de marea para el sitio El Palillo

| Especies | Bolones | | | Plataformas | | | Acantilados | | |
|-----------------------|---------|-------|------|-------------|-------|------|-------------|-------|------|
| | Alto | Medio | Bajo | Alto | Medio | Bajo | Alto | Medio | Bajo |
| <i>Ulva rigida</i> | 0,0 | 1,2 | 0,9 | 0,0 | 8,0 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Ulva sp. 1</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Ulva sp. 2</i> | 0,7 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,6 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Gelidium sp. 1</i> | 2,0 | 12,8 | 13,9 | 0,1 | 17,7 | 7,5 | 0,2 | 15,4 | 0,3 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Gelidium sp. 2</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Gelidium sp. 3</i> | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Chondriella pusilla</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Scythotamnus australis</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Corallina sp.</i> | 0,0 | 1,0 | 9,4 | 0,0 | 2,5 | 4,0 | 0,0 | 6,5 | 35,8 |
| <i>Chondracanthus intermedius</i> | 0,0 | 2,1 | 28,4 | 0,0 | 0,6 | 4,2 | 0,0 | 0,6 | 18,8 |
| <i>Gigartinaceae</i> | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Ahnfeltiopsis sp.</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Chaetomorpha firma</i> | 0,0 | 2,8 | 5,6 | 0,0 | 4,0 | 26,3 | 0,0 | 2,8 | 7,7 |
| <i>Cladophora perpusilla</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Centroceros clavulatum</i> | 0,0 | 0,7 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 |
| <i>Dictyota kunthii</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Dictyota phlyctaenodes</i> | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Colpomenia sinuosa</i> | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 1,5 | 3,7 |
| <i>Bostrychia inticata</i> | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Polisiphonia sp.</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Chaetomorpha antenina</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Jania roseum</i> | 0,0 | 0,0 | 5,1 | 0,0 | 0,2 | 3,0 | 0,0 | 1,5 | 17,3 |
| <i>Hymenena decumbens</i> | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Codium cerebriforme</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Liagora brachyclada</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 |
| <i>Cladophora sp.</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Pterosiphonia sp.</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Crustosas</i> | 7,4 | 34,2 | 21,1 | 0,7 | 5,9 | 11,2 | 0,3 | 8,6 | 4,9 |
| <i>Sp. 1</i> | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Sp. 2</i> | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Sp. 3</i> | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Sp. 4</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Jhelius cirratus</i> | 0,2 | 0,4 | 0,0 | 5,0 | 0,2 | 0,1 | 1,1 | 2,2 | 0,0 |
| <i>Serpulorbis sp.</i> | 0,2 | 1,2 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,3 |
| <i>Poliqueto sp.</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Vermetido</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Phymactis sp.</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Roca</i> | 87,9 | 43,5 | 10,6 | 93,2 | 58,0 | 32,8 | 98,5 | 60,5 | 10,2 |

Fuente: elaboración propia

Aunque la diversidad de hábitats es diferente entre sitios, lo que podría conllevar una mayor riqueza de especies global y especies únicas solamente en El Palillo, encontramos que varias especies estaban presentes solo en un sitio. En El Palillo se detectaron 9 especies que no estaban

presentes en los muestreos de El Arenal (Tabla 3; 3 especies no identificadas a nivel de especie) mientras que en El Arenal se encontraron 7 especies no detectadas en El Palillo (Tabla 10; 4 no identificadas a nivel de especie). Un dato interesante es que la abundancia total de invertebrados móviles es cuatro veces superior en el hábitat de bolones de El Arenal (promedio= 1,91, ES= 0,14), que en el mismo hábitat de El Palillo (promedio= 0,63, ES= 0,47) y eliminar el gráfico.

Tabla 10. Especies encontradas solo en el hábitat de bolones en los sitios El Palillo y El Arenal. .

| Grupo taxonómico | Especies | El Palillo | El Arenal |
|------------------|------------------------------|------------|-----------|
| Algas | <i>Ulva</i> sp. 1 | x | |
| | <i>Gelidium</i> sp.1 | x | |
| | <i>Cladophora perpusilla</i> | x | |
| | <i>Dictyota kunthii</i> | x | |
| | <i>Codium cerebriforme</i> | x | |
| | <i>Liagora brachyclada</i> | x | |
| | <i>Pterosiphonia</i> sp. | x | |
| Poliqueto | Poliqueto sp. | x | |
| Molusco | <i>Vermetidae</i> sp. | x | |
| Peces | <i>Parapercis dockinsi</i> | x | |
| Algas | <i>Chondriella pusilla</i> | | x |
| | <i>Ahnfeltiopsis</i> sp. | | x |
| | <i>Cladophora</i> sp. | | x |
| | <i>Polisiphonia</i> sp. | | x |
| Moluscos | <i>Diloma nigerrima</i> | | x |
| | <i>Plaxiphora fernandesi</i> | | x |
| | Gasterópodo desconocido | | x |

Fuente: elaboración propia

La prevalencia de los diferentes grupos funcionales de algas varía entre sitios, hábitats y niveles de marea (Gráfico 8). Debido a que en el intermareal alto la cobertura de algas no superó el 2%, este nivel no fue incluido en los análisis. En el intermareal medio se observó una dominancia de algas corticales en todos los sitios y hábitats (Gráfico 8a). En el intermareal bajo la cobertura de los grupos funcionales fue mucho más variable (Gráfico 8b). Entre los diferentes hábitats se observó que en acantilados dominan las algas calcáreas articuladas, en las plataformas cobran importancia las algas filamentosas, y en bolones las crustosas y corticales. Es interesante que aún dentro de los

hábitats de bolones de El Palillo y El Arenal existen diferencias (Gráfico 8). Aunque las algas corticales y crustosas son dominantes en El Arenal y El Palillo, las algas filamentosas solo fueron abundantes en El Arenal (Gráfico 8).

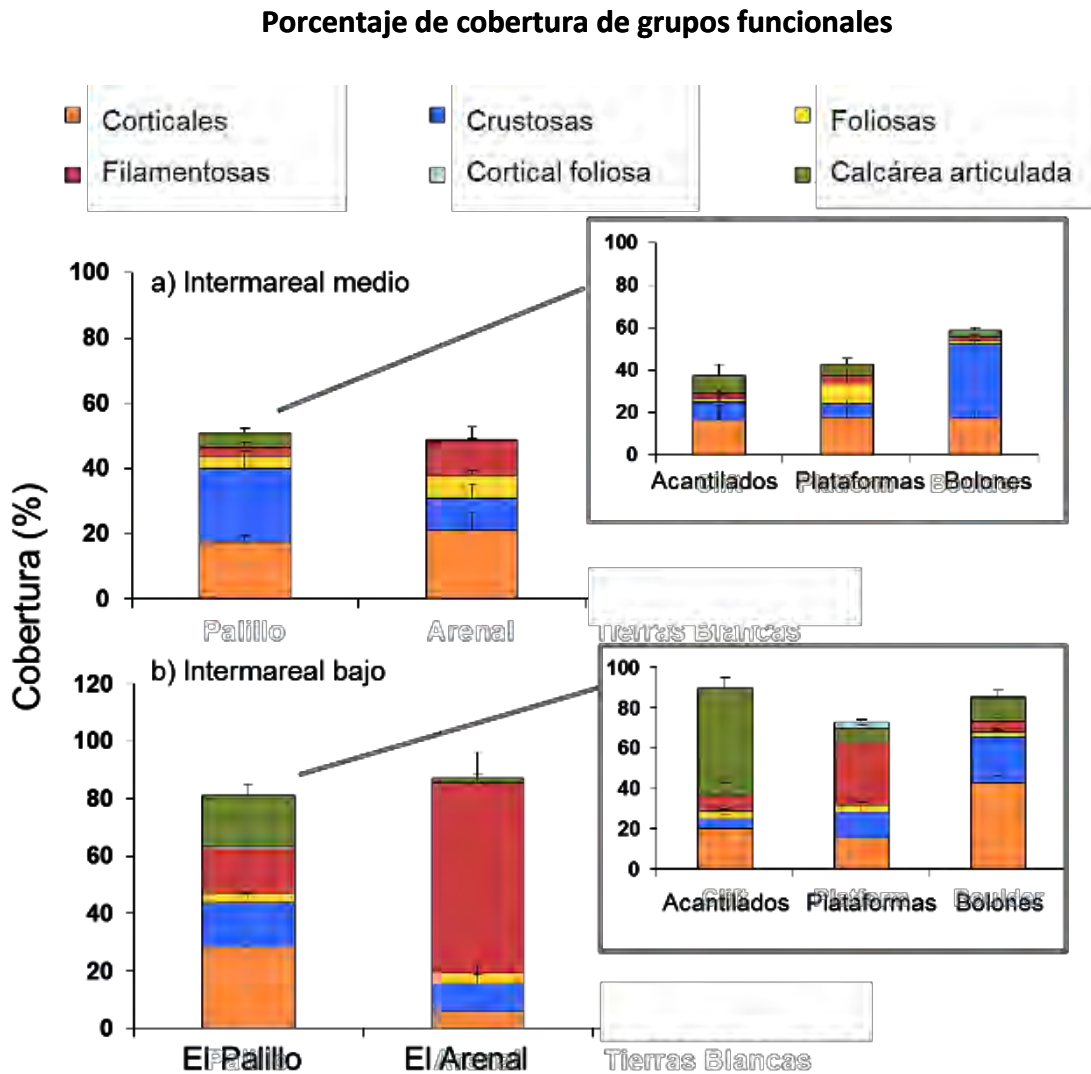


Gráfico 8. Porcentaje de cobertura de algas (\pm Error Estándar) ordenadas por grupos funcionales, entre sitios y entre hábitats de El Palillo. *Fuente: elaboración propia.*

La abundancia de invertebrados móviles fue baja pero muy variable entre los sitios y hábitats. En El Palillo los grupos tróficos estuvieron distribuidos equitativamente, mientras que El Arenal mostró una clara dominancia de herbívoros (Gráfico 9).

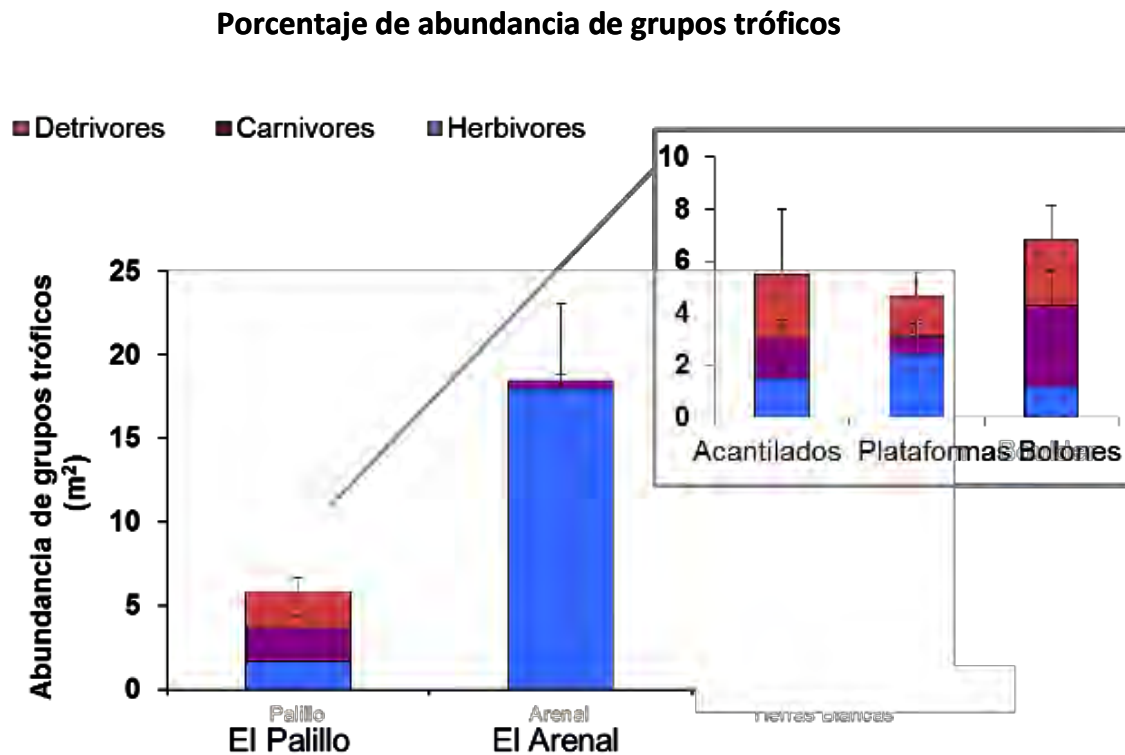


Gráfico 9. Porcentaje de abundancia (\pm Error Estándar) de los diferentes grupos tróficos de invertebrados móviles entre sitios, y entre hábitats de El Palillo. *Fuente: elaboración propia.*

Comparación con estudios previos

Aunque no se disponen de estudios previos en El Arenal, los datos de este informe pueden ser comparados con muestreos realizados en el 2007 y 2010 por Díaz *et al.* (2007, 2010), con la misma metodología de muestreo (cuadrantes en transectos a lo largo de la zona intermareal), en hábitats de bolones y acantilados para El Palillo. Los acantilados fueron muestreados en el 2007 y 2014 (este estudio), observándose importantes diferencias en composición de especies (Tabla 11), aunque la riqueza total no varió. Sin embargo, sólo el 30% de las especies registradas en nuestro estudio fueron observadas en 2007 y 2014 (Tabla 11). El 70% de las especies restantes fueron

registradas en uno sólo de los muestreos; el 35% de las especies fueron registradas sólo en el 2007 (ocho especies de algas), y el 35% sólo en el 2014 (seis especies algas y dos de equinodermos; Tabla 11).

Tabla 11. Especies asociadas a acantilados encontradas en estudios previos (Díaz *et al.* 2007) y en este estudio (2014).

| Grupo taxonómico | Especies asociadas a acantilados | 2007 | 2014 |
|--------------------------------|--|-----------|-----------|
| Algas | <i>Gelidium sp.1 (pseudointricatum)</i> | | x |
| | <i>Corallina sp.</i> | X | x |
| | <i>Chondracanthus intermedius</i> | X | x |
| | <i>Chaetomorpha firma</i> | X | x |
| | <i>Centroceros clavulatum</i> | | x |
| | <i>Colpomenia sinuosa</i> | X | x |
| | <i>Jania rosea</i> | | x |
| | <i>Liagora brachyclada</i> | | x |
| | Crustosas (No identificada) | | x |
| | <i>Serpulorbis sp.</i> | | x |
| | <i>Ulva linza</i> | X | |
| | <i>Ulva rigida</i> | X | |
| | <i>Splachnidium rugosum</i> | X | |
| | <i>Ceramium sp.</i> | X | |
| | <i>Dictyota sp.</i> | X | |
| | <i>Amphiroa sp.</i> | X | |
| | <i>Padina fernandeziana</i> | X | |
| <i>Distromium skottsbergii</i> | X | | |
| Crustáceos | <i>Jhelius cirratus</i> | X | x |
| | <i>Leptograpsus variegatus</i> | X | x |
| Moluscos | <i>Austrolittorina fernandezensis</i> | X | x |
| Equinodermos | <i>Heliaster canopus</i> | | x |
| | <i>Holothuria (Mertensiothuria) platei</i> | | x |
| Peces | <i>Scartichtys variolatus</i> | | x |
| | Total | 15 | 16 |

Dentro del hábitat de bolones, también se encontraron diferencias importantes entre estudios previos (2007 y 2010) y nuestro muestreo, aunque en este caso se observaron diferencias importantes en composición y número de especies (Tabla 12). Nuestro estudio detectó el doble de especies que muestreos previos, explicado fundamentalmente por la riqueza de algas que es el

grupo más diverso, gracias a que tuvimos el apoyo de un experto en el grupo (Dr. Erasmo Macaya) en terreno. Nuevamente, el 30% de las especies se encontraron en el 2007, 2010 y 2014. Esto se explica porque 6 especies (20%) fueron observadas en muestreos previos, pero no en el 2014, y porque 15 especies (50%) fueron registradas en el 2014, pero no previamente (Tabla 12).

Tabla 12. Especies asociadas a bolones en El Palillo encontradas en estudios previos (Díaz *et al.* 2007 y 2010) y en este estudio (2014).

| Grupo taxonómico | Especie asociadas a bolones | 2007 | 2010 | 2014 |
|------------------|---------------------------------------|------|------|------|
| Algas | <i>Ulva linza</i> | X | X | |
| | <i>Ulva rigida</i> | X | X | X |
| | <i>Ulva sp. 2</i> | | | X |
| | <i>Gelidium sp. 1</i> | | | X |
| | <i>Gelidium sp.2</i> | | | X |
| | <i>Corallina sp.</i> | | | X |
| | <i>Chondracanthus intermedius</i> | X | X | X |
| | <i>Gigartinaceae</i> | | | X |
| | <i>Chaetomorpha firma</i> | | | X |
| | <i>Centroceros clavulatum</i> | | | X |
| | <i>Dictyota phlyctaenodes</i> | | | X |
| | <i>Colpomenia sinuosa</i> | X | X | X |
| | <i>Bostrychia intricata</i> | | | X |
| | <i>Jania rosea</i> | | | X |
| | <i>Hymenena decumbens</i> | | | X |
| | <i>Splachnidium sp.</i> | X | X | |
| | <i>Crustosas</i> | | | X |
| | <i>Sp. 1</i> | | | X |
| | <i>Sp. 2</i> | | | X |
| <i>Sp. 3</i> | | | X | |
| Poliqueto | <i>Thylacodes sp.</i> | | | X |
| Crustáceos | <i>Jelhius cirratus</i> | X | X | X |
| | <i>Leptograpsus variegatus</i> | X | X | X |
| | <i>Anfípodo sp.</i> | | | X |
| Moluscos | <i>Austrolittorina fernandezensis</i> | X | X | X |
| | <i>Acmaea juanina</i> | X | X | X |
| | <i>Diloma nigerrima</i> | X | X | |
| Cnidarios | <i>Phymactis sp. 1</i> | X | X | |
| | <i>Phymactis sp. 2</i> | X | X | |
| | <i>Parvulastra calcarata</i> | X | X | X |

| | | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|-----------|
| Equinodermos | <i>Heliaster canopus</i> | X | X | X |
| | <i>Holothuria (Mertensiothuria) platei</i> | | X | X |
| Peces | <i>Parapercis dockinsi</i> | | | X |
| | Total | 14 | 15 | 28 |

5.2 Zona Submareal

Metodología

Para caracterizar las comunidades submareales de algas, macroinvertebrados (móviles y sésiles) y peces (pelágicos y bentónicos), se realizaron muestreos mediante buceo autónomo en marzo del 2014. En cada sitio, 6-10 transectos de 50 m de longitud fueron extendidos perpendiculares a la línea de costa, abarcando desde los 2 a los 15.5 m de profundidad. Los transectos estuvieron separados por 30 m aproximadamente entre cada uno de ellos. Se realizaron 10 transectos en el sector dEl Palillo, 6 en el sector El Arenal y 7 en Tierras Blancas. Para minimizar errores de observación, los mismos 4 buzos realizaron los muestreos a lo largo del estudio. En cada sitio de estudio se realizaron mediciones de las masas de aguas, dado que la escala económica y temporal del proyecto no permite un estudio oceanográfico acabado.

Caracterización ambiental

Se registraron diferentes parámetros abióticos en cada sitio de muestreo: (a) profundidad, (b) temperatura, (c) visibilidad y (d) complejidad del sustrato (rugosidad). La profundidad se midió desde la línea de la costa hasta una profundidad máxima de 15 metros (límite de los parques marinos). A lo largo de cada transecto un buzo registraba la profundidad cada 10 metros (5 mediciones de por cada transecto de 50 metros). Además, en cada transecto se registró la visibilidad, midiendo la distancia horizontal al inicio del transecto hasta el punto de máxima claridad entre puntos del transecto. La temperatura *in situ*, se registró con termógrafos digitales al inicio de cada transecto en los sitios de estudio a profundidades mayores a 5 metros. El índice de complejidad del sustrato, al igual que en ambientes intermareales, se midió por transecto utilizando una cuerda con flotabilidad negativa de 10 mm ancho y de longitud de 15 metros, que contorneaba el fondo. Luego se midió la distancia lineal entre los puntos y se estableció la razón entre ambas medidas. Valores cercanos a 1 indican una baja complejidad, es decir el sustrato es dominado por gravilla, pequeños bolones y/o arena (Luckhurst & Luckhurst 1978).

Zonación de especies sésiles en ambientes submareales

El porcentaje de cobertura de organismos sésiles (algas y macroinvertebrados) se obtuvo mediante cuadrantes de 50 x 50 cm (0,25 m²) con 81 puntos de intersección (CPI) equiespaciados, los que fueron dispuestos aleatoriamente en 2 posiciones en cada estación de

muestreo a lo largo del transecto (4 estaciones por lo tanto $n = 8$ cuadrantes por transecto). El recuento de organismos sésiles fue registrado *in situ*, identificándose las especies hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Los organismos no identificados, fueron colectados y almacenados en alcohol (97%) para su posterior identificación, tomando como referencia el estudio realizado por Ramírez & Osorio (2000).

Abundancia y riqueza de macroinvertebrados móviles

La abundancia y composición de macroinvertebrados móviles fue evaluada por medio de censos visuales a lo largo de transectos de 50 m, cuantificándose el número total de individuos presentes 1 m a cada lado del transecto. El área muestreada en cada transecto fue de 100 m². La identificación de especies fue realizada *in situ*, y cuando fue necesario, algunos individuos fueron recolectados para su posterior identificación en el laboratorio.

Abundancia y riqueza de peces costeros

La abundancia y riqueza de peces costeros se cuantificó mediante muestreos visuales (y fotográficos). Utilizando la metodología de muestreo empleada en Robinson Crusoe (ver Ramírez *et al.* 2013) y en Chile Continental (ver Pérez-Matus *et al.* 2007) un buzo cuantificó la abundancia, densidad y estructura de tallas de peces costeros en los tres sitios de estudio (El Palillo, Tierras Blancas y El Arenal). En cada sitio de muestreo se utilizaron transectos de 50 m de longitud separados por 30 metros entre ellos (ver secciones anteriores). En cada transecto, la identificación y abundancia de peces se estimó a 2 m de distancia a cada lado del transecto y 5 m en frente del buzo registrando todas aquellas especies mayores a 5 cm de longitud total (juveniles y adultos). El área muestreada de cada transecto fue de 200 m². Las especies crípticas u organismos juveniles (tallas menores a los 5 cm de longitud total) se registraron a 1 m a cada lado del transecto cubriendo un área de 50 m². Los transectos fueron posicionados perpendiculares a la línea de costa entre los 0 a 20 m de profundidad. Todos los transectos fueron realizados por el mismo buzo científico (para disminuir el error de muestreo). Las fotografías fueron utilizadas para identificación de especies y por ende para la completar el catastro de riqueza de especies (no se usaron para estimaciones de abundancia o talla). Para evitar potenciales efectos conductuales que se desconocen (no existen estudios conductuales para peces del archipiélago) que podrían afectar las estimaciones de abundancia de las especies ícticas, los muestreos se estandarizaron

realizándose siempre entre las 10 y 16 hrs. Adicionalmente, en cada transecto se posicionó una cámara de video estacionaria (go-Pro hero 3) para contrastar la composición de peces identificadas mediante censos visuales. Cada especie fue categorizada en distintos hábitat según Froese & Pauly (2014) y de acuerdo a diferentes grupos tróficos según Ojeda & Aviles (1987), Dyer & Westneat (2010) y Ramírez *et al.* (2013), incluyendo 1) herbívoros, 2) planctívoros, 3) invertívoros (carnívoros que consumen invertebrados), 4) omnívoros y 5) piscívoros.

Con la información recopilada sobre las especies peces de los distintos sitios se hicieron fichas de identificación de las especies más comunes (Anexo II.3).

Epifauna de hábitats someros y profundos (succiones de fondo)

Los invertebrados de tallas menores a los 5 cm, y que habitan sobre fondos blandos, gravilla o intersticios, se extrajeron mediante el uso de bombas de succión en 5 cuadrantes de 50 x 50 cm a profundidades someras (5 metros) y profundas (15 metros) por cada sitio de muestreo. Las succiones fueron recolectadas en bolsas de malla de 5 mm de abertura y se realizaron 5 réplicas por cada profundidad. Cada réplica fue posteriormente tamizada y las especies fueron cuantificadas e identificadas al nivel taxonómico más bajo posible. Sin embargo no existen claves de identificación taxonómica para muchas especies de invertebrados. En consecuencia, para algunos casos, se necesitan estudios adicionales para tener certeza de la clasificación de las especies encontradas. Por esto que se definieron las especies no identificadas como sp (ver más explicaciones arriba).

Disponibilidad de larvas, reclutas y meso-invertebrados en sector El Palillo

Con el objetivo de evaluar los ensambles de meso-invertebrados y estadios tempranos de vida (e.g. larvas y juveniles) de varias especies de peces e invertebrados (e.g. crustáceos, equinodermos, anélidos), se emplearon trampas de luz y SMURFS (en inglés, Standard Monitoring Units for recruitment of Fish o Unidades de monitoreo estandarizadas para el reclutamiento de peces) en El Palillo, Bahía Cumberland. La metodología de muestreo mediante trampas de luz, se asemeja al uso de una nasa fabricada con aluminio y acrílico en cuyo interior se adhiere un sistema de luz sumergible (ver Thorrold 1994; Moltschanivskyj & Doherty 1995; Martins & Álvarez 2006). La abundancia y distribución de larvas de peces y otras especies que poseen ciclos de vida

complejos (fase pelágica y bentónica como crustáceos y moluscos) se determinó en este sitio durante Marzo de 2014. Una trampa de luz fue colocada durante 6 días consecutivos a 3 metros desde la superficie por 12 horas nocturnas y las muestras retiradas la mañana siguiente a cada noche de muestreo. Adicionalmente, 10 SMURFS fueron colocados durante dos semanas y distribuidos en profundidades someras (5 metros) y profundas (15 metros). Las especies fueron colectadas cada 3 días, para luego ser cuantificadas, identificadas y preservadas en alcohol 97% para posteriores análisis en laboratorio. Este muestreo no estaba comprometido para los informes de este proyecto, y no fue posible de implementar en todos los sitios porque requería monitoreo diario. Se requiere más financiamiento para poder entender la disponibilidad larval de los parques marinos. Sin embargo este es un primer acercamiento. .

Resultados

Caracterización ambiental y oceanográfica

La visibilidad horizontal fue sobre los 10 metros en todos los días de muestreo, con un promedio de 11 m (± 0.7 ES). Los rangos de visibilidad variaron entre 8 a 15 m en El Arenal, mientras que en El Palillo oscilaron entre los 10 a 15 m (Gráfico 9). En Tierras Blancas la visibilidad varó entre los 9 a 13 m (Gráfico 9). En base a estos resultados, no se evidencian diferencias en la visibilidad entre los sitios. Si es importante enfatizar que visibilidad promedio superior a 10 metros fue fundamental para realizar los censos visuales en este proyecto.

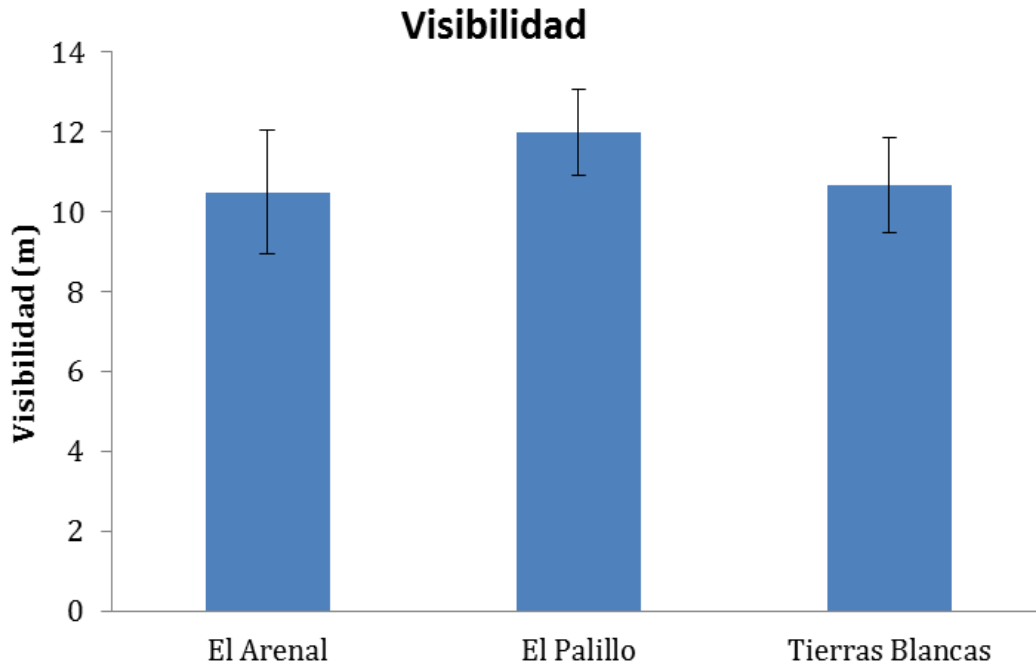


Grafico 9. Promedio de visibilidad (\pm EE) por transectos en los sitios de estudio. *Fuente: elaboración propia.*

La temperatura promedio registrada al comienzo de los censos visuales en los sitios de muestreo fue de 19,03 °C (\pm 0.3 ES). La temperatura bajo el nivel del mar varió entre los 19 a los 20 °C en El Palillo. Fue el único sitio en que se observó una variación de 1°C en la temperatura. Los otros dos sitios no presentaron variaciones.

La profundidad promedio de los sitios de estudios fue de 9 m y no existieron diferencias significativas entre los sitios. Tierras blancas fue el sitio con mayor profundidad (Gráfico 10).

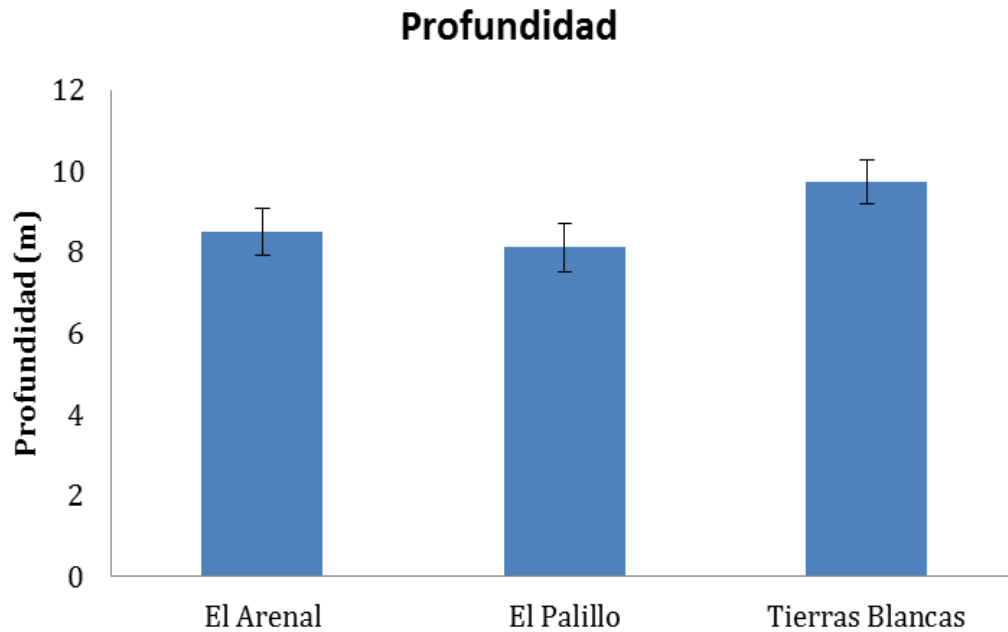


Grafico 10: Promedio de profundidad (\pm EE) por transectos en los sitios de estudio. *Fuente: elaboración propia.*

Finalmente, el índice de complejidad (o de rugosidad) entre sitios fue diferente. Se determinaron valores cercanos a 1 en El Arenal. Esto indica que el fondo fue principalmente dominado por sustrato arenoso, pequeños bolones y gravilla (Gráfico 11). El índice de complejidad fue cercano a 0.9 en Tierras Blancas, e inferior aún en El Palillo, lo que indica que en este sector el sustrato estuvo dominado por gravilla y bolones de mayor tamaño que en Arenal y Tierras Blancas (Figura 10).

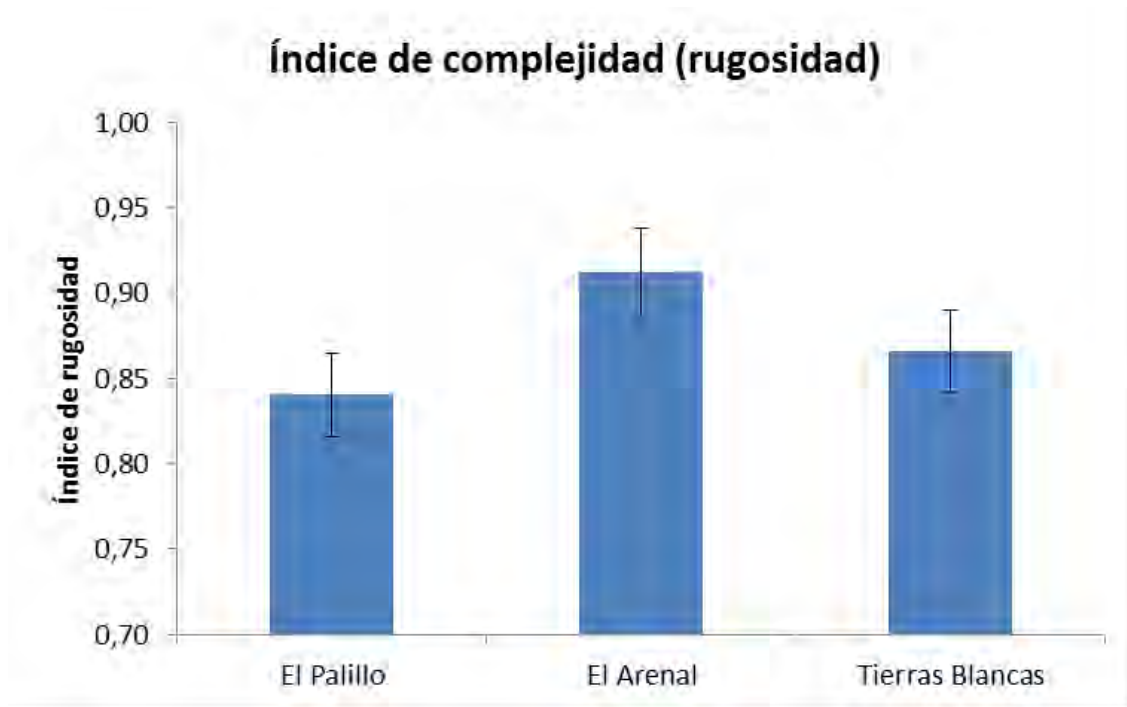


Gráfico 11. Promedio (\pm Error Estándar) del índice de complejidad (rugosidad) por transecto en los distintos puntos de muestreo. *Fuente: elaboración propia.*

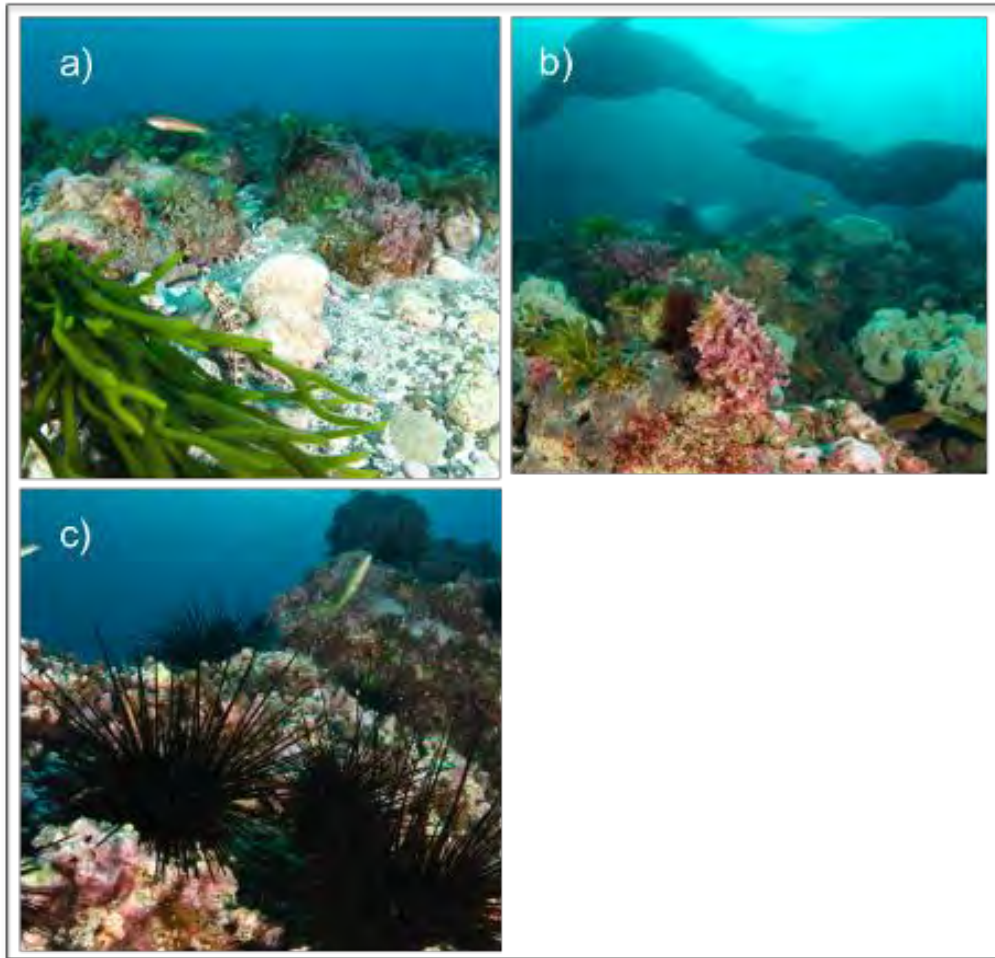


Figura 10. Imágenes submarinas que registran el sustrato característico en a) El Arenal, b) Tierras Blancas y c) El Palillo. Fuente Alejandro Pérez-Matus.

La escala temporal y los recursos económicos de este estudio no permitían una caracterización oceanográfica adecuada (corrientes, nutrientes, producción primaria) para los sitios de estudio, y por estas razones se realizaron mediciones de parámetros relevantes y accesibles. Las dificultades de realizar estudios oceanográficos en zonas remotas también se hace evidente al analizar la bibliografía existente, que da cuenta de la total ausencia de estudios oceanográficos en las zonas costeras en general, y los parques marinos en particular. Palma et al. (2011) sugiere que en base a información restringida (que no se presenta en el trabajo) los flujos de corrientes son contrastantes a diferentes profundidades. Estos flujos sumados al comportamiento larval (migración vertical) explicaría la retención de larvas de especies con ciclos de vida complejo.

Estudios recientes con modelos de circulación oceánica permiten proponer escenarios de conectividad de las subpoblaciones de la langosta de Juan Fernández, que estarían determinadas por forzantes oceanográficos fundamentalmente durante su extendida fase larval (9-16 meses). No obstante, no existen estudios oceanográficos para avalar estas sugerencias. Los resultados de simulaciones con el objetivo de evaluar la conectividad dan cuenta de niveles significativos de conectividad dentro del Archipiélago Juan Fernández, como también desde el Archipiélago hacia Islas Desventuradas (en este caso el flujo es unidireccional; Porobic *et al.* 2011) por lo que el Archipiélago Juan Fernández sería una población fuente de larvas. Los resultados del modelo sugieren que existiría un flujo migratorio bidireccional entre las islas Robinson Crusoe-Santa Clara y Alejandro Selkirk (Porobic *et al.* 2011). Estos estudios también sugieren que los mayores niveles de retención ocurren en la isla Alejandro Selkirk y en segundo lugar en el sistema constituido por la Isla Robinson Crusoe y Santa Clara (Porobic *et al.* 2011). Estos patrones de conectividad muestran variaciones interanuales que están fundamentalmente determinados por la direccionalidad de las corrientes (Porobic *et al.* 2011). Este tipo de resultados da cuenta (a) existirían patrones de retención larval en cada isla, los que podrían ser explicados por los mecanismos propuestos por Palma *et al.* (2011), (b) que existirían importantes corrientes que conectan las dos islas principales, y un flujo unidireccional hacia Islas Desventuradas, y (c) los importantes vacíos de conocimientos oceanográficos en la zona del Archipiélago de Juan Fernández.

En general, la zona comprendida por el Archipiélago Juan Fernández y las islas Desventuradas no han sido estudiadas en detalle y la información sobre los procesos físicos que operan tanto en la costa como en el océano es bastante escasa. Estudios en el Océano Pacífico sur oriental sobre la actividad de remolinos alrededor de los 30 grados de latitud sur contribuyen a entender la dinámica física del sistema (Hormazábal *et al.* 2004a). Estas estructuras generan una zona de alta energía cinética conocida como la zona de transición costera, que se extiende desde la costa hasta los 600-800 km costa afuera. En esta zona, los remolinos de mesoescala presentan una escala espacial típica de 200 km, y se mantienen por meses propagándose principalmente hacia el oeste y noroeste, y produciendo un transporte neto de $2 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Hormazábal *et al.* 2004a, 2004b). Se ha reportado que estas estructuras oceanográficas son procesos importantes en la circulación oceánica y en el transporte de organismos y nutrientes entre zonas aisladas (Hormazábal *et al.*

2004b). Esto sugiere que podría haber una fuerte conectividad oceanográfica a lo largo del cordón de Juan Fernández, y fundamentalmente desde Robinson Crusoe hacia Alejandro Selkirk. Estos remolinos tienen el potencial de transportar huevos, larvas, juveniles y adultos entre el continente y las islas, y también entre diferentes zonas del archipiélago (Andrade *et al.* 2012). Estos remolinos cumplirían un importante rol en transportar nutriente y clorofila desde zonas más productivas (corriente de Humboldt) hacia las pobres zonas oceánicas (Andrade *et al.* 2014). Estos remolinos al impactar con las islas producen, por efecto de masa de islas, un enriquecimiento local de nutrientes que explicaría la mayor productividad costera observada alrededor de las Islas del Archipiélago de Juan Fernández (Andrade *et al.* 2014).

Zonación submareal

Las algas cortical foliosas tuvieron una amplia distribución y abundancia en los sitios de muestreo, de estas, el alga *Distromium skottsbergii* tuvo el mayor porcentaje de cobertura, en el sitio El Palillo, alcanzando el 37%. También el alga endémica del archipiélago de Juan Fernández *Padina fernandeziana* tuvo una amplia distribución, alcanzando el 30% de cobertura en El Arenal. Por su parte el alga incustrante calcárea *Litophyllum sp.* presentó una extensa distribución, obteniendo el mayor porcentaje de cobertura en El Palillo (20%; Gráfico 12). Respecto a los invertebrados sésiles, el gasterópodo tubícola, perteneciente a la familia vermetidae, *Thylacodes sp.* fue el de mayor abundancia y distribución, exhibiendo un porcentaje de cobertura del 27% en El Palillo. Se observaron diferencias significativas entre los sitios de muestreos para la composición de especies que conforman la zonación submareal (PERMANOVA, $df = 2$, Pseudo-F= 7.8, P-value = 0.0001). De acuerdo al análisis de similitud porcentual (SIMPER), las especies que contribuyeron a estas diferencias fueron *D. skottsbergii* con un 23% entre El Palillo y El Arenal. *Ulva sp.* con un 18 % entre El Arenal y Tierras Blancas. Finalmente *D. skottsbergii* y *Litophyllum sp.* con 30% y 16% respectivamente, entre El Palillo y Tierras Blancas.

Promedio de abundancia de organismos sésiles

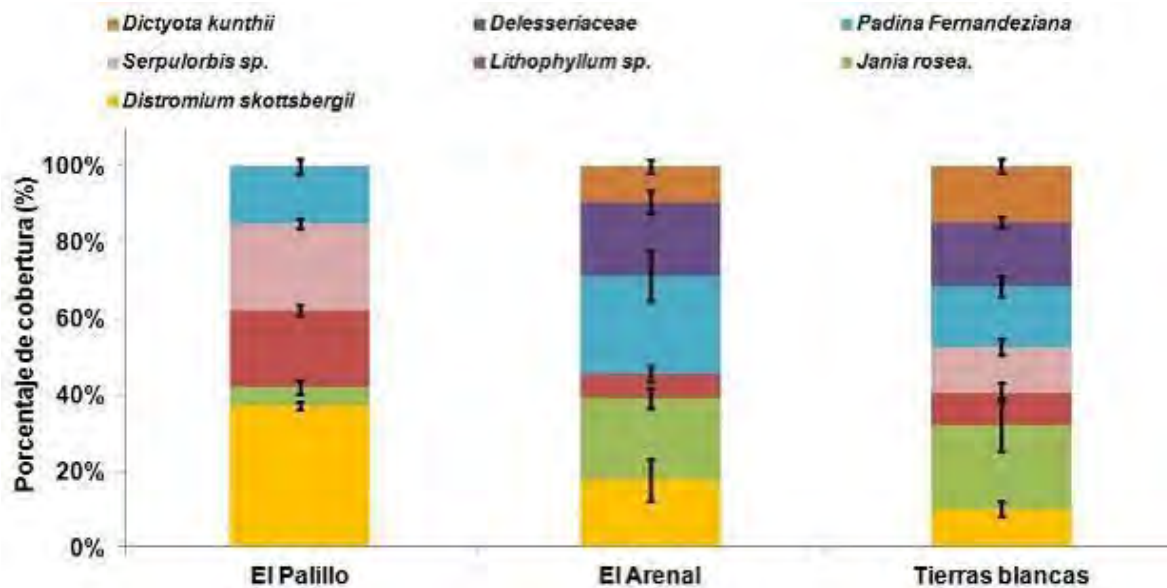


Gráfico 12. Promedio (\pm Error Estándar) de la abundancia de organismos sésiles en 0,25 m² en los distintos puntos de muestreo. *Fuente: elaboración propia.*

Las diferencias significativas se pueden visualizar en el análisis de escalamiento no métrico-multidimensional (Gráfico 13), donde se establecen diferencias entre los sitios. Por ejemplo el sector El Palillo se agrupó de acuerdo a la composición de organismos que componen la zonación submareal, mientras que El Arenal y Tierras Blancas fueron similares en las especies que conforman el sustrato.

Zonación submareal (especies)

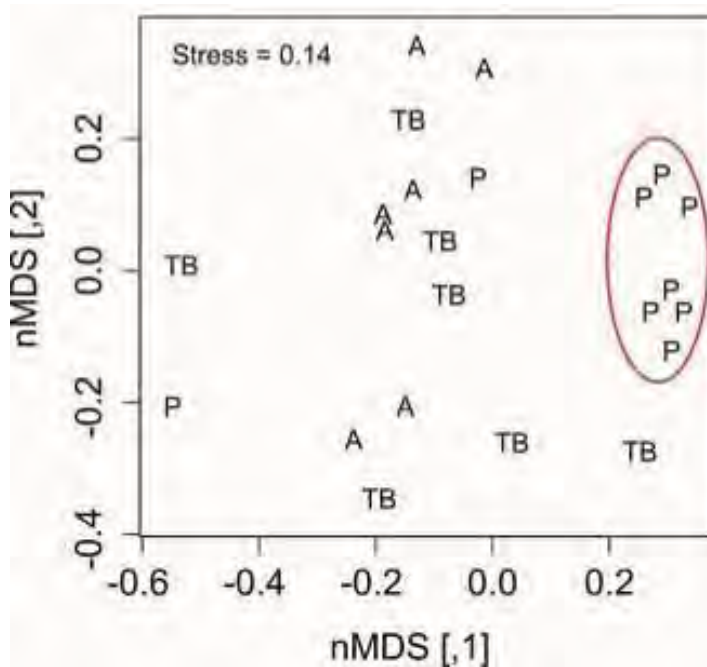


Gráfico 13. Gráfico de ordenación NMDS (escalamiento no métrico-multidimensional) mostrando la interrelación de las especies que conforman la zonación submareal entre los diferentes sitios de muestreo, donde (P) corresponde al sitio de muestreo El Palillo, (A) El Arenal y (TB) Tierras Blancas. *Fuente: elaboración propia.*

Las algas pertenecientes al grupo funcional cortical foliosa (*D. skottsbergii*, *D. kunthii*, *D. phlyctaenodes* y *P. fernandeziana*), fueron las que tuvieron una mayor distribución y abundancia en los sitios de muestreo, superando el 40% de cobertura en todos los sitios (Gráfico 14). Estas alcanzaron un 62% de cobertura en El Palillo. También se destaca el grupo funcional compuesto por algas calcáreas articuladas (*Corallina sp.* y *Jania rosea*), que tuvieron un porcentaje de cobertura en El Arenal superior al 20%. Se presentaron diferencias significativas entre los sitios de muestreos para los grupos funcionales de algas que conforman la zonación submareal (PERMANOVA, $df=2$, Pseudo-F = 5, P-value = 0.001). De acuerdo al análisis de similitud porcentual (SIMPER), el grupo funcional que contribuyó a estas diferencias fue el grupo de algas corticales foliosas con un 24% entre El Palillo y El Arenal, un 31% entre El Arenal y Tierras Blancas. Finalmente este grupo contribuyó a un 37% entre El Palillo y Tierras Blancas.

Porcentaje de cobertura de grupos funcionales

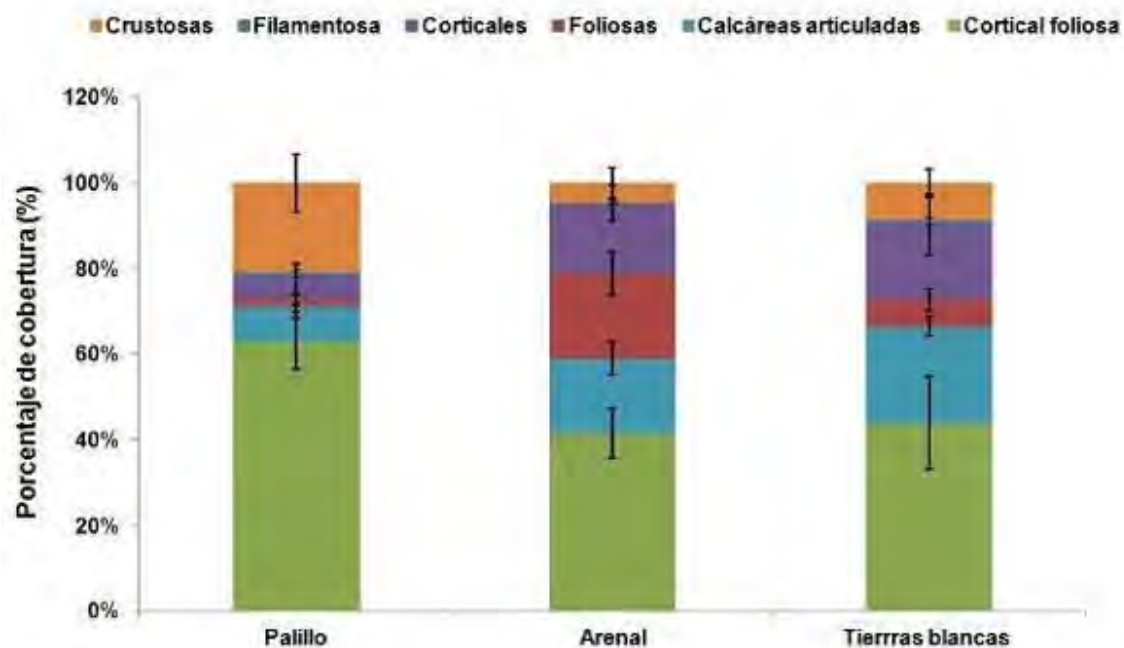


Gráfico 14. Promedio (\pm Error Estándar) de la abundancia (% de cobertura) de grupos funcionales de algas en 0,25 m² en los distintos puntos de muestreo. *Fuente: elaboración propia.*

Las diferencias significativas se pueden visualizar en el análisis de escalamiento no métrico-multidimensional (Gráfico 15), donde se establecen diferencias entre los sitios. Por ejemplo el sector El Palillo se agrupó en la composición de grupos funcionales que componen la zonación submareal, mientras que El Arenal y Tierras Blancas fueron similares en su composición de grupos funcionales.

Las principales especies registradas en la zonación submareal se muestran en la Figura 11. Las algas corticales foliosas fueron las que caracterizan el ambiente submareal de la isla Robinson Crusoe, tanto por su distribución como por su abundancia. También las algas corticales y articuladas se destacan por su distribución en los sitios estudiados (Tabla 13).

Zonación submareal (grupos funcionales)

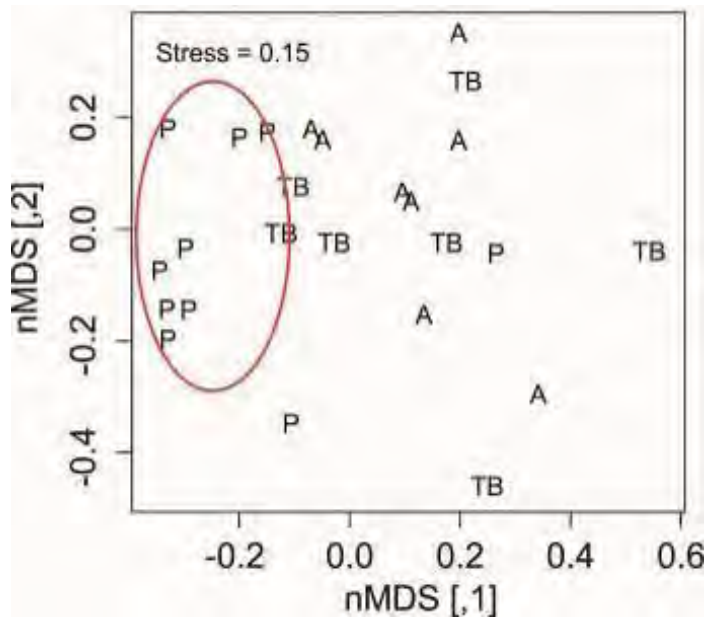


Gráfico 15. Gráfico de ordenación NMDS (escalamiento no métrico-multidimensional) mostrando la interrelación de los grupos funcionales de algas que conforman la zonación submareal entre los diferentes sitios de muestreo, donde P corresponde al sitio de muestreo El Palillo, A al sitio El Arenal y TB a Tierras blancas. *Fuente: elaboración propia.*

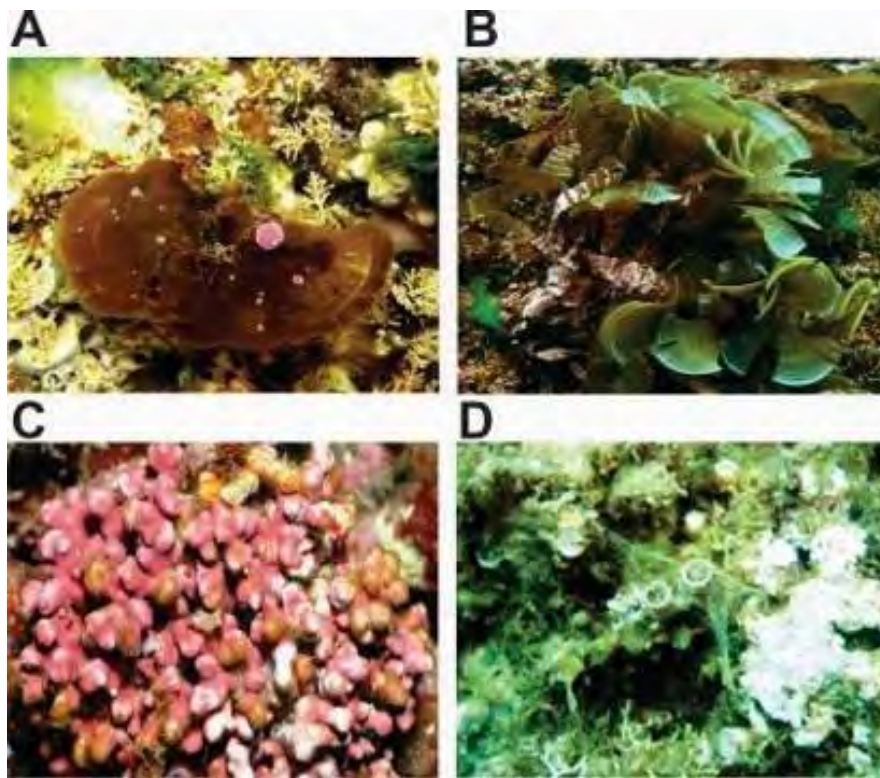


Figura 11. Principales especies de la zonación submareal de la isla Robinson Crusoe: A) alga café *Distromium skottsbergii*, B) alga café *Padina fernandeziana*, C) alga crustosa *Lithophyllum sp.* sobre sustratos libres (roca volcánica dispersa) o rodolitos (ver Macaya et al. 2014)., y D) molusco tubícola *Thylacodes sp.* Fuente: Fabián Ramírez.

Tabla 13. Grupos funcionales (según la clasificación de Steneck & Dethier 1994) de las especies de algas que ocurren en la isla Robinson Crusoe.

| Especie | Grupo funcional |
|--------------------------------|------------------|
| <i>Chaetomorpha sp.</i> | Filamentosa |
| <i>Colpomenia sinuosa</i> | Foliosa |
| <i>Ulva sp.</i> | Foliosa |
| <i>Distromium skottsbergii</i> | Cortical foliosa |
| <i>Dictyota kunthii</i> | Cortical foliosa |
| <i>Dictyota phlyctaenodes</i> | Cortical foliosa |
| <i>Padina fernandeziana</i> | Cortical foliosa |

| | |
|------------------------------|---------------------|
| <i>Codium cerebriforme</i> | Cortical |
| <i>Codium fernandezianum</i> | Cortical |
| <i>Delesseriaceae</i> | Cortical |
| <i>Gelidium sp.</i> | Cortical |
| <i>Corallina sp.</i> | Calcárea articulada |
| <i>Jania rosea</i> | Calcárea articulada |
| <i>Lithophyllum sp.</i> | Crustosas |

Fuente: elaboración propia.

Abundancia y riqueza de macroinvertebrados móviles

Durante los muestreos submareales se registró un total de 13 especies de macroinvertebrados móviles, siendo representados principalmente por equinodermos, crustáceos y moluscos (Tabla 14). Del total de las especies, 10 son endémicas para Robinson Crusoe y el archipiélago de Juan Fernández, 1 especie se comparte con las Islas Desventuradas (San Félix y San Ambrosio) y 2 especies poseen una amplia distribución geográfica (Tabla 14).

Tabla 14. Clasificación taxonómica de especies de macroinvertebrados móviles, incluyendo Orden, Familia, nombre común, distribución (Dist.), talla máxima reportada (cm), categoría de hábitat y grupo trófico. JF: presente en el archipiélago Juan Fernández, D: presente en las islas Desventuradas.

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Dist. | Talla (cm) | Hábitat | Grupo trófico |
|----------|-------------|-----------------------------|----------------------------|--------|------------|-----------|---------------|
| Decápoda | Scyllaridae | <i>Acantharctus delfini</i> | Cigarra de mar | JF | ? | Bentónico | Carroñero |
| Decápoda | Plagusiidae | <i>Guinusia chabrus</i> | Cangrejo de roca | Global | ? | Bentónico | Carroñero |
| Decápoda | Palinuridae | <i>Jasus frontalis</i> | Langosta de Juan Fernández | JF-D | 30 | Bentónico | Carnívoro |

| | | | | | | | |
|-----------------|---------------|---|-------------------------|------------|------|-----------|-------------|
| Diadematoida | Diadematidae | <i>Centrostephanus rogersii</i> | Erizo de mar | JF, Global | 11.5 | Bentónico | Herbívoro |
| Neogastropoda | Muricidae | <i>Concholepas concholepas fernandezianus</i> | Loco de Juan Fernández | JF | 12 | Bentónico | Carnívoro |
| Aspidochirotida | Holothuriidae | <i>Holothuria (Mertensiothuria) platei</i> | Pepino de mar | JF | 25 | Bentónico | Detritívoro |
| | Nacellidae | <i>Nacella sp.</i> | | JF | | Bentónico | Herbívoro |
| Littorinimorpha | Littorinidae | <i>Austrolittorina fernandezensis</i> | Caracol | JF | ? | Bentónico | Herbívoro |
| -- | -- | Nudibranquio (no ID) | | | | | |
| Octópoda | Octopodidae | <i>Octopus Crusoe</i> | Pulpo de Juan Fernández | JF | 10 | Bentónico | Carnívoro |
| Valvatida | Asterinidae | <i>Parvulastra calcarata</i> | Estrella de mar | JF | 3 | Bentónico | Detritívoro |
| Anaspidea | Aplysiidae | <i>Aplysia parvula juanina</i> | Liebre de mar | JF | ? | Bentónico | Carnívoro |
| Forcipulatida | Asteridae | <i>Astrostole platei</i> | Sol de mar | JF | 10 | Bentónico | Carnívoro |

Fuente: elaboración propia

El promedio de la abundancia de macroinvertebrados móviles (número total de individuos) registrados por transecto fue de 156, 450 y 796 en El Palillo, El Arenal y Tierras Blancas, respectivamente en 100 m². Estas diferencias fueron significativas (ANOVA, df = 2, F = 7.8, p-value = 0.003), siendo Tierras Blancas el sitio con mayor número de invertebrados (Tukey, p-value = 0.01; Gráfico 16).

El promedio del número de especies (riqueza) registrado por transecto fue de 4.4, 5.2 y 4.3 en El Palillo, El Arenal y Tierras Blancas, respectivamente. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en el número de especies entre sitios (ANOVA, $df = 2$, $F = 1.4$, $p\text{-value} = 0.26$) (Gráfico 17).

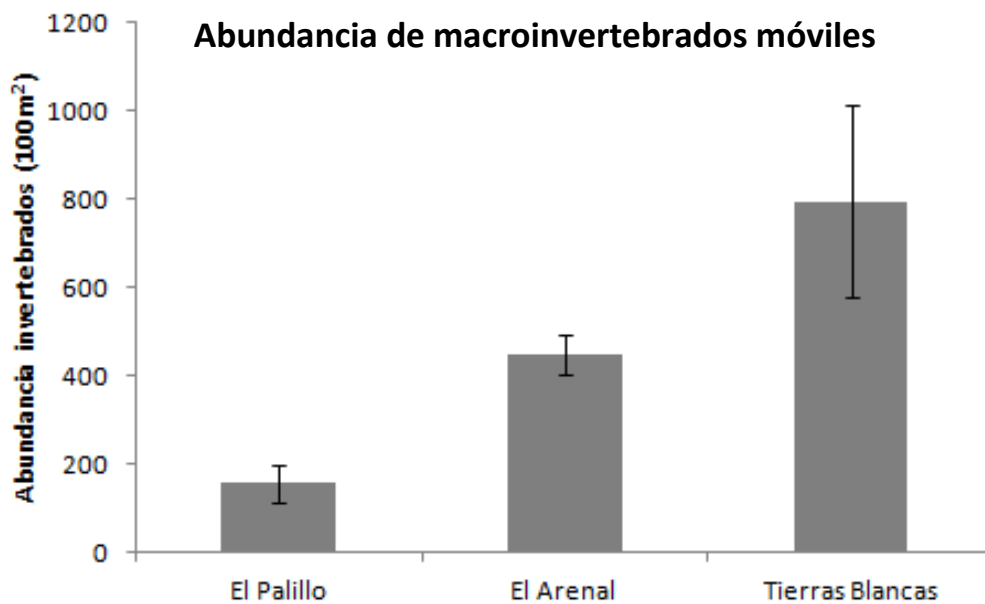


Gráfico 16. Promedio (\pm Error estándar) de la abundancia de macroinvertebrados móviles por 100 m² en los distintos sitios de muestreo. *Fuente: elaboración propia.*

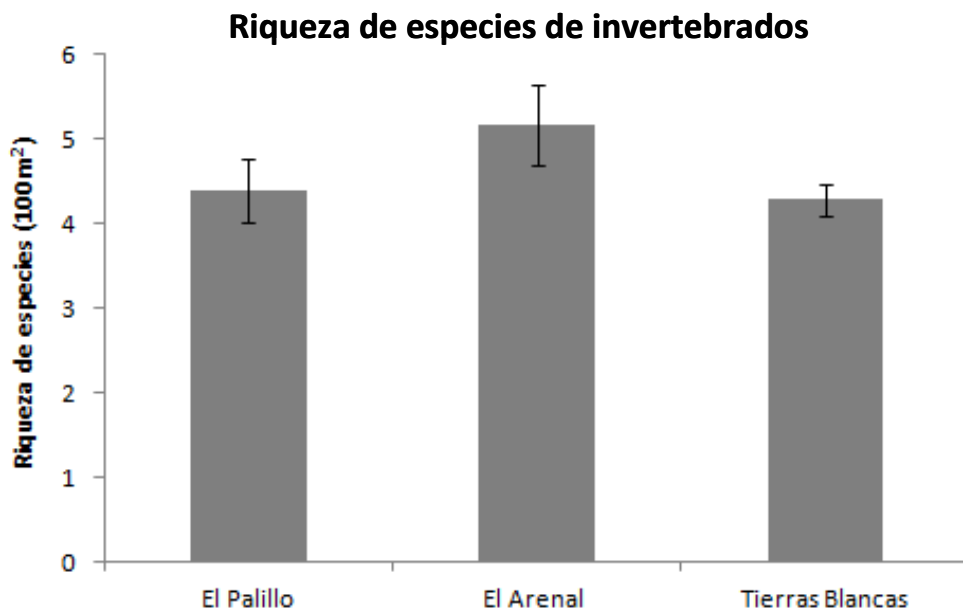


Gráfico 17. Promedio (\pm Error Estándar) de la riqueza de especies de invertebrados por 100 m² en los distintos sitios de muestreo. *Fuente: elaboración propia.*

En términos de composición de especies (abundancia y riqueza), se observaron diferencias significativas entre los tres sitios de muestreo (Permanova, $df = 2$, $pseudoF = 6.8$, $P\text{-value} = 0.0001$). El análisis de similitud acumulativa porcentual (SIMPER) de macroinvertebrados evidenció que las especies que aportaron en mayor proporción a estas diferencias fueron el pepino de mar *Holothuria (Holothuria (Mertensiothuria) platei)* y la estrella de mar (*Parvulastra calcarata*). La especie que contribuyó con las mayores diferencias entre El Palillo y los sitios El Arenal y Tierras Blancas fué *P. calcarata*, con valores cercanos al 82%. El pepino de mar *H. platei* sin embargo, fue la especie que explicó el 95% de las diferencias entre los sitios El Arenal y Tierras Blancas. Adicionalmente, un análisis de varianza (ANOVA) de una vía evidenció diferencias en la abundancia de *H. platei* entre los tres sitios (ANOVA una vía, $df=2$, $F=10.76$, $p\text{-value} = 0.0006$), siendo significativas sólo entre los sitios Tierras Blancas y El Palillo ($n = 3095$ y $n = 407$, respectivamente; Tukey, $P\text{-value} = 0.00048$).

La Figura 12 presenta algunos de los macroinvertebrados móviles más comunes en hábitats submareales de los sitios El Palillo, El Arenal y Tierras Blancas.



Figura 12. Macroinvertebrados móviles, donde: A) *Holothuria (Mertensiothuria) platei*, B) *Parvulastra calcarata*, C) *Jasus frontalis*, D) *Centrostephanus rodgersii*, E) *Astrostole platei*, F) *Octopus crusoë*, G) Opistobranquio y H) *Guinusia chabrui*. Fuente: Alejandro Pérez-Matus.

Abundancia y riqueza de peces costeros

Se registraron 24 especies de peces costeros pertenecientes a 6 órdenes, 17 familias y 22 géneros.

De estas solo 3 son endémicas para Robinson Crusoe y archipiélago de Juan Fernández, 16

especies se comparten con las Islas Desventuradas (San Félix y San Ambrosio) y 5 especies poseen una amplia distribución geográfica (Tabla 15). En tanto que el hábitat al que estas especies se asocian son: 10 son especies bentónicas, 2 bentónicas y demersales, 8 con hábitos bentónicos y pelágicos y 4 exclusivamente pelágicos (Tabla 15). La familia con mayor número de representantes es Labridae con tres especies, seguido de Carangidae, Chironemidae, Scorpaenidae y Serranidae con dos representantes cada una.

Tabla 15. Información taxonómica (Orden y Familia) de las 24 especies de peces registradas. Se entrega nombre común, distribución, talla máxima reportada (cm), categoría de hábitat y grupo trófico. JF: presente en el archipiélago de Juan Fernández; D: presente en las islas Desventuradas; SG: presente en la isla de Salas y Gómez; NZ: presente en Nueva Zelanda; Global: presente en todos los océanos.

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Distribución | Talla (cm) | Hábitat | Grupo trófico |
|----------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------|------------|---------------|-----------------------|
| Atheriniformes | Atherinopsidae | <i>Odontesthes gracilis</i> | Pejerrey de Juan Fernández | JF | 12 | Bentopelágico | Planctívoro |
| Perciformes | Blenniidae | <i>Scartichthys variolatus</i> | Borrachilla moteada | JF-D | 16 | Bentónico | Herbívoro |
| Perciformes | Carangidae | <i>Pseudocaranx chilensis</i> | Jurel de Juan Fernández | JF-D | 65 | Pelágico | Invertívoro+piscívoro |
| Perciformes | Carangidae | <i>Seriola lalandi</i> | Vidriola | Global | 195 | Bentopelágico | Invertívoro+piscívoro |
| Perciformes | Chaetodontidae | <i>Amphichaetodon melbae</i> | Pez mariposa | JF-D-SG | 15 | Bentodemersal | Omnívoro |
| Perciformes | Cheilodactylidae | <i>Nemadactylus gayi</i> | Breca | JF-D | 28 | Pelágico | Invertívoro |
| Perciformes | Chironemidae | <i>Chironemus bicornis</i> | Cabrilla de Juan Fernández | JF-D | 35 | Bentónico | Invertívoro |
| Perciformes | Chironemidae | <i>Chironemus delfini</i> | Cabrilla de Juan Fernández | JF | 45 | Bentónico | Invertívoro |
| Perciformes | Kyphosidae | <i>Girella albostrata</i> | Jerguilla de Juan Fernández | JF-D | 40 | Bentopelágico | Omnívoro |

| | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------|---------|-----|---------------|-----------------------|
| Perciformes | Labridae | <i>Malapterus reticulatus</i> | Vieja de Juan Fernández | JF-D | 28 | Bentopelágico | Invertívoro |
| Perciformes | Labridae | <i>Pseudolabrus gayi</i> | Vieja de Juan Fernández | JF-D | 20 | Bentopelágico | Invertívoro |
| Perciformes | Labridae | <i>Suezichthys rosenblatti</i> | Vieja de Juan Fernández | JF-D | 18 | Bentónico | Invertívoro |
| Tetraodontiformes | Molidae | <i>Mola mola</i> | Pez Luna | Global | 330 | Pelágico | Invertívoro+piscívoro |
| Tetraodontiformes | Moridae | <i>Lotella fernandeziana</i> | Pescada de Juan Fernández | JF-D | 35 | Bentodemersal | Invertívoro+piscívoro |
| Anguiliformes | Muraenidae | <i>Gymnothorax porphyreus</i> | Morena | Global | 81 | Bentónico | Invertívoro+piscívoro |
| Pleuronetiformes | Paralichthyidae | <i>Paralichthys fernandezianus</i> | lenguado de Juan Fernández | JF-D | 50 | Bentónico | Invertívoro+piscívoro |
| Perciformes | Pinguipedidae | <i>Parapercis dockinsi</i> | | JF | 25 | Bentónico | Invertívoro |
| Perciformes | Sciaenidae | <i>Umbrina reedi</i> | Corvina de Juan Fernández | JF-D | 30 | Bentopelágico | Omnívoro |
| Scorpaeniformes | Scorpaenidae | <i>Scorpaena fernandeziana</i> | Cabrilla | JF-D | 20 | Bentónico | Invertívoro |
| Scorpaeniformes | Scorpaenidae | <i>Scorpaena thomsoni</i> | Cabrilla | JF-D | 35 | Bentónico | Invertívoro |
| Perciformes | Scorpididae | <i>Scorpis chilensis</i> | Pampanito | JF-D | 28 | Pelágico | Omnívoro |
| Perciformes | Serranidae | <i>Callanthias platei</i> | | JF-D | 35 | Bentopelágico | Invertívoro |
| Perciformes | Serranidae | <i>Caprodon longimanus</i> | Salmonete | JF-D-NZ | 36 | Bentopelágico | Planctívoro |
| Perciformes | Serranidae | <i>Hypoplectrodes semicinctum</i> | Cabrilla de Juan Fernández | JF-D | 17 | Bentónico | Invertívoro |

Fuente: elaboración propia

El promedio del número de peces (riqueza) registrado por transecto fue de 9.7, 8.7 y 7.8 en El Palillo, El Arenal y Tierras Blancas, respectivamente (Gráfico 18). No obstante no se reportaron

diferencias significativas en la riqueza de peces entre los sitios (ANOVA, $df = 2$, $F = 2.9$, $P\text{-value} = 0.07$).

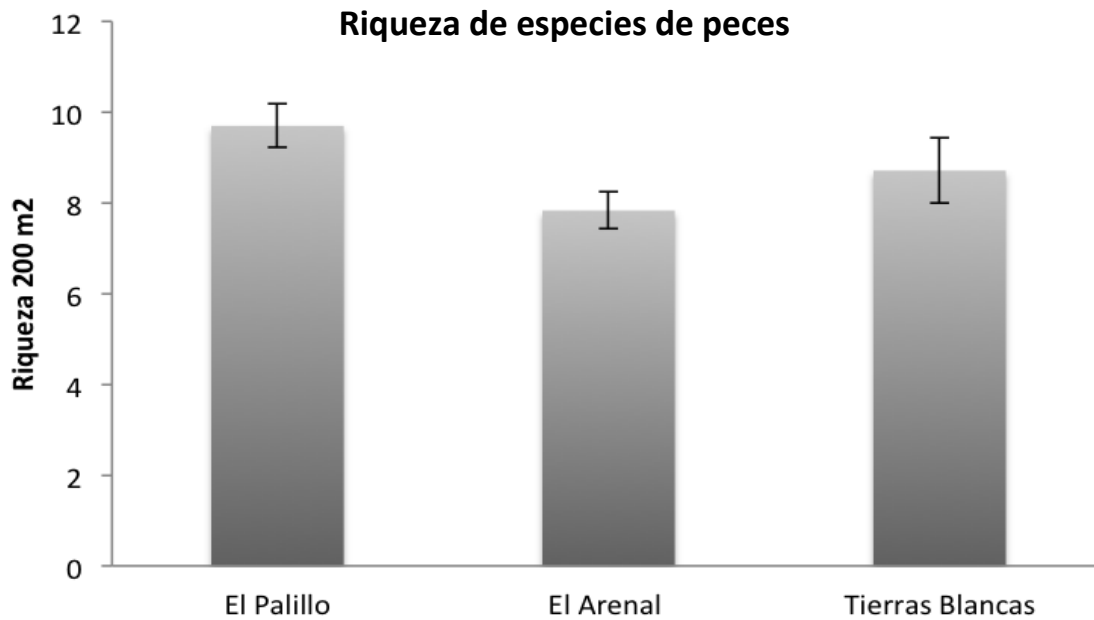


Gráfico 18. Promedio (\pm Error Estándar) de la riqueza de especies de peces por 200 m² en los distintos puntos de muestreo. *Fuente: elaboración propia.*

El promedio de la abundancia de peces (número total de individuos) registrado por transecto fue de 275, 220 y 158 en El Palillo, El Arenal y Tierras Blancas, respectivamente (Gráfico 19). Estas diferencias fueron significativas (ANOVA, $df = 2$, $F = 4.9$, $P\text{-value} = 0,01$). EL test a posteriori reflejo que en El Palillo se registraron mayores cantidades de individuos de peces (Tukey, $p\text{-value} = 0.01$).

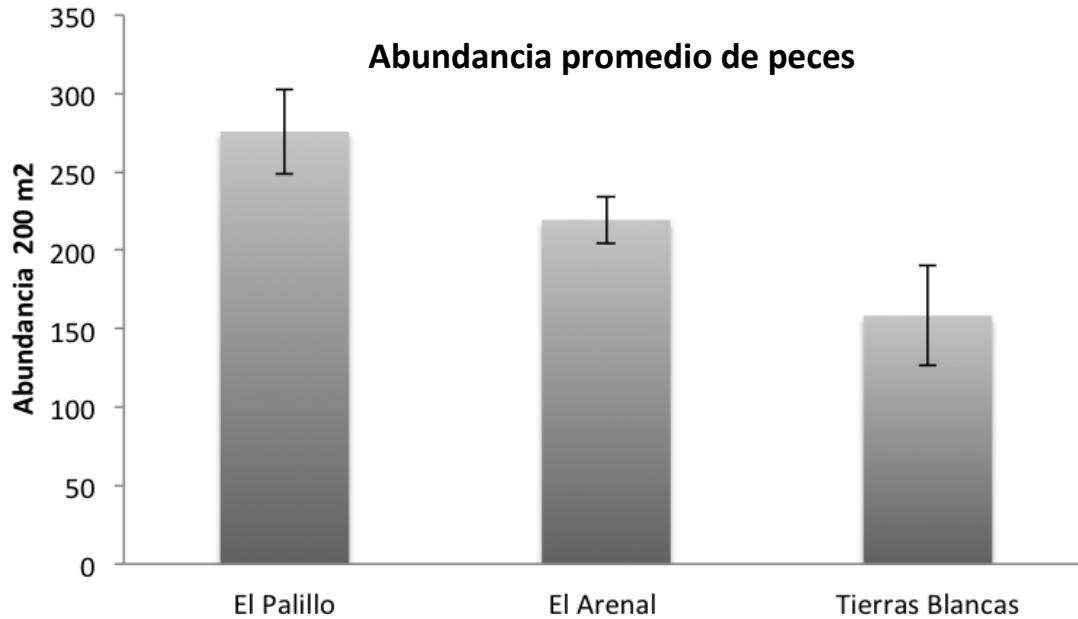


Gráfico 19. Promedio (\pm Error Estándar) de la abundancia de individuos de especies de peces por 200 m² en los distintos puntos de muestreo. *Fuente: elaboración propia.*

La composición medida como la riqueza y abundancia de peces fue diferente entre los sitios de muestreo. Estas diferencias fueron significativas (PERMANOVA; $df = 2$, PseudoF = 2,8, P-value = 0,003). Según el análisis de similitud acumulativa porcentual (SIMPER) las especies de peces que fueron determinantes en establecer estas diferencias en orden de importancia son *Pseudolabrus gayi*, *Caprodon longimanus*, *Malapterus reticulatus*, *Pseudocaranx chilensis* y *Scorpiis chilensis* (Figura 13 y Gráfico 20). Entre El Palillo y El Arenal, las especies que contribuyeron a las diferencias entre estos sitios son *Pseudolabrus gayi* y *Caprodon longimanus* con un 44% y un 47% para El Palillo y Tierras Blancas. Mientras que las especies que contribuyeron a las diferencias en la composición de peces entre Tierras Blancas y El Arenal fueron *P. gayi* y *M. reticulatus* con un 48% de importancia.

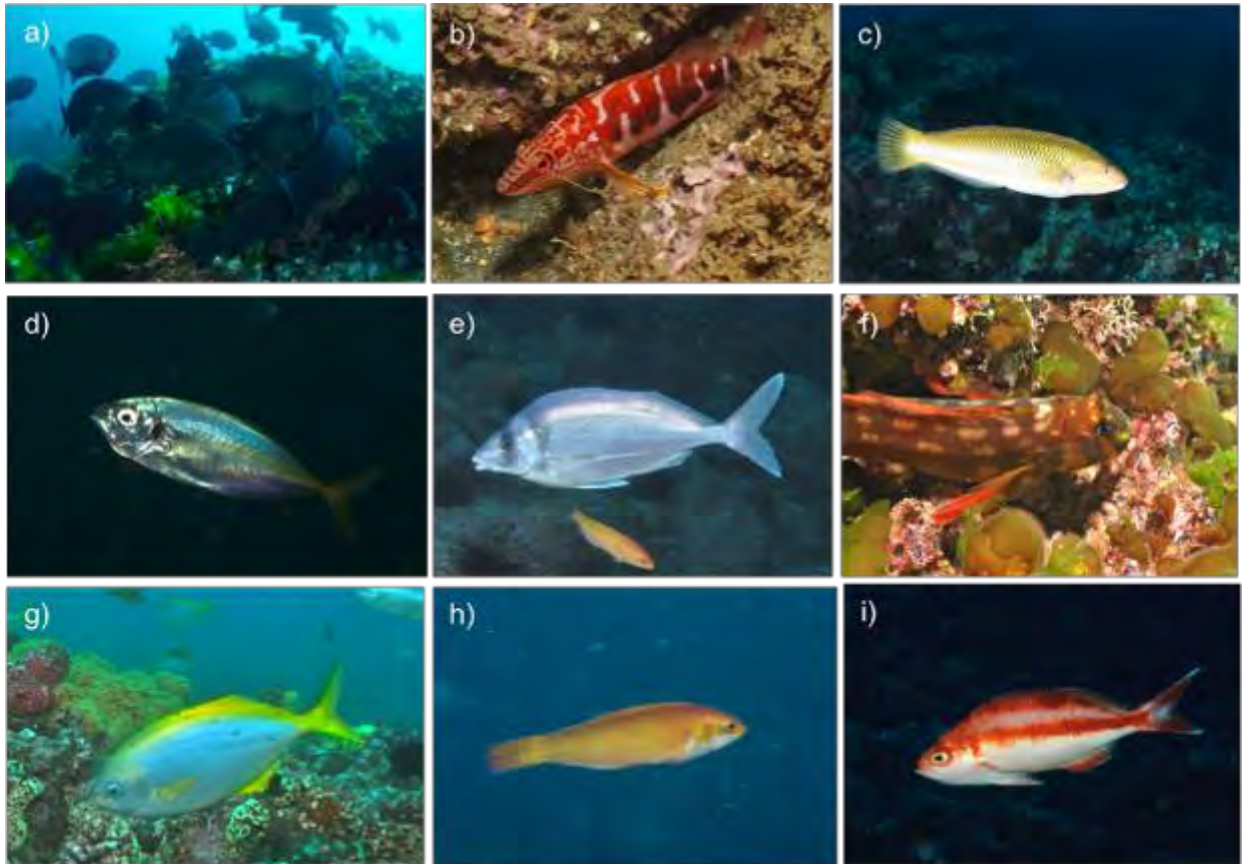


Figura 13. Imágenes *in situ* de las especies de peces costeros abundantes en los distintos puntos de muestreo a) *Girella albostrata*, b) *Hypoplectrodes semicinctum*, c) *Malapterus reticulatus*, d) *Pseudocaranx chilensis*, e) *Nemadactylus gayi*, f) *Scartichthys variolatus*, g) *Scorpius chilensis*, h) *Pseudolabrus gayi* e i) *Caprodon longimanus*. Fuente: Alejandro Pérez-Matus.

Abundancia de los peces representativos

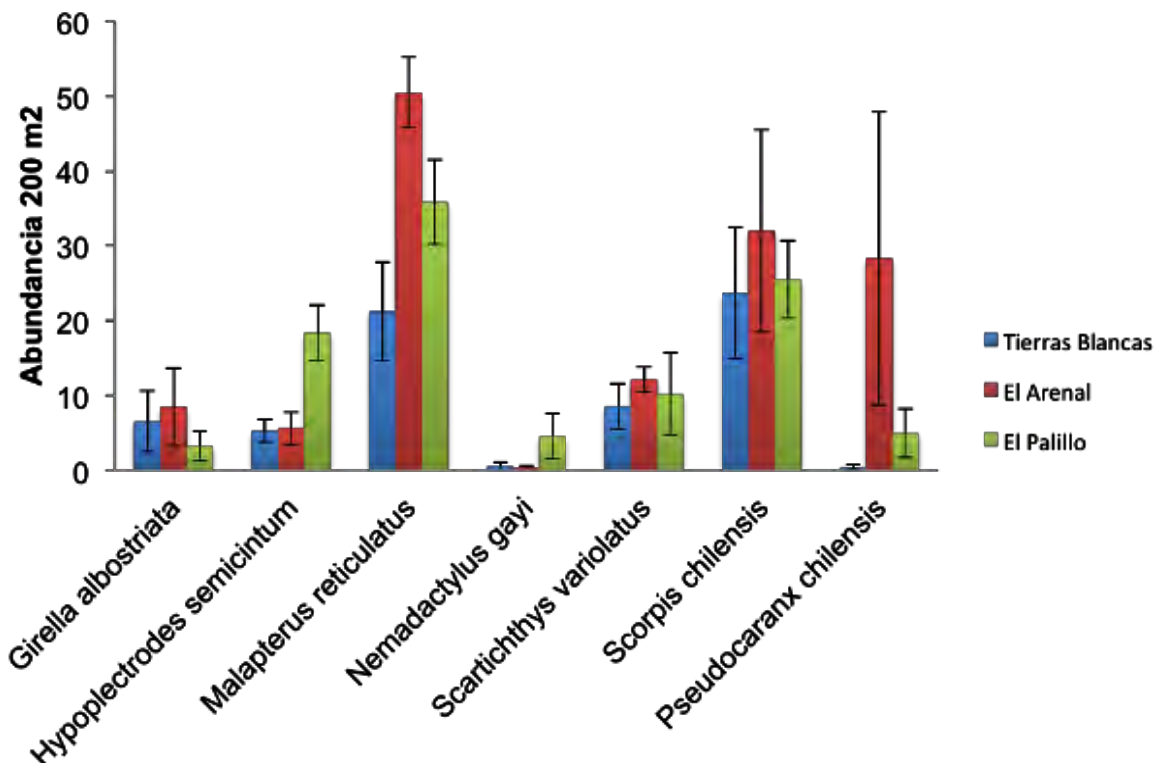


Gráfico 20. Promedio (\pm Error Estándar) de la abundancia de individuos con mayor representatividad en los distintos puntos de muestreo. *Fuente: elaboración propia.*

Se identificaron 5 grupos tróficos de los cuales 2 son planctófagos, 1 herbívoro, 4 omnívoros, 11 invertívoros (carnívoros que consumen invertebrados) y 6 especies que consumen peces e invertebrados (piscívoro e invertívoro) de las 24 especies presentes (ver tabla 12). Los invertívoros son el grupo con mayor abundancia de individuos seguido de los omnívoros (Gráfico 21). Los planctívoros estuvieron presentes solo en El Palillo (Gráfico 21).

La composición de los grupos tróficos fue diferente. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas (PERMANOVA; $df = 2$, PseudoF = 2.5, P-value = 0.02). Según el análisis de similitud acumulativa porcentual (SIMPER) los grupos que fueron determinantes en establecer estas diferencias fueron los invertívoros, omnívoros y planctívoros. Entre El Palillo y El Arenal, los grupos que contribuyeron a las diferencias son los Invertívoros y Omnívoros contribuyendo a un 61%. Mientras que los omnívoros fueron importantes para establecer diferencias entre El Arenal y

Tierras Blancas. Finalmente los invertíbovors y planctívoros (en particular, *Caprodon longimanus*) contribuyeron a un 25% en las diferencias entre El Palillo y Tierras Blancas.

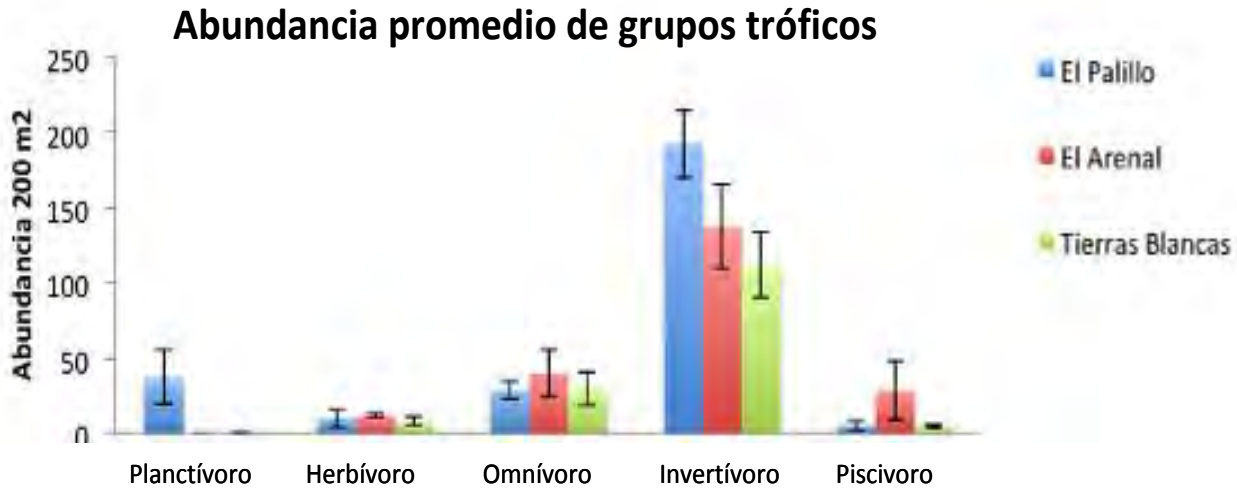


Gráfico 21. Promedio (\pm Error Estándar) de la abundancia de grupos tróficos en los distintos puntos de muestreo. Fuente: elaboración propia.

Epifauna de hábitats someros y profundos (succiones de fondo)

En las muestras obtenidas a partir de las succiones de fondo se registraron 6 grupos de invertebrados: Asteroideos, Ofiuroideos, Bivalvos, Gasterópodos, Malacostracos y Poliquetos. La abundancia total de las especies presentes en las succiones fue mayor en El Arenal, seguido de los sitios El Palillo y Tierras Blancas, respectivamente (Gráfico 22). Existen diferencias significativas en la composición de invertebrados asociados al fondo entre los sitios de estudio (PERMANOVA, $df = 2$, Pseudo-F = 4.5, P-value = 0.0001).

El Arenal fue el único sitio donde se registraron todos los grupos en ambas profundidades (someras y profundas; Gráfico 2). En El Palillo se observaron Gasterópodos, Malacrostracos, Ofiuros y Poliquetos, con total ausencia del grupo Bivalvia. Sólo en la zona profunda se encontraron Asteroideos (un individuo). En Tierras Blancas se presentaron todos los grupos en zonas someras y sólo el grupo Bivalvia no se encontró en las zonas profundas (Gráfico 22).

Respecto a las profundidades no hubo diferencias significativas (PERMANOVA, $df = 1$, Pseudo-F = 0.5, P-value = 0.8).

El grupo de mayor abundancia corresponde a Malacostraca (Crustáceos), donde se encontraron peracáridos (Anfípodos, Isópodos y Tanaidáceos), camarones, paguros, y decápodos (Gráfico 22). Además, se encontraron hembras ovígeras en los decápodos y tanaidáceos (Figura 14). En segundo lugar el grupo de mayor abundancia correspondió a los Poliquetos. Los Bivalvos y Asteroideos fueron los grupos de menor abundancia en los tres sitios. Este último grupo estuvo compuesto principalmente por la especie *Parvulastra calcarata*.

El análisis de similitud acumulativa porcentual (SIMPER) evidenció que el grupo Malacostraca fue el que contribuyó con las mayores diferencias entre los sitios El Arenal y El Palillo (35%), El Arenal y Tierras Blancas (38%) y entre El Palillo y Tierras Blancas (42%). En segundo lugar, los grupos que contribuyeron en las diferencias entre sitio fueron los Poliquetos y Asteroideos, sobre todo entre El Palillo y Tierras Blancas.

Abundancia de invertebrados en muestras de succión

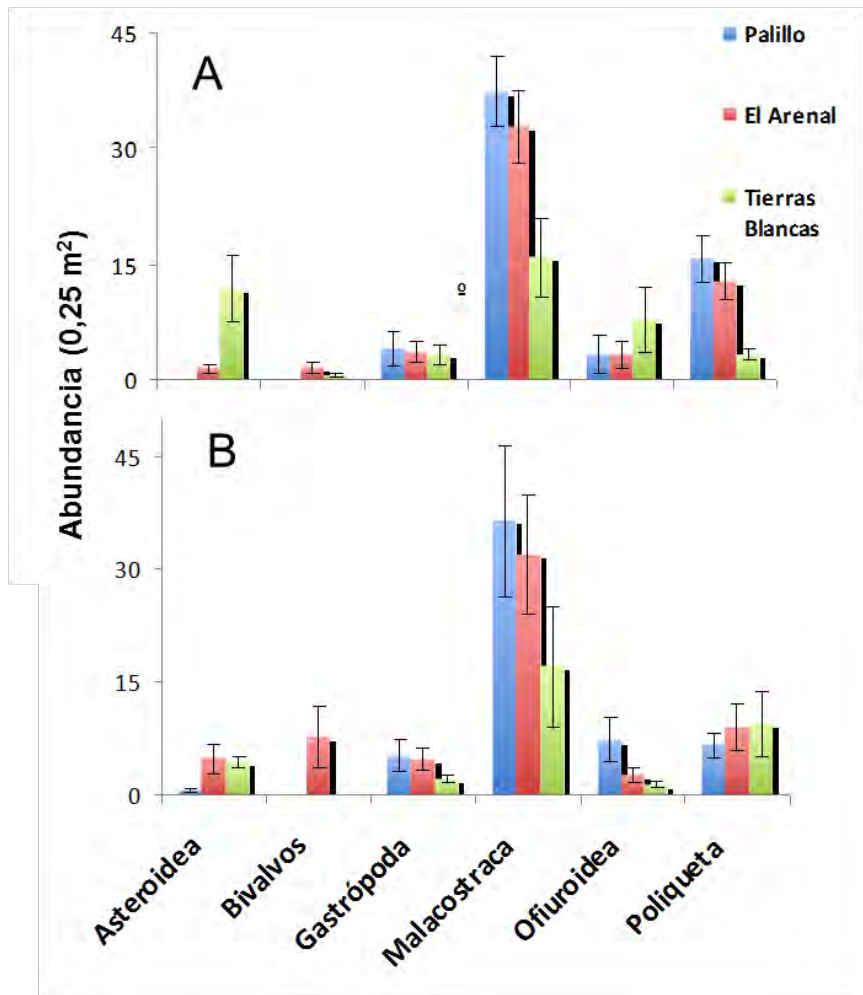


Gráfico 22. Abundancia promedio (\pm Error Estándar) de los grupos presentes en muestras de succión de fondo en los tres sitios de estudio, donde: A) Zonas someras (5 metros) y B) Zonas profundas (15 metros). *Fuente: elaboración propia.*

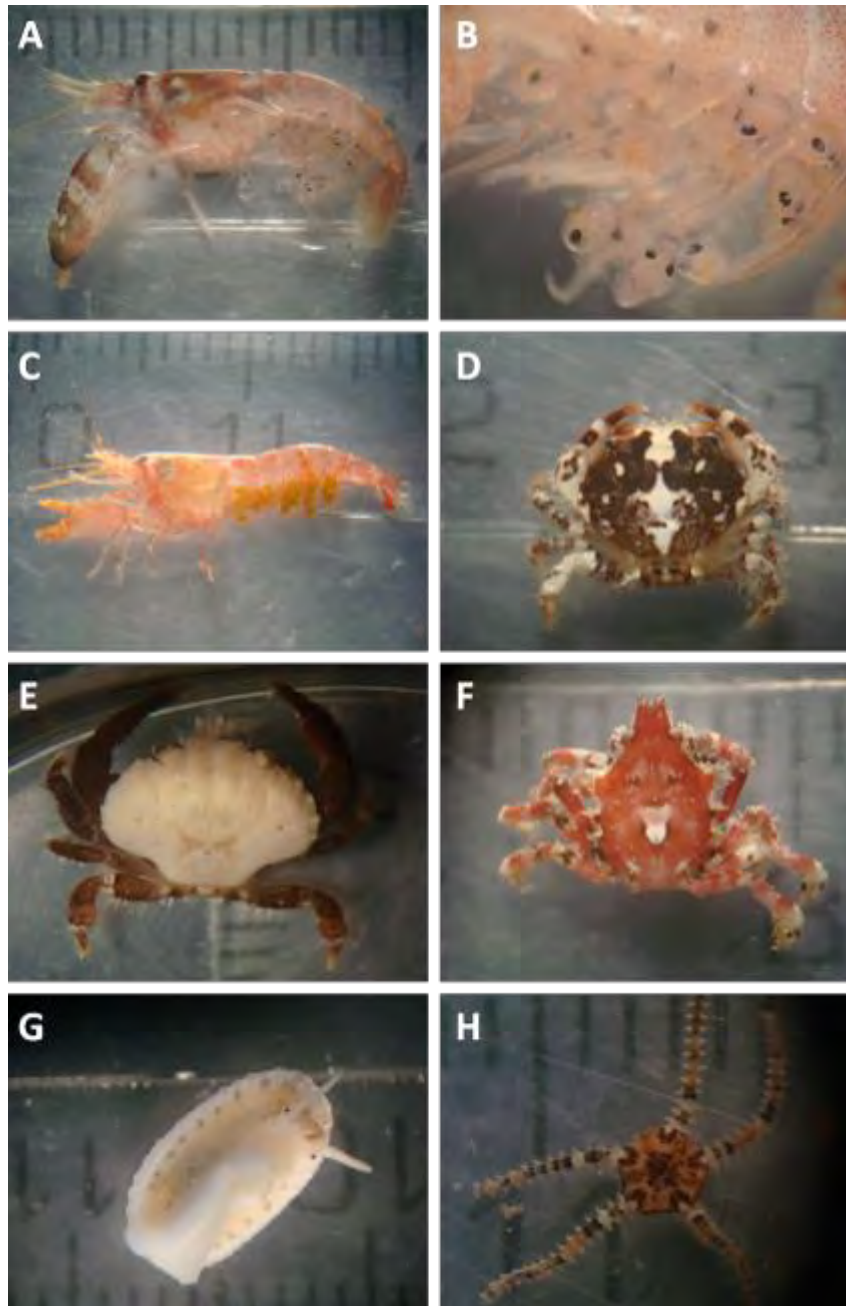


Figura 14. Algunas de especies capturadas por medio del uso de SMURFS: A, B, C) hembras ovígeras de camarón y ampliación de la masa de huevos; D, E, F) decápodos, G) gasterópodo, H) ofiuero. *Fuente: Sergio Carrasco.*

Disponibilidad de larvas, reclutas y meso-invertebrados en sector El Palillo

Se colectaron reclutas (estado larval de especies recién llegadas al hábitat bentónico) de peces, gasterópodos, ofiueros, poliquetos, turbelarios y crustáceos en las muestras obtenidas por medio

de SMURFS (Figura 14). Los crustáceos presentan las mayores abundancias, donde se destaca el grupo de los peracáridos (anfípodos, isópodos y tanaidáceos), camarones, galateideos, decápodos y megalopas (larvas de decápodos). La mayor abundancia de este grupo se presentó en la zona somera, a los 5 metros de profundidad (Gráfico 23). El segundo grupo de mayor abundancia correspondió a poliquetos y reclutas de peces. Todos los ejemplares de este último grupo corresponden a la familia Labridae y con una mayor abundancia en zonas profundas. Algunos representantes comunes de la fauna recolectada por medio de SMURFS es presentada en la Figura 14. Esta información esta solo disponible para el sector de El Palillo. Se necesita más esfuerzo para investigar el patrón de abundancia de larvas en los otros sectores de Juan Fernández.

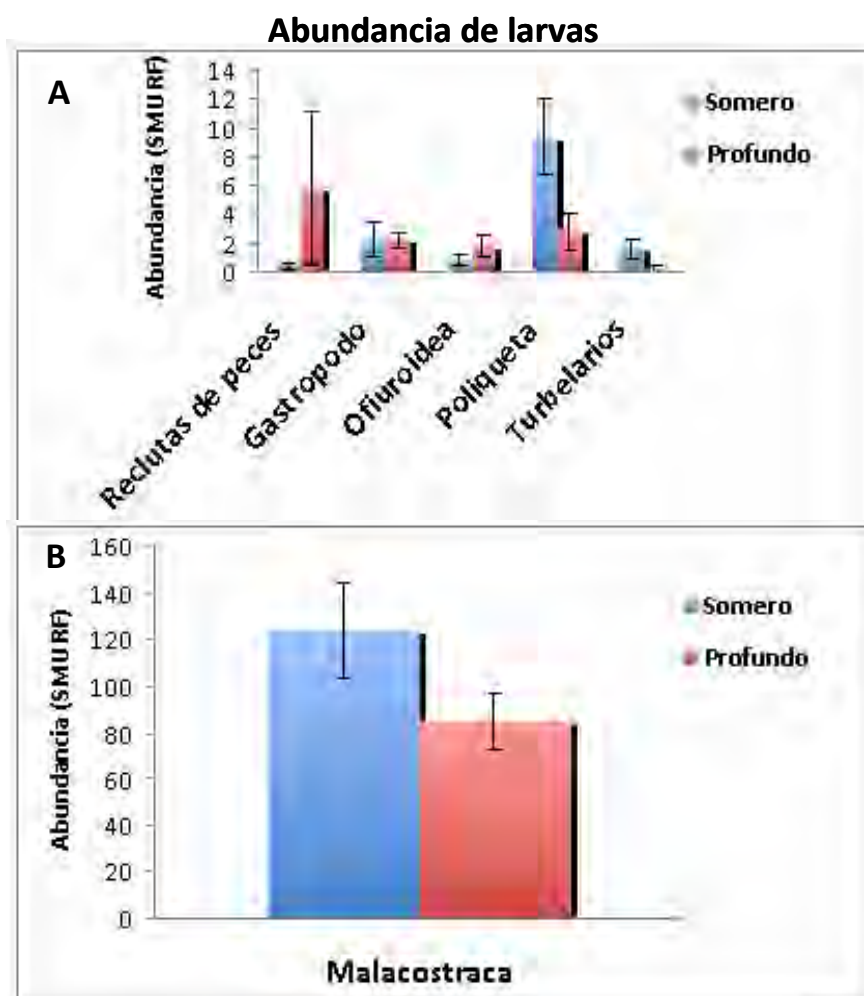


Gráfico 23. Promedio (\pm Error Estándar) de la abundancia de: A) larvas (megalopas), reclutas y mesoinvertebrados y B) Crustáceos capturados en el sector El Palillo en zonas someras y profundas. Fuente: elaboración propia.

En relación a las capturas de organismos pelágicos mediante el uso de trampas de luz, evidencian que la presencia de grupos similares a los colectados en el bentos por medio del uso de succiones de fondo y/o SMURF. En orden de magnitud, los grupos más abundantes colectados en la columna de agua fueron: larvas de crustáceos decápodos o megalopas (n=140), galateidos (n=20), anfípodos (n=5), isópodos (n=3), copépodos (n=5), peces (n=3), gelatinosos (n=2); poliquetos (n=2), planarias (n=2), camarón (n=1). Dada la complejidad taxonómica para la identificación a nivel de especies, la mayoría de los individuos capturados fueron sólo clasificados a nivel de grupo. No obstante, es posible inferir que algunas de estas especies podrían corresponder a estadios tempranos de los crustáceos: *Galathea lenzi*, *Taliepus dentatus*, *Rhynchocinetes balsii* y del pez de roca *Pseudolabrus gayii*. Estudios en curso en el laboratorio confirmarán las identidades específicas del resto individuos recolectados durante la presente investigación (Figura 15).

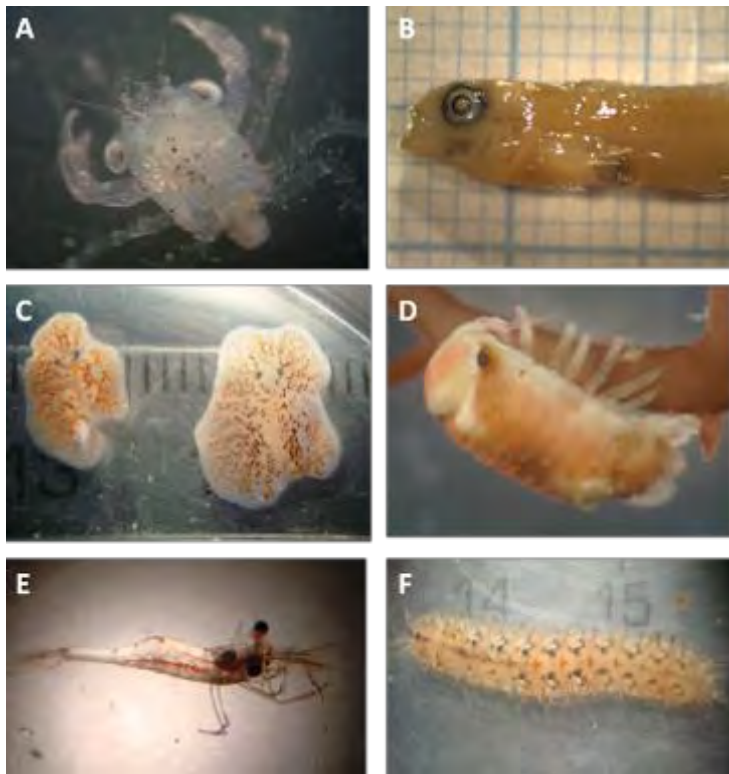


Figura 15. Algunas de las especies con fases pelágicas capturadas por medio del uso de trampas de luz, incluyendo: A) larva de crustáceo decápodo o megalopa, B) pez de roca, C) planarias, D) isópodo, E) camarón y F) poliqueto. *Fuente: Sergio Carrasco.*

5.3. Censos de lobo fino de Juan Fernández

Metodología

La cuantificación del lobo fino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippii*), se realizó en El Arenal y Tierras Blancas. Los censos se realizaron por conteo directo desde tierra por 3 observadores independientes y desde el mar también por 3 observadores. Este último conteo fue realizado desde la Embarcación “Robinsonia” con el apoyo de un bote Zodiac de CONAF. Los lobos se separaron en 3 categorías: juveniles (popitos), adultos en tierra y adultos en agua. Se utilizaron binoculares y contadores manuales y cada observador realizó 3 conteos, para disminuir la variación en el número de animales. Se utilizó la estimación más conservadora. Las estimaciones de abundancia en todos los casos se expresan en individuos por sitio.

Resultados

Los censos de lobo fino realizados mostraron diferencias importantes entre los dos sitios de estudios que albergan colonias (El Arenal y Tierras Blancas) tanto en abundancia como en composición de las colonias. En El Arenal la colonia es de menor tamaño, compuesta fundamentalmente de adultos. La mayoría de los adultos se encontraron apostados en la zona costera (78% en El Arenal y 84% en Tierras Blancas) y solo una pequeña fracción se encontró en el agua (Gráfico 24). Menos del 1% fueron de juveniles en El Arenal, mientras que en Tierras Blancas el 12% de los lobos censados eran juveniles (Gráfico 24).

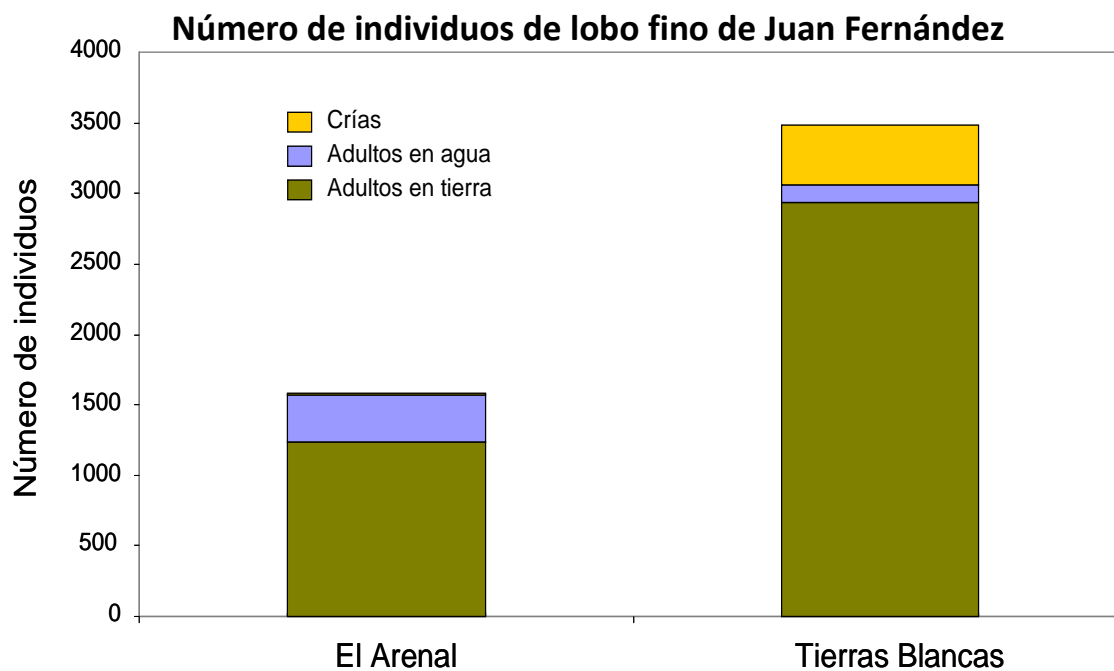


Gráfico 24. Resultados del censo de lobo fino de Juan Fernández en los sitios El Arenal y Tierras Blancas de la Isla Robinson Crusoe. *Fuente: elaboración propia.*

Comparando estas dos zonas de estudios con la abundancia de lobos censada con la misma metodología en 29 sitios entre noviembre y diciembre del 2013 se destaca que (a) el sector de Tierras Blancas es el tercer sitio con mayor abundancia de lobos en la Isla Robinson Crusoe, con un 9% de la población de la isla, y (b) El Arenal es el sexto lugar con mayor abundancia de lobos (4% de la población de la isla; Tabla 16).

Tabla 16. Resultados del censo de lobo fino de Juan Fernández en la Isla Robinson Crusoe. En celeste se destacan los sitios de interés El Arenal y Tierras Blancas.

| Sector | Adultos tierra | Adultos agua | Popitos | Fecha |
|---------------|----------------|--------------|---------|------------|
| Cementerio | 0 | 2 | 0 | 26/11/2013 |
| Puerto ingles | 84 | 7 | 0 | 26/11/2013 |
| Vaquería | 136 | 11 | 10 | 26/11/2013 |
| Pta. riñones | 122 | 22 | 0 | 26/11/2013 |
| Boca de sapo | 292 | 71 | 6 | 26/11/2013 |
| Juanango | 1023 | 72 | 68 | 26/11/2013 |

| | | | | |
|-------------------|---------------|-------------|-------------|------------|
| Tres Puntas | 8105 | 2215 | 3302 | 27/11/2013 |
| La Zapatilla | 789 | 219 | 59 | 27/11/2013 |
| Piedra Horacio | 508 | 85 | 119 | 28/11/2013 |
| Morro Henriques | 458 | 78 | 111 | 28/11/2013 |
| El pito | 132 | 23 | 0 | 28/11/2013 |
| Bahía del Padre | 5494 | 1654 | 14 | 28/11/2013 |
| Espolón | 185 | 30 | 3 | 28/11/2013 |
| Las Cuatrocientas | 1130 | 734 | 532 | 09/12/2013 |
| Pta O'Higgins | 499 | 412 | 205 | 09/12/2013 |
| Carvajal | 1298 | 362 | 57 | 09/12/2013 |
| El Arenal | 1240 | 330 | 12 | 09/12/2013 |
| El Guano | 320 | 20 | 3 | 09/12/2013 |
| Pta Trueno | 827 | 214 | 33 | 09/12/2013 |
| Tierras Blancas | 2938 | 1119 | 427 | 09/12/2013 |
| La Barraca | 197 | 14 | 8 | 09/12/2013 |
| Pta Chupone | 183 | 27 | 0 | 09/12/2013 |
| Tierras Amarilla | 31 | 15 | 0 | 09/12/2013 |
| Bahía Villagra | 35 | 10 | 2 | 09/12/2013 |
| Varadero | 461 | 102 | 135 | 09/12/2013 |
| Galpón | 105 | 140 | 12 | 09/12/2013 |
| Los Ramplones | 84 | 120 | 0 | 09/12/2013 |
| Cruz del Sur | 56 | 5 | 26 | 09/12/2013 |
| Lobería Pangal | 71 | 0 | 0 | 09/12/2013 |
| Sub Total | 26,803 | 8113 | 5144 | |
| Total | 40,060 | | | |

Fuente: Conaf y elaboración propia.

A través de datos disponibles de CONAF, se analizó la evolución de la población de lobo fino en la Isla Robinson Crusoe a través del tiempo. Se observó que la población ha ido aumentando en la isla, con un brusco incremento en el número de individuos en los últimos 2 años (Gráfico 25).

Individuos de Lobo fino en la Isla Robinson Crusoe

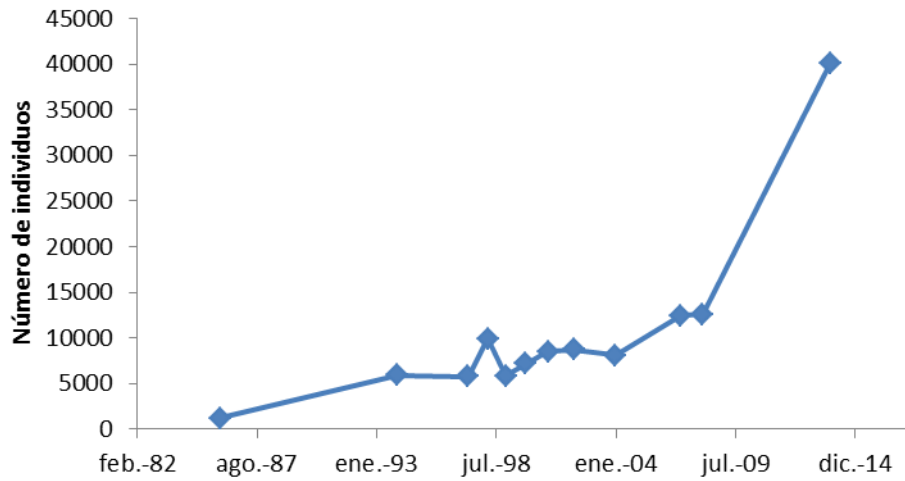


Gráfico 25. Resultados de los censos de lobo fino de Juan Fernández en la Isla Robinson Crusoe a través del tiempo. Fuente: Conaf y elaboración propia.

La misma tendencia se observa en Tierras Blancas y El Arenal (Gráficos 26 y 27). Sin embargo, El Arenal (Gráfico 27) muestra mayores fluctuaciones con mayor afluencia de individuos a partir de 1998. Inicialmente este era sólo un sitio de descanso, pero en la actualidad también se observan crías y pariciones. Tierras Blancas es un sitio de reproducción,

Individuos de Lobo fino en Tierras Blancas

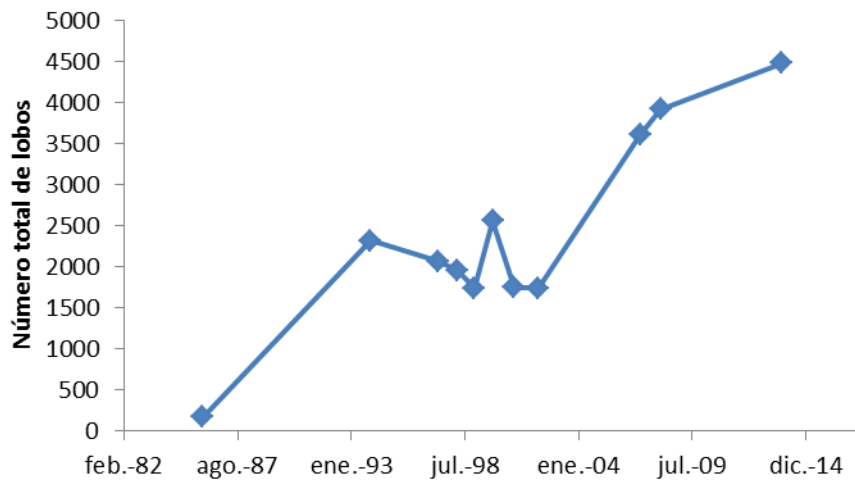


Gráfico 26. Resultados de los censos de lobo fino de Juan Fernández en Tierras Blancas a través del tiempo. Fuente: elaboración propia.

Individuos de Lobo fino en el El Arenal

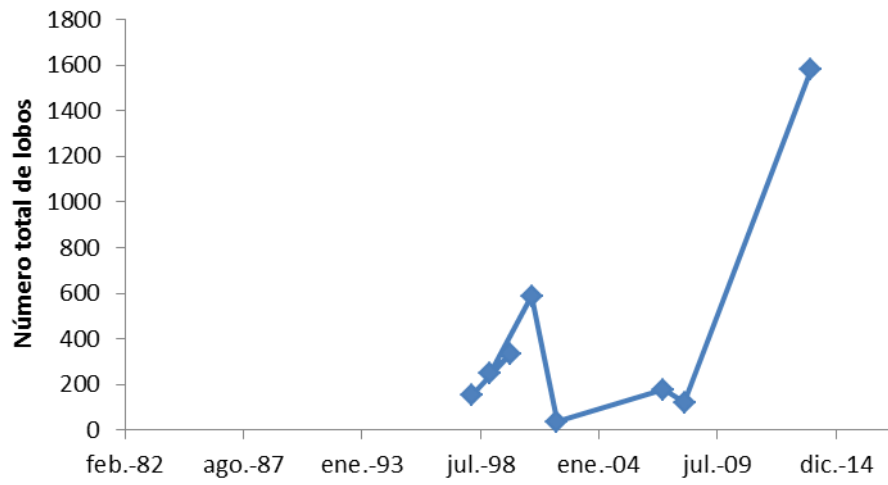


Gráfico 27. Resultados de los censos de lobo fino de Juan Fernández en El Arenal a través del tiempo. *Fuente: elaboración propia.*

5.4 Caracterización de comunidades asociadas a los diferentes sitios protegidos estudiados.

En base a los análisis de presencia y abundancia de especies presentados arriba es posible caracterizar las comunidades asociadas a cada sitio, tanto en la zona intermareal como submareal (ver arriba). Las tablas que se presentan a continuación son referenciales y muestran las especies que se identificaron en este estudio en cada sitio, incluyendo especies inter y submareales.

El Palillo

El listado completo de especies registradas en el AAVC El Palillo (inter y submareal) se muestran en la Tabla 17.

El sector intermareal de El Palillo es un ambiente rocoso (Figura 16), que se caracteriza por la diversidad de sustratos, diferenciándose: acantilados, bolones, y plataformas. La composición de especies, y la riqueza de especies, tienen clara relación con estos tipos de hábitat: se ha observado mayor riqueza en plataformas, intermedia en bolones, y baja en acantilados. Las algas son el grupo que más contribuye a la riqueza de especies (>50% de las especies), identificándose especies asociadas a sustratos particulares (*Liagora brachyclada*, especie endémica, solo se observó en acantilados, *Bostrychia intricata* y *Hymenena decumbens* sólo en bolones, y *Ulva sp.*, *Gelidium sp1*, *Scythotamnus australis*, *Cladophora perpusilla*, *Codium cerebriforme* (endémica) y *Dictyota kunthii* en plataformas). En el intermareal alto el gasterópodo endémico *Austrolittorina fernandezensis* fue la especie más abundante en acantilados y plataformas, mientras que en bolones el invertebrado más abundante fue *Leptograpsus variegatus*. En el intermareal medio el sol de mar endémico *Heliaster canopus* fue la especie dominante en acantilados, mientras que *A. fernandezensis*, *Parvulastra calcarata*, *H. canopus*, *Holothuria platei* y *L. variegatus* dominaron en plataformas y *H. platei* y *L. variegatus* en bolones. Por último, en el intermareal bajo la especie más abundante en los tres ambientes fue el pepino de mar *H. platei*. *Leptograpsus variegatus* estuvo presente con bajas abundancias en el intermareal bajo en plataformas y bolones.

La zona submareal de El Palillo también se caracterizó por presentar diferentes ambientes, destacando plataformas verticales, sustratos rocosos y sustratos rocosos con intersticios arenosos, pudiendo estar todos representados a lo largo de un transecto. En general, las plataformas verticales se caracterizaron por la mayor abundancia de especies sésiles como moluscos

verméticos y algas (Tabla 17), sin embargo, individuos juveniles de la langosta *Jasus frontalis* ocurrieron en grietas de estas plataformas. Los sustratos rocosos albergaron una mayor abundancia de peces e invertebrados móviles (e.g., el erizo *C. rodgersii* y la estrella *P. calcarata*) mientras que los intersticios arenosos fueron dominados por el pepino de mar *H. platei* y algas crustosas libres denominadas “rodolitos” (ver Macaya *et al.* 2014; Tabla 17). El área de El Palillo se caracteriza además por la alta abundancia de algas corticales foliosas, entre las que destacan *D. skottsbergii*, *D. kunthii*, y las especies endémicas *D. phlyctaenodes* y *P. fernandeziana*. Entre los peces destacan por su abundancia *M. reticulatus* (endémica) y *S. chilensis*, sin embargo, son de fundamental importancia *N. gayi* (endémica) y *C. longimanus* porque son estas especies las que permiten diferenciar este sitio de otras AAVC.

De los tres sitios de AAVC estudiados, El Palillo exhibe la mayor riqueza de especies endémicas del Archipiélago Juan Fernández (y del conjunto biogeográfico Juan Fernández/Desventuradas) que es un área sin protección (28 especies; dos de ellas sólo estuvieron presentes en El Palillo; Tabla 18). En El Palillo no se observan colonias de lobos marinos

Tabla 17. Especies que caracterizan las comunidades costeras de El Palillo.

| Grupo taxonómico | Especies características del submareal de El Palillo | Grupo taxonómico | Especies características del intermareal de El Palillo |
|------------------|--|------------------|--|
| Algas | <i>Chaetomorpha</i> sp. | Algas | <i>Ulva rigida</i> |
| | <i>Codium cerebriforme</i> | | <i>Ulva</i> sp. 1 |
| | <i>Codium fernandezianum</i> | | <i>Ulva</i> sp. 2 |
| | <i>Colpomenia sinuosa</i> | | <i>Gelidium</i> sp. |
| | <i>Distromium skottsbergii</i> | | <i>Gelidium</i> sp.1 |
| | <i>Gelidium</i> sp. | | <i>Gelidium</i> sp.2 |
| | <i>Janea rosea</i> | | <i>Chondriella pusilla</i> |
| | <i>Litophyllum</i> sp. | | <i>Scythotamnus australis</i> |
| | <i>Padina Fernandeziana</i> | | <i>Corallina</i> sp. |
| Invertebrados | <i>Aplysia</i> sp. | | <i>Chondracanthus intermedius</i> |
| | <i>Astrotole platei</i> | | <i>Gigartinaceae</i> |
| | <i>Astrotole platei</i> | | <i>Ahnfeltiopsis</i> sp. |
| | <i>Astrotole platei</i> | | <i>Chaetomorpha firma</i> |
| | <i>Centrostephanus rodgersii</i> | | <i>Cladophora perpusilla</i> |

| | | | |
|-------|--|---------------|--|
| | <i>Jasus frontalis</i> | | <i>Cladophora</i> sp. |
| | Nudibranchia | | <i>Centroceros clavulatum</i> |
| | <i>Octopus</i> spp. | | <i>Dictyota kunthii</i> |
| | <i>Octopus</i> spp. | | <i>Dictyota phlyctaenodes</i> |
| | <i>Patiriella calcarata</i> | | <i>Colpomenia sinuosa</i> |
| | Porifera | | <i>Bostrychia intricata</i> |
| | Vermetidae | | <i>Polisiphonia</i> sp. |
| | <i>Callanthias platei</i> | | <i>Jania rosea</i> |
| | <i>Caprodon longimanus</i> | | <i>Hymenena decumbens</i> |
| | <i>Chironemus bicornis</i> | | <i>Codium cerebriforme</i> |
| | <i>Chironemus delfini</i> | | <i>Liagora brachyclada</i> |
| | <i>Girella albostrata</i> | | <i>Pterosiphonia</i> sp. |
| | <i>Hypoplectrodes semicinctum</i> | | Crustosas |
| | Labridae juvenil | | sp. 1 |
| | <i>Lotella fernandeziana</i> | | sp. 2 |
| | <i>Malapterus reticulatus</i> | | sp. 3 |
| | <i>Nemadactylus gayi</i> | | sp. 4 |
| | <i>Odontesthes gracilis</i> | | <i>Jehlius cirratus</i> |
| | <i>Paralichthys fernandezianus</i> | | <i>Leptograpsus variegatus</i> |
| | <i>Parapercis dockinsi</i> | | Amphipoda sp. |
| | <i>Paratrachichthys fernandezianus</i> | | Poliqueto sp. |
| | <i>Pseudocaranx chilensis</i> | | <i>Phymactis</i> sp. |
| | <i>Pseudolabrus gayi</i> | | <i>Austrolittorina fernandezensis</i> |
| | <i>Scartichthys variolatus</i> | | <i>Acmaea juanina</i> |
| | <i>Scorpaena fernandeziana</i> | | <i>Diloma crusoearia</i> |
| | <i>Scorpius chilensis</i> | | <i>Plaxiphora fernandezii</i> |
| | <i>Scorpius chilensis</i> | | <i>Serpulorbis</i> sp. |
| Peces | <i>Seriola lalandi</i> | | Vermetidae sp. |
| | | | Gasterópodo desconocido |
| | | | <i>Parvulastra calcarata</i> |
| | | Invertebrados | <i>Heliaster canopus</i> |
| | | | <i>Holothuria (Mertensiothuria) platei</i> |
| | | | <i>Scartichthys variolatus</i> |
| | | Peces | <i>Parapercis dockinsi</i> |

Fuente: elaboración propia

Comunidades Biológicas Área de Alto Valor de Conservación El Palillo

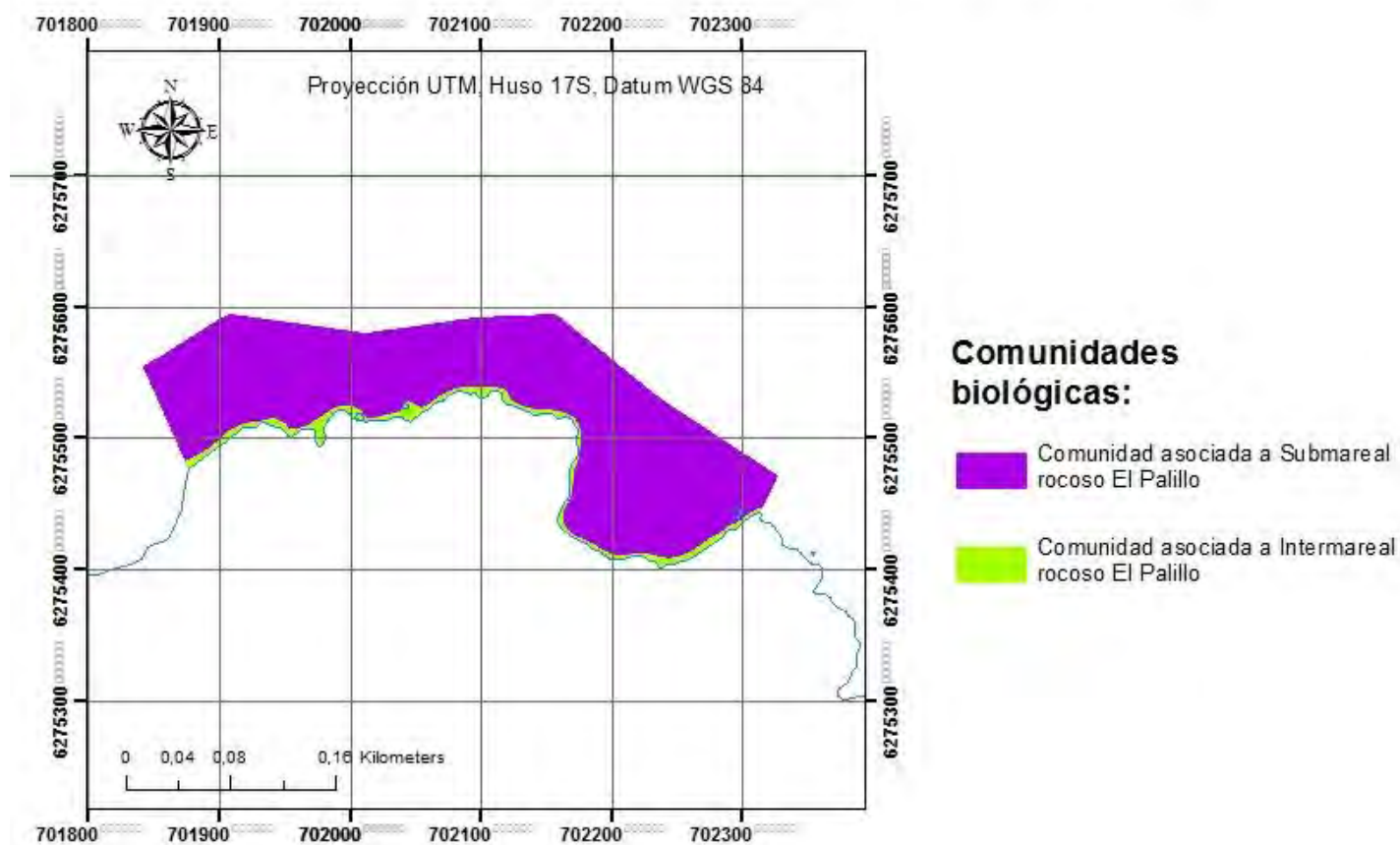


Figura 16. Comunidades biológicas del AAVC El Palillo. Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. Especies endémicas registradas en este estudio, y clasificadas según sean endémicas del Archipiélago de Juan Fernández, o del Archipiélago de Juan Fernández y Desventuradas. Los recuadros azules indican especies endémicas registradas solo en El Arena, y naranja indica especies endémicas registradas solo en El Palillo.

| Grupo taxonómico | Especie | Grupo Funcional/Trófico | Endémico de Juan Fernández | Endémico de Juan Fernández y Desventuradas | Presencia en los sitios estudiados | | |
|------------------|--|-------------------------|----------------------------|--|------------------------------------|-----------|-----------------|
| | | | | | El Palillo | El Arenal | Tierras Blancas |
| Algas | <i>Codium cerebriforme</i> | Cortical | X | | X | X | |
| | <i>Codium fernandezianum</i> | Cortical | X | | X | X | X |
| | <i>Dictyota phlyctaenodes</i> | Cortical foliosa | | X | X | X | X |
| | <i>Padina fernandeziana</i> | Cortical foliosa | X | | X | X | X |
| | <i>Chondriella pusilla</i> | Cortical | X | | | X | |
| | <i>Liagora brachyclada</i> | Cortical | X | | X | | |
| Crustacea | <i>Acantharctus delfini</i> | Carroñero | | X | | X | |
| | <i>Jasus frontalis</i> | Carnívoro | | X | X | | X |
| Mollusca | <i>Acmaea juanina</i> | Herbívoro | X | | X | X | |
| | <i>Austrolittorina fernandezensis</i> | Herbívoro | X | | X | X | |
| | <i>Plaxiphora fernandezii</i> | Herbívoro | X | | | X | |
| Echinodermata | <i>Astrostole platei</i> | Carnívoro | | X | X | X | X |
| | <i>Heliaster canopus</i> | Carnívoro | | X | X | | |
| | <i>Holothuria (Mertensiothuria) platei</i> | Detritívoro | | X | X | | |
| | <i>Parvulastra calcarata</i> | Carnívoro | X | | X | X | X |
| Actinopterygii | <i>Callanthias platei</i> | Invertívoro | | X | X | | |
| | <i>Chironemus bicornis</i> | Invertívoro | | X | X | | X |

| | | | | | | | |
|--|--|----------------------------|---|---|---|---|---|
| | <i>Chironemus delfini</i> | Invertívoro | X | | X | | X |
| | <i>Girella albostrata</i> | Omnívoro | | X | X | X | X |
| | <i>Lotella fernandeziana</i> | Invertívoro + Piscívoro | | X | X | X | X |
| | <i>Malapterus reticulatus</i> | Invertívoro | | X | X | X | X |
| | <i>Nemadactylus gayi</i> | Invertívoro | | X | X | X | X |
| | <i>Odontesthes gracilis</i> | Planctívoro | X | | X | | |
| | <i>Paralichthys fernandezianus</i> | Invertívoro + Piscívoro | | X | X | | |
| | <i>Parapercis dockinsi</i> | Invertívoro | X | | X | X | X |
| | <i>Paratrachichthys fernandezianus</i> | Invertívoro | | X | X | | X |
| | <i>Pseudocaranx chilensis</i> | Invertívoro + Piscívoro | | X | X | X | X |
| | <i>Pseudolabrus gayi</i> | Invertívoro | | X | X | X | X |
| | <i>Scartichthys variolatus</i> | Herbívoro | | X | X | X | X |
| | <i>Scorpaena fernandeziana</i> | Invertívoro | | X | X | X | X |
| | <i>Scorpis chilensis</i> | Omnívoro | | X | X | X | X |

Fuente: elaboración propia

El Arenal

El listado completo de especies registradas en el AAVC El Arenal (inter y submareal) se muestran en la Tabla 19.

El sector intermareal de El Arenal está caracterizado por el hábitat rocoso de bolones (Figura 17). El Arenal comparte una gran fracción de las especies con el mismo hábitat de El Palillo, (70%), y aunque alberga una mayor riqueza de especies, la abundancia de las mismas es menos equitativa (más especies que dominan en este ecosistema). Se observan patrones similares a los descritos para bolones en El Palillo, como (a) baja dominancia de invertebrados sésiles, y (b) alta riqueza de especies de algas (>50% de la riqueza del sitio). No obstante, los dos sitios se diferencian fundamentalmente por (a) la abundancia de algas crustosas y filamentosas y (b) la abundancia de los gasterópodos endémicos *A. fernandezensis* y *Acmaea juanina* (más abundantes en El Arenal).

La zona submareal de El Arenal se caracterizó por presentar dos tipos ambientes: sustrato rocoso y una combinación de sustrato arenoso y rocoso (Fig. 17). Estos hábitats se caracterizaron por una gran variedad de algas que cubren una porción importante del sustrato, las que a su vez proporcionan refugio para un gran número de invertebrados como el pulpo de Juan Fernández (*Octopus* spp.) y el pepino de mar (*H. platei*). La especie endémica de algas *Padina fernandeziana* muestra en este sitio su mayor abundancia. Aunque la zona submareal muestra características distintivas con El Palillo, el nivel de similitud es alto con Tierras Blancas tanto a nivel de grupos funcionales como grupos tróficos.

Se registraron 21 especies endémicas del Archipiélago Juan Fernández (y del conjunto biogeográfico Juan Fernández/Desventuradas) en el AAVC de El Arenal. De ellas, tres sólo estuvieron presentes en este sitio (Tabla 18).

Además, se destaca la presencia de una colonia reciente de lobos marinos endémicos (*A. philippi*), compuestas fundamentalmente por adultos, que podría ser responsable de la baja abundancia de peces en este sitio. A pesar de estas bajas abundancias son características las cabrillas, endémicas de la isla, y grandes peces pelágicos como la vidriola y el pez luna (Tabla 19).

Tabla 19. Especies que caracterizan el sitio El Arenal.

| Grupo taxonómico | Especies características del submareal de El Arenal | Grupo taxonómico | Especies características del intermareal de El Arenal |
|---------------------------|---|---------------------------------------|---|
| Algas | <i>Delesseriaceae</i> | Algas | <i>Ulva rigida</i> |
| | <i>Codium cerebriforme</i> | | <i>Ulva sp. 2</i> |
| | <i>Codium fernandezianum</i> | | <i>Gelidium sp.</i> |
| | <i>Colpomenia sinuosa</i> | | <i>Gelidium sp.2</i> |
| | <i>Coralina sp.</i> | | <i>Scythotamnus australis</i> |
| | <i>Distromium skottsbergii</i> | | <i>Corallina sp.</i> |
| | <i>Dyctiota kunthii</i> | | <i>Chondracanthus intermedius</i> |
| | <i>Dyctiota phlyctaenodes</i> | | <i>Gigartinaceae</i> |
| | <i>Gelidium sp.</i> | | <i>Ahnfeltiopsis sp.</i> |
| | <i>Jania rosea</i> | | <i>Chaetomorpha firma</i> |
| | <i>Litophyllum sp.</i> | | <i>Cladophora perpusilla</i> |
| | <i>Ulva sp.</i> | | |
| | <i>Padina Fernandeziana</i> | | <i>Cladophora sp.</i> |
| Invertebrados | <i>Acantharctus delfini</i> | <i>Centroceros clavulatum</i> | |
| | <i>Astrotale platei</i> | <i>Dictyota phlyctaenodes</i> | |
| | <i>Centrostephanus rogersii</i> | <i>Colpomenia sinuosa</i> | |
| | <i>Mertensiothuria platei</i> | <i>Bostrychia intricata</i> | |
| | <i>Nacella sp.</i> | <i>Polisiphonia sp.</i> | |
| | <i>Octopus crusoae</i> | <i>Jania rosea</i> | |
| | <i>Patiriella calcarata</i> | <i>Hymenena decumbens</i> | |
| Peces | <i>Girella albobstriata</i> | Crustosas | |
| | <i>Gymnotorax pophyreus</i> | <i>Alga indeterminada sp. 1</i> | |
| | <i>Hypoplectrodes semicinctum</i> | <i>Alga indeterminada sp. 2</i> | |
| | <i>Lotella fernandeziana</i> | <i>Alga indeterminada sp. 3</i> | |
| | <i>Malapterus reticulatus</i> | <i>Alga indeterminada sp. 4</i> | |
| | <i>Nemadactylus gayi</i> | <i>Jehlius cirratus</i> | |
| | <i>Parapercis dockinsi</i> | <i>Leptograpsus variegatus</i> | |
| | <i>Pseudocaranx chilensis</i> | Amphipoda sp. | |
| | <i>Pseudolabrus gayi</i> | Poliqueto sp. | |
| | <i>Labridae recluta</i> | <i>Phymactis sp.</i> | |
| | <i>Scartichthys variolatus</i> | <i>Austrolittorina fernandezensis</i> | |
| | <i>Scorpaena fernandeziana</i> | <i>Jehlius cirratus</i> | |
| <i>Scorpius chilensis</i> | <i>Leptograpsus variegatus</i> | | |

Seriola lalandi

Fuente: elaboración propia.

| | |
|-------|--|
| | <i>Amphipoda sp.</i> |
| | <i>Phymactis sp.</i> |
| | <i>Austrolittorina fernandezensis</i> |
| | <i>Acmaea juanina</i> |
| | <i>Diloma crusoeara</i> |
| | <i>Plaxiphora fernandesi</i> |
| | <i>Serpulorbis sp.</i> |
| | Gasterópodo desconocido |
| | <i>Parvulastra calcarata</i> |
| | <i>Heliaster canopus</i> |
| | <i>Holothuria (Mertensiothuria) platei</i> |
| Peces | <i>Parapercis dockinsi</i> |
| | <i>Scartichthys variolatus</i> |

Comunidades Biológicas Área de Alto Valor de Conservación El Arenal

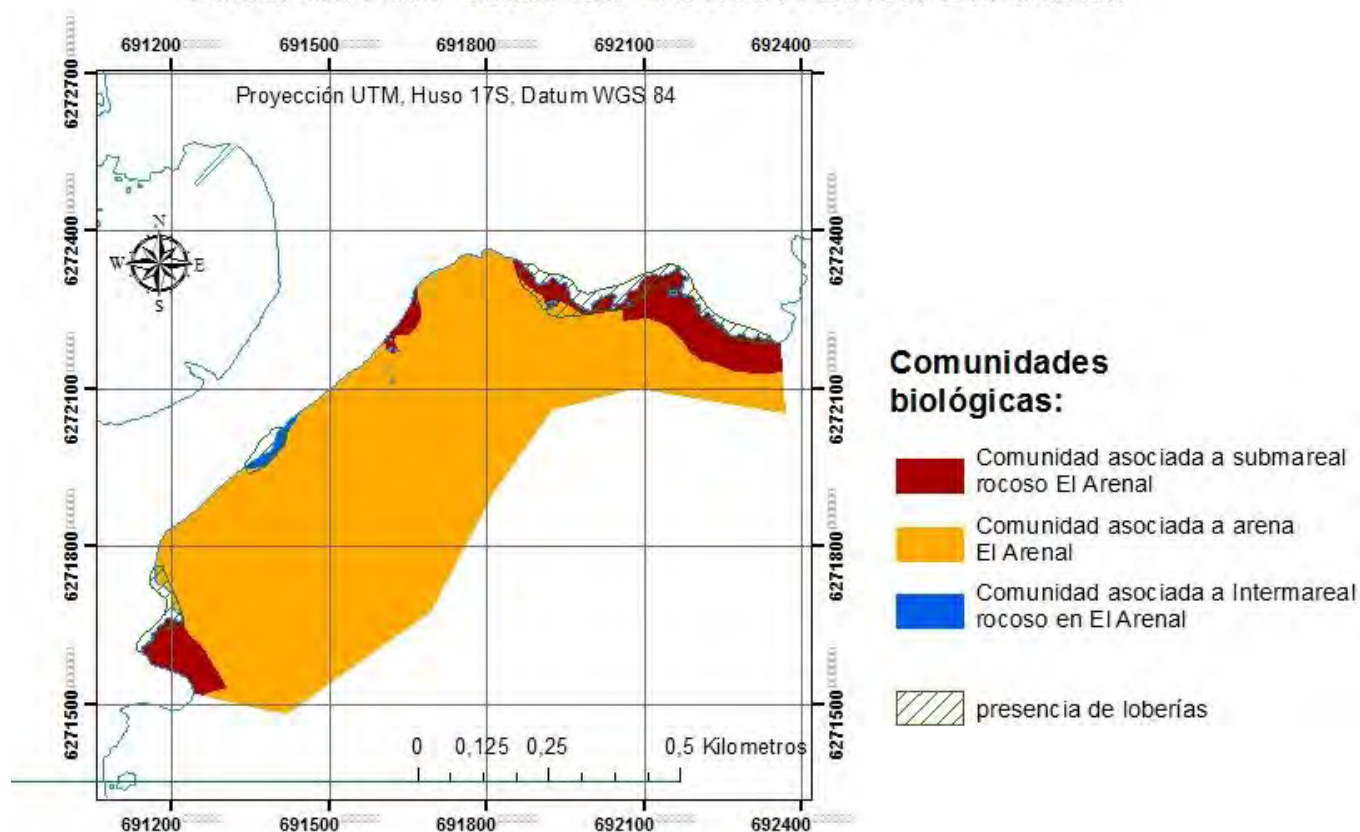


Figura 17. Comunidades biológicas del AAVC El Arenal. Fuente: elaboración propia.

Tierras Blancas

El listado completo de especies registradas en el AAVC Tierras Blancas (submareal) se muestran en la Tabla 20.

La zona submareal de Tierras Blancas se caracterizó por presentar dos ambientes, sustrato rocoso y sustrato blando o arenoso (Figura 18). El sitio de Tierras Blancas no muestra diferencias con El Arenal, en cuanto a la composición y abundancia de especies. Se destaca la predominancia de algas, siendo *Ulva* sp. la especie que otorga mayor diferenciación entre El Arenal y Tierras Blancas. Tierras blancas exhibe la mayor abundancia de invertebrados (cuatro veces superior a El Palillo y 40% superior que en El Arenal) de las tres AAVC, y la menor abundancia de peces (40% superior a El Palillo y 20% superior que en El Arenal).

Tierras Blancas exhibe la menor riqueza de especies endémicas de las tres AAVC estudiadas (19). No obstante, es importante destacar que esto podría deberse a que no fue posible acceder a la zona intermareal por la presencia de una gran colonia de lobos marinos.

Este sitio alberga una de las colonias de lobos marinos más importantes de la isla, siendo además un área de cría. La abundancia de lobos en Tierras Blancas es más del doble que en El Arenal, por lo que este aunque este AAVC podría ser redundante de El Arenal, cobra la mayor importancia para la conservación de la especie endémica de lobo fino de Juan Fernández. Coincidentemente con la alta abundancia de lobos, se observó la menor abundancia de peces.

Tal como sucede en las costas rocosas del continente, el loco (*Concholepas concholepas*) ocurre cuando su principal ítem presa (cirripedios) está presente, sin embargo su presencia es ocasional (ver Tabla 20).

Tabla 20. Especies que caracterizan el sitio Tierras Blancas.

| Grupo taxonómico | Especie característica del submareal de Tierras blancas |
|------------------|---|
| Algas | <i>Delesseriaceae</i> |
| | <i>Chaetomorpha</i> sp. |
| | <i>Codium fernandezianum</i> |
| | <i>Colpomenia sinuosa</i> |
| | <i>Distromium skottsbergii</i> |

| | |
|---------------|-------------------------------------|
| | <i>Dyctiota kunthii</i> |
| | <i>Dyctiota phlyctaenodes</i> |
| | <i>Jania rosea</i> |
| | <i>Litophyllum</i> sp. |
| | Padina Fernandeziana |
| Invertebrados | <i>Parazoanthus</i> sp. |
| | Porífera |
| | Vermetidae |
| | <i>Astrotole platei</i> |
| | <i>Centrostephanus rodgersii</i> |
| | <i>Concholepas concholepas</i> |
| | <i>Jasus frontalis</i> |
| | <i>Mertensiothuria platei</i> |
| | <i>Nodilittorina fernandezensis</i> |
| | <i>Octopus Crusoe</i> |
| | <i>Patiriella calcarata</i> |
| | <i>Plagusia chabrus</i> |
| Peces | <i>Caprodon longimanus</i> |
| | <i>Chironemus bicornis</i> |
| | <i>Chironemus delfini</i> |
| | <i>Girella albostrata</i> |
| | <i>Gymnotorax pophyreus</i> |
| | <i>Hypoplectrodes semicinctum</i> |
| | <i>Lotella fernandeziana</i> |
| | <i>Malapterus reticulatus</i> |
| | <i>Mola mola</i> |

| | |
|--|--|
| | <i>Nemadactylus gayi</i> |
| | <i>Parapercis dockinsi</i> |
| | <i>Paratrachichthys fernandezianus</i> |
| | <i>Pseudocaranx chilensis</i> |
| | <i>Pseudolabrus gayi</i> |
| | <i>Scartichthys variolatus</i> |
| | <i>Scorpaena fernandeziana</i> |
| | <i>Scorpis chilensis</i> |
| | <i>Seriola lalandi</i> |

Fuente: elaboración propia.

Comunidades Biológicas Área de Alto Valor de Conservación Tierras Blancas

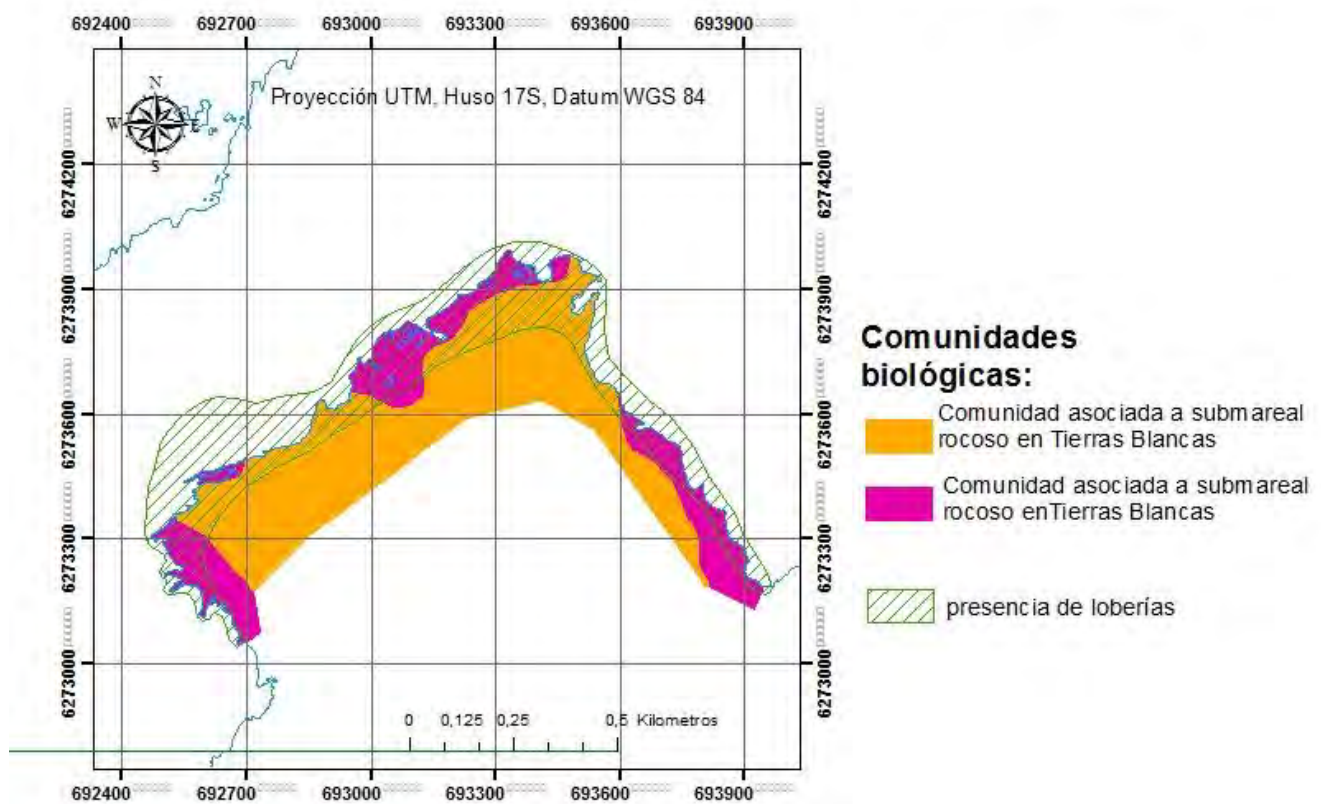


Figura 18. Comunidades biológicas del AAVC Tierras Blancas. Fuente: elaboración propia.

5.5. Objetos de Conservación

Metodología

Con el objetivo de dar a conocer el proyecto y sus avances entre los diferentes actores involucrados y a expertos, se realizó un taller de validación técnica. El avance del trabajo tenía que ver fundamentalmente con la presentación de los resultados obtenidos en las campañas de terreno, pero se avanzó en la identificación de amenazas y en proponer los objetos de conservación de las AAVC El Palillo, El Arenal y Tierras Blancas. Para esto se envió una invitación oficial (Anexo II.5) por parte de la Seremi de Medio Ambiente a los servicios públicos y otra invitación por parte de la Estación Costera de Investigaciones Marinas a los académicos expertos. El taller contó con la participación de académicos que han trabajado en la isla y varios servicios públicos, incluyendo el alcalde y concejales de la isla. El taller se desarrolló en la Estación Costera de Investigaciones Marinas (ECIM) de la Pontificia Universidad Católica de Chile, en Las Cruces el 12 de junio (Fig. 19).



Figura 19. Grupo de participantes del primer taller de expertos.

Luego de exponer y discutir los resultados obtenidos en las campañas de muestreo se conformaron dos grupos de trabajo para discutir y proponer los objetos de conservación pertinentes para cada AAVC. Ambos grupos de trabajo propusieron los mismos objetos de conservación para las tres

AAVC, los que se presentan a continuación. Esta propuesta inicial se fundamenta además más abajo con los resultados de terreno. Además, en este encuentro y aprovechando tanto la expertise científica como local (Juan Fernández) se identificaron las principales amenazas que se describen y clasifican en la sección siguiente.

Resultados

Objetos de Conservación

a. AAVC El Palillo

Área colindante al poblado San Juan Bautista y al embarcadero de yates. Sus alrededores son usados con fines recreacionales y en ellos se emplaza el único sendero submarino de Chile . Se identifican como objeto de conservación:

(a) la comunidad asociada a la diversidad de hábitats rocosos representativos de la isla. Este objeto de conservación fue identificado en el taller de expertos. Es importante resaltar que la preservación de la diversidad de hábitat es fundamental, porque en ella se basa la diversidad de especies de este sitio (los tres tipos de hábitat rocosos albergan diferentes especies de algas e invertebrados). Esto cobra relevancia por la cercanía con el poblado Juan Bautista, adonde ha ocurrido intervenciones de hábitats costeros. Los resultados que diferencian este sitio se sustentan además por los análisis de escalamiento no métrico-multidimensional, que claramente separan El Palillo de las otras comunidades costeras estudiadas, los que podrían explicarse por (i) alta abundancia de algas (ver punto b abajo), (ii) ausencia de depredadores tope (lobo fino de Juan Fernández) y, (iii) equitatividad de los grupos funcionales de algas y grupos tróficos de invertebrados en zonas intermareales. Los dos primeros factores podrían explicar el aumento en abundancia de peces (mayor disponibilidad de alimento, menor presión de depredación sobre peces), como también la baja abundancia de invertebrados (presa de peces). Las especies distintivas de El Palillo, que debieran ser foco de atención por su abundancia (porque permiten diferenciar este sitio respecto a las otras AAVC) son (i) *Pseudolabrus gayi* y *Caprodon longimanus*, y (ii) invertebrados (la estrella de mar *Parvulastra calcarata*). Este conjunto de especies requiere especial esfuerzos de monitoreo (sumado a algas y lobos marinos que pudieran establecerse a futuro) a fin de evaluar las relaciones biológicas entre los componentes de la comunidad, e identificar en forma fehaciente los actores claves del sistema.

(b) el alga parda *Padina fernandeziana*, endémica de la isla, como estructuradora del ecosistema. Este alga, junto a otro conjunto de algas pardas muestran gran abundancia, y son la dieta principal de peces omnívoros y herbívoros, además de otros organismos móviles (anfípodos e isópodos). Es

decir, el alga parda *Padina Fernandeziana* junto a otras algas abundantes en el área, cumplirían un rol importante en estructurar la abundante comunidad de peces omnívoros y herbívoros de este AVVC y su abundancia podría ser un indicador de la disponibilidad de alimento para peces (cobertura de algas pardas superior al 50%).

(c) especies endémicas: se observa en este sitio un alto número (28) de especies endémicas, que no están siendo protegidas en otras regiones de Chile excepto los parques marinos propuestos en Juan Fernández (Tabla 18).

b. AAVC El Arenal

Esta área colinda con la zona urbana en la que se emplaza el aeropuerto, desde donde los turistas acceden a sus costas. Se definió este lugar por presentar un hábitat (o formación geomorfológica) única en el archipiélago que se caracteriza por una alta erosión y un alto dinamismo de playa, a la cual se asocia una comunidad que no conocemos completamente (se requieren estudios con mayor periodicidad temporal debido a los cambios frecuentes de esta comunidad). Este estudio representa el primer análisis de la comunidad marina de El Arenal, y las evidencias demuestran que es un sitio redundante con Tierras Blancas en términos generales, excepto por importantes diferencias en las abundancias de lobos de mar (y posibles efectos cascadas sobre invertebrados y peces). La abundancia del lobo fino de Juan Fernández depende positivamente de la presencia de arena en el lugar. En consecuencia, se propusieron como objetos de conservación:

(a) el alga parda *Padina fernandeziana*, endémica de la isla, que exhibe su mayor abundancia en este sitio y se considera, en base a los antecedentes disponibles, como estructuradora de la comunidad (dieta de peces).

(b) el lobo fino de Juan Fernández, *Arctocephalus philippii*. Esta especie registra una colonia en establecimiento en esta AAVC.

(c) especies endémicas: se registró un alto número (21) de especies endémicas, que no están siendo protegidas en otras regiones de Chile excepto los parques marinos propuestos en Juan Fernández (Tabla 18).

c. AAVC Tierras Blancas

De las tres AAVC, éste es el único que colinda completamente con el Parque Nacional Juan Fernández. En la zona hay un alto nivel de erosión, con barrancos profundos. Aunque las comunidades marinas asociadas no muestran importantes diferencias con El Arenal (redundancia), este sitio es de vital importancia porque alberga una gran población de lobo fino de Juan

Fernández, y una de las colonias reproductivas más grande de la isla Robinson Crusoe. En consecuencia, se propuso como objeto de conservación:

(a) el lobo fino de Juan Fernández, *Arctocephalus philippii* y (b) la comunidad adyacente que parcialmente sustenta esta colonia.

5.6. Amenazas

En el marco del taller de expertos se discutieron amenazas generales (todos los parques) y particulares. Se identificaron diferentes amenazas potenciales, listadas en la tabla que sigue, las que se clasifican en diferentes niveles (subjetivos, en base a información disponible y conocimiento local; alto, medio y bajo).

(a) Destrucción de hábitat: recientemente se han realizado movimientos de sustratos en la zona costera del poblado Juan Bautista. Dado que el AAVC de El Palillo muestra como principal objeto de conservación la diversidad de especies que alberga la diversidad de hábitats rocosos, esta es una amenaza potencial alta.

(b) Erosión: se evidencia importante cantidad de sedimentos continentales arrastrados en zonas costeras de El Arenal y Tierras Blancas. No existiendo estudios previos, no es posible determinar en forma fehaciente si este es parte de un proceso natural. Los lugareños indican que ha aumentado la erosión en épocas recientes, por lo que se la identifica como una amenaza potencial que se sugiere monitorear, cobrando mayor importancia en El Arenal y Tierras Blancas.

(c) la contaminación por residuos sólidos ha sido evaluada como una amenaza importante por los lugareños y autoridades de la isla, principalmente para El Palillo (alta) y secundariamente en El Arenal (media).

(d) la invasión de especies exóticas que podrían afectar las especies nativas. Esta amenaza fué propuesta por los habitantes y autoridades de la isla, que ven con preocupación el impacto de este factor sobre la vida silvestre terrestre. Sin embargo, no existen evidencias de especies exóticas marinas que hubieran invadido la isla. La mayor fuente de ingreso de especies exóticas son los puertos, siendo fundamental la frecuencia de movimiento de los mismos. En la isla solo se han construido muelles relativamente pequeños y muestran baja frecuencia de embarcaciones foráneas. Es decir, la probabilidad de ingreso de especies exóticas marinas es relativamente baja.

(e) pestes mortales para especies endémicas. Se identificó como amenaza importante la presencia de distemper en perros de la isla, que tienen el potencial de contagiar a especies endémicas vulnerables a esta enfermedad como el lobo fino de Juan Fernández. Este tipo de problema es fácilmente abordable, manteniendo la vacunación anual de la población canina. El potencial de

contagio (amenaza) es alto en El Palillo, adonde se concentra la población canina (aunque no la presencia de lobos es baja) y media en el resto de las AAVC que albergan lobos y a los que potencialmente pueden llegar los perros.

(f) cercanía a centros urbanos: la cercanía de centros urbanos impone presiones no enumeradas como amenazas específicas, entre las que pueden identificarse la pesca deportiva y la remoción de especies como “souvenirs” o para artesanías (corales). Por lo tanto, el mayor nivel de amenaza potencial está centrado en la zona urbana (aledaño a El Palillo), clasificándose como baja en los sitios restantes.

(g) pesca artesanal. La flota artesanal opera sobre todo el perímetro de la isla (Fig. 1) por lo que esta amenaza tiene el mismo potencial en toda la isla. Es importante destacar que la principal pesquería de la isla se encuentra certificada (dando cuenta del manejo sustentable de la misma) y que no se utilizan artes de pesca que generen impacto sobre otras especies o hábitats.

(h) pesca foránea. La pesca foránea ha sido clasificada como una alta amenaza por los pescadores de la isla, quienes observan con preocupación la presencia de embarcaciones ajenas al archipiélago operando en cercanías de las islas, con artes de pesca que generan impacto sobre la comunidad de peces. No existen datos científicos para corroborar estas opiniones, y se sugiere un monitoreo de la actividad pesquera más aún considerando que toda la zona costera (hasta 12 millas náuticas) se encuentran bajo la figura de Área Marina Protegida de Múltiples Usos.

(i) pesca fantasma. La pesca fantasma asociada a la pesquería de la langosta, por la pérdida de trampas que permanecen en el agua capturando hasta su degradación, es clasificada como de nivel medio debido a que las trampas son de madera blanda y degradable. Por lo que su impacto sería de corto plazo.

(j) impacto del turismo. Existen operadores turísticos que hasta el presente realizan actividades a pequeña escala, además de los visitantes que se aventuran por sus propios medios sobre todo en las cercanías del poblado. El AAVC de El Palillo observa el nivel más alto de esta amenaza, por la cercanía a la afluencia de turistas. Los sitios restantes, debido a la alta densidad de lobos que presentan riesgos para los buzos, se clasificaron como de baja amenaza.

(k) educación ambiental. Se plantea como potencial amenaza la falta de conocimiento de la población sobre los ecosistemas marinos, por lo que se sugiere informar y educar a la población, sobre todo a los niños, pescadores y operadores turísticos sobre la importancia de conservar y cuidar la isla. Por esta razón se realizaron fichas informativas de la biodiversidad marina que potencialmente podrían utilizarse como fuente de información para programas educativos.

Tabla 21. Listado de amenazas potenciales para cada AAVC, clasificadas en niveles Alto, Medio y Bajo según observaciones y datos entregados por pescadores y lugareños.

| Amenaza | El Arenal | | | El Palillo | | | Tierras Blancas | | |
|---|-----------|-------|------|------------|-------|------|-----------------|-------|------|
| | Alta | Media | Baja | Alta | Media | Baja | Alta | Media | Baja |
| Destrucción de hábitat | | | X | x | | | | | X |
| Erosión | x | | | | | x | X | | |
| Contaminación | | x | | x | | | | | |
| Especies invasoras | | | X | | | x | | | X |
| Pestes mortales para especies endémicas | | x | | x | | | | x | |
| Cercanía a centros urbanos | | x | | x | | | | | X |
| Pesca artesanal | | x | | | X | | | x | |
| Pesca foránea | x | | | x | | | X | | |
| Pesca fantasma | | x | | | X | | | x | |
| Impacto del turismo | | | X | x | | | | | x |
| Educación ambiental | x | | | x | | | X | | |

Fuente: elaboración propia

No se identifica el aumento de la abundancia del lobo fino endémico de Juan Fernández como amenaza, ya que (a) es parte natural del ecosistema, y (b) aún no alcanza la población histórica pre-explotación (Fernández *et al.* 2012).

6. OBJETIVO 3

Estrategia y alcance de la propuesta

La estrategia para la implementación y el desarrollo de Áreas Marinas Protegidas (AMP) en general, plantea el gran desafío de la conservación de la biodiversidad marina, tal es el caso de las tres áreas núcleos (parques marinos propuestos) de la Isla de Robinson Crusoe, en el Archipiélago de Juan Fernández, denominadas El Arenal; Tierras Blancas y El Palillo (Fig. 19). Dichas áreas poseen una alta importancia nacional en términos de conservación, dado su biodiversidad marina costera única, alto endemismo y valor -turístico.

Dichas características distintivas y únicas de estos ecosistemas, hicieron que estos sectores se propusieran al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS), como parques marinos, en enero del 2014. El establecimiento de estos parques marinos representa una oportunidad de proponer una conservación eficiente de alto valor ambiental de los ecosistemas representados, a través del diseño e implementación de un Plan General de Administración (PGA) y sus distintos programas.

Cabe señalar que en esta propuesta se utilizará la nomenclatura de Plan General de Administración (PGA), para referirse al Plan de Manejo señalado en las bases del proyecto FNDR, esto dado que la normativa que rige actualmente para los parques marinos, está establecida en el Reglamento sobre Parques y Reservas marinas aprobado por D.S. MINECON/SUBPESCA N°238 el año 2004, y porque además en el país se viene utilizando dicha nomenclatura para las Áreas marinas protegidas en sus distintas categorías (incluidas las AMCP-MU) a diferencia de las áreas terrestres donde se utiliza el término de Plan de manejo.

La estrategia para alcanzar los objetivos de conservación de estos parques marinos, responde a objetivos que van desde la preservación de la diversidad biológica, la investigación científica y el uso sostenible del eco-turismo o turismo de intereses especiales presentes en las áreas. Cabe señalar que la normativa actual define la figura de parque marino como: *“Área específica y delimitada destinada a preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat”*. En ese sentido, compatibilizar por ejemplo la conservación de la biodiversidad con el ecoturismo, presenta un gran desafío y una oportunidad para el desarrollo sustentable de la comunidad local.

La implementación del Plan General de Administración (PGA) con sus diferentes programas y actividades, se debe basar en la participación y compromiso de la comunidad y autoridades locales, esto último resulta crucial teniendo en cuenta la tuición de los parques marinos que el Servicio nacional de Pesca (SERNAPesca), realiza según la actual normativa. Para ello la representatividad e integración de los actores más directos, y de la comunidad en general, en el quehacer de los parques marinos, deberá ser un aspecto de continua preocupación y mejoramiento de la institucionalidad correspondiente. En este contexto, se propone en el presente estudio un procedimiento de administración participativo y transparente, que formalice y potencie la cooperación pública-privada, la coordinación y cooperación interinstitucional de los servicios del Estado. Además, considerando la pronta entrada en vigencia del Estatuto Especial para el Archipiélago de Juan Fernández e independientemente de la institución que administre estas áreas, este proyecto será un insumo importante, ya que representa un aporte para replicar procesos participativos que se deberán llevar a cabo en los próximos planes de administración de los restantes parques marinos propuestos: Lobería Selkirk, JF5 y JF6 (montes submarinos) y el AMCP-MU.

En el ámbito regional, se debe procurar que los parques Marinos sean incorporados en la definición de políticas y agenda regional y, constituya un polo de eco-turismo y de desarrollo para las ciencias marinas en islas oceánicas. Para ello, se debe afianzar los vínculos y coordinaciones interinstitucionales, puesto que, el rol y labor de los actores públicos regionales y locales, será de importancia esencial para integrar la conservación de los parques marinos en las políticas públicas locales, regionales y sectoriales.

En el ámbito de la implementación de los programas y el logro de sus objetivos, el PGA deberá estar concebido como un instrumento de planificación dentro de un proceso adaptativo, el cual considera la elaboración gradual de los programas, a través de un procedimiento participativo formalizado y con mecanismos de coordinación y consulta que permitan garantizar la adecuada ejecución de las actividades establecidas y la evaluación de los resultados obtenidos. Para ello, se dispondrá de los instrumentos de toma de información y análisis correspondientes y las instancias para realizar las modificaciones y adaptaciones que sean necesarias para alcanzar el éxito de las metas que el conjunto de actores se ha fijado.

Finalmente, el PGA de estos parques marinos deberá ser incluido en el futuro PGA del AMCP-MU de

Juan Fernández, considerando un enfoque ecosistémico y multidisciplinario, basado en la información científica y técnica, social y económica disponible, lo cual implica priorizar el financiamiento de líneas de investigación y monitoreo cuyos resultados tengan aplicación en la gestión global del AMCP-MU y sus zonas núcleos.. Así mismo, los resultados de las investigaciones realizadas en los parques marinos, deberán ser públicos y divulgados en lenguaje y formato adecuados para su difusión a la comunidad y usuarios de los parques marinos.

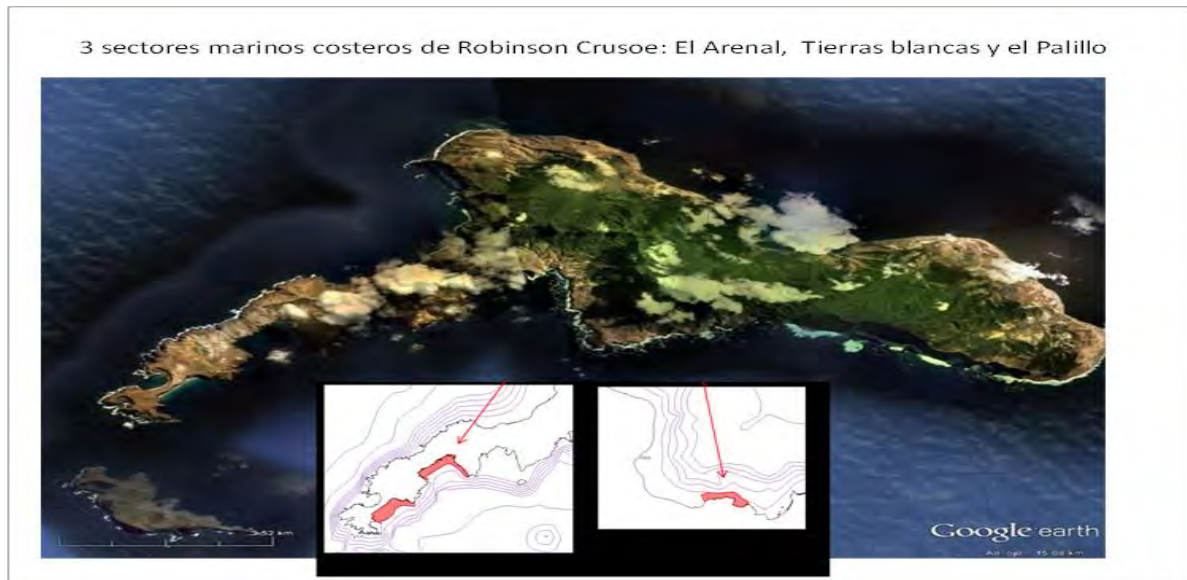


Figura 20. Áreas Núcleos bajo la figura de parques marinos en la Isla de Robinson Crusoe.

En consecuencia para alcanzar lo anterior, se deben implementar los siguientes aspectos (sub-objetivos);

- Conformar una mesa de trabajo pública y privada con los actores relevantes y grupos de interés para tratar aspectos de gestión y manejo de las áreas propuestas.
- Proponer un modelo de participación, financiamiento y gobernanza para los sectores propuestos como parques marinos (figura de protección que se propuso ante el CMS).

Cabe señalar que la propuesta de AMCP-MU y sus respectivos zonas núcleos, cuenta con el apoyo de las tres organizaciones de pescadores del archipiélago Juan Fernández, de la comunidad (95% aprobación), la Ilustre municipalidad de Juan Fernández y la administración de CONAF del Parque Nacional (FPA 2009). No obstante lo anterior, para la gestión de las tres zonas núcleos de la isla Robinson Crusoe se debió trabajar con la comunidad en conjunto, mediante un proceso participativo que permitió definir los aspectos relativos a la gestión y manejo de las áreas. Cabe señalar que en los tres parques marinos en la actualidad no se realizan actividades pesqueras del recurso langosta (principal recurso pesquero de la isla). De los tres parques marinos, en dos de ellos

(El Arenal y Tierras Blancas), debido a las condiciones de fondo y presencia de ejemplares de lobo marino fino de JF, no se realizan faenas extractivas de langosta. El Palillo es la única zona de las tres, donde históricamente existen registros de capturas de langostas, sin embargo, por compromiso de los propios pescadores artesanales, en el marco de la creación del sendero submarino El Palillo, se firmó un acuerdo voluntario para no realizar ningún tipo de actividad extractiva, ni navegación a motor en el área, acuerdo que se respeta a cabalidad hasta el día de hoy.

Talleres de evaluación participativa y difusión

La propuesta de la comunidad para establecer un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) en las aguas del archipiélago Juan Fernández incluía zonas núcleos que la población de la isla identificó como sitios prioritarios de conservación. La propuesta de AMCP-MU cuenta con el apoyo de las tres organizaciones de pescadores del archipiélago Juan Fernández, de la comunidad (95% aprobación: FPA 2009), la Ilustre municipalidad de Juan Fernández y la administración del Parque Nacional del Archipiélago Juan Fernández. No obstante, las tres zonas de la isla Robinson Crusoe requerían ser revalidadas por la comunidad, mediante un trabajo en conjunto y participativo que permita definir los aspectos relativos a la gestión y manejo del área. Para lo cual se siguió la siguiente estrategia de difusión:

Estrategia Comunicacional y Actividades de Difusión

En primera instancia se realizaron actividades informativas para explicar a la comunidad y a los servicios públicos y privados presentes en la Isla los modelos de conservación propuestos en el marco de la propuesta de Marina Costera Protegida de Uso Múltiple (AMCP-MU) y parques marinos, discutiendo sus implicancias.

Cabe señalar, que de Mayo a Octubre de cada año, debido a la veda del recurso langosta de JF (*Jasus frontalis*), la gran mayoría de la población del archipiélago se encuentra en el poblado San Juan Bautista de la isla Robinson Crusoe. Y fue justamente en este periodo en donde se concentró el trabajo de difusión utilizando diferentes medios, entre los cuales cabe mencionar:

- *Radio Picaflor Rojo*: La radio comunitaria Picaflor Rojo (107.9 FM), perteneciente a la corporación cultural Robinson Crusoe, tiene dentro de su parrilla programática con diversos espacios. Entre ellos los días viernes de 12:30 a 14:00 hrs, con los programas; “La muni al día” y los martes con “Juan Fernández Sostenible”, se utilizaron para informar a la

comunidad sobre la implementación del AMCP-MU y los parques marinos (zonas núcleos) asociados. La información entregada en dichos espacios comunicacionales, tenía que ver con los procesos de gestión, creación, elaboración de planes de administración, entre otros aspectos del Área. Además de servir constantemente como medio de difusión de todas las actividades asociadas a la ejecución del proyecto FNDR.

Dentro de los principales hitos comunicaciones en el marco de la utilización de la radio Picaflor Rojo para el proyecto FNDR están;

- Mayo (viernes 16/05/14): Programa *“La muni al día”* de 12:30 a 13:00 pm. En este espacio radial se informó a la comunidad de la creación del AMCP-MU Juan Fernández, en la cual se hizo lectura a las partes fundamentales del D.S. N°11 (MMA) del 18 de febrero del 2014, Decreto aún no publicado en el Diario Oficial. Se informó del largo proceso para llegar a esta declaración y se invitó a la comunidad para próximos programas radiales para tratar temas relacionados con el la gestión del AMCP-MU y los parques marinos.
- Junio (martes 03/06/14): Programa *“Juan Fernández Sostenible”* de 12:30 a 13:30 pm. Durante este espacio radial se presentó a la comunidad los objetivos del presente proyecto, llamado a la participación comunal y recibiendo llamados telefónicos para responder dudas o consultas.
- Julio (martes 02/07/14): Programa *“Juan Fernández Sostenible”* de 12:30 a 14:00 pm. Durante este programa se dieron a conocer los impactos positivos que tienen las áreas marinas protegidas y se recibieron consultas telefónicas al respecto, siendo la de mayor interés las de tipo pesquera, donde se propondrá a la autoridad pesquera, la prohibición de la pesca artesanal foránea, semi-industrial e industrial de las aguas del AMCP-MU.
- Agosto (martes 05/08/14): Programa *“Juan Fernández Sostenible”* de 12:30 a 13:30 pm. Durante este programa se dieron a conocer los impactos positivos que tienen los parques marinos, se informó sobre los tres parques marinos (zonas núcleos de la AMCP-MU) de la isla Robinson Crusoe, sus características biológicas y de hábitat que justificaron su declaración como parques marinos. Se recibieron consultas telefónicas al respecto, siendo la de mayor interés el respeto del uso de estos espacios como zonas de esparcimiento y recreación comunal en los parques marinos El Palillo y El Arenal.
- Septiembre (martes 02/09/14): Programa *“Juan Fernández Sostenible”* de 12:30 a 14:00 pm. Durante este espacio se habló de los usos y actividades posibles de realizar en los parques marinos y la normativa que lo regula. El interés vino por dar a conocer el marco

regulatorio legal, competencias de organismos de estados y el rol de la comunidad en estos sistemas protegidos.

- Septiembre (martes 30/09/14): Programa “*Juan Fernández Sostenible*” de 12:30 a 13:30 pm. Junto a SERNAPESCA, se realizó el programa de radio con el objetivo de entregar nuevamente a la comunidad las normas de la Ley General de Pesca y Acuicultura, debido al inicio de temporada de langosta 2014-2015 el 1ero de Octubre de cada año. En el mismo espacio se dieron a conocer resultados preliminares sobre los usos, zonificaciones y administración de los talleres realizados para generar propuesta de Plan General de Administración de los tres parques marinos de la isla Robinson Crusoe. También se invitó a la comunidad a visitar la feria científica del colegio insular Robinson Crusoe para el día 8 de octubre del 2014.

Estrategia con los Pescadores Artesanales:

En conjunto con la autoridad pesquera (SERNAPESCA y SUBPESCA), se realizó una reunión informativa para entregar información estadística de temporada de langostas 2014-2014, de utilidad para del proyecto FNDR “*Diagnostico de sitios de alto valor para la conservación de la V región de Valparaíso; sectores marinos costeros de Robinson Crusoe, archipiélago de Juan Fernández*” (Fig. 21).

Esta asamblea general se realizó en la explanada interior de los box de pescadores artesanales, con una asistencia de 98 pescadores. Los asistentes se registraron (Fig. 22). En marco de este proyecto se presentaron los objetivos y se acordó conformar una mesa de trabajo que representara a todos los pescadores de JF y no solo a los asociados a alguna organización.

Con las directivas de las tres organizaciones de pescadores, se acordó que en la reunión mensual de cada una de las organizaciones se presentarán los objetivos del presente trabajo. En primera instancia se mostró el trabajo realizado para lograr la declaración del área, luego se presentó el Decreto Supremo con su mapa respectivo y se invitó a una segunda instancia de participación para poder definir aspectos como zonificación, usos, entre otros. Esto se replicó en las tres organizaciones, a saber;

- Sindicato de trabajadores independientes pescadores artesanales archipiélago Juan Fernández (en el mes de septiembre)
- Sindicato de trabajadores independientes pescadores isla Alejandro Selkirk (en el mes de junio)

- Agrupación de pescadores y dueños de embarcaciones (en el mes de mayo)

Una vez informado el proceso a las organizaciones de pescadores, cada una de ellas, se comprometió a designar representantes para participar en la mesa de trabajo para el diseño del plan de manejo.



Figura 21. Pescadores del Archipiélago JF en taller- reunión informativo

| Nº BOTE | NOMBRE | RUT | TELEFONO | FIRMA |
|---------|-----------------------|----------|-----------|---------|
| 152 | MANUEL SCHIBER C | 12847904 | 8964763 | [Firma] |
| 157 | OSCAR CHAMORRO S. | 15081004 | 58522161 | [Firma] |
| 142 | PATRICIA GUERRA C | 95448894 | 90199461 | [Firma] |
| 109 | MANUEL ROSA E | 10503797 | 74835074 | [Firma] |
| 160 | JUAN C. HERNANDEZ | 80983352 | 2251245 | [Firma] |
| 149 | FEDERICO VILLANUEVA S | 15081004 | 63001238 | [Firma] |
| 82 | MANUEL VESMAGNANO | 10180448 | 91680276 | [Firma] |
| 83 | MANUEL VESMAGNANO | 10500081 | 87472900 | [Firma] |
| 167 | WILSON GONZALEZ | 12053941 | 94051917 | [Firma] |
| 196 | WILSON GONZALEZ | 9457403 | 108520189 | [Firma] |
| 1078 | JAI ME SCHIBER | 63605541 | 92648300 | [Firma] |
| 189 | WILSON GONZALEZ | 4902284 | 96442086 | [Firma] |
| 65 | RAFAEL ROSARIO A | 15099387 | 83586057 | [Firma] |
| 206 | SILVIO ROSARIO C | 63014812 | 62510684 | [Firma] |
| 125 | WILSON GONZALEZ | 56455404 | 74854955 | [Firma] |
| 172 | WILSON CHAMORRO | 15027954 | 61251177 | [Firma] |
| 182 | CLEMENTE POLOPEZ | 1221302 | 90497470 | [Firma] |
| 168 | WILSON GONZALEZ | 1041402 | 6280203 | [Firma] |
| 195 | OSCAR CHAMORRO | 6401462 | 53219037 | [Firma] |
| 197 | ROBERTO POLOPEZ | 1008409 | 61205837 | [Firma] |
| 144 | DAVIS GONZALEZ | 1203319 | 95542102 | [Firma] |
| 200 | OSCAR LOPEZ | 9014462 | 63392368 | [Firma] |
| 16 | GUILBERTO MACHO C | 9260274 | 93713262 | [Firma] |
| 58 | TOMASO VILLANUEVA | 9400004 | 92359324 | [Firma] |
| 36 | WILSON GONZALEZ | 9221904 | 7351104 | [Firma] |
| 147 | GUILBERTO MACHO C | 8220597 | 90119909 | [Firma] |
| 158 | DAVIS GONZALEZ | 1501047 | 87913463 | [Firma] |
| 207 | FRANCO POLOPEZ | 1200304 | 90417020 | [Firma] |
| 75 | ALFREDO ANGLIO SCH. | 77485610 | 90142825 | [Firma] |

Figura 22. Lista de asistentes firmadas por los pescadores que participaron del taller-reunión de difusión.

Trabajo en conjunto con I. Municipalidad de Juan Fernández:

La I. Municipalidad de J.F. apoyo desde los inicios la creación del AMCP-MU es por esto que también ha estado apoyando la ejecución del actual proyecto FNDR. En ese contexto, se solicitó a la I. Municipalidad de Juan Fernández, que en el boletín mensual que elabora y que entrega junto con las boletas de servicios básicos (luz y agua), se diera un espacio para informar del proceso de creación y desarrollo del AMCP-MU y los parques marinos asociados, de esta manera se asegurara llegar al 100% de los hogares de la Isla. La solicitud tuvo respuesta positiva para hacer uso de este espacio en el boletín para el mes de Octubre del 2014, el que fué entregado por personal municipal a cada una de las casas del poblado san Juan Bautista (Fig. 23).



“La Muni al Día”

B O L E T Í N I N F O R M A T I V O C O M U N A L

1° de Octubre:
Inicio temporada
de pesca 2014-
2015.

16 de Octubre:
Aniversario Club
Deportivo y So-
cial Nocturno.

16 de Octubre:
Día del Profesor.

28 de Octubre:
Día del Funciona-
rio Municipal.

ALCALDE DE JUAN FERNÁNDEZ SE REÚNE CON MINISTRA DE SALUD.

Uno de los motivos del viaje en comisión al continente del Alcalde, fue sostener una reunión con la Ministra de Salud, con el fin de gestionar temas importantes para la comunidad como: entregar más recursos en el área de salud a la comuna, realizar rondas médicas periódicas, contar con la presencia de dos médicos en la comuna, lo que significaría dar mayor tranquilidad a los pacientes, visitar en forma periódica la comunidad de Isla Alejandro Selkirk, sin dejar el Consultorio sin médico en caso de urgencias, entre otros temas.



MAR DE JUAN FERNÁNDEZ

La comunidad pesquera de Juan Fernández, representada por el Sindicato de Pescadores, comienza a trabajar para implementar medidas de protección en las aguas del archipiélago, de manera de proteger los recursos marinos endémicos, excluir la pesca industrial, limitar el acceso de flota artesanal foránea, y que a la vez, nos permitiera seguir realizando nuestra pesca artesanal sustentable que tiene más de 121 años de historia. Después de siete años y gracias al trabajo de la comunidad, instituciones y profesionales isleños, el día 18 de febrero del 2014, mediante el DS N° 11, se declara el Área Marina Costera Protegida de uso Múltiple Juan Fernández y sus cinco parques marinos asociados. Abarcando una superficie de 12.000 Km². Un mar exclusivo para los habitantes de este archipiélago, un mar donde tenemos la responsabilidad de continuar con nuestra tradición pesquera, un mar para investigar, hacer deportes, turismo, recreación y un sin fin de actividades. Ahora el gran desafío es que la comunidad decida y defina como queremos administrar es mar de Juan Fernández, para que en un Plan de administración estén reflejados todos las necesidades, artes de pesca y usos que la comunidad quiere dar a los parques marinos y al área marina de uso múltiples. La IMJF juntos a sus organismos socios (PUC, Oceana, STIPA JF, IC, Oikonos, STPIAS), invitan a la comunidad a participar durante nov y dic del 2014 y todo el 2015 en participar en los talleres para la elaboración del Plan General de Administración, para lo que mantendremos a la

EDITORIAL

Dirección: Larraín Alcalde 320

Edición:
Depto. Turismo, Cultura y RRRP

Producción:
Área de comunicaciones
Juan Ramón Chamorro Paredes

Correo:
Comunicaciones@comunajuanfernandez.cl

Teléfono: (032) 2751001
(09) 68304365

Web: www.comunajuanfernandez.cl

Figura 23. Informativo realizado por la I. Municipalidad de Juan Fernández

Por otro lado, tal como indica el acta de sesión ordinaria N° 74, del honorable Concejo Municipal de la I. Municipalidad de Juan Fernández, el día 22 de mayo del 2014, se presentó el proyecto FNDR “*Diagnostico de sitios de alto valor para la conservación de la v región de Valparaíso; sectores*

marinos costeros de Robinson Crusoe, archipiélago de Juan Fernández" (Fig. 24). Por su parte se invitó al honorable concejo municipal y funcionarios a participar en las etapas del proyecto que tiene que ver con generar propuestas de los Planes de administración (Anexo II.6).



Figura 24. Presentación del Proyecto FNDR por parte del coordinador local al Consejo Municipal

Participación de la comunidad del Colegio Insular Robinson Crusoe:

En el marco de la feria científica escolar realizada cada año por el Colegio Insular Robinson Crusoe, el día miércoles 8 de octubre del año 2014, el gremio de pescadores artesanales y la coordinación del Proyecto FDR, fueron invitados a realizar un presentación acerca de la pesca, historia y biodiversidad marina, además del proceso de creación del AMCP-MU y objetivos del presente proyecto. Con todos los niveles educacionales, se trabajó con mapas parlantes para que los alumnos escribieran y dibujaran los usos que deben tener y propusieran una zonificación de las actividades permitidas en los parques marinos de manera de obtener un insumo importante para la definición del manejo en los Planes Generales de administración. Esta actividad tuvo un 100% de participación de niños y profesores del colegio y 35 apoderados (Fig. 25).



Figura 25. Participación de niños y apoderados del Colegio Insular en feria científica

Vínculo con el Comité Ambiental Comunal (CAC):

La I. Municipalidad de J.F. este año 2014, comenzó el proceso de certificación ambiental por lo se encuentra implementando el programa SCAM (Sistema de Certificación ambiental Municipal), del Ministerio de Medio Ambiente. Entre los requisitos para ser certificados fue necesario crear el CAC (Comité ambiental Comunal), el que tiene como objetivo establecer la política ambiental comunal.

Dicho Comité está compuesto por:

- Ilustre municipalidad de Juan Fernández
- Administración del Parque Nacional (CONAF)
- Oficina territorial del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
- Servicio nacional de pesca (SERNAPESCA)
- Armada de Chile
- Carabineros de Chile
- Island Conservation (ONG)
- OIKONOS (ONG)
- Los Conservacionistas de Juan Fernández (organización de base).

- Dos representantes de la comunidad.

Este Comité estará encargado de crear la política ambiental comunal y deberá resguardar y apoyar al control de todo lo referido a aspectos medioambientales en el archipiélago Juan Fernández, incluidas sus áreas protegidas.

Como hito cabe señalar, que el día martes 9 de junio del 2014 se presentó frente al CAC los objetivos generales del proyecto FNDR y se invitó a cada una de las instituciones a participar en los talleres posteriores para trabajar en la propuesta del Plan de administración (Fig. 26). En primera instancia todas las organizaciones se comprometen en participar pero haciendo notar el tiempo con el que se dispone para llegar a un acuerdo entre las competencias de cada institución para saber cómo pueden participar y marco jurídico que ampara a cada uno de ellos.



Figura 26. Presentación del proyecto FNDR al Comité Ambiental Comunal (CAC).

Espacios de Participación y Difusión:

Durante el año 2014 se han desarrollado una gran cantidad de iniciativas que involucran el sector marino y pesquero de Juan Fernández, dentro de los cuales cabe mencionar:

- Propuesta de Plan general de ordenamiento territorial de la comuna Juan Fernández (borde costero). Responsable: Gobierno Regional de Valparaíso.
- Comité de Manejo de la pesquería de la langosta y recursos pesqueros asociados. Responsable: SUBPESCA.
- Certificación sustentable de la pesquería de la langosta con estándar MSC. Responsable: SUBPESCA.
- Propuesta Plan General de administración del AMCP-MU Juan Fernández. Responsable: Proyecto GEF-Humboldt.
- Estudios de línea base para levantar expedientes de sitios de alto valor para la conservación; sectores marinos costeros de Robinson Crusoe, archipiélago de Juan Fernández". Responsable: SEREMI de MMA.
- Propuesta preliminar de ampliación de la Reserva de la Biosfera Archipiélago Juan Fernández. Responsable: CONAF.
- Desarrollo del Estatuto especial, que contempla y reconoce las áreas marinas protegidas dentro del territorio especial. Responsable: SUBDERE.

Todas estas iniciativas ejecutadas durante este año 2014 tuvo como consecuencia, la creación de una serie de comités y mesas de trabajo, las cuales están constituidas por actores locales, muchos de los cuales se repiten en las diferentes mesas y comités, con el riesgo de sobre intervenir a la comunidad de Juan Fernández (Fig. 27).

Hay que señalar que la comunidad y organizaciones sociales esperan que para el desarrollo e implementación del Plan General de Administración de las áreas marinas no se realice en forma separada y seccionada, obligando a repetir los procesos a los actores locales. Esta opinión se refuerza también con la visión general de la comunidad de que la futura AMCP-MU debe ser gestionada por un ente público-privado, que incluya la tuición legal de la institucionalidad pesquera sobre los parques marinos, y que recoja las directrices en cuanto a administración del territorio (terrestre y marino) que tendrá la autoridad local, en el futuro ordenamiento relacionado a la Ley orgánica de Estatutos Especiales que tendrá el Archipiélago de Juan Fernández, proyecto de Ley que se encuentra en tramitación legislativa.



Figura 27. Talleres participativos en el marco de diferentes iniciativas del ámbito marino.

Mesa de Trabajo pública-privada con Actores Relevantes

En el marco del presente proyecto FNDR y para dar cumplimiento con el objetivo específico 3.1, se consolidó un grupo de trabajo, para recoger los aspectos relevantes que sirvieron de insumo para la presente propuesta, la participación se realizó con grupos objetivos, los que fueron seleccionados de acuerdo a los roles en la comunidad. Estos fueron los siguientes;

- Gremio de pescadores
- Comité de manejo de pesquería de langosta y recursos asociados.
- Concejo municipal.
- Colegio insular Robinson Crusoe (Profesores y alumnos).
- Comunidad
- Comité Ambiental Comunal

La discusión de los instrumentos de protección y mecanismo de gobernanza de las áreas de interés se realizó en el Comité Ambiental Comunal (CAC), comité validado a nivel local, que la conforman organismos públicos y privados, organizaciones comunales y ONGs. Las personas, instituciones y organismos del estado que trabajaron en el presente plan fueron:

- Ilustre municipalidad de Juan Fernández (JF)
- Corporación Nacional Forestal, por medio de la administración del Parque Nacional Juan Fernández.
- Conservacionistas de Juan Fernández (organización de base)
- Armada de Chile por medio de la Capitanía de Puerto de JF.
- Carabineros de Chile, por medio de la tenencia de JF.
- Servicio Nacional de Pesca, por medio de su oficina territorial de JF.
- Servicio Agrícola y Ganadero
- Island Conservation (ONG)
- OIKONOS (ONG)
- Representante de la comunidad (Marcelo Schiller, pescador, guía turístico e investigador de campo).
- Representante de la comunidad (Sara de Rodt, conservacionista y guía turístico)

Este comité de trabajo tuvo por objeto, discutir los instrumentos de protección y los aspectos de gestión y manejo de las áreas propuestas.

Revisión de las zonas núcleos de protección marina

Los tres Parques Marinos de la isla Robinson Crusoe tienen características singulares, y son representativos del ecosistema marino costero de la Isla Robinson Crusoe.. Además, por las características de la Isla, dos de los parques marinos propuestos se encuentran en zonas de asentamiento humano (El Palillo y El Arenal) y uno colinda con el Parque Nacional y Reserva de la Biosfera de Juan Fernández (Tierras Blancas). Estas características le confieren la relevancia para proponer el establecimiento de un área de protección que permita preservar la biodiversidad y particularidad de estos tres ecosistemas, en este sentido se estima que la figura de protección de parque marino es la más apropiada para la preservación de los ecosistemas presentes.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), los parques marinos son áreas específicas y delimitadas, destinadas a preservar unidades ecológicas de interés para la

ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat. En estas áreas no podrá efectuarse ningún tipo de actividad pesquera extractiva, sin perjuicio de lo anterior, se pueden autorizar actividades con propósitos de observación de fauna marina protegida (mamíferos, aves y reptiles), investigación científica o estudio en los sectores previamente determinados en el PGA.

Cabe señalar, que las áreas núcleos de El Arenal y Tierras Blancas, poseen un excelente potencial para la observación de mamíferos marinos (Lobo fino de Juan Fernández) y que estas actividades están reguladas a través del Reglamento General de Observación de Mamíferos Marinos, Reptiles y Aves Hidrobiológicas (D.S. MINECON N° 38 del año 2011), lo que nos permite poder asegurar el desarrollo ordenado y sostenible del turismo de avistamiento de estas especies.

Utilizando el principio precautorio, todas las actividades de observación y eco-turismo, que se realicen dentro de los parques deberán evitar la remoción de biota, destrucción o alteración del hábitat, minimizar el deterioro o muerte de ejemplares para efectos de los estudios y minimizar cualquier fuente de contaminación derivada de las acciones asociadas a estos estudios. En general, el desarrollo de actividades al interior de los parques, como el diseño de los estudios y las actividades desarrolladas para su ejecución, deberán evitar producir impactos ambientales que afecten el cumplimiento de los objetivos del PGA.

Los Parques Marinos tienen un fuerte componente ecosistémico, están focalizados en la preservación de especies y su ambiente, por lo tanto tienen un grado máximo de restricción, permitiendo solo actividades de bajo impacto, las cuales deben ser previamente autorizadas. En relación a esto los resultados de las mesas de trabajo y comités señalan que en el PGA de los parques marinos se debe resguardar la continuidad del uso histórico que la comunidad le ha dado a dos de los tres parques marinos en términos recreativos, y de observación de la flora y fauna.

Específicamente en los parques marinos El Palillo y El Arenal, han sido sitios que históricamente fueron usados como lugar de esparcimiento y recreación de la comunidad local, las actividades realizadas son de bajo impacto generalmente asociadas a al buceo apnea, natación, deportes acuáticos, observación, actividades compatibles con la figura de parque marino. En el caso particular del El Palillo, que se encuentra colindante en el único poblado de la isla Robinson Crusoe, también tiene la categoría de Sendero Submarino, y este sector se utiliza para realizar educación

ambiental del colegio insular Robinson Crusoe y una diversidad de talleres para la comunidad relacionados con el mar.

Propuesta de participación, financiamiento y gobernanza

Mecanismos de Financiamiento

La conservación de la biodiversidad en cualquier área marina protegida depende en buena medida de que el área cuente con el financiamiento necesario para cumplir con los objetivos planteados en su Plan General de Administración. Un elemento determinante para la gestión y sustentabilidad financiera de estas áreas núcleos (y de toda la AMCP-MU), es el modelo de financiamiento que se propone.

Cabe señalar, que existe consenso en la comunidad y organismos participantes que el rol de Estado de Chile es fundamental obtener los recursos financieros destinados a cumplir con el Plan General de Administración y dirigido a lograr los objetivos operativos de este. Esto dado que a nivel local no se cuentan con los recursos necesarios para el manejo y administración de esta área y por otro lado, dado el uso de bien público de los sectores marinos, hacen imposible, por ejemplo el cobro de entrada o tarifas de ingresos como ocurre en las áreas terrestres. Sin perjuicio de lo anterior, se visualiza como opción ingresos a través de servicios de turismo de intereses especiales o de bajo impacto en las áreas núcleos. Esto sin duda va acompañado de la necesidad de instalar capacidades locales que permita la autogestión financiera a nivel local, regional, nacional e internacional.

Para lograr proponer un mecanismo financiero de las áreas núcleos, se debe limitar nuestro enfoque a la cantidad de recursos para las diferentes actividades y funciones del PGA. Se requiere generar un plan de sustentabilidad financiera, cuyas implicancias son:

- Identificación de fuentes de fondos públicos (más apropiados para las necesidades de corto, mediano y largo plazo): Entre los cuales se identifican las siguientes líneas de financiamiento; FNDR (Gobierno Regional); Glosa Insular (Territorios Especiales-GORE); FAP (SUBPESCA); FPA (MMA); Fondos Municipales; CORFO; Proyecto GEF Humboldt; FIP y CONICYT (para el programa de investigación científica).
- Ingresos privados por servicios ecosistémicos en las zonas núcleos: Se identifica como opción de ingresos financieros algunos servicios asociados al turismo de intereses especiales o de bajo impacto como; El buceo, el eco-turismo sobre el patrimonio natural y la observación regulada de flora y fauna marina.

- Fondos Privados de Donantes: Se identifican algunas agencias donantes y fondos internacionales, dado el interés de hot-spot del Archipiélago de Juan Fernández en términos de conservación de la biodiversidad. Como lo son en la actualidad Oikonos, Island Conservations, Oceana, etc.
- Agenda diversificada de políticas públicas vinculadas con fuentes de financiamiento: Entre los cuales se identifican las siguientes; Estrategia Nacional de Biodiversidad (para islas oceánicas); Estrategia de Desarrollo Regional (GORE); Zonificación y Planes Reguladores, Políticas Municipales; Sistemas SCAM y SNCAE (MMA).

Todas las opciones anteriores, van de la mano de la inclusión de estas áreas núcleos a la gestión del AMCP-MU, la cual deberá actuar como “paragua” para la captación de financiamiento de actividades en las zonas núcleos, y de la creación de un ente administrador para la futura AMCP-MU, que permita facilitar la gestión financiera, flexibilizando y mejorando las condiciones para usar los recursos públicos y privados, fortaleciendo la captura de dichos fondos.

Propuesta de Mecanismos de gobernanza

Los mecanismos de gobernanza responderán al funcionamiento y acuerdos alcanzados en la mesa de trabajo pública-privada con actores relevantes y a la futura implementación del PGA de los parques Marinos por parte de la institucionalidad pesquera (SUBPESCA-SERNAPESCA). Sin perjuicio de lo anterior, se propone un seguimiento a través de los años (5 años en principio), a partir de la aplicación y puesta en marcha de los todos los programas en los parques marinos y del Plan General de Administración (PGA de la futura AMCP-MU).

Se propone en ese sentido, efectuar una evaluación integral de estos, con el fin de evaluar el desempeño y detectar posibles fallas o hacer modificaciones con el objetivo de mejorar dichos planes. Esto deberá ser realizado por la mesa de trabajo pública-privada, que incluya a la institucionalidad pesquera (administrador de los parques marinos) y al futuro ente que maneje el AMCP-MU. El Rol de esta mesa de trabajo, en términos de gobernanza, será entre otras cosas; revisar, actualizar y evaluar el funcionamiento de las áreas y del respectivo PGA, aplicar los programas y coordinar el funcionamiento de la mesa de trabajo, entre otros. En consecuencia, se propone el siguiente modelo general de gobernanza (Fig. 28):

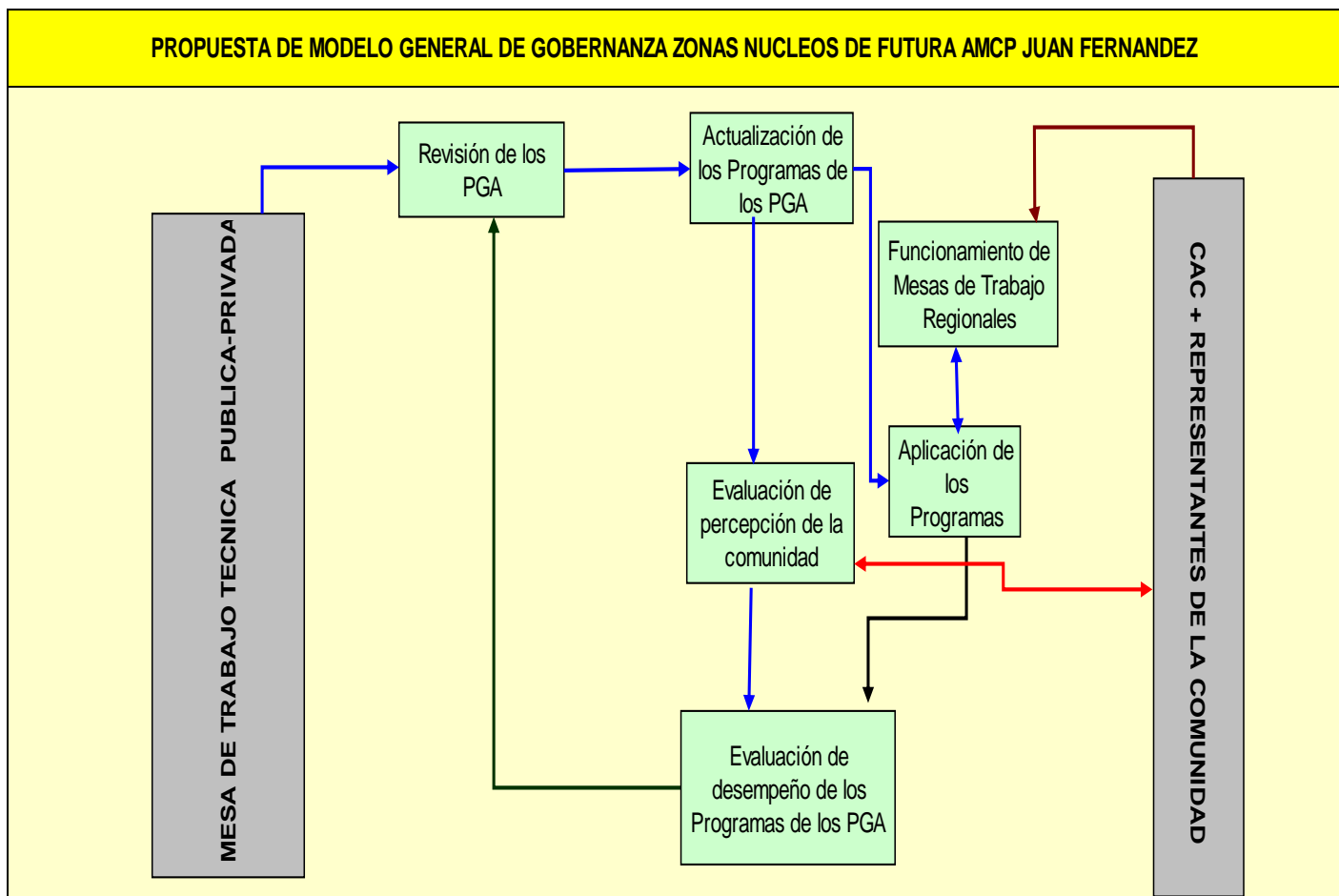


Figura 28. Propuesta de modelo de gobernanza para las zonas núcleo de Robinson Crusoe.

En el caso de usos eco-turísticos de bajo impacto que la comunidad le ha dado a estos sitios como el buceo apnea, natación, deporte y observación, entre otros, se aplicara el principio precautorio, basados en información técnica del impacto de las actividades humanas en los parques marinos. Esto en los sectores “El Palillo” y “El Arenal”, lo anterior debido a que el acceso a ambos parques marinos colindan con zonas pobladas. Distinto es el caso del acceso al parque marino “Tierras blancas”, que es por medio del Parque Nacional y Reserva de la Biosfera Juan Fernández, por lo que el tránsito por la zona estará condicionada a la regulación de los parques nacionales y al plan de manejo del Parque de CONAF, en consecuencia, debido a la falta de accesibilidad y al ser la lobería más grande de la isla Robinson Crusoe, la comunidad no ha utilizado históricamente este sector como una zona de esparcimiento y/o recreación. Cabe señalar también que la información técnica requerida debe estar de acuerdo al programa de investigación, otras medidas de administración y conservación del PGA.

Dentro de las regulaciones propuestas y con el objetivo de garantizar la conservación de la biodiversidad (objetivo principal de los parques marinos), se tendrán las siguientes consideraciones a modo de marco general:

- a) Pesca deportiva: Se propone prohibir todo tipo de pesca deportiva en los tres parques marinos.
- b) Actividades recreativas y de esparcimiento de bajo impacto: Se propone permitir el uso histórico que la comunidad le ha dado a los sectores “El Palillo” y “El Arenal”. Su realización deberá ser coordinada con el ente administrador y los servicios públicos competentes según corresponda, las cuales deberán velar para que estas actividades no provoquen riesgos para la biodiversidad y el medio ambiente de acuerdo a la normativa vigente. En el caso del parque marino “Tierras Blancas” se propone prohibir el uso recreativo y de esparcimiento debido a las posibles interacciones negativas con las poblaciones de lobos fonos de dos pelos de la isla Robinson Crusoe, dado que está documentada que la presencia de visitantes produce estampidas causando muertes por aplastamiento a crías y además por el riesgo de ataques a humanos en época de celo y/o apareamiento.
- c) Observación de mamíferos y aves marinas: Se debe realizar conforme a la normativa vigente, y siguiendo lo estipulado en el Reglamento General de Observación de Mamíferos, Aves y Reptiles Hidrobiológicos publicado por SUBPESCA a través del D.S. N° 38, publicado con 16/02/2011 por MINECON. Esto independientemente de la implementación de otras medidas específicas para los parques marinos de acuerdo a lo señalado el programa de manejo del Plan General de Administración y lo que pueda ser recomendado del Plan de manejo del Parque Nacional Juan Fernández como es el caso de especies de aves marinas que tienen presencia en las áreas y que no están reguladas por la Ley General de Pesca.
- d) Investigación científica: Esta deberá considerar métodos no letales ni invasivos acordes con la etología, biología y ecología de las especies, además de las consideraciones legales aplicables a cada caso, estipuladas en la Ley de Pesca y/o Ley de Caza según corresponda. Esto debido al alto porcentaje de endemismos que habitan estos parques y por ser lugar de apareamiento, anidación y crianza de fauna protegida con problemas de conservación (e.g. fardela blanca y lobos finos de dos pelos).
- e) Permisos sectoriales de Investigación: La investigación que requiriera como parte de su trabajo, la extracción de organismos o muestras de fondo marino, agua y subsuelo, deberán contar con autorización previa de los organismos públicos con competencia, de manera de velar que estas actividades se realicen siguiendo el “principio precautorio” de

modo de no poner en riesgo la conservación de las especies objeto de conservación y/o modificación de su hábitat.

- f) Otras consideraciones generales: Se propone que dentro de las áreas de los parques marinos no se podrán hacer las siguientes actividades:
- Alimentar, perseguir, acosar, molestar o remover cualquier especie marina, especialmente los que se encuentran con problemas de conservación, especies estructuradoras y/o de objeto de conservación de las áreas.
 - Realizar actividades de manipulación o aprovechamiento que alteren, modifiquen o pongan en riesgo la fauna o ecosistema de los parques marinos.
 - Liberar en los parques marinos cualquier especie exótica que no sea propio de la fauna del archipiélago Juan Fernández.
 - Obras públicas y/o privadas, no previstas en el PGA de cada área y sin la correspondiente autorización, en especial según lo establece la normativa, sometiéndose al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).
 - Derramar, enterrar o tirar envases, líquidos o sólidos de aguas residuales, aceites, grasas o combustibles, o cualquier otra sustancia que pudiera causar daño al medio ambiente, que pueda ser considerada peligrosa o pudiera ocasionar alteración a los ecosistemas dentro de los parques marinos.
 - Depositar en el área de los parques cualquier tipo de residuos propio de la actividad antropogénica.

Propuesta de Plan General de Administración (PGA) y Programas asociados

La implementación del PGA y de los programas asociados, para el desarrollo de sus objetivos de conservación, debe verse como un proceso gradual en el cual los mecanismos de coordinación y consulta debieran de operar de manera de garantizar la correcta ejecución de las actividades que en ellos se planteen, además de disponer de los instrumentos de toma de información y análisis correspondientes para luego realizar las modificaciones y adaptaciones que sean necesarios para alcanzar el éxito de las metas establecidas.

Cabe señalar que para este informe se propondrá un solo Plan General de Administración (PGA) para los tres parques marinos (zonas núcleos), esto dado lo acotado en términos de escala espacial de estas áreas núcleos, y por la similitud ecológica que poseen, sin perjuicio de considerar en el PGA algunas particularidades de cada una de ellas.

En consecuencia se espera que esta propuesta de PGA sea una hoja de ruta y planificación de los parques marinos, para lo cual en esta propuesta se utilizó el modelo incluido en el “Reglamento de parques marinos y Reservas marinas” aprobado por D.S. MINECON/SUBPESCA N°238/2004, el cual establece que los Planes Generales de Administración debe contener los siguientes programas (6);

- a) Programa de administración
- b) Programa de investigación
- c) Programa de manejo
- d) Programa de extensión y educación
- e) Programa de monitoreo
- f) Programa de fiscalización y vigilancia

En este estudio en particular no se establecen los indicadores de gestión ya que los organismos públicos participantes consideran que estos se deben definir una vez que el Servicio Nacional de Pesca sancione y diseñe los PGA después de declarados oficialmente los parques marinos. Se espera que una vez decretados y establecidos los parques marinos junto al AMCP-MU se tenga en cuenta esta propuesta de PGA para poder desarrollar en forma conjunta con el PGA del AMCP-MU los indicadores pertinentes, siempre considerando las metas propuestas para cada parque marino.

Programa de Administración:

En este Plan se propone la planificación y gestión administrativa y financiera de los parques marinos. El objetivo de este Programa es efectuar la planificación, gestión administrativa y financiera de los parques marinos, en coordinación con todos los programas y organismos público y privados. Esto último con el fin de administrar eficaz y eficientemente los parques marinos y establecer los mecanismos de coordinación, de manera de lograr que la comunidad de Juan Fernández a través de sus representantes se integren en la gestión de las áreas protegidas a través de un enfoque ecosistémico, por lo anterior se hace necesario generar en forma participativa una forma de administración y/o organización que tenga la capacidad de administrar, tanto las áreas núcleos, como el AMCP-MU, mediante la generación de instrumentos y estructuras administrativas, para esto, se hace necesario la coordinación entre los organismos del estado y la comunidad. Esto último es de vital importancia considerando que la actual normativa de la Ley General de Pesca y Acuicultura otorga a SERNAPESCA la tuición de los parques marinos, normativa que pretende ser modificada con la creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas. No obstante lo anterior, la tramitación del Estatuto Especial que administra los territorios especiales del Archipiélago de Juan Fernández es ley constitucional, política del Estado y de quórum calificado, por lo que el rango de la ley obligara y ejercerá sus funciones con arreglo a la Constitución Política de la República, a las leyes, a los reglamentos supremos y a los reglamentos regionales a la administración de la Ilustre municipalidad de Juan Fernández.

| OBJETIVOS | METAS | ACTIVIDADES | RESULTADOS ESPERADOS | FECHA |
|--|---|--|--|-------|
| Efectuar la planificación y gestión administrativa y financiera de los parques marinos | Contar con un modelo de gestión administrativa y financiera | Definir y diseñar el modelo de administración y gestión público y privado. | Contar con un modelo y estructura para la administración y gestión de los parques marinos, acorde con los objetivos de protección y, que permita articular los diferentes programas que se desarrollen | |
| | Contar con una estructura | Crear estructura de administración y gestión financiera. | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|------------|
| | adecuada para realizar la gestión administrativa y financiera | Establecer los requerimientos humanos y tecnológicos necesarios para la Administración y gestión de los parques. | | 6 meses |
| | Realizar la administración y gestión financiera de los parques marinos | Contar con un reglamento administrativo y financiero. | | Permanente |
| | | Establecer los requerimientos económicos para financiar el Plan General de administración. | | |
| | | Desarrollar estrategias de captación de fondos para la gestión de los parques marinos. | | |
| | | Llevar la contabilidad financiera del parque marino. | | |
| | | Formular, instrumentar y coordinar anualmente el programa operativo para los | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | parques marinos. | | |
| | | Implementar un plan de capacitación y formación de personal técnico para la gestión y administración de los parques marinos, | | |
| | | Suscribir convenios de cooperación para apoyar la gestión de los parques marinos. | | |
| | | Coordinar la ejecución de los otros programas contenidos en el Plan General de administración | | |

Programa de Investigación:

El objetivo de este Programa es permitir generar la base del conocimiento científico y tecnológico necesarios para la toma de decisiones para la preservación, conservación, manejo y uso histórico de la comunidad, de los distintos componentes de los parques marinos. Teniendo en cuenta que los tres parques marinos de isla Robinson Crusoe tienen características ambientales y ecológicas únicas, se hace necesario disponer de información científica detallada y actualizada de la biodiversidad y los ecosistemas de los parques, considerando aspectos biológicos, ecológicos, oceanográficos y de actividades antropogénicas. Por lo anterior se hace necesario establecer la capacidad de carga de los parques marinos que la comunidad ha usado históricamente como lugares de esparcimiento, recreación, deporte. Más específicamente para generar y actualizar información de biodiversidad. Al mismo tiempo se debe implementar protocolos de monitoreo establecidos en forma coordinada con la autoridad competente para obtener información cuali y cuantitativas de las especies que habitan estos tres parques marinos.

| OBJETIVOS | METAS | ACTIVIDADES | RESULTADOS ESPERADOS | FECHA |
|---|---|--|---|------------|
| Generar y disponer de una base de conocimiento científico y técnico para comprender el funcionamiento del ecosistema y fundamentar la toma de | Disponer de información científica actualizada y detallada sobre la biodiversidad y el ecosistema de los parques, considerando aspectos biológicos, ecológicos y oceanográficos | Realizar monitoreos cuali y cuantitativos de la flora, fauna y comunidades marinas representativas de los parques y de especies objetos de conservación (lobo fino de JF, comunidades de peces costeros, macrofauna bentónica) | Contar con una base de información sistematizada y georreferenciada | Permanente |
| | | Implementar protocolos que evalúen las interacciones entre perros domésticos y colonia de lobo fino de | Identificar y proponer líneas de investigación para toma de decisiones Series de datos de variables oceanográficas | |

| | | | |
|--|---|---|--|
| <p>decisiones para la preservación, conservación, administración y manejo de los parques marinos</p> | <p>JF (en El Arenal y Tierras Blancas) y de monitoreo que permitan establecer planes de contingencia y bioseguridad de potenciales especies invasoras (en especial en El Palillo que se encuentra en poblado san Juan Bautista y colinda con lugar de fondeo de barcos, yates y veleros).</p> | <p>Base y cartografía de actividades en los parques y zonas colindantes.</p> <p>Manuel de desarrollo de investigación con enfoque ecosistémico.</p> | |
| | <p>Elaborar un diagnóstico del estado del conocimiento de la los aspectos oceanográficos, flora y fauna marina, de los parques y desarrollar investigación pertinente y relevante para la toma de decisiones</p> | <p>Capacidad de carga del turismo en los parques</p> <p>Cartografía de sitios y materiales arqueológicos</p> | |
| | <p>Realizar estudios de capacidad de carga de los parques.</p> | <p>Lista de impacto negativos y positivos que impactan al parque por actividades antropogénicas colindantes</p> | |

| | | | | |
|--|---|---|--|--------------|
| | <p>Contar con un sistema de levantamiento continuo de información de los parques marinos.</p> | <p>Realizar un catastro de las actividades que se desarrollan en el parque, analizando su posible impacto en la biodiversidad y ecosistema</p> | | <p>Año 3</p> |
| | <p>Contar con estimaciones sobre la capacidad de carga de las actividades turísticas, investigación y educación ambiental de los parques marinos.</p> | <p>Estimar el número de visitas por tipo de actividad en una escala espacio temporal, con especial atención a las actividades de observación de mamíferos y aves marinas.</p> | | <p>Año 3</p> |
| | <p>Disponer de información sobre los sitios y material arqueológico de los</p> | <p>Realizar un inventario de los sitios y material arqueológico marino de los parques</p> | | <p>Año 3</p> |

| | | | | |
|--|---|---|--|---------|
| | parques marinos. | | | |
| | Disponer de información del impacto de las actividades antropogénicas del Poblado San Juan Bautista y bahía Cumberland sobre el parque marino El Palillo. | Realizar estudios sobre los impactos negativos y positivos que recibe el parque marino por las actividades humanas. | | Siempre |

Programa de Manejo:

El objetivo de este programa es aportar a permitir regulaciones de las actividades que se desarrollan dentro de las áreas, sin comprometer la conservación y/o preservación de su biodiversidad y del ecosistema marino, para esto se deben implementar instrumentos para la gestión y protocolos para permitir el uso histórico tradicional que la comunidad le ha dado a algunos sectores a través de instrumentos de zonificación e identificación de usos. Se hace necesario también establecer planes de protección y conservación de especies objetos de conservación consideradas y que habitan estos parques marinos.

| OBJETIVOS | METAS | ACTIVIDADES | RESULTADOS ESPERADOS | FECHA |
|---|--|--|---|--------------|
| Regular las actividades que se desarrollen en los parques marino sin comprometer la conservación y/o preservación de su biodiversidad y del ecosistema marino | Implementar instrumentos para la gestión, manejo y uso del área y el patrimonio cultural y paisajístico de los parques | Definir la zonificación de las áreas | Disponer instrumentos que permitan desarrollar actividades recreativas (económicas o no), sin comprometer los objetivos de conservación y/o preservación de la biodiversidad y del ecosistema marino de los parques. Implementar el Reglamento General de Observación de Mamíferos, Aves y Reptiles Hidrobiológicos publicado por SUBPESCA, específicamente para las colonias de lobos finos de Juan Fernández | Año 2 |
| | | Elaborar instrumentos de gestión y regulación para la actividad de observación de especies marinas (especial atención sobre mamíferos y aves marinas) y turismo de intereses especiales. | | |
| | | Elaborar instrumentos de gestión y regulación para las actividades náuticas de turismo y deporte. | | |
| Proteger los ecosistemas | Mantener saludables los | Regular las actividades que se desarrollan en estos ecosistemas | Conservar los ecosistemas rocosos y blandos y sus fondos | Permanente |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| <p>costeros característicos de los parques (fondos rocosos y blandos)</p> | <p>ecosistemas de fondos rocosos y blandos</p> | <p>Trabajar en conjunto con la fundación Sendero de Chile para potenciar el valor del sendero submarino del sector El Palillo.</p> | | |
|---|--|--|--|--|

Programa de extensión y educación:

El objetivo de este Programa es establecer los mecanismos de difusión, promoción y coordinación de las actividades del área, tanto a nivel comunal, regional, nacional e internacional para el desarrollo de las actividades de los parques marinos y cumplimiento de sus respectivos objetivos, para eso se hace necesario relevar la importancia de los parques marinos (y la AMCP-MU) en el contexto regional, nacional e internacional, comunicando, informando y sensibilizando a la comunidad y usuarios. Un punto importante de unión con la comunidad es generar capacidades locales para protección del patrimonio natural a través de iniciativas de educación ambiental por ejemplo en el colegio insular Robinson Crusoe. Se hace necesario crear una página web del AMCP-MU y los parques marinos para difusión, esta nueva oferta trae consigo la necesidad de disponer de una oficina con personal capacitado que recibe consultas y entregue información al público, turistas y visitantes y llevar registros de ellos. En el caso de la educación ambiental, el colegio insular Robinson Crusoe ya incorpora la temática del ambiente marino en su programa educativo institucional por lo que se hace necesaria la generación de material escolar y didáctico.

| OBJETIVOS | METAS | ACTIVIDADES | RESULTADOS ESPERADOS | FECHA |
|--|--|---|--|------------|
| Establecer los mecanismos de difusión, promoción y coordinación, a nivel comunal y regional, para el desarrollo de las actividades de los parques y el cumplimiento de sus objetivos | Comunicar, informar y sensibilizar a la comunidad sobre los objetivos de los parques | Diseñar e implementar plan de comunicación e información de las actividades de los parques marinos. | Relevar la importancia de los parques en el contexto regional, nacional e internacional y la importancia del logro de sus objetivos Contar con plan de comunicación e información | Permanente |
| | | Desarrollar documentos informativos (trípticos, folletos, broucher, etc.), considerando público objetivo, con la finalidad de promover la conservación de la biodiversidad y del ecosistema marino. | | |
| | | Organizar encuentros temáticos de información sobre las actividades de los parques con los | | |

| | | | | |
|--|--|--|---|------------|
| | | grupos de actores locales. | | |
| | | Crear página web de los parques marinos. | | |
| | | Disponer de una oficina de recepción e en la comuna para garantizar la información al público, la distribución de folletos y registro de visitantes. | | |
| | Mantener informados a los diferentes actores (pescadores, operadores turísticos, buzos y comunidad en general) sobre los conocimientos adquiridos de los parques, y reforzar los equilibrios entre la protección de la biodiversidad y las prácticas sustentables de las actividades desarrolladas por los usuarios. | Generar instancias permanentes de diálogo con los actores locales (reuniones, cursos, encuentros) con el propósito de promover el manejo sustentable de las áreas. | Mejorar y/o mantener el diálogo, la participación y compromiso permanente de la comunidad y actores relevantes para el logro de los objetivos | permanente |
| | Desarrollar a partir del parque planes de | Elaborar un calendario de reuniones regulares de información para las organizaciones sociales | Generar conciencia y capacidades para apoyar la protección del patrimonio | Permanente |

| | | | | | |
|--|---|---|---|--|--|
| | educación ambiental para la comunidad y colegio insular Robinson Crusoe | y el público en general. | natural en general, del AMCP-MU y parques marinos en particular | | |
| | | Implementar un programa de sensibilización para los alumnos de las escuelas locales. | | | |
| | | Promover el desarrollo de visitas guiadas con personas acreditadas (agrupación de guías acreditados JF) | | | Incluir la temática marina en actividades escolares. |
| | | Capacitar a los acompañantes de visitas marítimas, sobre la realidad biológica e histórica, y la gestión del parque. Involucrando en la vigilancia permanente y en el monitoreo básico de las especies y ambiente marino. | | | |

Programa de Fiscalización y Vigilancia:

El objetivo de este Programa es definir y regular las acciones de los organismos con competencia en fiscalización, como Sernapesca y la Armada de Chile, tendrán en las áreas. Cabe señalar que si bien la ley entrega competencias de fiscalización y vigilancia a estas instituciones, a nivel local esta tarea es apoyada por representantes de la comunidad, a través del Comité Ambiental Comunal (CAC) y pescadores artesanales locales. La meta es alcanzar los objetivos planteados en los diferentes programas y parques, realizando la fiscalización y control de todas las actividades desarrolladas en los parques marinos. Para esto se hace necesario generar y operar un plan anual de fiscalización y vigilancia en los tres parques marinos, establecer procedimientos de contingencia en conjunto con la autoridad marítima frente a posibles riesgos ambientales en las áreas cercanas a los parques marinos. Por otro lado el CAC ya estableció acuerdos con el fin de coordinar acciones de fiscalización frente a posibles infracciones a todas las áreas protegidas marinas y terrestres del archipiélago.

| OBJETIVOS | METAS | ACTIVIDADES | RESULTADOS ESPERADOS | FECHA |
|---|---|---|---|--------------|
| Definir y regular las acciones que realizará el Servicio nacional de Pesca y la Armada de Chile, para la fiscalización de las actividades en los parques marinos, conforme a la legislación vigente y al Plan General de administración | Establecer una red de cooperación y programa de control y vigilancia con las entidades fiscalizadoras y la comunidad. | Implementar los requerimientos en equipos que sean necesarios para efectuar la vigilancia. | Contar con un sistema de vigilancia y control adecuado a las necesidades de los parques que permita alcanzar los objetivos planteados en los diferentes programas | Permanente |
| | | Establecer un programa de vigilancia permanente. | | |
| | | Establecer acuerdos de cooperación con la comunidad y de coordinación con los agentes institucionales para la vigilancia y fiscalización en los parques marinos | | |

Programa de monitoreo:

El objetivo de este Programa es establecer los mecanismos de seguimiento, evaluación y control del PGA. Para esto se requerirá implementar mecanismos y procedimientos de seguimiento, evaluación, y control de los programas de manera de alcanzar todos los objetivos propuestos y diseñar procedimientos para el seguimientos de los distintos programas.

| OBJETIVOS | METAS | ACTIVIDADES | RESULTADOS ESPERADOS | FECHA |
|---|--|--|--|-------------------|
| <p>Establecer y asegurar los mecanismos de seguimiento, evaluación y control del PGA y sus respectivos programas.</p> | <p>Implementar mecanismos y procedimientos de seguimiento, evaluación y control de los programas</p> | <p>Diseñar e implementar un sistema de indicadores para evaluar el desempeño bio-ecológico de los parques marinos.</p> | <p>Mejorar y/o mantener la salud de los ecosistemas, comunidades, hábitats y abundancia relativa de la biodiversidad de los parques marinos.</p> | <p>Permanente</p> |
| | | <p>Establecer procedimientos y mecanismos de revisión del desempeño y cumplimiento de los objetivos de los parques y Plan General de administración.</p> | <p>Mejorar los beneficios socio-económicos</p> | |
| | | <p>Diseñar e implementar un sistema de indicadores para evaluar el desempeño socio-económico de los parques marinos.</p> | <p>Contar con información suficiente para mejorar permanentemente la administración, gestión y participación en los parques marinos.</p> | |
| | | <p>Diseñar e implementar un sistema de indicadores para evaluar la gobernabilidad</p> | | |

7. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

En base a las diferentes abundancias de grupos funcionales y tróficos tanto en el intermareal como en el submareal, además de los gradientes de abundancia observados en invertebrados móviles (alto en Tierras Blancas, intermedio en El Arenal y bajo en El Palillo) y peces (alto en El Palillo, intermedio en El Arenal y bajo en Tierras Blancas) se concluye que los tres parques marinos propuestos representan distintas comunidades (asociadas a diferentes hábitats) y estarían sujetas a diferentes procesos (ejemplo: dinámica de arena, erosión, presencia/abundancia de depredadores topes endémicos). La importancia relativa de estos procesos (como la presencia/abundancia de depredadores tope) podría ser dinámica y dependiente de la recuperación de la población del lobo fino de Juan Fernández.

Los patrones generales observados en este estudio, en estudios previos, y en vacíos de conocimiento, sugieren la necesidad de establecer estudios de largo plazo que podrían ayudar a poner a prueba hipótesis planteadas en base a nuestros resultados y avanzar en el conocimiento de la dinámica de los ecosistemas costeros.

Entre los patrones observados, se destacan:

(a) alta diversidad y abundancia de algas. Un patrón observado tanto en la zona inter como en la zona submareal, es la alta riqueza de especies de algas. Es importante destacar que en la zona intermareal de El Arenal, predominan las especies filamentosas, y siguiendo este patrón, se observa una predominancia de herbívoros. No existen elementos suficientes con los datos existentes para ligar patrones de abundancia de grupos funcionales con abundancia de herbívoros, pero sería interesante explorar esta hipótesis. En el submareal predominan las especies de algas corticales foliosas, con mayor abundancia en El Palillo.

(b) aumento en la abundancia de lobo fino. Los resultados que dan cuenta del aumento de la abundancia de lobo fino son coherentes con la discusión del taller de expertos realizado en ECIM en Junio del 2014 (ver abajo). Los pobladores y pescadores han observado un incremento sostenido de la población durante los últimos años. Se han observado nuevas colonias en las Islas Desventuradas e, incluso se han observado lobos que han llegado al continente (Valdivia). Sin embargo, las estimaciones de abundancia global aún no llegan a los records históricos reportados (Fernández *et al.* 2012). Es destacable el monitoreo que realiza CONAF, que debiera continuarse

para registrar el cambio en la abundancia de lobos en los sitios históricos como también la aparición de nuevos sitios de asentamiento. Se sugiere además comenzar monitoreos de orcas (avistamientos a través de reportes de los pescadores) que pudieran regresar a la isla acompañando el aumento de la población presa (lobos), regulándola. De acuerdo con los reportes de los pobladores (pescadores) se han observado orcas y ballenas con mayor frecuencia en años recientes en la isla (comunicación personal de isleños). Este patrón también fue observado en Alaska, luego de la recuperación de las nutrias (Estes *et al.* 1998). El estudio realizado en Alaska demostró que las orcas regularon las poblaciones de nutrias, produciendo un efecto de cascada (presas de las nutrias, y hacia menores niveles tróficos). Estas evidencias, sumados a los patrones reportados a continuación, sugieren que las comunidades costeras podrían cambiar con cambios de largo plazo asociados a la abundancia de un depredador clave del sistema como el lobo fino de Juan Fernández.

Por otro lado, es importante considerar que con el aumento de la densidad de lobos existe mayor riesgo de contagio de enfermedades. Entre ellas cobra fundamental importancia controlar el distemper en la isla, para evitar posible transmisión de esta enfermedad exógena a las poblaciones de lobos.

(c) fuerte relación entre abundancia de invertebrados, peces y lobos marinos. Los patrones de abundancias de invertebrados, peces y lobos marinos sugiere una posible relación trófica estructurante de las comunidades costeras de la isla. El sitio en el que no se observaron colonias de lobos (El Palillo) se caracteriza por una mayor abundancia de peces, y una menor abundancia de invertebrados. Entonces, se observa que la abundancia de invertebrados esta correlacionada negativamente a la abundancia de peces, la que a su vez se correlaciona negativamente con la abundancia del depredador tope, el lobo fino de Juan Fernández. De esta manera, es posible hipotetizar acerca de una potencial cascada trófica (efecto de un nivel trófico que desencadena efectos sobre nivel tróficos inferiores), hipótesis que necesita ser evaluada. Adicionalmente, podría ser interesante evaluar el efecto de depredadores tope (lobos) sobre la conducta de los peces herbívoros como la cabrilla (*Hypoplectrodes semicinctum*), y la jerguilla (*Girella albobstriata*).

(d) alto nivel de endemismo. De las 83 especies catastradas en este estudio, se identificaron 12 especies endémicas del archipiélago de Juan Fernández (14,5% de endemismo; Tabla 18). Si se consideran además las especies endémicas de los archipiélagos de Juan Fernández y Desventuradas, el nivel de endemismo asciende al 37% (31 especies). Considerando que aún no

existe ningún nivel de protección en Islas Desventuradas, estas AAVC serían los únicos lugares con protección para estas especies. Aunque este nivel de endemismo se encuentra dentro del rango de endemismo reportado para el Archipiélago de Juan Fernández.

Adicionalmente al planteamiento de profundizar el estudio de los patrones observados, e identificar factores causales, es importante enfatizar que la caracterización de las comunidades requiere muestreos estacionales, y persistentes en el tiempo, por lo que es necesario aumentar los esfuerzos de muestreo temporales para:

a) identificar si las especies que aparecieron en forma poco abundante en este muestreo (y que eventualmente podrían categorizarse como raras) son realmente especies raras o es un artefacto del muestreo.

b) aumentar las colectas de modo de obtener una muestra de especies atractiva para taxónomos que permita identificar las especies que no se lograron determinar, y eventualmente podrían identificarse como especies nuevas para la ciencia. La importancia de muestreos persistentes en el tiempo también fue abordada en el taller de expertos realizado en ECIM en Junio del 2014, ya que la mayoría de los estudios en la isla se realizan durante el verano. Se concluyó en la reunión de expertos y actores locales que es necesario definir líneas de investigación y protocolos para luego tener un plan de monitoreo y seguimiento de varios de los procesos que ocurren en la isla y determinar adecuadamente la importancia relativa de las algas, que podrían aumentar o disminuir en abundancia en otras estaciones del año.

c) evaluar la dinámica de los sedimentos blandos, que en base a las observaciones realizadas muestra enormes variaciones incluso a niveles diarios. Esto podría explicar la total ausencia de especies en fondos arenosos intermareales.

d) evaluar el efecto de la alta erosión de los ambientes terrestres sobre los ecosistemas marinos costeros.

e) evaluar la conectividad entre subpoblaciones de lobo fino de Juan Fernández, y de otras especies de interés para el manejo que podrían dar cuenta de los patrones de interconexión larval o migratoria entre diferentes sitios dentro de una isla, y entre islas del Archipiélago (eventualmente con Desventuradas). Estos estudios son relevantes porque además de las AAVC objeto de este proyecto, se ha propuesto otro parque marino en la Isla Alejandro Selkirk y por ende es relevante catastrar la conectividad de las poblaciones dentro del Área Marina Protegida de Múltiples Usos.

f) realizar estudios oceanográficos de largo plazo, a través de diferentes aproximaciones (datos satelitales, instrumentos de monitoreo continuo) para evaluar los patrones de circulación costeros, y los patrones de circulación entre islas.

g) monitoreo de ingreso potencial de especies exóticas. La isla no cuenta con barreras de bioseguridad por lo que hay un riesgo potencial de ingreso de especies exóticas. Esta inquietud fue planteada también en el taller de expertos y actores locales.

Monitoreos

En base a los patrones y vacíos identificados arriba, se propone una lista de áreas de interés para la investigación a fin de aportar al manejo y conservación del Área Marina Protegida de Múltiples Usos propuesta en general, y las AAVC en particular:

- (a) Erosión: en las tres AAVC.
- (b) Monitoreo de un sitio permanente (muelle) para registro de potencial ingreso de especies exóticas.
- (c) Monitoreo de captura y esfuerzo de la flota artesanal (ya implementado)
- (d) Monitoreo de flota del continente que opera en la isla (datos de captura y esfuerzo)
- (e) Registro temporal de algas e invertebrados para establecer la asociación entre abundancia de algas, de invertebrados herbívoros y de peces.
- (f) Monitoreo de abundancia de lobos, peces e invertebrados en diferentes colonias de la isla, con diferente abundancia de lobos, a fin de evaluar el rol de esta especie como depredador tope.
- (g) Monitoreo de abundancia (avistamiento) de orcas.

Además se sugiere propiciar programas de tratamiento de residuos de origen humano y vacunación masiva de canes para prevención de riesgo de transmisión de distemper.

Propuesta de Plan General de Administración

A través de un activo proceso de participación ciudadana que involucró a autoridades, pescadores, y público general, se conformó una mesa de trabajo pública y privada con los actores relevantes y grupos de interés para tratar aspectos de gestión y manejo de las áreas propuestas. A través de

este proceso se propone un modelo de participación, financiamiento y gobernanza para los sectores propuestos como parques marinos..

En esta propuesta se utilizó como modelo de Plan General de Administración (PGA), lo que la normativa actual para parques marinos establece, la cual descrita en el Reglamento sobre Parques y Reservas Marinas (D.S. MINECON/SUBPESCA N°238 del año 2004). Para la implementación del PGA, se propone un modelo de participación de la comunidad y autoridades locales, esto resulta crucial teniendo en cuenta la tuición del SERNAPesca, sobre los parques marinos según la actual normativa. Para ello la representatividad e integración de los actores más directos, y de la comunidad en general, en el quehacer de los parques marinos, deberá ser un aspecto de continua preocupación y mejoramiento por parte de la institucionalidad. En este contexto, se propone un procedimiento de administración participativo y transparente, que formalice y potencie la cooperación pública-privada, la coordinación y cooperación interinstitucional de los servicios del Estado y que recoja las directrices en cuanto a administración del territorio (terrestre y marino) que tendrá la autoridad local.

Es así que los futuros planes de administración deben considerar los posibles escenarios administrativos futuros:

- En el año 2007, entró en vigencia la Reforma Constitucional contenida en la ley N° 20.193, Capítulo XIV de la Carta Fundamental que establece la creación del Territorios Especiales Archipiélago Juan Fernández, dejando entregada la regulación de la normativa aplicable de dichos territorios a Estatutos establecidos en leyes orgánicas constitucionales y cuya administración total del territorio terrestre y marino queda bajo la jurisdicción de la Ilustre Municipalidad de Juan Fernández, lo que modificaría la normativa de administración de los parques y áreas protegidas del territorio especial.
- Propuesta de ampliación de la Reserva de la Biosfera Archipiélago Juan Fernández a la totalidad del territorio señalado como AMCP-MU, pudiendo cambiar la figura administrativa al usar un enfoque ecosistémico.
- Aprobación de la Ley que crea el nuevo Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas dejando el AMCP-MU y sus parques marinos dentro del marco legal de un nuevo Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

En el ámbito regional, la región de Valparaíso tiene la mayor superficie de áreas marinas protegidas del país y debe procurar que las áreas marinas protegidas sean incorporadas en la definición de políticas y agenda regional y, constituya un polo de eco-turismo y de desarrollo para las ciencias marinas en islas oceánicas. Para ello, se debe afianzar los vínculos y coordinaciones interinstitucionales, puesto que, el rol y labor de los actores públicos regionales y locales, será de importancia esencial para integrar la conservación de los parques marinos en las políticas públicas locales, regionales y sectoriales. Finalmente, estos parques marinos deberán ser incluidos en el futuro PGA del AMCP-MU de Juan Fernández, considerando un enfoque ecosistémico y multidisciplinario, basado en la información científica y técnica, social y económica disponible en este estudio y en estudios previos, lo cual implica priorizar el financiamiento de líneas de investigación y monitoreo cuyos resultados tengan aplicación en la gestión de toda el AMCP-MU y sus zonas núcleos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allison, G.W., J. Lubchenco & M.H. Carr. 1998. Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation. *Ecol. Appl.*, 8(1): S79-S92.
- Andrade, I., S.E. Hormazábal & M.A. Correa-Ramírez. 2012. Ciclo anual de la clorofila-a satelital en el archipiélago Juan Fernández (33°S), Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40(3): 657-667.
- Andrade, I., Hormazábal, S. & V. Combes. 2014. Intrathermocline eddies at the Juan Fernández Archipelago, southeastern Pacific Ocean. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(4): 888-906.
- Briggs, J.C. 1974. *Marine zoogeography*. McGraw-Hill, New York, 475 pp.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). 2005. Plan de acción de país para la implementación de la estrategia nacional de biodiversidad 2004-2015. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, 139 pp.
- Díaz, P., A.M. Vega A.M. Mora, M. Aldana & J.M. Pulgar. 2007. Distribución y abundancia de macroalgas y macroinvertebrados de dos ambientes intermareales de la Isla Robinson Crusoe, Archipiélago Juan Fernández, Chile. XXVIII Congreso de Ciencias del Mar. Universidad Andrés Bello and Sociedad Chilena de Ciencias del Mar, Viña del Mar, 77 pp.
- Dyer, B. & M. Westneat. 2010. Taxonomy and biogeography of the coastal fishes of Juan Fernandez Archipelago and Desventuradas Islands, Chile. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 45: 1-29.
- Estes, J.A., M.T. Tinker, T.M. Williams & D.F. Doak. 1998. Killer Whale Predation on Sea Otters Linking Oceanic and Nearshore Ecosystems. *Science*, 5388(282): 473-476.
- Fernández, M. & J.C. Castilla. 2005. Marine conservation in Chile: historical perspective, lessons, and challenges. *Conserv. Biol.*, 19: 1752-1761.
- Fernández, M., M. Rodríguez, A. Álvarez, C. González, B. Bularz & M.C. Grandi. 2012. Bases para la creación de un área marina costera protegida de múltiples usos en el Archipiélago Juan Fernández. Informe Técnico presentado en el Ministerio de Medio Ambiente, 108 pp.
- Fernández M. & S. Hormazábal. 2014. Overview of recent advances in oceanographic, ecological and fisheries research on oceanic islands in the southeastern Pacific Ocean. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 42[4]: 666 – 672.
- Fondo de Protección Ambiental, 2009. Propuesta plan de administración para un área marina costera protegida en el Archipiélago Juan Fernández: Participación ciudadana y educación

- ambiental como base del éxito. Fondo de Protección Ambiental, LÍNEA TEMÁTICA 2 “Conservación de la Biodiversidad”, Código del Proyecto 05-109-09.
- Froese, R. & D. Pauly. Editors. 2014. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2014).
- Guarderas, A.P., S.D. Hacker & J. Lubchenco. 2008. Current status of marine protected areas in Latin American and the Caribbean. *Conserv. Biol.*, 22: 1630-1640.
- Häussermann, V. & G. Försterra. 2009. Marine benthic fauna of Chilean Patagonia. *Nature in Focus*, Santiago, 1000 pp.
- Hormazábal, S., G. Shaffer & O. Leth. 2004. Coastal transition zone off Chile. *J. Geophys. Res.*, 109, C01021, doi:10.1029/2003JC001956.
- Lester, S.E., B.S. Halpern, K. Grorud-Colvert, J. Lubchenco, B.I. Ruttenberg, S.D. Gaines, S. Aíramé & R. Warner. 2009. Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 384: 33-46.
- Luckhurst, B.E. & Luckhurst, K 1978. Analysis of the influence of substratum variables on coral reef communities. *Mar Biol* 49: 317-323.
- Macaya, E.C., R. Riosmena-Rodríguez, R.R. Melzer, R. Meyer, G. Försterra & V. Häussermann. 2014. Rhodolith beds in the South-East Pacific. *Mar. Biodivers.* (In press).
- Martins, R.S., J.A. Alvarez. 2006. Cephalopods and fish attracted by night lights in coastal shallow-waters off southern Brazil, with the description of squid and fish Behavior. *Rev. Etol.*, 8: 27-34.
- Moltschaniwskyj, N.A., Doherty P.J. 1995. Cross-shelf distribution patterns of tropical juvenile cephalopods sampled with light-traps. *Mar. Freshw. Res.*, 46: 707-14.
- Ojeda, F.P. & S. Aviles. 1987. Peces oceánicos Chilenos. In: J.C. Castilla (ed.). *Islas Oceánicas Chilenas: conocimiento científico y necesidades de investigación*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, pp. 247-270.
- Pérez-Matus, A., L.A. Ferry-Graham, A. Cea & J.A. Vásquez. 2007. Community structure of temperate reef fishes in kelp dominated subtidal habitats of northern Chile. *Mar. Freshw. Res.*, 58: 1069-1085.
- Pérez-Matus, A., F. Ramírez, T. Eddy & R. Cole. 2014. Subtidal reef fish and macrobenthic community structure at the temperate Juan Fernández Archipelago, Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 42(4): 814-826.
- Pompa, S., P.R. Ehrlichb & G. Ceballosa. 2011. Global distribution and conservation of marine mammals. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 108(33): 13600-13605.

- Porobic J., C. Parada, B. Ernst, S. Hormazábal & V. Combes. 2011. Modelación de la conectividad de las subpoblaciones de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), a través de un modelo biofísico. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40(3): 613-632
- Ramírez, M., E. & C. Osorio. 2000. Patrones de distribución de macroalgas y macroinvertebrados intermareales de la isla Robinson Crusoe, archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Invest. Mar.*, 28: 1-13.
- Ramírez, F. 2012. Estructura trófica, abundancia y eco-morfología del ensamble de peces costeros de la isla Robinson Crusoe, archipiélago de Juan Fernández, Chile Insular. Tesis de magister. Universidad Andrés Bello. Facultad de ecología y recursos naturales. Carrera de Biología Marina. 61 pp.
- Ramírez, F., A. Perez-Matus, T. Eddy & M. Landaeta. 2013. Trophic ecology of abundant reef fish in a remote oceanic island: coupling diet and feeding morphology at the Juan Fernandez Archipelago, Chile. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 93: 1457-1469.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Steneck, R.S. & M.N. Dethier. 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, 69: 476-498.
- Thorrold, R.S. 1994. Evaluating the performance of light traps for sampling small fish and squid in open waters of the central Great Barrier Reef lagoon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 89: 277-285.
- Waldron, A., A.O. Mooers, D.C. Miller, N. Nibbelink, D. Redding, T.S. Kuhn, J.T. Roberts & J.L. Gittleman. 2013. Targeting global conservation funding to limit immediate biodiversity declines. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 110(29): 12144-12148.
- Wootton, R. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*, 404 pp. Chapman & Hall, New York
- Worm, B., E.B. Barbier, N. Beaumont, J.E. Duffy & C. Folke. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314: 787-790.