



FIPA 2019-25.

Actualización de las Líneas Base de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos



ecos

INFORME FINAL

PROYECTO

FIPA N° 2019-25 "Actualización de las Líneas de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos"

REQUIRENTE

Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura
Presidente Consejo de Investigación Pesquera:
Julio Salas Gutiérrez

UNIDAD EJECUTORA

Centro de Investigación Ecos

JEFE PROYECTO

Felipe Thomas Álvarez
Centro de Investigación Ecos.
Av. Quillota 1130, Viña del Mar
Tel: 56-32-2213832
E-mail: fthomas@ecosmar.cl

●Valparaíso, Septiembre de 2022●



EQUIPO DE TRABAJO

Jefe de Proyecto
Felipe Thomas Álvarez

Análisis Oceanográficos
Víctor Gudiño Gacitúa
Julio Salcedo Castro

Coordinador Evaluación Directa
Gonzalo Olea Stranger

Profesionales de Terreno
Franco Salas Berríos
Álvaro Villena Ortiz

Expertos en Estudios Taxonómicos
Pedro Báez Retamales
Nicolás Rozbaczylo
Mauricio Valenzuela
Alfredo Pérez

Análisis de Indicadores
Miguel Espíndola Rojas
David Gutiérrez Lagos

Encargado SIG
Gabriel Rojas Barrera

Diseño y Diagramación
Mauricio Garrido Durán



Resumen ejecutivo

Aspectos generales

Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) son una herramienta elemental para promover el uso sostenible de los recursos marinos y para la conservación de la biodiversidad a largo plazo. A nivel global cada vez se cuenta con más antecedentes acerca de la capacidad de algunas AMP para mejorar la pesca a través del desbordamiento de larvas o ejemplares adultos, que mejoran la productividad en caladeros adyacentes o cercanos, aportando a la mantención de medios de vida locales.

Para el caso puntual de este estudio, se analiza el estado de situación de las AMP denominadas Reserva Marinas Islas Choros-Damas (RMICD) y Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC), las cuales tienen por objeto conservar y proteger los ambientes marinos representativos del sistema insular constituido por las Islas Chañaral, Choros, y Damas, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos, a través del manejo y uso sustentable de la diversidad y patrimonio natural.

El presente proyecto aborda la actualización de las líneas de base oceanográficas, ecológicas, sociales y económicas de las RMIC y RMICD con el objeto de evaluar los efectos que ha tenido su gestión luego de 17 años desde la declaratoria de ambas reservas. Para ello, se realizó un análisis oceanográfico que permitió caracterizar las condiciones abióticas sobre la cual se sustenta la biodiversidad existente en ambos sectores, se determinó el estado poblacional y de conservación de los principales recursos hidrobiológicos (invertebrados y algas objeto de conservación) en dos campañas de monitoreo, las cuales fueron comparadas con el estado poblacional fuera de las reservas, específicamente en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y Áreas de Libre Acceso (ALA). Además, se realizó un análisis de las comunidades ecológicas presentes en ambas Reservas Marinas.

A escala temporal mayor, se propusieron distintos enfoques metodológicos para evaluar de manera periódica los indicadores de desempeño biológico, socio- económico y de gobernanza que fueron establecidos en los Planes Generales de Administración (PGA) de ambas reservas, así como un análisis de los respectivos PGA orientado a la generación de recomendaciones de readecuación que permitan facilitar la gestión y la comprensión de los impactos de esta.

Finalmente, en un proceso de integración de la información recopilada y levantada en el presente proyecto, se desarrolla una propuesta de plan de manejo para la explotación sostenible de recursos bentónicos en la RMIC, realizado en consulta con los pescadores locales. En esta propuesta, se incluyen procesos innovadores para la toma de decisiones que incluyen condiciones de base para la realización de actividades extractivas transitorias de recursos bentónicos, así como



niveles de explotación más precautorios que los utilizados en otros sistemas de gestión cuyo fin principal es la explotación, como es el caso de las AMERB.

Condiciones oceanográficas

Respecto de las condiciones oceanográficas, se determinó que la columna de agua presenta características propias de la zona centro norte de Chile con valores de temperatura superficial cercanos a 14°C durante el verano que varían en función de la profundidad en torno a -2°C, mientras que en condiciones de invierno-primavera se observan valores cercanos a 12,5° C a nivel superficial los cuales no varían mucho en su gradiente vertical. Los valores de salinidad se mantuvieron estables en rangos de 34.4 y 34.7 a nivel superficiales, medio y profundo para ambas campañas. El oxígeno disuelto presentó en todos los perfiles una tendencia general con valores altos en los primeros metros de la columna de agua (9 mg/l), para luego dar paso a una oxiclina entre los 0 y 20 m en Isla Damas y 0 y 40 m en Isla Chañaral. La clorofila-a presentó, en ambas campañas, una capa de concentraciones mayores en los estratos superiores y medios, con núcleos de altas concentraciones (5 a 9 µg/L) en estaciones cercanas a la Isla Chañaral, coincidentes con la condición estival. Los datos registrados en ambas campañas para los nutrientes y Clorofila-a también fueron similares a las observadas en otros sectores de la zona centro norte de Chile.

Los valores de corrientes observados en Isla Chañaral e Islas Choros y Damas muestran una zona con buena ventilación, exhibiendo valores máximos en torno a 0.2 m/s en toda la columna de agua. Los registros y perfiles de corrientes indican un flujo preferencia en dirección NNW para Isla Chañaral y NNE para Islas Choros y Damas. No se observaron episodios asociados a vientos durante el periodo de estudio, ya que el viento se mantuvo en rangos de magnitud moderados y principalmente desde el tercer cuadrante.

El patrón de corrientes es consistente con el estudio de línea base desarrollado el año 2008, mostrando una hidrodinámica compleja, determinada por la topografía en torno a las islas. Esto fija una fuerte dinámica en los primeros 20 metros, donde se ubica la mayor parte de los recursos bentónicos y comunidades asociadas a especies estructuradoras de hábitat como macroalgas pardas y pasto marino. La intensa hidrodinámica determinada por la topografía, oleaje, mareas y corrientes superficiales asociadas a viento permite una buena ventilación, oxigenación y dispersión larval, lo cual favorecería el reclutamiento de los recursos bentónicos del área.

Estado poblacional y de conservación de los principales recursos hidrobiológicos

Las evaluaciones directas de los recursos de interés revelaron que la estructura de tallas, para recursos sometidos a alta presión de cosecha como el caso del recurso loco y la lapa negra, presentan densidades mayores y una talla media mayor en la RMICD respecto de otros sistemas de gestión (RMIC, AMERB, ALA). Mientras que en la RMIC se observaron condiciones muy similares



a las AMERB. Esto se puede explicar porque en la RMIC existe un menor esfuerzo de vigilancia y de hecho existe una mayor tasa de infracciones observadas por campañas de fiscalización realizadas.

Para recursos de menor presión de cosecha como la lapa rosada se observan diferencias entre todos los sistemas de gestión y diferencias estacionales. En el caso del erizo se aprecia el mismo comportamiento que el loco en donde el AMERB y la RMIC no tienen diferencias de tallas y la RMICD tiene tallas significativamente mayores.

Indicadores de desempeño biológico, socio- económico y de gobernanza

Se proporcionan antecedentes que permiten analizar el desempeño de los indicadores establecidos en los PGA para las dimensiones biológica, socioeconómica y de gobernabilidad (el cual se considera que está siendo utilizado como concepto análogo de gobernanza). Como primer paso, se realizó una extracción de los indicadores del PGA y como resultado se identificaron 17 indicadores para evaluar la gestión de ambas áreas. Seis de los indicadores están enfocados en el desempeño biológico (IB), tres socioeconómicos (IS) y seis de gobernanza (IG). A partir de los indicadores extraídos, se realizó una propuesta de análisis de los indicadores de las dimensiones biológica y socioeconómica que incluyen el nombre del indicador, la metodología de estimación/cálculo y la interpretación de los resultados.

A partir de la estimación de los indicadores de desempeño biológico, es relevante destacar que para el análisis de vertebrados acuáticos residentes, como es el caso del chungungo, pingüino de Humboldt y el delfín nariz de botella, se encontraron limitaciones al momento de comparar los estudios debido a que se han aplicado distintos enfoques metodológicos que generan incertidumbres respecto a si los cambios interanuales que se observan son producto de cambios poblacionales o son el resultado de la aplicación de distintos enfoques metodológicos. Debido a ello, se considera necesario avanzar en un trabajo de estandarización metodológica de las poblaciones de vertebrados acuáticos residentes, y velar por que los distintos investigadores sigan los protocolos establecidos. A priori se recomiendan los enfoques metodológicos de Pérez-Álvarez et al. (2018) para monitorear la población residente de delfín nariz de botella, Sepúlveda et al. (2020) para el monitoreo de chungungo y Simeone et al. (2018) para el monitoreo de pingüino de Humboldt.

El caso del chungungo resultó interesante, si bien es el vertebrado acuático residente menos estudiado a nivel de las reservas, posee características interesantes para constituirse como una especie indicadora. Específicamente, esta especie posee un rango de hogar acotado, se alimenta de especies del intermareal y submareal somero y un estudio reciente indica que se encontrarían en altas abundancias en las islas de Choros y Chañaral en comparación a otros sectores de la zona norte del país. Por tanto, la abundancia local de esta especie podría ser un indicador indirecto de la condición de las comunidades biológicas del intermareal y submareal que es lo que efectivamente está siendo conservado en ambas reservas.



En el caso del lobo marino común se cuenta con censos que tienen una mayor comparabilidad temporal (Oliva et al., 2019). En este caso, se ha podido observar que la población ha estado en aumento desde el año 2006 al año 2019 tanto en las islas Choros como Chañaral, observándose incluso en el último monitoreo una pequeña colonia de 11 lobos que constituye el primer registro para isla Damas.

En cuanto a los recursos bentónicos, como el loco, el erizo y las lapas, se desarrolló un indicador que integra atributos de la densidad histórica local y también de la estructura de tallas, el cual ha sido llamado **“estado de salud poblacional” en línea a lo que establecen los PGA de ambas reservas**. Respecto del desempeño del indicador estado de salud poblacional de loco (*Concholepas concholepas*) se concluye que la RMICD experimentó un progreso positivo desde la primera línea base efectuada en el año 2008, cuyos atributos de densidad y fracción explotable fueron **clasificados como “malos”**. Posteriormente, en los años 2015, 2019 y 2021 el estado de salud de la población de locos en la RMICD ha fluctuado entre condiciones regulares y buenas. En tanto, para la RMIC también se observó un progreso positivo con condiciones malas durante el año 1999 y condiciones regulares que se han mantenido en los años 2007, 2008, 2009, 2011 y 2021. No obstante, es importante mencionar que la RMIC ha experimentado progresos menos marcados que las AMERB circundantes que están sujetas a una explotación regulada. Para el caso de la lapa rosada (*Fissurella cumingi*) ambas reservas muestran un progreso positivo del estado de salud. Para el caso de la RMIC, las condiciones observadas entre los años 2007 y 2011 se mantuvieron entre regulares y malas, mientras que en el presente estudio se determinó un estado de salud bueno. Para RMIC se evidenciaron cambios positivos que pasaron de una condición mala en el año 2008, a una condición regular el año 2015 y finalmente una condición muy buena en el estudio actual. Para el recurso erizo rojo se observó una condición regular en el presente estudio para la RMIC y para el caso de RMICD se apreciaron condiciones regulares en el año 2016 y en el estudio actual, en este caso se cuenta con una data temporal menor lo que genera una mayor incertidumbre del estado de salud poblacional. Para el recurso *Fissurella latimarginata*, se observó una transición clara de estado malo a regular alrededor del año 2005, tanto para las reservas marinas como para las AMERB. Empero, persisten algunas dudas respecto del estado de este recurso debido a que las fracciones explotables estimadas a distintos niveles de SPR, fueron inusualmente altas y el método **es sensible a cambios en los parámetros M, k y L_{∞}** , En base a este problema se sugiere actualizar los parámetros de crecimiento y mortalidad para esta especie, lo cual podría extenderse a los otros recursos bentónicos de interés, para disminuir las incertidumbres asociadas a la estimación de sus parámetros de crecimiento y mortalidad en la zona de estudio.

En cuanto a los indicadores socioeconómicos, se elaboró un indicador que compara el valor de las cuotas autorizadas observadas entre los años 2006 y 2020 respecto de una condición base que fue definida para el año 2005 (año de declaración de ambas reservas marinas). Al indicador elaborado lo hemos denominado Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB) y fue aplicado en tres subsistemas de análisis, AMERBs cercanas a RMIC, AMERBs cercanas a RMICD y AMERB lejanas a la influencia de ambas reservas. Los resultados sugieren que las AMERB cercanas a las reservas marinas han mejorado la productividad de los recursos loco y lapa negra (los de



mayor importancia económica) desde la condición de referencia (año 2005). En tanto, en las AMERB lejanas al área de influencia de las reservas (aproximadamente 30 km al sur de la RMICD) mostraron trayectorias de IERB que indican que su productividad ha experimentado un decrecimiento en el tiempo para los mismos recursos analizados.

En términos de gobernanza se concluye en base al análisis de los PGA de ambas reservas, que se cuenta con lineamientos que van en el sentido correcto, donde se considera la participación de las partes interesadas en los procesos de toma de decisiones a través de los respectivos comités consultivos, donde también se comparte y distribuye la información científica y el conocimiento ecológico local. Una recomendación que podría ayudar a enriquecer los esquemas de administración existentes es tener una comprensión más clara acerca del nivel de compromiso de la comunidad local en apoyar ambos proyectos de conservación, lo cual podría evaluarse mediante el levantamiento de percepciones acerca del impacto que han generado estos proyectos en la calidad de vida de la comunidad e indagando mediante que vías estarían dispuestos a contribuir en la mantención de estas iniciativas. En esta línea es interesante destacar el trabajo que está haciendo SERNAPESCA de Atacama, donde ha aplicado una encuesta orientada justamente a comprender como la comunidad valora a la RMICH como proyecto de conservación.

En términos de cumplimiento, se elaboró un indicador que hemos denominado tasa de infracción que da cuenta que la RMIC está sometida a una alta incidencia de infracciones (mucho mayor que en RMICD), lo que concuerda con el bajo desempeño observado de los indicadores biológicos. Por tanto, existen antecedentes que podrían estar indicando que el éxito de este proyecto de conservación se encuentra fuertemente obstaculizado por problemas de cumplimiento. Para revertir esta situación se considera necesario avanzar en un fortalecimiento de los mecanismos de fiscalización y vigilancia, donde idealmente se incluya a la comunidad local en las acciones de vigilancia y denuncia, para ello se deben identificar los incentivos que permitan promover estos acuerdos.

Propuesta Plan de Manejo recursos loco y lapas para la RMIC

Se elaboró un plan de manejo de extracción sostenible para la RMIC. El plan desarrollado incluye metas y objetivos medibles asociados a un conjunto de indicadores, los cuales fueron analizados en detalle en el objetivo 3. Además, el plan incorpora una regla de control de cosecha precautoria que se basa en el estado de salud poblacional de los recursos. Específicamente, cuando las densidades se encuentran en valores mínimos históricos y el atributo de la estructura de tallas presenta niveles de potencial de desove críticos, la regla impide la realización de cosechas. Además, la regla de cosecha establecida limita la extracción a un valor máximo equivalente al 20% del stock explotable, menor a las tasas de explotación que se definen habitualmente para AMERB (30% del stock explotable). Los aspectos principales de la regla de cosecha fueron analizados y discutidos con la comunidad de pescadores de Caleta Chañaral previo a la generación de la propuesta final que se detalla en el objetivo 4.



Executive summary

General features

Marine Protected Areas (MPAs) are an elementary tool to promote the sustainable use of marine resources and for the long-term conservation of biodiversity. At a global level, there is more and more evidence about the ability of some MPAs to improve fishing through the overflow of larvae or adult specimens, which improve productivity in adjacent or nearby fishing grounds, contributing to the maintenance of local livelihoods.

For the specific case of this study, the status of the MPAs called Choros-Damas Islands Marine Reserve (RMICD) and Chañaral Island Marine Reserve (RMIC), which aim to conserve and protect the representative marine environments of the systems constituted by island Chañaral, Choros, and Damas Island, ensuring the balance and continuity of bio-ecological processes, through the management and sustainable use of diversity and natural heritage.

This project addresses the updating of the oceanographic, ecological, social and economic baselines of the RMIC and RMICD in order to evaluate the effects of management measures during the last 17 years, since the declaration of both reserves. For this, an oceanographic analysis was carried out that allowed characterizing the abiotic conditions on which the existing biodiversity in both sectors is based on. The population and conservation status of the main hydrobiological resources (invertebrates and algae object of conservation) was determined in two monitoring campaigns, which were compared with the population status outside the reserves, specifically in Benthic Resources Management and Exploitation Areas (AMERB) and Free Access Areas (ALA). In addition, an analysis of the ecological communities present in both Marine Reserves was carried out.

On a larger time scale, different methodological approaches were proposed to periodically evaluate the biological, socio-economic and governance performance indicators that were established in the General Management Plans (PGA) of both reserves, as well as an analysis of the respective PGA oriented to the generation of adaptation recommendations that facilitate the management and understanding of its impacts.

Finally, in a process of integrating the information collected in this project, a proposal for a management plan for the sustainable exploitation of benthic resources in the RMIC was developed, carried out in consultation with local fishers. This proposal includes innovative decision-making processes that include basic conditions for carrying out transient extractive activities of benthic resources, as well as more precautionary levels of exploitation than those used in other management systems whose main purpose is the exploitation, as is the case of the AMERB.

Oceanographic conditions



Regarding the oceanographic conditions, it was determined that the water column presents characteristics typical of the north central zone of Chile with surface temperature values close to 14°C during the summer that vary depending on the depth around -2°C, while in winter-spring conditions, values close to 12.5°C are observed at surface level, which do not vary much in their vertical gradient. Salinity values remained stable in ranges of 34.4 °C and 34.7 °C at the superficial, medium and deep levels for both campaigns. Dissolved oxygen presented a general trend in all profiles with high values in the first meters of the water column (9 mg/l), to later give way to an oxycline between 0 and 20 m on Damas Island and 0 and 40 m in Chañaral Island. Chlorophyll-a presented, in both campaigns, a layer of higher concentrations in the upper and middle strata, with nuclei of high concentrations (5 to 9 µg/L) in stations near Chañaral Island, coinciding with the summer condition. The data recorded in both campaigns for nutrients and Chlorophyll-a were also similar to those observed in other sectors of the north central zone of Chile.

The values of currents observed in Chañaral Island and Choros and Damas Islands show an area with good ventilation, exhibiting maximum values around 0.2 m/s throughout the water column. Current records and profiles indicate a preferential flow in a NNW direction for Chañaral Island and NNW for Choros and Damas Islands. No episodes associated with winds were observed during the study period, since the wind remained in moderate magnitude ranges and mainly from the third quadrant.

The pattern of currents is consistent with the baseline study carried out in 2008, showing complex hydrodynamics, determined by the topography around the islands. This sets a strong dynamic in the first 20 meters, where most of the benthic resources and communities associated with habitat-structuring species such as brown macroalgae and seagrass are located. The intense hydrodynamics determined by the topography, waves, tides and surface currents associated with wind allow good ventilation, oxygenation and larval dispersion, which would favor the recruitment of benthic resources in the area.

Population and conservation status of the main hydrobiological resources

The direct evaluations of the resources of interest revealed that the size structure, for resources subjected to high harvest pressure, such as the case of the Chilean abalone (*Concholepas concholepas*) and the key-hole limpet (*Fissurella latimarginata*), present higher densities and a larger average size in the RMICD compared to other management systems (RMIC, AMERB, ALA). While in the RMIC conditions very similar to the AMERB were observed. This can be explained because in the RMIC there is less surveillance effort and in fact there is a higher rate of infractions observed by inspection campaigns carried out.

For resources with less harvest pressure, such as the key-hole limpet (*Fissurella cumingi*) differences are observed between all the management systems and seasonal differences. In the case of the red sea urchin (*Loxechinus albus*), the same behavior as the Chilean abalone is



observed, where the AMERB and the RMIC do not have differences in size and the RMICD has significantly larger sizes.

Biological, socio-economic and governance performance indicators

Background is provided that allows analyzing the performance of the indicators established in the PGA for the biological, socioeconomic and governance dimensions (which is considered to be used as an analogous concept of governance). As a first step, an extraction of the PGA indicators was carried out and as a result 17 indicators were identified to evaluate the management of both areas. Six of the indicators are focused on biological performance (IB), three socioeconomic (IS) and six on governance (IG). Based on the extracted indicators, a proposal was made to analyze the indicators of the biological and socioeconomic dimensions, including the name of the indicator, the estimation/calculation methodology, and the interpretation of the results.

From the estimation of the biological performance indicators, it is important to note that for the analysis of resident aquatic vertebrates, such as the marine otter (*Lontra felina*), Humboldt penguin (*Spheniscus humboldti*) and the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), limitations were found when comparing the studies, due to the fact that different methodological approaches have been applied that generate uncertainties as to whether the observed interannual changes are the product of population changes or are the result of the application of different methodological approaches. It is considered necessary to advance in a work of methodological standardization **for the populations of resident aquatic vertebrates' study, and to ensure** that the different researchers follow the established protocols. Meanwhile, the methodological approaches of Pérez-Álvarez et al. (2018) are recommended to monitor the resident population of bottlenose dolphins, Sepúlveda et al. (2020) for marine otter monitoring and Simeone et al. (2018) for Humboldt penguin monitoring.

The case of the marine otter was interesting, although it is the least studied aquatic vertebrate resident at the reserve level, it has interesting characteristics to become an indicator species. Specifically, this species has a limited home range, feeds on intertidal and shallow subtidal species, and a recent study indicates that they would be found in high abundance on the islands of Choros and Chañaral compared to other sectors of the northern part of the country. Therefore, the local abundance of this species could be an indirect indicator of the condition of the intertidal and subtidal biological communities, which is what is effectively being conserved in both reserves.

In the case of the southern sea lion (*Otaria byronia*), there are censuses that have greater temporal comparability (Oliva et al., 2019). In this case, it has been observed that the population has been increasing from 2006 to 2019 in both the Choros and Chañaral islands. A small colony of 11 sea lions was observed, which constitutes the first record for Damas Island.

Regarding benthic resources, such as chilean abalone, sea urchin and key-hole limpets, an indicator was developed that integrates attributes of the local historical density and also of the



size structure, which has been called "population health status", aligned to what is established by the PGA of both reserves. Regarding the performance of the population health status indicator of chilean abalone is concluded that the RMICD experienced positive progress since the first baseline carried out in 2008, whose attributes of density and exploitable fraction were classified as "bad". Subsequently, in the years 2015, 2019 and 2021, the state of health of the chilean abalone population in the RMICD has fluctuated between regular and good conditions. Meanwhile, positive progress was also observed for the RMIC with bad conditions during the year 1999 and regular conditions that have been maintained in the years 2007, 2008, 2009, 2011 and 2021. However, it is important to mention that the RMIC has a progress less than surrounding AMERBs which are subject to regulated exploitation. In the case of the key-hole limpet *F. cumingi*, both reserves show positive progress in health status. In the case of the RMIC, the conditions observed between 2007 and 2011 were between regular and poor, while in the present study a good state of health was determined. For RMIC, positive changes were evidenced that went from a bad condition in 2008, to a regular condition in 2015 and finally a very good condition in the current study. For the red sea urchin resource, a regular condition was observed in the present study for the RMIC and for the case of RMICD, regular conditions were observed in 2016 and in the current study, in this case there is fewer temporal data, which generates greater uncertainty of the population's health status. For the key-hole limpet *F. latimarginata*, a clear transition from bad to regular status was observed around 2005, both for marine reserves and AMERBs. However, some doubts remain regarding the status of this resource because the harvestable stock ratio estimated at different SPR levels were unusually high and the method is sensitive to changes in the parameters M , k and L_{∞} . **Based on this problem, it is suggested to update the growth and mortality parameters** for this species, which could be extended to other benthic resources of interest, to reduce the uncertainties associated with the estimation of its parameters in the study area.

Regarding the socioeconomic indicators, an indicator was developed that compares the value of the authorized quotas observed between the years 2006 and 2020 with respect to a base condition that was defined for the year 2005 (year of declaration of both marine reserves). We have called the elaborated indicator the Benthic Resources Exploitation Index (IERB) and it was applied in three analysis subsystems, AMERBs close to RMIC, AMERBs close to RMICD and AMERB far from the influence of both reserves. The results suggest that the AMERB close to the marine reserves have improved the productivity of the chilean abalone and key-hole limpet *F. latimarginata* (those of greater economic importance) since the reference condition (year 2005). Meanwhile, in the AMERBs far from the area of influence of the reserves (approximately 30 km south of the RMICD) they showed IERB trajectories that indicate that their productivity has experienced a decrease over time for the same resources analyzed.

In terms of governance, it is concluded based on the analysis of the PGAs of both reserves, that there are guidelines that go in the right direction, where the participation of the interested parties in the decision-making processes is considered through the respective advisory committees, where scientific information and local ecological knowledge is also shared and distributed. One recommendation that could help enrich the existing administration schemes is to have a clearer understanding of the level of commitment of the local community in supporting both conservation



projects, which could be evaluated by gathering perceptions about the impact that these projects have generated in the quality of life of the community and inquiring through which ways they would be willing to contribute to the maintenance of these initiatives. Along these lines, it is interesting to highlight the work that SERNAPESCA is doing in Atacama, where it has applied a survey aimed precisely at understanding how the community values the RMICH as a conservation project.

In terms of compliance, an indicator was developed that we have called the infraction rate that shows that the RMIC is subject to a high incidence of infractions (much higher than in RMICD), which is consistent with the low performance observed in biological indicators. Therefore, there is evidence that could indicate that the success of this conservation project is strongly hampered by compliance problems. To reverse this situation, it is considered necessary to advance in the strengthening of control and surveillance mechanisms, where ideally the local community is included in the surveillance and complaint actions, for which the incentives that allow promoting these agreements must be identified.

Proposal for the management plan for the chilean abalone and key-hole limpet resources for the RMIC

A sustainable extraction management plan was developed for the RMIC. The developed plan includes measurable goals and objectives associated with a set of indicators, which were analyzed in detail in objective 3. In addition, the plan incorporates a precautionary Harvest Control Rule based on the population health status of the resources. Specifically, when densities are at historical minimum values and the size structure attribute shows critical spawning potential levels, the rule prevents harvesting. In addition, the established harvest rule limits the extraction to a maximum value equivalent to 20% of the exploitable stock, lower than the exploitation rates that are usually defined for AMERB (30% of the exploitable stock). The main aspects of the harvest rule were analyzed and discussed with the fishing community of Caleta Chañaral prior to the generation of the final proposal detailed in objective 4.



Índice general

1. ANTECEDENTES	31
2. OBJETIVOS	33
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	33
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
3. METODOLOGÍA	34
3.1 ACTIVIDADES GENERALES	34
3.1.1 SOLICITUD DE AUTORIZACIONES PARA REALIZAR MUESTREOS EN LAS RESERVAS MARINAS Y SU ENTORNO	34
3.1.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE.....	34
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 1. DETERMINAR LAS VARIABLES OCEANOGRÁFICAS, COMO DE LOS SEDIMENTOS SUBMAREALES, ADEMÁS DE ANÁLISIS DE CORRENTOMETRÍA EULERIANA E IDENTIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA PRESENTES DENTRO DE LOS LÍMITES DE AMBAS RESERVAS MARINAS.....	35
3.2.1 DETERMINACIÓN DE PERFILES DE CTD-O, CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTOS DENTRO DE LAS RESERVAS MARINAS.....	35
3.2.1.1 VARIABLES OCEANOGRÁFICAS.....	35
3.2.1.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS SEDIMENTOS	40
3.2.1.3 CORRENTOMETRÍA.....	41
3.2.1.4 CARACTERIZACIÓN DE MASAS DE AGUA	43
3.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 2. DETERMINAR EL ESTADO POBLACIONAL Y DE CONSERVACIÓN DE LOS PRINCIPALES RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS, INCLUYENDO LOS INVERTEBRADOS Y ALGAS OBJETO DE CONSERVACIÓN. Y DE LAS COMUNIDADES ECOLÓGICAS DE AMBAS RESERVAS MARINAS	44
3.3.1 DELIMITACIÓN DEL SUSTRATO HABITADO POR CADA ESPECIE DE INTERÉS	44
3.3.2 CARTA BATIMOLÓGICA	47
3.3.3 EVALUACIÓN DIRECTA DE LOS RECURSOS ALGALES, BENTÓNICOS, E INVERTEBRADOS MARINOS.....	48
3.3.4 ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS POBLACIONALES.....	50
3.3.5 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE BIODIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE COMUNIDADES DE INVERTEBRADOS ASOCIADOS A RECURSOS ALGALES E INVERTEBRADOS MARINOS ESTRUCTURADORES Y PASTO MARINO	53
3.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 3. ESTIMAR Y ANALIZAR LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO BIOLÓGICO, SOCIO- ECONÓMICO Y DE GOBERNANZA ESTABLECIDOS EN EL PGA DE AMBAS RESERVAS Y PROPUESTA DE GUÍA BÁSICA PARA EL MONITOREO DEL DESEMPEÑO DE LAS RM	58
3.4.1 REVISAR LOS PGA Y EXTRAER LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO ESTABLECIDOS EN LOS ÁMBITOS BIOLÓGICO, SOCIOECONÓMICO Y DE GOBERNANZA	58
3.4.1.1 REVISAR LOS PGA Y EXTRAER LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO ESTABLECIDOS EN LOS ÁMBITOS BIOLÓGICO, SOCIOECONÓMICO Y DE GOBERNANZA.	58
3.4.1.2 CONCEPTUALIZACIÓN PARA LA GENERACIÓN DE RECOMENDACIONES DE ADECUACIÓN EN LOS PGA.....	60
3.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 4. DISEÑAR UNA PROPUESTA DE PM Y SU CORRESPONDIENTE MONITOREO PARA LOS RECURSOS LOCO Y LAPA DE LA RM ISLA CHAÑARAL.....	63
3.6 REUNIONES Y TALLERES	64
3.6.1 REUNIÓN DE COORDINACIÓN INICIAL	64
3.6.2 REUNIÓN DE PRESENTACIÓN CON ACTORES LOCALES Y VALIDACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO	64
3.6.3 REUNIONES DE PLANIFICACIÓN SERNAPESCA	64
3.6.4 TALLERES DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS FINALES	65



4. RESULTADOS.....	66
4.1 ACTIVIDADES GENERALES.....	66
4.1.1 SOLICITUD DE AUTORIZACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS EN LAS RESERVAS Y ZONAS ALEDAÑAS	66
4.1.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	67
4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 1. DETERMINAR LAS VARIABLES OCEANOGRÁFICAS (TEMPERATURA, SALINIDAD, PH, DENSIDAD, CONTENIDO DE OXÍGENO DISUELTO, NUTRIENTES Y CLOROFILA A) COMO DE LOS SEDIMENTOS SUBMAREALES (GRANULOMETRÍA, CONTENIDO MATERIA ORGÁNICA TOTAL, PROFUNDIDAD CAPA DISCONTINUIDAD, REDOX, PH, CONTENIDO DE SULFURO Y TEMPERATURA DE LOS SEDIMENTOS), ADEMÁS DE ANÁLISIS DE CORRENTOMETRÍA EULERIANA E IDENTIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA PRESENTES DENTRO DE LOS LÍMITES DE AMBAS RM	72
4.2.1 DETERMINACIÓN DE PERFILES DE CTD-O, CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTOS DENTRO DE LAS RESERVAS MARINAS.....	72
4.2.1.1 VARIABLES OCEANOGRÁFICAS.....	72
4.2.1.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS SEDIMENTOS	76
4.2.1.3 CORRENTOMETRÍA.....	85
4.2.1.4 DESCRIPCIÓN DE MASAS DE AGUA	89
4.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 2. DETERMINAR EL ESTADO POBLACIONAL Y DE CONSERVACIÓN DE LOS PRINCIPALES RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS, INCLUYENDO LOS INVERTEBRADOS Y ALGAS OBJETO DE CONSERVACIÓN Y DE LAS COMUNIDADES ECOLÓGICAS DE AMBAS RESERVAS MARINAS.....	100
4.3.1 CARTA BATIMOLÓGICA	100
4.3.1.1 ISLA CHAÑARAL.....	100
4.3.1.2 ISLA DAMAS	100
4.3.2 DELIMITACIÓN DEL SUSTRATO HABITADO POR CADA ESPECIE DE INTERÉS	103
4.3.2.1 ISLA CHAÑARAL.....	103
4.3.2.2 ISLA DAMAS	106
4.3.3 EVALUACIÓN DIRECTA DE LOS RECURSOS ALGALES, BENTÓNICOS, E INVERTEBRADOS MARINOS.....	109
4.3.3.1 RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL (RMIC)	109
4.3.3.2 RESERVA MARINA ISLAS CHOROS – DAMAS (RMICD).....	115
4.3.3.3 DESEMPEÑO ENTRE RÉGIMENES DE MANEJO (RM, AMERB, ALA)	120
4.3.4 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE BIODIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE COMUNIDADES DE INVERTEBRADOS ASOCIADOS A RECURSOS ALGALES E INVERTEBRADOS MARINOS ESTRUCTURADORES Y PASTO MARINO	127
4.3.4.1 DIVERSIDAD ASOCIADA A LA RESERVA MARINA ISLAS CHOROS – DAMAS (RMICD).....	127
4.3.4.2 DIVERSIDAD ASOCIADA A LA RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL (RMIC)	135
4.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 3. ESTIMAR Y ANALIZAR LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO BIOLÓGICO, SOCIO- ECONÓMICO Y DE GOBERNANZA ESTABLECIDOS EN EL PGA DE AMBAS RESERVAS Y PROPUESTA DE GUÍA BÁSICA PARA EL MONITOREO DEL DESEMPEÑO DE LAS RM	144
4.4.1 REVISAR LOS PGA Y EXTRAER LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO ESTABLECIDOS EN LOS ÁMBITOS BIOLÓGICO, SOCIOECONÓMICO Y DE GOBERNANZA	144
4.4.1.1 OBJETIVOS E INDICADORES DE LA DIMENSIÓN BIOLÓGICA ESTABLECIDOS EN LOS PGA DE LAS RMIC Y RMICD.....	144
4.4.1.2 OBJETIVOS E INDICADORES DE LA DIMENSIÓN SOCIO-ECONÓMICA ESTABLECIDOS EN LOS PGA DE LAS RMIC Y RMICD	168
4.4.1.3 OBJETIVOS E INDICADORES DE LA DIMENSIÓN DE GOBERNABILIDAD ESTABLECIDOS EN LOS PGA DE LAS RMIC Y RMICD ...	177
4.4.2 RECOMENDACIONES PARA LA ADECUACIÓN DE LOS PGA DE LA RESERVAS MARINAS	186
4.4.2.1 RECOMENDACIONES PARA LA ADECUACIÓN PGA RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL	187
4.4.2.2 RECOMENDACIONES PARA LA ADECUACIÓN PGA RESERVA MARINA ISLAS CHOROS - DAMAS.....	194
4.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 4. DISEÑAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO, Y SU CORRESPONDIENTE MONITOREO, PARA LOS RECURSOS LOCO Y LAPAS DE LA RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL.....	201
4.5.1 RECOMENDACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES PARA EL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN PESQUERA	202
4.5.2 ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DE MANEJO ACTUAL Y OTROS PLANES DE MANEJO BENTÓNICOS.....	205



4.5.3	PROPUESTA BORRADOR DE UN PLAN DE MANEJO PARA LOS RECURSOS LOCO (<i>CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS</i>) Y LAPA (<i>FISURELLA SPP</i>) DE LA RM ISLA CHAÑARAL	207
5.	DISCUSIÓN	215
5.1	DETERMINAR LAS VARIABLES OCEANOGRÁFICAS, COMO DE LOS SEDIMENTOS SUBMAREALES, ADEMÁS DE ANÁLISIS DE CORRENTOMETRÍA EULERIANA E IDENTIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA PRESENTES DENTRO DE LOS LÍMITES DE AMBAS RESERVAS MARINAS.	215
5.1.1	CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	215
5.1.2	CORRENTOMETRÍA Y DESCRIPCIÓN DE MASAS DE AGUA	216
5.2	DETERMINAR EL ESTADO POBLACIONAL Y DE CONSERVACIÓN DE LOS PRINCIPALES RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS, INCLUYENDO LOS INVERTEBRADOS Y ALGAS OBJETOS DE CONSERVACIÓN Y DE LAS COMUNIDADES ECOLÓGICAS DE AMBAS RESERVAS MARINAS.	217
5.2.1	ESTIMACIÓN DE SUSTRATOS HABITADOS	217
5.2.2	ESTADO POBLACIONAL Y DE CONSERVACIÓN DE LOS PRINCIPALES RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS	218
5.2.3	NIVELES DE BIODIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE COMUNIDADES DE INVERTEBRADOS ASOCIADOS A RECURSOS ALGALES E INVERTEBRADOS MARINOS ESTRUCTURADORES Y PASTO MARINO.....	219
5.3	ESTIMAR Y ANALIZAR LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO BIOLÓGICO, SOCIO- ECONÓMICO Y DE GOBERNANZA ESTABLECIDOS EN EL PGA DE AMBAS RESERVAS Y PROPUESTA DE GUÍA BÁSICA PARA EL MONITOREO DEL DESEMPEÑO DE LAS RM.	221
5.3.1	DESEMPEÑO DE INDICADORES BIOLÓGICOS	222
5.3.1.1	DESEMPEÑO DEL INDICADOR DE DIVERSIDAD	222
5.3.1.2	DESEMPEÑO DEL INDICADOR ASOCIADO A VERTEBRADOS ACUÁTICOS RESIDENTES	224
5.3.1.3	DESEMPEÑO DEL INDICADOR DE ESTADO DE SALUD POBLACIONAL DE ESPECIES BENTÓNICAS COMERCIALES	227
5.3.1.4	DESEMPEÑO DEL INDICADOR DE COBERTURA (SUSTRATO HABITADO) DE ESPECIES BENTÓNICAS Y ALGAS PARDAS COMERCIALES	231
5.3.1.5	DESEMPEÑO DEL INDICADOR DE CALIDAD DE AGUA.....	232
5.3.1.6	DESEMPEÑO DEL INDICADOR DE CONOCIMIENTO EN BASE A LA CANTIDAD DE ESTUDIOS REALIZADOS	233
5.3.2	DESEMPEÑO DE INDICADORES SOCIOECONÓMICOS.....	235
5.3.2.1	ÍNDICE PARA ESTIMAR EL EFECTO POSITIVO DE LAS RESERVAS EN LOS NIVELES DE PRODUCTIVIDAD DE LOS RECURSOS PESQUEROS DE LAS PROPIAS RESERVAS MARINAS Y AMERB ALEDAÑAS.	235
5.3.2.2	NIVELES DE INGRESOS Y CANTIDAD DE EMPLEOS APORTADOS POR LAS RESERVAS MARINAS	236
5.3.3	DESEMPEÑO DE INDICADORES DE GOBERNANZA.....	237
5.3.4	RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA ADECUACIÓN DE LOS PGA DE LA RESERVAS MARINAS	238
5.4	DISEÑAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO, Y SU CORRESPONDIENTE MONITOREO, PARA LOS RECURSOS LOCO Y LAPAS DE LA RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL.....	239
6.	CONCLUSIONES.....	240
6.1	VARIABLES OCEANOGRÁFICAS, SEDIMENTOS SUBMAREALES Y CORRENTOMETRÍA	240
6.2	ESTADO POBLACIONAL Y DE CONSERVACIÓN DE LOS PRINCIPALES RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS, INCLUYENDO LOS INVERTEBRADOS Y ALGAS OBJETO DE CONSERVACIÓN Y DE LAS COMUNIDADES ECOLÓGICAS DE AMBAS RESERVAS MARINAS.	240
6.2.1	ESTADO POBLACIONAL Y DE CONSERVACIÓN DE LOS PRINCIPALES RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS.....	240
6.2.2	COMUNIDADES ECOLÓGICAS	241
6.3	INDICADORES DE DESEMPEÑO BIOLÓGICO, SOCIO- ECONÓMICO Y DE GOBERNANZA ESTABLECIDOS EN EL PGA	241
6.4	PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO, Y SU CORRESPONDIENTE MONITOREO, PARA LOS RECURSOS LOCO Y LAPAS DE LA RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL.....	245
7.	REFERENCIAS	246
8.	ANEXOS	260



Índice de Tablas

Tabla 1. Ubicación de las estaciones de monitoreo en la RM Islas Choros - Damas y RM Isla Chañaral.....	36
Tabla 2. Variables consideradas para la determinación de la calidad del y metodologías de análisis.	39
Tabla 3. Escala de tamaño de los granos de sedimento modificada de Udden (1914) y Wentworth (1922) y su terminología descriptiva modificada de (Blott 2000).	40
Tabla 4. Variables consideradas para la determinación de la calidad del sedimento en la zona de estudio.	41
Tabla 5. Actividades de terreno realizadas.	48
Tabla 6. Categorías Diversidad de Shannon-Wiener (H'). Tomado de Thomas et al. (2017).	57
Tabla 7. Categorías Uniformidad de Pielou (J'). Tomado de Thomas et al. (2017).	57
Tabla 8. Categorías Riqueza (S). Tomado de Thomas et al. (2017).	57
Tabla 9. Fuentes de información que proporcionan antecedentes oceanográficos en las Reservas Marinas o en su entorno.	68
Tabla 10. Fuentes de información que proporcionan antecedentes sobre hábitats, comunidades intermareales, comunidades submareales y recursos bentónicos en las Reservas Marinas o en su entorno.	69
Tabla 11. Fuentes de información que proporcionan antecedentes sobre las poblaciones de vertebrados acuáticos residentes en las Reservas Marinas o en su entorno.....	71
Tabla 12. Estandarización de los tamaños de malla de los tamices utilizados para el análisis granulométrico de las muestras provenientes de la zona de estudio. Fuente: Res.Ex 3612/2009.	76
Tabla 13. Composición de sedimentos en las estaciones de los sectores 1 y 2 Isla Chañaral, en porcentajes. Campaña 1 diciembre 2020. Nomenclatura del tamaño de grano: Grava 2mm, Arena muy gruesa 1mm, Arena gruesa 0,5 mm, Arena media 0,250mm, Arena fina 0,125mm, Arena muy fina 0,063mm, Limo <0,063mm.	78



Tabla 14. Composición de sedimentos en las estaciones de los sectores 1 y 2 Isla Damas en porcentajes. Campaña 1 diciembre 2020. Nomenclatura del tamaño de grano: Grava 2mm, Arena muy gruesa 1mm, Arena gruesa 0,5 mm, Arena media 0,250mm, Arena fina 0,125mm, Arena muy fina 0,063mm, Limo <0,063mm.	78
Tabla 15. Estadísticos descriptivos de sedimentos en base a escala PHI. Sector Isla Chañaral. Campaña 1 diciembre de 2020.	79
Tabla 16. Estadísticos descriptivos de sedimentos. Sector Isla Damas en base a escala PHI. Campaña 1 diciembre de 2020.	79
Tabla 17. Composición de sedimentos en las estaciones de los sectores 1 y 2 Isla Chañaral. Campaña 2 noviembre 2021. Nomenclatura del tamaño de grano: Grava 2mm, Arena muy gruesa 1mm, Arena gruesa 0,5 mm, Arena media 0,250mm, Arena fina 0,125mm, Arena muy fina 0,063mm, Limo <0,063mm.	80
Tabla 18. Composición de sedimentos en las estaciones de los sectores 1 y 2 Isla Damas. Campaña 2 septiembre 2021. Nomenclatura del tamaño de grano: Grava 2mm, Arena muy gruesa 1mm, Arena gruesa 0,5 mm, Arena media 0,250mm, Arena fina 0,125mm, Arena muy fina 0,063mm, Limo <0,063mm.	80
Tabla 19. Estadísticos descriptivos de sedimentos en base a escala PHI. Sector Isla Chañaral. Campaña 2 noviembre 2021.	81
Tabla 20. Estadísticos descriptivos de sedimentos en base a escala PHI. Sector Isla Damas. Campaña 2 septiembre 2021.	81
Tabla 21. Valores de concentración de los parámetros medidos en sedimentos Sector Isla Chañaral (CHA). Campaña Estival. Diciembre 2020.	82
Tabla 22: Valores de concentración de los parámetros medidos en sedimentos Sector Isla Damas (DAM). Campaña Estival. Diciembre 2020.	82
Tabla 23. Valores de concentración de los parámetros medidos en sedimentos Sector Isla Chañaral (CHA). Campaña primavera. Noviembre 2021.	83
Tabla 24: Valores de concentración de los parámetros medidos en sedimentos Sector Isla Damas (DAM), Campaña Invierno, agosto 2021.	83
Tabla 25. Velocidad y dirección durante el periodo de estudio, registrado en la estación Punta Choros (29° 14' 50.06" S, 71° 28' 4.69" W) (Fuente: http://www.cezamet.cl/).	85
Tabla 26. Superficies habitadas por recurso en la zona submareal de Isla Chañaral.	103
Tabla 27. Superficies habitadas por recurso en el submareal de Isla Damas.	106



Tabla 28. Evaluación directa de recursos pesqueros en la Reserva Marina Isla Chañaral.	113
Tabla 29. Estructura de tallas y relación talla peso de los recursos de interés de la Reserva Marina Isla Chañaral.....	114
Tabla 30. Evaluación directa de recursos pesqueros en la Reserva Marina Islas Choros - Damas	118
Tabla 31. Estructura de tallas y relación talla peso de los recursos de interés de la Reserva Marina Islas Choros - Damas.....	119
Tabla 32. Resultados de análisis de similitud (ANOSIM) de una vía para validad diferencias significativas entre sustratos estudiados. Elaborado con los datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Islas Choros-Damas.....	129
Tabla 33. Resumen de valores promedios y desviación estándar (DE) de los parámetros univariados: Riqueza (S), Abundancia (N), Uniformidad (J') y Diversidad (H') de los ensambles de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada sustrato monitoreado. Elaborado con datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Islas Choros-Damas.....	130
Tabla 34. Distribución de hábitats en la Reserva Marina Islas Choros-Damas.....	131
Tabla 35. Principales phyla registrados en los sustratos de la zona de estudio. Reserva Marina Isla Choros Damas.....	133
Tabla 36. Especies más abundantes observadas en cada uno de los hábitats estudiados en la Reserva Marina Isla Choros Damas.	133
Tabla 37. Resultados de análisis de similitud (ANOSIM) de una vía para validad diferencias significativas entre sustratos estudiados.	138
Tabla 38. Resumen de valores promedios y desviación estándar (DE) de los parámetros univariados: Riqueza (S), Abundancia (N), Uniformidad (J') y Diversidad (H') de los ensambles de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada sustrato monitoreado. Elaborado con datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Isla Chañaral.....	138
Tabla 39. Distribución de hábitats en la Reserva Marina Islas Chañaral.	139
Tabla 40. Principales phyla registrados en los sustratos de la zona de estudio. Isla Chañaral. Reserva Marina Isla Chañaral.	141
Tabla 41. Especies más abundantes observadas en cada uno de los hábitats estudiados en la Reserva Marina Isla Chañaral.	142



Tabla 42. Descripción de indicadores propuestos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), para medir el desempeño de la dimensión biológica. *IB1 solo ha sido definido para la RMICD.	145
Tabla 43. Vinculación objetivo – indicador, establecidos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), correspondientes a la dimensión biológica. Los números 1 muestran los indicadores definidos para la RMICD, mientras que los números 2 muestran los indicadores definidos para RMIC.	146
Tabla 44. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°1 (IB1), denominado en el PGA de la RMICD como “riqueza de especies”	146
Tabla 45. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°2 (IB2), denominado en el PGA de ambas Reservas Marinas como “ejemplares de vertebrados acuáticos avistados”	149
Tabla 46. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°3 (IB3), denominado en el PGA de ambas reservas marinas como “estado de salud” de especies bentónicas	154
Tabla 47. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°4 (IB4), denominado en ambos PGA como Cobertura de especies bentónicas (loco, lapas y erizo) y algas pardas (huiró palo, huiró negro y huiró pato).	161
Tabla 48. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°5 (IB5), denominado en ambos PGA como Calidad de Agua.	163
Tabla 49. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°6 (IB6), denominado en ambos PGA como Estudios de Investigación.	165
Tabla 50. Descripción de indicadores propuestos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), para medir el desempeño de la dimensión socio-económica.	168
Tabla 51. Vinculación objetivo – indicador, establecidos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), correspondientes a la dimensión socio-económica. Los números 1 muestran los indicadores definidos para la RMICD, mientras que los números 2 muestran los indicadores definidos para RMIC.	169
Tabla 52. Análisis del desempeño del Indicador socioeconómico N°1 (IS1), denominado en ambos PGA como el efecto positivo en la productividad de los recursos bentónicos.	169



Tabla 53. Análisis del desempeño del Indicador socioeconómico N°2 (IS2), denominado en ambos PGA como los ingresos generados por la reserva u usos de los activos ambientales.	173
Tabla 54. Análisis del desempeño del Indicador socioeconómico N°2 (IS3), denominado como generación de empleos.	175
Tabla 55. Descripción de indicadores propuestos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), para medir el desempeño de la dimensión de gobernabilidad.....	177
Tabla 56. Vinculación objetivo – indicador, establecidos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), correspondientes a la dimensión de gobernabilidad. Los números 1 muestran los indicadores definidos para la RMICD, mientras que los números 2 muestran los indicadores definidos para RMIC.	178
Tabla 57. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°1 (IG1), denominado en ambos PGA como Existencia y cumplimiento del PGA.....	178
Tabla 58. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°2 (IG2), denominado en ambos PGA como existencia de una estructura organizacional para la administración, gestión y toma de decisiones.....	178
Tabla 59. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°3 (IG3), denominado en ambos PGA nivel de participación y satisfacción.	179
Tabla 60. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°4 (IG4), denominado en ambos PGA como Aplicación de conocimiento generado en la gestión de la Reserva.	183
Tabla 61. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°5 (IG5), denominado en ambos PGA como disponibilidad y asignación de recursos.	185
Tabla 62. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°6 (IG6), denominado en ambos PGA como Cobertura de fiscalización.	185
Tabla 63. Objetos de conservación implícitos extraídos de los objetivos trazados en el PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral.	188
Tabla 64. Amenazas implícitas extraídas de los programas de manejo y fiscalización del PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral.	189
Tabla 65. Objetos de conservación implícitos extraídos de los objetivos trazados en el PGA de la Reserva Marina Islas Choros - Damas.	195



Tabla 66. Amenazas implícitas extraídas de los programas de manejo y fiscalización del PGA de la Reserva Marina Islas Choros - Damas.	196
Tabla 67: Metas, indicadores y acciones asociadas a la sostenibilidad del o los stocks. Tomado de Comité Científico de Recursos Bentónicos, 2019.....	205
Tabla 68: Objetivos de corto y largo plazo definidos en la propuesta de “Plan de Manejo para el uso sustentable de los recursos loco (Concholepas concholepas) y lapa (Fisurella spp) en la Reserva Marina Isla Chañaral” (Mesa de Trabajo RMIC. 2013).	207
Tabla 69. Comparación de los valores de riqueza observados en el presente estudio con valores de riqueza observados en otros estudios realizados en zonas que permiten hacer comparables los resultados. Las barras grafiquen el nivel de variación porcentual del valor de riqueza.....	223
Tabla 70. Fracciones explotables de referencia estimadas a distintos niveles de SPR (Spawning Potential Ratio) para la especie Fisurella latimarginata.	230
Tabla 71. Trabajos de investigación y monitoreo que se consideran necesarios para analizar de manera correcta el desempeño de los indicadores establecidos en los PGA de ambas reservas marinas	235
Tabla 72. Estudios desarrollados en las Reservas Marinas Islas Choros-Damas e Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia.....	279
Tabla 73. Parámetros poblacionales de recursos bentónicos, Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia	280
Tabla 74. Parámetros poblacionales del recurso lapa negra Fisurella latimarginata, Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia.....	282
Tabla 75. Parámetros poblacionales del recurso lapa rosada Fisurella cumingi, Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia.....	283
Tabla 76. Parámetros poblacionales del recurso loco Concholepas concholepas, Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia.....	284
Tabla 77. Parámetros poblacionales de recursos bentónicos, Isla Choros. Fuente: elaboración propia.	285
Tabla 78. Parámetros poblacionales de recursos bentónicos, Isla Damas. Fuente: elaboración propia	287
Tabla 79: Índices comunitarios calculados dentro de las Reservas marinas de las islas Choros – Damas e isla Chañaral. Fuente; Elaboración propia a partir de IFOP. 1999 y Varela. 2016	288



Índice de Figuras

Figura 1. Embarcación de pescadores locales que apoyaron las actividades realizadas en la RM Choros – Damas.	36
Figura 2. Ubicación de las estaciones de monitoreo en la RM Isla Chañaral (Arriba) y RM Islas Choros – Damas (abajo).	38
Figura 3. Ubicación de correntómetros ADCP (Anclajes Fijos, Correntometría Euleriana)	42
Figura 4. Proceso de anclaje del Perfilador Acústico de Corrientes Doppler (ADCP).....	43
Figura 5. Ubicación de las estaciones de Evaluación Directa en la RM Isla Chañaral Islas (Arriba) y RM Choros – Damas (abajo).	45
Figura 6. Diagramas de Voronoi representando el tipo de fondo de un área. Fuente: Elaboración propia	46
Figura 7. Ecograma que muestra fondo y vegetación en el seguimiento de una secuencia de aproximadamente 700 pings. La intensidad de retrodifusión del eco (dB) se muestra en la escala de colores del eje izquierdo, y la profundidad (m) en el eje derecho. Fuente: Elaboración propia usando el software Visual Habitat (BioSonics Inc., 2016)	47
Figura 8. Ejemplo hipotético para mapeo de indicadores usando el enfoque de semáforo (Traffic Light Approach, TLA). Fuente: Defeo, 2015.	60
Figura 9. Ciclo de manejo de proyecto según los Estándares Abiertos para la práctica de la Conservación (EA). Fuente: CMP, 2013.	61
Figura 10. Distribución de los valores de Temperatura, Salinidad y Oxígeno disuelto a nivel superficial, medio y fondo Isla Damas e Isla Chañaral. Campaña estival diciembre 2020.....	73
Figura 11. Distribución de los valores de pH y Clorofila, a nivel superficial, medio y fondo Isla Damas e Isla Chañaral. Campaña estival diciembre 2020.	74
Figura 12. Distribución de los valores de Temperatura, Salinidad y Oxígeno disuelto a nivel superficial, medio y fondo Isla Damas e Isla Chañaral. Campaña invierno-primavera 2021.....	75
Figura 13. Distribución de los valores de pH y Clorofila, a nivel superficial, medio y fondo Isla Damas e Isla Chañaral. Campaña invierno-primavera 2021.	76



Figura 14: Ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos marinos en la Isla Chañaral. El cuadro verde indica las estaciones del sector 1 y el cuadro azul indica las estaciones del sector 2..... 77

Figura 15: Ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos marinos en la Isla Damas. El cuadro verde indica las estaciones del sector 1 y el cuadro azul indica las estaciones del sector 2. 77

Figura 16. Distribución de los valores de Temperatura, pH y Potencial REDOX, sedimentos submareales Isla Damas e Isla Chañaral. Campañas 1 (azul) y 2 (naranja)..... 84

Figura 17. Variación de velocidad y dirección en durante el periodo de estudio correspondiente a Isla Chañaral (panel superior) e Islas Choros y Damas (panel inferior), registrado en la estación Punta Choros (29° 14' 50.06" S, 71° 28' 4.69" W) (Fuente: <http://www.ceazamet.cl/>). 86

Figura 18. Variación temporal de los componentes ortogonales de velocidad u (W-E) y v (N-S) en Isla Chañaral, durante el periodo 30 nov. - 27 dic. de 2021..... 87

Figura 19. Variación temporal de los componentes ortogonales de velocidad u (W-E) y v (N-S) en Islas Choros y Damas, durante el periodo 8-24 de enero de 2022..... 88

Figura 20. Gráfico de dispersión de los componentes ortogonales de velocidad u (W-E) y v (N-S) en Isla Chañaral (izquierda), durante el periodo 30 nov. - 27 dic. de 2021, y en Islas Choros y Damas, durante el periodo 8-24 de enero de 2022. 88

Figura 21. Perfiles de los componentes ortogonales de velocidad u (W-E) y v (N-S) en Isla Chañaral (panel izquierdo), durante el periodo 30 nov. - 27 dic. de 2021, y en Islas Choros y Damas (panel derecho), durante el periodo 8-24 de enero de 2022. La línea central representa el valor promedio, mientras que la zona de color representa los límites entre los percentiles 25% y 75%..... 89

Figura 22. Perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, correspondientes a las estaciones de Isla Chañaral. Campaña 1 y 2. 90

Figura 23. Diagrama T-S, correspondiente a las estaciones de Isla Chañaral..... 90

Figura 24. Secciones verticales de temperatura en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Isla Chañaral. 91

Figura 25. Secciones verticales de salinidad en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Isla Chañaral. 92

Figura 26. Secciones verticales de oxígeno disuelto en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Isla Chañaral. 93



Figura 27. Distribución horizontal de temperatura (panel superior), salinidad (panel central) y oxígeno disuelto (panel inferior) en superficie (izquierda) y a 50 metros de profundidad (derecha) en el sector Isla Chañaral.....	94
Figura 28. Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, correspondientes a las estaciones de Islas Choros y Damas. Campañas 1 y 2.	95
Figura 29. Diagrama T-S, correspondiente a las estaciones de Islas Choros y Damas. Campaña realizada el 18 de diciembre de 2020.	96
Figura 30. Secciones verticales de temperatura en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Islas Choros y Damas.	97
Figura 31. Secciones verticales de salinidad en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Islas Choros y Damas.....	97
Figura 32. Secciones verticales de oxígeno disuelto en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Islas Choros y Damas.	98
Figura 33. Distribución horizontal de temperatura (panel superior), salinidad (panel central) y oxígeno disuelto (panel inferior) en superficie (izquierda) y a 50 metros de profundidad (derecha) en el sector Islas Choros y Damas.	99
Figura 34: Isolíneas de profundidad y tipos de sustrato que componen la zona submareal en torno a la Isla Chañaral.	101
Figura 35. Isolíneas de profundidad y tipos de sustrato que componen la zona submareal en torno a la Isla Damas.	102
Figura 36. Distribución espacial de los sustratos habitados por recursos bentónicos (loco, lapas y erizo) en la zona submareal de la Isla Chañaral, registrados durante la campaña 1 (arriba) y la campaña 2 (abajo).	104
Figura 37. Distribución espacial de los sustratos habitados por recursos algales (huir negro y huir palo) en la zona submareal de la Isla Chañaral y huir negro intermareal, registrados durante la campaña 1 (arriba) y la campaña 2 (abajo).....	105
Figura 38. Sustratos habitados por los recursos bentónicos loco, lapa negra, lapa rosada y erizo, en la zona submareal de la Isla Damas, registrados durante la campaña 1 (izquierda) y la campaña 2 (derecha) de muestreo.	107
Figura 39. Sustratos habitados por los recursos algales huir negro, huir palo y huir flotador en la zona submareal e intermareal de la Isla Damas, registrados durante la campaña 1 (izquierda) y la campaña 2 (derecha) de muestreo	108



Figura 40. Comparación del valor de densidad media obtenido entre distintos regímenes de administración en la primera (C1), segunda campaña (C2) e integrando la data de ambas campañas (C1 +C2) para los recursos bentónicos. 122

Figura 41. Comparación del valor de densidad media obtenido entre distintos regímenes de administración en la primera (C1) y segunda campaña (C2) e integrando la data de ambas campañas (C1 +C2) para los recursos algales. 122

Figura 42. Análisis comparativo de cajas y bigote para el recurso loco en distintos regímenes de administración. Arriba se presenta el análisis comparado cada régimen de administración de la campaña 1 (arriba izquierda), campaña 2 (arriba centro) e integrando ambas campañas (arriba derecha). Abajo se presentan el análisis entre ambas campañas en AMERB (abajo izquierda), Reserva Marina Isla Chañaral - RMIC (abajo centro) y Reserva Marina Isla Damas – RMICD (abajo derecha)..... 123

Figura 43. Análisis comparativo de cajas y bigote para el recurso lapa negra en distintos regímenes de administración. Arriba se presenta el análisis comparado cada régimen de administración de la campaña 1 (arriba izquierda), campaña 2 (arriba centro) e integrando ambas campañas (arriba derecha). Abajo se presentan el análisis entre ambas campañas en AMERB (abajo izquierda), Reserva Marina Isla Chañaral - RMIC (abajo centro) y Reserva Marina Isla Damas – RMICD (abajo derecha)..... 124

Figura 44. Análisis comparativo de cajas y bigote para el recurso lapa rosada en distintos regímenes de administración. Arriba se presenta el análisis comparado cada régimen de administración de la campaña 1 (arriba izquierda), campaña 2 (arriba centro) e integrando ambas campañas (arriba derecha). Abajo se presentan el análisis entre ambas campañas en AMERB (abajo izquierda), Reserva Marina Isla Chañaral - RMIC (abajo centro) y Reserva Marina Isla Damas – RMICD (abajo derecha)..... 125

Figura 45. Análisis comparativo de cajas y bigote para el recurso erizo en distintos regímenes de administración. Arriba se presenta el análisis comparado cada régimen de administración de la campaña 1 (arriba izquierda), campaña 2 (arriba centro) e integrando ambas campañas (arriba derecha). Abajo se presentan el análisis entre ambas campañas en AMERB (abajo izquierda), Reserva Marina Isla Chañaral - RMIC (abajo centro) y Reserva Marina Isla Damas – RMICD (abajo derecha)..... 126

Figura 46. nMDS generado mediante Índice de similitud de Bray-Curtis para la composición de las comunidades bentónicas asociadas a los distintos sustratos estudiados utilizando como factor de análisis las campañas de monitoreo. Reserva Marina Isla Choros Damas. 127

Figura 47. Dendograma de la composición de las comunidades bentónicas asociadas a los distintos sustratos estudiados elaborado con los datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Islas Choros-Damas. 128



Figura 48. nMDS generado mediante similitud de Bray-Curtis en la composición de las comunidades bentónicas asociadas a los distintos sustratos estudiados utilizando como factor de análisis las distintas matrices muestreadas. Elaborado con los datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Islas Choros-Damas. 129

Figura 49. Curva K-dominancia del ensamble macrobentónico de los sustratos monitoreados. Elaborado con datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Islas Choros-Damas. .. 131

Figura 50. Distribución de hábitats en la Reserva Marina Islas Choros-Damas. Izquierda campaña 1, derecha campaña 2. 132

Figura 51. Riqueza total (panel izquierdo) y abundancia total (panel derecho) registradas en las distintas matrices estudiadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Choros Damas. 133

Figura 52. Principales taxa presentes en los sustratos estudiados en matrices de la Reserva Marina Islas Choros-Damas, en función de su abundancia A) *Gammaropsis cf. monodi*, B) *Neoischyrocerus longimanus* C) Familia Syllidae D) Familia Calyptraeidae, E) *Seba sp.* F) Familia Caprellidae G) *Rissoina inca* H) *Pareurythoe sp.* 135

Figura 53. nMDS generado mediante Índice de similitud de Bray-Curtis para la composición de las comunidades bentónicas asociadas a los distintos sustratos estudiados utilizando como factor de análisis ambas campañas realizadas. Reserva Marina Isla Chañaral. 136

Figura 54. Dendograma de la composición de las comunidades bentónicas asociadas a las distintas matrices estudiadas. Elaborado con los datos integrados de ambas campañas. 137

Figura 55. nMDS generado mediante similitud de Bray-Curtis en la composición de las comunidades bentónicas asociadas a los distintos sustratos estudiados utilizando como factor las matrices estudiadas. Elaborado con los datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Isla Chañaral. 138

Figura 56. Curva K-dominancia del ensamble macrobentónico de los sustratos monitoreados. Elaborado con datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Isla Chañaral. 139

Figura 57. Distribución de hábitats en la Reserva Marina Islas Chañaral. Arriba campaña 1, abajo campaña 2. 141

Figura 58. Riqueza total (panel izquierdo) y abundancia total (panel derecho) registradas en las distintas matrices estudiadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral. 142

Figura 59. Principales taxas presentes en los sustratos estudiados de Isla Chañaral A) Echinoidea (semillas de erizo), B) *Pachycheles chilensis* C) *Bircenna fulva* D) *Eudovenopus gracilipes* E) *Phoxocephalopsis zimmeri* F) *Aora típica* G) *Zeuxo sp.* J) *Nucula pisum* K) *Sunamphitoe lessoniophila*. Isla Chañaral. 143



Figura 60. Preguntas clave para analizar evaluar la estrategia de gestión (lado izquierdo) y fuentes de información a partir de lo cual se definieron las estrategias de gestión, amenazas y los objetos de conservación.	187
Figura 61. Modelo Conceptual elaborado a partir de los objetivos de conservación definidos en los PGA y a los programas de manejo y fiscalización.....	191
Figura 62. Diagrama de la Cadena de resultados denominada “Cosechas Sostenibles” para la Reserva Marina Isla Chañaral.	193
Figura 63. Diagrama de la Cadena de resultados denominada “Malas Prácticas de Turismo Evitadas” para la Reserva Marina Isla Chañaral.	194
Figura 64. Modelo Conceptual elaborado a partir de los objetivos de conservación definidos en los PGA y a los programas de manejo y fiscalización.....	199
Figura 65. Diagrama de la Cadena de resultados denominada “Cosechas Sostenibles” para la Reserva Marina Islas Choros - Damas.	200
Figura 66. Diagrama de la Cadena de resultados denominada “Malas Prácticas de Turismo Evitadas” para la Reserva Marina Islas Choros - Damas.	201
Figura 67: Esquema general de una estructura genérica de Plan de Manejo. Fuente: Cochrane (2005).	203
Figura 68 . Ejemplo de metas, objetivos operativos e indicador.	204
Figura 69. Batimetría de Isla Chañaral e Isla Choros y Damas (Fuente: Informe Final FIPA 2006-56, Fig. 17 y Fig. 18, respectivamente)	217
Figura 70. Ruta de navegación para la realización de los monitoreos. Tomado de Pérez et al., 2018.	226
Figura 71. Cantidad de estudios realizados en las RMIC (panel izquierdo) y RMICD (panel derecho), por ámbitos de interés. Estos estudios corresponden a una recopilación de antecedentes entre los años 1999 y 2020.....	234
Figura 73. Indicadores poblacionales del recurso lapa negra <i>Fissurella latimarginata</i> , Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia.....	282
Figura 74. Indicadores poblacionales de lapa rosada <i>Fissurella cumingi</i> , Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia.....	283
Figura 75. Indicadores poblacionales de loco <i>Concholepas concholepas</i> , Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia.....	284



Figura 76. Indicadores poblacionales del recurso lapa negra *Fissurella latimarginata*, Isla Damas.
Fuente: elaboración propia..... 286

Figura 77. Indicadores poblacionales del recurso lapa rosada *Fissurella cumingi*, Isla Damas.
Fuente: elaboración propia..... 286

Figura 78. Indicadores poblacionales del recurso loco *Concholepas concholepas*, Isla Damas.
Fuente: elaboración propia..... 288



Índice de anexos

Anexo 1. Minuta de la reunión de coordinación entre la unidad ejecutora y la contraparte técnica	260
Anexo 2. Lista de Asistencia Sesión de la mesa de trabajo de las RM de Islas Choros y Damas	263
Anexo 3. Lista de Asistencia Sesión de la mesa de trabajo de las RM de Isla Chañaral.....	264
Anexo 4. Lista de Asistencia Sesión de la mesa de trabajo de las RM de Isla Chañaral.....	265
Anexo 5. Actas de reuniones de planificación Sernapesca	266
Anexo 6. Acta de reunión de validación del Plan de Manejo.....	269
Anexo 7. Autorizaciones para la realización de muestreos	271
Anexo 8. Personal participante por actividad.....	278
Anexo 9. Revisión bibliográfica y sistematización de la información existente.....	279
Anexo 10. Sistematización de reuniones de la mesa de trabajo y de los Comités Consultivos y de Administración de RMICD.....	290



1. Antecedentes

La sobrepesca, la contaminación química, la introducción de especies invasoras, la destrucción mecánica de hábitats y el cambio climático y atmosférico han sido reconocidos como impulsores directos de la pérdida de biodiversidad marina (Díaz et al., 2015), lo que a su vez está afectando cada vez más la capacidad del océano para proporcionar alimentos, mantener la calidad del agua y recuperarse de las perturbaciones (Worm et al., 2006). Esto ha hecho necesario avanzar en mecanismos de conservación que permitan mejorar la resiliencia de la naturaleza desde donde surge como opción las áreas marinas protegidas (AMP) que son cada vez más utilizada en los ecosistemas marinos y costeros de todo el mundo (Pita et al., 2011).

Se ha demostrado que las AMP albergan una mayor biodiversidad, así como aumentos en la densidad y el tamaño promedio de las especies objetivo (Alcala y Russ, 1990; Halpern, 2003). Cada vez hay más pruebas de la capacidad de algunas AMP para mejorar la pesca a través del desbordamiento de larvas o peces adultos en caladeros adyacentes o cercanos (Beukers-Stewart et al., 2005; Russ y Alcala, 2011; Harrison et al., 2012). Por estos antecedentes y muchos otros, las áreas marinas protegidas (AMP) han demostrado ser una herramienta valiosa tanto para promover el uso sostenible de los recursos marinos como para la conservación de la biodiversidad a largo plazo. En este escenario, se han planteado las áreas marinas protegidas como una estrategia clave para proteger simultáneamente la biodiversidad marina y apoyar los medios de vida costeros, pero su implementación puede ser un desafío por numerosas razones (Ban et al., 2019).

En base a la relevancia de las AMP en el contexto actual, se han delineado metas globales que destacan la importancia de estas herramientas para el desarrollo sostenible (Objetivos de Desarrollo Sostenible) y para controlar la pérdida de biodiversidad (Metas AICHI). Esto ha hecho que la creación de AMP en el mundo haya crecido sustantivamente, pero no a los niveles comprometidos, durante la última década (Maxwell et al., 2020). Esto es un aspecto positivo en términos de la porción marina que se encuentra conservada. Sin embargo, la capacidad para evaluar los efectos que ha generado la implementación de estos espacios en términos de conservación ha sido muy limitada. Respuestas a preguntas como ¿cuánta pérdida se evitó y/o cuánta recuperación se promovió?, mediante la creación de AMPs son cruciales para evaluar los efectos de estas herramientas de gestión (Pressey et al., 2017), por tanto, se requiere poner énfasis en el establecimiento de objetivos claros e indicadores que den cuenta de condiciones deseadas o indeseadas al interior de estos espacios de conservación.

Para el caso puntual de este estudio, se analiza el estado de situación de las AMP denominadas Reserva Marinas Islas Choros-Damas (RMICD) y Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC), las cuales tienen por objeto conservar y proteger los ambientes marinos representativos del sistema insular constituido por las Islas Chañaral, Choros, y Damas, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos, a través del manejo y uso sustentable de la diversidad y patrimonio natural. Las Reservas Marinas podrían considerarse como un Área Marina Protegida de categoría



V de acuerdo con el sistema de clasificación de la IUCN, ya que el objetivo principal de estas áreas es proteger y sostener paisajes marinos importantes y la conservación de la naturaleza asociada, así como otros valores creados por las interacciones con los seres humanos a través de prácticas de manejo tradicionales (Dudley, 2008).

El Reglamento sobre Parques Marinos y Reservas Marinas (DS 238/2004) señala en el Artículo 8° que todo parque o reserva contará con un Plan General de Administración (PGA), el que contiene las estrategias para lograr los objetivos de administración y constituye el marco conceptual y operativo en que se insertan todos los programas y acciones que se desarrollen en el área, y contempla programas de administración, investigación, manejo, extensión, monitoreo, y fiscalización y vigilancia.

En el PGA de las Reservas Marinas Chañaral y Choros-Damas, se contempla efectuar actividades de investigación que permitan el seguimiento, la actualización de líneas de bases, conocer los avances y problemas del funcionamiento como estimar variaciones en indicadores socio-económicos que reflejen una gobernanza y gestión eficaz en la administración de estas RM acorde con los indicadores de desempeño establecidos.

Considerando que las líneas base de ambas reservas, se elaboraron hace más de 10 años, resulta necesario actualizarlas y evaluar el éxito de su implementación, además de proponer un plan de manejo para sus recursos bentónicos.

El presente proyecto busca cubrir las necesidades de levantamiento y análisis de información biológica y oceanográfica que permitan contar con información actualizada para evaluar el desempeño de los indicadores de sustentabilidad ecológica, socioeconómica y de gobernanza, definidos en el contexto de los Planes Generales de Administración de las Reservas Marinas de Isla Chañaral, y de Isla Choros y Damas.



2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Actualizar las líneas de base oceanográficas, ecológicas, sociales y económicas de las reservas marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, diseñar Planes de manejo para los recursos bentónicos de importancia pesquera y ecológica en concordancia con los Planes Generales de Administración (PGA) establecidos para la Reserva Marina Isla Chañaral.

2.2 Objetivos Específicos

- Objetivo Específico 1. Determinar las variables oceanográficas (temperatura, salinidad, pH, densidad, contenido de oxígeno disuelto, nutrientes y clorofila a) como de los sedimentos submareales (granulometría, contenido materia orgánica total, profundidad capa discontinuidad, redox, pH, contenido de Sulfuro y temperatura de los sedimentos), además de análisis de correntometría euleriana e identificación de masas de agua presentes dentro de los límites de ambas RM.
- Objetivo Específico 2. Determinar el estado poblacional y de conservación de los principales recursos hidrobiológicos, incluyendo los invertebrados y algas objetos de conservación y de las comunidades ecológicas de ambas Reservas Marinas.
- Objetivo Específico 3. Estimar y analizar los indicadores de desempeño biológico, socio-económico y de gobernanza establecidos en el PGA de ambas Reservas y propuesta de guía básica para el monitoreo del desempeño de las RM.
- Objetivo Específico 4. Diseñar una propuesta de plan de manejo, y su correspondiente monitoreo, para los recursos loco y lapas de la Reserva Marina Isla Chañaral.



3. Metodología

3.1 Actividades Generales

3.1.1 Solicitud de autorizaciones para realizar muestreos en las reservas marinas y su entorno

Para dar cumplimiento a las actividades de los objetivos 1 y 2, se contempló en primer término el diseño y presentación de una solicitud a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura para la realización de una pesca de investigación de prospección en la Reserva Marina Islas Choros y Damas e Isla Chañaral.

Además, iniciando el proyecto se tramitó a través del portal Trámite Fácil del Servicio Hidrográfico de la Armada¹, la solicitud de autorización para realizar investigación científica y/o tecnológica marina por entidades nacionales, que incluye sondajes de prospección exploratoria, de acuerdo con lo indicado por el DS N° 711 del 22 de agosto de 1975.

Finalmente, se tramitó ante CONAF, las respectivas solicitudes de autorización para la realización de trabajos de muestreo al interior de las Reservas Nacional Pingüino de Humboldt. Para ello se cumplió con lo establecido **en el "Manual de Procedimientos, Requisitos y Obligaciones para Proyectos de Investigación Científica en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado – SNASPE"**

3.1.2 Revisión Bibliográfica y Sistematización de la información existente

El primer proceso de revisión se enfocó en reunir toda la información disponible que ha sido desarrollada en las Reservas Marinas (RMs). Por otra parte, se solicitó y analizó información de proyectos del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA), que estuvieron relacionados a las RMs, recabando información tanto de las evaluaciones de stock, como densidades, abundancias, área habitada, estructura de tallas y, en general, información relevante que ayudó a caracterizar las especies de interés en la zona de estudio. Finalmente, se efectuó una recopilación de antecedentes en bibliotecas nacionales y en distintas bases de datos web, accediendo a bibliotecas y catálogos virtuales de información como BEIC, ISI Web of Science, EBSCO, Scielo, Google Scholar, Library Of Congress, Scirus y redes científicas, entre otras.

¹<http://www.shoa.mil.cl/php/tramitefacil.php?idioma=es>



Con toda la información recabada, se efectuó una selección de trabajos que constituyen la base principal de conocimiento en torno al territorio y sus características naturales. Esta información fue resumida en tablas que contienen la fuente, el año de desarrollo de la investigación y un breve resumen de los principales elementos que fueron relevantes de considerar para el presente estudio. Se elaboraron tres tablas que representan distintos ámbitos de la investigación. A saber:

- Oceanografía
- Hábitats, comunidades intermareales, comunidades submareales y recursos bentónicos
- Vertebrados acuáticos residentes

En estos ámbitos se buscaron elementos que permitieran enriquecer el proceso de caracterización oceanográfica, ecológica y biológica a fin de poder realizar comparaciones de los resultados obtenidos en el presente estudio (objetivos específicos 1 y 2) y apoyar la generación de recomendaciones para mensurar la condición de los indicadores establecidos en los respectivos Planes Generales de Administración (PGA) de ambas RMs y finalmente saber si se están alcanzando los objetivos trazados en estos instrumentos de planificación (objetivo específico 3).

3.2 Objetivo Específico 1. Determinar las variables oceanográficas, como de los sedimentos submareales, además de análisis de correntimetría euleriana e identificación de masas de agua presentes dentro de los límites de ambas Reservas Marinas.

3.2.1 Determinación de perfiles de CTD-O, calidad del agua y sedimentos dentro de las Reservas Marinas.

3.2.1.1 Variables oceanográficas

Con el fin determinar las variables oceanográficas, así como las características de los sedimentos marinos, se llevaron a cabo dos campañas de muestreo en cada Reserva Marina. Para esto, se realizaron coordinaciones con las organizaciones de la pesca artesanal que desarrollan su actividad extractiva en los sectores de interés. En la Figura 1 se muestra el tipo de embarcación utilizada para realizar los trabajos. En cada un RM se monitorearon 14 estaciones de muestreo, la ubicación de estas se detalla en la Tabla 1 y Figura 2.





Figura 1. Embarcación de pescadores locales que apoyaron las actividades realizadas en la RM Choros – Damas.

Tabla 1. Ubicación de las estaciones de monitoreo en la RM Islas Choros - Damas y RM Isla Chañaral.

Reserva	Estación	Coordenadas UTM		Profundidad
		Este	Norte	
Isla Chañaral	Cha-00	256072	6787211	22
	Cha-01	254627	6787247	73
	Cha-02	252934	6787056	101
	Cha-03	251394	6786943	113
	Cha-04	250654	6786868	102
	Cha-05	249989	6786789	30
	Cha-06	257395	6784256	140
	Cha-07	255907	6784445	110
	Cha-08	254452	6783828	85
	Cha-09	252265	6783705	123
	Cha-10	250529	6783488	202
	Cha-11	248987	6783373	120
	Cha-12	246139	6783016	80
	Cha-13	246648	6787555	31
Isla Damas	DAM-14	257444	6765676	29
	DAM-15	256224	6765463	40

DAM-16	254868	6765340	77
DAM-17	253465	6765264	93
DAM-18	251185	6765125	151
DAM-19	265918	6756987	83
DAM-20	263104	6757130	-
DAM-21	260442	6757087	45
DAM-22	257506	6756972	42
DAM-23	254651	6756798	96
DAM-24	251869	6756432	74
DAM-25	248686	6756163	52
DAM-26	252123	6756088	40
DAM-27	251974	6762937	25

En cada estación de muestreo se determinaron para la columna de agua los valores de las variables de Temperatura, Salinidad, Densidad, Oxígeno disuelto, Nutrientes, pH, Clorofila a (Tabla 2).

Las técnicas de muestreo a utilizadas se ajustaron a lo indicado en las normas emitidas por el Instituto Nacional de Normalización (INN) en las series NCh 411, específicamente:

- NCh411/1.Of96 Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo.
- NCh411/2.Of96 Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo
- NCh411/9.Of 98 Calidad del agua – Muestreo – Parte 9: Guía para el muestreo de aguas marinas.

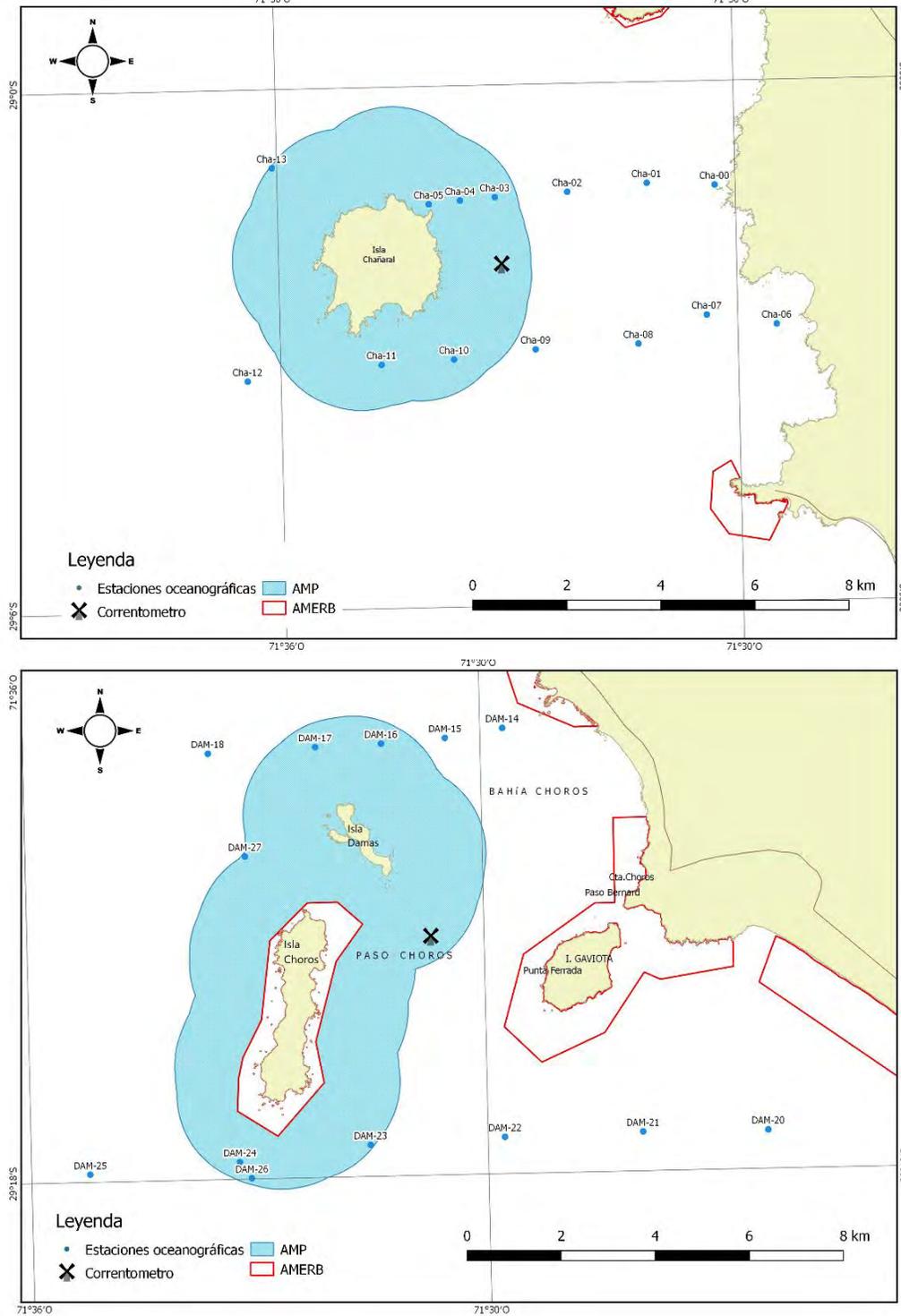


Figura 2. Ubicación de las estaciones de monitoreo en la RM Isla Chañaral (Arriba) y RM Islas Choros – Damas (abajo).



Información de temperatura, conductividad (salinidad) y presión (profundidad) fue obtenida mediante un CTD RBR modelo 620 con una tasa de muestreo de 2 Hz. Durante cada lance en una

Para describir la distribución horizontal y vertical de pH, clorofila a y nutrientes, se tomaron muestras discretas a tres profundidades en cada estación (superficie, media profundidad y fondo). Estas muestras se tomaron con botella Niskin y las submuestras para determinación de nutrientes fueron almacenadas en envases esterilizados y acondicionados para tal efecto. Estas muestras fueron congeladas y mantenidas en frío hasta su entrega en el laboratorio de ensayo.

estación el equipo fue estabilizado en el agua durante ~3 minutos, y luego el CTD fue bajado e izado a una velocidad aproximada de 0.5 m/s. El procesamiento de los datos se realizó utilizando el protocolo y los programas proporcionados por el fabricante del equipo.

Las muestras de clorofila fueron dispuestas en envases oscuros y fijadas con carbonato de magnesio para prevenir su acidificación. Estas fueron filtradas al término de la jornada de muestreo. Estos filtros fueron mantenidos en papel alusa y guardados en contenedor con sílica gel hasta su análisis. Las mediciones de pH se realizaron en cada muestra discreta, mediante pHmetro previamente calibrado con estándares pH 7, 4 y 10.

Tabla 2. Variables consideradas para la determinación de la calidad del y metodologías de análisis.

Variable	Metodología
pH	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 4500-H+ B.
Clorofila a	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 10200 H.
Fósforo total = P_{total}	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 4500-P A B y C.
Ortofosfato disuelto	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 4500-P E.
Nitrógeno total Kjeldahl = N_{total}	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 4500-N B
Amonio = NH_4	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 4500-NH3 F.
Temperatura	Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Oxígeno disuelto (OD)	Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Salinidad	Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Densidad	Ecuación de estado, usando los datos de temperatura, salinidad y presión

3.2.1.2 Caracterización de los Sedimentos

Para analizar la calidad de los sedimentos marinos, se consideró la medición de pH, Potencial Redox, Temperatura, Materia Orgánica Total (MOT), Granulometría y Contenido de Sulfuro. La recolección, preservación, tratamiento, manejo y análisis de las muestras de sedimento se realizó de acuerdo con los métodos descritos en la Resolución Exenta 3612/2009 de la SSPA. Las muestras de sedimentos fueron obtenidas con una draga de 0,1 m² de mordida.

Los parámetros pH, Potencial Redox y Temperatura, fueron tomados in situ, mediante equipos verificados previamente con tampones 4, 7 y 10 y solución ORP de 240 mv ambos certificados y trazables al NIST. El contenido de sulfuro fue analizado en laboratorio.

Por su parte, las muestras de sedimentos para el análisis granulométrico fueron obtenidas de cada estación, envasadas y trasladadas en frascos plásticos y trasladadas a los laboratorios del Centro de Investigación Ecos para su análisis. En el estudio de la distribución granulométrica de los sedimentos se utilizó la denominación Wentworth (1922), analizando las variables sedimentológicas a partir de los cálculos de tamaño promedio de grano, clasificación, curtosis y asimetría por medio del programa GRADISTAT versión 4.0 (Blott 2000). Los parámetros se calcularon de forma logarítmica, en base a una distribución logarítmica normal con valores de tamaño de phi, de acuerdo con el método de Folk & Ward (1957). El tamaño promedio de grano fue descrito en base a la escala de tamaño de los granos de sedimento extraída del programa GRADISTAT (Blott 2000) modificada de Udden (1914) y Wentworth (1922) (Tabla 3).

Tabla 3. Escala de tamaño de los granos de sedimento modificada de Udden (1914) y Wentworth (1922) y su terminología descriptiva modificada de (Blott 2000).

Tamaño de grano		Terminología descriptiva	
phi	Tamaño grano	Programa GRADISTAT	
-1	2 mm	Grava	Muy fina
0	1 mm	Arena	Muy gruesa
1	500 µm		Gruesa
2	250 µm		Media
3	125 µm		Fina
4	63 µm		Muy fina
5	31 µm	Limo	Muy grueso



El análisis del contenido de materia orgánica fue determinado de manera gravimétrica tras calcinación a 450°C. Las muestras para análisis de macrofauna fueron tamizadas en terreno mediante un tamiz geológico de 0,5 mm de abertura y los organismos retenidos fueron fijados con formalina al 4%, almacenadas en frascos etiquetados y posteriormente llevados a Laboratorios del Centro de Investigación ECOS para su análisis.

La metodología de muestreo, equipo e instrumental de terreno y análisis de laboratorio consideró lo establecido en la Resolución 3612/2009 (Tabla 4).

Tabla 4. Variables consideradas para la determinación de la calidad del sedimento en la zona de estudio.

Variable	Metodología
Macroinvertebrados bentónicos	<ul style="list-style-type: none"> Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
pH	<ul style="list-style-type: none"> Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Potencial Redox	<ul style="list-style-type: none"> Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Materia Orgánica	<ul style="list-style-type: none"> Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Granulometría	<ul style="list-style-type: none"> Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Contenido de Sulfuro	<ul style="list-style-type: none"> EPA 9030 B/9215

3.2.1.3 Correntometría

La determinación de la magnitud de las corrientes circundantes a cada isla componente de cada RM se realizará mediante la técnica de correntometría euleriana, para ello se utilizó un equipo ADCP LinkQuest modelo FlowQuest 600, el cual fue anclado en el sector de Isla Chañaral (E: 251538; N:678504. UTM WGS84), entre los días 30 de noviembre y 27 de diciembre del 2021 y en el sector Islas Choros y Damas (E: 255925; N:6761227. UTM WGS84), entre los días 8 y 24 de enero de 2022 (Figura 3).



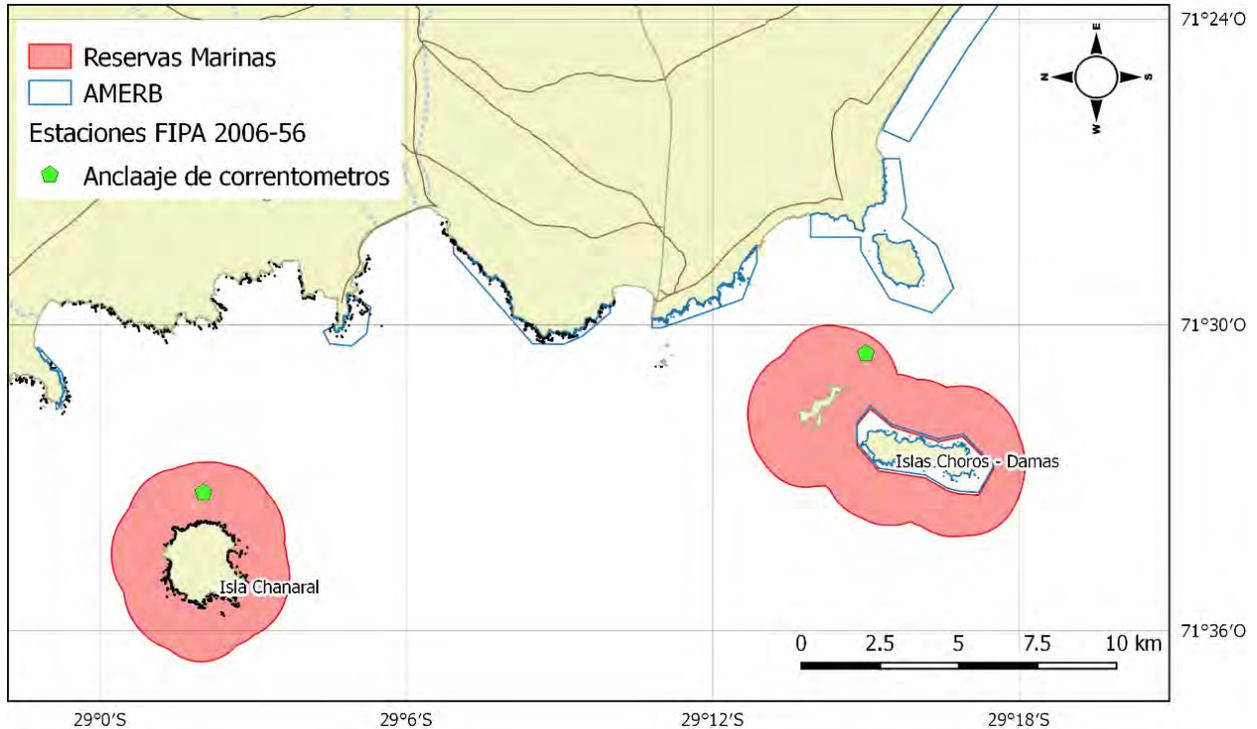


Figura 3. Ubicación de correntómetros ADCP (Anclajes Fijos, Correntometría Euleriana)

En cada uno de estos sectores el sistema anclado mantuvo un Perfilador Acústico de Corrientes Doppler (ADCP) cuyo máximo rango de medición se encuentre acorde a la profundidad asegurando la descripción de los patrones de corrientes en prácticamente toda la columna de **agua, con la sola excepción de la distancia cercana al instrumento "blinking distance" y la zona sobre-muestreada por la inclinación de los transductores "side-lobe effect"**. Los puntos de instalación fueron fijos sobre el fondo marino con estructura de anclaje apropiadas. El sistema permitió registrar el vector de corrientes en cada una de las celdas programadas, por un período de 14 días. Cada ADCP fue instalado con los transductores dirigidos hacia la superficie (Figura 4), y se programarán en intervalos de medición de 10 minutos.

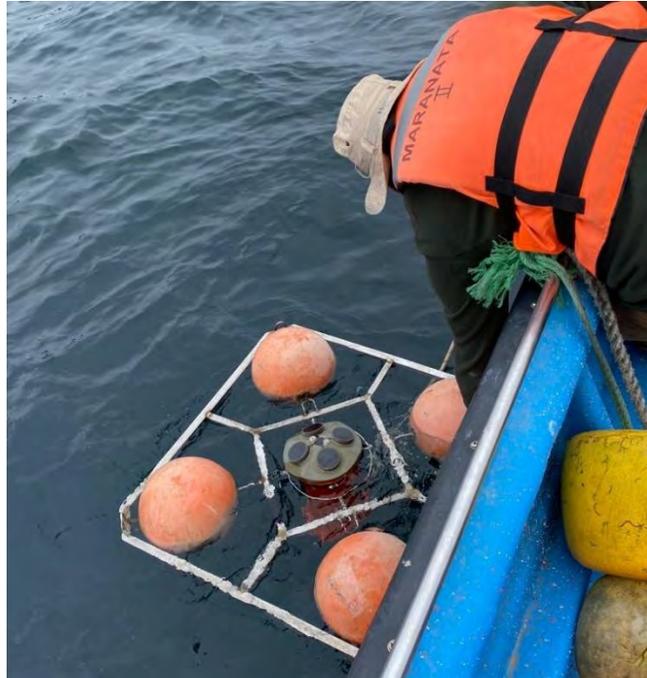


Figura 4. Proceso de anclaje del Perfilador Acústico de Corrientes Doppler (ADCP).

Los datos de corrientes fueron descargados en tamaños de celda vertical de 1 m. Las direcciones adquiridas por los equipos (orientados al norte magnético), fueron corregidas (desviación magnética). Las posiciones geográficas de instalación fueron registradas con un equipo GPS. Se determinaron las estadísticas básicas de las series de tiempo obtenidas en cada profundidad (media, máxima, mínima, entre otras).

3.2.1.4 Caracterización de masas de agua

Para describir las masas de agua, se realizaron diagramas T-S y comparación con literatura referente a la zona de estudio. Las características hidrográficas fueron complementadas con información atmosférica, respecto a temperatura del aire y vientos predominantes a nivel sinóptico y local. Finalmente, la información hidrográfica fue complementada con los registros de correntometría de los ADCP instalados en los sectores de estudio. Con esta información se analizan cambios en el sistema de corrientes y como estos pueden repercutir en la dispersión larval y posterior reclutamiento de las algas, pastos marinos y los recursos bentónicos.

3.3 Objetivo Específico 2. Determinar el estado poblacional y de conservación de los principales recursos hidrobiológicos, incluyendo los invertebrados y algas objeto de conservación. y de las comunidades ecológicas de ambas Reservas Marinas

3.3.1 Delimitación del sustrato habitado por cada especie de interés

Previo a la estimación de indicadores de abundancia de las especies objetivo, se delimitó geográficamente cada pradera de alga parda, y del pasto marino, así como cada uno de los bancos de recursos bentónicos estudiados mediante evaluación directa.

Para esto, se llevó a cabo un muestreo cualitativo de presencia-ausencia de los recursos bentónicos objetivo del estudio, mediante transectas perpendiculares a la línea de costa. Se realizó la grabación de 30 transectas para la RM Isla Chañaral y 24 para RM Isla Damas – Choros, orientadas de manera perpendicular a la línea de costa, entre los 1 y 25 m de profundidad (Figura 5)

Se obtuvieron videos, cada 2 metros de profundidad en la totalidad de transectas, permitiendo generar una grilla con un registro de *presencia/ausencia* por rango batimétrico para cada uno de los recursos bentónicos objeto del presente estudio. Para el caso particular del pasto marino, cuando fueron detectados parches de dicho recurso, se delimitó la superficie habitada de dicho parche, mediante el empleo de una cámara fotográfica que permite registrar el track de buceo.

A partir de los videos se caracterizó también, el tipo de fondo observado en cada registro audiovisual. Para ello el tipo de fondo se clasificó de acuerdo con las categorías de tipo de fondo utilizadas en el estudio de situación base de las áreas (Gaymer et al., 2008).



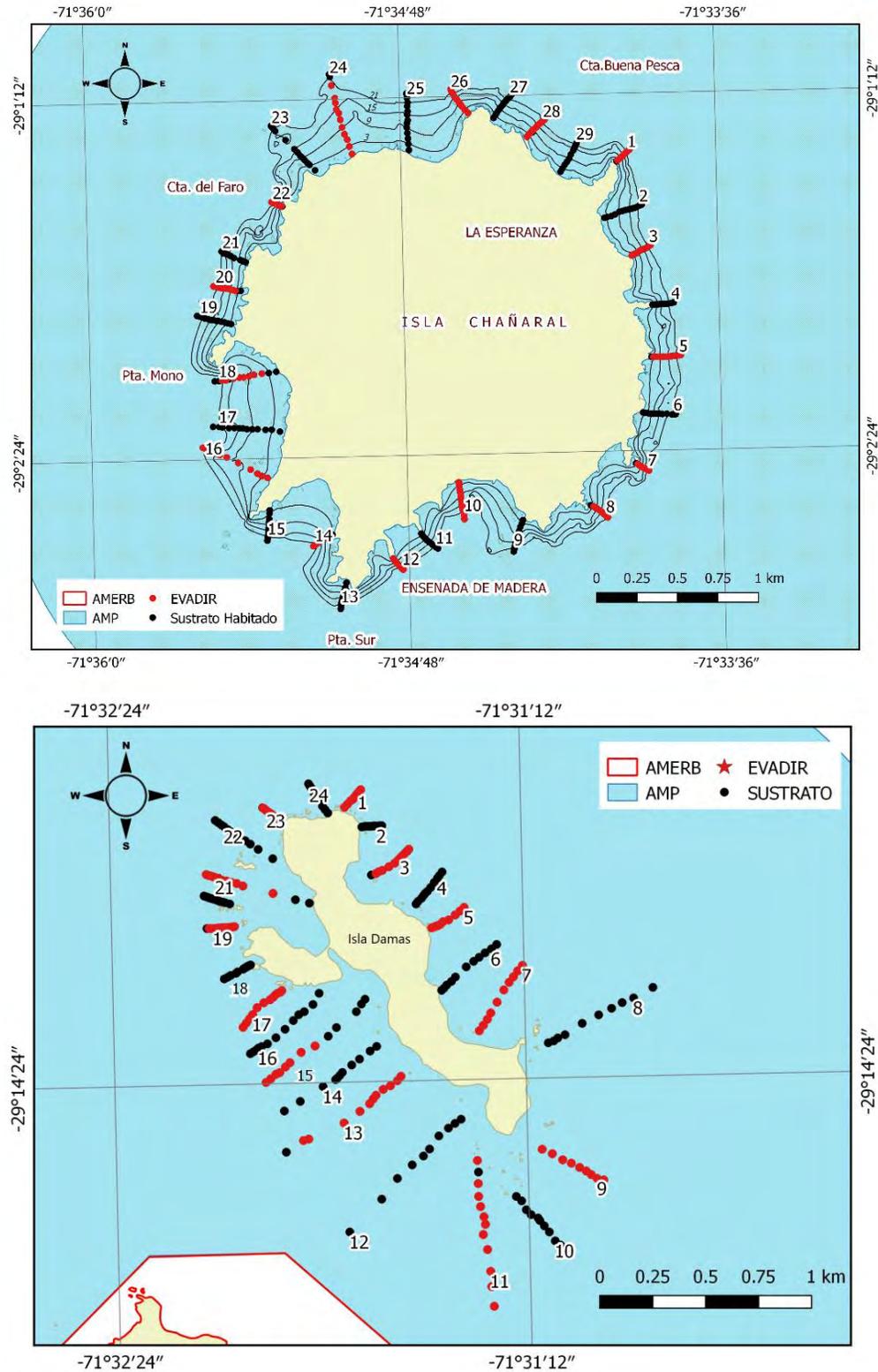


Figura 5. Ubicación de las estaciones de Evaluación Directa en la RM Isla Chañaral Islas (Arriba) y RM Choros – Damas (abajo).

El set de datos generado, se proyectó mediante vectores puntuales con información binaria (presencia/ausencia) de cada recurso, para luego ser transformados en polígonos, utilizando un **modelo de interpolación de datos cualitativos conocido como "diagramas de Voronoi"** que se basa en el principio de que cada ubicación en el espacio se asocia al punto más cercano en el set de datos, lo que genera una división del área total de muestreo en un set de regiones, cada una asociada a un punto de muestreo (Okabe et al. 2000) (Figura 6).

En este modelo de distribución, a cada una de las regiones graficadas, se le asignan los atributos que describen la presencia (1), o la ausencia (0) de cada recurso y de cada tipo de fondo registrado en la data audiovisual (Figura 6). Los polígonos y su información asociada son almacenados en archivos digitales en formato (.shp) para luego ser dimensionados mediante herramientas de análisis geométrico.

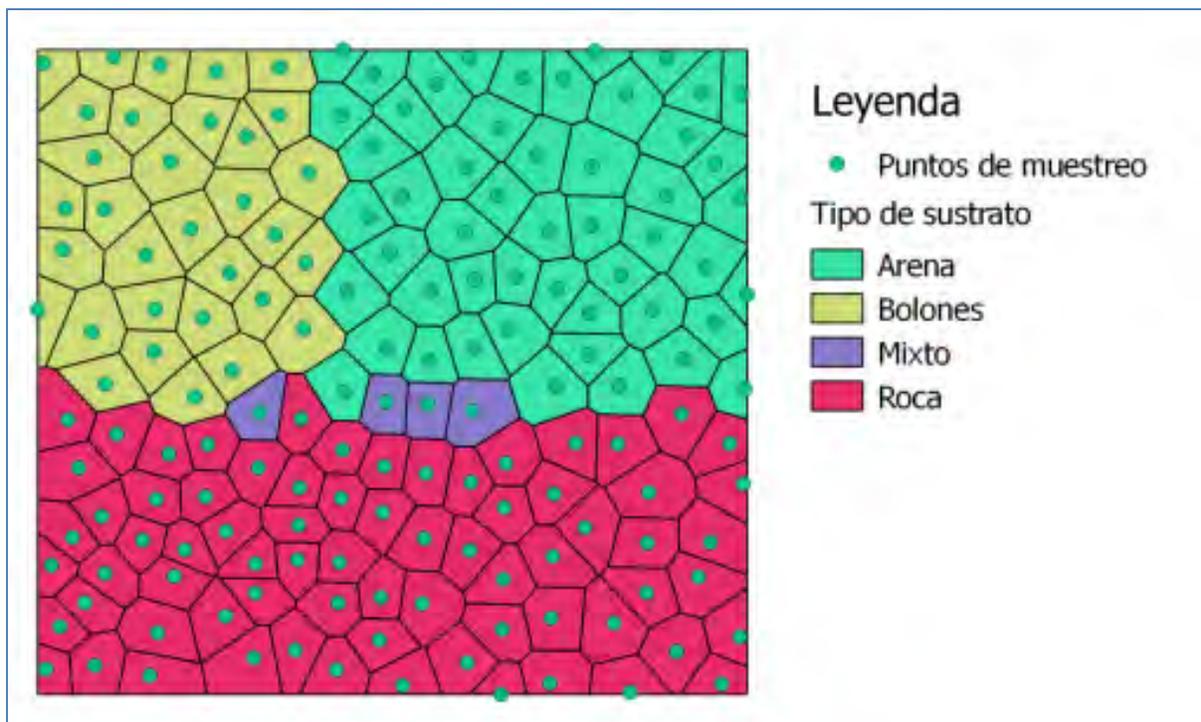


Figura 6. Diagramas de Voronoi representando el tipo de fondo de un área. Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Carta Batilitológica

Los polígonos de distribución de cada una de las especies objetivo del presente estudio fueron acotados a la superficie muestreada, estableciendo como profundidad máxima los 25 metros. En este sentido, se elaboró una Carta Batilitológica que proporciona la distribución de los tipos de fondo y de las profundidades al interior de cada Reserva Marina.

Para el levantamiento de información respecto de la distribución de la profundidad y tipo de sustrato dentro del área de muestreo se realizó un barrido hidroacústico, cubriendo transectas perpendiculares a la línea de costa separadas de manera equidistante, las que permitirán levantar datos batimétricos de manera sistemática.

Los datos de profundidad fueron obtenidos utilizando un ecosonda BioSonics MX para mapeo de Hábitat Acuáticos. El instrumento se encuentra equipado con un GPS diferencial, lo que permite reportar una posición puntual cada 2 segundos, en la que se resumen los atributos capturados a partir de los 10 pings (pulsos del ecosonda) previos a cada punto. Estos registros, permiten obtener una cobertura de puntos georreferenciados, a partir de los cuales se construyen ecogramas lineales en los que es posible distinguir, junto con la profundidad de la sonda batimétrica, el tipo de sustrato y la altura de las praderas de algas submareales (Figura 7). Esta última característica de la data hidroacústica, permite complementar la información utilizada en la definición del área habitada por praderas de macroalgas (ECOS, 2020).

El post-proceso de la información batimétrica se realizó mediante el uso del software Visual Habitat de Biosonic, que permite extraer la información batimétrica (profundidad en metros de cada punto) además de la altura del dosel de algas en los sectores donde éstas son detectadas (Figura 7).

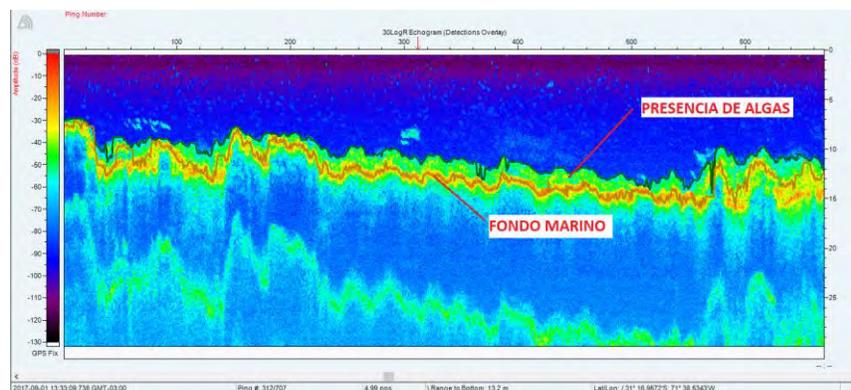


Figura 7. Ecograma que muestra fondo y vegetación en el seguimiento de una secuencia de aproximadamente 700 pings. La intensidad de retrodifusión del eco (dB) se muestra en la escala de colores del eje izquierdo, y la profundidad (m) en el eje derecho. Fuente: Elaboración propia usando el software Visual Habitat (BioSonics Inc., 2016)

Con la información batimétrica extraída a partir de los ecogramas se construyó un Modelo Digital de Elevación a partir del cual se extrajeron las isobatas que describen la batimetría del fondo marino.

3.3.3 Evaluación Directa de los Recursos Algales, Bentónicos, e Invertebrados Marinos

Se realizó una evaluación directa de las especies objetivo del estudio, de manera de determinar la abundancia, biomasa, estructura de tamaño y la distribución geográfica local de los principales recursos algales (*Lessonia spicata/berteroana*, *L. trabeculata* y *Macrocystis pyrifera*), además de recursos bentónicos e invertebrados marinos (*Concholepas concholepas*, *Fissurella nigra*, *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Loxechinus albus*, *Perumytilus purpuratus* y *Pyura chilensis*) presentes en fondos rocosos, así como del pepino de mar *Athyonidium chilensis* y una pradera del pasto marino (*Zostera chilensis*) presentes en fondos blandos submareales. Las fechas y actividades realizadas hasta el momento son presentadas en la Tabla 5.

Tabla 5. Actividades de terreno realizadas.

Campaña	Fechas	Lugar	Actividad
1	21-09-2020	Isla Chañaral	Batimetría - RM-III
1	21-09-2020		Evadir; Sustrato - SUBMAREAL RM-III
1	22-09-2020		
1	23-09-2020		
1	23-10-2020	Isla Damas	Evadir; Sustrato - SUBMAREAL RM-IV
1	24-10-2020	Isla Damas	Muestreo Comunidades - INTERMAREAL RM-IV
1	23-10-2020	Isla Damas	Muestreo Comunidades - SUBMAREAL RM-IV
1	24-10-2020	Isla Damas	Muestreo Comunidades - SUBMAREAL RM-IV
1	18-11-2020	Isla Damas	Muestreo Oceanográfico - IV
1	19-11-2020	Isla Damas	Batimetría - RM-IV
1	17-12-2020	Isla Damas	Evadir; Sustrato - SUBMAREAL RM-III
1	18-12-2020	Isla Damas	Medición Talla-Peso RM-IV
1	14-01-2021	Isla Damas	Medición Talla-Peso RM-III
1	06-02-2021	Isla Chañaral	Muestreo Comunidades - SUBMAREAL RM-III
1	07-02-2021	Isla Damas	Evadir; Sustrato AMERB & ALA-III
1	08-02-2021	Isla Chañaral	Evadir; Sustrato AMERB & ALA-IV
1	08-02-2021	Isla Chañaral	Muestreo Comunidades - INTERMAREAL RM-III
1	08-02-2021	Isla Chañaral	
1	03-04-2021	AMERB Chañaral A y B, ALA N y C	
1	03-04-2021	AMERB La Peña & Apollillado	
1	03-04-2021	Isla Chañaral	Muestreo Comunidades - INTERMAREAL RM-III
1	04-04-2021	Isla Chañaral	



Campaña	Fechas	Lugar	Actividad
1	05-04-2021		
1	06-04-2021	AMERB Chañaral A	Evadir; Sustrato AMERB & ALA-III
1	06-04-2021	AMERB Chañaral de Aceituno B	Medición Talla-Peso AMERB & ALA-III
1	05-05-2021	Isla Chañaral	Muestreo Oceanográfico - III
1	05-05-2021	Isla Damas	Muestreo Comunidades - INTERMAREAL RM-IV
1	05-05-2021		Muestreo Comunidades - SUBMAREAL RM-IV
2	04-05-2021	Isla Chañaral	Evadir; Sustrato - SUBMAREAL RM-III
2	06-05-2021		
2	07-05-2021		
2	30-08-2021	Isla Damas	Muestreo Oceanográfico - IV
2	31-08-2021		
2	09-11-2021	AMERB Chañaral A y B, más ALA N y C	Evadir; Sustrato AMERB & ALA-III
2	09-11-2021	AMERB Chañaral de Aceituno B	Medición Talla-Peso AMERB & ALA-III
2	10-11-2021	Isla Chañaral	Muestreo Oceanográfico - III
2	10-11-2021		Medición Talla-Peso RM-III
2	20-12-2021	Isla Damas	Muestreo Comunidades - SUBMAREAL RM-IV
2	21-12-2021		
2	08-01-2022	Isla Chañaral	Muestreo Comunidades - INTERMAREAL RM-III
2	09-01-2022		
2	09-01-2022	Isla Damas	Muestreo Comunidades - INTERMAREAL RM-IV
2	10-01-2022	Isla Chañaral	Muestreo Comunidades - SUBMAREAL RM-III
2	06-02-2022	AMERB Apollillado	Evadir; Sustrato AMERB & ALA-IV
2	07-02-2022	Isla Damas	Evadir; Sustrato - SUBMAREAL RM-IV
2	08-02-2022	Isla Damas	Medición Talla-Peso RM-IV

Diseño de muestreo

Los muestreos de densidad, estructura de tallas y relación talla-peso se realizaron, replicando la metodología descrita en el estudio FIPA 2006-56 (UCN 2008). A nivel metodológico se trabajó de manera diferenciada la evaluación de los recursos de distribución submareal, respecto de aquellos de distribución intermareal.

Para los recursos submareales, el diseño de muestreo consta de 15 transectas en Isla Chañaral y 12 transectas en Isla Damas, las cuales fueron dispuestas de manera perpendicular a la costa entre los 1 y 25 metros de profundidad (Figura 5).

Sobre las transectas se distribuyeron estaciones de muestreo cada 2 metros de profundidad, en las cuales se emplearon cuadrantes de 1m², tomándose 4 réplicas por estación. En cada uno de los cuadrantes se contabilizó la totalidad de los individuos de las especies objetivo, mientras que en el caso de organismos coloniales o muy abundantes (i.e. piure *Pyura chilensis* y chorito maico *Perumytilus purpuratus*), se dimensionó el porcentaje de cobertura. Cada cuadrante fue fotografiado con una cámara submarina, registrando hora, fecha y coordenadas geográficas.



Como fue mencionado en el capítulo previo, cuando se detectaron parches de pasto marino, se dispusieron de manera aleatoria 5 cuadrantes de 1 m², dentro de los cuales se midió la cobertura.

Para los recursos intermareales, se emplearon las transectas descritas para recursos submareales. En cada transecta se distribuyeron estaciones de muestreo en el intermareal bajo, medio y alto, en las cuales se emplearán cuadrantes de 1m², tomándose 4 réplicas por estación. En cada uno de los cuadrantes se contarán la totalidad de los individuos de las especies objetivo. En el caso de organismos coloniales (i.e. piure *Pyura chilensis* y chorito maico *Perumytilus purpuratus*), les fue medida la cobertura. Cada cuadrante fue fotografiado con una cámara submarina, registrando hora, fecha y coordenadas geográficas.

Tanto para recursos intermareales como submareales se extrajo una muestra aleatoria de cada especie, que luego fueron medidos y pesados, para posteriormente ser devueltos al mar. No obstante, en el caso de las algas pardas, sólo les midió el diámetro de disco de adhesión, evitando extraer los ejemplares. En este último caso, para realizar las estimaciones de biomasa, se emplearon relaciones talla-peso estimadas por estudios pesqueros realizados en las regiones de Coquimbo y/o Atacama (Thomas et al. 2016, 2018).

3.3.4 Estimación de parámetros poblacionales

La abundancia está dada por la proyección de la densidad media al área correspondiente al sustrato habitable presente en el área, entendiendo a este último como la totalidad del sustrato efectivamente habitado por el recurso prospectado. Los cálculos de densidad y abundancia se realizaron de acuerdo con la siguiente relación:

$$a) \hat{\chi} = Aa$$

$$b) d = \frac{\sum_{r=1}^k \left(\frac{n_r}{a_r}\right)}{k}, r = 1, 2, \dots, k$$

donde:

$\hat{\chi}$ = abundancia total del recurso

A = Superficie habitada

d = Densidad media de ejemplares

n_r = Número de ejemplares dentro del cuadrante o transecta r

a_r = Superficie del cuadrante o transecta



k = Número de cuadrantes o transectas

La varianza del estimador de la abundancia está dada por:

$$\hat{V}(\hat{\lambda}) = \left\{ A \sum_{r=1}^k \left(\frac{n_r}{a_r} - d \right)^2 / (k-1) \right\}$$

El intervalo de confianza de la abundancia es estimado de la siguiente manera:

$$\left[\hat{\lambda} - t_{(k-1)} \sqrt{\hat{V}(\hat{\lambda})} \right]_y \left[\hat{\lambda} + t_{(k-1)} \sqrt{\hat{V}(\hat{\lambda})} \right]$$

Se estima también la proporción de las diferentes clases de tallas de los recursos objetivo en el área de estudio, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

$$P_k = \frac{n_k}{n}$$

Donde:

p_k = Proporción de individuos a la talla k

n_k = Número de ejemplares de talla k en la muestra

n = Número total de ejemplares capturados para describir la estructura de tallas

Una vez obtenida la proporción de individuos por clase de talla, el número de ejemplares de talla k ($\hat{\lambda}_k$) puede ser estimado mediante el siguiente algoritmo:

$$\hat{\lambda}_k = \hat{\lambda} p_k$$

Donde:

$\hat{\lambda}_k$ = abundancia de la clase de talla k

$\hat{\lambda}$ = abundancia total del recurso



p_k = Proporción de individuos a la talla k

La relación talla – peso estará dada por el ajuste del modelo potencial:

$$\bar{w}_k = a l_k^b$$

Donde:

\bar{w}_k = biomasa promedio de la clase de talla k

a = intercepto de la relación linearizada

l_k = longitud promedio de la clase de talla k

b = corresponde a la pendiente de la relación linearizada

A partir de las abundancias, estructura de tallas y su relación talla-peso, se estimó la biomasa de las poblaciones prospectadas. La estimación de la biomasa por clase de tallas (b_k) se efectuó haciendo uso de los estimadores \hat{x}_k y \bar{w}_k , previamente definidos, como sigue:

$$b_k = \hat{x}_k \times \bar{w}_k$$

La estimación de la biomasa de las poblaciones en cada área evaluada fue calculada mediante el estimador:

$$b = \sum_{k=1}^k b_k$$

donde:

b : es la biomasa total del recurso

k : es el número total de clases de talla

La varianza del estimador de “ b ” se estima de la siguiente forma:

$$\hat{v}_{(b)} = \sum_{k=1}^k \hat{v}_{(b_k)}$$



Finalmente, se estimó la fracción explotable de cada recurso objetivo, respecto su talla mínima legal de captura (cuando corresponda).

Para medir las diferencias en el desempeño de los indicadores entre sistemas de gestión, se evaluaron los regímenes de administración denominados Áreas de Libre Acceso (ALA) Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB), Reserva marina Isla Chañaral (RMIC), Reserva Marina Isla Choros Damas (RMICD). Para compara las diferencias entre estos regímenes de administración se analizaron los indicadores de densidad y estructura de tallas.

La comparación de densidades se realizó a partir de las densidades medias obtenidas en cada campaña. Adicionalmente para tener una aproximación global al desempeño de los distintos regímenes de administración se generó información accesoria integrando la base de datos de ambas campañas estimando su media.

Para comparar las estructuras de tallas observadas entre sistemas de gestión y entre campañas, se aplicó la prueba paramétrica de Welch para varianzas desiguales. Comparaciones a posteriori entre grupos fueron realizadas con la prueba de Holm ajustado. Los análisis fueron realizados mediante el paquete estadístico R, utilizando la librería ggbetweenstats que permite el desarrollo de gráficas con la información estadística asociada (Patil, 2021).

3.3.5 Determinación de niveles de Biodiversidad y estructura de comunidades de invertebrados asociados a recursos algales e invertebrados marinos estructuradores y pasto marino

La selección de hábitat de los organismos es tan importante como el grado de agregación y la estructuración de las comunidades, los que están condicionados por la influencia de factores fisicoquímicos como la exposición al oleaje, temperatura, desecación, salinidad, oxígeno, luz y superficie de fijación, además de factores bio-ecológicos como la competencia por el espacio, depredación y reclutamiento. Lo anterior sumado al movimiento de mareas, permite el comportamiento y las características de las poblaciones existentes (Lubchenco et al. 1984, Menge & Ferrel 1989). Sin embargo, actualmente los efectos derivados de actividades antropogénicas son el principal factor de cambio en la biodiversidad marina en todos los niveles de organización (Sala & Knowlton 2006). Por lo tanto, la evaluación de la salud de los ecosistemas y comunidades marinas asociadas a actividades humanas (e.g. pesca, acuicultura, industria minera y energética) posee gran relevancia, permitiendo la toma de decisiones para la regulación de actividades que generan impactos negativos en el medio ambiente.

Tales efectos pueden derivar en cambios de la estructura comunitaria, por lo que el monitoreo de esta resulta primordial, permitiendo conocer el grado de perturbación de las comunidades objeto



de estudio, mediante índices que midan, por ejemplo, la variación en la dominancia o riqueza de la comunidad (Stotz et al. 2005).

La caracterización de la comunidad de invertebrados asociados a los sustratos biológicos fue efectuada sobre recursos de algas pardas, piure y sedimentos blandos con presencia de pepino de mar. Quedando pendiente los resultados de pasto marino y mitilidos.

Las algas pardas con disco mayores a 15 cm de diámetros fueron extraídas mediante barretas de fierro. A cada una de ellas se les realizó un registro morfométrico (N° de estipes, largo (m), tamaño de disco (cm) y peso (kg)).

En el caso del piure se extrajeron 30 parches de 0,1 m² por RM, mientras que en el caso de sedimentos submareales con y sin presencia de pepino de mar, fueron tomadas 30 muestras con dimensiones de 0,1 m² y 0,01 m² para cada RM.

En terreno, cada matriz recolectada y la fauna asociada fueron depositadas en bolsas plásticas herméticas y/o frascos previamente rotulados, y preservadas en alcohol al 70%. En el laboratorio, los organismos presentes en las cavidades interiores de las matrices biológicas se obtuvieron por disección.

A partir de la abundancia numérica de cada taxon, se construyó una matriz de p filas (taxa) y n columnas (unidad de muestreo), donde el atributo es la abundancia numérica por tipo de sustrato biológico. Esta matriz fue utilizada en análisis de tipo espacio-temporal, índices comunitarios, métodos gráficos y análisis multivariados.

Análisis ecológicos multivariados

El análisis de las comunidades asociadas a los distintos sustratos se examinó a través de métodos multivariados. Donde las abundancias de especies, obtenidas en cada sustrato, fueron transformados, utilizando el coeficiente de similitud porcentual (Sjk) de Bray-Curtis (Ludwig & Reynolds, 1988) para medir la similitud entre pares de elementos, constituyendo así la matriz de similitud, donde los valores extremos, 0 y 100, correspondieron a la ausencia y presencia de coexistencia de dos taxa en mismo sitio, respectivamente.

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^n |x_{ij} + x_{ik}|} \right\}$$

Así la matriz de similitud, obtenida con el algoritmo de Bray-Curtis, constituye la base de datos de entrada para los análisis de Clasificación (grupo promedio) y Ordenación (NMDS).



Con el fin de determinar diferencias significativas entre la riqueza y abundancia entre las campañas consecutivas, se emplea el método ANOSIM. El ANOSIM esencialmente contrasta las diferencias entre sustratos. El estadístico R es un indicador de la separación entre sitios, variando desde 0 (no diferencias entre sitios) y 1 (completa separación de sitios: las réplicas al interior de los sitios son más similares que cualquier réplica de sitios distintos).

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

Donde

r_B = promedio de las similitudes de los rangos de todos los pares de réplicas entre las campañas

r_W = promedio de todas las similitudes de los rangos de las réplicas dentro de las campañas.

$M = n(n-1)/2$, y n es el total de muestras en consideración.

El análisis se realizó con un procedimiento de permutaciones aleatorias. El valor de R observado (R_{ob}) fue comparado con la distribución nula.

Con el fin de identificar las especies que contribuyeron a la diferenciación entre campañas, se procedió a realizar un análisis de similitud-distancia SIMPER (Clarke, 1993). El análisis de porcentajes de similitud (SIMPER), determina cuales especies contribuyen en mayor porcentaje a la disimilitud entre las campañas analizadas. Para ello se utilizó el paquete estadístico PRIMER versión 7 (Clarke & Gorley, 2006).

Para realizar el análisis gráfico se elaboró un dendrograma de dos vías, mediante el paquete estadístico PC-ORD 7.08. El propósito de este agrupamiento bidireccional (también conocido como biclustering) es exponer gráficamente la relación entre los análisis de comunidades y sus puntos de datos individuales, en este caso las especies. El gráfico resultante facilita ver similitudes y diferencias entre filas en el mismo grupo, filas en diferentes grupos, columnas en el mismo grupo y columnas en diferentes grupos. Permite ver gráficamente cómo se relacionan los grupos de filas y columnas entre sí.

La agrupación de dos vías se refiere a hacer un análisis de agrupación tanto en las filas como en las columnas de la matriz, seguido de graficar los dos dendrogramas simultáneamente, junto a una representación de la matriz principal. Las filas y columnas de la matriz principal se reordenan para que coincidan con el orden de los elementos en el dendrograma.

Análisis ecológicos univariados

La caracterización funcional de los ensamblajes de invertebrados se realizó a partir del cálculo de índices comunitarios para cada estación según Brower & Zar (1977), incluyendo riqueza de



especies (S), diversidad específica de Shannon-Wiener (H') y Uniformidad de Pielou's (J'). Cada índice fue calculado de la siguiente manera:

a) Riqueza específica: S

Donde:

S = número total de especies presentes en cada sitio

Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin considerar la abundancia de ellas.

b) Diversidad de Shannon-Wiener: $H' = -\sum_i \{p_i (\log p_i)\}$

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener

p_i = proporción de la abundancia de la especie i, respecto a la abundancia del total de individuos de todas las especies.

Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores desde 0 (cuando hay una sola especie) hasta el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

c) Uniformidad de Pielou's: $J' = H' / H' \max$

Donde:

J' = índice de Uniformidad

H' = índice de Shannon-Wiener

H' max = es la máxima diversidad posible, la cual podría ser alcanzada si todas las presas fueran igualmente abundantes en la dieta, o también definida como:

H' max = log S

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.



Para analizar las comunidades estudiadas, se aplicó la siguiente clasificación cualitativa (Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8).

Tabla 6. Categorías Diversidad de Shannon-Wiener (H'). Tomado de Thomas et al. (2017).

Rango	Categoría
0-1	Muy Bajo
1-2	Bajo
2-3	Regular
3-4	Alto
>4	Muy alto

Tabla 7. Categorías Uniformidad de Pielou (J'). Tomado de Thomas et al. (2017).

Rango	Categoría
0 - 0,25	Muy baja uniformidad y alta dominancia
0,25 – 0,50	Baja uniformidad y regular dominancia
0,50 – 0,75	Regular uniformidad y regular dominancia
0,75 – 1,00	Alta uniformidad y muy baja dominancia

Tabla 8. Categorías Riqueza (S). Tomado de Thomas et al. (2017).

Rango	Categoría
0-1	Muy Baja
1-9	Baja
10-20	Regular
20-30	Alta
>30	Muy alta



3.4 Objetivo Específico 3. Estimar y analizar los indicadores de desempeño biológico, socio- económico y de gobernanza establecidos en el PGA de ambas Reservas y propuesta de guía básica para el monitoreo del desempeño de las RM

3.4.1 Revisar los PGA y extraer los indicadores de desempeño establecidos en los ámbitos biológico, socioeconómico y de gobernanza

3.4.1.1 Revisar los PGA y extraer los indicadores de desempeño establecidos en los ámbitos biológico, socioeconómico y de gobernanza.

Uno de los aspectos más relevantes en el diseño e implementación de áreas protegidas es la correcta definición de indicadores que permitan mensurar la integridad y funcionamiento del ecosistema en su conjunto y por tanto de los servicios ecosistémicos de los cuales el ser humano depende para su bienestar (Kepner, *et al.* 2010). No obstante, dada la complejidad de los sistemas y la parcialidad de conocimiento que se tiene de estos, es difícil juzgar si se están gestionando adecuadamente (Botkin y Talbot, 1992). Por otra parte, es imposible medir y controlar los efectos de las diversas prácticas de gestión en todas las especies o elementos del sistema. Como una manera de superar este problema, se han dirigido los esfuerzos en la identificación de indicadores, que representan un subconjunto de atributos que podrían servir como sustitutos para entender el comportamiento del todo y ser usados para evaluar el éxito o el fracaso de prácticas de gestión (Lindenmayer *et al.* 2000).

Para las Reservas Marinas (RM) de Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, los respectivos Planes Generales de Administración (PGA) han definido un conjunto de indicadores de dimensiones biológicas, socioeconómicas y de gobernanza para medir el desempeño de las RM en función de los respectivos objetivos que se han trazado.

A partir de los indicadores extraídos de cada PGA, se realizará un análisis del seguimiento que se ha efectuado de cada uno de estos y la correspondencia que tienen los indicadores para medir los objetivos y metas planteadas para los Objetos de Conservación (OdC) que son definidos de en cada PGA (Por ejemplo: poblaciones de recursos bentónicos de interés comercial, praderas de algas estructuradoras de hábitat).

El análisis siguió la siguiente secuencia de pasos:

1. Correspondencia entre indicadores y objetivos: los indicadores deben estar en concordancia con los objetivos de la gestión del AMP, para lo cual Pomeroy et al. (2006) recomienda correlacionar los indicadores relevantes con las metas y objetivos de los planes. En este sentido, se propone realizar una revisión conceptual para evidenciar si el conjunto de indicadores que han sido definidos, son suficientes y/o eficientes para medir el cumplimiento



de los objetivos y también para examinar si efectivamente los indicadores establecidos son medidos para comprender el nivel de avance de un objetivo. Para avanzar en esta materia, se desarrollará una matriz de enumeración de objetivos e indicadores. Esta tarea permite realizar recomendaciones respecto de incorporar nuevos indicadores, relegar algunos de los establecidos y/o recomendar la definición o readecuación de objetivos.

2. Análisis del seguimiento de indicadores: el seguimiento de los indicadores implica evidenciar las fluctuaciones temporales y espaciales que han experimentado como resultado de la gestión. Para ello, se realizó una búsqueda de información (informes técnicos, papers, entre otros), además de la información generada por las campañas de monitoreo del presente proyecto.
3. Elaboración de una guía básica de monitoreo: a partir de la información recopilada, se elaboró una guía que explica la vinculación de los indicadores con los objetivos para los cuales fueron definidos en las respectivas RM. El contenido de la guía sigue las recomendaciones de Pomeroy et al. (2006), donde se proporciona el nombre del indicador, una explicación metodológica breve, paso a paso, de cómo se deben obtener los datos, cómo procesar la información para definir el indicador, una explicación acerca de cómo interpretar los resultados y un análisis de ventajas y desventajas del indicador. Los indicadores medidos corresponden a los establecidos en los respectivos PGA. En algunos casos se recomiendan enfoques de análisis distintos a los establecidos en los PGA, cuando se consideró que podrían realizarse mejoras en el indicador. Debido a que el resultado de este objetivo es una guía para la estimación del desempeño de los indicadores, se consideró más apropiado detallar la metodología de estimación de cada indicador en el acápite de resultados de este objetivo. Como parte del proceso de interpretación de los resultados de los indicadores biológicos, socioeconómicos y de gobernanza, se determinaron, para los casos en que esto fue posible, puntos de referencia (PR) que permitan identificar la condición del indicador y a partir de esto establecer los impactos que la gestión está alcanzando en el sistema (FAO, 2006). Los PR, fueron establecidos a partir de un procedimiento científico y en base a experiencias empíricas previas, dependiendo del tipo de indicador. Estos permitieron definir, al menos, una condición deseada del indicador (PR Objetivo o PRO) y una no deseada (PR Límite o PRL) ().

A partir del análisis de los indicadores desarrollado y de los PR establecidos, se desarrolló para gran parte de los indicadores un Marco de Gestión Precautorio tipo semáforo (Caddy y Defeo, 2003). El enfoque de semáforo (Traffic Light Approach, TLA) tiene la característica de que se puede integrar con una Regla de Control para su uso en la gestión, o en un plan de recuperación. Para simplificar la toma de decisiones, en el TLA se definen tres estados de situación para el indicador, en función de los indicadores propuestos, ya sean de orden biológico, socioeconómico o de gobernanza. A cada valor del indicador se le asigna un color, separado por valores de corte, que pueden considerarse equivalentes a los PR. Así, rojo será para una condición inaceptable, verde una condición aceptable, amarillo una condición



intermedia cercana a verde y naranja una condición intermedia cercana a rojo (Defeo et al. 2015) (Figura 8).

Punto de referencia	Densidad (ind/m ²)	Estado del recurso	Acción de manejo
	>36	Subexplotación (desarrollo pesquero)	Evaluar pesquería y diseñar plan de manejo
Objetivo	36		
	21-35	Plena explotación	No aumentar captura ni esfuerzo
Límite	20		
	15-19	Sobreexplotación	Disminuir el esfuerzo y temporada de pesca
	0-14	Sobreexplotación crítica	Veda temporal

Figura 8. Ejemplo hipotético para mapeo de indicadores usando el enfoque de semáforo (Traffic Light Approach, TLA). Fuente: Defeo, 2015.

3.4.1.2 Conceptualización para la generación de recomendaciones de adecuación en los PGA.

El marco metodológico para ejecutar esta revisión estuvo dado por los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (EA). Dichos estándares tienen el propósito de proveer los pasos y la orientación necesaria para la implementación exitosa de los proyectos de conservación bajo el enfoque de manejo adaptativo (CMP, 2013). La Figura 9 presenta las cinco diferentes etapas del ciclo de manejo de proyectos de bajo los estándares abiertos para la conservación.



Figura 9. Ciclo de manejo de proyecto según los Estándares Abiertos para la práctica de la Conservación (EA). Fuente: CMP, 2013.

Este enfoque de trabajo fue elegido para proponer mejoras en la gestión de las áreas marinas protegidas bajo estudio. Para las Reservas Marinas (RM) de Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, sus respectivos Planes Generales de Administración (PGA) han definido un conjunto de indicadores de dimensiones biológicas, socioeconómicas y de gobernanza para medir el desempeño de las RM en función de los respectivos objetivos que se han trazado. A partir de estos elementos extraídos de cada PGA, se realizó un análisis de correspondencia entre objetivos, objetos de conservación, amenazas directas y amenazas indirectas/oportunidades. De esta manera se desarrolló la Conceptualización de ambos proyectos de conservación (Paso 1 del ciclo de conservación de los EA)

Las acciones desarrolladas en el paso de Conceptualización que fueron utilizados para el análisis se definen a continuación:

- Paso 1B. Definir objetos de conservación: Para completar el paso 1B, se deben definir los objetos de conservación que son elementos que puedan representar la biodiversidad en general y que sirven para enfocar estrategias y evaluar si los esfuerzos de conservación son efectivos a largo plazo. Los objetos suelen incluir ecosistemas clave, especies focales o procesos ecológicos.

- Paso 1C. Identificar amenazas directas: Las amenazas directas son principalmente actividades humanas que afectan inmediatamente a un objetivo de conservación. Por ejemplo, pesca insostenible, caza, extracción de petróleo, construcción de carreteras, contaminación o introducción de especies exóticas invasoras). Sin embargo, también pueden incluir fenómenos naturales alterados por actividades humanas (cambio climático global causado por el uso de combustibles fósiles) o fenómenos naturales cuyo impacto se ve incrementado por otras actividades humanas (tsunamis, marejadas, sequías, entre otras).
- Paso 1D. Identificar amenazas indirectas y oportunidades: Las amenazas indirectas y oportunidades, corresponden a factores influyentes que impulsan las amenazas directas, pueden ser de origen económico, cultural, político, legal, social o institucional.

Posteriormente, se desarrolló el paso 2 del ciclo de conservación que corresponde a la Planificación de acciones y monitoreo. En la misma línea que en el proceso de Conceptualización, se extrajeron elementos de los respectivos PGA para desarrollar las siguientes acciones.

- 2A. Desarrollar Plan Estratégico: Para cada objeto de conservación se debe desarrollar una cadena de resultados incluye una estrategia o un conjunto de ellas y posteriormente se identifican los cambios supuestos que estas estrategias generaran en los respectivos objetos de conservación.
- 2B. Desarrollar Plan de Monitoreo: Se debe desarrollar un Plan de Monitoreo que, para la mayoría de los proyectos de conservación, responde a dos preguntas básicas e interrelacionadas:
 - Efectividad de la estrategia - ¿Las acciones de conservación que estamos tomando están logrando los resultados deseados?
 - Evaluaciones de estado: ¿Cómo cambian los objetos de conservación, las amenazas y otros factores en el sitio del proyecto con el tiempo?



3.5 Objetivo específico 4. Diseñar una propuesta de PM y su correspondiente monitoreo para los recursos loco y lapa de la RM Isla Chañaral

Como una primera aproximación para estructurar el Plan de Manejo requerido, se efectuó un análisis de las recomendaciones nacionales e internacionales para el desarrollo de estrategias de gestión pesquera que propicien la sustentabilidad de los recursos y la sostenibilidad social y económica de los pescadores. A partir del análisis de estos lineamientos generales, se realizó una **revisión crítica de la propuesta "Plan de Manejo para el uso sustentable de los recursos loco (*Concholepas concholepas*) y lapa (*Fisurella spp.*) en la Reserva Marina Isla Chañaral"** (GORE Atacama, 2013) y simultáneamente, se efectuó una revisión analítica de Planes de Manejo de Recursos Bentónicos que cuentan con la aprobación de la SUBPESCA y que han pasado por un proceso de revisión del Comité Científico Técnico de Recursos Bentónicos. Esto último fue obtenido de la web que mantiene la Subsecretaría de Pesca para estos fines.

Además, debido a los recursos para los cuales se requiere la implementación del Plan, se han tenido en consideración las recomendaciones técnicas de la SUBPESCA (2001), en relación con el proceso de monitoreo de estas pesquerías en el sistema de Gestión de Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) y la medición del desempeño de los indicadores que se desarrolló en el objetivo 3.

A partir de estos insumos, se estructurará un borrador de Plan de Manejo para los recursos loco (*Concholepas concholepas*) y Lapa (*Fisurella spp.*) de la RM Isla Chañaral, que incluya una guía metodológica para el monitoreo permanente de estas especies. Este borrador fue debidamente discutido y validado en un proceso colaborativo de trabajo con los pescadores de caleta Chañaral.



3.6 Reuniones y talleres

3.6.1 Reunión de coordinación inicial

Durante el día 5 de septiembre de 2019, se realizó la primera reunión de coordinación entre el Centro de Investigación ECOS como unidad ejecutora, y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura como contraparte técnica del proyecto a nivel nacional, en conjunto con el Servicio Nacional de Pesca a nivel regional. Al cabo de esta reunión, se levantó un acta con los acuerdos de la jornada (Anexo 1).

3.6.2 Reunión de presentación con actores locales y validación de las unidades de muestreo

A fin de socializar y presentar a las comunidades locales el trabajo que se desarrollará en el marco del proyecto FIPA 2019-25, se participó en las sesiones ordinarias convocadas por las Mesas de trabajo de cada Reserva Marina.

Las sesiones se llevaron a cabo durante los días 25 de septiembre de 2019 en el caso de la Mesa de la RM Islas Choros - Damas, y 15 de octubre 2019 en el caso de la Mesa RM de la Isla Chañaral de Aceituno (Anexo 2 y Anexo 3). En ellas, se presentaron de manera general la metodología de trabajo, se validaron las estaciones de muestreo y se acordaron los períodos en los que se realizarán los estudios.

Cabe mencionar que no se ha logrado la realización de nuevas instancias de retroalimentación, debido a la imposibilidad de reunirse físicamente producto de la pandemia y porque la deficiente conectividad de wifi en la zona de estudio tampoco permite la realización de actividades telemáticas.

3.6.3 Reuniones de planificación SERNAPESCA

El día 28 de abril de 2021, se realizó una reunión de planificación con representantes de la oficina regional de Sernapesca de la Región de Coquimbo, la cual tuvo dos objetivos. El primero fue dar a conocer los resultados preliminares obtenidos en la primera campaña de monitoreo y el segundo fue acordar una agenda de trabajo colaborativo para revisar el análisis del desempeño de los indicadores biológicos, socioeconómicos y de gobernanza establecidos en el PGA. Para ello, el equipo ejecutor presentará los avances alcanzados a la fecha en esta materia, a fin de recibir la retroalimentación de los profesionales participantes de Sernapesca, principalmente respecto de la



existencia de información complementaria que no haya sido pesquizada por el equipo ejecutor y que se considera relevante para complementar los análisis realizados. Para el desarrollo de este trabajo conjunto se ha propuesto una agenda de trabajo de tres reuniones (mayo, junio y agosto), además de una reunión de trabajo con el Comité Consultivo.

De manera análoga, se realizó una reunión el día 29 de abril de 2021, con representantes de la oficina regional de Sernapesca de la Región de Atacama, la cual tuvo los mismos objetivos de la reunión descrita previamente, pero además se consideró una agenda de trabajo para revisar una primera propuesta de plan de manejo y su correspondiente monitoreo, para los recursos loco y lapas de la Reserva Marina Isla Chañaral. Posteriormente se sostuvo una reunión con Sernapesca de la Región de Atacama y dirigentes de los pescadores de Caleta Chañaral para analizar y validar la propuesta de Plan de Manejo.

Las actas de las reuniones se encuentran en el Anexo 5 del presente informe, mientras que las presentaciones de resultados preliminares son adjuntadas en el repositorio de anexos digitales.

3.6.4 Talleres de presentación de resultados finales

Se realizaron tres instancias para presentar los resultados finales del proyecto, para ello, se coordinaron actividades con el SERNAPESCA de Coquimbo y Atacama para contar con un espacio de tiempo en las instancias formales de la estructura de administración de ambas reservas (Comité Consultivo y Comité de Administración). En concreto, se gestionaron tres instancias para presentar los resultados finales del proyecto, las cuales se describen a continuación:

- Comité de Administración de la RMIC: Con fecha 6 de julio de 2022, se realizó la primera sesión del Comité Consultivo de RMIC de manera telemática, para la cual se solicitó un espacio de tiempo para la presentación de los resultados finales del presente proyecto. La jornada contó con representantes de SERNAPESCA, SEREMI Atacama, CONAF, SUBPESCA, Universidad de Valparaíso, CEAZA y 1 representante del Comité Consultivo.
- Comité de Administración de la RMICD: Con fecha 25 de agosto de 2022, se realizó una sesión ordinaria del Comité Consultivo de RMICD de manera telemática, para la cual se solicitó un espacio de tiempo para la presentación de los resultados finales del presente proyecto. La jornada contó con la presencia de representantes SERNAPESCA, Universidad de Valparaíso, CEAZA, IFOP y SUBPESCA.
- Comité Consultivo de la RMICD: Con fecha 11 de Agosto, se presentaron los resultados finales en una sesión del Comité Consultivo de la RMICD de manera presencial. En esta jornada hubo representantes de los pescadores artesanales, la sociedad civil, SERNAPESCA, CONAF, CEAZA y Universidad Católica del Norte.



4. Resultados

4.1 Actividades generales

4.1.1 Solicitud de autorizaciones para la realización de trabajos en las reservas y zonas aledañas

El estudio FIPA 2019-25, **“Actualización de las Líneas Base de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos”**, consideró la obtención de información dentro de la zona marítima aledaña a las Islas Damas e Isla Chañaral, cómo también dentro de la zona del intermareal y submareal de ambas Reservas.

Además, el estudio consideró el muestreo de los recursos objetivo, en las AMERB Chañaral de Aceituno sector A y B en la región de Atacama y las AMERB Apolillado y La Peña en la región de Coquimbo, siendo autorizado el acceso a estas áreas de manejo por las directivas de cada organización administradora, dando aviso de las actividades al SERNAPESCA.

La determinación del estado poblacional y de conservación de los principales recursos hidrobiológicos, incluyendo los invertebrados y algas objeto de conservación y de las comunidades ecológicas de las Reservas, se realizó mediante las siguientes autorizaciones:

Dentro del estudio intermareal de las Reservas Marinas, con fecha 21 de febrero 2020, se solicitó el **“Permiso para Investigación en Áreas Silvestres Protegidas” a la Corporación Nacional Forestal (CONAF)**, vía Sistema de Trámite en línea, solicitud ingresada con número 1545671. La autorización fue enviada mediante la Carta Oficial N°23 y cada periodo de muestreo en el intermareal fue coordinado con antelación con los administradores de cada región.

Respecto a los muestreos submareales, donde se obtuvieron las evaluaciones directas y la delimitación del sustrato de los recursos objetivo en las Reservas Marinas, se solicitó al SERNAPESCA la autorización para realizar muestreos oceanográficos y biológicos sin captura de ejemplares, Resolución Exenta N° DN-01379/2021 y en cada muestreo se dio aviso de las actividades a realizar con al menos 48 horas de anticipación.

La extracción de los recursos objetivo para obtención de la estructura de tallas y medición de la talla y peso, cómo la determinación de biodiversidad y estructura de comunidades de invertebrados asociados a recursos algales e invertebrados marinos estructuradores y pasto marino, fue solicitada a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) en el marco de una pesca de investigación, lo que fue autorizado mediante Resolución Exenta n° 566-2020, R.Ex. n° 143-2021 y R.Ex. n° E-2021-772.

La autorización para obtener de las variables oceanográficas, sedimentos submareales y correntometría euleriana e identificación de masas de agua, se solicitó al Servicio Hidrográfico y



Oceanográfico de la Armada (SHOA), lo que fue aprobado mediante las resoluciones R. Ex. 13270-24-710 y R. Ex. 13270-24-1179.

Todos los extractos de las autorizaciones otorgadas son presentados en el Anexo 7.

4.1.2 Revisión Bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica acerca de trabajos que hayan abordado aspectos oceanográficos, estudios ecológicos o biológicos de las comunidades intermareales y/o submareales en las reservas marinas y áreas adyacentes y también se efectuó una revisión de los estudios realizados en poblaciones de vertebrados acuáticos residentes circunscritas en las áreas que cubren las RM y su entorno. Estos antecedentes fueron la base para comparar los resultados obtenidos a partir del desarrollo de los objetivos específicos 1 y 2 y también fueron relevantes para estimar y analizar los indicadores de desempeño biológico establecidos en los Planes Generales de Administración de ambas RM de acuerdo con lo establecido en el objetivo específico 3.

A continuación, se presentan tres matrices que reúnen los principales trabajos realizados en las Islas de Chañaral, Choros-Damas y su entorno. Cada matriz está orientada a un ámbito específico (oceanografía, comunidades inter y submareales y poblaciones de vertebrados acuáticos residentes). Las matrices incluyen la fuente, el año del estudio y una breve descripción de los antecedentes escogidos abordado en cada trabajo/investigación que fueron relevantes para el presente estudio. Un análisis detallado de los estudios realizados acerca de las comunidades y recursos bentónicos en ambas reservas marinas y en las Áreas de Manejo y Explotación de recursos bentónicos puede ser revisado en el Anexo 9.

- Oceanografía

La búsqueda de información oceanográfica se enfocó en la revisión de los niveles observados en parámetros como la temperatura, salinidad, pH, densidad, oxígeno disuelto nutrientes y clorofila a nivel de la columna de agua y sedimentos en zonas cercanas al área de estudio. Además, se realizó una búsqueda de descripciones de patrones de masas de agua a fin de poder contrastar los resultados obtenidos en el presente proyecto (Tabla 9).



Tabla 9. Fuentes de información que proporcionan antecedentes oceanográficos en las Reservas Marinas o en su entorno.

N°	Fuente	Año de estudio	Descripción
1	Gaymer et al. (2008)	2007 - 2008	En este trabajo, se realiza una caracterización climática, oceanográfica y biológica de las Reservas Isla Choros e Isla Damas y de la Reserva Isla Chañaral Este trabajo fue utilizado como base metodológica para la realización del presente estudio. En específico, se utilizó la misma grilla de estaciones de muestreo oceanográfico a fin de hacer plenamente comparables ambos estudios.
2	Thomas et al., (2018).	2017 - 2018	Se levanta información bibliográfica e in situ de las características físico químicas de la columna de agua y de los sedimentos, se entregan antecedentes de índices tróficos en zonas cercanas al área de estudio.
3	IFOP (2009)	2008	Se levanta información oceanográfica con el fin de determinar la distribución espacial, así como sus variaciones espacio temporales a nivel de meso escala de las variables de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto nutrientes y clorofila entre 0 a 200 metros a lo largo de la zona norte de Chile entre Arica y Pichidanguí.
4	IFOP (2017)	2016	Se levanta información oceanográfica con el fin de determinar las variaciones mensuales de la temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila, así como también la biomasa y abundancia del zooplancton y composición del ictioplancton en estaciones costeras de la zona norte (Arica, Iquique y Mejillones) y una estación en la zona centro-sur (Bahía Coliumo).

- Hábitats, comunidades intermareales, comunidades submareales y recursos bentónicos

La información revisada sobre hábitats, comunidades intermareales, comunidades submareales y recursos bentónico fue orientada en función de los objetivos trazados en los PGA de ambas reservas que dice relación con:

- a) Conservar las poblaciones residentes de aquellas especies de interés comercial para la pesca artesanal, tales como, Loco (*Concholepas concholepas*), Lapa (*Fissurella* spp.) y Erizo rojo (*Loxechinus albus*), con el objeto de potenciar las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.
- b) Conservar y restaurar, cuando proceda, las poblaciones de especies estructuradoras de hábitat como son las algas macrófitas *Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens*.



En función de los objetivos de ambos PGA, se efectuó una revisión de estudios que permitieran extraer indicadores biológicos y ecológicos a nivel de hábitats, comunidades y recursos pesqueros (Tabla 10). De esta revisión se pudo obtener la descripción de distintos hábitats al interior de cada una de las reservas, así como una caracterización de estos en base a su composición y estructura comunitaria. Además, se obtuvo valiosa información acerca de la dinámica de indicadores de condición de recursos bentónicos como el loco, lapas, erizo y algas pardas (huir negro y huir palo). Estos indicadores corresponden principalmente a densidad, estructura de tallas y área de distribución de los recursos (sustrato habitado), los cuales en algunas ocasiones fueron utilizados para la realización de estimaciones poblacionales y determinación de niveles de cosecha sostenibles. Cabe mencionar que la información de recursos bentónicos en torno a las RMs, se nutre fuertemente de los esfuerzos individuales de las organizaciones de pescadores que realizan periódicamente estudios de seguimiento en las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) que administran, proporcionando invaluable información que ayuda a comprender la condición de estas especies (recursos) a nivel de sistema o paisaje, más allá de las propias RM y las propias AMERB.

Tabla 10. Fuentes de información que proporcionan antecedentes sobre hábitats, comunidades intermareales, comunidades submareales y recursos bentónicos en las Reservas Marinas o en su entorno.

N°	Fuente	Año de estudio	Descripción
1	Gonzalez <i>et al.</i> (1999)	1997-1999	Constituye uno de los primeros esfuerzos para evaluar la factibilidad técnica y administrativa de implementar reservas marinas en las regiones de Atacama y Coquimbo. En este trabajo se miden una serie de indicadores ecológicos y de condición de los principales recursos bentónicos de la zona como loco, lapas y algas pardas. Este estudio fue desarrollado en las zonas de Pan de Azúcar, Isla Chañaral, Isla Los Choros y sector Fray Jorge.
2	ABIMAR (2007)	2007	Levanta información acerca de indicadores biológicos y pesqueros de recursos bentónicos, específicamente lapas y loco. A partir de estos análisis se estima una fracción cosechable para Isla Chañaral.
3	Gaymer <i>et al.</i> (2008)	2007 - 2008	Este trabajo constituye una actualización de la línea base en la Reservas Marinas Isla Charal e Isla Choros-Damas. En este trabajo, se realiza una caracterización climática, oceanográfica y biológica. Dentro de la caracterización biológica, se realiza un estudio de aves, de las comunidades bentónicas submareales e intermareales, se levantan indicadores de recursos bentónicos y se identifican los tipos de hábitats presentes en cada una de las RM, junto con una caracterización de estos. Este trabajo fue utilizado como base metodológica para la realización del presente estudio. En específico, se utilizó el mismo diseño de muestreo para las comunidades submareales e intermareales, a fin de hacer plenamente comparables ambos estudios.

N°	Fuente	Año de estudio	Descripción
4	ABIMAR (2008)	2008	Levanta información acerca de indicadores biológicos y pesqueros para el recurso loco en Isla Chañaral.
5	KRECES (2009)	2009	Levanta información acerca de indicadores biológicos y pesqueros de recursos bentónicos, específicamente lapas y loco. A partir de estos análisis se estima una fracción cosechable para Isla Chañaral.
6	ABIMAR (2011)	2011	Levanta información acerca de indicadores biológicos y pesqueros de recursos bentónicos, específicamente lapas y loco. A partir de estos análisis se estima una fracción cosechable para Isla Chañaral.
7	ABIMAR (2013)	2013	Levanta información acerca de indicadores biológicos y pesqueros de recursos bentónicos, específicamente lapas y loco. A partir de estos análisis se estima una fracción cosechable para Isla Chañaral.
8	Varela <i>et al.</i> 2016	2015	Levanta información acerca de indicadores biológicos y pesqueros de recursos bentónicos, específicamente lapas y loco. A partir de estos análisis se estima una fracción cosechable para Isla Damas
9	SUBPESCA	2000 - 2020	Informes técnicos de Áreas de Manejo y Recursos Bentónicos (AMERB), en la cual se reportan los principales indicadores del estado poblacional de recursos bentónicos como loco, lapas, erizo, así como de algas pardas como huiro negro y huiro palo. Estos reportes no son directamente de las RM bajo análisis, pero corresponden a áreas sometidas a manejo que están en torno a las RM y que podrían ser utilizadas como zonas de contraste para identificar los efectos de la gestión en las reservas.

- Vertebrados acuáticos residentes

La información revisada sobre vertebrados acuáticos residentes fue orientada en función de los objetivos trazados en los PGA de ambas reservas que dice relación con **"Proteger las poblaciones** de los principales vertebrados acuáticos residentes en el área, como el Delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), Chungungo (*Lontra felina*), Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldtii*) y Lobo marino común (*Otaria byronia*). En función de esto, se procedió a realizar una búsqueda de antecedentes e indicadores que pudieran dar cuenta del estado de conservación de estas poblaciones a nivel local. Los hallazgos de esta revisión se resumen en la Tabla 11.



Tabla 11. Fuentes de información que proporcionan antecedentes sobre las poblaciones de vertebrados acuáticos residentes en las Reservas Marinas o en su entorno.

N°	Fuente	Año de estudio	Descripción
1	Gaymer <i>et al.</i> (2008)	2007 - 2008	Levanta información del tamaño de las poblaciones de pingüino de Humboldt y lobo marino común durante el año 2008 en las islas Choros y Chañaral.
2	Wallace & Araya (2015)	2014	Este trabajo es una síntesis de un monitoreo de largo plazo de conteos anuales de pingüinos de Humboldt en proceso de muda que descansan en la costa continental y en las islas en el norte y centro de Chile durante 1999–2008. Los sitios de conteo corresponden a las principales colonias de reproducción de esta especie en Chile, donde se incluyen las islas Choros y Chañaral.
3	Pérez-Álvarez <i>et al.</i> (2018)	2018	Este trabajo, describe la población residente de delfines nariz de botella <i>Tursiops truncatus</i> en torno a las islas Chañaral y Choros -Damas. Usando datos de residencia por un periodo de 13 años mediante foto-identificación que permite identificar la fluctuación que ha tenido la población durante este periodo. Además, identifica diferencias genéticas con poblaciones no residentes de delfines y plantea una hipótesis de un modelo dinámico de población donde los grupos residentes están conectados esporádicamente con la población pelágica, lo que podría explicar el origen de esta población residente única de delfines nariz de botella a lo largo de la costa chilena.
4	Oliva <i>et al.</i> (2019)	2019	Este trabajo se enfocó en determinar la abundancia y distribución en Chile del lobo marino común (<i>Otaria byronia</i>) y lobo fino austral (<i>Arctocephalus australis</i>), durante la estación estival, entre las Regiones de Arica y Parinacota y la Región de Aysén, con la finalidad de conocer su estado poblacional y desarrollar la plataforma de cálculo necesaria para evaluar el efecto de la captura incidental sobre estas especies por parte de las pesquerías que operan en la zona de estudio. Si bien este trabajo es de carácter nacional realiza esfuerzos de monitoreo en las islas Chañaral y Choros.
5	Vargas-Rodríguez <i>et al.</i> (in press)	2015-2019	En este trabajo se informan los resultados del monitoreo de largo plazo que mantiene CONAF en la colonia reproductiva del pingüino de Humboldt en Isla Choros de la RNPH. El periodo de monitoreo reportado es entre 2015 y 2019. En cada monitoreo se registró el número de adultos, pollos, huevos, así como el tipo de nido y la orientación de cada nido activo en 24 parcelas de una hectárea distribuidas al azar.
6	Sepúlveda <i>et al.</i> (2020)	2020	Se realizan conteos de los avistamientos de delfines residentes y no residentes, así como de otros cetáceos. Se realizan monitoreos de chungungos observando que la densidad registrada en isla Choros e isla Damas sería la más alta para la zona norte del país (entre Arica y Coquimbo). Además, este trabajo actualiza información sobre el estado de las poblaciones de aves nidificantes de las islas Chañaral y Choros Damas, donde se incluye el pingüino de Humboldt.

4.2 Objetivo específico 1. Determinar las variables oceanográficas (temperatura, salinidad, pH, densidad, contenido de oxígeno disuelto, nutrientes y clorofila a) como de los sedimentos submareales (granulometría, contenido materia orgánica total, profundidad capa discontinuidad, redox, pH, contenido de Sulfuro y temperatura de los sedimentos), además de análisis de correntometría euleriana e identificación de masas de agua presentes dentro de los límites de ambas RM

4.2.1 Determinación de perfiles de CTD-O, calidad del agua y sedimentos dentro de las Reservas Marinas.

4.2.1.1 Variables oceanográficas

Durante la campaña estival 2020 (diciembre-2020), los rangos de variación de oxígeno disuelto entre la superficie y el fondo oscilaron entre 1,76 mg/l (CHA-03-F) y 10,51 mg/l (CHA-05-S), evidenciando una capa superficial oxigenada, sin embargo, la distribución vertical en todas las estaciones se caracterizó por la disminución abrupta con la profundidad, alcanzando valores inferiores a los 2,5 mg/l en todas las muestras de fondo (Figura 10).

Para el caso de la temperatura, los registros obtenidos dieron como resultado que la máxima temperatura se registró en la estación DAM-27-S con 15,62 °C, mientras que la mínima, de 10,66 °C, se registró en la estación CHA-19-F. La condición térmica durante la campaña de muestreo evidenció un enfriamiento de la columna de agua con valores superficiales en torno a los 13,5°C, los que disminuyen con la profundidad alcanzando valores en torno a los 12°C, esta situación se observó en la mayoría de las estaciones con profundidades mayores a 100 metros (Figura 10).

En relación con la salinidad, se observa una columna de agua homogénea con datos similares en cada una de las estaciones monitoreadas con valores promedio de 34,57 psu y 34,60 psu para Isla Damas e Isla Chañaral respectivamente. Los valores reportados en la zona describen que la salinidad tiene un comportamiento vertical de aumento con la profundidad, el menor valor fue de 34,14 psu para la estación DAM-14-S y el mayor registro fue de 34,79 psu en la estación CHA-10-F (Figura 10).

La clorofila a presentó los mayores valores en aguas intermedias en ambos sitios de muestreos, de estos Isla Chañaral fue la que presentó los mayores valores los que promediaron 2,247 mg/l con un rango entre 0,001 mg/l y 9,345 mg/l. Isla Damas presentó valores promedio de 0,8 mg/l con un rango de valores que fluctuó entre 0,01 y 4,272 mg/l (Figura 11).

Los parámetros Amonio, Fósforo, Ortofosfato y Nitrógeno Kjeldahl, presentaron valores inferiores al límite de detección del método.



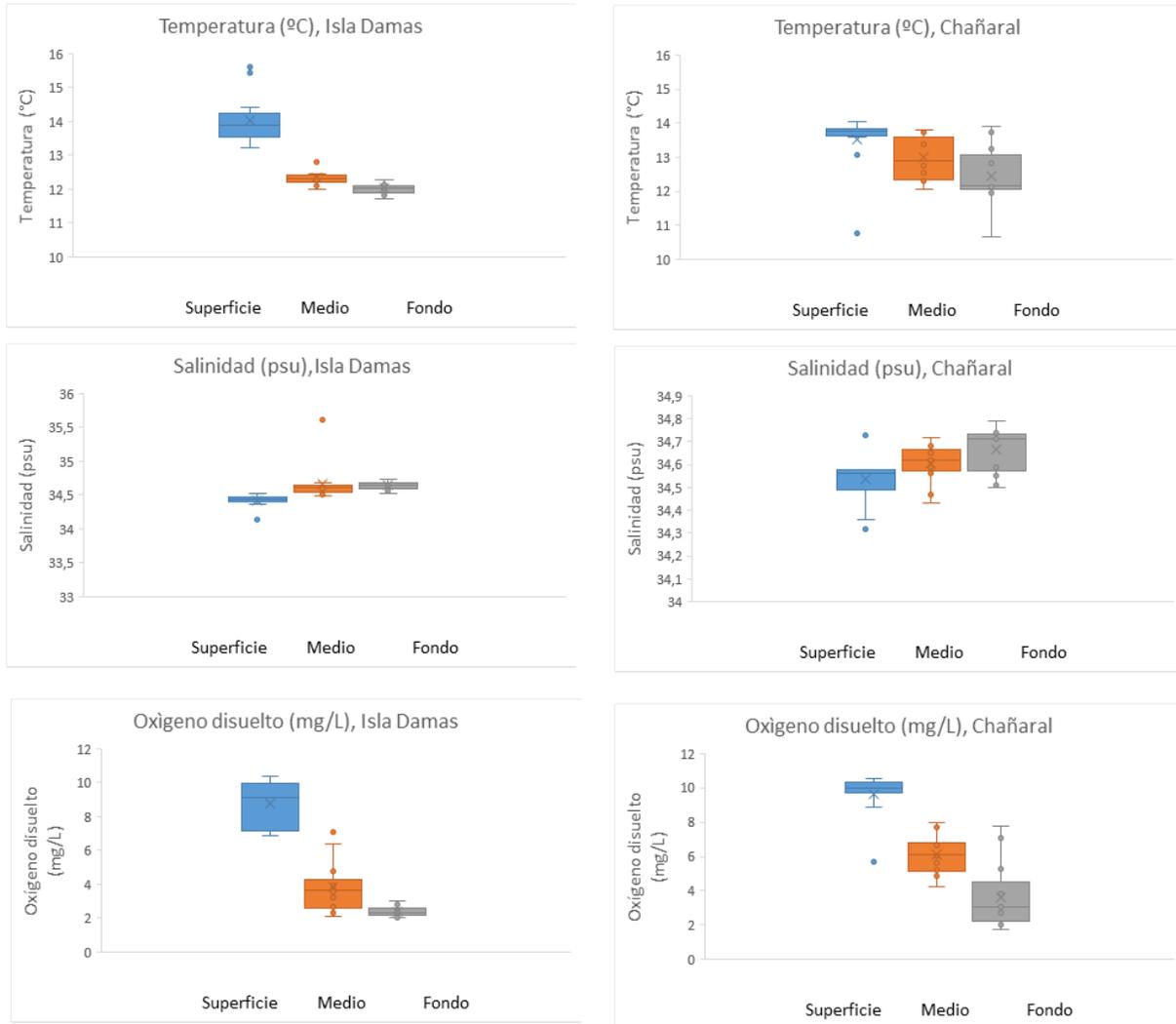


Figura 10. Distribución de los valores de Temperatura, Salinidad y Oxígeno disuelto a nivel superficial, medio y fondo Isla Damas e Isla Chañaral. Campaña estival diciembre 2020.

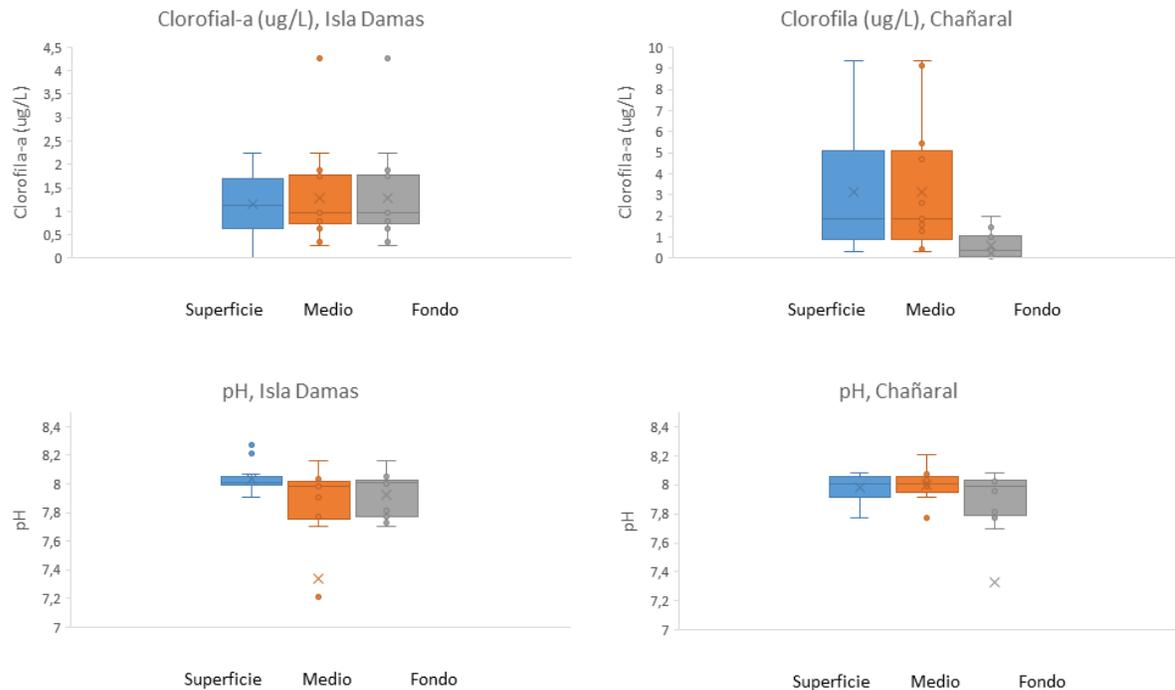


Figura 11. Distribución de los valores de pH y Clorofila, a nivel superficial, medio y fondo Isla Damas e Isla Chañaral. Campaña estival diciembre 2020.

Durante la campaña invierno y primavera 2021 (agosto y noviembre-2021), realizadas en Isla Damas e Isla Chañaral. La variación de oxígeno disuelto en la columna de agua evidenció una capa superficial oxigenada, a diferencia de la capa fondo. El rango en la superficie y el fondo oscilaron entre 10,98 mg/l (DAM 27-S); 10,99 mg/l (CHA-08-S) y 2,5 mg/l (DAM 16-F); 3,11 mg/l (CHA 07-F), observándose una distribución vertical con una disminución abrupta de la concentración de oxígeno disuelto con la profundidad (Figura 12).

Para el caso de la temperatura, se observó en la columna de agua un leve descenso, registrándose las máximas temperaturas en estaciones DAM-23-S y CHA02-S con 12,91 °C y 13,01°C, respectivamente, mientras que las mínimas, fueron de 12, 0 °C y 12,3 °C para las estaciones DAM-11-F y CHA-00-F. La condición térmica durante, el periodo de muestreo evidenció una columna de agua con características más homogéneas, para ambos sitios de estudio (Figura 12).

En relación con la salinidad, se observa una columna de agua homogénea con datos similares en cada una de las estaciones monitoreadas con valores promedio que fluctuaron en los 34,40 psu y 34,58 psu para Isla Damas e Isla Chañaral respectivamente. Los valores reportados en la zona describen que la salinidad tiene un comportamiento vertical de aumento con la profundidad, el

menor valor fue de 34,01 psu para la estación DAM-11-S y el mayor registro fue de 34,78 psu en la estación CHA-05-F (Figura 12).

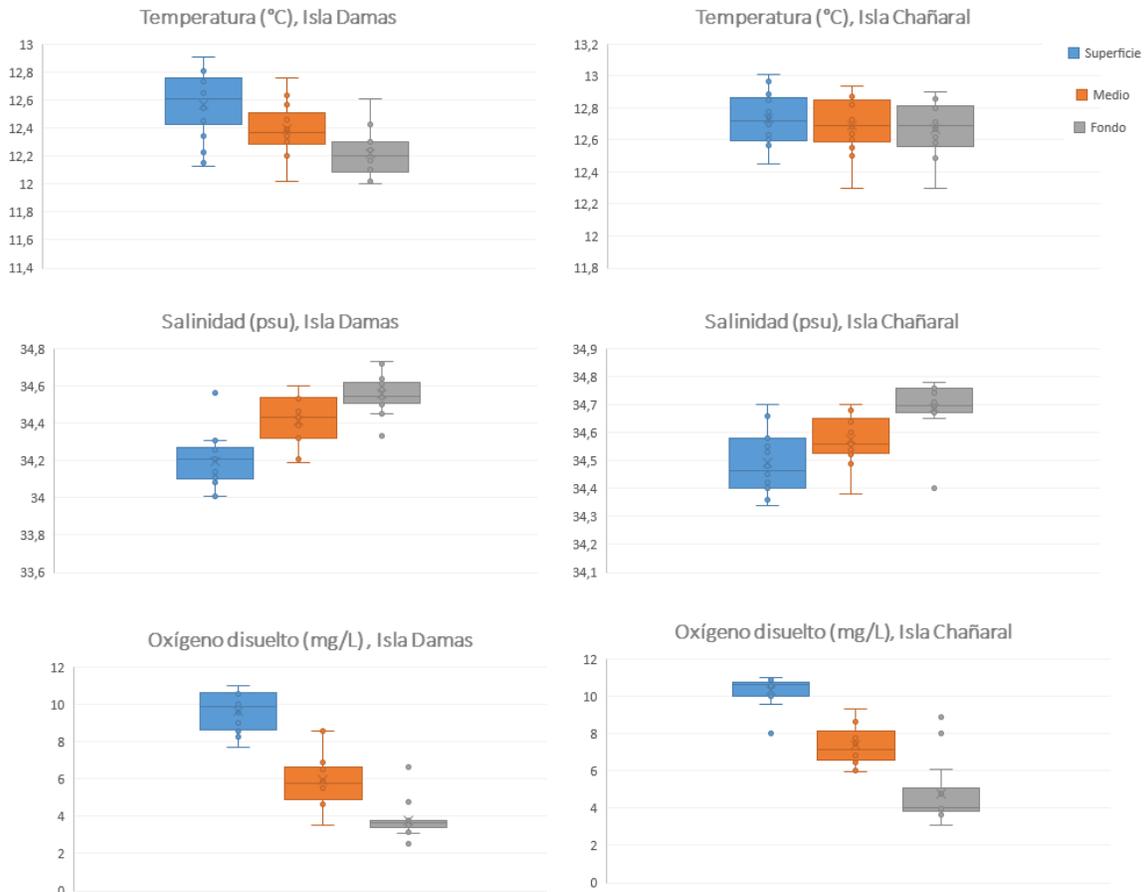


Figura 12. Distribución de los valores de Temperatura, Salinidad y Oxígeno disuelto a nivel superficial, medio y fondo Isla Damas e Isla Chañaral. Campaña invierno-primavera 2021.

La clorofila *a*, para ambos sitios de muestreo fueron bajas, pero las mayores concentraciones se observaron en las capas superficial y media en ambos sitios de muestreos, de estos resultados, Isla Damas fue la que presento las mayores concentraciones los que promediaron 0,3619 mg/l con un rango entre 0,001 mg/l y 1,56 mg/l. Isla Chañaral presento valores promedio de 0,027 mg/l con un rango de valores que fluctuó entre 0,001 y 0,381 mg/l (Figura 13).

Para la localidad de Isla Chañaral, los parámetros Amonio, Fósforo, Ortofosfato y Nitrógeno Kjeldahl, presentaron valores inferiores al límite de detección del método, mientras que Isla Damas, se registraron concentraciones de fósforos fluctuando entre 0,012-0,1mg/L (Figura 13).



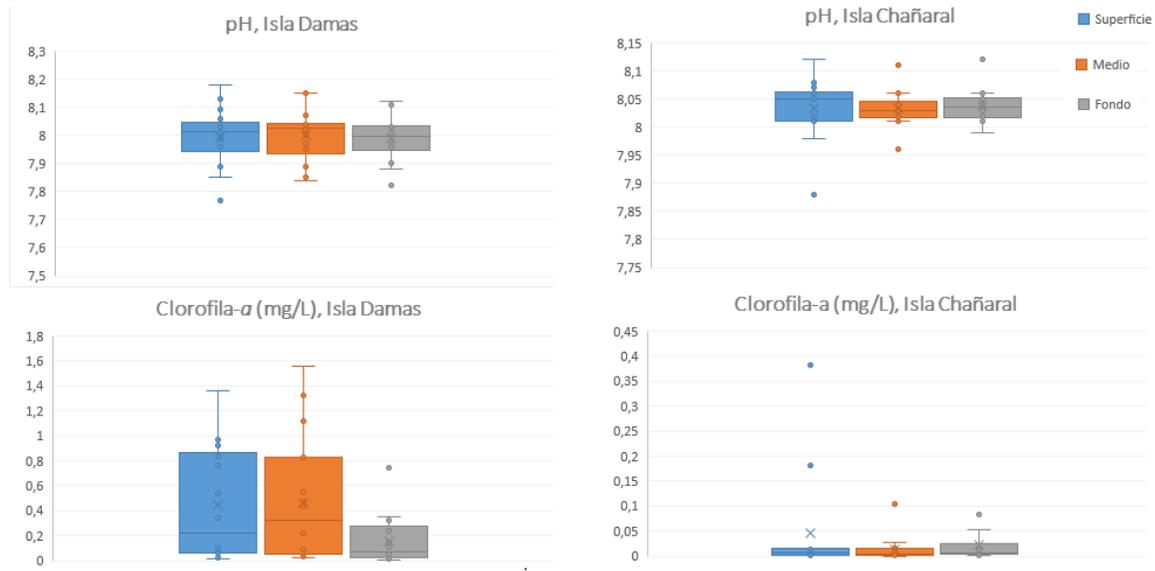


Figura 13. Distribución de los valores de pH y Clorofila, a nivel superficial, medio y fondo Isla Damas e Isla Chañaral. Campaña invierno-primavera 2021.

4.2.1.2 Caracterización de los sedimentos

Durante la campaña estival 2020 (diciembre-2020), la granulometría de los sedimentos de las zonas de estudio (Figura 14 y Figura 15) fue analizada mediante un vibrador mecánico de movimiento orbital modelo SS-15F durante 15 minutos utilizando tamices de **-1 a 4 Φ** , con el objetivo de separar mediante tamices muestras de sedimento. Posteriormente se pesaron las muestras retenidas en cada tamiz, lo que permitió clasificar el tipo de sedimento en base a la Tabla 12. Se proporcione este antecedente metodológico en este acápite para facilitar la interpretación de los resultados ya que el análisis posterior se realiza en base a escala Phi.

Tabla 12. Estandarización de los tamaños de malla de los tamices utilizados para el análisis granulométrico de las muestras provenientes de la zona de estudio. Fuente: Res.Ex 3612/2009.

Tamiz o cedazo	Phi	Abertura del tamiz (mm)	Estándar U.S. (N°)	Estándar Tyler (Malla)
1	-1	2	10	9
2	0	1	18	16
3	1	0,5	35	32
4	2	0,25	60	60
5	3	0,125	120	115
6	4	0,063	230	250

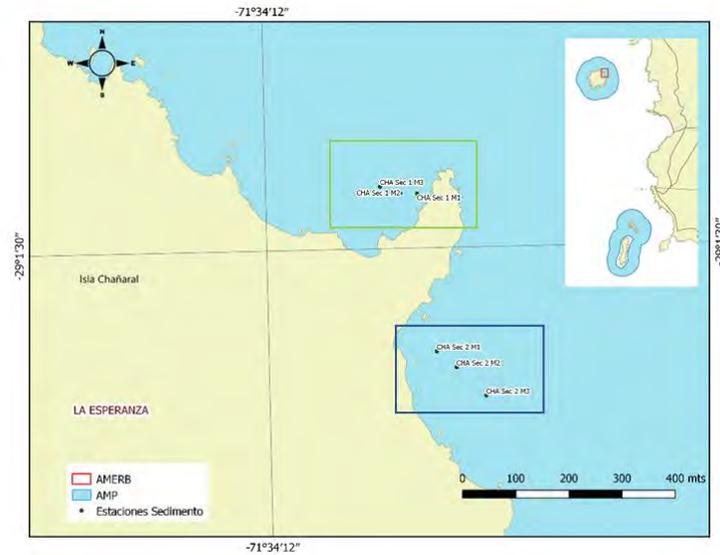


Figura 14: Ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos marinos en la Isla Chañaral. El cuadro verde indica las estaciones del sector 1 y el cuadro azul indica las estaciones del sector 2.

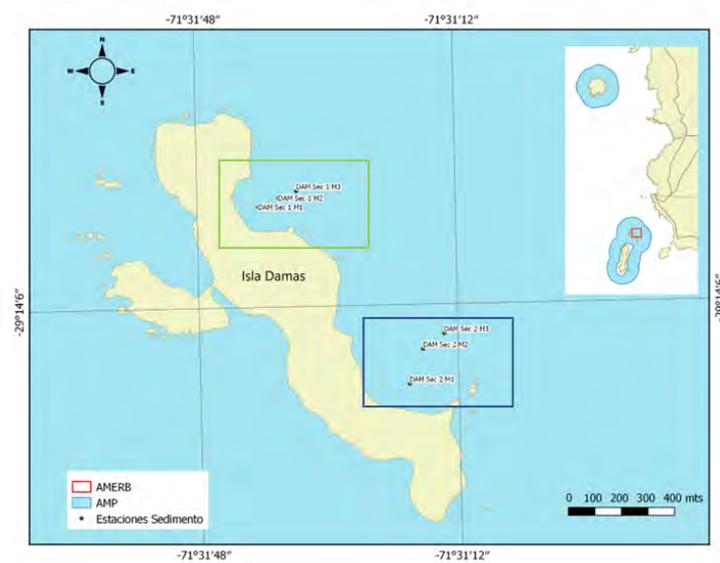


Figura 15: Ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos marinos en la Isla Damas. El cuadro verde indica las estaciones del sector 1 y el cuadro azul indica las estaciones del sector 2.

En la Tabla 13 se observa que todas las estaciones de los sitios de monitoreo ubicadas en Isla Chañaral, el grupo de textura dominante fue "arena" con porcentajes que fluctuaron entre el 92% y el 100% de la composición sedimentaria total. Dentro de esta fracción, se observa que el valor promedio del tamaño de partícula fue de 2,155 Phi, con valores extremos de 2,976 y 1,751 Phi,

los valores promedio para la: selección, asimetría y curtosis, fueron 0,572; 0,414 y 1,609 respectivamente, indicando que el fondo marino de estos sitios presenta arenas finas y medias, entre moderadamente a bien seleccionadas, es decir con un alto porcentaje de retención para un tamiz de apertura específica (Tabla 15).

Tabla 13. Composición de sedimentos en las estaciones de los sectores 1 y 2 Isla Chañaral, en porcentajes. Campaña 1 diciembre 2020. Nomenclatura del tamaño de grano: Grava 2mm, Arena muy gruesa 1mm, Arena gruesa 0,5 mm, Arena media 0,250mm, Arena fina 0,125mm, Arena muy fina 0,063mm, Limo <0,063mm.

Estación	Grava	Arena muy gruesa	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	Limo
CHA-S1-E1	0,00	0,00	0,52	62,22	12,13	0,88	0,00
CHA-S1-E2	0,00	0,00	0,51	49,18	21,83	2,31	0,00
CHA-S1-E3	0,00	0,00	0,32	1,13	60,52	14,88	0,00
CHA-S2-E1	0,00	1,00	1,99	44,71	17,40	1,82	0,00
CHA-S2-E2	0,00	0,00	0,42	46,42	26,92	1,44	0,00
CHA-S2-E3	5,18	2,50	3,74	44,86	11,36	1,34	0,00

Por su parte, en la Tabla 14 se evidencia que las estaciones ubicadas en los sitios de monitoreo de Isla Damas, el grupo de textura dominante fue arena-grava en todas las muestras, con porcentajes arena y grava en promedio de 29% y 70% respectivamente. Dentro de esta fracción, se observa que el valor promedio del tamaño de partícula fue de 0,082 Phi, con valores extremos de -0,548 y 0,362 Phi, los valores promedio para la: selección, asimetría y curtosis, fueron 1,011; 0,031 y 0,882 respectivamente, indicando que el fondo marino de estos sitios presenta arenas gruesas a muy gruesas, entre pobre a moderadamente seleccionadas (Tabla 16).

Tabla 14. Composición de sedimentos en las estaciones de los sectores 1 y 2 Isla Damas en porcentajes. Campaña 1 diciembre 2020. Nomenclatura del tamaño de grano: Grava 2mm, Arena muy gruesa 1mm, Arena gruesa 0,5 mm, Arena media 0,250mm, Arena fina 0,125mm, Arena muy fina 0,063mm, Limo <0,063mm.

Estación	Grava	Arena muy gruesa	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	Limo
DA -S1-E1	22,90	23,83	24,99	18,47	0,38	0,05	0,00
DA -S1-E2	23,86	22,85	22,70	17,00	1,32	0,06	0,00
DA -S1-E3	18,81	20,67	24,96	19,54	0,74	0,06	0,00
DA -S2-E1	24,24	38,00	15,66	3,49	0,05	0,04	0,00
DA -S2-E2	29,29	35,30	10,84	1,22	0,05	0,01	0,00
DA -S2-E3	30,23	38,34	13,45	3,55	1,98	0,05	0,00

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de sedimentos en base a escala PHI. Sector Isla Chañaral. Campaña 1 diciembre de 2020.

Estación	Promedio grano	Grado Selección	Asimetría	Curtosis
CHA-S1-E1	1,966	0,436	0,569	1,801
CHA-S1-E2	2,083	0,508	0,540	0,633
CHA-S1-E3	2,976	0,455	0,551	1,670
CHA-S2-E1	2,050	0,508	0,542	0,663
CHA-S2-E2	2,104	0,509	0,503	0,604
CHA-S2-E3	1,751	1,017	-0,220	4,283
Per 25%	1,912	0,450	0,322	0,625
Per 75%	2,322	0,636	0,555	2,421
Media	2,155	0,572	0,414	1,609

Tabla 16. Estadísticos descriptivos de sedimentos. Sector Isla Damas en base a escala PHI. Campaña 1 diciembre de 2020.

Estación	Promedio grano	Grado Selección	Asimetría	Curtosis
DA-S1-E1	0,136	1,195	0,173	0,696
DA -S1-E2	0,121	1,207	0,192	0,692
DA -S1-E3	0,362	1,199	-0,189	0,954
DA -S2-E1	-0,268	0,841	0,032	0,921
DA -S2-E2	-0,548	0,669	-0,181	0,881
DA -S2-E3	-0,297	0,952	0,155	1,150
Per 25%	-0,359	0,798	-0,183	0,695
Per 75%	0,192	1,201	0,177	1,003
Media	-0,082	1,010	0,030	0,882

Del análisis de la Tabla 17, se evidencia que todas las estaciones de los sitios de monitoreo ubicadas en Isla Chañaral, **el grupo de textura dominante fue "arena gruesa"** con porcentajes que fluctuaron en torno al 70% de la composición sedimentaria total. Dentro de esta fracción, se observa que el valor promedio del tamaño de partícula fue de 0,653 Phi, los valores promedio para la selección, asimetría y curtosis, fueron 1,037; -0,073 y 1,092 respectivamente, indicando que el fondo marino de estos sitios presenta arenas gruesas, pobremente seleccionadas y en su mayoría simétricas (Tabla 19).

Por su parte la Tabla 18 indica que, para las estaciones ubicadas en los sitios de monitoreo de Isla Damas, el grupo de textura dominante fue grava y arena muy gruesa en todas las muestras.



Dentro de esta fracción, se observa que el valor promedio del tamaño de partícula fue de 0,300 Phi, los valores promedio para la: selección, asimetría y curtosis, fueron 1,203; 0,253 y 1,256 respectivamente, indicando que el fondo marino de estos sitios presenta arenas gruesas, pobremente seleccionadas y leptocúrticas (Tabla 20).

Tabla 17. Composición de sedimentos en las estaciones de los sectores 1 y 2 Isla Chañaral. Campaña 2 noviembre 2021. Nomenclatura del tamaño de grano: Grava 2mm, Arena muy gruesa 1mm, Arena gruesa 0,5 mm, Arena media 0,250mm, Arena fina 0,125mm, Arena muy fina 0,063mm, Limo <0,063mm.

Estación	Grava	Arena muy gruesa	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	Limo
CHA-S1-E1	12,6	31,83	31,01	21,17	2,08	0	0
CHA-S1-E2	9,73	27,11	45,09	11,6	5,21	0	0
CHA-S1-E3	11,71	31,45	24,99	22,47	3,38	0	0
CHA-S2-E1	19,86	29,15	27,7	19,08	0,32	0	0
CHA-S2-E2	11,81	33,27	27,16	18,31	1,74	0	0
CHA-S2-E3	6,21	8,5	21,24	51,36	11,36	0	0

Tabla 18. Composición de sedimentos en las estaciones de los sectores 1 y 2 Isla Damas. Campaña 2 septiembre 2021. Nomenclatura del tamaño de grano: Grava 2mm, Arena muy gruesa 1mm, Arena gruesa 0,5 mm, Arena media 0,250mm, Arena fina 0,125mm, Arena muy fina 0,063mm, Limo <0,063mm.

Estación	Grava	Arena muy gruesa	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	Limo
DA-S1-E1	19,09	31,33	27,99	11,23	6,21	2,03	0,01
DA-S1-E2	15,21	33,98	24,78	12,33	9,11	3,12	0
DA-S1-E3	10,2	29,21	36,99	11,43	8,39	0,07	0,02
DA-S2-E1	12,9	35,22	29,01	9,21	8,19	1,02	0
DA-S2-E2	21,12	41,01	21,89	8,3	4,86	0,02	0
DA-S2-E3	25,34	39,77	15,87	8,33	8,82	0,09	0,01
DA -S2-E3	30,23	38,34	13,45	3,55	1,98	0,05	0,00

Tabla 19. Estadísticos descriptivos de sedimentos en base a escala PHI. Sector Isla Chañaral. Campaña 2 noviembre 2021.

Estación	Promedio grano	Grado Selección	Asimetría	Curtosis
CHA-S1-E1	0,603	1,016	-0,059	1,035
CHA-S1-E2	0,599	1,046	-0,029	1,358
CHA-S1-E3	0,625	1,037	-0,034	0,722
CHA-S2-E1	0,158	1,170	0,180	1,000
CHA-S2-E2	0,571	1,008	-0,022	1,042
CHA-S2-E3	1,367	0,946	-0,474	1,395
Per 25%	0,619	1,043	-0,023	1,279
Per 75%	0,578	1,015	-0,032	1,010
Media	0,653	1,037	-0,073	1,092

Tabla 20. Estadísticos descriptivos de sedimentos en base a escala PHI. Sector Isla Damas. Campaña 2 septiembre 2021.

Estación	Promedio grano	Grado Selección	Asimetría	Curtosis
DA-S1-E1	0,185	1,312	0,289	1,287
DA -S1-E2	0,624	1,223	0,151	1,283
DA -S1-E3	0,636	1,123	0,044	1,355
DA -S2-E1	0,403	1,145	0,469	1,345
DA -S2-E2	-0,114	1,102	0,218	1,325
DA -S2-E3	0,069	1,315	0,352	0,944
Per 25%	0,568	1,289	0,336	1,34
Per 75%	0,152	1,128	0,167	1,293
Media	0,300	1,203	0,253	1,256

Para la primera campaña, el pH en los sedimentos de las zonas de estudio varió entre 7,23 y 8,08 indicando características levemente básicas. En tanto, los valores de potencial electroquímico (Redox) en relación con el electródo estándar de hidrógeno proporcionó valores positivos con un promedio de 137 mV y 147 mV para Isla Damas e Isla Chañaral respectivamente. Esto evidencia un predominio de procesos oxidativos, como la respiración aeróbica de la materia orgánica la cual presentó valores que fluctuaron entre 0,1 % y 2,08 %. Los sulfuros presentaron concentraciones menores al límite de detección (<1 mg/kg) del método en todas las estaciones (Tabla 21 y Tabla 22).

Tabla 21. Valores de concentración de los parámetros medidos en sedimentos Sector Isla Chañaral (CHA). Campaña Estival. Diciembre 2020.

Chañaral	Profundidad	Estaciones	Temperatura	pH	REDOX	Súlfuros	MOT
			°C		mv	(mg/kg)	(%)
CHA Sector 1	2M	M1	13,8	7,82	235,1	<1	0,25
		M2	14,1	7,71	72,1	<1	0,35
		M3	13,9	7,47	219,9	<1	0,22
	6M	M4	13,5	7,71	141,5	<1	0,45
		M5	13,6	7,66	170,5	<1	0,51
		M6	13,6	7,54	185,6	<1	0,47
	15M	M7	12,9	7,67	120,7	<1	0,32
		M8	13,3	7,71	170,6	<1	0,67
		M9	13,1	7,66	120,4	<1	0,61
CHA Sector 2	2M	M10	13,8	7,54	170,2	<1	0,33
		M11	13,7	7,71	112,3	<1	0,29
		M12	13,7	7,66	125,4	<1	0,28
	8M	M13	13,9	7,54	255,5	<1	0,54
		M14	13,7	7,71	123,8	<1	0,18
		M15	13,9	7,66	222,1	<1	0,36
	12M	M16	14,1	7,54	79,5	<1	0,67
		M17	13,5	7,67	89,5	<1	0,71
		M18	13,4	7,71	45,7	<1	0,61

Tabla 22: Valores de concentración de los parámetros medidos en sedimentos Sector Isla Damas (DAM). Campaña Estival. Diciembre 2020.

Isla Damas	Profundidad	Estaciones	Temperatura	pH	REDOX	Súlfuros	MOT
			°C		mv	(mg/kg)	(%)
DAM Sector 1	2M	M1	14,7	7,98	221,3	<1	0,34
		M2	14,2	7,97	321,5	<1	0,21
		M3	14,9	7,72	201	<1	0,1
	6M	M4	13,9	8,01	153	<1	0,68
		M5	12,6	8,05	156,3	<1	0,95
		M6	13,6	7,99	159,5	<1	1,05
	15M	M7	12,9	7,76	63,5	<1	0,99
		M8	12,9	7,87	76,9	<1	1,04
		M9	12,9	7,94	121,4	<1	1,03
DAM Sector 2	2M	M10	12,6	7,99	231,9	<1	0,45
		M11	12,8	7,99	111,3	<1	0,88
		M12	12,9	8,01	99,6	<1	0,78
	8M	M13	13,1	7,23	125,3	<1	0,37
		M14	13,4	7,45	112,4	<1	0,25
		M15	13,4	7,88	87,5	<1	0,77
	12M	M16	12,7	7,98	67,6	<1	2,08
		M17	12,8	7,81	32,5	<1	1,96
		M18	12,7	8,08	129,6	<1	2,05

En la segunda campaña, el pH en las zonas de estudio varió entre 7,4 y 7,89 indicando características levemente básicas. Los valores de potencial electroquímico (Redox) en relación con el electrodo estándar de hidrógeno proporcionó valores positivos con un promedio de 161,7 mV y 191,4 mV para Isla Damas e Isla Chañaral respectivamente. Esto evidencia un predominio

de procesos oxidativos, como la respiración aeróbica de la materia orgánica la cual presentó valores que fluctuaron entre 0,13 % y 1,95 %. Los sulfuros presentaron concentraciones menores al límite de detección (<1 mg/kg) del método en todas las estaciones (Tabla 23, Tabla 24).

Tabla 23. Valores de concentración de los parámetros medidos en sedimentos Sector Isla Chañaral (CHA). Campaña primavera. Noviembre 2021.

Chañaral	Profundidad	Estaciones	Temperatura	pH	REDOX	Sulfuros	MOT
			°C		mv	(mg/kg)	(%)
CHA Sector 1	2M	M1	12,7	7,4	216,9	<1	0,18
		M2	13,2	7,63	182,1	<1	0,23
		M3	13,6	7,47	195,5	<1	0,25
	6M	M4	12,8	7,56	189,2	<1	0,54
		M5	12,9	7,68	207,6	<1	0,43
		M6	12,8	7,58	223,9	<1	0,56
	15M	M7	12,8	7,58	189,5	<1	0,29
		M8	12,8	7,58	200	<1	0,45
		M9	13	7,58	196,2	<1	0,53
CHA Sector 2	2M	M10	13,2	7,52	123,2	<1	0,26
		M11	14	7,62	199,2	<1	0,27
		M12	13,3	7,5	216,6	<1	0,28
	8M	M13	13,5	7,68	168,2	<1	0,61
		M14	13,1	7,65	195,9	<1	0,48
		M15	13,2	7,58	227,8	<1	0,43
	12M	M16	13,3	7,46	124,7	<1	0,75
		M17	13,1	7,64	202,5	<1	0,65
		M18	13	7,5	186	<1	0,82

Tabla 24: Valores de concentración de los parámetros medidos en sedimentos Sector Isla Damas (DAM), Campaña Invierno, agosto 2021.

Isla Damas	Profundidad	Estaciones	Temperatura	pH	REDOX	Sulfuros	MOT
			°C		mv	(mg/kg)	(%)
DAM Sector 1	2M	M1	13,6	7,69	89,5	<1	0,22
		M2	13,4	7,7	43,9	<1	0,16
		M3	12,9	7,66	163,4	<1	0,13
	6M	M4	12,5	7,61	133,7	<1	0,73
		M5	12,4	7,8	173,9	<1	0,87
		M6	12,6	7,65	52,1	<1	1,23
	15M	M7	12,4	7,72	147,8	<1	1,08
		M8	12,3	7,58	116,5	<1	0,99
		M9	12,4	7,55	96,5	<1	0,87
DAM Sector 2	2M	M10	13,4	7,84	218,2	<1	0,29
		M11	13,3	7,79	209,9	<1	0,76
		M12	13,3	7,89	222,3	<1	0,53
	8M	M13	13,2	7,73	180,9	<1	0,43
		M14	13,2	7,8	190,5	<1	0,15
		M15	13,3	7,75	188,6	<1	0,53
	12M	M16	12,9	7,88	202,1	<1	1,9
		M17	12,9	7,76	234,9	<1	1,48
		M18	13	7,82	246,7	<1	1,95



El análisis comparativo entre campañas para los parámetros analizados, evidencia incrementos medios leves en los parámetros de T°, pH y potencial Redox para el caso de la zona de Isla Damas y cambios marginales de estos parámetros en el caso de Isla Chañaral (Figura 16).

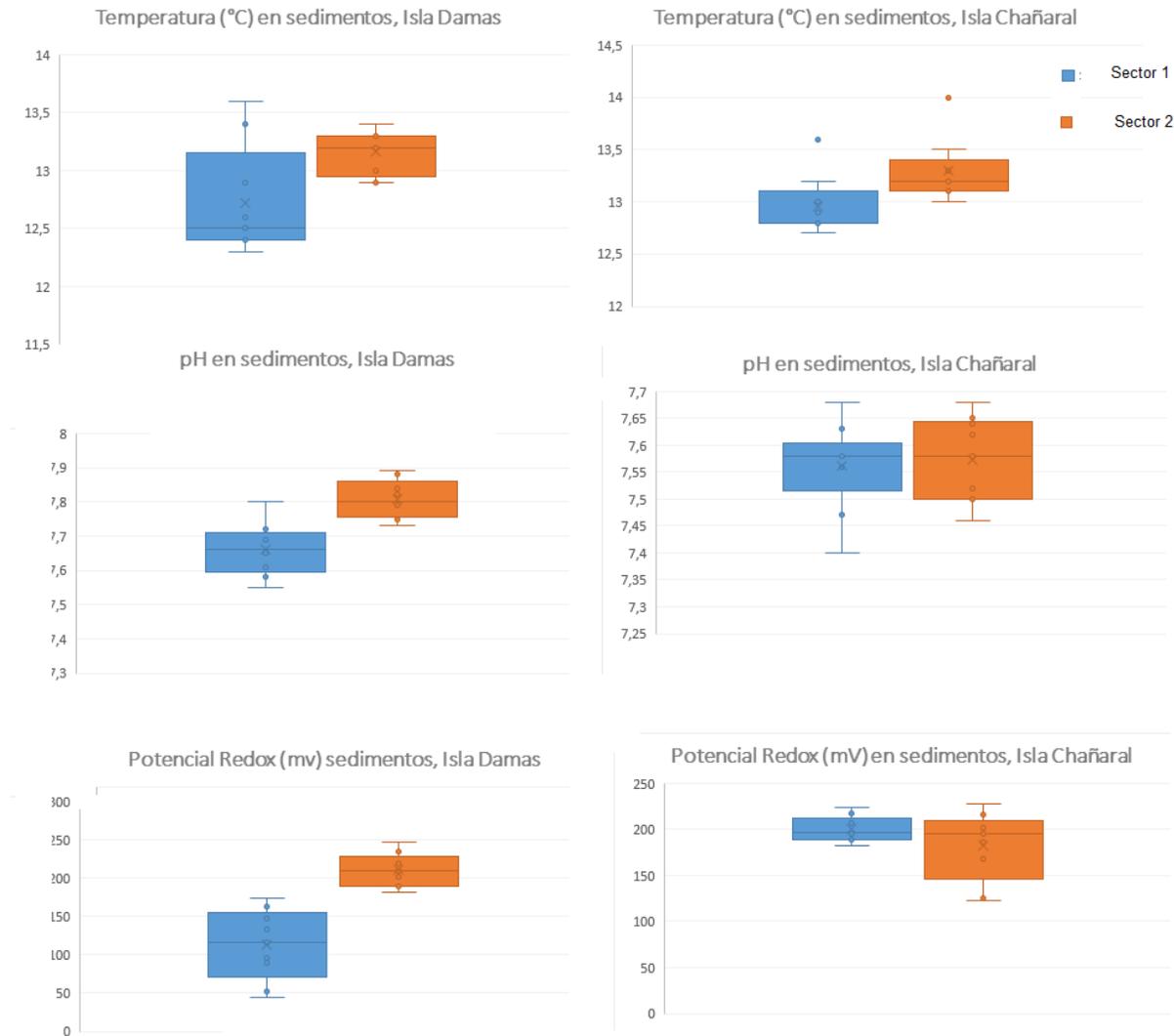


Figura 16. Distribución de los valores de Temperatura, pH y Potencial REDOX, sedimentos submareales Isla Damas e Isla Chañaral. Campañas 1 (azul) y 2 (naranja).

4.2.1.3 Correntometría

Durante las mediciones realizadas tanto en Isla Chañaral como en Isla Choros, las condiciones de viento predominantes fueron similares. La dirección promedio fue en torno a 200° (SSW), mientras que la velocidad media varió entre 2.3 y 2.6 m s⁻¹ (Tabla 25, Figura 17). Es importante notar que los valores de mayor magnitud del viento se mantienen en este cuadrante, mientras que aquellos registros de menor intensidad de viento presentaron dirección oeste (Figura 17).

Tabla 25. Velocidad y dirección durante el periodo de estudio, registrado en la estación Punta Choros (29° 14' 50.06" S, 71° 28' 4.69" W) (Fuente: <http://www.ceazamet.cl/>).

Chañaral			Islas Choros y Damas		
Fecha	Velocidad (m s ⁻¹)	Dirección (°)	Fecha	Velocidad (m s ⁻¹)	Dirección (°)
30/11/2021	2.69	201.11	8/01/2022	1.25	280.15
1/12/2021	3.45	180.15	9/01/2022	1.50	258.28
2/12/2021	2.54	206.17	10/01/2022	1.72	152.09
3/12/2021	2.50	206.55	11/01/2022	1.95	163.18
4/12/2021	2.44	200.13	12/01/2022	2.73	176.18
5/12/2021	1.88	252.79	13/01/2022	3.03	177.51
6/12/2021	1.65	260.43	14/01/2022	2.73	189.34
7/12/2021	2.47	191.51	15/01/2022	1.58	183.44
8/12/2021	2.81	186.92	16/01/2022	3.21	178.38
9/12/2021	1.58	219.59	17/01/2022	4.31	179.52
10/12/2021	1.77	281.08	18/01/2022	3.28	194.65
11/12/2021	1.67	207.81	19/01/2022	2.95	200.41
12/12/2021	2.80	179.78	20/01/2022	3.87	180.94
13/12/2021	3.27	186.77	21/01/2022	3.02	175.69
14/12/2021	2.72	184.97	22/01/2022	2.91	170.56
15/12/2021	2.30	204.75	23/01/2022	2.63	205.57
16/12/2021	2.86	171.85	24/01/2022	2.19	246.53
17/12/2021	3.38	177.21	Min	1.25	152.09
18/12/2021	2.78	176.78	Max	4.31	280.15
19/12/2021	1.67	239.99	Mean	2.64	194.85
20/12/2021	1.40	202.96			
21/12/2021	1.66	187.80			
22/12/2021	1.41	182.25			
23/12/2021	2.24	164.90			
24/12/2021	2.54	177.23			
25/12/2021	1.85	212.93			
26/12/2021	1.69	249.93			
27/12/2021	1.80	261.78			
Min	1.40	164.90			
Max	3.45	281.08			
Mean	2.28	205.58			





Figura 17. Variación de velocidad y dirección en durante el periodo de estudio correspondiente a Isla Chañaral (panel superior) e Islas Choros y Damas (panel inferior), registrado en la estación Punta Choros (29° 14' 50.06" S, 71° 28' 4.69" W) (Fuente: <http://www.cezamet.cl/>).

En Isla Chañaral, la corriente tuvo principalmente una componente N-S, con mayores magnitudes en esta dirección y un predominio de flujo en dirección NNW (Figura 20, panel izquierdo). La serie temporal de las componentes u y v muestra una alternancia en la dirección de la corriente en toda la columna de agua, asociada principalmente a la componente de marea (Figura 18). Un rasgo importante es la observación de corrientes de mayor magnitud hacia el fondo, lo que presumiblemente esté asociado a la batimetría local (Figura 18 y Figura 21).

En Islas Choros y Damas, es similar a Isla Chañaral, la orientación de la corriente tuvo un predominio de la componente N-S (Figura 19); sin embargo, el flujo fue mayormente en dirección NNE (Figura 20). Cabe señalar que se observa un comportamiento anómalo de la componente v en los primeros 6 metros (Figura 19, panel inferior), con un flujo constante y valores cercanos a 1 m/s; estos valores se observan también en el gráfico de dispersión (Figura 20, panel derecho). No obstante, dicha anomalía parece no afectar el resto del registro, donde se observa una fuerte componente mareal, al igual que lo observado en Isla Chañaral. El perfil vertical de corrientes promedio, por otra parte, muestra valores menores y uniformes para la componente u, en comparación a la componente v, la cual exhibe valores mayores en superficie y una disminución gradual a partir de los 8 m de profundidad.

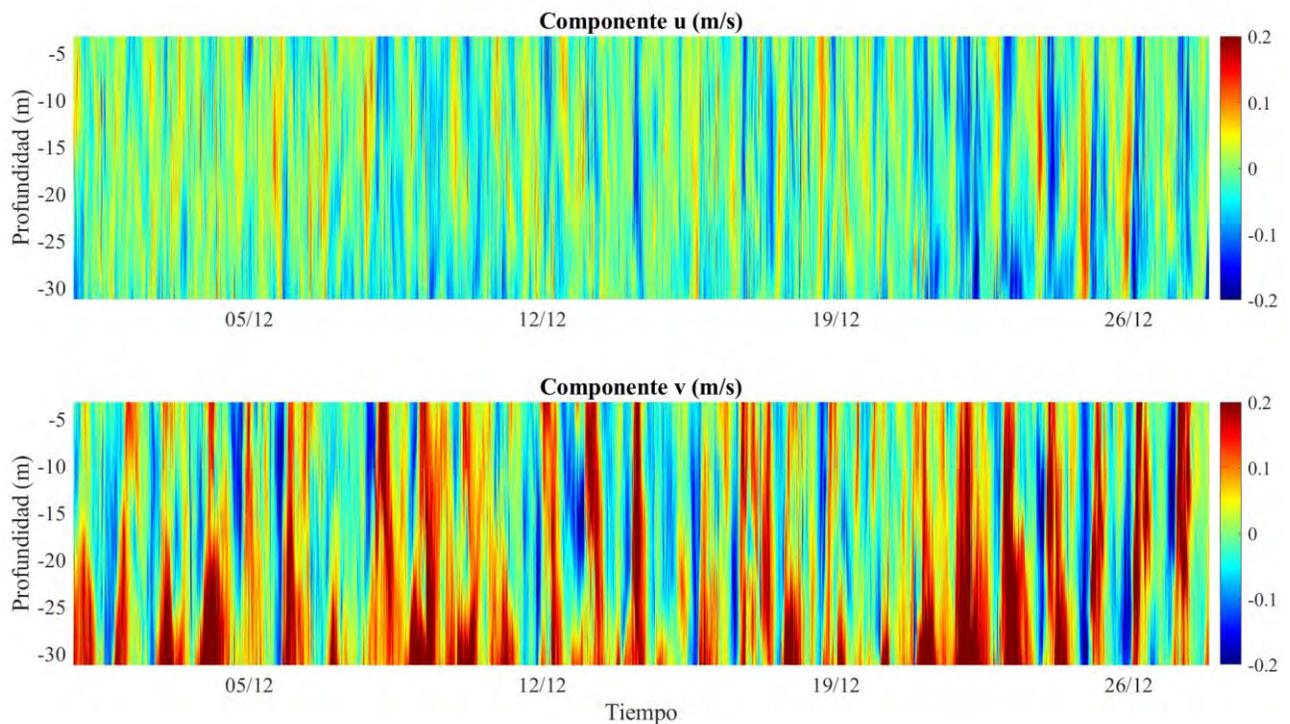


Figura 18. Variación temporal de los componentes ortogonales de velocidad u (W-E) y v (N-S) en Isla Chañaral, durante el periodo 30 nov. - 27 dic. de 2021.

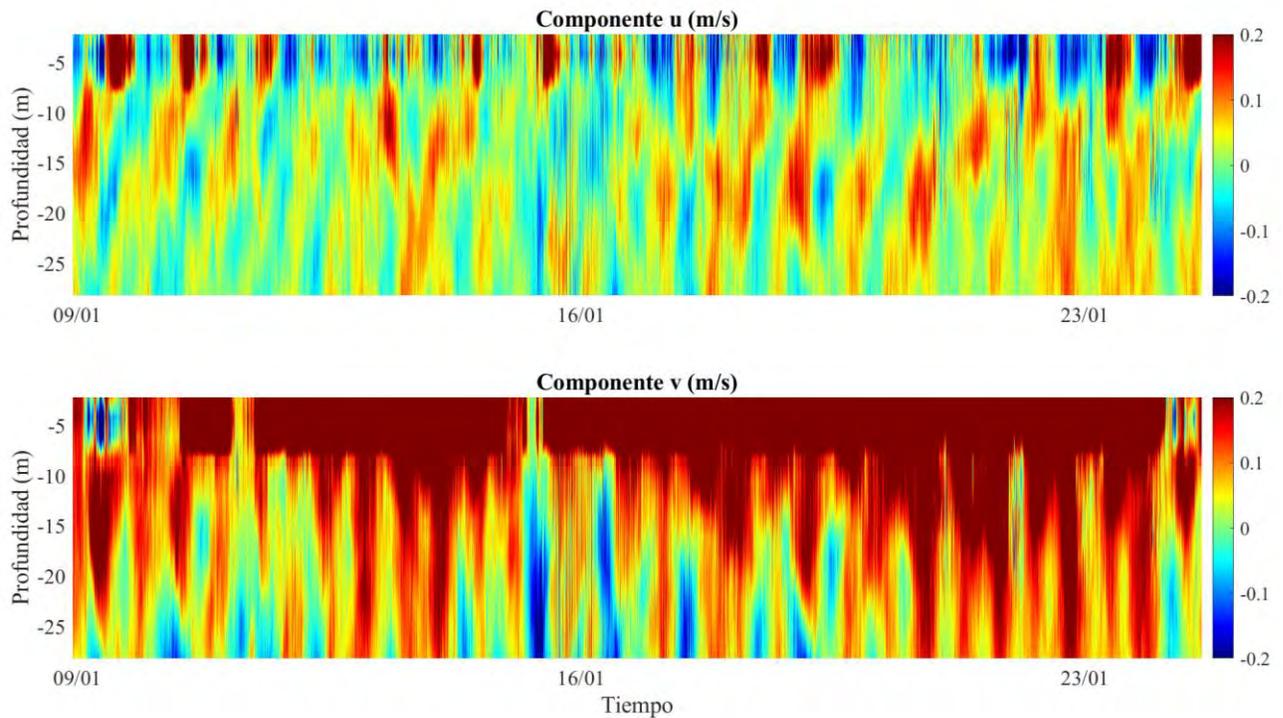


Figura 19. Variación temporal de los componentes ortogonales de velocidad u (W-E) y v (N-S) en Islas Choros y Damas, durante el periodo 8-24 de enero de 2022.

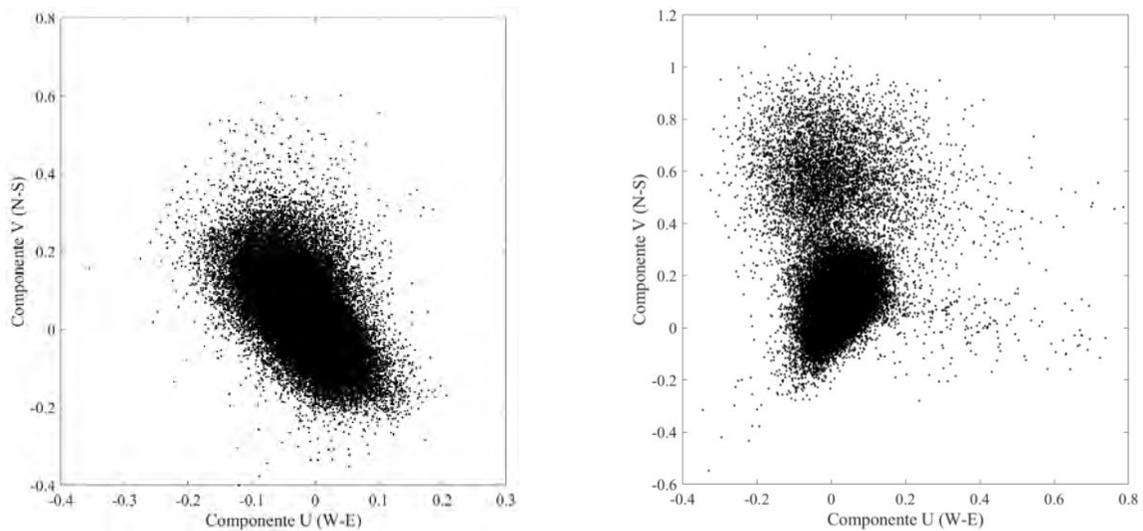


Figura 20. Gráfico de dispersión de los componentes ortogonales de velocidad u (W-E) y v (N-S) en Isla Chañaral (izquierda), durante el periodo 30 nov. - 27 dic. de 2021, y en Islas Choros y Damas, durante el periodo 8-24 de enero de 2022.

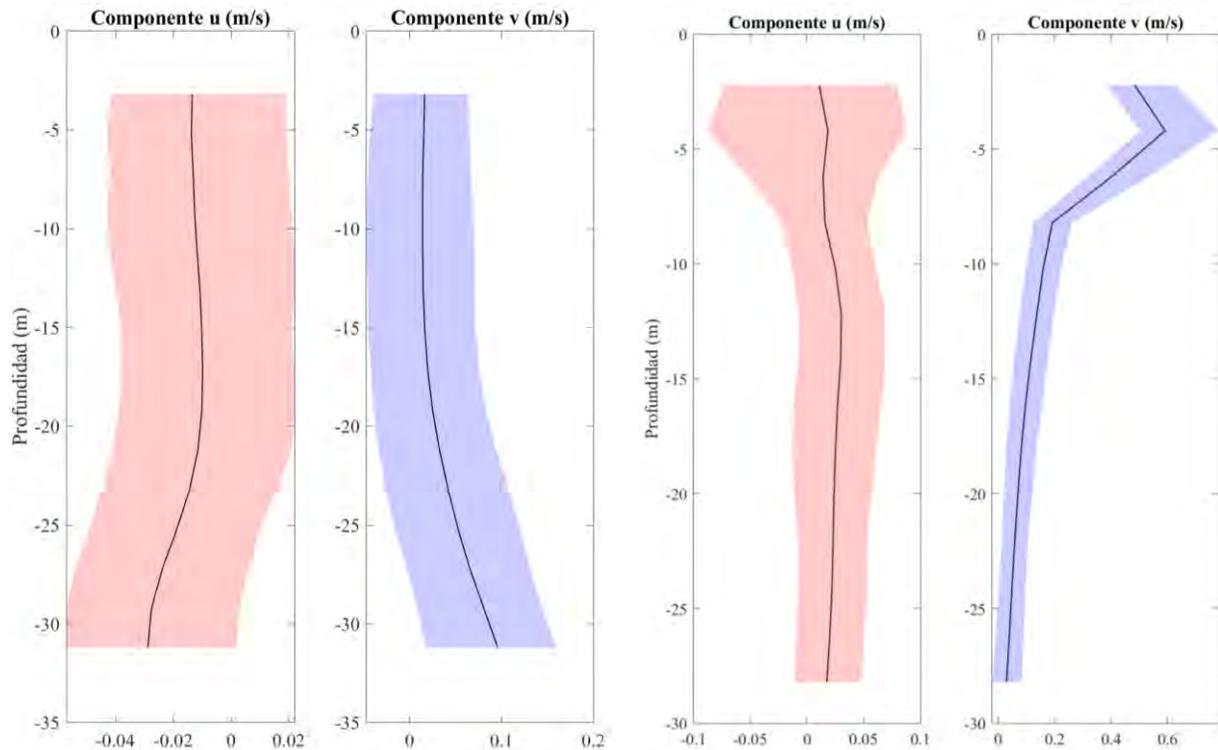


Figura 21. Perfiles de los componentes ortogonales de velocidad u (W-E) y v (N-S) en Isla Chañaral (panel izquierdo), durante el periodo 30 nov. - 27 dic. de 2021, y en Islas Choros y Damas (panel derecho), durante el periodo 8-24 de enero de 2022. La línea central representa el valor promedio, mientras que la zona de color representa los límites entre los percentiles 25% y 75%.

4.2.1.4 Descripción de masas de agua

Isla Chañaral

Las campañas realizadas muestran valores superficiales de temperatura en el rango de 13-14 °C. No se observa una termoclina marcada, sino un descenso lineal de la temperatura hasta aproximadamente 50 m de profundidad. Entre los 50 y 160 metros, se observa una condición uniforme, con valores de temperatura entre 12 y 12,5 °C. Bajos los 160 metros, se observa la aparición de una masa de agua diferente, disminuyendo desde 12 °C a < 10 °C, a 200 m de profundidad (Figura 22, panel izquierdo). Por su parte, la salinidad presenta un aumento gradual desde la superficie hasta los 160 metros, desde 34,50 a 34,75 PSU. Bajos los 160 metros, la salinidad comienza a disminuir gradualmente hacia el fondo, desde 34,78 a 34,73 PSU, lo cual es indicativo de la aparición de una nueva masa de agua (Figura 22, panel intermedio). Los perfiles de oxígeno disuelto muestran valores entre 6,5 y 7,6 mg/L en la capa superficial (primeros 10 a 20 metros), los que luego disminuyen progresivamente, en un gradiente que se extiende hasta los 60 a 80 metros de profundidad, donde se encuentran valores entre 1,6 y 2 mg/L. Bajo 80

metros de profundidad, los valores de concentración de oxígeno disuelto se mantienen uniformes en torno a 1,5 mg/L (Figura 22, panel derecho).

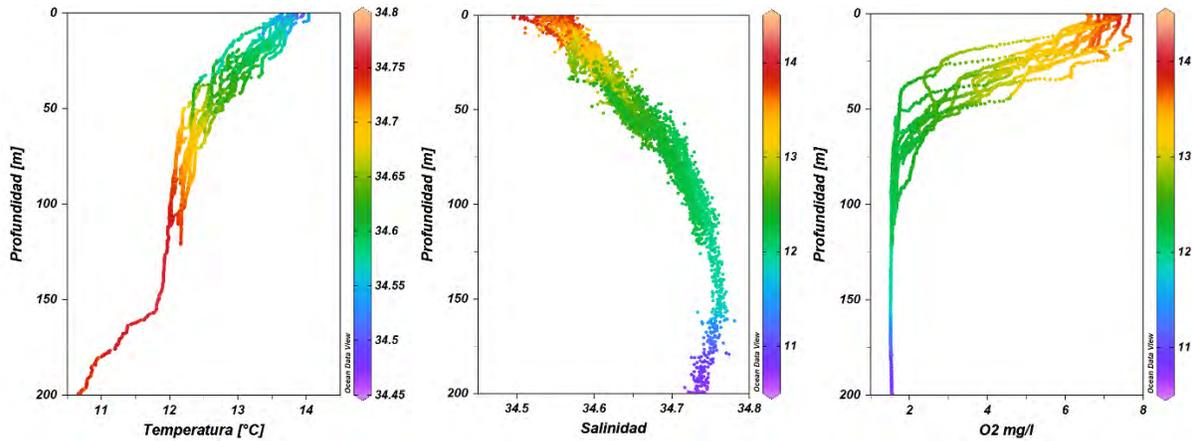


Figura 22. Perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, correspondientes a las estaciones de Isla Chañaral. Campaña 1 y 2.

El diagrama T-S muestra la presencia de una masa de agua con características intermedias entre el agua superficial subtropical (AST), más cálida y salina, delimitada por anomalías de densidad menores a $26,4 \text{ kg m}^{-3}$, y el agua subantártica (ASAA), con temperaturas menores a 12 °C y salinidades menores a $34,75 \text{ PSU}$. Este predominio de masas de agua con tales características es habitual en esta región, la cual marca una zona de transición entre ambas masas de agua superficiales (Figura 23).

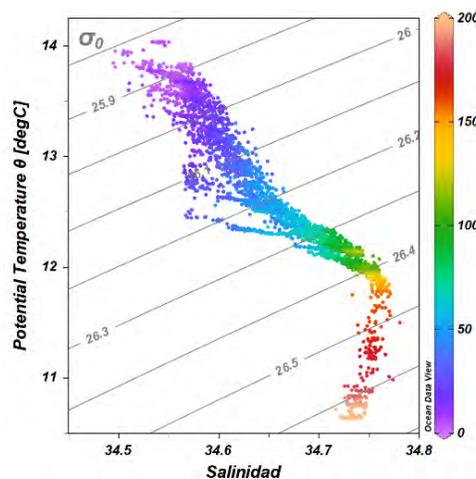


Figura 23. Diagrama T-S, correspondiente a las estaciones de Isla Chañaral.

Las secciones verticales de temperatura al norte y sur de Isla Chañaral muestran una capa superficial con valores mayores a 13,5 °C, la cual alcanza mayor profundidad hacia la costa, lo que representa mayores condiciones de mezcla en esta zona. Se observa un gradiente moderado entre los 20 y 50 metros, delimitado por las isotermas de 13,5 °C y 12,5 °C. Bajo los 50 metros de profundidad, se observa un estrato uniforme, con valores en torno a 12 °C (Figura 24).

Respecto a la distribución de salinidad, en ambas secciones se presentan características similares, con un aumento gradual desde superficie a fondo, sin presencia de gradientes pronunciados (Figura 25).

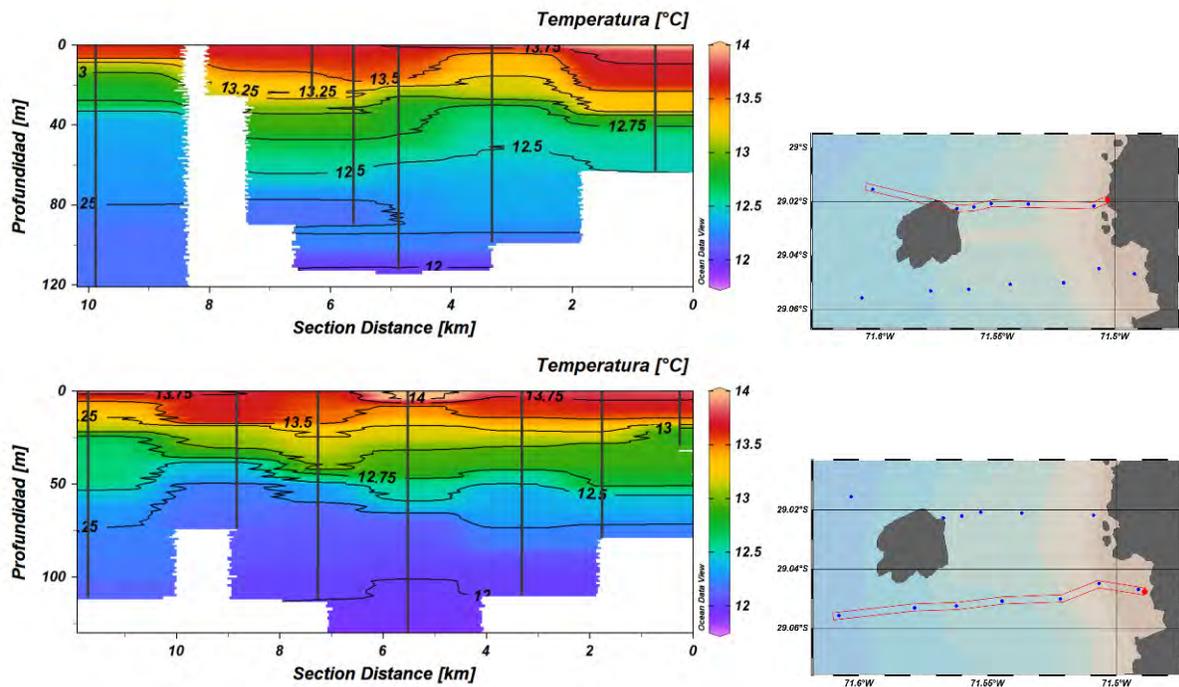


Figura 24. Secciones verticales de temperatura en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Isla Chañaral.

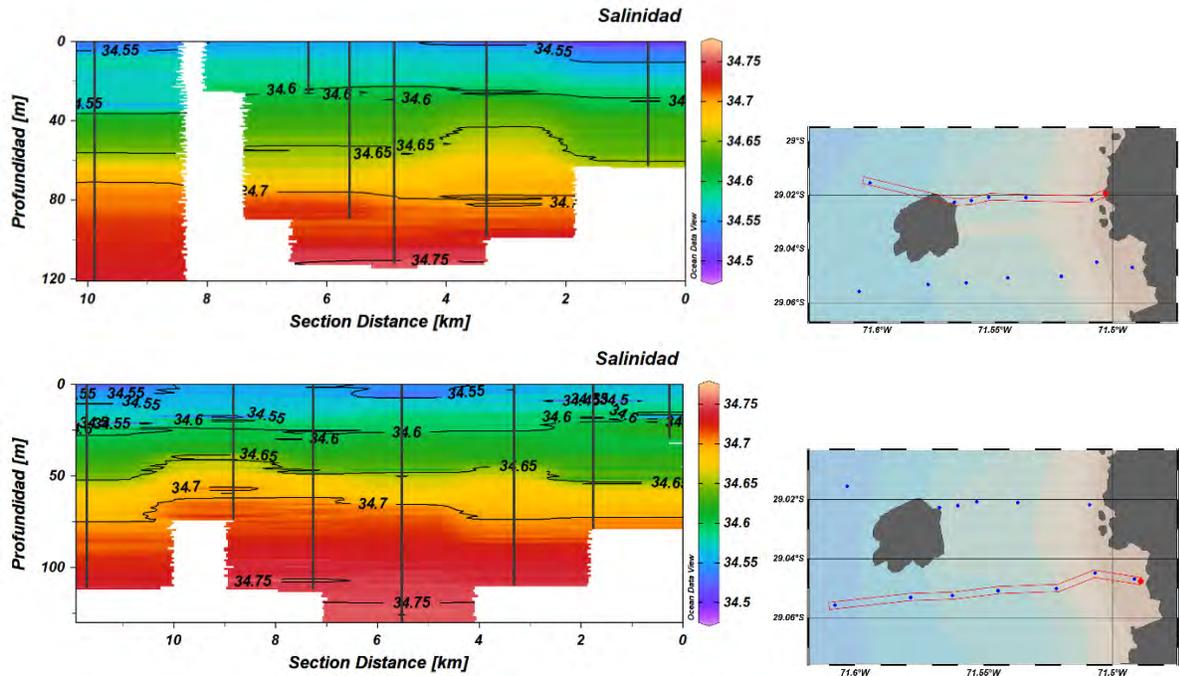


Figura 25. Secciones verticales de salinidad en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Isla Chañaral.

Por su parte las secciones verticales correspondiente a la distribución de oxígeno disuelto muestran una capa superficial bien oxigenada que varía entre 20 metros, en la zona oceánica, a 40 metros, cerca de la costa. Esto determina un gradiente horizontal que se hace más notorio en el transecto norte y que está delimitada aproximadamente por la isolínea de 6 mg/L (Figura 26). Un gradiente moderado se observa en ambos transectos, representado por una disminución de 6 a 3 mg/L. Bajo los 50 metros de profundidad, el oxígeno disuelto disminuye muy gradualmente, exhibiendo valores en torno a 2 mg/L hacia el fondo (Figura 26).

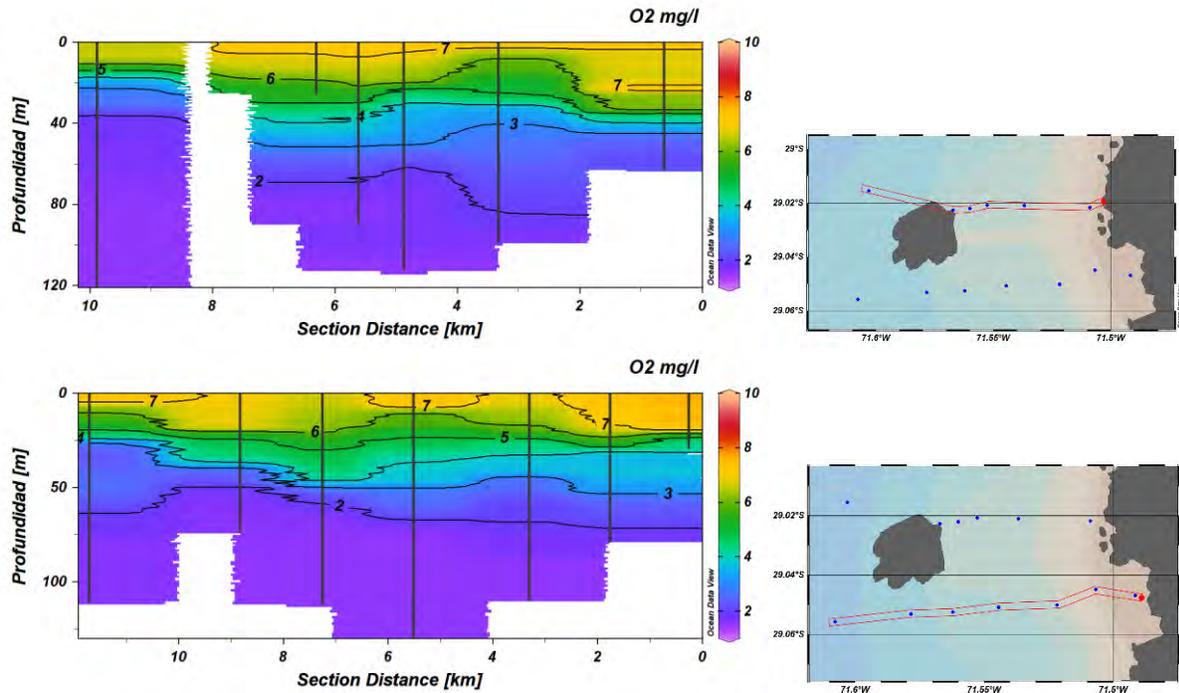


Figura 26. Secciones verticales de oxígeno disuelto en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Isla Chañaral.

En ambas campañas, la distribución horizontal de temperatura en superficie muestra condiciones homogéneas, con valores entre 13,5 y 14,0 °C, presentando condiciones levemente más cálidas hacia el océano y en torno a isla Chañaral. En contraste, a 50 metros de profundidad, se observan temperaturas en el rango de 12-12,5 °C, con una distribución horizontalmente uniforme (Figura 27, panel superior). Por su parte, la distribución de la salinidad en superficie mostró igualmente condiciones uniformes, con valores en torno a 34,55 PSU, mientras que a 50 metros de profundidad esta uniformidad se mantuvo en torno a 34,65 PSU (Figura 27, panel medio). Finalmente, el oxígeno disuelto exhibió también condiciones horizontalmente uniformes en superficie, con valores en el rango de 7-7,5 mg/L. A diferencia de la temperatura y salinidad, el oxígeno disuelto mostró una mayor diferencia respecto a la superficie, con un rango de 2,5-3 mg/L a 50 metros, aunque manteniendo patrón de uniformidad horizontal (Figura 27, panel inferior).

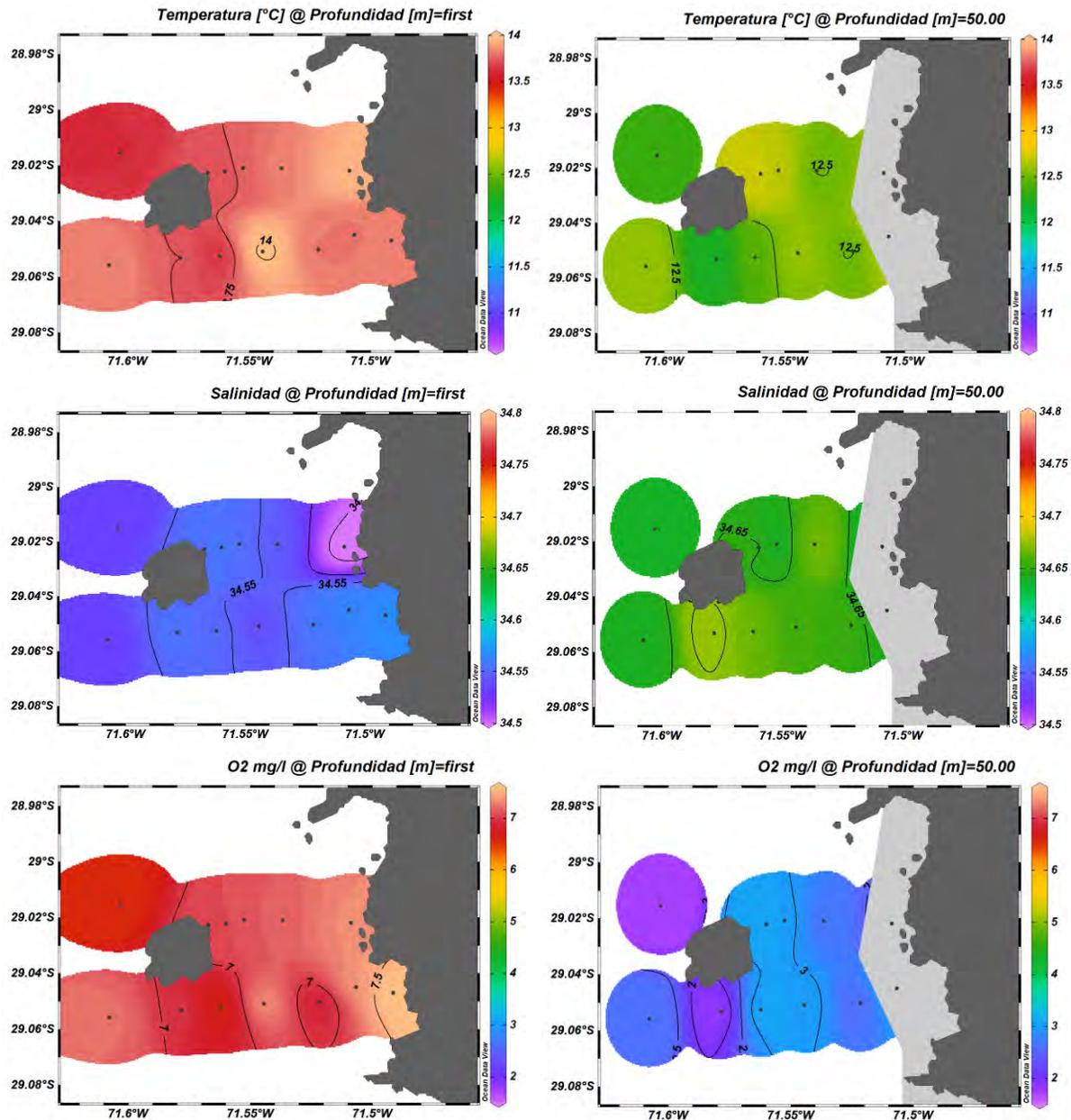


Figura 27. Distribución horizontal de temperatura (panel superior), salinidad (panel central) y oxígeno disuelto (panel inferior) en superficie (izquierda) y a 50 metros de profundidad (derecha) en el sector Isla Chañaral.

Islas Choros y Damas

Los perfiles de temperatura en el sector de Islas Choros y Damas en ambas campañas mostraron en su conjunto un patrón vertical similar a lo observado en Isla Chañaral, con la salvedad de exhibir perfiles con un mayor gradiente y mayores temperaturas superficiales en aquellas estaciones localizadas al SE del área de estudio; no obstante, el rango fue levemente mayor,



variando entre 13,4 y 15,6 °C en superficie. Fuera de esta diferencia, la distribución vertical es similar a Isla Chañaral, con una disminución sostenida hasta los 40-50 metros y luego una condición de homeotérmica desde los 50 metros hacia el fondo. Otra diferencia es que, debido a la menor profundidad, en esta zona no aparece la masa de agua más fría que se observa bajo los 160 m en Isla Chañaral (Figura 28, panel izquierdo). Los perfiles de salinidad presentaron un gradiente similar a Isla Chañaral, aunque con valores levemente menores en superficie, aumentando gradualmente a valores en torno a 34,75 PSU, en torno a los 150 metros de profundidad (Figura 28, panel medio). En comparación a lo observado en isla Chañaral, los perfiles de oxígeno disuelto en este sector mostraron un par de estaciones costeras con valores en torno a 12 mg/L, los cuales se localizaron a nivel subsuperficial, en torno a 3 m. Luego de un gradiente que se extiende hasta los 60 a 80 metros de profundidad, los valores de concentración de oxígeno disuelto se mantienen uniformes en torno a 1,5 mg/L, similar a lo observado en Isla Chañaral (Figura 28, panel derecho).

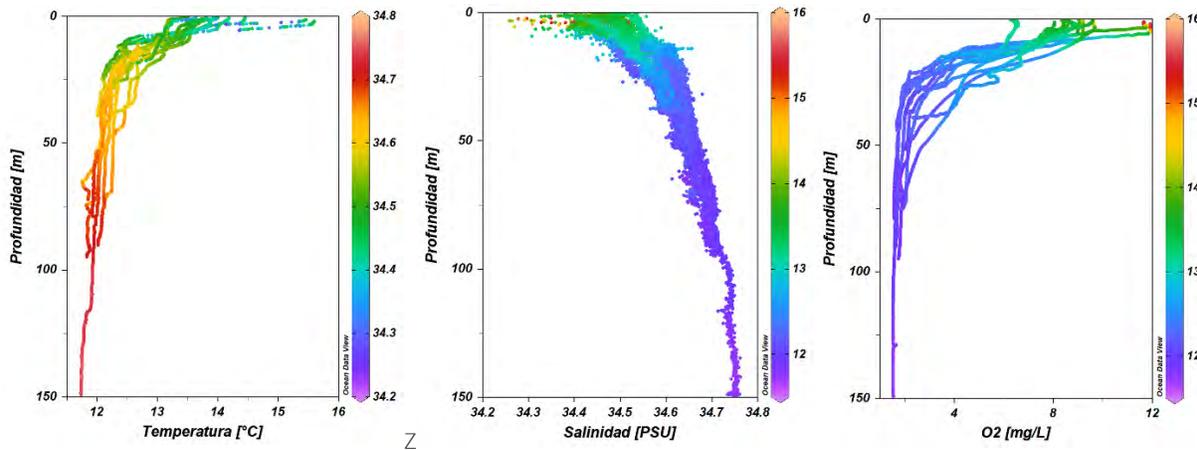


Figura 28. Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, correspondientes a las estaciones de Islas Choros y Damas. Campañas 1 y 2.

El diagrama T-S correspondiente a al sector Islas Choros y Damas muestra la presencia de una masa de agua correspondiente principalmente a agua superficial subtropical (AST) y una aparición incipiente de agua subantártica (ASAA) hacia el fondo, lo que es característico de la región de transición entre ambas masas de agua superficiales. En esta zona no aparece el agua ecuatorial subsuperficial (AESS), ya que esta se comienza a definir a mayor profundidad (Figura 29).

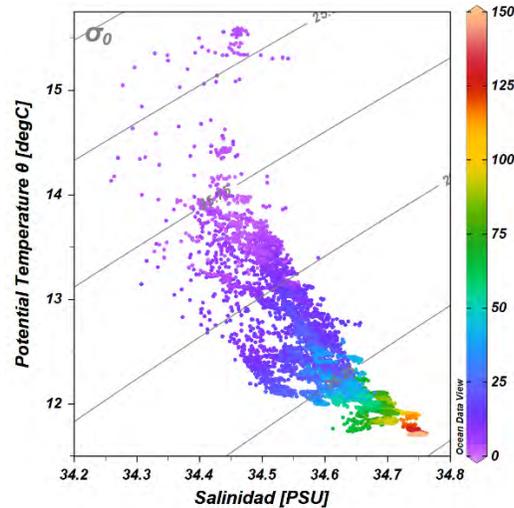


Figura 29. Diagrama T-S, correspondiente a las estaciones de Islas Choros y Damas. Campaña realizada el 18 de diciembre de 2020.

Las secciones de temperatura muestran un gradiente en superficie, con una estratificación en los primeros 20 metros, delimitadas por la isoterma de 12,5 °C. En la sección norte, esta capa superficial alcanza mayor profundidad hacia la costa, mientras que en la sección sur la isoterma de 12,5 °C en las cercanías de la isla. En la sección sur se observan mayores temperaturas hacia la costa, con valores mayores a 14 °C. Bajo los 50 m, la temperatura mantiene características uniformes a lo largo de ambos transectos (Figura 30).

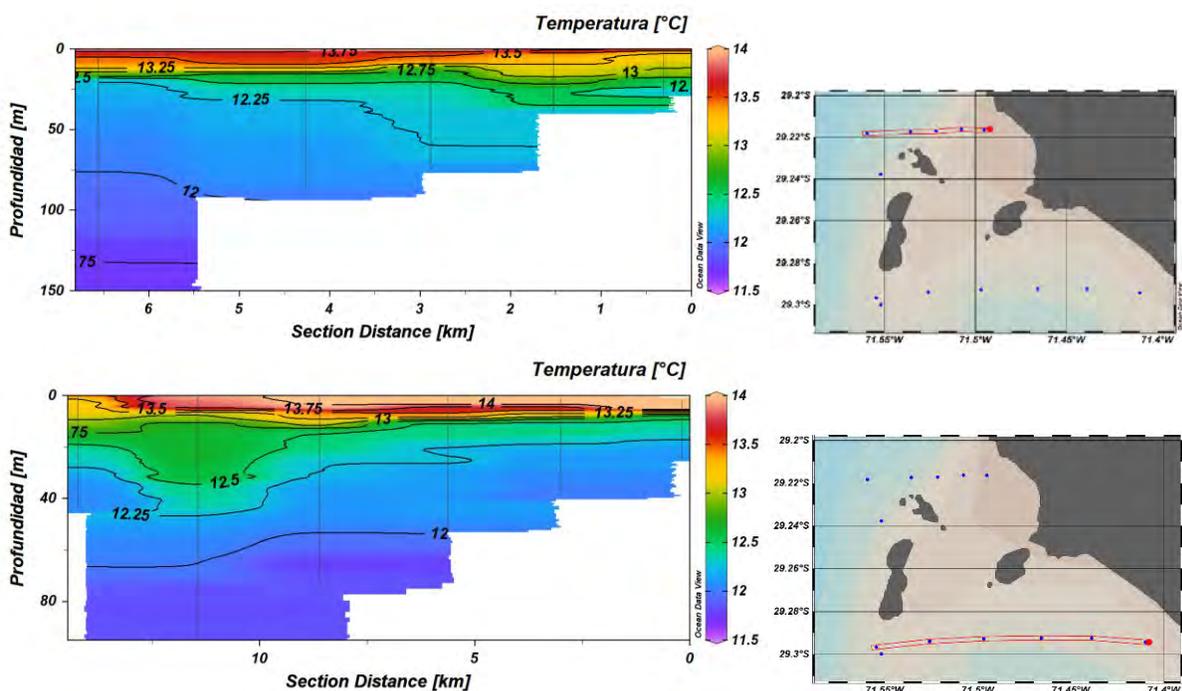


Figura 30. Secciones verticales de temperatura en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Islas Choros y Damas.

Las secciones de salinidad presentan un aumento gradual en profundidad en ambas secciones, aumentando desde 34,45 a 34,70 PSU desde superficie hasta los 100 metros de profundidad. La zona costera de la sección norte exhibe valores cercanos a los 34,75 PSU bajo los 100 m. En ambas secciones se puede observar un leve gradiente horizontal, definido por la isohalina de 34,60 PSU, la cual se profundiza hacia la costa (Figura 31).

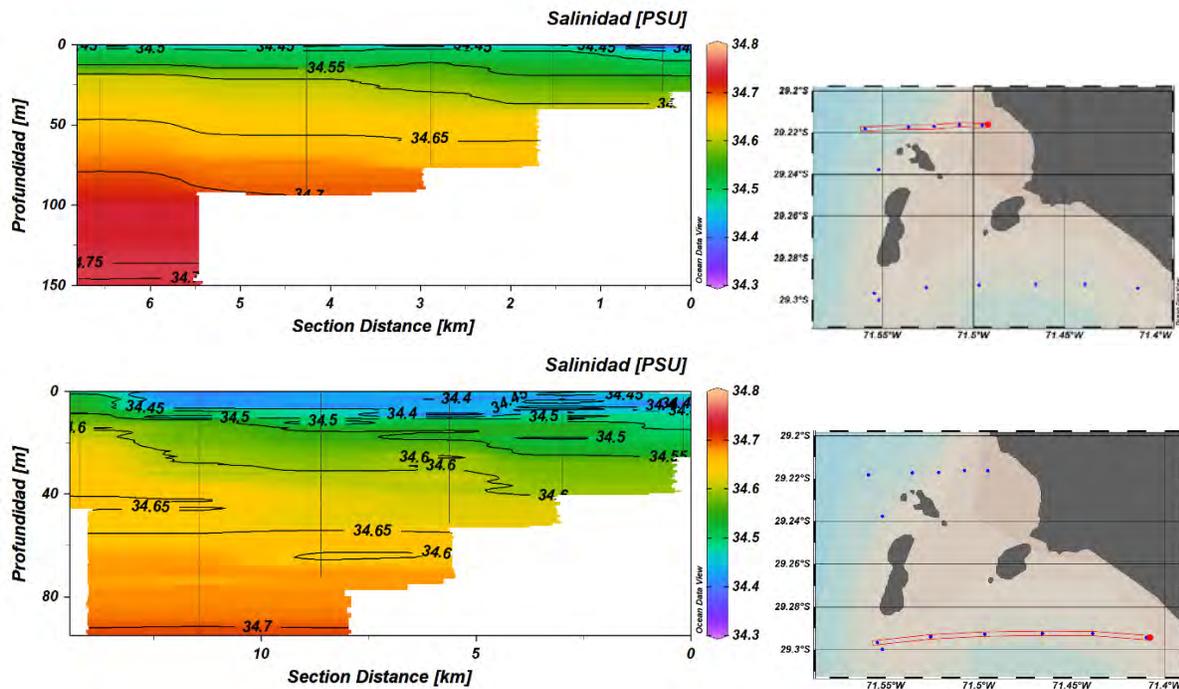


Figura 31. Secciones verticales de salinidad en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Islas Choros y Damas.

La distribución del oxígeno disuelto a lo largo de las secciones norte y sur muestra una capa superficial delimitada por la isolínea de 6 mg/L, la cual alcanza mayor espesor hacia la costa en la sección norte. Por otra parte, la sección sur muestra valores > 9 mg/L hacia la costa en esta capa superficial. Un rasgo que destacar es la profundización de la isolínea de 3 mg/L en torno a la Isla Choros. Bajo los 50 metros, en general, ambas secciones muestran condiciones aproximadamente uniformes, en torno a 2 mg/L (Figura 32).

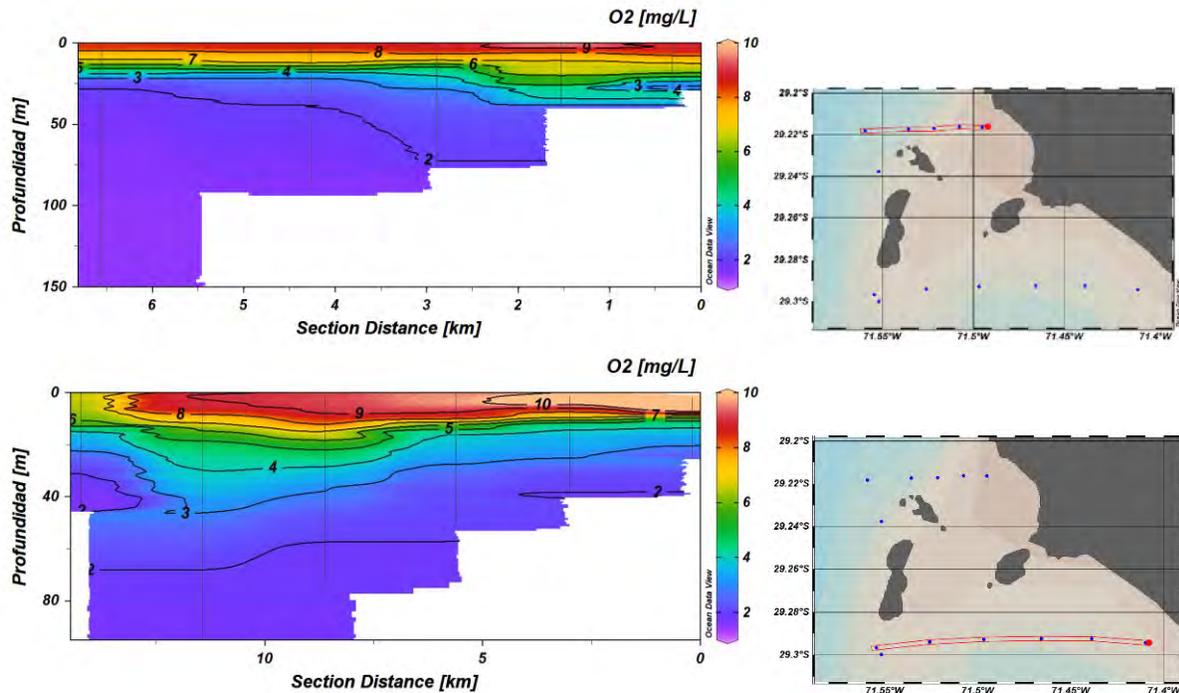


Figura 32. Secciones verticales de oxígeno disuelto en los transectos ubicados al norte (panel superior) y sur (panel inferior) de Islas Choros y Damas.

La distribución superficial de temperatura muestra condiciones homogéneas en el sector norte, mientras que el sector sur exhibe un marcado gradiente, con aguas más cálidas hacia la costa. Por su parte, a los 50 m se observa una condición horizontal homogénea, con valores en torno a 12,5 °C (Figura 33, panel superior). La distribución horizontal de salinidad en superficie muestra una composición uniforme, en torno a 34,45 PSU, mientras que ésta aumenta a 34,65 PSU a 50 m, presentando condiciones igualmente homogéneas horizontalmente (Figura 33, panel medio). Al igual que la temperatura, el oxígeno disuelto muestra un marcado gradiente horizontal en superficie, específicamente, en el sector sur; mientras el transecto norte presenta valores en torno a 9 mg/L, el transecto sur exhibe un gradiente que va de 7 a > 10 mg/L (Figura 33, panel inferior).

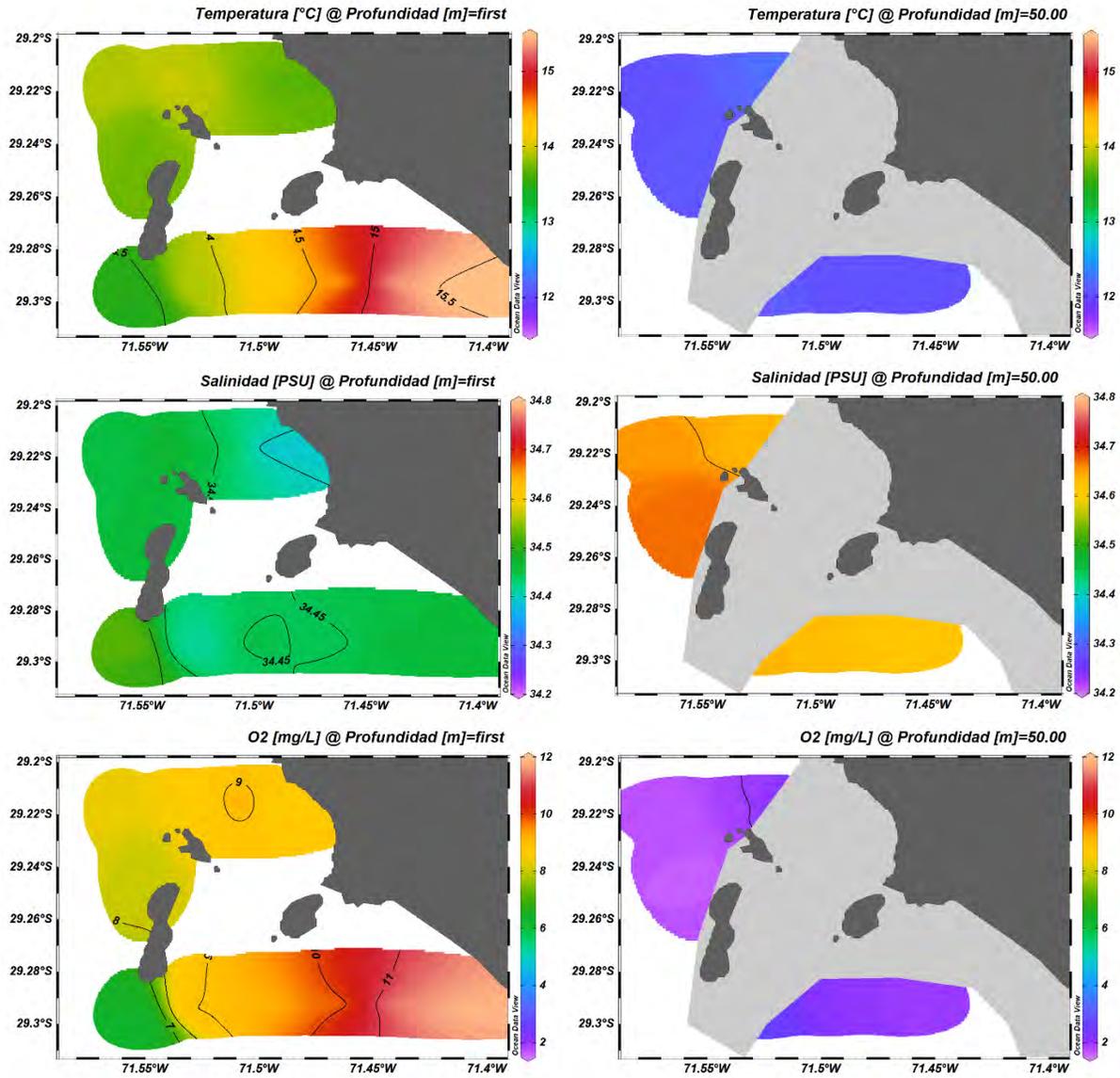


Figura 33. Distribución horizontal de temperatura (panel superior), salinidad (panel central) y oxígeno disuelto (panel inferior) en superficie (izquierda) y a 50 metros de profundidad (derecha) en el sector Islas Choros y Damas.

4.3 Objetivo específico 2. Determinar el estado poblacional y de conservación de los principales recursos hidrobiológicos, incluyendo los invertebrados y algas objeto de conservación y de las comunidades ecológicas de ambas Reservas Marinas

4.3.1 Carta Batimétrica

4.3.1.1 Isla Chañaral

La zona submareal de la isla Chañaral presenta una topografía que se caracteriza por una pendiente abrupta, con profundidades que alcanzan los 25 m a menos de 500 m de la costa en la zona norte y sur-oeste, y a menos de 250 m en el resto de la isla. En cuanto al tipo de fondo, se observa un predominio de las plataformas rocosas y de sustratos duros de mayor tamaño. Los sustratos blandos se circunscriben solo al sector noreste de la isla (Figura 34).

4.3.1.2 Isla Damas

En general, la zona submareal de la isla Damas presenta una topografía que se caracteriza por una pendiente más abrupta hacia el norte de la isla, mientras que los fondos descienden de manera más paulatina hacia el sur, llegando a desarrollarse una gran planicie de orientación SW-NE, la que se modela hasta los -20 m, de manera de acotar el modelo batimétrico a la zona submareal cercana a la isla. En cuanto a los sustratos predominantes también se aprecia un patrón espacial, en donde los sustratos más duros y gruesos se concentran en las zonas norte y noroeste de la isla, mientras que hacia el sur y sureste se observa una mayor disgregación del sustrato, encontrándose incluso sectores arenosos y otros en que se mezcla conchuela, guijarros y algunas fracciones de mayor tamaño (Figura 35).



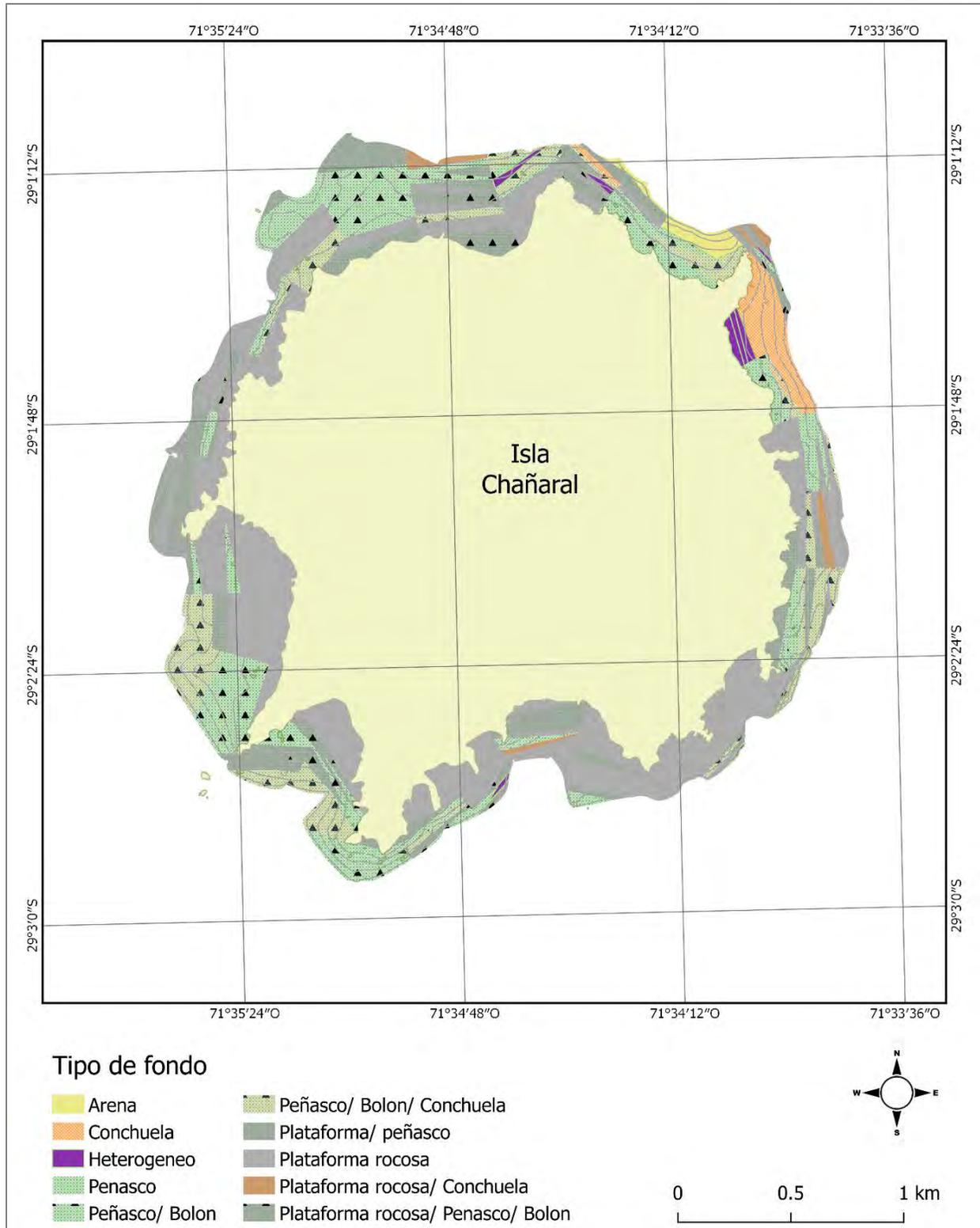


Figura 34: Isolíneas de profundidad y tipos de sustrato que componen la zona submareal en torno a la Isla Chañaral.

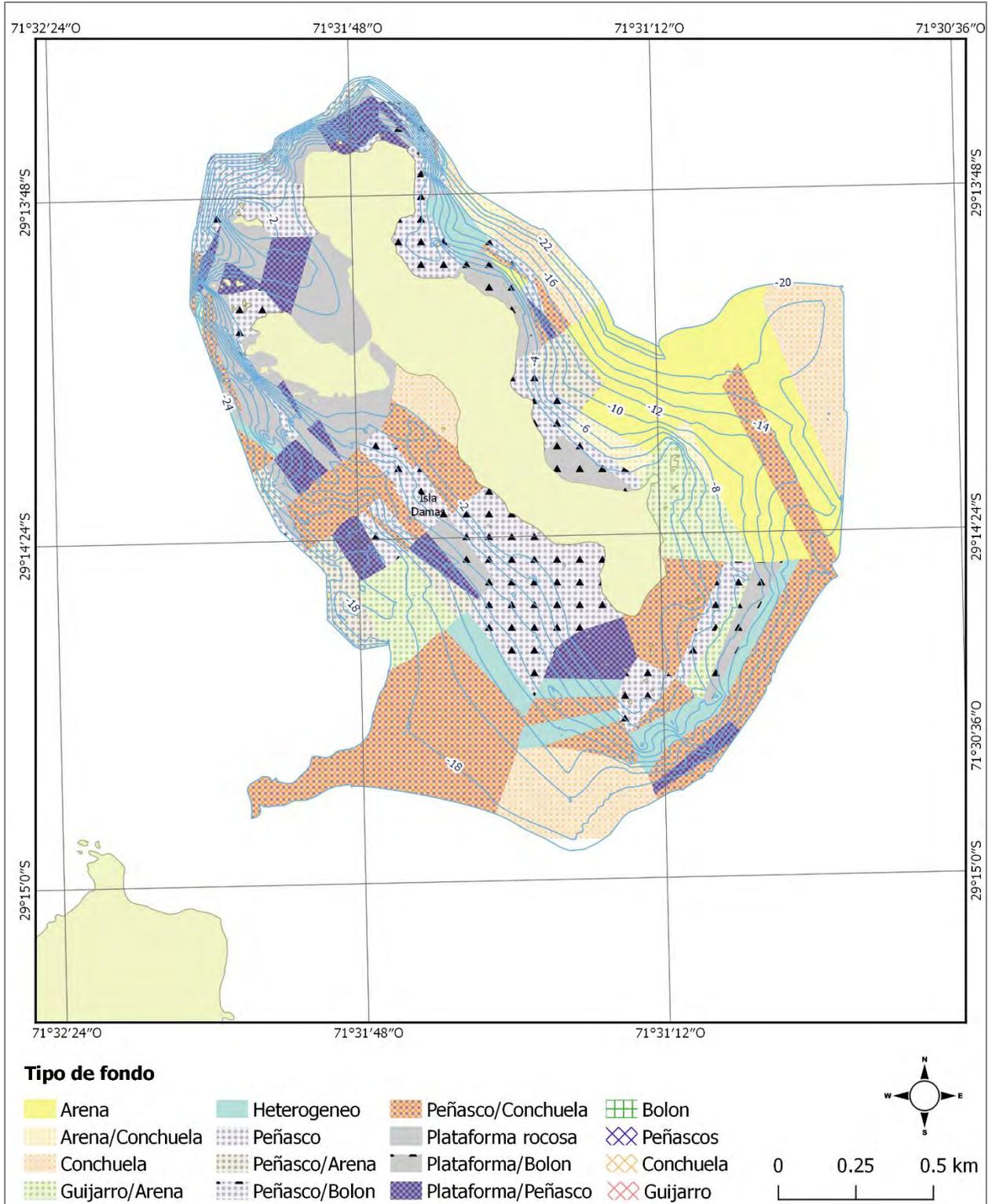


Figura 35. Isolíneas de profundidad y tipos de sustrato que componen la zona submareal en torno a la Isla Damas.

4.3.2 Delimitación del sustrato habitado por cada especie de interés

4.3.2.1 Isla Chañaral

El área total prospectada alcanzó las 257,3 Hectáreas, y correspondió a la zona submareal en torno a la Isla Chañaral cuya profundidad es menor a 25m. A partir de la identificación de polígonos de Voronoi se delimitaron las áreas con presencia de los recursos estudiados. Estos polígonos describen las distribuciones espaciales de cada recurso bentónico, y a partir de ellas se estimaron las superficies habitadas por cada una de las especies para ambas campañas (Tabla 26).

En el caso de los invertebrados considerados recursos pesqueros, se aprecia que las lapas (*F. cumingi* y *F. latimarginata*) predominan en los estratos más someros, mientras que los estratos más profundos son ocupados mayoritariamente por el loco (*C. concholepas*) (Figura 36).

Los recursos algales por otra parte se distribuyen por todo el submareal de la isla, predominando el recurso huairo palo (*L. trabeculata*), mientras que huairo negro (*L. berteroana/ spicata*) aparece en la zona intermareal, presentando un cinturón continuo de la macroalga, con incursiones en estratos someros del submareal (Figura 37).

Tabla 26. Superficies habitadas por recurso en la zona submareal de Isla Chañaral.

Especie	Campaña 1 Área (m ²)	Campaña 2 Área (m ²)
Invertebrados		
<i>Concholepas concholepas</i>	568.155	688.900
<i>Fissurella latimarginata</i>	656.345	441.460
<i>Fissurella cumingi</i>	189.785	368.414
<i>Loxechinus albus</i>	73.247	20.487
Algas		
<i>Lessonia trabeculata</i>	1.959.470	1.627.834
<i>Lessonia spicata/berteroana</i>		
<i>Submareal</i>	409.897	247.165
<i>Intermareal</i>	105.279	163.093



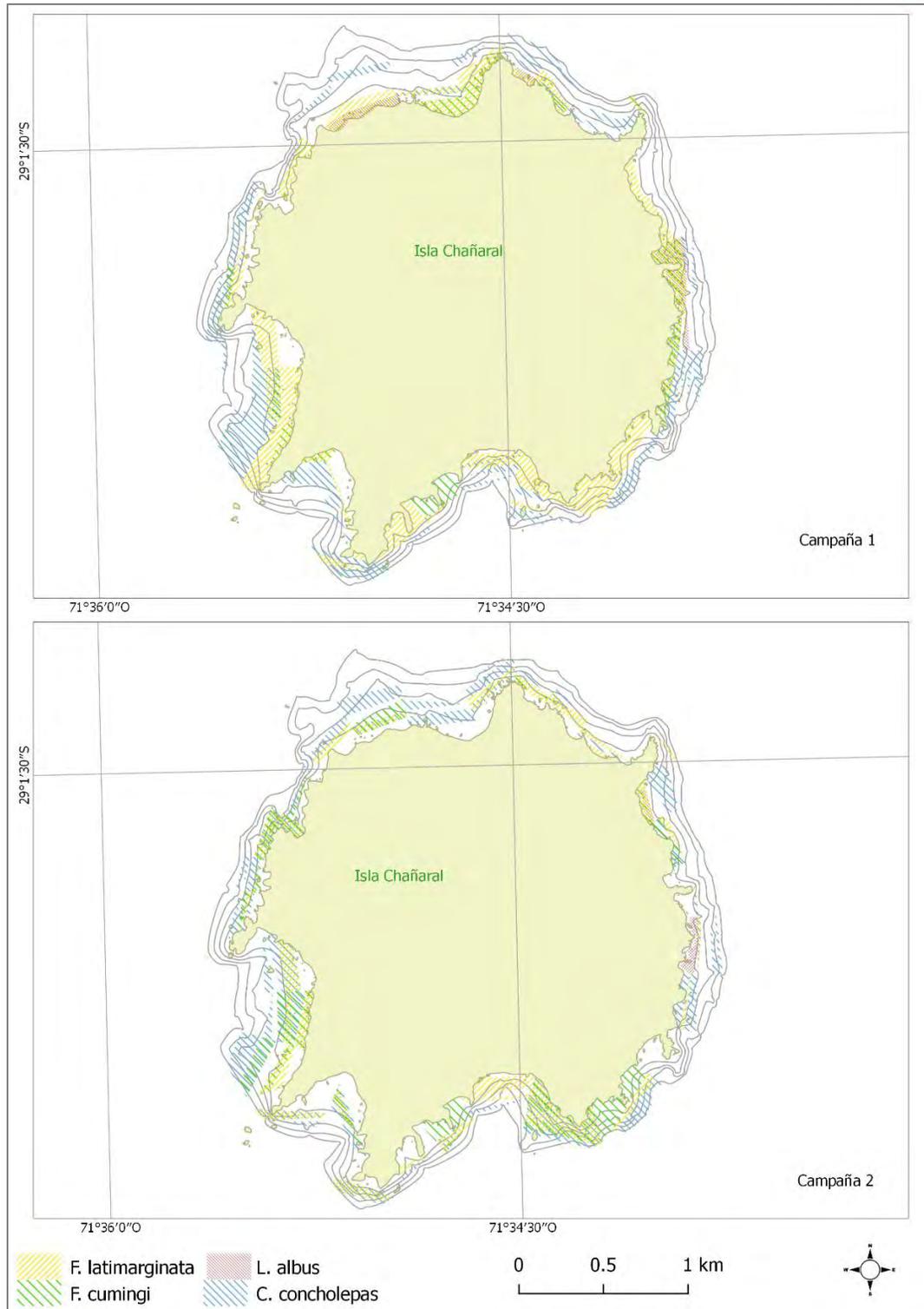


Figura 36. Distribución espacial de los sustratos habitados por recursos bentónicos (loco, lapas y erizo) en la zona submareal de la Isla Chañaral, registrados durante la campaña 1 (arriba) y la campaña 2 (abajo).

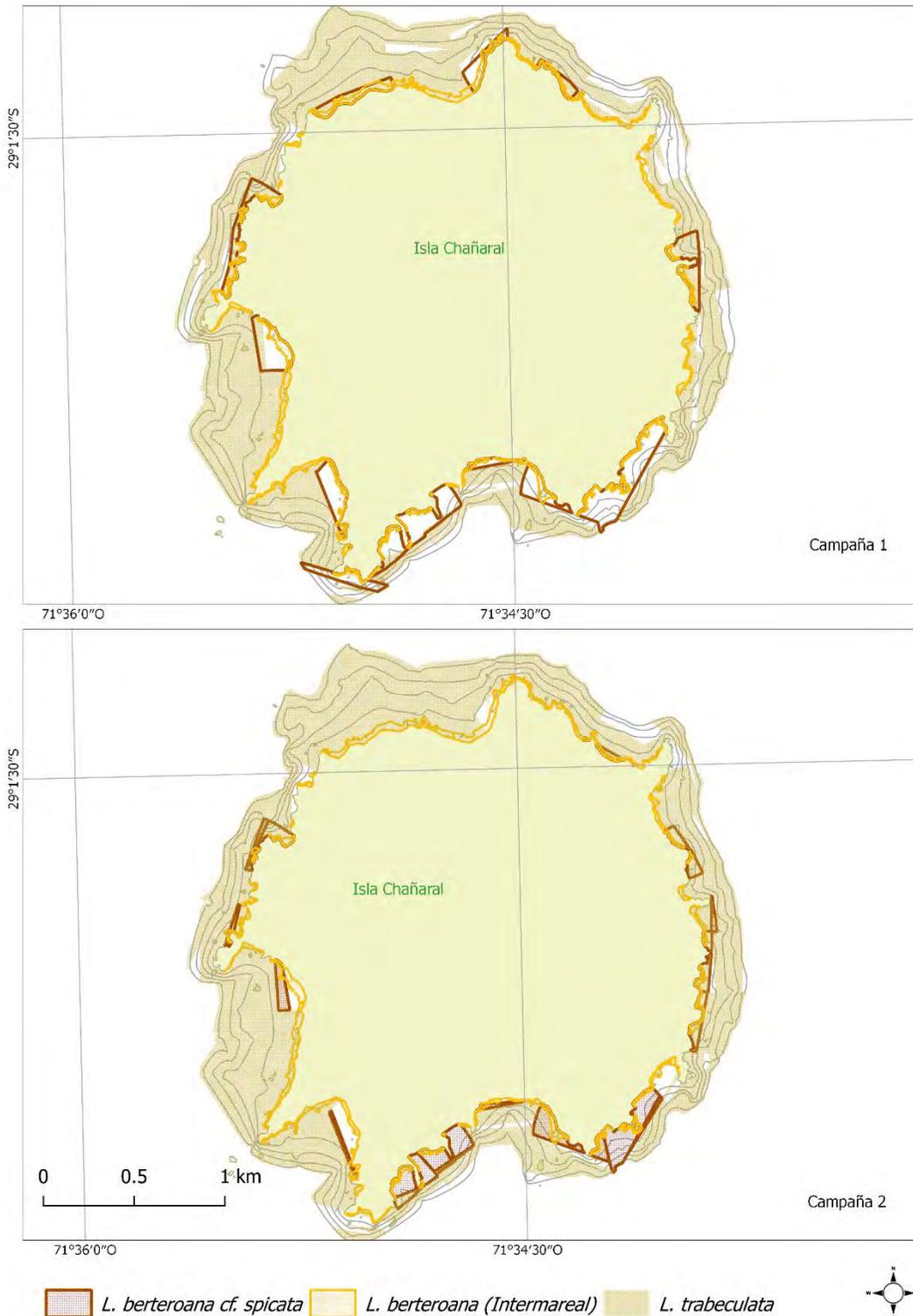


Figura 37. Distribución espacial de los sustratos habitados por recursos algales (huir negro y huir palo) en la zona submareal de la Isla Chañaral y huir negro intermareal, registrados durante la campaña 1 (arriba) y la campaña 2 (abajo).

4.3.2.2 Isla Damas

El área total prospectada alcanzó las 278,5 Hectáreas, y correspondió la zona submareal en torno a la Isla Damas, cuya profundidad es menor a 25m. A partir de la identificación de los polígonos de Voronoi que mostraron la presencia de los recursos estudiados, se describen sus distribuciones espaciales y se estiman las superficies habitadas por cada una de las especies (Tabla 27).

Tabla 27. Superficies habitadas por recurso en el submareal de Isla Damas.

Especie	Campaña 1 Área (m ²)	Campaña 2 Área (m ²)
Invertebrados		
<i>Concholepas concholepas</i>	457.117	530.167
<i>Fissurella latimarginata</i>	344.464	334.982
<i>Fissurella cumingi</i>	46.722	68.257
<i>Fissurella nigra</i>	39.909	3.310
<i>Loxechinus albus</i>	63.564	1.668
Algas		
<i>Lessonia trabeculata</i>	1.199.627	1.388.000
<i>Macrocystis pyrifera</i>	147.929	127.986
<i>Lessonia spicata/berteroana</i>		
Submareal	18.179	49.016
Intermareal	104.614	125278

Entre los recursos bentónicos, aquellos que cubrieron una mayor área se encuentran el loco (*C. concholepas*) y la lapa negra (*F. latimarginata*), mientras que para *L. albus*, *F. nigra* y *F. cumingi*, se observaron áreas de distribución muy acotadas, menores al 3% de la superficie total en la primera campaña (Figura 38, izquierda), y cubriendo una superficie aún menor durante la segunda campaña de muestreo (Figura 38, derecha).

En el caso de los recursos algales, el alga huiro palo (*L. trabeculata*), cubre una gran parte del total del área prospectada en el submareal (43% durante la primera campaña y un 50% durante la segunda), mientras que para huiro negro (*L. berteroana/spicata*), se observó un cinturón de la macroalga cubriendo casi la totalidad de la franja intermareal de la isla, con espacios no cubiertos solamente en el centro de la isla durante la primera campaña, mientras que durante la segunda etapa del monitoreo el cinturón cubrió la totalidad de la zona litoral. En el submareal se observa la presencia de esta alga en algunas zonas aisladas (Figura 39). Hacia el sur de la isla, en estratos someros, se registró la presencia de huiro flotador (*M. pyrifera*) cubriendo una superficie de 14, 8 ha en la primera campaña y de 12,8 ha. en la segunda (Figura 39).



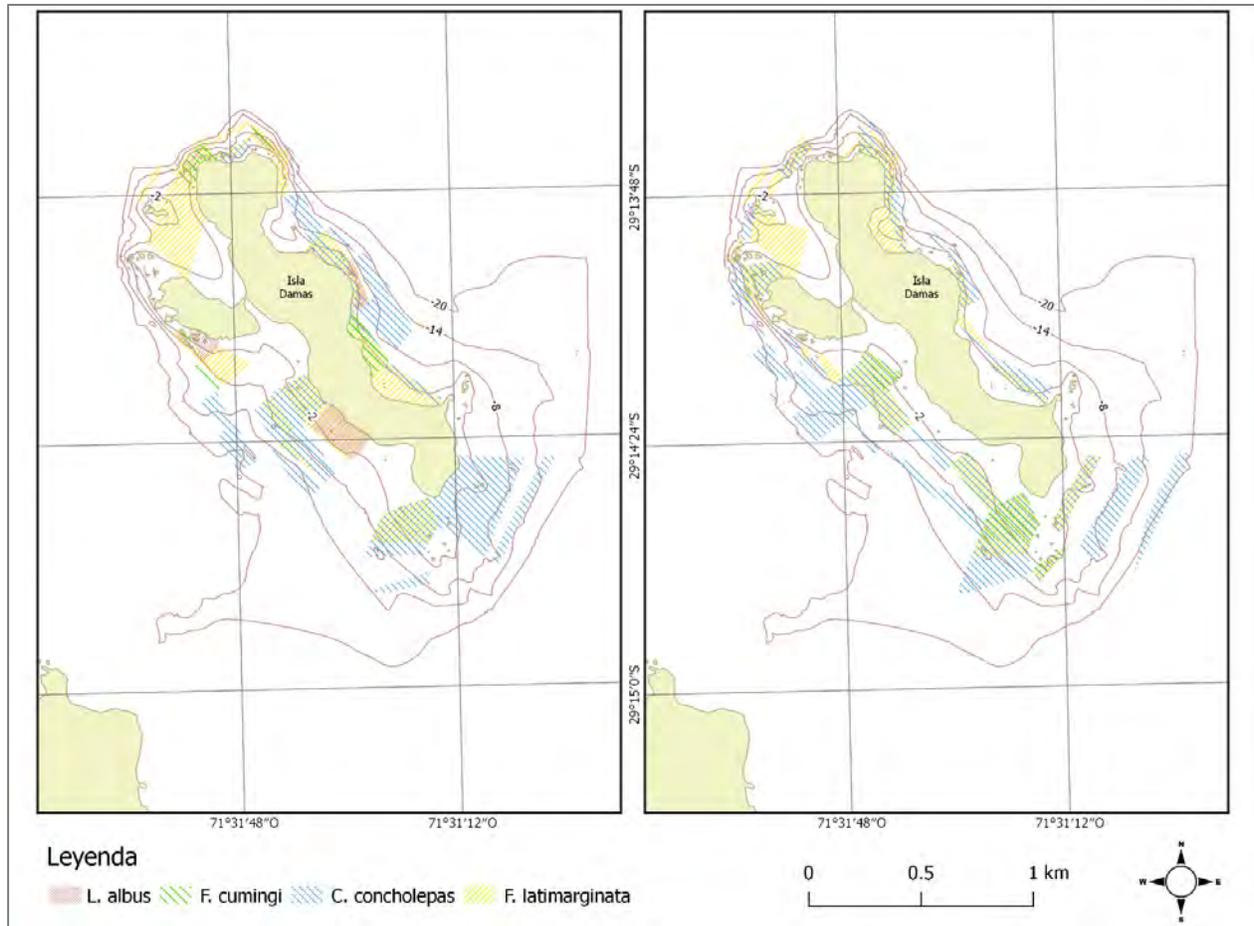


Figura 38. Sustratos habitados por los recursos bentónicos loco, lapa negra, lapa rosada y erizo, en la zona submareal de la Isla Damas, registrados durante la campaña 1 (izquierda) y la campaña 2 (derecha) de muestreo.

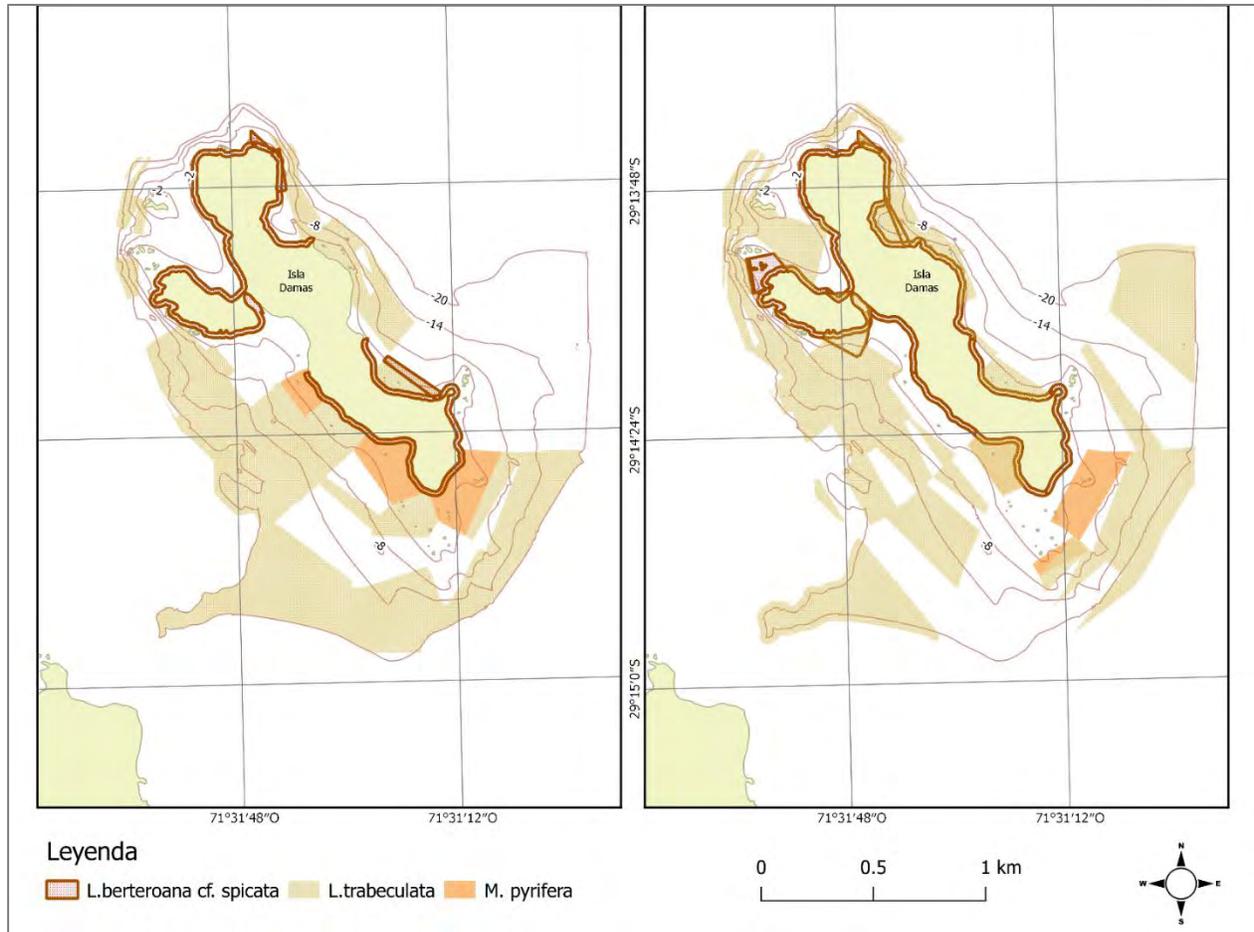


Figura 39. Sustratos habitados por los recursos algales huiro negro, huiro palo y huiro flotador en la zona submareal e intermareal de la Isla Damas, registrados durante la campaña 1 (izquierda) y la campaña 2 (derecha) de muestreo

4.3.3 Evaluación Directa de los Recursos Algales, Bentónicos, e Invertebrados Marinos

4.3.3.1 Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC)

Loco (*Concholepas concholepas*)

Densidad, Abundancia y Biomasa: en la Primera campaña la densidad media estimada para el recurso loco fue de 0,38 ind/m², con un sustrato habitado de 57 ha, resultando en una abundancia de 213 mil individuos. De esta, se estimó un stock (fracción de la población mayor a los 10 cm de longitud) de 114 mil individuos. La biomasa total y del stock fue estimada en 48 y 36 toneladas respectivamente, con una fracción explotable de un 54% de la población. En tanto, en la segunda campaña se estimó una densidad de 0,76 ind/m² y un sustrato habitado de 69 ha lo que resulta en un aumento de la abundancia a 527 mil individuos. El stock fue estimado en 218 mil ind y la biomasa total y del stock fue de 140 y 74 t respectivamente (Tabla 28).

Estructura de tallas: en la primera campaña del total de individuos muestreados, se estimó una talla media de 96,5 mm situándose bajo la mediana y la moda que se estimaron en 101 y 111mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 40 mm y 128mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó que alrededor del 54% de la población estimada para estuvo sobre la talla mínima legal de extracción (100 mm). En tanto en la segunda campaña se estimó una talla media de 98,3 mm muy cercano a la mediana y la moda que se estimaron en 98 y 97mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 62 y 135mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó una disminución a un 41% de la fracción explotable (Tabla 29).

Lapa negra (*Fissurella latimarginata*)

Densidad, Abundancia y Biomasa: en la primera campaña la densidad media estimada para el recurso lapa negra fue de 0,43 ind/m², con un sustrato habitado de 65 h, resultando en una abundancia de 282 mil individuos. De esta, se estimó un stock (fracción de la población mayor a los 65 cm de longitud) de 264 mil individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 32 y 31 toneladas respectivamente, con una fracción explotable de un 94% de la población. En tanto en la segunda campaña la densidad media estimada fue de 0,83 ind/m², con un sustrato habitado de 44 h, resultando en una abundancia de 368 mil individuos. Se estimó un stock de 357 mil individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 50,2 y 49,7 toneladas respectivamente (Tabla 28).

Estructura de tallas: del total de individuos muestreados en la primera campaña, se estimó una talla media de 83,3mm situándose por sobre la mediana y la moda que se estimaron en 81 y



75mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 45 mm y 115mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó que alrededor del 94% de la población estimada para Isla Chañaral estuvo sobre la talla mínima legal de extracción (65 mm). En tanto para la segunda campaña se estimó una talla media de 89 mm situándose por bajo la mediana y la moda que se estimaron en 91 y 102 mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 43 mm y 110 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó un aumento a un 97% de la fracción explotable (Tabla 29).

Lapa rosada (*Fissurella cuming*)

Densidad, Abundancia y Biomasa: la densidad media estimada para el recurso lapa rosada fue de 0,25 ind/m², con un sustrato habitado de 19 ha, resultando en una abundancia de 47 mil individuos. De esta, se estimó un stock (fracción de la población mayor a los 6,5 cm de longitud) de 40 mil individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 4 y 3,8 toneladas respectivamente, con una fracción explotable de un 85% de la población. En cambio, en la segunda campaña la densidad media estimada fue de 0,31 ind/m² con un sustrato de 37 ha, resultando en una abundancia de 115 mil individuos. Se estimó un stock de 105 mil individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 13,4 y 12,9 toneladas respectivamente, con una fracción explotable de un 92% de la población (Tabla 28).

Estructura de tallas: del total de individuos muestreados en la primera campaña, se estimó una talla media de 76,8 mm situándose bajo la mediana y sobre la moda que se estimaron en 77 y 71mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 40 mm y 105mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó que alrededor del 85% de la población estimada para Isla Chañaral, estuvo sobre la talla mínima legal de extracción (65 mm). Para la segunda campaña, se estimó una talla media de 81 mm situándose bajo la mediana y la moda, ambas de 82 mm. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 53 y 100 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó un aumento en la fracción explotable a una 92% (Tabla 29).

Erizo (*Loxechinus albus*)

Densidad, Abundancia y Biomasa: la densidad media estimada para el recurso erizo fue de 0,25 ind/m², resultando en una abundancia de 18 mil individuos. De esta, se estimó un stock (fracción de la población mayor a los 70 cm de longitud) de 13 mil individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 3,6 y 3,4 toneladas respectivamente, con una fracción explotable de un 54% de la población. En la segunda campaña, no se contabilizaron erizos, dado a las condiciones oceanográficas en las que se realizó el terreno que impidió acercarse a la costa en todas las estaciones de muestreo establecidas. Sin embargo, se pudo registrar su presencia en una estación de muestreo de sustrato habitado (Tabla 28).



Estructura de tallas: del total de individuos muestreados en la primera campaña, se estimó una talla media de 80,2 mm situándose bajo la mediana y la moda que se estimaron en 85 y 97 mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 14 y 125 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó que alrededor del 54% de la población estimada para Isla Chañaral, estuvo sobre la talla mínima legal de extracción (70 mm). En la segunda campaña se estimó una talla media de 79,4 mm situándose bajo la mediana y sobre la moda que se estimaron en 80 y 62 mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 27 y 122 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó un aumento a 70,4% de la fracción explotable (Tabla 29).

Huiro palo (*Lessonia trabeculata*)

Cabe mencionar que, para evitar el muestreo destructivo dentro de la reserva, la relación talla peso de *Lessonia spp.* fue tomada del FIPA N° 2017-53 **“Evaluación de biomasa y análisis del estado de explotación de las praderas naturales de algas pardas (*L. trabeculata*, *L. berteriana/spicata* y *Macrocystis pyrifera*) en las zonas de libre acceso de la III Región de Atacama y IV Región de Coquimbo”** (Thomas *et al*, 2021).

Densidad, Abundancia y Biomasa: en la primera campaña la densidad media estimada para el recurso huiro palo fue de 0,58 ind/m² y un sustrato habitado de 196 ha, resultando en una abundancia de 1,13 millones de plantas. De esta, se estimó un stock (fracción de la población mayor a los 200 mm de longitud) de 1,03 millones de individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 28.260 y 28.092 toneladas respectivamente. En tanto, en la segunda campaña la densidad media estimada fue de 0,61 ind/m² y un sustrato habitado de 163 ha, resultando en una abundancia de 990 mil plantas. De esta, se estimó un stock de 778 mil plantas. La biomasa total y del stock fue estimada en 15.003 y 14.607 toneladas respectivamente (Tabla 28).

Estructura de tallas y relación talla peso: del total de algas muestreadas en la primera campaña, se estimó una talla media de 370 mm situándose sobre la mediana y la moda que se estimaron en 350 y 270 mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 60 y 1030 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó que alrededor del 91% de la población estimada para Isla Chañaral, estuvo sobre la talla mínima legal de extracción (200 mm). En la segunda campaña se estimó una talla media de 307 mm situándose sobre la mediana y sobre la moda que se estimaron en 280 y 250 mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 70 y 730 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó una disminución a 78,6% de la fracción explotable (Tabla 29).

Huiro negro (*Lessonia berteriana*)

Densidad, Abundancia y Biomasa: En la primera campaña la densidad media estimada para el recurso huiro negro fue de 1,26 ind/m² y un sustrato habitado de 13 ha, resultando en una



abundancia de 159 mil plantas. En tanto, en la segunda campaña la densidad media estimada fue de 1,74 ind/m² y un sustrato habitado de 16 ha, resultando en una abundancia de 283 mil plantas. De esta, se estimó un stock de 96 mil plantas. La biomasa total y del stock fue estimada en 14.483 y 1.362 toneladas respectivamente (Tabla 28).

Estructura de tallas y relación talla peso: en la segunda campaña se estimó una talla media de 170 mm situándose sobre la mediana y moda que se estimaron en 155 y 40 mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 10 y 550 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó una fracción explotable de un 34% (Tabla 29).



Tabla 28. Evaluación directa de recursos pesqueros en la Reserva Marina Isla Chañaral.

EVALUACIÓN DIRECTA													
Reserva Marina Isla Chañaral													
Recurso	<i>Concholepas concholepas</i>		<i>Fissurella latimarginata</i>		<i>Fissurella cumingi</i>		<i>Loxechinus albus</i>		<i>Lessonia trabeculata</i>		<i>Lessonia berteroana</i>		
Campaña	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	
Fecha de evaluación	10-05-2021	10-01-2022	10-05-2021	10-01-2022	10-05-2021	10-01-2022	10-05-2021	10-01-2022	10-05-2021	10-01-2022	10-05-2021	10-01-2022	
Unidad de muestreo (tipo, superficie)	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	
Tamaño de muestra	144	182	128	69	16	32	28	-	588	454	179	175	
Densidad media (ind/m ²)	0,38	0,77	0,43	0,83	0,25	0,31	0,25	-	0,58	0,61	1,262592	1,74	
Desviación Estándar	0,27	0,69	0,41	0,74	0,00	0,18	0,00	-	0,47	0,43	0,48	1,13	
Área apta (m ²)	568.155	688.900	656.345	441.460	189.785	368.414	73.247	20.487	1.959.470	1.627.834	134.405	163.093	
Abundancia (Nº Individuos)	213.058	527.907	282.023	367.883	47.446	115.129	18.312	-	1.129.694	989.806	169.699	283.395	
Biomasa (kg)	48.884	140.990	31.911	50.195	4.029	13.394	3.680	-	28.259.171	15.003.508	-	1.483.524	
Stock	Nº Individuos	113.912	217.841	264.085	357.220	40.540	105.535	12.896	-	1.029.789	778.244	-	96.152
	Peso (kg)	36.313	74.118	31.301	49.671	3.766	12.969	3.409	-	28.091.561	14.607.962	-	1.361.582

Tabla 29. Estructura de tallas y relación talla peso de los recursos de interés de la Reserva Marina Isla Chañaral

ESTRUCTURA DE TALLAS											
Reserva Marina Isla Chañaral											
Recurso	<i>Concholepas concholepas</i>		<i>Fissurella latimarginata</i>		<i>Fissurella cumingi</i>		<i>Loxechinus albus</i>		<i>Lessonia trabeculata</i>		<i>Lessonia berteroa</i>
Campaña	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C2
Fecha muestreo	08/02/2021	09/01/2022	08/02/2021	09/01/2022	08/02/2021	09/01/2022	08/02/2021	09/01/2022	08/02/2021	05/02/2022	10/01/2022
Nº individuos de la muestra	303	332	283	69	371	156	355	83	147	131	56
Promedio(mm)	96,50	98,31	83,30	89,01	76,80	81,21	80,20	79,37	370,00	307,02	169,82
Desviación Estándar	18,10	10,61	13,60	12,82	11,10	10,40	23,10	23,01	16,50	13,46	112,53
Mediana(mm)	101	98	81	91	77	82	85	80	350	280	155
Moda (mm)	111	97	75	102	71	82	97	62	270	250	40
Mínimo (mm)	40	62	45	43	40	53	14	27	60	70	10
Máximo (mm)	128	135	115	110	105	100	125	122	1030	730	550
Fracción Explotable (%)	53,47	41,27	93,64	97,10	85,44	91,67	70,42	70,42	91,16	78,63	33,93
Relación talla/peso											
Nº individuos de la muestra	303	331	283	68	371	151	355	83	Tomado de Thomas <i>et al</i> , 2021		
a	0,00007	0,00066	0,0001	0,02502	0,00023	0,00022	0,0004	0,0004			
b	3,25837	2,8076	3,13285	1,91281	2,93952	2,98665	2,948	2,9769			
r ²	0,96511	0,59	0,90662	0,5889	0,92121	0,82975	0,9819	0,985			

4.3.3.2 Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD)

Loco (*Concholepas concholepas*)

Densidad, Abundancia y Biomasa: en la primera campaña la densidad media estimada para el recurso loco fue de 0,65 ind/m² y un sustrato habitado de 46 ha, resultando en una abundancia cercano a los 300 mil individuos. De esta, se estimó un stock (fracción de la población mayor a los 10 cm de longitud) de 214 mil individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 87 y 74 toneladas respectivamente, con una fracción explotable de un 71% de la población. En tanto, en la segunda campaña la densidad media estimada fue de 1,92 ind/m² y un sustrato habitado de 53 ha, resultando en una abundancia sobre el millón de individuos. De esta, se estimó un stock de 755 mil individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 166 y 145 toneladas respectivamente, con una fracción explotable de un 74% de la población (Tabla 30).

Estructura de tallas y relación talla peso: del total de individuos muestreados en la primera campaña, se estimó una talla media de 102,9 mm levemente bajo la mediana, con una moda de 110 mm. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 58 mm y 145 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó que alrededor del 70% de la población estimada para Isla damas, estuvo sobre la talla mínima legal de extracción (100 mm). En la segunda campaña se estimó una talla media de 105,9 mm cercano a la mediana y moda que se situaron por debajo. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 47 y 131 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó una fracción explotable del 74% de la población (Tabla 31).

Lapa negra (*Fissurella latimarginata*)

Densidad, Abundancia y Biomasa: en la primera campaña la densidad media estimada para el recurso lapa negra fue de 0,57 ind/m² con un sustrato habitado de 34 ha, resultando en una abundancia cercano a los 195 mil individuos. De esta, se estimó un stock (fracción de la población mayor a los 65 mm de longitud) de 213.889 individuos. La biomasa total y del stock fue estimado cercanos a las 18 toneladas, con una fracción explotable de un 99% de la población. En tanto en la segunda campaña la densidad media estimada fue de 1,45 ind/m² con un sustrato habitado de 33 ha, resultando en una abundancia de 487 mil individuos. De esta, se estimó un stock de 452 mil individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 67 y 66 toneladas respectivamente, con una fracción explotable de un 92% de la población (Tabla 30).

Estructura de tallas y relación talla peso: del total de individuos muestreados en la primera campaña, se estimó una talla media de 81,5 mm levemente por sobre la mediana y moda. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 64 mm y 105 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó que alrededor del 99% de la población, estimada para Isla damas,



estuvo sobre la talla mínima legal de extracción (65 mm). En la segunda campaña se estimó una talla media de 89 mm por sobre la mediana y moda estimadas en 81 y 78, respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 47 mm y 112 mm, respectivamente. En base a lo anterior, se estimó una disminución de la fracción explotable a un 92% de la población (Tabla 31).

Lapa rosada (*Fissurella cumingi*)

Densidad, Abundancia y Biomasa: en la primera campaña la densidad media estimada para el recurso lapa rosada fue de 0,25 ind/m², con un sustrato habitado de 47 ha, resultando en una abundancia sobre a los 11 mil individuos. De esta, se estimó un stock (fracción de la población mayor a los 65 mm de longitud) de 9.521 individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 881 y 804 kilogramos respectivamente, con una fracción explotable de un 82% de la población. En tanto en la segunda campaña, la densidad media estimada fue de 1,57 ind/m² con un sustrato habitado de 68 ha, resultando en una abundancia sobre a los 65 mil individuos. De esta, se estimó un stock de 60 mil individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 7 y 5 toneladas respectivamente, con una fracción explotable de un 63% de la población (Tabla 30).

Estructura de tallas y relación talla peso: del total de individuos muestreados en la primera campaña, se estimó una talla media de 74 mm coincidente con la mediana y una moda de 80 mm. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 50 mm y 101 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó que alrededor del 70% de la población estimada para Isla damas, estuvo sobre la talla mínima legal de extracción (65 mm). En la segunda campaña se estimó una talla media de 69 mm coincidente por sobre la mediana y una moda estimadas en 66 y 65 mm, respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 41 y 109 mm, respectivamente. En base a lo anterior, se estimó una fracción explotable de un 63% de la población (Tabla 31).

Erizo (*Loxechinus albus*)

Densidad, Abundancia y Biomasa: en la primera campaña la densidad media estimada para el recurso erizo fue de 0,29 ind/m², resultando en una abundancia sobre los 18 mil individuos. De esta, se estimó un stock (fracción de la población mayor a los 70 mm de longitud) cercano a 17 mil individuos. La biomasa total y del stock fue estimado en 5,8 y 5,7 toneladas respectivamente, con una fracción explotable de un 94% de la población. En tanto en la segunda campaña, solo se registró erizo en una réplica de una estación de muestreo (Tabla 30).

Estructura de tallas y relación talla peso: del total de individuos muestreados en la primera campaña, se estimó una talla media de 95,5 mm muy cercano tanto a la mediana como la moda estimada. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 20 mm y 137 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó que alrededor del 94% de la población estimada



para Isla Damas, estuvo sobre la talla mínima legal de extracción (70 mm). En la segunda campaña, se estimó una talla media de 93,9 mm bajo la mediana y la moda estimadas en 96 y 110, respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 26 y 123 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó una fracción explotable de un 92% de la población (Tabla 31).

Huiro palo (*Lessonia trabeculata*)

Densidad, Abundancia y Biomasa: en la primera campaña la densidad media estimada para el recurso huiro palo fue de 0,76 ind/m² y un sustrato habitado de 119 ha, resultando en una abundancia de 912 mil de plantas. De esta, se estimó un stock (fracción de la población mayor a los 200 mm de longitud) de 130 mil plantas. La biomasa total y del stock fue estimado en 1.975 y 1.240 toneladas respectivamente. En tanto, en la segunda campaña la densidad media estimada fue de 0,91 ind/m² y un sustrato habitado de 139 ha, resultando en una abundancia de 1,267 millones plantas (Tabla 30).

Estructura de tallas y relación talla peso: del total de algas muestreadas en la primera campaña, se estimó una talla media de 134 mm situándose sobre la mediana y la moda que se estimaron en 120 y 90 mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 40 y 400 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó que alrededor del 14% de la población estimada estuvo sobre la talla mínima legal de extracción (200 mm). En la segunda campaña, dado a la turbulencia en el momento del muestreo no fue posible realizar las mediciones de los diámetros de los discos (Tabla 31).

Huiro negro (*Lessonia berteroana*)

Densidad, Abundancia y Biomasa: en la primera campaña la densidad media estimada para el recurso huiro negro fue de 1,78 ind/m² y un sustrato habitado de 10 ha, resultando en una abundancia de 187 mil de plantas. De esta, se estimó un stock (fracción de la población mayor a los 200 mm de longitud) de 29 mil plantas. La biomasa total y del stock fue estimado en 52.582 y 26.784 toneladas respectivamente. En tanto, en la segunda campaña la densidad media estimada fue de 1,04 ind/m² y un sustrato habitado de 10 ha, resultando en una abundancia de 106 mil plantas (Tabla 30).

Estructura de tallas y relación talla peso: del total de algas muestreadas en la primera campaña, se estimó una talla media de 123 mm situándose sobre la mediana y la moda que se estimaron en 116 y 62 mm respectivamente. Por otra parte, se registraron longitudes mínimas y máximas de 14 y 371 mm respectivamente. En base a lo anterior, se estimó que alrededor del 16% de la población estimada estuvo sobre la talla mínima legal de extracción (200 mm) (Tabla 31).



Tabla 30. Evaluación directa de recursos pesqueros en la Reserva Marina Islas Choros - Damas

EVALUACIÓN DIRECTA													
Reserva Marina Isla Damas													
Recurso	<i>Concholepas concholepas</i>		<i>Fissurella latimarginata</i>		<i>Fissurella cumingi</i>		<i>Loxechinus albus</i>		<i>Lessonia trabeculata</i>		<i>Lessonia berteroana</i>		
Campaña	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	
Fecha de evaluación	23-10-2020	30-08-2021	23-10-2020	30-08-2021	23-10-2020	30-08-2021	23-10-2020	30-08-2021	23-10-2020	30-08-2021	23-10-2020	30-08-2021	
Unidad de muestreo (tipo, superficie)	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	Cuadrante, 1 m ²	
Tamaño de muestra	104	194	76	88	16	20	28	-	272	248	90	143	
Densidad media (ind/m ²)	0,65	1,92	0,57	1,45	0,25	1,40	0,29	-	0,76	0,91	1,78	1,04	
Desviación Estándar	0,65	2,40	0,48	1,73	0,00	1,57	0,09	-	0,76	0,62	1,06	0,26	
Área apta (m ²)	457.117	530.167	344.464	334.982	46.722	68.257	63.564	1.668	1.199.627	1.388.000	104.938	102.108	
Abundancia (N° Individuos)	298.884	1.018.915	194.894	487.247	11.681	95.560	18.161	-	912.951	1.266.550	187.013	106.261	
Biomasa (kg)	87.223	166.152	18.110	67.248	881	7.075	5.833	-	1.975.347	-	52.582.512	-	
Stock	N° Individuos	213.889	755.315	194.265	452.870	9.521	60.616	17.099	-	130.422	-	29.335	-
	Peso (kg)	74.259	145.181	18.084	66.177	804	5.433	5.770	-	1.239.781	-	26.784.723	-

Tabla 31. Estructura de tallas y relación talla peso de los recursos de interés de la Reserva Marina Islas Choros - Damas

ESTRUCTURA DE TALLAS										
Reserva Marina Isla Damas										
Recurso	<i>Concholepas concholepas</i>		<i>Fissurella latimarginata</i>		<i>Fissurella cumingi</i>		<i>Loxechinus albus</i>		<i>Lessonia trabeculata</i>	<i>Lessonia berteroa</i>
Campaña	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C1
Fecha muestreo	06-02-2021	10-01-2022	06-02-2021	10-01-2022	06-02-2021	10-01-2022	06-02-2021	10-01-2022	05-05-2021	05-05-2021 22-12-2021
Nº individuos de la muestra	320	201	310	326	330	402	325	93	42	51
Promedio (mm)	102,90	105,09	81,50	88,97	74,00	69,21	95,50	93,95	134,05	123,39
Desviación Estándar	13,90	12,46	8,50	13,52	10,20	11,97	17,30	19,05	74,34	82,69
Mediana	105	108	81	93	74	66	95	96	120	116
Moda	110	110	78	100	80	65	94	110	90	62
Mínimo (mm)	58	47	64	47	50	41	20	26	40	14
Máximo (mm)	145	131	105	112	101	109	137	123	400	371
Fracción Explotable (%)	71,56	74,13	99,68	92,94	81,52	63,43	94,15	92,47	14,29	15,69
Relación long-peso										
Nº individuos de la muestra	318	199	310	324	329	399	325	93	Tomado de Thomas <i>et al</i> , 2021	
a	0,00005	0,000001	0,00008	0,00005	0,00006	0,00411	0,0004	0,0006		
b	3,3478	4,04604	3,16549	3,28686	3,24773	2,30223	2,9633	2,87		
r ²	0,93205	0,81304	0,80577	0,88391	0,9093	0,66031	0,9803	0,969		



4.3.3.3 Desempeño entre regímenes de manejo (RM, AMERB, ALA)

Loco (*Concholepas concholepas*)

Al comparar las densidades medias de los regímenes de administración se aprecia que hay un gradiente de densidades que va desde las Áreas de Libre Acceso (ALA), en la cual no se observó a este recurso en la primera campaña pasando por las AMERB y RMIC observando densidades muy similares en la data integrada de ambas campañas (0,59 y 0,61 ind/m²) siendo la RMICD la que tiene mayor densidad media, dado principalmente al valor estimado en la segunda campaña (Figura 40).

En el análisis global de la estructura de tallas se constataron diferencias en ambas campañas entre todos los regímenes de administración. La prueba a posteriori muestra diferencias significativas entre los sistemas de gestión en la campaña 1, en cambio en la campaña 2 el régimen de AMERB no presenta diferencias con la RMIC. Al integrar la data de ambas campañas se evidencia una talla media significativamente menor en los sistemas de AMERB. En el análisis temporal solo se observan diferencias significativas entre campañas con el régimen de AMERB, Manteniéndose estables las tallas en las reservas. (Figura 42). No se obtuvieron muestras biológicas de loco en ALA debido a ello no fue posible incorporarla en los análisis comparativos.

Lapa negra (*Fissurella latimarginata*)

Al comparar las densidades medias de la data integrada de ambas campañas (C1+C2) se aprecian valores similares (entre 1,14 y 1,09 ind/m²) entre los sistemas de administración con excepción de la RMIC que presenta una densidad menor (0,58 ind/m²) (Figura 40).

Respecto a la estructura de tallas, si bien, el análisis global muestra diferencias significativas entre los regímenes de administración en ambas campañas, en el análisis a posteriori se aprecia que estas diferencias las tiene el AMERB con las reservas, presentando esta última una talla media significativamente menor las de las reservas. En el análisis temporal se observan diferencias significativas entre las campañas en todos los regímenes, presentando una talla menor en la primera campaña en todos los sistemas de administración (Figura 42).



Lapa rosada (*Fissurella cumingi*)

En este recurso se observa que las densidades de la data integrada (C1+C2) tienen los valores más altos en ALA y la RMICD (0,92 y 0,89 ind/m²) mientras que la RMIC presenta la densidad más baja de los sistemas de administración (Figura 40).

Respecto al examen de la estructura de tallas, en el análisis global se aprecian diferencias entre los sistemas de administración en ambas campañas. En la prueba a posteriori se observa que en la campaña 1 no tiene diferencias significativas entre AMERB y la RMICD. En cambio, en la campaña 2 y al integrar la data de ambas campañas se aprecian diferencias significativas entre todos los sistemas de administración. En el análisis temporal se observan diferencias significativas entre las campañas en todos los regímenes, presentando una talla menor en la primera campaña en todos los sistemas de administración con excepción de la RMICD que presenta una talla menor en la segunda campaña (Figura 42).

Erizo (*Loxechinus albus*)

Este recurso es bastante escaso en la zona de estudio pudiendo encontrar solamente en las reservas en zonas muy acotadas (Figura 40).

En el análisis global de tallas se aprecian diferencias entre los sistemas de administración en ambas campañas. En el análisis a posteriori se observa que en la campaña 1 tiene diferencias significativas entre todos los sistemas de administración. En cambio, en la campaña 2 y al integrar la data de ambas campañas no se aprecian diferencias significativas entre AMERB y la RMIC. En el análisis temporal solo se observan diferencias significativas entre las campañas en AMERB, presentando una talla menor en la segunda campaña. Mientras que las tallas en las reservas se mantienen estables (Figura 42).



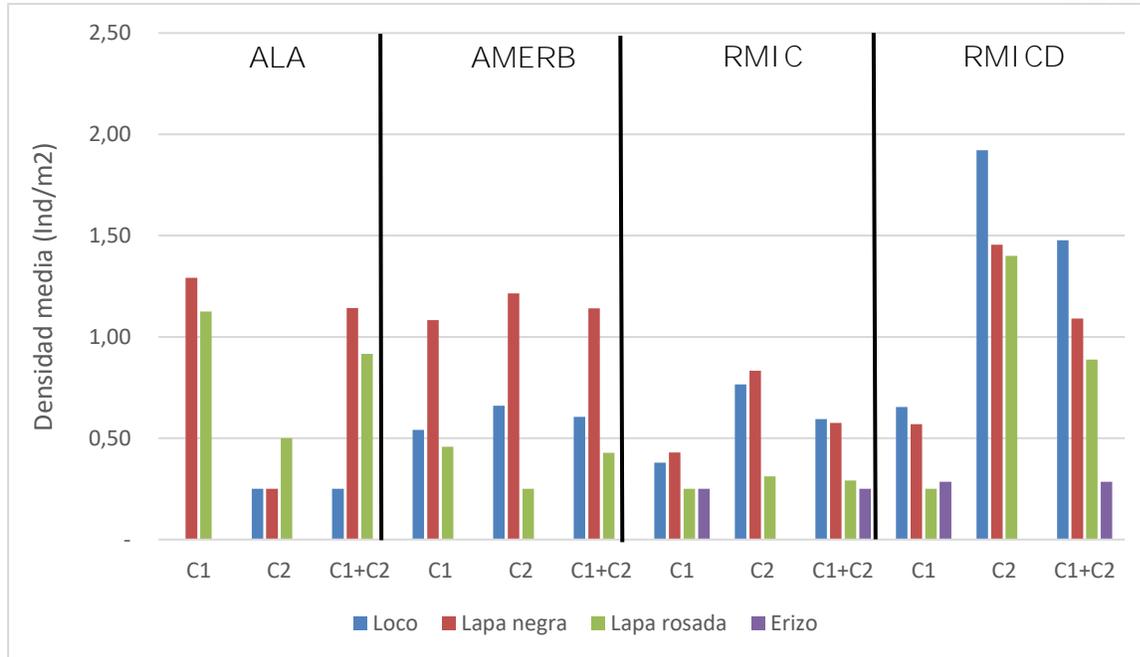


Figura 40. Comparación del valor de densidad media obtenido entre distintos regímenes de administración en la primera (C1), segunda campaña (C2) e integrando la data de ambas campañas (C1 +C2) para los recursos bentónicos.

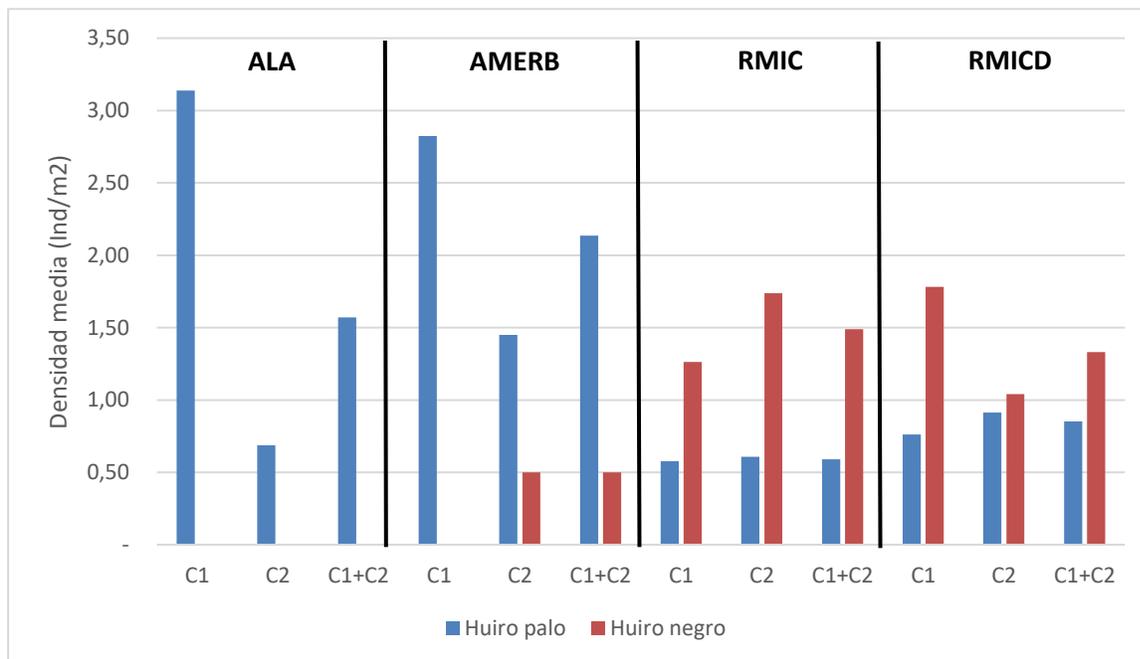


Figura 41. Comparación del valor de densidad media obtenido entre distintos regímenes de administración en la primera (C1) y segunda campaña (C2) e integrando la data de ambas campañas (C1 +C2) para los recursos algales.

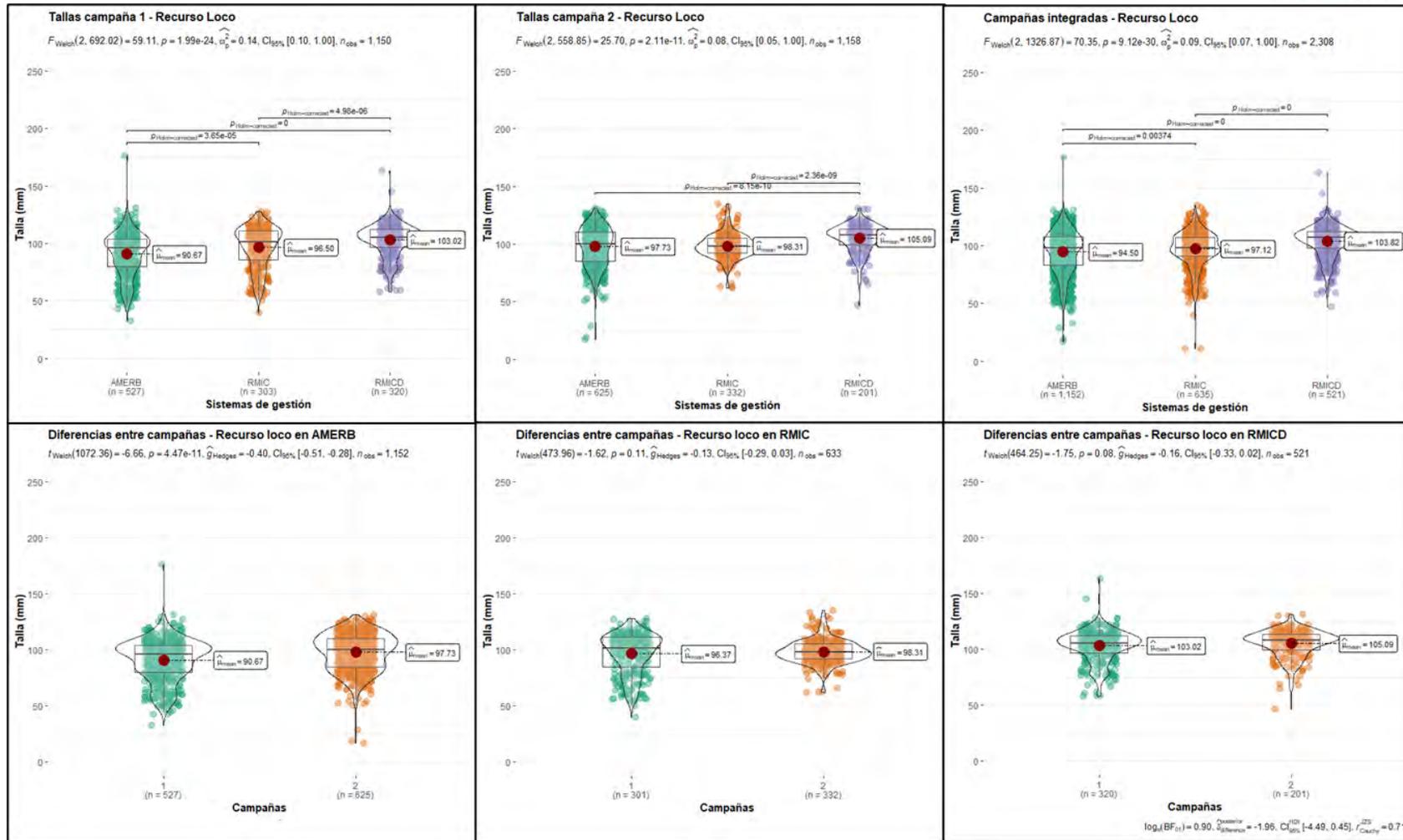


Figura 42. Análisis comparativo de cajas y bigote para el recurso loco en distintos regímenes de administración. Arriba se presenta el análisis comparado cada régimen de administración de la campaña 1 (arriba izquierda), campaña 2 (arriba centro) e integrando ambas campañas (arriba derecha). Abajo se presentan el análisis entre ambas campañas en AMERB (abajo izquierda), Reserva Marina Isla Chañaral - RMIC (abajo centro) y Reserva Marina Isla Damas – RMICD (abajo derecha).



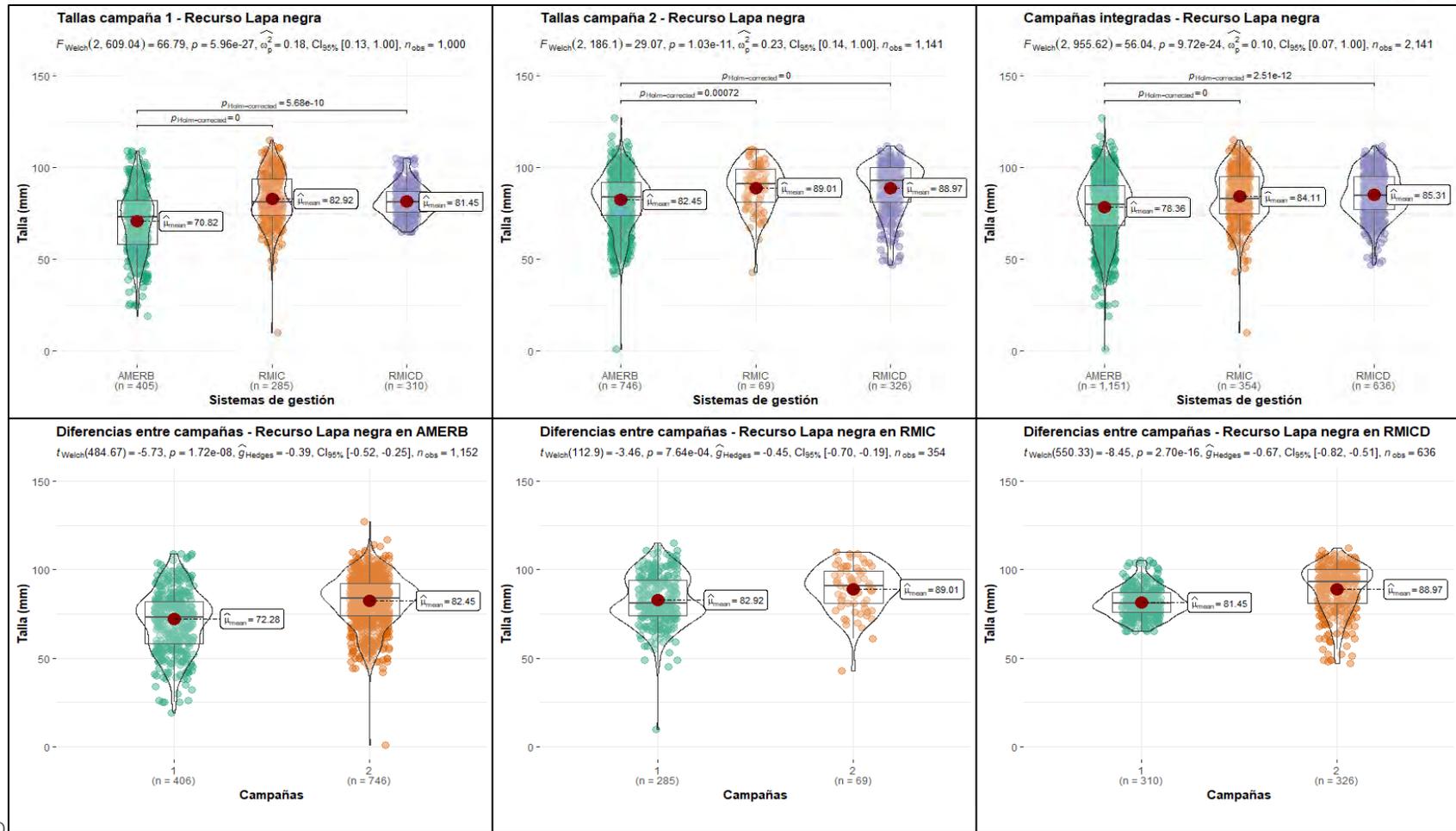


Figura 43. Análisis comparativo de cajas y bigote para el recurso lapa negra en distintos regímenes de administración. Arriba se presenta el análisis comparado cada régimen de administración de la campaña 1 (arriba izquierda), campaña 2 (arriba centro) e integrando ambas campañas (arriba derecha). Abajo se presentan el análisis entre ambas campañas en AMERB (abajo izquierda), Reserva Marina Isla Chañaral - RMIC (abajo centro) y Reserva Marina Isla Damas – RMICD (abajo derecha)

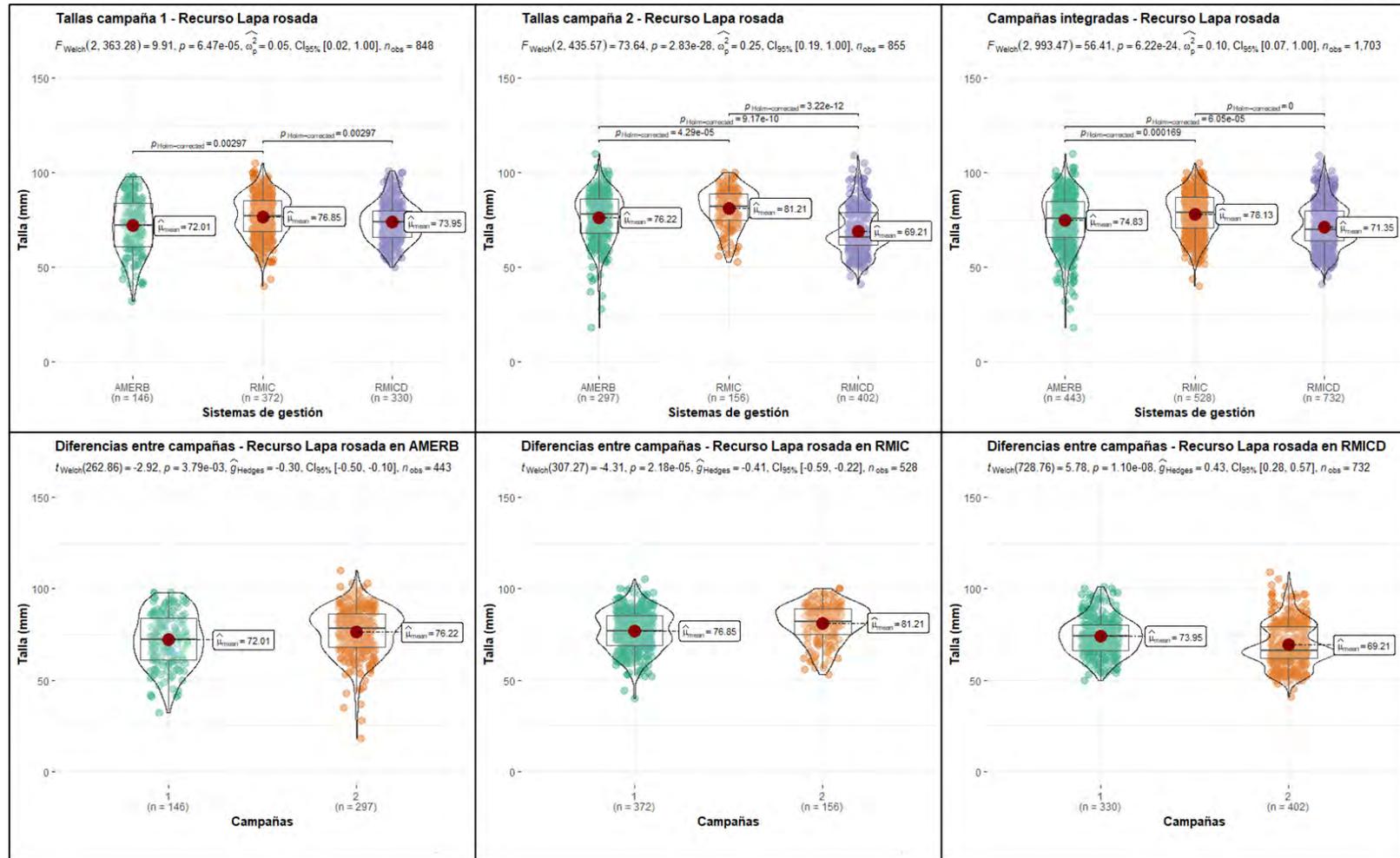


Figura 44. Análisis comparativo de cajas y bigote para el recurso lapa rosada en distintos regímenes de administración. Arriba se presenta el análisis comparado cada régimen de administración de la campaña 1 (arriba izquierda), campaña 2 (arriba centro) e integrando ambas campañas (arriba derecha). Abajo se presentan el análisis entre ambas campañas en AMERB (abajo izquierda), Reserva Marina Isla Chañaral - RMIC (abajo centro) y Reserva Marina Isla Damas – RMICD (abajo derecha).



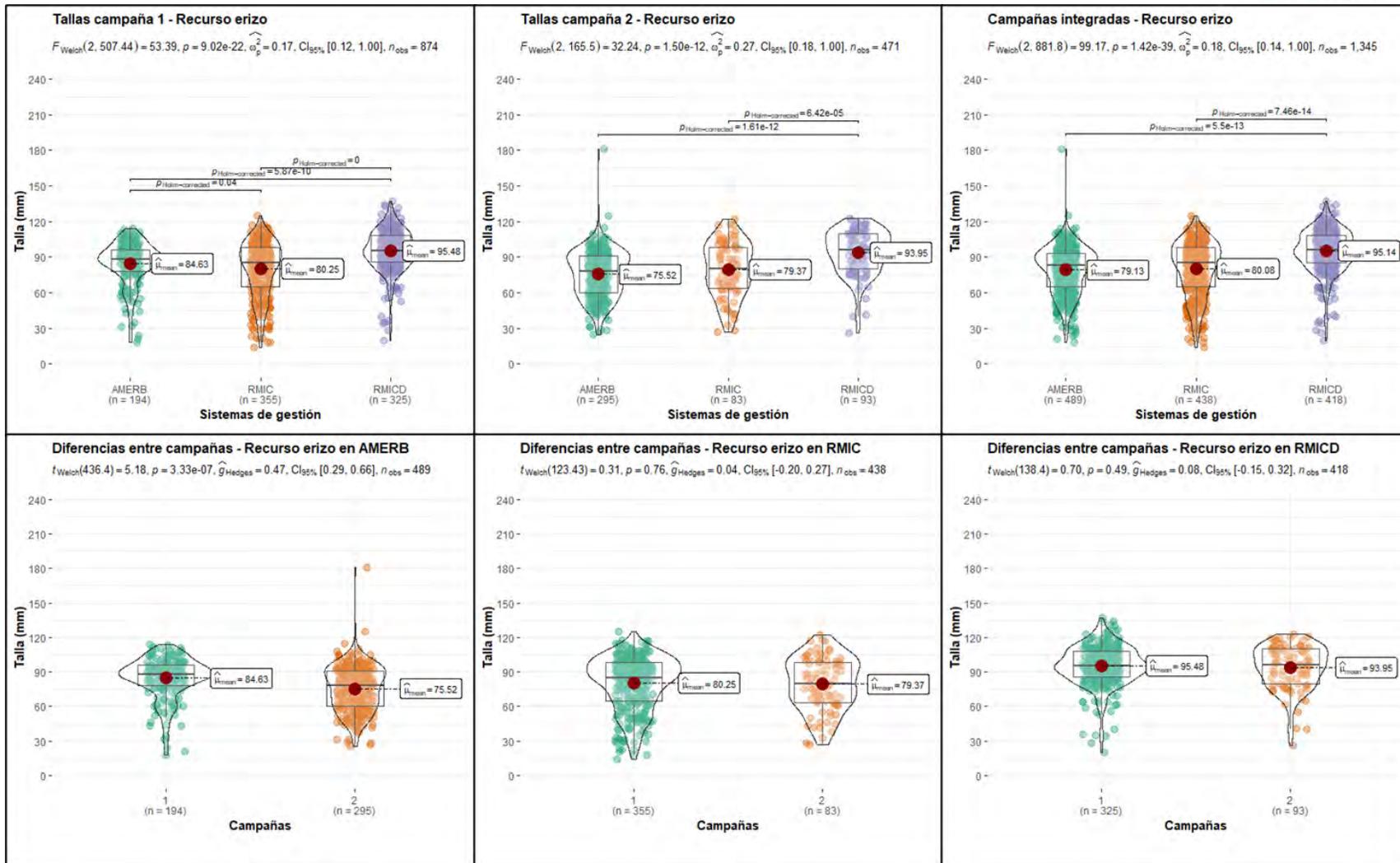


Figura 45. Análisis comparativo de cajas y bigote para el recurso erizo en distintos regímenes de administración. Arriba se presenta el análisis comparado cada régimen de administración de la campaña 1 (arriba izquierda), campaña 2 (arriba centro) e integrando ambas campañas (arriba derecha). Abajo se presentan el análisis entre ambas campañas en AMERB (abajo izquierda), Reserva Marina Isla Chañaral - RMIC (abajo centro) y Reserva Marina Isla Damas – RMICD (abajo derecha).



4.3.4 Determinación de niveles de biodiversidad y estructura de comunidades de invertebrados asociados a recursos algales e invertebrados marinos estructuradores y pasto marino

A continuación, se entregan los resultados del análisis taxonómico de los organismos presentes en las distintas matrices estudiadas. Para el caso de la RMICD se analizaron muestras provenientes de sedimento intermareal, sedimento submareal, matriz pepino de mar, matriz pasto marino, matriz piure y discos de algas pardas. En el caso de la RMIC se analizaron muestras de discos de algas pardas (huirto palo y huirto negro) y fondo blando.

4.3.4.1 Diversidad asociada a la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD)

Con el fin de determinar si la estructura de las comunidades de invertebrados presentes en los distintos sustratos presentó diferencias temporales se analizaron los resultados considerando ambas campañas, en este sentido es posible indicar que los resultados del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) (Figura 46) entregó una representación gráfica que permitió agrupar y ordenar en un espacio de dos dimensiones las muestras de macrofauna de los sustratos en estudio en términos de la similitud de especies y sus abundancias utilizando como factor de análisis las campañas de monitoreo, la configuración resultante permitió identificar que no se observan diferencias en la composición de estas comunidades entre periodos de muestreo. Esto fue respaldado por la prueba ANOSIM que indicó que no existen diferencias significativas en la composición de la abundancia entre campañas ($R=0$; $p > 5\%$).

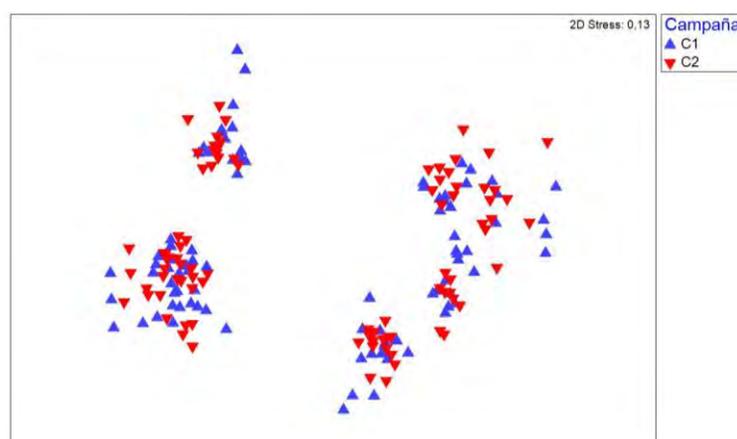


Figura 46. nMDS generado mediante Índice de similitud de Bray-Curtis para la composición de las comunidades bentónicas asociadas a los distintos sustratos estudiados utilizando como factor de análisis las campañas de monitoreo. Reserva Marina Isla Choros Damas.

Para identificar la existencia de diferencias entre las distintas matrices de sustrato estudiadas, se realizaron análisis de Cluster y nMDS (Figura 47 y Figura 48), los cuales permitieron agrupar y ordenar en un espacio de dos dimensiones los hábitats en estudio, la configuración resultante de ambos análisis permitió identificar que las matrices de análisis se agrupan claramente. La descripción anterior, coincide con el análisis de ordenación en donde, la gráfica obtiene un nivel de estrés bajo, lo que indica que la distribución se ajusta a los datos obtenidos.

La separación de los sustratos estudiados en relación con la composición de especies y su abundancia reportada fue respaldada por la prueba ANOSIM arrojando diferencias significativas ($R:0,961$; $p:0,1$). Al examinar las comparaciones parciales entre pares se observó diferencias significativas en todas las comparaciones de las matrices estudiadas (Tabla 32). En base a estos resultados, se observa que cada una de las matrices estudiadas tienen configuraciones bióticas diferentes probablemente debido a una configuración fisicoquímica distinta de las matrices estudiadas, por lo cual podrían considerarse como distintos hábitats. De modo que para los posteriores análisis, se utiliza el concepto de hábitat como enfoque, debido a que es el espacio que reúne las condiciones y características físicas y biológicas necesarias para la supervivencia y reproducción de una o varias especies, es decir, para que una especie pueda perpetuar su presencia (Trefethen 1964, Hall et al. 1997, Storch 2003), quedando descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente y deja ver de manera explícita la dimensión espacial (Delfín-Alfonso et al. 2009). En este sentido, los esfuerzos de este capítulo están orientados a la identificación, caracterización y dinámica de los distintos hábitats encontrados en ambas reservas marinas.

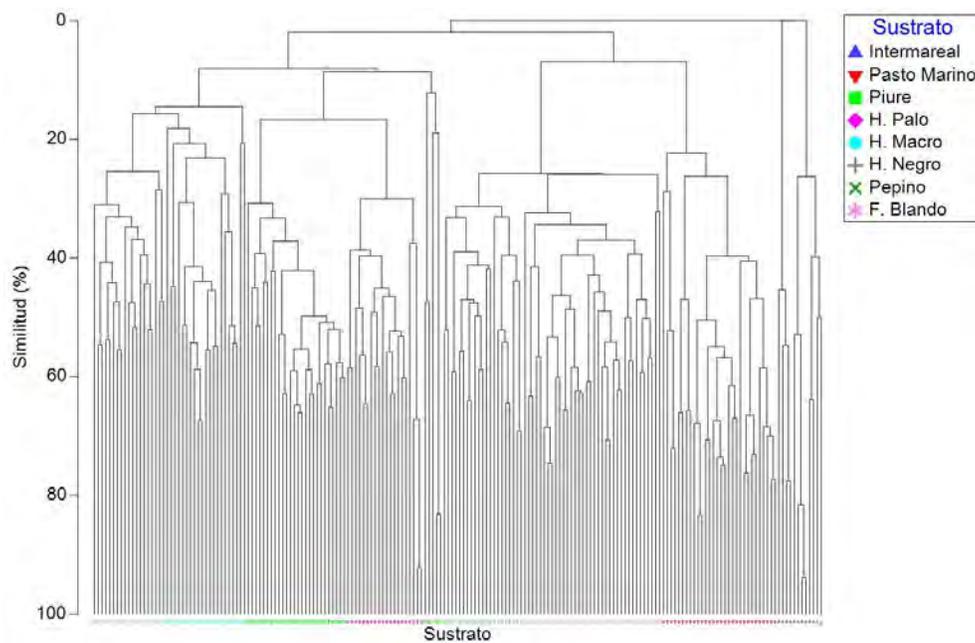


Figura 47. Dendrograma de la composición de las comunidades bentónicas asociadas a los distintos sustratos estudiados elaborado con los datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Islas Choros-Damas.

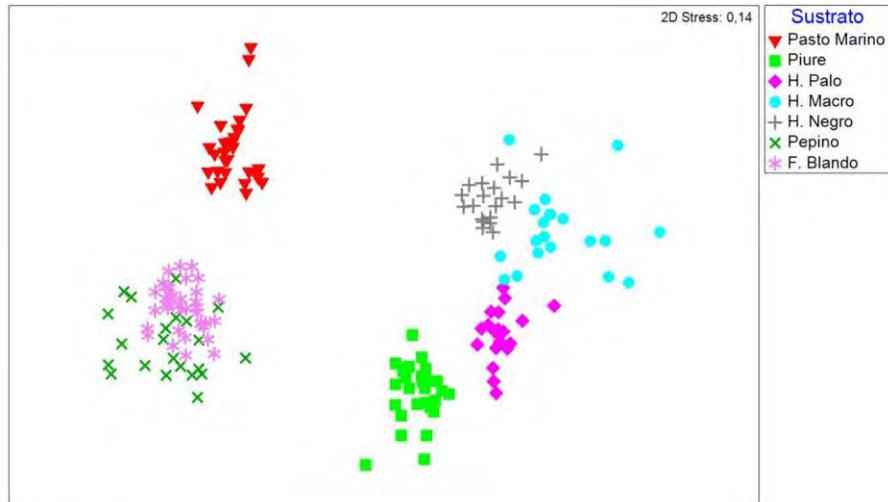


Figura 48. nMDS generado mediante similitud de Bray-Curtis en la composición de las comunidades bentónicas asociadas a los distintos sustratos estudiados utilizando como factor de análisis las distintas matrices muestreadas. Elaborado con los datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Islas Choros-Damas.

Tabla 32. Resultados de análisis de similitud (ANOSIM) de una vía para validar diferencias significativas entre sustratos estudiados. Elaborado con los datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Islas Choros-Damas.

Test Global		
R Global	0,961	
Nivel de significancia de la muestra	0,01%	
N ^a de permutaciones	999	
Grupos	R estadístico	Nivel de Significancia (%)
Pasto Marino, Piure	0,998	0,1
Pasto Marino, H. Palo	1	0,1
Pasto Marino, H. Macro	1	0,1
Pasto Marino, H. Negro	1	0,1
Pasto Marino, Pepino	0,991	0,1
Pasto Marino, F. Blando	0,988	0,1
Piure, H. Palo	0,826	0,1
Piure, H. Macro	0,969	0,1
Piure, H. Negro	0,985	0,1
Piure, Pepino	0,997	0,1
Piure, F. Blando	0,998	0,1
H. Palo, H. Macro	0,885	0,1
H. Palo, H. Negro	0,993	0,1
H. Palo, Pepino	1	0,1
H. Palo, F. Blando	1	0,1
H. Macro, H. Negro	0,812	0,1
H. Macro, Pepino	1	0,1
H. Macro, F. Blando	1	0,1
H. Negro, Pepino	1	0,1
H. Negro, F. Blando	1	0,1
Pepino, F. Blando	0,762	0,1

Debido a que se identificaron a las matrices como potenciales hábitats distintos entre sí, se procedió a caracterizar cada uno de estos utilizando análisis ecológicos univariados (Tabla 33). La mayor riqueza (S) de especies de invertebrados macrobentónicos se registró en el hábitat estructurado por huiro palo, con un promedio de 49 especies por planta, seguido del hábitat estructurado por el piure con un promedio de 43 especies por cada 10 cm² y el hábitat estructurado por huiro negro con un promedio de 30 especies por planta. El resto de los hábitats (pasto marino, huiro macro, pepino y submareal blando) entregaron riquezas con valores entre 10 y 22 especies por muestra. El sustrato intermareal blando presentó una riqueza de 3 especies en promedio por muestra.

Con relación a la diversidad (H'), el rango de variación total estuvo marcado por un nivel de diversidad máxima observada en el hábitat estructurado por huiro negro y un nivel de diversidad mínima observado en el intermareal (Tabla 33). La mayoría de los hábitats muestra "altos" niveles de uniformidad (superiores a 0,7) a excepción del hábitat estructurado por pasto marino y fondo blando que entregaron valores de uniformidad de 0,68 y 0,67 respectivamente (Tabla 33 y Figura 49). Los mayores valores de abundancia promedio fueron registrados en el hábitat estructurado por huiro palo con un valor promedio de 722 individuos por planta.

Tabla 33. Resumen de valores promedios y desviación estándar (DE) de los parámetros univariados: Riqueza (S), Abundancia (N), Uniformidad (J') y Diversidad (H') de los ensamblajes de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada sustrato monitoreado. Elaborado con datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Islas Choros-Damas.

Matriz	S		N		J'		H'	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
Piure	43	13	573	416	0,77	0,05	2,84	0,3
Pasto marino	22	10	491	362	0,68	0,1	1,89	0,8
Huiro palo	49	10	722	542	0,72	0,08	2,79	0,34
Pepino	13	6	92	72	0,74	0,15	1,79	0,71
Fondo blando	10	5	153	85	0,67	0,12	1,43	0,49
Huiro negro	30	5	112	40	0,85	0,06	2,89	0,26
Huiro macro	20	8	101	46	0,77	0,1	2,29	0,39
Intermareal blando	3	2	112	79	0,8	0,2	0,7	0,58

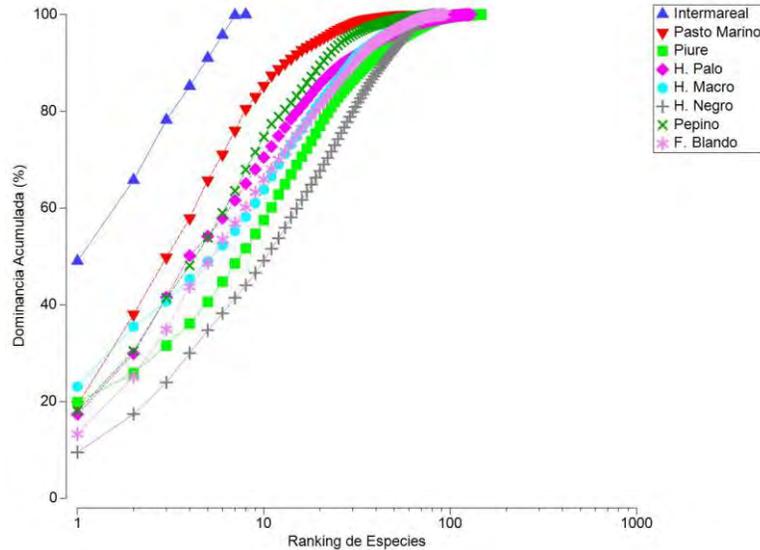


Figura 49. Curva K-dominancia del ensamblaje macrobentónico de los sustratos monitoreados. Elaborado con datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Islas Choros-Damas.

En términos espaciales, se delimitaron los hábitats a partir de las prospecciones de buceo, donde se identificaron especies estructuradoras de hábitat y tipos de fondo. A partir de este trabajo, se encontraron ejemplares de pepino de mar (*A. chilensis*) en la costa sur de la isla asociada a un sustrato heterogéneo, además del tunicado *P. chilensis*, que incrementó notoriamente su distribución durante la segunda etapa del estudio. Asociada al sustrato arenoso, se delimitó una pradera de pasto marino, acotando su distribución mediante observación directa del buzo, la que fue similar en ambas campañas. Las especies de algas pardas encontradas en el entorno de isla damas presentaron una amplia distribución tanto en la zona intermareal, con un cinturón continuo de *L. berteroa*/*spicata*, como en la zona submareal, con praderas de *L. trabeculata* en los fondos dominados por sustratos duros (Tabla 34, Figura 50).

Tabla 34. Distribución de hábitats en la Reserva Marina Islas Choros-Damas.

Matriz	Campaña 1 Área (m ²)	Campaña 2 Área (m ²)
Sustrato blando	661.578	661.578
<i>Athyonidium chilensis</i>	320.160	103.261
<i>Piura chilensis</i>	44.770	228.953
<i>Zostera chilensis</i> *	26.915	25.047
<i>Lessonia trabeculata</i>	1.199.627	1.388.000
<i>Macrocystis pyrifera</i>	147.929	127.986
<i>Lessonia spicata/berteroana</i>		
• Submareal	18.179	49.016
• Intermareal	104.614	125.278

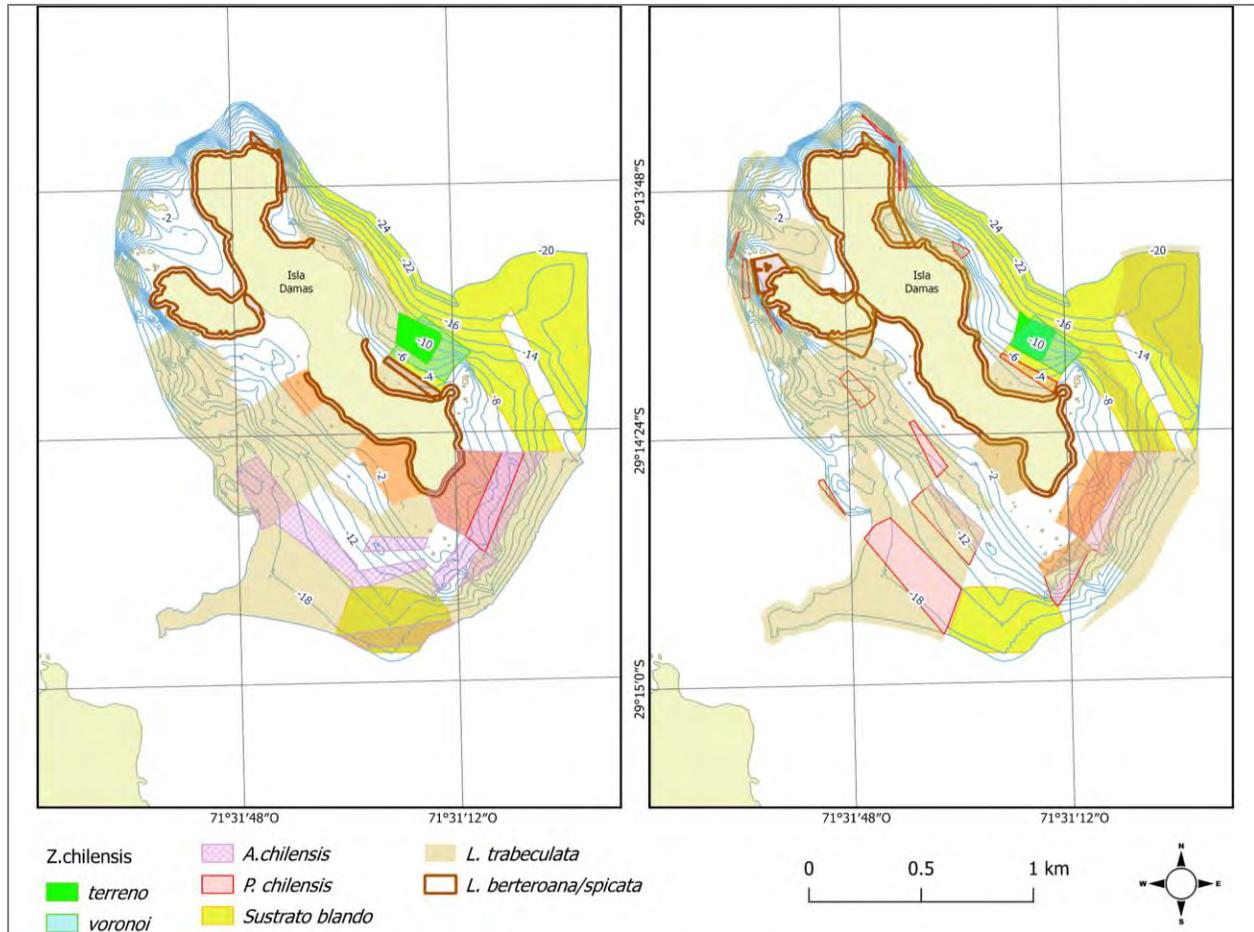


Figura 50. Distribución de hábitats en la Reserva Marina Islas Choros-Damas. Izquierda campaña 1, derecha campaña 2.

En un análisis más descriptivo, es posible indicar que la composición de la macrofauna asociada a los sustratos estudiados en RMICD para ambas campañas estuvo representada por 301 taxas y una abundancia total en las muestras analizadas de 115.331 individuos. Estas riquezas y abundancias estuvieron representadas principalmente por los Phyla Arthropoda, Mollusca, Annelida seguido de Echinodermata, y Chordata (Tabla 35).

Tabla 35. Principales phyla registrados en los sustratos de la zona de estudio. Reserva Marina Isla Choros Damas.

Phylum	Taxas	
	Número	%
Arthropoda	155	51,49
Mollusca	69	22,92
Annelida	49	16,27
Echinodermata	11	3,65
Chordata	5	1,66
Cnidaria	4	1,33
Foraminifera	3	0,99
Nemertea	2	0,66
Nematoda	1	0,33
Bryozoa	1	0,33
Platyhelminths	1	0,33
Total	301	100%

Por su parte, los mayores registros de riqueza fueron observados en el hábitat estructurado por piure (148 taxa), seguido de huiro palo con 128 taxa respectivamente (Figura 51, panel izquierdo), en términos de abundancia los hábitats estructurados por piure, pasto marino y huiro palo reportaron, en conjunto, el 82% de la abundancia total (Figura 51, panel derecho). Las especies que presentaron mayor abundancia en cada uno de los hábitats se describen en la Tabla 36 y se proporciona una muestra fotográfica en la Figura 52.

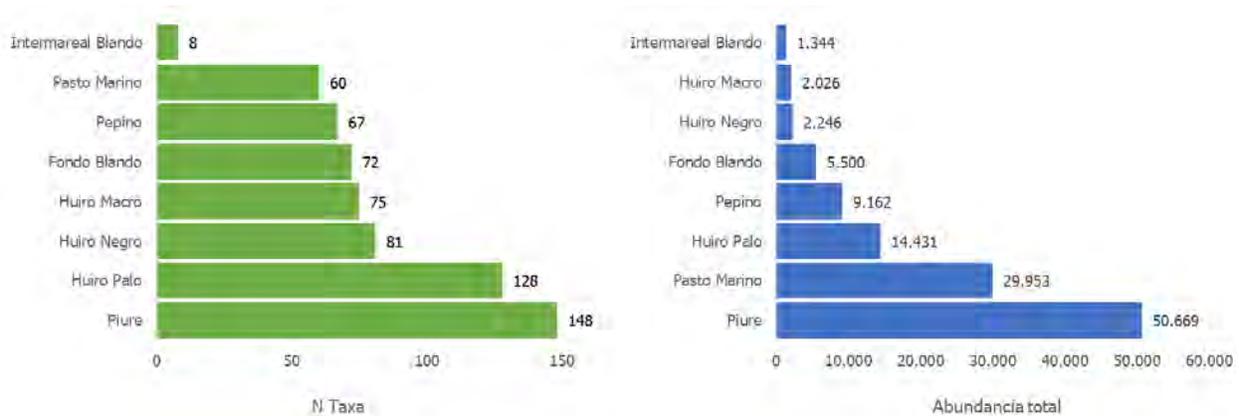


Figura 51. Riqueza total (panel izquierdo) y abundancia total (panel derecho) registradas en las distintas matrices estudiadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Choros Damas.

Tabla 36. Especies más abundantes observadas en cada uno de los hábitats estudiados en la Reserva Marina Isla Choros Damas.

Matriz	Especies más abundantes
Pasto Marino	<ul style="list-style-type: none"> • Moluscos <i>Cyamiomactra chilensis</i>, <i>Nucula pisum</i> • Foraminífero <i>Quinqueloculina seminulum</i> • Anfípodos del género <i>Microphoxus</i>
Piure	<ul style="list-style-type: none"> • Poliquetos de la familia Syllidae • Tanaidáceos entre ellos la especie <i>Zeuxo</i> sp., • Anfípodo <i>Gammaropsis dentifer</i> • Caprelidos <i>Deutella venenosa</i>, <i>Paracaprella pusilla</i>
Huiro Palo	<ul style="list-style-type: none"> • Anfípodos de la familia Photidae en particular la especie <i>Gammaropsis cf. Monodi</i> • Anfípodo de la familia Ischyroceridae <i>Neoischyrocerus longimanus</i> • Caprelido <i>Caprella verrucosa</i>
Huiro Macro	<ul style="list-style-type: none"> • Anfípodos en particular las especies <i>Gammaropsis cf. Monodi</i> y <i>Sunamphitoe lessoniophila</i> • Bivalvo <i>Brachidontes granulatus</i> • Balanido <i>Austromegabalanus psittacus</i>.
Huiro Negro	<ul style="list-style-type: none"> • Bivalvo <i>Brachidontes granulatus</i> • Gasterópodos de la familia <i>Calyptraeidae</i> y la especie <i>Scurria scurra</i> • Poliquetos de la familia Syllidae
Pepino	<ul style="list-style-type: none"> • Poliquetos de la familia Saccocirridae y Amphinomidae, • Gasterópodos <i>Onoba</i> sp, <i>Aesopus aliciae</i>, <i>Rissoina inca</i> e <i>Incatella cingulata</i> • Anfípodo <i>Seba</i> sp.
Fondo Blando	<ul style="list-style-type: none"> • Anfípodos <i>Phoxocephalopsis zimmeri</i>, <i>Microphoxus cornutus</i> y <i>Eudevenopus gracilipes</i> • Molusco <i>Cyamiomactra chilensis</i>.



Figura 52. Principales taxa presentes en los sustratos estudiados en matrices de la Reserva Marina Islas Choros-Damas, en función de su abundancia A) *Gammaropsis cf. monodi*, B) *Neoischyrocerus longimanus* C) Familia Syllidae D) Familia Calyptraeidae, E) *Seba sp.* F) Familia Caprellidae G) *Rissoina inca* H) *Pareurythoe sp.*

4.3.4.2 Diversidad asociada a la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC)

Con el fin de determinar si la estructura de las comunidades de invertebrados presentes en los distintos sustratos presentó diferencias temporales se analizaron los resultados considerando ambas campañas, en este sentido es posible indicar que los resultados del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) (Figura 53) entregó una representación gráfica que permitió agrupar y ordenar en un espacio de dos dimensiones las muestras de macrofauna de los sustratos

en estudio en términos de la similitud de especies y sus abundancias utilizando como factor de análisis las campañas de monitoreo, la configuración resultante permitió identificar que no se observan diferencias en la composición de estas comunidades entre periodos de muestreo. Esto fue respaldado por la prueba ANOSIM que indicó que no existen diferencias significativas en la composición de la abundancia entre campañas ($R=0$; $p: >5\%$).

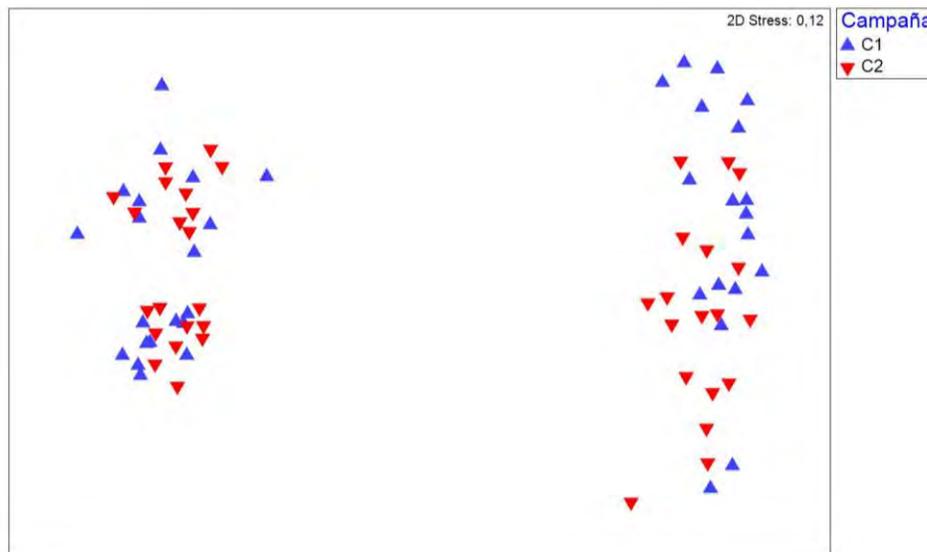


Figura 53. nMDS generado mediante Índice de similitud de Bray-Curtis para la composición de las comunidades bentónicas asociadas a los distintos sustratos estudiados utilizando como factor de análisis ambas campañas realizadas. Reserva Marina Isla Chañaral.

Para identificar la existencia de diferencias entre las distintas matrices de sustrato estudiadas, se realizaron análisis de Cluster y nMDS (Figura 54 y Figura 55) los cuales permitieron agrupar y ordenar en un espacio de dos dimensiones los sustratos en estudio, la configuración resultante de ambos análisis permitió identificar por un lado que los sustratos se agrupan formando grupos claramente definidos (Eje X) y la composición de cada una de estas comunidades que están formando estos grupos (Eje Y).

Tanto en el Cluster como en el nMDS se observó que las muestras de todos los sustratos se separan formando grupos diferenciables del resto. La descripción anterior, coincide con el análisis de ordenación en donde, la gráfica obtiene un nivel de estrés bajo con 0,12 (Figura 55), lo que indica que la distribución se ajusta a los datos.

Esta separación observada mediante las técnicas de ordenación multivariada fue respaldada por la prueba ANOSIM que arrojó diferencias significativas a nivel global ($R:0,867$; $p:0,1$) y al examinar las comparaciones parciales entre pares se observó diferencias significativas en todas las comparaciones de las matrices estudiadas (Tabla 37).

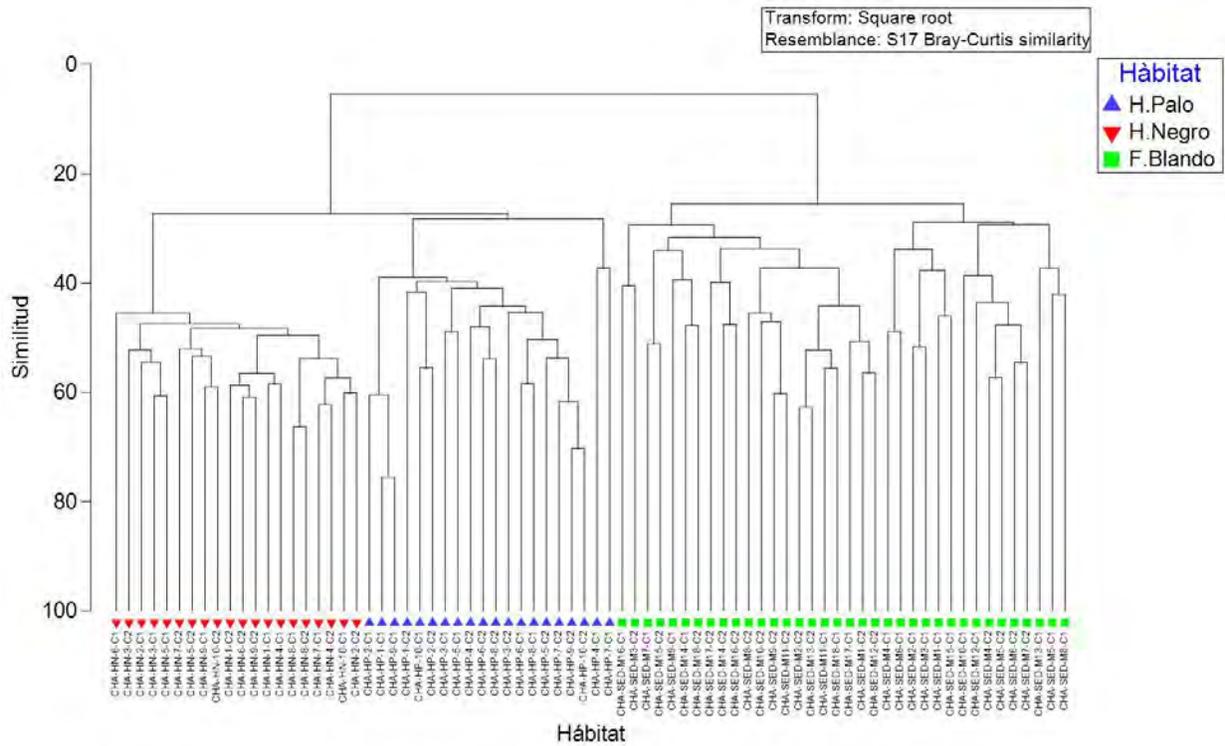


Figura 54. Dendrograma de la composición de las comunidades bentónicas asociadas a las distintas matrices estudiadas. Elaborado con los datos integrados de ambas campañas.

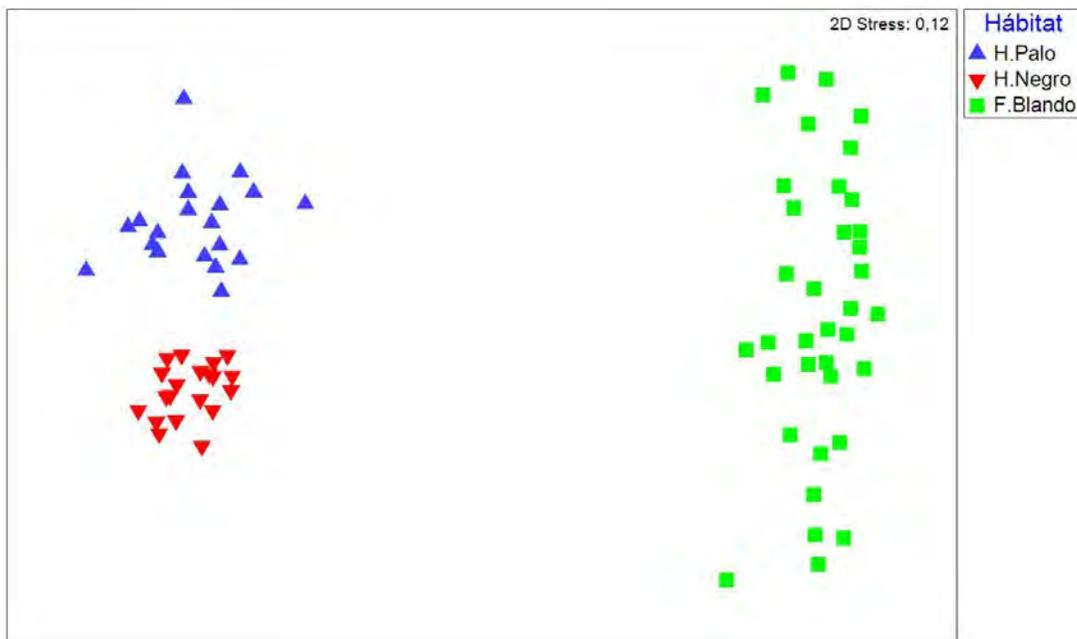


Figura 55. nMDS generado mediante similitud de Bray-Curtis en la composición de las comunidades bentónicas asociadas a los distintos sustratos estudiados utilizando como factor las matrices estudiadas. Elaborado con los datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Isla Chañaral.

Tabla 37. Resultados de análisis de similitud (ANOSIM) de una vía para validar diferencias significativas entre sustratos estudiados.

Test Global		
R Global	0,867	
Nivel de significancia de la muestra	0,1%	
N ^a de permutaciones	999	
N ^o de permutaciones mayores o iguales al R Global	0	
Grupos	R estadístico	Nivel de Significancia (%)
Huiro Palo- Huiro Negro	0,878	0,1
Huiro Palo- Fondo Blando	0,98	0,1
Huiro Negro-Fondo Blando-	0,987	0,1

Debido a que se identificaron a las matrices como potenciales hábitats distintos entre sí, se procedió a caracterizar cada uno de estos utilizando análisis ecológicos univariados (Tabla 38). La mayor riqueza (S) de especies de invertebrados macrobentónicos se registró en el estructurador de hábitat huiro palo con un promedio de 56 especies por planta, seguido del estructurador de hábitat huiro negro con un promedio de 35 especies por planta y finalmente fondos blandos con un promedio de 18 especies por muestra (0,1 m²).

Con relación a la diversidad (H') los registros se encuentran en el rango de 2,14 y 3,02, en los sustratos estructuradores huiro palo y fondo blando respectivamente (Tabla 38). Todas las matrices analizadas evidenciaron altos niveles de uniformidad (superiores a 0,7) (Tabla 38 y Figura 56). Los mayores valores de abundancia promedio fueron registrados en el sustrato estructurador huiro palo con un valor promedio por planta de 498 individuos.

Tabla 38. Resumen de valores promedios y desviación estándar (DE) de los parámetros univariados: Riqueza (S), Abundancia (N), Uniformidad (J') y Diversidad (H') de los ensamblajes de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada sustrato monitoreado. Elaborado con datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Isla Chañaral.

Sustrato	S		N		J'		H'	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
Huiro Palo	56	14	498	556	0,75	0,08	3,02	0,33
Huiro Negro	35	4	164	44	0,78	0,07	2,78	0,25
Fondo Blando	18	7	142	133	0,76	0,11	2,14	0,36



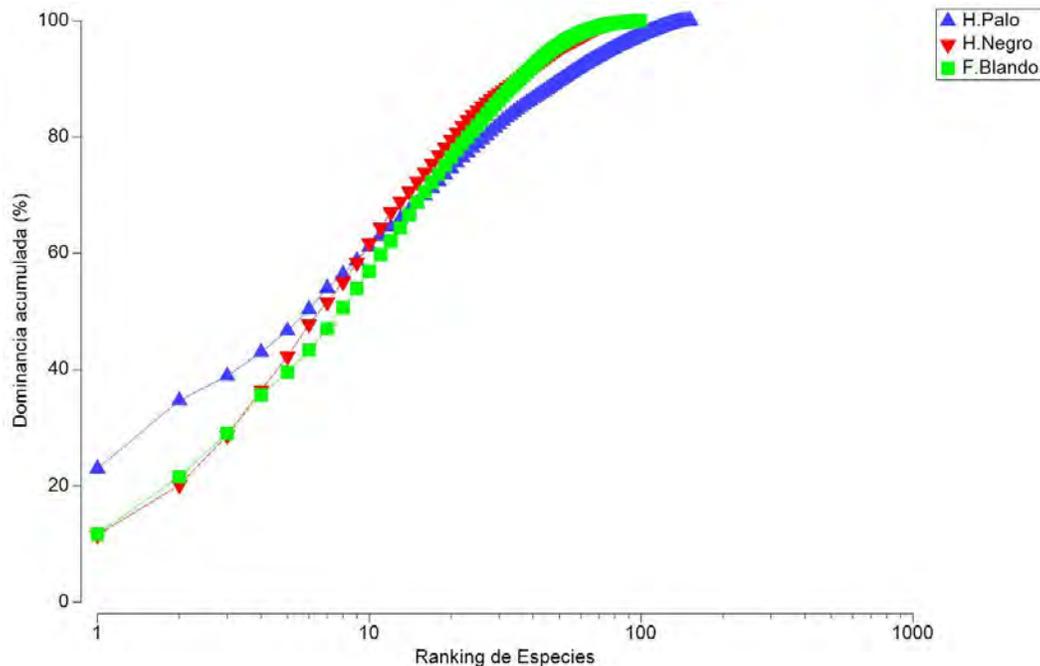


Figura 56. Curva K-dominancia del ensamblaje macrobentónico de los sustratos monitoreados. Elaborado con datos integrados de ambas campañas. Reserva Marina Isla Chañaral.

En términos espaciales, se delimitaron los hábitats a partir de las prospecciones de buceo, donde se identificaron especies estructuradoras de hábitat y tipos de fondo. A partir de este trabajo, se evidenció que en la costa cercana a la isla Chañaral los sustratos blandos se registran en un sector acotado del fondo marino ubicado al noreste de la isla, cubriendo un área de 104.045 m² con arena y conchuela, y donde no se registró la presencia de *Z. chilensis* ni de *A. chilensis*. Sobre el sustrato duro predominante, tanto en el intermareal como en el submareal, fue posible describir una amplia distribución de algas pardas, con *L. trabeculata* ocupando la gran parte del submareal, mientras que *L. berteriana* aparece ocupando la totalidad de la zona intermareal y gran parte de los estratos más someros evaluados en el submareal (Tabla 39, Figura 57).

Tabla 39. Distribución de hábitats en la Reserva Marina Islas Chañaral.

Hábitat	Campaña 1 Área (m ²)	Campaña 2 Área (m ²)
Sustrato blando	104.045	104.045
<i>Piura chilensis</i>	23.721	20.453
<i>Lessonia trabeculata</i>	1.959.470	1.627.834
<i>Lessonia spicata/berteroana</i>		
• Submareal	409.897	247.165

• Intermareal	105.279	163.093
---------------	---------	---------

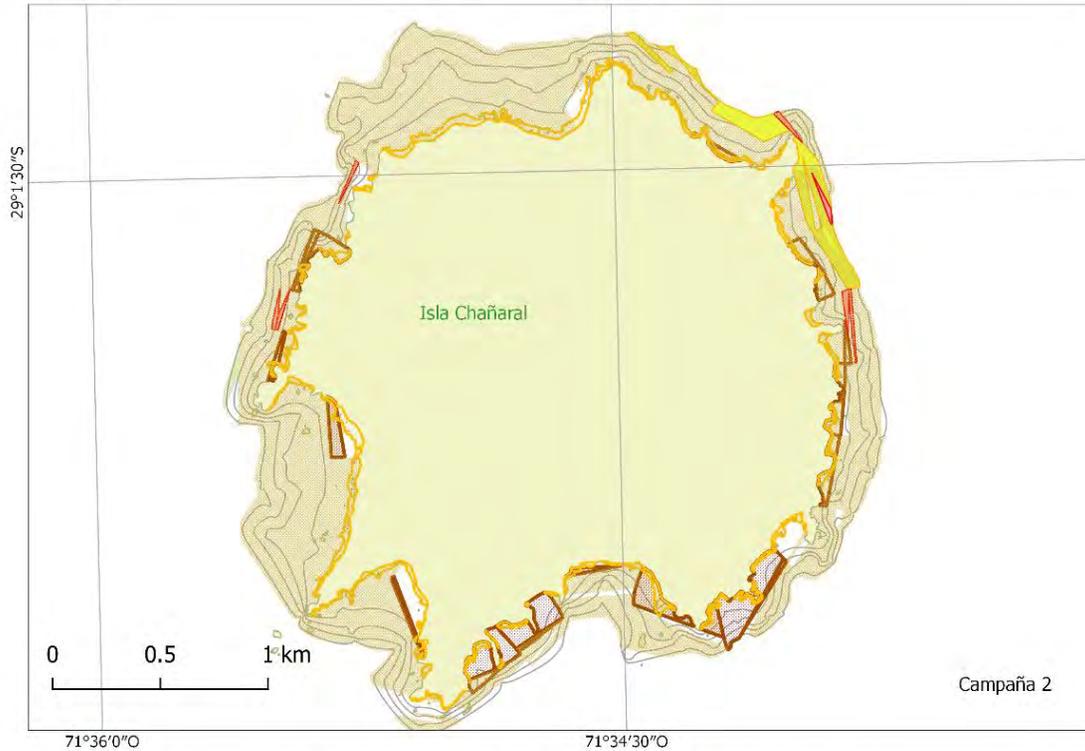


Figura 57. Distribución de hábitats en la Reserva Marina Islas Chañaral. Arriba campaña 1, abajo campaña 2.

En un análisis más descriptivo, es posible indicar que la composición de la macrofauna asociada a los sustratos estudiados en Isla Chañaral para ambas campañas estuvo representada por 209 taxa y una abundancia total en las muestras analizadas de 18.604 individuos. Estas riquezas y abundancias estuvieron representadas principalmente por los Phyla Arthropoda, Mollusca, Annelida seguido de Echinodermata, y Cnidaria (Tabla 40).

Tabla 40. Principales phyla registrados en los sustratos de la zona de estudio. Isla Chañaral. Reserva Marina Isla Chañaral.

Phylum	Taxa	
	Número	%
Arthropoda	109	52,15
Mollusca	38	18,18
Annelida	38	18,18
Echinodermata	11	5,26
Cnidaria	5	2,39
Chordata	4	1,91
Nemertea	2	0,48
Bryozoa	1	0,48
Nematoda	1	0,48
Platyhelminthes	1	0,48
Total	209	100%

Las riquezas totales registradas, considerando todas las unidades de muestreo analizadas, fueron 152, 99 y 82 taxa para las matrices estructuradoras de hábitat huiro palo (20 plantas), fondo blando (36 muestras) y huiro negro (20 plantas) respectivamente (Figura 58, panel izquierdo), en términos de abundancia la matriz estructuradora de hábitat huiro palo, reportó el 53% de la abundancia total (Figura 58, panel derecho). Las especies que presentaron mayor abundancia en cada uno de los hábitats se describen en la Tabla 41 y se proporciona una muestra fotográfica en la Figura 61.

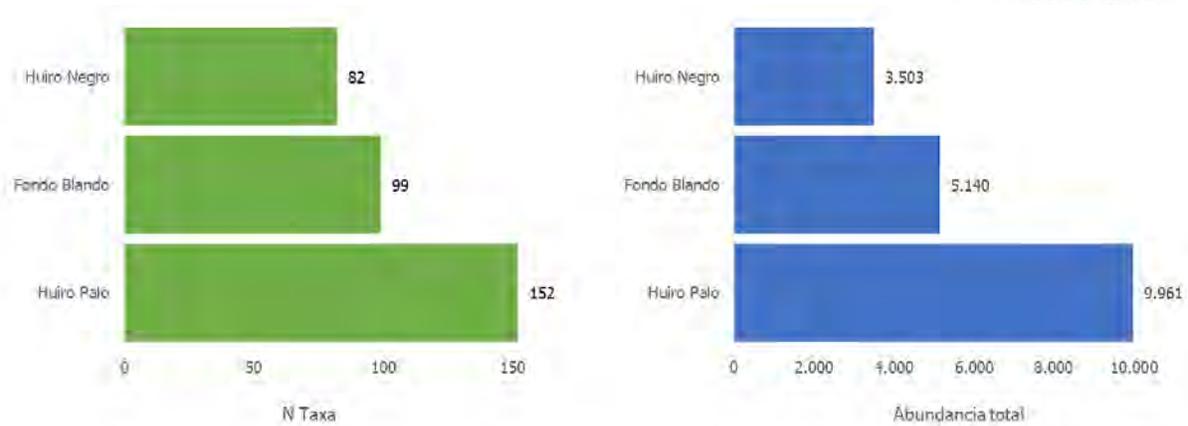


Figura 58. Riqueza total (panel izquierdo) y abundancia total (panel derecho) registradas en las distintas matrices estudiadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral.

Tabla 41. Especies más abundantes observadas en cada uno de los hábitats estudiados en la Reserva Marina Isla Chañaral.

Matriz	Especies más abundantes
Huiro Palo	<ul style="list-style-type: none"> • Altas abundancias de semillas de equinodermos (erizos) que aportaron el 22% de la abundancia total • Anfípodo de la familia Eophliantidae <i>Bicernna fulva</i> • Bivalvo <i>Brachidontes granulatus</i>.
Huiro Negro	<ul style="list-style-type: none"> • Poliquetos de la familia Syllidae • Semillas de equinodermos (erizo) • Bivalvo <i>Brachidontes granulatus</i> • Crustáceos decápodos de la familia Porcellanidae
Fondo Blando	<ul style="list-style-type: none"> • Anfípodo <i>Aora típica</i> • Representantes del orden tanaidacea • Molusco <i>Cyamiomactra chilensis</i>



Figura 59. Principales taxas presentes en los sustratos estudiados de Isla Chañaral A) Echinoidea (semillas de erizo), B) *Pachycheles chilensis* C) *Bircenna fulva* D) *Eudovenopus gracilipes* E) *Phoxocephalopsis zimmeri* F) *Aora típica* G) *Zeuxo* sp. J) *Nucula pisum* K) *Sunamphitoe lessoniophila*. Isla Chañaral.

4.4 Objetivo específico 3. Estimar y analizar los indicadores de desempeño biológico, socio- económico y de gobernanza establecidos en el PGA de ambas Reservas y propuesta de guía básica para el monitoreo del desempeño de las RM

4.4.1 Revisar los PGA y extraer los indicadores de desempeño establecidos en los ámbitos biológico, socioeconómico y de gobernanza

A continuación, se proporciona una propuesta que guíe el proceso de evaluación de las distintas estrategias de gestión a partir de los indicadores propuestos en los PGA. La guía ha sido desarrollada en base a la estructura general de los PGA, es decir los indicadores agrupados por dimensión y vinculados a los objetivos trazados.

La estructura de este capítulo fue organizada por dimensiones (biológica, socioeconómica y gobernabilidad). Al comienzo de cada dimensión se realiza un análisis de vinculación entre los objetivos trazados en los PGA y los indicadores que se proponen para su medición y posteriormente se realiza un análisis del desempeño de los indicadores propuestos. A su vez, el análisis del desempeño de los indicadores fue estructurado de la siguiente manera:

- i. Nombre del indicador
- ii. Metodología para calcular el indicador
- iii. Interpretación de los resultados
- iv. Ventajas y desventajas del indicador

Debido a que muchos de los objetivos e indicadores son análogos en ambas reservas, se proporciona un análisis global del sistema, pero precisando a que unidad de conservación corresponde la información, esto permite analizar las unidades por separado y tener una apreciación unificada del desempeño a nivel de ambas reservas. En aquellos casos donde el indicador solo está presente para solo una de las RMs, se hace explícita esta situación en las tablas de vinculación objetivo-indicador.

4.4.1.1 Objetivos e indicadores de la dimensión biológica establecidos en los PGA de las RMIC y RMICD

En la Tabla 42 se realiza una descripción de los indicadores propuestos en los PGA de las RMIC y RMICD para medir el desempeño de la dimensión biológica. En general, se aprecia que ambas RMs han definido indicadores muy similares de desempeño biológico, enfocado principalmente en la condición de recursos bentónicos y algas de importancia comercial (loco, lapas, erizos, huiro



negro, huiro palo y huiro pato) y también en la condición de las poblaciones de vertebrados acuáticos carismáticos como delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y lobo marino común. También se cuenta con indicadores de la calidad del agua, donde se aprecia una pequeña diferencia respecto de los parámetros que establece cada PGA para determinar una condición específica (Tabla 42). La mayor diferencia observada en términos de los indicadores definidos es que la medición de la diversidad solo es abordada en el PGA de la RMICD mediante un indicador simple de riqueza de organismos bentónicos.

Tabla 42. Descripción de indicadores propuestos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), para medir el desempeño de la dimensión biológica. *IB1 solo ha sido definido para la RMICD.

Abreviatura	Nombre del indicador	Descripción del indicador en el PGA
IB1*	Riqueza de especies	Estimada como presencia o ausencia de las especies registradas en la línea base de la RM. Los valores se obtendrán a través de un sobrevuelo del fondo marino utilizando una lista de chequeo para verificar las especies presentes. Su fórmula de cálculo será $(s \text{ final}/s \text{ inicial (línea base o registro anterior)}) * 100$.
IB2	Número de ejemplares avistados	Número de ejemplares avistados en el área de la reserva de delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y lobo marino común.
IB3	Estado de salud poblacional	La estructura poblacional (definida como estructura de tallas) junto con estimados de abundancia (definidos como los valores de densidad promedio), permitirán visualizar el estado de "salud poblacional" de especies bentónicas objetivo de la Reserva, es decir, loco, lapas y erizo rojo.
IB4	Cobertura	Expresada en superficie (m ²) de distribución ocupada por especies bentónicas objetivo (loco, lapas y erizo rojo), y huiro palo, huiro negro y huiro pato.
IB5	Calidad de agua	Temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez en ambas reservas y parámetros contaminantes (coliformes, metales pesados e hidrocarburos) se consideran solo en el PGA de la RMIC.
IB6	Estudios de investigación	$(\text{Número de estudio (año base+1)} / \text{Número de estudio (año base)}) * 100$.

La vinculación existente entre los indicadores y los objetivos trazados en los propios PGA da cuenta de que los indicadores IB1 y IB5 no se encuentran vinculados a un objetivo en particular. Por otro lado, se da cuenta de que el resto de los objetivos son difíciles de medir, de modo que, en los sucesivos análisis de los indicadores, se proporcionarán algunos antecedentes que podrían apoyar el camino hacia la definición de objetivos claros, medibles y a un horizonte de tiempo establecido, de manera que su definición facilite la comprensión acerca del nivel del cumplimiento de los objetivos de la gestión.



Tabla 43. Vinculación objetivo – indicador, establecidos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), correspondientes a la dimensión biológica. Los números 1 muestran los indicadores definidos para la RMICD, mientras que los números 2 muestran los indicadores definidos para RMIC.

DIMENSIÓN BIOLÓGICA							
Abreviatura	Objetivo/indicador	IB1	IB2	IB3	IB4	IB5	IB6
ND	No definido.	1					
OB1	Proteger las poblaciones de los principales vertebrados acuáticos residentes en el área, delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y lobo marino común.		1 2				
OB2	Conservar las poblaciones residentes de aquellas especies de interés comercial para la pesca artesanal, tales como, loco, lapa y erizo, con el objeto de potenciar las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.			1 2	1 2		
OB3	Conservar y restaurar, cuando proceda, las poblaciones de especies estructuradoras de hábitat como son las algas macrofitas <i>Lessonia trabeculata</i> y <i>Lessonia nigrescens</i> .				1 2		
ND	No definido.					1 2	
OB4	Promover el desarrollo del conocimiento científico para generar información de base para la conservación, el manejo y el aprovechamiento de los recursos naturales de la RM.						1 2

Tabla 44. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°1 (IB1), denominado en el PGA de la RMICD como “riqueza de especies”.

<p>Nombre del indicador: Riqueza de especies</p> <p>Metodología para calcular el indicador:</p> <p><u>Riqueza:</u> este índice nos permite conocer la Diversidad Alfa, definida como la riqueza específica de una comunidad local y consiste en el recuento del número de especies. Dicho valor se estima a partir de la identificación y conteo de los distintos taxa en cada matriz analizada, mediante el uso de claves taxonómicas.</p> <p><u>Diversidad:</u> Si bien los PGA hacen referencia a la estimación de la riqueza como indicador de diversidad, se sugiere incorporar un indicador univariado de uso frecuente como es Diversidad de Shannon (H'). Este índice nos permite caracterizar las comunidades presentes en los diferentes hábitats y su grado de complejidad, así como sus modificaciones en el tiempo, este índice está asociada a la riqueza especies y sus abundancias, en este sentido el índice H' aumenta en la medida que aumenta la riqueza y cuando los individuos se distribuyen más homogéneamente entre todas las especies. El valor de H' varía generalmente entre 1,5 y 3,5 y raramente pasa de 4,5 (Magurran 1988, Thomas et al 2017). La estimación de este índice se realiza a partir de:</p>
--

$$H' = -\sum_{n=1}^N p_i \ln p_i$$

Donde:

H' = Índice de diversidad específica.

n_i = Abundancia de la especie i -ésima en una muestra.

N = Número total de individuos en la muestra.

p_i = n_i / N = Abundancia proporcional de la i -ésima especie.

Interpretación de los resultados:

Riqueza:

Los valores de riqueza son ordenados en un cuadro comparativo para cada hábitat estudiado en las RMICD y RMIC y además se agrega el dato de la riqueza acumulada que indica el número de taxa totales observados de manera integrada en ambas campañas.

En el cuadro que se presenta a continuación, se muestra en color verde las variaciones inferiores al 33,3%, mientras que en amarillo se muestran las variaciones registradas entre el 33,3% y el 66,6%. En rojo se muestran aquellas variaciones superiores al 66,6% que en este caso no fueron observadas. El signo de la variación indica si corresponde a un incremento de la riqueza respecto a la campaña anterior (+) o una disminución de este (-). Actualmente no se cuenta con un nivel de referencia del cambio histórico de los niveles de riqueza en cada hábitat, pero por el momento se podría considerar que variaciones inferiores al 33% son aceptables hasta contar con una mayor temporalidad de datos bajo distintas condiciones climáticas naturales, tanto estacionales como ciclos interanuales asociados al fenómeno del niño. En este sentido, la mayor cantidad de hábitats analizados en ambas reservas presentaron niveles de variación inferiores al 33% a excepción del hábitat estructurado por huiro palo en la RMICD y el hábitat asociado a fondos blandos en la RMIC. Otro dato que debe ser observado es la riqueza acumulada, la cual aumenta en casi todas las matrices en ambas reservas, esto podría deberse a que ambas campañas podrían estar complementándose ya sea porque algunas especies no aparecen en una campaña por aleatoriedad de muestreo o simplemente porque de manera natural se genera un reemplazo temporal de especies. En cualquier caso, el incremento en la riqueza acumulada es un indicador positivo y debe ser analizado en conjunto con los niveles de variación observados para interpretar de mejor manera el indicador de riqueza.



Hábitat	RMICD				RMIC			
	Riqueza (S) C1	Riqueza (S) C2	Riqueza Acumulada	Variación	Riqueza (S) C1	Riqueza (S) C2	Riqueza Acumulada	Variación
Huiro palo	116	104	129	-10,3%	130	140	152	7,7%
Huiro Negro	79	72	82	-8,9%	78	78	82	0,0%
Fondo Blando	81	80	97	-1,2%	92	58	99	-37,0%
Huiro Macro	69	58	82	-15,9%				
Intermareal	8	8	8	0,0%				
Pasto Marino	62	54	63	-12,9%				
Pepino	54	68	80	25,9%				
Piure	127	128	149	0,8%				

Diversidad de Shannon (H'):

Los valores de H' son ordenados para cada hábitat estudiado en las islas Damas y Chañaral. En color rojo se muestran valores de diversidad muy bajo ($H' < 1$), en color naranja valores bajos (H' entre 1 y 2), amarillo valores regulares (H' entre 2 y 3) en verde valores altos ($H' > 3$ y 4) y verde oscuro valores muy altos ($H' > 4$). En la siguiente tabla se puede observar que existe una **alta proporción de valores bajos y regulares de H' para cada hábitat, sin embargo, esto debe ser analizado en el contexto de variaciones locales, ya que los rangos de corte definidos pueden no ser adecuados a las condiciones naturales del ambiente estudiado. Sin embargo, se proporcionan estos niveles como primeros aportes a la definición de referencia.**

Hábitat	RMIC	RMIC
	Diversidad (H') Promedio presente estudio	Diversidad (H') Promedio presente estudio
Huiro palo	2,79	3,02
Huiro Negro	2,89	2,78
Fondo Blando	1,43	2,14
Huiro Macro	2,29	
Intermareal	0,7	
Pasto Marino	1,89	
Pepino	1,79	
Piure	2,84	

Ventajas y desventajas del indicador:

Las ventajas de los indicadores propuestos (riqueza y H') destacan por su amplio uso, la facilidad de su lectura y la posibilidad de generar comparaciones rápidas con otras zonas y/o ambientes donde se hayan estimado estos índices en estudios previos.

En cuanto a sus desventajas, es relevante mencionar que para su estimación se requiere personal con una alta capacidad y experiencia en trabajo taxonómico, contar con expertos para los distintos grupos es relevante ya que las muestras analizadas para todas las matrices mostraron un alto nivel de complejidad que requirió ampliar la consulta a una mayor cantidad de expertos que los presupuestados inicialmente.

Otro aspecto que podría considerarse una desventaja o más bien una precaución al momento de generar estos índices es que se tiene el supuesto de que todas las especies están representadas en una muestra obtenida al azar, por tanto, ambos índices son sensibles al grado de esfuerzo de muestro, por tanto, debe ser comparado entre diseños de muestreos equivalentes.

Tabla 45. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°2 (IB2), denominado en el PGA de **ambas Reservas Marinas como "ejemplares de vertebrados acuáticos avistados"**.

Nombre del indicador: Número de ejemplares avistados (IB2)	
Metodología para calcular el indicador:	
<p>A partir de información proveniente de campañas de avistamiento para el conjunto de especies definidas en el objetivo OB1 (delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y lobo marino común), se realiza un proceso de ordenación del rango de variación que ha experimentado el estimado del tamaño poblacional en el tiempo, desde el estimado poblacional más bajo al más alto como se aprecia en la siguiente figura:</p>	
<p>A partir de este proceso de ordenación, se puede extraer información de estadística descriptiva básica, en este caso se han seleccionado los cuartiles ya que permiten establecer 4 estados distintos del estimado poblacional, los cuales han sido definidos como "pobre", "regular", "bueno" y "muy bueno".</p>	
<p>Para poder unificar los estimados en una base de datos comparativa, estos deben provenir de enfoques metodológicos que permitan la realización de ejercicios de comparación. A continuación, se proporciona una descripción de las consideraciones que se tuvieron al momento de analizar las bases de datos de cada una de las especies de vertebrados acuáticos de interés:</p>	
<p>a) <i>Tursiops truncatus</i></p>	
<p>En este caso se consideraron únicamente los estimados de la población residente, para ello se debe contar con trabajos que consideren la distinción entre la población residente y las poblaciones errantes, lo cual generalmente se realiza mediante foto-identificación. En este</p>	



sentido, para el delfín nariz de botella, la mayor cantidad de información fue obtenida de una publicación que analiza datos de avistamientos provenientes de un monitoreo de larga data (2003-2015) en el sistema Choros - Chañaral (Pérez *et al.*, 2018). Dicha población fue estimada en un total de 33 individuos, pero nunca se reportó el avistamiento de todos ellos durante un año en particular. Además de estos antecedentes, un estudio con data más reciente (Sepúlveda *et al.*, 2020) estimó la población residente en 10 ejemplares residentes en torno a la RMIC y 2 ejemplares residentes en torno a la RMICD. No obstante, se aplicó un esfuerzo de muestreo menor y un área más acotada para la realización de las campañas de avistamiento. En ambos trabajos, la individualización de los delfines se realizó mediante técnicas de foto-identificación. Además, el estudio desarrollado por Pérez *et al.* (2018) utiliza marcadores genéticos que permitieron determinar el sexo, codificar haplotipos y establecer la relación existente entre la población de delfines residentes y las poblaciones errantes que visitan la zona de manera frecuente.

b) *Spheniscus humboldti*

Para esta especie se encontraron cinco fuentes de información. La primera corresponde al trabajo realizado por Wallace & Araya (2015), donde se realiza un análisis histórico de censos realizados en varios sectores, dentro de los cuales se encuentran Isla Choros e Isla Chañaral. A partir de este trabajo es posible determinar el rango de variación de la población de esta especie entre el año 1999 y 2008. Además, se suma el trabajo de Gaymer *et al.* (2008), que realiza un censo de la población de Isla Choros e Isla Chañaral en la temporada estival del año 2008, el trabajo de Simeone *et al.* (2018), que realizaron un censo a nivel nacional de esta especie, contabilizando dentro de este trabajo a las poblaciones de Isla Choros e Isla Chañaral. Además de trabajos más recientes como el Vargas-Rodríguez *et al.* (*In press*), que corresponde al trabajo de monitoreo realizado por CONAF en isla Choros, cuyo manuscrito fue facilitado mediante transparencia y finalmente el trabajo de Sepúlveda *et al.* (2020) orientado a determinar el estado poblacional de las poblaciones de delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y cetáceos en las reservas marinas isla Chañaral e islas Choros y Damas.

Para esta especie se propone el seguimiento de dos indicadores que han sido considerados en la literatura para determinar su condición. El primero corresponde a la población total, estimada generalmente a través de muestreos bajo distintos enfoques metodológicos y el segundo está dirigido a la contabilización de parejas/nidos activos, este último se ha considerado como un indicador más directo de la permanencia de pingüinos de Humboldt en las zonas de anidación. Otro aspecto relevante es que los estudios para determinar la condición de la población de *Spheniscus humboldti*, reportados por los distintos autores, son monitoreados entre octubre y febrero (tiempo de muda de plumaje).

c) *Otaria byronia*

Para el caso de *Otaria byronia* la mayor fuente de información provino de los esfuerzos censales que se han desarrollado cada aproximadamente 10 años, los cuales han sido recientemente sistematizados por Oliva *et al.* (2019), además se cuenta con un conteo puntual desarrollado por Gaymer *et al.* (2008). Es importante mencionar que, en el último censo realizado, se contabilizaron 11 lobos en Isla Damas, hecho que no había sido reportado con anterioridad,



donde solo se había circunscrito la presencia de esta especie en las Islas Choros y Chañaral. Los datos proporcionados corresponden a censos totales que incluyen juveniles y adultos.

d) *Lontra felina*

En el caso de *L. felina*, se cuenta con pocos antecedentes para la elaboración de un indicador de desempeño histórico a nivel local. Por esta razón se consideraron estimados de ocurrencia de (chungungos km^2^{-1}), obtenidos a partir de puntos de observación fijas y no mediante el uso de transectos, ya que se ha considerado que esta metodología podría estar subestimando los conteos. A partir de distintos estudios realizados a lo largo de la costa chilena mediante enfoques metodológicos comparables (Vogel et al., 2006; Vogel et al., 2007; Sepúlveda et al., 2020), se elaboró un rango de ocurrencias y a partir de ellas se establecieron niveles de ocurrencia de corte utilizando cuartiles de manera análoga a las otras poblaciones de vertebrados. Los rangos establecidos fueron:

- Percentil 25: 3,2 chungungos km^2^{-1}
- Percentil 50: 3,8 chungungos km^2^{-1}
- Percentil 75: 4,4 chungungos km^2^{-1}

De esta manera se aplicó la siguiente regla para definir cuatro condiciones:

- < 3,2 chungungos km^2^{-1} (Malo)
- 3,2 – 3,7 chungungos km^2^{-1} (Regular)
- 3,8 – 4,4 chungungos km^2^{-1} (Bueno)
- > 4,4 chungungos km^2^{-1} (Muy bueno)

Interpretación de los resultados:

Los resultados son comunicados en una matriz donde se proporciona información de referencia del dato, como su fuente, el alcance territorial (indica la zona en la cual el dato fue registrado) y el año en que se realizó la estimación. La clasificación del estado de condición de cada estimado es esquematizada en una clave tipo semáforo a fin de facilitar la comunicación de los resultados.

a) *Tursiops truncatus*

A partir de los datos recabados para la población residente de delfín nariz de botella, es posible observar que, en términos generales, no se observa una tendencia del indicador a través del tiempo (ya sea hacia una condición negativa o positiva). No obstante, durante la serie, la **mayoría de los años se ha determinado una "buena" o "muy buena condición"** del indicador. El rango de variación que esta población ha fluctuado entre 12 y 25 delfines que utilizan como rango de hogar ambas RMs y el espacio existente entre estas (Pérez *et al.*, 2018). Cabe mencionar que el antecedente proporcionado por Sepúlveda et al. (2020), correspondió al estimado más bajo de la serie (12 ejemplares), sin embargo, debe ser considerado con precaución debido a que el esfuerzo de muestreo fue menor, en términos espaciales y temporales, al realizado por Pérez *et al.* (2018).

Fuente	Alcance territorial	Año	Condición (N estimado)			
			Pobre	Regular	Buena	Muy buena
Pérez-Alvarez et al. (2018)	Sistema Choros-Chañaral	2003			21	
Pérez-Alvarez et al. (2018)	Sistema Choros-Chañaral	2004			23	
Pérez-Alvarez et al. (2018)	Sistema Choros-Chañaral	2005				24
Pérez-Alvarez et al. (2018)	Sistema Choros-Chañaral	2006	15			
Pérez-Alvarez et al. (2018)	Sistema Choros-Chañaral	2007				25
Pérez-Alvarez et al. (2018)	Sistema Choros-Chañaral	2008				24
Pérez-Alvarez et al. (2018)	Sistema Choros-Chañaral	2009				24
Pérez-Alvarez et al. (2018)	Sistema Choros-Chañaral	2010	17			
Pérez-Alvarez et al. (2018)	Sistema Choros-Chañaral	2014			21	
Pérez-Alvarez et al. (2018)	Sistema Choros-Chañaral	2015			21	
Sepúlveda et al., (2020)	RMIC y RMICD	2019	12			

b) *Spheniscus humboldti*

Para pingüino de Humboldt, se encontraron 18 estimados poblacionales en isla Choros entre los años 1999 y 2020. En general, previo al año 2015 se aprecia que la condición fluctuó entre una condición regular y muy buena, a diferencia de lo que se observa entre los años 2016 y 2020 donde se aprecian una mayor cantidad de condiciones pobres. En isla Chañaral, se observa un patrón similar con condiciones regulares a muy buenas entre los años 1999 y 2006 y posteriormente (2007 – 2020), condiciones mayoritariamente pobres.

Respecto del indicador de condición medido a través del número de parejas/nidos activos, no es posible observar un patrón claro, si no que cambios drásticos del estimado entre años consecutivos.

Fuente	Alcance territorial	Año	Condición (N estimado)			
			Pobre	Regular	Buena	Muy buena
Wallace & Araya (2015)	Isla Choros	1999			1.728	
Wallace & Araya (2015)	Isla Choros	2000		1.475		
Wallace & Araya (2015)	Isla Choros	2001			1.663	
Wallace & Araya (2015)	Isla Choros	2002				2.136
Wallace & Araya (2015)	Isla Choros	2003		1.364		
Wallace & Araya (2015)	Isla Choros	2004		1.509		
Wallace & Araya (2015)	Isla Choros	2005				1.911
Wallace & Araya (2015)	Isla Choros	2006				1.888
Wallace & Araya (2015)	Isla Choros	2007			1.738	
Gaymer et al. (2008)	Isla Choros	2008				1.911
Wallace & Araya (2015)	Isla Choros	2008				2.341
Vargas-Rodríguez et al. (In press)	Isla Choros	2015		1.520		
Vargas-Rodríguez et al. (In press)	Isla Choros	2016	947			
Vargas-Rodríguez et al. (In press)	Isla Choros	2017	1.226			
Simeone et al. (2018)	Isla Choros	2017				5.718
Vargas-Rodríguez et al. (In press)	Isla Choros	2018	980			
Vargas-Rodríguez et al. (In press)	Isla Choros	2019	876			
Sepúlveda et al. (2020)	Isla Choros	2020				4.860
Wallace & Araya (2015)	Isla Chañaral	1999		8.757		
Wallace & Araya (2015)	Isla Chañaral	2000				15.214
Wallace & Araya (2015)	Isla Chañaral	2001			14.894	
Wallace & Araya (2015)	Isla Chañaral	2002			15.184	
Wallace & Araya (2015)	Isla Chañaral	2003				19.132



Wallace & Araya (2015)	Isla Chañaral	2004			15.011	
Wallace & Araya (2015)	Isla Chañaral	2005		11.417		
Wallace & Araya (2015)	Isla Chañaral	2006		9.518		
Wallace & Araya (2015)	Isla Chañaral	2007	9.319			
Gaymer et al. (2008)	Isla Chañaral	2008				25.000
Wallace & Araya (2015)	Isla Chañaral	2008	8.671			
Simeone et al. (2018)	Isla Chañaral	2017	1.090			
Sepúlveda et al. (2020)	Isla Chañaral	2020	8.110			
Fuente	Alcance territorial	Año	Condición (N° parejas/nidos activos)			
			Pobre	Regular	Buena	Muy buena
Gaymer et al. (2008)	Isla Choros	2008			931	
Vargas-Rodríguez et al. (<i>In press</i>)	Isla Choros	2015			174	
Vargas-Rodríguez et al. (<i>In press</i>)	Isla Choros	2016	113			
Vargas-Rodríguez et al. (<i>In press</i>)	Isla Choros	2017		134		
Simeone et al. (2018)	Isla Choros	2017				2.859
Vargas-Rodríguez et al. (<i>In press</i>)	Isla Choros	2018		117		
Vargas-Rodríguez et al. (<i>In press</i>)	Isla Choros	2019	101			
Sepúlveda et al., (2020)	Isla Choros	2020				2.430
Gaymer et al. (2008)	Isla Chañaral	2008				9.300
Simeone et al. (2018)	Isla Chañaral	2017	1.045			
Sepúlveda et al., (2020)	Isla Chañaral	2020			4.055	

c) *Otaria byronia*

Para la población de lobo marino común, se han observado incrementos poblacionales claros desde el año 2016, alcanzando los máximos durante el último conteo realizado el año 2019. Otro aspecto relevante es que durante el conteo realizado el año 2019, se registra por primera vez una colonia de 11 lobos en Isla Damas, la cual es calificada en el rango "muy bueno" debido a que es el primer registro oficial en esta isla.

Fuente	Alcance territorial	Año	Condición (N estimado)			
			Pobre	Regular	Buena	Muy buena
Oliva et al. (2019)	Isla Choros	1996				620
Oliva et al. (2019)	Isla Choros	2006	33			
Gaymer et al. (2008)	Isla Choros	2008		291		
Oliva et al. (2019)	Isla Choros	2019			342	
Oliva et al. (2019)	Isla Chañaral	1996			1.438	
Oliva et al. (2019)	Isla Chañaral	2006	262			
Gaymer et al. (2008)	Isla Choros	2008		795		
Oliva et al. (2019)	Isla Chañaral	2019				2.020
Oliva et al. (2019)	Isla Damas	2019				11*

*Solo se cuenta con un dato de conteo para esta isla. Este se califica en una condición "muy bueno" por considerarse el primer registro oficial.

d) *Lontra felina*

Para el caso del chungungo, el nivel de información es muy escaso. A nivel local se cuenta con un estimado de ocurrencia (chungungos km² -1) para las Islas Choros, Damas y Chañaral. Con estos antecedentes no es posible comparar la dinámica de este indicador a nivel local, por lo que se compara su estado con el observado en otras zonas de litoral chileno, donde se utilizaron metodologías comparables.

Cabe mencionar que Gaymer et al (2008), efectuaron un monitoreo de *L. felina* en las Islas Choros, Damas y Chañaral, registrando solamente 4 ejemplares en la isla choros y ausencia en

las otras islas. Pero, es importante precisar que este antecedente no se incorpora en el análisis del indicador debido a que utiliza conteos a través de transectos y no el conteo desde puntos fijos que se considera más adecuado para monitorear esta especie.

Fuente	Alcance territorial	Año	Condición ocurrencia (chungungos km ² -1)			
			Pobre	Regular	Buena	Muy buena
Sepúlveda et al., (2020)	Isla Choros	2020			3,7	
Sepúlveda et al., (2020)	Chañaral	2020				6,0
Sepúlveda et al., (2020)	Damas	2020	1,2			

Ventajas y desventajas del indicador:

Las ventajas del indicador es que ofrecen una fácil interpretación por parte de los manejadores y usuarios, además, es posible visualizar una gran cantidad de información resumida en una imagen que proporciona información acerca de la dinámica histórica del indicador.

En términos de desventajas, se puede mencionar que es necesario tener ciertas consideraciones al momento de determinar el tipo de información que puede ser utilizada para la estimación del indicador propuesto. La estimación de este indicador debe considerar datos que provengan de campañas de avistamiento que utilicen metodologías comparables a fin de disminuir las incertidumbres respecto de si el cambio en el estimado poblacional se debe a la fluctuación propia de la población o al uso de enfoques de muestreo distintos. Por ejemplo, en el caso de las estimaciones de delfín nariz de botella, se debe considerar únicamente a aquella población considerada como residente y que es contabilizada en base a cruceros de observación relativamente similares en términos de esfuerzo de muestreo. Para pingüino de Humboldt, los monitoreos han sido abordados bajo distintos enfoques metodológicos lo que dificulta la comparabilidad de datos. Para el caso del chungungo también es relevante la estandarización metodológica.

Además, en todos estos casos se requieren monitores con ojo experto para la búsqueda e identificación de las especies, ya que los estimados pueden variar ampliamente entre monitores experimentados y no experimentados.

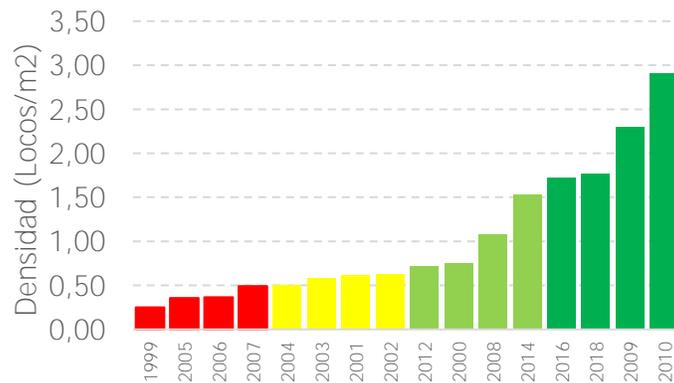
Tabla 46. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°3 (IB3), denominado en el PGA de ambas reservas marinas como "estado de salud" de especies bentónicas.

Nombre del indicador: Estado de Salud poblacional de especies bentónicas
<p>Metodología para calcular el indicador:</p> <p>En los PGA de ambas reservas se propone utilizar atributos de densidad y estructura de tallas como base para determinar el "estado de salud" de las poblaciones de recursos bentónicos. En base a ello, se desarrolló un indicador que hemos denominado "estado de salud" y que considera de manera integrada la condición de atributos de densidad y estructura de tallas. Además, para el desarrollo de este indicador se tuvo en consideración información disponible de fácil acceso, como es la densidad media (ind/m²) y la fracción explotable, entendida como el porcentaje de la población que se encuentra por sobre la talla mínima legal de extracción, el</p>



cual es frecuentemente utilizado en los protocolos de evaluación de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos para la estimación de cuotas de captura.

Para el caso del atributo de densidad, se procede a ordenar de forma ascendente el valor estimado de densidad para cada año en cada unidad de gestión (RM, AMERB). Posteriormente se definen tres niveles de corte, basados en los percentiles 25, 50 y 75, lo que da lugar a 4 condiciones del atributo de densidad en un contexto histórico y local, tal como se describe en la gráfica a continuación que corresponde a un ejercicio real efectuado para el recurso loco en el AMERB Chañaral de Aceituno. Note que los años no están ordenados, ya que el orden está dado por el atributo de densidad observada.



Para determinar cuándo una cierta estructura de tallas es reflejo de una condición deseada o indeseada de la población, se implementó la metodología denominada Length Based Spawning Potential Ratio (Hordyk et al., 2015a, b, 2016) que utiliza parámetros de crecimiento y mortalidad natural que han sido previamente estimados para las especies bajo análisis. En base a los parámetros de vida de las especies bajo estudio, la metodología LBSPR permite crear la estructura de tallas teórica que debiese tener la población a distintos niveles de SPR. A partir de estas, es posible determinar la fracción explotable de cada una de estas distribuciones teóricas de tallas. De este modo, para las especies loco, lapas y erizo se determinó la fracción explotable esperada a tres niveles de SPR (60%, 40% y 20%), las cuales son utilizadas para contrastarlas con las fracciones explotables observadas para cada año y para cada unidad de gestión (RM y AMERB), en base a la siguiente clave:

Regla	Condición
> SPR60%	Muy buena (4)
SPR40% - SPR60%	Buena (3)
SPR20% - SPR39%	Regular (2)
< SPR20	Mala (1)

Los parámetros de entrada del modelo para cada especie fueron los siguientes:

Especie	Parámetros	Estimado	Fuente
<i>Concholepas concholepas</i>	M	0,92	Stotz et al. 2019
	K	0,65	Stotz et al. 2019
	L INF	136	Stotz et al. 2019
<i>Fissurella cumingii</i>	M	0,41	Garrido et al, 2000
	K	0,67	Stotz et al., 2008
	L INF	116,0	Stotz et al., 2008



<i>Fissurella latimarginata</i>	M	0,43	Stotz et al. 2008
	K	0,58	Stotz et al. 2008
	L INF	110,0	Stotz et al. 2008
<i>Loxechinus albus</i>	M	0,25	Barahona et al, 2015
	K	0,127	Gebaguer y Moreno 1995
	Linf	141,2	Gebaguer y Moreno 1995

A partir de la aplicación del modelo con los parámetros de entrada previamente definidos se obtuvieron valores teóricos de la fracción explotable por recurso en cuatro rangos de SPR. A partir de estos resultados, se compararon las fracciones explotables teóricas y observadas en cada unidad de gestión y año, permitiendo su clasificación de los valores observados en cuatro niveles de acuerdo con la siguiente tabla de clasificación:

Condición	<i>Concholepas concholepas</i>	<i>Fissurella cumingi</i>	<i>Fissurella latimarginata</i>	<i>Loxechinus albus</i>
1. Malo (<SPR20%)	< 56	< 78	< 97	< 83
2. Regular (SPR20% – SPR39%)	56 - 71	78 - 89	97 - 98	83 - 84
3. Bueno (SPR40% - SPR60%)	72 - 78	90- 91	98 - 99	85 - 91
4. Muy bueno (>SPR60%)	>= 79	>= 92	>= 99	>= 92

A partir de los atributos de densidad y fracción explotable, se elaboró indicador que integra **ambos resultados, el cual hemos denominado "estado de salud" en consonancia con los conceptos establecidos en los PGA de ambas reservas marinas.** Las reglas de integración de ambos atributos se detallan a continuación:

ESTADO	DENSIDAD	FRACCIÓN EXPLOTABLE	INTERPRETACIÓN
MALO	1	1	El atributo de densidad está en su rango histórico mínimo y la estructura de tamaños observados evidencia una razón de potencial de desove crítico (<SPR20%).
REGULAR	1	2 – 4	Uno de los atributos medidos (densidad o fracción explotable) se encuentra en una condición mala y el otro atributo está fluctuando entre una condición regular y muy buena.
REGULAR	2 – 4	1	
BUENO	2 – 3	2 – 4	Ambos atributos están fluctuando entre una condición regular y muy buena
BUENO	2 – 4	2 – 3	
MUY BUENO	4	4	El atributo de densidad se encuentra dentro de su rango histórico máximo y la fracción explotable evidencia un SPR que se acerca a la condición virginal (>SPR60%)

Además, se proporciona un Estado de Salud Global (ESG) anual que corresponde a la proporción de condiciones regulares, buenas y muy buenas sobre el total de las unidades de gestión monitoreadas. El ESG varía entre 0 y 1, donde 0 indica que la totalidad de las unidades de gestión se encuentran en una condición **"mala" para un año x, mientras que 1 indica que la totalidad de las unidades muestreadas están fluctuando entre condiciones regulares y muy buenas.**

Interpretación de los resultados:

El indicador de “estado de salud” de las poblaciones de recursos bentónicos integra datos de densidad local y estructura de tallas. La lectura de este indicador puede realizarse a escala local (AMERB o Reserva Marina) o a escala global. A escala local el indicador muestra si la condición del recurso loco es mala (1), regular (2), buena (3) o muy buena (4) para un año específico y además proporciona el desempeño del indicador en el tiempo para una unidad de gestión específica. A escala global se puede revisar visualmente el cambio de coloración entre los sucesivos años, pero además se proporciona un Estado de Salud Global (ESG).

Para efectos de facilitar la lectura del indicador, se proporciona una fecha de corte que corresponde al año 2005 (año de declaración de ambas reservas marinas).

a) *Concholepas concholepas*

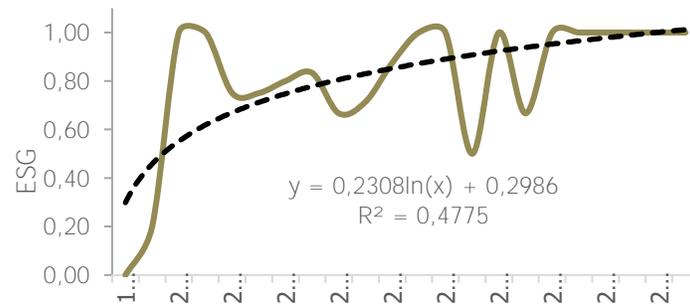
Para el caso de *C. concholepas*, se puede observar que, en la RMIC, las condiciones observadas a fines de los años 90 eran malas y que posterior a la declaración de esta reserva la condición de este recurso no ha pasado de una condición regular. Esto contrasta fuertemente con el estado de salud de las AMERB más cercana (AMERB Chañaral sectores A, B y C) donde posterior al año 2008, se observan condiciones mayoritariamente “buenas” e incluso “muy buenas” como en el AMERB Chañaral sector B (años 2010 y 2014). Para el caso de la RMICD, los resultados de la primera línea base desarrollada el año 2008, dan cuenta de una condición “mala” de este recurso, el cual ha experimentado una mejoría en estudios posteriores, fluctuando entre “regular” y “buena”.

Fuente	Año	RM	Estado AMERB*							RM	ESG	
		RMIC	A	B	C	D	E	F	G	RMICD	Todo el sistema	
González et al. (1999)	1999	1							1			0,00
González et al. (1999)	1999	1	1				1	2	1			0,20
Informes técnicos SSPA	2000		2			2	2					1,00
Informes técnicos SSPA	2001		3			2	2					1,00
Informes técnicos SSPA	2002		2	1		2	2					0,75
Informes técnicos SSPA	2003		2	2		1	2					0,75
Informes técnicos SSPA	2004		3	3	2	2	1					0,80
Informes técnicos SSPA	2005		2	3	2	2	3	1				0,83
Informes técnicos SSPA	2006		2	2	1	2	2	1				0,67
Informes técnicos SSPA/ABIMAR. 2007	2007	2	1	3	1	2	3	2				0,71
Informes técnicos SSPA/Gaymer et al. 2008	2008	2	3	3	2	2	3	3		1		0,88
Informes técnicos SSPA/Kreces. 2009	2009	2	2	3	3	3	3	3				1,00
Informes técnicos SSPA	2010		3	4	3	2	3	3				1,00
Informes técnicos SSPA/IFOP. 2012	2011	2				2	1	1				0,50
Informes técnicos SSPA	2012		3	3	2	2	3	3				1,00
Informes técnicos SSPA	2014		3	4	3	1	2		1			0,67
Informes técnicos SSPA/Varela et al. 2016	2015					2		3		3		1,00
Informes técnicos SSPA	2016		3	3	2	2	3	3	2			1,00
Informes técnicos SSPA	2017						2	3				1,00
Informes técnicos SSPA	2018		2		2	2		2	2			1,00
Informes técnicos SSPA/Stotz et al. 2019	2019			2						2		1,00
FIPA 2019-25	2021	2								3		1,00

* RMIC: Reserva Marina Isla Chañaral; A: AMERB Chañaral sector A; B: AMERB Chañaral sector B; C: AMERB Chañaral sector C; D: AMERB Apollillado; E: AMERB Punta Choros; F: AMERB Isla Choros; G: La Peña; RMICD: Reserva Marina Isla Choros – Damas.



El ESG para el recurso loco muestra que en el conjunto de las áreas gestionadas (AMERB y Reservas Marinas), el indicador de estado de salud ha tenido un progreso logarítmico positivo desde el año 1999 a la actualidad, observándose valores cercanos a 0 en los primeros años y **valores muy cercanos a 1 en la actualidad**. Esto da cuenta que las condiciones "malas" se han hecho cada vez menos frecuentes en el área de estudio. Otro aspecto para destacar es que el ESG ha experimentado fluctuaciones amplias entre años.



b) *Fissurella cumingi*

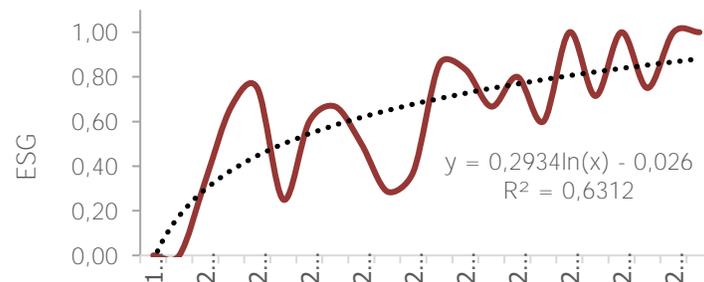
Para la lapa rosada se ha observado una dinámica de recuperación en ambas reservas, pasando de condiciones "malas" o "regulares" entre los años 2007 y 2009 a condiciones deseadas en la actualidad, específicamente una condición "buena" en RMIC y "muy buena" en la RMICD durante el año 2021. Respecto de las AMERB, se observa que en las áreas ubicadas más al norte y cercanas a la RMIC el indicador "estado de salud" ha tenido un mejor desempeño histórico que en las AMERB de la zona sur más ligada a la RMICD.

Fuente	Año	RM	Estado AMERB*							RM	ESG	
			RMIC	A	B	C	D	E	F			G
González et al. 1999	1999											0,00
González et al. 1999	1999		1				1	1	1			0,00
Informes técnicos SSPA	2000		2				1	1				0,33
Informes técnicos SSPA	2001		2				1	2				0,67
Informes técnicos SSPA	2002		2	2			1	2				0,75
Informes técnicos SSPA	2003		2	1			1	1				0,25
Informes técnicos SSPA	2004		2	3	2		1	1				0,60
Informes técnicos SSPA	2005		3	3	3	2	1	1	1			0,67
Informes técnicos SSPA	2006		3	3	2	1	1	1	1			0,50
Informes técnicos SSPA//ABIMAR. 2007	2007		2	2	1	1	1	1	1			0,29
Informes técnicos SSPA/Gaymer et al. 2008	2008		1	2	3	1	1	2	1	1	1	0,38
Informes técnicos SSPA/Kreces. 2009	2009		2	3	3	1	2	2	3			0,86
Informes técnicos SSPA	2010		2	3	2	1	2	3				0,83
Informes técnicos SSPA/IFOP. 2012	2011		2				1	2				0,67
Informes técnicos SSPA	2012		2	3	2	2	2	1				0,80
Informes técnicos SSPA	2014		3	3	3	1			1			0,60
Informes técnicos SSPA/Varela et al. 2016	2015					2	2	2		2		1,00
Informes técnicos SSPA	2016		2	2	2	1	2	1	2			0,71
Informes técnicos SSPA	2017						2	3				1,00
Informes técnicos SSPA	2018		1		2	2		1	2			0,75

Stotz et al. 2019	2019		2			1,00
FIPA 2019-25	2021	3			4	1,00

* RMIC: Reserva Marina Isla Chañaral; A: AMERB Chañaral sector A; B: AMERB Chañaral sector B; C: AMERB Chañaral sector C; D: AMERB Apollillado; E: AMERB Punta Choros; F: AMERB Isla Choros; G: La Peña; RMICD: Reserva Marina Isla Choros – Damas.

El ESG para lapa rosada da cuenta de un incremento logarítmico progresivo que indica que con el tiempo se ha **hecho menos frecuente la observación de condiciones "malas"**. Al igual que en el caso del loco, el ESG de lapa rosada evidencia altas fluctuaciones interanuales, pero con una tendencia clara hacia mantener su punto medio de fluctuación en torno a valores de ESG de 0,8, lo que se podría considerar alto.



c) *Fissurella latimarginata*

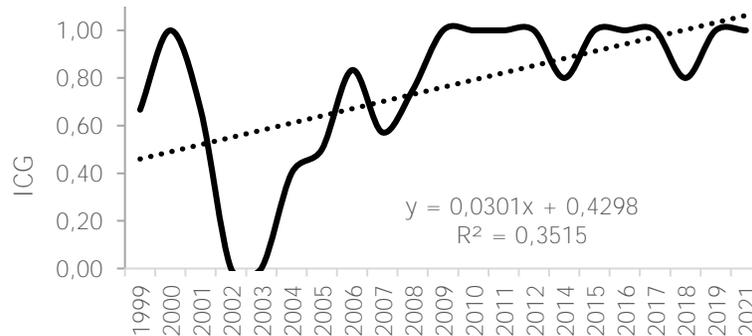
La lapa negra mostró niveles mayoritariamente malos previo al año 2005. Sin embargo, con posterioridad la condición solo ha evolucionado hacia un estado de salud regular. Destaca **dentro del análisis la condición actual de la RMICD que presentó una condición "muy buena"** en el presente estudio. Mientras que la RMIC ha presentado condiciones mayoritariamente regulares y el año 2008 una condición mala.

En tanto, el ESG muestra fuertes fluctuaciones a lo largo del tiempo con una tendencia ligera y directa hacia valores de ESG más altos en la actualidad, pero no es tan concluyente, principalmente porque las condiciones se han mantenido permanente en condiciones regulares o inferiores.

Fuente	Año	RM	Estado AMERB*							RM	ESG	
		RMIC	A	B	C	D	E	F	G	RMICD	Todo el sistema	
González et al. (1999)	1999		2				1	2				0,67
Informes técnicos SSPA	2000		2				2	2				1,00
Informes técnicos SSPA	2001		2				1	2				0,67
Informes técnicos SSPA	2002		1	1			1	1				0,00
Informes técnicos SSPA	2003		1	1			1	1				0,00
Informes técnicos SSPA	2004		1	2	1		2	1				0,40
Informes técnicos SSPA	2005		2	1	1		2	2	1			0,50
Informes técnicos SSPA	2006		2	2	2		2	2	1			0,83
Informes técnicos SSPA	2007		2	2	2	1	2	1	1			0,57
Informes técnicos SSPA/Gaymer et al. 2008	2008		1	2	2	2	2	2	2		1	0,75
Informes técnicos SSPA	2009		2	2	2	2	2	2	2			1,00
Informes técnicos SSPA	2010		2	2	2	2	2	2	2			1,00
Informes técnicos SSPA	2011		2				2	2	2			1,00
Informes técnicos SSPA	2012		2	2	2	2	2	2	2			1,00
Informes técnicos SSPA	2014		2	2	2	2	2		1			0,80

Informes técnicos SSPA/Varela et al. 2016	2015				2	2	2		2	1,00
Informes técnicos SSPA	2016		2	2	2	2	2	2		1,00
Informes técnicos SSPA	2017						2	2		1,00
Informes técnicos SSPA	2018		2		2	1		2	2	0,80
Stotz et al. 2019	2019			2						1,00
FIPA 2019-25	2021	2							4	1,00

* RMIC: Reserva Marina Isla Chañaral; A: AMERB Chañaral sector A; B: AMERB Chañaral sector B; C: AMERB Chañaral sector C; D: AMERB Apollillado; E: AMERB Punta Choros; F: AMERB Isla Choros; G: La Peña; RMICD: Reserva Marina Isla Choros – Damas.



d) *Loxechinus albus*

Para el caso del erizo rojo, se cuenta con escasa información a nivel de ambas RMs, de modo que la posibilidad de observar el desempeño histórico del indicador "estado de salud" en estos espacios es baja o nula. A nivel de AMERB se cuenta con una trayectoria de información mayor, la cual estaría indicando que el recurso se ha mantenido, mayormente, en condiciones "regulares" y "buenas". El ESG no fue estimado para este recurso debido a la escasez de información.

Fuente	Fecha	RM	AMERB*			RM	
			RMIC	D	E		F
Informes técnicos SSPA	2005					1	
Informes técnicos SSPA/Gaymer et al. 2008	2008				2	2	
Informes técnicos SSPA	2009				2	2	
Informes técnicos SSPA	2010				3	2	
Informes técnicos SSPA	2011			1	2	3	
Informes técnicos SSPA	2012			2	3	2	
Informes técnicos SSPA/Varela et al. 2016	2015			4	2		2
Informes técnicos SSPA	2016			2	3	1	
Informes técnicos SSPA	2017				2	3	
Informes técnicos SSPA	2018			3		3	
FIPA 2019-25	2021	2					2

* RMIC: Reserva Marina Isla Chañaral; D: AMERB Apollillado; E: AMERB Punta Choros; F: AMERB Isla Choros; RMICD: Reserva Marina Isla Choros – Damas.

Ventajas y desventajas del indicador:

Este indicador posee varias ventajas, en primer lugar, es capaz de dar lectura a dos atributos clave de las poblaciones, la densidad y la estructura de tallas, de manera unificada. Además, su clasificación en cuatro estados distintos permite presentar una gran cantidad de información en una tabla resumen, utilizando un sistema de codificación tipo semáforo que es de fácil interpretación para los gestores, los pescadores y la comunidad en general, permitiendo el desarrollo de hipótesis por parte de todas las partes interesadas respecto de los factores que están relacionados con la dinámica experimentada para cada una de las poblaciones bajo análisis. Es relevante también mencionar que, una ventaja importante es que el indicador **"estado de salud"** incorpora un proceso de modelación para pesquerías con datos limitados que tiene un fuerte respaldo teórico y metodológico.

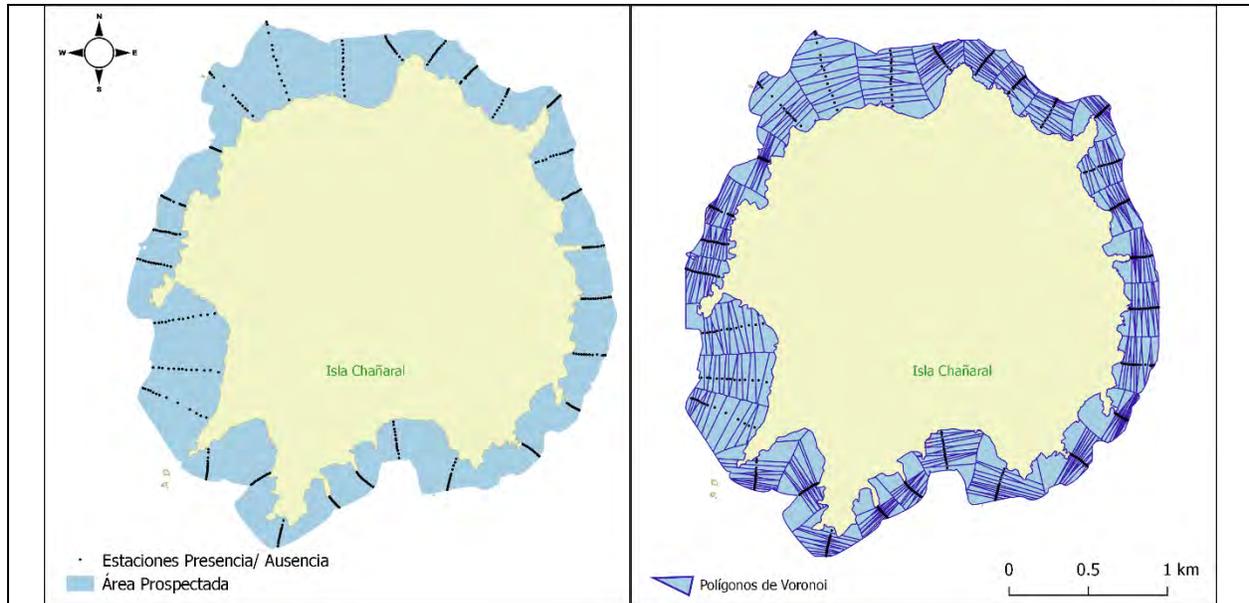
En cuanto a las desventajas, el indicador es débil cuando se cuenta con pocos años de información para una unidad de gestión específica y se hace más robusto en la medida que se cuenta con más información histórica, ya que para el atributo de densidad se definen distintos estados en base a la variación histórica observada. Otro aspecto relevante es que el indicador no proporciona información de las fluctuaciones temporales que puedan estar experimentando, de manera natural, las poblaciones, por tanto, se debe tener en consideración que parte de la variación observada podría ser debido a este efecto no medido.

Tabla 47. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°4 (IB4), denominado en ambos PGA como Cobertura de especies bentónicas (loco, lapas y erizo) y algas pardas (huiró palo, huiró negro y huiró pato).

Nombre del indicador: Cobertura de organismos bentónicos y algas pardas

Metodología para calcular el indicador:

De acuerdo con lo que se establece en los respectivos PGA el indicador de cobertura se describe como el área ocupada por las especies expresada en superficie (m²). En base a ellos, se estima la superficie habitada por cada especie, la cual está dada por un modelo de distribución elaborado a partir de un proceso de interpolación cuantitativa conocida como Polígonos de Voronoi, un ejemplo de ello se describe en la siguiente figura, donde se muestra la distribución de las estaciones de Presencia / Ausencia de especies bentónicas y algas (panel izquierdo) y el set de regiones resultantes del proceso de teselación de Voronoi, ejecutado con el sistema de información geográfica QGIS 2.18 (panel derecho), para mayores detalles metodológicos puede ser revisada la metodología del objetivo N°2.



Para calcular el sustrato habitado por cada una de las especies evaluadas, se extraen los distintos sub-set de polígonos de Voronoi, mediante la ejecución de una serie de consultas SQL, donde se solicita al sistema (QGIS 2.18), seleccionar los polígonos donde se registra la presencia **de cada recurso, mediante la expresión: ("Especie"= 1)** que indica aquellos polígonos con presencia del recurso. Una vez seleccionado cada sub-set de polígonos, se estima su área total (m²) utilizando la herramienta de geometría de la calculadora de campos del sistema de información geográfica QGIS 2.18.

Interpretación de los resultados:

Los resultados son analizados en un cuadro comparativo del sustrato habitado estimado para cada especie de los recursos bentónicos evaluados a distintos tiempos, en este caso campaña 1 y campaña 2, para ambas reservas. En color verde destaca variaciones inferiores al 33,3%, mientras que en amarillo se muestran las variaciones registradas entre el 33,3% y el 66,6% y en rojo se muestran aquellas variaciones superiores al 66,6%. El signo de la variación indica si corresponde a un incremento del sustrato habitado (+) o una disminución de este (-), para cada especie.

Especie	RMIC			RMICD		
	Campaña 1 (m ²)	Campaña 2 (m ²)	Variación (%)	Campaña 1 (m ²)	Campaña 2 (m ²)	Variación (%)
<i>L. trabeculata</i>	1.959.470	1.627.834	-17	1.199.627	1.388.000	+16
<i>M. pyrifera</i>	0	5.675	+100	147.929	127.986	-13
<i>F. latimarginata</i>	656.345	441.460	-33	344.464	334.982	-3
<i>C. concholepas</i>	568.155	688.900	+21	457.117	530.167	+16
<i>L. albus</i>	73.247	20.487	-72	63.564	1.668	-97
<i>F. cumingi</i>	189.785	368.414	+94	46.722	68.257	+46
<i>L. berteroana/spicata</i>						
• Submareal	409.897	247.165	-40	18.179	49.016	+170
• Intermareal	105.279	163.093	+55	104.614	125278	+20

Cabe mencionar que no existen antecedentes anteriores respecto de la fluctuación en el sustrato habitado de cada una de las especies de interés en las reservas. Como primera aproximación a la definición de límites se definió como un primer nivel de corte variaciones menores al 33%. Sin embargo, estos valores de referencia se deben ajustar en la medida que se cuente con datos de largo plazo acerca de las variaciones observadas en distintas condiciones climáticas.

Ventajas y desventajas del indicador:

Las ventajas es que es un indicador de fácil lectura ya que se basa en variaciones porcentuales. Además, el indicador mostró variaciones más bajas en las poblaciones que tienen distribuciones amplias, por lo que se considera que el modelo de estimación es adecuado, principalmente, para poblaciones de amplia distribución como el loco, la lapa negra y huïro palo.

En términos de desventajas, es importante mencionar que el nivel de precisión de la estimación depende del esfuerzo de muestreo y por tanto para efectos comparables debe ser utilizada la misma red de estaciones fijas que se utilizó en el presente proyecto (generadas inicialmente por Gaymer et al. 2008). Otra desventaja es que en poblaciones de distribuciones acotadas las variaciones fueron excesivamente drásticas para el acotada tiempo entre evaluaciones, por lo que probablemente no explican de buena manera la variación real del área habitada de estos recursos.

Tabla 48. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°5 (IB5), denominado en ambos PGA como Calidad de Agua.



Nombre del indicador: Calidad de agua

Metodología para calcular el indicador:

Para sedimentos no existe una normativa específica que defina un nivel de "calidad". Debido a esto, como base de comparación se consideraron los límites establecidos en la normativa que dicta la Res. Ex. 3612/2009, para determinar la condición aeróbica/anaeróbica en zonas de influencia de centros de cultivo. Esto puede no ser adecuado a la condición de la zona de estudio, pero se propone como una primera referencia a falta de una normativa o una base de comparación más adecuada. La metodología de análisis se determina para ambas campañas, considerando los parámetros pH, MOT y potencial redox (mV). La Res Ex 3612/2009 indica que la condición de anaerobia se da cuando, en conjunto, el pH y Eh (Redox), superan el límite de aceptabilidad y cuando se incumplen los límites de aceptabilidad de cualquiera de las variables en a lo menos el 30% de las estaciones monitoreadas.

Para el caso de columna de agua se utilizaron como referencias el Decreto 144/2008 que "Establece normas de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo" y la Guía CONAMA para el establecimiento de normas secundarias de calidad de agua.

El detalle de los umbrales para cada parámetro en base a las normativas y guías previamente detalladas se proporciona a continuación:

Componentes	Parámetro	Valor límite
Sedimento	Materia Orgánica	≤ 9%
	pH	≥ 7,1
	Eh (Redox)	≥ 50 mV
Columna de agua	Oxígeno disuelto (1 m fondo)	≥ 2,5 mg/L
	pH	6,0 – 8,5

Interpretación de los resultados:

Para sedimentos, la evaluación de los parámetros medidos y su comparación con la normativa indicada dan cuenta (Res. Ex. 3612/2009), dan cuenta que los sedimentos se encuentran en una condición aeróbica en todas las estaciones muestreadas para ambas campañas, considerando los parámetros Potencial REDOX pH, MOT y Oxígeno disuelto.

Estación	Sedimentos					
	pH		Potencial redox (mV)		MOT (%)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Sitio 1 Isla Damas	7,9	7,6	163	113	0,71	0,69
Sitio 2 Isla Damas	7,8	7,8	110	210	1,06	0,89
Sitio 1 Isla Chañaral	7,6	7,5	159	200	0,43	0,38

Sitio 2 Isla Chañaral	7,6	7,5	136	182	0,44	0,5
-----------------------	-----	-----	-----	-----	------	-----

La evaluación bajo la norma primaria para agua marina y estuarina y la Guía CONAMA para normas secundaria, indica que el pH se encuentra entre los límites permitidos para su uso con contacto directo (DS 144) y los niveles de oxígenos en superficie indican aguas de muy buena calidad y son aptas para la conservación de comunidades acuáticas (CONAMA 2004).

Sector	Columna de Agua			
	Oxígeno Disuelto (mg/L)		pH	
	C1	C2	C1	C2
Isla Damas	8,78	9,6	8	7,9
Isla Chañaral	9,6	10,3	7,9	8,03

Ventajas y desventajas del indicador:

La ventaja es que existen procedimientos estandarizados para la medición de los parámetros medidos, lo que proporciona certidumbre respecto de los valores obtenidos para cada parámetro.

La desventaja es que las pautas de comparación están definidas para la actividad de acuicultura (ResEx 3612/2009) y para actividades con contacto directo (DS144/2008). Es necesario en el desarrollo de una base de comparación que tenga en cuenta necesidades de conservación de los OdC que se están conservando en ambas reservas.

Tabla 49. Análisis del desempeño del Indicador Biológico N°6 (IB6), denominado en ambos PGA como Estudios de Investigación.

Nombre del indicador: Estudios de investigación

Metodología para calcular el indicador:

En ambos PGA, se establece que el número de estudios científicos permite contar con una base sólida para la toma de decisiones de gestión y el Indicador de Conocimiento (IC) que proponen se calcula en función de:

$$IC = \frac{Ne (\text{año base} + 1)}{Ne (\text{año base})} \times 100$$

Donde **Ne** = Número de estudios.



En los PGA no se determina el año base y tampoco los ámbitos que deben ser abordados por la investigación para que efectivamente aporten a aspectos de gestión del área. En función de esto se sugieren dos adecuaciones al indicador. La primera es que se consideren los ámbitos abordados en cada año, para ello se identificaron ámbitos de interés a ser estudiados en base a los objetivos e indicadores biológicos establecidos en ambos PGA. Los ámbitos definidos fueron los siguientes:

- a) Diversidad local
- b) Estado y evolución de especies estructuradoras de hábitat
- c) Calidad de agua
- d) Estado y evolución de vertebrados acuáticos residentes
- e) Estado y evolución de poblaciones de interés comercial

Como año base, para la realización análisis comparativos se recomienda establecer el año 2008 que corresponde al año donde se entregan los resultados de la primera línea base de ambas Reservas Marinas (Gaymer et al., 2008).

Todos los estudios son sistematizados en una tabla donde se indica el año, los ámbitos abordados por cada estudio y la referencia de este. A partir de los resultados de esta tabla se estima el IC por ámbito en base a la ecuación previamente proporcionada y se tabula en tablas para cada una de las RMs.

Interpretación de los resultados:

En la siguiente tabla se proporcionan los estudios identificados que abordan algún ámbito de interés para los PGA de ambas reservas marinas. La tabla indica los ámbitos abordados por año y el número de estudios fueron realizados por año. En la tabla de sistematización se clarifica con la letra (a) si el estudio fue realizado en la RMIC y con la letra (b) si fue realizado en la RMICD, los proyectos que abordan ambas reservas se simboliza como (a,b). Esta tabla es la base para calcular el Indicador de Conocimiento que se presenta posteriormente.

Año	Diversidad	Estructuradores de hábitat	Calidad de agua	Vertebrados acuáticos residentes	Poblaciones de interés comercial	Referencia
1999		1 ^(a,b)			1 ^(a,b)	González et al. (1999).
2007					1 ^(a)	ABIMAR (2007)
2008	1 ^(a,b)	1 ^(a,b)	1 ^(a,b)	1 ^(a,b)	1 ^(a,b)	Gaymer et al. (2008)
2008					1 ^(a)	ABIMAR (2008)
2009					1 ^(a)	KRECES (2009)
2011					1 ^(a)	ABIMAR (2011)
2013					1 ^(a)	ABIMAR (2013)
2014		1 ^(a,b)				Vázquez et al. (2014)
2015				1 ^(a,b)		Wallace & Araya (2015)
2016					1 ^(b)	Varela et al. (2016)
2016		1 ^(a,b)			1 ^(a,b)	Vega et al. (2016)
2018				1 ^(a,b)		Pérez-Álvarez et al. (2018)
2018				1 ^(a,b)		Simeone et al. (2018)
2019				1 ^(a,b)		Oliva et al. (2019)
2020				1 ^(a,b)		Sepúlveda et al. (2020)
En prensa				1 ^(b)		Vargas- Rodríguez et al. (en prensa revista Biodiversidata)



Total estudios	1	4	1	7	9	
----------------	---	---	---	---	---	--

El IC varía entre 0 y 100, donde 0 indica que el ámbito no fue abordado, mientras que 100 indica que el ámbito fue abordado con un esfuerzo similar al realizado el año 2008. Valores superiores a 100 evidencian un porcentaje de trabajos superiores a los realizados el año 2008. Para el caso de la RMIC se evidencia en la tabla a continuación que en general los estudios realizados han sido esporádicos y no obedecen a la implementación de un monitoreo temporalmente planificado. Destacan por la baja cantidad de información los ámbitos diversidad y calidad de agua que no han sido abordados posterior a la realización de la línea base original, hasta este estudio que no es considerado en el análisis. La mayor cantidad de información ha abordado la condición de vertebrados acuáticos residentes, poblaciones de interés comercial y en menor proporción la condición de especies estructuradoras de hábitat, pero aun así existe una gran cantidad de años con vacíos de información para estos ámbitos.

ÍNDICE DE CONOCIMIENTO POR ÁMBITO - RMIC					
Año	Diversidad	Estructuradores de hábitat	Calidad de agua	Vertebrados acuáticos residentes	Poblaciones de interés comercial
2008	100	100	100	100	100
2009	0	0	0	0	50
2010	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	50
2012	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	50
2014	0	100	0	0	0
2015	0	0	0	100	0
2016	0	100	0	0	100
2017	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	200	0
2019	0	0	0	100	0
2020	0	0	0	100	0

Para el caso de la RMICD, la situación es bastante similar con deficiencias de información en todos los ámbitos, donde los ámbitos de diversidad y calidad de agua han sido escasamente evaluados. Ver tabla a continuación:

ÍNDICE DE CONOCIMIENTO POR ÁMBITO - RMICD					
Año	Diversidad	Estructuradores de hábitat	Calidad de agua	Vertebrados acuáticos residentes	Poblaciones de interés comercial
2008	100	100	100	100	100
2009	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0
2014	0	100	0	0	0
2015	0	0	0	100	0
2016	0	100	0	0	200
2017	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	200	0
2019	0	0	0	100	0
2020	0	0	0	100	0

Ventajas y desventajas del indicador:



La ventaja de este indicador es que proporciona una referencia de la cobertura de investigaciones sobre los ámbitos de interés para la gestión (de acuerdo con lo establecido por los PGA), el cual se calcula a partir de una condición inicial determinada (año 2008 para este caso).

La desventaja de este indicador es que no da cuenta de la cobertura de todas las necesidades de monitoreo e investigación que puedan ser necesarios para procesos de toma de decisiones.

4.4.1.2 Objetivos e indicadores de la dimensión socio-económica establecidos en los PGA de las RMIC y RMICD

En la Tabla 50 se realiza una descripción de los indicadores propuestos en los PGA de las RMIC y RMICD para medir el desempeño de la dimensión socioeconómica. En general, se aprecia que ambas reservas marinas han definido indicadores muy similares de desempeño socioeconómico, enfocado principalmente en los beneficios que generan las reservas para el desarrollo de actividades como el turismo y la extracción de especies bentónicas de importancia comercial.

Tabla 50. Descripción de indicadores propuestos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), para medir el desempeño de la dimensión socio-económica.

Abreviatura	Nombre del indicador	Descripción del indicador en el PGA	Unidad de Gestión
ISE1	Uso de recursos biológicos	Este indicador medirá el efecto que la reserva tiene sobre la conservación general de los recursos, ya sea de los existentes dentro del área de la Reserva Marina, como los perteneciente a la adyacente área de manejo y explotación de recursos bentónicos de Isla Choros	RMICD
ISE1	Uso de recursos biológicos	Este indicador por un lado medirá el efecto positivo que la Reserva tiene en la conservación general de los recursos, información que será recogida a través de los programas de investigación y de manejo. En la medida que más recursos hidrobiológicos puedan ser utilizados por los pescadores se estará promoviendo la integración y participación de este sector en los beneficios de la Reserva. expresado como $(N^{\circ} \text{ recursos (año base+1)} / N^{\circ} \text{ recursos (año base)}) \times 100$	RMIC
ISE2	Ingresos generados por la Reserva Marina	Este indicador medirá el impacto que tiene la Reserva Marina en los ingresos de las comunidades asociadas a esta, en todos sus usos (por extracción de recursos y turismo).	RMICD



ISE2	Otros usos de los activos ambientales	Corresponden a las maneras en las que las personas usan o aprovechan los activos ambientales para fines turísticos. Para este caso particular, se evaluará en base a registros, propios o disponibles en SERNATUR, por tipo de actividad (avistamiento, buceo, pesca recreativa, etc.), el nivel de actividad turística realizada en la Reserva Marina. Expresada como (Nº visitantes (año base+1) / Nº visitantes (año base) x100. Sin embargo, es importante señalar que, para el caso de la RMIC, esta información no la registra ni SERNATUR ni SERNAPESCA, porque estas instituciones no tienen presencia permanente en el sector, y quien tiene el registro de esta información es CONAF Atacama.	RMIC
IS3	Generación de empleos	Este indicador medirá el número de empleos generados por la Reserva Marina, en forma temporal y permanente	RMICD

La vinculación existente entre los indicadores y los objetivos trazados en los propios PGA da cuenta que los indicadores IS2 e IS3 no se encuentran vinculados a un objetivo en particular (Tabla 51).

Tabla 51. Vinculación objetivo – indicador, establecidos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), correspondientes a la dimensión socio-económica. Los números 1 muestran los indicadores definidos para la RMICD, mientras que los números 2 muestran los indicadores definidos para RMIC.

DIMENSIÓN SOCIO-ECONÓMICA				
Abreviatura	Objetivo/indicador	ISE1	ISE2	ISE3
OB2	Conservar las poblaciones residentes de aquellas especies de interés comercial para la pesca artesanal, tales como, loco, lapa y erizo, con el objeto de potenciar las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.	1 2		
ND	No definido		1 2	
ND	No definido			1

Tabla 52. Análisis del desempeño del Indicador socioeconómico N°1 (IS1), denominado en ambos PGA como el efecto positivo en la productividad de los recursos bentónicos.

<p>Nombre del indicador: Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB)</p> <p>Metodología para calcular el indicador:</p> <p>En línea con lo planteado en los PGA, este indicador está enfocado en los efectos que la reserva tiene sobre la conservación general de los recursos y por consecuencia en los niveles de productividad tanto de las reservas marinas como las AMERB aledañas. Una aproximación de los niveles de productividad en zonas específicas es la utilización de las cuotas de explotación</p>
--



que han sido autorizadas por la SUBPESCA. Estos datos son utilizados para la elaboración del Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB) siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación.

Primero se calculó la mediana anual de las cuotas autorizadas para AMERBs cercanas a RMIC (Chañaral de aceituno A y B), AMERBs cercanas a RMICD (Punta Choros, Apollillado e Isla Choros) y AMERBs lejanas a la influencia de ambas reservas, ubicadas alrededor de 30km al sur de las islas Choros-Damas (Chungungo A y C). Posteriormente, con el valor de las medianas de cuotas autorizadas se calcula el IERB de la siguiente manera para cada uno de estos tres grupos de la siguiente manera:

$$IERB = \frac{Ci}{Cb \text{ (año base)}} - 1$$

Donde:

Ci: corresponde a la cuota autorizada en el año *i*

Cb: corresponde a la cuota autorizada en el año base (para este caso el año 2005, año de declaración de ambas reservas)

Como puntos de referencia para este indicador se define como límite la condición base observada el año 2005, y como condición deseada el valor histórico promedio del IERB calculado para las AMERB que se encuentran aledañas a las reservas marinas.

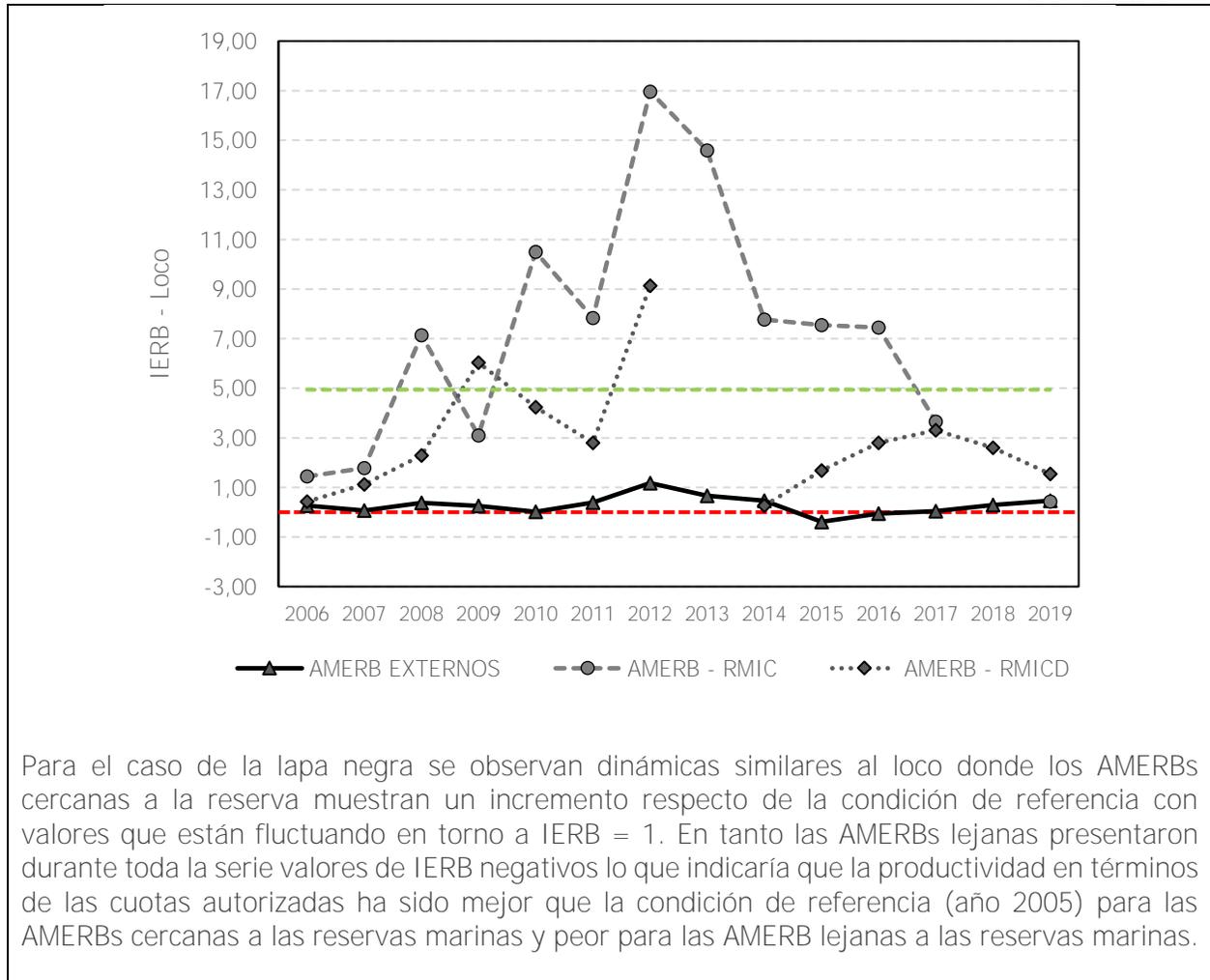
Cabe mencionar que eventualmente se podrían incluir datos de las propias reservas marinas a futuro, esto no se implementó ahora debido a que solo una vez se ha autorizado una cuota para el RMIC (año 2015).

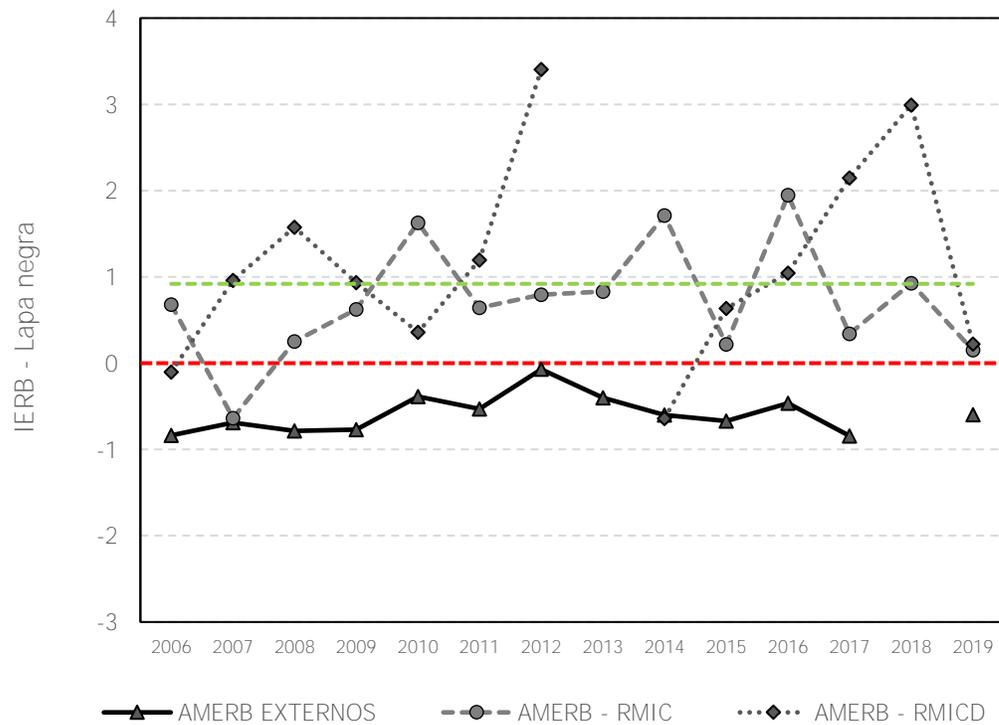
Interpretación de los resultados:

Los resultados del IERB son ordenados en gráficos de líneas en función del tiempo, desde la condición base hasta la actualidad. El valor de IERB puede ser positivo o negativo, siendo la condición inicial 0, valores positivos indican que las cuotas autorizadas han aumentado respecto de la condición de referencia 0, mientras que valores negativos indican que las cuotas autorizadas han disminuido respecto del valor de referencia 0. El valor numérico indica la magnitud del cambio, por ejemplo, un IERB de 2 expresa que la cuota autorizada ha sido dos veces más alta que la cuota autorizada de referencia.

Para el caso del loco, se aprecia que el IERB tiene trayectorias temporales diferenciadas entre las AMERB cercanas a las reservas marinas, respecto de las que se encuentran más alejadas. Las AMERBs cercanas a las reservas marinas experimentaron aumentos explosivos desde la condición de referencia (año 2005) hasta aproximadamente el año 2012 y posteriormente muestran una caída importante hasta el año 2019. Sin embargo, siempre se ha observado que caigan por debajo del punto de referencia límite a diferencia de los observado en las AMERBs lejanas a las reservas marinas donde el IERB ha fluctuado en torno a 0 durante toda la serie, e incluso varios años con niveles de IERB negativos.







Para lapa rosada y erizo rojo no fue posible implementar el indicador ya existen muchos años en los cuales las AMERB no solicitan cuota de extracción de estos recursos. Estos vacíos impiden ver trayectorias que permitan generar interpretaciones acerca de los resultados, de modo que se sugiere tener como referencia los recursos que acá se abordan que además corresponden a los más importantes en términos socioeconómicos.

Ventajas y desventajas del indicador:

Es un indicador relativamente fácil de calcular y de interpretar, además, la información de base está disponible a partir de los informes técnicos de los estudios de seguimiento que elabora SUBPESCA para autorizar cuotas de captura.

Una desventaja es que el indicador es de productividad biológica que indirectamente aporta información acerca de los beneficios socioeconómicos que es hacia donde apunta este indicador. Sería de interés leer este indicador en conjunto con otro indicador de ingresos relacionado a los distintos niveles de productividad.

Tabla 53. Análisis del desempeño del Indicador socioeconómico N°2 (IS2), denominado en ambos PGA como los ingresos generados por la reserva u usos de los activos ambientales.

Nombre del indicador: Ingresos generados por la Reserva Marina / Otros usos de los activos ambientales

Metodología para calcular el indicador:

Para actividades turísticas, se utilizaron datos de registro de zarpes para actividades de turismo, los cuales fueron sistematizados por Sepúlveda et al. (2020). Estos datos corresponden a la temporada estival del año 2020 (enero y febrero). Los datos fueron proporcionados por la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt en Punta de Choros y la administración local de Reserva Nacional Pingüino de Humboldt de la caleta Chañaral de Aceituno.

A partir de estos datos se determina el número de embarcaciones dedicadas al turismo asociados a caletas y reserva visitada. Además, se utiliza el número de viajes totales realizados en la temporada para estimar el número medio de viajes diarios realizados en la época estival del año 2020 (59 días) y se estima un valor del tour de \$360.000 (24 personas a \$15.000 c/u). A partir de estos datos se calcula el Ingreso Bruto Diario (IBD) de la siguiente manera:

$$IBD = Vd \times P$$

Donde:

Vd: Viajes diarios promedio

P: Precio tour

Accesoriamente, este indicador puede ser revisado en términos históricos, para ello se elaboró un indicador similar pero más simple ya que requiere menor información el cual se ha denominado Ingreso Bruto Anual (IBA) que corresponde básicamente a:

$$IBA = Va \times P$$

Donde:

Va: Número de viajes efectuado en el año

P: Precio tour

Para elaborar este indicador, se debe solicitar a la Armada los registros de zarpes con destino turístico en las caletas asociadas a Punta de Choros y Chañaral. Los supuestos del análisis son que el número de zarpes es análogo al número de viajes realizados y que el precio del tour ha experimentado una variación de acuerdo con el IPC (puede ser reajustado en www.calculadoraipc.ine.cl). Cabe mencionar que, si bien se solicitaron vía transparencia los registros de zarpes de las caletas de Chañaral y Punta de Choros, solo fueron remitidos los de Punta de Choros.



Para actividades extractivas, se utilizan datos de cosecha realizados en la RMIC durante el año 2015. Los datos fueron proporcionados por la oficina de SERNAPESCA Atacama. A partir de esta información se determina el número de buzos que participa en las cosechas y la cantidad de recursos extraídos. Las cosechas del recurso loco se encuentran en unidades, pero para efectos de este análisis fueron transformados a peso, considerando un peso medio de 300 gr por loco (en base a la relación talla peso realizada en el presente estudio). Para determinar el valor económico total de las cosechas se utilizó el valor sanción que es oficializado por el Sernapesca todos los años, para este caso se utilizó el del año 2015, y se multiplica por la cantidad extraída. A partir de estos datos se calculó el Ingreso Bruto Unitario de la siguiente manera:

$$IBU = \frac{Vc}{B}$$

Donde:

Vc: Valor de la cosecha

B: Número de buzos

Interpretación de los resultados:

Para el año 2020, el número de embarcaciones totales fue de 107, las cuales realizaron durante la temporada completa un total de 2579 viajes. Para estos niveles de actividad turística se calculó un IBD superior a 15 millones, en base a un promedio de 16,6 viajes diarios a un valor de \$360.000.

Caleta	Reserva asociada	Nº embarcaciones	Nº viajes	Nº medio de viajes diarios	Precio Tour	IBD
San Agustín	RMICD	53	851	14,4	360.000	5.192.542
Los Corrales	RMICD	34	1000	16,9	360.000	6.101.695
Chañaral	RMIC	20	728	12,3	360.000	4.442.034
Todas	Ambas	107	2579	16,6	360.000	15.736.271

En tanto, el desempeño histórico del Ingreso Bruto Anual (IBA) para Punta de Choros (Caletas San Agustín y Los Corrales integradas) ha permanecido en torno a \$440,5 millones anuales (\pm \$97 millones), observándose un valor mínimo de \$270,6 millones en 2021 y un máximo de 543,8 millones en 2018. En la tabla se proporciona una barra verde que presenta la variación porcentual del IBA. De estos antecedentes cabe destacar que se observa claramente el efecto económico que generó la pandemia en la actividad turística local durante los años 2020 y 2021.



Año	Nº viajes	Precio	IBA (Millones \$)
2015	1570	309.400	485.758.000
2016	1541	324.500	500.054.500
2017	1612	333.500	537.602.000
2018	1597	340.500	543.778.500
2019	1300	348.000	452.400.000
2020	980	360.000	352.800.000
2021	729	371.200	270.604.800
2022	954	399.800	381.409.200
Promedio			440.550.875
Desviación Estándar			97.011.968

Para las actividades extractivas desarrolladas en el año 2015 en la RMIC, se calculó un Ingreso Bruto Unitario (IBU) de 2.005.214, que corresponde al ingreso total percibido, en promedio, por cada buzo que participó en la actividad extractiva. También se proporciona el cálculo de los IBU para cada especie. Considere que el IBU total no corresponde a la suma de los IBU por especies si no que a la división del valor total de las cosechas y el número de buzos totales.

Recurso	N buzos	Cantidad (kg)	Valor sanción	Valor cosechas	IBU
Lapa Negra	5	2032	1796	3.649.472	729.894
Lapa Rosada	11	3484	1796	6.257.264	568.842
Loco	23	7303,5	5782	42.228.837	1.836.036
Total	26	-	-	52.135.573	2.005.214

Ventajas y desventajas del indicador:

Todos los indicadores desarrollados son útiles y una buena referencia para calcular ingresos brutos. La desventaja es que no se cuenta con estimados de costos para el desarrollo de actividades turísticas y extractivas, por lo cual estos indicadores no proporcionan información acerca de los beneficios netos derivados del desarrollo de estas actividades.

Tabla 54. Análisis del desempeño del Indicador socioeconómico N°2 (IS3), denominado como generación de empleos.

Nombre del indicador: Generación de empleos

Metodología para calcular el indicador:

Se estimaron los empleos totales derivados de la actividad turística en base a los datos del indicador anterior, específicamente lo que se relaciona con el N° de embarcaciones que operaron con fines turísticos durante el año 2020. A partir de ello y considerando una dotación

de 3 tripulantes por embarcación de determina el número de empleos totales derivados de la actividad turística.

Interpretación de los resultados:

Durante el año 2020 operaron 107 embarcaciones durante la época estival, las cuales utilizan una dotación promedio de tres tripulantes que arroja un total de 321 empleos. El total de empleos puede ser desagregado por caleta tal como se observa en la tabla a continuación:

Caleta	Reserva asociada	Nº embarcaciones	Nº tripulantes promedio	Empleos totales
San Agustín	RMICD	53	3	159
Los Corrales	RMICD	34	3	102
Chañaral	RMIC	20	3	60
Todas	Ambas	107	3	321

Ventajas y desventajas del indicador:

Es un indicador simple para medir el número de empleos, sin embargo, se enfoca en la época estival y no contempla otros empleos derivados de la gestión de las reservas como los desarrollados por el sector público, esto último debido a que no se obtuvieron datos de ello para la estimación.

4.4.1.3 Objetivos e indicadores de la dimensión de gobernabilidad establecidos en los PGA de las RMIC y RMICD

En la Tabla 55 se realiza una descripción de los indicadores propuestos en los PGA de las RMIC y RMICD para medir el desempeño de la dimensión de gobernabilidad. En general, se aprecia que ambas reservas marinas han definido indicadores muy similares de desempeño asociado a la gobernabilidad. Respecto de la vinculación existente entre los indicadores y los objetivos trazados en los propios PGA da cuenta que los indicadores IG1, IG2, IG5 e IG6 no se encuentran vinculados a un objetivo en particular (Tabla 55 y Tabla 56), lo que dificulta la interpretación de lo que se desea lograr en términos específicos y por tanto dificulta también la generación de recomendaciones para avanzar en el análisis del desempeño de estos indicadores.

Tabla 55. Descripción de indicadores propuestos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), para medir el desempeño de la dimensión de gobernabilidad.

Abreviatura	Nombre del indicador	Descripción PGA
IG1	Existencia y cumplimiento del PGA	Se refiere a la existencia de un documento aprobado con objetivos y metas.
IG2	Existencia de una estructura organizacional para la administración, gestión y toma de decisiones	Se refiere a la existencia de mecanismos transparentes para la toma de decisiones.
IG3	Nivel de participación y satisfacción	Se refiere a una forma para medir la capacidad de tomar acuerdos, así como el grado de cumplimiento de los acuerdos y las normas establecidas en las reservas.
IG4	Aplicación de conocimiento generado en la gestión de la Reserva	Se refiere a la utilización de conocimiento científico para efectos de toma de decisiones.
IG5	Disponibilidad y asignación de recursos	Se refiere a la capacidad de gestión de los entes administrativos para implementar el PGA a través de la obtención de recursos financieros, humanos y equipamiento para la reserva.
IG6	Cobertura de fiscalización	Cumplimiento de las actividades de control y fiscalización de la reserva marina.

Tabla 56. Vinculación objetivo – indicador, establecidos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), correspondientes a la dimensión de gobernabilidad. Los números 1 muestran los indicadores definidos para la RMICD, mientras que los números 2 muestran los indicadores definidos para RMIC.

DIMENSIÓN GOBERNABILIDAD							
Abreviatura	Objetivo/indicador	IG1	IG2	IG3	IG4	IG5	IG6
ND	No definido	1 2					
ND	No definido		1 2				
OG1	Promover activamente la participación de las comunidades en temáticas de conservación y manejo sustentable de los recursos naturales de la Reserva Marina			1			
OB4	Promover el desarrollo del conocimiento científico para generar información de base para la conservación, el manejo y el aprovechamiento de los recursos naturales de la RM				1 2		
ND	No definido					1 2	
ND	No definido						1 2

Tabla 57. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°1 (IG1), denominado en ambos PGA como Existencia y cumplimiento del PGA.

Existencia y cumplimiento del PGA (IG1)
Actualmente, ambas reservas cuentan con un instrumento de gestión denominado Plan de General de Administración. En el caso de la RMICD fue aprobado mediante DS N° 159-2015, mientras que para el RMIC el PGA fue aprobado mediante DS N° 96-2012. En función de ello, este indicador se encontraría cumplido. Sin embargo, es importante que los instrumentos de gestión como los PGA sean revisados cada cierto tiempo. En este sentido, es recomendable calendarizar un proceso de revisión y modificación del PGA, a partir de lo cual podrían elaborarse nuevos indicadores de gestión.

Tabla 58. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°2 (IG2), denominado en ambos PGA como existencia de una estructura organizacional para la administración, gestión y toma de decisiones.

Existencia de una estructura organizacional para la administración, gestión y toma de decisiones (IG2)
Tanto, la RMIC como la RMICD cuentan con una estructura organizacional desde hace varios años, el primer avance en términos de la creación de una estructura organizacional fue dado por lo que se denominó Mesas de Trabajo, que correspondían a instancias público privadas para analizar y realizar recomendaciones de gestión. Esta fue una instancia de facto que carecía de un respaldo formal, a pesar de ello, esta instancia fue valiosa para avanzar en materias clave

de la gestión como la creación de los PGA. Esta instancia funcionó desde el año 2007 al 2019. Posteriormente, se oficializó una estructura de administración que incorpora representantes públicos y privados en la gestión (R. Ex. 4603-2019). Esta nueva estructura general está integrada por tres comités:

- 1) **Comité Consultivo:** este comité oficializa lo que se conocía previamente como la “**mesa de trabajo**”. Está presidido por SERNAPESCA e integrado por representantes de actores locales y grupos de interés de la reserva. Esta instancia es de carácter consultivo (como su nombre lo indica) y está orientada al intercambio de información (científica, conocimiento ecológico local), así como también la consideración de las expectativas y requerimientos de las partes interesadas en la gestión.
- 2) **Comité de administración:** está presidido por SERNAPESCA e integrado por representantes de organismos públicos relevantes, así como también representantes de la academia y un representante del comité consultivo. Este comité está encargado de la administración de la reserva y debe velar por el cumplimiento de los contenidos del PGA, tomando en consideración los planteamientos del comité consultivo.
- 3) **Comité de Gestión del PGA:** integrado por la Dirección Nacional de Pesca, Subdirección Administrativa, Unidad de Conservación y Biodiversidad, directores regionales y/o encargados Regionales de las Reservas Marinas. Su función es detectar, evaluar y gestionar financiamiento interno y/o externo, y alianzas estratégicas para el desarrollo de los PGA.

En función de lo anterior, se da cuenta de que la estructura organizacional existe. No obstante, para analizar el funcionamiento de esta estructura un indicador adecuado sería similar a lo que se describe en IG3 para el caso de la RMICD, donde se analiza la participación y la capacidad de tomar acuerdos en estas instancias. Dicho esto, es necesario reevaluar la integración de este indicador con IG3 para analizarlos en conjunto y no como indicadores independientes.

Tabla 59. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°3 (IG3), denominado en ambos PGA nivel de participación y satisfacción.

Nivel de participación y satisfacción (IG3)

Metodología para calcular el indicador:

Para el caso de la RMICD: A partir de la revisión de las actas oficiales de las distintas instancias de participación y co-manejo del área protegida, se registran una serie de valores que son utilizados como indicadores de participación en las instancias formales de la estructura de administración (descrita en IG2).

Entre los valores que se registran para medir el nivel de participación, se encuentra el promedio anual de asistentes a las reuniones, tanto de la Mesa de trabajo, como del Comité consultivo, y del Comité de administración. Para una mejor visualización, el registro de participantes se **desagrega en 3 categorías: “Representantes de servicios públicos”, “Representantes de actividades productivas”, además de “Representantes de la sociedad civil y de la academia”.**

En cuanto a la capacidad de tomar acuerdos, se consideró también el registro del número de acuerdos tomados anualmente por las distintas instancias de la estructura de administración. Entre los acuerdos contabilizados, se consideran sólo aquellos con implicancias en el manejo, excluyendo los compromisos referentes a fijación de fechas para reuniones, presentaciones de resultados de estudios, entre otras, y privilegiando el registro de actividades relacionadas con la conformación de grupos de trabajo, con la actualización de resoluciones, y con la inscripción de usuarios en registros sectoriales, entre otras.

Toda la información previamente indicada es sistematizada en una matriz (Anexo 10) donde se incluye un resumen de los acuerdos tomados cada año. A partir de esta matriz se pueden realizar análisis gráficos que permiten revisar la participación en el tiempo y la capacidad para tomar acuerdos.

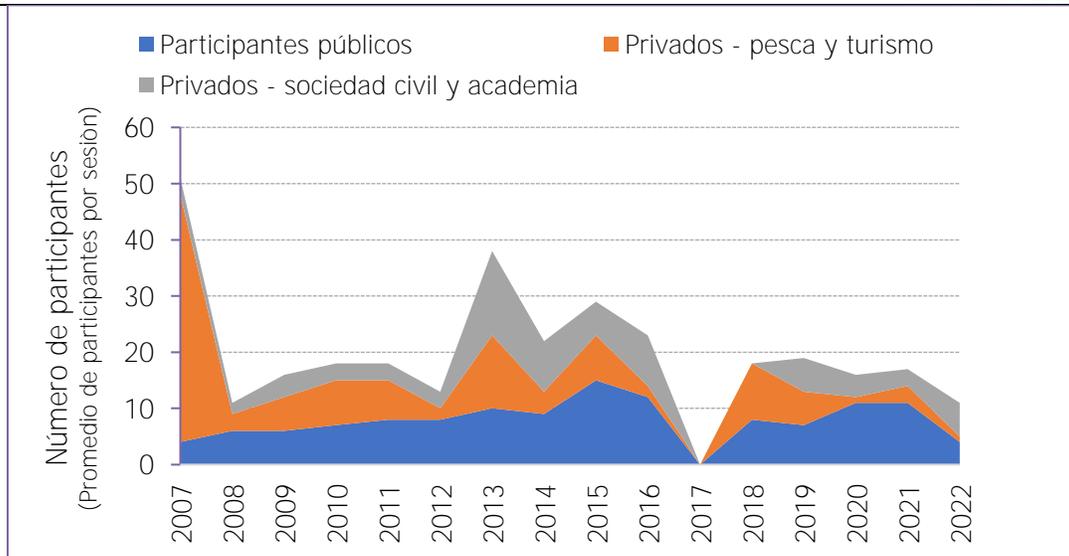
Para el caso de la RMIC: El PGA plantea otra aproximación para establecer el grado de participación y satisfacción, en este caso se ha establecido la realización de encuestas a la comunidad donde se realizan consultas acerca del impacto positivo o negativo de la reserva en la comunidad, el nivel de acuerdo que la comunidad tiene con el trabajo que desarrolla SERNAPESCA en torno a la reserva, la percepción de la comunidad respecto de la idoneidad del PGA, entre otras materias de interés. Para efectos de generar un indicador, se han integrado los resultados de la encuesta en una gráfica que permita seguir en el tiempo los cambios de percepción mediante la implementación de una encuesta con enfoque longitudinal².

Interpretación de los resultados:

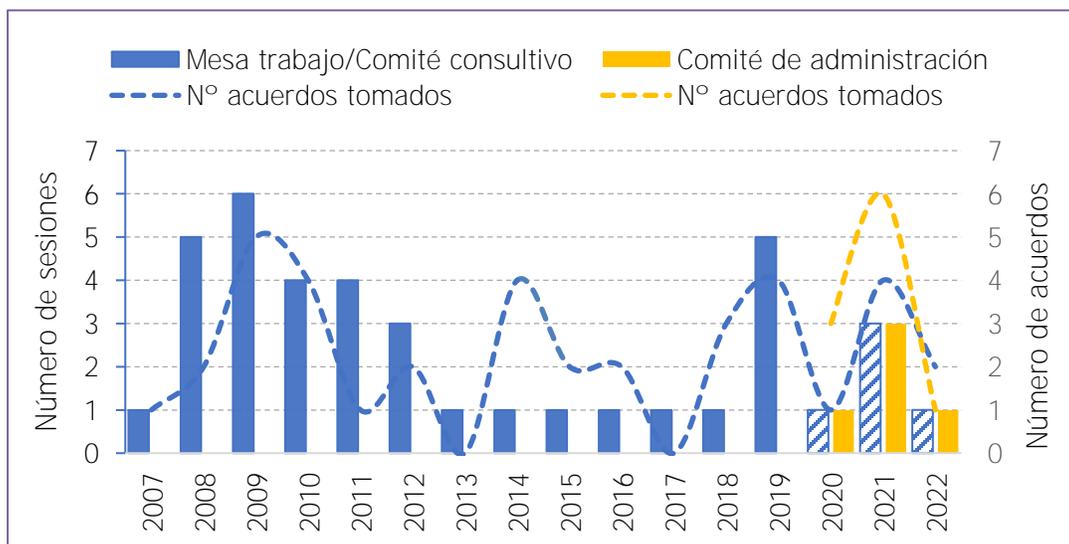
Para el caso de la RMICD: Los resultados son comunicados en una matriz donde se proporciona un resumen anual de la información para cada instancia de participación (Anexo 10). Se asume que asistencias más altas a las reuniones, son reflejo de una mayor participación, mientras que una mayor cantidad de acuerdos en el año, implican una mayor capacidad resolutoria por parte de quienes se involucran en la cogestión de los espacios gestionados, para visualizar esto se elaboran dos gráficas:

La primera gráfica muestra el nivel de participación en las instancias de consulta con la comunidad que desde el año 2007 al año 2019 corresponde a la instancia denominada mesa de trabajo, mientras que desde el 2020 a la actualidad corresponde al Comité Consultivo. Esto se muestra en la siguiente figura donde se aprecia una alta participación de agentes privados durante el primer año de funcionamiento (2007) especialmente de representantes de actividades productivas de pesca y turismo, posterior a este año la participación se muestra más equilibrada entre los representantes públicos, representantes de las actividades productivas de pesca/turismo y representantes privados de la sociedad civil y la academia, entre los años 2008 y la actualidad el nivel de participación ha sido relativamente estable, en torno a 10 participantes por sesión, con periodos de mayor participación como el que se observa entre los años 2012 y 2016.

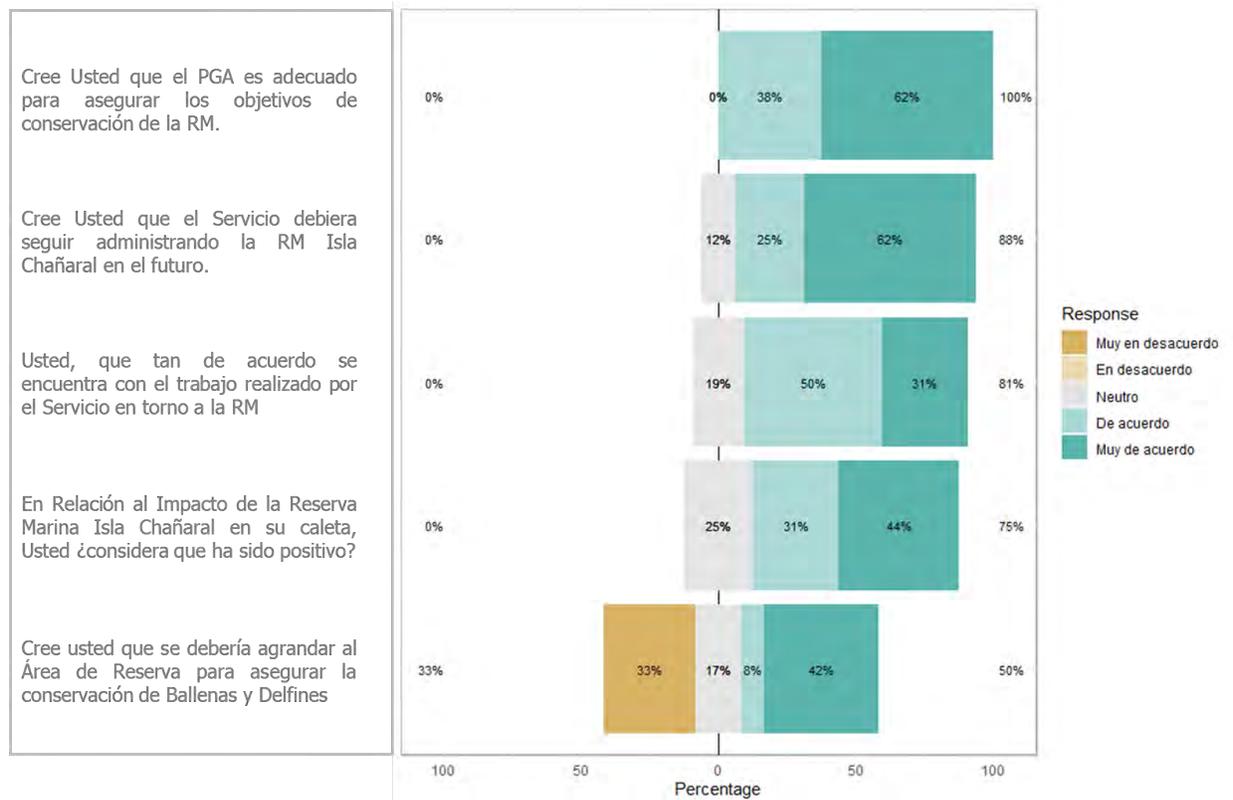
² Los estudios longitudinales son un método de investigación que recopilan información de los mismos sujetos, repetidamente, durante un período definido que suele durar varios años o décadas. Estos estudios se utilizan para identificar cambios causa efecto en la dinámica de las comunidades, siendo, en este caso, la gestión de la reserva la causa de eventuales efectos.



La segunda gráfica muestra una aproximación a la capacidad de tomar acuerdos. En esta gráfica se muestran el número de sesiones realizadas por año de la mesa de trabajo (barras azules), el comité consultivo (barras con trama azul) y el comité de administración (barras naranjas) y el número de acuerdos tomados por año por la mesa de trabajo – comité consultivo (líneas azules) y por el comité de administración (líneas naranjas). En esta gráfica se puede observar que existe una primera fase de trabajo donde se realizaba una mayor cantidad de reuniones durante el año (2008-2012) y posterior a ello una baja cantidad de reuniones (1 reunión por año) a excepción del año 2019 donde se realizaron 5 sesiones de trabajo. Desde el inicio del trabajo del Comité consultivo se han realizado entre 1 y 3 reuniones por año, al igual que el Comité de administración. En cuanto a los acuerdos, en general se observa una capacidad variable para la toma de acuerdos, la cual no parece estar relacionada con el número de sesiones que se realizan.



Para el caso de la RMIC: La encuesta que realiza SERNAPESCA, se resumen en la siguiente imagen que da cuenta de la percepción de la comunidad acerca de la reserva. Esta estrategia podría incluir otras dimensiones de análisis como la percepción del incremento de la productividad de las AMERB gracias a la reserva o el aporte al desarrollo turístico local (por incluir algunos ejemplos). A partir de este instrumento, aplicado año a año, podrían identificarse cambios en la percepción atribuibles a potenciales cambios de gestión.



Ventajas y desventajas del indicador:

Para el caso de RMICD: Las ventajas que presenta este conjunto de indicadores es que son de fácil recolección e interpretación. Las desventajas dicen relación con que no existe una referencia para el nivel de implementación de los acuerdos, además de la dificultad que implica la definición de qué tipo de acuerdos son más relevantes para la gestión del área. En este caso, tampoco se proporciona información acerca del nivel de satisfacción derivado de la gestión de la RMICD, para ello podría integrarse este indicador con el sistema de encuestas aplicado en RMIC.

Para el caso de RMIC: El instrumento utilizado por SERNAPESCA Atacama, es útil para identificar cambios en la percepción los cuales podrían atribuirse a cambios de gestión (nuevas normativas, cambios en los representantes públicos que participan en las instancias de co-manejo, entre otras). Las desventajas es que este indicador no entrega información acerca de la participación para lo cual podría integrarse con un indicador similar al que se desarrolló para el RMICD.



Tabla 60. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°4 (IG4), denominado en ambos PGA como Aplicación de conocimiento generado en la gestión de la Reserva.

Aplicación de conocimiento generado en la gestión de la Reserva (IG4)					
<p>Metodología para elaborar el indicador:</p> <p>Se realiza una recopilación de las normativas aplicadas a las reservas y se realiza un seguimiento acerca de si existe un estudio previo que generó alguna recomendación al respecto. Luego se analiza el proceso de discusión y análisis con las partes interesadas que da origen a la normativa o herramienta de gestión. A partir de este análisis se elabora una matriz donde se identifica el estudio y la recomendación realizada, el proceso de análisis de la recomendación en el proceso de toma de decisiones y finalmente la normativa o herramienta de gestión desarrollada.</p>					
<p>Interpretación de los resultados:</p> <p>La interpretación de los resultados es básicamente la lectura de la matriz que se presenta a continuación, la cual que permite comprender el proceso sobre el cual se han desarrollado las normativas o herramientas de manejo de ambas reservas.</p>					
Estudio	Recomendación estudios	Proceso toma de decisión	Normativa - herramienta de manejo	Descripción de normativa - herramienta de manejo	Reserva
ABIMAR 2007; IFOP 2012; Gaymer et al., 2008	Determinan la abundancia y distribución de los recursos loco, lapa y erizo rojo en el área geográfica de la Reserva Marina para determinar la fracción explotable	Se sociabiliza y analiza una propuesta de manejo pesquero con la mesa de trabajo de la RMIC, lo cual dio origen a la propuesta de Plan de Manejo para el uso sustentable de los recursos loco y lapa. Posteriormente, este trabajo se tradujo en la primera autorización de actividades extractivas transitorias en la RMIC	Propuesta de Plan de Manejo para el uso sustentable de los recursos loco y lapa Res. Ex. 1530-2015	La propuesta de Plan de Manejo avanza en el desarrollo de objetivos a corto plazo para hacer un uso sustentable de los activos ambientales, haciendo referencia a los recursos bentónicos. Mientras que la Res. Ex 1530 es una materialización de este proceso de toma de decisiones.	RMIC
Gaymer et al., 2007 (Proyecto BIP: 30006824-0) Gaymer et al., 2008 (FIP 2006-56)	Determina la capacidad de carga física para el desarrollo de actividades turísticas (paseos náuticos y buceo) Sugieren que el desarrollo turístico de las Reservas Marinas de haberse de manera regulada, con acceso restringido manteniendo los niveles de actividad	En la mesa de trabajo de la RMICD se analizaron estas sugerencias de capacidad de carga y se acordó la generación de una nómina acreditada de embarcaciones para realizar actividades turísticas, los requisitos para ser incorporados en la nómina y el número de embarcaciones que podrá operar de manera simultánea, entre otras cosas.	Res. Ex. N° 29 - 2019	Establece nómina de embarcaciones acreditadas para realizar actividades de turismo. Define como capacidad de carga un total de 20 embarcaciones realizando paseos náuticos al interior de la reserva y establece que no más de 4 embarcaciones podrán ejercer actividades de observación sobre un ejemplar o grupo de animales de manera simultánea. Además, indica que el tiempo máximo de observación de un ejemplar o grupo es de 5 minutos	RMICD

	de observación que se realizan de manera simultánea	Si bien las recomendaciones fueron efectuadas para la RMICD, en la mesa de trabajo de la RMIC se analizaron estas sugerencias de capacidad de carga y se acordó la generación de una nómina acreditada de embarcaciones para realizar actividades turísticas, los requisitos para ser incorporados en la nómina y el número de embarcaciones que podrá operar de manera simultánea entre otras cosas.	Res. Ex N° 655 - 2020 (Corresponde a una actualización normativa que deroga la Res. Ex. 6248 - 2017)	Establece nómina de embarcaciones acreditadas para realizar actividades de turismo. Define como capacidad de carga un total de 15 embarcaciones realizando paseos náuticos al interior de la reserva y establece que no más de 2 embarcaciones podrán ejercer actividades de observación sobre un ejemplar o grupo de animales de manera simultánea.	RMIC
Thomas et al., 2022 (FIPA 2019-25)	Establecen objetivos y un mecanismo para establecer tasas de explotación precautorias de <i>C. concholepas</i> y <i>Fissurella latimarginata</i> , en caso de que el comité consultivo y el comité de administración de la RMIC tomen la decisión de solicitar actividades extractivas transitorias	El comité consultivo y el comité de administración analizan la información y canaliza una solicitud para la realización de actividades extractivas transitorias	Aprueba plan de manejo pesquero de la RMIC (Res. Ex. 86 - 2022) Res. Ex. N° 441 - 2022	Se aprueba plan de manejo de la RMIC, mediante el cual se establecen los criterios y medidas que tienden al aprovechamiento sustentable de los recursos bentónicos loco (<i>C. concholepas</i>) y lapas (<i>F. latimarginata</i> y <i>F. Cumingi</i>) Autoriza actividades extractivas transitorias en la RMIC, definiendo como límite máximo de captura para <i>C. concholepas</i> (17.087 unidades) y <i>F. latimarginata</i> (3.117 kg)	RMIC
Sepúlveda et al., 2020	Elabora una propuesta de zonificación con zonas de resguardo para aves y lobos marinos, así como también zonas de protección de delfines donde recomienda distancias de acercamiento y velocidad de tránsito	Esta propuesta fue difundida y analizada con las partes interesadas que utilizan el espacio de las reservas para fines turísticos, lo que generó una adecuación de la propuesta inicial.	No se cuenta con una normativa asociada aún	No se cuenta con una normativa asociada aún	RMIC y RMICD

Ventajas y desventajas del indicador:

El indicador tiene la ventaja de que permite reunir todo el proceso de toma de decisiones desde la recomendación técnica hasta la resolución final. La desventaja es que este mecanismo solo hace referencia a la información que ha sido utilizada para tomar decisiones, pero es probable que exista más información que no se ha tenido en cuenta en los procesos decisorios.

Tabla 61. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°5 (IG5), denominado en ambos PGA como disponibilidad y asignación de recursos.

Disponibilidad y asignación de recursos (IG5)
<p>Para analizar la disponibilidad y asignación de recursos, se elaboró un índice de costo por área conservada (\$CHI/km²), el cual ha sido utilizado y sugerido en algunos estudios para el análisis de costos de proyectos de conservación basados en área (Davis et al., 2019; Balmford et al., 2004). Para ello, se consideró el gasto entre los años 2014 y 2019 para los ítems de 1. fiscalización, 2. investigación y monitoreo; 3. Administración, extensión y difusión.</p> <p>Cabe mencionar que, si bien el indicador fue elaborado con distintas fuentes de información, una buena parte de esta fue proporcionada en calidad de reservada. Debido a esto el indicador no pudo ser publicado, pero podría ser utilizado en las instancias de la estructura de administración de ambas reservas, previa autorización de los proveedores de información.</p>

Tabla 62. Análisis del desempeño del Indicador de Gobernabilidad N°6 (IG6), denominado en ambos PGA como Cobertura de fiscalización.

Cobertura de fiscalización (IG6)							
Metodología para calcular el indicador:							
<p>El incumplimiento es un problema frecuente en las AMP a nivel global y ha sido considerado como uno de los factores más relevantes que impiden mejorar el desempeño ecológico (Iacarella et al., 2021). Para abordar estas materias, ambos PGA contienen un programa de fiscalización y vigilancia donde se establecen las cooperaciones entre instituciones y el apoyo de la comunidad en aspectos de vigilancia.</p> <p>Una alternativa para medir el efecto disuasorio de las actividades de fiscalización y vigilancia puede ser la tasa de infracción observada anualmente, la cual puede calcularse al dividir el número de actividades de fiscalización realizadas en un año particular respecto del número de ilícitos identificados.</p>							
Interpretación de los resultados:							
<p>Los resultados de este análisis dan cuenta que en la RMIC existe una tasa de infracción mucho más alta que en RMICD. Esto es esperable debido a que en RMICD hay mayores niveles de vigilancia local desarrollada por CONAF y los propios pescadores que tienen un AMERB colindante con la reserva.</p>							
RMIC							
Fiscalización	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Promedio
a) Actividades de fiscalización	18	17	16	17	14	16	16,33
b) Ilícitos identificados	5	2	5	0	4	0	2,67
Tasa de infracción (a/b)	0,28	0,12	0,31	0,00	0,29	0,00	0,16
RMICD							
a) Actividades de fiscalización	24,0	11,0	16,0	58,0	37,0	29,0	29,2
b) Ilícitos identificados	0,0	0,0	8,0	2,0	0,0	2,0	2,0
Tasa de infracción (a/b)	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1	0,07



Ventajas y desventajas del indicador:

Este indicador proporciona una aproximación del nivel de infracción. Las ventajas de este es que es simple de calcular e interpretar. Por otro lado, una de las mayores desventajas es que el indicador no incluye el esfuerzo de cada actividad de fiscalización (número de fiscalizadores, nivel de cobertura en tierra y mar, etc.), además el número de fiscalizaciones no es constante entre años. Estas desventajas pueden hacer que la tasa de infracción sea sobreestimada o subestimada en algunos años. Una alternativa para mejorar este indicador podría ser la estandarización de las actividades de fiscalización en función de los recursos involucrados en cada actividad y la temporada del año en que se realizan, entre otras variables.

4.4.2 Recomendaciones para la adecuación de los PGA de la Reservas Marinas

Para efectos de concatenar las estrategias desarrolladas para el control de las amenazas y mejorar la condición de los objetos de conservación que se encuentran definidos en los objetivos de los PGA, se ha realizado un proceso de conceptualización con la finalidad de desarrollar un protocolo que permita monitorear el desempeño de la gestión de las Reservas Marinas de Chañaral y Choros – Damas. A continuación, se proporciona una modelo conceptual que podrá ser utilizado como base para la eventual adecuación de cada PGA, considerando la incorporación de metas e indicadores de cumplimiento para cada eslabón de la gestión, sin perder el foco de los objetos de conservación, es decir de aquellos elementos clave para los cuales se ha diseñado el conjunto de estrategias. Esto se ha realizado siguiendo las recomendaciones de los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (EA).

Es importante mencionar que este ejercicio no constituye una modificación de los PGA si no que apunta al desarrollo de insumos que permitan facilitar la evaluación del desempeño de la gestión que ha sido delineada previamente por los PGA y también para poder identificar algunos elementos que podrían no estar aportando o la necesidad de incorporar nuevos elementos que permitan mejorar la condición de los objetos de conservación. Para ello, se propone el diseño de este instrumento con el fin de dar respuesta a tres preguntas claves (Figura 60).

Finalmente, es necesario relevar que este modelo constituye una propuesta que deber ser analizada por los respectivos Comités de Administración y Comités Consultivos que se encuentran oficializados en cada RM.

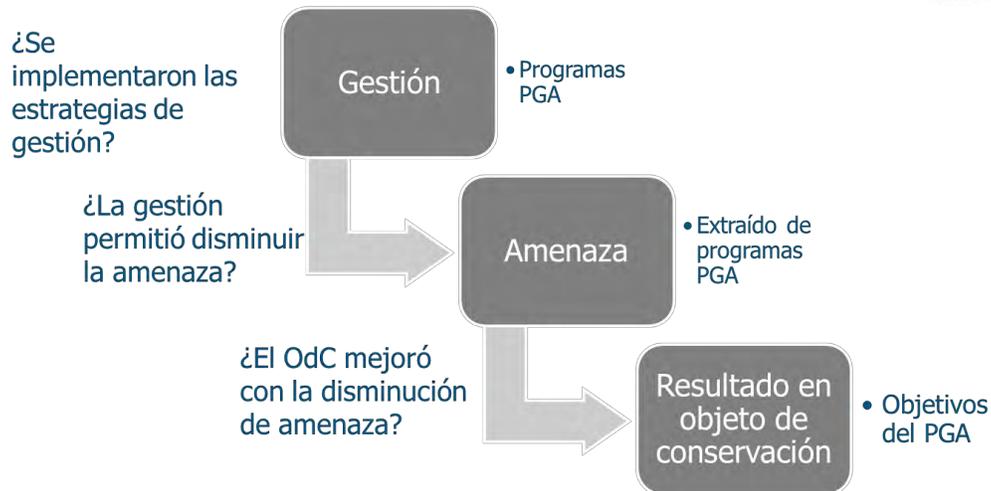


Figura 60. Preguntas clave para analizar evaluar la estrategia de gestión (lado izquierdo) y fuentes de información a partir de lo cual se definieron las estrategias de gestión, amenazas y los objetos de conservación.

4.4.2.1 Recomendaciones para la adecuación PGA Reserva Marina Isla Chañaral

Modelo Conceptual

El primer paso del ciclo de conservación es conceptualizar los parámetros básicos del proyecto de conservación para la preparación del trabajo de diseño que vendrá en el siguiente paso. Específicamente, implica identificar el ámbito geográfico y/o temático del proyecto, la visión lo que se espera alcanzar y los objetos de conservación que serán el foco del trabajo. También incluye la comprensión del contexto dentro del cual el proyecto pretende trabajar, incluyendo las amenazas, oportunidades y los actores clave (CMP, 2013).

Debido a que el PGA de la RM Isla Chañaral no define explícitamente objetos de conservación y tampoco amenazas directas, indirectas u oportunidades, se procedió a realizar un proceso de extracción plausible a partir de los objetivos trazados y de los programas de manejo y fiscalización que se han establecido en el PGA. Nuevamente, es importante mencionar que esto solamente constituye insumos para el trabajo de los distintos comités que integran el esquema de administración. A continuación, se presenta una propuesta de extracción de objetos de conservación a partir de los objetivos (Tabla 63) y una propuesta de extracción de amenazas y oportunidades implícitas que se intentan minimizar con los programas de manejo y fiscalización (Tabla 64).

Tabla 63. Objetos de conservación implícitos extraídos de los objetivos trazados en el PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral.

Objetivo general PGA	Objetivos específicos PGA	Objeto de conservación implícito
Conservar y proteger los ambientes marinos representativos de Isla Chañaral, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural	Proteger las poblaciones de los principales vertebrados acuáticos residentes en el área, delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y lobo marino común.	Vertebrados acuáticos
	Conservar las poblaciones residentes de aquellas especies de interés comercial para la pesca artesanal, tales como, loco, lapa y erizo, con el objeto de potenciar las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.	Recursos bentónicos
	Conservar y restaurar, cuando proceda, las poblaciones de especies estructuradoras de hábitat como son las algas macrofitas <i>Lessonia trabeculata</i> y <i>Lessonia nigrescens</i> .	Algas estructuradoras de hábitat

A partir de las tablas de objetos de conservación y amenazas, se elaboró un modelo conceptual que permite visualizar como sería la condición de conservación de la RM Isla Chañaral (Figura 61).

El objeto de conservación denominado aquí como **"Algas estructuradoras de hábitat"** agrupa a las especies *Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens*. Este objeto se encuentra amenazado de manera directa por cambios oceanográficos drásticos y por cosechas no sostenibles que pueden generar una reducción del área de cobertura. Los cambios oceanográficos drásticos son provocados por eventos climáticos de amplia cobertura planetaria como fenómenos ENSO y cambio climático global, por lo que no se ha definido una estrategia para mitigar esta amenaza, pero si es relevante abordarlo en la estrategia de monitoreo. Por otro lado, las cosechas no sostenibles son impulsadas por la pesca ilegal, por la carencia de un plan de manejo que establezca niveles sostenibles de cosecha, por la falta de una nómina que defina los usuarios que pueden hacer uso del área y por la falta de una zonificación que defina los sectores que pueden ser utilizados con fines de extracción sostenible. En este último caso, el PGA define actividades para controlar estas amenazas, en este modelo conceptual son denominadas estrategias, el conjunto de estrategias orientadas a controlar estas amenazas, son el desarrollo de un plan de manejo de recursos bentónicos, el desarrollo de un plan de fiscalización, la creación de un registro de usuarios y la zonificación de usos de la RM (Figura 61). Cabe destacar que varias de estas amenazas están siendo abordadas por la gestión, por ejemplo, el desarrollo de un plan de manejo de extracción sostenible se ha abordado en el presente proyecto, iniciativas de zonificación del área se tuvieron en cuenta cuando se realizaron cosechas en el año 2015 (Gore Atacama 2013). Respecto de la generación de nóminas podría abordarse a partir de lo que se define en el artículo 9° bis de la Ley General de Pesca y Acuicultura donde se dispone la facultad y el procedimiento para establecer planes de manejo para una o más pesquerías de recursos bentónicos de invertebrados y algas, aplicable a todo o parte de una región o regiones. El mismo artículo establece en su inciso segundo, que en los planes de manejo se deberá determinar los pescadores artesanales involucrados en la o las pesquerías que lo integren y participan los pescadores



artesanales inscritos en la pesquería que cumplan con los criterios de participación establecidos en el plan, abriendo la posibilidad a la generación de nóminas tal como se ha hecho por ejemplo en pesquerías de algas pardas en las regiones de Atacama y Coquimbo para las áreas de libre acceso.

Tabla 64. Amenazas implícitas extraídas de los programas de manejo y fiscalización del PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral.

Programa	Actividad definida en PGA (redefinidas como estrategias en la presente readecuación)	Amenaza directa implícita	Amenazas indirectas/oportunidades implícitas
Manejo	Definir en coordinación con la SEREMI del Medio Ambiente la zonificación de la RM. Mediante un estudio específico y aplicando metodologías no destructivas, considerando áreas para usos preferentes para el buceo, explotación de recursos bentónicos, navegación, tracks para la observación de mamíferos y aves.	Malas prácticas turísticas	Falta zonificación de actividades turísticas y pesqueras. Esto ha sido abordado en Sepúlveda et al. (2020)
Manejo	Elaborar en coordinación con SERNATUR instrumentos de gestión y regulación para la práctica del buceo, pesca deportiva, actividades náuticas y turismo. Mediante posesos participativos se establecerán las normas para efectuar estas actividades.	Malas prácticas turísticas	Falta normativa para realización de actividades turísticas
Manejo	Elaborar en coordinación con SERNATUR instrumentos de gestión y regulación para la actividad de observación de mamíferos y aves marinas. Mediante procesos participativos que involucran a los operadores turísticos y dueños de embarcaciones, se establecerán las normas para realizar estas actividades. En toda situación se debe tener en consideración no perturbar a los animales.	Malas prácticas turísticas	- Falta normativa para realización de actividades turísticas - Falta de normativa de avistamiento de aves y MM
Manejo	Elaborar planes de manejo para los recursos hidrobiológicos susceptibles de ser explotados en la RM. Los planes estarán basados en el estatus de los recursos y de la comunidad, los niveles de explotación estarán acordes con objetivos de conservación que consideran la estructura de talla o etaria y los niveles de abundancia.	Cosechas no sostenibles	Falta de un Plan de Manejo de cosecha sostenible
Manejo	Elaborar planes de contingencia para el control o erradicación de especies invasivas, que minimicen el impacto sobre la biodiversidad y estructura comunitaria de la RM.	Presencia conejo europeo	Falta plan de control EEI
Manejo	Crear un registro de pescadores, de operadores certificados y de embarcaciones para avistamiento y buceo. La creación de estos registros se deberá realizar en coordinación con las autoridades que tienen competencia en la materia.	- Cosechas no sostenibles - Malas prácticas turísticas	Falta registro de usuarios de la RM
Fiscalización	Generar y operar un plan anual de fiscalización y vigilancia en la RM	- Cosechas no sostenibles - Malas prácticas turísticas	Pesca Ilegal

El objeto definido como “vertebrados acuáticos” agrupa a las especies *Tursiops truncatus*, *Lontra felina*, *Spheniscus humboldti* y *Otaria flavescens*. Este objeto se encuentra amenazado por malas prácticas turísticas, por la especie exótica invasora conejo europeo que daña el hábitat de nidificación de la especie *S. humboldti*, respecto de esta amenaza es importante reconocer que durante el año 2016 se llevó a cabo una exitosa estrategia de erradicación llevada a cabo por CONAF y Island Conservation. No obstante, mantiene esta amenaza en el modelo conceptual para poder visualizar el efecto biofísico sobre el cual se esperarían cambios, que, en este caso, es la calidad de hábitat para la nidificación. *S. humboldti* también se ve afectado por cambios oceanográficos drásticos que pueden provocar una disminución de la productividad primaria con una consecuente disminución de alimento para estas especies. Las malas prácticas turísticas son favorecidas por la falta de una normativa que especifique las condiciones para realizar actividades turísticas que incluya un protocolo de avistamiento de aves y mamíferos marinos, la falta de una zonificación que defina los sectores que pueden ser utilizados para el desarrollo turístico y la falta de un registro de las personas que pueden realizar actividades turísticas en la RM. Respecto de estos puntos cabe desatacar existen regulaciones vigentes para las actividades turísticas de avistamiento de fauna y el buceo recreativo, incluyendo un registro de usuarios (R. Ex. N°655/2020 para las RMIC), pero se mantienen en el modelo conceptual para visualizar los resultados esperados de su implementación.

Para afrontar la amenaza de malas prácticas turísticas, se ha definido un conjunto de estrategias que incluyen el desarrollo de normativa para la realización de actividades turísticas, la zonificación de las actividades turísticas que pueden realizarse en la RM, la creación de un registro de usuarios y el diseño e implementación de un programa de fiscalización, varias de ellas se encuentran en desarrollo, sin embargo se mantienen en el modelo conceptual a fin de poder identificar los efectos supuestos que la aplicación de estas medidas tendrá sobre los objetos de conservación

El objeto “Recursos Bentónicos” está conformado por especies bentónicas de uso comercial como *Concholepas concholepas*, *Loxechinus albus*, *Fissurella latimarginata* y *Fissurella cumingi*. Este objeto está amenazado por las cosechas no sostenibles y también puede verse afectado por el **deterioro del hábitat dado por una reducción de la cobertura de las “algas estructuradoras de hábitat”.** Las cosechas no sostenibles son promovidas por la falta de un plan de manejo que establezca niveles sostenibles de cosecha, por la pesca ilegal, por la falta de un registro de usuarios y la falta de una zonificación para realizar actividades de cosecha comercial. Para afrontar esta amenaza se ha propuesto el desarrollo de un plan de manejo de recursos bentónicos (el cual se aborda en el objetivo 4), un fortalecimiento del programa de fiscalización, la creación de un registro de usuarios y la zonificación de actividades pesqueras en la RM (Figura 61). Nuevamente, es relevante mencionar que varias de estas estrategias se están avanzando en el marco de la gestión de la RMIC y solo se mantienen en el modelo conceptual para visualizar los efectos esperados de su implementación.



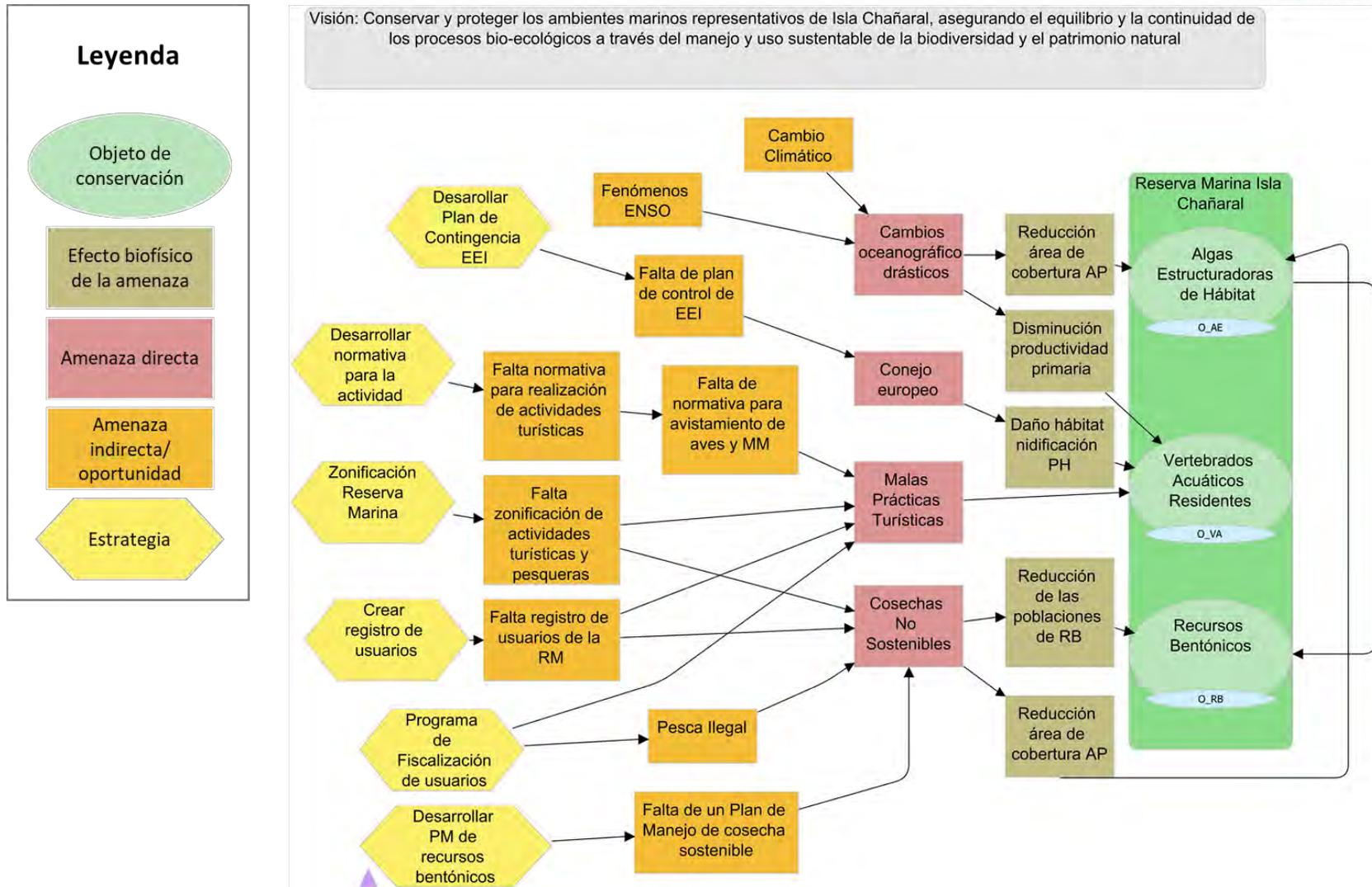


Figura 61. Modelo Conceptual elaborado a partir de los objetivos de conservación definidos en los PGA y a los programas de manejo y fiscalización.

Cadenas de resultados

Las cadenas de resultados son una herramienta que provee una representación gráfica de los efectos supuestos que tendrá la implementación de una estrategia, funcionan como una **progresión causal (“si – entonces”) de resultados intermedios esperados a corto y largo** plazo que conducen a resultados de conservación de largo plazo. Se diseñan en base al modelo conceptual con el fin de determinar cómo las estrategias seleccionadas intentan afectar el “estado actual del mundo” (retratado en el modelo conceptual) para ayudarlo a alcanzar el “estado deseado del mundo” (retratado en la cadena de resultados) (CMP, 2013). A partir de los programas de manejo y fiscalización se trazaron dos Cadenas de Resultados, denominadas Cosechas Sostenibles y Malas prácticas de Turismo Evitadas.

La cadena de resultados para Cosechas Sostenibles se ha desarrollado para alcanzar dos objetivos contemplados en el PGA:

- i. Conservar las poblaciones residentes de aquellas especies de interés comercial para la pesca artesanal, tales como, loco, lapa y erizo, con el objeto de potenciar las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.
- ii. Conservar y restaurar, cuando proceda, las poblaciones de especies estructuradoras de hábitat como son las algas macrófitas *Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens*.

Esta cadena de resultados considera tres estrategias que actúan en conjunto generando resultados intermedios que permiten en el largo plazo alcanzar niveles de cosecha sostenible (Figura 62). La primera estrategia es desarrollar un plan de manejo de recursos bentónicos, el cual permitirá obtener como resultado intermedio, la base científica para definir niveles de cosecha sostenibles de las especies agrupadas en los objetos **de conservación “Recursos Bentónicos” y “Algas Estructuradoras de Hábitat”**. La segunda estrategia está orientada a la creación de un registro de usuarios, lo que permitirá identificar a las personas que pueden trabajar en la RM. Finalmente, la estrategia de desarrollo de un programa fortalecido de fiscalización anual permitirá hacer cumplir los niveles de cosecha establecidos en el plan de manejo y vigilará que los extractores correspondan a las personas registradas previamente en el registro, lo que en conjunto permitirá evitar la pesca ilegal y alcanzar cosechas sostenibles. Como se ha mencionado anteriormente, estas actividades están en marcha y lo que se desea es conceptualizar los proceso para identificar los resultados esperados de la implementación de las distintas estrategias.



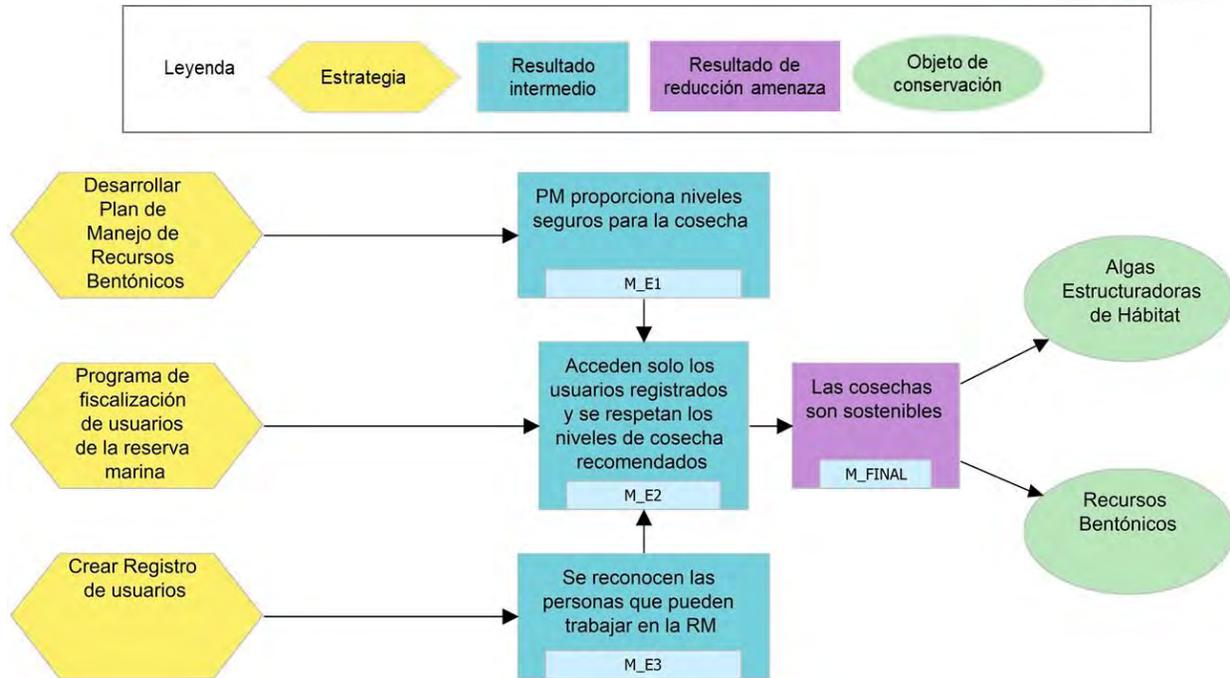


Figura 62. Diagrama de la Cadena de resultados denominada "Cosechas Sostenibles" para la Reserva Marina Isla Chañaral.

La cadena de resultados para Malas Prácticas de Turismo Evitadas se ha desarrollado para alcanzar el siguiente objetivo contemplado en el PGA:

- i. Proteger las poblaciones de los principales vertebrados acuáticos residentes en el área, delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y lobo marino común.

Esta cadena de resultados considera también tres estrategias (Figura 63). La primera es desarrollar normativa para la actividad turística, que incluya la zonificación de actividades permisibles, se prevé que esto explicita cuáles son las actividades turísticas realizables y en qué lugares de la RM se pueden efectuar, además, la normativa turística proporcionará un protocolo conocido para el avistamiento de aves y mamíferos marinos. La segunda estrategia corresponde a la creación de un registro de usuarios que permitirá reconocer los operadores y/o personas que pueden realizar actividades turísticas en la RM. Finalmente, la estrategia de desarrollo de un programa de fiscalización anual permitirá que accedan solo los usuarios registrados a realizar actividades turísticas, respetando la normativa y protocolos de buenas prácticas establecidos por la primera estrategia. Como se ha mencionado anteriormente, estas actividades están en marcha y lo que se desea es conceptualizar los procesos para identificar los resultados esperados de la implementación de las distintas estrategias.

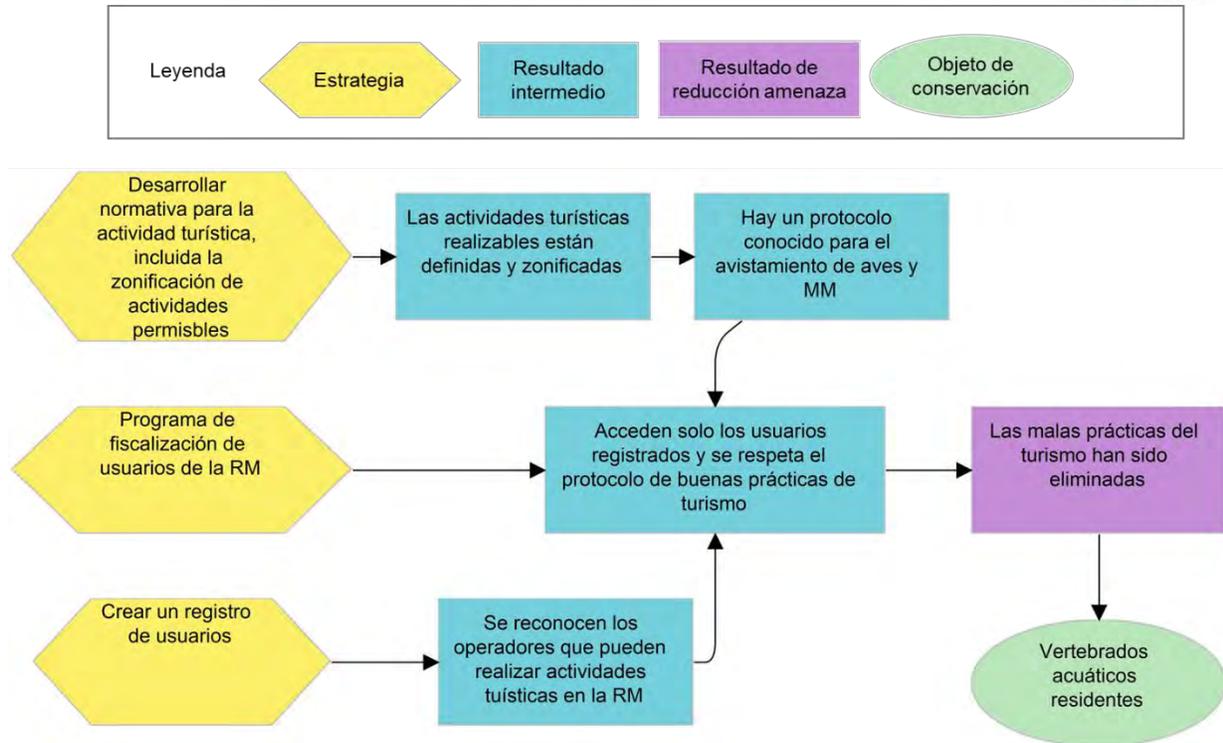


Figura 63. Diagrama de la Cadena de resultados denominada "Malas Prácticas de Turismo Evitadas" para la Reserva Marina Isla Chañaral.

4.4.2.2 Recomendaciones para la adecuación PGA Reserva Marina Islas Choros - Damas

Modelo conceptual

Al igual que en el caso de la RM Isla Chañaral, el PGA de la RM Islas Choros – Damas define implícitamente objetos de conservación y amenazas directas, indirectas u oportunidades, por lo que se procedió a realizar un proceso de extracción plausible a partir de los objetivos trazados y de los programas de manejo y fiscalización que se ha establecido en el PGA. A continuación, se presenta una propuesta de extracción de objetos de conservación a partir de los objetivos (Tabla 65) y una propuesta de extracción de amenazas y oportunidades implícitas que se intentan minimizar con los programas de manejo y fiscalización (Tabla 66).

Tabla 65. Objetos de conservación implícitos extraídos de los objetivos trazados en el PGA de la Reserva Marina Islas Choros - Damas.

Objetivo general	Objetivos específicos	Objeto de conservación implícito
Conservar y proteger los ambientes marinos representativos del sistema insular constituido por las Islas Choros e Isla Damas, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural	Proteger las poblaciones de los principales vertebrados acuáticos residentes en el área, delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y lobo marino común.	Vertebrados Acuáticos
	Conservar las poblaciones residentes de aquellas especies de interés comercial para la pesca artesanal, tales como, loco, lapa y erizo, con el objeto de potenciar las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.	Recursos Bentónicos
	Conservar y restaurar, cuando proceda, las poblaciones de especies estructuradoras de hábitat como son las algas macrofitas <i>Lessonia trabeculata</i> y <i>Lessonia nigrescens</i> .	Algas Estructuradoras de Hábitat

A partir de las tablas de objetos de conservación y amenazas, se elaboró un modelo conceptual que permite visualizar como sería la condición de conservación de la RM Islas Choros - Damas, sin la existencia de estrategias orientadas a conservar objetos que se están aplicando actualmente (Figura 64). En este punto cabe hacer mención que ambos PGA resultan ser muy similares, por lo que el modelo conceptual también resulta similar. De todas formas, la alta similitud entre ambos modelos conceptuales resulta lógica, ya que ambas RM son parte de un ecosistema integrado y por tanto los objetos y amenazas son compartidos.

El objeto de conservación denominado aquí como “Algas estructuradoras de hábitat” agrupa a las especies *Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens*. Este objeto se encuentra amenazado de manera directa por cambios oceanográficos drásticos y por cosechas no sostenibles que pueden generar una reducción del área de cobertura. Los cambios oceanográficos drásticos son provocados por eventos climáticos de amplia cobertura planetaria como fenómenos ENSO y cambio climático global, por lo que no se ha definido una estrategia para mitigar esta amenaza, pero si es relevante abordarlo en la estrategia de monitoreo. Por otro lado, las cosechas no sostenibles son impulsadas por la pesca ilegal, por la inexistencia de un plan de manejo que establezca niveles sostenibles de cosecha, por la falta de una nómina que defina los usuarios que pueden hacer uso del área y por la falta de una zonificación que defina los sectores que pueden ser utilizados con fines de extracción sostenible. En este último caso, el PGA define actividades para controlar estas amenazas las cuales están en fase de implementación, en este modelo conceptual son denominadas estrategias, el conjunto de estrategias orientadas a controlar estas amenazas, son el desarrollo de un plan de manejo de recursos bentónicos, la creación de un registro de usuarios, la zonificación de usos de la RM y el desarrollo de un plan de fiscalización que considere el establecimiento de acuerdos de cooperación con la comunidad y de coordinación con los agentes institucionales para la vigilancia y fiscalización en la RM (Figura 64).

El objeto definido como “vertebrados acuáticos” agrupa a las especies *Tursiops truncatus*, *Lontra felina*, *Spheniscus humboldti* y *Otaria flavescens*. Este objeto se encuentra amenazado por malas



prácticas turísticas y por cambios oceanográficos drásticos que pueden provocar una disminución de la productividad primaria con una consecuente disminución de alimento para estas especies. Las malas prácticas turísticas son impulsadas por la falta de una normativa que especifique las condiciones para realizar actividades turísticas que incluya un protocolo de avistamiento de aves y mamíferos marinos, la falta de una zonificación que defina los sectores que pueden ser utilizados para el desarrollo turístico y la falta de un registro de las personas que pueden realizar actividades turísticas en la RM. Respecto de estos puntos cabe destacar existen regulaciones vigentes para las actividades turísticas de avistamiento de fauna y el buceo recreativo, incluyendo un registro de usuarios (R. Ex. N°29/2019 para las RMICD), pero se mantienen en el modelo conceptual para visualizar los resultados esperados de su implementación.

La amenaza de las especies exóticas invasoras está favorecida por la falta de un plan de control de Especies exóticas Invasoras (EEI), respecto de este punto, se tiene presente que se cuenta con un protocolo para el monitoreo y control de las EEI (Res.Ex. 4604/2019) pero se dejan de manifiesto en el modelo para ver los resultados de su implementación. En tanto, los cambios oceánicos drásticos son provocados por eventos climáticos de amplia cobertura planetaria como fenómenos ENSO y cambio climático global. Para afrontar la amenaza de malas prácticas turísticas, se ha definido un conjunto de estrategias que incluyen el desarrollo de normativa para la realización de actividades turísticas, la zonificación de las actividades turísticas que pueden realizarse en la RM, la creación de un registro de usuarios y el desarrollo de un plan de fiscalización que considere el establecimiento de acuerdos de cooperación con la comunidad y de coordinación con los agentes institucionales para la vigilancia y fiscalización en la RM. En tanto, para controlar la amenaza de las especies exóticas invasoras, se ha establecido como estrategia el desarrollo de un plan de control y contingencia para la erradicación de EEI (Figura 64).

Tabla 66. Amenazas implícitas extraídas de los programas de manejo y fiscalización del PGA de la Reserva Marina Islas Choros - Damas.

Programa	Actividad definida en PGA (redefinidas como estrategias en la presente readecuación)	Amenaza directa implícita	Amenazas indirectas/oportunidades implícitas
Manejo	Definir la zonificación de la RM, si corresponde, aplicando metodologías no destructivas, considerando áreas para usos preferentes para el buceo, explotación de recursos bentónicos, navegación, tracks para la observación de mamíferos y aves.	Malas prácticas turísticas	Falta zonificación de actividades turísticas y pesqueras
Manejo	Elaborar instrumentos de gestión y regulación para la práctica del buceo, pesca deportiva, actividades náuticas y turismo. Mediante procesos participativos se establecerán las normas para efectuar estas actividades.	Malas prácticas turísticas	Falta normativa para realización de actividades turísticas

Programa	Actividad definida en PGA (redefinidas como estrategias en la presente readecuación)	Amenaza directa implícita	Amenazas indirectas/oportunidades implícitas
Manejo	Elaborar instrumento de gestión y regulación para la actividad de observación de mamíferos y aves marinas. Mediante procesos participativos que involucren a los operadores turísticos y dueños de embarcaciones, se establecerán las normas para realizar estas actividades. En toda situación se debe tener en consideración no perturbar a los animales.	Malas prácticas turísticas	- Falta normativa para realización de actividades turísticas - Falta de normativa de avistamiento de aves y MM
Manejo	Elaborar planes de manejo para los recursos hidrobiológicos susceptibles de ser explotados en la RM. Los planes estarán basados en el estatus de los recursos y de la comunidad, los niveles de explotación estarán acordes con objetivos de conservación que consideran la estructura de talla o etaria y los niveles de abundancia.	Cosechas no sostenibles	Falta de un Plan de Manejo de cosecha sostenible
Manejo	Elaborar planes de contingencia para el control o erradicación de especies invasivas, que minimicen el impacto sobre la biodiversidad y estructura comunitaria de la RM.	Especies exóticas Invasoras	Falta plan de control EEI
Manejo	Crear un registro de pescadores, de operadores certificados y de embarcaciones para avistamiento y buceo. La creación de estos registros se deberá realizar en coordinación con las autoridades que tienen competencia en la materia.	- Cosechas no sostenibles - Malas prácticas turísticas	Falta registro de usuarios de la RM
Manejo	Establecer criterios para planificar y regular la señalización utilizada en la RM. Los paneles de señalización deberán estar en lugares estratégicos.	- Malas prácticas turísticas	Falta mayor difusión de la normativa turística
Fiscalización	Implementar requerimientos en equipos necesarios para efectuar la vigilancia en la RM	- Cosechas no sostenibles - Malas prácticas turísticas	Falta de equipos para efectuar vigilancia
Fiscalización	Generar y operar un plan anual de fiscalización y vigilancia en la RM	- Cosechas no sostenibles - Malas prácticas turísticas	Pesca Ilegal
Fiscalización	Establecer acuerdos de cooperación con la comunidad y de coordinación con los agentes institucionales para la vigilancia y fiscalización en la RM	- Cosechas no sostenibles - Malas prácticas turísticas	Deficiencia en la aceptación y el conocimiento de las medidas regulatorias que rigen en la RM

El objeto "Recursos Bentónicos" está conformado por especies bentónicas de uso comercial como *Concholepas concholepas*, *Loxechinus albus*, *Fissurella latimarginata* y *Fissurella cumingi*. Este objeto está amenazado por las cosechas no sostenibles y también puede verse afectado por el deterioro del hábitat dado por una reducción de la cobertura de las "algas estructuradoras de hábitat". Las cosechas no sostenibles son promovidas por la falta de un plan de manejo que establezca niveles sostenibles de cosecha, por la pesca ilegal, por la falta de un registro de usuarios y la falta de una zonificación para realizar actividades de cosecha comercial. Para afrontar esta amenaza se ha propuesto el desarrollo de un plan de manejo de recursos bentónicos, la creación de un registro de usuarios, la zonificación de actividades pesqueras en la RM y el desarrollo de un plan de fiscalización que considere el establecimiento de acuerdos de cooperación



con la comunidad y de coordinación con los agentes institucionales para la vigilancia y fiscalización en la RM (Figura 64).

Cadenas de resultados

A partir de los programas de manejo y fiscalización se trazaron dos Cadenas de Resultados, denominadas Cosechas Sostenibles y Malas prácticas de Turismo Evitadas.

La cadena de resultados para Cosechas Sostenibles se ha desarrollado para alcanzar dos objetivos contemplados en el PGA:

- i. Conservar las poblaciones residentes de aquellas especies de interés comercial para la pesca artesanal, tales como, loco, lapa y erizo, con el objeto de potenciar las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.
- ii. Conservar y restaurar, cuando proceda, las poblaciones de especies estructuradoras de hábitat como son las algas macrófitas *Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens*.

Esta cadena de resultados considera cuatro estrategias que actúan en conjunto generando resultados intermedios que permiten en el largo plazo alcanzar niveles de cosecha sostenible (Figura 65). La primera estrategia es desarrollar un plan de manejo de recursos bentónicos, el cual permitirá obtener como resultado intermedio, la base científica para definir niveles de cosecha **sostenibles de las especies agrupadas en los objetos de conservación "Recursos Bentónicos" y "Algas Estructuradoras de Hábitat"**. La segunda estrategia está orientada a la creación de un registro de usuarios, lo que permitirá identificar a las personas que pueden trabajar en la RM. Finalmente, las estrategias de desarrollo de un programa de fiscalización anual y el establecimiento de acuerdos con la comunidad para efectos de vigilancia y fiscalización permitirán hacer cumplir los niveles de cosecha establecidos en el plan de manejo y vigilará que los extractores correspondan a las personas previamente registradas, lo que en conjunto permitirá evitar la pesca ilegal y alcanzar cosechas sostenibles.



Visión: Conservar y proteger los ambientes marinos representativos del sistema insular constituido por las Islas Choros e Isla Damas, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural

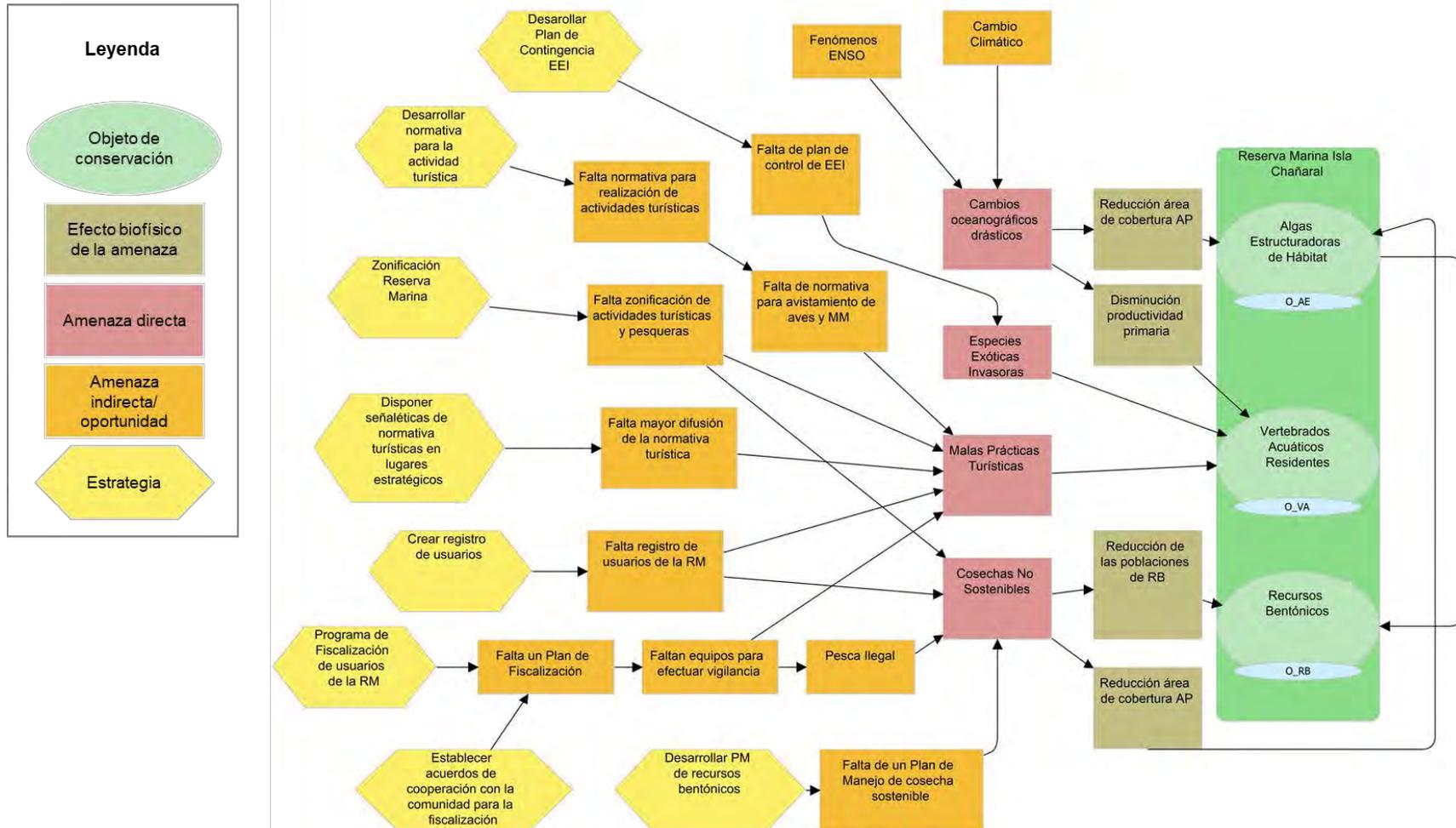


Figura 64. Modelo Conceptual elaborado a partir de los objetivos de conservación definidos en los PGA y a los programas de manejo y fiscalización.





Figura 65. Diagrama de la Cadena de resultados denominada "Cosechas Sostenibles" para la Reserva Marina Islas Choros - Damas.

La cadena de resultados para Malas Prácticas de Turismo Evitadas se ha desarrollado para alcanzar el siguiente objetivo contemplado en el PGA:

- i. Proteger las poblaciones de los principales vertebrados acuáticos residentes en el área, delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y lobo marino común.

Esta cadena de resultados considera también cinco estrategias (Figura 66). La primera es desarrollar normativa para la actividad turística, que incluya la zonificación de actividades permisibles, se prevé que esto explicita cuáles son las actividades turísticas realizables y en qué lugares de la RM se pueden efectuar, además, la normativa turística proporcionará un protocolo conocido para el avistamiento de aves y mamíferos marinos. La segunda estrategia corresponde a la creación de un registro de usuarios que permitirá reconocer los operadores y/o personas que pueden realizar actividades turísticas en la RM. En tanto, las estrategias de disponer señaléticas normativas y el establecimiento de acuerdos de cooperación con la comunidad para la vigilancia y fiscalización buscan en conjunto difundir la normativa vigente para que esta sea conocida por todos. Finalmente, la estrategia de desarrollo de un programa de fiscalización anual permitirá que accedan solo los usuarios

registrados a realizar actividades turísticas, respetando la normativa y protocolos de buenas prácticas establecidos.

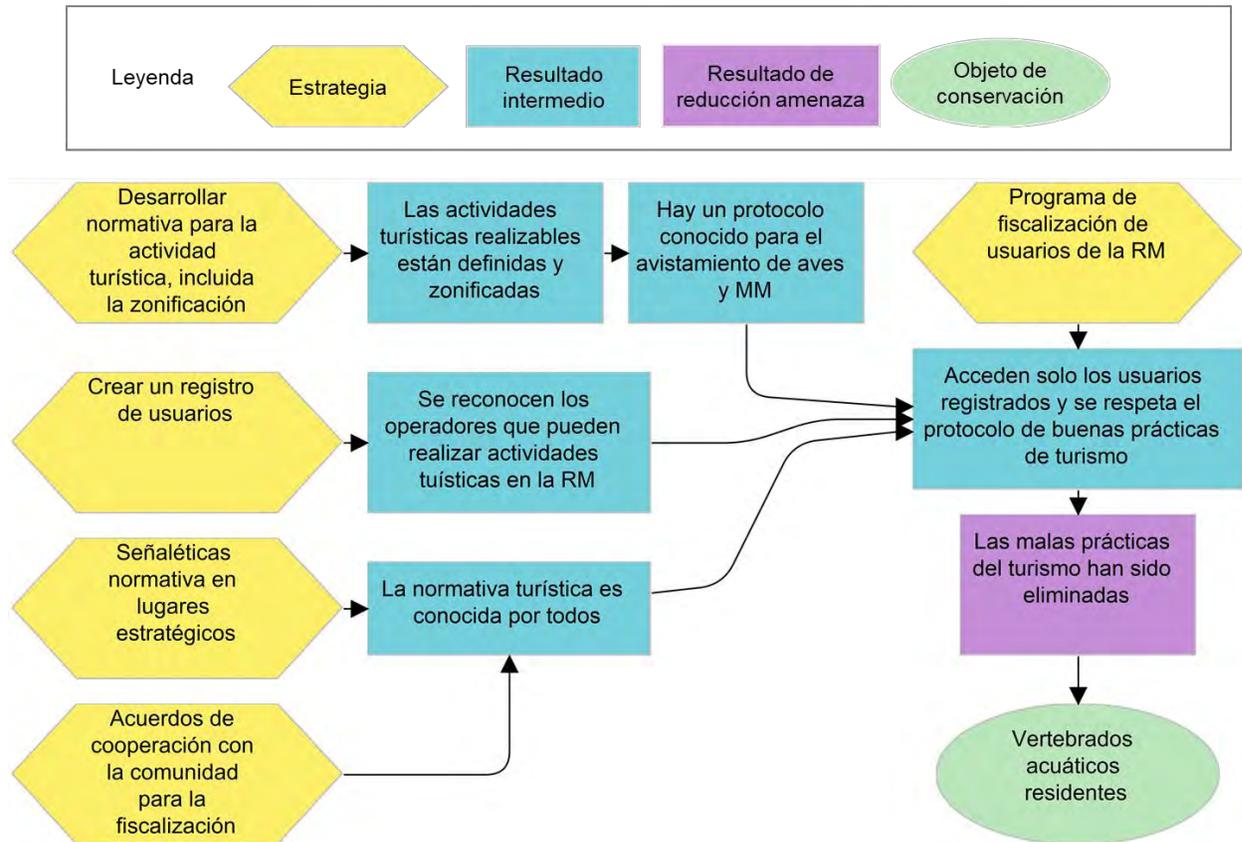


Figura 66. Diagrama de la Cadena de resultados denominada "Malas Prácticas de Turismo Evitadas" para la Reserva Marina Islas Choros - Damas.

4.5 Objetivo específico 4. Diseñar una propuesta de plan de manejo, y su correspondiente monitoreo, para los recursos loco y lapas de la Reserva Marina Isla Chañaral



4.5.1 Recomendaciones nacionales e internacionales para el desarrollo de estrategias de gestión pesquera

- Estructura de gobernanza para la toma de decisiones

Uno de los principales desafíos en la gestión de pesquerías es incentivar cambios hacia el desarrollo de nuevas formas de gobernanza policéntricas, entendidas como centros de toma de decisiones que son independientes entre sí (Ostrom, 1990), lo cual puede ser impulsado en parte a través de un diseño de descentralización gubernamental (Ostrom, 2010). Aunque ningún sistema de gobernanza es perfecto, la investigación ha demostrado que los sistemas policéntricos pueden tener ventajas considerables gracias al desarrollo de mecanismos que potencian el monitoreo mutuo, el aprendizaje y la adaptación en el tiempo (Galaz et al. 2012; Ostrom, 1990).

En este sentido, el establecimiento de mesas de trabajo locales como organismos participativos y colaborativos orientados a la gestión de las Reservas Marinas es una oportunidad para avanzar hacia el co-manejo de los recursos pesqueros presentes en ambas reservas, donde la inclusión del conocimiento local permite adaptar las reglas de decisión en función de la realidad particular (Gruby & Basurto, 2014) y mantener un proceso de retroalimentación rápida y directa sobre cómo los recursos responden al plan de manejo (Wilson et al., 2006).

Para Jentoft (2003) el co-manejo es un proceso colaborativo y participativo para la toma de decisiones entre representantes de los usuarios del recurso, agencia del gobierno, institutos de investigación y otros representantes de la sociedad civil. Cada vez más, la gestión de pesquerías se está orientando a modelos descentralizados de autogestión o cogestión (Bavinck et al., 2013), para lo cual es imprescindible contar organizaciones empoderadas (Jentoft & Chuenpagdee, 2015). En este sentido, La capacidad de liderazgo local es un aspecto crítico para que los gobiernos centrales puedan delegar la gestión, o parte de ella, a las comunidades.

- Estructura de un plan de manejo

En términos de la estructura que debe tener un plan de manejo de recursos pesqueros, un primer paso es considerar lo que ha establecido la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), en específico respecto de los requisitos para el desarrollo y/o establecimiento de un plan de manejo, lo cual está definido en el artículo 8º, párrafo tercero, donde se establecen los contenidos mínimos que debe contener un plan de manejo:

- a) Antecedentes generales
- b) Objetivos y metas
- c) Estrategias para alcanzar los objetivos y metas planteados



- d) Criterios de evaluación del cumplimiento de los objetivos y estrategias establecidos.
- e) Estrategias de contingencia para abordar las variables que pueden afectar la pesquería.
- f) Requerimientos de investigación y de fiscalización.
- g) Cualquier otra materia que se considere de interés para el cumplimiento del objetivo del plan.

Con respecto a la manera de diseñar y estructurar un plan de manejo pesquero, se han propuesto variados enfoques y pasos de trabajo (Fletcher et al., 2010; Hindson et al., 2005), donde se especifican los elementos que debe contener un plan de manejo en miras a alcanzar la sostenibilidad de una pesquería. No obstante, Cochrane (2005) proponen un esquema claro y ordenado en seis componentes que facilita la comprensión del proceso (Figura 67), donde el primer componente corresponde a la política pesquera del país, que en nuestro caso está dada por la Ley General de Pesca y Acuicultura, en específico lo que se detalla en el Artículo 1° B donde manifiesta que “El objetivo de esta ley es la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos”.

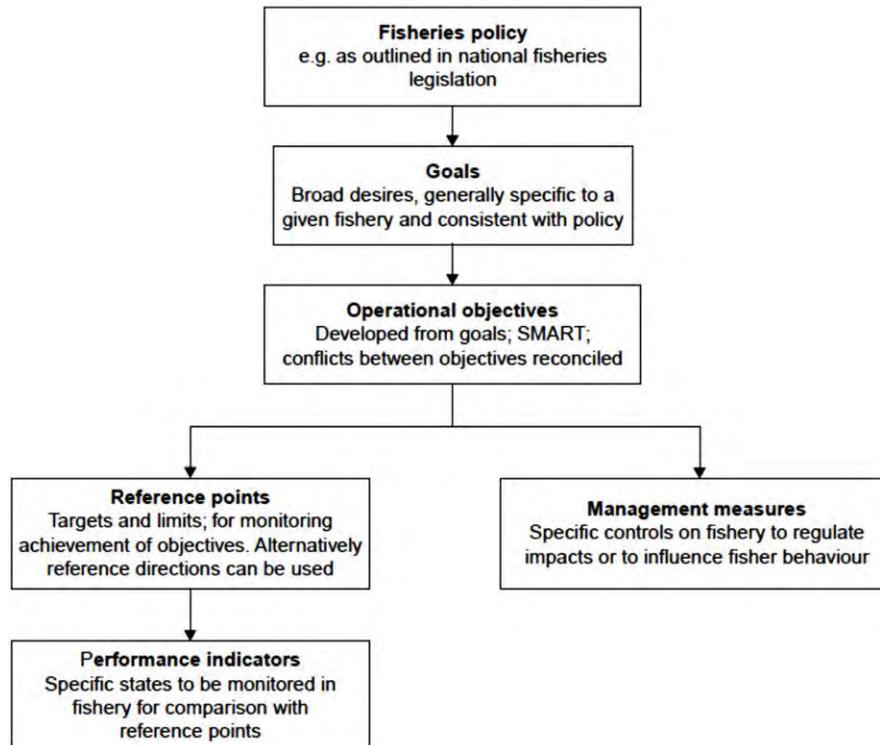


Figura 67: Esquema general de una estructura genérica de Plan de Manejo. Fuente: Cochrane (2005).



A partir de la política, deben definirse metas o expectativas amplias de lo que se desea de la pesquería, lo cual se recomienda realizar con las principales partes interesadas de la pesquería.

Ejemplos de metas puede ser:

- Alcanzar un nivel de explotación sustentable de la pesquería del loco al año 2025.
- Optimizar los beneficios económicos de la pesca al año 2025.

Como se aprecia, las metas son complejas o imposibles de medir, por lo cual se deben abordar a partir de objetivos operativos que constituyen declaraciones explícitas contra las cuales se pueda medir el progreso, para ello es útil pensar en términos de objetivos SMART (Measurable, Achievable, Relevant and Time-bound), es decir, Medibles, Alcanzables, Relevantes y con un límite de tiempo (Cochrane & García, 2009). Posteriormente, debe desarrollarse un sistema de indicadores y puntos de referencia para determinar si los objetivos están siendo alcanzados (Figura 68).

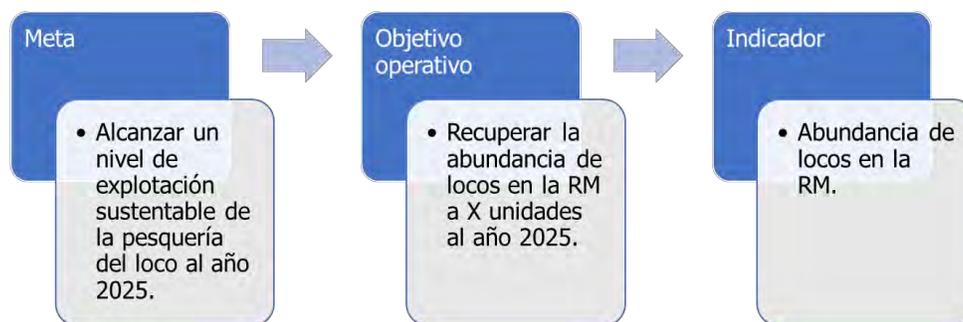


Figura 68 . Ejemplo de metas, objetivos operativos e indicador.

A partir de esta estructura de gestión, la estrategia y medidas de ordenación deben ser desarrolladas para mantener a los indicadores en torno a Puntos de Referencia Objetivos previamente establecidos, para lo cual se debe tener en consideración las medidas identificadas en la LGPA, específicamente en el Artículo 9 bis, que aborda la regulación para la administración y manejo de recursos bentónicos y donde se proponen un conjunto de medidas para gestionar estas pesquerías:

- Rotación de áreas de pesca.
- Criterio y limitación de la extracción.
- Traslocación y repoblación de recursos bentónicos.
- Técnicas de extracción o cosecha.
- Instalación de arrecifes artificiales, de conformidad con los requisitos y característica establecidas en el reglamento.
- Buenas prácticas, sustentabilidad y recuperación de ecosistemas.

g) Programas de educación y capacitación.

A nivel nacional, se ha elaborado un manual para el diseño de planes de manejo de recursos bentónicos para áreas de libre acceso (Comité científico técnico de recursos bentónicos, 2019) que en la actualidad constituye el único documento nacional con lineamientos generales para el desarrollo de un plan de manejo. No obstante, este no tiene su foco en la estructura de gestión propiamente tal, sino que en la existencia o deficiencia de información para poder desarrollar el plan (Tabla 67). En este sentido, este esquema es útil para identificar los requerimientos de información que permitan mejorar la gestión de una pesquería, pero al no estar presente los objetivos operativos y las medidas de control que permitan alcanzar estos objetivos, no resulta suficiente para desarrollar una estrategia completa de manejo.

Tabla 67: Metas, indicadores y acciones asociadas a la sostenibilidad del o los stocks. Tomado de Comité Científico de Recursos Bentónicos, 2019.

Metas	Indicadores	Acciones	Indicadores
- Definir el estado en que se encuentra la(s) pesquería(s) sujeta a manejo.	- Niveles de Biomasa.	-Evaluación de stock.	- Indicadores biológicos generados en base a un plan de monitoreo.
- Mantener la pesquería en los niveles de biomasa actuales para asegurar su continua productividad.	- Niveles de abundancia.	- Definir Puntos Biológicos de referencia.	- Indicadores generados mediante un plan de investigación
- Aumentar en un 10% la biomasa actual, los dos primeros años de aplicación del plan de manejo.	- Niveles de desembarque.	- Definir Puntos de referencia (Criterios).	- Indicadores que midan el cumplimiento de las actividades programadas
	- Número de ejemplares según distribución de frecuencia de talla.	- Definir sin datos (SD).	- Que definan logros
		- Definir acciones de manejo.	
		- Crear un Grupo Técnico Asesor.	

4.5.2 Análisis crítico de la propuesta de manejo actual y otros planes de manejo bentónicos

En términos del esquema de gobernanza, el establecimiento de mesas de trabajo en el caso de las reservas marinas y comités de manejo para el caso de la gestión de los recursos pesqueros en áreas de libre acceso ha sido un primer paso en materia de transparencia y co-manejo para la toma de decisiones, pero aún existen algunas deficiencias en el desarrollo de los planes de manejo que dificultan llevar las pesquerías hacia la sostenibilidad.



Una deficiencia relevante para el diseño de planes de manejo es la falta de pautas nacionales para su desarrollo. En consecuencia, los planes de manejo que han sido diseñados en el marco de la gestión pesquera de áreas de libre acceso carecen de claridad en la definición de objetivos, principalmente porque no son medibles, o no están asociados con puntos de referencia, entre otras deficiencias (R. Ex. 1274/2017, R. Ex. 540/2005, R. Ex. 3011/2015, R. Ex. 965/2016). De hecho, a partir de una evaluación del desempeño de los Planes de Manejo bentónicos (Techeira et al., 2018), se diagnosticó que los planes de manejo de recursos bentónicos en áreas de libre acceso, en su mayoría:

- Carecen de indicadores biológico – pesqueros
- Carecen de objetivos explícitos en términos
- No contienen actividades de manejo orientadas al desempeño biológico de las poblaciones que sostienen las pesquerías
- No han definido tareas (metas, actividades, objetivos, hitos u otros) para establecer el estado de explotación de los recursos y proponer puntos de referencia
- No consideran un proceso de evaluación protocolizado y documentado de autoevaluación

En el caso de la propuesta de **“Plan de Manejo para el uso sustentable de los recursos loco (*Concholepas concholepas*) y lapa (*Fisurella spp*) en la Reserva Marina Isla Chañaral”** (Mesa de Trabajo RMIC, 2013), ocurre una situación similar a la diagnosticada en los planes de manejo nacionales diseñados para la gestión de recursos en áreas de libre acceso. Como puede apreciarse en la Tabla 68 se han propuesto objetivos de corto y largo plazo. En el **caso de los objetivos de corto plazo se hace referencia mayoritariamente a “necesidades”** más que a declaraciones explícitas contra las cuales se pueda medir el progreso. En tanto, en los objetivos de mediano y largo plazo, se plantea realizar un uso sustentable de los activos ambientales, implementar más de una estrategia comunicacional y potenciar el plan de fiscalización. Si bien cada uno de estos objetivos tiene acciones asociadas, para ninguno de ellos se establecen indicadores y/o puntos de referencia que permitan establecer un cambio de la condición con PM y sin PM.

Considerando que estos objetivos fueron acordados mediante un proceso participativo a través de talleres realizados en la caleta Chañaral de Aceituno, se plantea como punto de partida reestructurar, en la medida de lo posible, estos objetivos en un esquema adecuado para la gestión pesquera, que permita aplicar reglas de decisión cuando los indicadores de desempeño se encuentren por debajo de un punto de referencia límite.



Tabla 68: Objetivos de corto y largo plazo definidos en la **propuesta de "Plan de Manejo para el uso sustentable de los recursos loco (*Concholepas concholepas*) y lapa (*Fisurella spp*) en la Reserva Marina Isla Chañaral"** (Mesa de Trabajo RMIC. 2013).

Objetivos a corto plazo	Objetivos a mediano y largo plazo
Iniciar el Plan de Manejo antes del término del año 2013.	Realizar un uso sustentable de los Activos Ambientales <i>Concholepas concholepas</i> , <i>Fisurella latimarginata</i> y <i>Fisurella cumingi</i> .
Contar con información Sistematizada y actualizada de fácil acceso.	Implementar más de una estrategia comunicacional sobre el Plan de Manejo.
Contar con un Plan de Fiscalización coordinado entre la Organización Local de Pescadores, la Armada de Chile y el Servicio Nacional de Pesca.	Potenciar el Plan de Fiscalización mediante el reestablecimiento de las Confianzas entre el Servicio Nacional de Pesca y la Organización Local de Pescadores.
Contar con financiamiento para la operatividad del Plan de Manejo.	
Contar con la Participación, en las instancias pertinentes al Plan de Manejo, de a lo menos el 51% de los integrantes de la Organización Local de Pescadores.	

4.5.3 Propuesta borrador de un plan de manejo para los recursos Loco (*Concholepas concholepas*) y Lapa (*Fisurella spp*) de la RM Isla Chañaral

La siguiente propuesta de Plan de Manejo proviene del trabajo colaborativo realizado en los talleres en el marco del presente proyecto y que culminan con el taller de validación del Plan de Manejo realizado con los representantes del Comité Consultivo de la RMIC (Anexo 6).

Se propone un esquema de propuesta de plan de manejo que considera cuatro aspectos básicos:

1. Los elementos mínimos que debe contener el documento de plan de manejo y las medidas de manejo establecidas para las pesquerías de recursos bentónicos en la LGPA.
2. Articulación de los seis componentes de manejo propuestos por Cochrane (2005).
3. Los objetivos y acciones desarrolladas participativamente para la elaboración de la **propuesta de "Plan de Manejo para el uso sustentable de los recursos loco**



(*Concholepas concholepas*) y lapa (*Fisurella spp*) en la Reserva Marina Isla Chañaral” (GORE Atacama, 2013).

4. Los indicadores recomendados para medir el desempeño de las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (SUBPESCA, 2001).

La propuesta se presenta en el recuadro a continuación:

Plan de Manejo de los recursos loco (*Concholepas concholepas*) y lapas (*Fisurella spp*) en la Reserva Marina Isla Chañaral

I) Antecedentes generales

La Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) establece las Reservas Marinas (RM), como el mecanismo para proteger zonas de reproducción y hábitat de especies claves para la actividad económica de una región. En este sentido la LGPA establece que, para que las reservas cumplan sus objetivos y puedan contar con una adecuada gestión, deben contar, necesariamente, con un Plan General de Administración (PGA) que permita estructurar, regular y ordenar la gobernanza de estos espacios, así como también establecer los mecanismos de protección y conservación de los recursos marinos que estén presentes.

La Reserva Marina de Isla Chañaral, ubicada en la comuna de Freirina de la región de Atacama, está ubicada frente a la Caleta Chañaral de Aceituno y, junto con Isla Choros e Isla Damas, forma parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, la cual es administrada por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Esta reserva fue decretada en el año 2005, según el Decreto Supremo N°150/2005 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, y **tiene por objetivo “conservar y proteger los ambientes marinos representativos de la Isla Chañaral, asegurando el equilibrio la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y patrimonio natural”**. En este sentido, se destaca la importancia de proteger los recursos que son de importancia para la actividad pesquera artesanal.

Tal como se señaló anteriormente, toda reserva requiere de un PGA, que permita su adecuada gestión. En el caso específico de la Reserva Marina Isla Chañaral, el PGA se encuentra aprobado por Decreto Supremo N° 96 del 27 de julio de 2012 y validado ambientalmente mediante Resolución de Calificación Ambiental RCA N°1/2010. Finalmente, este PGA requiere de un Plan de Manejo (PM) que permita la adecuada implementación, considerando aquellos recursos que tienen especial importancia social y económica para las comunidades costeras aledañas.

La RM de Chañaral tiene como objetos de conservación a las especies bentónicas de uso comercial *Concholepas concholepas*, *Loxechinus albus*, *Fisurella latimarginata* y *Fisurella cumingi*. Se ha detectado, que estas especies están fuertemente amenazadas por las cosechas no sostenibles y por el deterioro del hábitat que se ha generado producto de la remoción de algas. En este sentido, dentro las brechas más importantes se pueden establecer que esta problemática está siendo generada por la falta de un plan de manejo, que establezca niveles sostenibles de cosecha. Para afrontar esta amenaza se ha



propuesto el desarrollo de un plan de manejo de recursos bentónicos, un programa de fiscalización, la creación de un registro de usuarios y la zonificación de actividades pesqueras en la RM. En este sentido, el documento que se presenta a continuación viene a presentar una propuesta de PM, para recursos Loco (*Concholepas concholepas*) y Lapas (*Fisurella spp*), con el fin de viabilizar la implementación del PGA y de utilizar un enfoque precautorio que permita el uso sustentable de este recurso en el tiempo.

II) Metas, objetivos e indicadores

Dada la alta variación en la disponibilidad de los recursos, se establece una estrategia de captura de oportunidad, donde se posibilita la extracción frente umbrales deseables de del estado de los recursos. La implementación de la estrategia de captura utiliza un set de controles de entrada, que incluyen veda extractiva, nóminas para para limitar el acceso a la reserva y talla mínima legal de extracción, además de controles de salida, que corresponden a la Cuota Total Permisible (CTP) anual.

El presente plan tiene un enfoque adaptativo, puesto que la CTP es establecida acorde al estatus del recurso, lo que permite incrementar o disminuir la cuota en función de la variación de la abundancia del stock. Además, posee un enfoque precautorio, ya que solamente se posibilita la extracción empleando un Punto Biológico de Referencia de menor riesgo que el empleado en las Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) para establecer la CTP.

Como mecanismo para medir los resultados de la gestión, se realiza una propuesta de batería de indicadores, los cuales han sido en su mayoría recomendados para medir el desempeño de la gestión de AMERB (SUBPESCA, 2001) y además integra el conocimiento desarrollado en el marco del análisis de desempeño de los indicadores de los PGA desarrollado en el objetivo 3 del presente proyecto.

A. Dimensión biológica y pesquera			
A.1 Meta	Objetivos operativos	Indicadores	PR
Realizar un uso sustentable de los activos ambientales <i>Concholepas concholepas</i> , <i>Fisurella latimarginata</i> y <i>Fisurella cumingii</i> .	A.1.1. Evitar niveles de densidades mínimas históricas y potenciales de desove críticos en las especies objetivo, al año 2027	A.1.1.1. Estado de salud poblacional Indicador integrado de densidad histórica e índice de potencial de desove.	Malo, Regular, Bueno, Muy bueno. (ver objetivo 3)
	A.1.2. Mantener un área efectiva de distribución de las especies objetivos, al año 2027	A.1.2.1. Variación porcentual del Sustrato habitado (proyección del área de distribución a partir de las unidades muestrales con presencia de la especie objetivo)	Variación superior al 20%.



B. Dimensión ecológica													
B.1 Meta	Objetivos operativos	Indicadores	PR										
Mantener la estructura y el funcionamiento del ecosistema que mantiene a los recursos objetivos	B.1.1. Mantener valores de diversidad y uniformidad estables en los principales hábitats de la RMIC, al año 2027.	B.1.1.1. Riqueza total en los hábitats principales.	Tendencia temporal										
		B.1.1.2. Diversidad en los hábitats principales	<table border="1"> <tr> <td>Rango</td> <td>Categoría</td> </tr> <tr> <td>0-1</td> <td>Muy Bajo</td> </tr> <tr> <td>1-3</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>2-3</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>3-4</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>>4</td> <td>Muy alto</td> </tr> </table>	Rango	Categoría	0-1	Muy Bajo	1-3	Bajo	2-3	Regular	3-4	Alto
Rango	Categoría												
0-1	Muy Bajo												
1-3	Bajo												
2-3	Regular												
3-4	Alto												
>4	Muy alto												

C. Dimensión Socioeconómica			
C.1 Meta	Objetivos operativos	Indicadores	
Potenciar la productividad de las AMERB aledañas a la RMIC	C.1.1. Incrementar la productividad de las AMERB aledañas a la RMIC, al año 2027.	C.1.1.1. Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB) de las especies objetivo.	PRL: condición basal del IERB al año 2005 PRO: mediana histórica del IERB. (Ver objetivo 3)

D. Dimensión Gobernanza			
D.1 Meta	Objetivo operativo	Indicadores	
Asegurar transparencia y participación en el proceso de toma de decisiones relativas al uso sostenible de los recursos objetivo	D.1.1. Mantener o mejorar la participación de las principales partes interesadas (públicas y privadas) en instancias de toma de decisiones relativas al uso y conservación de los recursos objetivo, al año 2027	D.1.1.1. Reportes de al menos 3 reuniones anuales del Comité Consultivo de la RMIC, para revisar el cumplimiento y adecuación del plan de manejo.	
		D.1.1.2. Contar con la participación de al menos el 51 % de los integrantes del Comité Consultivo de la RMIC.	

III) Estrategias para alcanzar los objetivos y metas planteados

a) Dimensión biológica y pesquera

- Medidas generales

Para el desarrollo de la estrategia de explotación, debe tenerse en consideración las medidas de manejo generales que están dispuestas para cada recurso de interés. A partir de lo cual se desarrollará una estrategia precautoria que esté en consonancia con el objetivo de conservación de la Reserva Marina. Estas medidas de manejo generales se presentan a continuación:



Medidas	<i>C. concholepas</i>	<i>F. latimarginata</i>	<i>F. cumingii</i>
Veda extractiva	Entre el 1° de enero 2018 al 31 de diciembre 2022. Aplica para áreas de libre acceso y en AMERBs o Reservas Marinas que no cuenten con un plan de manejo vigente (D. Ex N° 820/2017)	No aplica	No aplica
Veda biológica	Entre el 1° de febrero y el 30 de junio. Aplica para AMERB y Reservas Marinas (D. Ex N° 409 de 2003)	No aplica	No aplica
Talla mínima de extracción	100 mm, medidos desde el borde externo del canal sifonal hasta el extremo opuesto de la concha (D. Ex N° 102 de 1987)	65 mm (porcentaje de tolerancia de 55 a 65 mm), medidos desde los bordes externos del largo máximo de la concha (D. Ex. N° 248 de 1996)	65 mm (porcentaje de tolerancia de 55 a 65 mm), medidos desde los bordes externos del largo máximo de la concha (D. Ex. N° 248 de 1996)
Cuota Total Permisible	Estimación de una Cuota Biológica Aceptable (CBA) anual, con la que eventualmente se podrá establecer una Cuota Total Permisible (CTP).		
Listado de participantes	Se propone establecer, en el marco de un trabajo participativo con los Comité Consultivo y de Administración de la RMIC, criterios de participación al Plan de Manejo que tendrán los pescadores artesanales para realizar una eventual extracción.		

- Regla de Control de Capturas (programa de explotación anual): A partir de una evaluación directa anual de los recursos principales, se deberá:
 - Establecer el estado de salud poblacional mediante el empleo de indicadores integrados descrito en el objetivo 3, según la siguiente tabla:

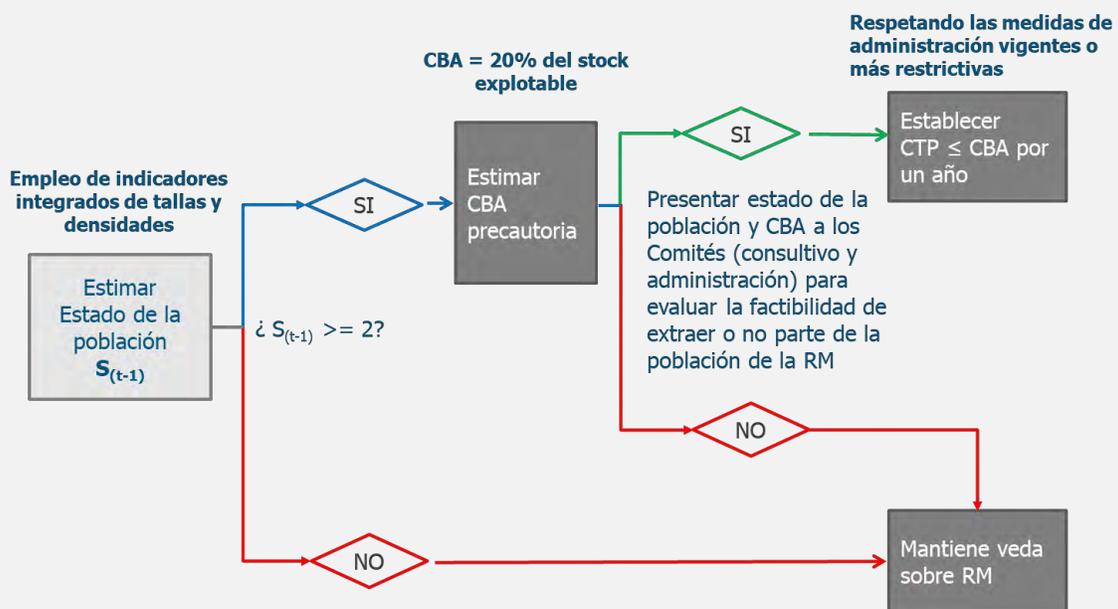
REGLA DE INDICADORES INTEGRADOS		
ESTADO	DENSIDAD	FRACCIÓN EXPLOTABLE
MALO	1	1
REGULAR	1	2 – 4
REGULAR	2 – 4	1
BUENO	2 – 3	2 – 4
BUENO	2 – 4	2 – 3
MUY BUENO	4	4

- Si la población se encuentra en un estado de salud poblacional igual o por sobre una condición **"REGULAR"** se debe estimar la Cuota Biológicamente Aceptable (CBA). Actualmente, la SUBPESCA mantiene un criterio precautorio para la estimación de la Cuota Total Permisible (CTP) en AMERB, el cual equivale al 30%



del stock proyectado. En el caso de la Reserva Marina, debe utilizar un criterio más precautorio, donde la cuota no sobrepase el 20% del stock.

- El programa de explotación anual deberá establecer el calendario probable de explotación, respetando vedas biológicas y tallas mínimas de extracción legal.
- El estado de los recursos bentónicos evaluados y las respectivas CBA calculadas deberán ser presentadas al Comité Consultivo y al Comité de Administración de la RMIC para acordar:
 - a.- La factibilidad de extraer o no parte de la población de recurso desde la RMIC.
 - b.- En caso de que se acuerde realizar cosechas, analizar la pertinencia de instaurar restricciones adicionales a las ya establecidas (por ejemplo, CTP menor a la CBA, talla de extracción mayor a la TML, zonas de veda, entre otras).
- Se debe establecer la CTP siguiendo la siguiente regla de decisión:



b) Dimensión ecológica

Inicialmente, no se considera necesario incorporar estrategias de manejo accesorias para mantener los indicadores ecológicos. Es presumible que la estrategia de captura de los recursos pesqueros, basada en cuotas precautorias de extracción, sea suficiente para mantener valores de diversidad estables en los principales hábitats de la RMIC, al año 2027.

En caso de observar cambios negativos significativos en los indicadores ecológicos, deberá diseñarse una estrategia que permita su recuperación.

c) Dimensión socioeconómica

La estrategia de esta dimensión reconoce el carácter de conservación que tienen las Reservas Marinas por lo tanto no busca un aprovechamiento directo de la extracción de las especies objetivas ya que tendría un compromiso con la dimensión biológica y



ecológica. En este sentido se espera que el objetivo de conservación de la reserva permita una mejora más allá de los límites de la propia reserva y por ende una mayor producción de las AMERB cercanas.

La estrategia para esta dimensión se enfoca en el aprovechamiento de la producción de las AMERB aledañas a la RMIC, ya que en ellas se realiza un monitoreo periódico el marco de su Plan de Manejo y Explotación (PMEA) lo que facilita su evaluación. Así la comparación de la productividad de las AMERB, mediante el IERB, descrito en el objetivo 3, permite evaluar la eventual influencia positiva que ha tenido la conservación de la reserva en la actividad económica de las zonas colindantes o, por el contrario, comprender la necesidad de uso de los recursos objetivos por parte de los pescadores que administran las AMERB en cuestión.

d) Dimensión gobernanza

Para asegurar transparencia y participación en el proceso de toma de decisiones relativas al uso sostenible de los recursos de interés, se debe:

- Definir roles y responsabilidades de los integrantes del Comité Consultivo
- Generar programas anuales calendarizado de reuniones y temas a definir
- Elaborar un acuerdo de funcionamiento interno que especifique los procedimientos de convocatoria y toma de decisiones.

IV) Criterios de evaluación del cumplimiento de los objetivos y estrategias establecidos.

a) Puntos de referencia

Para evaluar el desempeño de la estrategia de gestión, la Comité Consultivo deberá realizar un análisis anual del estado de los indicadores previamente definidos. Para ello, se establecerán Puntos de Referencia Objetivos (PRO) y Límites (PRL). El PRO será aquel estado del indicador que se desea alcanzar, mientras que el PRL es aquel estado del indicador que se desea evitar.

Los PRO y PRL serán establecidos a partir de la información contenida en estudios previos, de la información generada en el presente proyecto y de los consensos generados en los talleres comprometidos con las principales partes interesadas.

b) Reglas de decisión

En el caso de la dimensión biológica y pesquera, si el análisis de los indicadores realizado por el Comité Consultivo y el Comité de Administración concluye que la estrategia del establecimiento de una cuota en torno al 20% del stock proyectado, no es suficiente para avanzar hacia el cumplimiento del objetivo de manejo, se deberán aplicar reducciones anuales del 5% de la fracción del stock destinada a remoción, hasta alcanzar los PRO establecidos para cada indicador.



Para el resto de las dimensiones del plan de manejo, el Comité Consultivo y el Comité de Administración deberán analizar si las estrategias implementadas han mejorado la condición de los indicadores definidos, en los casos que ello no suceda, deberán discutirse y diseñarse modificaciones de las estrategias.

V) Requerimiento de investigación

- Evaluaciones directas anuales y proyecciones de stock: para diseñar un programa de explotación anual, se requiere realizar evaluaciones directas de stock de los recursos de interés anualmente, idealmente desarrollada en el mismo mes, año a año.
- Estudios de diversidad asociada a los recursos de interés, lo cual debe ser desarrollado en las mismas campañas de evaluación directa.
- Análisis de la cadena de suministro de los recursos de interés: este análisis es necesario para identificar a los actores de la cadena de suministro, establecer una condición base de precios y tipos de mercados. Lo cual se requiere para desarrollar la estrategia de la dimensión socioeconómica.

VI) Requerimientos de fiscalización

- Diseñar un programa de control y vigilancia que asegure el cumplimiento del plan de manejo

VII) Guía básica de monitoreo

El presente plan utiliza como indicadores los analizados en el objetivo 3 del presente proyecto. Dicho acápite constituye una guía metodológica para el cálculo/estimación y la interpretación de los indicadores que se requieren en el marco del presente plan.



5. Discusión

5.1 Determinar las variables oceanográficas, como de los sedimentos submareales, además de análisis de correntometría euleriana e identificación de masas de agua presentes dentro de los límites de ambas Reservas Marinas.

5.1.1 Condiciones oceanográficas

La temperatura presentó un gradiente leve (en los primeros metros de la columna de agua) que fue decreciendo a mayor profundidad, mostrando diferencias entre el fondo y superficie de hasta 2°C. La concentración de oxígeno disuelto presentó en todos los perfiles una tendencia general con valores altos en los primeros metros de la columna de agua (9 mg/l), para luego dar paso a una oxiclina entre los 0 y 20m en Isla Damas y 0 y 40 m en Isla Chañaral, los valores bajo esta capa descienden a 4 mg/l en niveles medios y a 2mg/l en niveles profundos.

Con respecto a la salinidad, en todas las estaciones hubo escasa variabilidad entregando a lo largo de todos los perfiles valores en torno a 34,5 PSU. Los valores de salinidad temperatura y oxígeno registrados corresponden a niveles normales para la zona costera centro norte de Chile (Angulo et al 2017; Braun et al. 2009; Sievers & Vega, 2000, Avaria et al., 1989).

Los valores de amonio, fosforo, ortofosfato y nitrógeno, presentaron valores bajo el límite de detección del método, con excepción de dos muestras puntuales de Nitrógeno a nivel superficial que presentaron valores de 0,102 mg/L y 0,105 mg/L, estos resultados evidencian aguas con cierta pobreza en sales nutrientes, en este sentido es posible indicar que el amonio, es un elemento intermedio en el ciclo del nitrógeno y se ha reconocido que se encuentran en bajas concentraciones presentando máximos discretos en las capas superficiales (Sharp 1983 fide Braun et al 2009). De acuerdo con Olivares (1989) los nutrientes en general se ven afectados por el consumo biológico (p.e fitoplancton), advección de aguas con mayor o menor concentración de nutrientes y mezcla vertical.

La clorofila-a presentó, en ambas campañas, una capa de concentraciones mayores en los estratos superiores y medios. Se observaron núcleos de altas concentraciones (5 a 9 µg/L) en estaciones cercanas a la Isla Chañaral (C1-2020), coincidentes con la condición estival. Los datos registrados en ambas campañas para los nutrientes y Clorofila-a son propias de la zona centro norte de Chile (Angulo et al 2017; Braun et al. 2009).

En relación con las características de los sedimentos, es posible señalar que el grado de selección evidencia la intensidad de las corrientes que operaron sobre el depósito, una



buena selección se logra cuando actúa una corriente con intensidad relativamente constante y se observan malas selecciones cuando actúan procesos dinámicos con amplias fluctuaciones (Folk 1980 Fide Ríos & Cisternas 1998). Por lo tanto, es posible indicar que las zonas de estudio estuvieron expuestas a procesos dinámicos con amplias fluctuaciones. Por su parte, de acuerdo con Pineda (2009) los valores de materia orgánica en sedimentos marinos varían entre 0,5% a 10%, lo que significa que todos los valores registrados en este estudio (valores <1%) son valores típicos para ambientes marinos donde no se desarrollan actividades antropogénicas y son similares a los reportados para el AMCP-MU-IGA (Thomas et al 2018).

5.1.2 Correntometría y descripción de masas de agua

Los registros de viento durante el periodo de estudio presentaron valores levemente menores al rango de trimestre de primavera (promedio 6 m/s), descrito en el estudio FIPA 2006-56 (Gaymer et al., 2008). En ambos estudios, el viento predominante fue favorable a la surgencia, con direcciones predominantes desde el SSW (Chañaral) y S (Choros y Damas), también consistente con el estudio de línea base FIPA 2006-56.

La magnitud de la corriente en torno a valores máximos de 0.3-0.4 m/s y un predominio de la componente N-S en el punto de anclaje localizado en el canal definido entre Isla Chañaral y el continente es consistente con las observaciones derivadas de las transectas de ADCP y los registros del correntómetro obtenidos durante el estudio de línea base FIPA 2006-56, mostrando una buena ventilación de esa zona. Otro aspecto interesante son los mayores valores de corriente bajo los 20 metros en torno a Isla Chañaral, registrados en las transectas realizadas para el estudio de línea base (campañas de invierno y verano), y que también fueron observados durante el presente estudio. Este patrón podría estar asociado a la batimetría compleja de la zona (Figura 69) y a la interacción de la circulación superficial modulada por el viento y el forzante de marea. En el caso de Islas Choros y Damas, el estudio de línea base FIPA 2006-56 no presenta mediciones en la misma zona, solo una transecta al sur de estas islas. Sin embargo, es posible apreciar un indicio de una fuerte estratificación en el patrón corrientes, el cual muestra mayores magnitudes en la capa superficial, consistentes con las observaciones del presente estudio. Esto, sumado a un notorio cambio de dirección respecto a los niveles inferiores, sería explicado por el complejo patrón de circulación definido por las tres islas en esa zona.

La hidrodinámica del área de estudio define un ambiente marcado por diferencias sobre y bajos los 20 metros de profundidad y que es fuertemente determinado por la compleja topografía en torno a las islas. Coincidentemente, al ambiente submareal está también determinado por este límite de los 20 metros, sobre el cual domina el sustrato rocoso, en comparación al sustrato principalmente arenoso que se encuentra bajo los 20 metros (FIPA 2006-56). Asociado a este sustrato y en este rango de profundidad, se encuentran los



principales recursos bentónicos y asociaciones en torno a pastos marinos y las algas *Lessonia sp* y *Macrocystis sp*. Por lo tanto, con esta información es posible analizar probables cambios en el sistema de corrientes y cómo estos pueden repercutir en la dispersión larval y posterior reclutamiento de las algas, pastos marinos y recursos bentónicos.

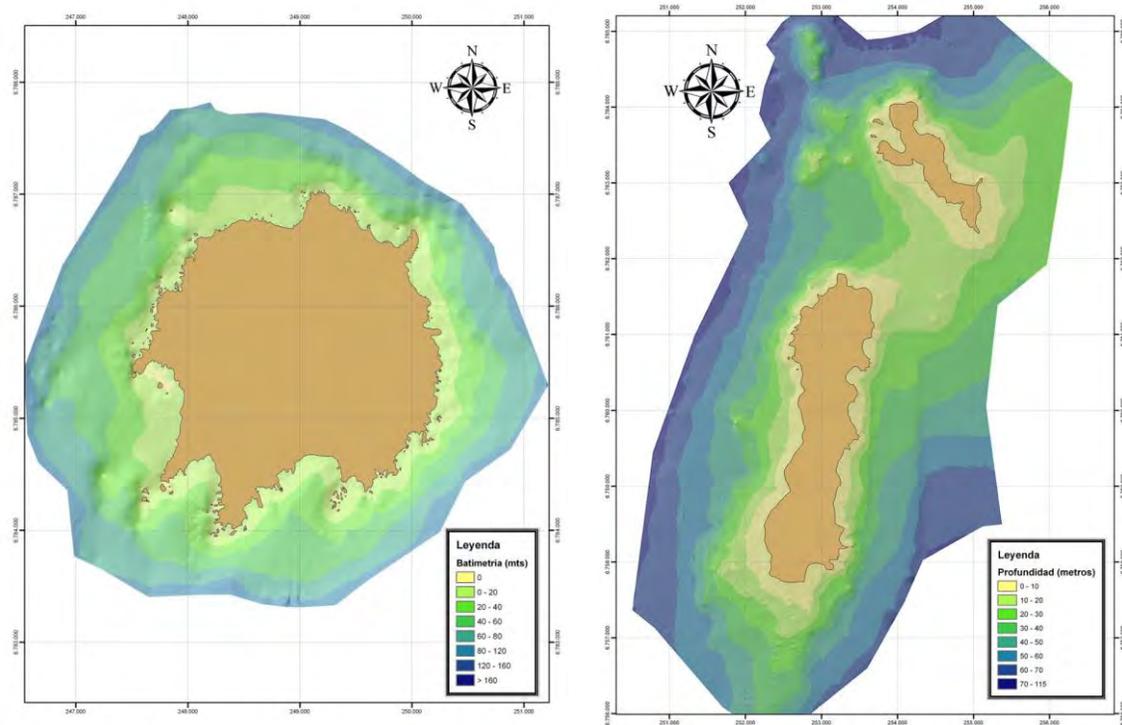


Figura 69. Batimetría de Isla Chañaral e Isla Choros y Damas (Fuente: Informe Final FIPA 2006-56, Fig. 17 y Fig. 18, respectivamente)

5.2 Determinar el estado poblacional y de conservación de los principales recursos hidrobiológicos, incluyendo los invertebrados y algas objetos de conservación y de las comunidades ecológicas de ambas Reservas Marinas.

5.2.1 Estimación de sustratos habitados

El uso de los polígonos de Voronoi en la delimitación de los sustratos habitados de los recursos bentónicos estudiados en el entorno de las RMIC y RMICD permitió construir superficies continuas que describen la distribución de las distintas especies evaluadas, a partir de datos puntuales, obtenidos mediante un muestreo sistemático del fondo marino.



El uso de estaciones fijas en el monitoreo de la distribución de las especies bentónicas al interior de la reserva permite contar con un único set de polígonos en donde es posible registrar la presencia (o ausencia) de las distintas especies, además de información adicional para describir cada uno de estos polígonos, como el tipo de fondo que predomina en cada parcela, o la profundidad de la estación de muestreo, entre otros datos.

El carácter conservativo del tamaño y la forma de los polígonos construidos mediante esta técnica, los hace apropiados para su uso en el monitoreo de la distribución de especies bentónicas, ya que permite comparar estos registros en el tiempo, así como cualquier información adicional recopilada durante el estudio.

Como desventajas del modelo se puede mencionar que, en líneas de costa complejas, se tiende a sobreestimar el tamaño de los estratos más someros y profundos, generando una cierta incertidumbre respecto de la exactitud de la estimación de las áreas de los sustratos habitados en los límites de las áreas de muestreo.

5.2.2 Estado poblacional y de conservación de los principales recursos hidrobiológicos

Resulta sumamente interesante poder evaluar el efecto que la protección especial que se tiene en las reservas sobre los hábitats cercanos, ya que se espera que exista un efecto de rebalse a las zonas colindantes y que tienen un objetivo de aprovechamiento pesquero como lo son las AMERB y las ALA. En este sentido, para realizar una evaluación del comportamiento de una estrategia de manejo se requiere contar con indicadores apropiados para establecer un estado poblacional absoluto en base a Puntos de Referencia o al menos poder establecer una tendencia de indicadores que representen al estado poblacional.

En este sentido el uso de indicadores dependientes del hábitat como el sustrato habitado e indicadores directamente relacionados a este como la abundancia y biomasa pueden no ser comparables entre diferentes localidades, ya que se debe considerar que las capacidades de carga de los ecosistemas de estas localidades dependen de las características de los hábitats presentes. Sin embargo, sí pueden ser empleados como línea base para establecer una referencia con el fin de realizar un seguimiento temporal en una zona de interés en particular. Es por ello que para analizar las posibles relaciones entre los distintos regímenes de administración (ALA, AMERB y Reserva) se emplearon indicadores relativos como la densidad media y la estructura de tallas.

Si bien, en los resultados se presenta una unificación de las observaciones obtenidos de ambas campañas para poder realizar un análisis general de los sistemas de administración, este procedimiento se realiza para dar una información accesoria al lector. Es así como el análisis aislado de los resultados de las campañas muestra que existen diferencias



temporales que podrían ser de mayor relevancia que las derivadas de distintos sistemas de administración, por lo que conclusiones derivadas de las densidades se deben tomar con especial precaución.

Del análisis de la estructura de tallas se desprende que, para recursos de alta presión de cosecha como el caso del recurso loco, además de presentar consistentemente una talla media menor, la RMIC tiene un comportamiento que se acerca a las AMERB (campana 2), esto se puede explicar porque esta reserva aparentemente tiene menor vigilancia y como se ha reportado en el objetivo 3 se desprende de las infracciones cursadas que tiene mayor incumplimiento. En este recurso también se observa que en AMERB hay diferencias entre campañas, posiblemente explicado por las cosechas de carácter estacional. Al igual que en el caso del loco se aprecia que la lapa negra tiene una talla media menor en las AMERB, y en este caso las reservas se comportan similares entre sí pero las AMERB se diferencian de estas.

Para recursos de menor presión de cosecha como la lapa rosada se observan diferencias entre todos los sistemas y diferencias estacionales. En el caso del erizo se aprecia el mismo comportamiento que el loco en donde el AMERB y la RMIC no tienen diferencias de tallas y la RMICD tiene tallas significativamente mayores.

En general, se puede establecer que mientras las AMERB presentan las menores tallas medias, la RMICD se caracteriza por presentar las mayores tallas medias lo que se puede atribuir a una menor presión de cosecha gracias a la mayor vigilancia y cumplimiento por parte de los pescadores de esta reserva.

Metodológicamente es importante hacer mención que, el enfoque tanto del diseño de muestreo como del análisis realizado se basa en mantener constante una metodología que permita la comparación directa de indicadores (sin armonización de metodologías), caracterizando espacial y temporalmente a las poblaciones. Sin embargo, esto puede generar interpretaciones erróneas respecto a la dispersión de los datos. Es así como, en algunos casos como el erizo, en Isla Chañaral y lapa rosada, en Isla Damas se presentan desviaciones estándar nulas. Esto se debe a que estas poblaciones habitan sectores muy acotados, y por ende en el muestreo sistemático se percibieron en escasas estaciones, las cuales presentaron el mismo valor promedio de sus réplicas.

5.2.3 niveles de biodiversidad y estructura de comunidades de invertebrados asociados a recursos algales e invertebrados marinos estructuradores y pasto marino

A partir de los análisis realizados se evidenció una alta heterogeneidad de comunidades en ambas reservas, pero mayor en la RMICD, donde especies estructuradoras como pasto



marino, piure y algas pardas generan condiciones biofísicas que favorecen el desarrollo de estructuras comunitarias distintas, que para los efectos de los análisis hemos definido como hábitats. El hábitat, como el conjunto de factores abióticos y bióticos determinan el tipo de organismos que vivirá en un ecosistema (González 2018). Muchas funciones vitales dependen de los factores abióticos. Si estos factores coinciden con las condiciones óptimas para determinado ser vivo, éste despliega el máximo de su actividad. Por el contrario, cuando estos factores no se adaptan a sus requisitos, se producen efectos perjudiciales para su vida (Lanly 1996). Según Stebniki et al. (2016), el grado de agregación y la estructuración de las comunidades están condicionados por la influencia de factores fisicoquímicos como la exposición al oleaje, temperatura, desecación, salinidad, oxígeno, luz y superficie de fijación, además de factores bio-ecológicos como la competencia por el espacio, la presencia de bioestructuradores, la depredación y reclutamiento. Lo anterior sumado al movimiento de mareas, permite el comportamiento y las características de las poblaciones existentes (Lubchenco et al., 1984; Menge & Ferrel, 1989; Williams, 1994).

A modo de ejemplo es posible indicar que las praderas de pastos marinos, así como las praderas de algas pardas y piure cumplen un papel importante en las comunidades macrobentónicas, ya sea por la heterogeneidad del hábitat, la estabilidad de los sedimentos o la disponibilidad de refugios y alimentos, estos aumentan la diversidad, abundancia y biomasa de la fauna asociada (Hemminga & Duarte 2000; Armenteros *et al.* 2007; Baldrighi *et al.* 2021). Los detritus del pasto forman un vínculo trófico entre los productores primarios y los consumidores de materia orgánica, lo que aumenta la diversidad y abundancia de la fauna que vive asociada a praderas de *Zostera* (Costa et al. 2021). Un ejemplo de organismos favorecidos por la presencia de pastos marinos son los bivalvos, ya que, se han registrados aumentos en la supervivencia y abundancia, debido a que las hojas del pasto amortiguan el movimiento del agua favoreciendo la retención de partículas, lo que les entrega un sustrato estable para sus comunidades (Valdez et al. 2021). Por su parte, las praderas de algas pardas y piure entregan refugio a un gran número de especies, a medida que el disco crece en tamaño y volumen, las especies se van agregando, aumentando no solo la riqueza de especies en cada grupo de tamaño, sino que los números y pesos de los organismos que forman cada una de las poblaciones de especies presentes en el disco, modificando la importancia relativa de abundancia y biomasa (Thomas et al., 2016).

En general es posible indicar que los resultados obtenidos en este estudio indican que la composición específica de la macrofauna bentónica para los distintos hábitats fue heterogénea y que presentan diferencias significativas entre todos los hábitats en términos de abundancia de sus especies tanto para Isla Damas ($R=0,961$; $p=0,1$), como para Isla Chañaral ($R=0,867$; $p=0,1$).

Los grupos taxonómicos predominantes en los sector estudiado coinciden, en general, con los grupos mejor representados a lo largo de la costa chilena: Mollusca, Polychaeta y Crustacea, Algas pardas: Santelices et al 1980; Cancino & Santelices (1981,1984), Santelices (1982)Vásquez & Santelices (1984, 1990),Thiel & Vasquez (2000),Vásquez et al



2001, Vega (2016), Thomas et al (2016); Piure: Cerda & Castillas (2001), Lancelloti & Vásquez (2000), Fondos Blandos: Thomas et al (2018), Zuñiga et al. (1983), Jaramillo et al. (1998), Moreno 2000, Laudien et al. (2007), Pasto Marino: González & Edding 1990; Gaymer et al. (2006).

Aunque las riquezas registradas en este estudio son mayores a las reportadas por otros autores, esta diferencia puede aumentar, debido a que en varios de los grupos presentes no se cuenta con los insumos para su determinación, a modo de ejemplo, es posible indicar que se reportaron especímenes pertenecientes al género *Photis* y *Ampelisca*, los cuales presentaron una determinación compleja, ya que ambos géneros contiene muchas especies y no existe una revisión reciente de estos grupos, por lo que determinar a especie requeriría la revisión y comparación de mucha literatura dispersa. Los organismos determinados como *Photis sp.*, no corresponde a *P. reinhardi*, la única especie citada para Chile.

5.3 Estimar y analizar los indicadores de desempeño biológico, socio-económico y de gobernanza establecidos en el PGA de ambas Reservas y propuesta de guía básica para el monitoreo del desempeño de las RM.

Las herramientas de conservación espacialmente explícitas, como es el caso de las Áreas Marinas Protegidas (AMP), han sido reconocidas como necesarias para adaptarse al cambio climático y atmosférico (Bruno et al., 2018), controlar la pérdida de biodiversidad marina (Allison et al., 1998; Edgar et al., 2014), mantener una condición saludable de los recursos **pesqueros es espacios delimitados que tienen la facultad de “rebalsar” hacia afuera del área** conservada (Di Lorenzo et al., 2020), favoreciendo el desempeño socioeconómico de pescadores y comunidades locales que dependen de la condición saludable de los recursos marinos para subsistir (Mascia 2004).

En base a la relevancia de las AMP en el contexto actual, se han delineado metas globales que destacan la importancia de estas herramientas para el desarrollo sostenible (Objetivos de Desarrollo Sostenible) y para controlar la pérdida de biodiversidad (Metas AICHI). Esto ha hecho que la creación de AMP en el mundo haya crecido sustantivamente, pero no a los niveles comprometidos, durante la última década (Maxwell et al., 2020). Esto es un aspecto positivo en términos de la porción marina que se encuentra conservada. Sin embargo, la capacidad para evaluar los efectos que ha generado la implementación de estos espacios en términos de conservación ha sido muy limitada. Respuestas a preguntas como ¿cuánta pérdida se evitó y/o cuánta recuperación se promovió?, mediante la creación de AMPs es crucial para evaluar los efectos de estas herramientas de gestión (Pressey et al., 2017), por tanto, se requiere poner énfasis en el establecimiento de objetivos claros e indicadores que den cuenta de condiciones deseadas o indeseadas al interior de estos espacios de conservación.



Las Reservas Marinas podrían considerarse como un Área Marina Protegida de categoría V de acuerdo con el sistema de clasificación de la IUCN, ya que el objetivo principal de estas áreas es proteger y sostener paisajes marinos importantes y la conservación de la naturaleza asociada, así como otros valores creados por las interacciones con los seres humanos a través de prácticas de manejo tradicionales (Dudley, 2008). En el caso específico de las RMICD y RMIC, los Planes Generales de Administración (PGA) constituyen la herramienta central para guiar la toma de decisiones, en estos documentos se declaran los objetivos y los indicadores a ser monitoreados para establecer el éxito de la gestión. El proceso de revisión de estos instrumentos evidenció que algunos indicadores no se encuentran asociados a objetivos y que la mayor parte de los objetivos no son medibles y por tanto se dificulta el análisis de si las reservas han colaborado en la mejora de aspectos biológicos, socioeconómicos o de gobernabilidad. En un eventual proceso de revisión de los PGA se sugiere tener en cuenta algunos aspectos claves para la definición de objetivos como a) directa vinculación del objetivo a uno o más objetos de conservación; b) orientado a los impactos y capaces de visualizar una condición deseada del objeto de conservación en el largo plazo; c) ser medible a una escala estándar (números, porcentajes, fracciones estados de todo/nada); d) ser limitado en el tiempo, alcanzable dentro de un período específico de tiempo, generalmente no más de 10 años; e) ser específico, definido claramente de manera que todas las personas involucradas en el proyecto de conservación comprendan de igual forma su significado (Campbell & Gray, 2019).

En el presente proyecto se proporcionan antecedentes que permiten analizar el desempeño de los indicadores establecidos en los PGA para las dimensiones biológica, socioeconómica y de gobernabilidad. Se espera que estos antecedentes permitan apoyar a la administración de ambas reservas en el diseño de objetivos que persigan una condición deseada.

5.3.1 Desempeño de indicadores biológicos

5.3.1.1 Desempeño del indicador de diversidad

Los PGA establecen como medida de diversidad la riqueza observada, esta fue estimada para ambas campañas y se elaboró un indicador de variación porcentual de la riqueza. Los resultados mostraron que las riquezas se mantuvieron relativamente estables para todas las matrices analizadas entre ambas campañas. Una de las complejidades de este atributo fue la definición de puntos de referencia adecuada, ya que se cuenta con escasa información previa de este atributo para la zona de estudio, por ello se propuso como punto de referencia provisorio la variación porcentual entre campañas de análisis, bajo la consideración de que el nivel de variación se ajuste en la medida que se cuenta con una data temporal más extensa. Inicialmente se propuso, metodológicamente, como puntos de referencia los establecidos por Thomas et al., 2017 (ver Tabla 8), sin embargo estos se encuentran muy



por debajo de los rangos de riqueza observados en el presente estudio. No obstante, y para apoyar esta tarea, se realizó una revisión de antecedentes de riqueza comparables con la zona de estudio y a partir de ello, se ha determinado que en todas las matrices donde se encontraron datos, los valores de riqueza observados son superiores a los encontrados en la literatura incluso para la misma zona de análisis, incluso muy superiores para algunas matrices. No obstante, se destacan valores de magnitud semejantes para la riqueza observada en matrices de huiro negro donde se ve una mayor factibilidad para la generación de puntos de referencia adecuados a la naturaleza de este atributo. A pesar de estos antecedentes, hemos considerado que, por encontrar riquezas superiores en todas las comparaciones realizadas, es adecuado mantener el punto de referencia provisorio de variación porcentual y ajustarlo en la medida que se genere más información tanto en la RMIC como en la RMICD para tener una mayor comprensión del rango de variación de este atributo a nivel local.

Tabla 69. Comparación de los valores de riqueza observados en el presente estudio con valores de riqueza observados en otros estudios realizados en zonas que permiten hacer comparables los resultados. Las barras grafiquen el nivel de variación porcentual del valor de riqueza.

Matriz	Zona	Riqueza	Fuente
Huiro negro	RMICD	79	Estudio actual campaña 1
	RMICD	72	Estudio actual campaña 2
	RMIC	78	Estudio actual campaña 1
	RMIC	78	Estudio actual campaña 2
	Chañaral de aceituno	74	Thomas et al. (2016)
	Totoral	46	Thomas et al. (2016)
	Los Toyos	73	Thomas et al. (2016)
Fondo blando	RMICD	81	Estudio actual campaña 1
	RMICD	80	Estudio actual campaña 2
	RMIC	92	Estudio actual campaña 1
	RMIC	58	Estudio actual campaña 2
	AMCP-MU IGA	13	Thomas et al. (2016). Campaña otoño
	AMCP-MU IGA	15	Thomas et al. (2016). Campaña invierno
Huiro palo	RMICD	116	Estudio actual campaña 1
	RMICD	104	Estudio actual campaña 2
	RMIC	130	Estudio actual campaña 1
	RMIC	140	Estudio actual campaña 2
	RMICD	23	Gaymer et al. (2008)
	RMIC	21	Gaymer et al. (2008)
Pasto Marino	RMICD	62	Estudio actual campaña 1
	RMICD	54	Estudio actual campaña 2
	RMICD	10	Gaymer et al. (2008)
Huiro macro	RMICD	68	Estudio actual campaña 1
	RMICD	58	Estudio actual campaña 2
	RMICD	8	Gaymer et al. (2008)

Accesoriamente, se sugiere interpretar la variación de la riqueza con valores de diversidad específica como el índice de Shannon (H'), este fue calculado para cada hábitat y contrastado con una clave de valores de referencia, el resultado de ello fue que la mayor parte de los hábitats analizados presentaron valores de diversidad bajos o regulares. No obstante, la información de la literatura sugiere que la diversidad asociada a praderas de algas es mayor en las reservas marinas que lo observado en AMERB y ALA. Por ejemplo, Vega (2016) en un estudio desarrollado sobre el complejo *Lessonia nigrescens*, analiza distintos aspectos ecológicos bajo distintos sistemas de gestión, en específico ALA, AMERB y áreas Protegidas (AMCP-MU Isla Grande de Atacama e Isla Choros que es parte de la RM Islas Choros – Damas). En el mencionado trabajo, se detectó una menor riqueza de especies, abundancia de organismos, y biodiversidad en discos de algas provenientes de **ALA (i.e., Diversidad H' , Dominancia λ') en comparación con aquellos provenientes de AMERB y AMP**. Coincidentemente, Thomas et al. (2016) a partir de un experimento de manipulación, simularon tres estrategias de gestión (con manejo, sin manejo y no extracción), y a partir de ello encontraron que no existe un reemplazo de especies entre discos de distinto tamaño, sino que a medida que el disco crece en tamaño y volumen, las especies se van agregando, aumentando no solo la riqueza de especies en cada grupo de tamaño, sino que los números y pesos de los organismos que forman cada una de las poblaciones de especies presentes en el disco, modificando la importancia relativa de abundancia y biomasa.

En base a lo anterior, será relevante definir referencias adecuadas para poder clasificar los niveles de diversidad observados en este estudio. Esto podría realizarse llevando a cabo un muestreo de hábitat comparables que se encuentren bajo distintos sistemas de gestión (AMERB, ALA, AMP).

5.3.1.2 Desempeño del indicador asociado a vertebrados acuáticos residentes

Los resultados obtenidos a partir del análisis del desempeño de los indicadores relativos a poblaciones de vertebrados acuáticos residentes (delfín nariz de botella, pingüino de Humboldt, lobo marino común y chungungo), reveló que existen ciertas limitaciones al momento de comparar los estudios debido a que se han aplicado distintos enfoques metodológicos que generan incertidumbres respecto a si los cambios interanuales que se observan son producto de cambios poblacionales o son el resultado de la aplicación de distintos enfoques metodológicos. Esto se puede ejemplificar claramente en las diferencias observadas para la estimación de la población de pingüino de Humboldt donde en un mismo **año (2017) el indicador desarrollado para isla Choros pasa de una condición “pobre”** (Vargas-Rodríguez et al., *In press*) **a “muy buena”** (Simeone et al., 2018). Estos cambios de condición abrupta también fueron observados en el caso del delfín nariz de botella (Pérez et al., 2018; Sepúlveda et al., 2020) y en chungungo (Gaymer et al 2008; Sepúlveda et al 2020). En base a estos hallazgos, se considera necesario avanzar en un trabajo de



estandarización metodológica de las poblaciones de vertebrados acuáticos residentes, y velar por que los distintos investigadores sigan los protocolos establecidos.

Otro aspecto relevante para considerar en el seguimiento de indicadores de las poblaciones de pingüinos de Humboldt y delfín nariz de botella es que estas especies poseen rangos de hogar más amplios que los circunscritos a las RMICD y RMIC, y por tanto las dinámicas de sus poblaciones podrían estar produciéndose por efectos que exceden la gestión al interior de las reservas marinas. Para el caso del pingüino de Humboldt, por ejemplo, hay registros que dan cuenta de colonias más norteñas que se desplazaron a isla Choros para nidificar por motivos aún poco claros (Simeone et al., 2018) y en este mismo sentido, Simeone & Wallace (2014) evidencian que los pingüinos de Humboldt pueden cambiarse de colonias o bien anidar en colonias distintas a aquellas en las que nacieron por causas que se desconocen. Con esto no se está sugiriendo que las poblaciones dejen de ser monitoreadas, si no que implica la necesidad de generar más información que permita explicar de mejor manera las abruptas fluctuaciones interanuales que han sido proporcionadas por distintos investigadores, así como contrastar el estado de las poblaciones de las reservas marinas con otros puntos de anidación cercanos. Dicho esto, es necesario destacar que las RMICD y RMIC podrían estar contribuyendo de manera relevante a la conservación de la especie al mantener estos espacios de anidación protegidos.

Para el caso del delfín nariz de botella, Pérez *et al.* (2018), levantaron registros de avistamientos de delfines de la población residente en el territorio marino costero de ambas reservas marinas y el espacio existente entre estas (Figura 70) obteniendo estimados poblacionales mucho mayores que los observados por Sepúlveda et al. (2020), donde las campañas de monitoreo fueron circunscritas al área comprendida en las reservas marinas. En base a estos antecedentes parece ser un enfoque más adecuado al rango de hogar de esta población el área de análisis desarrollada por Pérez et al. (2018), lo cual debiese tenerse en consideración a la hora de generar nueva información de esta población.

Para el lobo marino común, se cuenta con censos que tienen una mayor comparabilidad temporal (Oliva et al., 2019). En este caso, se ha podido observar que la población ha estado en aumento desde el año 2006 al año 2019 tanto en las islas Choros como Chañaral, observándose incluso en el último monitoreo una pequeña colonia de 11 lobos que constituye el primer registro para isla Damas. Es importante mantener este esquema de monitoreo con enfoques metodológicos estandarizados para seguir monitoreando esta población en el tiempo. Un aspecto relevante de los resultados observados para *O. byronia* es que el incremento de la población desde el año 2006 coincide con el año de la declaración de ambas reservas (año 2005), sin embargo, no existen antecedentes de peso que permitan concluir que esto es un efecto de esta medida de conservación.



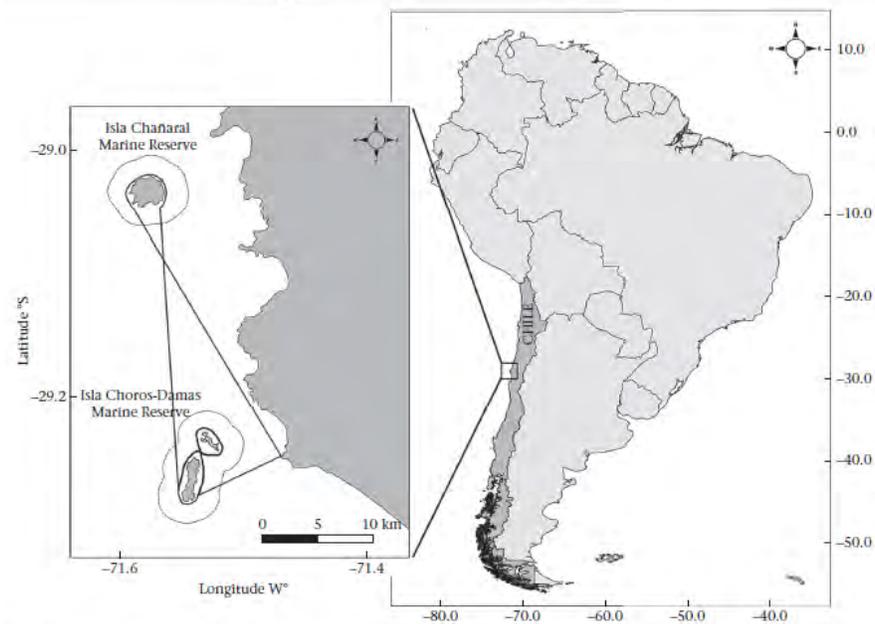


Figura 70. Ruta de navegación para la realización de los monitoreos. Tomado de Pérez et al., 2018.

Respecto del caso del chungungo, la búsqueda de información reveló que existen antecedentes muy limitados para avanzar en la construcción de un indicador que permita analizar la dinámica de la población de esta especie a nivel local. Sin embargo, el trabajo desarrollado por Sepúlveda et al. (2020), da cuenta que la frecuencia de ocurrencia en Isla Chañaral es la más alta registrada en la zona norte del país. A partir de estos resultados, fue posible elaborar un indicador basado en las ocurrencias observadas en otras zonas a lo largo de Chile que evidencian una condición “buena” y “muy buena” de *L. felina* en las islas Choros y Chañaral respectivamente, pero “pobre” para el caso de Isla Damas. Respecto a la condición en Isla Damas, cabe resaltar que es necesario desarrollar el monitoreo del indicador a nivel local para poder realizar comparaciones en el tiempo y no respecto de otras zonas, ya que esta puede constituir la condición natural para esta zona, de hecho, ya ha sido analizado que la frecuencia de ocurrencia de chungungos se ve significativamente afectada por el tamaño de los parches rocosos y por el nivel de influencia humana que exista en el territorio (Medina–Vogel et al., 2008).

Otro antecedente relevante es que para *L. felina* se ha estimado un rango de hogar acotado (Medina-Vogel et al., 2007) en torno a los 3.000 m con un núcleo de hogar promedio de 269 m en la zona central de Chile. Este antecedente, sumado a la composición de la dieta de esta especie constituida principalmente por crustáceos, peces y moluscos (Poblete et al., 2019), podría considerarse atributos relevantes para considerar al chungungo como una especie indicadora de la gestión de ambas reservas marinas, por lo que se sugiere

incrementar los esfuerzos para levantar información siguiendo las directrices metodológicas desarrolladas por Sepúlveda et al. (2020).

5.3.1.3 Desempeño del indicador de estado de salud poblacional de especies bentónicas comerciales

En cuanto a los recursos bentónicos, como el loco, el erizo y las lapas, se desarrolló un indicador que integra atributos de la densidad histórica local y también de la estructura de **tallas, el cual ha sido llamado "estado de salud poblacional" en línea a lo que establecen los** PGA de ambas reservas.

El atributo de densidad es calificado en base a la fluctuación de este parámetro en el tiempo para un sector específico, ya sea un AMERB o una Reserva Marina. Esto, debido a que se ha determinado que las AMERB pueden albergar uno o más parches de recursos bentónicos que, por condiciones naturales, pueden tener niveles de agregación distintos (Molinet et al., 2010). Por tanto, no resultaría adecuado determinar una escala de calificación general para establecer la condición del atributo de densidad a nivel local. Para determinar cuándo una cierta estructura de tallas es reflejo de una condición deseada o indeseada de la población, se implementó la metodología denominada Length Based Spawning Potential Ratio (Hordyk et al., 2015a, b, 2016). Este método permite definir un punto de referencia del estado del stock en base a la relación de potencial de desove que ha sido rigurosamente analizado en la literatura internacional, así como también el modelo subyacente que cuenta con una base teórica bien desarrollada (Beverton y Holt, 1959; Hordyk et al., 2015a; Prince et al., 2015; Thorson et al., 2017) y que ha sido ampliamente probado (Hordyk et al., 2015b; Sun et al., 2017; Babcock et al., 2018; Pons et al., 2019; Chong et al., 2020). La relación de potencial de desove (SPR) se define como la proporción de producción reproductiva natural, o no explotada, que queda en una población bajo la presión de la pesca (Walters y Martell, 2004). Por definición, las poblaciones no explotadas tienen una SPR del 100 % (SPR100 %) y cuando la esperanza de vida natural se acorta por efecto de la pesca, el potencial de desove natural de la población se reduce a alguna proporción, o razón, respecto del nivel natural sin pescar ($SPR_{x\%} < 1,0$). Para fines de gestión 30%–40% de SPR es reconocido internacionalmente como un nivel objetivo, mientras que el 20% SPR se acepta como el nivel por debajo del cual se corre el riesgo de deterioro del reclutamiento y también es utilizado como punto de referencia límite (Mace y Sissenwine, 1993). En base a esto, se determinó la fracción explotable esperada a tres niveles de SPR (60%, 40% y 20%) para las especies loco, lapas y erizo, las cuales son utilizadas para contrastarlas con las fracciones explotables observadas para cada año y para cada unidad de gestión (RM y AMERB).

El análisis del desempeño histórico del estado de salud de la población de loco (*Concholepas concholepas*) muestra que la RMICD ha experimentado un progreso positivo desde la primera línea base efectuada en el año 2008 (Gaymer et al 2008), cuyos atributos de



densidad y fracción explotable fueron clasificados como “malos”. Posteriormente, en los años 2015, 2019 y 2021 (Varela *et al.* 2016; Stotz *et al.* 2019) el estado de salud de la población de locos en la RMICD ha fluctuado entre condiciones regulares y buenas. En tanto, para la RMIC también se observó un progreso positivo con condiciones malas durante el año 1999 (González *et al.* 1999) y condiciones regulares que se han mantenido en los años 2007, 2008, 2009, 2011 y 2021 (ABIMAR. 2007; Gaymer *et al.* 2008; Kreces. 2009; IFOP. 2012). No obstante, es importante mencionar que la RMIC ha experimentado progresos menos marcados que las AMERB circundantes que están sujetas a una explotación regulada. La búsqueda de causas o generación de hipótesis acerca del bajo nivel de recuperación del parche o los parches de la población de locos en la RMIC excede el alcance del presente trabajo, pero es importante consignar que las AMERB que se encuentran en el entorno más cercano de la RMIC experimentaron niveles de recuperación mucho mayores. Algunas hipótesis que se podrían tener en cuenta son la extracción furtiva, ya que las AMERB cuenta con mayores niveles de vigilancia a cuenta de los propios administradores o por condiciones naturales como una menor abundancia de presas para el loco respecto de las AMERB u otras explicaciones probables.

A través de un análisis integrado que comprende las AMERB y ambas RM al que hemos denominado Estado de Salud Global (ESG), fue posible evidenciar que desde los primeros registros que datan del año 1999, se ha experimentado un progreso positivo con valores de ESG muy cercanos a cero durante los primeros años, que refleja que la mayoría o todas las unidades de gestión monitoreadas estaban en una condición mala, a valores iguales o superiores a 0,8 que indica que la mayoría o todas las unidades de gestión monitoreadas están fluctuando en condiciones regulares y muy buenas.

Para el caso de la lapa rosada (*Fissurella cumingi*) ambas reservas muestran un progreso positivo del estado de salud. Para el caso de la RMIC, las condiciones observadas entre los años 2007 y 2011 (ABIMAR 2007; Gaymer *et al.* 2008; Kreces. 2009; IFOP. 2012) se mantuvieron entre regulares y malas, mientras que en el presente estudio se determinó un estado de salud bueno. Para RMIC se evidenciaron cambios positivos que pasaron de una condición mala en el año 2008 (Gaymer *et al.* 2008), a una condición regular el año 2015 (Varela *et al.* 2016) y finalmente una condición muy buena en el estudio actual. El análisis integrado de AMERB y RMs mediante el Estado de Salud Global (ESG) revela un incremento logarítmico progresivo que indica, al igual que en el caso del loco, que con el tiempo se ha hecho menos frecuente la observación de condiciones malas.

Respecto del ESG, es importante destacar que, durante los primeros años de análisis, este indicador es menos robusto ya que depende fuertemente del número de unidades de gestión analizadas (AMERB o RMs), y en los primeros años se cuenta con muy pocas unidades monitoreadas por año (1999-2000) a diferencia de los observado desde el año 2005 en adelante. Sin embargo, se considera apropiado para analizar la condición global actual en una perspectiva histórica, teniendo en cuenta esta debilidad.



Si bien los valores de ESG para *C. concholepas* y *F. cumingi* mostraron una recuperación progresiva en el tiempo, también es importante destacar que el ESG experimentó niveles altos de variación interanual. Esto concuerda con la dinámica de largo plazo que ha sido estudiada para organismos bentónicos como el loco, la que es modulada por la interacción de la variabilidad ambiental, que a nivel de la comunidad bentónica aumenta las poblaciones de presas, sustentando una mayor productividad de los recursos de interés y como consecuencia, la depredación intensificada hace reducir nuevamente estas presas, generando fluctuaciones naturales de la productividad (González et al., 2021). En este mismo artículo, para el caso del loco se concluye que estas fluctuaciones naturales contrarrestan el resultado esperado de las acciones de manejo, lo cual difiere de los resultados obtenidos en el presente estudio donde la creación de un mosaico con distintos niveles de conservación (AMERB y ALA) parecen haber contribuido a mejorar la condición global de la población de *C. concholepas* y *F. cumingi*, lo cual tiene sentido si se considera que los parches pueden estar interconectados a través de la dispersión larval (Molinet et al., 2010) y que por tanto los esfuerzos de gestión local por sí solos pueden ser insuficientes para la gestión de la población (Arias y Stotz, 2020), pero los múltiples esfuerzos de gestión a escala local, que incluyen zonas gestionadas (AMERB) y zonas vedadas (RMs) parecen contribuir, en este caso, a la mejora de la condición de ambas poblaciones a escala de paisaje.

En línea con lo anterior, resulta de interés avanzar en la gestión de las áreas costeras en torno a las RM y AMERB, que permanecen como Áreas de Libre Acceso (ALA), ya que, si bien la extracción del loco se encuentra vedada para esta zona, existe evidencia de que las ALAs están sometidas a una fuerte presión de cosecha (Oyanedel et al., 2017), donde incluso existe un mayor nivel de vulneración de otras medidas de manejo como la talla mínima legal (Fernández et al., 2020). La creación de una zona de amortiguación en torno a las reservas marinas y las AMERB, como un área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU), facilitaría la adecuada gestión y monitoreo de esta zona, fortaleciendo este mosaico de conservación. De hecho, tal como se consignó en el presente estudio, las densidades observadas en ALA son significativamente menores a las áreas gestionadas (AMERB y reservas marinas) en tal magnitud que no fue posible extraer una muestra suficiente para comparar las estructuras de tallas entre sistemas de administración.

Para el recurso *Fissurella latimarginata*, se observó una transición clara de estado malo a regular alrededor del año 2005, tanto para las RMs como para las AMERB. Sin duda, persisten algunas dudas respecto del estado de este recurso debido a que las fracciones explotables estimadas a distintos niveles de SPR, fueron inusualmente altas (Tabla 70). Esto podría deberse a que el método LBSPR es altamente sensible los parámetros M , k y L_{∞} (Cousido-Rocha et al., 2022) y que los parámetros más actualizados para esta especie datan del año 2008 (Stotz et al. 2008), de hecho, en las muestras observadas en el monitoreo realizado en el presente estudio fueron encontrados ejemplares de mayor tamaño que la longitud asintótica que ha sido previamente determinada, debiendo adecuar este parámetro a la talla máxima observada. Estos resultados sugieren la necesidad de actualizar



los parámetros de crecimiento y mortalidad para esta especie, lo cual podría extenderse a los otros recursos bentónicos de interés, para disminuir las incertidumbres asociadas a la estimación de sus parámetros de crecimiento en la zona de estudio.

Tabla 70. Fracciones explotables de referencia estimadas a distintos niveles de SPR (Spawning Potential Ratio) para la especie *Fissurella latimarginata*.

Condición	Fracción explotable <i>Fissurella latimarginata</i>
1. Malo (<SPR20%)	< 97
2. Regular (SPR20% – SPR39%)	97 - 98
3. Bueno (SPR40% - SPR60%)	98 - 99
4. Muy bueno (>SPR60%)	>= 99

Finalmente, para el caso del erizo rojo se cuenta con una trayectoria temporal de información de menor extensión. De hecho, para el caso de la RMICD solo se cuenta con dos años de información y para la RMIC solo se cuenta con el antecedente levantado en el presente estudio. Como se comentó previamente, la clasificación del atributo de densidad es más robusto en la medida que se cuenta con una mayor cantidad de datos. Dicho eso, **es importante destacar que en estos casos el “estado de salud” es mayormente explicado** por el atributo de la fracción explotable que no es afectada por la falta de antecedentes temporales, si no que por los parámetros de crecimiento y mortalidad tal como se describió previamente. Teniendo esto en consideración, en RMIC se observó una condición regular en el presente estudio y para el caso de RMICD se apreciaron condiciones regulares en el año 2016 (Varela et al. 2016) y en el estudio actual. En cuanto a las AMERB, es importante mencionar que solamente tres de las 7 AMERB que fueron analizadas por su cercanía a las reservas marinas, tienen como recurso principal el erizo rojo. Del análisis aplicado a estas AMERB se desprende que este recurso ha fluctuado, mayormente, entre estados de salud regulares y buenas entre los años 2008 y 2018, destacando dentro de la serie, el estado de **salud en el AMERB Apollillado durante el año 2015 que mostró una condición “muy buena”**. Aparentemente, las trayectorias de recuperación parecen estar más marcadas en las AMERB que en las reservas marinas, esto aún debe definirse a la luz de una mayor cantidad de información histórica, sin embargo, respuestas similares han sido observadas para otras especies de erizos (*Arbacia lixula* y *Paracentrotus lividus*), donde las poblaciones se recuperaron más rápido fuera de las zonas no-take, lo cual fue atribuido a que en áreas conservadas la depredación puede controlar el establecimiento de nuevas poblaciones de erizos de mar mediante un control top-down (Medrano et al., 2019), en esta línea es relevante considerar que la biomasa de erizo rojo está modulada por predadores como *Meyenaster gelatinosus* (Vázquez, 2020) y eventualmente por *L. felina* que si bien no sería un depredador principal de esta especie (Poblete et al., 2019), se debe considerar que *L. felina* es reconocida como un depredador generalista de la zona intermareal y submareal somera (Cursach et al., 2012), y de hecho hay registros de alimentación de *L. felina* sobre



erizo rojo (Rau et al., 2021). Esto es relevante ya que como se analizó previamente la frecuencia de ocurrencia de chungungos en las islas Choros y Chañaral son altas, incluso las más altas para el caso de Chañaral, en comparación con otros sectores de la zona norte del país (Sepúlveda et al., 2020).

En términos de la calidad de la información se debe desatacar que la construcción del **indicador "estado de salud" está fuertemente subsidiado por el aporte de información** proveniente de las AMERB. Para el caso de ambas reservas marinas resulta prioritario el establecimiento de un plan de monitoreo permanente de largo plazo que permita analizar el desempeño del indicador con una mejor resolución, así como constituir una base de conocimiento para probar hipótesis que permitan explicar los patrones de cambio poblacional que están siendo observados.

5.3.1.4 Desempeño del indicador de cobertura (sustrato habitado) de especies bentónicas y algas pardas comerciales

Un indicador frecuentemente utilizado para el estudio de la estructuración espacial de las comunidades bentónicas es la estimación del área habitada de una especie en particular en una zona dada. Este indicador fue aplicado a ambas reservas marinas determinándose las áreas habitadas para los recursos *L. trabeculata*, *L. berteroana/spicata*, *M. pyrifer*a, *F. latimarginata*, *F. cumingi*, *C. concholepas* y *L. albus*, para ambas reservas y ambas campañas de análisis.

Debido a que solo se cuenta con datos de las campañas desarrolladas en el marco del presente estudio y no con información histórica de la variación en el área habitada de estos recursos, se estableció como un punto de referencia provisorio que fluctuaciones (positivas o negativas) inferiores a 33% pueden considerarse bajas, que entre 33 y 66% son intermedias y que sobre 66% se pueden considerar altas. Como se mencionó, pero es necesario destacar, estos valores de referencia se deben ajustar en la medida que se cuente con datos de largo plazo acerca de las variaciones observadas en distintas condiciones climáticas, pero es una primera aproximación en referencia a los resultados obtenidos en el presente proyecto.

Los resultados evidenciaron bajos niveles de fluctuación de área habitada en la mayoría de los recursos estudiados de la RMICD. A saber, *L. trabeculata*, *L. berteroana/spicata* (intermareal), *M. pyrifer*a, *F. latimarginata* y *C. concholepas* experimentaron cambios inferiores al 33% en su área de distribución total entre las campañas 1 y 2. Sin embargo, para la especie *F. cumingi* se identificó un cambio intermedio (+46%) y para el caso de *L. albus* se observaron cambios altos (-97%). En estos últimos recursos es relevante destacar que si bien se observan cambios que parecen ser drásticos, lo cierto es que en ambas



campañas se observaron áreas de distribución muy acotadas para estas especies, en estos casos se debe tener precaución en la interpretación del indicador ya que las áreas de distribución pequeñas están sujetas a tener niveles de variación mucho mayores ya que la probabilidad de no ser observadas durante alguno de los muestreos aumenta excesivamente. Para el caso de la RMIC se observaron niveles estables de fluctuación (<33%) para las especies *L. trabeculata*, *F. latimarginata* y *C. concholepas*. Pero al igual que en RMICD, en las especies que presentaron áreas de distribución acotadas se observaron cambios drásticos de variación superiores al 66% en las especies *M. pyrifera*, *L. albus* y *F. cumingi* y *L. berteroana/spicata*. En consecuencia, el indicador resultó ser adecuado para especies de distribución amplia, pero en especies de distribuciones acotadas como lo fueron *L. albus* y *F. cumingi*, los altos niveles de variación no pueden ser interpretados como un cambio drástico y la única conclusión derivable al respecto es que las áreas habitadas son extremadamente acotadas para estos recursos.

Los recursos bentónicos se estructuran espacialmente (Molinet et al., 2010) producto de la heterogeneidad del hábitat que se considera un mecanismo importante que influye en los patrones de diversidad. Sin embargo, la heterogeneidad espacial no es estática y puede cambiar a lo largo de escalas temporales, debido a ello es necesario perseguir en el tiempo el indicador de área habitada. Estos cambios, ya sean graduales o rápidos, tienen el potencial de forzar cambios en las distribuciones de las especies (Munguia et al., 2011) y además de las presiones naturales, la presión de pesca (sobre recursos bentónicos) o cosecha (sobre algas pardas), puede determinar la estructuración espacial. Para algas pardas, por ejemplo, se ha observado que la presión de pesca en conjunto con los cambios en la intensidad de surgencia, serían condiciones estrechamente implicadas en proceso de estructuración comunidades de algas marinas (Perez-Matus et al., 2017). En base a lo anterior, los cambios observables en términos del sustrato habitado por una especie bentónica determinada dependen de presiones humanas y naturales. Para el caso de las reservas marinas se podría considerar el supuesto de que las presiones humanas se manifiestan en niveles menores y a partir de ello contrastar eventuales cambios temporales de sustratos habitados bajo distintos sistemas de gestión.

5.3.1.5 Desempeño del indicador de calidad de agua

Los parámetros analizados para la determinación de la calidad de agua mostraron que no hay indicios de una calidad deteriorada tanto a nivel de sedimentos como en la columna de agua. Sin embargo, estos resultados deben analizarse como una primera aproximación, ya que los límites que se tuvieron como base de comparación están definidos para la actividad de acuicultura (ResEx 3612/2009) y para actividades con contacto directo (DS144/2008).



Las variables para incluir en futuros estudios deben tomar en cuenta un análisis de normativa vigente y deberían incluir de acuerdo con la Guía CONAMA (2004): Parámetros físico-químicos, Tóxicos no acumulativos, Tóxicos acumulativos y persistentes, Plaguicidas, Metales y parámetros microbiológicos.

Respecto al muestreo, se debe considerar que la ubicación de las estaciones de monitoreo esté dentro de los límites de las Reservas, las muestras debiesen tomarse a distintos niveles de profundidad (p.e Superficie, medio, fondo), y se debe definir una periodicidad adecuada que permita capturar cambios estacionales en los parámetros (Cada 6 o 3 meses).

5.3.1.6 Desempeño del indicador de conocimiento en base a la cantidad de estudios realizados

En cuanto al Indicador de Conocimiento, que establece el nivel de ámbitos abordados en materia de producción científico-técnica desarrollada en las reservas marinas, cabe reconocer que el indicador permite identificar la situación de un año en particular respecto de una línea base que, para este análisis se consideró como referencia el año 2008, cuando fue realizada la primera línea base de ambas reservas marinas. Sin embargo, otra forma de analizar la calidad y cantidad de conocimiento para la toma de decisiones de gestión es a través de brechas de conocimiento. En la Figura 71 se proporciona la cantidad de estudios realizados para la RMIC (panel izquierdo) y para la RMICD (panel derecho), en estas figuras se puede analizar donde se han concentrado los esfuerzos de investigación y también que ámbitos persisten con brechas relevantes de conocimiento, siendo la diversidad biológica y la calidad de agua los ámbitos menos estudiados.

Además de los monitoreos, es pertinente abordar otras materias de investigación que se hacen necesarias. Por ejemplo, en el presente trabajo se hace uso de parámetros de crecimiento y mortalidad de recursos bentónicos, sin embargo, la mayor parte de ellos requieren de una actualización que idealmente se desarrolle a nivel local. Por otro lado, como un tema emergente surge la necesidad de conocer con mayor detalle aspectos de vida del chungungo que de acuerdo con los estudios más recientes tendría niveles poblacionales altos en comparación a otras áreas de la zona norte del país (Sepúlveda et al., 2020), probablemente por la baja presencia humana que existe en las islas Chañaral y Choros. En este sentido, el Chungungo surge como una especie indicadora ya que tróficamente depende de la calidad ambiental de especies del intermareal y submareal que están siendo directamente resguardadas en ambos proyectos de conservación y por tanto podría tomarse como un indicador de éxito de la gestión, pero para ello, se debe tener conocimiento acerca de la dieta de esta especie a nivel local a fin de poder sustentar que la conservación del ambiente intermareal y submareal está generando un efecto bottom up positivo en la población de chungungos.



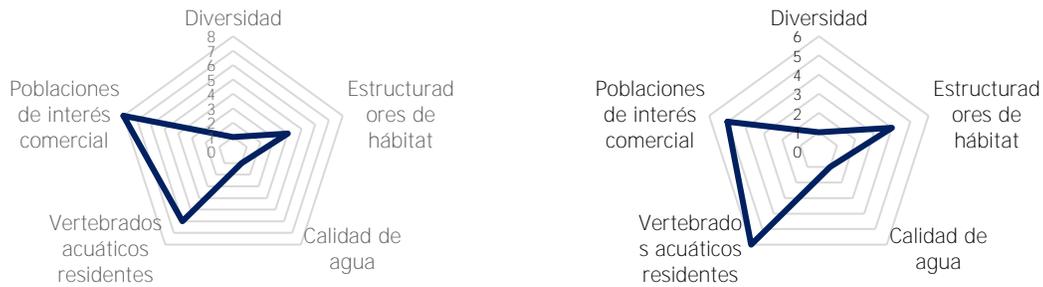


Figura 71. Cantidad de estudios realizados en las RMIC (panel izquierdo) y RMICD (panel derecho), por ámbitos de interés. Estos estudios corresponden a una recopilación de antecedentes entre los años 1999 y 2020.

Otro aspecto relevante que no ha sido indagado en las reservas es el efecto ecosistémico de la cosecha de algas que se realiza en AMERB y ALA versus la condición de áreas conservadas como es el caso de las reservas marinas. Esto considerando que se han observado diferencias en la abundancia, riqueza y proporción de grupos funcionales de peces al comparar la condición de bosques de *Lessonia trabeculata* en distintos sistemas de gestión (Pérez-Matus et al., 2017), y que también la composición y abundancia de peces cambia posterior a la cosecha de *L. trabeculata*, situación que puede mantenerse por largos periodos de tiempo (Bularz et al., 2022).

En función de lo anterior, se proporciona un listado con los trabajos de investigación y monitoreo que se consideran necesarios para analizar de mejor manera el desempeño de los indicadores establecidos en los PGA de ambas reservas marinas (Tabla 71). En base a esto, se sugiere que el Indicador de Conocimiento (IC), no sea comparado en función de la condición de un año base, si no que en función de los requerimientos de investigación y monitoreo que se necesitan para medir de manera adecuada el desempeño de los indicadores establecidos en los PGA, así como también otras variables relevantes, algunos de ellos son proporcionados en la Tabla 71.



Tabla 71. Trabajos de investigación y monitoreo que se consideran necesarios para analizar de manera correcta el desempeño de los indicadores establecidos en los PGA de ambas reservas marinas

Ámbito	Descripción de investigación / monitoreo	Metodología de referencia	Periodicidad sugerida
Diversidad	Monitoreo de diversidad en hábitats identificados	FIPA 2019-25	cada 3 años
	Monitoreo de diversidad de peces asociados a los bosques de algas	Riquelme-Pérez et al. (2019); Bularrz et al. (2022); Pérez-Matus et al. (2017)	cada 2 años
Estructuradores de hábitat	Monitoreo de condición de especies estructuradoras de hábitat	FIPA 2019-25	cada 2 años
Calidad de agua	Monitoreo de parámetros para definir calidad de agua	FIPA 2019-25	cada 2 años
Vertebrados acuáticos residentes	Monitoreo de población de delfín nariz de botella residente	Pérez-Álvarez et al. 2018	cada 3 años
	Monitoreo de pingüino de Humboldt	Simeone et al. 2018	cada 2 años
	Monitoreo de chungungo	Sepúlveda et al. 2020	cada 1 año
	Monitoreo de lobo marino común	Oliva et al. 2019	Cada 3 años
	Propuesta metodológica e implementación de estudio de dieta de chungungo	No aplica	1 vez
Poblaciones de interés comercial	Monitoreo de poblaciones de interés comercial	FIPA 2019-25	cada 1 año
	Monitoreo de cubiertas de especies estructuradoras de hábitat	FIPA 2019-26	cada 3 años
	Propuesta metodológica y estimación de parámetros de crecimiento de recursos de interés comercial	No aplica	1 vez

5.3.2 Desempeño de indicadores socioeconómicos

5.3.2.1 Índice para estimar el efecto positivo de las reservas en los niveles de productividad de los recursos pesqueros de las propias reservas marinas y AMERB aledañas.

Se elaboró un indicador que compara el valor de las cuotas autorizadas observadas entre los años 2016 y 2020 respecto de una condición base que fue definida para el año 2005 (año de declaración de ambas reservas marinas). Al indicador elaborado lo hemos denominado Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB) y fue aplicado en tres subsistemas de análisis, AMERBs cercanas a RMIC, AMERBs cercanas a RMICD y AMERB lejanas a la influencia de ambas reservas.

Los resultados sugieren que las AMERB cercanas a las reservas marinas han mejorado la productividad de los recursos loco y lapa negra (los de mayor importancia económica) desde la condición de referencia (año 2005). En tanto, en las AMERB lejanas al área de influencia de las reservas (aproximadamente 30 km al sur de la RMICD) mostraron trayectorias de



IERB que indican que su productividad ha experimentado un decrecimiento en el tiempo para los mismos recursos analizados.

Si bien se requieren mayores antecedentes para asegurar que las reservas marinas han colaborado en la mejora de la productividad de las AMERB aledañas, las señales que fueron observadas con este indicador son positivas y permiten otorgar un mayor peso a esta hipótesis. Lograr probar esta hipótesis es clave ya que las herramientas de conservación espacialmente explícitas, como es el caso de las Áreas Marinas Protegidas (AMP), han sido reconocidas como útiles para mantener una condición saludable de los recursos pesqueros **es espacios delimitados que tienen la facultad de "rebalsar" hacia afuera** del área conservada (Di Lorenzo et al., 2020), favoreciendo el desempeño socioeconómico de pescadores y comunidades locales que dependen de la condición saludable de los recursos marinos para subsistir (Mascia 2004).

5.3.2.2 Niveles de ingresos y cantidad de empleos aportados por las Reservas Marinas

Respecto a los indicadores relacionados con los ingresos y empleos que aporta la existencia y gestión de las reservas, se proporcionaron tres vías de análisis que pueden ser analizadas en conjunto. Por un lado, se da cuenta el Ingreso Bruto Diario (IBD) de la actividad turística, basándose en el número de viajes (zarpes) realizados y el valor total del tour, tomando como referencia la temporada estival del año 2020. Por otro lado, se proporciona un enfoque para determinar los ingresos derivados de las cosechas realizadas en las reservas, tomando como referencia la actividad extractiva desarrollada el año 2015, para lo cual se calculó el Ingreso Bruto Unitario (IBU) que corresponde a promedio de los ingresos brutos percibidos por cada buzo que participa en las actividades extractivas. Finalmente, se estima la cantidad de empleos derivados de la actividad turística.

Para estos casos, no fueron definidos niveles de referencia, ya que, si bien estas actividades generan un efecto positivo en términos socioeconómicos, se debe tener en cuenta que las mismas actividades también pueden constituir amenazas para los objetos de conservación de las reservas marinas, por tanto, definir como referencia altos ingresos económicos o un alto número de empleos podría constituirse como un fuerte compromiso con los objetivos ambientales.

En referencia a lo anterior, se ha determinado que el delfín nariz de botella residente, el chungungo y el pingüino de Humboldt estarían sometidos a una alta presión turística (Sepúlveda et al., 2020) y que las embarcaciones turísticas generan un impacto significativo en la conducta o sociabilidad del delfín nariz de botella (Toro et al., 2021). En el caso de los recursos bentónicos que pueden ser extraídos desde las reservas, también se debe tener en



consideración que a la luz de los resultados obtenidos en el presente proyecto, las reservas tienen condiciones de salud poblacional superiores a zonas de AMERB y ALA, y por otro lado los resultados también sugieren que podrían estar generando un “rebalse” hacia áreas adyacentes, por tanto la realización de actividades extractivas transitorias en las reservas marinas podría, eventualmente, minimizar la productividad de las áreas adyacentes lo que generaría un detrimento en la condición socioeconómica de la comunidad de pescadores.

5.3.3 Desempeño de indicadores de gobernanza

La eficacia socioecológica de las áreas marinas protegidas (AMP) depende de una serie de elementos de gestión y gobernanza, entre los cuales la participación de las partes interesadas y el apoyo de la comunidad juegan un papel clave (Di Franco et al., 2020).

Las AMP pueden verse como sistemas socioecológicos complejos donde los seres humanos y la naturaleza se superponen e interactúan. Cuando se crean AMP, las actividades y los comportamientos humanos se restringen o regulan directamente, lo que puede afectar a las comunidades cercanas y generar oposición local. Los problemas de conservación de las AMP deben examinarse de la mano de los factores sociales, incluidos los medios de vida locales, los valores, los intereses y las percepciones (Voyer et al., 2012). La creciente evidencia sugiere que los factores organizacionales y sociales determinan el éxito o el fracaso general de un AMP, lo que indica la necesidad inherente de una mayor consideración de la dimensión humana (Bennett et al., 2019, 2020).

Se ha descubierto que el éxito de las AMP se ve significativamente obstaculizado por deficiencias de gobernanza (p. ej., falta de participación, comunicación y transparencia inadecuadas). Una respuesta para abordar tales deficiencias y las complejidades asociadas con los sistemas socioecológicos dinámicos ha sido aumentar la participación de las partes interesadas, lo que se alinea con un cambio en la conservación marina y la gobernanza hacia una mayor inclusión y estrategias participativas (Freeman et al., 2018). Los partidarios de la participación de las partes interesadas afirman que facilita la representación de diversos puntos de vista y valores; proporciona conocimiento local y soluciones adaptadas a contextos específicos y necesidades locales; prepara el terreno para una aplicación más eficaz de las políticas de gestión a largo plazo; legitima la gobernanza de los recursos marinos; y desarrolla efectivamente las capacidades de aprendizaje individuales a través de la acción (Armitage et al., 2008; Nenadovic & Epstein, 2016).

En función de lo anterior y del análisis de los PGA de ambas reservas, se observa que se cuenta con lineamientos que van en el sentido correcto, donde por ejemplo se considera la participación de las partes interesadas en los procesos de toma de decisiones a través de los respectivos comités consultivos, donde también se comparte y distribuye la información científica y el conocimiento ecológico local. Una recomendación que podría ayudar a



enriquecer los esquemas de administración existentes, que consideran la gobernanza policéntrica como pilar, es tener una comprensión más clara acerca del nivel de compromiso de la comunidad local en apoyar ambos proyectos de conservación, esto podría evaluarse mediante el levantamiento de percepciones acerca del impacto que han generado estos proyectos en la calidad de vida de la comunidad e indagando mediante que vías estarían dispuestos a contribuir en la mantención de estas iniciativas.

Por otro lado, el éxito de las AMP también se ve obstaculizado por deficiencias de capacidad (p. ej., procesos de gestión inadecuados, capacidad de personal y presupuesto, y falta de cumplimiento) (Di Franco *et al.*, 2016). En este sentido, el indicador de gobernabilidad IG5 de disponibilidad y asignación de recursos proporciona el gasto por área que se realiza en cada uno de los proyectos de conservación, para mejorar la lectura de este indicador sería recomendable proyectar los costos de ambos proyectos de conservación y a partir de ello determinar el nivel de cumplimiento del presupuesto proyectado en el tiempo. En términos de cumplimiento, el indicador que hemos denominado tasa de infracción da cuenta que la RMIC está sometida a una alta incidencia de infracción (mucho mayor que en RMICD), y en términos del desempeño de los indicadores biológicos se observa una condición poblacional de los recursos de interés de mayor deterioro que en la RMICD, por tanto, existen antecedentes que podrían estar indicando que el éxito de este proyecto de conservación se encuentra fuertemente obstaculizado por problemas de cumplimiento. Para revertir esta situación se considera necesario avanzar en un fortalecimiento de los mecanismos de fiscalización y vigilancia, donde idealmente se incluya a la comunidad local en las acciones de vigilancia y denuncia, para lo cual se deben identificar los incentivos que permitan promover estos acuerdos. En línea con esta problemática, se debe resaltar que el gasto incurrido en materias de fiscalización en la RMIC es comparativamente mucho menor que en la RMICD donde el nivel de infracción reportado es menor y la condición de los recursos pesqueros ha evidenciado un mejor estado.

5.3.4 Recomendaciones generales para la adecuación de los PGA de la Reservas Marinas

En general el análisis de los PGA mediante el enfoque metodológico de los estándares abiertos para la conservación mostró que las estrategias que se han estado aplicando para contener las amenazas de los objetos de conservación están en la línea correcta. La erradicación de conejo europeo de las islas, el desarrollo de protocolos para la actividad turística y el desarrollo de planes de manejo para la explotación sostenible se consideran como estrategias centrales para el alcance y complejidad de conservación de ambas reservas marinas.



No obstante, el indicador de cumplimiento en RMIC reveló una alta incidencia de infracciones lo que indica que se requiere fortalecer el programa de fiscalización para asegurar el éxito desde el punto de vista de la conservación.

Otro punto relevante, tiene que ver con los diferentes tipos de indicadores usados. Los indicadores transmiten diferentes tipos de información sobre la sostenibilidad. Uno de los primeros marcos de indicadores para ser ampliamente adaptado y utilizado fue el Sistema Presión-Estado-Respuesta (Friend y Rapport 1979, Adriaanse 1993). Este sistema fundamental ha sido modificado en muchas formas, pero todas las derivaciones conservan la capacidad de particionar la condición actual del sistema de presiones (factores estresantes) que afectan al sistema (Hagan & Whitman, 2006). Los EA también reconocen y recogen estas recomendaciones, por lo que consideran tres tipos de indicadores:

- Indicadores de condición: describe el estatus actual, o condición de un recurso (nuestro objeto de conservación en este caso).
- Indicador de Presión: Indica el nivel de presión, positivo o negativo, que afecta la condición del objeto de conservación (en las cadenas de resultados son indicadores de las cajas de resultados intermedios y resultado de reducción de amenaza).
- Indicador de política: representa la mantención de planes o políticas para mejorar la condición del objeto de conservación (en este caso corresponden a la mantención de las estrategias).

Para el caso de los PGA, la mayor parte de los indicadores se centran en la condición o política, mientras que no se identificaron indicadores de presión que permitan identificar si las políticas ejercieron una disminución de la presión y la presión una mejora de la condición.

5.4 Diseñar una propuesta de plan de manejo, y su correspondiente monitoreo, para los recursos loco y lapas de la Reserva Marina Isla Chañaral

El plan propuesto tiene un enfoque adaptativo, puesto que la CTP es establecida acorde al estatus del recurso, lo que permite incrementar o disminuir la cuota en función de la variación de la abundancia del stock constituyendo en una Regla de Control de Capturas propiamente tal. Además, posee un enfoque precautorio, ya que solamente se posibilita la extracción cuando es requerida por el Comité Consultivo de la RMIC, en cuyo caso se empleará un Punto Biológico de Referencia de menor riesgo que el empleado en las Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) para establecer la CTP. Esta estrategia fue producto de una validación en trabajo de talleres participativos en los cuales los pescadores pudieron hacer sus observaciones y propuestas.



6. Conclusiones

6.1 Variables oceanográficas, sedimentos submareales y correntimetría

Los valores de corrientes observados en Isla Chañaral e Islas Choros y Damas muestran una zona con buena ventilación, exhibiendo valores máximos en torno a 0.2 m/s en toda la columna de agua. Los registros y perfiles de corrientes indican un flujo preferencia en dirección NNW para Isla Chañaral y NNE para Islas Choros y Damas. No se observaron episodios asociados a vientos durante el periodo de estudio, ya que el viento se mantuvo en rangos de magnitud moderados y principalmente desde el tercer cuadrante.

El patrón de corrientes es consistente con el estudio de línea base FIPA 2006-56, mostrando una hidrodinámica compleja, determinada por la topografía en torno a las islas. Esto determina una fuerte dinámica en los primeros 20 metros, donde se ubica la mayor parte de los recursos bentónicos y comunidades asociadas a macroalgas pardas y pastos marinos. La intensa hidrodinámica determinada por la topografía, oleaje, mareas y corrientes superficiales asociadas a viento permite una buena ventilación, oxigenación y dispersión larval, lo cual favorece el reclutamiento de los recursos bentónicos del área.

6.2 Estado poblacional y de conservación de los principales recursos hidrobiológicos, incluyendo los invertebrados y algas objeto de conservación y de las comunidades ecológicas de ambas Reservas Marinas.

6.2.1 Estado poblacional y de conservación de los principales recursos hidrobiológicos

El uso del indicador de densidad media es muy variable entre los análisis temporales y de manera aislada debes ser empleado con precaución. Sin embargo, al ser un complemento de otras variables puede explicar algunas situaciones como por ejemplo el efecto de las cosechas efectuadas de manera estacional.

En general, se puede concluir que las AMERB presentan estructuras de tallas significativamente menores a las de las Reservas Marinas. La RMICD presenta las mayores tallas atribuible a la mayor vigilancia que existen en esta reserva y por tanto un mayor nivel de conservación. A diferencia de lo observado en RMIC donde se aprecian condiciones similares a las AMERB para la mayoría de los recursos.



Valores de abundancia, biomasa y superficie del sustrato habitado por las especies evaluadas en el presente estudio pueden ser tomados como una referencia para establecer las tendencias en monitoreos posteriores.

6.2.2 Comunidades ecológicas

Cada uno de los hábitat estudiados proporciona características particulares que favorecen a distintos tipos de organismos, y juegan un rol importante en las interacciones biológicas, además se registraron grandes cantidades de juveniles (p.e equinodermos en huiros) lo que evidencia su característica de sitio de reclutamiento y asentamiento para un gran número de organismos, por otra parte estos hábitat entregan protección contra el oleaje (Huiros y Piure) o reteniendo sedimento (p.e Pasto marino) regulando diversidades específicas de cada sitio.

En general es posible indicar que los resultados obtenidos en este estudio indican que la composición específica de la macrofauna bentónica para los distintos hábitats fue heterogénea y que presentan diferencias significativas entre todos los hábitats en términos de abundancia de sus especies tanto para Isla Damas ($R=0,961$; $p=0,1$), como para Isla Chañaral ($R=0,867$; $p=0,1$).

Los grupos taxonómicos predominantes en los sectores estudiados coinciden, en general, con los grupos mejor representados a lo largo de la costa chilena.

6.3 Indicadores de desempeño biológico, socio- económico y de gobernanza establecidos en el PGA

A partir de la revisión de los PGA se identificaron 17 indicadores para evaluar la gestión de ambas áreas. Seis de los indicadores están enfocados en el desempeño biológico (IB), tres socioeconómicos (IS) y seis de gobernanza (IG).

A partir de las directrices de los PGA se midió el desempeño de los indicadores de la dimensión biológica y socioeconómica. Sin embargo, se encontraron dificultades para proporcionar alternativas de medición cuantitativa acerca de los indicadores de gobernanza, debido a ello, se aborda esta dimensión desde un punto de vista mayormente cualitativo, lo que permitió generar un análisis del esquema de administración y la gobernanza observada en ambos proyectos de conservación.

En la dimensión biológica se propusieron métodos para medir el desempeño en términos de biodiversidad, calidad de agua, condición de las poblaciones de vertebrados acuáticos



residentes y poblaciones de recursos de interés (invertebrados y algas pardas), así como un análisis de la calidad de la información biológica con que se cuenta.

De los indicadores de la dimensión biológica es relevante destacar que para el análisis de vertebrados acuáticos residentes, como es el caso del chungungo, pingüino de Humboldt y el delfín nariz de botella, se encontraron limitaciones al momento de comparar los estudios debido a que se han aplicado distintos enfoques metodológicos que generan incertidumbres respecto a si los cambios interanuales que se observan son producto de cambios poblacionales o son el resultado de la aplicación de distintos enfoques metodológicos. Debido a ello, se considera necesario avanzar en un trabajo de estandarización metodológica de las poblaciones de vertebrados acuáticos residentes, y velar por que los distintos investigadores sigan los protocolos establecidos. A priori se recomiendan los enfoques metodológicos de Pérez-Álvarez et al. (2018) para monitorear la población residente de delfín nariz de botella, Sepúlveda et al. (2020) para el monitoreo de chungungo y Simeone et al. (2018) para el monitoreo de pingüino de Humboldt.

Otro aspecto a tener en cuenta acerca de las poblaciones de pingüino de Humboldt y delfín nariz de botella es que su variación poblacional depende de procesos ambientales cuyas escalas espaciales exceden los alcances de ambas reservas marinas. Efectivamente las reservas pueden contribuir en la conservación de estas especies protegiendo sitios de anidación en el caso del pingüino de Humboldt, pero se requieren planes de conservación a nivel de las poblaciones. En el caso del pingüino de Humboldt se han realizado avances en esta materia, pero sería de interés hacer lo propio para la conservación de la población de delfines residentes.

El caso del chungungo resultó interesante, si bien es el vertebrado acuático residente menos estudiado a nivel de las reservas, posee características de especie indicadora. Específicamente, esta especie posee un rango de hogar acotado, se alimenta de especies del intermareal y submareal somero y un estudio reciente indica que se encontrarían en altas abundancias en las islas de Choros y Chañaral en comparación a otros sectores de la zona norte del país. Por tanto, la abundancia local de esta especie podría ser un indicador indirecto de la condición de las comunidades biológicas del intermareal y submareal que es lo que efectivamente está siendo conservado en ambas reservas.

En el caso del lobo marino común se cuenta con censos que tienen una mayor comparabilidad temporal (Oliva et al., 2019). En este caso, se ha podido observar que la población ha estado en aumento desde el año 2006 al año 2019 tanto en las islas Choros como Chañaral, observándose incluso en el último monitoreo una pequeña colonia de 11 lobos que constituye el primer registro para isla Damas.

En cuanto a los recursos bentónicos, como el loco, el erizo y las lapas, se desarrolló un indicador que integra atributos de la densidad histórica local y también de la estructura de tallas, el cual ha sido **llamado "estado de salud poblacional" en línea a lo que establecen los PGA** de ambas reservas. Respecto del desempeño del indicador estado de salud poblacional



de loco (*Concholepas concholepas*) se concluye que la RMICD experimentó un progreso positivo desde la primera línea base efectuada en el año 2008, cuyos atributos de densidad **y fracción explotable fueron clasificados como "malos"**. Posteriormente, en los años 2015, 2019 y 2021 el estado de salud de la población de locos en la RMICD ha fluctuado entre condiciones regulares y buenas. En tanto, para la RMIC también se observó un progreso positivo con condiciones malas durante el año 1999 y condiciones regulares que se han mantenido en los años 2007, 2008, 2009, 2011 y 2021). No obstante, es importante mencionar que la RMIC ha experimentado progresos menos marcados que las AMERB circundantes que están sujetas a una explotación regulada. Para el caso de la lapa rosada (*Fissurella cumingi*) ambas reservas muestran un progreso positivo del estado de salud. Para el caso de la RMIC, las condiciones observadas entre los años 2007 y 2011 se mantuvieron entre regulares y malas, mientras que en el presente estudio se determinó un estado de salud bueno. Para RMIC se evidenciaron cambios positivos que pasaron de una condición mala en el año 2008, a una condición regular el año 2015 y finalmente una condición muy buena en el estudio actual. Para el recurso erizo rojo se observó una condición regular en el presente estudio para la RMIC y para el caso de RMICD se apreciaron condiciones regulares en el año 2016 (Varela et al. 2016) y en el estudio actual, en este caso se cuenta con una data temporal menor lo que genera una mayor incertidumbre del estado de salud poblacional. Para el recurso *Fissurella latimarginata*, se observó una transición clara de estado malo a regular alrededor del año 2005, tanto para las reservas marinas como para las AMERB. Empero, persisten algunas dudas respecto del estado de este recurso debido a que las fracciones explotables estimadas a distintos niveles de SPR, fueron inusualmente altas y el método es sensible a cambios en los parámetros M , k y L_{∞} , **En base a este problema** se sugiere actualizar los parámetros de crecimiento y mortalidad para esta especie, lo cual podría extenderse a los otros recursos bentónicos de interés, para disminuir las incertidumbres asociadas a la estimación de sus parámetros de crecimiento y mortalidad en la zona de estudio.

En cuanto al indicador de cobertura de recursos de interés, los resultados evidenciaron bajos niveles de fluctuación de área habitada entre campañas para la mayoría de los recursos estudiados de la RMICD. A saber, *L. trabeculata*, *L. berteroana/spicata* (intermareal), *M. pyrifera*, *F. latimarginata* y *C. concholepas* experimentaron cambios inferiores al 33% en su área de distribución total entre las campañas 1 y 2. Sin embargo, para la especie *F. cumingi* se identificó un cambio intermedio (+46%) y para el caso de *L. albus* se observaron cambios altos (-97%). Para el caso de la RMIC se observaron niveles estables de fluctuación (<33%) para las especies *L. trabeculata*, *F. latimarginata* y *C. concholepas*. Pero al igual que en RMICD, en las especies que presentaron áreas de distribución acotadas se observaron cambios drásticos de variación superiores al 66% en las especies *M. pyrifera*, *L. albus* y *F. cumingi* y *L. berteroana/spicata*. En consecuencia, el indicador resultó ser adecuado para especies de distribución amplia, pero en especies de distribuciones acotadas los altos niveles de variación no pueden ser interpretados como un cambio drástico y la única conclusión



derivable al respecto es que las áreas habitadas son extremadamente acotadas para estos recursos.

En términos de calidad de agua, los parámetros analizados para su determinación mostraron que no hay indicios de una calidad deteriorada tanto a nivel de sedimentos como en la columna de agua. Sin embargo, estos resultados deben analizarse como una primera aproximación, ya que los límites que se tuvieron como base de comparación están definidos para la actividad de acuicultura (ResEx 3612/2009) y para actividades con contacto directo (DS144/2008).

Para medir la cantidad de estudios realizados o el nivel de conocimiento generado para ambas reservas se sugiere que este no sea comparado en función de la condición de un año base, como está previamente establecido en el PGA y como fue efectivamente calculado en el presente estudio, si no que en función de los requerimientos de investigación y monitoreo que se requieren para medir de manera adecuada el desempeño de los indicadores establecidos en los PGA. En función de esto se proporciona una tabla con las investigaciones y monitoreos que se consideran elementales para medir de manera correcta los indicadores establecidos en los PGA.

En términos socioeconómicos, se elaboró un indicador que compara el valor de las cuotas autorizadas observadas entre los años 2016 y 2020 respecto de una condición base que fue definida para el año 2005 (año de declaración de ambas reservas marinas). Al indicador elaborado lo hemos denominado Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB) y fue aplicado en tres subsistemas de análisis, AMERBs cercanas a RMIC, AMERBs cercanas a RMICD y AMERB lejanas a la influencia de ambas reservas. Los resultados sugieren que las AMERB cercanas a las reservas marinas han mejorado la productividad de los recursos loco y lapa negra (los de mayor importancia económica) desde la condición de referencia (año 2005). En tanto, en las AMERB lejanas al área de influencia de las reservas (aproximadamente 30 km al sur de la RMICD) mostraron trayectorias de IERB que indican que su productividad ha experimentado un decrecimiento en el tiempo para los mismos recursos analizados.

Respecto a los indicadores relacionados con los ingresos y empleos que aporta la existencia y gestión de las reservas, se proporcionaron tres vías de análisis que pueden ser analizadas en conjunto. Por un lado, se da cuenta el Ingreso Bruto Diario (IBD) de la actividad turística, basándose en el número de viajes (zarpes) realizados y el valor total del tour, tomando como referencia la temporada estival del año 2020. Por otro lado, se proporciona un enfoque para determinar los ingresos derivados de las cosechas realizadas en las reservas, tomando como referencia la actividad extractiva desarrollada el año 2015, para lo cual se calculó el Ingreso Bruto Unitario (IBU) que corresponde a promedio de los ingresos brutos percibidos por cada buzo que participa en las actividades extractivas. Finalmente, se estima la cantidad de empleos derivados de la actividad turística.



En términos de gobernanza se concluye en base al análisis de los PGA de ambas reservas, que se cuenta con lineamientos que van en el sentido correcto, donde se considera la participación de las partes interesadas en los procesos de toma de decisiones a través de los respectivos comités consultivos, donde también se comparte y distribuye la información científica y el conocimiento ecológico local. Una recomendación que podría ayudar a enriquecer los esquemas de administración existentes es tener una comprensión más clara acerca del nivel de compromiso de la comunidad local en apoyar ambos proyectos de conservación, lo cual podría evaluarse mediante el levantamiento de percepciones acerca del impacto que han generado estos proyectos en la calidad de vida de la comunidad e indagando mediante que vías estarían dispuestos a contribuir en la mantención de estas iniciativas.

En términos de cumplimiento, se elaboró un indicador que hemos denominado tasa de infracción que da cuenta que la RMIC está sometida a una alta incidencia de infracciones (mucho mayor que en RMICD), lo que concuerda con el bajo desempeño observado de los indicadores biológicos. Por tanto, existen antecedentes que podrían estar indicando que el éxito de este proyecto de conservación se encuentra fuertemente obstaculizado por problemas de cumplimiento. Para revertir esta situación se considera necesario avanzar en un fortalecimiento de los mecanismos de fiscalización y vigilancia, donde idealmente se incluya a la comunidad local en las acciones de vigilancia y denuncia, para ello se deben identificar los incentivos que permitan promover estos acuerdos.

6.4 Propuesta de plan de manejo, y su correspondiente monitoreo, para los recursos loco y lapas de la Reserva Marina Isla Chañaral.

La estrategia de explotación propuesta para la Reserva Marina Isla Chañaral es pionera en el uso de indicadores empíricos (densidades históricas y fracción explotable) que actúan de forma integrada para establecer puntos de referencia condicionantes para una explotación que además es planteada con criterios de menor riesgo (tasa de explotación) que los empleados en las zonas con fines extractivos como las AMERB.



7. Referencias

ABIMAR. 2007. Estudio de la Línea Base y Excedentes Productivos de la Reserva Marina Isla Chañaral, III Región, Pesca de Investigación

ABIMAR. 2008. Aspectos Biopesqueros del Recurso Loco en la Reserva Marina Isla Chañaral

ABIMAR. 2011. Aspectos Biopesqueros del Stock de los Recursos Loco y Lapa en la Reserva Marina Isla Chañaral

ABIMAR. 2013. Plan de Manejo para el Uso Sustentable de los Recursos Loco (Concholepas concholepas) y Lapa (Fisurella sp) presentes en la Reserva Marina Isla Chañaral

ADRIAANSE, A. 1993. Environmental policy performance indicators. Ministry of Housing, Physical Planning and the Environment, The Hague, The Netherlands. 175 p.

Alcala AC, Russ GR (1990) A direct test of the effects of protective management on abundance and yeld of tropical marine resources J Cons Int Explor Mer 46.40-47

Allison G. W., Lubchenco J. & Carr M. H. Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation. Ecol. Appl. 8, S79–S92 (1998).

American Public Health Association. 2017, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23th edition.

Antonio Di Franco, Katie E. Hogg, Antonio Calò, Nathan J. Bennett, Marie-Aude Sévin-Allouet, Oscar Esparza Alaminos, Marianne Lang, Drosos Koutsoubas, Mosor Prvan, Luca Santarossa, Federico Niccolini, Marco Milazzo, Paolo Guidetti, Improving marine protected area governance through collaboration and co-production, Journal of Environmental Management, Volume 269, 2020, 110757, ISSN 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110757>.

Arias, Natalia & Stotz, Wolfgang. (2020). Sustainability Analysis of the Benthic Fisheries Managed in the TURF System in Chile. International Journal of the Commons. 14. 344-365. 10.5334/ijc.1011.

Armitage, D., Marschke, M., Plummer, R., 2008. Adaptive co-management and the paradox of learning. Global Environ. Change 18, 86–98. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.07.002>

Avaria S, S Palma, HA Sievers & N Silva. 1989. Revisión sobre aspectos oceanográficos físicos, químicos y planctológicos de la bahía de Valparaíso y áreas adyacentes. Biología Pesquera 18: 67-96.



Babcock, E.A., Tewfik, A., Burns-Perez, V., 2018. Fish community and single species indicators provide evidence of unsustainable practices in a multi-gear reef fishery. *Fish. Res.* 208, 70–85. 175–192.

Balmford A., Gravestock P., Hockley N. McClean C., Roberts C. 2004. The worldwide costs of Marine Protected Areas. *PNAS* 101 (26) 9694-9697. <https://doi.org/10.1073/pnas.0403239101>.

Bennett, N.J., Calo, A., Di Franco, A., Niccolini, F., Marzo, D., Domina, I., Dimitriadis, C., Sobrado, F., Santoni, M.-C., Charbonnel, E., Trujillo, M., Garcia-Charton, J., Seddiki, L., Cappanera, V., Grbin, J., Kastelic, L., Milazzo, M., Guidetti, P., 2020. Social equity and marine protected areas: perceptions of small-scale fishermen in the Mediterranean Sea. *Biol. Conserv.* 244, 108531. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108531>.

Bennett, N.J., Di Franco, A., Calo, A., Nethery, E., Niccolini, F., Milazzo, M., Guidetti, P., 2019. Local support for conservation is associated with perceptions of good governance, social impacts, and ecological effectiveness. *Conserv. Lett.* 12, e12640 <https://doi.org/10.1111/conl.12640>.

Bergh E. & Davies, S. 2015. Capítulo 8: Seguimiento, control y vigilancia de la pesquería. En: Cochrane, K. 2005. Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. FAO. Documento Técnico de Pesca 424. Organización de Las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación. Roma, 2005.

Beverton, R.J.H., Holt, S.J., 1959. A review of the lifespans and mortality of fish in nature and the relation to growth and other physiological characteristics. *Ciba Found. Colloq. Age* 5, 142–177.

Blott S.J. & K Pye. 2001. Gradistat: a grain size distribution and statistics pack age for the analysis of unconsolidate dsediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 26: 1237-1248.

Botkin, D. B., and L. M. Talbot. 1992. Biological diversity and forests. Pages 47–74 in N. Sharma editor. *Contemporary issues in forest management: policy implications*. The World Bank, Washington, D. C.

Brower JE & JH Zar. 1977. *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm. C. Brown, Dubuque, 194 p.

Bruno, J.F., Bates, A.E., Cacciapaglia, C. et al. **Climate change threatens the world's marine protected areas**. *Nature Clim Change* 8, 499–503 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0149-2>



Bularz, B., Fernández M., Subida M., Wieters E., Pérez-Matus A. 2022. Effects of harvesting on subtidal kelp forests (*Lessonia trabeculata*) in central Chile. *Ecosphere* 13(3):e3958. 10.1002/ecs2.3958.

Caddy, J.F. y Defeo, O. 2003. Enhancing or restoring the productivity of natural populations of shellfish and other marine invertebrate resources. FAO Fisheries Technical Paper No.448. Roma, FAO. 159 pp

Campbell L & Gray N. 2019. Area expansion versus effective and equitable management in international marine protected areas goals and targets. *Mar. Policy* 100, 192-199.

Cancino, J. & B. Santelices. 1981. Ecological importance of kelp-like holdfasts as a habitat of invertebrates in central Chile. II. Factors affecting community organization. In: T. Levring (ed.). Xth International Seaweed Symposium. Walter de Gruyter & Co, New York, pp. 241-246.

Cancino, J.M. & B. Santelices. 1984. Importancia ecológica de los discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 56: 23-33.

Cerda M & J Castilla. 2001. Diversidad y biomasa de macro-invertebrados en matrices intermareales del tunicado *Pyura praeputialis* (Heller, 1878) en la Bahía de Antofagasta, Chile, *Revista Chilena de Historia Natural*, 74:841-853.

Chevalier J & D Buckles. 2009. Guía para la Investigación Colaborativa y la Movilización Social. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC). Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

Chong, L., Mildenerger, T.K., Rudd, M.B., Taylor, M.H., Cope, J.M., Branch, T.A., Wolff, M., M., Stäbler. 2020. Performance evaluation of data-limited, length-based stock assessment methods. *ICES J. Mar. Sci.* 77, 97–108. <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsz212>.

Cochrane, K. 2005. Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. FAO. Documento Técnico de Pesca 424. Organización de Las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación. Roma, 2005.

Comité Científico Bentónico. 2019. Manual planes de manejo bentónicos. Elementos que deben contener los planes de manejo en áreas de libre acceso de pesquerías bentónicas.

CONAF. 2017. Manual para la planificación del manejo de las Áreas Protegidas del SNASPE. Santiago de Chile, Chile. 230 pp.

Conservation Measures Partnership, 2013. Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación. Versión 2.0. The Conservation Measures Partnership (Alianza para las Medidas de Conservación).



Conservation Measures Partnership, CMP. 2007. Estándares abiertos para la práctica de la conservación. The Conservation Measures Partnership.

Cousido-Rocha M, Santiago Cerviño, Alexandre Alonso-Fernández, Juan Gil, Isabel González Herraiz, Margarita María Rincón, Fernando Ramos, Cristina Rodríguez-Cabello, Paz Sampedro, Yolanda Vila, Maria Grazia Pennino, Applying length-based assessment methods to fishery resources in the Bay of Biscay and Iberian Coast ecoregion: Stock status and parameter sensitivity, *Fisheries Research*. Volume 248, 2022, 106197, ISSN 0165-7836, <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.106197>.

Cursach, Jaime A, Rau, Jaime R, Ther, Francisco, Vilugrón, Jonnathan, & Tobar, Claudio N. (2012). Sinantropía y conservación marina: el caso del chungungo Lontra felina en el sur de Chile. *Revista de biología marina y oceanografía*, 47(3), 593-597. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572012000300022>

D.S. Nº 238-04 Reglamento sobre Parques marinos y Reservas Marinas de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

Davis K., Vianna G., Meeuwig J., Meekan M., Pannell D. 2019. Estimating the economic benefits and costs of highly-protected Marine Protected Areas. *Ecosphere* 10 (10). e02879. [10.1002/ecs2.2879](https://doi.org/10.1002/ecs2.2879).

Di Franco, A., Thiriet, P., Di Carlo, G., Dimitriadis, C., Francour, P., Gutiérrez, N.L., de Grissac, A.J., Koutsoubas, D., Milazzo, M., del Mar Otero, M., Piante, C., PlassJohnson, J., Sainz-Trapaga, S., Santarossa, L., Tudela, S., Guidetti, P., 2016. Five key attributes can increase marine protected areas performance for small-scale fisheries management. *Sci. Rep.* 6, 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep38135>.

Di Lorenzo M., Guidetti P., Di Franco A., Calò A., Claudet J. 2020. Assessing spillover from marine protected areas and its drivers: A meta-analytical approach. *Fish and fisheries* DOI: [10.1111/faf.12469](https://doi.org/10.1111/faf.12469)

Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Larigauderie, A., Adhikari, J. R., Arico, S., Báldi, A., Bartuska, A., Baste, I. A., Bilgin, A., Brondizio, E., Chan, **K. M. A., Figueroa, V. E., Duraiappah, A., Fischer, M., Hill, R., ... Zlatanova, D. (2015). The IPBES Conceptual Framework - connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002>**

Dudley, N. (Editor) (2008). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Gland, Switzerland: IUCN. 86pp.

ECOS. 2015. Apoyo a la formulación de un Plan de Gestión para las Áreas Marinas Protegidas del Archipiélago de Juan Fernández. Informe final. Proyecto GEF-UNDP Hacia un Manejo Ecosistémico del Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt (GEMCH)- PIMS4147.



ECOS. 2016. Generación de Recomendaciones para la Definición de Estrategias de Manejo del AMCP-MU Pitipalena-Añihue, con énfasis en las Amenazas Críticas. Informe final. World Wildlife Fund.

Edgar, G., Stuart-Smith, R., Willis, T. et al. Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature* 506, 216–220 (2014). <https://doi.org/10.1038/nature13022>

Espíndola M., Mora P., Olea G., Olguín A., Pichaud C. 2018. Desarrollo de un marco de investigación colaborativa en la pesquería de la jaiba marmola. Chiloé, Región de Los Lagos. Resumen de XXXIX Congreso de Ciencias del Mar.

FAO. 2006. Aplicación práctica del enfoque de ecosistemas en la pesca. Roma, 85 pp.

FAO. 2012. Estado de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas en América Latina. Elaborado por Aylem Hernández Ávila. REDPARQUES Cuba. Santiago de Chile, 620 pp.

Fernández, Miriam, Kriegl, Michael, Garmendia, Vladimir, Aguilar, Ainara, & Subida, María Dulce. (2020). Evidence of illegal catch in the benthic artisanal fisheries of central Chile: patterns across species and management regimes. *Latin american journal of aquatic research*, 48(2), 287-303. <https://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue2-fulltext-2475>

Fletcher W.J., J. Shaw, S. Metcalf & D.J. Gaughan, 2010. An Ecosystem Based Fisheries Management framework: the efficient, regional-level planning tool for management agencies. *Marine Policy* 34 1226–1238.

Folk, R.L. and Ward, W.C. 1957. A Study in the Significance of Grain-Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.

Fraser K., Adams V., Pressey R., Pandolfi J. 2019. Impact evaluation and conservation outcomes in marine protected areas: A case study of the Great Barrier Reef Marine Park, *Biological Conservation*, Volume 238, 2019, 108185. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.030>.

Freeman, E.R., Civera, C., Cortese, D., Fiandrino, S., 2018. Strategising stakeholder empowerment for effective co-management within fishery-based commons. *Br. Food J.* 120, 2631–2644. <https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2018-0041>.

FRIEND, A., AND D. RAPPORT. 1979. Towards a comprehensive framework for environmental statistics: A stress-response approach. Statistics Canada, Ottawa, Canada. 90 p.

Gaymer C, W Stotz, R Garay-Fluhmann, G Luna-Jorquera & M Ramos. 2006. Informe final proyecto FIP 2006-56. Coquimbo, 532 pp.



Gaymer CF, CP Dumont & U Rojas. 2007. Levantamiento, análisis y diagnóstico de la Flora y Fauna Bentónica y Pelágica del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama. Informe final. 31 pp + Tablas, Figuras y Anexos. SSPA 2001.

Gaymer CF, W Stotz, R Garay- Flühmann, G Luna-Jorquera, M Ramos et al. (2008) Evaluación de línea base de Las Reservas Marinas "Isla Chañaral" e "Isla Choros-Damas". Informe Final Proyecto FIP 2006-56.

González J, Yannicelli B, Stotz W. 2021. The interplay of natural variability, productivity, and management of the benthic ecosystem in the Humboldt Current System: Twenty years of assessment of *Concholepas concholepas* fishery under a TURF management system, *Ocean & Coastal Management*, Volume 208, 2021, 105628, ISSN 0964-5691, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105628>.

González J., Garrido J., Jerez G., Wilson A., Figueroa E., Toledo C., Cortes C., Olguin A., Vázquez J., Stotz W., Olivares J., Pavheco A., Lancellotti D., Pardo L., Véliz D., Caillaux L., Olivares M. 1999. Estudio piloto ecológico y socio-económico en áreas potenciales de reserva marina en la III y IV Regiones. Informe final FIP 97-45.

González SA & ME Edding. 1990. Extension of the range of *Heterozostera tasmanica* (Martens ex Aschers.) den Hartog in Chile. *Aquatic Botany* 38(4): 391–395.

Gurney M, Marshall G. et al. 2019. Well-being outcomes of marine protected areas. *Nat Sustain* 2, 524–532 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0306-2>

Hagan and Whitman. 2006. Biodiversity Indicators for Sustainable Forestry: Simplifying Complexity. *Journal of Forestry*. June. Pp 203 – 210.

Halpern, Benjamin. (2003). The impact of marine reserves: Do reserves work and does reserve size matter?. *Ecological Applications - ECOL APPL*. 13. 117-137. 10.1890/1051-0761(2003)013[0117:TIOMRD]2.0.CO;2.

Harrison H, David H. Williamson, Richard D. Evans, Glenn R. Almany, Simon R. Thorrold, Garry R. Russ, Kevin A. Feldheim, Lynne van Herwerden, Serge Planes, Maya Srinivasan, Michael L. Berumen, Geoffrey P. Jones. 2012. Larval Export from Marine Reserves and the Recruitment Benefit for Fish and Fisheries, *Current Biology*, Volume 22, Issue 11, 2012, Pages 1023-1028, ISSN 0960-9822. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.04.008>.

Hordyk, A., Ono, K., Prince, J.D., Walters, C.J., 2016. A simple length-structured model based on life history ratios and incorporating size-dependent selectivity: application to spawning potential ratios for data-poor stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 73, 1787–1799. <http://dx.doi.org/10.1139/cjfas-2015-0422>.

Hordyk, A., Ono, K., Valencia, S.V., Loneragan, N., Prince, J.D., 2015b. A novel length-based estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-



scale, data-poor fisheries. ICES J. Mar. Sci. 72, 217–231.
<http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsu004>.

Iacarella J, Clyde G, Bergseth B, Ban N. 2021. A synthesis of the prevalence and drivers of non-compliance in marine protected areas. *Biological Conservation*, Volume 255, 2021, 108992, ISSN 0006-3207, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.108992>.

IFOP 2009. INFORME FINAL Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2008.

IFOP 2017. INFORME FINAL Convenio Desempeño 2016 Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre la XV y II Regiones, año 2016.

IFOP. 2012. Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2011

Instituto Nacional de Normalización. 1996. NCh411/1. Of 96 Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo.

Instituto Nacional de Normalización. 1996. NCh411/2. Of 96 Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo

Instituto Nacional de Normalización. 1998. NCh411/9. Of 98 Calidad del agua – Muestreo – Parte 9: Guía para el muestreo de aguas marinas.

Jacques M. Chevalier & Daniel J. Buckles. 2009. Guía para la Investigación Colaborativa y la Movilización Social. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC). Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

Jaramillo E, F Carrasco, P Quijon, M Pino & H Contreras. 1998. Distribución y estructura comunitaria de la macroinfauna bentónica en la costa del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 459–478.

Keenleyside, K.A., N. Dudley, S. Cairns, C.M. Hall, and S. Stolton. 2012. *Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices*. Gland, Switzerland: IUCN. x + 120pp.

Kepner, W. G., D. A. Mouat, J. M. Lancaster, AND P. H. Liotta. 2010. Summary: Ecosystem Services and Human Welfare. Chapter 0, P. Liotta, W. Kepner, J. Lancaster and D. Mouat (ed.), *Achieving Environmental Security: Ecosystem Services and Human Welfare*. IOS Press, Amsterdam, Netherlands, 69:97-111.

Kreces. 2009. Evaluación de los Componentes Pesqueros de los Recursos Loco (Concholepas concholepas) y Lapa (*Fissurella* sp.) presentes en la Reserva Marina Isla Chañaral.



Lindenmayer D., Margules C. And Botkin D. 2000. Indicators of Biodiversity for Ecologically Sustainable Forest Management. *Conservation Biology*, 941–950. Volume 14, No. 4.

Lubchenco JB, BA Menge, SD Garrity, PJ Lubchenco, LR Ashkenas, SD Gaines, R Emlet, J Lucas & S Strauss. 1984. Structure, persistence, and role of consumers in a tropical rocky intertidal community (Taboguilla Island, Bay of Panama). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 78: 23-73.

Mace, P., Sissenwine, M., 1993. How much spawning is enough? In: Smith, S.J., Hunt, J.J., Rivard, D. (Eds.), *Risk Evaluation and Biological Reference Points for Fisheries Management*. In: *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, vol. 120, pp. 101–118.

Mascia, M.B. 2004. Social Dimensions of Marine Reserves. Pages 164-186. In: C. Dahlgren, and J. Sobel, (editors). *Marine Reserves: A Guide to Science, Design, and Use*. Island Press, Washington, DC.

Maxwell, S.L., Cazalis, V., Dudley, N. et al. Area-based conservation in the twenty-first century. *Nature* 586, 217–227 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2773-z>

McNeill A, Clifton J, Harvey E. 2018. Attitudes to a marine protected area are associated with perceived social impacts. *Marine Policy*, Volume 94, Pages 106-118, ISSN 0308-597X, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.04.020>.

Medina-Vogel G., Boher F., Flores G., Santibañez A, Soto-Azat C. 2007. Spacing Behavior of Marine Otters (*Lontra felina*) in Relation to Land Refuges and Fishery Waste in Central Chile, *Journal of Mammalogy*, Volume 88, Issue 2, 20 April 2007, Pages 487–494, <https://doi.org/10.1644/06-MAMM-A081R1.1>

Medina-Vogel, G., Bartheld, J.L., Pacheco, R.A. & Delgado, R. 2006: Population assessment and habitat use by marine otter *Lontra felina* in southern Chile. *Wildl. Biol.* 12: 191-199.

Medina-Vogel, G., Merino, L. O., Monsalve Alarcón, R., & de, J. (2008). Coastal-marine discontinuities, critical patch size and isolation: Implications for marine otter conservation. *Animal Conservation*, 11(1), 57-64. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2007.00151.x>

Medrano A, Cristina Linares, Eneko Aspillaga, Pol Capdevila, Ignasi Montero-Serra, Marta Pagès-Escolà, Bernat Hereu. 2019. No-take marine reserves control the recovery of sea urchin populations after mass mortality events. *Marine Environmental Research*, Volume 145, 2019, Pages 147-154, ISSN 0141-1136, <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.02.013>.

Mesa de Trabajo RMIC. 2013. Propuesta Plan de Manejo para el uso sustentable de los recursos loco (*Concholepas concholepas*) y lapa (*Fisurella spp.*) en la Reserva Marina Isla Chañaral.



Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Subsecretaría de Pesca. 2004. D.S. N° 238-04 Reglamento sobre Parques marinos y Reservas Marinas de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

Molinet, Carlos & Niklitschek, Edwin & Arévalo, Alejandra & Almanza, Viviana & Codjambassis, José & Díaz, Patricio & Diaz, Manuel & González, M. & Matamala, Manira. (2010). Patch structure of benthic resources exploited in Chilean management areas: The shellfish bed concept under a territorial use rights for fishers framework. *Bulletin of Marine Science -Miami-*. 86. 555-569.

Moreno R. 2000. Variaciones de corto período en la estructura de las comunidades bentónicas presentes en los fondos blandos del sublitoral de bahía Iquique (20°10's;70°09'w) norte de Chile durante y después del evento el niño 1997-1998. Tesis de pregrado. Universidad Arturo Prat, Departamento de Ciencias del Mar, Iquique, 45pp.

MSC. 2014. MSC Fisheries Certification Requirements and Guidance. Version 2.0, 1st October, 2014. Marine Stewardship Council.

Munguia, Pablo & Hamilton, John & Whitlatch, Robert & Zajac, Roman. (2011). Changes in habitat heterogeneity alter marine sessile benthic communities. *Ecological applications* : a publication of the Ecological Society of America. 21. 925-35. 10.2307/23021637.

Nenadovic, M., Epstein, G., 2016. The relationship of social capital and Fishers' participation in multi-level governance arrangements. *Environ. Sci. Pol.* 61, 77–86.

Okabe A, Boots B, Sugihara K & Chiu SN. 2000. *Spatial Tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams*. 2° ed. John Wiley & Sons, Ltd. 678 pp.

Oliva D., Durán R., Cárcamo D., Pizarro M., Sepúlveda M., Canto A., Herrera P., Muñoz L., Orellana M., Santos M., Vásquez P. 2019. Estimación poblacional de lobos marinos e impacto de la captura incidental. Informe complementario Proyecto FIPA 2018-54.

Olivares J. 1989. Aspectos hidrográficos de la bahía de Coquimbo. *Biología Pesquera*, 18:97-108.

Ortiz A. y Rivero G. 2006. Estructuración de Costos: Conceptos y Metodología. Pact USA. Edición de junio del 2006.

Oyanedel, Rodrigo & Keim, Andres & Castilla, Juan & Gelcich, Stefan. (2017). Illegal fishing and territorial user rights in Chile. *Conservation Biology*. 32. 10.1111/cobi.13048.

Pérez-Alvarez MJ., Vásquez RA., Moraga R., Santos-Carvalho M, Kraft S, Sabaj V., Capella J., Gibbons J., Vilina Y., Poulin E. 2018. Home sweet home: social dynamics and genetic variation of a long-term resident bottlenose dolphin population off the Chilean coast. *Animal Behaviour*. Volume 139, Pages 81-89. ISSN 0003-3472. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2018.03.009>.



Pérez-Matus, A., S. A. Carrasco, S. Gelcich, M. Fernández, and E. A. Wieters. 2017. Exploring the effects of fishing pressure and upwelling intensity over subtidal kelp forest communities in Central Chile. *Ecosphere* 8(5):e01808.10.1002/ecs2.1808

Pérez-Matus, Alejandro & Carrasco, Sergio & Gelcich, Stefan & Fernandez, Miriam & Wieters, Evie. (2017). Exploring the effects of fishing pressure and upwelling intensity over subtidal kelp forest communities in Central Chile. *Ecosphere*. 8. 10.1002/ecs2.1808.

Pita, C., Pierce, G.J., Theodossiou, I. et al. **An overview of commercial fishers' attitudes towards marine protected areas.** *Hydrobiologia* 670, 289 (2011). <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0665-9>

Poblete, Aldo A., Górski, Konrad, & Moscoso, Julio. (2019). Estimation of the diet of chungungo Lontra felina (Molina, 1782) in two locations of the coast of the Biobío Region, Chile. *Gayana (Concepción)*, 83(1), 1-9. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382019000100001>

Pomeroy, R.S., Parks, J.E. y Watson, L.M. (2006). *Cómo evaluar una AMP. Manual de Indicadores Naturales y Sociales para Evaluar la Efectividad de la Gestión de Áreas Marinas Protegidas.* UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.

Pons, M., Kell, L., Rudd, M.B., Cope, J.M., Frédou, F.L., 2019. Performance of length-based data-limited methods in a multifleet context: application to small tunas, mackerels, and bonitos in the Atlantic Ocean. *ICES J. Mar. Sci.* 76, 960–973. <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsz004>.

Pressey R., Weeks R., Gurney G. 2017. From displacement activities to evidence-informed decisions in conservation, *Biological Conservation*, Volume 212, Part A, 2017, Pages 337-348, ISSN 0006-3207, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.06.009>.

Prince, J.D., Hordyk, A., Valencia, S.V., Loneragan, N., Sainsbury, K., 2015. Revisiting the concept of Beverton–Holt life history invariants with the aim of informing data-poor fisheries assessment. *ICES J. Mar. Sci.* 72, 194–203. <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsu011>.

QGIS Development Team. 2014. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. URL <http://qgis.osgeo.org>.

Rau, J. R., Oyarzún, C., Vilugrón, J., Cursach, J. A., Tobar, C. N., Provoste, M., & Abarzúa, J. (2021). Registros de mamíferos presentes en el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Lafken Mapu Lahual, sur de Chile. *Revista De Biología Marina Y Oceanografía*, 56(2), 167–171. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2021.56.2.3061>

Riquelme-Pérez, N., Musri, C., Stotz, W., Cerda, O., Pino-Olivares, O., Thiel, M. (2019). Coastal fish assemblages and predation pressure in northern-central Chilean *Lessonia trabeculata* kelp forests and barren grounds. *PeerJ*. 6964. 10.7717/peerj.6964.



Roberts K, Valkan R, Cook C. 2018. Measuring progress in marine protection: A new set of metrics to evaluate the strength of marine protected area networks, *Biological Conservation*, Volume 219, 2018, Pages 20-27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.01.004>.

Russ, Garry & Alcalá, Angel. (2011). Enhanced biodiversity beyond marine reserve boundaries: The cup spillith over. *Ecological applications* : a publication of the Ecological Society of America. 21. 241-50. 10.1890/09-1197.1.

Sala E & N Knowlton. 2006. Global Marine Biodiversity Trends. *Annual Review of Environment and Resources* 31: 93-122.

Santelices, B. & F.P. Ojeda. 1984. Recruitment, growth and survival of *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta) at various tidal levels in exposed habitats of central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 19(1): 73-82.

Santelices, B. 1982. Bases biológicas para el manejo de *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta, Laminariales) en Chile central. *Monogr. Biol.*, 2: 135-150.

Santelices, B., J.C. Castilla, J. Cancino & P. Schmiede. 1980. Comparative ecology of *Lessonia nigrescens* and *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta) in central Chile. *Mar. Biol.*, 59(2): 119-132.

Sepúlveda, M., Santos-Carvallo, M., Pavez, G., Pérez-Álvarez, M.J., Olavarría, C., Fernández, C., Hernández, C., Ardiles, A., Hernández, P., Barilari, F., López, D. Flores, M. & Luna, G. 2020. Determinación del estado poblacional en las Reservas Marinas isla Chañaral e islas Choros y Damas, de las especies delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y cetáceos. Informe Final Proyecto FIPA 2018-43, 343 pp + Anexos.

Sievers HA y S Vega. 2000. Respuesta físico-química de la bahía de Valparaíso a la surgencia generada en punta Curaumilla y al fenómeno El Niño. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 35 (2): 153 – 168.

Simeone A., Aguilar R., Luna G. 2018. "Censo de Pingüinos de Humboldt". Informe final Proyecto FIPA N°2016-33. Corporación CULTAM

Spalding, M., Fox, H., Allen, G., Davidson, N., Ferdaña, Z., Finlayson, M., Halpern, B., Jorge, M., Lombana, A., Lourie, S., Martin, K., Mac Manus, E., Molnar, J., Recchia, C. y Robertson, J. 2007. Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience*, 57(7):573-583.

Stewart, Bryce & Vause, B.J. & Mosley, M.W.J. & Rossetti, H.L. & Brand, Andrew. (2005). Benefits of closed area protection for a population of scallops. *Marine Ecology Progress Series*. 298. 189-204. 10.3354/meps298189.



Stotz W, L Caillaux, D Lancellotti, J Aburto, M Valdebenito, C Cerda, R Várela, P Araya & L Rodríguez. 2005. Formulación de metodologías para evaluar el desempeño de áreas de manejo, 257 pp. Informe Final FIP 2003-18.

SUBPESCA. 2001. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos. Consideraciones Técnicas ESBA, PME A e Informe anual. Documento Técnico N°3. Departamento de Pesquerías

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2009. Resolución Exenta. 3612.2009.Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA. Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.

Sun, M., Zhang, C., Chen, Y., Xu, B., Xue, Y., Ren, Y., 2017. Assessing the sensitivity of data-limited methods (DLMs) to the estimation of life-history parameters from length–frequency data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 75, 1563–1572.

Thomas F, Espíndola M, Rojas G, Olea G, Gudiño V, Gutiérrez D, Araya G, Salas F, Labraña R, Vera P, Kroeger C, Salgado B, Yañez C & M Garrido. 2018. Diseño de un plan de manejo de prácticas pesqueras del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Isla grande de Atacama (AMCP-MU-IGA)

Thomas F, Olea G, Espíndola M, Gutiérrez D, Vega A, Gudiño V, Pérez & G Rojas. 2016. Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, III Región FIP N° 2014-17. Informe Final. Centro de Investigación ECOS. 248 pp.

Thomas F., Espíndola M., Vega A., Cabezas L., Hüne M., Avaria S., Báez P., Letelier S., Sepúlveda M., Cassis R., Rebolledo A., Fabres A., Pérez M.J., Olea G., Araya G., Gutiérrez D., Gudiño V., Saavedra J., Rojas G., González E. 2017. Evaluación y análisis de la biodiversidad marina y continental afectada por las actividades de acuicultura (1era Etapa). Proyecto FIP 2014-48. Informe Final. Centro de Investigación Ecos, 01/2017: 644 pp.

Thomas F., Olea G., Espíndola M., Gutiérrez D., Vega A. Gudiño V., Salas F., Villena A. Vega A., Labraña R., Rojas G. 2020. Evaluación de biomasa y análisis del estado de explotación de las praderas naturales de algas pardas (*L. trabeculata*, *L. berteriana/spicata* y *Macrocystis pyrifera*) en las zonas de libre acceso de la III Región de Atacama y IV Región de Coquimbo. Proyecto FIP 2017-53. Informe Final. Centro de Investigación Ecos, 07/2020: 292 pp.

Thorson, J.T., Munch, S.B., Cope, J.M., Gao, J., 2017. Predicting life history parameters for all fishes worldwide. *Ecol. Appl.* 27, 2262–2276.

Thorsonk, A., Ono, K., Sainsbury, K., Loneragan, N., Prince, J.D., 2015a. Some explorations of the life history ratios to describe length composition, spawning-per-recruit, and the spawning potential ratio. *ICES J. Mar. Sci.* 72, 204– 216. <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fst235>.



Toro F, Alarcón J, Toro-Barros B., Mallea G., Capella J. Umaran C., Abarca P., Lakestani N., Peña C., Alvarado-Rayback M., Cruz-Jofré F., Vilina Y., Gibbons J.. (2021). Spatial and Temporal Effects of Whale Watching on a Tourism-Naive Resident Population of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Humboldt Penguin National Reserve, Chile. *Frontiers in Marine Science*. 10.3389/fmars.2021.624974.

Universidad Católica del Norte. 2008. Evaluación de Línea de Base de las Reservas Marinas "Isla Chañaral" e Isla Choro-Damas". **Informe Final FIPA 2006-56**, 532 pp.

Varela et al. 2016. Actualización de la Línea Base de los Recursos Bentónicos Objetivos y Aplicación de Indicadores Desempeño de Ámbito Biológico de la Reserva Marina Islas Choros y Damas, Comuna de La Higuera, Región de Coquimbo. Pesca de Investigación

Vargas-Rodriguez R., Arrospide-Alonso P., Louit-Lobos C., Chávez-Villavicencio C., Correa-Álvarez P., Martínez-Palma P. Informe monitoreo institucional de largo plazo de la colonia reproductiva del pingüino de humboldt (*Spheniscus humboldti*) en la isla choros de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. Manuscrito en prensa a publicarse en la revista Biodiversidata de CONAF durante 2021.

Vásquez J. Chapter 25 - *Loxechinus albus*, Editor(s): John M. Lawrence, *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Elsevier, Volume 43, 2020, Pages 431-445, ISSN 0167-9309, ISBN 9780128195703, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819570-3.00025-1>.

Vázquez J., Vega JM., Piaget N., Manzano E., Pacheco A. 2014. Evaluación de las poblaciones de macroalgas (*Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*) existentes en las Reservas Marinas Chañaral, Comuna de Freirina. Región de Atacama, e Islas Choros y Damas, Comuna de La Higuera, Región de Coquimbo.

Vega, J.M. Alonso, Asorey, Cynthia M, & Piaget, Nicole. 2016. Asociación *Scurria-Lessonia*, indicador de integridad ecológica en praderas explotadas de huiro negro *Lessonia berteriana* (ex *L. nigrescens*) en el norte de Chile. *Revista de biología marina y oceanografía*, 51(2), 337-345. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572016000200011>

Vergara H. 1991. Manual de laboratorio para sedimentología, Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, Chile. 44 pp.

Voyer, M., Gladstone, W., Goodall, H., 2012. Methods of social assessment in Marine Protected Area planning: is public participation enough? *Mar. Policy* 36, 432–439. Wilson, D.C., 2003. The community development tradition and fisheries co-management. *The Fisheries Co-management Experience*. Kluwer Academic Pub, pp. 17–29.

Wallace, R. & B. Araya. 2015. Humboldt Penguin *Spheniscus humboldti* population in Chile: counts of moulting birds, February 1999–2008. *Marine Ornithology* 43: 107–112



Walters, C., Martell, S.J.D., 2004. Fisheries Ecology and Management. Princeton University Press, Princeton, NJ, p. 399.

Wentworth, C. 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. The Journal of Geology. Vol. 30, No. 5 (Jul. - Aug., 1922), pp. 377-392

Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., Jackson, J. B. C., Lotze, H. K., Micheli, F., Palumbi, S. R., Sala, E., Selkoe, K. A., Stachowicz, J. J., & Watson, R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. Science, 314(5800), 787–790. <https://doi.org/10.1126/science.1132294>

Zúñiga O, H Baeza & R Castro. 1983. Análisis de la macrofauna bentónica del sublitoral de la bahía de Mejillones del Sur. Estudios oceanológicos 3: 41–62.



8. ANEXOS

Anexo 1. Minuta de la reunión de coordinación entre la unidad ejecutora y la contraparte técnica



MINUTA Reunión de coordinación FIPA 2019-25. Actualización de las Líneas Bases de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos	
Temas en tabla:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presentar al equipo de trabajo ➤ Exponer la aproximación metodológica para desarrollar los objetivos del estudio
Fecha: dd/mes/año	5 de septiembre 2019.
Hora de inicio:	15:10
Hora de término:	17:00
Lugar:	Oficina FIPA Piso 21 Bellavista 168, Valparaíso.

ASISTENTES	
Nombre	Institución
Luis Carroza	FIPA
Gustavo San Martín	SSPA
Gerardo Cerda	SERNAPESCA, Región de Coquimbo
Claudio Ramírez	SERNAPESCA, Región de Atacama
Eric Burgos	SERNAPESCA, Región de Atacama
Gonzalo Olea	Centro de investigación ECOS
Felipe Thomas	Centro de investigación ECOS

TEMA 1: Presentar al equipo de trabajo
<p>El Sr. Luis Carroza, Director Ejecutivo del Fondo de Investigación Pesquero y Acuicultura, abre la reunión presentando a la contraparte a nivel central de la SSPA y a nivel regional del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Luego da la palabra al Sr. Felipe Thomas del Centro de Investigación ECOS, para dar inicio a la presentación.</p> <p>El Sr. Felipe Thomas, Jefe de Proyecto, presenta al equipo de trabajo. Poniendo especial énfasis en la experiencia del equipo de trabajo, tanto a nivel de los muestreos de calidad de agua y sedimentos, en evaluación directa de recursos bentónicos y en planificación para la conservación. Por otra parte, señala que el equipo se complementa con reconocidos taxónomos, que permitirán la identificación de a nivel de</p>





especies, para contar con análisis detallados de la biodiversidad e índices comunitarios. Señala que el equipo estará conformado por lo siguientes profesionales:

Análisis Oceanográficos

- Víctor Gudiño Gacitúa
- Julio Salcedo Castro,

Coordinador Evaluación

- Directa Gonzalo Olea Stranger

Profesionales de Terreno

- Franco Salas Berríos
- Álvaro Villena Ortiz

Expertos en Estudios Taxonómicos:

- Pedro Báez Retamales
- Nicolás Rozbaczylo
- Mauricio Valenzuela Alid
- Alfredo Pérez

Análisis de Indicadores

- Miguel Espíndola Rojas
- David Gutiérrez Lagos

Encargado SIG

- Gabriel Rojas Barrera

Diseño y Diagramación

- Mauricio Garrido Durán

TEMA 2: Aproximación metodológica

El Sr. Felipe Thomas, realiza una presentación donde se abordan las principales actividades para dar cuenta de los objetivos del proyecto.

El Sr. Luis Carroza consulta por la cantidad de días que debe estar instalado ADCP para la correntometría euleriana, que según lo que recuerda en otro proyecto se requería un mínimo de 30 días de toma de datos. El Sr. Felipe Thomas señala que de acuerdo a lo propuesto son 14 días. El Sr. Gonzalo Olea señala que revisaremos la información y las bases para dar respuesta a esta inquietud.

El Sr. Gerardo Cerda de SERNAPESCA, Región de Coquimbo, señala que de acuerdo a conversaciones con los buzos locales, existe mucha corriente en los sectores que se proponen para la instalación de los ADCP y que se debieran realizar buceos prospectivos con la ayuda de buzos locales. El Sr. Gonzalo Olea señala que sería ideal contar con ese apoyo y los contactos para realizar esto de la mejor manera.





Por otra parte, el Sr. Gerardo Cerda plantea que sería bueno dar a conocer el proyecto a las Mesas de trabajo de ambas reservas marinas. Señala que el 25 de septiembre se reúne la mesa de trabajo de Choros-Damas, mientras que para la RM Isla Chañaral, el Sr. Eric Burgos indica que la reunión se debiera realizar la última semana de septiembre o bien la primera de octubre. Ante, esto el equipo consultor plantea que está disponible para poder asistir a estas reuniones a fin de contar con la colaboración de las mesas de trabajo y las organizaciones locales.

Luego, el Sr. Eric Burgos, del SERNAPESCA Atacama, consulta si se considerará la línea base realizada el 2005. El Sr. Felipe Thomas, señala que esta información será considerada y permitirá generar puntos de comparación con la información que se levante en el presente proyecto. El Sr. Eric Burgos señala además, que para la RM isla Chañaral existió un Plan de Manejo, que propuso la extracción de recursos desde la RM, basándose en la existencia de excedentes productivos y que a través de una Resolución 1530 del 2015 se abrió la explotación, lo que generó ciertas complicaciones a nivel regional en cuanto al acceso. Señala que este estudio fue realizado por ABIMAR a través de un FNDR del GORE de Atacama.

Se acuerda solicitar información a quienes corresponda:

- FIPA (Luis Carroza)
- SSPA (Gustavo San Martín)
- SERNAPESCA (Erika Silva)

Se acuerda solicitar una pesca de investigación para la extracción de muestras biológicas desde las RM.

Luego, el Sr. Eric Burgos, del SERNAPESCA Atacama, consulta si se harán esfuerzos para la detección de especies invasoras como *Codium spp.* El jefe de proyecto, Sr. Felipe Thomas señala que todas las muestras obtenidas se analizaran hasta el nivel de especie. No obstante, los muestreos no estarán dirigidos a detectar la presencia de esta especie sino a describir las comunidades biológicas asociadas a los distintos hábitat o sustratos biológicos.

La reunión finaliza a las 17h.



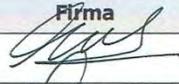
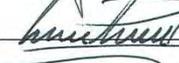
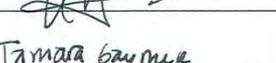
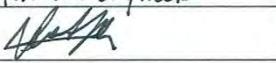
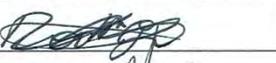
Anexo 2. Lista de Asistencia Sesión de la mesa de trabajo de las RM de Islas Choros y Damas

Lista de asistencia

FECHA: 25/09/2019

LUGAR: SEDE AG. PESCADORES PUNTA DE CHOROS

ACTIVIDAD: MESA DE TRABAJO R7 ISLAS CHOROS Y DAMAS

FIPA 2019-25			
"Actualización de las Líneas Bases de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos"			
Nombre	Organización/Institución	Celular / E-mail	Firma
OSVANDO VÁSQUEZ JAÑE	SERNAPESCA	OVASQUEZ@sernapesca.cl	
DANIELA DÍAZ GUÍSMO	ASESOR SERNAPECA	DANIELADIAZG@GMAIL.COM	
CRISTIAN PASTEW A.	AG. LOS RHOROS		
RODRIGO SOTO C.	SERNAPESCA RECTOR H. BIENTE	RSOTO@MMA-60B.CL	
SERGIO TRANCOSO	SERNAPESCA MUNICIPIO ANGLADES	SERTRANCOSO@MMA.FB.CL	
René Moraga Eguez	Capitán de Puerto Quintero	Rmoraga@dpmm.cl	
Rodrigo FERRAS A.	AG. Punta de Choros	985227241	
Yvonne Traie Ponce	Mueru Ruz	yvonneponce@gmail.com	
Andy Fay Carter	CHARRCOS	992737946	
Tamara Gaymer Parada	MODETA	992757702	Tamara Gaymer
CONY RUIZ	Mermo Ruiz	996782275	
Rodrigo Astudillo	Refugio Humboldt	990171828	
Ricardo Fariñas	CONAF	ricardo.farinhas@conaf.cl	

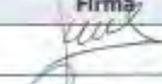
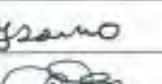
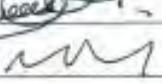
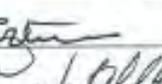
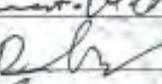
Lista de asistencia



FECHA: 15 OCTUBRE 2019

LUGAR: CABAÑA CHAÑARAL DE ADELUNDO

ACTIVIDAD: SESIÓN MESA ISLA CHAÑARAL

FIPA 2019-25			
"Actualización de las Líneas Bases de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos"			
Nombre	Organización/Institución	Celular / E-mail	Firma
Maria Ulldean	Sernapesca	mulldeana@sernapesca.cl	
Jonathan Pobles	Sernapesca	jpobles@sernapesca.cl	
Edelberto Zamora	Armada de Chile	ezamora@digtm.cl	
Felyu Leonino	Sernatur	fleonino@sernatur.cl	
Dieter Babilek	Armada de Chile	dbabilek@digtm.cl	
Audicio Zamora	Armada de Chile	azamora@digtm.cl	
Osán Lagos	Sernapesca	os.lagos@hotmail.com	
Mariano Moreno	SERNAPESCA HUASCO	mmoreno@sernapesca.cl	
Chudío Maman	STI Buzos y Pescadores	Chudiomaman110@act.cl	
JUAN VARGAS	STI BUZOY MAR	973072185	
ISAURO OSSANDÓN	STA		
Juan Campese	.S.I.H.	99440995	
DM'el Campese	STI	986126394	
Cristian Tones	STI	49078554	
Enrique Alvarado	STI	990682683	
Rafael Gual	STI		
Juan Carlos Maman	STI	9932952810	

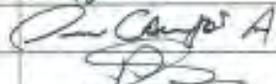
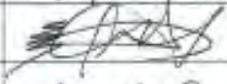
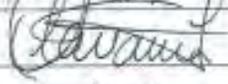
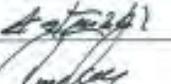
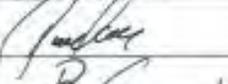
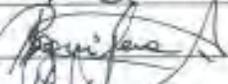
Lista de asistencia



FECHA: 15 OCTUBRE 2019

LUGAR: CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO

ACTIVIDAD: SESION MESA RM ISLA CHAÑARAL

FIPA 2019-25			
"Actualización de las Líneas Bases de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos"			
Nombre	Organización/Institución	Celular / E-mail	Firma
Pablo Celis	STI	985473429	
Ronald Camposano	STI	31378793	
Juan Carlos A.	STI	99649543	
PEDRO ALVAREZ	STI	954390576	
Nicolás Camposano	STI	105204078	
JUAN GONZALEZ	STI	1155546-12	
Patricio Orellana	STI	988808276	
Carlos Larraín	CEAZA	12263.426-4	
GABRIEL BRILLOSA	STI	96850062	
Rosaura Morales	STI. TOURS ^{RAUCO}	81248846	
RAFAEL GONZALEZ S. T. JARAQUIA		959863827	
Rosa Aguilera A.	RNPH - CONAF	990044775 969977134	
Rigoberto Montero	RNPH. CONAF	802454	

Reunión de Planificación

1. Proyecto

Actualización de las Líneas Base de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos. Proyecto FIPA 2019-25.

2. Temas en tabla

- 2.1. Presentación de resultados preliminares de la ejecución del proyecto
- 2.2. Desarrollo de una agenda de trabajo conjunta para revisar el análisis del desempeño de los indicadores biológicos, socioeconómicos y de gobernanza establecidos en los PGA.

3. Lugar/fecha/hora

- 3.1. Video conferencia
- 3.2. 28-04-2021
- 3.3. 10:30 – 12:00

4. Asistentes

- 4.1. Gerardo Cerda, Encargado Regional Conservación y Biodiversidad. Sernapesca Coquimbo
- 4.2. Osvaldo Vásquez, Sernapesca Coquimbo
- 4.3. Jordán Olivares, Sernapesca Coquimbo
- 4.4. Miguel Espíndola, ECOS
- 4.5. Gabriel Rojas, ECOS
- 4.6. Gonzalo Olea, ECOS
- 4.7. Víctor Gudiño, ECOS
- 4.8. Franco Salas, ECOS

5. Principales acuerdos

- Se acuerda desarrollar una agenda de trabajo conjunto para para revisar el análisis del desempeño de los indicadores biológicos, socioeconómicos y de gobernanza establecidos en los PGA. Se propone la realización de tres reuniones (mayo, junio y agosto), además de una reunión de trabajo con el Comité Consultivo que tiene agendada una reunión entre el 23 – 27 de agosto.



Reunión de Planificación

1. Proyecto

Actualización de las Líneas Base de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos. Proyecto FIPA 2019-25.

2. Temas en tabla

- 2.1. Presentación de resultados preliminares de la ejecución del proyecto
- 2.2. Desarrollo de una agenda de trabajo conjunta para revisar el análisis del desempeño de los indicadores biológicos, socioeconómicos y de gobernanza establecidos en los PGA.
- 2.3. Desarrollo de agenda de trabajo conjunta para revisar la propuesta de plan de manejo y su correspondiente monitoreo, para los recursos loco y lapas de la Reserva Marina Isla Chañaral. Y posteriormente analizarla y validarla con el Comité Consultivo.

3. Lugar/fecha/hora

- 3.1. Video conferencia
- 3.2. 29-04-2021
- 3.3. 09:00 – 10:30

4. Asistentes

- 4.1. Erik Burgos, Sernapesca Atacama
- 4.2. Claudio Ramírez, Sernapesca Atacama
- 4.3. Miguel Espíndola, ECOS
- 4.4. Gabriel Rojas, ECOS
- 4.5. Gonzalo Olea, ECOS
- 4.6. Víctor Gudiño, ECOS
- 4.7. Franco Salas, ECOS

5. Principales acuerdos

- Se acuerda desarrollar una agenda de trabajo conjunto para para revisar el análisis del desempeño de los indicadores biológicos, socioeconómicos y de gobernanza establecidos en los PGA. Se propone la realización de tres reuniones (mayo, junio y



agosto), además de una reunión de trabajo con el Comité Consultivo que aún no ha sido definida.

- Se acuerda desarrollar una agenda de trabajo para revisar la propuesta del Plan de Manejo para los recursos loco y lapas de la Reserva Marina Isla Chañaral. La cual se acordó dividir en dos sesiones: 1) Revisión de metas, objetivos e indicadores (agosto); Discusión de la estrategia de manejo (septiembre).



Reunión de Validación del Plan de Manejo

1. Proyecto

Actualización de las Líneas Base de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos. Proyecto FIPA 2019-25.

2. Temas en tabla

- 2.1. Presentación el desempeño de los indicadores asociados a los recursos de interés para la Reserva Marina Isla Chañaral.
- 2.2. Validar la propuesta de Plan de Manejo para la RMIC

3. Lugar/fecha/hora

- 3.1. Video conferencia
- 3.2. 24-05-2022
- 3.3. 17:00 – 18:30

4. Asistentes

- 4.1. Erik Burgos, Sernapesca Atacama
- 4.2. Ángel Talandiano, STI de pescadores de Chañaral de Aceituno
- 4.3. Ronal Campusano - STI de pescadores de Chañaral de Aceituno
- 4.4. Gonzalo Olea, ECOS
- 4.5. Franco Salas, ECOS

5. Principales acuerdos

- Se valida la estrategia propuesta condicionando una posible extracción a un estado poblacional equivalente o superior a **“regular” en base a los indicadores integrados** de densidad y fracción explotable.
- Se valida establecer una cuota con una tasa precautoria del 20% del stock, siempre y cuando se cumpla el requisito anteriormente mencionado y el Comité Consultivo de la Reserva Marina Isla Chañaral lo requiera.
- Los dirigentes de los pescadores solicitan que las cuotas sean establecidas de manera anual para incentivar el cuidado y protección de la Reserva entre sus socios. Para ello los pescadores ofrecen colaborar en los estudios anuales que sean necesarios.



- Los pescadores proponen contar con un listado de participantes en el plan de manejo de la reserva de manera de controlar el acceso y compensar a quienes realizan la vigilancia permanente en la reserva.



Anexo 7. Autorizaciones para la realización de muestreos



Corporación Nacional Forestal

Bienvenido/a Franco Felipe

Bienvenido a Trámites en línea (OnLine) Corporación Nacional Forestal

[Iniciar trámite](#)

[Bandeja de Entrada \(0\)](#)

[Historial de Trámites \(1\)](#)

[Mi Agenda](#)

Solicitudes en que ha participado

Para buscar aquí

	Nro	Ref.	Nombre	Etapas	Fecha Modificación	Estado	Acciones
<input type="checkbox"/>	1545671	Permiso de Investigación en las Áreas Silvestres Protegidas	Permiso de Investigación en las Áreas Silvestres Protegidas	Val Región de Coquimbo, Val Región de Atacama	21.Feb.2020 12:11:42	Pendiente	Historial Descargar

29/4/2021

CARTA OFICIAL 23.11m

- Corporación Nacional Forestal
- Región de Atacama
- Dirección Regional Atacama
- JCA

Carta Oficial N° 23/2020

COPIAFO, 02/03/2020

Señor
Felipe Thomas Alvarez
Investigador Principal
Centro de Investigación ECOS
fthomas@ecosmar.cl

Junto con saludar se informa a usted que todos los Parques Nacionales, Reservas Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Forestales se encuentran disponibles para la realización de actividades de investigación. Sin embargo, la Corporación Nacional Forestal se reserva el derecho de establecer normas, condiciones y limitaciones tanto respecto del ámbito geográfico, el número de personas participantes y el método de trabajo, como respecto de la época de año y de la duración de las actividades.

Se debe destacar que la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt tiene como objetivo dar resguardo al principal sitio reproductivo del Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) en categoría de conservación Vulnerable (DS 50/2008 MMA). La Isla Chañaral alberga aproximadamente el 80% de la población mundial, además de ser hábitat de otras especies en categoría de conservación como el yunco (*Pelecanoides garrani*) en categoría En Peligro (DS 79/2018 MMA), la nutria de mar (*Lobosor felinus*) en categoría Vulnerable (DS 42/2011 MMA) y especies de flora como *Copiapoa coquimbana* en categoría Casi Amenazada y *Subpeltia arizata* en categoría de Preocupación menor, ambas bajo DS 41 de 2011, MMA. Esta última especie es el principal componente del hábitat reproductivo del Pingüino de Humboldt.

En relación a la investigación titulada "Actualización de las Líneas Bases de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos", bajo patrocinio de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, se informa que su solicitud ha sido bien acogida por esta Dirección Regional, considerando que los objetivos y metodología no se contraponen a los objetivos de conservación de la Reserva Nacional y su proceso de restauración ecológica en Isla Chañaral.

Se emite Autorización bajo los siguientes términos:

- Se debe coordinar, con al menos 5 días de anticipación, las campañas de terreno con Pedro Salazar, Jefe Provincial Huasco, al correo electrónico pedro.salazar@conaf.cl, con copia a César Pizarro, Jefe Sección Conservación Diversidad Biológica, al correo electrónico cesar.pizarro@conaf.cl.
- Listado de participantes del trabajo de campo 2020:

Nombre	Apellidos
Víctor	Gudiño Gacitúa
Julio	Salcedo Castro
Gonzalo	Olea Stranger
Franco	Salas Benicos
Álvaro	Willena Ortiz
Pedro	Báez Retamales
Nicolas	Rozbaczyllo
Mauricio	Valenzuela Alid
Alfredo	Pérez
Miguel	Espíndola Rojas
David	Gutiérrez Lagos
Gabriel	Rojas Barrera





AUTORIZA LA REALIZACIÓN DE MUESTREOS OCEANOGRÁFICOS Y BIOLÓGICOS SIN CAPTURA DE EJEMPLARES AL INTERIOR DE LAS RESERVAS MARINAS ISLA CHIARRAL E ISLAS GIGOROS Y DAMAS, POR PARTE DE CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS.

RESOLUCIÓN EXENTA Nº DN - 01379/2021

VALPARAÍSO, 02/08/2021

VISTOS:

1) Memorio DN - 02229/2021 de fecha 29 de julio de 2021 de la Unidad de Conservación y Biodiversidad que acompañó el INSTRUMENTO TÉCNICO Nº 0042/2021 fundamente respecto a solicitudes para la acción de muestreos oceanográficos y biológicos (sin captura de ejemplares) a interior de las Reservas Marinas Isla Chiarral e Islas Gigoros y Damas por parte de Centro de Investigación ECOS (Quilota) del 24 de julio de 2021 y sus antecedentes acompañados; la Resolución Nº 20/2021 de Sernapesca que aprobó el procedimiento para el ingreso y evaluación de solicitudes para la acción de actividades en Parques y Reservas Marinas que no requieren autorización de Pesca de Fomento; la Ley General de Pesca y Acuicultura; los Decretos Supremos Nº 238 de 2004, Nº 101 de 2005, Nº 101 de 2006, Nº 38 de 2011, Nº 90 de 2012 y Nº 109 de 2016 todos de actual Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción y la resolución Nº 7 de la Comisión General de la República.

CONSIDERANDO:

1º Que la reserva marina Isla Chiarral fue creada mediante D.S. Nº 101 de 2006 y la reserva marina Islas Gigoros y Damas se creó mediante D.S. Nº 101 de 2006 ambos de actual Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

2º Que la Ley General de Pesca y Acuicultura (en adelante "LGP") en sus Artículos 2º (numerales 4) y 3º (letra d)) como el Reglamento sobre Parques Marinos y Reservas Marinas de la Ley General de Pesca y Acuicultura (D.S. Nº 244 de 2004 (en adelante "Reglamento") en su Artículo 7º establecen que los parques y reservas marinas quedarán bajo jurisdicción del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (en adelante "Sernapesca").

3º Que de acuerdo a lo establecido en el Artículo 9º de cada Reglamento tanto en parques como en reservas marinas podrán realizarse actividades contempladas en los Reglamentos que forman parte de los Planes Generales de Administración (en adelante "PGA").

4º Que mediante D.S. Nº 90 de 2012 se aprobó el PGA de la reserva marina Isla Chiarral y mediante D.S. Nº 109 de 2016 de la reserva marina Islas Gigoros y Damas contemplándose en ambos instrumentos de gestión de modo de los programas de fomento respectivos la posibilidad de efectuar actividades de fomento que dependan a general conocimiento científicos y tecnológicos que sirven para lograr la conservación y mejoramiento de los recursos pesqueros bióticos y abióticos de las áreas marinas protegidas.

5º Que de modo de como se tiene establecido en la Resolución Nº 20/2021 que aprobó el procedimiento para el ingreso y evaluación de solicitudes para la acción de actividades en Parques y Reservas Marinas que no requieren autorización de Pesca de Fomento por parte de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

6º Que cumpliendo con los requisitos dispuestos en el procedimiento referido en el considerando anterior mediante correos electrónicos de fecha 04 y 10 de julio de 2021 ingresados a ecos@sernamep.gub.cl se recibe las solicitudes enviadas por parte de Centro de Investigación ECOS para solicitar la autorización de muestreos oceanográficos y biológicos sin captura de ejemplares en las reservas marinas Isla Chiarral e Islas Gigoros y Damas.

7º Que se establece además que las actividades tendrán una duración de 01 mes(es) y que consistirán en lo siguiente:

- Realizar los muestreos oceanográficos biológicos socioeconómicos de las reservas marinas Isla Chiarral e Islas Gigoros y Damas;
- Usar el Plan de Manejo para los recursos biológicos de importancia pesquera y ecológica en concordancia con el Plan General de Administración (PGA) establecido para la Reserva Marina Isla Chiarral.



MINISTERIO DE ECONOMÍA,
FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
PIJV 322/2019



AUTORIZA A ECOS CONSULTORES LIMITADA PARA
REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA

VALPARAÍSO, 20 FEB 2020

RESOL. EXENTA Nº 566

VISTO: Lo solicitado por Ecos Consultores Limitada mediante la carta C.I. SUBPESCA Nº 12515 de 2019; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, en Informe Técnico (PIJV) Nº 322/2019 contenido en Memorándum Técnico (PIJV) Nº 322/2019, de fecha 24 de diciembre de 2019; los Términos Técnicos de Referencia de la pesca de investigación para el proyecto **"Actualización de las Líneas Bases de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos"**; las Leyes Nº 19.880, Nº 20.560 y Nº 20.657, la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, el D.F.L. Nº 5 de 1983, los D.S. Nº 168 de 1985 y Nº 461 de 1995, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

CONSIDERANDO:

Que mediante carta citada en Visto, Ecos Consultores Limitada solicita a esta Subsecretaría la autorización para desarrollar una pesca de investigación, de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del proyecto **"Actualización de las Líneas Bases de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos"**.

Que, mediante Memorándum Técnico (PIJV) Nº 322/2019 citado en Visto, el Jefe de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2º de la Ley General de Pesca y Acuicultura, por cuanto es una actividad extractiva que no tiene fines comerciales, cuya finalidad es permitir el desarrollo del Proyecto FIPA Nº 2019-25,

Que dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.

Que de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.



MINISTERIO DE ECONOMÍA
FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
MODIFICA RESOLUCIÓN EXENTA Nº 566-2020



MODIFICA RESOLUCIÓN EXENTA Nº 566 DE 2020,
DE ESTA SUBSECRETARÍA.

VALPARAÍSO, 27 ENE 2021

RES. EX. Nº **143**

VISTO: Lo solicitado por Ecos Consultores Limitada mediante carta C.I. SUBPESCA VIRTUAL Nº 021 de fecha 05 de enero de 2021; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría mediante Memorándum Técnico (P. INVJ) Nº 001/2021, de fecha 06 de enero de 2021; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **"Actualización de las Líneas Bases de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos"**, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría; la Ley Nº 19.880; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, el D.F.L. Nº 5 de 1983 y el D.S. Nº 461 de 1995, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y la Resolución Exenta Nº 566 de 2020, de esta Subsecretaría.

CONSIDERANDO:

1.- Que mediante Resolución Exenta Nº 566 de 2020 de esta Subsecretaría, se autorizó a Ecos Consultores Limitada, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Actualización de las Líneas Bases de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos"**, por un plazo de 11 meses contados desde la fecha de su publicación de conformidad al artículo 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

2.- Que mediante C.I. SUBPESCA VIRTUAL Nº 021 de fecha 05 de enero de 2021, citado en Visto, la peticionaria solicitó ampliar el plazo de vigencia de la Resolución Exenta Nº 566 de 2020, de esta Subsecretaría, debido a las dificultades derivadas del estado de catástrofe declarado en todo el territorio nacional.

3.- Que la División de Administración Pesquera, mediante Memorándum Técnico (P. INVJ) Nº 001/2021, de fecha 06 de enero de 2021, citado en Visto, informó que los fundamentos entregados por el peticionario son atendibles, por lo que recomienda modificar la Resolución Exenta Nº 566 de fecha 20 de febrero de 2020, aumentando el plazo para efectuar la Pesca de Investigación en 5 meses y 2 semanas.



MINISTERIO DE ECONOMÍA
FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
P/INV E-2021-562 Reservas Marinas Isla
Chañaral e Islas Choros y Damas.

AUTORIZA A ECOS CONSULTORES
LIMITADA PARA REALIZAR PESCA DE
INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAÍSO.

R. EX. Nº E-2021-772

FECHA: 29/12/2021

VISTO: La solicitud por Ecos Consultores Limitada mediante la carta C.I. SUBPESCA Nº E-PINV-2021-238; la informada por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, en Informe Técnico (P.INV.) Nº E-2021-562, de fecha 14 de diciembre de 2021; las Términos Técnicos de Referencia de la pesca de investigación para el proyecto "Actualización de las Líneas Bases de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos"; las Leyes Nº 19.880, Nº 20.560 y Nº 20.657, la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuya texto refundida, coordinada y sistematizada fue fijada por el D.S. Nº 430 de 1991, el D.F.L. Nº 5 de 1983, las D.S. Nº 291 de 1987 y Nº 461 de 1995, las Decretos Exentos Nº 248 de 1996, Nº 264 de 1998, Nº 409 de 2003, Nº 2672 de 2013, Nº 2673 de 2013, Nº 543 de 2018, Nº D29 y Nº D79, ambas de 2020, y Nº 197 de 2021, todas del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

CONSIDERANDO:

Que, Ecos Consultores Limitada ingresó mediante carta citada en Visto, una solicitud para desarrollar una pesca de investigación conforme las Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominada "*Genética de Poblaciones y Evolución de Lapas del Género Scurria*".

Que, mediante Informe Técnico Nº E-2021-562 citada en Visto, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2º Nº 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, por cuanto es una actividad extractiva que no tiene fines comerciales y tiene como finalidad la extracción de recursos bentónicos y algas, con fines de establecer relaciones morfométricas de recursos bentónicos y análisis comunitarios de matrices biológicas, de las Reservas Marinas Isla Choros-Damas e Isla Chañaral, regiones de Coquimbo y Atacama respectivamente.



ARMADA DE CHILE

SHOA ORDINARIO N° 1327024/310/Vrs

AUTORIZA AL CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA. PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA MARINA EN LAS REGIONES DE ATACAMA Y COQUIMBO

VALPARAÍSO, 31 DIC. 2019

VISTO: lo solicitado por el CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA. mediante Solicitud N° 9192, de fecha 19 de noviembre de 2019 e información complementaria de las actividades a desarrollar en terreno, lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 192, de fecha 6 de marzo de 1969, modificado por Decreto Supremo N° 784, de fecha 14 de agosto de 1985; las atribuciones que me confiere el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto de 1975, "Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicción Nacional" y lo señalado en la Resolución SHOA Ordinario N° 6010/12 Vrs., de fecha 2 de enero de 2019,

RESUELVO:

- 1.- AUTORIZASE al CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., para que por mandato de la SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA, realice actividades de investigación científica marina en los sectores de las Islas Chañaral, Choros y Damas (Regiones de Atacama y Coquimbo – Carta Náutica SHOA N° 3000), en el marco del Proyecto denominado "FIPA 2019-25. Actualización de las Líneas Bases de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y Construcción de un Plan de Manejo de los Recursos Bentónicos", consistentes en mediciones de parámetros físico-químicos y compuestos inorgánicos de la columna de agua, corrientes (métodos eulerianos) y toma de muestras de sedimentos para análisis químico, granulometría y compuestos orgánicos, las cuales se realizarán a contar de esta fecha y hasta el 31 de enero de 2021.
- 2.- DECLÁRASE
 - a.- De acuerdo a la información proporcionada por la entidad citada en VISTO, este trabajo no requiere de inspección en terreno, ni revisión de los antecedentes finales del estudio por parte del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), en razón al carácter exploratorio de ellos. Por ende, este estudio se considerará sin valor oceanográfico.
 - b.- La entidad ejecutora deberá solicitar a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) la autorización de pesca de investigación para las muestras de especies y recursos hidrobiológicos, la cual deberá ser exhibida a la Autoridad Marítima.
 - c.- Considerar que previo al inicio de los trabajos e independiente al trámite de zarpe de la embarcación, el Jefe de Grupo responsable de los trabajos en terreno y representante de la Empresa CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., Sr. Víctor Guillermo Gacúa, deberá concurrir a las Capitanías de Puerto de Coquimbo y Huasco, para coordinar las actividades de investigación a ejecutar; requerir información respecto de las medidas de seguridad que se deben adoptar durante las operaciones de navegación y buceo, sin perjuicio de la obligación del Jefe de Terreno de solicitar ante dichas Capitanías y/o a otros organismos competentes del Estado, otras autorizaciones reglamentarias, según corresponda. Asimismo, se deberá informar la posición geográfica en que se instalarán los instrumentos oceanográficos y posteriormente su relato, como también cualquier variación a lo autorizado.



SHOA ORDINARIO N° 13270/24/11/15/ Vrs.

AUTORIZA AL CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA MARINA EN LAS REGIONES DE ATACAMA Y COQUIMBO.

VALPARAÍSO: 25 AGO 2021

VISTO: lo solicitado por el CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., mediante Solicitud N° 10976, de fecha 5 de julio de 2021 e información complementaria de las actividades a desarrollar en terreno; las atribuciones que me confiere el Decreto Supremo (M) N° 192, de fecha 6 de marzo de 1969, modificado por Decreto Supremo N° 784, de fecha 14 de agosto de 1985; lo señalado en el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto de 1975, "Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicción Nacional", lo establecido en la Resolución SHOA Ordinario N° 6070/1/5 Vrs., de fecha 4 de enero de 2021; lo estipulado en el Decreto Supremo N° 4, de fecha 5 de febrero de 2020, modificado por Decretos Supremos N° 6 y 10, de fechas 6 y 24 de marzo de 2020, respectivamente, prorrogado por Decreto Supremo N° 1, de fecha 15 de enero de 2021 y lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 104, de fecha 18 de marzo de 2020, prorrogado por Decreto Supremo N° 153, de fecha 25 de junio de 2021.

CONSIDERANDO:

- 1.- Que, el CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., con fecha 5 de julio de 2021, solicitó autorización para efectuar investigación tecnológica marina, correspondiente a mediciones de parámetros físico-químicos, clorofila a y compuestos inorgánicos de la columna de agua, corrientes (métodos eulerianos) y toma de muestras de sedimentos para análisis físico-químicos, materia orgánica total, sulfuros y granulometría, para los sectores de las Islas Chañaral, Choros y Damas; entre la Punta Pajaros y la Caleta Chañaral, desde la costa hasta el veril de los 600 m; y entre las Puntas Zorro y Mar Brava, desde la costa hasta el veril de los 600 m de profundidad, Regiones de Atacama y Coquimbo.
- 2.- Que, las atribuciones del SHOA en materias de investigaciones científicas y tecnológicas marinas efectuadas en la zona marítima de jurisdicción nacional, así como los procedimientos para la tramitación de las solicitudes relacionadas con dichas investigaciones, se encuentran establecidos en el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto citado en VISTO.
- 3.- Que, el D.S. N° 711, aprobó el Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicción Nacional, por lo que todo incumplimiento referente a trabajos de investigación científica y/o tecnológica marina permitidos, será sancionado de acuerdo a lo establecido en el Título III de dicho Decreto.



Anexo 8. Personal participante por actividad.

PERSONAL	ACTIVIDADES (Horas Hombre)							TOTAL
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	
Felipe Thomas	96	8		120	80	360	40	704
Miguel Espindola	96	24	40	120	160	360	40	840
Gabriel Rojas				80	160	360	40	640
David Gutiérrez		8		40	200	220		468
Gonzalo Olea	96	24	40	40	160	360	40	760
Julio Salcedo				80		320	40	440
Álvaro Villena				120	320	120		560
Franco Salas		40		24	368	320		752
Víctor Gudiño		16		80	160	360	40	656
Pedro Baéz						100		100
Nicolás Rockbacylo						100		100
Mauricio Valenzuela						100		100
Alfredo Perez						100		100
Mauricio Garrido					120		120	240
Palomita Ruiz					264			264
Camilo Aste					160			160
Mateo Gres					160			160
Raiza Carvajal					120			120
TOTAL	288	120	80	704	2.432	3.180	360	7.164

ACTIVIDADES (A)

- A1 Reuniones de coordinación SSPA
- A2 Solicitudes de autorización
- A3 Talleres de trabajo usuarios
- A4 Revisión bibliográfica
- A5 Campañas para el levantamiento de datos en terreno
- A6 Análisis de gabinete
- A7 Edición e impresión



Anexo 9. Revisión bibliográfica y sistematización de la información existente

Para la recopilación bibliográfica, durante la primera reunión de coordinación del proyecto, se acordó solicitar a la contraparte técnica toda la información relevante levantada en proyectos ejecutados anteriormente en las Reservas Marinas Islas Choros-Damas e Isla Chañaral.

En base a lo anterior, se levantó información proveniente de 9 estudios (Tabla 72), de los cuales, 3 contuvieron parámetros poblacionales para recursos bentónicos presentes en la Reserva Marina Islas Choros-Damas, habiendo información únicamente de un estudio para la Isla Choros (IFOP 1999), sector que presenta actualmente un régimen AMERB. Por otro lado, Isla Damas presentó información proveniente de dos estudios llevados a cabo en los años 2008 y 2015 (Tabla 72). Por último, Isla Chañaral presentó la mayor cantidad de estudios, contabilizando un total de 8 trabajos con información biológica al interior de la reserva.

La información recopilada fue sistematizada en una base de datos como anexo digital, considerando tanto las evaluaciones de stock, como densidades, abundancias, área habitada, estructura de tallas y, en general, información relevante que caracteriza, en base a sus principales parámetros poblacionales, las especies de interés en la zona de estudio.

Tabla 72. Estudios desarrollados en las Reservas Marinas Islas Choros-Damas e Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia.

Estudio	Año	Sector	Tipo organismos
IFOP. 1999	1999	Isla Choros e Isla Chañaral	Todos
ABIMAR. 2007 (fide ABIMAR 2013)	2007	Isla Chañaral	Recursos bentónicos
Gaymer et al. 2008	2008	Isla Damas e Isla Chañaral	Todos
ABIMAR. 2008 (fide ABIMAR 2011 en ABIMAR 2013)	2008	Isla Chañaral	Recursos bentónicos
Kreces. 2009 (fide ABIMAR 2013)	2009	Isla Chañaral	Recursos bentónicos
IFOP. 2012 (fide ABIMAR 2013)	2011	Isla Chañaral	Recursos bentónicos
ABIMAR. 2011 (fide ABIMAR 2013)	2011	Isla Chañaral	Recursos bentónicos
ABIMAR. 2013	2013	Isla Chañaral	Recursos bentónicos
Varela et al. 2016	2015	Isla Damas	Recursos bentónicos



INDICADORES POBLACIONALES EN RESERVAS MARIÑAS

Reserva Marina Isla Chañaral

En este sector es donde se concentra la mayor cantidad de estudios sobre recursos bentónicos, con una mayor frecuencia temporal entre 1999 y 2011 (Tabla 73). Entre la información recopilada se encontraron parámetros poblacionales relativos a superficies habitadas, abundancias, estructura de tallas, relaciones biométricas y condición poblacional (Tabla 74, Tabla 75 y Tabla 76). Cabe destacar que gran parte de los parámetros poblacionales recopilados son en base a lo reportado por ABIMAR (2013), debido a que no fue posible contar con todos los estudios solicitados, situación a considerar al momento de realizar comparaciones, al no tener conocimiento de las metodologías empleadas para la evaluación de los recursos en estudio. Los recursos que presentaron menor información fueron el huiro negro (*L. spicata/berteroana*), huiro palo (*L. trabeculata*) y lapa bonete (*F. costata*), con estimaciones de densidad para un sólo año (Tabla 73).

Tabla 73. Parámetros poblacionales de recursos bentónicos, Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia

Estudio	Fecha	Estación	Recurso	Densidad (ind/ m ²)
IFOP. 1999	1999	-	huiro negro	2,12
Gaymer et al. 2008	2008	invierno	huiro palo	0,42
IFOP. 1999	1999	verano	lapa bonete	0,01
IFOP. 1999	1999	invierno	lapa bonete	0,16

Por otro lado, los recursos lapa negra *F. latimarginata*, lapa rosada *F. cumingi* y loco *C. concholepas* presentaron información relativa a superficies habitadas, abundancias, estructura de tallas y condición. En general no es posible observar claras tendencias en los indicadores poblacionales, observándose grandes variaciones en las magnitudes, principalmente debido a lo observado en la evaluación del año 2009 por parte de la consultora Kreces (2009) (Tabla 74, Tabla 75 y Tabla 76; Figura 72, Figura 73 y Figura 74). Debido a lo anterior, resulta fundamental conocer en detalle las metodologías empleadas, para poder emplear bases de datos comparables, que permitan hacer uso de los indicadores de manera adecuada.

Para el recurso lapa negra *F. latimarginata*, las densidades observadas históricamente presentan valores entre los 0,01 y 0,23 ind/m² entre los años 1999 y 2011 respectivamente, con excepción de la estimada en el año 2009, alcanzando un valor de 1,56 ind/m². Presentando una tendencia similar, está la abundancia, la cual presenta un mínimo histórico de cerca de 108 mil individuos, aumentando considerablemente en la evaluación del año 2009, sobrepasando el millón de individuos, para luego disminuir a 213 mil individuos. Una situación contrapuesta sucede con la superficie habitada, estimándose durante el año 2007



un valor alrededor del millón 700 mil m², para luego disminuir drásticamente en aproximadamente un 50%. Posteriormente, en la evaluación del año 2011, se superó levemente la superficie estimada del año 2007, alcanzando sobre el millón 760 mil m² de superficie habitada por el recurso lapa negra (Figura 72). La fracción cosechable está representada por fluctuaciones que varían entre el 50% y 80% de la población por sobre la talla mínima de extracción legal, estimándose en el último estudio del año 2011 una fracción cosechable de 0,53, valor cercano al mínimo histórico. Por último, la talla máxima cuenta con dos registros para el mismo año, de 112 mm y 115 mm de longitud total (Figura 72).

La lapa rosada *F. cumingi*, presentó tendencias similares a la lapa negra, con densidades entre las 0,002 y 0,38 ind/m² entre los años 1999 y 2011 respectivamente, con la excepción del valor estimado en 2009 de 1,34 ind/m². De manera similar, las superficies habitadas estimadas tienen el mismo patrón que en lapa negra, disminuyendo en más del 50% durante el año 2009, para luego aumentar considerablemente durante el año 2011 superando el millón 700 mil m², y alcanzando valores cercanos a los de 2007. Por otro lado, la abundancia poblacional registró un gran aumento de alrededor de un 50% durante el año 2009, y manteniéndose relativamente estable en el último estudio, llegando a cerca de 670 mil individuos (Figura 73). La fracción cosechable presentó valores entre 0,53 y 0,74, con variaciones sin una tendencia clara. Por último, ambos registros de la talla máxima en 2011 presentan un valor de 106 mm de longitud total (Figura 73).

En el caso del recurso loco *C. concholepas*, se observan tendencias positivas en la mayoría de los indicadores. La densidad presenta variaciones positivas entre estudios, observándose un aumento sostenido entre los años 1999 y 2008, pasando de 0,01 a 0,08 ind/m² respectivamente, para aumentar considerablemente entre los años 2009 y 2011, con valores estimados de 0,45 y 0,49 ind/m² respectivamente. De manera similar, la abundancia poblacional ha presentado un aumento sostenido desde 2007 al último estudio en 2011, pasando de 117 mil a 1 millón 58 mil individuos. Tal como se observó en los recursos lapas *Fissurella spp.*, la superficie habitada disminuyó drásticamente durante el año 2009, para posteriormente aumentar en cerca de un 100% en el año 2011, superando los 2 millones 121 mil m² (Figura 77). La fracción cosechable presenta los menores valores entre 2007 y 2008, con valores de 0,46 y 0,38 respectivamente, mientras que en los estudios posteriores se observó una mayor proporción de ejemplares cosechables, llegando a 0,49 en el último estudio en el año 2011. Por otro lado, la talla máxima observada presentó su mayor valor en 2007, alcanzando los 144 mm de longitud máxima, disminuyendo el año 2011 con valores dispares entre los estudios de ABIMAR (2011) e IFOP (2012), siendo de 131 y 140 mm de longitud máxima respectivamente.



Tabla 74. Parámetros poblacionales del recurso lapa negra *Fissurella latimarginata*, Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia

Estudio	Fecha	Estación	Superficie Habitada (m ²)	Densidad (ind/m ²)	Abundancia (ind)	Abundancia Cosechable (ind)	Talla Media (mm)	Talla Máxima (mm)	Fracción Cosechable
IFOP. 1999	1999	invierno	-	0,01	-	-	-	-	-
ABIMAR. 2007	2007	-	1.692.895	0,09	153.710	108.917	-	-	0,70
ABIMAR. 2008	2008	invierno-primavera	-	-	-	-	-	-	-
Gaymer et al. 2008	2008	invierno	-	0,03	-	-	64,24	-	0,5
Kreces. 2009	2009	-	805.736	1,56	1.256.949	1.023.515	-	-	0,81
ABIMAR. 2011	2011	verano	-	-	-	-	-	112	-
IFOP. 2012	2011	-	1.763.960	0,23	398.655	213.018	-	115	0,53

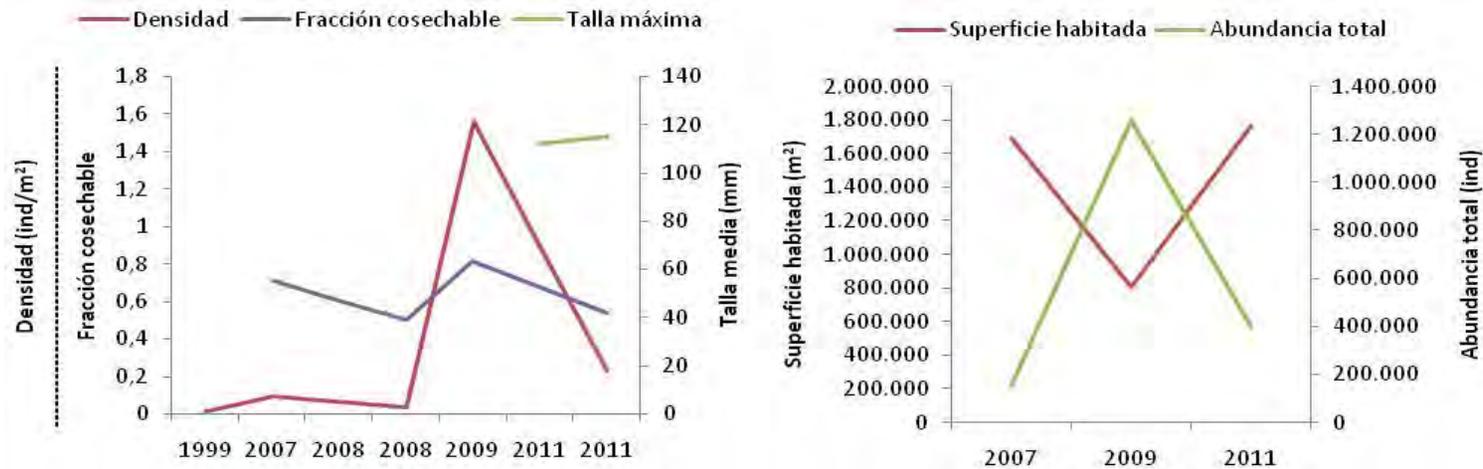


Figura 72. Indicadores poblacionales del recurso lapa negra *Fissurella latimarginata*, Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia

Tabla 75. Parámetros poblacionales del recurso lapa rosada *Fissurella cumingi*, Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia.

Estudio	Año	Estación	Superf. Hab. (m ²)	Dens. (ind/ m ²)	Abundancia (ind)	Abundancia Cosechable (ind)	Talla Media (mm)	Talla Máxima (mm)	Fracción Cosechable
IFOP. 1999	1999	Verano	-	0,002	-	-	-	-	-
IFOP. 1999	1999	invierno	-	0,09	-	-	-	-	-
ABIMAR. 2007	2007	-	1.692.895	0,2	341.206	254.493	-	-	0,74
ABIMAR. 2008	2008	Invierno primavera	-	-	-	-	-	-	-
Gaymer et al. 2008	2008	invierno	-	0,07	-	-	66,41	-	0,53
Kreces. 2009	2009	-	513.876	1,34	688.593	440.700	-	-	0,64
ABIMAR. 2011	2011	verano	-	-	-	-	-	106	-
IFOP. 2012	2011	-	1.761.791	0,38	673.004	460.534	-	106	0,68

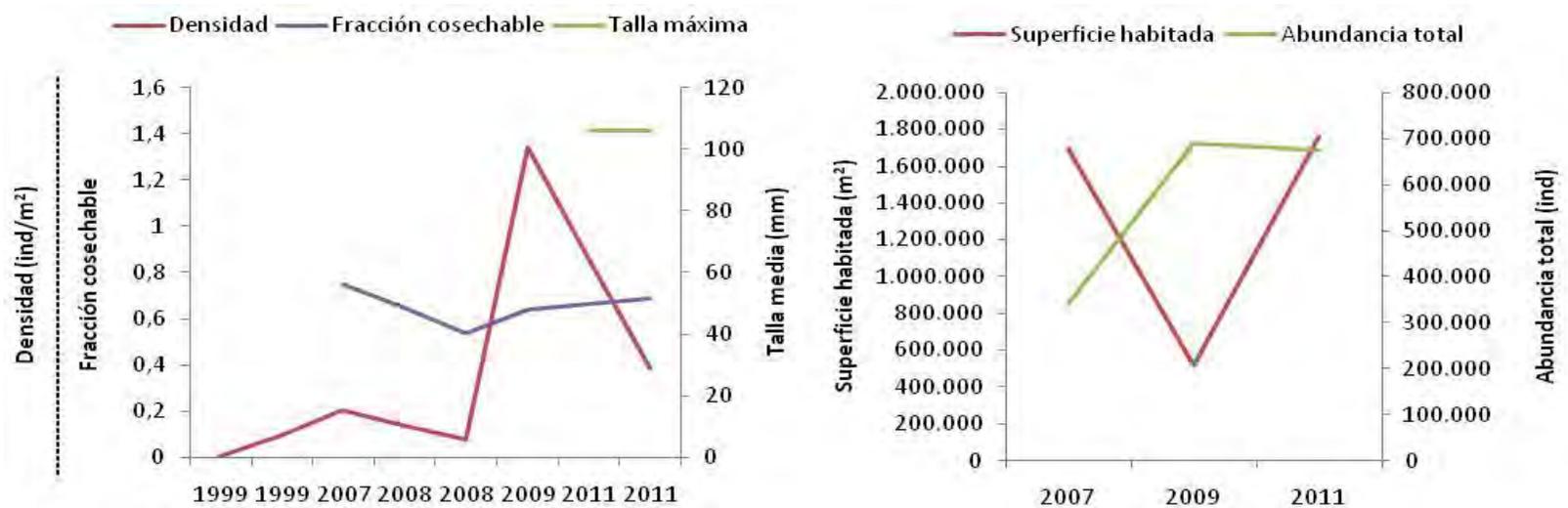


Figura 73. Indicadores poblacionales de lapa rosada *Fissurella cumingi*, Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia.

Tabla 76. Parámetros poblacionales del recurso loco *Concholepas concholepas*, Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia.

Estudio	Año	Estación	Superf Hab. (m ²)	Dens. (ind/m ²)	Abundancia (ind)	Abundancia Cosechable (ind)	Talla Media (mm)	Talla Máxima (mm)	Fracción Cosechable
IFOP. 1999	1999	verano	-	0,01	-	-	-	-	-
IFOP. 1999	1999	invierno	-	0,05	-	-	-	-	-
ABIMAR. 2007	2007	-	1.692.895	0,07	117.627	54.834	-	-	0,46
ABIMAR. 2008	2008	invierno-primavera	-	-	-	-	-	144	-
Gaymer et al. 2008	2008	invierno	-	0,08	-	-	93,27	-	0,38
Kreces. 2009	2009	-	1.053.832	0,45	474.224	246.597	-	-	0,52
ABIMAR. 2011	2011	verano	-	-	-	-	-	131	-
IFOP. 2012	2011	-	2.121.575	0,49	1.058.666	526.295	-	140	0,49

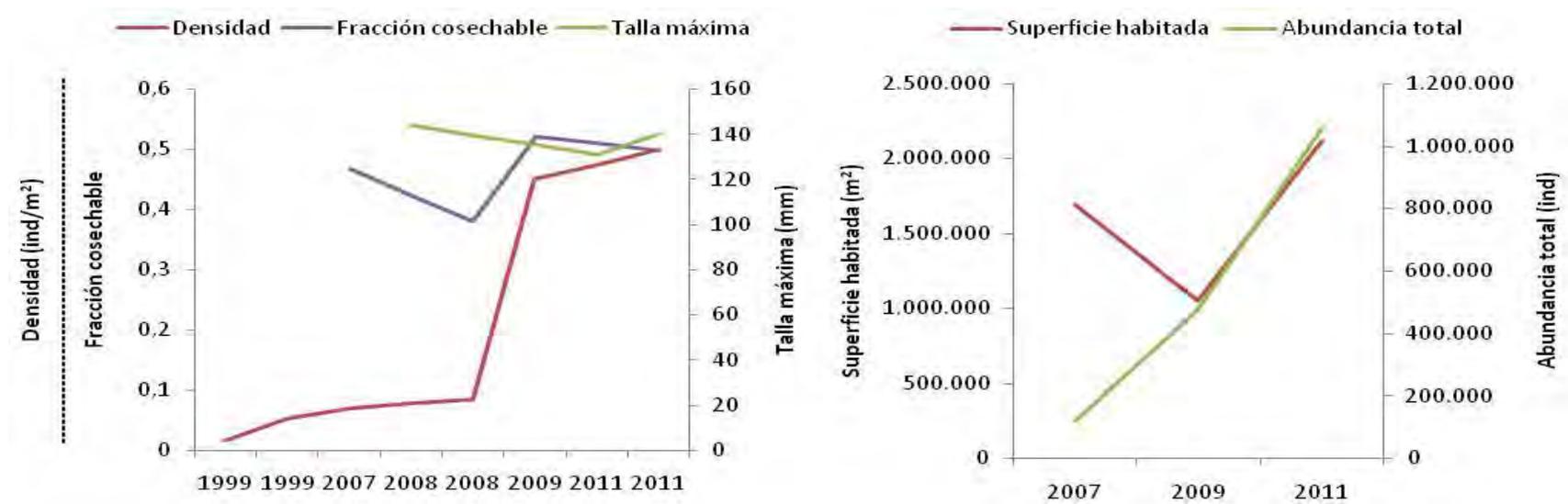


Figura 74. Indicadores poblacionales de loco *Concholepas concholepas*, Isla Chañaral. Fuente: elaboración propia

Reserva Marina islas Choros-Damas

Isla Choros

Para el sector de Isla Choros, se obtuvo información de 5 recursos bentónicos de un solo estudio, ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero en el año 1999, durante las estaciones de verano e invierno (Tabla 77). La data en general fue escasa, centrándose en la estimación de densidades y tallas medias, a excepción del recurso loco *Concholepas concholepas*, para el cual se informa la abundancia estimada durante la estación de verano, alcanzando los 315.000 individuos.

Tabla 77. Parámetros poblacionales de recursos bentónicos, Isla Choros. Fuente: elaboración propia.

Estudio	Año	Estación	Recurso (Especie)	Densidad (Ind/m ²)	Abundancia Total (Ind)	Talla Media (mm)
IFOP. 1999	1999	-	huir negro	3,65	-	-
IFOP. 1999	1999	verano	lapa bonete	0,0405	-	59,3
IFOP. 1999	1999	invierno	lapa bonete	0,1371	-	55
IFOP. 1999	1999	verano	lapa negra	0,0123	-	64,2
IFOP. 1999	1999	invierno	lapa negra	0,0912	-	66
IFOP. 1999	1999	verano	lapa rosada	0,0021	-	43,05
IFOP. 1999	1999	invierno	lapa rosada	0,081	-	84
IFOP. 1999	1999	verano	loco	0,0488	315.000	95,5
IFOP. 1999	1999	invierno	loco	0,0819	-	79,3

Isla Damas

Para el sector de Isla Damas se obtuvo información de dos estudios desarrollados en invierno de 2008 y primavera-verano 2015, para 6 recursos bentónicos (Tabla 78). No obstante, los recursos almeja (*Gari solida*), erizo rojo (*Loxechinus albus*) y huir palo (*Lessonia trabeculata*) presentan información sólo para un periodo.

A diferencia de lo reportado para Isla Choros, en Isla Damas se encontró más información respecto de parámetros poblacionales, entre los que destacan superficies habitadas, abundancias, estructura de tallas, relaciones biométricas y condición poblacional (Tabla 78, Anexo digital 'BD_POBLACIONES.xlsx').

En general, se observan tendencias positivas para los parámetros poblacionales de los recursos lapas *Fissurella* spp. y loco *C. concholepas* (Figura 75, Figura 76 y Figura 77), con excepción de la densidad de la lapa rosada *F. cumingi*, la cual se mantuvo estable. En base a los indicadores de abundancia y estructura de tallas, Varela *et al.* (2016) indicaron que los



estados poblacionales de los recursos loco y lapa negra se encontraban "en recuperación", mientras que el estado poblacional de lapa rosada estuvo "en equilibrio".

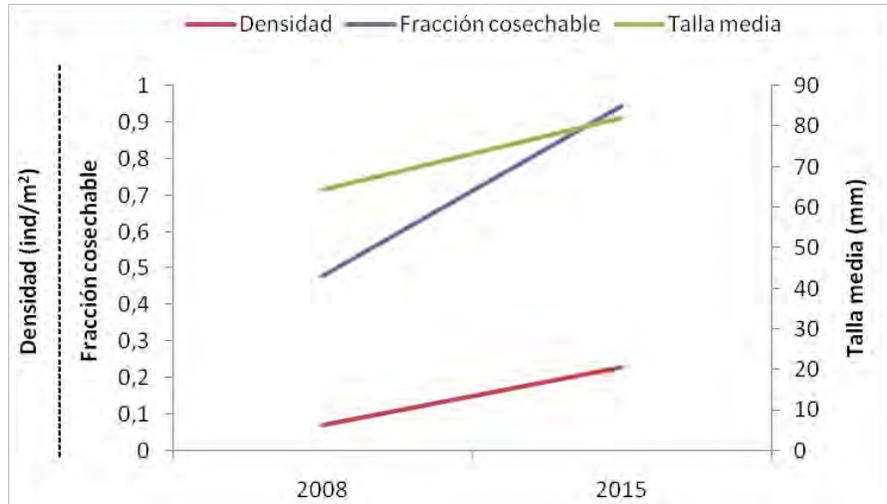


Figura 75. Indicadores poblacionales del recurso lapa negra *Fissurella latimarginata*, Isla Damas. Fuente: elaboración propia.

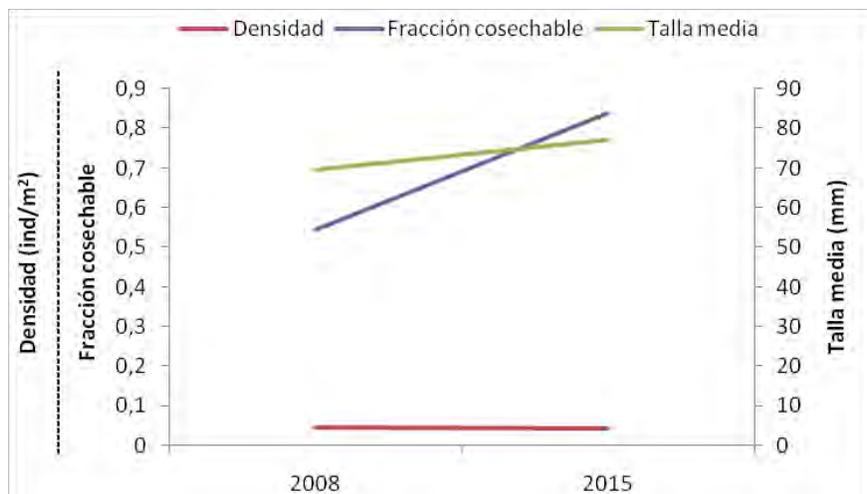


Figura 76. Indicadores poblacionales del recurso lapa rosada *Fissurella cumingi*, Isla Damas. Fuente: elaboración propia.



Tabla 78. Parámetros poblacionales de recursos bentónicos, Isla Damas. Fuente: elaboración propia

Estudio	Fecha	Estación	Recurso	Superficie Habitada (m ²)	Densidad (ind/ m ²)	Abundancia (ind)	Abundancia Cosechable (ind)	Biomasa (Kg)	Biomasa Cosechable (Kg)	Talla Media (mm)	Talla Máxima (mm)	Fracción Cosechable
Varela et al. 2016	2015	primavera-verano	almeja	273.112	2,92	799.531	536.998	66.524	59.224	56,81	72	0,67
Varela et al. 2016	2015	primavera-verano	erizo rojo	36.074	0,23	8.348	7.024	2.497	2.378	88,62	129	0,84
Gaymer et al. 2008	2008	invierno	huero palo	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-
Gaymer et al. 2008	2008	invierno	lapa negra	-	0,07	-	-	-	-	64,42	-	0,47
Varela et al. 2016	2015	primavera-verano	lapa negra	650.858	0,23	149.387	141.061	15.244	14.971	82,17	118	0,94
Gaymer et al. 2008	2008	invierno	lapa rosada	-	0,04	-	-	-	-	69,51	-	0,54
Varela et al. 2016	2015	primavera-verano	lapa rosada	650.858	0,04	27.161	22.796	2.432	2.252	77,21	104	0,83
Gaymer et al. 2008	2008	invierno	loco	-	0,06	-	-	-	-	97,41	-	0,39
Varela et al. 2016	2015	primavera-verano	loco	601.525	0,17	103.152	74.357	31.388	26.457	105,5	144	0,72



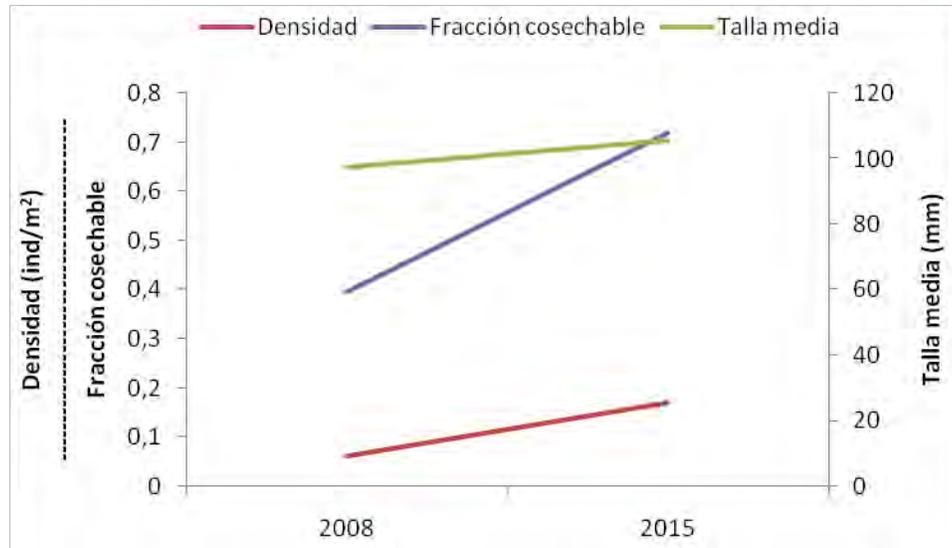


Figura 77. Indicadores poblacionales del recurso loco *Concholepas concholepas*, Isla Damas. Fuente: elaboración propia

ÍNDICES COMUNITARIOS EN RESERVAS MARIINAS

En cuanto a los índices comunitarios obtenidos en estudios anteriores (Tabla 79), se puede hacer un análisis por cada isla de las respectivas Reservas Marinas.

Tabla 79: Índices comunitarios calculados dentro de las Reservas marinas de las islas Choros – Damas e isla Chañaral. Fuente; Elaboración propia a partir de IFOP. 1999 y Varela. 2016

Estudio	Isla	Hábitat	R (media)	H (media)	H (d.s.)	λ' (media)	λ' (d.s.)	J' (media)	J' (d.s.)
IFOP. 1999	Chañaral	intermareal	25	1,500	0,566	0,291	0,409	0,570	0,062
		submareal	58	2,045	0,304	0,001	0,000	0,526	0,042
IFOP. 1999	Isla Choros	intermareal	19	1,470	0,396	0,041	0,055	0,555	0,025
		submareal	75	2,513	0,349	0,001	0,000	0,635	0,146
Varela et al. 2016	Isla Damas	Submareal somero	40	0,532	0,143	0,508	0,124	0,384	0,057

Reserva Marina Isla Chañaral

En el estudio de IFOP (1999) se obtuvieron índices por hábitat intermareal y submareal. En el hábitat intermareal se registró la menor riqueza con 25 especies, siendo más del doble en el hábitat submareal, con 58 especies, la diversidad de Shannon (H') en tanto fue baja (H' : 0,566; 0,105) al igual que la diversidad de Simpson (λ' : 0,291; 0,409), siendo casi el doble la desviación

estándar en esta última. En cuanto a la uniformidad (J' : 0,570; 0,062) esta muestra una comunidad con abundancias no tan dispares o más uniformes en el intermareal, siendo este índice en el submareal, algo menor (J' : 0,526; 0,042), lo que se traduce en una comunidad con abundancias más dispares respecto al intermareal.

Reserva Marina Islas Choros - Damas

Isla Choros

La riqueza para esta isla varió entre la menor encontrada, con R: 19 para el intermareal y la más alta R: 75 para el submareal, de los estudios revisados. En tanto, la diversidad de Shannon (H') para el intermareal, fue de los más bajos (H' : 1,470), siendo, por el contrario, uno de los más altos en el submareal (H' : 2,513), la diversidad de Simpson al contrario fue baja en ambos hábitats (λ' : 0,041 y 0,001). **La uniformidad fue mayor en el hábitat submareal respecto al intermareal**, siendo en ambos casos alta, indicando abundancias más homogéneas que en Isla Chañaral.

Isla Damas

Esta isla fue estudiada en dos sectores submareales someros, siendo la riqueza media de 40, la tercera en comparación con las otras islas. La diversidad de Shannon fue baja, aunque la diversidad de Simpson, fue la más alta de todos los estudios, en tanto la uniformidad fue la menor, indicando grandes diferencias en las abundancias observadas.

INFORMACIÓN DE ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS (AMERB) CIRCUNDANTES A LAS RESERVAS MARINAS

Junto con la información de estudios realizados al interior de las reservas marinas, se sistematizó la información proveniente de documentos técnicos de cuatro planes de manejo pesqueros de áreas aledañas a las reservas, a fin de analizar parámetros poblacionales para recursos bentónicos presentes en las AMERBs de Chañaral de Aceituno Sector B y Chañaral de Aceituno, las cuales se encuentran al norte y al sur respectivamente de la Reserva Marina Isla Chañaral, además de las AMERBs Apollillado y La Peña, las cuales están al norte y sur respectivamente de la Reserva Marina Islas Choros y Damas. La información recopilada fue sistematizada en una base de datos como **anexo digital ('BD_AMERBs.xlsx')**, considerando tanto las evaluaciones de stock, como densidades, abundancias, área habitada, estructura de tallas y, en general, información relevante que **caracteriza las especies de interés**. En un segundo anexo digital ('REVISION_AMERBs.doc') se presentan los resultados ordenados por recursos; loco, lapa negra y lapa rosada, además del orden por AMERB de norte a sur.



Anexo 10. Sistematización de reuniones de la mesa de trabajo y de los Comités Consultivos y de Administración de RMICD

Nombre instancia	Año	Nº de sesiones	Participantes públicos	Participantes privados		Nº acuerdos	Resumen de acuerdos
				pesca y turismo	sociedad civil y academia		
Mesa de trabajo	2007	1	4	44	3	1	Se acuerdan algunos lineamientos para la realización de circuitos de embarcaciones turísticas y prácticas de buceo
Mesa de trabajo	2008	5	6	3	2	2	Se acuerdan generar un vínculo con el trabajo de la RNPH y también se acuerda definir indicadores de gestión de la RM en base a la línea base (FIP 2006-56)
Mesa de trabajo	2009	6	6	6	4	5	Fijar en conjunto con la CONAF los temas en común. Definir los indicadores de gestión para la Reserva Marina. Avanzar en el desarrollo e implementación de un acuerdo de cooperación entre el SERNAPESCA, la CONAF y la ARMADA, para el cuidado y fiscalización de las Reservas. Desarrollar más acciones de difusión sobre los objetivos de la Reserva Marina. Firmar el Convenio de Cooperación Interinstitucional por el cuidado de las reservas.
Mesa de trabajo	2010	4	7	8	3	4	Se acuerda coordinar reunión para analizar los problemas de fiscalización de la reserva marina. Difundir entre las bases el reglamento de avistamiento de fauna y la zonificación. analizar la posibilidad de incorporar el Sendero Submarino de Isla Damas a las actividades realizadas por la Fundación Sendero de Chile.
Mesa de trabajo	2011	4	8	7	3	1	Se acuerda aceptar la propuesta de instalación de las boyas ecológicas en 3 puntos dentro de la Reserva Marina.



Mesa de trabajo	2012	3	8	2	3	2	SERNAPESCA y CONAF trabajaran en conjunto para generar propuesta diseño de centro de información ambiental integral en Punta de Choros. Trabajaran en conjunto para generar convenios de cooperación para el cuidado de ambas áreas protegidas.
Mesa de trabajo	2013	1	10	13	15	0	Presentaciones seguimientos
Mesa de trabajo	2014	1	9	4	9	4	Avanzar en la búsqueda de financiamiento FNDR para que exista presencia permanente de Sernapesca en Punta de Choros. Que el CCL solicite que Isla Gaviota sea incorporada oficialmente a la RNPH. Solicitar a la Armada que se instruya a alcalde de mar que previo al zarpe de cualquier embarcación con visitantes que tenga como objetivo desembarcar en la RNPH, es obligación incorporar una charla ambiental entregada por parte de Guardaparques de CONAF a los visitantes. La armada apoyará a CONAF en temporada de alta visitasiones (especialmente febrero) disponiendo personal en el continente (muelle San Agustín) y en isla Damas. También se acuerda realizar visitas de fiscalización con patrullera durante el mes.
Mesa de trabajo	2015	1	15	8	6	2	Reunión Sernapesca, Conaf, SERNATUR, gremio y Organizaciones de turismo del lugar para tratar temas de temporada. Se solicitará formalmente a Conaf autorización para instalar lienzo del proyecto "Eco ruta del delfín" en sección de Administración de la ASP
Mesa de trabajo	2016	1	12	2	9	2	Se valida la idea propuesta de SERNAPESCA de avanzar en la realización de un Seminario ambiental en Punta de Choros. Se acuerda discutir el proceso



							de renovación de directiva del CCL para marzo 2017.
Mesa de trabajo	2018	1	8	10	0	3	<p>Se valida la emisión de reglamento que regule el número de embarcaciones que desarrolla actividades de turismo dentro de la reserva marina.</p> <p>Se acuerda trabajar en conjunto con SERNATUR para finalizar la acreditación de las embarcaciones que desarrollan actividades de turismo en la reserva marina.</p> <p>Se acuerda efectuar una última revisión al listado de embarcaciones que quedará incorporado al reglamento, incorporando aquellas que ya han desarrollado actividades de turismo.</p>
Mesa de trabajo	2019	5	7	6	6	4	<p>Se acuerda trabajar en recopilación de antecedentes de usos actuales en la reserva marina, como insumos para la propuesta de zonificación que se hará en el marco del proyecto FIPA 2018-43.</p> <p>Se acuerda a realización del calendario de sesiones de la mesa de trabajo propuestas para el año 2019.</p> <p>Trabajar con dueños de embarcaciones para mejorar registro de visitantes de la reserva marina. Sernapesca se reunirá con la Federación Gremial de Pescadores y Buzos Mariscadores de la Higuera para gestionar la participación en las sesiones del Comité Consultivo de representantes de las Caletas Chungungo, Totoralillo Norte y Hornos.</p>
Comité consultivo	2020	1	11	1	4	1	<p>Conformar grupos de trabajo para abordar las propuestas de modificación de la Res. Ex. N° 29/2019.</p>



Comité consultivo	2021	3	11	3	3	4	<p>Elección de representantes ante el Comité de Administración Las escuelas de buceo local se inscribirán a la brevedad en el registro definido por la Res. Ex. N° 29/2019.</p> <p>Se conforma grupo de trabajo para la revisión y actualización de la Res. Ex. N° 29/2019.</p> <p>Se conforma grupo de trabajo para la evaluación y actualización del PGA de la Reserva Marina.</p> <p>Se desarrollará experiencia de Ciencia Ciudadana para la detección temprana de Especies Exóticas Invasivas, con la participación de buzos locales.</p>
Comité consultivo	2022	1	4	1	6	2	<p>Continuar con el proceso de socialización de la propuesta de zonificación de la Reserva Marina ante la comunidad local. Gremio de Punta de Choros se compromete a actualizar a la brevedad la información de las embarcaciones sustitutas, y proponer vías de solución a aquellas embarcaciones que no quedaron consignadas en el reglamento (Res. Ex. N° 29/2009).</p>
Comité de administración	2020	1	14	0	4	3	<p>Acuerdos en torno a la formalización de la participación de distintos actores y al avance de la incorporación de las poblaciones de peces de roca costeros, a los planes de manejo de las AMERBs.</p>
Comité de administración	2021	3	15	0	4	6	<p>Generar mecanismos de comunicación con la SUBPESCA en la temática de pescas de investigación, retroalimentación con la academia de manera de dirigir los estudios para que respondan a las líneas necesarias para los objetivos de conservación de la reserva, coordinación con Conaf para unificar criterios en la aplicación de regulaciones a las actividades. coordinación</p>



							con "Científicos de la basura", generar alianza con CEAZA para la generación de material de difusión. Desarrollar proceso de difusión ante los guías y operadores turísticos
Comité de administración	2022	1	10	0	4	1	Socialización de la propuesta de zonificación de la Reserva Marina

