



INFORME FINAL

FIPA N° 2022-19

Diseño de un programa de vigilancia ambiental de las condiciones

bio-ecológicas, oceanográficas, socio-económicas y de gobernabilidad de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA)

PROYECTO

FIPA N° 2022-19 **“Diseño de un programa de vigilancia ambiental de las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socio-económicas y de la gobernabilidad de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA)”**

REQUIRENTE

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

EJECUTOR

Centro de Investigación Ecos

JEFE PROYECTO

Miguel Espíndola Rojas
Centro de Investigación Ecos
Av. Quillota 1130, Viña del Mar
E-mail: mespindola@ecosmar.cl

• Valparaíso, julio de 2024 •

Sugerencia para citar este informe:

Espíndola Rojas, M., Olea Stranger, G., Gudiño Gacitúa, V., Araya Goncalves, G., Martínez Burgos, V., Valenzuela Alid, M., Rojas Barrera, G., Villena Ortiz, Á., Aste, C., & Giancaspero, K. (2024). *Diseño de un programa de vigilancia ambiental de las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socio-económicas y de gobernabilidad de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA)*. Centro de Investigación Ecos. Informe final FIPA N° 2022-19.

RESUMEN

Este estudio aborda el diseño y ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), con el fin de monitorear las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socioeconómicas y de gobernabilidad. Se busca proporcionar información relevante para una gestión sostenible de la reserva, comparando sus condiciones con áreas adyacentes, específicamente Áreas de Libre Acceso (ALA) y Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).

El estudio se contextualiza dentro del marco global de conservación marina, resaltando el papel fundamental de las Áreas Marinas Protegidas (AMP) en la preservación de la biodiversidad marina y los recursos. Se hace énfasis en la importancia de establecer objetivos claros y un sistema de monitoreo efectivo para evaluar el desempeño de estas áreas.

Objetivo 1. "Diseñar un Programa de Vigilancia Ambiental para los indicadores establecidos en el PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral, considerando las recomendaciones que entregue el proyecto FIPA 2019-25 "Actualización de las líneas bases de la Reserva Marina Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y construcción de un programa de manejo de recursos bentónicos", en sitios representativos de la Reserva, realizando comparaciones con un Área de Libre Acceso (ALA) y un Área de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERB) de la zona.

El establecimiento de áreas protegidas se ha reconocido como una herramienta crucial para la conservación, aunque los impactos socioeconómicos han recibido menos atención en comparación con la efectividad de la conservación. Este estudio se examinaron los indicadores socioeconómicos derivados de la gestión de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) y su influencia en la utilización de recursos biológicos y otros bienes y servicios del ecosistema.

Los resultados muestran que las AMERBs cercanas a la Reserva Marina Islas Choros Damas (RMICD) experimentaron aumentos en la productividad, sugiriendo un impacto económico positivo de esta reserva en áreas adyacentes, especialmente para el recurso loco. Sin embargo, este patrón no se observó en la RMICHA. Respecto a la lapa negra, se observó una alta variabilidad en la productividad, aunque las AMERBs cercanas tanto a la RMICHA como a la RMICD mantuvieron fluctuaciones en torno al punto de referencia objetivo, indicando un posible efecto positivo en la productividad de este recurso en áreas adyacentes.

En cuanto al aprovechamiento de los recursos dentro de la RMICHA, se calculó el Ingreso Bruto Unitario (IBU) correspondiente a actividades transitorias de cosecha, mostrando una disminución entre 2015 y 2023 debido a la implementación de criterios más cautelosos durante el año 2023. Además, se exploró el ingreso generado por actividades turísticas, aunque la falta de información precisa sobre el número de viajes realizados plantea desafíos en la reconstrucción de este indicador.

Para abordar el nivel de participación y satisfacción de la comunidad respecto del sistema de gestión de la RMICHA, se realizaron encuestas, las cuales revelaron que el 100% de los encuestados percibe un impacto positivo en la actividad económica y turística gracias a la existencia y gestión de la RMICHA, con un 87% reportando una mejora en sus ingresos. En función de ello, se resalta la necesidad de encuestas adicionales para comprender mejor la naturaleza de estos beneficios.

En cuanto al análisis integrado de los indicadores de gobernanza, se identificaron varios temas cruciales, incluida la estrategia de gestión integrada, los desafíos financieros y de fiscalización, los cambios en la legislación y modelos de gobernanza, la participación y colaboración de las partes interesadas, y la relación entre conservación y desarrollo sostenible.

En resumen, el desarrollo de este objetivo permitió desarrollar una visión integral de los indicadores socioeconómicos y de gobernanza relacionados con la gestión de la RMICHA, destacando la importancia de considerar estos aspectos en la conservación marina y el desarrollo sostenible de las comunidades locales.

Objetivo 2. Ejecución de un piloto del Programa de Vigilancia Ambiental diseñado, realizando comparaciones con ALA y AMERB de la zona

Se analizaron parámetros oceanográficos distintas estaciones del año, a partir de ello, se observaron variaciones en la concentración de oxígeno disuelto, especialmente en otoño, posiblemente atribuibles a fenómenos naturales como la estratificación de la columna de agua producto de efectos de surgencia costera. También se analizó la relación entre las condiciones climáticas y los parámetros monitoreados, destacando cambios estacionales en la temperatura del agua, pH, salinidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Estas variaciones estuvieron aparentemente influenciadas por fenómenos como El Niño y la surgencia costera.

Se identificaron posibles bioindicadores de las condiciones climáticas locales mediante el estudio del fitoplancton y zooplancton. Se detectó una variación temporal en la composición y abundancia de especies, relacionada con cambios en las condiciones oceanográficas. Específicamente, se observa una dominancia de ciertas especies en diferentes estaciones del año, lo que podría indicar la influencia de eventos como El Niño y la surgencia costera en la biodiversidad marina.

A partir de los análisis realizados se concluye que se requiere un incremento en el esfuerzo temporal de monitoreo para explicar de mejor manera las variaciones estacionales y así comprender mejor la dinámica de los ecosistemas marinos y sus respuestas a los cambios ambientales. Esto permitiría establecer patrones de variación y detectar anomalías que podrían afectar la salud de los ecosistemas marinos y la comunidad costera.

El análisis del fitoplancton permitió registrar 51 especies taxonómicas en la localidad analizada, principalmente diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados, con una alta variación temporal en su concentración y composición. Se identificaron especies dominantes en diferentes estaciones

del año, relacionadas con cambios en las condiciones oceanográficas, como estratificación superficial, mezcla vertical y temperatura del agua. El fitoplancton mostró una respuesta biológica a dos forzantes ambientales contrapuestos: El Niño, asociado a aumento de temperatura y estratificación superficial, y procesos de surgencia costera, relacionados con disminución de temperatura superficial y mayor mezcla vertical. Especies como *Proboscia alata* y *Rhizosolenia setigera* fueron preponderantes en otoño, mientras que *Chaetoceros debilis* y *Thalassiosira aestivalis* lo fueron en primavera, indicando la influencia de estos fenómenos.

Para el zooplancton, se observó una variación temporal en la abundancia y composición de especies, con una dominancia de copépodos calanoideos durante todo el año. Se destacó la influencia de la surgencia costera y El Niño en la estructura del zooplancton, con un aumento del zooplancton gelatinoso durante eventos de El Niño.

En cuanto a la diversidad biológica, los resultados muestran una alta diversidad de especies de macrofauna bentónica en la RMICHA, con valores máximos de riqueza observados en muestras recolectadas en sustratos blandos y especies asociadas a discos y frondas de algas pardas. Para el caso de los sedimentos la composición de especies varía entre los sitios de muestreo, probablemente debido a diferencias en el tipo de sedimento y la exposición al oleaje. Se encontraron altas coincidencias con estudios anteriores, pero también se observó un aumento en la riqueza de especies.

El estudio examinó la diversidad de peces asociada a bosques de huiro palo en tres áreas de gestión (RMICHA, ALA y AMERB). El monitoreo se desarrolló durante la época de verano del año 2023. Se usaron puntos de observación fijos y una plataforma de muestreo con una cámara Insta360 que permitió una identificación precisa de las especies, minimizando sesgos causados por la presencia humana, además se evitó el uso de carnadas para evitar el sesgo hacia especies carnívoras. Los resultados revelaron una mayor abundancia y diversidad de especies en la RMICHA en comparación con el ALA y el AMERB. Específicamente, las especies *Cromis crusma* y *Cheilodactylus variegatus* fueron dominantes en la RMICHA, mientras que el ALA y el AMERB Chañaral presentaron una diversidad y abundancia de especies más limitadas.

Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que han destacado el impacto positivo de las reservas marinas en la diversidad y abundancia de especies de peces. La presencia de características específicas del hábitat, como los discos de adhesión más grandes en los bosques de huiro palo de la RMICHA constatado en el presente estudio, puede explicar la abundancia de especies como *Cheilodactylus variegatus* que se alimenta de crustáceos y moluscos asociados a esta alga. Además, factores oceanográficos, como la presencia de corrientes geostróficas y cañones submarinos, pueden influir en una mayor concentración de plancton para sustentar grandes cardúmenes de la especie planctívora *Cromis crusma*.

El desempeño de indicadores de densidad, estructura de tallas y estado de salud de poblaciones de recursos bentónicos y algas de interés comercial en la RMICHA experimentó una tendencia positiva en la población del recurso Loco (*Concholepas concholepas*), con una mejora en la densidad y estructura de tallas durante la campaña de otoño de 2023, aunque con una reducción

en el área habitada. La RMICHA muestra densidades menores en comparación con otras áreas de gestión, pero exhibe tallas significativamente mayores, indicando posiblemente una mayor protección y manejo efectivo de los recursos en la reserva. Además, se observa una marcada recuperación en la salud poblacional del recurso Loco desde el año 1999, posiblemente atribuible a medidas de conservación y variaciones ambientales.

Para la población de lapa negra (*Fissurella latimarginata*), se observa una alta variabilidad en la densidad sobre el sustrato habitado, con densidades más altas durante el invierno. Se encontraron tallas significativamente mayores en la RMICHA en comparación con otras áreas, sugiriendo una influencia positiva de la gestión de la reserva en la salud poblacional de esta especie.

En cuanto a la lapa rosada (*Fissurella cumingi*), se registró una alta variabilidad estacional en la densidad, con presencia constante en la RMICHA durante varias estaciones, y densidades más altas en primavera y verano. Se observaron diferencias en densidad y distribución entre la RMICHA, el AMERB y el ALA, posiblemente relacionadas con prácticas de manejo y presión de pesca.

Para el recurso erizo rojo (*Loxechinus albus*), la disponibilidad de información es limitada debido a la complejidad logística y las condiciones adversas del medio marino. No se registró su presencia en la RMICHA durante el periodo de estudio, lo que plantea la necesidad de evaluar si es necesario mantenerlo en el programa de vigilancia ambiental de la reserva.

Los resultados asociados a los recursos bentónicos sugieren que la gestión efectiva de áreas de conservación como la RMICHA puede tener un impacto positivo en la salud poblacional de los recursos bentónicos y algas de interés comercial, aunque se requiere un monitoreo continuo y una evaluación cuidadosa de la relevancia de cada especie en el ecosistema marino para optimizar los esfuerzos de conservación y manejo.

En este estudio se determinó que las poblaciones de loco y lapas en la RMICHA se encuentran en una condición "muy buena", lo que hace factible activar la regla de decisión propuesta en el plan de manejo desarrollado en la actualización de la línea base, para evaluar la posibilidad de autorizar cosechas transitorias al interior de la RMICHA. En este contexto, se proporcionan valores de Cuotas Biológicamente Aceptables para loco y lapa negra, los recursos con mayor biomasa en la reserva. Estos valores varían entre campañas de monitoreo, por lo tanto, la determinación de una eventual Cuota Total Permisible debe basarse en el nivel de aversión al riesgo de los tomadores de decisión.

A partir de todos los resultados obtenidos en el proyecto, se elaboró un protocolo para la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental de la RMICHA, el cual se incorpora como anexo, para facilitar su uso. Sobre la implementación de este protocolo se presentan recomendaciones sobre dos aspectos clave.

Acerca de las estaciones de monitoreo y la frecuencia de monitoreo, se señala que el sistema de transectas inicialmente propuesto resultó en una cobertura deficiente en el Área de Libre Acceso

(ALA) y el Área de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB), lo que dificultó las comparaciones estadísticas entre los sistemas de gestión. Se recomienda mantener las seis transectas en la RMICHA y agregar al menos tres en el AMERB y tres en el ALA para mejorar la cobertura y facilitar comparaciones más precisas.

En cuanto a la frecuencia de monitoreo, se sugiere ajustar la toma de datos oceanográficos en términos temporales para tener una data de información más fina que permita describir de manera más clara fenómenos climáticos como El Niño y surgencias costeras. Por otra parte, se recomienda realizar campañas de monitoreo de diversidad y estado de poblaciones de interés comercial de manera anual o bienal, preferiblemente en otoño para evitar sesgos asociados a la variabilidad estacional y permitir comparaciones con estudios realizados en AMERB, los cuales se realizan generalmente en esta época del año.

Summary:

This study addresses the design and execution of an Environmental Surveillance Program (PVA) in the Isla Chañaral Marine Reserve (RMICHA), aiming to monitor bio-ecological, oceanographic, socioeconomic, and governance conditions. The goal is to provide relevant information for sustainable management of the reserve, comparing its conditions with adjacent areas, specifically Open Access Areas (ALA) and Areas of Management and Exploitation of Benthic Resources (AMERB).

The study is contextualized within the global framework of marine conservation, emphasizing the crucial role of Marine Protected Areas (MPAs) in preserving marine biodiversity and resources. It highlights the importance of establishing clear objectives and an effective monitoring system to assess the performance of these areas.

Objective 1. "Design an Environmental Surveillance Program for the indicators established in the PGA of the Isla Chañaral Marine Reserve, considering the recommendations provided by the FIPA 2019-25 project" Updating the baselines of the Isla Chañaral and Choros and Damas Islands Marine Reserve, and construction of a benthic resource management program ", in representative sites of the Reserve, making comparisons with an Open Access Area (ALA) and an Area of Management and Extraction of Benthic Resources (AMERB) in the zone."

Protected areas have been recognized as a crucial tool for conservation, although socioeconomic impacts have received less attention compared to conservation effectiveness. This study examined the socioeconomic indicators derived from the management of the Isla Chañaral Marine Reserve (RMICHA) and their influence on the use of biological resources and other ecosystem goods and services.

Results show that AMERBs near the Isla Chañaral Islands and Damas Marine Reserve (RMICD) experienced increases in productivity, suggesting a positive economic impact of this reserve on adjacent areas, especially for the loco resource. However, this pattern was not observed in the RMICHA. Regarding the black abalone, high variability in productivity was observed, although AMERBs near both the RMICHA and the RMICD maintained fluctuations around the target reference point, indicating a possible positive effect on the productivity of this resource in adjacent areas.

Regarding the use of resources within the RMICHA, the Gross Unit Income (IBU) corresponding to transitory harvesting activities was calculated, showing a decrease between 2015 and 2023 due to the implementation of more cautious criteria during the year 2023. In addition, the income generated by tourism activities was explored, although the lack of precise information on the number of trips poses challenges in reconstructing this indicator.

To address the level of community participation and satisfaction regarding the management system of the RMICHA, surveys were conducted, revealing that 100% of the respondents perceive a positive impact on economic and tourism activity thanks to the existence and management of the RMICHA, with 87% reporting an improvement in their income. Based on this, the need for additional surveys to better understand the nature of these benefits is highlighted.

Regarding the integrated analysis of governance indicators, several crucial issues were identified, including integrated management strategy, financial and monitoring challenges, changes in legislation and governance models, stakeholder participation and collaboration, and the relationship between conservation and sustainable development.

In summary, the development of this objective allowed for a comprehensive vision of the socioeconomic and governance indicators related to the management of the RMICHA, highlighting the importance of considering these aspects in marine conservation and the sustainable development of local communities.

Objective 2. Implementation of a pilot Environmental Surveillance Program designed, making comparisons with ALA and AMERB in the area.

Oceanographic parameters were analyzed at different times of the year, showing variations in dissolved oxygen concentration, especially in autumn, possibly attributable to natural phenomena such as water column stratification due to coastal upwelling effects. The relationship between climatic conditions and monitored parameters was also analyzed, highlighting seasonal changes in water temperature, pH, salinity, dissolved oxygen, and chlorophyll-a. These variations were apparently influenced by phenomena such as El Niño and coastal upwelling.

Possible bioindicators of local climatic conditions were identified through the study of phytoplankton and zooplankton. Temporal variation in species composition and abundance was detected, related to changes in oceanographic conditions. Specifically, a dominance of certain species was observed in different seasons, indicating the influence of events such as El Niño and coastal upwelling on marine biodiversity.

From the analyses conducted, it is concluded that an increase in the temporal monitoring effort is required to better explain seasonal variations and thus better understand the dynamics of marine ecosystems and their responses to environmental changes. This would allow for the establishment of variation patterns and the detection of anomalies that could affect the health of marine ecosystems and coastal communities.

The phytoplankton analysis recorded 51 taxonomic species in the analyzed locality, mainly diatoms, dinoflagellates, and silicoflagellates, with high temporal variation in their concentration and composition. Dominant species were identified in different seasons, related to changes in oceanographic conditions, such as surface stratification, vertical mixing, and water temperature. Phytoplankton showed a biological response to two opposing environmental forcings: El Niño,

associated with increased temperature and surface stratification, and coastal upwelling processes, related to decreased surface temperature and greater vertical mixing. Species such as *Proboscía alata* and *Rhizosolenia setigera* were predominant in autumn, while *Chaetoceros debilis* and *Thalassiosira aestivalis* were predominant in spring, indicating the influence of these phenomena.

For zooplankton, temporal variation in abundance and species composition was observed, with a dominance of calanoid copepods throughout the year. The influence of coastal upwelling and El Niño on zooplankton structure was highlighted, with an increase in gelatinous zooplankton during El Niño events.

Regarding biological diversity, the results show high species diversity of benthic macrofauna in the RMICHA, with maximum richness values observed in samples collected on soft substrates and species associated with discs and fronds of brown algae. For sediments, species composition varies between sampling sites, probably due to differences in sediment type and exposure to wave action. High coincidences with previous studies were found, but also an increase in species richness was observed.

The study examined the fish diversity associated with huiro palo forests in three management areas (RMICHA, ALA, and AMERB). Monitoring was carried out during the summer of 2023. Fixed observation points and a sampling platform with an Insta360 camera were used to allow precise species identification, minimizing biases caused by human presence, and the use of bait was avoided to prevent bias towards carnivorous species. The results revealed greater abundance and species diversity in the RMICHA compared to the ALA and AMERB. Specifically, species such as *Cromis crusma* and *Cheilodactylus variegatus* were dominant in the RMICHA, while ALA and AMERB Chañaral presented a more limited species diversity and abundance.

These findings are consistent with previous research that has highlighted the positive impact of marine reserves on the diversity and abundance of fish species. The presence of specific habitat features, such as larger attachment discs in the huiro palo forests of the RMICHA as noted in this study, may explain the abundance of species like *Cheilodactylus variegatus*, which feeds on crustaceans and mollusks associated with this alga. Additionally, oceanographic factors, such as the presence of geostrophic currents and submarine canyons, may influence a higher plankton concentration to support large schools of the planktivorous species *Cromis crusma*.

The performance of density indicators, size structure, and health status of benthic resources and commercially important algae populations in the RMICHA experienced a positive trend in the population of the Chilean abalone (*Concholepas concholepas*), with an improvement in density and size structure during the autumn campaign of 2023, although with a reduction in the inhabited area. The RMICHA shows lower densities compared to other management areas but exhibits significantly larger sizes, possibly indicating greater protection and effective resource management in the reserve. Additionally, a marked recovery in the population health of the Chilean abalone has been observed since 1999, possibly attributable to conservation measures and environmental variations.

For the population of the black limpet (*Fissurella latimarginata*), high variability in density over inhabited substrate is observed, with higher densities during the winter. Significantly larger sizes were found in the RMICHA compared to other areas, suggesting a positive influence of reserve management on the population health of this species.

Regarding the pink limpet (*Fissurella cumingi*), high seasonal variability in density was recorded, with constant presence in the RMICHA during several seasons, and higher densities in spring and summer. Differences in density and distribution were observed among the RMICHA, AMERB, and ALA, possibly related to management practices and fishing pressure.

For the red sea urchin (*Loxechinus albus*), information availability is limited due to logistical complexity and adverse marine conditions. Its presence was not recorded in the RMICHA during the study period, raising the need to assess whether it is necessary to maintain it in the reserve's environmental surveillance program.

The results associated with benthic resources suggest that effective management of conservation areas such as the RMICHA can have a positive impact on the population health of benthic resources and commercially important algae, although continuous monitoring and careful evaluation of the relevance of each species in the marine ecosystem are required to optimize conservation and management efforts.

In this study, it was determined that populations of the Chilean abalone and limpets in the RMICHA are in "very good" condition, making it feasible to activate the decision rule proposed in the management plan developed in the baseline update, to assess the possibility of authorizing transient harvests within the RMICHA. In this context, values of Biologically Acceptable Quotas are provided for the Chilean abalone and black limpet, the resources with the highest biomass in the reserve. These values vary between monitoring campaigns; therefore, the determination of a potential Total Allowable Catch must be based on the risk aversion level of decision-makers.

Based on all the results obtained in the project, a protocol for the implementation of the Environmental Surveillance Program of the RMICHA was developed, which is incorporated as an annex to facilitate its use. Recommendations on two key aspects regarding the implementation of this protocol are presented.

Regarding monitoring stations and monitoring frequency, it is noted that the initial transect system proposed resulted in deficient coverage in the Open Access Area (ALA) and the Benthic Resources Management Area (AMERB), which hindered statistical comparisons between management systems. It is recommended to maintain the six transects in the RMICHA and add at least three in the AMERB and three in the ALA to improve coverage and facilitate more accurate comparisons.

As for monitoring frequency, it is suggested to adjust the collection of oceanographic data in temporal terms to have a finer information data set that allows describing climatic phenomena such as El Niño and coastal upwellings more clearly. On the other hand, it is recommended to carry out diversity and population status monitoring campaigns of commercially important species

annually or biennially, preferably in autumn to avoid biases associated with seasonal variability and allow comparisons with studies conducted in AMERB, which are generally carried out during this time of year.

ÍNDICE GENERAL

1.	Objetivos	29
1.1	<i>Objetivo General</i>	29
1.2	<i>Objetivos Específicos</i>	29
2.	Antecedentes	30
3.	Metodología	32
3.1	<i>Actividades Generales</i>	32
3.1.1	Solicitud de permisos y autorizaciones	32
3.2	<i>Diseñar un programa de vigilancia ambiental para los indicadores establecidos en el PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral, considerando las recomendaciones que entregue el proyecto FIPA 2019-25, en sitios representativos de la Reserva, realizando comparaciones con un Área de Libre Acceso (ALA) y un Área de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERB) de la zona</i>	33
3.2.1	Revisión de información existente.....	33
3.2.2	Medición del desempeño de los indicadores biológicos, socioeconómicos y de gobernabilidad	34
3.2.3	Diseño del programa de vigilancia ambiental	45
3.3	<i>Ejecutar un piloto del programa de vigilancia ambiental diseñado, realizando comparaciones con ALA y AMERB de la zona</i>	46
3.3.1	Actualización carta batilológica	46
3.3.2	Variables oceanográficas y comunidades planctónicas.....	47
3.3.3	Variación de la biodiversidad en hábitats o ensambles comunitarios representativos	51
3.3.4	Variación del sustrato habitado de especies de interés comercial	59
3.3.5	Estado de salud de las poblaciones de interés comercial	60
3.3.6	Evaluación directa de los recursos de interés comercial en la RMICHA	61
3.3.7	Análisis de desempeño entre regímenes de manejo y variación estacional	64
3.3.8	Análisis integrado de la estructura de tallas y la densidad	64
4.	Resultados.....	67
4.1	<i>Diseño del Programa de Vigilancia Ambiental para los indicadores establecidos en el PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral, en sitios representativos de la Reserva, realizando comparaciones con un Área de Libre Acceso (ALA) y un Área de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERB) de la zona</i> . 67	
4.1.1	Revisión de información existente.....	67
4.1.2	Desempeño de los indicadores biológicos, socioeconómicos y de gobernanza.....	76
4.1.3	Protocolo para la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental	104
4.2	<i>Piloto del Programa de Vigilancia Ambiental diseñado, realizando comparaciones con ALA y AMERB de la zona</i>	135
4.2.1	Actualización de carta batilológica.....	135
4.2.2	Condiciones oceanográficas y comunidades planctónicas	137

4.2.3	Variación de la biodiversidad en hábitats representativos	162
4.2.1	IB4. Cobertura de especies bentónicas objetivo y algas.	209
4.2.2	Estado de salud de poblaciones de interés comercial	211
4.3	<i>Reuniones y talleres</i>	230
5.	Discusión.....	232
5.1	<i>Indicadores biológicos y ambientales</i>	232
5.1.1	Condiciones oceanográficas y comunidades planctónicas	232
5.1.2	Variación de la diversidad biológica.....	239
5.1.3	Indicadores de recursos bentónicos y algas de interés comercial	243
5.1.4	Indicadores socioeconómicos	249
5.1.5	Análisis integrado de los indicadores de gobernanza	250
5.2	<i>Recomendaciones para la implementación de Programa de Vigilancia Ambiental</i>	254
5.2.1	Estaciones de monitoreo	254
5.2.2	Frecuencia de monitoreo.....	255
5.2.3	Desafíos financieros para la implementación del PVA	256
6.	Conclusiones.....	258
6.1	<i>Indicadores biológicos y ambientales</i>	258
6.2	<i>Indicadores de recursos bentónicos y algas de interés comercial</i>	259
6.3	<i>Indicadores socioeconómicos y de gobernabilidad</i>	261
6.4	<i>Recomendaciones para la implementación del PVA</i>	262
7.	Referencias bibliográficas	264
8.	Anexos	276
8.1	<i>Actas de reuniones</i>	276
8.1.1	Acta de reunión de inicio con contraparte técnica	276
8.1.2	Acta de reunión de avance intermedio con contraparte técnica.....	280
8.1.3	Presentación de alcance del proyecto en Comité Consultivo RMICHA	284
8.1.4	Reunión con la Unidad de Conservación y Biodiversidad – SERNAPESCA.....	291
8.1.5	Acta de reunión de avance con contraparte técnica	295
8.1.6	Acta de presentación de resultados finales en el Comité Consultivo RMICHA	299
8.2	<i>Permisos y autorizaciones para efectuar los monitoreos</i>	304
8.2.1	Autorización del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura para efectuar monitoreos en Reserva Marina Isla Chañaral.....	304
8.2.2	Autorización para la ejecución de Pesca de Investigación por parte de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.	307
8.2.3	Permiso SHOA para realizar actividades de investigación tecnológica marina en la Región de Atacama.	313
8.3	<i>Personal participante por actividad</i>	317

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de indicadores propuestos en el Plan General de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), para medir el desempeño de la dimensión biológica.	35
Tabla 2. Tabla de sistematización que presenta el número de estudios realizados por ámbito de interés del PGA de la RMICHA.	37
Tabla 3. Descripción de indicadores propuestos en los Planes Generales de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) y de la Reserva Marina Islas Choros – Damas (RMICD), para medir el desempeño de la dimensión socio-económica.	38
Tabla 4. Descripción de indicadores propuestos en Plan General de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), para medir el desempeño de la dimensión de gobernabilidad.	40
Tabla 5. Guía para la evaluación del estado de gobernabilidad de sistemas costeros. Fuente: (Chuenpagdee & Jentoft, 2009).	44
Tabla 6. Escala de tamaño de los granos de sedimento modificada de Udden (1914) y Wentworth (1922) y su terminología descriptiva modificada de (Blott 2000).	49
Tabla 7. Variables consideradas para la determinación de la calidad del sedimento en la zona de estudio.	49
Tabla 8. Índice de abundancia relativa (I.A.R)	50
Tabla 9: Valores teóricos de la fracción explotable por recurso en cuatro rangos de la Tasa Potencial de Desove (SPR en inglés).	66
Tabla 10: Regla de integración de los atributos de densidad y fracción explotable e interpretación de los estados de salud poblacional.	66
Tabla 11. Fuentes de información que proporcionan antecedentes oceanográficos en las Reservas Marinas o en su entorno.	68
Tabla 12. Fuentes de información que proporcionan antecedentes sobre hábitats, comunidades intermareales, comunidades submareales y recursos bentónicos en la Reserva Marina Isla Chañaral o en su entorno.	70
Tabla 13. Fuentes de información que proporcionan antecedentes sobre las poblaciones de vertebrados acuáticos en las Reservas Marinas o en su entorno.	72
Tabla 14. Evolución del indicador de estatus de la población residente de delfín nariz de botella. Fuente: FIPA 2019-25.	77
Tabla 15. Evolución del indicador de estatus de la población residente de pingüino de Humboldt. Fuente: FIPA 2019-25.	78
Tabla 16. Evolución del indicador de estatus de la población residente de lobo marino común. Fuente: FIPA 2019-25.	79
Tabla 17. Evolución del indicador de estatus de la población residente de chungungo. Fuente: FIPA 2019-25.	79
Tabla 18. Sistematización de estudios y monitoreos realizados en la RMICHA por ámbito de interés para el Plan General de Administración. Modificado de Thomas et al. (2022).	80

Tabla 19. Indicador de Conocimiento (IC) elaborado a partir de las investigaciones desarrolladas en la RMICHA. El indicador está estructurado por los ámbitos de investigación relevantes para el PGA.	81
Tabla 20. Trabajos de investigación y monitoreo necesarios para medir adecuadamente el desempeño de los indicadores del PGA de la RMICHA. Incluye la metodología y periodicidad recomendada para el levantamiento de la información, así como información de fechas y fuentes del último trabajo realizado en la materia. Finalmente, se incorpora un estado de avance que informa si el monitoreo/investigación ha sido desarrollado en los plazos recomendados, si se encuentra en desarrollo, pendiente (plazo sobrepasado) o no evaluado que indica que no se encontró información previa y tampoco antecedentes de que se estén realizando esfuerzos para cubrir la brecha de información en el corto plazo.	82
Tabla 21. Resultados actualizados para el indicador Ingreso Bruto Unitarios por actividades extractivas al interior de la RMICHA, que corresponden a cosechas realizadas el año 2015 y 2023.	85
Tabla 22. Matriz actualmente en desarrollo, para la sistematización de actas de las diferentes instancias reconocidas en la estructura de gobernanza de la RMICHA. Nomenclatura: MT=Mesa de Trabajo; CC= Comité Consultivo; S/I= Sin información.	88
Tabla 23. Perfil de las personas encuestadas en base a su género, edad y ocupación principal, realizadas en la localidad de Chañaral de Aceituno.	92
Tabla 24. Resultados a preguntas binarias (si o no) acerca de la percepción de la comunidad local en ámbitos de gestión, interés e impacto de la Reserva Marina Isla Chañaral. Valores entregados en porcentaje (%) en base a 30 encuestas realizadas.	93
Tabla 25. Propuestas realizadas a partir de estudios y monitoreos científicos que se han traducido en acciones normativas en la gestión de la RMICHA.	96
Tabla 26. Actividades de fiscalización, ilícitos identificados en dichas actividades y tasa de infracción observada. Datos proporcionados por SERNAPESCA.	99
Tabla 27. Coordenadas de las transectas definidas para la implementación piloto del Programa de Vigilancia Ambiental. Para cada transecta se proporciona la coordenada de inicio (20 m de profundidad) y la coordenada de término de la misma (2 m de profundidad)	108
Tabla 28. Materiales y personal idóneo para el levantamiento de información de los atributos de densidad media y fracción explotable de las especies bentónicas de importancia comercial. ...	111
Tabla 29: Propuesta para estructurar una base de datos de los parámetros utilizados para determinar la calidad de agua y sedimentos.	113
Tabla 30: Parámetros y rangos de aceptabilidad para definir la calidad de los sedimentos marinos y la columna de agua. En esta tabla, fue construida en base a datos tomados de Thomas et al. (2022) en la actualización de la línea base y datos levantados en el presente proyecto.	115
Tabla 31: Materiales y personal idóneo para el levantamiento de información de diversidad biológica en distintas matrices de análisis.	116
Tabla 32: Matriz de análisis del porcentaje de variación de la riqueza para diferentes campañas y sistemas de gestión. Elaborado en base a los resultados del proyecto FIPA 2019-25 (Thomas et al., 2022) y el estudio actual.	120

Tabla 33: Ejemplo de matriz de análisis de la variación de la Diversidad de Shannon (H')	
observada en diferentes campañas y sistemas de gestión. Nota: los valores incorporados en esta matriz no son valores reales, se incorporan únicamente para ejemplificar el análisis.	120
Tabla 34: Materiales y personal idóneo para el levantamiento de información de los atributos de densidad media y fracción explotable de las especies bentónicas de importancia comercial ...	122
Tabla 35: Ejemplo de base de datos para efectuar los análisis necesarios que permitan medir el estado de salud poblacional para cada especie y sistema de gestión.....	123
Tabla 36: Valores teóricos de la fracción explotable por recurso en cuatro rangos de la Tasa Potencial de Desove (SPR en inglés).....	125
Tabla 37: Regla de integración de los atributos de densidad y fracción explotable e interpretación de los estados de salud poblacional.	125
Tabla 38: Matriz de ejemplo que permite analizar el indicador estado de salud poblacional para las especies bentónicas de interés comercial. Este ejemplo corresponde a la evolución del recurso loco (<i>Concholepas concholepas</i>) en las reservas marinas Isla Chañaral e islas Choros-Damas, además de las AMERB circundantes. Unidades de gestión analizadas: Reserva Marina Isla Chañaral (A); Reserva Marina Isla Choros – Damas (B); AMERB Chañaral sector A (C); AMERB Chañaral sector B (D); AMERB Chañaral sector C (E); AMERB Apolillado (F); AMERB Punta Choros (G); AMERB Isla Choros (H) y AMERB La Peña (I). Tomado de Thomas et al. (2022).	126
Tabla 39: Materiales y personal idóneo para el levantamiento de información del indicador de cobertura de algas y de las especies bentónicas de importancia comercial.	127
Tabla 40: Variación en el porcentaje de estaciones con presencia de recursos registrada en cada una de las campañas de monitoreo del Plan de Vigilancia Ambiental respecto de la primera campaña de actualización de línea base (septiembre 2020)	128
Tabla 41: Variación en el porcentaje de estaciones con presencia de recursos registrada en cada una de las campañas de monitoreo del Plan de Vigilancia Ambiental, respecto de la segunda campaña de actualización de línea base (marzo 2021)	128
Tabla 42. Costos generales estimados para la implementación de una campaña del Programa de Vigilancia Ambiental.	132
Tabla 43: Costos para la estimación de indicadores de desempeño del Plan de Vigilancia Ambiental: Estimaciones basadas en la implementación piloto de una campaña del PVA.	134
Tabla 44. Valores promedio de parámetros físicos y químicos de la columna de agua, según la profundidad en las estaciones (E1 a la E6) en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA).	145
Tabla 45. Valores promedio de parámetros físicos y químicos de la columna de agua, según la profundidad en la estación (E7) en el área de AMERB Chañaral (AMERBCHA).....	146
Tabla 46. Valores promedio de parámetros físicos y químicos de la columna de agua, según la profundidad en la estación (E8) en el área de ALA Chañaral (ALACHA).	147
Tabla 47. Valores promedio de parámetros físicos y químicos obtenidos in situ de los sedimentos en el área de estudio de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH). *Durante la Campaña de verano en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos.	149

Tabla 48. Retención por tamiz (g) y estadísticos granulométricos, de los sedimentos en el área de estudio de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH), durante la campaña de otoño.....	152
Tabla 49. Retención por tamiz (g) y estadísticos granulométricos, de los sedimentos en el área de estudio de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH), durante la campaña de invierno. *Durante esta campaña, la estación E3 del Sitio 1 de RMICH, se encontró sedimento rocoso, lo que imposibilitó la extracción de muestras para su posterior análisis. Fuente: FIPA 2019-25.	152
Tabla 50. Retención por tamiz (g) y estadísticos granulométricos, de los sedimentos en el área de estudio de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH), durante la campaña de primavera. Fuente: FIPA 2019-25.....	153
Tabla 51. Retención por tamiz (g) y estadísticos granulométricos, de los sedimentos en el área de estudio de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH), durante la campaña de verano. *Durante esta campaña en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos. Fuente: FIPA 2019-25.	154
Tabla 52. Valores de materia orgánica (%) en los sedimentos de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH) durante las cuatro campañas monitoreadas. *Durante la campaña de invierno en la estación 3 de RMICH, y en verano en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos.	156
Tabla 53. Parámetros y rangos de aceptabilidad para definir la calidad de los sedimentos marinos y la columna de agua. En esta tabla, se proporciona como ejemplo, el rango de los parámetros observados por Thomas et al. (2022) en la actualización de la línea base. Los datos del año 2021 fueron extraídos de la línea base (Thomas et al., 2022) y los datos del año 2023 fueron levantados en el estudio actual. En amarillo se muestran los parámetros que se encuentran fuera de norma o muy cerca de esta situación.	162
Tabla 54. Índices ecológicos promedio obtenidos para la macrofauna intermareal de fondos duros, sector RMICHA, AMERB y ALA. S: riqueza de especies; N: Abundancia J': uniformidad; H': diversidad específica. Región de Atacama. FIPA 2022-19.....	171
Tabla 55. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona supralitoral y mesolitoral. Proyecto FIPA 2022-19.	174
Tabla 56. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona supralitoral e infralitoral. Proyecto FIPA 2022-19.....	174
Tabla 57. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona Mesolitoral e Infralitoral. Proyecto FIPA 2022-19.....	174
Tabla 58. Índices ecológicos promedio obtenidos para la macrofauna submareal de fondos duros, sector Reserva (RMICHA) AMERB y ALA. S: riqueza de especies; N: Abundancia J': uniformidad; H': diversidad específica. Región de Atacama. FIPA 2022-19.....	177
Tabla 59. Resultados de análisis de Similitud (ANOSIM) de una vía para validar diferencias significativas entre sectores de muestreo a lo largo del periodo de estudio. Prueba Global y Test Pareados.	179
Tabla 60. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud, entre sectores RMICHA y AMERB. Proyecto FIPA 2022-19.....	179

Tabla 61. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud, entre sectores RMICHA y ALA. Proyecto FIPA 2022-19.....	180
Tabla 62. Riqueza y Abundancia total registrada en las 4 campañas de monitoreo. En cada una de las zonas de estudio.	180
Tabla 63. Riqueza y Abundancia total registrada en las 4 campañas de monitoreo. Año 2023.	181
Tabla 64. Resumen de valores promedio de Riqueza (S), de los ensambles de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada zona de monitoreo durante todo el periodo de estudio. Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.....	186
Tabla 65. Resumen de valores promedio de Abundancia(N), de los ensambles de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada zona de monitoreo durante todo el periodo de estudio. Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.....	188
Tabla 66. Resumen de valores promedio de Uniformidad (J'), de los ensambles de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada zona de monitoreo durante todo el periodo de estudio. Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.....	189
Tabla 67. Resumen de valores promedio de Diversidad (H'log2), de los ensambles de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada zona de monitoreo durante todo el periodo de estudio. Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.....	190
Tabla 68. Resultados de análisis de Similitud (ANOSIM) de una vía para validar diferencias significativas entre sectores de muestreo a lo largo del periodo de estudio. Prueba Global y Test Pareados.....	193
Tabla 69. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona RMICH y AMERB. Proyecto FIPA 2022-19.....	193
Tabla 70. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona RMICH y ALA. Proyecto FIPA 2022-19.....	194
Tabla 71. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona AMERB y ALA. Proyecto FIPA 2022-19.....	194
Tabla 72. Clasificación de la calidad ecológica (EcoQ) del sistema bentónico de acuerdo al valor del AMBI y grupo ecológico dominante y Diversidad H' (Borja & Muxika, 2005).	196
Tabla 73: Resultados del Índice AMBI, para cada una de las estaciones monitoreadas, en las campañas de otoño- invierno, primavera y verano 2023, correspondientes a las áreas RMICH-Sitio 1, RMICH- Sitio 2, AMERB CH, ALA CH, Región de Atacama. FIPA 2022-19.....	198
Tabla 74. Principales taxa registrados en algas pardas de la zona de estudio.	201
Tabla 75. 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 algas pardas de la zona de estudio.....	202
Tabla 76. Resultados de análisis de similitud (ANOSIM) de una vía para validad diferencias significativas entre sustratos estudiados.....	203
Tabla 77. Especies de peces registradas en la campaña de verano de 2023 (diciembre), en tres sistemas de gestión ubicados áreas marino-costeras cercanas a Caleta Chañaral de Aceituno, específicamente en la Reserva Marina Isla Chañaral, el Area de Manejo Chañaral y Áreas de Libre Acceso aledañas al AMERB. Se proporciona la media de MaxN y su desviación estándar.	205

Tabla 78. Resultados de análisis de similitud (ANOSIM) de una vía para validar diferencias significativas entre sistemas de gestión.....	207
Tabla 79. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre sistemas de gestión.....	208
Tabla 80. Indicador de riqueza de especies por matriz de análisis para comparación de monitoreos entre sistemas de gestión.	209
Tabla 81. Porcentaje de estaciones con presencia de recursos registrada en cada una de las campañas de monitoreo del Plan de Vigilancia Ambiental	210
Tabla 82. Variación en el porcentaje de estaciones con presencia de recursos registrada en cada una de las campañas de monitoreo del Plan de Vigilancia Ambiental respecto de la primera campaña de actualización de línea base (septiembre 2020)	211
Tabla 83. Variación en el porcentaje de estaciones con presencia de recursos registrada en cada una de las campañas de monitoreo del Plan de Vigilancia Ambiental, respecto de la segunda campaña de actualización de línea base (marzo 2021)	211
Tabla 84. Evaluación directa histórica de <i>Concholepas concholepas</i> en la Reserva Marina Isla Chañaral. Los datos de las campañas realizados los años 2021 y 2022 fueron extraídos de Thomas et al. (2022) y los datos del año 2023 corresponden a los resultados del presente estudio. ...	212
Tabla 85. Evaluación directa histórica de <i>Fissurella latimarginata</i> en la Reserva Marina Isla Chañaral. Los datos de las campañas realizados los años 2021 y 2022 fueron extraídos de Thomas et al. (2022) y los datos del año 2023 corresponden a los resultados del presente estudio. ...	213
Tabla 86. Evaluación directa histórica de <i>Fissurella cumingi</i> en la Reserva Marina Isla Chañaral. Los datos de las campañas realizados los años 2021 y 2022 fueron extraídos de Thomas et al. (2022) y los datos del año 2023 corresponden a los resultados del presente estudio.	214
Tabla 87. Evaluación directa histórica de <i>Lessonia trabeculata</i> en la Reserva Marina Isla Chañaral. Los datos de las campañas realizados los años 2021 y 2022 fueron extraídos de Thomas et al. (2022) y los datos del año 2023 corresponden a los resultados del presente estudio.	215
Tabla 88. Evaluación directa histórica de <i>Lessonia berteroana</i> en la Reserva Marina Isla Chañaral. Los datos de las campañas realizados los años 2021 y 2022 fueron extraídos de Thomas et al. (2022) y los datos del año 2023 corresponden a los resultados del presente estudio.	216
Tabla 89. En el panel izquierdo se presenta el indicador actualizado del “estado de salud” poblacional para el recurso loco (<i>Concholepas concholepas</i>) en las reservas marinas Isla Chañaral (A) e islas Choros-Damas (B), además de las AMERB circundantes. La línea azul, marca el año de la declaratoria de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, las líneas negras marcan los distintos periodos de productividad identificados. En el panel derecho se presenta la codificación de las unidades de gestión analizadas y las referencias utilizadas para extraer datos de densidad media (ind/m²) y fracción explotable.	226
Tabla 90. En el panel izquierdo se presenta el indicador actualizado del “estado de salud” poblacional para el recurso lapa rosada (<i>Fissurella cumingi</i>) en las reservas marinas Isla Chañaral e islas Choros-Damas, además de las AMERB circundantes. La línea azul, marca el año de la declaratoria de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, las líneas negras marcan los distintos periodos de productividad identificados. En el panel derecho se presenta la	

codificación de las unidades de gestión analizadas y las referencias utilizadas para extraer datos de densidad media (ind/m²) y fracción explotable.227

Tabla 91. En el panel izquierdo se presenta el indicador actualizado del “estado de salud” poblacional para el recurso lapa negra (*Fissurella latimarginata*) en las reservas marinas Isla Chañaral e islas Choros-Damas, además de las AMERB circundantes. La línea azul, marca el año de la declaratoria de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, las líneas negras marcan los distintos periodos de productividad identificados. En el panel derecho se presenta la codificación de las unidades de gestión analizadas y las referencias utilizadas para extraer datos de densidad media (ind/m²) y fracción explotable.228

Tabla 92. En el panel izquierdo se presenta el indicador actualizado del “estado de salud” poblacional para el recurso erizo rojo (*Loxechinus albus*) en las reservas marinas Isla Chañaral e islas Choros-Damas, además de las AMERB circundantes. La línea azul, marca el año de la declaratoria de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, las líneas negras marcan los distintos periodos de productividad identificados. En el panel derecho se presenta la codificación de las unidades de gestión analizadas y las referencias utilizadas para extraer datos de densidad media (ind/m²) y fracción explotable.229

Tabla 93. Cuotas Biológicamente Aceptable (CBA) para los recurso loco y lapa negra, calculadas en base al 20% del stock disponible de los recursos en cada campaña de monitoreo.249

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de ordenación de los datos extraídos de las campañas de avistamiento de vertebrados acuáticos residentes realizadas en la RMICHA.	36
Figura 2. Distribución de las sondas batimétricas obtenidas en el muestreo realizado durante el mes de marzo de 2023.	47
Figura 3. 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 Aquatic (BioSonics Inc., 2016).....	47
Figura 4. Red Fitoplancton y Botella Niskin.	50
Figura 5. Visualización gráfica del método de las curvas ABC.	57
Figura 6. Plataforma de muestreo de peces con visualización panorámica de 360°. El panel derecho muestra el lado superior de la plataforma y el panel izquierdo muestra la parte inferior.	58
Figura 7: Ejemplo para el ordenamiento histórico de los datos del atributo de densidad media. En este caso se presenta los resultados de la densidad observada del 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. Tomado de Thomas et al. (2022).....	65
Figura 8. Trayectorias Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB), calculado para el recurso loco (<i>Concholepas concholepas</i>). La línea punteada roja es el punto de referencia límite que corresponde al valor de referencia. La línea punteada verde corresponde al punto de referencia objetivo que corresponde al IERB promedio de las AMERB cercanas a las reservas. 83	
Figura 9. Trayectorias Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB), calculado para el recurso lapa negra (<i>Fissurella latimarginata</i>). La línea punteada roja es el punto de referencia límite que corresponde al valor de referencia. La línea punteada verde corresponde al punto de referencia objetivo que corresponde al IERB promedio de las AMERB cercanas a las reservas. 84	
Figura 10. Resumen preliminar de la sistematización del trabajo de la mesa de trabajo y del comité consultivo de la RMICHA.	87
Figura 11. Resultados a preguntas Likert acerca de la percepción de la comunidad local en ámbitos de gestión, interés e impacto de la Reserva Marina Isla Chañaral. Valores entregados en porcentaje (%) en base a 30 encuestas realizadas.	94
Figura 12. Gasto de conservación promedio calculado a partir de la inversión de recursos públicos. Elaborado a partir de datos públicos y datos proporcionados por SERNAPESCA, correspondiente a la serie de años 2014-2022.	98
Figura 13. Percepción de ilegalidad de la comunidad de Caleta Chañaral de Aceituno, basado en una encuesta aleatoria aplicada in situ.	99
Figura 14. Percepción de las acciones de fiscalización por parte de la comunidad de Caleta Chañaral de Aceituno, basado en una encuesta aleatoria aplicada in situ.	100
Figura 15: Ubicación del área de estudio, Reserva marina isla Chañaral.....	106
Figura 16: Ubicación de estaciones de monitoreo propuestas para la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental. En el mapa superior se ubican las transectas definidas para la	

Reserva Marina Isla Chañaral y el mapa inferior muestra las transectas definidas para el monitoreo del Área de Manejo Chañaral y un Área de Libre Acceso colindante con esta área.	109
Figura 17: Ejemplo para el ordenamiento histórico de los datos del atributo de densidad media. En este caso se presenta los resultados de la densidad observada del 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. Tomado de Thomas et al. (2022).....	124
Figura 18. Track de navegación realizado durante marzo de 2023 para caracterización del fondo y la columna de agua entorno a la Isla Chañaral.....	135
Figura 19. Ecograma de una transecta de sondaje hidroacústico procesado con el software Visual Aquatic Biosonics Inc.....	136
Figura 20. Mapa de isolíneas de profundidad y polígonos de Voronoi describiendo la distribución de las praderas de macroalgas detectadas por métodos hidroacústico.	137
Figura 23. Distribución promedio y desviación estándar de los valores de Temperatura, pH, Salinidad, Conductividad, Oxígeno disuelto y Clorofila -a en la columna de agua de la Reserva Marina Isla Chañaral. Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023.	142
Figura 24. Distribución de los valores de Temperatura, pH, Salinidad, Conductividad, Oxígeno disuelto y Clorofila -a en la columna de agua de AMERB Chañaral. Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023. Fuente: FIPA 2019-25.	143
Figura 25. Distribución de los valores de Temperatura, pH, Salinidad, Conductividad, Oxígeno disuelto y Clorofila -a en la columna de agua de ALA Chañaral. Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023.....	144
Figura 26. Distribución de los valores de Temperatura, pH y Potencial redox en sedimentos Chañaral. Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023* Durante la Campaña de verano en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos.	150
Figura 27. Tamaño del grano promedio en sedimentos de las áreas de estudio de RMICH (Arriba), AMERB y ALA Chañaral (Abajo). Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023* Durante la Campaña de Invierno estación E3 RMICH y verano en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos.	155
Figura 28. Distribución de los valores de materia orgánica (%) en sedimentos de las áreas de estudio de RMICH, AMERB y ALA Chañaral. Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023* Durante la Campaña de verano en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos.....	156
Figura 29. Concentración Fitoplancton en la columna de agua integrada, estimada para las diferentes campañas de monitoreo.....	159
Figura 30. Diagrama de frecuencia de registro de especies. Donde la altura de cada rombo corresponde a un indicador de abundancia.....	159
Figura 31. Densidad del zooplancton por grupo taxonómico, para las diferentes campañas de monitoreo realizadas.	161
Figura 32. Distribución del aporte porcentual a la riqueza específica de los grupos taxonómicos de la comunidad bentónica intermareal de sustrato duro, registrados para el área de estudio. Región de Atacama. FIPA 2022-19.	163

Figura 33. Principales taxa que aportan a la riqueza específica de los principales grupos de la comunidad bentónica intermareal de sustrato duro, registrados para el área de estudio. Región de Atacama. FIPA 2022-19.	164
Figura 34. Abundancia promedio por cada nivel de la zona intermareal registrada para el área de estudio sector AMERB (figura superior) y ALA (figura inferior). Región de Atacama. FIPA 2022-19.	166
Figura 35. Cobertura promedio por cada nivel de la zona intermareal registrada para el área de estudio sector AMERB y ALA. Región de Atacama. FIPA 2022-19.	167
Figura 36. Taxa presentes en la zona supralitoral de las comunidades intermareales rocosos (RMICH-AMERB y ALA.). Proyecto FIPA 2022-19.	168
Figura 37. Taxa presentes en la zona Mesolitoral. Comunidades intermareales rocosos (RMICH-AMERB y ALA.). Proyecto FIPA 2022-19.	169
Figura 38. Taxa presentes en la zona infralitoral Comunidades intermareales rocosos (RMICH-AMERB y ALA.). Proyecto FIPA 2022-19.	170
Figura 39. Dendrograma clasificatorio la comunidad intermareal rocoso. sector Reserva (RMICHA) AMERB y ALA. Región de Atacama. FIPA 2022-19.	172
Figura 40. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico de la comunidad intermareal de macrofauna de fondo duro sector Reserva (RMICHA) AMERB y ALA. Región de Atacama. FIPA 2022-19.	173
Figura 41. Distribución del aporte porcentual a la riqueza específica de los grupos taxonómicos (Arriba) y taxa más abundantes (Abajo) de la comunidad bentónica submareal de sustrato duro, registrados para el área de estudio. Región de Atacama. FIPA 2022-19.	175
Figura 42. Dendrograma clasificatorio la comunidad submareal rocoso. sector Reserva (RMICHA) AMERB y ALA. Región de Atacama. FIPA 2022-19.	178
Figura 43. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico de la comunidad submareal de macrofauna de fondo duro sector Reserva (RMICH) AMERB y ALA. Región de Atacama. FIPA 2022-19.	178
Figura 44. Distribución general la de abundancia (N°/ind) en porcentaje de grandes grupos (arriba) y taxones más abundantes (Abajo de las comunidades bentónicas de fondos blandos, pertenecientes a las estaciones ubicadas en la Reserva Marina Isla Chañaral, Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.	181
Figura 45. Taxones más abundantes (N°ind) registrados durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH) Proyecto FIPA 2022-19.	182
Figura 46. Distribución general la de abundancia (N°/ind) en porcentaje de grandes grupos (arriba) y taxones más abundantes (Abajo de las comunidades bentónicas de fondos blandos, pertenecientes a las estaciones ubicadas en el AMERB Chañaral, Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.	183
Figura 47. Taxones más abundantes (N°ind) registrados durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en el AMERB Chañaral. Proyecto FIPA 2022-19.	184
Figura 48. Distribución general la de abundancia (N°/ind) en porcentaje de grandes grupos (arriba) y taxones más abundantes (Abajo de las comunidades bentónicas de fondos blandos,	

pertenecientes a las estaciones ubicadas en Área de Libre Acceso (ALA), Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19	185
Figura 49. Taxones más abundantes (N°ind) registrados durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.	186
Figura 50. Riqueza registrada durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.	187
Figura 51. Abundancia Total Promedio (N) registrada durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.	188
Figura 52. Uniformidad (J') registrada durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.	189
Figura 53. Diversidad (H'log2) registrada durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.	190
Figura 54. Curva K-dominancia del ensamble macrobentónico para estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.	191
Figura 55. nMDS con similitud de Bray-Curtis en la composición de las comunidades bentónicas. para estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Arriba: análisis entre sistemas de manejo (factor); abajo: análisis entre campañas. Proyecto FIPA 2022-19.	192
Figura 56. Curvas ABC en zonas de estudio, curvas con valores promedio RMICH-Sitio 1 y 2 (Arriba) AMERB-ALA (Abajo). Proyecto FIPA 2022-19.	195
Figura 57. Distribución porcentual de especies de cada grupo ecológico y valor del índice biótico AMBI para cada una de las estaciones monitoreadas, durante la campaña de otoño correspondientes a las áreas RMICH- Sitio 1, RMICH- Sitio 2, AMERB CH, ALA CH, Región de Atacama •: Valor AMBI. FIPA 2022-19.	199
Figura 58. Distribución porcentual de especies de cada grupo ecológico y valor del índice biótico AMBI para cada una de las estaciones monitoreadas, durante la campaña de invierno, correspondientes a las áreas RMICH- Sitio 1, RMICH- Sitio 2, AMERB CH, ALA CH, Región de Atacama •: Valor AMBI. FIPA 2022-19.	199
Figura 59. Distribución porcentual de especies de cada grupo ecológico y valor del índice biótico AMBI para cada una de las estaciones monitoreadas, durante la campaña de primavera correspondientes correspondientes a las áreas RMICH- Sitio 1, RMICH- Sitio 2, AMERB CH, ALA CH, Región de Atacama •: Valor AMBI. Fuente FIPA 2022-19.	200
Figura 60. Distribución porcentual de especies de cada grupo ecológico y valor del índice biótico AMBI para cada una de las estaciones monitoreadas, durante la campaña de verano correspondientes a las áreas RMICH- Sitio 1, RMICH- Sitio 2, AMERB CH, ALA CH, Región de Atacama •: Valor AMBI. FIPA 2022-19.	200

Figura 61. Principales taxa registrados en algas pardas de la zona de estudio. El panel izquierdo representa a los principales grupos registradas en ejemplares de Huiro Negro de la zona de estudio. El panel derecho muestra los principales grupos registradas en ejemplares de Huiro Palo de la zona de estudio.201

Figura 62. Curva K-dominancia del ensamble macrobentónico de los sustratos monitoreados. Reserva Marina Isla Chañaral202

Figura 63. nMDS generado mediante similitud de Bray-Curtis en la composición de las comunidades bentónicas asociadas a las algas pardas (Huiro Negro y Huiro Palo).203

Figura 64. Capturas de imágenes de los videos realizados en estaciones fijas de monitoreo de peces.204

Figura 65. Gráfico cajas y bigotes para la variable abundancia de peces. El gráfico compara los resultados obtenidos de la Reserva Marina Isla Chañaral (RM), AMERB Chañaral de Aceituno (AMERB) y Áreas de Libre Acceso colindantes al AMERB (ALA). La caja del violín representa la distribución de la abundancia, los círculos pequeños de colores indican todos los valores de abundancia observados en cada fotograma, la línea al centro de la caja representa la mediana, el círculo rojo indica el valor de talla promedio observada cuyo valor se muestra en la caja de texto al costado derecho de cada violín. En la parte superior del gráfico se indica la prueba de análisis estadístico utilizado, el valor de p y el tamaño de muestra (n_{obs}). Diferencias significativas entre pares son mostradas por corchetes sobre las cajas.205

Figura 66. nMDS con similitud de Bray-Curtis en la composición de las comunidades bentónicas para estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Arriba: análisis entre sistemas de manejo (factor); abajo: análisis entre campañas. Proyecto FIPA 2022-19.207

Figura 67. Porcentaje de estaciones con presencia de recursos por cada campaña, en las transectas de monitoreo del Programa de Vigilancia Ambiental. Los datos de LB:1 y LB_2 fueron extraídos de (Thomas et al., 2022), los datos PVA-1 a PVA-4 fueron levantados en el presente estudio.210

Figura 68. Densidad media de loco (ind/m^2) observada en los sistemas de gestión RMICHA, AMERB y ALA, monitoreados en cuatro campañas estacionales durante el año 2023.217

Figura 69. Gráfico ide violín para el desempeño estacional de la variable longitud total de loco (*Concholepas concholepas*) en la Reserva Marina Isla Chañaral (rmicha), AMERB Chañaral de Aceituno (amerb) y un Área de Libre Acceso colindante al AMERB (ala). La caja del violín representa la distribución de las tallas, los círculos pequeños de colores indican todos los valores de talla observados, la línea al centro de la caja representa la mediana, el círculo rojo indica el valor de talla promedio observada cuyo valor se muestra en la caja de texto al costado derecho de cada violín. En la parte superior del gráfico se indica la prueba de análisis estadístico utilizado, el valor de p y el tamaño de muestra (n_{obs}).218

Figura 70. Densidad media de lapa negra (ind/m^2) observada en los sistemas de gestión RMICHA, AMERB y ALA, monitoreados en cuatro campañas estacionales durante el año 2023.219

Figura 71. Gráfico de violín para el desempeño estacional de la variable longitud total de lapa negra (*Fissurella latimarginata*) en la Reserva Marina Isla Chañaral (rmicha), AMERB Chañaral de Aceituno (amerb) y un Área de Libre Acceso colindante al AMERB (ala). La caja del violín

representa la distribución de las tallas, los círculos pequeños de colores indican todos los valores de talla observados, la línea al centro de la caja representa la mediana, el círculo rojo indica el valor de talla promedio observada cuyo valor se muestra en la caja de texto al costado derecho de cada violín. En la parte superior del gráfico se indica la prueba de análisis estadístico utilizado, el valor de p y el tamaño de muestra (n_{obs}).220

Figura 72. Densidad media de lapa rosada (ind/m^2) observada en los sistemas de gestión RMICHA, AMERB y ALA, monitoreados en cuatro campañas estacionales durante el año 2023.221

Figura 73. Gráfico ide violín para el desempeño estacional de la variable longitud total de lapa rosada (*Fissurella cumingi*) en la Reserva Marina Isla Chañaral (rmicha), AMERB Chañaral de Aceituno (amerb) y un Área de Libre Acceso colindante al AMERB (ala). La caja del violín representa la distribución de las tallas, los círculos pequeños de colores indican todos los valores de talla observados, la línea al centro de la caja representa la mediana, el círculo rojo indica el valor de talla promedio observada cuyo valor se muestra en la caja de texto al costado derecho de cada violín. En la parte superior del gráfico se indica la prueba de análisis estadístico utilizado, el valor de p y el tamaño de muestra (n_{obs}).222

Figura 74. Densidad media de huiro palo (ind/m^2) observada en los sistemas de gestión RMICHA, AMERB y ALA, monitoreados en cuatro campañas estacionales durante el año 2023.223

Figura 75. Gráfico ide violín para el desempeño estacional de la variable longitud total de huiro palo (*Lessonia trabeculata*) en la Reserva Marina Isla Chañaral (rmicha), AMERB Chañaral de Aceituno (amerb) y un Área de Libre Acceso colindante al AMERB (ala). La caja del violín representa la distribución de las tallas, los círculos pequeños de colores indican todos los valores de talla observados, la línea al centro de la caja representa la mediana, el círculo rojo indica el valor de talla promedio observada cuyo valor se muestra en la caja de texto al costado derecho de cada violín. En la parte superior del gráfico se indica la prueba de análisis estadístico utilizado, el valor de p y el tamaño de muestra (n_{obs}).224

Figura 76. Imagen de una sección del cuadrante que muestra agregaciones densas de loco asociadas a puesta de cápsulas.244

Figura 77. Evolución histórica del estado de salud de la población de loco (*Concholepas concholepas*) en las Reservas Marina Isla Chañaral (A) e Islas Choros -Damas (B), además de 7 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos adyacentes a las reservas (C – I). Debajo de la figura se muestran las Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ONI 3.4) y un indicador de cambio de Temperatura elaborado a partir de datos históricos de la temperatura superficial del mar de la localidad de Caldera (shoa.cl)245

Figura 78. Regla de decisión para la autorización de extracciones transitorias de recursos bentónicos en la Reserva Marina Isla Chañaral. Extraído de la línea base (Thomas et al., 2022).248

Figura 79. Fechas de realización de los estudios de seguimiento de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos aledañas a las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas.256

Figura 80. Costos estimados para la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA). Los valores se proporcionan en Unidades de Fomento.
.....257

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar y ejecutar un piloto de un Programa de Vigilancia Ambiental monitoreando las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socioeconómicas y de gobernabilidad de la RMICHA, mediante el cual aportar información oportuna para conocer su desempeño y realizar una gestión adecuada y sustentable de ésta.

1.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un Programa de Vigilancia Ambiental para los indicadores establecidos en el PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral, considerando las recomendaciones que entregue el proyecto FIPA 2019-25 **“Actualización de las líneas bases de la Reserva Marina Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, y construcción de un programa de manejo de recursos bentónicos”, en sitios representativos de la Reserva, realizando comparaciones con un Área de Libre Acceso (ALA) y un Área de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERB) de la zona.**
- Ejecutar un piloto del Programa de Vigilancia Ambiental diseñado, realizando comparaciones con ALA y AMERB de la zona

2. 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 surgen 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 especies consideradas como recursos hidrobiológicos (Alcala y Russ, 1990; Halpern, 2003), de hecho, este fenómeno ha sido recientemente observado en el archipiélago de Humboldt, donde las Reservas Marinas (RMs) albergan densidades de loco (*Concholepas concholepas*) más altas y ejemplares de mayor tamaño respecto de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y Áreas de Libre Acceso (ALA) circundantes (Thomas *et al.*, 2022). Por otro lado, 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 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 a las AMP como una estrategia clave para proteger simultáneamente la biodiversidad marina y apoyar los medios de vida costeros, pero su implementación es 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 durante la última década, aunque no a los niveles comprometidos (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 y un sistema de monitoreo de indicadores que den cuenta de condiciones deseadas o indeseadas al interior de estos espacios de conservación.

Para el caso puntual de este proyecto, se realiza un análisis del estado de situación del AMP denominada Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), la cual tienen por objeto conservar y proteger una parte de los ambientes marinos representativos del sistema insular el cual está

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).

En cuanto a la gestión de las RMs, 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, fiscalización y vigilancia.

En el PGA de la RMICHA se contempla efectuar actividades de investigación que permitan el seguimiento, la actualización de líneas de bases, conocer los avances y problemas del funcionamiento, así como estimar cambios en indicadores socio-económicos que reflejen una gobernanza y gestión eficaz en la administración mediante los indicadores de desempeño establecidos. En base a esto, el presente proyecto está enfocado en 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 del PGA de la RMICHA así como también generar recomendaciones para la implementación de indicadores apropiados que permitan informar a la administración si las acciones de gestión están contribuyendo a la conservación de este espacio marino-costero.

3. Metodología

3.1 Actividades Generales

3.1.1 Solicitud de permisos y autorizaciones

Para la realización de muestreos submareales, se solicitó al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura la autorización para realizar muestreos oceanográficos y biológicos sin captura de ejemplares (Anexo 8.2.1). Esta solicitud se realizó mediante el procedimiento de ingreso y evaluación de solicitudes para realización de actividades en parques y reservas marinas, que no requieren de autorización de pesca de investigación (Res. Ex. 00207/2020).

Por otro lado, la extracción de los recursos para la obtención de la estructura de tallas y medición de la talla y peso las especies bajo monitoreo requiere contar con una pesca de investigación. Para ello, se diseñó y presentó una solicitud a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura para la realización de una pesca de investigación de prospección en la RMIHA, la cual fue autorizada mediante R. EX. N° E-2023-281 (Anexo 8.2.2).

Para el levantamiento de información oceanográfica, se realiza una solicitud de autorización para realizar investigación científica y/o tecnológica marina por entidades nacionales, que incluye sondeos de prospección exploratoria, de acuerdo con lo indicado por el DS N° 711 del 22 de agosto de 1975. La solicitud se realizó a través del portal Trámite Fácil del Servicio Hidrográfico de la Armada y autorizada mediante Exento Ord. N° 13270/24/447/Vrs (Anexo 8.2.3).

Finalmente, y previo a la realización de las actividades de muestreo, se dio aviso al SERNAPESCA regional a fin de mantener a esta institución al tanto de las actividades de terreno desarrolladas.

3.2 Diseñar un programa de vigilancia ambiental para los indicadores establecidos en el PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral, considerando las recomendaciones que entregue el proyecto FIPA 2019-25, en sitios representativos de la Reserva, realizando comparaciones con un Área de Libre Acceso (ALA) y un Área de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERB) de la zona.

3.2.1 Revisión de información existente

Para medir el desempeño de los indicadores de la dimensión biológica del PGA de la RMICHA, se realizó una búsqueda enfocada a reunir toda la información disponible que ha sido desarrollada en la Reserva Marina (RM) y su entorno. Para ello, se solicitaron al SERNAPESCA los resultados de estudios previos y se realizó una búsqueda de proyectos del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) que hayan estado relacionados a la RMICHA. Además, 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. Finalmente, se realizó una solicitud vía transparencia de los informes técnicos de AMERB cercanas a la RMICHA para contrastar la evolución de indicadores relacionados al **objetivo de "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"**.

Para la revisión de la información existente, se consideró como base la información recopilada en el estudio FIPA 2019-25 de actualización de la línea base de las reservas RMICD y RMICHA (Thomas et al., 2022), la cual ha sido complementada con nuevos hallazgos de información.

Para medir el desempeño de los indicadores socioeconómicos, se solicitó vía transparencia a la autoridad marítima, la información de zarpes desde Caleta Chañaral de Aceituno con destino turístico de observación. Mientras que a SERNAPESCA se le solicitó información acerca de actividades extractivas al interior de la reserva si las hubiese. Esto permitió actualizar el cálculo del Índice Bruto Diario (IBD) para actividades turísticas y el Índice Bruto Unitario (IBU) para las actividades extractivas al interior de la reserva, de acuerdo con la metodología desarrollada en el proyecto FIPA 2019-25 (Thomas et al., 2022).

Para medir el desempeño de los indicadores de gobernanza/gobernabilidad, se solicitaron las actas de la mesa de trabajo (esquema de gobernanza inicial) y las actas de los comités consultivo y de administración de la RMICHA que corresponden a las instancias del esquema de gobernanza

actual el cual fue implementado desde el año 2019 y que funciona hasta la fecha (Res. Ex 4603. 2019). Este análisis fue complementado con los resultados provenientes de las encuestas de satisfacción que realiza SERNAPESCA en la comunidad de Chañaral de Aceituno, donde 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 plan general de administración, entre otras materias de interés.

Otro de los indicadores de gobernabilidad es la “aplicación de conocimiento generado en la gestión de la Reserva”, para ello, se realizó una descripción de los estudios que han dado origen a la creación y aplicación de normativas o prácticas en la gestión de la RMICHA.

Para medir el desempeño de los otros indicadores de gobernabilidad como la disponibilidad y asignación de recursos y la cobertura de fiscalización, se solicitó información a SERNAPESCA acerca de los costos de gestión de la reserva, así como también acerca del número de fiscalizaciones realizadas y el número de ilícitos identificados por campaña de fiscalización.

3.2.2 Medición del desempeño de los indicadores biológicos, socioeconómicos y de gobernabilidad

Para la medición del desempeño de los indicadores establecidos en el PGA de la RMICHA, se siguieron los protocolos desarrollados y descritos en el proyecto FIPA 2019-25 (Thomas et al., 2022). A continuación, se proporciona el detalle de la estimación de cada uno de los indicadores del PGA, además de la estimación de indicadores que no se encuentran contenidos en el PGA, pero que el proyecto FIPA 2019-25 recomendó iniciar su medición de desempeño proporcionando datos y un enfoque metodológico para su medición.

3.2.2.1 Medición del desempeño de los indicadores biológicos

El monitoreo de la dimensión biológica en el PGA de la RMICHA es crucial para evaluar la salud y la biodiversidad de la reserva marina. La [Tabla 1](#) proporciona una lista de los indicadores definidos en el PGA para medir el desempeño de la dimensión biológica, que incluyen recursos bentónicos y algas de importancia comercial, así como especies de vertebrados acuáticos carismáticos. Además, se considera importante medir la calidad del agua y los sedimentos ya que estos factores son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad en un área marina protegida. Por otra parte, se propone incluir el indicador de variación porcentual de la biodiversidad, que permitirá evaluar el estado de la RMICHA, pero también comparar su evolución con otros sistemas de gestión como AMERB, ALA y la Reserva Marina Islas Choros-Damas. Es importante destacar que se extenderá el análisis de la variación porcentual de la biodiversidad a nuevas matrices para obtener un panorama más completo de la biodiversidad en la reserva marina. Se espera que este

monitoreo continuo permita identificar tendencias y realizar ajustes en la gestión de la reserva para mantener y mejorar la salud del ecosistema marino.

Tabla 1. Descripción de indicadores propuestos en el Plan General de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), para medir el desempeño de la dimensión biológica.

Abreviatura	Nombre del indicador	Descripción del indicador en el PGA
IB1	Variación porcentual biodiversidad	Estimada como la variación porcentual observada entre las últimas dos mediciones. En base a la variación porcentual se generan rangos de variación que permiten analizar cambios en las distintas matrices analizadas.
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).
IB6	Estudios de investigación	(Número de estudio (año base+1) / Número de estudio (año base)) *100.

Debido a que el presente proyecto considera la elaboración de un protocolo metodológico para lograr actualizar parte de los indicadores biológicos en el tiempo, no se describe la metodología de estimación en este acápite, ya que esta se encuentra detallada en el protocolo de monitoreo del PVA desarrollado en la sección de resultados del objetivo 1.

Los indicadores IB2 e IB6, no se encuentran en el protocolo mencionado, por lo cual su metodología de análisis se describe a continuación:

a) IB2-Número de ejemplares de vertebrados acuáticos residentes avistados.

A partir de información proveniente de campañas de avistamiento para el conjunto de especies definidas en el objetivo 1 del PGA (delfín nariz de botella, pingüino de Humboldt y lobo marino común), se realizó 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 Figura 1. Para el caso del chungungo, se aplicó una metodología similar pero el rango de variación se elaboró en base a estimaciones poblacionales realizadas en otras zonas del norte de Chile, esto debido a que la información referente al estatus de la población de *L. felina* a nivel local es escasa.

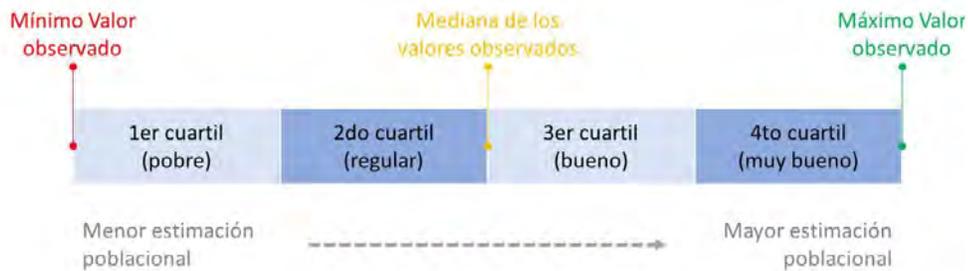


Figura 1. Esquema de ordenación de los datos extraídos de las campañas de avistamiento de vertebrados acuáticos residentes realizadas en la RMICHA.

A partir de este proceso de ordenación, se extrajo información de estadística descriptiva básica, en este caso se seleccionaron los cuartiles ya que permiten establecer 4 estados distintos del estimado poblacional, los cuales serán **definidos como "pobre", "regular", "bueno" y "muy bueno"** de acuerdo con las recomendaciones emanadas del proyecto FIPA 2019-25.

b) IB6-Estudios de investigación.

En el 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, sin embargo, estos son propuestos en el marco del proyecto FIPA 2019-25, para efectos del PVA se considerarán los

establecidos en este trabajo. Estos son, 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 recomendó 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).

La recopilación de trabajos de investigación realizadas en la RMICHA que abordan algún ámbito de interés para los PGA, se presenta en la Tabla 2. Esta tabla indica los ámbitos abordados por año y el número de estudios fueron realizados por año. Esta tabla es la base para calcular el Indicador de Conocimiento.

Tabla 2. Tabla de sistematización que presenta el número de estudios realizados por ámbito de interés del PGA de la RMICHA.

Año	Diversidad	Estructuradores de hábitat	Calidad de agua	Vertebrados acuáticos residentes	Poblaciones de interés comercial	Referencia
1999		1			1	González et al. (1999).
2007					1	ABIMAR (2007)
2008	1	1	1	1	1	Gaymer et al. (2008)
2008					1	ABIMAR (2008)
2009					1	KRECES (2009)
2011					1	ABIMAR (2011)
2013					1	ABIMAR (2013)
2014		1				Vázquez et al. (2014)
2015				1		Wallace & Araya (2015)
2016		1			1	Vega et al. (2016)
2018				1		Pérez-Álvarez et al. (2018)
2018				1		Simeone et al. (2018)
2019				1		Oliva et al. (2019)
2020				1		Sepúlveda et al. (2020)
2021	1	1	1		1	Thomas et al. (2022)
Total estudios	2	5	2	6	9	

3.2.2.2 Medición del desempeño de los indicadores socio-económicos

En la Tabla 3 se presentan los indicadores propuestos en el PGA de las RMICHA para medir el desempeño de la dimensión socioeconómica. En general, se aprecia que los indicadores están enfocados 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 3. 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 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	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 $(N^{\circ} \text{ visitantes (año base+1)} / N^{\circ} \text{ visitantes (año base)}) \times 100$	RMIC

a) ISE1-Uso de recursos biológicos.

En línea con lo planteado en el 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 que han sido autorizadas por la SUBPESCA. Estos datos serán utilizados para la elaboración del Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB) siguiendo el procedimiento descrito en el FIPA 2019-25, el cual además se detalla a continuación.

- Paso 1. Calcular la mediana anual de las cuotas autorizadas para AMERBs cercanas a RMICHA (Chañaral de aceituno A y B), AMERBs cercanas a RMICD (Punta Choros,

Apolillado 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).

- Paso 2. 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 definirá como límite la condición base observada el año 2005, y como condición deseada el valor histórico medio del IERB calculado para las AMERB que se encuentran aledañas a las reservas marinas.

Cabe mencionar que eventualmente se podrían incluir datos de la RMICHA a futuro, esto no ha sido implementado ya que solo se cuenta con dos autorizaciones de actividades de extracción transitorias, una el año 2015 y otra el año 2023. Debido a esto, para el análisis de las cosechas realizadas en la en la RMICHA, se solicitaron los datos a la oficina de SERNAPESCA Atacama. A partir de esta información se determinó 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. Para determinar el valor económico total de las cosechas se utilizó el valor sanción que es oficializado por el Sernapesca todos los años y se multiplicó por la cantidad extraída. A partir de estos datos se calcula el Ingreso Bruto Unitario de la siguiente manera:

$$IBU = Vc/B$$

Donde:

Vc: Valor de la cosecha

B: Número de buzos

b) ISE2-Otros usos de los activos ambientales.

Para actividades turísticas, se utilizarán datos de registro de zarpes para actividades de turismo, los cuales serán solicitados a la autoridad marítima. 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 y se considerará un valor de referencia para el tour para lo cual se realizará una búsqueda web de los valores del tour en distintos años, y/o se consultará directamente a las personas que ofrecen estos servicios. A partir de estos datos se calculará el Ingreso Bruto Diario (IBD) de la siguiente manera:

$$IBD = Vd \times P$$

Donde:

Vd: Viajes diarios promedio

P: Precio tour

3.2.2.3 Medición del desempeño de los indicadores de gobernabilidad

En la Tabla 4 se describen los indicadores propuestos en los PGA de las RMICHA para medir el desempeño de la dimensión de gobernabilidad. Los indicadores de esta dimensión abordan temas amplios y diversos que se relacionan con la existencia de un plan general de administración e instancias formales de diálogo para favorecer la toma de decisiones, se cuenta también con indicadores asociados a la participación de la comunidad en el proceso de gestión, en la aplicación práctica del conocimiento generado, en la disponibilidad y asignación de recursos para la gestión y en la capacidad de vigilar y fiscalizar el cumplimiento de las normativas existentes.

Tabla 4. Descripción de indicadores propuestos en Plan General de Administración (PGA), de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), 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.

Abreviatura	Nombre del indicador	Descripción PGA
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.

Para la revisión de IG1 e IG2 se revisaron documentos formales como resoluciones, decretos y actas de funcionamiento de las instancias de gobernanza establecidas y a partir de ello, se determinó el nivel de cumplimiento en estos ámbitos.

a) IG3-Nivel de participación y satisfacción.

Se diseñó una encuesta que incluía preguntas cerradas y abiertas con el propósito de recopilar información sobre la percepción y participación de la comunidad en la gestión de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA). Este instrumento se desarrolló tomando como referencia una encuesta previamente implementada por SERNAPESCA como parte de un estudio para "Potenciar la imagen del Servicio en temas de cumplimiento normativo de alto impacto en la opinión pública, a través del cumplimiento normativo de los Planes Generales de Administración de las Reservas Marinas (Conservación) y del proceso de regularización de caletas pesqueras" (SERNAPESCA, 2020).

En la elaboración de la encuesta, se consideró además la posibilidad de obtener información complementaria para el indicador IG6 Cobertura de fiscalización. De esta manera, se buscó conocer la percepción de la comunidad local sobre los mecanismos de fiscalización y sanción que se aplican en la reserva por parte de las instituciones competentes, con el objetivo de obtener una visión más completa y detallada del desempeño de la reserva y su impacto en la comunidad.

La aplicación de la encuesta se realizó de manera presencial en Chañaral de Aceituno, utilizando un muestreo aleatorio simple para asegurar la representatividad de la población. Se establecieron puntos estratégicos de aplicación en la localidad para facilitar la participación de los encuestados.

Los datos cuantitativos recopilados fueron analizados descriptivamente mediante herramientas gráficas adecuadas para cada tipo de pregunta. Además, se llevó a cabo un análisis cualitativo de las respuestas abiertas para identificar posibles patrones y temas emergentes.

Se obtuvo el consentimiento informado de los participantes antes de la aplicación de la encuesta, asegurando la confidencialidad y el anonimato de los datos recopilados, en estricto cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

Antes de la implementación definitiva, se realizó una prueba piloto de la encuesta con un grupo reducido de participantes para evaluar la claridad, relevancia y adecuación de las preguntas. Una vez realizadas las adecuaciones necesarias, se aplicó la encuesta en el campo a 30 residentes de la localidad de Chañaral de Aceituno. La duración promedio de la encuesta fue de 20-30 minutos por participante, y se asignaron recursos humanos y logísticos suficientes para garantizar la calidad y eficiencia del proceso.

b) IG4- Aplicación del conocimiento generado en la gestión de la RMICHA.

Se elaboró una matriz que incluye una descripción de las decisiones tomadas, que pueden ser regulaciones, autorizaciones de extracción recursos bentónicos y/o buenas prácticas, para ello se realizó una revisión de toda la normativa elaborada y de los reportes de cumplimiento del PGA. Además, la matriz incluye una columna que describe la investigación o la recomendación que originó la decisión tomada. Finalmente, se incorporará una columna con el año de entrada en rigor de la decisión.

c) IG5- Disponibilidad y asignación de recursos

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 2022.

Cabe mencionar que, si bien el indicador fue elaborado con distintas fuentes de información. Se reunió información de costos de actividades realizadas en la RMICHA derivadas de las gestiones propias de SERNAPESCA, como actividades de fiscalización, administración y difusión. Por otro lado, se realizó una búsqueda de las investigaciones realizadas, que en este caso particular existen únicamente tres estudios FIPA durante el horizonte de análisis (2014 - 2022), el Proyecto FIPA 2018-43 (\$149.987.000), el proyecto FIPA 2019-25 (\$90.000.000) y el actual proyecto FIPA 2022-19 (73.838.000).

Toda la información recabada fue organizada por ítem de gasto, específicamente:

- a. Fiscalización
- b. Administración, extensión y difusión
- c. Investigación

A partir de los gastos anuales, se calculó el gasto anual promedio, el cual fue utilizado para calcular el gasto por km² conservado, dividiendo el gasto promedio anual por el área total de cada reserva. Esto debido a que frecuentemente se utiliza este antecedente para realizar análisis acerca de los costos de conservación.

Es importante destacar que entre los años 2020 y 2022 no se cuenta con información del gasto efectuado en materia de fiscalización y administración, ya que no fue registrado. Sin embargo, se realizaron actividades similares a los previos, por lo cual se estimó un gasto promedio en estos ámbitos para los años indicados.

d) IG6-Cobertura de fiscalización

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, el PGA contiene un programa de fiscalización y vigilancia donde se establecen las cooperaciones entre instituciones y el apoyo de la comunidad en aspectos de vigilancia.

Para medir el éxito de los esfuerzos de vigilancia y fiscalización, la actualización de la línea base (Thomas et al., 2022), en consistencia con lo que estableció el PGA, propuso tasa de infracción observada anualmente para medir el efecto disuasorio de las actividades de fiscalización y vigilancia, la cual puede calcularse al dividir el número de ilícitos identificados por el número de actividades de fiscalización realizadas en un año particular. La tasa de infracción fue calculada para la serie temporal 2015-2022, a partir de datos proporcionados por SERNAPESCA.

De manera complementaria, se aplicó una encuesta (ver descripción metodológica de IG3), que permitió levantar la percepción de la comunidad local acerca de las acciones de fiscalización de la normativa asociada a la Reserva Marina Isla Chañaral.

e) Análisis integrado de los indicadores de Gobernabilidad

Dentro de la estructura del Plan General de Administración (PGA) de la Reserva Marina Isla Chañaral de Aceituno (RMICHA), se reconoce la relevancia de la gobernabilidad y la gobernanza para lograr una gestión exitosa, integrando una serie de indicadores para medir el desempeño del ámbito de gobernabilidad. Sin embargo, es importante tener en cuenta que en este ámbito resulta desafiante observar cambios a partir de indicadores aislados, por lo que una evaluación adecuada debe considerar un análisis integrado de todos los aspectos. Este estudio proporciona, provisionalmente, un análisis basado en un enfoque descriptivo y simple (Chuenpagdee & Jentoft, 2009), adecuado para la información disponible, aunque se reconoce que análisis más recientes cuentan con un mayor desarrollo teórico y conceptual. La metodología implica abordar una serie de preguntas segmentadas en cuatro sistemas (natural, socioeconómico, de gobierno e interacciones de gobierno) a cuatro niveles (diversidad, complejidad, dinámicas y escala) (Tabla 5).

Tabla 5. Guía para la evaluación del estado de gobernabilidad de sistemas costeros. Fuente: (Chuenpagdee & Jentoft, 2009).

ITO	Sistema Natural	Sistema Socioeconómico	Sistema de Gobierno	Interacciones de Gobierno
Diversidad	¿Cuál es el nivel de biodiversidad?: especies, tipos de ecosistemas o hábitats, y la abundancia y salud relativas.	¿Quiénes son las partes interesadas?: demografía, organización, intereses, usos, normas y valores, etc., y su calidad de vida	¿Cuál es el modo de gobierno?: de arriba hacia abajo, de cogestión o de abajo hacia arriba, y las instituciones, mecanismos y medidas formales e informales	¿Cuáles son las formas existentes de interacciones?: comunicación, participación, representación, etc.
Complejidad	¿Cómo están interrelacionadas las especies, hábitats y ecosistemas, la productividad del sistema y la presión externa?	¿Cómo interactúan las partes interesadas?: en conflicto, colaborando, comunicándose, integrándose, especializándose, cumpliendo, etc.	¿Cómo se relacionan los objetivos/visión de las instituciones de gobierno?: difieren, compiten o cooperan	¿Cómo se suman y relacionan las formas de interacciones: mutuamente compatibles, consistentes o incompletas?
Dinámicas	¿Cuáles son los cambios biológicos y físicos que ocurren con el tiempo: a largo plazo, corto plazo, estacionales; principales impulsores internos y externos?	¿Cuál es el cambio en la composición de las partes interesadas, valores y actitudes a lo largo del tiempo; principales impulsores y consecuencias?	¿Ha habido cambios en las instituciones, mecanismos y medidas de gobierno; principales impulsores y consecuencias?	¿Qué tan adaptables son las formas de interacciones? ¿Realmente transmiten información, generan demandas y ejercen influencia?
Escala	¿Cuál es el tamaño y rango geográfico del ecosistema?; límites naturales, singularidad del sistema y funciones	¿Cuál es el tamaño y rango geográfico del sistema social?; límites sociales, divisiones étnicas y de clase, movilidad, singularidad y funciones?	¿Cuál es el tamaño y rango geográfico de las instituciones?: local, nacional, regional; límites políticos, historia, singularidad y funciones	¿Cómo se canalizan las interacciones dentro y entre escalas?; desde el nivel nacional, regional hasta el local y viceversa?

3.2.3 Diseño del programa de vigilancia ambiental

3.2.3.1 Selección de estaciones

Como primera aproximación a la definición de estaciones de muestreo, se realizó una jornada de trabajo con representantes de las organizaciones de pescadores de Caleta Chañaral para levantar información que ayude a la definición de las estaciones en AMERB y ALA. Para ello, se elaboró una cartografía participativa con representantes de las organizaciones de pescadores locales a fin de determinar focos productivos adecuados para el posicionamiento de dichas transectas. Este trabajo se realizó en el marco del comité consultivo (revisar acta en acápite 8.1.3)

Para la selección de estaciones de monitoreo, se realizó una reunión de trabajo con la contraparte técnica y representantes del SERNAPESCA. En esta reunión se presentaron las estaciones de muestreo de la línea base actualizada (FIPA 2019-25), a fin de seleccionar un subset de estas estaciones para llevar a cabo el plan de vigilancia ambiental. La presentación de las estaciones consideró información cartográfica referente a los focos de abundancia de recursos bentónicos y algas observados en el mapeo de especies del estudio FIPA 2019-25 junto con el resultado del trabajo de mapeo participativo desarrollado con representantes de los pescadores artesanales a fin de definir la ubicación de las transectas en ALA y AMERB. A partir de la integración cartográfica de la información mencionada, se procedió a realizar una propuesta de estaciones la cual fue analizada y discutida en la reunión de trabajo (revisar acta en acápite 8.1.1).

3.2.3.2 Diseño del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

El diseño del PVA está siendo elaborado en formato de protocolo, a fin de que este pueda ser replicado en los posteriores muestreos que se realicen en la RMICHA. Este protocolo considera el desarrollo de los siguientes capítulos:

- 1) Antecedentes generales
- 2) Objetivos del PVA
- 3) Estaciones de muestreo
- 4) Frecuencia de monitoreo
- 5) Métodos de muestreo y análisis
- 6) Involucramiento de la comunidad y plan de comunicación
- 7) Costos de implementación PVA

3.3 Ejecutar un piloto del programa de vigilancia ambiental diseñado, realizando comparaciones con ALA y AMERB de la zona

3.3.1 Actualización carta batimétrica

Los polígonos de distribución de cada una de las especies objetivo son acotados a la superficie muestreada, estableciendo como profundidad máxima los 20 metros. En este sentido, se realiza una actualización de la Carta Batimétrica, que describe la distribución de las profundidades y de los tipos de fondo al interior de la RMICHA.

Para el levantamiento de información respecto de la profundidad dentro del área de muestreo se realizó un barrido hidroacústico, cubriendo transectas perpendiculares a la línea de costa separadas de manera equidistante, además de los trayectos diagonales que las conectan (Figura 2).

Los barridos hidroacústicos se realizaron utilizando un ecosonda científico BioSonics MX para el 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 la profundidad de la sonda batimétrica, además de la altura de las praderas de algas submareales (Figura 3).

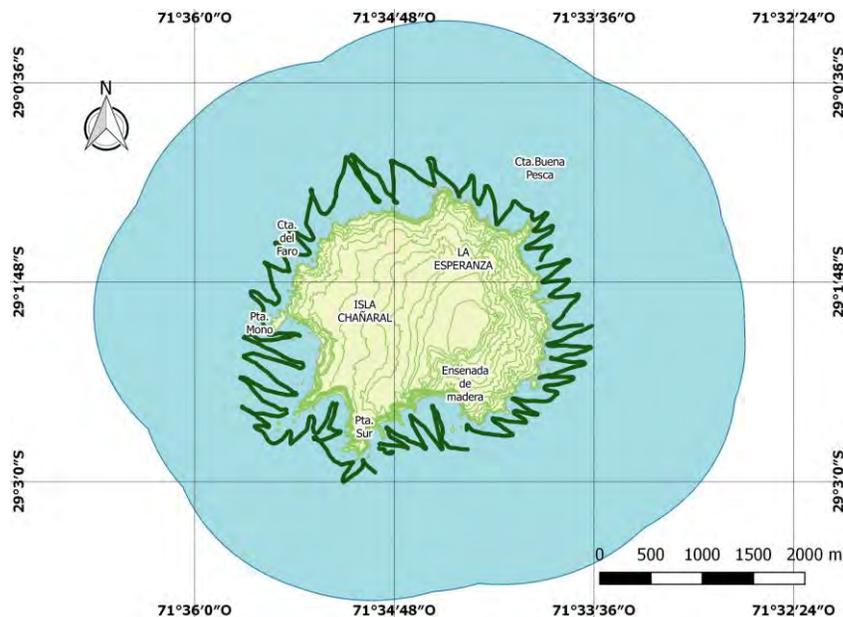


Figura 2. Distribución de las sondas batimétricas obtenidas en el muestreo realizado durante el mes de marzo de 2023.

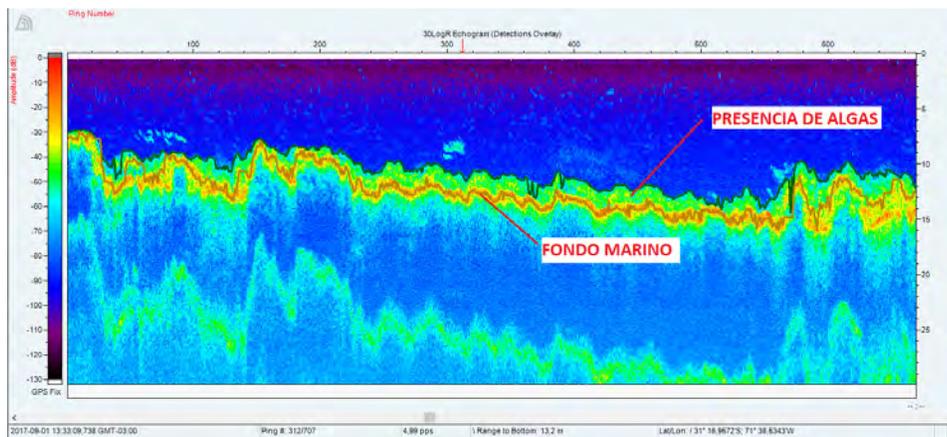


Figura 3. Ecograma que muestra fondo y vegetación en el seguimiento de una secuencia de aproximadamente 700 pings. La intensidad de retrodifusión del eco (dB) se muestra en la escala de colores del eje izquierdo, y la profundidad (m) en el eje derecho. Fuente: Elaboración propia usando el software Visual Aquatic (BioSonics Inc., 2016)

3.3.2 Variables oceanográficas y comunidades planctónicas

La caracterización oceanográfica y de las comunidades planctónicas son fundamentales para evaluar el indicador IB5, que se centra en la calidad del agua. No obstante, este estudio propone una expansión del análisis, incorporando no solo las matrices planctónicas, sino también redirigiendo el enfoque de dichas mediciones. Se sugiere avanzar más allá de la detección de la contaminación antropogénica, que es el enfoque actual, hacia una perspectiva más integral. Esto implica considerar los cambios en los regímenes ambientales, como la presencia de fenómenos como El Niño o La Niña, así como las variaciones en la intensidad de las surgencias costeras. Estos factores son de relevancia crucial para las comunidades y poblaciones que habitan la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) y su entorno.

3.3.2.1 Caracterización de la columna de agua

Con el fin de determinar las variables oceanográficas de la columna de agua se llevaron a cabo, durante el año 2023, 4 campañas de monitoreo estacional en la RMICHA, en un sector del AMERB Chañaral A y un Área de Libre Acceso colindante con el AMERB.

En la columna de agua, se monitorearon 8 estaciones de acuerdo con la distribución de estaciones definidas (ver sección 3.2.3.1). En cada una de las estaciones, se tomaron muestras de agua a 6 niveles de profundidad (0m, 5m, 10m, 15m, 20m y 25m) para medir la temperatura, salinidad,

conductividad, pH y oxígeno disuelto, mediante el uso de un equipo de muestreo multiparamétrico Hanna Instrument 9829. Por su parte, para el monitoreo de concentración de clorofila, se tomaron muestras mediante botella Niskin a las mismas profundidades y posteriormente se calculó mediante espectrofotometría (10200H Standard Methods).

De manera complementaria, en la RMICHA se instalaron sensores de registro continuo de temperatura de la marca HOB0 MX2202. 4 fueron instalados a 8 metros de profundidad y uno en la superficie. No obstante, de los cuatro sensores instalados a profundidad, no se lograron recopilar datos debido a la presencia de corrosión interna y fallos en los circuitos, lo que resultó en la imposibilidad de lectura. Es destacable que, a pesar de que la información proporcionada por el proveedor sugería una resistencia al agua de mar durante periodos prolongados, los dispositivos no cumplieron con esta expectativa.

3.3.2.2 Caracterización de sedimentos marinos

Para analizar los sedimentos marinos y su relación con la macrofauna presente en ellos, se consideró la medición de pH, Potencial Redox, Temperatura, Materia Orgánica Total (MOT) y Granulometría. 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 para hacer comparables los resultados con el proyecto FIPA 2019-25 que utilizó este mecanismo para la toma de muestras. La ubicación de las estaciones se realizó de acuerdo con la distribución de estaciones definidas con la contraparte técnica (ver sección 3.2.3.1).

Los parámetros pH, Potencial Redox y Temperatura, fueron tomados in situ, mediante un equipo multiparamétrico Hanna Instrument 98191, cuyas sondas fueron debidamente calibradas y verificadas previamente con tampones 4, 7 y 10 y solución ORP de 240 mv ambos certificados y trazables al NIST.

Por su parte, las muestras de sedimentos para el análisis granulométrico (1Kg) fueron obtenidas de cada estación, envasadas y trasladadas a los laboratorios del Centro de Investigación Ecos para su análisis. En el estudio de la distribución granulométrica de los sedimentos utilizó la denominación de Wentworth (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 & Pye, 2001). 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 será descrito en base a la escala de tamaño de los granos de sedimento extraída del programa GRADISTAT (Blott & Pye, 2001) modificada de (Wentworth, 1922) y Wentworth (1922) (Tabla 6).

Tabla 6. 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		Muy gruesa
1	500 μm		Gruesa
2	250 μm	Arena	Media
3	125 μm		Fina
4	63 μm		Muy fina
5	31 μm	Limo	Muy grueso

El análisis del contenido de materia orgánica se determinó de manera gravimétrica tras calcinación a 450°C. La metodología de muestreo, equipo e instrumental de terreno y análisis de laboratorio considera lo establecido en la Resolución 3612/2009 (Tabla 7).

Tabla 7. Variables consideradas para la determinación de la calidad del sedimento en la zona de estudio.

Variable	Metodología
pH	• Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Temperatura	• Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Potencial Redox	• Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Materia Orgánica	• Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.
Granulometría	• Res.Ex. 3612/2009 SUBPESCA. Fija las metodologías para elaboración de CPS e INFA.

3.3.2.3 Caracterización de comunidades fitoplanctónicas

Se tomaron muestra de fitoplancton en cuatro campañas estaciones durante el año 2023, considerando 8 estaciones o puntos de monitoreo, seis de las cuales se dispusieron en la RMCIIA, 1 en el AMERB Chañaral y otra en un ALA colindante al AMERB (ver sección 3.2.3.1). En cada estación se evaluaron 3 estratos de la columna de agua, obteniéndose así 3 muestras de agua colectadas en 0, 10 y 20 metros, logrando un total de 24 muestras en el conjunto de estaciones contempladas. Estas muestras destinadas a análisis cuantitativos del fitoplancton fueron colectadas mediante botella Niskin (Figura 4). Las muestras fueron inmediatamente fijadas con reactivo de Utermöhl y vertidas en frascos herméticos, previamente rotulados. Estos últimos se almacenaron en un cooler cerrado, evitando así la descoloración y degradación del lugol.

De manera complementaria, en todas las estaciones seleccionadas se recolectaron muestras para análisis taxonómicos mediante arrastres verticales (fondo a superficie), con red de fitoplancton

de 25 μm de tamaño de malla. Estas muestras se fijaron inmediatamente en formalina al 5% neutralizada con bórax. El material muestreado y fijado fue dispuesto en frascos de doble tapa rotulados y posteriormente almacenados en coolers herméticos.



Figura 4. Red Fitoplancton y Botella Niskin.

Se determinaron a nivel de especie los principales componentes del fitoplancton por observación directa del material fijado en un microscopio fotónico con contraste de fases, de acuerdo con las recomendaciones establecidas por UNESCO (Intergovernmental Oceanographic Commission, 1978). Los resultados son expresados de acuerdo con un índice de abundancia relativa (I.A.R) estructurado (Avaria, 1965), el cual permite establecer el grado de importancia de cada taxa en función de su ocurrencia por estación. El I.A.R se estructura de acuerdo con la siguiente escala (Tabla 8).

Tabla 8. Índice de abundancia relativa (I.A.R)

I.A.R	Diatomeas	Dinoflagelados
Raro (R)	1 célula	1 célula
Escaso (E)	2-10 células	2-10 células
Abundante (A)	11-50 células	11-30 células
Muy Abundante (MA)	>50 células	>30 células

En los recuentos de células se utilizó un microscopio invertido con contraste de fases, según técnica de (Utermöhl, 1958). En el análisis y procesamiento de datos se consideraron las recomendaciones nacionales del manual de métodos ficológicos (Alveal et al., 1995) y recomendaciones internacionales (Hasle, 1978). Los resultados son expresados en células por Litro (cél L-1).

3.3.2.4 Caracterización de comunidades zooplanctónicas

El monitoreo de comunidades zooplanctónicas se realizó considerando 8 estaciones o puntos de monitoreo, 6 estaciones fueron dispuestas en la RMICHA, una en el AMERB Chañaral y otra en un sector de ALA colindante con él AMERB (ver sección 3.2.3.1). En cada estación se realizó un arrastre vertical para tomar una muestra integrada de la columna de agua. Los arrastres planctónicos se realizaron mediante la utilización de una red tipo WP-2, de 60 cm de diámetro y una trama de 210 μm .

Se determinaron a nivel de especie los integrantes del zooplancton contenidos en muestras de agua de mar. El análisis se realizó por observación directa del material fijado en un estereomicroscopio de alto alcance (2x-225x). En los casos donde la densidad planctónica no permitió una visualización idónea para el recuento de ejemplares, se procedió al fraccionamiento de la muestra mediante un Sub-Muestreador Folsom marca Hydro-Bios Kiel. Se utilizó tinción rosa bengala con el objeto de facilitar la identificación de los ejemplares a momento del recuento. Los equipos utilizados cuentan con un sistema fotográfico, a través del cual se obtuvieron registros gráficos del análisis de microscopía que serán presentados en un próximo reporte.

Se cuantificó la abundancia para cada taxa y grupo zooplanctónico, mediante una cámara de conteo de zooplancton marca Hydro-Bios Kiel. Los grupos taxonómicos se clasificaron en base al ordenamiento sistemático (Bougis, 1974), utilizando como ayuda descriptiva para la identificación taxonómica se consideraron una serie de trabajos nacionales e internacionales (Barnard, 1969; Moser, 1996; Mujica & Medina, 2000; Palma et al., 1999; Palma & Kaiser, 1993; Todd et al., 1996; Trégouboff & Rosé, 1957).

3.3.3 Variación de la biodiversidad en hábitats o ensambles comunitarios representativos

La estimación de la variación en la biodiversidad dentro de hábitats o comunidades se enfoca en evaluar el desempeño del indicador IB1, que consiste en la variación porcentual de la biodiversidad. Esta variación se calcula como la diferencia porcentual entre las dos mediciones más recientes. Se realizan análisis para detectar cambios en la diversidad que puedan ser atribuidos a la gestión o a las variaciones ambientales.

Para medir este indicador, se define un hábitat como "el lugar o tipo de ambiente donde naturalmente se encuentra un organismo o una población" (UN, 1992), como, por ejemplo, un hábitat rocoso submareal. Por otro lado, se define un ensamble comunitario como "una parte de la comunidad seleccionada desde un punto de vista taxonómico" (Fauth et al., 1996), como, por ejemplo, el ensamble de peces asociados a bosques de huiro palo.

Dado que los análisis se realizan en diferentes niveles de organización ecológica, cada conjunto analizado se denomina como una "Matriz de Análisis".

3.3.3.1 Comunidades intermareales de fondos duros

Para la levantar datos de abundancia y diversidad de macrofauna bentónica asociada a fondos intermareales rocosos, se seleccionaron seis sitios en la RMICHA, uno en la costa del AMERB Chañaral y en otro en una zona intermareal colindante con el AMERB (ver sección 3.2.3.1). La ubicación de los sitios corresponde a una proyección de la transecta submareal, y fue movida en aquellos casos donde el acceso al intermareal en dichos puntos era riesgoso. En cada sitio de muestreo se utilizaron 4 foto-cuadrantes de 1m². Esta metodología de monitoreo fue aplicada de manera estacional en 4 campañas realizadas en el año 2023.

Posteriormente, todas las imágenes fueron analizadas para realizar la identificación de especies hasta el menor nivel taxonómico posible, con lo cual se determinó la abundancia de cada especie para calcular índices bio-ecológicos de cada sector.

La identificación de todas las especies presentes se realizó mediante la utilización de guías de identificación apropiadas (Aldea & Valdovinos, 2005; Forcelli, 2000; Guzmán et al., 1998; Häussermann & Försterra, 2009; Méndez-Abarca & Pepe-Victoriano, 2021; Zagal & Hermosilla, 2007; Zúñiga, 2002).

Durante el proceso de muestreo, se tuvo especial atención a la presencia de especies invasivas como algas *Codium fragile* y *Asparagopsis armata* e invertebrados como el briozoo *Bugula nerítica*, *Ciona intestinalis* y ascidias coloniales del género *Didemnum*, que podrían gatillar diversos efectos negativos en la estructura y función de los ecosistemas nativos (Castilla & Neill, 2009; Villaseñor-Parada et al., 2018). En casos de encontrar estas especies o tener la sospecha de ello, fueron tomadas muestras biológicas para su identificación posterior.

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 et al., 1984), incluyendo riqueza de especies (S), diversidad específica de Shannon-Wiener (H') y Uniformidad de Pielou's (J'). Cada índice será 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.

Análisis ecológicos multivariados

Como primer paso, se tomarán las abundancias de las especies y serán transformadas, 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, corresponden 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 empleará el método ANOSIM. Este método esencialmente contrasta las diferencias entre sustratos o campañas. El estadístico R es un indicador de la separación, variando desde 0 (no diferencias) y 1 (completa separación). El cálculo esta dado por:

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

Donde

rb= promedio de las similitudes de los rangos de todos los pares de réplicas entre las campañas
 rW= promedio de todas las similitudes de los rangos de las réplicas dentro de las campañas.
 M= $n \times (n-1) / 2$, y n es el total de muestras en consideración.

El análisis se realizará con un procedimiento de permutaciones aleatorias. El valor de R observado (Rob) será comparado con la distribución nula.

Con el fin de identificar las especies que contribuyeron la diferenciación entre campañas, se procederá 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).

3.3.3.2 Comunidades submareales de fondos duros

Para los recursos submareales, el diseño de muestreo consta de 6 transectas al interior de la RMICHA, 1 en el AMERB Chañaral y 1 en ALA, correspondiente a una zona colindante del AMERB. Las transectas fueron dispuestas de manera perpendicular a la costa entre 1 y 20 metros de profundidad (ver sección 3.2.3.1). Sobre las transectas se distribuyeron estaciones de muestreo cada 2 metros de profundidad, partiendo desde los 20m de profundidad hacia la superficie. En cada estación de muestreo se utilizaron cuadrantes de 1m², tomándose 4 réplicas por estación.

Esta metodología de monitoreo fue aplicada de manera estacional en 4 campañas realizadas el año 2023.

El proceso de identificación taxonómica se lleva a cabo a partir de foto-cuadrantes. Sin embargo, es importante destacar que se desarrollaron una serie de actividades previas que respaldan dicho proceso de identificación. En primer lugar, utilizando las líneas de base previamente desarrolladas (Gaymer et al., 2008; Thomas et al., 2022), se elaboró un listado de especies que ya han sido previamente identificadas y han sido clasificadas como especies frecuentes, raras e invasoras. Además, se han identificado los hábitats en los cuales estas especies han sido encontradas, como el submareal rocoso de fondo blanqueado, el submareal rocoso huiro palo, el intermareal rocoso y el intermareal rocoso huiro negro.

En segundo lugar, los buzos encargados del muestreo llevan a cabo varias acciones.

- a) Tomar una fotografía del cuadrante completo y realizar un barrido de video sobre el cuadrante para capturar los detalles en formato full HD. Posteriormente, se realizó un paneo de la zona de muestreo para identificar el tipo de hábitat.
- b) En los casos en que el buzo encuentre especies que considere cripticas o no pueda identificar alguna especie en el lugar, tomó una muestra y anotó los datos pertinentes en una tablilla acrílica de brazo, como el número de transecta, profundidad de la muestra y otras anotaciones relevantes para la identificación posterior.
- c) Todas las muestras recolectadas son identificadas en tierra el mismo día de muestreo por el equipo ejecutor utilizando claves taxonómicas. En caso de no lograr una identificación precisa, las muestras se preservan y se analizan en el laboratorio.
- d) Durante el proceso de sistematización, cada buzo es responsable de realizar la identificación taxonómica a partir de las imágenes y videos que capturó durante los buceos. Sin embargo, posteriormente se lleva a cabo una revisión cruzada, donde el buzo 1 verifica la clasificación realizada por el buzo 2 y viceversa.
- e) Finalmente, un tercer analista realiza una revisión general de los datos que generan incertidumbre, como una alta densidad de especies raras o infrecuentes, densidades anómalas de recursos bentónicos de importancia comercial, una alta presencia de especies invasoras o la presencia de especies en hábitats no reportados previamente, entre otras características que podrían observarse en los estadísticos descriptivos de la base de datos. En tales casos, se lleva a cabo una nueva revisión de las imágenes que generan incertidumbre, en la cual participan los buzos y el tercer analista.

Aún con todo el detalle del proceso de revisión indicado previamente, se debe considerar que la capacidad y conocimiento de los buzos y del equipo de identificación taxonómica es clave no solo cuando se realiza una clasificación mediante videos e imágenes, sino que también cuando la clasificación se realiza *in situ* y por lo tanto se debe tener esta consideración para los procesos de monitoreo periódicos.

El análisis de los datos se realizó a partir de los análisis univariados y multivariados ya descritos en el punto anterior (acápite 3.3.3.1)

3.3.3.3 Comunidades submareales de fondos blandos

Para levantar y actualizar la información de diversidad y abundancia de la infauna submareal de fondos blandos se realizaron 4 campañas estacionales durante el año 2023. En cada una, se tomaron muestras de sedimentos en 8 estaciones de acuerdo con la distribución de estaciones previamente definidas (ver sección 3.2.3.1). Estas muestras fueron tomadas con una draga de 0,1 m² de mordida para hacer comparables los resultados con el proyecto FIPA 2019-25 que utilizó este mecanismo para la toma de muestras (Thomas et al., 2022).

Las muestras para análisis de infauna submareal 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 e identificación taxonómica de las especies recolectadas. A partir de estos resultados, se elaboró una base de datos fotográficos de las especies identificadas. De cada taxón se calculó su abundancia y su biomasa mediante una balanza analítica de 0,0001 gramos.

El análisis de los datos se realizó a partir de los análisis univariados y multivariados ya descritos (acápite 3.3.3.1). Adicionalmente, para esta matriz de análisis se realizaron los siguientes análisis.

AMBI (AZTI's Marine Biotic Index)

Se calculó el índice AMBI, mediante el software AMBI V 6.0 y se evaluó la factibilidad de estimar el índice M – AMBI, debido a que se tomaran muestras en la Reserva que puede ser definido como un lugar **“sin afectación antropogénica”**, para esto se siguieron guías metodológicas previamente propuestas (Borja & Muxika, 2005; Marín et al., 2014).

La utilización del índice AMBI podría ser útil debido a que permite establecer valores límites sobre el cual la comunidad macrobentónica empieza a evidenciar signos de deterioro (Borja et al., 2000). Este índice se basa en la abundancia promedio ponderada de especies de la macrofauna sensibles a perturbación, cada especie es asignada a uno de cinco grupos ecológicos (Grupo ecológico (GE) I, II, III, IV y V) (Grall & Glémarec, 1997). El valor de AMBI obtenido permite ubicar a las especies en gradientes de perturbación por estrés que representa una sucesión (1a 7).

Análisis gráficos (Curvas ABC)

Con los datos de comunidades de fondos blandos, se aplicó el método de las curvas ABC que es una técnica empleada para evaluar las condiciones ambientales de una comunidad bentónica sin tener que disponer de datos históricos del área (Warwick, 1986).

El método consiste en comparar en un mismo gráfico las curvas de abundancia y biomasa; jerarquizando las especies según el orden de importancia en el eje x (escala logarítmica) con el porcentaje de dominancia y biomasa acumulado en el eje Y. Si las dos curvas se superponen indicaría una comunidad moderadamente alterada. Si la curva de biomasa se ubica sobre la de abundancia indicaría una comunidad no alterada, de lo contrario si la curva de abundancia se ubica sobre la biomasa indicaría una comunidad alterada (Figura 5). La que se corrobora con el estadístico W, el que fluctúa entre -1 a 1. De acuerdo al supuesto del modelo, cuando el valor del estadístico W es negativo representa indicios de perturbación, lo que reflejará grado de estrés, y cuando el valor del estadístico es positivo, predice que no existe perturbación, y, por lo tanto, la comunidad no presenta grado de estrés.

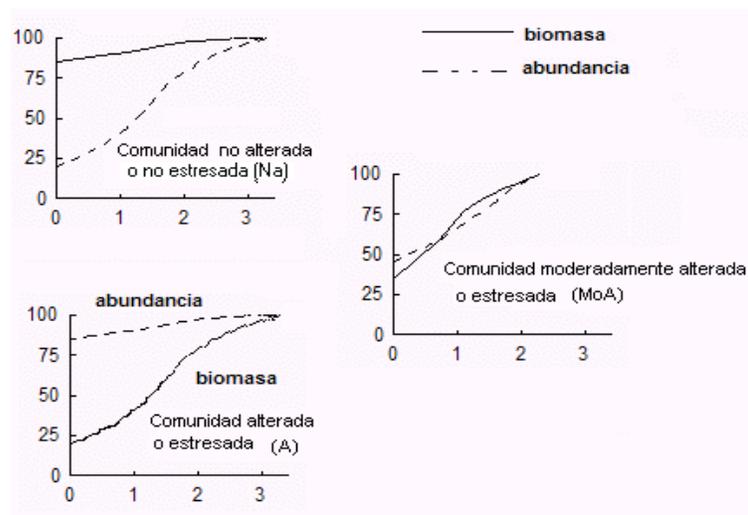


Figura 5. Visualización gráfica del método de las curvas ABC.

3.3.3.4 Comunidades asociadas a discos y frondas de huiro palo y huiro negro

Durante la campaña de primavera (octubre 2023) se extrajeron 10 plantas de huiro palo y 10 plantas de huiro negro en la RMICHA, AMERB y ALA. Las plantas seleccionadas tenían un diámetro de disco mayor a 15cm y fueron extraídas mediante barretas de fierro. A cada una de ellas se les realizará un registro morfométrico (N° de estipes, largo (m), tamaño de disco (cm) y peso (kg)).

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 para análisis espacio-temporal, en base a índices multivariados y univariados análogos a los descritos en la sección 3.3.3.1).

3.3.3.5 Ensamblajes de peces asociados a bosques de huairo palo

El monitoreo de peces se llevó a cabo mediante un sistema basado en puntos de observación fijos durante un tiempo establecido de 10 minutos. Se implementó una plataforma de muestreo simple y económica, consistente en una base rectangular y una cámara Insta360, que ofrece una visualización panorámica de 360° (Figura 6). Este enfoque permitió mitigar los posibles sesgos causados por la presencia humana, los cuales podrían afectar el comportamiento de huida de diversas especies de peces.



Figura 6. Plataforma de muestreo de peces con visualización panorámica de 360°. El panel derecho muestra el lado superior de la plataforma y el panel izquierdo muestra la parte inferior.

Se evitó el uso de sebo para evitar sesgos hacia la detección de especies carnívoras. El estudio se concentró exclusivamente en praderas de huairo palo en diferentes regímenes de gestión, específicamente en RMICHA, AMERB Chañaral y áreas adyacentes a ALA colindantes con AMERB Chañaral. Cuando la cámara se ubicó en áreas sin presencia de huairo palo, los registros se consideraron negativos y no se incluyeron en el análisis de datos.

El monitoreo se llevó a cabo durante la campaña de verano (diciembre de 2023) y se establecieron un total de 20 puntos de observación, distribuidos de la siguiente manera, 12 dentro de RMICHA, 3 dentro de AMERB Chañaral y 5 en áreas de ALA.

Análisis de videos

La revisión de los videos se realizó utilizando el software Insta360 STUDIO 2024, registrando la abundancia de cada especie observada cada 10 segundos. Para ello, se detiene el video y se analizó un fotograma en 360°; en caso de dificultades de visibilidad, se registraban los datos un segundo antes o después del momento correspondiente. A partir de esta información se construyó una matriz, donde las columnas representan el sistema de gestión y las filas muestran la abundancia observada de cada especie.

Análisis de datos

La abundancia de peces se registró como MaxN, que corresponde al máximo número de individuos de cada especie observados en un momento dado (mismo fotograma) de la grabación (M. Cappo et al., 2003). Esto generó un único valor de MaxN por especie por video, lo que proporciona una estimación conservadora de la abundancia y evita contar individuos más de una vez (Bacheler & Shertzer, 2014; E. Cappo & Harvey, 2006).

Para los análisis de diversidad, se realizó una descripción de la composición taxonómica observada en cada sistema de gestión. Además, se llevaron a cabo análisis univariados y multivariados similares a los descritos en la sección 3.3.3.1.

3.3.4 Variación del sustrato habitado de especies de interés comercial

Si bien el PGA de la Reserva describe el indicador de cobertura como el área ocupada por las especies expresada en superficie (m²), el monitoreo propuesto en el presente Protocolo de aplicación del PVA, se basa en la estimación de un porcentaje de unidades de muestreo que registran la presencia de cada recurso estudiado. Esta propuesta reduce en gran medida la alta variabilidad que genera la diversidad de métodos cartográficos utilizados para determinar una superficie habitada. El procedimiento para la estimación del indicador se describe a continuación.

A partir de la base de datos de evaluación directa, se elaboró una matriz de 'presencia/ ausencia' de especies consideradas recursos, con una desagregación a nivel de estación de muestreo.

Mediante el uso de una tabla dinámica, se calculó la cantidad de estaciones que registraron presencia para cada uno de los recursos evaluados, además de un recuento del total de estaciones muestreadas. Los datos se agruparon por transecta y por campaña de muestreo.

A partir de la tabla dinámica descrita, se calculó el porcentaje de estaciones con presencia de cada uno de los recursos, por campaña de muestreo, utilizando la siguiente expresión:

$$\% \text{ de estaciones con presencia de un recurso} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de estaciones con presencia}}{\text{Total de estaciones muestreadas}} \times 100$$

El resultado muestra el indicador de cobertura para cada especie evaluada, agregado por campaña de muestreo, a fin de poder estudiar la evolución temporal del porcentaje de estaciones habitadas. Para el análisis temporal, se calculó la diferencia entre el resultado obtenido en cada campaña del Plan de Vigilancia Ambiental, y el resultado obtenido en la cada una de las 2 campañas realizadas durante la actualización de la línea base de la Reserva (Thomas et al., 2022).

3.3.5 Estado de salud de las poblaciones de interés comercial

El estado de salud de las poblaciones de interés comercial es un aspecto crítico dentro del Plan General de Administración (PGA) de la RMICHA, ya que las especies bentónicas, como el loco, las lapas y el erizo, así como las algas, como el huiro palo y el huiro negro, son los elementos principales dentro de la Reserva. El uso de estas especies está restringido en la reserva, por lo que se espera un mejor desempeño en términos de tamaños y/o densidades en comparación con las Áreas de Libre Acceso o las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos.

Con base en lo anterior, se plantea la evaluación de la estructura poblacional, definida como la distribución de tallas, y los estimados de abundancia, expresados como los valores de densidad promedio, para visualizar el estado de "salud poblacional" de estas especies.

Además, dado que en la RMICHA se han otorgado autorizaciones transitorias para la extracción de recursos bentónicos, se proporciona también una evaluación del stock de los principales recursos. Esto tiene como objetivo informar a la administración sobre las condiciones de los recursos de interés y las posibilidades de autorizar extracciones transitorias.

3.3.6 Evaluación directa de los recursos de interés comercial en la RMICHA

Durante el año 2023, se llevaron a cabo cuatro campañas estacionales siguiendo las metodologías delineadas en los estudios FIPA 2006-56 (Gaymer et al., 2008) y FIPA 2019-25 (Thomas et al., 2022). Para ello, se seleccionaron seis transectas de un conjunto total definido en la línea de base y su actualización, en coordinación con la contraparte técnica.

El diseño de muestreo comprendió seis transectas en la RMICHA, una en el AMERB Chañaral y otra en la ALA, dispuestas perpendicularmente a la costa entre los 1 y 20 metros de profundidad. A lo largo de estas transectas, se establecieron estaciones de muestreo cada 2 metros de profundidad, comenzando desde los 20 metros hasta 2m.

En cada estación de muestreo, se utilizaron cuadrantes de 1m², realizando cuatro réplicas por estación. Cada cuadrante fue fotografiado con una cámara submarina para registrar la hora y la fecha, y se llevó a cabo un recorrido de video para observar los detalles. Posteriormente, en cada foto-cuadrante, se contabilizó la totalidad de individuos de las especies objetivo, con ayuda de los videos de detalle.

Estimación de abundancia total

Para estimar la abundancia total de recursos, se procedió a calcular la densidad media de cada uno, excluyendo aquellos valores que resultaron en cero. Esta exclusión se debió a que la proyección de la densidad media se limitó al área correspondiente al sustrato efectivamente habitado, lo que implicó la exclusión de sectores con densidades nulas del proceso de evaluación del stock.

Con el propósito de llevar a cabo el plan de vigilancia ambiental piloto, se emplearon los sustratos habitados estimados en el estudio FIPA 2019-25 como punto de referencia. Los cálculos de densidad y abundancia se llevaron a cabo utilizando los siguientes métodos:

$$a) \hat{x} = Ad$$

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

donde:

\hat{X} = 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:

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

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

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

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{X}_k) puede ser estimado mediante el siguiente algoritmo:

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

Donde:

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

\hat{X} = 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:

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

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:

$$\hat{v}_{(b)} = \sum_{k-i}^k \hat{v}_{(bg)}$$

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

3.3.7 Análisis de desempeño entre regímenes de manejo y variación estacional

Para comparar el rendimiento de los indicadores de densidad y tamaño de los recursos de importancia comercial entre diferentes sistemas de gestión, específicamente Áreas de Libre Acceso (ALA), Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) y la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), se llevaron a cabo análisis comparativos de las densidades medias obtenidas tanto entre sistemas como entre campañas.

En contraste con el enfoque utilizado para calcular la densidad media en la evaluación del stock, en este caso se consideraron valores cero en la estimación. Esto se debe a que el objetivo principal en este caso es evaluar el rendimiento del área muestreada en lugar del área habitada, como ocurre en el caso anterior.

Para evaluar las diferencias en las estructuras de tamaño entre los diferentes sistemas de gestión y las distintas campañas, se utilizaron análisis estadísticos empleando el paquete R, específicamente la librería ggbetweenstats. Esta herramienta facilita la generación de gráficos acompañados de información estadística detallada (Patil, 2021).

3.3.8 Análisis integrado de la estructura de tallas y la densidad

A partir de los atributos de densidad y fracción explotable, se realizará un proceso de integración de ambos resultados, el cual ha sido **denominado “estado de salud” en consonancia con los conceptos establecidos en los PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) y también de la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD)**. Las reglas de integración que se utilizará será la descrita en el proyecto FIPA 2019-25 (Thomas et al., 2022).

El indicador se construye a partir de la información de ambas reservas marinas y de las AMERB adyacentes. Para el caso de las Reservas Marinas, se utiliza la información histórica levantada en informes científico-técnicos, y para el caso de las AMERB se utilizan los datos presentes en los

Informes Técnicos de AMERB emitidos por la Subsecretaría de Pesca para aprobar el plan de manejo y explotación de las áreas.

Para el caso del atributo de densidad, se debe ordenar de forma ascendente el valor estimado de densidad para cada año en cada unidad de gestión. 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 Figura 7.



Figura 7: Ejemplo para el ordenamiento histórico de los datos del atributo de densidad media. En este caso se presenta los resultados de la densidad observada del 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. Tomado de Thomas et al. (2022).

Para determinar cuándo una cierta estructura de tallas es reflejo de una condición deseada o indeseada de la población, se debe utilizar la tabla de calificación propuesta por Thomas et al. (2022) (Tabla 9) la cual fue elaborada en base la metodología denominada Length Based Spawning Potential Ratio (LBSPR) (Hordyk et al., 2014; Hordyk, Ono, Sainsbury, et al., 2015; Hordyk, Ono, Valencia, et al., 2015) que utiliza los parámetros de vida de las especies bajo análisis, para calcular la Tasa Potencial de Desove (SPR en inglés), la cual se define como la proporción de producción reproductiva natural, o no explotada, que queda en una población bajo presión de 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 ($SPR\% < 1,0$). 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 & Sissenwine, 1993).

Tabla 9: Valores teóricos de la fracción explotable por recurso en cuatro rangos de la Tasa Potencial de Desove (SPR en inglés).

Condición	FRACCIÓN EXPLOTABLE			
	<i>Concholepas concholepas</i>	<i>Fissurella cumingi</i>	<i>Fissurella latimarginata</i>	<i>Loxechinus albus</i>
1. Mala (<SPR20%)	< 56	< 78	< 97	< 83
2. Regular (SPR20% – SPR39%)	56 - 71	78 - 89	97 - 98	83 - 84
3. Buena (SPR 40% - SPR 59%)	72 - 78	90- 91	98 - 99	85 - 91
4. Muy buena (≥SPR60%)	≥ 79	≥ 92	≥ 99	≥ 92

Para integrar los atributos de densidad y fracción explotable y obtener el estado de salud poblacional, se utilizó la clave que se detalla en la Tabla 10.

Tabla 10: Regla de integración de los atributos de densidad y fracción explotable e interpretación de los estados de salud poblacional.

Estado de salud	Calificación Densidad	Calificación Fracción explotable	Interpretación
Muy 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%).
Malo	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.
	2 – 4	1	
Regular	2	2 – 4	Uno de los atributos medidos (densidad o fracción explotable) se encuentra en una condición regular y el otro atributo está fluctuando entre una condición regular y muy buena.
	2 – 4	2	
Bueno	3	3 – 4	Uno de los atributos medidos (densidad o fracción explotable) se encuentra en una condición buena y el otro atributo está fluctuando entre una condición buena y muy buena.
	3 – 4	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%)

4. Resultados

4.1 Diseño del Programa de Vigilancia Ambiental para los indicadores establecidos en el PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral, en sitios representativos de la Reserva, realizando comparaciones con un Área de Libre Acceso (ALA) y un Área de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERB) de la zona.

4.1.1 Revisión de información existente

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 la RM y su entorno. Estos antecedentes fueron la base para estimar y analizar los indicadores de desempeño biológico establecidos en el Plan General de Administración de la RMICHA de acuerdo con lo establecido en el objetivo específico 1 y estos antecedentes también son relevantes para contrastar los resultados de las campañas de monitoreo realizados en el marco del desarrollo del objetivo específico 2.

A continuación, se presentan 4 matrices que reúnen los principales trabajos realizados en la RMICHA y su entorno. Cada matriz está orientada a un ámbito específico (oceanografía, comunidades inter y submareales y poblaciones de vertebrados acuáticos residentes), además de una cuarta matriz que incluye trabajos de investigación transversales a los ámbitos específicos previamente indicados. Las matrices incluyen la fuente, el año del estudio y una breve descripción de los antecedentes recogidos de cada trabajo/investigación que se consideraron relevantes para el presente estudio.

4.1.1.1 Antecedentes oceanográficos

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 (Tabla 11).

Tabla 11. Fuentes de información que proporcionan antecedentes oceanográficos en las Reservas Marinas o en su entorno.

N°	Fuente	Año de estudio	Descripción
1	(Thiel et al., 2007)	2007	En este trabajo se realiza una revisión bibliográfica del conocimiento oceanográfico y ecológico asociado a la corriente de Humboldt. Como parte de la revisión se identifican las zonas de surgencia a lo largo de la costa chilena, indicando que la bahía de Coquimbo correspondería a uno de los centros de surgencia principales e isla choros correspondería a un centro de surgencia frecuente.
2	(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.
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 Pichidangui.
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).
5	(Thomas et al., 2018)	2017 - 2018	Se levanta información bibliográfica e in situ de las características fisicoquímicas de la columna de agua y de los sedimentos, se entregan antecedentes de índices tróficos en zonas cercanas al área de estudio.
6	(Thomas et al., 2022)	2020-2022	En este trabajo se realizó una caracterización oceanográfica y biológica de las Reservas Isla Choros e Isla Damas y de la Reserva Isla Chañaral, siguiendo parte de las directrices metodológicas definidas en la línea base (Gaymer et al., 2008)

4.1.1.2 Antecedentes sobre 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 el PGA de la reserva, 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 del PGA, se efectuó una revisión de estudios que permitieran extraer indicadores biológicos y ecológicos a nivel de hábitats, comunidades y recursos pesqueros (Tabla 12). De esta revisión se pudo obtener la descripción de distintos hábitats al interior de la reserva, 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 la RMICHA y las propias AMERB.

Tabla 12. Fuentes de información que proporcionan antecedentes sobre hábitats, comunidades intermareales, comunidades submareales y recursos bentónicos en la Reserva Marina Isla Chañaral o en su entorno.

N°	Fuente	Año de estudio	Descripción
1	(González et al., 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 et al., 2008)	2007 - 2008	Este trabajo constituye 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 FIPA 2019-25 y también es considerado para el desarrollo metodológico de la presente propuesta. En específico, se utilizará el mismo diseño de muestreo para las comunidades submareales e intermareales, a fin de hacer plenamente comparables todos los estudios.
4	(ABIMAR, 2008)	2008	Levanta información acerca de indicadores biológicos y pesqueros para el recurso loco en Isla Chañaral.
5	KRECES (2009) (fide ABIMAR, 2013)	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.

N°	Fuente	Año de estudio	Descripción
8	(Thomas et al., 2022)	2020-2022	En este trabajo se realizó una caracterización oceanográfica y biológica de las Reservas Isla Choros e Isla Damas y de la Reserva Isla Chañaral, siguiendo parte de las directrices metodológicas definidas en la línea base (Gaymer et al., 2008)
9	SUBPESCA	2000 - 2022	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.

4.1.1.3 Antecedentes sobre vertebrados acuáticos

La información revisada sobre vertebrados acuáticos fue orientada en función de los objetivos trazados en el PGA específicamente "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*), no obstante, también se incluye información acerca de otras especies carismáticas de vertebrados acuáticos no contemplados actualmente por el PGA, que tienen como rango de hogar la reserva y su entorno. 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 13.

Tabla 13. Fuentes de información que proporcionan antecedentes sobre las poblaciones de vertebrados acuáticos en las Reservas Marinas o en su entorno.

N°	Fuente	Año de estudio	Descripción
1	(Capella et al., 1999)	1985-1998	Se informa sobre la presencia de la orca, <i>Orcinus orca</i> , en aguas chilenas entre Arica y el cabo de Hornos, como resultado del registro de nuevos avistamientos y restos óseos obtenidos entre 1985 y 1998. En este trabajo se documenta avistamientos y hallazgos de varamientos en torno a la RMICHA.
2	(Simeone et al., 2003)	1999-2003	Este trabajo levanta información sobre la distribución reproductiva y abundancia de 12 especies de aves marinas en nueve islas frente a las costas del norte y centro de Chile (27-33° S). Dentro de las especies analizadas se encuentra el pingüino de Humboldt <i>Spheniscus humboldti</i> , contabilizando aproximadamente 9.000 parejas, siendo isla Chañaral la colonia más grande con 7.000 parejas aproximadamente. Otras especies analizadas fueron <i>Sula variegata</i> , <i>Larus dominicanus</i> , <i>Pelecanoides garnotii</i> , <i>Pelecanus occidentalis</i> , <i>Spheniscus magellanicus</i> , <i>Oceanodroma tethys</i> , <i>Hypoleucos brasiliensis</i> , <i>Leucocarbo bougainvillii</i> , <i>Stictocarbo gaimardi</i> , <i>Larus belcheri</i> y <i>Larosterna inca</i> .
3	(Mattern et al., 2004)	2002	Resultados de censo de Pingüino de Humboldt realizado en febrero de 2003 en Isla Chañaral. En este trabajo se combinaron dos métodos de estudio diferentes para evaluar el número de pingüinos. Se utilizaron conteos terrestres o de superficie para estudiar pingüinos en llanuras abiertas o playas. Se realizaron censos en áreas pequeñas de cuadrantes establecidos al azar para evaluar la densidad de pingüinos en los nidos y el número total de sitios de anidación. Se determinó que aproximadamente 22.000 pingüinos de Humboldt adultos, 3.600 polluelos y 117 juveniles estaban presentes en la isla durante el estudio. Los resultados fueron mucho más altos que cualquier estimación publicada anteriormente.
4	(Pérez et al., 2006)	2004-2005	Este trabajo reporta la presencia y actividad alimentaria del rorcual común (<i>Balaenoptera physalus</i>) durante los veranos australes de 2004 y 2005 en aguas costeras cercanas a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, al norte de Chile. La presa principal de la especie se identificó como el eufáusido <i>Euphausia mucronata</i> . La presencia de <i>B. physalus</i> está asociada con una alta concentración de presas potenciales probablemente producida por un sistema de surgencia que frecuentemente se detecta ligeramente al sur del área de estudio durante el verano.
5	(Gaymer et al., 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.

N°	Fuente	Año de estudio	Descripción
6	(Sepúlveda et al., 2009)	2007-2008	Desde enero de 2007 y hasta marzo de 2008 se analizó la variación de la abundancia del lobo marino común <i>Otaria flavescens</i> en la lobera reproductiva Isla Chañaral, de acuerdo con el sexo, clase de edad y estación reproductiva.
7	(Luna-Jorquera et al., 2012)	2011	Se analizan patrones de riqueza y composición de especies en 7 islas de la zona centro norte de Chile, incluida Isla Chañaral, en función de variables ambientales y el nivel de los impactos humanos. en función de la diversidad de hábitats, el efecto isla y el impacto antropogénico. Los resultados mostraron que (a) la riqueza de especies está principalmente correlacionada con la diversidad de hábitats, y solo débilmente relacionada con el área de la isla que respalda el 'efecto de isla pequeña' y (b) la composición de especies está altamente estructurada, pero esa estructura puede ser el resultado de actividades antropogénicas.
8	(Pavez et al., 2015)	2012-2013	En este trabajo se analizan las respuestas conductuales del lobo marino sudamericano (<i>Otaria byronia</i>) ante la presencia de turistas. La conducta más perturbadora de los turistas, el mayor tiempo de visita y las embarcaciones más cercanas a la colonia provocaron una mayor respuesta de los lobos marinos. Se confirmó que habitualmente no se cumple la distancia mínima establecida de avistamiento, generando una respuesta adversa por parte de los lobos marinos. A partir de estos resultados se recomienda el desarrollo de planes de manejo con las comunidades costeras locales para disminuir el impacto del ecoturismo en las especies y mejorar la sustentabilidad de esta industria.
9	(Wallace R & Araya B, 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.
10	(Toro et al., 2016)	1988-2015	En este trabajo se analizan registros de larga data de avistamiento de ballena fin en torno a las islas Chañaral, Choros, Damas y Gaviota. En este estudio se evidencia la presencia permanente de ballenas fin, con mayor intensidad de avistamiento durante los meses de verano. Además, se reconoce al área de estudio como la primera zona de alimentación documentada para el este del Pacífico Sur en aguas al norte de la Antártida.
11	(Fernández, 2017)	2010-2014	Se presentan los resultados de la implementación del monitoreo del yunco (<i>Pelecanoides garnotii</i>), un ave marina en peligro de extinción en las islas Choros y Chañaral. A partir de ello se pudo determinar el tamaño poblacional reproductivo del yunco. En isla Chañaral se buscó presencia de parches de colonia reproductiva durante 2010-2011 pero no se registró ninguno.

N°	Fuente	Año de estudio	Descripción
12	(Pérez-Álvarez et al., 2018)	2013-2015	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 transeúnte, lo que podría explicar el origen de esta población residente única de delfines nariz de botella a lo largo de la costa chilena.
13	(Sepúlveda et al., 2018)	2015	<p>En este trabajo se estudian las trayectorias y los modos de comportamiento del rorcual <i>Balaenoptera physalus</i> etiquetas satelitales implantables. Esto se realizó alrededor de las reservas marinas de Isla Chañaral e Islas Choros-Damas (aproximadamente 29°S) para evaluar sus movimientos y el uso del hábitat frente a las costas de Chile.</p> <p>A partir de los resultados de este trabajo se aporta nueva información sobre el comportamiento y los patrones de alimentación de esta especie, que es de ayuda para mejorar la gestión de la creciente actividad de observación de ballenas y también para informar mejor los esfuerzos de conservación y manejo de esta especie en Chile.</p>
14	(D. Oliva, Durán, Cárcamo, Pizarro, Sepúlveda, et al., 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, Choros y Damas.
15	(Sepúlveda et al., 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.
16	(Patris et al., 2020)	2017	Este es el primer reporte del canto de ballena azul del Pacífico Sudeste (o cualquier canto de ballena barbada) en las aguas costeras del norte de Chile y en el Sistema de la Corriente de Humboldt.

N°	Fuente	Año de estudio	Descripción
17	(Santos-Carvalho et al., 2021)	2015-2018	En este trabajo se evalúan los efectos de la actividad turística en el comportamiento del rorcual común (<i>Balaenoptera physalus</i>) en torno a la RMICHA. Las conclusiones de este trabajo indican que a pesar de que el desarrollo turístico en el área de estudio es de pequeña escala, se generan efectos adversos que se reflejan en cambios en los patrones de movimiento de las ballenas. Este tipo de información es valiosa para el ajuste y/o diseño de estrategias de manejo de la especie, lo cual es fundamental para que el turismo de avistamiento siga siendo una actividad sustentable.
18	(Vargas-Rodríguez et al., 2022)	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.

4.1.2 Desempeño de los indicadores biológicos, socioeconómicos y de gobernanza

En relación con la evaluación del desempeño de los indicadores biológicos, es pertinente señalar que, dado que el objetivo específico 2 de este estudio aborda la actualización de varios de estos indicadores, en este capítulo nos centraremos únicamente en el análisis del desempeño de los indicadores IB2 (Número de ejemplares de vertebrados acuáticos residentes avistados) e IB6 (Análisis de los estudios de investigación realizados en la RMICHA).

Los indicadores IB1 (Variación porcentual de la biodiversidad), IB3 (Estado de salud poblacional), IB4 (Cobertura de especies bentónicas y algas de interés comercial) e IB5 (Calidad del agua) serán tratados en el objetivo 2, que implica la ejecución piloto del Programa de Vigilancia Ambiental.

4.1.2.1 IB2. Número de ejemplares de vertebrados acuáticos residentes avistados

Durante el proceso de revisión documental, no se evidenciaron nuevos estudios que permitan complementar la información proporcionada por Thomas *et al.* (2022). Por el momento, se proporcionan las estimaciones ya realizadas y se seguirá pesquizando información durante la ejecución del proyecto para, eventualmente, actualizar este indicador. A continuación, se proporcionan el estado más actualizado de la evolución de las poblaciones de vertebrados acuáticos residentes.

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 de esta población ha fluctuado entre 12 y 25 delfines que utilizan como rango de hogar las reservas marinas islas Choro-Damas y Chañaral además del espacio existente entre estas (Pérez-Alvarez 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 (Tabla 14).**

Tabla 14. Evolución del indicador de estatus de la población residente de delfín nariz de botella. Fuente: FIPA 2019-25.

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*

De acuerdo con la revisión documental realizada, aún se cuenta con 18 estimados poblacionales en isla Choros entre los años 1999 y 2020, los cuales ya han sido reportados por Thomas et al. (2022). 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 (Tabla 15).

Tabla 15. Evolución del indicador de estatus de la población residente de pingüino de Humboldt. Fuente: FIPA 2019-25.

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. (2022)	Isla Choros	2015		1.520		
Vargas-Rodríguez et al. (2022)	Isla Choros	2016	947			
Vargas-Rodríguez et al. (2022)	Isla Choros	2017	1.226			
Simeone et al. (2018)	Isla Choros	2017				5.718
Vargas-Rodríguez et al. (2022)	Isla Choros	2018	980			
Vargas-Rodríguez et al. (2022)	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)			
Gaymer et al. (2008)	Isla Choros	2008			931	
Vargas-Rodríguez et al. (2022)	Isla Choros	2015			174	
Vargas-Rodríguez et al. (2022)	Isla Choros	2016	113			
Vargas-Rodríguez et al. (2022)	Isla Choros	2017		134		
Simeone et al. (2018)	Isla Choros	2017				2.859
Vargas-Rodríguez et al. (2022)	Isla Choros	2018		117		
Vargas-Rodríguez et al. (2022)	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, tampoco se cuentan con antecedentes más actualizados a los recabados por Thoma *et al.* (2022), donde se logró evidenciar que la esta especie ha tenido 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 (Tabla 16).

Tabla 16. Evolución del indicador de estatus de la población residente de lobo marino común. Fuente: FIPA 2019-25.

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 Chañaral	2008		795		
Oliva et al. (2019)	Isla Chañaral	2019				2.020
Oliva et al. (2019)	Isla Damas	2019				11*

d) *Lontra felina*

Al igual que el resto de los vertebrados acuáticos residentes, no existe nueva información a la ya recabada por Thomas *et al.* (2022). 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 (Sepúlveda *et al.*, 2020). Con estos antecedentes ha sido posible comparar la dinámica de este indicador a nivel local, por lo que se ha sugerido comparar su estado con el observado en otras zonas de litoral chileno, donde se utilizaron metodologías comparables (Sepúlveda *et al.*, 2020; Thomas *et al.*, 2022) (Tabla 17).

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.

Tabla 17. Evolución del indicador de estatus de la población residente de chungungo. Fuente: FIPA 2019-25.

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

4.1.2.2 IB6. Estudios de investigación.

Este indicador, compara el nivel de cobertura de monitoreo e investigación respecto del año 2008, que es cuando se realizó la línea base de la RMICHA. Para su elaboración se utilizaron los trabajos identificados en la revisión bibliográfica y se clasificaron por ámbitos de interés para el PGA de la RMCIHA. La Tabla 18 indica los ámbitos abordados por año y el número de estudios que fueron realizados por año.

Tabla 18. Sistematización de estudios y monitoreos realizados en la RMICHA por ámbito de interés para el Plan General de Administración. Modificado de Thomas et al. (2022).

Año	Diversidad	Estructuradores de hábitat	Calidad de agua	Vertebrados acuáticos residentes	Poblaciones de interés comercial	Referencia
1999		1			1	González et al. (1999).
2007					1	ABIMAR (2007)
2008	1	1	1	1	1	Gaymer et al. (2008)
2008					1	ABIMAR (2008)
2009					1	KRECES (2009)
2011					1	ABIMAR (2011)
2013					1	ABIMAR (2013)
2014		1				Vázquez et al. (2014)
2015				1		Wallace & Araya (2015)
2016		1			1	Vega et al. (2016)
2018				1		Pérez-Álvarez et al. (2018)
2018				1		S. imeone et al. (2018)
2019				1		Oliva et al. (2019)
2020				1		Sepúlveda et al. (2020)
2022	1	1	1		1	Thomas et al. (2022)
Total estudios	2	5	2	6	9	

A partir de los estudios realizados se compara el nivel de cobertura de monitoreo respecto del año 2008, que es cuando se realizó la línea base de la RMICHA. El Indicador de Conocimiento varía entre desde valores 0 que indican 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 RMICHA, se observa que los estudios realizados han sido esporádicos y no obedecen a la implementación de un monitoreo temporalmente planificado. Destacan los ámbitos de biodiversidad y calidad de agua que han sido pobremente abordados. La mayor cantidad de información se ha relacionado a la condición de poblaciones de interés comercial, vertebrados acuáticos residentes, 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 todos los ámbitos (Tabla 19).

En cuanto al Indicador de Conocimiento, que establece el nivel de ámbitos abordados en materia de producción científico-técnica desarrollada en la RMICHA, 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. Sin embargo, Thomas *et al.* (2022) proponen utilizar las brechas de conocimiento como una forma más idónea para identificar si la calidad y cantidad de conocimiento existente es adecuada para la toma de decisiones de gestión.

Tabla 19. Indicador de Conocimiento (IC) elaborado a partir de las investigaciones desarrolladas en la RMICHA. El indicador está estructurado por los ámbitos de investigación relevantes para el PGA.

AÑO	Diversidad Biológica	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
2021	100	100	200	0	100

En función de lo anterior, Thomas *et al.* (2022) identifican un listado de los trabajos de investigación y monitoreo que se consideran necesarios para medir adecuadamente el desempeño de los indicadores establecidos en el PGA, así como su periodicidad de ejecución. Para el presente proyecto proponemos el uso de este listado para identificar si ha sido posible cubrir las brechas de información de acuerdo a lo que se dispone en la Tabla 20.

Tabla 20. Trabajos de investigación y monitoreo necesarios para medir adecuadamente el desempeño de los indicadores del PGA de la RMICHA. Incluye la metodología y periodicidad recomendada para el levantamiento de la información, así como información de fechas y fuentes del último trabajo realizado en la materia. Finalmente, se incorpora un estado de avance que informa si el monitoreo/investigación ha sido desarrollado en los plazos recomendados, si se encuentra en desarrollo, pendiente (plazo sobrepasado) o no evaluado que indica que no se encontró información previa y tampoco antecedentes de que se estén realizando esfuerzos para cubrir la brecha de información en el corto plazo.

Ámbito	Descripción de investigación / monitoreo	Metodología de referencia	Periodicidad sugerida	Fecha último monitoreo	Referencia último monitoreo	Fecha próximo monitoreo	Estado
Diversidad	Monitoreo de diversidad en hábitats identificados	(Thomas et al., 2022)	cada 3 años	2022	(Thomas et al., 2022)	2025	Desarrollado
	Monitoreo de diversidad de peces asociados a los bosques de algas	(Bularz et al., 2022; Pérez-Matus et al., 2017; Riquelme-Pérez et al., 2019)	cada 2 años	No evaluado	No evaluado	2023	En desarrollo
Estructuradores de hábitat	Monitoreo de condición de especies estructuradoras de hábitat	(Thomas et al., 2022)	cada 2 años	2022	(Thomas et al., 2022)	2023	En desarrollo
Calidad de agua	Monitoreo de parámetros para definir calidad de agua	(Thomas et al., 2022)	cada 2 años	2022	(Thomas et al., 2022)	2023	En desarrollo
Vertebrados acuáticos residentes	Monitoreo de población de delfín nariz de botella residente	(Pérez-Álvarez et al., 2018)	cada 3 años	2020	Sepúlveda et al. 2020	2023	Pendiente
	Monitoreo de pingüino de Humboldt	(Simeone et al., 2018)	cada 2 años	2020	Sepúlveda et al. 2020	2022	No evaluado
	Monitoreo de chungungo	(Sepúlveda et al., 2020)	cada 1 año	2020	Sepúlveda et al. 2020	2021	No evaluado
	Monitoreo de lobo marino común	(Oliva, et al., 2019)	Cada 3 años	2019	(Oliva, et al., 2019)	2022	Pendiente
	Estudio de dieta de chungungo	(Poblete et al., 2019)	1 vez	No evaluado	No evaluado	2023	Pendiente
Poblaciones de interés comercial	Monitoreo de poblaciones de interés comercial	(Thomas et al., 2022)	cada 1 año	2022	(Thomas et al., 2022)	2023	En desarrollo
	Propuesta metodológica y estimación de parámetros de crecimiento de recursos bentónicos	(Techeira et al., 2017)	1 vez	No evaluado	No evaluado	2023	Pendiente

4.1.2.3 ISE1. Uso de recursos biológicos.

Para investigar el impacto de la reserva marina en la productividad de las áreas adyacentes, se utilizó el Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB) para evaluar los recursos de loco y lapa negra, los cuales son los más explotados en la región de estudio. Este índice compara las cuotas autorizadas en cada año con las cuotas del año 2005 (año de establecimiento de las reservas RMICHA y RMICD), y se aplicó en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs) cercanas y lejanas a ambas reservas, con el propósito de determinar si estas áreas podrían estar contribuyendo a la productividad de las zonas vecinas.

Para el recurso loco, se observaron trayectorias similares del IERB en las AMERBs cercanas y lejanas a la RMICHA, manteniéndose ambas alrededor del nivel de productividad observado en el año base (2005). En contraste, las AMERBs cercanas a la RMICD mostraron trayectorias distintas, con incrementos en la productividad que las situaron por encima del punto de referencia objetivo. En algunos casos, estas áreas alcanzaron una productividad hasta 9 veces mayor que en el año base en 2012 (Figura 8). Estos hallazgos sugieren que la RMICD podría estar ejerciendo un impacto positivo en la productividad de las AMERBs cercanas, a diferencia de lo observado en la RMICHA, donde este patrón no se evidencia.

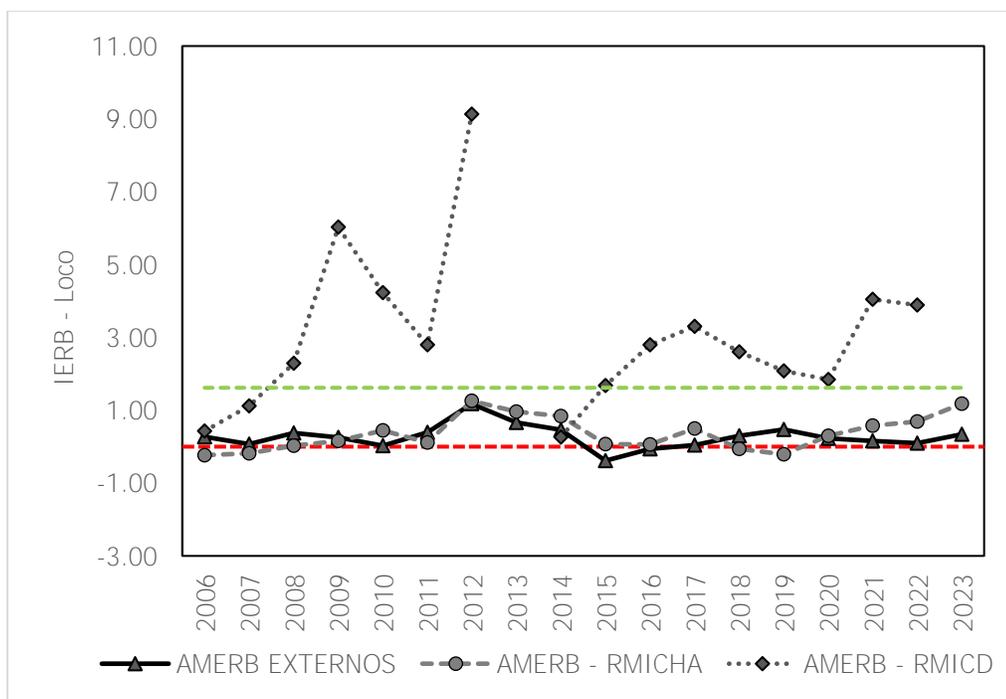


Figura 8. Trayectorias Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB), calculado para el recurso loco (*Concholepas concholepas*). La línea punteada roja es el punto de referencia límite que corresponde al valor de referencia. La línea punteada verde corresponde al punto de referencia objetivo que corresponde al IERB promedio de las AMERB cercanas a las reservas.

En el caso de la lapa negra, se observa una alta variabilidad en el Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB). No obstante, las AMERB cercanas tanto a la RMICHA como a la RMICD mantienen fluctuaciones en torno al punto de referencia objetivo, mientras que las AMERB más alejadas de ambas reservas muestran valores de IERB constantemente por debajo del punto de referencia límite (Figura 9). Estos resultados sugieren que la gestión de ambas reservas podría estar ejerciendo un efecto positivo en la productividad de este recurso en las AMERB cercanas.

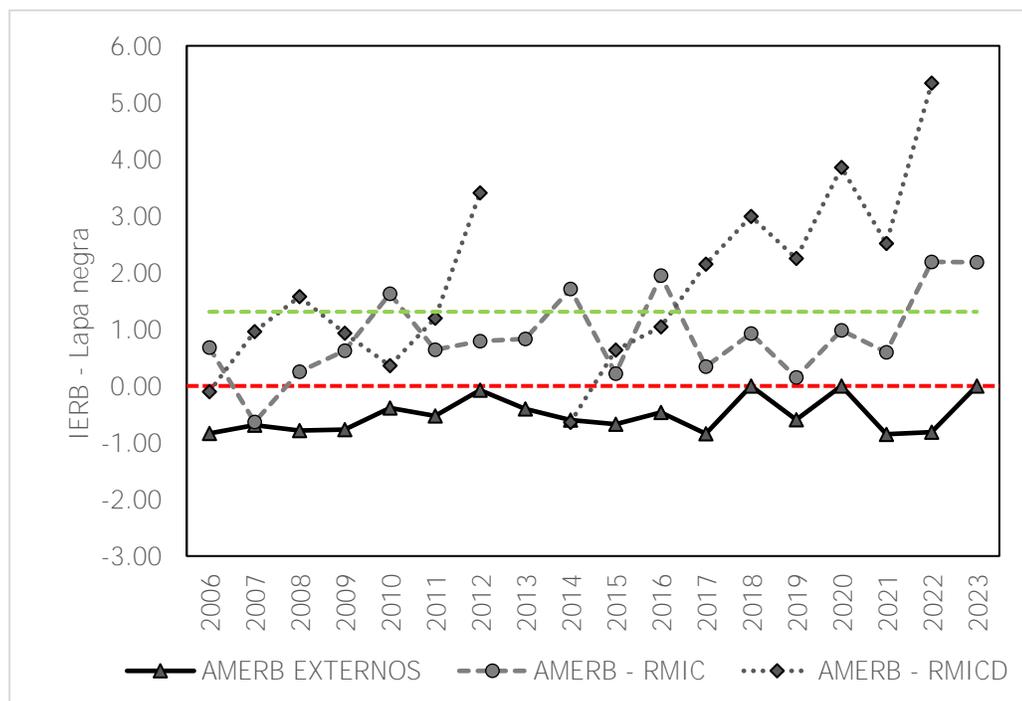


Figura 9. Trayectorias Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB), calculado para el recurso lapa negra (*Fissurella latimarginata*). La línea punteada roja es el punto de referencia límite que corresponde al valor de referencia. La línea punteada verde corresponde al punto de referencia objetivo que corresponde al IERB promedio de las AMERB cercanas a las reservas.

Para el caso de determinar los beneficios por el uso directo de recursos bentónicos de la RMICHA, autorizados mediante autorizaciones transitorias de cosecha se utilizó información del número de buzos que participó en las cosechas y el volumen de recursos extraídos. Respecto de este punto cabe mencionar que se han realizado dos autorizaciones transitorias de extracción en la RMICHA. La primera permitió efectuar cosechas el año 2015 y la segunda el año 2023.

En la Tabla 21, se presenta el desempeño de las cosechas autorizadas. En el año 2015, el Ingreso Bruto Unitario (IBU), correspondió a \$2.005.103, el cual se logró con la participación de 26 buzos y la extracción de 2.032 kg de lapa negra, 3.484 kg de lapa rosada y 7.303 kg de loco. En tanto, el año 2023, participaron 25 buzos, los cuales solo extrajeron loco y obtuvieron un IBU de \$1.834.354.

Tabla 21. Resultados actualizados para el indicador Ingreso Bruto Unitarios por actividades extractivas al interior de la RMICHA, que corresponden a cosechas realizadas el año 2015 y 2023.

Año	Indicadores cosecha RMICHA					
	Recurso	N buzos	Cantidad (kg)	Valor sanción	Valor cosechas	IBU
2015	Lapa Negra	5	2.032	1.796	3.649.472	729.894
	Lapa Rosada	11	3.484	1.796	6.257.264	568.842
	Loco	23	7.303	5.782	42.225.946	1.835.911
	Total	26	-	-	52.132.682	2.005.103
2023	Loco	25	4.152	11.045	45.858.840	1.834.354
	Total	25	4.152	11.045	45.858.840	1.834.354

4.1.2.4 ISE2. Otros usos de los activos ambientales

Este indicador se refiere a la utilización de activos ambientales como la belleza escénica y la biodiversidad para el desarrollo turístico y también se considera el uso de los recursos bentónicos cuando se realizan actividades extractivas de recursos bentónicos, con la debida autorización sectorial.

La propuesta para medir parte de este indicador corresponde al cálculo del ingreso diario bruto obtenido por la realización de tours para realizar avistamientos de fauna en la RMICHA y su entorno. Para este indicador se requiere información acerca del número de viajes que se realizan, y si bien esta información ha sido reportada en informes previos, durante el presente proyecto se ha solicitado vía transparencia dicha información a CONAF y a la Armada de Chile, obteniendo información que no se condice con la realidad de la actividad turística. Este tema fue abordado en la reunión de avance intermedio (revisar acta en acápite 8.1.2). En vista de lo anterior, este indicador no pudo ser reconstruido, para lo cual se requiere de manera urgente iniciar un proceso de mejora del sistema de registro de zarpes.

4.1.2.5 IG1. Existencia y cumplimiento del PGA

Actualmente, existe un instrumento de gestión denominado Plan de General de Administración, el cual fue aprobado mediante DS N° 96. En función de ello, este indicador se encontraría cumplido. Sin embargo, es recomendable que los instrumentos de gestión como los PGA, sean revisados cada cierto tiempo. En este sentido, se realizarán las recomendaciones pertinentes frente a una eventual revisión y modificación oficial del PGA.

4.1.2.6 IG2. Existencia de una estructura organizacional

La RMICHA cuenta con una estructura organizacional desde hace varios años, primero se inició con lo que fue denominado la Mesa de Trabajo de RMICHA y posteriormente se oficializó una estructura de gobernanza que incorpora representantes públicos y privados en la gestión (R. Ex. 4603-2019). La 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, 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, se sistematizaron actas y las listas de asistencia de las sesiones, tanto de la mesa de trabajo, como del comité consultivo de la RMICHA. Con estos datos se está elaborando una matriz (Tabla 22). En la matriz se registra el número de sesiones realizadas por año, promedio anual del número de organismos públicos, privados y de la sociedad civil, que han participado en estas instancias, además del número de acuerdos tomados por año.

La Figura 10 muestra un resumen de los datos sistematizados. En el gráfico se aprecia un impulso eminentemente público en un comienzo para, en los últimos 6 años observar una composición de la mesa más equilibrada entre sector público y sector privado/sociedad civil.

Si bien el indicador apunta a cuantificar las organizaciones e instituciones que se involucran en la gobernanza de la Reserva Marina, es interesante notar el alto grado de participación en términos del total de asistentes, los que en su gran mayoría pertenecen al sector de la pesca y el turismo, que se organizan en torno a sindicatos de trabajadores independientes o a agrupaciones sectoriales.

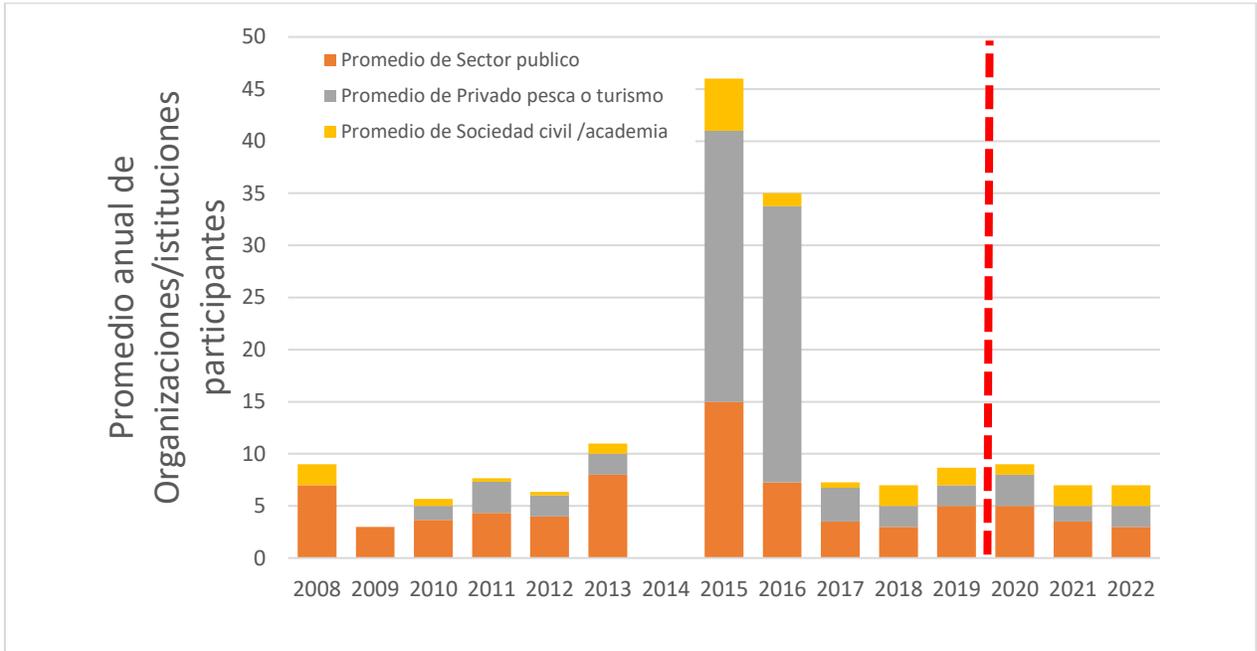
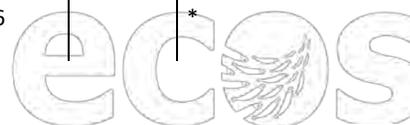


Figura 10. Resumen de la sistematización del trabajo de la mesa de trabajo y del comité consultivo de la RMICHA. La línea roja punteada indica el cambio de la figura de una mesa de trabajo (2008-2019) a un comité consultivo respaldado legalmente (2020 - actualidad).

Tabla 22. Matriz actualmente en desarrollo, para la sistematización de actas de las diferentes instancias reconocidas en la estructura de gobernanza de la RMIHA. Nomenclatura: MT=Mesa de Trabajo; CC= Comité Consultivo; S/I= Sin información. * Indica que la información no pudo ser revisada durante el proyecto, esto debido a que algunas actas no han sido digitalizadas. Sin embargo, se proporcionan los archivos digitales que permitirán completar la información faltante.

Año	instancia	N° de Acta	fecha	ASISTENTES			Total asistentes	N° de acuerdos	ACUERDOS
				Sector publico	Privado pesca o turismo	Sociedad civil /academia			Resumen de acuerdos
2008	Mesa de trabajo	1	16-04-2008	7	0	2	21	4	Entrega documentos (trípticos, informes FIPA. Incorporación de parámetros de calidad para los servicios turísticos y realización de un taller para levantar información desde los pescadores artesanales para incorporar al PGA
2009	Mesa de trabajo	1	28-05-2009						*
2009	Mesa de trabajo	2	10-07-2009						*
2009	Mesa de trabajo	3	29-10-2009						*
2009	Mesa de trabajo	4	12-11-2009	3	0	0	6	3	Ingresar el PGA mediante DIA al SEIA
2010	Mesa de trabajo	1	28-05-2010	8	2	1	29	2	Subpesca compromete presentar reglamento e indicar procedimiento administrativo para extracción de recursos tras estudio realizado
2010	Mesa de trabajo	2	04-08-2010	1	0	1	5	0	Reunión de trabajo entre SERNAPESCA y la ONG Oceana para ver temas de financiamiento y participación de las ONG
2010	Mesa de trabajo	3	17-11-2010	2	2	0	16	6	Se acuerda invitar a la municipalidad a formar parte de la mesa. Se fijan tareas fuera de los acuerdos como revisar documento de BB.NN, gestionar taller de Gestión Ambiental Local y apurar pesca investigación para extracción de excedentes productivos
2011	Mesa de trabajo	1	28-07-2011	3	5	0	10		*
2011	Mesa de trabajo	2	12-08-2011	9	3	1	27		*
2011	Mesa de trabajo	?	13-09-2011				28		Taller principios de turismo sustentable
2011	Mesa de trabajo	3	22-11-2011	1	1	0	56		*



Año	instancia	N° de Acta	fecha	ASISTENTES			Total asistentes	N° de acuerdos	ACUERDOS
				Sector publico	Privado pesca o turismo	Sociedad civil /academia			Resumen de acuerdos
2012	Mesa de trabajo	1	21-06-2012	5	3	1	25	*	
2012	Mesa de trabajo	2	05-10-2012	4	1	0	21	*	
2012	Mesa de trabajo	3	18-10-2012	3	2	0	44	*	
2013	Mesa de trabajo	4	30-10-2013	8	2	1	44	*	
2014	Mesa de trabajo							*	
2015	Mesa de trabajo		28-08-2015	15	26	5	46	1 Generar proyectos para impulsar el PGA de la Reserva Marina Isla Chañaral	
2016	Mesa de trabajo	1	20-01-2016	3	39	0	42	2 Se acuerda analizar posibilidad de una licencia específica para avistamientos; se acuerda la ampliación de la zona de Reserva Marina.	
2016	Mesa de trabajo	2	11-05-2016	13	43	2	58	3 Definir obligatoriedad de participar en Mesa de Trabajo; Actualizar Convenio Sernapesca-Conaf; Generar Capacitaciones Rescate Animal	
2016	Mesa de trabajo	3	07-09-2016	10	9	3	22	3 Se acuerda firmar Convenio SERNAPESCA – CONAF para mejorar la gestión; Se acuerda la ampliación de la zona de Reserva Marina y avanzar en una normativa que regule el funcionamiento de las mesas de trabajo	
2016	Mesa de trabajo	4	07-12-2016	3	15	0	18	4 Compromiso de cotizar protectores hélices, se acuerda ampliación de la zona de Reserva Marina; Coordinar Capacitación Rescate Animal (Enmallamiento cetáceos); entregar coordenadas geográficas de caladeros de pesca.	
2017	Mesa de trabajo	1	06-04-2017	4	3	1	53	3 Se acuerda realizar cursos para certificación; desarrollar ideas para desarrollo de los destinos alternativos; Participación del abogado del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura de la Dirección Regional de Atacama para aclarar dudas sobre las condiciones de acceso según la normativa actual para el turismo de avistamiento y otras actividades en la zona de Reserva Marina.	
2017	Mesa de trabajo	2	13-07-2017	5	3	0	39	2 Redacción Resolución para validación Mesa; envío nómina de Embarcaciones a Seremi de Medio Ambiente	
2017	Mesa de trabajo	3	03-11-2017	2	3	0	48	5 Gestionar protección de hélices; entregar coordenadas de los caladeros de Pesca; agregar nuevas modificaciones y generar	

Año	instancia	N° de Acta	fecha	ASISTENTES			Total asistentes	N° de acuerdos	ACUERDOS
				Sector publico	Privado pesca o turismo	Sociedad civil /academia			Resumen de acuerdos
2017	Mesa de trabajo	4	21-12-2017	3	4	1	47	1	resolución; generar formato estándar para la solicitud de buceo; gestionar boyas ecológicas para actividades de buceo. Generar la Resolución que establece las condiciones para el ingreso a la Reserva Marina "Isla Chañaral" y regula las actividades de turismo de avistamiento y buceo recreativo.
2018	Mesa de trabajo	1	11-04-2018	6	3	3	53	5	Se redactará un protocolo para denuncias de fondeo en la Isla Chañaral; licitación CONAF; entrega de datos caladeros de pesca; entrega de información proveniente de la Academia; reflexionar sobre la subdivisión de las reuniones
2018	Mesa de trabajo	2	03-10-2018	2	2	2	31	3	Trasmitir la voluntad de la Mesa de generar una Mesa que involucre a las 3 AMP (RNPDH, RMICHD y RMICHA); Consultar con la Autoridad Marítima la problemática de los cambios de objetivo de las embarcaciones; explicar el proceso de normalización de la normativa de turismo
2018	Mesa de trabajo	3	27-12-2018	1	1	1	45	3	Realizar la zonificación de la reserva y sector aledaño a esta con la información recopilada en esta mesa; consultar sobre la posibilidad de poder acceder a sacar el huiro varado en algunos pozones que se generan en la isla y que están dentro de la reserva; realizar seguimiento a las solicitudes de incorporación de nuevas embarcaciones y sustituciones a la reserva
2019	Mesa de trabajo	1	24-04-2019	4	2	1	35	3	Resolución que permita el ingreso de nuevas embarcaciones a la RMICHA; Taller de desenmalle de grandes cetáceos; Taller de reflotamiento de grandes cetáceos
2019	Mesa de trabajo	2	15-10-2019	7	2	3	46	1	Resolución que modifique nómina de embarcaciones autorizadas para el turismo de avistamiento y buceo recreativo en la RMICHA
2019	Mesa de trabajo	3	19-12-2019	4	2	1	29	3	Enviar acta de reunión de la Mesa y envío de R. Ex. 4603/2019; Resolución que modifique la R. Ex. 6248; Respuesta por consulta a Sernatur Nivel Central
2020	comité consultivo	1	04-02-2020	5	3	1	35	2	durante la reunión se escogen representantes del comité consultivo (ex mesa de trabajo) en el comité de administración
2021	comité consultivo	1	02-09-2021	3	1	3	30	*	
2021	comité consultivo	2	24-11-2021	4	2	1	25	1	Retomar las charlas previo a que los botes zarpen
2022	comité consultivo	2	03-12-2022	3	2	2	29	*	

4.1.2.7 IG3. Nivel de participación y satisfacción

Para evaluar la participación y satisfacción de la comunidad local con respecto a la creación y gestión de la Reserva Marina Isla Chañaral, se diseñó una encuesta con preguntas cerradas. El objetivo fue explorar la percepción de la comunidad sobre la calidad de la gestión, su interés en el proyecto de conservación y el impacto socioeconómico de la iniciativa en la comunidad local. Además, una sección de la encuesta incorporó una pregunta abierta, enfocada en indagar acerca de los aspectos que podrían mejorar la participación de la comunidad en la gestión de la reserva.

1. Perfil de los encuestados:

El análisis del perfil de los encuestados se basó en su género, edad y ocupación principal, como se muestra en la Tabla 23. En total, se encuestaron a 30 personas, de las cuales 16 fueron hombres y 14 mujeres. Entre los hombres encuestados, se observa una diversidad de grupos etarios, que van desde el grupo de 18 a 25 años hasta personas de más de 71 años, aunque con una representación mayoritaria en el rango de edad de 26 a 70 años. La actividad principal reportada por los hombres fue la pesca artesanal, aunque es importante destacar que muchos de ellos también mencionaron realizar actividades turísticas. Secundariamente, destacan los servicios turísticos, que incluyen paseos marítimos de avistamiento de fauna. En menor medida, los hombres indicaron como actividad principal el alojamiento turístico, la gastronomía y otras actividades productivas.

Por otro lado, en el caso de las mujeres, la actividad principal reportada fue la gastronomía y otras actividades, como ser dueña de casa, administración de negocios u otras actividades profesionales. Secundariamente, también mencionaron como actividades relevantes el alojamiento turístico y la prestación de servicios turísticos, en específico la realización de paseos marítimos de avistamiento de fauna.

Otros puntos relevantes de destacar es que el 83% de los encuestados manifestó estar adscrito a una organización comunitaria local, dentro de las que destacan el sindicato de pescadores artesanales de caleta Chañaral de Aceituno (44%), asociaciones turísticas (17%), junta de vecinos (6%), agrupación de mujeres (6%), agrupación de emprendedores/as (6%), adulto mayor (4%).

Tabla 23. Perfil de las personas encuestadas en base a su género, edad y ocupación principal, realizadas en la localidad de Chañaral de Aceituno.

Género	Grupo etario						Total
	18-25 años	26-35 años	36-45 años	46-59 años	60-70 años	71 años o más	
Hombre	1	5	1	3	4	2	16
Alojamiento turístico					1		1
Servicios turísticos		1	1	1			3
Pesca artesanal	1	3		2	2	2	10
Gastronomía		1					1
Otra actividad					1		1
Mujer	1	4	3	4	2		14
Alojamiento turístico			1		1		2
Servicios turísticos	1			1			2
Gastronomía		1	2	2			5
Otra actividad		3		1	1		5
Total general	2	9	4	7	6	2	30

2. Gestión, interés e impacto percibido por la comunidad local frente a la gestión de la Reserva Marina Isla Chañaral

Se llevaron a cabo una serie de preguntas cerradas de tipo binario (sí o no), diseñadas para obtener una visión general de la percepción de la comunidad local en relación con aspectos de gestión, interés e impacto.

En lo que respecta a la gestión, se observó un conocimiento generalizado del sistema de gobernanza de la reserva. Un 87% de los encuestados afirmó estar familiarizado con el comité consultivo y el comité de administración. Además, el 83% manifestó tener conocimiento de las actividades y gestiones realizadas por SERNAPESCA y el comité consultivo, mientras que un 70% indicó haber recibido información adecuada sobre cómo participar en esta instancia.

En cuanto al interés de la comunidad en la gestión de la reserva, se destaca que el 100% de los encuestados expresó su deseo de recibir más información o capacitación para participar en el comité consultivo. Además, el 67% afirmó haber participado al menos una vez en actividades organizadas por SERNAPESCA y/o el comité consultivo.

En términos de impacto, el 100% de los encuestados señaló que la existencia de la reserva ha contribuido al desarrollo de la actividad económica y turística, mientras que un 87% indicó que esta situación ha mejorado sus ingresos.

Tabla 24. Resultados a preguntas binarias (si o no) acerca de la percepción de la comunidad local en ámbitos de gestión, interés e impacto de la Reserva Marina Isla Chañaral. Valores entregados en porcentaje (%) en base a 30 encuestas realizadas.

PREGUNTA	SI	NO	ITEM
¿Tiene conocimiento de la existencia del comité consultivo y de administración de la RMICHA?	87	13	Gestión
¿Está usted familiarizado con las actividades y gestiones que realiza SERNAPESCA y el comité consultivo en la RMICHA?	83	17	Gestión
¿Ha recibido información suficiente sobre cómo participar en el comité consultivo de la RMICHA?	70	30	Gestión
¿Le gustaría recibir más información o capacitación sobre cómo participar en la gestión de la RMICHA?	100	0	Interés
¿Ha participado en alguna actividad o evento organizado por SERNAPESCA o el comité consultivo de la RMICHA?	67	33	Interés
¿Cree usted que la existencia de la reserva ha favorecido el desarrollo de la actividad económica y turística?	100	0	Impacto
¿Ha mejorado su nivel de ingresos producto de la implementación de la RMICHA?	87	13	Impacto

Para ampliar la comprensión de la percepción de la comunidad local en relación con los aspectos de gestión, interés e impacto, se llevaron a cabo preguntas cerradas tipo Likert de 5 niveles (Figura 11). Los resultados de este análisis indican que el 90% de los encuestados expresaron estar satisfechos o muy satisfechos con el sistema de participación ciudadana a través del consejo consultivo de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) (Tabla 24). Asimismo, el 83% valoró positivamente la existencia de la reserva y su impacto en la vida cotidiana de la comunidad. En la misma línea, el 80% se mostró satisfecho o muy satisfecho con la mejora de la actividad económica local derivada de la existencia de la reserva marina.

Aunque todos los aspectos evaluados reflejan índices positivos de percepción, los que obtuvieron puntuaciones más bajas corresponden a la calidad de los mecanismos de comunicación y difusión de información relevante sobre la reserva. A pesar de que el 78% expresó estar satisfecho o muy satisfecho con estos mecanismos, una pequeña fracción de los encuestados (4%) manifestó insatisfacción. En cuanto a la percepción general sobre la gestión de SERNAPESCA en la reserva marina, el 59% indicó estar satisfecho o muy satisfecho, el 38% tuvo una posición neutral y un 3% indicó estar insatisfecho.

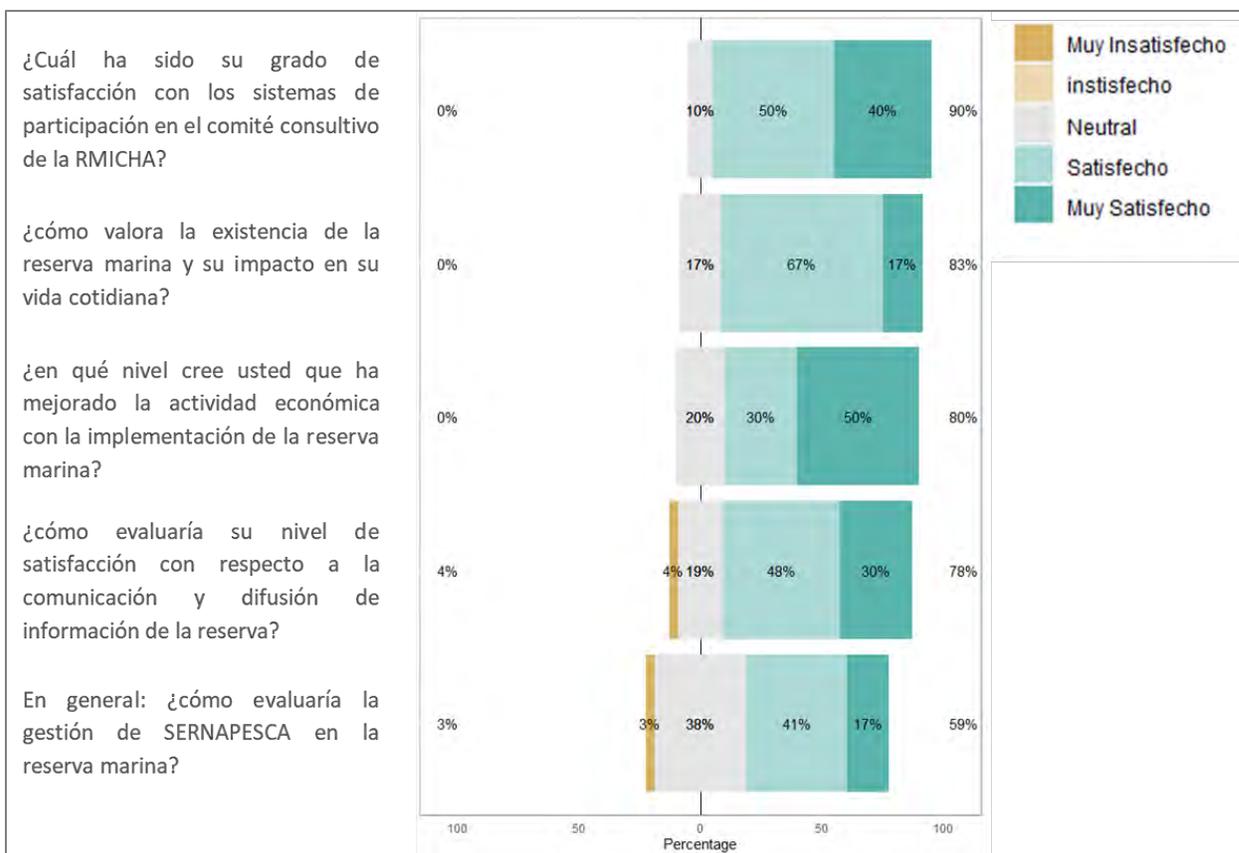


Figura 11. Resultados a preguntas Likert acerca de la percepción de la comunidad local en ámbitos de gestión, interés e impacto de la Reserva Marina Isla Chañaral. Valores entregados en porcentaje (%) en base a 30 encuestas realizadas.

3. Mejoras sugeridas por la comunidad para la gestión de reserva.

Basándonos en las respuestas de la encuesta abierta sobre sugerencias para mejorar la participación de la comunidad en la gestión de la Reserva Marina Isla Chañaral, podemos identificar 7 temas recurrentes y áreas de interés:

- ✓ Mayor autonomía: La comunidad muestra interés en tener un mayor control y toma de decisiones sobre la gestión de la reserva. Esto sugiere un deseo de empoderamiento local y participación activa en las decisiones que afectan su entorno.
- ✓ Mayor presupuesto y recursos: Se destaca la necesidad de más recursos financieros y materiales para apoyar las actividades de conservación y gestión de la reserva. Esto resalta la importancia de contar con suficientes fondos para implementar medidas efectivas de protección y desarrollo sostenible.

- ✓ Participación de las mujeres: Se menciona repetidamente la importancia de incluir a las mujeres en la gestión de la reserva. Esto refleja un interés en la equidad de género y en aprovechar la diversidad de perspectivas y habilidades que pueden aportar las mujeres a la conservación marina.
- ✓ Más difusión: La comunidad enfatiza la necesidad de una mayor difusión de información sobre la reserva y sus objetivos. Esto sugiere que existe una brecha de comunicación que podría abordarse mediante campañas de sensibilización y educación pública.
- ✓ Mayor fiscalización: Se solicita un aumento en la vigilancia y el cumplimiento de las regulaciones dentro de la reserva. Esto indica una preocupación por la protección efectiva de los recursos marinos y la sostenibilidad a largo plazo de la reserva.
- ✓ Desarrollo sostenible del turismo: Se menciona el potencial del turismo como una oportunidad para generar ingresos y promover la conservación en la comunidad. Esto sugiere un interés en desarrollar actividades turísticas sostenibles que beneficien tanto a la comunidad como al medio ambiente.
- ✓ Más actores y más reuniones: Se sugiere involucrar a una variedad de actores, lo que indica un deseo de colaboración y coordinación entre diferentes partes interesadas en la gestión de la reserva. Además, se destaca la importancia de organizar más reuniones para discutir y planificar acciones conjuntas.

En resumen, los resultados de la encuesta muestran un claro interés de la comunidad en mejorar la participación y la gestión de la RMICHA, destacando la importancia de la autonomía local, el aumento de recursos, la inclusión de las mujeres, la difusión de información, la fiscalización, el desarrollo del turismo sostenible y la colaboración entre diversos actores. Estos hallazgos proporcionan una base para el diseño e implementación de estrategias efectivas de gestión participativa y conservación marina en la comunidad de Caleta Chañaral de Aceituno.

4.1.2.8 IG4. Aplicación del conocimiento generado en la gestión de la RMICHA

Este indicador refleja cómo los esfuerzos en investigación y monitoreo se traducen en acciones concretas de gestión. Las principales acciones se han enfocado en la regulación de actividades turísticas y la extracción de recursos bentónicos (Tabla 25).

En relación a la actividad turística, se han logrado avances significativos en el establecimiento de una capacidad de carga de embarcaciones que operan simultáneamente en la RMICHA y su entorno. Además, se ha trabajado en la creación de nóminas que incluyan a aquellos agentes turísticos y embarcaciones que cumplen con los requisitos normativos fundamentales. Recientemente, también se ha progresado en la zonificación cuyo objetivo es mejorar la protección de aves, lobos marinos y la población de delfines.

Por otro lado, la extracción de recursos bentónicos ha sido regulada a través del desarrollo de planes de manejo precautorios, adaptados a los objetivos de conservación de la RMICHA.

Tabla 25. Propuestas realizadas a partir de estudios y monitoreos científicos que se han traducido en acciones normativas en la gestión de la RMICHA.

Estudio	Recomendación estudios	Proceso toma de decisión	Normativa - herramienta de manejo	Descripción de normativa - herramienta de manejo
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.
Gaymer et al., 2007 (Proyecto BIP: 30006824- 0)	Determina la capacidad de carga física para el desarrollo de actividades turísticas (paseos náuticos y buceo)	Si bien las recomendaciones fueron efectuadas para la RMICD, en la mesa de trabajo de la RMICHA 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.
Gaymer et al., 2008 (FIP 2006- 56)	Sugieren que el desarrollo turístico de las Reservas Marinas de hacerse de manera regulada, con acceso restringido manteniendo los niveles de actividad de observación que se realizan de manera simultánea			
Thomas et al., 2022 (FIPA 2019-25)	Establecen objetivos y un mecanismo para establecer tasas de explotación precautorias de	El comité consultivo y el comité de administración analizan la información y	Aprueba plan de manejo pesquero de la RMIC (Res. Ex. 86 - 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

Estudio	Recomendación estudios	Proceso toma de decisión	Normativa - herramienta de manejo	Descripción de normativa - herramienta de manejo
	<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	canaliza una solicitud para la realización de actividades extractivas transitorias	Res. Ex. N° 441 - 2022	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)
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.	Res. Ex. N° 209 - 2023	Determina zonificación de la Reserva Marina Isla Chañaral, Región de Atacama, en conformidad con el D.S. N°96 de 2012, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

4.1.2.9 IG5. Disponibilidad y asignación de recursos

A partir de los datos recopilados se elaboró una gráfica simple que permite analizar de manera conjunta el gasto promedio anual total y por ítem (Figura 12). En la gráfica es posible advertir que la inversión promedio anual es del orden de los \$ 865.507/km², donde el presupuesto de investigación corresponde al más alto (93,4%), seguido de administración, extensión y difusión (5,2%) y finalmente fiscalización (1,4%).

El costo de conservación por unidad de área permite comparar el nivel de inversión con respecto a otras iniciativas de conservación en el mundo. En este sentido, Balmford et al., (2004) mediante un análisis de los costos de 83 Áreas Marinas Protegidas, estableció que el costo invertido en conservación tiene una mediana de \$688.871/km² (calculado al valor dólar actual). En este sentido, la RMICHA tiene un valor de inversión mayor al promedio. No obstante, los autores del mismo artículo evidenciaron que las AMP costeras y cercanas a poblados incrementan fuertemente sus requerimientos de costos.

En la reunión sostenida con la Unidad de Conservación y Biodiversidad SERNAPESCA (Anexo 8.1.4), se analizó este indicador y se concluyó que sería de mayor interés comparar el nivel de recursos invertidos respecto de los recursos estimados como necesarios para efectuar una gestión adecuada de la Reserva. En este sentido, se acordó generar de manera conjunta un presupuesto

que permita efectuar todas las actividades establecidas en el PGA y a partir de ello determinar la brecha de inversión. Estos análisis se están llevando a cabo y se presentarán en la versión del informe pre-final.

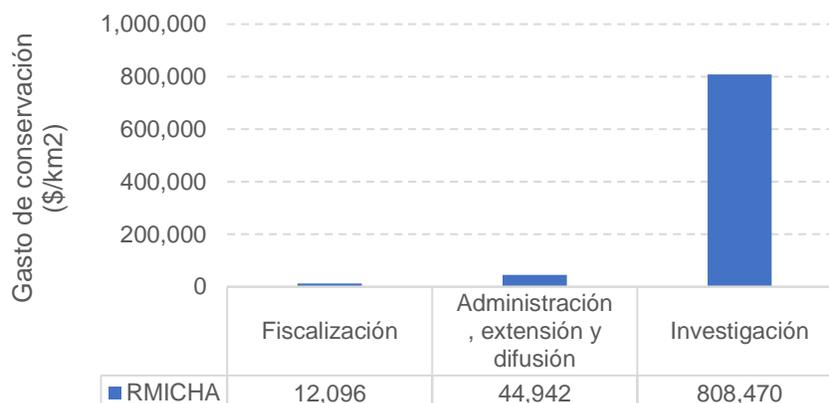


Figura 12. Gasto de conservación promedio calculado a partir de la inversión de recursos públicos. Elaborado a partir de datos públicos y datos proporcionados por SERNAPESCA, correspondiente a la serie de años 2014-2022.

4.1.2.10 IG6. Cobertura de fiscalización

En base a la reunión sostenida con la Unidad de Conservación y Biodiversidad SERNAPESCA (Anexo 8.1.4), es posible establecer que la cobertura de fiscalización se realiza mayoritariamente en época estival y exclusivamente en tierra, debido a que no cuentan con recursos para la ejecución de acciones de vigilancia y fiscalización en el mar. Esto se debe tener en cuenta, puesto que la tasa de infracción que se propone para medir el efecto disuasorio de las actividades de fiscalización y vigilancia considera únicamente el número de actividades de fiscalización y los ilícitos identificados en tierra, puesto que es la información disponible para tales efectos (Thomas *et al.*, 2022).

Teniendo en cuenta lo anterior, se observa que la tasa de infracción ha sido mayor en los años 2015, 2017 y 2019, donde se han observado tasas de infracción de 0,28, 0,31 y 0,29 respectivamente (Tabla 26). En contraste, entre los años 2020 y 2022 no se han identificado ilícitos, pero resulta preocupante que el número de actividades de fiscalización ha disminuido de manera importante en los últimos años, especialmente para los años 2021 y 2022 que se encuentran muy por debajo del número de actividades de fiscalización promedio realizadas entre los años 2015-2022 (Tabla 26).

Tabla 26. Actividades de fiscalización, ilícitos identificados en dichas actividades y tasa de infracción observada. Datos proporcionados por SERNAPESCA.

Fiscalización RMICHA	AÑOS								Promedio
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
a) Actividades de fiscalización	18	17	16	17	14	16	12	11	15,13
b) Ilícitos identificados	5	2	5	0	4	0	0	0	2,00
Tasa de infracción (b/a)	0,28	0,12	0,31	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,13

De manera adicional, la encuesta diseñada y aplicada para evaluar el desempeño de IG3 incluyó una serie de preguntas destinadas a conocer la percepción de la comunidad en relación con el cumplimiento de las normativas en la RMICHA, así como la efectividad de los procesos de fiscalización de actividades ilegales en el área protegida.

Los resultados revelan que el 73% de los encuestados afirmó haber presenciado alguna forma de actividad ilegal en la RMICHA. Sin embargo, la mayoría de ellos indicó que tales prácticas eran poco frecuentes (75%). En contraste, solo el 21% de los encuestados señaló que las violaciones eran frecuentes, mientras que únicamente el 4% indicó que eran muy frecuentes (Figura 13).

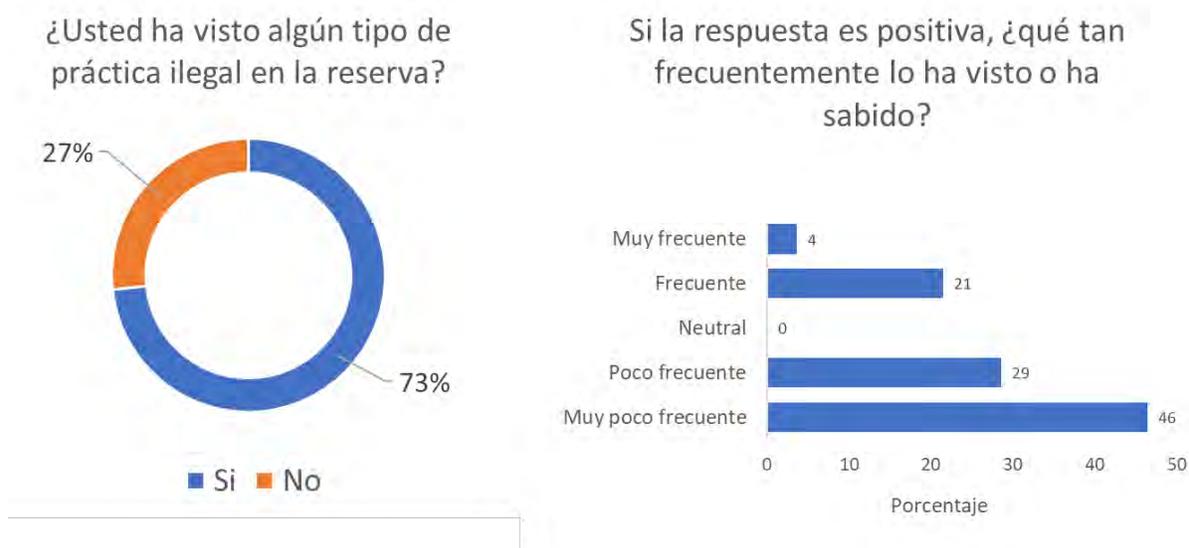


Figura 13. Percepción de ilegalidad de la comunidad de Caleta Chañaral de Aceituno, basado en una encuesta aleatoria aplicada in situ.

Respecto de la percepción acerca de las acciones de fiscalización para disuadir y sancionar las actividades de pesca ilegal en la RMICHA, los resultados evidencia que el 90% de los encuestado manifestó haber presenciado a entidades fiscalizadoras en la RMICHA, y de quienes han presenciado a entidades fiscalizadoras, el 90% indicó haber visto operativos de Sernapesca, el

6,7% indicó haber visto a la autoridad marítima y el 3,3 manifestó haber presenciado también a otras instituciones en faenas de fiscalización. (Figura 14)

Finalmente, en base a la apreciación de la intensidad de pesca ilegal y a las acciones de fiscalización realizadas por las entidades competentes, el 80% de los encuestados manifestó una apreciación positiva o muy positiva de satisfacción respecto de las entidades fiscalizadoras de la RMICHA, el 16,7 manifestó tener una percepción neutral frente a esta pregunta y solo el 3,3 manifestó un nivel de satisfacción muy malo respecto de las entidades fiscalizadoras. (Figura 14)

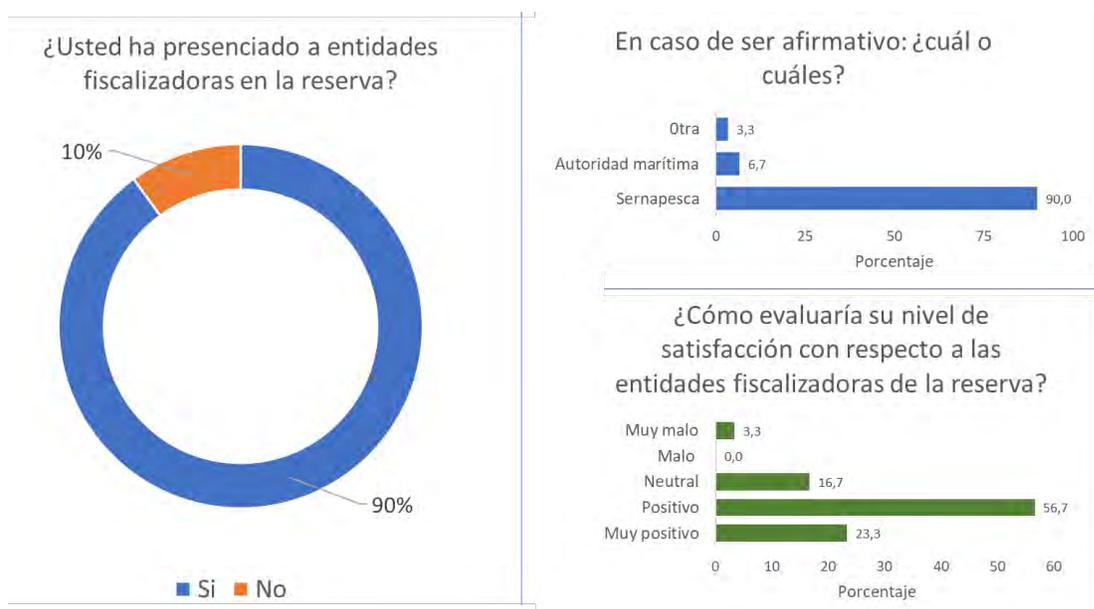


Figura 14. Percepción de las acciones de fiscalización por parte de la comunidad de Caleta Chañaral de Aceituno, basado en una encuesta aleatoria aplicada in situ.

4.1.2.11 Integración de indicadores de gobernabilidad

Con el objetivo de tener una visión más integrada acerca del desempeño de la gobernabilidad en torno a la gestión de la RMICHA, es estudio proporciona, provisionalmente, un análisis basado en un enfoque descriptivo y simple (Chuenpagdee & Jentoft, 2009), adecuado para la información disponible, aunque se reconoce que análisis más recientes cuentan con un mayor desarrollo teórico y conceptual. La metodología implica abordar una serie de preguntas segmentadas en cuatro sistemas (natural, socioeconómico, de gobierno e interacciones de gobierno) a cuatro niveles (diversidad, complejidad, dinámicas y escala (Tabla 5). A partir de esta guía de preguntas, se ha utilizado la información existente para construir un relato separado en los cuatro sistemas que ofrece este marco metodológico: sistema natural, sistema socioeconómico, sistema de gobierno e interacciones de gobierno. El relato elaborado se describe a continuación.

Sistema Natural

En el contexto del sistema natural, se plantean interrogantes centradas en la diversidad biológica, incluyendo el nivel de biodiversidad, la variedad de especies, tipos de ecosistemas o hábitats, y la salud y abundancia relativas. Para el caso de la RMICHA se observa un mejor desempeño de indicadores biológicos en recursos bentónicos y algas, sugiriendo una mayor diversidad y abundancia de peces en arrecifes costeros dentro de la reserva en comparación con zonas sujetas a explotación. En cuanto a la complejidad del sistema, se destaca su fuerte influencia por fluctuaciones climáticas como la surgencia y los fenómenos de El Niño y La Niña, que impactan la productividad primaria y afectan a los diferentes grupos tróficos. El cambio climático añade una capa adicional de complejidad, potencialmente alterando la frecuencia e intensidad de estas fluctuaciones y la productividad del sistema. Además, la geografía costera y las condiciones climáticas locales fomentan una alta productividad (Buchan et al., 2024a), atrayendo grandes cetáceos y manteniendo poblaciones de delfines, pingüinos y chungungos, lo que confiere singularidad al entorno natural. Aunque la escala espacial de la reserva es limitada en términos de conservación de mamíferos marinos y aves, la exclusión de la pesca y la limitación de la extracción de recursos bentónicos pueden mejorar los indicadores biológicos, evidenciando un estado más saludable en algas como el huiro palo y los peces asociados a los bosques de algas submarinas.

Sistema Socioeconómico

Dentro del sistema socioeconómico, las partes interesadas en la reserva marina se centran en la comunidad de la caleta Chañaral de Aceituno. Inicialmente una comunidad eminentemente pesquera, ha experimentado una evolución hacia el turismo, especialmente el de intereses especiales que aprovecha la singularidad natural del área, destacada por una alta abundancia de ballenas, aves, delfines y otras especies distintivas. La actividad turística se enfoca en la realización de tours marítimos en la reserva marina Isla Chañaral y sus alrededores. Los pescadores, organizados en el Sindicato de Pescadores y Buzos de Caleta Chañaral de Aceituno, se dedican mayormente a la explotación de recursos bentónicos y algas, aunque en la época estival también ofrecen tours marinos para el avistamiento de fauna.

El turismo ha emergido como una fuente vital de ingresos para la comunidad, impulsando la creación de varios proyectos turísticos que resaltan la singularidad natural del área. Se han establecido centros de buceo, alojamientos y empresas independientes del sindicato de pescadores, todos dedicados a ofrecer tours marinos para el avistamiento de fauna. Con el tiempo, tanto los pescadores como otros proveedores turísticos han mejorado la calidad de sus servicios y han aumentado su conocimiento del entorno natural. El creciente interés turístico ha provocado cambios en la composición de las partes interesadas, sumando los intereses turísticos a los pesqueros. Además, el atractivo natural del sector ha atraído a científicos y organizaciones

conservacionistas, convirtiéndolo en un centro generador de conocimiento. En cuanto al alcance geográfico de las partes interesadas, aunque la comunidad de la caleta Chañaral de Aceituno es central, también se involucran gestores, organizaciones conservacionistas y científicos de otras zonas, cuyo trabajo influye o podría influir en la gestión de la reserva.

En términos socioeconómicos, es relevante destacar que a partir de la encuesta realizada en caleta Chañaral de Aceituno, la mayoría de los encuestados manifestaron haber mejorado su desempeño económico gracias a la creación y mantención de la RMICHA.

Sistema de Gobierno

En cuanto al sistema de gobierno, la gestión de la RMICHA está actualmente a cargo del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), entidad responsable de liderar la implementación del Plan General de Administración (PGA) y de asignar y administrar los recursos humanos y materiales para la gestión, investigación y fiscalización de la reserva. Respecto al financiamiento, la mayor parte de los recursos (93,4%) se han destinado a la investigación, mientras que un presupuesto muy menor se asigna a actividades de fiscalización, administración, extensión y difusión. Esta limitación presupuestaria para dichas actividades coincide con las necesidades identificadas por la comunidad para mejorar la gestión de la reserva, que incluyen una mayor asignación de recursos financieros, una ampliación en la difusión de las acciones y actividades realizadas en la reserva, un incremento en las labores de fiscalización, y un aumento en las reuniones o instancias de colaboración y coordinación entre las partes interesadas.

Esta dinámica sugiere un modelo de administración descendente, aunque desde sus inicios han surgido mecanismos hacia un sistema de co-gestión. Inicialmente, se estableció una mesa público-privada, informal en su estructura legal, y más tarde se creó el Comité Consultivo, presidido por SERNAPESCA y respaldado legalmente. Además de este comité, el sistema de gobernanza contempla un Comité de Administración, también presidido por SERNAPESCA e integrado por representantes de organismos públicos relevantes, la academia y un representante del comité consultivo. Este comité tiene la responsabilidad de velar por la buena administración de la reserva y garantizar el cumplimiento del PGA, considerando las opiniones del comité consultivo.

Es importante destacar que la reciente Ley 21600, que establece el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (diciembre 2023), cambia la responsabilidad de gestión. En virtud de esta ley, las Reservas Marinas, ahora denominadas Reservas Nacionales, pasarán a ser administradas por el SBAP, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente. Estas modificaciones podrían implicar cambios en los modelos de gobernanza; no obstante, es crucial considerar los progresos alcanzados en materia de co-gestión hasta la fecha como base para futuras estrategias de gestión.

Interacciones de Gobierno

En cuanto a las interacciones de gobierno, como se mencionó anteriormente, el estado, representado por SERNAPESCA, conecta con las principales partes interesadas a través de la creación de comités consultivos y de administración, detallados previamente. En este contexto, el comité de administración aborda aspectos más técnicos y estratégicos relacionados con el proyecto de conservación, mientras que el comité de consultivo se orienta a alinear las estrategias de conservación con las necesidades económicas, sociales y culturales de la comunidad de Caleta Chañaral de Aceituno. De esta manera, se podría describir el sistema de gestión actual de la reserva como un modelo de co-manejo asesorado, en el cual la institución estatal, en este caso SERNAPESCA, toma y oficializa las decisiones fundamentales de gestión después de un proceso de socialización y análisis con los principales grupos de interés.

Respecto a las instancias de participación, es importante destacar que los resultados de la encuesta realizada muestran un alto nivel de satisfacción con los sistemas de participación. Además, en los análisis de participación durante las sesiones del comité consultivo, se observa una notable contribución del sector privado, principalmente representado por la pesca y el turismo, organizados en sindicatos de trabajadores independientes o asociaciones sectoriales. En resumen, el sistema de interacción ha facilitado la movilización del conocimiento a diferentes escalas y ha promovido el diseño e implementación de estrategias de gestión, como la elaboración de un plan de manejo de los recursos bentónicos de la RMICHA, la regulación del turismo mediante la establecimiento de una lista de embarcaciones autorizadas y condiciones para su actividad, así como la fijación de una capacidad de carga de embarcaciones realizando tours simultáneos, y la autorización de actividades extractivas transitorias, entre otras medidas.

En términos de fiscalización, SERNAPESCA mantiene un rol dual, como encargado de la gestión de la reserva, pero también con un rol de fiscalización, el cual realiza en conjunto con otras entidades como la autoridad marítima y CONAF. Si bien las actividades de fiscalización han experimentado una disminución desde el 2015 al 2022, es importante destacar que una gran parte de la comunidad de Caleta Chañaral de Aceituno tiene una valoración positiva de las actividades de fiscalización. Además, consideran que las actividades ilegales al interior de la reserva ocurren, pero de manera poco frecuente.

4.1.3 Protocolo para la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental

Teniendo en cuenta las directrices del Plan General de Administración (PGA) y los estudios previos realizados, se ha desarrollado un protocolo para la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) para la RMICHA. El objetivo del PVA es recopilar y analizar información fundamental para actualizar los indicadores biológicos establecidos en el PGA. Cabe destacar que este PVA no aborda la metodología para la actualización de los indicadores IB2 - Número de ejemplares de vertebrados acuáticos residentes e IB6 - Estudios de investigación.

Este protocolo también sirve como verificador para apoyar el cumplimiento de los objetivos de los programas de investigación y monitoreo del PGA, los cuales buscan:

- Generar y disponer de una base de conocimiento científico sobre la Reserva, que sustente la toma de decisiones en la preservación, conservación y manejo de los diversos componentes de la Reserva Marina.
- Establecer y asegurar los mecanismos de seguimiento, evaluación y control del Plan General de Administración y sus respectivos programas.

Además, el Protocolo del PVA es un instrumento clave para evaluar si se están alcanzando los objetivos de gestión de la Reserva declarados en el PGA, específicamente:

- Conservar las poblaciones residentes de especies de interés comercial para la pesca artesanal, como el loco (*Concholepas concholepas*) y la lapa (*Fissurella spp.*), con el fin de potenciar las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).
- Conservar y restaurar, cuando sea necesario, las poblaciones de especies estructuradoras de hábitat, como las algas macrófitas *Lessonia trabeculata* y *Lessonia spicata/berteroana*.

Promover el desarrollo científico para generar información de base para la conservación, el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales de la Reserva Marina.

El protocolo del PVA consta de varias secciones. En la sección de antecedentes generales, se expone la importancia de las reservas marinas para la conservación y protección del medio ambiente marino y su biodiversidad. También se mencionan aspectos relevantes sobre la creación y gestión de la RMICHA, así como las referencias metodológicas centrales que fundamentan el PVA.

Posteriormente, se detalla la información relacionada con las estaciones de muestreo y la periodicidad del muestreo. Luego, se proporciona la metodología para generar información y actualizar los indicadores de desempeño biológico, siguiendo el siguiente orden:

- a) Definición del indicador
- b) Materiales y personal idóneo para la toma y análisis de muestras
- c) Procedimiento de muestreo

- d) Procesamiento de muestras y bases de datos
- e) Cálculo y análisis del indicador

A continuación, se presenta el desarrollo detallado del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) para la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA). Este programa incluye una estrategia fundamental para fortalecer la comunicación de los resultados, fomentar la participación comunitaria y promover la educación ambiental, destacando los impactos positivos de la gestión de la RMICHA.

Asimismo, se proporciona una estimación del costo de implementación del PVA. Este presupuesto permitirá a los administradores generar una estrategia de financiamiento mediante alianzas con la comunidad, centros de investigación públicos y privados, y también considerar el financiamiento directo que puede ser canalizado por la institución administradora.

4.1.3.1 Antecedentes Generales

Las áreas marinas protegidas (AMP) son áreas del océano que están legalmente protegidas y gestionadas para conservar y proteger el medio ambiente marino y su biodiversidad. Se establecen para proteger y restaurar ecosistemas, conservar especies, administrar pesquerías y brindar oportunidades para la investigación científica y la educación. Las AMP pueden tomar muchas formas, incluidas reservas marinas, parques y santuarios marinos. Las AMP son herramientas importantes para proteger y conservar la biodiversidad marina, ya que brindan un refugio seguro para que la vida marina prospere y se recupere de las actividades humanas, como la sobrepesca, la contaminación y la destrucción del hábitat. También brindan importantes beneficios económicos y sociales, incluido el soporte a la pesca sostenible, la promoción del turismo y la provisión de oportunidades educativas y recreativas para las personas. En general, las AMP son fundamentales para garantizar la salud y la sostenibilidad a largo plazo de los océanos, que son esenciales para el bienestar humano y el planeta.

El AMP denominada Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) ubicada en la comuna de Freirina, provincia de Huasco (Figura 15), tiene por objeto conservar y proteger una parte de los ambientes marinos representativos del sistema insular el cual está 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. Su marco de gestión está sustentado por el Reglamento sobre Parques Marinos y Reservas Marinas (D.S. No 238, 2004) que señala en el Artículo 8° que todo parque o reserva contará con un Plan General de Administración (PGA), el cual debe contener 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, entre los cuales se encuentran los programas de investigación y monitoreo.

El presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) está armonizado con las actividades de investigación y seguimiento definidas en el PGA de la RMICHA (D.S. N° 96, 2012), específicamente en cuanto a los objetivos trazados y las variables e indicadores que se consideran relevantes de ser monitoreadas. A su vez, el presente PVA ha sido desarrollado considerando los resultados y análisis realizados en las líneas de base precedentes (Gaymer *et al.*, 2008; Thomas *et al.*, 2022), así como también del aprendizaje generado en el desarrollo del proyecto FIPA 2022-19.

Este documento constituye la primera versión del Programa de Vigilancia Ambiental y debe considerarse como una guía metodológica para levantar antecedentes que permitan a los gestores contar con información adecuada para la toma de decisiones de gestión. En este sentido, esta herramienta constituye un primer esfuerzo enfocado hacia la estandarización de métodos que permitan contar con información confiable y comparable en términos espaciales y temporales. Los pilares sobre los cuales se ha diseñado el presente protocolo son la flexibilidad, adaptabilidad y escalabilidad, a fin de que las estrategias de investigación y monitoreo puedan adecuarse a las condiciones ambientales cambiantes, la nueva información que se tenga disponible y también a la disponibilidad de recursos humanos y materiales para su implementación.

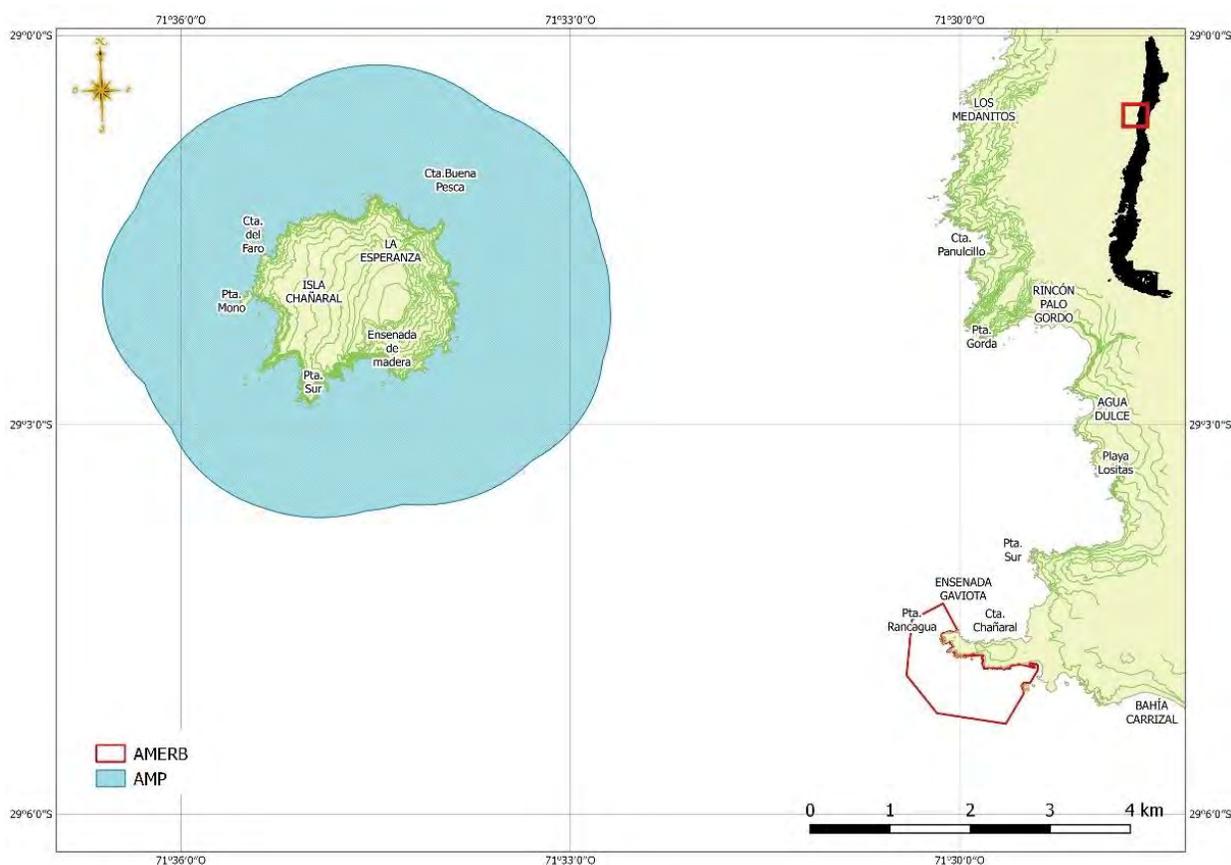


Figura 15: Ubicación del área de estudio, Reserva marina isla Chañaral

4.1.3.2 Objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

El objetivo del presente PVA es medir el desempeño de los indicadores biológicos establecidos en el Plan General de Administración.

4.1.3.3 Solicitud de permisos y autorizaciones para ejecutar el PVA

Antes de llevar a cabo cualquier acción de monitoreo marino, es necesario gestionar los permisos y autorizaciones necesarios de las instituciones correspondientes. A continuación, se detalla este proceso:

Para llevar a cabo muestreos submareales en Reservas Marinas, es indispensable solicitar al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) la autorización correspondiente. Esta autorización se tramita siguiendo el procedimiento establecido en la Resolución Exenta 00207/2020 (SERNAPESCA), la cual detalla el proceso de solicitud y evaluación para actividades en parques y reservas marinas que no involucran captura de ejemplares.

Por otro lado, la extracción de recursos necesaria para obtener datos sobre estructuras de tallas y mediciones de talla y peso de las especies bajo monitoreo requiere una resolución de pesca de investigación. Para obtenerla, se debe elaborar y presentar una solicitud a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura para realizar una pesca de investigación de prospección en reservas marinas. Para esto se debe presentar un documento de Términos Técnicos de Referencia, que debe considerar:

- Adjuntar una carta dirigida al Subsecretario de Pesca y Acuicultura, firmada por el solicitante (ya sea persona natural o representante legal de personas jurídicas), que incluya los detalles pertinentes como nombre completo, RUT y domicilio. En caso de ser persona natural o jurídica extranjera, contar con el patrocinio de una institución chilena dedicada a la investigación.
- Completar el Formulario de Solicitud de Pesca de Investigación.
- Asegurar que el personal técnico y el jefe de proyecto cumplan con los requisitos necesarios. Para lo cual deberán acreditar conocimientos suficientes de nivel técnico o profesional en las áreas de pesquería, acuicultura o ciencias del mar, debiendo acompañarse los currículos vitae respectivos para estos efectos.
- Presentar los antecedentes legales correspondientes, copia de la cédula de identidad en caso de ser persona natural; en caso de ser persona jurídica deberá acompañar, copia autorizada de los estatutos sociales como de la personería de quién actúe en su representación, con sus respectivos certificados de vigencia.
- En caso de estudios con financiamiento público, adjuntar copia del acto administrativo pertinente.

Para el levantamiento de información oceanográfica, se debe solicitar autorización para llevar a cabo investigación científica y/o tecnológica marina a través del portal Trámite Fácil del Servicio Hidrográfico de la Armada, conforme al DS N° 711 del 22 de agosto de 1975.

Finalmente, antes de iniciar cualquier actividad de muestreo, se debe informar a la oficina regional de SERNAPESCA para mantenerla al tanto de las actividades desarrolladas en terreno.

4.1.3.4 Estaciones de Muestreo

Las estaciones propuestas para el monitoreo del PVA corresponden a un sub-set de las estaciones definidas en las líneas base (Gaymer *et al.*, 2008; Thomas *et al.*, 2022). Este sub-set de estaciones fue definido con el comité consultivo de la RMICHA y con la contraparte técnica (ver sección 3.2.3.1) para lo cual se tuvo en cuenta criterios de factibilidad de muestreo en distintos meses del año y áreas con presencia relevante de macroalgas y recursos bentónicos, para lo cual se consideró información previa y el conocimiento de los pescadores.

En la Figura 16 se muestra la distribución de las transectas del PVA para la evaluación de las comunidades submareales e intermareales, además de la ubicación de las estaciones para la toma de muestras oceanográficas y de fondo arenoso de la RMICHA, y también las estaciones para ubicadas en AMERB y ALA, dispuestas para realizar comparaciones entre sistema de gestión. Las coordenadas se presentan en la Tabla 27.

Tabla 27: Coordenadas de las transectas definidas para la implementación piloto del Programa de Vigilancia Ambiental. Para cada transecta se proporciona la coordenada de inicio (20 m de profundidad) y la coordenada de término de la misma (2 m de profundidad)

AREA	TRANSECTA	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	
			ESTE	NORTE
RMICHA	1	Inicio	248312	6787051
RMICHA	1	Fin	248419	6786705
RMICHA	2	Inicio	249046	6787071
RMICHA	2	Fin	249136	6786958
RMICHA	3	Inicio	249583	6786895
RMICHA	3	Fin	249501	6786811
RMICHA	4	Inicio	250408	6785454
RMICHA	4	Fin	250270	6785448
RMICHA	5	Inicio	250238	6784752
RMICHA	5	Fin	250175	6784788
RMICHA	6	Inicio	249974	6784476
RMICHA	6	Fin	249895	6784528
AMERB	7	Inicio	256630	6780513
AMERB	7	Fin	256654	6780607
ALA	8	Inicio	257991	6779996
ALA	8	Fin	258174	6780149

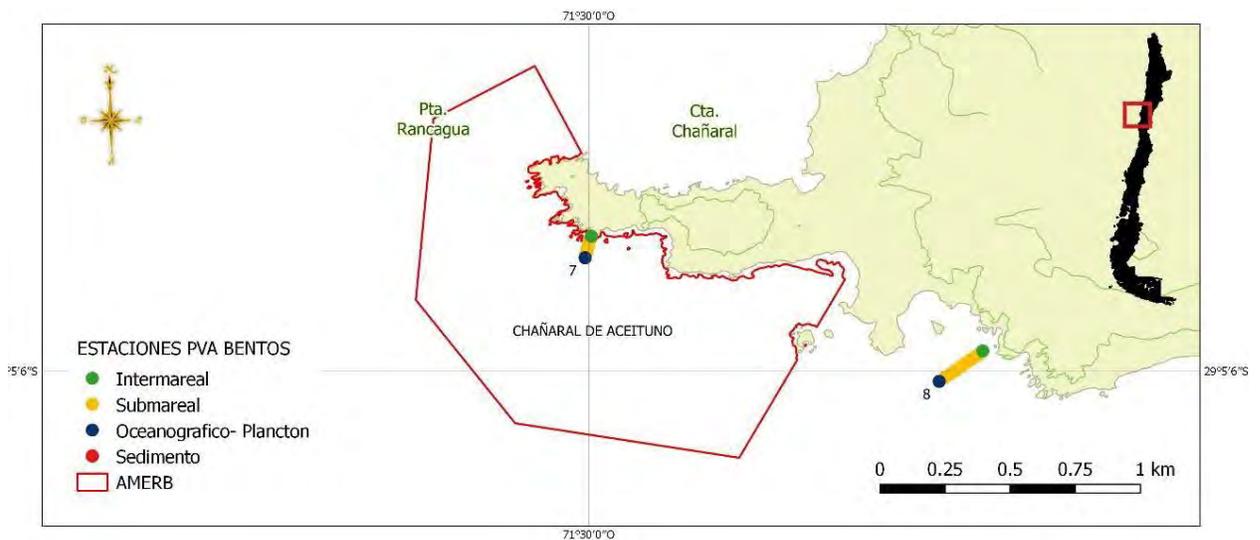
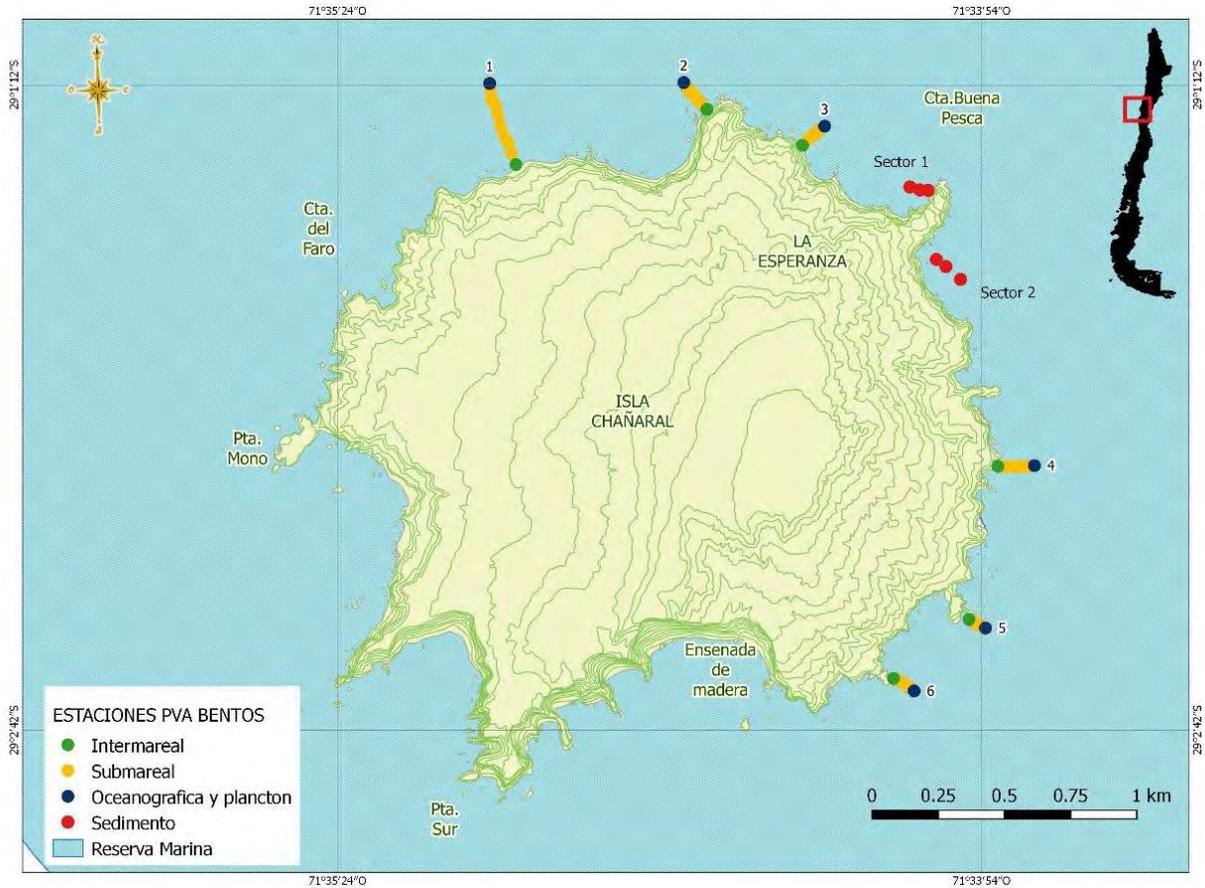


Figura 16: Ubicación de estaciones de monitoreo propuestas para la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental. En el mapa superior se ubican las transectas definidas para la Reserva Marina Isla Chañaral y el mapa inferior muestra las transectas definidas para el monitoreo del Área de Manejo Chañaral y un Área de Libre Acceso colindante con esta área.

4.1.3.5 Frecuencia de monitoreo

4.1.3.5.1. Frecuencia de monitoreo de condiciones oceanográficas y comunidades planctónicas

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se observaron cambios estacionales relevantes, se recomienda el establecimiento de una estación de monitoreo oceanográfico. Para ello, se deberá seleccionar una de las seis estaciones monitoreadas en el presente estudio. Esto hará disminuir el alcance espacial del monitoreo, pero permitirá incrementar el esfuerzo de monitoreo en términos temporales. En función de ello, se recomienda:

- Para condiciones oceanográficas de la columna de agua: monitoreo mensual (o bimensual) de Temperatura, Salinidad, Oxígeno Disuelto, pH y Clorofila a 5 niveles de profundidad.
- Para la composición y abundancia planctónica: monitoreo estacional de fitoplancton en 3 niveles de profundidad y 1 muestra integrada de zooplancton.

4.1.3.6 Métodos de muestreo y análisis

4.1.3.6.1. Indicador IB5: Condiciones oceanográficas y comunidades planctónicas

a) Definición del indicador

El indicador IB5 inicialmente estaba destinado a evaluar la calidad del agua, focalizándose en posibles efectos antropogénicos que pudieran generar contaminación en la reserva marina o sus alrededores. Sin embargo, las referencias ambientales utilizadas en la línea base corresponden a normativas de calidad asociadas, principalmente, al desarrollo industrial, lo que no resulta completamente aplicable a entornos marino-costeros donde los impactos antropogénicos son menos significativos.

En base a lo anterior, en este estudio se sugiere mantener el monitoreo de variables que podrían indicar condiciones ambientales deterioradas, como la condición aeróbica/anaeróbica de los sedimentos (según lo establecido en la Resolución Exenta 3612/2009), o la evaluación de los niveles de calidad de agua para actividades recreativas con contacto directo (conforme al Decreto 144/2008). NO obstante, se recomienda ampliar el enfoque de este indicador para identificar regímenes oceanográficos como El Niño, La Niña y eventos de surgencia que pudieran estar desarrollándose en la zona. Para ello, se propone un proceso de análisis que considere datos oceanográficos, climáticos y biológicos.

En cuanto al análisis de datos oceanográficos, se propone recopilar y analizar información sobre la temperatura del agua, salinidad, pH y oxígeno disuelto a lo largo del tiempo para identificar patrones estacionales y anomalías. Se sugiere utilizar la misma red de estaciones de monitoreo empleada en el presente estudio para facilitar la comparabilidad de los trabajos.

Además, se recomienda el análisis de biomarcadores, como la composición del fitoplancton y zooplancton, para detectar cambios en la comunidad biológica asociados con los diferentes regímenes oceanográficos.

Adicionalmente, es fundamental incorporar datos climáticos. Para ello, en este estudio se consideraron antecedentes proporcionados por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), con el fin de identificar la ocurrencia de fenómenos climáticos como El Niño y La Niña, así como eventos de surgencia. Estos datos pueden ayudar a contextualizar las anomalías observadas en los parámetros oceanográficos y en los biomarcadores para entender su relación con los eventos climáticos.

Dado que esta es la primera vez que se propone un monitoreo orientado a la identificación de eventos climáticos, centrado en la gestión de la RMICHA, se sugiere realizar un análisis exploratorio de los datos y tendencias observadas como paso inicial para extraer conclusiones.

b) Materiales y personal idóneo para la toma y análisis de muestras

En la Tabla 28 se detallan los atributos de análisis y también los materiales y el personal idóneo para la toma y análisis de muestras.

Tabla 28: Materiales y personal idóneo para el levantamiento de información de los atributos de densidad media y fracción explotable de las especies bentónicas de importancia comercial.

Atributo	Materiales	Personal idóneo toma de muestras
Sedimento	Embarcación, draga 0,1 m2 de mordida, equipo multiparamétrico con sondas para muestreo en sedimentos calibradas previamente con tampones certificados y trazables al NIST, GPS, profundímetro de mano, bolsas plásticas para muestras de sedimentos, cooler para muestras de sedimento.	Un capitán de embarcación, dos personas (profesionales o técnicos) de carreras relacionadas con la biología marina y/o la oceanografía, con conocimientos acreditados en toma de muestras oceanográficas, con al menos 2 años de experiencia en monitoreos marinos y toma de muestras de plancton.
Columna de agua	Embarcación, botella Niskin, equipo multiparamétrico con sondas para muestreo en agua calibradas previamente con tampones certificados y trazables al NIST,	

Atributo	Materiales	Personal idóneo toma de muestras
Composición del fitoplancton	GPS, profundímetro de mano. Embarcación, botella Niskin, frascos herméticos 250 cc, reactivo de Utermöhl, formalina al 5%, borax, rotulador, cooler, red de fitoplancton de 25 ▪ m de tamaño de malla, profundímetro de mano, GPS.	
Composición del fitoplancton	Embarcación, frascos herméticos 400 cc, rotulador, red tipo WP-2 de 60 cm de diámetro y una trama de 210 ▪ m, profundímetro de mano, GPS.	

c) Procedimiento de muestreo

Para el monitoreo de la calidad del agua y los sedimentos en un área marina protegida, se realice el muestreo en la columna de agua en cada una de las estaciones previamente definidas. Para ello, se debe buscar la isobata 20 y tomar muestras de agua con botella Niskin a profundidades de 20m, 15m, 10m, 5m y a nivel superficial. Posteriormente, los parámetros deben ser medidos in situ con un equipo multiparamétrico.

En cuanto a los sedimentos, se deben seguir los métodos descritos en la Resolución Exenta 3612/2009 de la SSPA para la recolección, preservación, tratamiento y manejo de las muestras de sedimento. Para obtener las muestras, se debe utilizar una draga de 0,1 m² de mordida. Los parámetros de pH, Potencial Redox y Temperatura deben ser medidos in situ con equipos previamente verificados con tampones 4, 7 y 10 y solución ORP de 240 mv, ambos certificados y trazables al NIST.

El contenido de materia orgánica en los sedimentos debe ser determinado de manera gravimétrica tras calcinación a 450°C. Este proceso debe ser realizado de acuerdo con los procedimientos establecidos en la normativa vigente y siguiendo los estándares de calidad y seguridad requeridos. Se recomienda que el equipo y los materiales utilizados en el monitoreo sean calibrados y verificados periódicamente para garantizar la confiabilidad y precisión de los resultados obtenidos.

Para el fitoplancton se deben evaluar 3 estratos de la columna de agua (0, 10 y 20 metros) en cada estación de muestreo. Para ello, se deben coleccionar muestras de agua con una botella Niskin para su posterior análisis cuantitativo. Las muestras deben ser vertidas en frascos herméticos previamente rotulados y fijadas inmediatamente con reactivo de Utermöhl. Los frascos deben almacenarse en un cooler cerrado para evitar la decoloración y degradación del lugol. Además, se recolectarán muestras adicionales para análisis taxonómicos mediante arrastres verticales (fondo a superficie) con una red de fitoplancton de 25 µm de tamaño de malla. Estas muestras deben fijarse inmediatamente en formalina al 5% neutralizada con bórax y almacenarse en frascos rotulados en un cooler.

Para el zooplancton, en cada estación de muestreo, se realizará un arrastre vertical con una red tipo WP-2 de 60 cm de diámetro y una trama de 210 μm para tomar una muestra integrada de la columna de agua. Las muestras deben fijarse inmediatamente en formalina al 5% neutralizada con bórax y almacenarse en frascos rotulados en un cooler.

a) Procesamiento de muestras y base de datos

La elaboración de las bases de datos debe ser acumulativa, en el sentido de ir enriqueciendo la información a medida que se generan más datos, por ello, es necesario incorporar el mes y año de análisis para llevar el registro. En la Tabla 29 se propone una estructura simple de base de datos, tanto para las muestras de sedimento como columna de agua.

Tabla 29: Propuesta para estructurar una base de datos de los parámetros utilizados para determinar la calidad de agua y sedimentos.

Mes	Año	Estación	Temperatura	pH	Potencial Redox	MOT
			°C		mv	(%)
2021	12	SED1	12,7	7,4	216,9	0,18
2021	12	SED2	13,2	7,63	182,1	0,23
2021	12	SED3	13,6	7,47	195,5	0,25
2021	12	SED4	12,8	7,56	189,2	0,54
2021	12	SED5	12,9	7,68	207,6	0,43
2021	12	SED6	12,8	7,58	223,9	0,56
2021	12	SED7	12,8	7,58	189,5	0,29
2021	12	SED8	12,8	7,58	200	0,45

Año	Mes	Estación	Estrato	pH	Temperatura	Salinidad	Oxígeno disuelto
					°C	PSU	mg/l
2021	12	AGUA1	20	8,01	12,45	34,34	10,65
2021	12	AGUA2	15	8,03	12,30	34,38	8,76
2021	12	AGUA3	10	8,02	12,30	34,40	7,98
2021	12	AGUA4	5	8,12	12,58	34,42	10,76
2021	12	AGUA5	0	8,11	12,50	34,53	9,34
2021	12	AGUA6	20	8,12	12,49	34,68	8,87
2021	12	AGUA7	15	8,08	12,65	34,40	9,98
2021	12	AGUA8	10	8,03	12,64	34,54	7,98
2021	12	AGUA9	5	8,04	12,62	34,65	6,05
2021	12	AGUA10	0	8,07	13,01	34,55	10,02

Para las muestras de fitoplancton, se deben realizar recuentos de células con un microscopio invertido con contraste de fases, según técnica de Utermöhl (1958). En el análisis y procesamiento de datos se deben considerar las recomendaciones de Alveal et al. (1995) y aquellas descritas por Hasle (1978). Los resultados deben ser expresados en células por Litro (cél L-1).

Para las muestras de zooplancton, el análisis se debe realizar por observación directa del material fijado en un estereomicroscopio de alto alcance (2x-225x). En los casos donde la densidad planctónica no permita una visualización idónea para el recuento de ejemplares, se procederá al fraccionamiento de la muestra mediante un Sub-Muestreador. Se debe utilizar tinción rosa bengala con el objeto de facilitar la identificación de los ejemplares a momento del recuento. Idealmente, los equipos utilizados deben contar con un sistema fotográfico, a través del cual se puedan obtener registros gráficos del análisis de microscopía.

La abundancia de cada taxa y grupo zooplanctónico debe ser estimada mediante una cámara de conteo de zooplancton. Posteriormente, los grupos taxonómicos deben ser clasificados en base al ordenamiento sistemático formulado por Bougis (1974), utilizando como ayuda descriptiva para la identificación taxonómica los trabajos de Trégouboff & Rose (1957), Barnard (1969), Palma & Kaiser (1993), Todd et al., (1996), Moser (1996), Mujica & Medina (2000), Palma et al. (1999), Newell et al (1966), Vidal (1968), Arcos (1976) y Boltovskoy (1981) u otros que se consideren atingentes.

b) Análisis del indicador

Determinación de efectos antropogénicos

A partir de los resultados obtenidos en el monitoreo de la calidad del agua y los sedimentos, se debe llevar a cabo una comparación con los rangos de aceptabilidad establecidos en la normativa correspondiente. Para evaluar la calidad ambiental de la columna de agua, se emplean como referencia 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 del agua.

En lo que respecta a la calidad de los sedimentos marinos, no existe una normativa específica que defina un nivel de "calidad". Por lo tanto, se han tomado como base los límites establecidos en la normativa que rige la Resolución Externa 3612/2009 para determinar la condición aeróbica/anaeróbica en zonas de influencia de centros de cultivo. Aunque esto puede no ser completamente adecuado para la zona de estudio, fue propuesto en el FIPA 2019-25 como una primera referencia en ausencia de una normativa o base de comparación más adecuada.

Los umbrales para cada parámetro establecido en la normativa y los niveles observados en la RMICHA desde el año 2021 hasta la actualidad se presentan en la Tabla 30. De dicha tabla se desprende que la mayoría de los parámetros se encuentran dentro de los límites establecidos por

la normativa, con la excepción de la concentración de oxígeno disuelto en una de las campañas. En casos donde el resultado se aproxima al incumplimiento de la norma, se recomienda respaldar su explicación con otros antecedentes para determinar si se debe a un efecto ambiental o antropogénico. Como ejemplo, se sugiere revisar la discusión de estos resultados en la sección 5.1.1.

Tabla 30: Parámetros y rangos de aceptabilidad para definir la calidad de los sedimentos marinos y la columna de agua. En esta tabla, fue construida en base a datos tomados de Thomas et al. (2022) en la actualización de la línea base y datos levantados en el presente proyecto.

Componente Zona	Parámetro	Rango de aceptabilidad	May 2021	Nov 2021	Mar 2023	Ago 2023	Oct 2023	Dic 2023
Sedimento RMI CHA	Materia Orgánica	≤ 9%	0,4	0,4	1,2	1,21	1,16	1,17
	pH	≥ 7,1	7,6	7,5	7,9	7,61	7,65	7,65
	Eh (Redox)	≥ 50 mV	148,0	191,0	123,2	151,83	148,99	148,99
Sedimento AMERB	Materia Orgánica	≤ 9%	S/I	S/I	0,9	1,05	0,33	*
	pH	≥ 7,1	S/I	S/I	7,7	7,79	7,93	*
	Eh (Redox)	≥ 50 mV	S/I	S/I	161,9	209,5	167,23	*
Sedimento ALA	Materia Orgánica	≤ 9%	S/I	S/I	1,2	1,87	1,96	*
	pH	≥ 7,1	S/I	S/I	7,6	7,67	7,58	*
	Eh (Redox)	≥ 50 mV	S/I	S/I	134,9	181,4	182,37	*
Columna de agua RMI CHA	Oxígeno disuelto (1 m fondo)	≥ 2,5 mg/L	9,2	9,6	2,5	6,16	4,7	3,58
	pH	6,0 – 8,5	8,0	8,0	8,1	8,1	8,02	7,9
Columna de agua AMERB	Oxígeno disuelto (1 m fondo)	≥ 2,5 mg/L	S/I	S/I	2,2	6,11	3,72	3,49
	pH	6,0 – 8,6	S/I	S/I	7,9	7,96	7,61	7,79
Columna de agua ALA	Oxígeno disuelto (1 m fondo)	≥ 2,5 mg/L	S/I	S/I	4,6	6,06	3,36	3,64
	pH	6,0 – 8,7	S/I	S/I	8,2	8,1	7,82	8,2

Determinación de régimen oceanográfico

Para la determinación de regímenes oceanográficos se propone un enfoque simple y aplicable con la información que se tiene actualmente. Para ello proponemos un análisis en tres fases:

1. Analizar datos climáticos existentes para la zona
2. Analizar la correspondencia del monitoreo de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y clorofila a, con eventuales reportes climáticos declarados para la zona.
3. Analizar la composición del fito y zooplancton para identificar especies definidas en la literatura como indicadores de condiciones particulares.

Para analizar un ejemplo del análisis propuesto, se recomienda revisar la sección 5.1.1.

4.1.3.6.2. Indicadores IB1: Variación de la biodiversidad en hábitat o ensambles comunitarios representativos

a) Definición del indicador

Se entiende por diversidad biológica la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y entre ecosistemas (UN, 1992).

En este caso, el indicador de variación en la biodiversidad se elabora a partir del conteo de especies asociadas a distintos hábitats ensamblados comunitarios representativos tanto en la RMICHA, como en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y Áreas de Libre Acceso (ALA). Esta información debe ser adecuada para ser analizada en un contexto temporal y espacial.

En el presente protocolo, la biodiversidad es calculada de manera independiente para distintos hábitats y/o ensamblados comunitarios, entendiendo hábitat como “el lugar o tipo de ambiente en el que existe naturalmente un organismo o una población” (UN, 1992), por ejemplo, el hábitat rocoso submareal. Por otro lado, se entiende como ensamble comunitario a “una parte de la comunidad seleccionada desde un punto de vista taxonómico” (Fauth *et al.*, 1996), por ejemplo, el ensamble de peces asociados a bosques de huiro palo. Debido a que los análisis se realizan a distintos niveles de organización ecológica, cada set analizado es definido como una “Matriz de Análisis”.

b) Materiales y personal idóneo para la toma y análisis de muestras

En la Tabla 31 se detallan las matrices de análisis y también los materiales y el personal idóneo para tomar las muestras en cada una de ellas.

Tabla 31: Materiales y personal idóneo para el levantamiento de información de diversidad biológica en distintas matrices de análisis

Matriz	Materiales	Personal idóneo toma de muestras
Diversidad de especies macrobentónicas y algas asociadas al hábitat intermareal de fondos duros	Embarcación, equipo de buceo, cuadrantes de 1 m ² , GPS, cámara fotográfica, carcasa de buceo para cámara fotográfica, tablilla acrílica, lápiz grafito.	Dos personas (profesionales o técnicos) de carreras relacionadas con la biología marina y/o la oceanografía, con conocimientos acreditados en la identificación de organismos marinos, con al menos 2 años de experiencia en monitoreos submareales e intermareales.
Diversidad de especies macrobentónicas y algas asociadas al hábitat submareal de fondos duros	Embarcación, equipo de buceo, cuadrantes de 1 m ² , GPS, cámara fotográfica, carcasa de buceo para cámara fotográfica, profundímetro de mano, tablilla acrílica, lápiz grafito.	Un capitán de embarcación, un asistente de buceo y dos buzos nivel especialista o superior, con conocimientos acreditados en la identificación de organismos marinos y al menos 4 años de experiencia en actividades de buceo científico.
Diversidad de especies de la infauna	Embarcación, huinche, draga de 0,1 m ² de mordida, tamiz geológico de 0,5	Un capitán de embarcación, dos personas (profesionales o técnicos) de

Matriz	Materiales	Personal idóneo toma de muestras
	mm de abertura, formalina al 4%, frascos herméticos, rotulador, profundímetro de mano, GPS.	carreras relacionadas con la biología marina y/o la oceanografía, con al menos 2 años de experiencia en toma de muestras de sedimentos marinos.
Diversidad de especies asociadas a discos y frondas de huiro negro	Barreta, bolsas plásticas, frascos herméticos, alcohol al 70%, profundímetro de mano, GPS.	Dos personas (profesionales o técnicos) de carreras relacionadas con la biología marina y/o la oceanografía, con conocimientos acreditados en la identificación de organismos marinos, con al menos 2 años de experiencia en monitoreos submareales e intermareales.
Diversidad de especies asociadas a discos y frondas de huiro palo	Embarcación, equipo de buceo, barreta, bolsas plásticas, frascos herméticos, alcohol al 70%, profundímetro de mano, GPS.	Un capitán de embarcación, un asistente de buceo y dos buzos nivel especialista o superior, con conocimientos acreditados en la identificación de organismos marinos y al menos 4 años de experiencia en actividades de buceo científico.
Diversidad de especies de peces asociadas a bosques de algas pardas	Embarcación, cámara fotográfica, carcaza de buceo para cámara fotográfica, sistema de fondeo cámara, profundímetro de mano, GPS.	Un capitán de embarcación, una persona (profesional o técnico) de carreras relacionadas con la biología marina y/o la oceanografía, con conocimientos acreditados en monitoreos marinos.

c) Procedimiento de muestreo

Diversidad de macroinvertebrados intermareal de fondos duros: Se distribuirán estaciones de muestreo en el intermareal bajo, medio y alto de cada transecto previamente definido. En cada estrato, se deben desplegar 4 réplicas utilizando un cuadrante de 1m², los cuales se registrarán mediante el uso de una cámara fotográfica. Para la identificación de especies de algas rojas y verdes, se debe extraer una muestra aleatoria de todas las algas presentes en 5 cuadrantes de 0,25 m² en cada estrato. Estas muestras deben almacenarse en bolsas plásticas herméticas para su posterior identificación en laboratorio.

Diversidad de macroinvertebrados submareal de fondos duros: Se distribuirán estaciones de muestreo cada 2 metros de profundidad en cada transecto previamente definido, partiendo desde los 20m de profundidad hacia la superficie. En cada estación de muestreo se emplearán cuadrantes de 1m², tomándose 4 réplicas por estación. Cada cuadrante será fotografiado con una cámara submarina, registrando la hora y la fecha.

Diversidad fondos blandos submareal: En cada estación de muestreo previamente definida, se tomarán tres réplicas de sedimentos con una draga de 0,1 m². Cada muestra debe ser envasada en una bolsa plástica rotulada y mantenida a la temperatura ambiente en la que fue recolectada. Dentro de las siguientes 24 horas, las muestras deben ser tamizadas utilizando un tamiz geológico con una abertura de 0,5 mm, y los organismos retenidos deben ser fijados con formalina al 4%, almacenados en frascos etiquetados y posteriormente llevados al laboratorio de análisis, donde se debe sustituir el líquido de fijación con alcohol al 70%.

Diversidad de especies asociadas a discos y frondas de huiro negro y huiro palo: Se debe tomar una muestra aleatoria de 10 plantas en la RMICHA, 10 plantas en AMERB y 10 plantas en ALA usando una barra de hierro. Para la selección de las plantas, se deben considerar aquellas que tengan un diámetro de disco mayor a 15 cm. A cada una de ellas se les debe tomar un registro morfométrico, incluyendo el número de estipes, el largo (m), el tamaño del disco (cm) y el peso (kg). En el terreno, se debe recolectar toda la fauna presente en las frondas y el disco de adhesión, para posteriormente almacenarla en frascos o bolsas herméticas rotuladas, las cuales deben ser preservadas en alcohol al 70%. Además, los discos de adhesión también deben ser almacenados en bolsas herméticas con alcohol al 70% para su disección y extracción de los organismos desde las cavidades.

Diversidad de especies de peces asociadas a bosques de algas pardas: para el monitoreo de peces se recomienda implementar un sistema basado en puntos de observación fijos durante un tiempo establecido de 10 minutos. Para ello se puede tener como referencia la plataforma de muestreo elaborada con una base rectangular y una cámara Insta360, que ofrece una visualización panorámica de 360° (Figura 6). Se recomienda este enfoque porque permite mitigar los posibles sesgos causados por la presencia humana, los cuales podrían afectar el comportamiento de huida de diversas especies de peces. Además, el sistema no debe considerar el uso de sebo para evitar sesgos hacia la detección de especies carnívoras. El estudio debe concentrarse exclusivamente en praderas de huiro palo en diferentes regímenes de gestión (RMICHA, AMERB y ALA). La disposición de las estaciones debe hacerse aleatoria sobre la pradera y debe considerar, al menos, tres estaciones de monitoreo por sistema (mínimo esfuerzo de muestreo).

d) Procedimiento de muestras y base de datos

Diversidad de especies macrobentónicas y algas asociadas al hábitat intermareal y submareal de fondos duros: La identificación de todas las especies presentes en la zona submareal e intermareal se realizará mediante la utilización de guías de identificación apropiadas (Guzmán et al. 1998, Forcelli 2000; Tapia 2002; Zúñiga 2002; Aldea y Valdovinos 2005; Zagal et al. 2007; Häussermann & Försterra 2009).

Diversidad de especies de la infauna: Se identificará hasta el menor nivel taxonómico posible las especies recolectadas. Se creará una base de datos fotográficos de las especies identificadas en la Reserva. De cada taxón se calculará su abundancia y su biomasa mediante una balanza analítica de 0,0001 gramos.

Diversidad de especies asociadas a discos y frondas de huiro negro y huiro palo: Se identificará hasta el menor nivel taxonómico posible las especies recolectadas. Se creará una base de datos fotográficos de las especies identificadas en la Reserva. De cada taxón se calculará su abundancia y su biomasa mediante una balanza analítica de 0,0001 gramos.

Diversidad de peces asociados a bosques de huiro palo: la base de datos debe ser construida mediante la revisión de los videos, registrando la abundancia de cada especie observada cada 10 segundos. Para ello, se debe detener el video y analizar un fotograma en 360°; en caso de dificultades de visibilidad, se deben registrar los datos un segundo ante o después del momento correspondiente. A partir de esta información se construye una matriz, donde las columnas representan el sistema de gestión y las filas muestran la abundancia observada de cada especie. La abundancia de peces debe ser registrada en base a MaxN, que corresponde al máximo número de individuos de cada especie observados en un momento dado (mismo fotograma) de la grabación (Cappo *et al.*, 2003). Esto genera un único valor de MaxN por especie por video, lo que proporciona una estimación conservadora de la abundancia y evita contar individuos más de una vez (Bacheler & Shertzer, 2014; E. Cappo & Harvey, 2006).

e) Cálculo y análisis de indicador

El indicador de biodiversidad propuesto en la actualización de la línea base (Thomas *et al.*, 2022), propone comparar la variación de los valores de riqueza y diversidad de Shannon para cada matriz de análisis. La riqueza de especies es fundamental para comprender la Diversidad Alfa, la cual se define como la cantidad de especies específicas presentes en una comunidad local. Se determina mediante el recuento de especies en cada conjunto de datos analizados. Por otro lado, la Diversidad de Shannon (H') ofrece una visión más completa al caracterizar las comunidades en términos de su complejidad y su evolución temporal. Este índice considera tanto la cantidad de especies como la abundancia relativa de cada una. Es importante destacar que el valor de H' aumenta con la creciente riqueza de especies y cuando la abundancia de individuos se distribuye de manera equitativa entre todas las especies presentes.

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 mediante la expresión:

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

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.

Para visualizar la evolución temporal de la riqueza, es necesario organizar los valores en un cuadro comparativo para cada matriz estudiada y para cada sistema de gestión. Además, se incluye la tasa de variación interanual y el dato de la riqueza acumulada, que representa el total de taxones observados en todas las campañas (Tabla 32).

El análisis temporal de la riqueza se fundamenta en la comparación de la tasa de variación entre las dos últimas campañas de monitoreo (Tabla 32). Es crucial destacar que los valores cercanos a 1 indican estabilidad en las condiciones. Por otro lado, cuando los valores de variación interanual se alejan de 1, sugiere cambios en los ensamblajes comunitarios. En este caso, es fundamental investigar posibles factores ambientales y/o antropogénicos que puedan estar influyendo en dichos cambios.

Tabla 32: Matriz de análisis del porcentaje de variación de la riqueza para diferentes campañas y sistemas de gestión. Elaborado en base a los resultados del proyecto FIPA 2019-25 (Thomas et al., 2022) y el estudio actual.

Sistema de gestión	Hábitat / ensamble comunitario	Campañas					Tasa de variación interanual					Riqueza Acumulada	
		V - 21	V - 22	O - 23	I - 23	P - 23	V - 23	V - 22	O - 23	I - 23	P - 23		V - 23
RMICHA	Huiro palo	130	140				77	1,08	*	*	*	0,55	180
	Huiro Negro	78	78				34	1,00	*	*	*	0,44	126
	Fondo blando submareal	92	58	57	113	87	60	0,63	0,98	1,98	0,77	0,69	168
	Fondo duro submareal	nd	nd	42	40	42	42	*	*	0,95	1,05	1,00	60
	Intermareal	nd	nd	nd	nd	nd	25	*	*	*	*	*	25
	Peces asociados a HP	nd	nd	nd	nd	nd	11	*	*	*	*	*	11
AMERB	Huiro palo						56	*	*	*	*	*	56
	Huiro Negro						49	*	*	*	*	*	49
	Fondo blando submareal			21	24	16	nd	*	*	1,14	0,67	*	25
	Fondo duro submareal			18	25	23	21	*	*	1,39	0,92	0,91	48
	Intermareal			34	32	30	27	*	*	0,94	0,94	0,90	37
	Peces asociados a HP						4	*	*	*	*	*	4
ALA	Huiro palo						63	*	*	*	*	*	63
	Huiro Negro						35	*	*	*	*	*	35
	Fondo blando submareal			22	23	22	nd	*	*	1,05	0,96	*	23
	Fondo duro submareal			24	27	21	26	*	*	1,13	0,78	1,24	51
	Intermareal			34	36	32	23	*	*	1,06	0,89	0,72	38
	Peces asociados a HP						6	*	*	*	*	*	6

Para el caso de la Diversidad de Shannon (H'), los valores de H' son ordenados para cada matriz de análisis y sistema de gestión, y se analizan en función de la variación observada (Tabla 33).

Tabla 33: Ejemplo de matriz de análisis de la variación de la Diversidad de Shannon (H') observada en diferentes campañas y sistemas de gestión. Nota: los valores incorporados en esta matriz no son valores reales, se incorporan únicamente para ejemplificar el análisis.

SISTEMA DE GESTIÓN	MATRIZ	CAMPAÑAS		
		T1	T2	Tn
RMICHA	Fitoplancton	2.10	2.20	1.80
	Zooplancton	3.10	3.20	2.80

SISTEMA DE GESTIÓN	MATRIZ	CAMPAÑAS		
		T1	T2	Tn
	Fondos blandos	2.90	3.00	2.60
	Macroinvertebrados fondos rocosos submareales	2.80	2.90	2.50
	Macroinvertebrados fondos rocosos intermareales	2.50	2.60	2.20
	Huiro Negro	3.10	3.20	2.80
	Huiro palo	2.10	2.20	1.80
	Peces	4.00	4.10	3.70
AMERB	Fitoplancton	1.80	1.90	1.50
	Zooplancton	2.80	2.90	2.50
	Fondos blandos	2.60	2.70	2.30
	Macroinvertebrados fondos rocosos submareales	2.50	2.60	2.20
	Macroinvertebrados fondos rocosos intermareales	2.20	2.30	1.90
	Huiro Negro	2.80	2.90	2.50
	Huiro palo	1.80	1.90	1.50
	Peces	3.70	3.80	3.40
ALA	Fitoplancton	1.20	1.30	0.90
	Zooplancton	2.00	2.10	1.70
	Fondos blandos	3.50	3.60	3.20
	Macroinvertebrados fondos rocosos submareales	2.20	2.30	1.90
	Macroinvertebrados fondos rocosos intermareales	2.50	2.60	2.20
	Huiro Negro	1.80	1.90	1.50
	Huiro palo	1.50	1.60	1.20
	Peces	0.70	0.80	0.40

4.1.3.6.3. Indicador IB3: Estado de salud de las poblaciones de interés comercial

a) Definición del indicador

Este indicador busca interpretar de manera integrada los atributos clave de las poblaciones de especies de importancia comercial, específicamente el loco, las lapas y el erizo, con el fin de analizar la dinámica temporal y espacial de su estado de salud. El estado de salud se compone de la variación histórica de la densidad media (ind/m²) y la fracción explotable observada, entendida como el porcentaje de la población que se encuentra por encima de la talla mínima legal de extracción. Estos atributos son comúnmente utilizados en los protocolos de evaluación de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos para la estimación de cuotas de captura.

El indicador de salud poblacional puede variar debido a una combinación de factores ambientales, biológicos, humanos y del ciclo de vida de los organismos. En el caso de la zona de estudio, el cambio climático, las fluctuaciones ambientales como los fenómenos El Niño y La Niña, así como las actividades pesqueras, constituyen las principales amenazas para la salud de las poblaciones de interés comercial. Por lo tanto, el análisis de este indicador se enriquece al revisarlo en conjunto con datos climáticos y pesqueros.

La información necesaria para construir este indicador proviene de diversas fuentes. En el caso de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), se utilizan los informes

técnicos emitidos por la SUBPESCA al aprobar los planes de explotación. En el caso de las Áreas de Libre Acceso (ALA) y la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), se requiere el uso de informes científico-técnicos, así como la información que se ha obtenido durante la implementación del presente protocolo.

b) Materiales y personal idóneo para la toma y análisis de muestras

En la Tabla 34 se detallan los atributos de análisis y también los materiales y el personal idóneo para tomar las muestras.

Tabla 34: Materiales y personal idóneo para el levantamiento de información de los atributos de densidad media y fracción explotable de las especies bentónicas de importancia comercial

Atributo	Materiales	Personal idóneo toma de muestras
Densidad	Embarcación, equipo de buceo, cuadrantes de 1 m ² , GPS, cámara fotográfica, carcasa de buceo para cámara fotográfica, tablilla acrílica, lápiz grafito.	Dos personas (profesionales o técnicos) de carreras relacionadas con la biología marina y/o la oceanografía, con conocimientos acreditados en la identificación de organismos marinos, con al menos 2 años de experiencia en monitoreos submareales e intermareales.
Fracción explotable	Embarcación, equipo de buceo, GPS, mallas, balanzas de precisión 0,1 gr, pié de metro, cinta métrica, planillas, lápiz grafito.	

c) Procedimiento de muestreo

- *Atributo de densidad media:* Sobre las transectas previamente definidas, se distribuirán estaciones de muestreo cada 2 metros de profundidad, partiendo desde los 20 m de profundidad hacia la superficie. En cada estación de muestreo se emplearán cuadrantes de 1m², tomándose 4 réplicas por estación. Cada cuadrante será fotografiado con una cámara submarina, registrando profundidad, código de transecta, fecha y coordenadas geográficas.
- *Atributo fracción explotable:* Se debe extraer una muestra aleatoria de recursos bentónicos de importancia comercial en la RMICHA y en ALA. El tamaño de muestra para cada especie y sistema de gestión debe ser entre 200 y 300 ejemplares. Cada individuo debe ser medido y posteriormente devueltos al mar.

d) Procesamiento de muestras y base de datos

- *Atributo de densidad media:* se debe realizar una revisión de los foto-cuadrantes para registrar la cantidad de ejemplares de cada especie de interés en cada réplica. A partir

del valor observado en las cuatro réplicas de cada estación se calcula la densidad promedio por estación, mientras que la densidad media de la zona de estudio corresponde al promedio de las densidades de todas las estaciones muestreadas.

- *Atributo fracción explotable:* para cada especie y en cada sistema de gestión, se debe elaborar una planilla de cálculo que contenga una columna con todas las tallas, posteriormente se debe elaborar un histograma de tallas para cada especie y sistema de gestión utilizando intervalos de 1 cm como clases. Finalmente, se debe calcular la fracción explotable, estableciendo como línea de corte la talla mínima legal de extracción.
- *Elaboración de la base de datos:* La base de datos debe contener la información que se levanta mediante la aplicación del protocolo, pero también debe contener información de otras fuentes como estudios previos y estudios efectuados en AMERB. Por ello, la base de datos debe especificar, al menos, estudio de referencia, sector monitoreado, recurso, año y el valor de los atributos de densidad media (ind/m²) y fracción explotable (Tabla 35).
-

Tabla 35: Ejemplo de base de datos para efectuar los análisis necesarios que permitan medir el estado de salud poblacional para cada especie y sistema de gestión.

Estudio	Sector	Recurso	Año	Densidad	Fracción
IFOP. 1999	RMICHA	loco	1999	0,02	0,0
IFOP. 1999	RMICHA	loco	1999	0,05	0,0
ABIMAR. 2007	RMICHA	loco	2007	0,07	46,6
Gaymer et al. 2008	RMICHA	loco	2008	0,08	38,0
Kreces. 2009	RMICHA	loco	2009	0,45	52,0
IFOP. 2012	RMICHA	loco	2011	0,50	49,7
FIPA 2019-25	RMICHA	loco	2021	0,38	53,5
ESBA	AMERB Ch.Ac_B	loco	2002	0,51	45,8
Seg. 01	AMERB Ch.Ac_B	loco	2003	0,43	61,0
Seg. 02	AMERB Ch.Ac_B	loco	2004	0,53	68,2
Seg. 03	AMERB Ch.Ac_B	loco	2005	0,52	67,6
Seg. 04	AMERB Ch.Ac_B	loco	2006	0,37	86,8
Seg. 05	AMERB Ch.Ac_B	loco	2007	0,56	58,0
Seg. 06	AMERB Ch.Ac_B	loco	2008	0,62	76,4
Seg. 07	AMERB Ch.Ac_B	loco	2009	1,27	58,9
Seg. 08	AMERB Ch.Ac_B	loco	2010	2,58	84,8
Seg. 09	AMERB Ch.Ac_B	loco	2012	1,71	65,5
Seg. 10	AMERB Ch.Ac_B	loco	2014	1,59	86,4
Seg. 11	AMERB Ch.Ac_B	loco	2016	1,29	71,9
Seg. 12	AMERB Ch.Ac_B	loco	2019	1,71	47,1

e) Cálculo y análisis del indicador

- Para el caso del atributo de densidad, se debe ordenar de forma ascendente el valor estimado de densidad para cada año en cada unidad de gestión. 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 Figura 17.



Figura 17: Ejemplo para el ordenamiento histórico de los datos del atributo de densidad media. En este caso se presenta los resultados de la densidad observada del 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. Tomado de Thomas et al. (2022).

- Para determinar cuándo una cierta estructura de tallas es reflejo de una condición deseada o indeseada de la población, se debe utilizar la tabla de calificación propuesta por Thomas et al. (2022) (Tabla 36) la cual fue elaborada en base la metodología denominada Length Based Spawning Potential Ratio (LBSPR) (Hordyk *et al.*, 2015a, b, 2016) que utiliza los parámetros de vida de las especies bajo análisis, para calcular la Tasa Potencial de Desove (SPR en inglés), la cual se define como la proporción de producción reproductiva natural, o no explotada, que queda en una población bajo presión de 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 ($SPRX\% < 1,0$). 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).
-

Tabla 36: Valores teóricos de la fracción explotable por recurso en cuatro rangos de la Tasa Potencial de Desove (SPR en inglés).

Condición	FRACCIÓN EXPLOTABLE			
	<i>Concholepas concholepas</i>	<i>Fissurella cumingi</i>	<i>Fissurella latimarginata</i>	<i>Loxechinus albus</i>
1. Mala (<SPR20%)	< 56	< 78	< 97	< 83
2. Regular (SPR20% – SPR39%)	56 - 71	78 - 89	97 - 98	83 - 84
3. Buena (SPR 40% - SPR 59%)	72 - 78	90- 91	98 - 99	85 - 91
4. Muy buena (≥SPR60%)	≥ 79	≥ 92	≥ 99	≥ 92

- Para integrar los atributos de densidad y fracción explotable y obtener el estado de salud poblacional, se debe utilizar la clave que se detalla en la Tabla 37.

Tabla 37: Regla de integración de los atributos de densidad y fracción explotable e interpretación de los estados de salud poblacional.

Estado de salud	Calificación Densidad	Calificación Fracción explotable	Interpretación
Muy 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%).
Malo	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.
	2 – 4	1	
Regular	2	2 – 4	Uno de los atributos medidos (densidad o fracción explotable) se encuentra en una condición regular y el otro atributo está fluctuando entre una condición regular y muy buena.
	2 – 4	2	
Bueno	3	3 – 4	Uno de los atributos medidos (densidad o fracción explotable) se encuentra en una condición buena y el otro atributo está fluctuando entre una condición buena y muy buena.
	3 – 4	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%)

- Para el análisis e interpretación de los resultados se debe construir una matriz que muestre el estado de salud que presenta cada unidad de gestión en los distintos años de monitoreo. Esto permite analizar los resultados en un contexto espacial y temporal. Como ejemplo, se muestra en la Tabla 38 el análisis realizado por Thomas *et al.* (2022) para el recurso loco, donde fue posible realizar análisis temporales y espaciales. En términos temporales fue posible identificar tres grandes periodos. El primero corresponde al periodo 1999 – 2007, donde existe una alta proporción de condiciones malas y regulares, luego

se observa el periodo 2008-2014, donde existe una alta proporción de condiciones regulares a muy buenas y finalmente el periodo 2015-2021 donde caen las condiciones a mayoritariamente malas y regulares. Mientras que, en términos espaciales, se pueden realizar comparaciones entre reservas y áreas de manejo para los años que se estimen de interés.

Tabla 38: Matriz de ejemplo que permite analizar el indicador estado de salud poblacional para las especies bentónicas de interés comercial. Este ejemplo corresponde a la evolución del recurso loco (*Concholepas concholepas*) en las reservas marinas Isla Chañaral e islas Choros-Damas, además de las AMERB circundantes. Unidades de gestión analizadas: Reserva Marina Isla Chañaral (A); Reserva Marina Isla Choros – Damas (B); AMERB Chañaral sector A (C); AMERB Chañaral sector B (D); AMERB Chañaral sector C (E); AMERB Apolillado (F); AMERB Punta Choros (G); AMERB Isla Choros (H) y AMERB La Peña (I). Tomado de Thomas et al. (2022).

AÑO	RM		AMERB						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1999	1								1
1999	1		1			1	2	1	
2000			2			2	2		
2001			3			2	2		
2002			2	1		2	2		
2003			2	2		1	2		
2004			3	3	2	2	1		
2005			2	3	2	2	3	1	
2006			2	2	1	2	2	1	
2007	2		1	3	1	2	3	2	
2008	2	1	3	4	2	2	4	3	
2009	2		2	3	3	3	4	4	
2010			3	5	3	2	4	4	
2011	2					2	1	5	
2012			3	3	2	2	3	3	
2013									
2014			4	5	4	1	2		1
2015		3				2		3	
2016			3	3	2	2	3	3	2
2017							2	3	
2018			2		2	2		2	2
2019		2		2					
2020									
2021	2	3							

4.1.3.6.4. *Indicador IB4: Cobertura/ Porcentaje de variación del sustrato habitado*

a) Definición del indicador

El cambio de cobertura (entendido como cambio en la superficie de sustrato habitado) corresponde al registro del porcentaje de estaciones en las que se encuentra presencia de cada recurso de interés, en cada campaña de monitoreo. Este indicador proporciona una aproximación para entender la variabilidad que experimenta el área de distribución de las especies bentónicas y las algas de interés comercial. Estas variaciones posteriormente pueden ser analizadas en contraste con las condiciones climáticas y también con información referente a la actividad extractiva que se pueda estar haciendo sobre estos recursos.

b) Materiales y personal idóneo para la toma y análisis de muestras

En la Tabla 39 se detallan los atributos de análisis, los materiales y el personal idóneo para tomar las muestras.

Tabla 39: Materiales y personal idóneo para el levantamiento de información del indicador de cobertura de algas y de las especies bentónicas de importancia comercial.

Atributo	Materiales	Personal idóneo toma de muestras
Porcentaje de variación del sustrato habitado de invertebrados bentónicos	Embarcación, equipo de buceo, cuadrantes de 1 m ² , GPS, cámara fotográfica, carcaza de buceo para cámara fotográfica, tablilla acrílica, lápiz grafito.	Dos personas (profesionales o técnicos) de carreras relacionadas con la biología marina y/o la oceanografía, con conocimientos acreditados en la identificación de organismos marinos, con al menos 2 años de experiencia en monitoreos submareales e intermareales.

c) Procedimiento de muestreo

- Porcentaje de variación del sustrato habitado de invertebrados bentónicos: Sobre las transectas previamente definidas, se deben distribuir estaciones de muestreo cada 2 metros de profundidad, partiendo desde los 20 m de profundidad hacia la superficie. En cada estación de muestreo se deben emplear cuadrantes de 1m², tomándose 4 réplicas por estación. Cada cuadrante será fotografiado con una cámara submarina, registrando profundidad, código de transecta, fecha y coordenadas geográficas.

d) Procesamiento de muestras y bases de datos

Con la información de presencia/ausencia de los individuos se estima el porcentaje de estaciones con presencia de recursos por cada campaña, en las transectas de monitoreo del Programa de Vigilancia Ambiental. Es relevante en este punto, que el análisis contemple transectas fijas de monitoreo.

e) Cálculo y análisis del indicador

Para la lectura del indicador, se elaboró una tabla que presenta el porcentaje de variación registrado para cada campaña de monitoreo, con respecto a las dos campañas de la línea de base, donde se incluye el signo de la variación que indica si corresponde a un incremento del sustrato habitado (+) o una disminución de este (-), para cada especie. (Tabla 40 y Tabla 41)

Tabla 40: Variación en el porcentaje de estaciones con presencia de recursos registrada en cada una de las campañas de monitoreo del Plan de Vigilancia Ambiental respecto de la primera campaña de actualización de línea base (septiembre 2020)

Especie	Variación en el % de estaciones habitadas marzo 2023 PVA / Sept. 2020 LB	Variación en el % de estaciones habitadas agosto 2023 PVA / Sept. 2020 LB	Variación en el % de estaciones habitadas octubre 2023 PVA/ Sept. 2020 LB	Variación en el % de estaciones habitadas Diciembre 2023 PVA / Sept. 2020 LB
<i>L. berteroana/spicata</i>	+2,18%	+2,00%	+7,70%	+0,28%
<i>L. trabeculata</i>	-17,66%	-26,01%	-11,04%	-18,61%
<i>C. concholepas</i>	-4,96%	-2,66%	+24,52%	+3,61%
<i>F. latimarginata</i>	-2,78%	+4,00%	+9,95%	+13,89%
<i>F. cumingi</i>	+2,58%	-3,41%	-6,19%	-6,94%
<i>L. albus</i>	-3,77%	-5,56%	-5,56%	-5,56%

Tabla 41: Variación en el porcentaje de estaciones con presencia de recursos registrada en cada una de las campañas de monitoreo del Plan de Vigilancia Ambiental, respecto de la segunda campaña de actualización de línea base (marzo 2021)

Especie	Variación en el % de estaciones habitadas marzo 2023 PVA / marzo 2021 LB	Variación en el % de estaciones habitadas agosto 2023 PVA / marzo 2021	Variación en el % de estaciones habitadas octubre 2023 PVA/ marzo 2021	Variación en el % de estaciones habitadas Diciembre 2023 PVA / marzo 2021
<i>L. berteroana/spicata</i>	+3,57%	+3,39%	+9,09%	+1,67%
<i>L. trabeculata</i>	-25,91%	-34,26%	-19,29%	-26,86%
<i>C. concholepas</i>	-19,75%	-17,45%	+9,73%	-11,18%
<i>F. latimarginata</i>	-1,96%	+4,82%	+10,77%	+14,71%
<i>F. cumingi</i>	+6,09%	+0,10%	-2,67%	-3,43%
<i>L. albus</i>	+1,79%	0,00%	0,00%	0,00%

4.1.3.7 Comunicación, Participación Comunitaria y Educación Ambiental para la Reserva Marina Isla Chañaral

Contexto

Durante la implementación piloto del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), se encontraron bosques de huero palo con ejemplares de algas de discos de fijación significativamente mayores en comparación con áreas fuera de la reserva. Además, se observó una mayor diversidad y abundancia de peces costeros dentro de la RMICHA, junto con tamaños superiores de recursos bentónicos como el loco y las lapas.

Adicionalmente, la aplicación de encuestas locales también reveló que la existencia de la reserva ha mejorado aspectos socioeconómicos locales. Esto se atribuye al importante desarrollo de actividades turísticas de intereses especiales enfocadas en la contemplación de la belleza natural de la RMICHA y su entorno.

En base a los hallazgos es importante centrar la divulgación de resultados en estos impactos positivos medidos durante el proyecto, destacando cómo la conservación efectiva ha contribuido no solo a la salud del ecosistema marino, sino también al bienestar socioeconómico de la comunidad local a través del turismo sostenible.

A continuación, se realiza una propuesta para avanzar en términos de la participación comunitaria y en la comunicación de los resultados alcanzados por la gestión de la reserva. La estrategia propuesta considera la divulgación de resultados del Programa de Vigilancia Ambiental; el fortalecimiento de la participación comunitaria y educación ambiental y un sistema para evaluar el impacto de la gestión y de las acciones de educación.

Divulgación de Resultados del Programa de Vigilancia Ambiental

Objetivo: Comunicar de manera efectiva los resultados del programa de vigilancia ambiental, destacando los beneficios observados en la reserva marina y la importancia continua de su protección.

Actividades recomendadas:

- a) Mantener una oficina de recepción en la Reserva de Caleta Chañaral de Aceituno para asegurar la entrega de información relevante y el registro de los visitantes.
- b) Desarrollo y entrega de Materiales Visuales y Gráficos:

- ✓ Crear materiales educativos visuales y accesibles (folletos, videos, infografías) que expliquen los ecosistemas marinos protegidos, las especies clave y los resultados positivos del manejo de la RMICHA.
- ✓ Adaptar los materiales en diversos formatos para garantizar la accesibilidad a diferentes grupos demográficos.
- ✓ Entregar material en sitios de interés como organizaciones comunitarias, agentes turísticos y pescadores.

c) Organización de Eventos de Presentación

- ✓ Programar eventos de presentación públicos para compartir los resultados del programa con la comunidad local, stakeholders y medios de comunicación locales. Para estos casos es recomendable considerar especialmente las instancias formales existentes en el esquema de gobernanza de la reserva, que corresponde al Comité Consultivo.
- ✓ Generar propuestas de mejora al monitoreo de los indicadores y propuestas de gestión basadas en los resultados, analizando los resultados con científicos y expertos enfocados en mejorar la gestión futura de la reserva. Para estos casos es recomendable considerar las instancias formales existentes en el esquema de gobernanza de la reserva, que corresponden al Comité de Administración.

Participación Comunitaria y Educación Ambiental

Objetivo: Involucrar de manera activa a la comunidad local en la gestión y promoción de los beneficios de la Reserva Marina Isla Chañaral.

Actividades Recomendadas:

a) Formación y Capacitación:

- ✓ Desarrollar programas de formación y capacitación destinados a líderes comunitarios y jóvenes interesados en la conservación marina. Estos programas incluirán temas como técnicas de pesca sostenible y monitoreo ambiental, con el objetivo de fortalecer la capacidad local en la gestión futura de la reserva.
- ✓ **En la nueva versión, la recomendación se detalla de la siguiente manera: "Implementar programas de formación y capacitación dirigidos a agentes turísticos, como operadores de tours marinos, centros de buceo y pesca deportiva, entre otros. Estos programas destacarán los efectos positivos de la gestión de la reserva, para que luego transmitir esta información a los visitantes de manera efectiva. Específicamente, se deberá fortalecer el relato proporcionado por los agentes turísticos, que actualmente resalta la diversidad de cetáceos y aves, y ampliarlo para incluir los beneficios menos visibles de la reserva marina, como la conservación de bosques de algas pardas, que promueven poblaciones más saludables de peces y mariscos".**

b) Eventos Culturales y Recreativos:

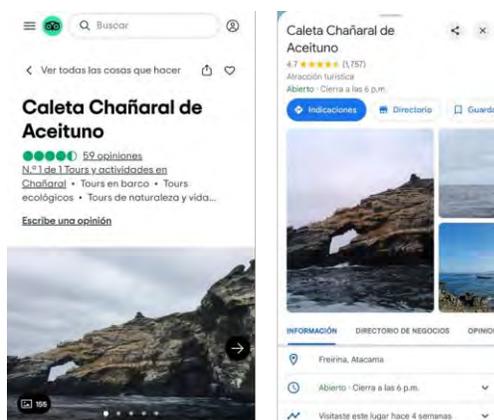
- ✓ Promover la organización de eventos culturales y recreativos en torno a la RMICHA, con el propósito de fomentar el orgullo y la conexión de la comunidad con su entorno marino. Considerar actividades como festivales de arte marino, limpiezas comunitarias del borde costero y actividades educativas diseñadas para niños y familias, como parte de los esfuerzos para incrementar la conciencia y la participación comunitaria en la conservación marina.

Evaluación de Impacto

Objetivo: Medir los beneficios sociales, culturales y económicos de la gestión de la RMICHA y la efectividad de las acciones de conservación y comunicación.

Actividades Recomendadas:

- ✓ Realizar encuestas a la comunidad local para indagar acerca de los beneficios sociales, culturales y económicos derivados de la gestión de la RMICHA.
- ✓ Realizar encuestas a visitantes para indagar acerca del aprendizaje obtenido en su visita, la calidad de los servicios ofrecidos y su percepción respecto de la existencia de la RMICHA.
- ✓ Promover que los visitantes califiquen su experiencia en plataformas públicas como TripAdvisor y Google Maps, con el fin de analizar la calidad del servicio turístico y desarrollar estrategias de acción para abordar mejor las necesidades de los visitantes. A continuación, se proporciona una referencia de la situación actual de calificación de Chañaral de Aceituno como destino turístico:



4.1.3.8 Valorización de la implementación del PVA

Este presupuesto, cuyos costos fueron estimados en base a la implementación piloto del PVA, incluye los gastos asociados a la realización de una campaña de monitoreo, para la cual se han

considerado tres transectas en el ALA, tres transectas en el AMERB y seis transectas en la RMICHA. Además, se han incluido los costos para la aplicación de encuestas de percepción a la comunidad local y visitantes, así como los costos para llevar a cabo acciones de divulgación de resultados y educación ambiental. Para este último punto, se realizaron estimaciones de costos basadas en programas similares implementados previamente por el ejecutor, como el plan de extensión diseñado e implementado para el Área Marina Costera de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama.

El costeo se ha hecho en Unidades de Fomento (UF) para considerar los efectos de la inflación en los costos, asegurando así una planificación financiera más precisa y sostenible a lo largo del tiempo.

A continuación, se presentan detalles de los costos asociados al proyecto. La Tabla 42 desglosa los costos generales, que incluyen logística, costos asociados a comunicación, participación comunitaria y educación ambiental, y una reserva financiera para contingencias. Los costos generales se estimaron en 656 UF, distribuidos de la siguiente manera: el 79,6% corresponde a costos de comunicación, participación comunitaria y educación ambiental. Esto se debe a la implementación de diversas actividades orientadas a la divulgación de los resultados del Programa de Vigilancia Ambiental, el fortalecimiento de la participación comunitaria y la educación ambiental, y un sistema para evaluar el impacto de la gestión y las acciones educativas. El 16,3% está destinado a costos de logística y transporte, y el 4,1% a una reserva para contingencias.

Tabla 42. Costos generales estimados para la implementación de una campaña del Programa de Vigilancia Ambiental.

Item	Descripción	Valor (UF)
Costos generales		656
Costos de logística y transporte		107
Transporte	Costos asociados al traslado del personal y equipo al sitio de monitoreo	27
Administrativos	Gastos administrativos relacionados con la gestión del programa	27
Logísticos	Costos asociados a la planificación y coordinación de las actividades de vigilancia	54
Costos de comunicación, participación comunitaria y educación ambiental		522
Divulgación de Resultados	Costos asociados a la comunicación de los hallazgos y resultados del PVA. Considera el mantenimiento de una oficina de recepción a la reserva marina	174
Participación Comunitaria y Educación Ambiental	Costos asociados a actividades de educación ambiental y sensibilización	268
Evaluación de impacto	Costos asociados al diseño e implementación a la comunidad local de encuesta de percepción de la gestión de la RMICHA y costos asociados al diseño e implementación a los visitantes de encuesta sobre conocimientos adquiridos acerca de la RMICHA	80
Reserva para Contingencias		27
Reserva Financiera	Fondos reservados para hacer frente a contingencias imprevistas o emergencias	27

La Tabla 43 presenta un desglose detallado de los costos asociados a la medición del desempeño de todos los indicadores considerados en la implementación piloto del PVA. El análisis revela que el costo más alto corresponde a la medición del Indicador IB1 - Variación de la biodiversidad en hábitats o ensambles comunitarios representativos, que representa más del 47,3 % del presupuesto destinado a monitoreo de indicadores. Esto se debe a la diversidad de matrices de análisis requeridas y a la necesidad de profesionales con experiencia en identificación taxonómica y análisis de resultados. En segundo lugar, en términos de costos, se encuentra la medición del indicador IB3-Estado de salud de las poblaciones de interés comercial, que representa el 25,3% del presupuesto. Finalmente, los indicadores IB5 - Condiciones oceanográficas y comunidades planctónicas demanda el 23,2 %, mientras que el indicador IB4 - Cobertura/Porcentaje de variación del sustrato habitado requiere el 4,1% del presupuesto total destinado a la medición de indicadores.

Estas tablas ofrecen una visión exhaustiva y detallada de los recursos financieros requeridos para la implementación efectiva del PVA, asegurando una comprensión clara y transparente de los costos involucrados, estimados en un total aproximado de 1.302 UF.

Tabla 43: Costos para la estimación de indicadores de desempeño del Plan de Vigilancia Ambiental: Estimaciones basadas en la implementación piloto de una campaña del PVA.

Item	Descripción	Valor (UF)
Costos asociados por indicador		645
Indicador IB5: Condiciones oceanográficas y comunidades planctónicas		150
Materiales	Costos de arriendo de equipo y estimación de los costes de uso de equipos propios	13
Personal de terreno	Salarios, honorarios del personal dedicado al desarrollo de actividades en terreno	24
Personal de identificación taxonómica	Salarios, honorarios del personal dedicado a la identificación taxonómica del plancton	32
Personal de análisis de resultados	Salarios, honorarios del personal dedicado al análisis de los datos y la medición del desempeño del indicador	27
Costos de laboratorio	Costos asociados a la medición de parámetros en laboratorio, como % de materia orgánica y clorofila a	29
Arriendo de embarcaciones	Costos asociados al arriendo de embarcaciones de la organización de pescadores artesanales de Caleta Chañaral	24
Indicador IB1: Variación de la biodiversidad en hábitat o ensambles comunitarios representativos		305
Materiales	Costos de arriendo de equipo y estimación de los costes de uso de equipos propios	48
Personal de terreno	Salarios, honorarios del personal dedicado al desarrollo de actividades en terreno	59
Personal de identificación taxonómica	Salarios, honorarios del personal dedicado a la identificación taxonómica (peces, infauna, fauna de fondos rocosos intermareales y submareales)	99
Personal de análisis de resultados	Salarios, honorarios del personal dedicado al análisis de los datos y la medición del desempeño del indicador	75
Arriendo de embarcación	Costos asociados al arriendo de embarcaciones de la organización de pescadores artesanales de Caleta Chañaral	24
Indicador IB3: Estado de salud de las poblaciones de interés comercial		163
Materiales	Costos de arriendo de equipo y estimación de los costes de uso de equipos propios	27
Personal de terreno	Salarios, honorarios del personal dedicado al desarrollo de actividades en terreno	40
Personal de elaboración de base de datos	Salarios, honorarios del personal dedicado a la identificación y conteo de recursos bentónicos en los foto-cuadrantes	27
Personal de análisis de resultados	Salarios, honorarios del personal dedicado al análisis de los datos y la medición del desempeño del indicador	27
Arriendo de embarcación	Costos asociados al arriendo de embarcaciones de la organización de pescadores artesanales de Caleta Chañaral	43
Indicador IB4: Cobertura/ Porcentaje de variación del sustrato habitado		27
Personal de análisis de resultados	Salarios, honorarios del personal dedicado al análisis de los datos y la medición del desempeño del indicador (Información necesaria es levantada en el indicador IB3)	27

4.2 Piloto del Programa de Vigilancia Ambiental diseñado, realizando comparaciones con ALA y AMERB de la zona

4.2.1 Actualización de carta batimétrica

Durante marzo de 2023 se cubrió el entorno de la Isla Chañaral con un sondeo hidroacústico enfocado en la determinación de la profundidad y la detección de praderas de algas (Figura 18). Los sondeos obtenidos fueron procesados a fin de construir un modelo de elevación del fondo, y los polígonos que describen la distribución de las praderas de algas. El proceso de la información hidroacústica se llevó a cabo con el software Visual Acoustic Biosonics Inc., (Figura 19).

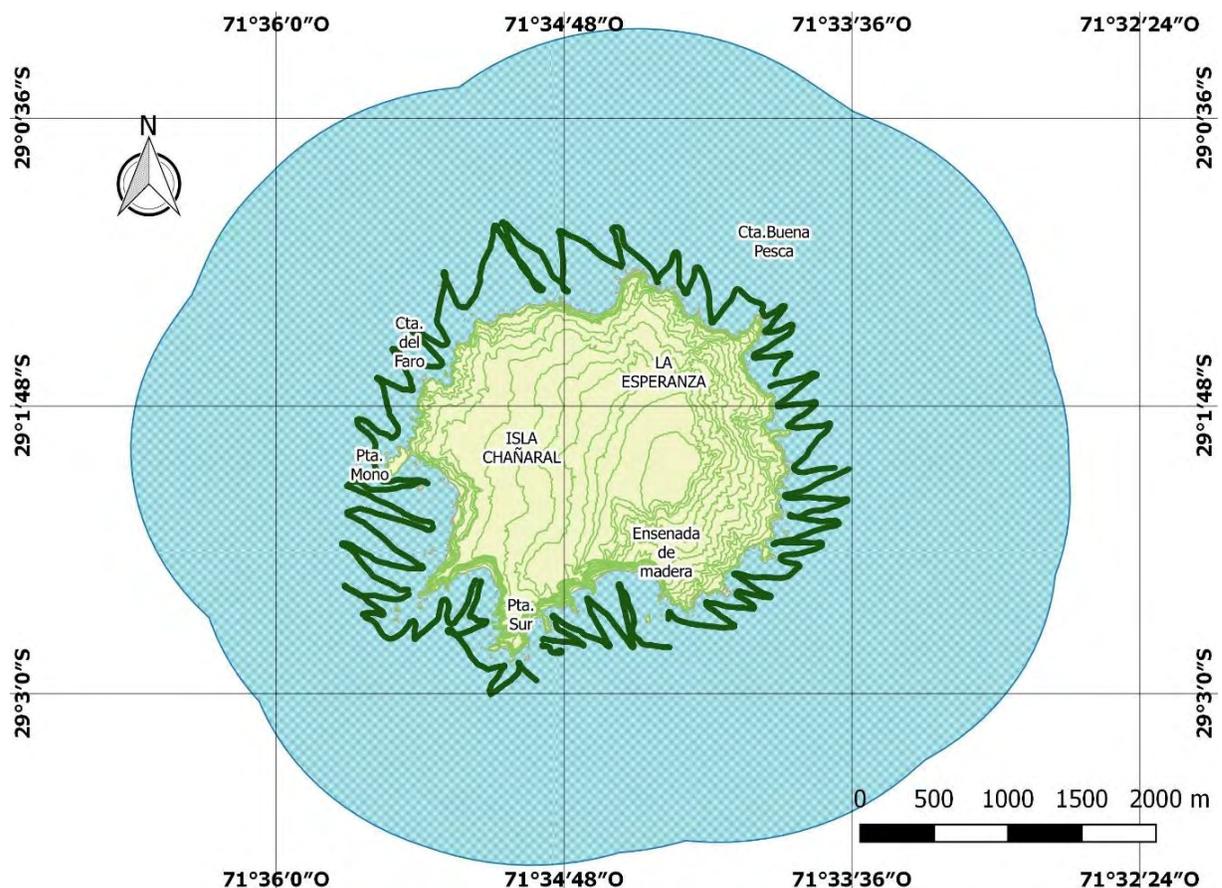


Figura 18. Track de navegación realizado durante marzo de 2023 para caracterización del fondo y la columna de agua entorno a la Isla Chañaral.

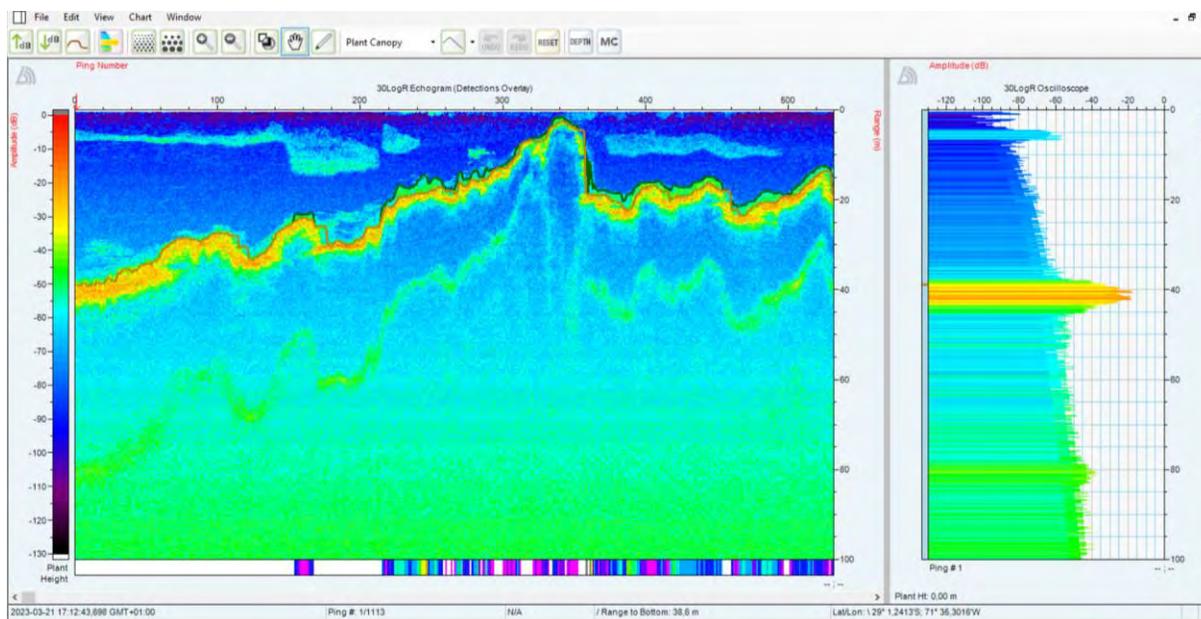


Figura 19. Ecograma de una transecta de sondaje hidroacústico procesado con el software Visual Aquatic Biosonics Inc.

La altura del dosel fue obtenida tras el procesamiento de la data hidroacústica, en base a un algoritmo especializado en el procesamiento de señales digitales, el cual examina la distribución espacial de la intensidad del eco por sobre el fondo (Sabot *et al.*, 2002). El post-proceso de la información hidroacústica se realizó mediante el uso del software Visual Aquatic de BioSonics, que entrega como resultado una hoja de cálculo conteniendo las coordenadas de los puntos que resumen la profundidad del fondo, la altura de las algas si estas están presentes, y la composición del tipo de fondo de acuerdo con el número de categorías que se definan para la ejecución del ACP de la información asociada a los ecos obtenidos a partir del sondaje en terreno.

Junto con la profundidad y la altura del dosel de algas, es posible extraer a partir del ecograma, una clasificación del tipo de fondo, la que se construye a partir de un Análisis de Componentes Principales (ACP) de las distintas características del eco captado por el equipo, permitiendo interpretar las variaciones de esta señal como un reflejo de cambios en la naturaleza del fondo marino.

Con la información batimétrica extraída a partir de los ecogramas se construyó un Modelo Digital de Elevación a partir del cual se extrajeron isobatas que describen la batimetría del fondo marino, mientras que con la data referente a la altura del dosel de algas se construyen polígonos de Voronoi describiendo la distribución del recurso huiro (Figura 20).

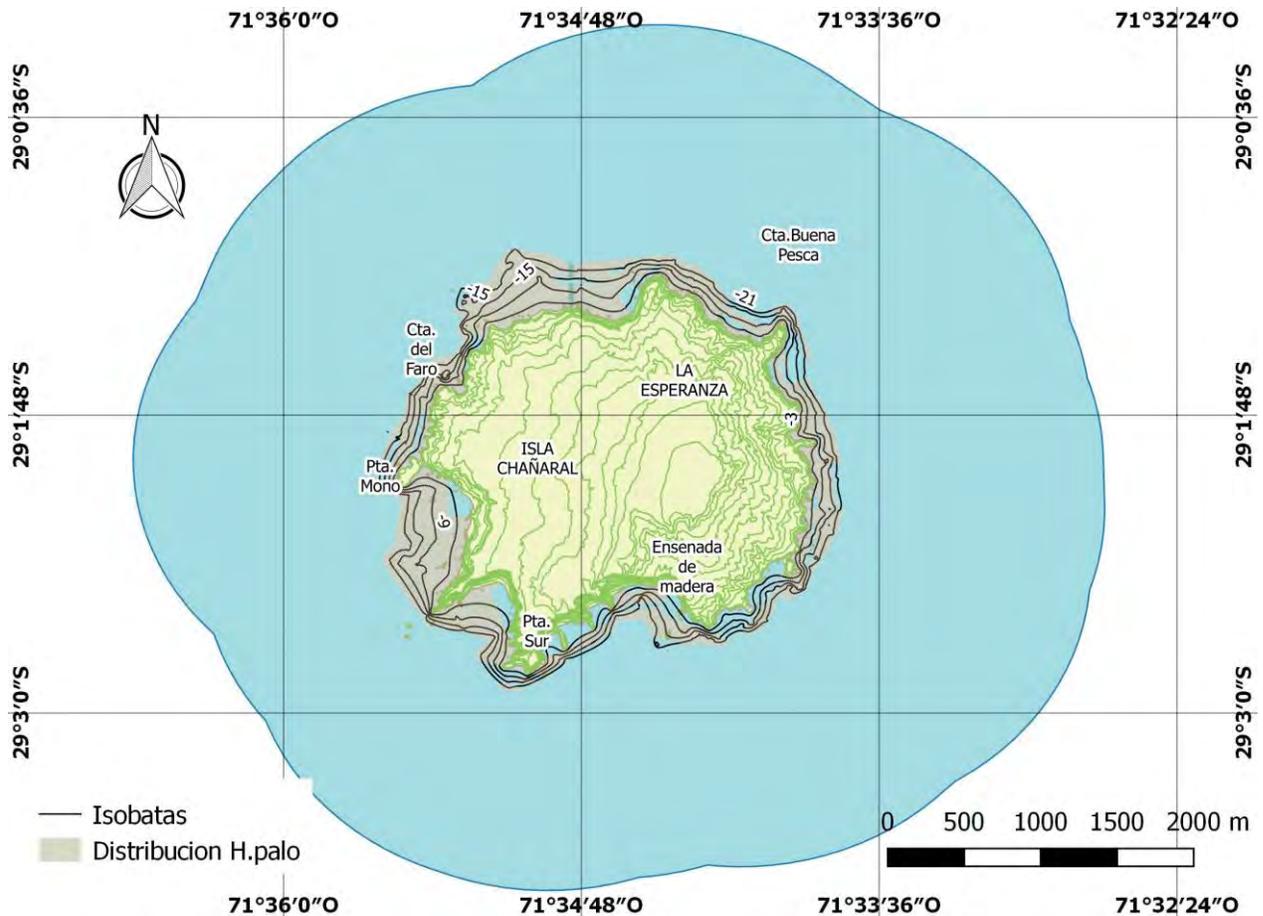


Figura 20. Mapa de isolíneas de profundidad y polígonos de Voronoi describiendo la distribución de las praderas de macroalgas detectadas por métodos hidroacústico.

4.2.2 Condiciones oceanográficas y comunidades planctónicas

4.2.2.1 Variables medidas en columna de agua

En este acápite se describen los resultados del monitoreo de agua llevado a cabo durante las cuatro campañas estacionales (otoño-invierno-primavera y verano 2023) en ocho estaciones de monitoreo en la zona de estudio, seis ubicadas dentro de los límites de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA-E1 a E6), una en el AMERB Chañaral y la otra en el Área de Libre Acceso (ALA) al sur del AMERB Chañaral. Para evaluar la variación de los parámetros en la columna de agua se realizaron mediciones de temperatura, pH, salinidad, conductividad, oxígeno disuelto y clorofila a en diferentes profundidades (0m, 5m, 10m, 15m, 20m y 25m).

Los resultados muestran variaciones en la temperatura del agua en las localidades de RMICHA, ALA y AMERB durante las campañas de otoño, invierno, primavera y verano de 2023.

En RMICHA, la temperatura promedio en otoño varió desde 16.3°C a la superficie hasta 12.8°C a 25 metros de profundidad. Durante el invierno, se mantuvo estable alrededor de 15.9°C en todas las profundidades, siendo la más alta registrada en todas las campañas. En primavera, descendió gradualmente desde 13.51°C en la superficie hasta 13.08°C a 25 metros de profundidad. En verano, se mantuvo entre 13.9°C y 14.4°C (Figura 21 y Tabla 44).

En el AMERB Chañaral, durante otoño de 2023, la temperatura promedio fue de 15.34°C en la superficie, descendiendo gradualmente a 12.81°C a 25 metros de profundidad. Durante el invierno, se registró un ligero aumento en la temperatura, con valores promedio alrededor de 15.51°C en la superficie y 15.42°C a 25 metros de profundidad. En primavera, se observó una disminución en la temperatura, oscilando entre 12.76°C y 12.96°C en las diferentes profundidades. Durante el verano, la temperatura promedio fue de alrededor de 14.31°C en la superficie y 13.65°C a 25 metros de profundidad (Figura 22 y Tabla 45).

Por su parte, en el ALA durante otoño de 2023, la temperatura promedio fue de 15.55°C en la superficie, descendiendo gradualmente a 13.3°C a 25 metros de profundidad. Durante el invierno, se observó un leve aumento en la temperatura, con valores promedio alrededor de 15.72°C en la superficie y 15.55°C a 25 metros de profundidad. En primavera, se registró una disminución adicional en la temperatura, oscilando entre 12.63°C y 13.06°C en las diferentes profundidades. Durante el verano, la temperatura promedio fue de alrededor de 14.98°C en la superficie y 13.61°C a 25 metros de profundidad (Figura 23 y Tabla 46).

En todas las campañas y localidades, se observó una baja variabilidad en las temperaturas registradas en las diferentes profundidades durante las cuatro estaciones del año, con desviaciones estándar generalmente menores a 0.5°C.

Los resultados sugieren una tendencia general de disminución de la temperatura del agua con la profundidad durante el otoño y la primavera, con valores más altos en la superficie y disminuyendo hacia el fondo. Durante el invierno y el verano, la temperatura del agua tiende a mantenerse más constante en todas las profundidades.

En la estación RMICHA E1 a E6_0m, durante el otoño de 2023, el pH promedio fue de 8.09 a 0 metros de profundidad, descendiendo ligeramente hacia valores de 7.8 a 25 metros de profundidad. Durante el invierno, el pH se mantuvo relativamente estable alrededor de 8.10 en todas las profundidades, excepto a 20 metros donde se registró un valor ligeramente más alto de 8.24. En primavera, se observó una disminución en el pH a medida que aumentaba la profundidad, con valores oscilando entre 7.92 a 25 metros y 8.02 a la superficie. Durante el verano, se observó una tendencia similar, con valores de pH más bajos a mayor profundidad, oscilando entre 7.83 y 7.90 (Figura 21 y Tabla 44). En la estación AMERB Chañaral, durante el otoño de 2023, el pH promedio osciló entre 7.94 y 8.02 a diferentes profundidades, con una tendencia general a disminuir ligeramente con la profundidad. Durante el invierno, se observó una tendencia similar, con valores de pH relativamente estables alrededor de 8.00 en todas las profundidades, aunque se registró un valor ligeramente más bajo de 7.96 a 0 metros de profundidad. En primavera, se observó una disminución en el pH a medida que aumentaba la

profundidad, con valores oscilando entre 7.76 y 7.82. Durante el verano, se mantuvo una tendencia similar, con valores de pH más bajos a mayor profundidad, oscilando entre 7.82 en superficie y 7.61 a los 25 metros (Figura 22 y Tabla 45). En la estación ALA, se observaron patrones similares a los de AMERB. Durante el otoño y el invierno, el pH del agua se mantuvo relativamente estable en todas las profundidades, con valores alrededor de 8.00. En primavera, se observó una disminución en el pH a medida que aumentaba la profundidad, con valores oscilando entre 7.82 en superficie y 7,76 a los 25 metros. Durante el verano, se mantuvo una tendencia similar, con valores de pH más bajos a mayor profundidad, oscilando entre 8.2 en superficie y 7.81 a los 25 metros (Figura 23 y Tabla 46).

En cuanto a la dispersión de los datos, se observa una baja variabilidad en los valores de pH registrados en las diferentes profundidades durante las cuatro estaciones del año, con desviaciones estándar generalmente menores a 0.15.

Estos resultados sugieren una tendencia general de disminución en el pH del agua con la profundidad durante la primavera y el verano, con valores más bajos en el fondo y más altos en la superficie. Durante el otoño y el invierno, el pH del agua tiende a mantenerse relativamente estable en todas las profundidades.

En la localidad de RMICH, durante el otoño de 2023, la salinidad promedio osciló entre 34.8 PSU en la superficie y 35.6 PSU a 10 metros de profundidad. Durante el invierno, la salinidad fue más baja en todas las profundidades, con valores promedio de 34.3 PSU a 0 metros y 35.1 PSU a 25 metros. En primavera y verano, la salinidad se mantuvo relativamente constante en todas las profundidades, con valores promedio cercanos a 34.8 PSU (Figura 21 y Tabla 44). En la localidad de AMERB Chañaral, se observaron patrones de salinidad similares a los de las otras dos localidades. Durante todas las campañas, la salinidad promedio osciló entre 34.6 PSU y 35.0 PSU en todas las profundidades, mostrando una ligera variabilidad estacional (Figura 22 y Tabla 45). En la localidad de ALA Chañaral, se observaron patrones similares a los de RMICH. Durante el otoño, la salinidad promedio osciló entre 34.6 PSU y 34.9 PSU en todas las profundidades. En invierno, se registraron valores promedio de salinidad más bajos en todas las profundidades, variando entre 34.5 PSU y 35.1 PSU. En primavera y verano, la salinidad se mantuvo relativamente constante en todas las profundidades, con valores promedio cercanos a 34.8 PSU (Figura 23 y Tabla 46).

En general, se observó una baja variabilidad en los valores de salinidad registrados en las diferentes profundidades durante las cuatro estaciones del año, con desviaciones estándar generalmente menores a 1.0 PSU.

Los resultados del oxígeno disuelto en las estaciones de la localidad de RMICH muestran variaciones entre las diferentes profundidades y las estaciones del año.

Durante el otoño de 2023, se observaron niveles promedio de oxígeno disuelto más altos en la superficie (5.23 mg/L), disminuyendo gradualmente a medida que aumentaba la profundidad, llegando a 2.48 mg/L a 25 metros. La variabilidad fue notoria, con desviaciones estándar que

oscilaron entre 0.55 mg/L y 1.26 mg/L. En el invierno, se registraron niveles más uniformes de oxígeno disuelto, con promedios que oscilaron entre 6.16 mg/L y 6.40 mg/L en las profundidades extremas. Las desviaciones estándar fueron relativamente bajas, reflejando una mayor estabilidad en los valores. Durante la primavera, los niveles de oxígeno disuelto mostraron una ligera disminución en comparación con el invierno, con promedios que variaron entre 4.7 mg/L y 5.6 mg/L. La variabilidad fue más pronunciada en algunas profundidades, con desviaciones estándar que alcanzaron hasta 1.2 mg/L. En verano, se observaron los niveles más bajos de oxígeno disuelto, con promedios que oscilaron entre 3.58 mg/L y 4.98 mg/L. La variabilidad fue observada en algunas profundidades, con desviaciones estándar que alcanzaron hasta 0.76 mg/L (Figura 21 y Tabla 44).

En el AMERB Chañaral, durante el otoño de 2023, se observaron niveles promedio de oxígeno disuelto más altos en las profundidades intermedias, con valores que oscilaron entre 4.45 mg/L en superficie y 2,08 mg/L a 25 metros de profundidad, durante invierno, se observaron niveles más uniformes de oxígeno disuelto en todas las profundidades, con valores promedio que variaron entre 6.38 mg/L en superficie y 6.11 mg/L, a 25 metros de profundidad. Durante la primavera, se registró una variabilidad en los niveles de oxígeno disuelto, con valores promedio que variaron entre 3.72 mg/L a los 25 metros de profundidad y 5.86 mg/L a los 5 metros de profundidad. En verano, se observaron nuevamente variaciones en los niveles de oxígeno disuelto, con valores promedio entre 3.49 mg/L y 5.24 mg/L en las profundidades extremas (Figura 22 y Tabla 45).

Los resultados del oxígeno disuelto en la localidad de ALA se observan variaciones tanto estacionales como en profundidad. Durante el otoño de 2023, se registraron niveles promedio de oxígeno disuelto más altos en la superficie, con valores que oscilaron entre 6.72 mg/L en superficie y 4.55 mg/L a 25 metros de profundidad. En el invierno, se observaron niveles relativamente uniformes de oxígeno disuelto en todas las profundidades, con valores promedio que variaron entre 6.06 mg/L y 6.26 mg/L, en diferentes profundidades. Durante la primavera, se registró una variabilidad más pronunciada en los niveles de oxígeno disuelto, con valores promedio siendo el más bajo de 3.05 mg/L a los 20 metros de profundidad y el más alto con 5.76 mg/L en superficie. En verano, se observaron nuevamente variaciones en los niveles de oxígeno disuelto, con valores promedio, registrándose el más bajo de 3.01 mg/L a los 15 metros de profundidad y 7.85 mg/L, el registro más alto a nivel superficie (Figura 23 y Tabla 46).

Estos resultados reflejan una variación estacional y en profundidad en los niveles de oxígeno disuelto en las tres localidades estudiadas: RMICH, AMERB CH y ALA. En general, se observa una clara variación estacional, con niveles más altos en invierno y otoño, y más bajos en primavera y verano, con una disminución a mayor profundidad.

Los resultados de la concentración de clorofila-a en la localidad de RMICH muestran variaciones entre las diferentes profundidades y las estaciones del año. Durante el otoño de 2023, se registraron concentraciones promedio de clorofila-a, con valores que **oscilaron entre 0.05 µg/L a los 20 metros de profundidad y 0.18 µg/L a nivel superficial. En el invierno, se observaron** concentraciones relativamente uniformes de clorofila-a en todas las profundidades, con valores

promedio que variaron entre 0.08 $\mu\text{g/L}$ y 0.10 $\mu\text{g/L}$. Durante la primavera, se observó una variabilidad más marcada en las concentraciones de clorofila-a. Se registraron valores promedio mínimos de 1.71 $\mu\text{g/L}$ a una profundidad de 5 metros, mientras que se observó una concentración máxima de 3.46 $\mu\text{g/L}$ a una profundidad de 20 metros. En verano, se observaron nuevamente variaciones en las concentraciones de clorofila-a, con valores promedio que oscilaron entre 0.55 $\mu\text{g/L}$ a los 25 metros y 0.66 $\mu\text{g/L}$ a los 20 metros de profundidad (Figura 21 y Tabla 44).

La concentración de clorofila-a en la localidad de AMERB Chañaral, durante el otoño de 2023, se observaron concentraciones relativamente bajas de clorofila-a en todas las profundidades, con valores que oscilaron entre 0.03 $\mu\text{g/L}$ y 0.13 $\mu\text{g/L}$. En el invierno, las concentraciones de clorofila-a se mantuvieron bastante uniformes en todas las profundidades, con valores que rondaron los 0.06 $\mu\text{g/L}$. Durante la campaña de primavera, se registraron concentraciones más altas de clorofila-a en comparación con las otras estaciones del año. Los valores promedio oscilaron entre 1.04 $\mu\text{g/L}$ y 3.39 $\mu\text{g/L}$ en diferentes profundidades. En el verano, las concentraciones de clorofila-a mostraron una ligera disminución en comparación con la primavera, aunque aún se mantuvieron relativamente altas. Los valores promedio variaron entre 1.15 $\mu\text{g/L}$ y 2.32 $\mu\text{g/L}$ en las diferentes profundidades (Figura 22 y Tabla 45).

Los resultados de la concentración de clorofila-a en la localidad de ALA Chañaral, se observan concentraciones más altas a una profundidad de 0 metros, con un valor de 0.68 $\mu\text{g/L}$, mientras que en profundidades mayores se observaron concentraciones menores, llegando hasta 0.01 $\mu\text{g/L}$ a 25 metros de profundidad. En el invierno, las concentraciones de clorofila-a se mantuvieron relativamente estables en todas las profundidades, con valores que oscilaron entre 0.05 $\mu\text{g/L}$ y 0.10 $\mu\text{g/L}$. Durante la primavera, se registraron concentraciones más altas de clorofila-a en comparación con otras campañas. Las concentraciones promedio variaron entre 0.67 $\mu\text{g/L}$ y 2.36 $\mu\text{g/L}$ en las diferentes profundidades. En el verano, las concentraciones de clorofila-a mostraron una tendencia a aumentar en comparación con el invierno, con valores promedio que oscilaron entre 0.29 $\mu\text{g/L}$ y 2.46 $\mu\text{g/L}$ en las diferentes profundidades (Figura 23 y Tabla 46).

Estos resultados destacan una marcada estacionalidad en las tres localidades de estudio, observándose la máxima producción de algas fitoplanctónicas durante la primavera, especialmente en las capas superficiales de la columna de agua. clara variación estacional en las concentraciones de clorofila-a en AMERB CH, con concentraciones más altas durante la primavera y valores más bajos durante el otoño e invierno.

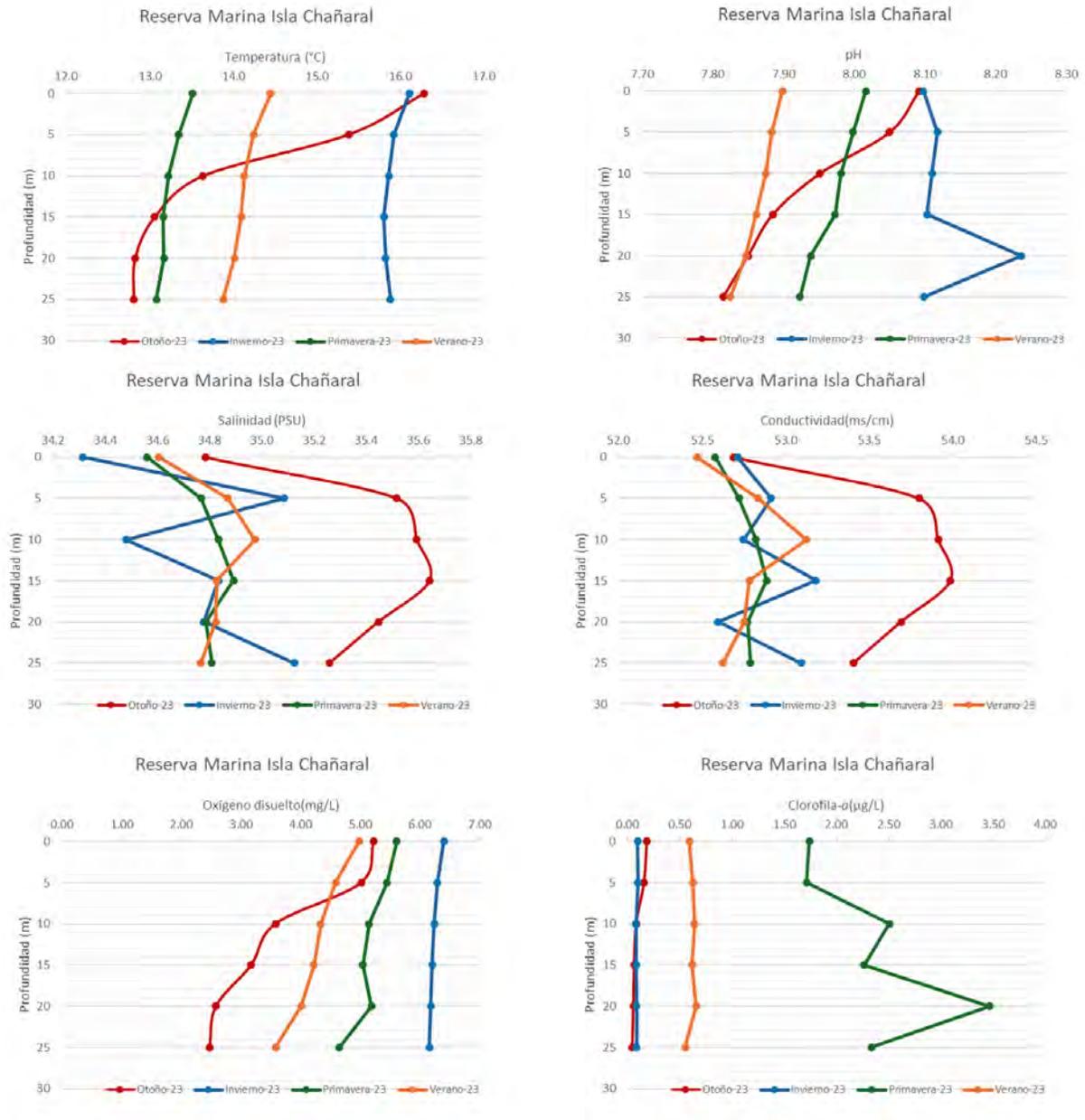


Figura 21. Distribución promedio y desviación estándar de los valores de Temperatura, pH, Salinidad, Conductividad, Oxígeno disuelto y Clorofila -a en la columna de agua de la Reserva Marina Isla Chañaral. Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023.

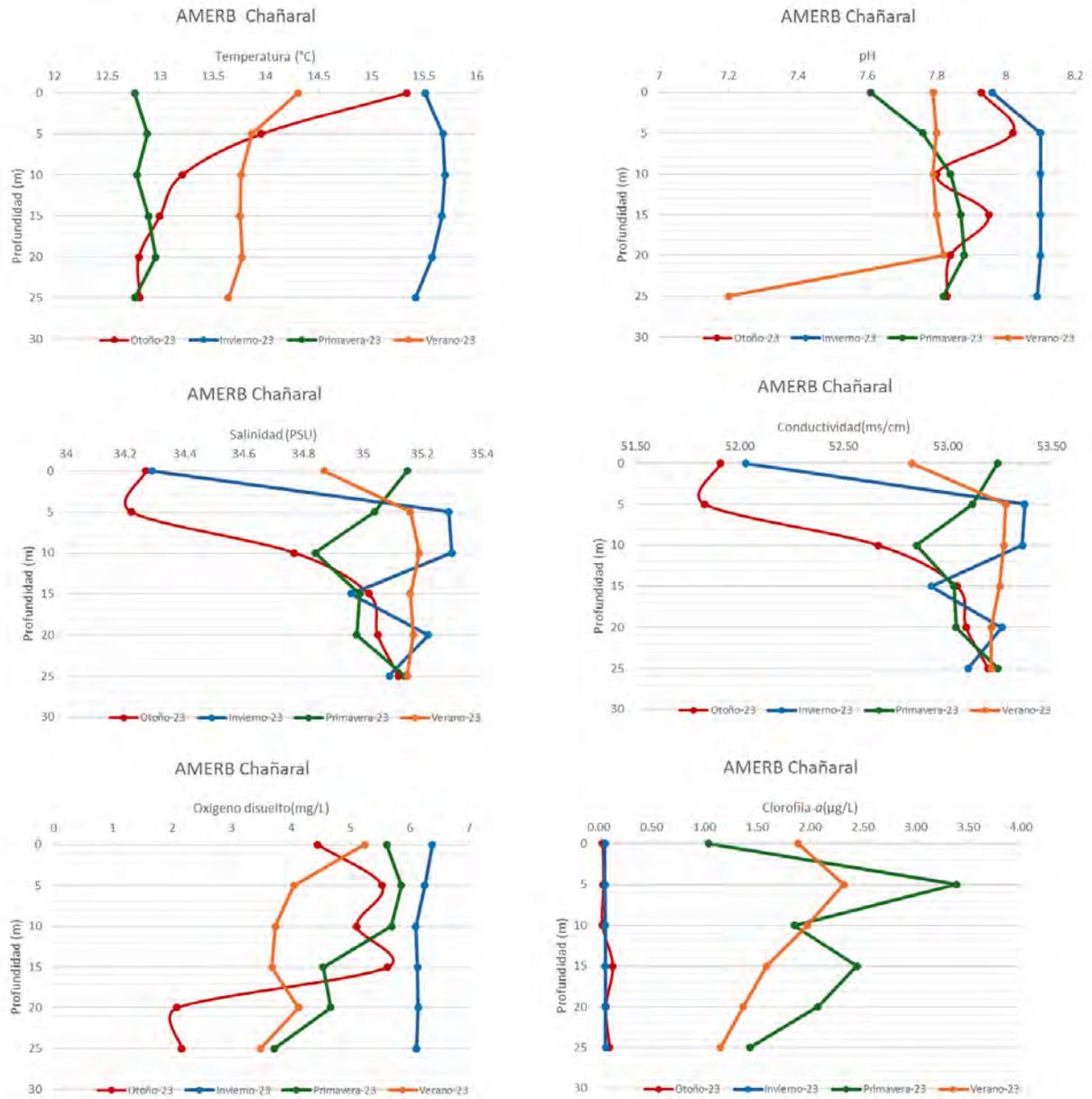


Figura 22. Distribución de los valores de Temperatura, pH, Salinidad, Conductividad, Oxígeno disuelto y Clorofila -a en la columna de agua de AMERB Chañaral. Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023. Fuente: FIPA 2019-25.

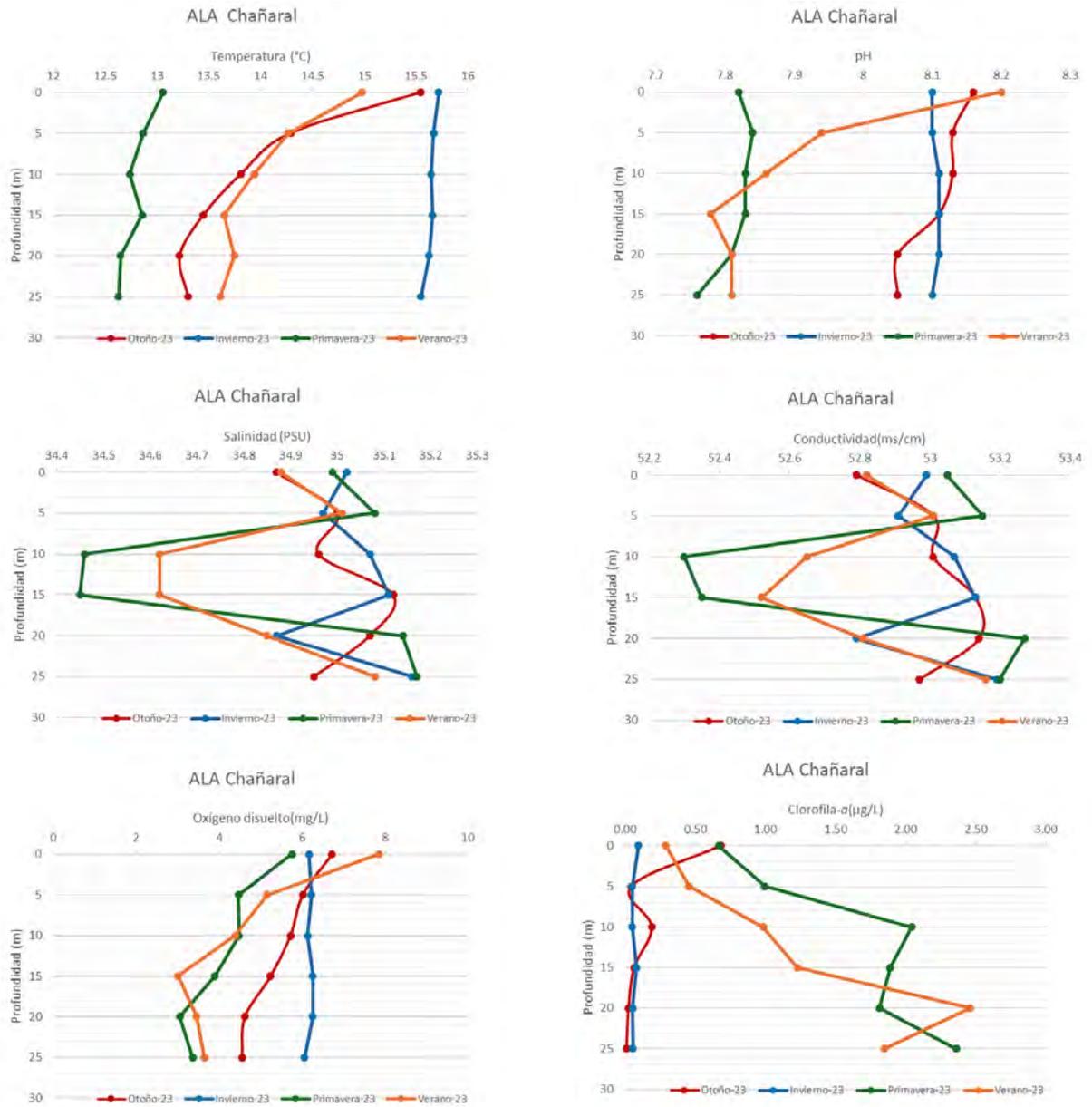


Figura 23. Distribución de los valores de Temperatura, pH, Salinidad, Conductividad, Oxígeno disuelto y Clorofila -a en la columna de agua de ALA Chañaral. Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023.

Tabla 44. Valores promedio de parámetros físicos y químicos de la columna de agua, según la profundidad en las estaciones (E1 a la E6) en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA).

Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA)									
Estaciones			E1aE6	E1aE6	E1aE6	E1aE6	E1aE6	E1aE6	
Profundidad (m)			0	5	10	15	20	25	
Temperatura (°C)	Otoño-23	Prom	16.3	15.4	13.6	13.1	12.8	12.8	
		Desv	0.4	0.4	0.7	0.3	0.3	0.4	
	Invierno-23	Prom	16.1	15.9	15.9	15.8	15.8	15.9	
		Desv	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	
	Primavera -23	Prom	13.51	13.35	13.23	13.16	13.17	13.08	
		Desv	0.28	0.38	0.48	0.49	0.49	0.45	
	Verano-23	Prom	14.4	14.2	14.1	14.1	14.0	13.9	
		Desv	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	
	pH	Otoño-23	Prom	8.09	8.1	8.0	7.9	7.9	7.8
			Desv	0.02	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Invierno-23		Prom	8.10	8.12	8.11	8.10	8.24	8.10	
		Desv	0.01	0.00	0.00	0.02	0.33	0.02	
Primavera -23		Prom	8.02	8.00	7.98	7.97	7.94	7.92	
		Desv	0.07	0.09	0.11	0.12	0.11	0.10	
Verano-23		Prom	7.90	7.88	7.88	7.86	7.85	7.83	
		Desv	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.04	
Salinidad (PSU)		Otoño-23	Prom	34.8	35.5	35.6	35.6	35.4	35.3
			Desv	0.6	0.3	0.5	0.4	0.4	0.2
	Invierno-23	Prom	34.3	35.1	34.5	34.8	34.8	35.1	
		Desv	1.1	0.4	0.9	0.9	1.0	0.2	
	Primavera -23	Prom	34.6	34.8	34.8	34.9	34.8	34.8	
		Desv	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	
	Verano-23	Prom	34.6	34.9	35.0	34.8	34.8	34.8	
		Desv	0.6	0.3	0.1	0.4	0.5	0.4	
	Conductividad (ms/cm)	Otoño-23	Prom	52.7	53.8	53.9	54.0	53.7	53.4
			Desv	0.9	0.5	0.7	0.5	0.6	0.3
Invierno-23		Prom	52.7	52.9	52.7	53.2	52.6	53.1	
		Desv	0.3	0.4	0.6	0.2	1.5	0.2	
Primavera -23		Prom	52.6	52.7	52.8	52.9	52.8	52.8	
		Desv	0.6	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	
Verano-23		Prom	52.5	52.8	53.1	52.8	52.8	52.6	
		Desv	0.7	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6	
Oxígeno disuelto (mg/L)		Otoño-23	Prom	5.23	5.02	3.58	3.17	2.58	2.48
			Desv	0.55	0.89	0.58	0.62	0.91	1.26
	Invierno-23	Prom	6.40	6.29	6.24	6.21	6.18	6.16	
		Desv	0.21	0.13	0.04	0.11	0.10	0.05	
	Primavera -23	Prom	5.6	5.4	5.1	5.0	5.2	4.7	
		Desv	0.6	1.2	1.0	1.1	0.8	1.0	
	Verano-23	Prom	4.98	4.59	4.34	4.22	4.01	3.58	
		Desv	0.23	0.41	0.34	0.56	0.37	0.76	
	Clorofila -a (µg/L)	Otoño-23	Prom	0.18	0.16	0.08	0.07	0.06	0.05
			Desv	0.04	0.05	0.01	0.01	0.02	0.03
Invierno-23		Prom	0.10	0.10	0.08	0.09	0.09	0.09	
		Desv	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	
Primavera -23		Prom	1.74	1.71	2.51	2.26	3.46	2.34	
		Desv	0.43	0.61	0.45	0.60	0.79	0.79	
Verano-23		Prom	0.59	0.63	0.64	0.62	0.66	0.55	
		Desv	0.22	0.23	0.24	0.23	0.40	0.25	

Tabla 45. Valores promedio de parámetros físicos y químicos de la columna de agua, según la profundidad en la estación (E7) en el área de AMERB Chañaral (AMERBCHA).

Localidad/Estación	AMERB Chañaral					
	Temperatura					
Profundidad (m)	0	5	10	15	20	25
Otoño-23	15.34	13.96	13.21	13	12.8	12.81
Invierno- 23	15.51	15.68	15.7	15.67	15.58	15.42
Primavera- 23	12.76	12.88	12.78	12.89	12.96	12.76
Verano-23	14.31	13.87	13.77	13.76	13.78	13.65
	pH					
Otoño-23	7.93	8.02	7.8	7.95	7.84	7.83
Invierno- 23	7.96	8.1	8.1	8.1	8.1	8.09
Primavera- 23	7.61	7.76	7.84	7.87	7.88	7.82
Verano-23	7.79	7.8	7.79	7.8	7.82	7.2
	Salinidad					
Otoño-23	34.27	34.22	34.77	35.02	35.05	35.12
Invierno- 23	34.29	35.29	35.3	34.96	35.22	35.09
Primavera- 23	35.15	35.04	34.84	34.99	34.98	35.14
Verano-23	34.87	35.16	35.19	35.16	35.17	35.15
	Conductividad (ms/cm)					
Otoño-23	51.91	51.83	52.67	53.04	53.09	53.20
Invierno- 23	52.03	53.37	53.36	52.92	53.26	53.1
Primavera- 23	53.24	53.12	52.85	53.03	53.04	53.24
Verano-23	52.83	53.28	53.27	53.25	53.21	53.21
	Oxígeno disuelto (mg/L)					
Otoño-23	4.45	5.53	5.1	5.62	2.08	2.16
Invierno- 23	6.38	6.25	6.1	6.13	6.14	6.11
Primavera- 23	5.61	5.86	5.69	4.54	4.67	3.72
Verano-23	5.24	4.05	3.74	3.68	4.13	3.49
	Clorofila- <i>a</i> (µg/l)					
Otoño-23	0.04	0.04	0.03	0.13	0.07	0.10
Invierno- 23	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Primavera- 23	1.04	3.39	1.85	2.44	2.08	1.43
Verano-23	1.89	2.32	1.98	1.59	1.37	1.15

Tabla 46. Valores promedio de parámetros físicos y químicos de la columna de agua, según la profundidad en la estación (E8) en el área de ALA Chañaral (ALACHA).

		ALA					
		Temperatura (°C)					
Localidad/Estación	Profundidad (m)	0	5	10	15	20	25
	Otoño-23	15.55	14.29	13.81	13.45	13.22	13.3
	Invierno- 23	15.72	15.67	15.65	15.66	15.63	15.55
	Primavera- 23	13.06	12.87	12.74	12.86	12.65	12.63
	Verano-23	14.98	14.27	13.94	13.65	13.75	13.61
		pH					
	Otoño-23	8.16	8.13	8.13	8.11	8.05	8.05
	Invierno- 23	8.1	8.1	8.11	8.11	8.11	8.1
	Primavera- 23	7.82	7.84	7.83	7.83	7.81	7.76
	Verano-23	8.2	7.94	7.86	7.78	7.81	7.81
		Salinidad (PSU)					
	Otoño-23	34.87	35	34.96	35.12	35.07	34.95
	Invierno- 23	35.02	34.97	35.07	35.11	34.87	35.16
	Primavera- 23	34.99	35.08	34.46	34.45	35.14	35.17
	Verano-23	34.88	35.01	34.62	34.62	34.85	35.08
		Conductividad (ms/cm)					
	Otoño-23	52.79	53.01	53.01	53.13	53.14	52.97
	Invierno- 23	52.99	52.91	53.07	53.13	52.79	53.19
	Primavera- 23	53.05	53.15	52.3	52.35	53.27	53.2
	Verano-23	52.82	53.01	52.65	52.52	52.81	53.16
		Oxígeno disuelto (mg/L)					
	Otoño-23	6.72	6.02	5.72	5.24	4.62	4.55
	Invierno- 23	6.17	6.23	6.14	6.26	6.26	6.06
	Primavera- 23	5.76	4.47	4.48	3.9	3.05	3.36
	Verano-23	7.85	5.15	4.39	3.01	3.45	3.64
		Clorofila- a (µg/L)					
	Otoño-23	0.68	0.04	0.19	0.07	0.02	0.01
	Invierno- 23	0.10	0.05	0.05	0.08	0.06	0.06
	Primavera- 23	0.67	1.00	2.04	1.89	1.81	2.36
	Verano-23	0.29	0.46	0.99	1.23	2.46	1.85

4.2.2.2 Variables medidas en sedimentos

Parámetros tomados *in situ*

En todas las localidades y a lo largo de las cuatro estaciones del año, se evidencia una variación estacional en las temperaturas de los sedimentos marinos. Se observa que las temperaturas son más elevadas durante el invierno, mientras que tienden a ser más bajas en primavera y verano. Los valores promedio obtenidos en las seis estaciones de la Reserva Marina de Isla Chañaral muestran las temperaturas más bajas en todas las campañas en comparación con AMERBCH y ALACH. Por otro lado, AMERBCH y ALACH presentan temperaturas similares en general, aunque con algunas variaciones menores (Tabla 47 y Figura 24).

En relación al pH, se evidencia una variación estacional a lo largo de las cuatro campañas en todas las localidades. En líneas generales, los valores de pH tienden a descender en otoño e invierno, para luego aumentar en primavera y verano. Aunque las tendencias estacionales son comparables entre las tres localidades, se observan disparidades en los valores absolutos de pH. En particular, en la Reserva Marina de Isla Chañaral se registran valores más elevados de pH durante las campañas monitoreadas en contraste con AMERB CH y ALA CH. Por otro lado, AMERB CH y ALA CH presentan valores de pH similares en su conjunto, aunque con ligeras variaciones. (Tabla 47 y Figura 24).

Los valores del Potencial Redox en los sedimentos marinos muestran una variación entre las diferentes campañas realizadas en todas las localidades. En términos generales, estos valores tienden a mantener cierta estabilidad durante los períodos de otoño e invierno, con un notorio incremento durante la primavera y una leve disminución en el verano. Aunque las tendencias estacionales son similares entre las tres localidades, se destacan diferencias en los valores absolutos del Potencial Redox. Por ejemplo, AMERB CH exhibe los valores más elevados en todas las estaciones, seguido por ALA CH, mientras que RMICH tiende a presentar los valores más bajos (Tabla 47 y Figura 24).

En relación al color del sedimento marino, se destaca que en general, prevalece el tono gris durante todas las estaciones del año, seguido por tonos más claros como el blanco y el café claro. Se observa una notable variación en el color del sedimento en todas las estaciones del año, con la excepción de la Reserva Marina Isla Chañaral. En el área de AMERB, se evidencia la presencia de tonalidades blancas durante el invierno, mientras que durante el otoño y la primavera predomina el gris. Por otro lado, en ALA, el color predominante del sedimento fue el café claro en la mayoría de las campañas, aunque se reportó la presencia de tonalidades grises específicamente durante el invierno.

Finalmente, en términos generales, no se detectó olor en los sedimentos durante todas las muestras y campañas, excepto en una muestra del AMERB durante la primavera, la cual presentó un ligero olor a (CH₃)₃N. Cabe mencionar que la textura de los sedimentos fluctuó entre arena y arena fina durante las cuatro estaciones del año, con la excepción AMERB, que, durante otoño y primavera, presentó conchuela gruesa.

En la Reserva Marina Isla Chañaral, durante la campaña de invierno de 2023 en la estación E3 del sitio 1, cabe destacar que solo se encontraron rocas y no arena, lo que imposibilitó la realización de mediciones in situ y la toma de muestras de sedimentos durante esa campaña. Por lo tanto, los valores promedio de esta estación no fueron considerados en el análisis.

Tabla 47. Valores promedio de parámetros físicos y químicos obtenidos in situ de los sedimentos en el área de estudio de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH). *Durante la Campaña de verano en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos.

Campañas 2023	Áreas de Estudio					
	RMICH		AMERB CH		ALA CH	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Temperatura (°C)						
Otoño	14.33	0.27	13.50	0.00	14.50	0.00
Invierno	16.03	0.44	16.10	0.00	16.00	0.17
Primavera	12.99	0.16	13.07	0.12	13.07	0.06
Verano	12.99	0.15	*	*	*	*
pH						
Otoño	7.92	0.19	7.71	1.00	7.55	0.00
Invierno	7.61	0.17	7.79	0.05	7.67	0.18
Primavera	7.65	0.18	7.93	0.03	7.58	0.20
Verano	7.65	0.17	*	*	*	*
Potencial redox (mv)						
Otoño	123.18	115.15	161.90	2.00	134.90	0.00
Invierno	151.83	47.33	209.50	14.55	181.40	56.36
Primavera	148.99	37.41	167.23	36.20	182.37	17.92
Verano	148.99	36.98	*	*	*	*

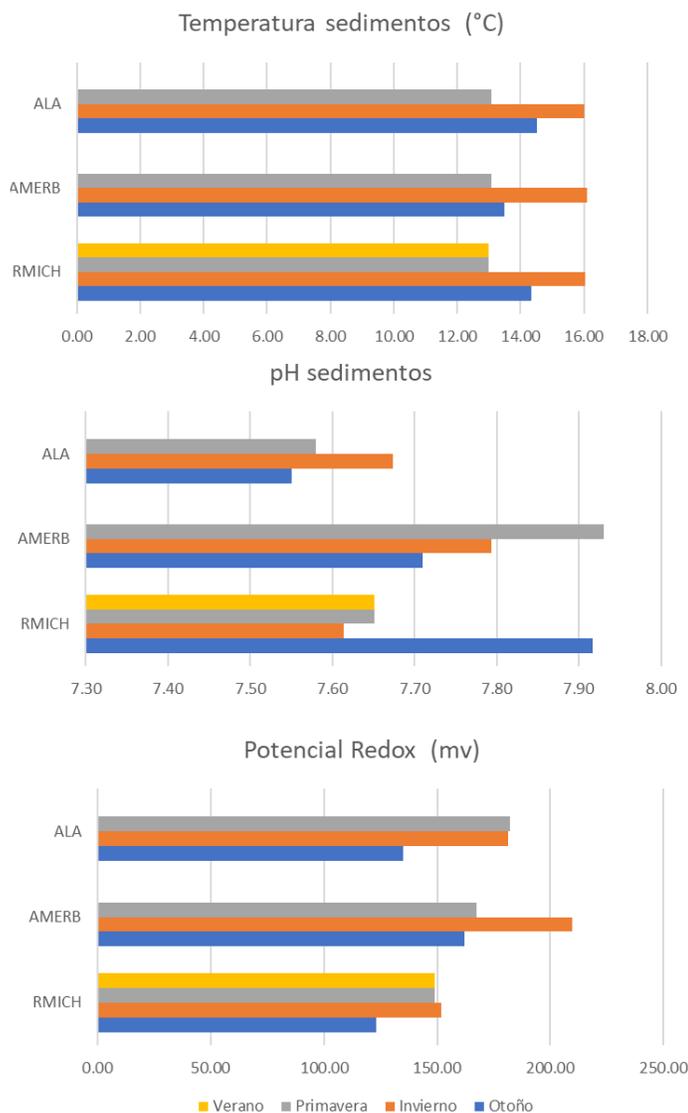


Figura 24. Distribución de los valores de Temperatura, pH y Potencial redox en sedimentos Chañaral. Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023* Durante la Campaña de verano en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos.

Parámetros determinados en laboratorio

a) Granulometría

Los estadígrafos granulométricos obtenidos mediante el método de Folk y Ward (μm) en las estaciones de la Reserva marina Isla Chañaral (RMICHA), AMERB CH y ALA CH muestran diversas tendencias durante las campañas de otoño, invierno, primavera y verano de 2023.

Otoño-2023: Para RIMCHA, en general, se observa una tendencia hacia valores de tamaño de partícula más altos en las estaciones E3 (Sitio 1 Prof. 15-20m), E4, E5 y E6 (Sitio 2), con promedios **oscilando entre 191.8 μm y 195.6 μm** . La **clasificación promedio se sitúa** en el rango de 1.68 a 1.87, indicando predominantemente sedimentos de arena fina.

En la localidad de AMERB, se observa un promedio de tamaño de partícula de 1819.4 μm , con una clasificación de 1.43, indicando predominantemente sedimentos de arena gruesa. El sesgo es negativo (-0.50), lo que sugiere una ligera asimetría hacia partículas muy pequeñas, mientras que la curtosis es de 0.58, indicando una distribución muy platicúrtica.

En ALA, el promedio de tamaño de partícula es más bajo, con 148.1 μm , y una clasificación de 1.23, sugiriendo sedimentos de arena fina. El sesgo es negativo (-0.28), indicando una asimetría hacia partículas muy finas, y la curtosis es de 1.68, sugiriendo una distribución muy leptocúrtica (Tabla 48).

Invierno-2023: Para RIMCHA, la estación E3 no pudo ser evaluada en esta campaña. Las estaciones restantes (E1, E2, E4, E5 y E6) muestran una variabilidad en el tamaño de partícula, **con promedios que van desde 153.9 μm hasta 199.4 μm** . Las **clasificaciones varían** entre 1.24 y 1.91, indicando una diversidad en el tamaño y la clasificación de los sedimentos. En AMERB, el **promedio de tamaño de partícula es de 273.4 μm , con una clasificación de 1.84**, sugiriendo sedimentos predominantemente de arena media. El sesgo es positivo (0.15), indicando una asimetría hacia partículas gruesas, mientras que la curtosis es de 0.85, sugiriendo una distribución platicúrtica.

En ALA, el promedio de tamaño de partícula es similar al de otoño, con 151.1 μm , y una clasificación de 1.22, indicando sedimentos de arena fina. El sesgo es positivo (0.28), sugiriendo una asimetría hacia partículas gruesas, y la curtosis es de 1.68, indicando una distribución muy leptocúrtica (Tabla 49).

Primavera-2023: Para RIMCH, se observa una dispersión en los valores de tamaño de partícula, **con promedios que oscilan entre 169.3 μm y 183.9 μm en las diferentes estaciones**. La clasificación promedio varía entre 1.54 y 1.99, sugiriendo la presencia de sedimentos de arena fina. **En AMERB, se observa un promedio de tamaño de partícula de 1556.1 μm , con una clasificación de 1.43**, sugiriendo sedimentos predominantemente de grano grueso. El sesgo es positivo (0.41), indicando una asimetría hacia arena muy gruesa, y la curtosis es de 0.57, sugiriendo una distribución muy platicúrtica.

En ALA, el promedio de tamaño de partícula es similar al de otoño e invierno, con 151.8 μm , y una clasificación de 1.22, indicando sedimentos de arena fina. El sesgo es positivo (0.29), sugiriendo una asimetría hacia partículas gruesas, y la curtosis es de 1.73, indicando una distribución muy leptocúrtica (Tabla 50).

Verano-2023: Para RIMCH, las estaciones muestran una variabilidad en el tamaño de partícula, **con promedios que van desde 176.4 μm hasta 198.9 μm** . Las **clasificaciones promedio se sitúan**

entre 1.42 y 1.80, indicando una diversidad en el tamaño durante esta campaña. Durante esta campaña en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos (Tabla 51).

Para RMICH, se destaca que las estaciones E3 y E4 exhiben consistentemente valores levemente mayores del tamaño de partícula en comparación con otras estaciones durante las campañas de monitoreo. Las clasificaciones promedio sugieren una preponderancia de sedimentos de arena fina a media en la mayoría de las estaciones y campañas, aunque se observan algunas excepciones que muestran una mayor variabilidad en el tamaño de partícula (Tabla 51).

En cuanto a AMERB y ALA, la tendencia general indica que AMERB tiende a tener sedimentos de arena más gruesa, predominando la presencia de Conchuela Gruesa en las campañas analizadas. Por otro lado, ALA muestra una inclinación hacia sedimentos de arena fina a media (Figura 25).

Tabla 48. Retención por tamiz (g) y estadísticos granulométricos, de los sedimentos en el área de estudio de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH), durante la campaña de otoño.

Metodología	Parámetros	Campaña Otoño-2023							
		RMICH						AMERBCH	ALACH
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Abertura de tamaño de Tamices (mm)	2	0.15	0.03	2.16	1.72	0.60	0.79	59.33	0.00
	1	0.30	0.34	3.68	3.17	2.57	2.44	38.62	0.00
	0.5	0.56	1.04	5.15	4.75	4.38	3.79	2.33	2.01
	0.25	21.13	17.28	28.22	28.42	31.02	30.48	0.05	7.15
	0.125	72.58	68.50	52.02	54.63	54.93	56.35	0.09	79.88
	0.063	4.65	4.66	6.69	7.48	5.80	6.17	0.55	9.97
	<0,063	0.04	0.07	0.20	0.30	0.26	0.29	0.01	0.01
Estadígrafos método Folk y Ward (μm)	Promedio	179.1	177.2	195.6	193.0	193.1	191.8	1819.4	148.1
	Clasificación	1.40	1.46	1.87	1.75	1.69	1.68	1.43	1.23
	Sesgo	0.54	0.35	0.47	0.41	0.40	0.40	-0.50	-0.28
	Curtosis	1.60	2.21	1.42	1.22	1.13	1.14	0.58	1.68
Estadígrafos método Folk y Ward (Descripción)	Promedio	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Muy Gruesa	Arena Fina
	Clasificación	Bien Clasificada	Moderadamente Bien Clasificada	Moderadamente Bien Clasificada	Muy Bien Clasificada				
	Sesgo	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Fino	Sesgo Fino
	Curtosis	Muy Leptocúrtica	Muy Leptocúrtica	Leptocúrtica	Leptocúrtica	Leptocúrtica	Leptocúrtica	Muy Platicúrtica	Muy Leptocúrtica

Tabla 49. Retención por tamiz (g) y estadísticos granulométricos, de los sedimentos en el área de estudio de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH), durante la campaña de invierno. *Durante esta campaña, la estación E3 del Sitio 1 de RMICH, se encontró sedimento rocoso, lo que imposibilitó la extracción de muestras para su posterior análisis. Fuente: FIPA 2019-25.

Metodología	Parámetros	Campaña Invierno-2023							
		RMICH						AMERBCH	ALACH
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
		fracciones en gramos							
Abertura de tamaño de Tamices (mm)	2	0.07	0.03	*	2.11	0.21	0.00	1.81	0.04
	1	0.25	0.40	*	4.80	0.54	0.32	2.59	0.47
	0.5	0.76	1.31	*	6.42	1.22	1.12	16.19	1.01
	0.25	30.99	30.75	*	31.60	17.54	12.92	27.95	6.63
	0.125	63.23	63.54	*	46.81	77.90	82.24	41.48	86.57
	0.063	4.01	4.26	*	7.90	2.01	2.69	2.12	4.63
<0,063	0.07	0.07	*	0.20	0.04	0.04	0.03	0.04	
Estadígrafos método Folk y Ward (µm)	Promedio	186.9	187.2	*	199.4	177.6	153.9	273.4	151.1
	Clasificación	1.42	1.43	*	1.91	1.38	1.24	1.84	1.22
	Sesgo	0.50	0.50	*	0.43	0.56	0.29	0.15	0.28
	Curtosis	0.62	0.62	*	1.40	1.71	1.75	0.85	1.68
Estadígrafos método Folk y Ward (Descripción)	Promedio	Arena Fina	Arena Fina	*	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Medium Sand	Arena Fina
	Clasificación	Moderadamente Bien Clasificada	Moderadamente Bien Clasificada	*	Moderadamente Bien Clasificada	Bien Clasificada	Very Bien Clasificada	Moderadamente Bien Clasificada	Very Bien Clasificada
	Sesgo	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	*	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Grueso	Sesgo Grueso	Sesgo Grueso
	Curtosis	Muy Platicúrtica	Muy Platicúrtica	*	Leptocúrtica	Muy Leptocúrtica	Muy Leptocúrtica	Platicúrtica	Muy Leptocúrtica

Tabla 50. Retención por tamiz (g) y estadísticos granulométricos, de los sedimentos en el área de estudio de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH), durante la campaña de primavera. Fuente: FIPA 2019-25.

Metodología	Parámetros	Campaña Primavera-2023							
		RMICH						AMERBCH	ALACH
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
		fracciones en gramos							
Abertura de tamaño de Tamices (mm)	2	1.08	1.05	2.04	1.33	3.30	5.53	47.48	0.00
	1	1.22	0.88	1.40	1.00	2.32	2.59	50.24	0.13
	0.5	1.72	0.84	1.95	1.13	2.07	1.01	2.37	1.98
	0.25	21.80	21.63	22.85	23.72	8.84	7.92	0.03	5.99
	0.125	67.52	67.15	61.45	64.22	70.44	70.88	0.00	91.31
	0.063	8.46	8.90	9.42	9.20	13.62	12.27	0.00	2.21
<0,063	0.26	0.14	0.14	0.14	0.15	0.12	0.00	0.01	
Estadígrafos método Folk y Ward (µm)	Promedio	181.3	179.8	183.9	182.1	169.3	171.6	1556.1	151.8
	Clasificación	1.54	1.53	1.66	1.54	1.80	1.99	1.43	1.22
	Sesgo	0.30	0.29	0.39	0.28	0.47	0.54	0.41	0.29
	Curtosis	1.02	2.25	1.23	0.98	4.28	5.31	0.57	1.73
Estadígrafos método Folk y Ward (Descripción)	Promedio	Arena Fina	Arena Muy Gruesa	Arena Fina					
	Clasificación	Moderadamente Bien Clasificada	Very Bien Clasificada						
	Sesgo	Sesgo Grueso	Sesgo Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Grueso
	Curtosis	Mesocúrtica	Muy Leptocúrtica	Leptocúrtica	Mesocúrtica	Extremadamente Leptocúrtica	Extremadamente Leptocúrtica	Muy Platicúrtica	Muy Leptocúrtica

Tabla 51. Retención por tamiz (g) y estadísticos granulométricos, de los sedimentos en el área de estudio de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH), durante la campaña de verano. *Durante esta campaña en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos. Fuente: FIPA 2019-25.

Metodología	Parámetros	Campaña Verano-2023							
		RMICH						AMERBCH	ALACH
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
		fracciones en gramos							
Abertura de tamaño de Tamices (mm)	2	1.95	0.75	0.87	1.27	1.88	0.11	*	*
	1	0.27	0.84	0.58	0.60	4.07	0.41	*	*
	0.5	0.70	5.23	1.19	0.98	2.42	0.56	*	*
	0.25	16.60	31.35	44.76	29.50	13.31	31.10	*	*
	0.125	74.20	58.42	52.13	62.63	71.66	66.13	*	*
	0.063	5.87	3.33	0.53	4.73	6.13	1.26	*	*
	<0,063	0.12	0.08	0.05	0.07	0.15	0.06	*	*
Estadígrafos método Folk y Ward (μ m)	Promedio	176.4	193.5	198.9	187.4	181.3	188.0	*	*
	Clasificación	1.48	1.56	1.43	1.43	1.80	1.42	*	*
	Sesgo	0.33	0.57	0.40	0.50	0.54	0.51	*	*
	Curtosis	2.32	0.87	0.58	0.63	4.15	0.62	*	*
Estadígrafos método Folk y Ward (Descripción)	Promedio	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	*	*
	Clasificación	Moderadamente Bien Clasificada	Moderadamente Bien Clasificada	Moderadamente Bien Clasificada	Moderadamente Bien Clasificada	Moderadamente Clasificada	Moderadamente Bien Clasificada	*	*
	Sesgo	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	Sesgo Muy Grueso	*	*
	Curtosis	Muy Leptocúrtica	Platicúrtica	Muy Platicúrtica	Muy Platicúrtica	Extremadamente Leptocúrtica	Muy Platicúrtica	*	*

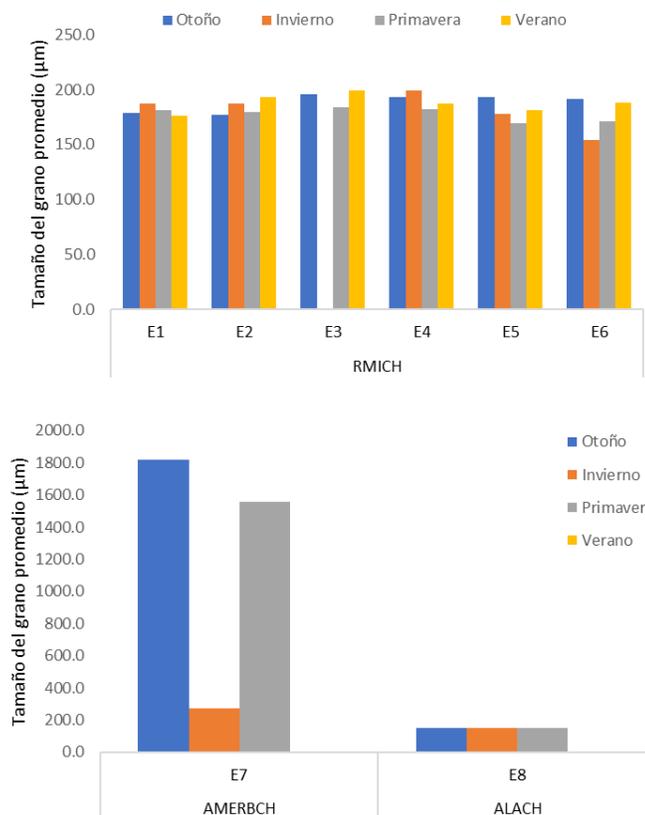


Figura 25. Tamaño del grano promedio en sedimentos de las áreas de estudio de RMICH (Arriba), AMERB y ALA Chañaral (Abajo). Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023* Durante la Campaña de Invierno estación E3 RMICH y verano en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos.

Materia orgánica

Los resultados de materia orgánica (%) obtenidos en las áreas de estudio de RMICH, AMERB CH y ALA CH durante las cuatro campañas monitoreadas muestran variaciones en los niveles de materia orgánica durante las cuatro campañas. Se observó que en la Reserva Marina de Isla Chañaral (RMICH), los valores oscilaron entre 0.94% y 1.44% durante la primavera, con una tendencia general hacia niveles más altos de materia orgánica en esta campaña. En AMERB CH, se registraron valores mínimos de 0.33% durante el primavera y máximos de 1.05% durante el invierno, mostrando una variabilidad entre las campañas. Por otro lado, en ALA CH, se observaron los valores más altos en promedio de las tres localidades, presentando valores mínimos de 1.21% durante otoño y máximos de 1.96% durante la primavera (Tabla 52 y Figura 26).

Se destaca una tendencia hacia niveles más altos de materia orgánica durante la primavera en todas las localidades, mientras que en invierno y otoño se presentan variaciones más moderadas. Sin embargo, es importante señalar que no se disponen de datos para algunas estaciones durante las campañas de invierno para RMICH y verano para AMERB y ALA.

Tabla 52. Valores de materia orgánica (%) en los sedimentos de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB Chañaral (AMERB CH) y ALA Chañaral (ALACH) durante las cuatro campañas monitoreadas. *Durante la campaña de invierno en la estación 3 de RMICH, y en verano en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos.

Campaña 2023	Materia orgánica (%)							
	RMICH						AMERB CH	ALA CH
	Sector 1			Sector 2				
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Otoño	0.89	1.21	0.98	1.32	1.35	1.14	0.89	1.21
Invierno	1.39	1.29	*	0.87	1.21	1.31	1.05	1.87
Primavera	1.44	0.94	1.12	1.03	1.19	1.22	0.33	1.96
Verano	1.01	1.15	1.23	1.12	1.33	1.19	*	*

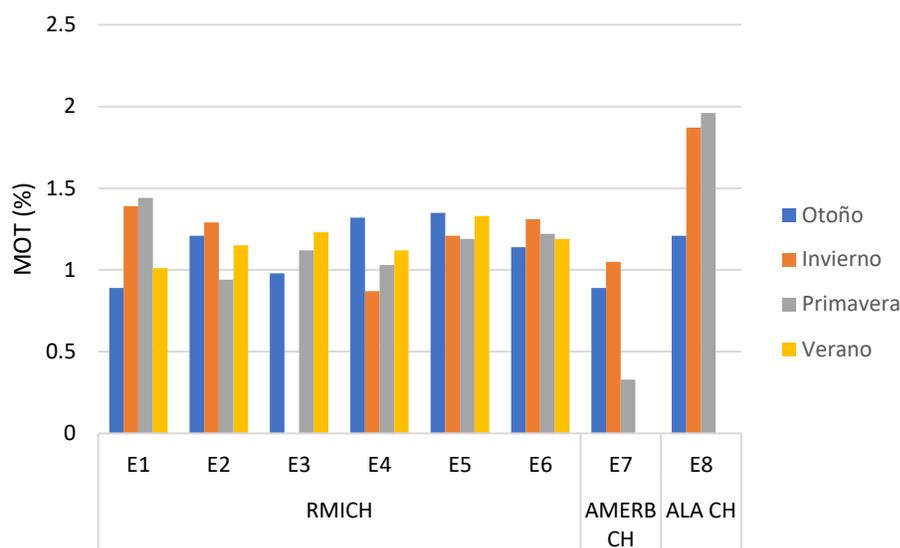


Figura 26. Distribución de los valores de materia orgánica (%) en sedimentos de las áreas de estudio de RMICH, AMERB y ALA Chañaral. Campañas otoño-invierno-primavera y verano-2023* Durante la Campaña de verano en ALA y AMERB, no se pudo obtener información de los sedimentos.

4.2.2.3 Comunidades fitoplanctónicas y zooplanctónicas

Fitoplancton

Durante las 4 campañas de muestreo, el fitoplancton evidenció gran homogeneidad espacial, referente a su composición específica y estructura comunitaria, entre las unidades de muestreo, evidenciando un predominio de diatomeas sobre los otros grupos que lo conforman, en cuanto a los aportes de concentración celular. Paralelamente se registra alta variación temporal de la concentración celular y tipo de especies presentes, durante las distintas campañas de muestreo consideradas. El estudio registra un total de 51 especies o ítems taxonómicos presentes en la localidad analizada, los cuales corresponden a 35 integrantes del grupo diatomeas (Bacillariophyceae), 14 dinoflagelados (Dinophyceae) y 2 silicoflagelados (Dictyochphyceae).

Para el periodo de otoño se identificaron 32 especies o ítems taxonómicos, los cuales corresponden a 22 integrantes del grupo diatomeas (Bacillariophyceae) y 10 dinoflagelados (Dinophyceae). Las especies más comunes, que se distinguieron por su mayor frecuencia en las muestras analizadas, fueron *Proboscia alata*, *Rhisosolenia imbricata*, *Rhisosolenia setigera*, *Skeletonema costatum* y *Ceratium tripos*. El índice de abundancia relativa para las especies antes mencionadas, se ubica en las categorías A (Abundante) y Muy Abundante (MA).

La concentración celular registrada durante la estación de otoño en la RMICHA (Figura 27), muestra una variación entre 19,3 cél/ml y 32 cél/ml, para la columna de agua integrada, asociado a un valor medio de $27,3 \pm 4$ cél/ml. La concentración celular registrada en el AMERB Chañaral y Área de Acceso Libre (ALA) al sur del AMERB Chañaral, muestra una concentración para la columna de agua integrada de 25 cél/ml y 29 cél/ml, respectivamente. Referente a los niveles de diversidad, para el periodo de otoño se estima un índice promedio de diversidad de Shannon, para la columna de agua integrada, de $2,18 \pm 0,12$, con valores extremos de 2,0 y 2,3; asociado a una alta uniformidad vinculada a un valor medio de $0,81 \pm 0,05$.

Para el periodo de invierno se identificaron 18 especies o ítems taxonómicos, los cuales corresponden a 11 integrantes del grupo diatomeas (Bacillariophyceae), 5 dinoflagelados (Dinophyceae) y 2 silicoflagelados (Dictyochphyceae). Las especies más comunes, que se distinguieron por su mayor frecuencia en las muestras analizadas, fueron *Biddulphia longicruris*, *Corethron criophilum* y *Detonula pumila*. El índice de abundancia relativa para las especies antes mencionadas se ubica en las categorías A (Abundante) y Escasa (E).

La concentración celular registrada durante la estación de invierno en la RMICHA (Figura 27), muestra una variación entre 6 cél/ml y 8,4 cél/ml, para la columna de agua integrada, asociado a un valor medio de $6,9 \pm 0,9$ cél/ml. La concentración celular registrada en el AMERB Chañaral y Área de Acceso Libre (ALA) al sur del AMERB Chañaral, muestra una concentración para la columna de agua integrada de 7,3 cél/ml y 8,5 cél/ml, respectivamente. Referente a los niveles de diversidad, para el periodo de invierno se estima un índice promedio de diversidad de Shannon,

para la columna de agua integrada, de $1,17 \pm 0,23$, con valores extremos de 1,2 y 2,1; asociado a una alta uniformidad vinculada a un valor medio de $0,85 \pm 0,05$.

Para el periodo de primavera se identificaron 15 especies o ítems taxonómicos, los cuales corresponden a 12 integrantes del grupo diatomeas (Bacillariophyceae) y 3 dinoflagelados (Dinophyceae). Las especies más comunes, que se distinguieron por su mayor frecuencia en las muestras analizadas, fueron *Detonula pumila*, *Chaetoceros debilis*, *Ditylum brightwelli*, *Thalassiosira aestivalis*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *Oxytoxum sp.* El índice de abundancia relativa para las especies antes mencionadas se ubica en la categoría A (Abundante).

La concentración celular registrada durante la estación de primavera en la RMICHA (Figura 27), muestra una variación entre 29,9 cél/ml y 44,8 cél/ml, para la columna de agua integrada, asociado a un valor medio de $39,7 \pm 5$ cél/ml. La concentración celular registrada en el AMERB Chañaral y Área de Acceso Libre (ALA) al sur del AMERB Chañaral, muestra una concentración para la columna de agua integrada de 36 cél/ml y 44 cél/ml, respectivamente. Referente a los niveles de diversidad, para el periodo de primavera se estima un índice promedio de diversidad de Shannon, para la columna de agua integrada, de $1,25 \pm 0,24$, con valores extremos de 0,9 y 1,5; asociado a una baja uniformidad vinculada a un valor medio de $0,57 \pm 0,06$.

Para el periodo de verano se identificaron 14 especies o ítems taxonómicos, los cuales corresponden a 10 integrantes del grupo diatomeas (Bacillariophyceae) y 4 dinoflagelados (Dinophyceae). Las especies más comunes, que se distinguieron por su mayor frecuencia en las muestras analizadas, fueron *Bacteriastrium sp.*, *Fragilariopsis doliolus*, *Lithodesmium undulatum* y *Prorocentrum micans*. El índice de abundancia relativa para las especies antes mencionadas se ubica en la categoría A (Abundante).

La concentración celular registrada durante la estación de verano en la RMICHA (Figura 27), muestra una variación entre 14,4 cél/ml y 26,8 cél/ml, para la columna de agua integrada, asociado a un valor medio de $18,7 \pm 4,4$ cél/ml. La concentración celular registrada en el AMERB Chañaral y Área de Acceso Libre (ALA) al sur del AMERB Chañaral, muestra una concentración para la columna de agua integrada de 14,9 cél/ml y 6,2 cél/ml, respectivamente. Referente a los niveles de diversidad, para el periodo de verano se estima un índice promedio de diversidad de Shannon, para la columna de agua integrada, de $1,38 \pm 0,21$, con valores extremos de 1,2 y 1,9; asociado a una baja uniformidad vinculada a un valor medio de $0,57 \pm 0,09$.

El sistema marino costero registra una alta variación temporal de la concentración celular y tipo de especies presentes, durante las distintas campañas de muestreo consideradas. Entre las especies relevantes en términos de su mayor frecuencia y posterior ausencia de registro en determinadas estaciones del año, se obtiene un listado de 14 diatomeas y 3 dinoflagelados. La presencia y/o ausencia de estos taxa estaría íntimamente relacionada a los cambios en las condiciones oceanográficas del sector ocurridas entre las campañas de monitoreo. El listado de especies lograda, así como la mayor frecuencia de registro se grafica en la Figura 28.

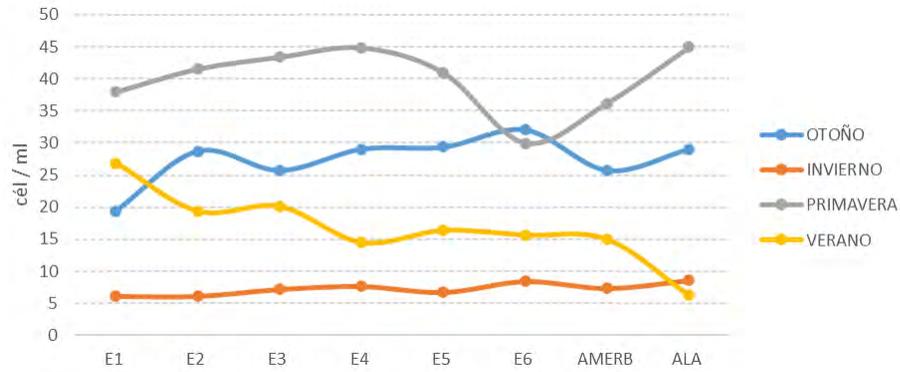


Figura 27. Concentración Fitoplancton en la columna de agua integrada, estimada para las diferentes campañas de monitoreo.

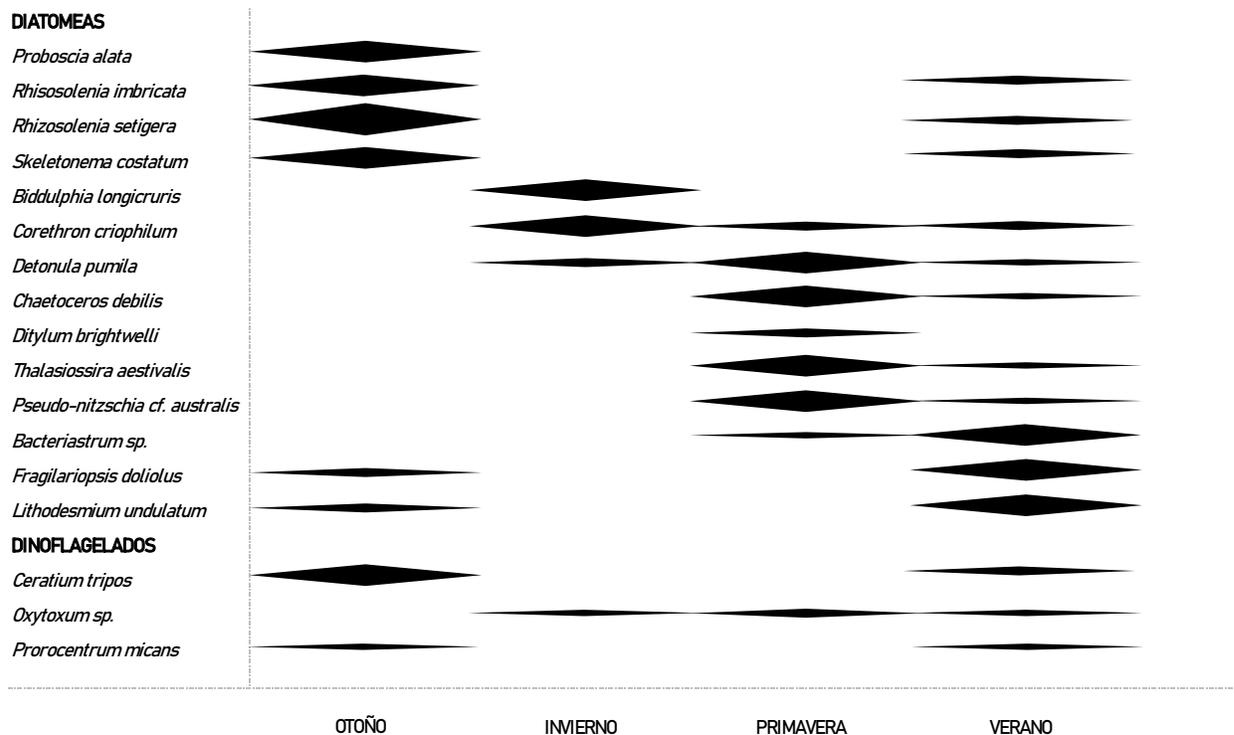


Figura 28. Diagrama de frecuencia de registro de especies. Donde la altura de cada rombo corresponde a un indicador de abundancia.

Zooplankton

Durante las 4 campañas de muestreo, el zooplankton evidenció gran homogeneidad espacial, referente a su composición específica y estructura comunitaria, entre las unidades de muestreo, evidenciando un predominio del grupo Arthropoda, específicamente de los copépodos calanoideos *Acartia sp.*, *Clausocalanus sp.* y *Calanus sp.*; En segundo orden de importancia figuran Chordados integrantes del grupo Apendicularias y Cnidarios integrados por Hidromedusas y Sifonóforos. El estudio registra un total de 51 especies o ítems taxonómicos presentes en la localidad analizada, los cuales corresponden a 29 Arthropodos, 1 Brachiopodo, 2 Anélidos, 9 Cnidarios, 1 Chaetognatho, 2 ítems integrantes del grupo Mollusca, 1 Echinodermo y 6 Cordados.

Para el periodo de otoño se identificaron 35 especies o ítems taxonómicos. Referente a la abundancia zooplanctónica registrada en la RMICHA, se obtuvo una variación entre 7,3 ind/m³ y 16,1 ind/m³, asociado a un valor medio de $12 \pm 2,6$ ind/m³. La abundancia zooplanctónica registrada en el AMERB Chañaral y Área de Acceso Libre (ALA) al sur del AMERB Chañaral, registra valores de 10,3 ind/m³ y 9,7 ind/m³, respectivamente. Referente a los niveles de diversidad, para el periodo de otoño se estima un índice promedio de diversidad de Shannon de $2,05 \pm 0,14$, asociado a una uniformidad moderada de 0,66.

Para el periodo de invierno se identificaron 30 especies o ítems taxonómicos. Referente a la abundancia zooplanctónica registrada en la RMICHA se obtuvo una variación entre 10,9 ind/m³ y 25 ind/m³, asociado a un valor medio de $19,2 \pm 5,1$ ind/m³. La abundancia zooplanctónica registrada en el AMERB Chañaral y Área de Acceso Libre (ALA) al sur del AMERB Chañaral, registra valores de 10,9 ind/m³ y 13,4 ind/m³, respectivamente. Referente a los niveles de diversidad, para el periodo de invierno se estima un índice promedio de diversidad de Shannon de $1,97 \pm 0,09$, asociado a una uniformidad moderada de 0,66.

Para el periodo de primavera se identificaron 38 especies o ítems taxonómicos. Referente a la abundancia zooplanctónica registrada en la RMICHA se obtuvo una variación entre 15,4 ind/m³ y 24,4 ind/m³, asociado a un valor medio de $20,2 \pm 2,9$ ind/m³. La abundancia zooplanctónica registrada en el AMERB Chañaral y Área de Acceso Libre (ALA) al sur del AMERB Chañaral, registra valores de 24,5 ind/m³ y 15,5 ind/m³, respectivamente. Referente a los niveles de diversidad, para el periodo de primavera se estima un índice promedio de diversidad de Shannon de $1,38 \pm 0,05$, asociado a una uniformidad baja de 0,42.

Para el periodo de verano se identificaron 31 especies o ítems taxonómicos. Referente a la abundancia zooplanctónica registrada en la RMICHA se obtuvo una variación entre 14,8 ind/m³ y 23,6 ind/m³, asociado a un valor medio de $19,1 \pm 2,9$ ind/m³. La abundancia zooplanctónica registrada en el AMERB Chañaral y Área de Acceso Libre (ALA) al sur del AMERB Chañaral, registra valores de 20,6 ind/m³ y 17,6 ind/m³, respectivamente. Referente a los niveles de diversidad, para el periodo de verano se estima un índice promedio de diversidad de Shannon de $1,62 \pm 0,02$, asociado a una uniformidad moderada de 0,54.

En términos generales, el sistema marino costero presentó una alta variación temporal de la abundancia zooplanctónica y tipo de especies presentes, durante las distintas campañas de muestreo consideradas. Entre los grupos taxonómicos relevantes en términos de su variación entre las distintas estaciones del año, se observa una clara dominancia del grupo artrópodo durante los 4 periodos analizados, con una mayor abundancia relativa del grupo molusco en otoño, particularmente de larvas mero-planctónicas de moluscos bivalvos; un aumento porcentual relevante del grupo cordata durante invierno, integrado casi exclusivamente por apendicularias, junto al registro de estados ontogenéticos tempranos (huevos y larvas) pertenecientes a la fracción ictioplanctónica del zooplancton; un incremento del grupo artrópodo en primavera junto al grupo branchiopoda, en paralelo a una disminución de cordados; y finalmente en verano un aumento de porcentual de cordados, chaetognatos e integrantes del grupo Cnidaria (Figura 29).

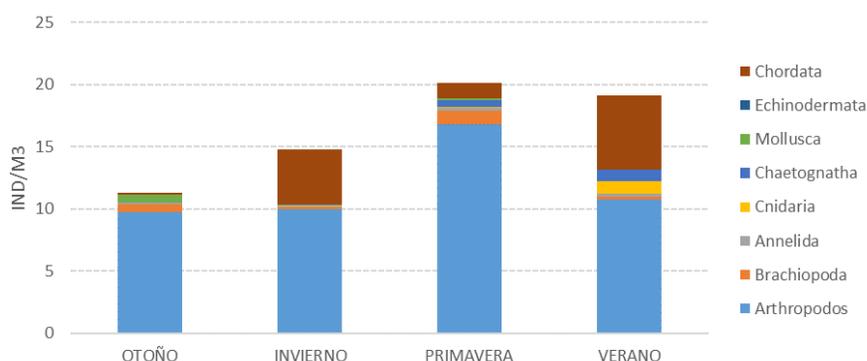


Figura 29. Densidad del zooplancton por grupo taxonómico, para las diferentes campañas de monitoreo realizadas.

4.2.2.1 IB5. Análisis de la calidad de agua y sedimentos

Para determinar la calidad ambiental de la columna de agua, se utilizó como referencia 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 del agua. Se contrastaron los valores de los parámetros analizados con los rangos de aceptabilidad establecidos en la normativa de referencia, concluyéndose que, en la mayoría de los casos, los parámetros se encontraban dentro de los rangos aceptables, a excepción del oxígeno disuelto en columna de agua en estaciones de muestreo de la RMICHA y AMERB durante la campaña de otoño (Tabla 53).

En cuanto a la calidad de los sedimentos marinos, no existe una normativa específica que defina un nivel de "calidad". Por lo tanto, se tomaron como base los límites establecidos en la normativa que dicta la Resolución Exenta 3612/2009 para determinar la condición aeróbica/anaeróbica en zonas de influencia de centros de cultivo. Si bien esto puede no ser adecuado para la zona de estudio, se propuso en el FIPA 2019-25 como una primera referencia en ausencia de una

normativa o base de comparación más adecuada. Los umbrales para cada parámetro establecido en la normativa y los niveles observados en la RMICHA por Thomas *et al.* (2022), así como también los resultados preliminares del presente proyecto se presentan en la Tabla 53. Al contrastar los valores observados con los rangos de aceptabilidad, se concluye que las condiciones de los sedimentos se mantienen acorde a la norma en todas las campañas y estaciones monitoreadas.

Tabla 53. Parámetros y rangos de aceptabilidad para definir la calidad de los sedimentos marinos y la columna de agua. En esta tabla, se proporciona como ejemplo, el rango de los parámetros observados por Thomas et al. (2022) en la actualización de la línea base. Los datos del año 2021 fueron extraídos de la línea base (Thomas et al., 2022) y los datos del año 2023 fueron levantados en el estudio actual. En amarillo se muestran los parámetros que se encuentran fuera de norma o muy cerca de esta situación.

Componente Zona	Parámetro	Rango de aceptabilidad	May	Nov	Mar	Ago	Oct	Dic
			2021	2021	2023	2023	2023	2023
Sedimento RMICHA	Materia Orgánica	≤ 9%	0,4	0,4	1,2	1,21	1,16	1,17
	pH	≥ 7,1	7,6	7,5	7,9	7,61	7,65	7,65
	Eh (Redox)	≥ 50 mV	148,0	191,0	123,2	151,83	148,99	148,99
Sedimento AMERB	Materia Orgánica	≤ 9%	S/I	S/I	0,9	1,05	0,33	*
	pH	≥ 7,1	S/I	S/I	7,7	7,79	7,93	*
	Eh (Redox)	≥ 50 mV	S/I	S/I	161,9	209,5	167,23	*
Sedimento ALA	Materia Orgánica	≤ 9%	S/I	S/I	1,2	1,87	1,96	*
	pH	≥ 7,1	S/I	S/I	7,6	7,67	7,58	*
	Eh (Redox)	≥ 50 mV	S/I	S/I	134,9	181,4	182,37	*
Columna de agua RMICHA	Oxígeno disuelto (1 m fondo)	≥ 2,5 mg/L	9,2	9,6	2,5	6,16	4,7	3,58
	pH	6,0 – 8,5	8,0	8,0	8,1	8,1	8,02	7,9
Columna de agua AMERB	Oxígeno disuelto (1 m fondo)	≥ 2,5 mg/L	S/I	S/I	2,2	6,11	3,72	3,49
	pH	6,0 – 8,6	S/I	S/I	7,9	7,96	7,61	7,79
Columna de agua ALA	Oxígeno disuelto (1 m fondo)	≥ 2,5 mg/L	S/I	S/I	4,6	6,06	3,36	3,64
	pH	6,0 – 8,7	S/I	S/I	8,2	8,1	7,82	8,2

4.2.3 Variación de la biodiversidad en hábitats representativos

4.2.3.1 Comunidades intermareales de fondos duros

Composición Taxonómica

La comunidad bentónica intermareal rocosa estuvo compuesta por 31 taxa en total para las campañas y sectores de monitoreo, de estas 28 taxa fueron reportados en otoño, 26 taxa en invierno, 23 taxa en primavera y 24 taxa en verano, en general el mayor predominio fue observado por el Phylum Mollusca los cuales tuvieron un porcentaje de representatividad a la riqueza del cada sector (RMICHA-AMERB-ALA) de un 56%. En el caso de las macroalgas, se reportó la presencia de Ochrophyta, Chlorophyta y Rhodophyta. El resto de los grupos taxonómicos estuvo conformado por los Phylum Cnidaria 20%, Equinodermata y Crustacea con un 12% (Figura 30 y Figura 31). En la zona supralitoral fue común observar poliquetos de la

Familia Pisionidae (entre las piedras), el anfípodo *Transorchestia chiliensis* y los isópodos *Tylos chilensis*, *Ligia novizelandiae* y *Porcellionides sexfasciatus*, además del ciempiés de la familia Geophilidae, en la zona mesolitoral bajo las piedras también fue común observar crustáceos de la familia porcellanidae entre ellos *Allopetrolisthes punctatus*, *Petrolisthes tuberculatus* y *Petrolisthes laevigatus* y el crustáceo de la familia Pinnotheridae *Cyclograpsus cinereus*.

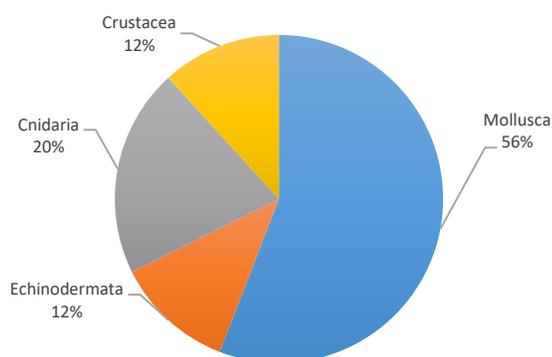


Figura 30. Distribución del aporte porcentual a la riqueza específica de los grupos taxonómicos de la comunidad bentónica intermareal de sustrato duro, registrados para el área de estudio. Región de Atacama. FIPA 2022-19.



Figura 31. Principales taxa que aportan a la riqueza específica de los principales grupos de la comunidad bentónica intermareal de sustrato duro, registrados para el área de estudio. Región de Atacama. FIPA 2022-19.

Abundancia y cobertura

En cuanto al monitoreo de la zona intermareal de la RMICHA, es importante destacar que las condiciones geográficas y climáticas predominantes en la zona dificultaron la realización de un monitoreo exhaustivo en esta área. Durante la campaña de verano, únicamente fue posible llevar a cabo el monitoreo de un punto en la zona intermareal de la reserva, gracias a la coincidencia

de condiciones climáticas favorables y niveles de marea apropiados y seguros. Como resultado, una parte significativa de la caracterización de la zona intermareal se basa en datos recopilados del AMERB Chañaral y del Área de Libre Acceso.

En términos generales, los resultados obtenidos en relación a la abundancia de los organismos presentes en los distintos niveles del intermareal de la zona de estudio mostraron que el nivel superior de las transectas de muestreo presentó las mayores abundancias disminuyendo hacia el intermareal inferior (Figura 32). Por otra parte, en términos de cobertura, los niveles inferiores mostraron los mayores valores de cobertura todas las transectas (Figura 33). La zona mesolitoral presentó un aumento en la cobertura en la campaña primavera y verano, principalmente por el alga *Ulva sp.*

Las especies registradas con mayor predominio en el intermareal corresponden a los moluscos *Echinolittorina peruviana* y *Austrolittorina araucana* en la zona Supralitoral, los gasterópodos *Siphonaria lessoni*, *Scurria araucana*, *Lottia orbigny* y las algas *Ulva sp.* y *Pyropia sp.* en la zona mesolitoral, mientras que en la zona infralitoral dominan las macroalgas *Lessonia berteroana*, *Colpomenia sinuosa*, *Codium sp.*, *Coralina oficinales* y coralinales crustosas.

Las Figura 34, Figura 35 y Figura 36 muestran fotografías de especies presentes en los tres sectores del intermareal, de las áreas de estudio, durante el periodo de estudio.

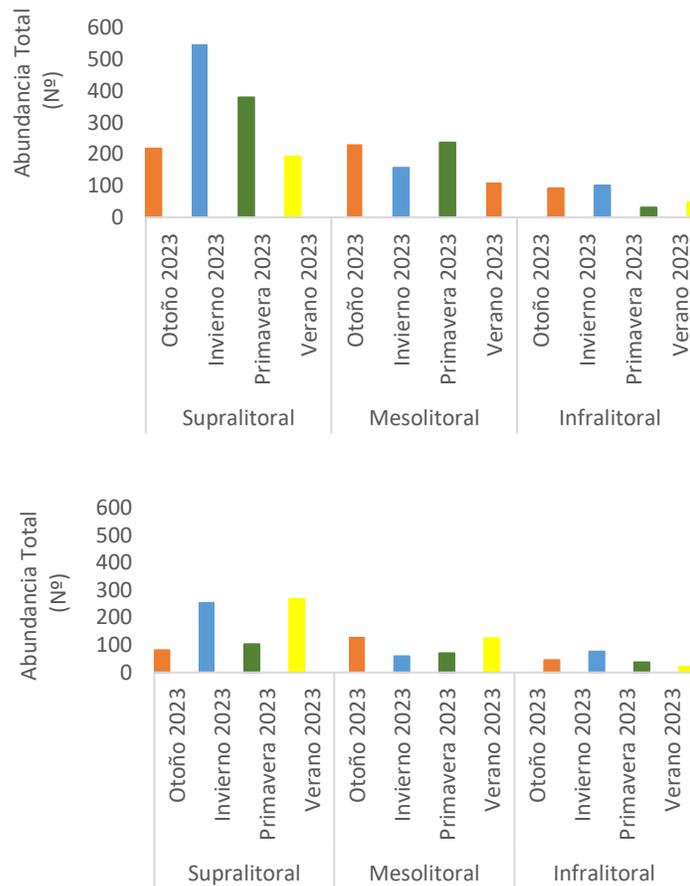


Figura 32. Abundancia promedio por cada nivel de la zona intermareal registrada para el área de estudio sector AMERB (figura superior) y ALA (figura inferior). Región de Atacama. FIPA 2022-19.

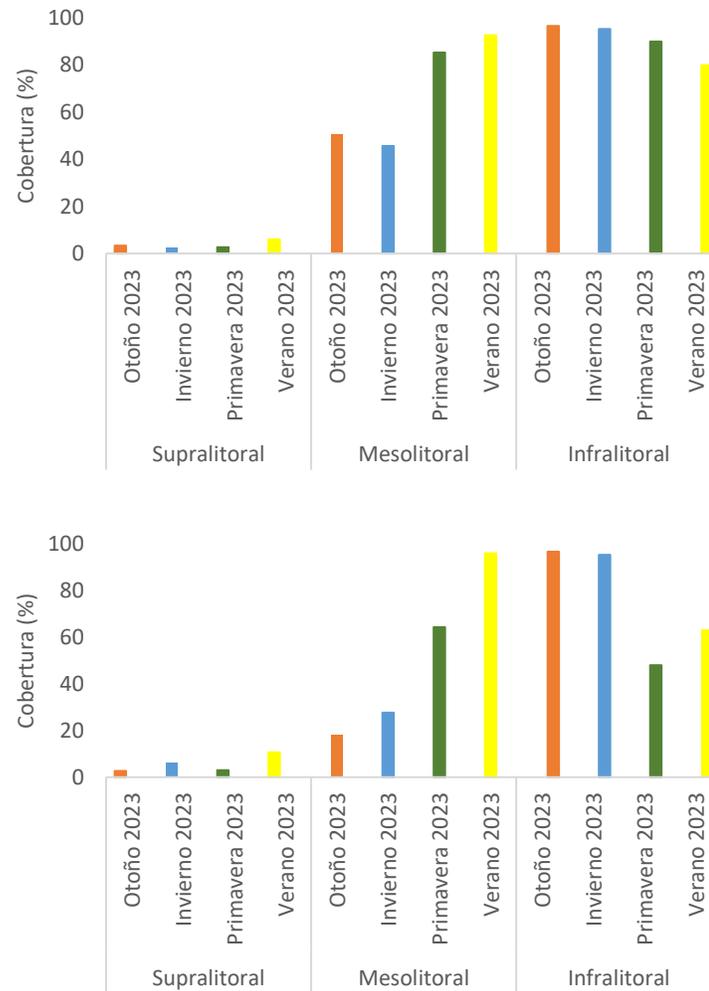


Figura 33. Cobertura promedio por cada nivel de la zona intermareal registrada para el área de estudio sector AMERB y ALA. Región de Atacama. FIPA 2022-19.



Figura 34. Taxa presentes en la zona supralitoral de las comunidades intermareales rocosas (RMICH-AMERB y ALA.). Proyecto FIPA 2022-19.

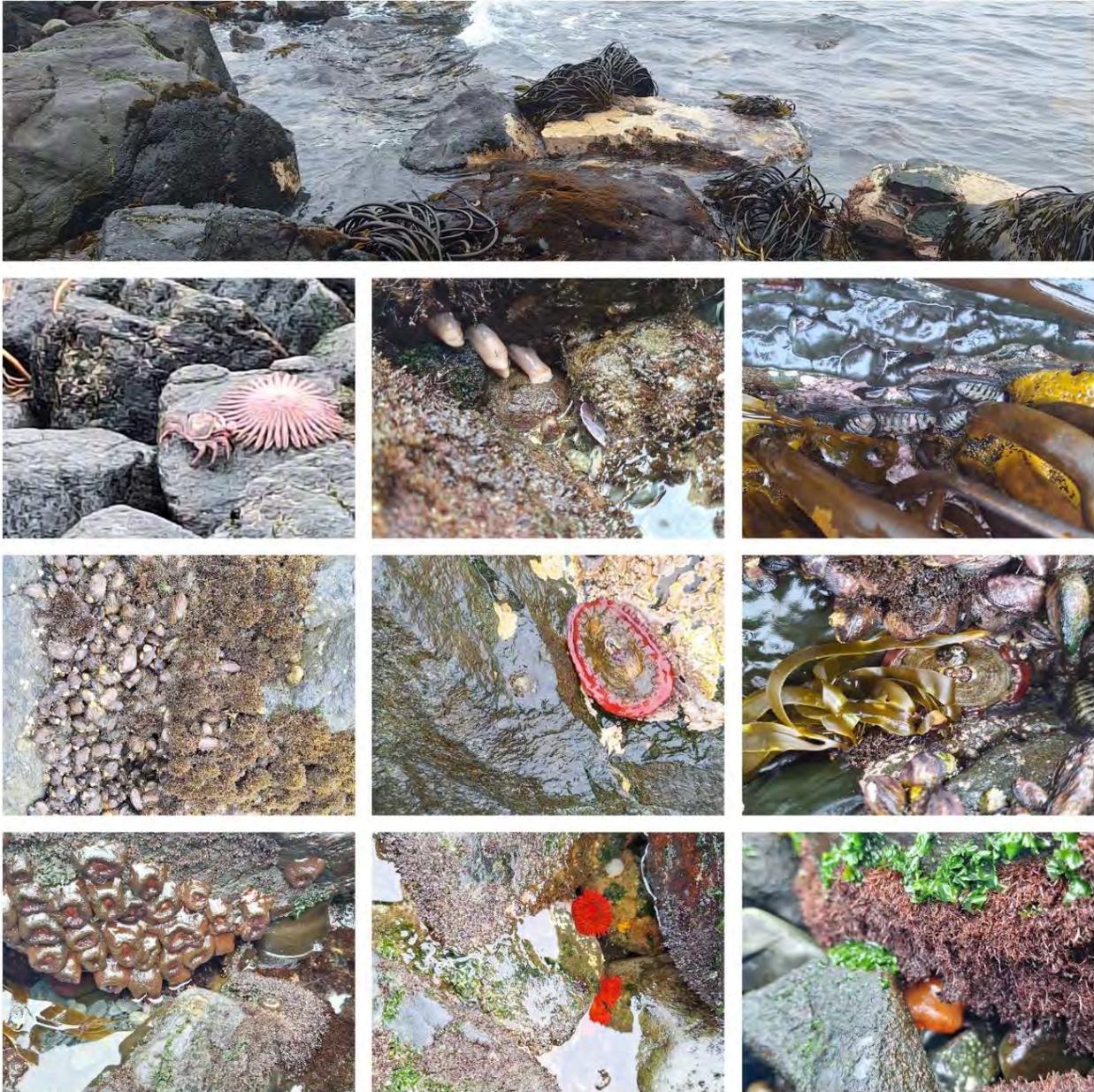


Figura 35. Taxa presentes en la zona Mesolitoral. Comunidades intermareales rocosos (RMICH-AMERB y ALA.). Proyecto FIPA 2022-19.



Figura 36. Taxa presentes en la zona infralitoral Comunidades intermareales rocosos (RMICH-AMERB y ALA.). Proyecto FIPA 2022-19.

Análisis Univariados

Los índices ecológicos fueron obtenidos para las estaciones correspondientes a fondo duro, los cuales fueron registrados en la Tabla 54.

Según los resultados obtenidos referentes a la riqueza específica, los valores presentan una fluctuación entre 3 especies y un máximo de 22. Las mayores riquezas se reportaron en las zonas Mesolitoral de los 3 sectores en estudio (RMICHA-AMERB-ALA) reportando un máximo de 22 taxa diferentes. La zona supralitoral es la zona que presentó a lo largo de todo el periodo de estudio la menor riqueza 3 a 4 taxa. Las especies presentes por zona, presentaron abundancias similares lo que se traduce en que el índice de uniformidad para la mayoría de las zonas de muestreo fue alto. Dado que la diversidad es una función de la abundancia de la uniformidad los valores reportados fueron bajos para la zona Supralitoral, para aumentar hacia la zona Mesolitoral e Infralitoral con valores moderados a buenos (EcoQ).

Tabla 54. Índices ecológicos promedio obtenidos para la macrofauna intermareal de fondos duros, sector **RMICHA, AMERB y ALA**. **S: riqueza de especies; N: Abundancia J': uniformidad; H': diversidad específica.** Región de Atacama. FIPA 2022-19.

Sector	Campaña	Zona	S	N	J'	H'(log2)
AMERB	Otoño	Supralitoral	3	218	0,91	1,45
		Mesolitoral	22	232	0,68	3,02
		Infralitoral	15	92	0,75	2,92
	Invierno	Supralitoral	4	546	0,93	1,86
		Mesolitoral	15	157	0,77	2,99
		Infralitoral	17	101	0,74	3,02
	Primavera	Supralitoral	3	380	0,97	1,54
		Mesolitoral	17	237	0,63	2,59
		Infralitoral	7	31	0,84	2,37
	Verano	Supralitoral	4	193	0,73	1,47
		Mesolitoral	10	111	0,6	1,99
		Infralitoral	9	48	0,69	2,21
ALA	Otoño	Supralitoral	2	81	0,79	0,79
		Mesolitoral	22	130	0,69	3,1
		Infralitoral	10	45	0,79	2,62
	Invierno	Supralitoral	3	256	0,94	1,49
		Mesolitoral	19	59	0,76	3,24
		Infralitoral	13	76	0,77	2,85
	Primavera	Supralitoral	3	103	0,97	1,54
		Mesolitoral	21	70	0,79	3,49
		Infralitoral	11	37	0,87	3,01
	Verano	Supralitoral	3	268	0,94	1,49

Sector	Campaña	Zona	S	N	J'	H'(log2)
		Mesolitoral	11	125	0,57	1,97
		Infralitoral	11	35	0,87	2,99
RMICHA	Verano	Supralitoral	5	337	0,59	1,36
		Mesolitoral	11	92	0,67	2,31
		Infralitoral	11	28	0,81	2,79

Comparación entre campañas

En términos de presencia/ausencia, se observa que la comunidad intermareal rocoso en la zona de estudio presenta similitudes en torno al 60 % en la mayoría de las réplicas de la zona supralitoral y de 40% en la mayoría de las réplicas para los niveles mesolitoral e infralitoral (Figura 37).

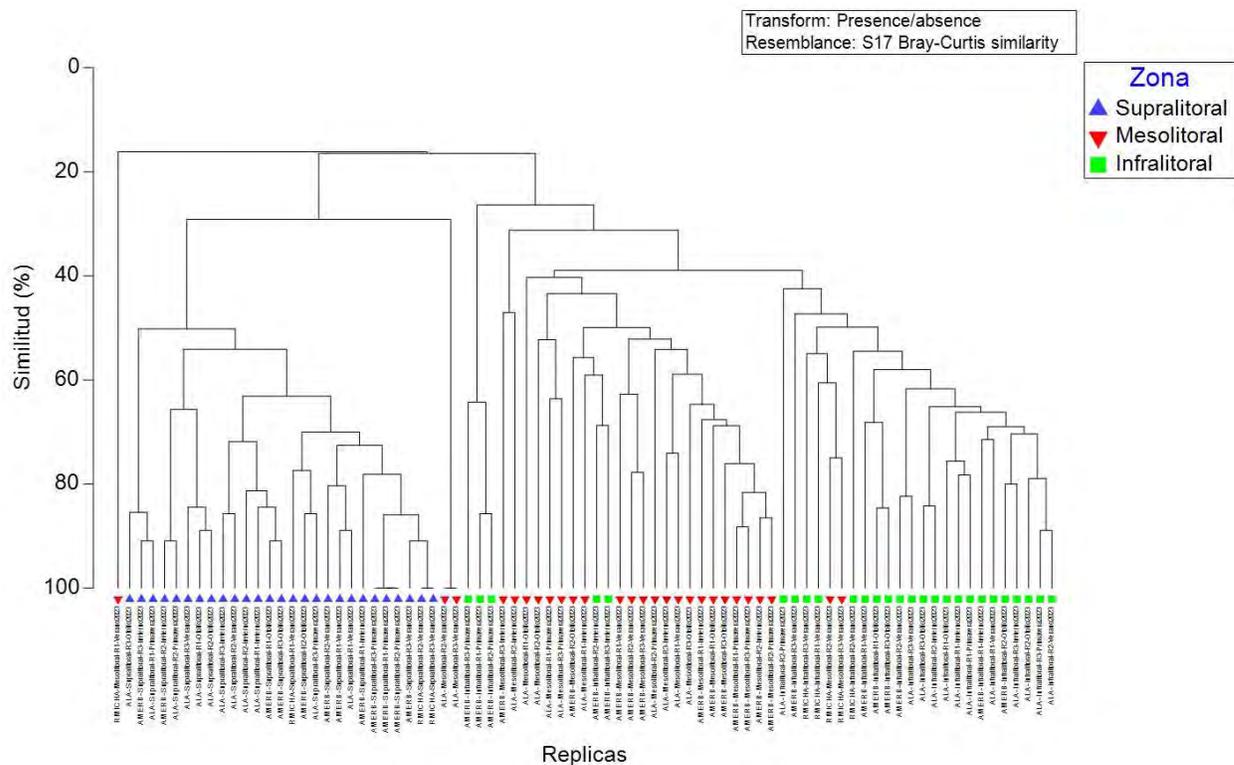


Figura 37. Dendrograma clasificadorio la comunidad intermareal rocosa. sector Reserva (RMICHA) AMERB y ALA. Región de Atacama. FIPA 2022-19.

Por otra parte, a partir del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) fue posible obtener un ordenamiento en dos dimensiones de las estaciones de muestreo correspondientes al área de interés. Se observó que las comunidades bentónicas intermareales de fondo duro observadas, presentan una zonación típica, el gasterópodo *Echinolittorina peruviana* dominando la zona superior, gasterópodos, la estrella *Heliasther helianthus* y las algas *Ulva sp* y *Pyropia sp.* dominando la zona media y el alga parda *Lessonia berteriana* dominando el nivel bajo, formando grupos diferenciables. Estos resultados fueron validados mediante la prueba ANOSIM que indicó que en términos de presencia/ausencia los niveles alto, medio y bajo son diferentes en su estructura comunitaria ($R \neq 0$; $p: 0,1\%$) (Figura 38).

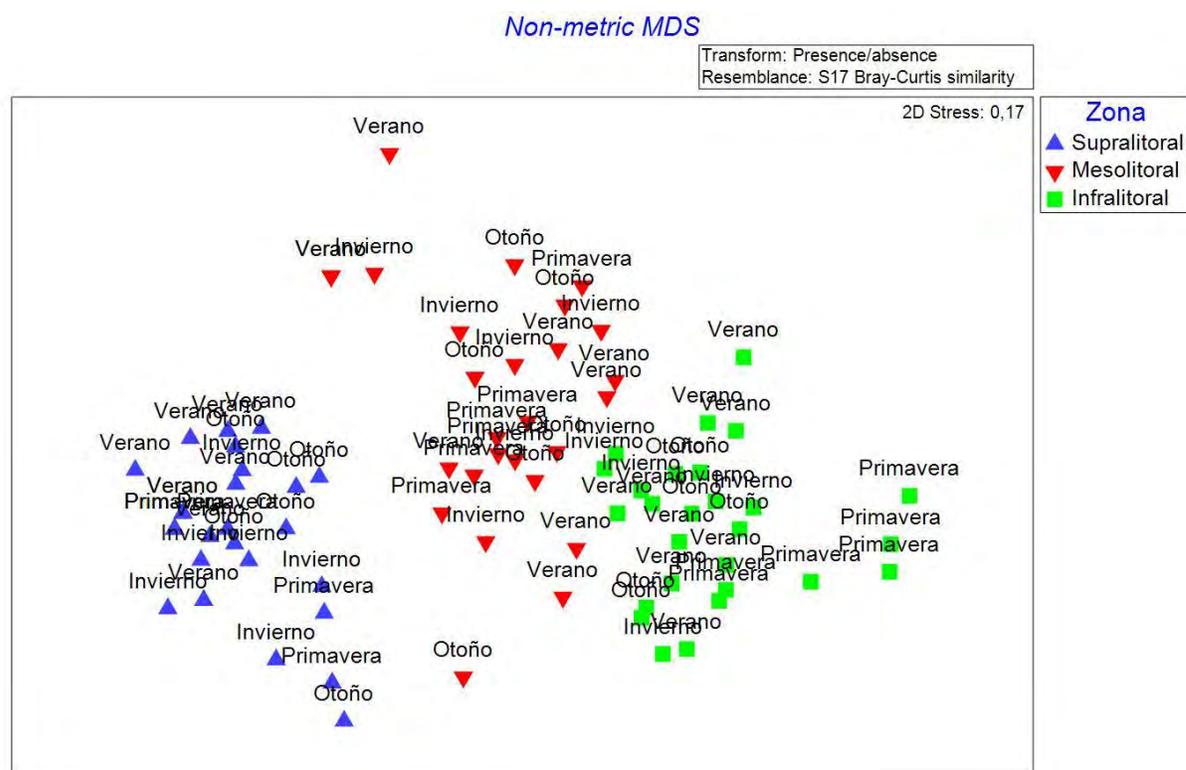


Figura 38. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico de la comunidad intermareal de macrofauna de fondo duro sector Reserva (RMICHA) AMERB y ALA. Región de Atacama. FIPA 2022-19.

El análisis SIMPER indica que las especies que están generando las diferencias significativas entre las zonas Infralitoral, Mesolitoral e Infralitoral serían principalmente los moluscos: *Echinolittorina peruviana* y *Austrolittorina araucana* en la zona Supralitoral, taxa presentes en mayores abundancias en todos los sitios de monitoreo (RMICHA-AMERB y ALA) (Tabla 55, Tabla 56 y Tabla 57).

Tabla 55. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona supralitoral y mesolitoral. Proyecto FIPA 2022-19.

Taxa	Supralitoral	Mesolitoral	Contribución (%)	Acumulado (%)
	Av. Abund	Av. Abund		
<i>Echinolittorina peruviana</i>	38,44	2,89	30,9	30,9
<i>Austrolittorina araucana</i>	29,48	0,19	23,65	54,55
<i>Jehlius cirratus</i>	15,26	16,37	18,86	73,42

Tabla 56. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona supralitoral e infralitoral. Proyecto FIPA 2022-19.

Taxa	Supralitoral	Infralitoral	Contribución (%)	Acumulado (%)
	Av. Abund	Av. Abund		
<i>Echinolittorina peruviana</i>	38,44	0	34,8	34,8
<i>Austrolittorina araucana</i>	29,48	0	25,15	59,95
<i>Jehlius cirratus</i>	15,26	0,63	14,73	74,68

Tabla 57. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona Mesolitoral e Infralitoral. Proyecto FIPA 2022-19

Taxa	Mesolitoral	Infralitoral	Contribución (%)	Acumulado (%)
	Av. Abund	Av. Abund		
<i>Jehlius cirratus</i>	16,37	0,63	23,6	23,6
<i>Perumytilus purpuratus</i>	6,67	2,07	12,41	36,02
<i>Scurria araucana</i>	2,63	4,37	10,41	46,43
<i>Siphonaria lessoni</i>	2,81	3,48	9,05	55,48
<i>Lottia orbigny</i>	2,19	2,3	6,77	62,25
<i>Phymactis papilosa</i>	2,04	0,41	5,15	67,4
<i>Echinolittorina peruviana</i>	2,89	0	4,15	71,55

4.2.3.2

4.2.3.3 Comunidades submareales de fondos duros

Composición Taxonómica

La comunidad bentónica submareal rocosa estuvo integrada por un total de 71 taxones considerando las cuatro campañas de estudio y todos los sectores de monitoreo. De estos, 12 taxones correspondieron a algas, distribuidos entre los phylum Rhodophyta, Ochrophyta y Chlorophyta, en orden decreciente de abundancia. Durante el periodo de estudio, el Phylum Mollusca constituyó el 31% del total con 22 taxones, seguido por el Phylum Arthropoda con el 18,3% que representó 13 taxones. Además, el Phylum Echinodermata comprendió el 14,1% con 10 taxones, y le siguió el Phylum Rhodophyta con el 8,5%, representado por 6 taxones (Figura 39). En la parte inferior de la Figura 39, se visualiza la contribución porcentual de las especies más abundantes. Destaca el Echinodermata *Tetrapygus niger*, con la mayor contribución, representando el 27,5%. Le sigue el crustáceo de la subclase Cirripedia *Balanus laevis*, con un 20,8%, y el Crustáceo decápodo *Rhynchocinetes typus*, con un 16,4%. Además, se destaca el Mollusca Gastropoda *Tegula tridentata*, con una contribución del 13,7%.

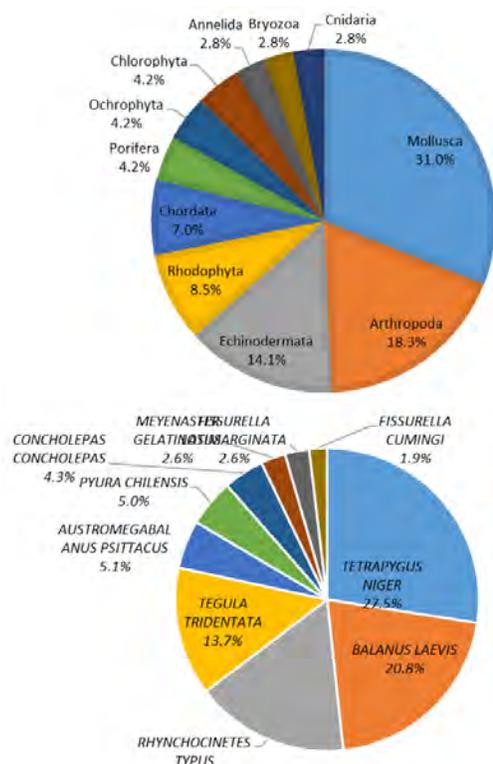


Figura 39. Distribución del aporte porcentual a la riqueza específica de los grupos taxonómicos (Arriba) y taxa más abundantes (Abajo) de la comunidad bentónica submareal de sustrato duro, registrados para el área de estudio. Región de Atacama. FIPA 2022-19.

Análisis Univariados

A continuación, se presentan resultados de los índices ecológicos promedios obtenidos para la macrofauna submareal de fondos duros en los sectores Reserva (RMICHA), AMERB y ALA durante las cuatro campañas 2023 (Tabla 58).

En la RMICHA se observó una máxima riqueza de especies en otoño con 36 especies, mientras que el mínimo se registró en invierno con 32 especies. La abundancia máxima fue encontrada en invierno con 2,817 individuos, mientras que la mínima se detectó en primavera con 1,202 individuos. Respecto a la uniformidad, el máximo se alcanzó en primavera con un índice de 0.70, y el mínimo en verano con 0.58. Por último, la máxima diversidad específica se observó en primavera con un valor de 3.55, y el mínimo en invierno con 2.95.

En el sector AMERB, la máxima riqueza de especies se observó en invierno y primavera con 18 especies, mientras que el mínimo fue en verano con 16 especies. La mayor abundancia se registró en invierno con 433 individuos, y la menor en verano con 130 individuos. Respecto a la uniformidad, el máximo se encontró en otoño con 0.84, y el mínimo en invierno con 0.54. Finalmente, la máxima diversidad específica se observó en otoño con 3.45, y el mínimo en verano con 2.37.

En el sector ALA, se registró la máxima riqueza de especies en invierno con 22 especies, mientras que el mínimo se observó en primavera con 16 especies. La mayor abundancia se detectó en otoño con 1.118 individuos, y la menor en primavera con 113 individuos. Respecto a la uniformidad, el máximo se encontró en primavera con 0.75, y el mínimo en verano con 0.37. Por último, la máxima diversidad específica se registró en invierno con 3.05, y el mínimo en verano con 1.67.

Estos resultados reflejan las variaciones estacionales en la composición y estructura de la macrofauna submareal en los diferentes sectores de estudio, destacando la importancia de considerar los cambios temporales en los estudios de ecología marina para una gestión efectiva de los ecosistemas.

Tabla 58. Índices ecológicos promedio obtenidos para la macrofauna submareal de fondos duros, sector Reserva (RMICHA) AMERB y ALA. S: riqueza de especies; N: Abundancia J': uniformidad; H': diversidad específica. Región de Atacama. FIPA 2022-19.

Sector	Campaña 2023	S	N	J'	H'(log ₂)
RMICH	Otoño	36	2578	0.54	2.83
	Invierno	32	2817	0.59	2.95
	Primavera	34	1202	0.70	3.55
	Verano	34	2040	0.58	2.97
AMERB	Otoño	17	253	0.84	3.45
	Invierno	18	433	0.54	2.26
	Primavera	18	336	0.72	2.98
	Verano	16	130	0.59	2.37
ALA	Otoño	20	1118	0.66	2.85
	Invierno	22	232	0.68	3.05
	Primavera	16	113	0.75	3.00
	Verano	22	458	0.37	1.67

Comparación entre campañas

En términos de presencia/ausencia, se observa que la comunidad submareal rocosa en la zona de estudio presenta similitudes entre el 50-60 % en la mayoría de las transectas de AMERB y ALA y entre 60-70 las transectas del RMICH (Figura 40).

Por otra parte, a partir del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) fue posible obtener un ordenamiento en dos dimensiones de las transectas de muestreo correspondientes al área de interés, durante las cuatro campañas (Figura 41). Estos resultados fueron validados mediante la prueba ANOSIM indicó que existe una diferencia en su estructura comunitaria entre RMICH con AMERB y ALA ($R \neq 0$; $p: 0,1\%$), mientras que entre AMERB y ALA no existieron diferencias significativas (Tabla 59).

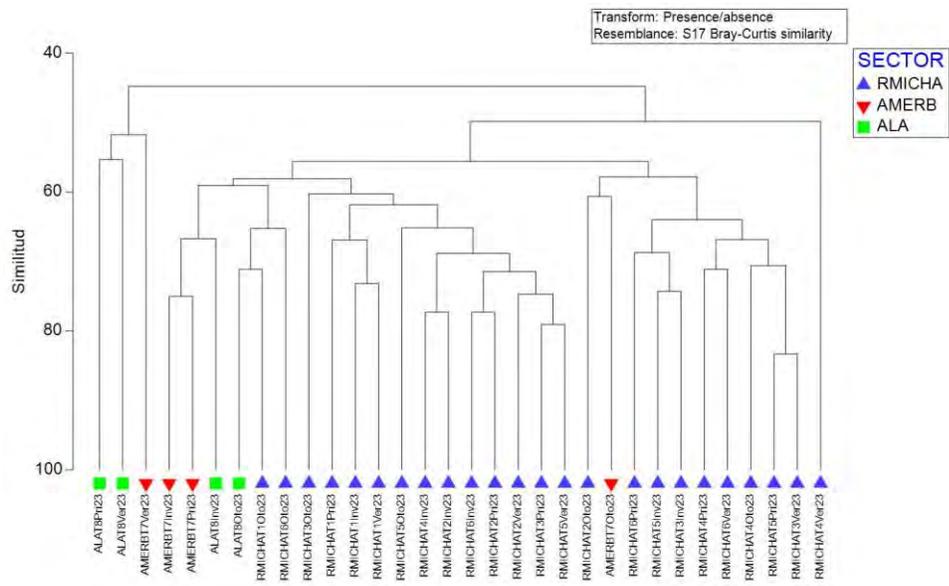


Figura 40. Dendrograma clasificatorio la comunidad submareal rocoso. sector Reserva (RMICHA) AMERB y ALA. Región de Atacama. FIPA 2022-19.

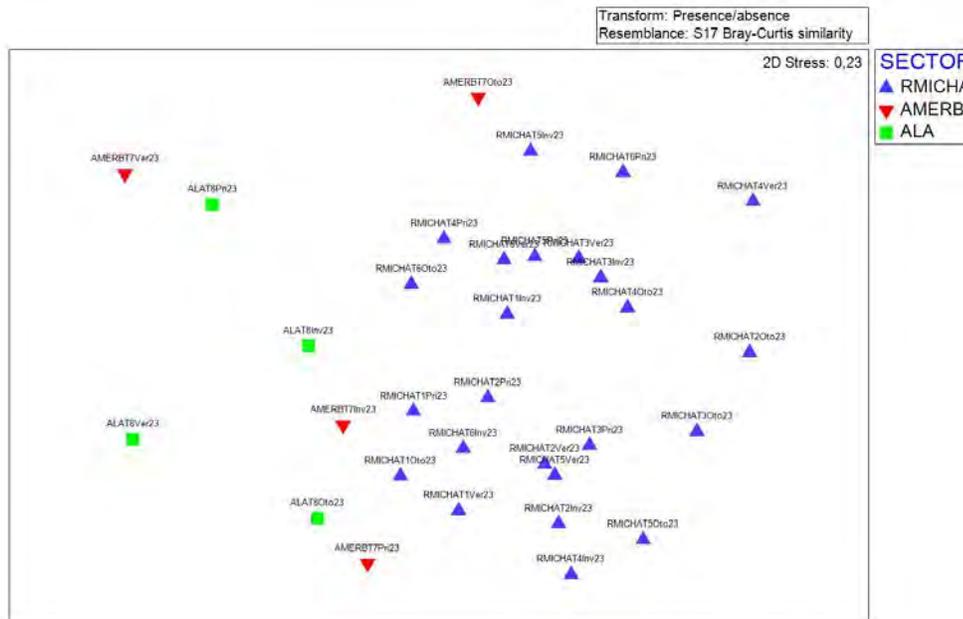


Figura 41. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico de la comunidad submareal de macrofauna de fondo duro sector Reserva (RMICHA) AMERB y ALA. Región de Atacama. FIPA 2022-19.

Tabla 59. Resultados de análisis de Similitud (ANOSIM) de una vía para validar diferencias significativas entre sectores de muestreo a lo largo del periodo de estudio. Prueba Global y Test Pareados.

Prueba Global		
Valor del Estadístico R		0,528
Nivel de significancia obtenido (%)		0,1
Nivel de significancia de Rechazo (%)		5%
Número de permutaciones realizadas		999
Frecuencia de R'>R		0
Test Pareado	R Estadístico	Nivel de Significancia
RMICH-AMERB	0.487	0,2 %
RMICH-ALA	0.614	0,1 %
AMERB-ALA	-0.156	85,7 %

El análisis SIMPER indica que las especies que están generando las diferencias significativas entre la Reserva Marina de Isla Chañaral y el AMERB y ALA son el equinodermo *Tetrapygyus niger* con una disimilaridad de 29,9 % y 27,47 % respectivamente y El artrópodo decápodo *Rhynchocinetes typus* con un 17,35 % y 16,41% para el AMERB y ALA. Les sigue el molusco gastropoda *Tegula tridentata*, con un 13,7 y 12,58 % respectivamente, contribuyendo en disimilaridad en un 50% para la RMICHA y los sectores del AMERB y ALA (Tabla 60 y Tabla 61).

Tabla 60. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud, entre sectores RMICHA y AMERB. Proyecto FIPA 2022-19

Taxa	RMICH Av.Abund	AMERB Av.Abund	Contribución (%)	Acumulado (%)
<i>Tetrapygyus niger</i>	643	0.5	29.9	29.9
<i>Rhynchocinetes typus</i>	360.5	17.5	17.35	47.25
<i>Tegula tridentata</i>	317.5	1.5	13.7	60.96

Tabla 61. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud, entre sectores RMICHA y ALA. Proyecto FIPA 2022-19

Taxa	RMICH	AMERB	Contribución (%)	Acumulado (%)
	Av.Abund	Av.Abund		
<i>Tetrapygyus niger</i>	643	0	27.47	27.47
<i>Rhynchocinetes typus</i>	360.5	5.75	16.41	43.89
<i>Tegula tridentata</i>	317.5	2.5	12.58	56.47
<i>Balanus laevis</i>	294.75	125	11.86	68.33

4.2.3.4 Comunidades submareales de fondos blandos

A continuación, se entregan los resultados del análisis comunitario de la macrofauna bentónica submareal de fondos blandos de 8 estaciones de monitoreo 6 de ellas ubicadas en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), 1 estación ubicada en el AMERB Chañaral y 1 estación ubicada en zona de Libre Acceso (ALA) aledaña al AMERB, en cada una de estas estaciones se tomaron 3 réplicas, con una draga de 0,1m². En total se analizaron 96 muestras.

Abundancias totales

Los resultados indican que durante el periodo de estudio se recolectaron 45.611 individuos distribuido en 113 taxa, 108 de estos fueron registrados en las estaciones ubicadas en la reserva y 25 taxa y 23 taxa fueron reportados en las 4 campañas de monitoreo en las estaciones ubicadas en el AMERB Chañaral y el Área de Libre Acceso (ALA) respectivamente (Tabla 62).

Tabla 62. Riqueza y Abundancia total registrada en las 4 campañas de monitoreo. En cada una de las zonas de estudio.

Ubicación	Riqueza total (S)	Abundancia Total (N)
RMICHA (E1a E6)	108	42.931
AMERB (E7)	25	1.226
ALA (E8)	23	1.454

Desde el punto de vista estacional, la campaña de invierno-23 registro en total la mayor riqueza con 117 taxa seguido de la campaña de primavera-23 con 93 taxa, esta campaña fue la que presento la mayor abundancia con 16.747 individuos seguido de la campaña de invierno-23 (Tabla 63)

Tabla 63. Riqueza y Abundancia total registrada en las 4 campañas de monitoreo. Año 2023.

Ubicación	Riqueza total (S)	Abundancia Total (N)
RMICHA (E1a E6)	108	42.931
AMERB (E/)	25	1.226
ALA (E8)	23	1.454

La composición de la comunidad bentónica de los fondos blandos del área submareal de las estaciones ubicadas en la RMICHA, mostró que el Phylum Arthropoda presentó un 45% del total de las especies, seguido por el Phylum Mollusca con 31% y el Phylum Annelida, que aportó con un 24%. Los taxa más dominantes en esta zona fueron Ostracoda spp. (23%), *Crenella sp.* (18%), Nematodos spp. (9,35%) e *Incatella cingulata* (8,19%) (Figura 42). Las fotografías de las especies más representativas de esta zona se registran en la Figura 43.

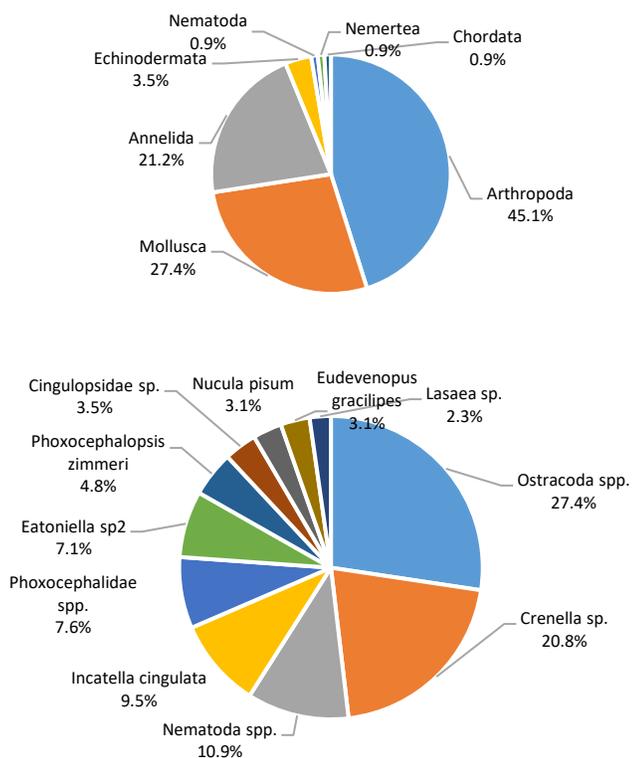


Figura 42. Distribución general la de abundancia (N°/ind) en porcentaje de grandes grupos (arriba) y taxones más abundantes (Abajo de las comunidades bentónicas de fondos blandos, pertenecientes a las estaciones ubicadas en la Reserva Marina Isla Chañaral, Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.



Figura 43. Taxones más abundantes (N°ind) registrados durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH) Proyecto FIPA 2022-19

Por su parte, la composición de la comunidad bentónica de los fondos blandos del área submareal de las estaciones ubicadas en el AMERB, mostró que el Phylum Arthropoda presentó un 44% del total de las especies, seguido por el Phylum Annelida con 32% y el Phylum Mollusca que aportó con un 16%. Los taxos más dominantes en esta zona fueron el anfípodo *Phoxocephalopsis zimmeri* (28%), Nematodos spp. (26%), poliquetos de la familia Orbiinidae (7) y Ostrácodos spp. (7%) (Figura 44). En la Figura 45, se registran fotografías de las especies más representativas de esta zona.

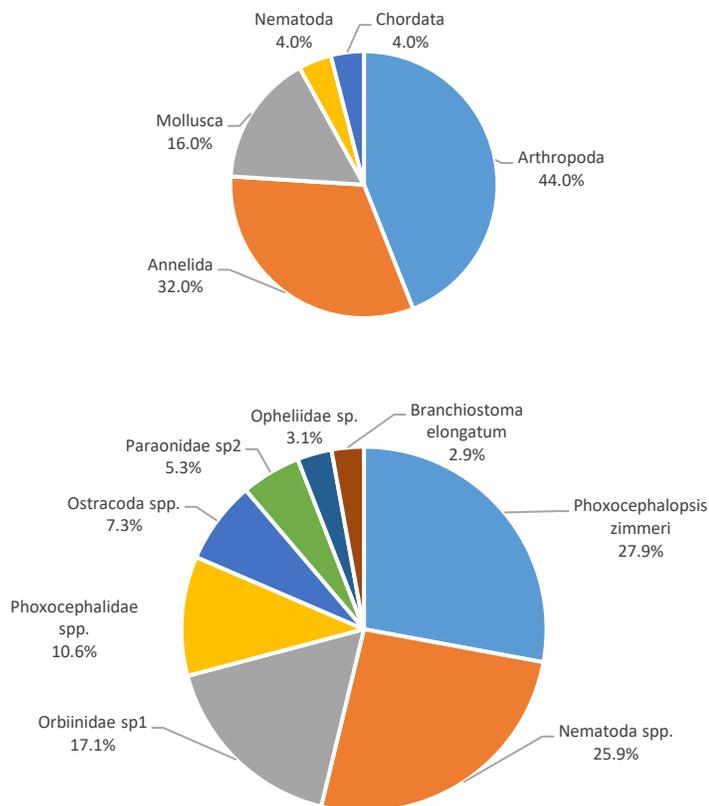


Figura 44. Distribución general la de abundancia (N°/ind) en porcentaje de grandes grupos (arriba) y taxones más abundantes (Abajo de las comunidades bentónicas de fondos blandos, pertenecientes a las estaciones ubicadas en el AMERB Chañaral, Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.



Figura 45. Taxones más abundantes (N°ind) registrados durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en el AMERB Chañaral. Proyecto FIPA 2022-19.

La composición de la comunidad bentónica de los fondos blandos del área submareal de las estaciones ubicadas en la reserva (RMICH), mostró que el Phylum Arthropoda presentó un 50% del total de las especies, seguido por el Phylum Annelida con 27% y el Phylum Mollusca, que aportó con un 18%. Los taxa más dominantes en esta zona fueron el anfípodo *Phoxocephalopsis zimmeri* e individuos de la familia Phoxocephalidae que en conjunto aportan el 59 % del total de individuos recolectados, Nematoda spp. (10%), Ostracoda spp. (9%) el Isópodo *Macrochiridothea setifer* (5%) y anfípodo *Eudevenopus gracilipes* (5%) (Figura 46). En la Figura 47, se registran fotografías de las especies más representativas de esta zona.

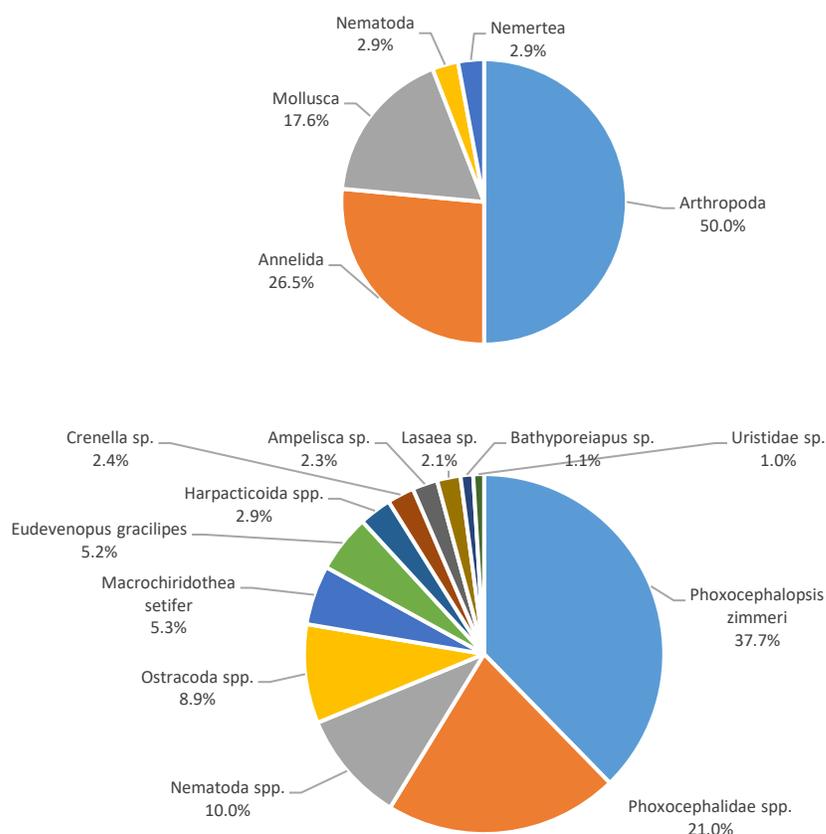


Figura 46. Distribución general de la abundancia (N°/ind) en porcentaje de grandes grupos (arriba) y taxones más abundantes (Abajo de las comunidades bentónicas de fondos blandos, pertenecientes a las estaciones ubicadas en Área de Libre Acceso (ALA), Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19



Figura 47. Taxones más abundantes (N°ind) registrados durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.

Índices univariados

Con relación a los índices univariados, es posible indicar que la riqueza (S) presentó valores promedio mayores en las estaciones ubicadas en la Reserva (RMICH), con excepción de la estación RMICH-E5 y E6 campaña Otoño-23. El mayor registro (42 taxa) se presentó en la estación RMICH-E3 campaña Primavera-23 y el menor (5 Taxa) en la estación RMICH E6 campaña Otoño-23 (Tabla 64 y Figura 48).

Tabla 64. Resumen de valores promedio de Riqueza (S), de los ensambles de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada zona de monitoreo durante todo el periodo de estudio. Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.

Campaña	Riqueza (S)															
	RMICH												AMERB		ALA	
	SITIO 1						SITIO 2									
	E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		E8	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Otoño-23	37	4,73	14	5,51	17	5,51	13	1,53	6	3,51	5	2,31	13	0,58	14	3,1
Invierno-23	23	6,66	21	5,86	*		20	3,51	25	6,03	30	2,65	14	6,81	17	2,65
Primavera-23	38	5	27	11,6	44	9,71	42	4,04	23,3	7	17	5,57	10	1,53	16	3,05
Verano-23	30	6,08	13	4,58	18	6,51	15	1,15	14	9,54	10	4	*		*	

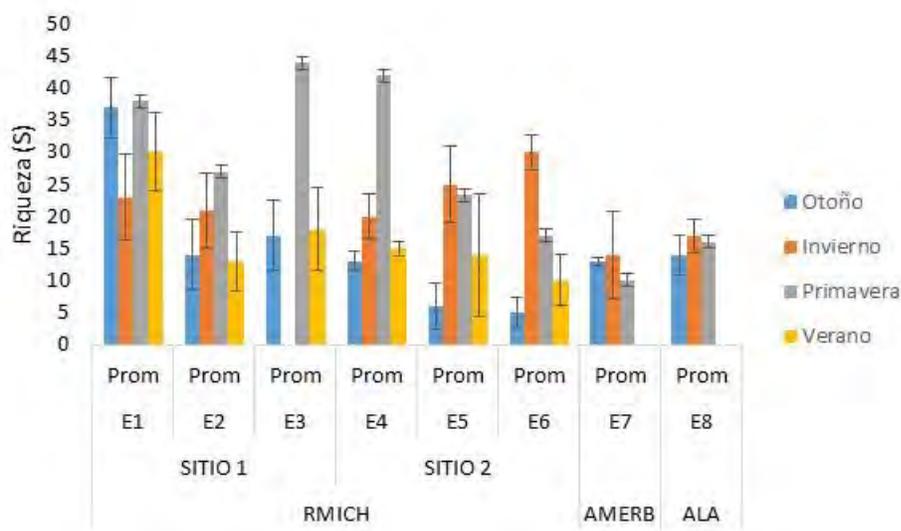


Figura 48. Riqueza registrada durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.

La abundancia promedio considerando todas las estaciones muestreadas fue mayor durante la campaña de invierno-23 registrando los mayores valores en la estación RMICH-E6 con 1178 ± 232 individuos recolectados. En general, es posible indicar que las estaciones presentes en la Reserva Marina (sitios 1 y 2) presentaron los mayores valores de abundancia, en contraste las estaciones AMERB y ALA presentaron a lo largo de todas las campañas de muestreo los menores valores siendo el menor el reportado en la estación AMERB-E7 campaña Otoño-23. (Tabla 65 y Figura 49).

Tabla 65. Resumen de valores promedio de Abundancia(N), de los ensambles de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada zona de monitoreo durante todo el periodo de estudio. Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.

Campaña	Abundancia (N)															
	RMICH												AMERB		ALA	
	SITIO 1				SITIO 2											
	E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		E8	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Otoño-23	954	545	492	262	683	372	324	213	142	103	173	81	94	27	103	25
Invierno-23	448	188	445	82	*		536	154	788	634	1178	232	178	91	219	104
Primavera-23	644	153	822	161	1464	505	891	299	624	415	837	269	136	28	162	39
Verano-23	640	165	350	120	464	279	226	159	207	171	285	189	*		*	

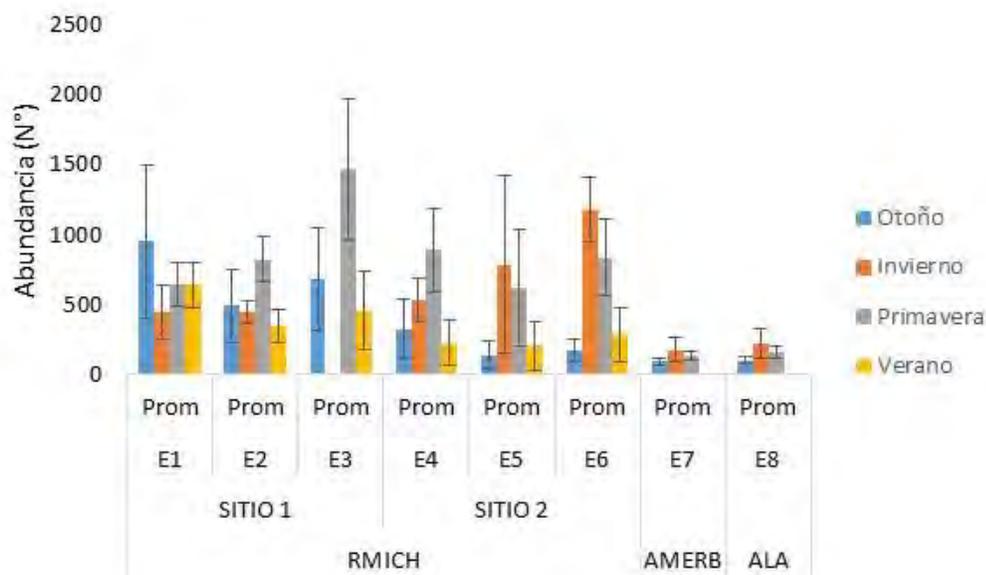


Figura 49. Abundancia Total Promedio (N) registrada durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.

En relación con la uniformidad (J'), la estación RMICH-SI-E1 otoño-23 presentó el menor valor promedio ($0,33 \pm 0,25$) debido principalmente a las altas abundancias de ciertas especies entre ellas *Crenella sp* y *Ostracodos spp.* que entre ambas superan el 50% de los individuos de cada una de las réplicas de esa estación. El mayor valor se registró en la campaña de invierno-23 ($0,74 \pm 0,01$) estación que, a pesar de presentar menores riquezas, las especies más abundantes presentan abundancias similares (Tabla 66 y Figura 50).

Tabla 66. Resumen de valores promedio de Uniformidad (J'), de los ensambles de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada zona de monitoreo durante todo el periodo de estudio. Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.

Campaña	Uniformidad (J')															
	RMICH												AMERB		ALA	
	SITIO 1				SITIO 2								E7		E8	
	E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		E8	
Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	
Otoño-23	0,33	0,25	0,41	0,12	0,45	0,17	0,54	0,18	0,73	0,13	0,66	0,06	0,71	0,02	0,58	0,1
Invierno-23	0,62	0,04	0,59	0,08	*		0,64	0,09	0,52	0,12	0,61	0,01	0,74	0,01	0,58	0,13
Primavera-23	0,46	0,1	0,51	0,05	0,59	0,06	0,57	0,02	0,65	0,08	0,73	0,07	0,48	0,16	0,51	0,14
Verano-23	0,38	0,04	0,52	0,12	0,58	0,14	0,64	0,11	0,48	0,11	0,61	0,16	*		*	

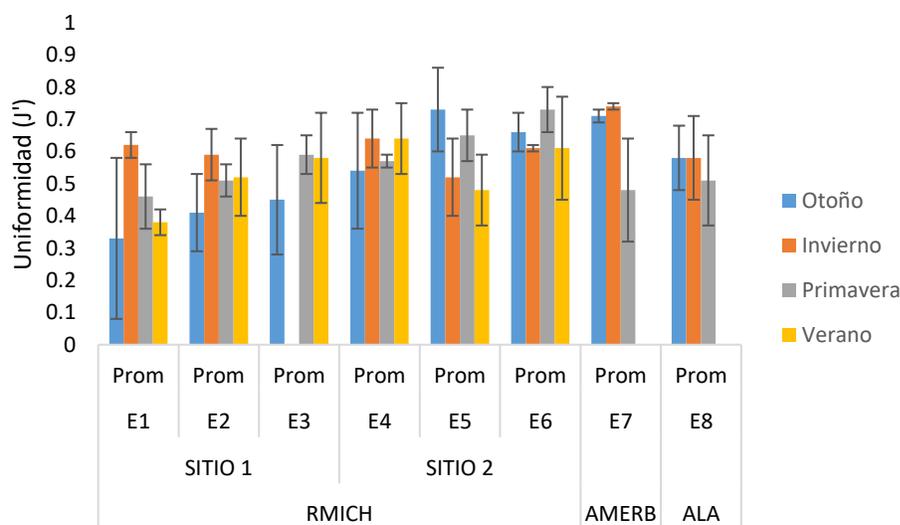


Figura 50. Uniformidad (J') registrada durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.

La diversidad (H' log2) presentó valores promedio en su mayoría en el rango de moderada ($2 < H' \leq 3$) a buena ($3 < H' \leq 4$) calidad ecológica (EcoQ), se observa que las diversidades en todas las estaciones de muestreo presentan los menores valores en Otoño-23 para aumentar en la campaña de Invierno-23 y Primavera-23, en estas campañas se reportaron los mayores valores en la mayoría de las estaciones, para luego disminuir durante la campaña de Verano-23. (Tabla 67 y Figura 51)

Tabla 67. Resumen de valores promedio de Diversidad (H'_{log_2}), de los ensamblajes de invertebrados macrobentónicos caracterizados en cada zona de monitoreo durante todo el periodo de estudio. Región de Atacama. Proyecto FIPA 2022-19.

Campaña	Diversidad H'_{log_2}															
	RMICH												AMERB		ALA	
	SITIO 1						SITIO 2									
	E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		E8	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Otoño-23	1,75	1,37	1,51	0,23	1,78	0,56	2	0,64	1,81	0,68	1,52	0,23	2,68	0,07	2,22	0,53
Invierno-23	2,81	0,42	2,58	0,57	*		2,76	0,47	2,37	0,39	2,99	0,08	2,69	0,69	2,37	0,52
Primavera-23	2,43	0,56	2,35	0,24	3,2	0,41	3,09	0,17	2,88	0,07	2,95	0,61	1,59	0,64	2,02	0,62
Verano-23	1,87	0,24	1,86	0,22	2,37	0,54	2,53	0,46	1,67	0,7	2,04	0,89	*		*	

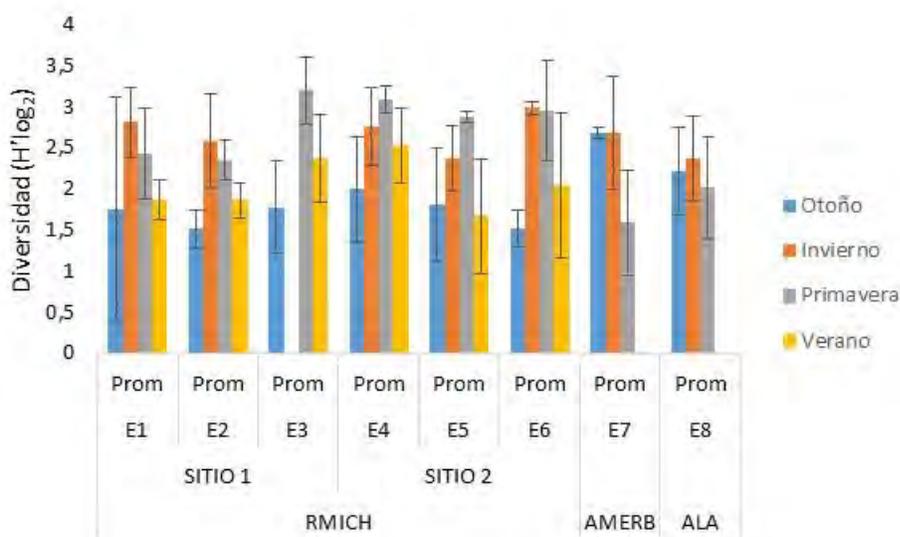


Figura 51. Diversidad (H'_{log_2}) registrada durante el periodo de estudio. Estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.

Las curvas de dominancia K revelan que el sector ALA exhibe una mayor dominancia, esta dominancia es generada principalmente por las abundancias de anfípodos de la familia *Phoxocephalidae*. Por otro lado, los sectores AMERB y Reserva Marina (RMICHA) presentaron una menor dominancia ambos, si bien ambos parten la curva a un nivel similar en el eje "Y" es dado por las abundancias de las especies *Phoxocephalopsis zimmeri* y *nematoda spp.* para el sector AMERB y *Crenella sp.*, *Ostracoda* e *Incatella cingulata* para la zona de estudio RMICH. (Figura 52).

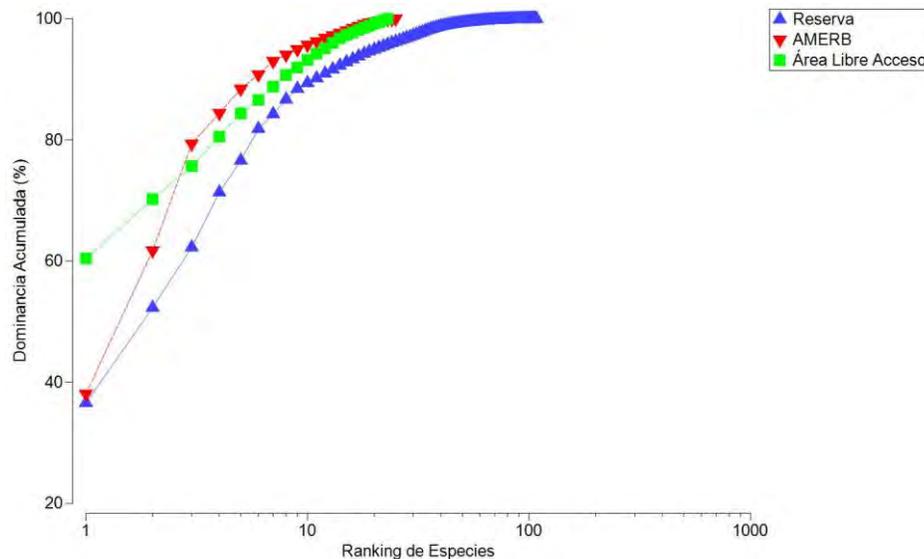


Figura 52. Curva K-dominancia del ensamble macrobentónico para estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Proyecto FIPA 2022-19.

Análisis multivariados

El análisis nMDS (Figura 53) permitió agrupar y ordenar en un espacio de dos dimensiones los datos provenientes de distintos sistemas de gestión y distintas campañas de monitoreo. La configuración resultante permitió identificar si los factores analizados se agrupan formando grupos. El valor de estrés como resultado del análisis fue de 0,18 lo que indica que la representación multivariada se ajusta a la matriz de datos originales.

Se observó que las muestras Reserva, AMERB y ALA se separan formando grupos diferenciables entre ellos (Figura 53 superior). A diferencia de lo que se observa al realizar el análisis considerando el factor Campaña de Monitoreo, donde no se observa la formación de grupos (Figura 53 inferior).

El análisis nMDS, fue respaldado por la prueba ANOSIM que evidenció diferencias significativas para el factor condición (sistema de manejo) ($R \neq 0$; $p < 5\%$) y no para el factor campaña ($R = 0$; $p > 5\%$). Al examinar las comparaciones parciales entre pares se observó diferencias significativas en todas las comparaciones entre los sectores de estudio (RMICH-AMERB-ALA) ($R \neq 0$; $p < 5\%$) (Tabla 68).

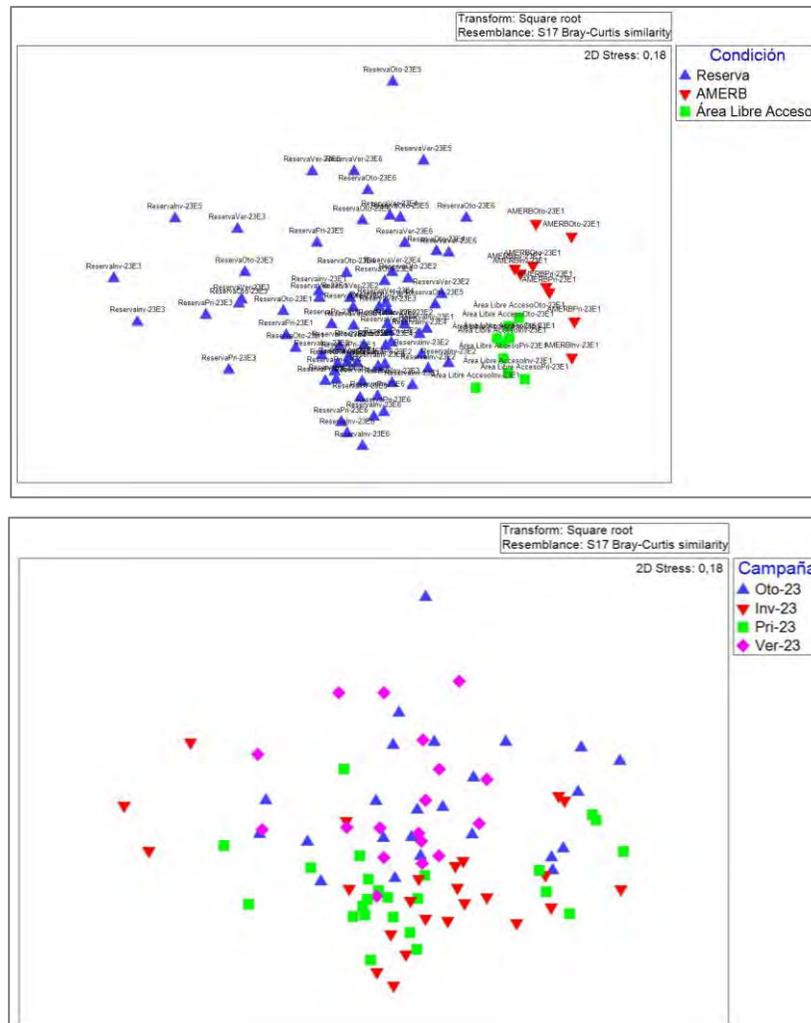


Figura 53. nMDS con similitud de Bray-Curtis en la composición de las comunidades bentónicas. para estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Arriba: análisis entre sistemas de manejo (factor); abajo: análisis entre campañas. Proyecto FIPA 2022-19

Tabla 68. Resultados de análisis de Similitud (ANOSIM) de una vía para validar diferencias significativas entre sectores de muestreo a lo largo del periodo de estudio. Prueba Global y Test Pareados.

Prueba Global		
Valor del Estadístico R		0,52
Nivel de significancia obtenido (%)		0,1
Nivel de significancia de Rechazo (%)		5%
Número de permutaciones realizadas		999
Frecuencia de R'>R		0
Test Pareado	R Estadístico	Nivel de Significancia
Reserva-AMERB	0,646	0,1 %
Reserva-ALA	0,417	0,1 %
AMERB-ALA	0,958	0,1 %

El análisis SIMPER indica que las especies que están generando las diferencias significativas entre RMICHA y los sectores ALA-AMERB serían principalmente los moluscos: *Crenella sp.*, *ostrácoda spp.*, el anfípodo *Phoxocephalopsis zimmeri* y el molusco *Incatella cingulata*, taxas presentes en mayores abundancias principalmente en las estaciones de muestreo RMICHA (Tabla 69, Tabla 70). Por su parte, las disimilitudes entre los sectores AMERB y ALA, están dadas principalmente por los siguientes taxas, el anfípodo *Phoxocephalopsis zimmeri*, nematoda spp., poliquetos de la familia Orbiinidae, ostracoda spp y el anfípodo *Eudevenopus gracilipes* (Tabla 71).

Tabla 69. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona RMICH y AMERB. Proyecto FIPA 2022-19

Taxa	RMICH	AMERB	Contribución	Acumulado %
	Av.Abund	Av.Abund		
<i>Crenella sp.</i>	218,24	0,22	30,86	30,86
Ostracoda spp.	93,75	6,89	14,4	45,25
<i>Phoxocephalopsis zimmeri</i>	59,33	51,89	10,08	55,33
<i>Incatella cingulata</i>	54,08	0	9,26	64,59
Nematoda spp.	31,24	32,22	7,42	72,01

Tabla 70. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona RMICH y ALA. Proyecto FIPA 2022-19

Taxa	RMICH	ALA	Contribución	Acumulado %
	Av.Abund	Av.Abund		
<i>Crenella sp.</i>	218,24	3,11	31,26	31,26
<i>Phoxocephalopsis zimmeri</i>	59,33	97,67	14,98	46,24
Ostracoda spp.	93,75	15,78	14,22	60,47
<i>Incatella cingulata</i>	54,08	0	9,45	69,92
Nematoda spp.	31,24	8,78	5,22	75,14

Tabla 71. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre la zona AMERB y ALA. Proyecto FIPA 2022-19.

Taxa	AMERB	ALA	Contribución	Acumulado %
	Av.Abund	Av.Abund		
<i>Phoxocephalopsis zimmeri</i>	51,89	97,67	33,16	33,16
Nematoda spp.	32,22	8,78	15,26	48,43
Orbiinidae sp1	24	0	13,9	62,33
Ostracoda spp.	6,89	15,78	6,34	68,66
<i>Eudevenopus gracilipes</i>	0	7,89	4,29	72,96

Curvas Abundancia Biomasa (ABC)

Las Curvas de Abundancia-Biomasa (ABC) son una herramienta útil para evaluar el grado de alteración o estrés ecológico en las comunidades, cuando no existen datos en la zona de interés. Estas curvas, permiten comparar la distribución de la abundancia y biomasa de las especies. En este contexto, las especies se ordenan en el eje X, utilizando una escala logarítmica, según su porcentaje acumulado de abundancia o biomasa.

El fundamento subyacente de este enfoque radica en que, en condiciones estables o ambientales poco perturbadas, las especies de gran tamaño, edad avanzada y crecimiento lento predominan en la comunidad debido a su mayor biomasa. Este escenario es típico de entornos prístinos o con baja perturbación. En contraste, a medida que el nivel de estrés aumenta debido a perturbaciones, las especies de menor tamaño, rápido crecimiento y vida corta tienden a incrementar su abundancia numérica y a dominar la comunidad (Clarke & Gorley, 2006; Warwick, 1986).

Según este método, el grado de efecto o perturbación se evidencia por la diferencia del área entre las dos curvas, la cual se cuantifica con los valores del estadístico W que fluctúan entre -1 y 1. Cuando la curva de biomasa se encuentra encima de la curva de abundancia ($W > 0$) se considera no estresada; moderadamente estresada, al coincidir las dos curvas con valores

próximos a cero de W y fuertemente estresada, al estar la curva de biomasa por debajo de la curva de abundancia ($W < 0$).

Todos los sitios de monitoreo es decir Reserva (RMICHA) así como el sector AMERB y ALA presentaron un valor de $W > 0$, basándonos en la clasificación propuesta por Warwick (1986), podemos interpretar los resultados como una condición estable si estrés antropogénico (Figura 54).

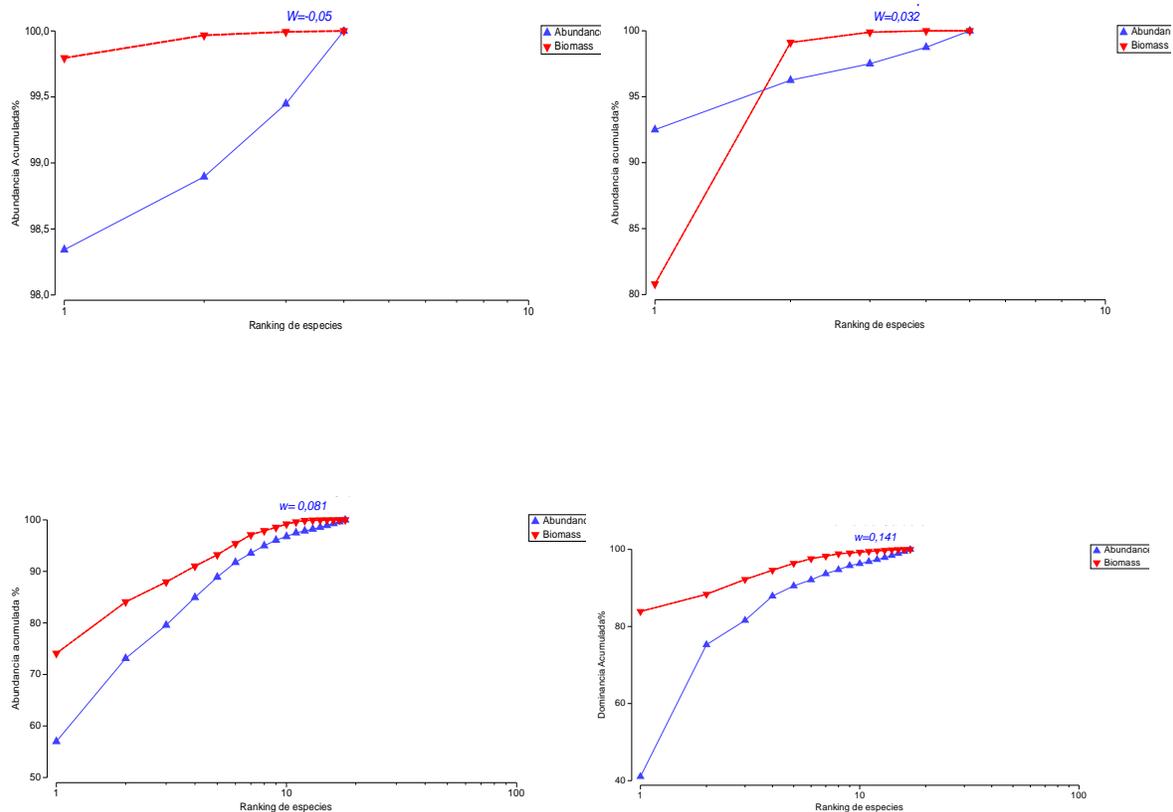


Figura 54. Curvas ABC en zonas de estudio, curvas con valores promedio RMICHA-Sitio 1 y 2 (Arriba) AMERB-ALA (Abajo). Proyecto FIPA 2022-19.

Índice Biótico AMBI (AZTI Marine Biotic Index)

Cambios en las condiciones físicas y/o químicas del sedimento, puede provocar cambios en las abundancias y/o composición de las comunidades bentónicas. Reemplazando especies con estrategias de vida diferentes. En la medida que aumentan las alteraciones de tipo antropogénico las especies son reemplazadas por otras oportunistas y tolerantes a estos cambios. En este sentido AMBI fue generado con el fin de caracterizar el estado ambiental de los fondos blandos (Borja et al., 2000). Este índice se basa en la abundancia relativa de las especies de la macrofauna bentónica clasificadas en 5 grupos ecológicos (GE), que presentan diferentes grados de tolerancia a la alteración del medio (Tabla 72).

Los GE en los que se clasifican las especies son los siguientes:

- GE I: Taxones muy sensibles al enriquecimiento orgánico y dominantes bajo condiciones de perturbación nula. Presentes en comunidades con especies exclusivas y de alta diversidad (carnívoros selectivos).
- GEII: Taxones indiferentes al enriquecimiento orgánico, siempre presentes en bajas densidades con variaciones no significativas en el tiempo. Indican leve perturbación (filtradores, carnívoros menos selectivos, carroñeros).
- GE III: Taxones tolerantes al exceso de materia orgánica. Estas especies pueden estar presentes bajo condiciones naturales, pero sus poblaciones son estimuladas por el enriquecimiento orgánico (espionidos).
- GE IV: Taxones oportunistas de segundo orden. Viven en ambientes alterados. Son principalmente pequeños poliquetos como los cirratúlidos. Resistentes a condiciones de hipoxia.
- GE V: Taxones oportunistas de primer orden, viven en ambientes contaminados.

Tabla 72. Clasificación de la calidad ecológica (EcoQ) del sistema bentónico de acuerdo al valor del AMBI y grupo ecológico dominante y Diversidad H' (Borja & Muxika, 2005).

Calidad Ecológica (EcoQ)	H'	AMBI	GE Dominante	Nivel de Perturbación
Alta	$H' > 4$	$AMBI \geq 1,2$	I	No perturbada
Buena	$3 < H' \leq 4$	$1,2 < AMBI \leq 3,3$	III	Levemente perturbada
Moderada	$2 < H' \leq 3$	$3,3 < AMBI \leq 4,3$	IV-V	Moderadamente perturbada
Pobre	$1 < H' \leq 2$	$4,3 < AMBI \leq 5,5$	IV-V	Moderadamente perturbada
Mala	$H' \leq 1$	$AMBI > 5,5$	V	Fuertemente perturbada

Reserva Marina Isla Chañaral

En el sector RMICH Sitio 1, durante las campañas de otoño, invierno, primavera y verano, los valores promedio del Índice AMBI fueron de 1.69, 2.07, 1.61 y 1.71 respectivamente. Estos resultados sugieren que el sitio experimenta principalmente niveles de no perturbación, con la excepción del invierno, donde se registró una perturbación leve.

Para el sector RMICH Sitio 2, los promedios del Índice AMBI fueron ligeramente más altos, fluctuando desde 2.31 en otoño, 2.21 en invierno, 2.11 en primavera y 2.41 en verano. Estos resultados indican una tendencia hacia la leve perturbación durante todas las campañas de estudio (Tabla 73).

En ambos sitios, RMICH Sitio 1 y Sitio 2, el grupo dominante fue principalmente el G II (especies indiferentes al enriquecimiento), lo cual indica una presencia constante en bajas densidades, con variaciones no significativas en el tiempo, independientemente del enriquecimiento orgánico o la perturbación. Sin embargo, durante la campaña de invierno, el Grupo III (Taxones tolerantes al exceso de materia orgánica) se volvió dominante en algunas estaciones y sitios. Esto puede ocurrir bajo condiciones normales, pero sus poblaciones son estimuladas por el enriquecimiento orgánico (Figura 55, Figura 56, Figura 57 y Figura 58).

AMERB Chañaral

En el sector AMERB, los valores promedio del Índice AMBI fueron de 1.85 en otoño, 2.00 en invierno y 1.75 en primavera. Esto sugiere que el sector AMERB experimenta niveles variables de perturbación, siendo principalmente levemente perturbado durante las estaciones de otoño e invierno (Tabla 73). Durante el otoño, el grupo dominante de macrofauna fue el GI, el cual indica especies sensibles al enriquecimiento orgánico y a la perturbación, y generalmente se encuentran presentes bajo condiciones no contaminadas. En las siguientes campañas y/o estaciones del año, fue dominante el G III, que describe a especies tolerantes al enriquecimiento orgánico. Estas especies pueden encontrarse en condiciones normales, pero sus poblaciones son estimuladas por el enriquecimiento orgánico (Figura 55, Figura 56, Figura 57 y Figura 58).

Área de Libre Acceso (ALA)

En el sector ALA, los promedios del Índice AMBI fueron de 2.41 en otoño, 2.50 en invierno y 2.50 en primavera. Estos resultados sugieren que el sector ALA se encuentra principalmente moderadamente perturbado durante todas las estaciones (Tabla 73). La macrofauna dominante en las campañas y/o estaciones del año, fue el G III, que describe a especies tolerantes al enriquecimiento orgánico. Estas especies pueden encontrarse en condiciones normales, pero sus poblaciones son estimuladas por el enriquecimiento orgánico (Figura 55, Figura 56, Figura 57 y Figura 58).

Tabla 73: Resultados del Índice AMBI, para cada una de las estaciones monitoreadas, en las campañas de otoño- invierno, primavera y verano 2023, correspondientes a las áreas RMICH- Sitio 1, RMICH- Sitio 2, AMERB CH, ALA CH, Región de Atacama. FIPA 2022-19.

Ubicación	Estación	Replica	AMBI			
			Otoño-23	Invierno-23	Primavera-23	Verano-23
RMICH-S1	1	R1	1.789	2.049	1.572	1.651
		R2	1.536	2.262	1.753	1.686
		R3	1.554	1.065	1.236	1.57
	2	R1	1.63	1.793	1.743	1.552
		R2	1.654	2.457	2.063	1.749
		R3	1.894	2.821	2.048	2.371
	3	R1	1.473	*	1.168	1.469
		R2	1.509		0.887	1.481
		R3	2.144		1.988	1.819
Promedio			1.69	2.07	1.61	1.71
D.E			0.22	0.61	0.42	0.28
RMICH-S2	4	R1	2.243	2.582	2.288	2.32
		R2	1.914	2.47	2.001	2.191
		R3	2.23	2.512	2.049	2.25
	5	R1	1.903	1.503	1.525	1.75
		R2	1.925	1.877	2.044	2.223
		R3	2.786	1.166	1.986	2.866
	6	R1	2.337	2.166	1.935	2.382
		R2	2.581	2.757	2.389	2.542
		R3	2.851	2.851	2.741	3.172
Promedio			2.31	2.21	2.11	2.41
D.E			0.37	0.58	0.34	0.41
AMERB	7	R1	2.064	2.178	2.427	*
		R2	0.95	2.112	2.718	
		R3	1.5	2.384	2.716	
ALA	8	R1	2.346	2.335	2.387	*
		R2	2.313	2.659	2.474	
		R3	2.577	2.505	2.635	
Promedio AMERB			1.85	2.00	1.75	*
D.E AMERB			0.56	0.14	0.17	
Promedio ALA			2.41	2.50	2.50	
D.E ALA			0.14	0.16	0.13	

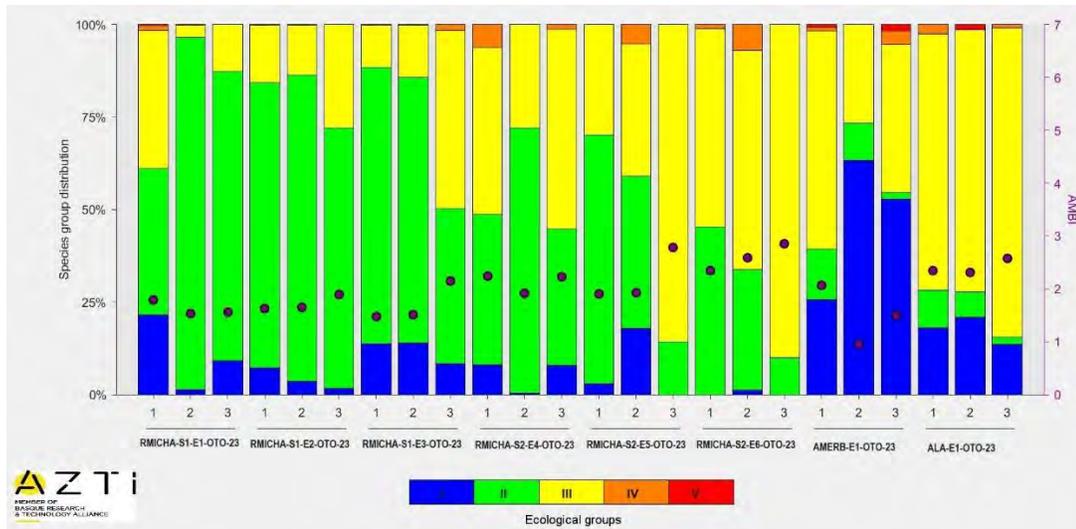


Figura 55. Distribución porcentual de especies de cada grupo ecológico y valor del índice biótico AMBI para cada una de las estaciones monitoreadas, durante la campaña de otoño correspondientes a las áreas RMICH- Sitio 1, RMICH- Sitio 2, AMERB CH, ALA CH, Región de Atacama ●: Valor AMBI. FIPA 2022-19

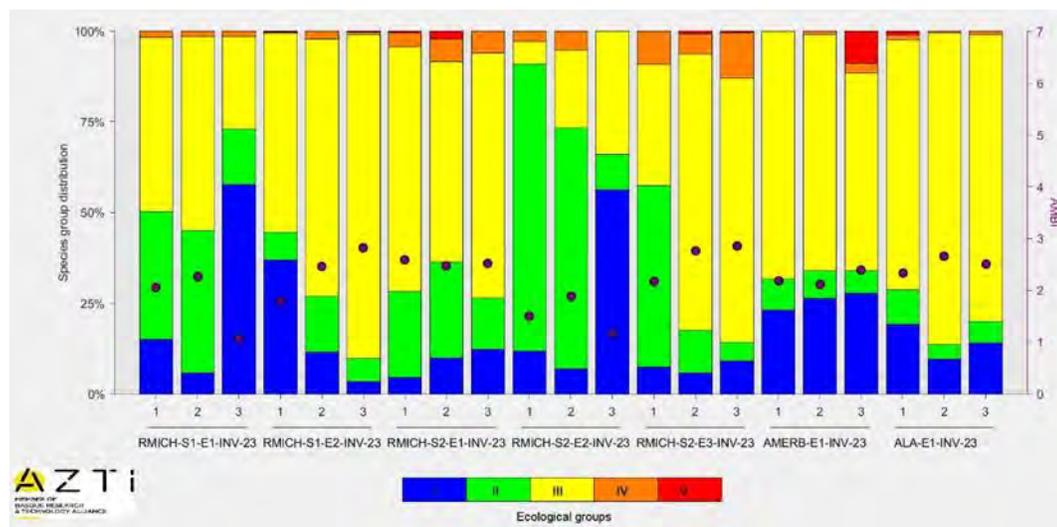


Figura 56. Distribución porcentual de especies de cada grupo ecológico y valor del índice biótico AMBI para cada una de las estaciones monitoreadas, durante la campaña de invierno, correspondientes a las áreas RMICH- Sitio 1, RMICH- Sitio 2, AMERB CH, ALA CH, Región de Atacama ●: Valor AMBI. FIPA 2022-19

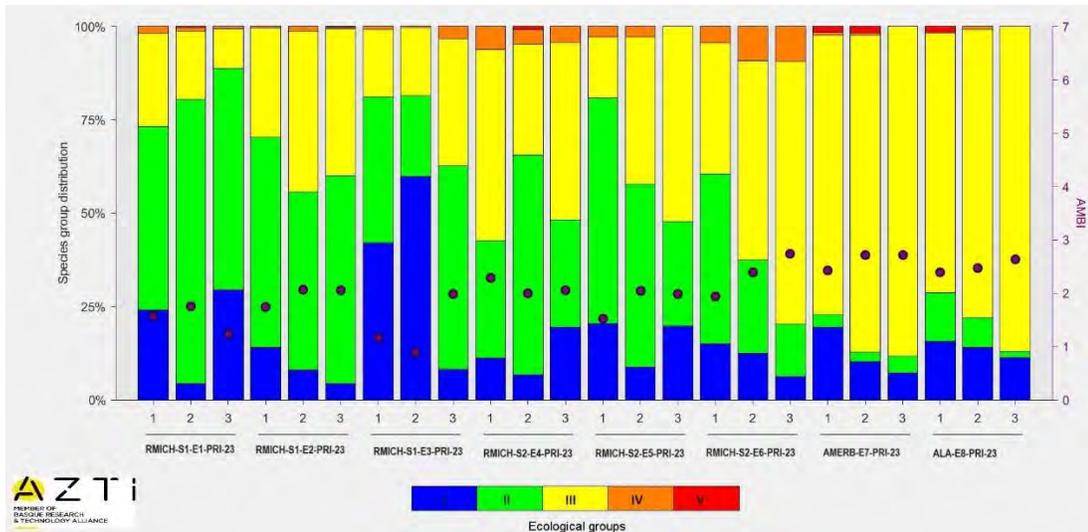


Figura 57. Distribución porcentual de especies de cada grupo ecológico y valor del índice biótico AMBI para cada una de las estaciones monitoreadas, durante la campaña de primavera correspondientes a las áreas RMICH- Sitio 1, RMICH- Sitio 2, AMERB CH, ALA CH, Región de Atacama ●: Valor AMBI. Fuente FIPA 2022-19.

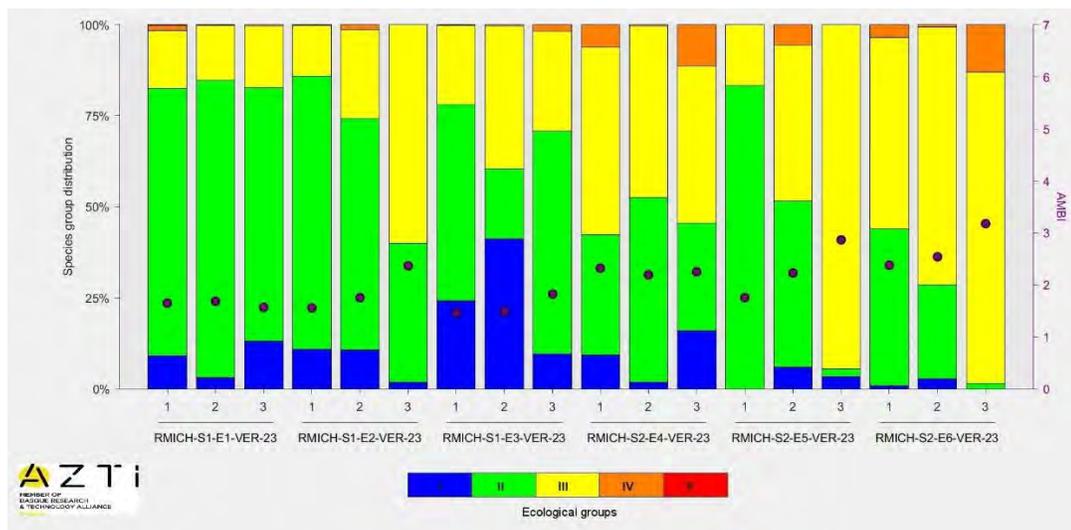


Figura 58. Distribución porcentual de especies de cada grupo ecológico y valor del índice biótico AMBI para cada una de las estaciones monitoreadas, durante la campaña de verano correspondientes a las áreas RMICH- Sitio 1, RMICH- Sitio 2, AMERB CH, ALA CH, Región de Atacama ●: Valor AMBI. FIPA 2022-19.

4.2.3.5 Comunidades asociadas a discos y frondas de huiro palo y huiro negro

En general, es posible indicar que la composición de la macrofauna asociada a las algas pardas en las zonas de estudio estuvo representada por 95 taxas y una abundancia total en las muestras analizadas de 29.466 individuos. Estas riquezas y abundancias estuvieron representadas principalmente por los Phyla Arthropoda, Mollusca, Annelida seguido de Echinodermata, y Cnidaria (Tabla 74 y Figura 59).

Tabla 74. Principales taxa registrados en algas pardas de la zona de estudio.

Phyllum	Huiro Negro		Huiro Palo		Total	
	Número	%	Número	%	Número	%
Arthropoda	38	54	43	56	52	55
Mollusca	11	16	11	14	17	18
Annelida	13	19	14	18	17	18
Echinodermata	3	4	4	5	4	4
Cnidaria	2	3	1	2	2	2
Nemertea	1	1	1	2	1	1
Bryozoa	1	1	1	1	1	1
Nematoda	1	1	1	1	1	1
Total	70		76		95	

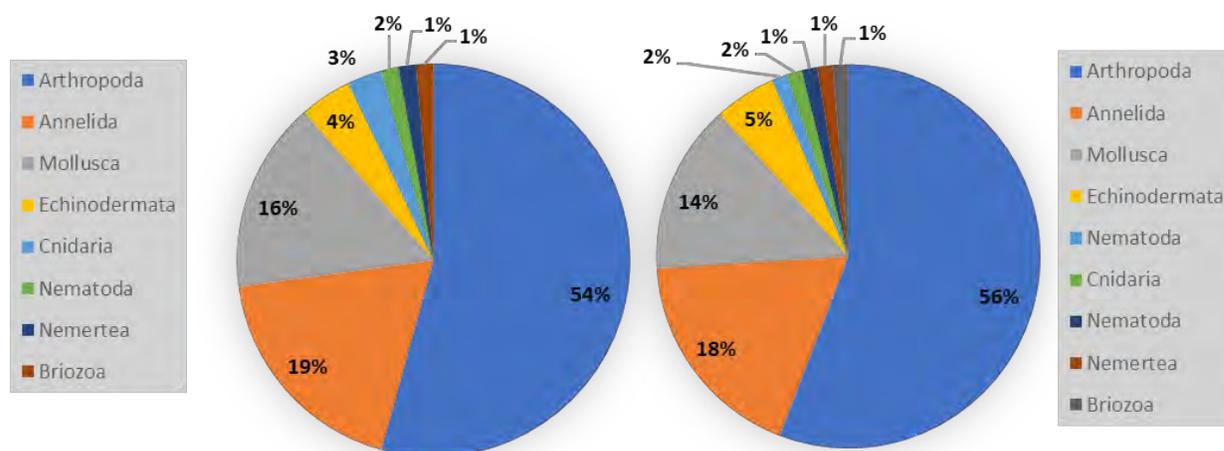


Figura 59. Principales taxa registrados en algas pardas de la zona de estudio. El panel izquierdo representa a los principales grupos registradas en ejemplares de Huiro Negro de la zona de estudio. El panel derecho muestra los principales grupos registradas en ejemplares de Huiro Palo de la zona de estudio.

Análisis Univariados

Los resultados de los análisis ecológicos univariados, obtenidos durante el periodo de estudio se pueden observar en la Tabla 75, la mayor riqueza (S) promedio de especies de invertebrados macrobentónicos se registró en el sustrato "Huiro Negro" con un promedio de 34 especies por planta, "Huiro Palo" por su parte reporto un promedio de 29 especies por planta.

Con relación a la diversidad (H') los registros se encuentran en el rango de 1,87 y 1,97, en los sustratos. La mayoría de los sustratos muestra valores de uniformidad en torno a los 0,5. Estos valores son debido a altas abundancias de copépodos *Cyclopoidea* spp. que se reportaron en torno al 60% del total de individuos colectados en ambas algas (Tabla 75 y Figura 60). Los mayores valores de abundancia promedio fueron registrados en el sustrato "Huiro Palo" con un valor promedio por planta de 750 individuos.

Tabla 75. 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 algas pardas de la zona de estudio.

Sustrato	S		N		J'		H'	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
Huiro Palo	29	16	750	818	0,58	0,24	1,87	0,97
Huiro Negro	34	8	692	494	0,56	0,17	1,97	0,57

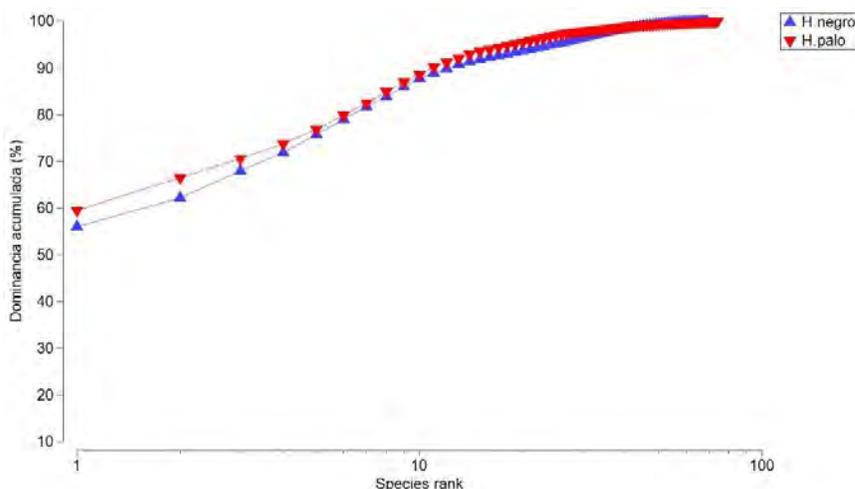


Figura 60. Curva K-dominancia del ensamble macrobentónico de los sustratos monitoreados. Reserva Marina Isla Chañaral

Análisis multivariados

En el análisis nMDS (Figura 61) se obtuvo un nivel de estrés bajo con 0,07, lo que indica que la distribución se ajusta a los datos. Se observa que la mayoría de las muestras de algas pardas se agrupan evidenciando una alta similitud en relación a las abundancias de las taxa presentes, con excepción de aquellas de Huiro Negro (HN-RMICH). Esto fue respaldado por la prueba ANOSIM arrojando que no existen diferencias significativas entre especies de algas pardas, pero si entre sectores estudiados (Tabla 76).

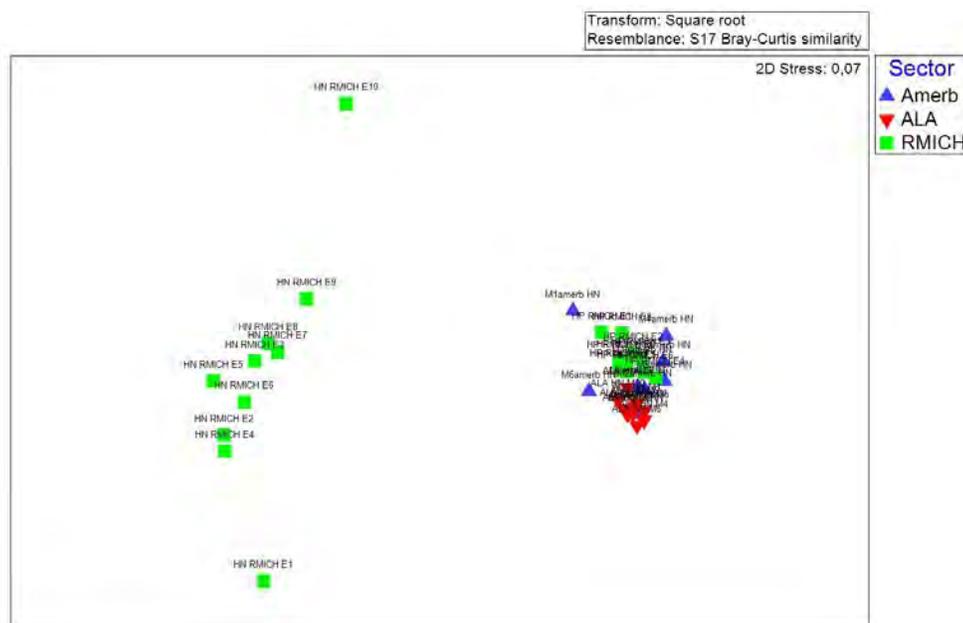


Figura 61. nMDS generado mediante similitud de Bray-Curtis en la composición de las comunidades bentónicas asociadas a las algas pardas (Huiro Negro y Huiro Palo).

Tabla 76. Resultados de análisis de similitud (ANOSIM) de una vía para validar diferencias significativas entre sustratos estudiados.

Test Global	Matriz	Sector
R Global	0,029	0,181
Nivel de significancia de la muestra	32,6%	1,7%
N de permutaciones	999	999
Nº de permutaciones mayores o iguales al R Global	325	16

4.2.3.6 Comunidades de peces asociadas a bosques de huiro palo

El sistema de monitoreo y la alta resolución de la cámara utilizada (5.7K a 30fps) permitieron hacer una correcta identificación de las especies observadas por fotograma. En función de esto, todos los peces fueron identificados a nivel de especie, excepto los individuos del género *Helcogrammoides* (Figura 62).

Los resultados muestran claras diferencias en la abundancia (MaxN) y composición de los ensamblajes de peces entre sistemas de gestión.

En cuanto a la composición de los ensamblajes entre sistemas, el monitoreo permitió registrar en la RMICHA un total de 11 especies, en el ALA se registraron 6 especies y en el AMERB se registraron solamente 4 especies (Tabla 77).

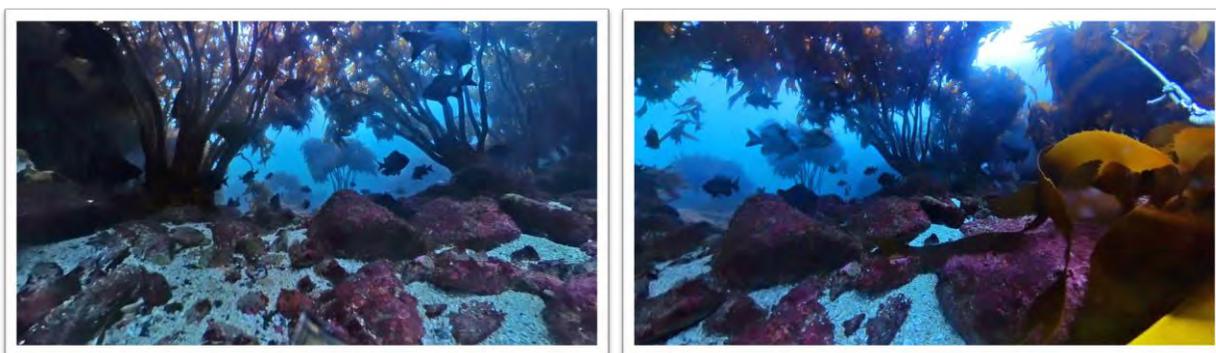


Figura 62. Capturas de imágenes de los videos realizados en estaciones fijas de monitoreo de peces.

EL análisis de la variación de la abundancia total de especies reveló que la RMICHA sostuvo un nivel de abundancia significativamente mayor (10,05 ind/fotograma) que lo observado en ALA (0,49 ind) y AMERB (0,12 ind) (Figura 63). En la RMICHA, las especies *Cromis crasma* y *Cheilodactylus variegatus* concentraron el 72% de todo el conjunto de peces, en el ALA destaca la presencia de *Chromis crasma*, *Cheilodactylus variegatus* y *Pinguipes chilensis*. Mientras que en el AMERB las cuatro especies encontradas (*Cheilodactylus variegatus*, *Pinguipes chilensis*, *Aplodactylus punctatus* e *Isacia conceptionis*) aportaron 25% cada una al ensamble total.

Tabla 77. Especies de peces registradas en la campaña de verano de 2023 (diciembre), en tres sistemas de gestión ubicados áreas marino-costeras cercanas a Caleta Chañaral de Aceituno, específicamente en la Reserva Marina Isla Chañaral, el Área de Manejo Chañaral y Áreas de Libre Acceso aledañas al AMERB. Se proporciona la media de MaxN y su desviación estándar.

FAMILIA	Especie	Nombre común	RMI CHA		AMERB		ALA	
			MaxN	DE	MaxN	DE	MaxN	DE
Pomacentridae	<i>Chromis crasma</i>	Castañeta	17,75	14,43	0	0	3,33	1,53
Cheilodactylidae	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	Bilagay	5,50	3,82	1,0	0	1,40	0,55
Pinguipedidae	<i>Pinguipes chilensis</i>	Rollizo	1,42	0,51	1,0	0	1,33	0,58
Aplodactylidae	<i>Aplodactylus punctatus</i>	Jerguilla	1,00	0	1,0	0	1	0
Sebastidae	<i>Sebastes oculatus</i>	Cabrilla	1,00	0	0	0	0	0
Paralichthyidae	<i>Paralichthys adspersus</i>	Lenguado	1,00	0	0	0	0	0
Labridae	<i>Semicossyphus darwini</i>	Pejeperro	1,00	0,00	0	0	0	0
Hemilutjanidae	<i>Hemilutjanus macrophthalmos</i>	Apañado	1,00	0	0	0	0	0
Blenniidae	<i>Scartichthys viridis</i>	Borrachilla	1,17	0,41	0	0	1	0
Tripterygiidae	<i>Helcogrammoides</i> spp.	Tromboliito	0,50	0,71	0	0	0	0
Serranidae	<i>Paralabrax humeralis</i>	Cabrilla común	1,00	0	0	0	0	0
Pinguipedidae	<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo	0	0	0	0	1	0
Haemulidae	<i>Isacia conceptionis</i>	Cabinza	0	0	1,0	0	0	0
Congiopodidae	<i>Congiopodus peruvianus</i>	cacique o chanchito	0	0	0	0	0	0

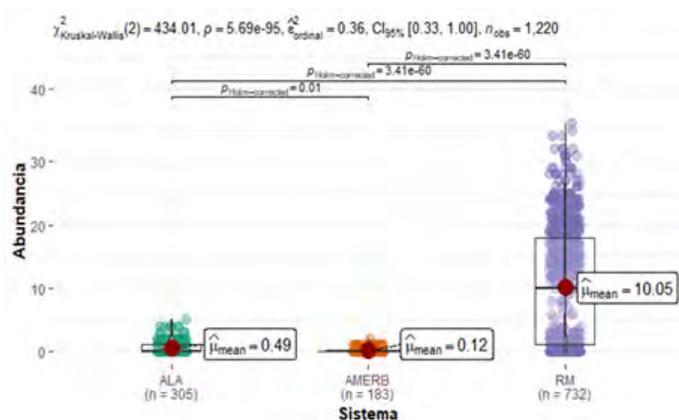


Figura 63. Gráfico cajas y bigotes para la variable abundancia de peces. El gráfico compara los resultados obtenidos de la Reserva Marina Isla Chañaral (RM), AMERB Chañaral de Aceituno (AMERB) y Áreas de Libre Acceso colindantes al AMERB (ALA). La caja del violín representa la distribución de la abundancia, los círculos pequeños de colores indican todos los valores de abundancia observados en cada fotograma, la línea al centro de la caja representa la mediana, el círculo rojo indica el valor de talla promedio observada cuyo valor se muestra en la caja de texto al costado derecho de cada violín. En la parte superior del gráfico se indica la prueba de análisis estadístico utilizado, el valor de p y el tamaño de muestra (n_{obs}). Diferencias significativas entre pares son mostradas por corchetes sobre las cajas.

Análisis univariados

Los resultados de los indicadores univariados (Tabla 54) revelan que la riqueza específica fue considerablemente mayor en la RMICHA, con un promedio de 2,08 especies por fotograma, en comparación con las medias de 1,80 y 1,33 especies por fotograma registradas en ALA y AMERB, respectivamente. Las abundancias medias observadas también fueron significativamente más altas en la RMICHA. La diversidad específica mostró similitudes entre la RMICHA y el ALA, pero fue inferior en AMERB. Además, se evidenció un menor nivel de uniformidad en la RMICHA, debido principalmente a la alta abundancia observada de *Cromis crusma*.

Tabla 38. Índices ecológicos promedio obtenidos para la macrofauna intermareal de fondos duros, sector RMICHA, AMERB y ALA. S: riqueza de especies; N: Abundancia J': uniformidad; H': diversidad específica. Región de Atacama. FIPA 2022-19.

Índices univariados					
SISTEMA	S	N	J' (Pieulou's evenness)	H' (loge2)	1-Lambda
RMICHA	2,08	21,25	0,60	0,58	0,28
AMERB	1,33	1,33	1,00	0,33	1,00
ALA	1,80	3,20	0,92	0,66	0,58

Análisis multivariados

El análisis nMDS (Figura 64) permitió agrupar y ordenar en un espacio de dos dimensiones los datos provenientes de distintos sistemas de gestión. La configuración resultante permitió identificar si los factores analizados se agrupan formando grupos. El valor de estrés como resultado del análisis fue de 0,06 lo que indica que la representación multivariada se ajusta a la matriz de datos originales.

Se observó la formación de dos agrupaciones, una agrupación homogénea de alta similitud, compuesta únicamente por estaciones de la RMICHA, en las cuales se destacan estaciones con altas abundancias de peces. En el segundo grupo, se observó una composición más heterogénea y de similitud variable compuestas por estaciones de RMICHA, AMERB y ALA, las cuales destacan por tener menores niveles de diversidad y abundancia (Figura 64).

El análisis nMDS, fue respaldado por la prueba ANOSIM que evidenció diferencias significativas para el factor localidad (**sistema de manejo**) ($R \neq 0$; $p < 5\%$). Al examinar las comparaciones parciales entre pares se observó diferencias significativas entre la RMICHA y el AMERB ($R \neq 0$; $p < 5\%$) (Tabla 78).

El análisis SIMPER identificó diferencias significativas entre en la composición de especies de la RMICHA, respecto de AMERB y ALA (Tabla 79). La comparación RMICHA-AMERB presentó un

88,7% de disimilitud, siendo las especies *Cromis crusma* y *Cheilodactylus variegatus* las que aportan una mayor contribución a esa diferencia. En tanto, la comparación GRMICHA-ALA presentó un porcentaje de disimilitud de 82,0%, siendo nuevamente las especies *Cromis crusma* y *Cheilodactylus variegatus* las que más aportan a esta diferencia.

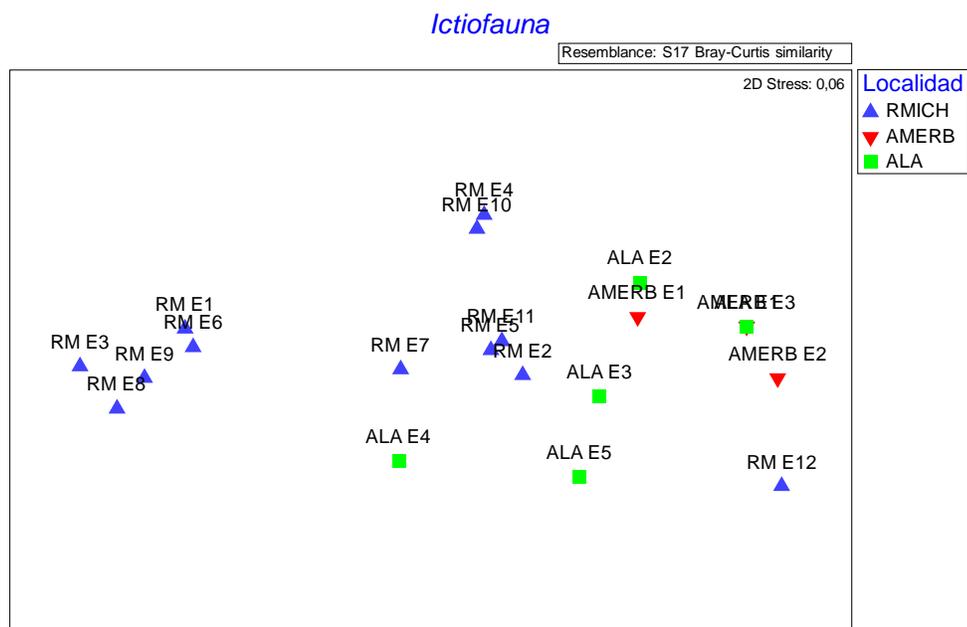


Figura 64. nMDS con similitud de Bray-Curtis en la composición de las comunidades bentónicas. para estaciones ubicadas en la zona de estudio. Reserva Marina Isla Chañaral (RMICH), AMERB y Área de Libre Acceso (ALA). Arriba: análisis entre sistemas de manejo (factor); abajo: análisis entre campañas. Proyecto FIPA 2022-19

Tabla 78. Resultados de análisis de similitud (ANOSIM) de una vía para validar diferencias significativas entre sistemas de gestión.

Prueba Global		
Valor del Estadístico R		0,18
Nivel de significancia obtenido (%)		6
Número de permutaciones realizadas		999
Frecuencia de R'>R		59
Test Pareado	R Estadístico	Nivel de Significancia
RMICHA-AMERB	0.339	2,6 %
RMICHA-ALA	0.154	9,3 %
AMERB-ALA	-0.072	67,9 %

Tabla 79. Contribución porcentual de los taxa bentónicos a la disimilitud entre sistemas de gestión.

Grupos de comparación RMICHA & AMERB				
Porcentaje de disimilitud = 88,72				
Especies	RMICH	AMERB		
	Av.Abund	Av.Abund	Contribución %	Acumulado %
<i>Cromis crusma</i>	562,17	0,00	61,36	61,36
<i>Cheilodactylus variegatus</i>	33,08	3,67	22,51	83,87
Grupos RMICHA & ALA				
Porcentaje de disimilitud = 82,00				
Especies	RMICHA	ALA		
	Av.Abund	Av.Abund	Contribución %	Acumulado %
<i>Cromis crusma</i>	562,17	21,40	67,01	67,01
<i>Cheilodactylus variegatus</i>	33,08	4,40	20,25	87,26

4.2.3.7 IB1.Variación de la biodiversidad en hábitat representativos

De acuerdo con las recomendaciones del FIPA 2019-25, se mide la variación porcentual de la riqueza como un indicador de cambio. No obstante, para este caso no se consideraron los valores de referencia propuestos para definir una condición específica del cambio. Dicho eso, para visualizar la evolución temporal de la riqueza, es necesario organizar los valores en un cuadro comparativo para cada matriz estudiada y para cada sistema de gestión. Además, se incluye la tasa de variación interanual y el dato de la riqueza acumulada, que representa el total de taxones observados en todas las campañas (Tabla 80).

El análisis temporal de la riqueza se fundamenta en la comparación de la tasa de variación entre las dos últimas campañas de monitoreo (Tabla 80). Es crucial destacar que los valores cercanos a 1 indican estabilidad en las condiciones. Por otro lado, cuando los valores de variación interanual se alejan de 1, sugiere cambios en los ensambles comunitarios. En este caso, es fundamental investigar posibles factores ambientales y/o antropogénicos que puedan estar influyendo en dichos cambios.

Tabla 80. Indicador de riqueza de especies por matriz de análisis para comparación de monitoreos entre sistemas de gestión.

Sistema de gestión	Hábitat / ensamble comunitario	Campañas					Tasa de variación interanual					Riqueza Acumulada	
		V - 21	V - 22	O - 23	I - 23	P - 23	V - 23	V - 22	O - 23	I - 23	P - 23		V - 23
RMICHA	Huiro palo	130	140				77	1,08	*	*	*	0,55	180
	Huiro Negro	78	78				34	1,00	*	*	*	0,44	126
	Fondo blando submareal	92	58	57	113	87	60	0,63	0,98	1,98	0,77	0,69	168
	Fondo duro submareal	nd	nd	42	40	42	42	*	*	0,95	1,05	1,00	60
	Intermareal	nd	nd	nd	nd	nd	25	*	*	*	*	*	25
	Peces asociados a HP	nd	nd	nd	nd	nd	11	*	*	*	*	*	11
AMERB	Huiro palo						56	*	*	*	*	*	56
	Huiro Negro						49	*	*	*	*	*	49
	Fondo blando submareal			21	24	16	nd	*	*	1,14	0,67	*	25
	Fondo duro submareal			18	25	23	21	*	*	1,39	0,92	0,91	48
	Intermareal			34	32	30	27	*	*	0,94	0,94	0,90	37
	Peces asociados a HP						4	*	*	*	*	*	4
ALA	Huiro palo						63	*	*	*	*	*	63
	Huiro Negro						35	*	*	*	*	*	35
	Fondo blando submareal			22	23	22	nd	*	*	1,05	0,96	*	23
	Fondo duro submareal			24	27	21	26	*	*	1,13	0,78	1,24	51
	Intermareal			34	36	32	23	*	*	1,06	0,89	0,72	38
	Peces asociados a HP						6	*	*	*	*	*	6

4.2.1 IB4. Cobertura de especies bentónicas objetivo y algas.

El cambio de cobertura (entendido como cambio en la superficie de sustrato habitado) se calculó considerando el registro del porcentaje de estaciones en las que se encuentra presencia de cada recurso de interés, en cada campaña de monitoreo.

Así, el indicador de cambio en la cobertura para cada una de las especies evaluadas se obtiene comparando el porcentaje de estaciones con presencia de cada especie y en cada campaña; respecto de los porcentajes de estaciones con presencia obtenidos en las campañas realizadas durante la actualización de la Línea de Base (Thomas et al., 2022). La comparación se circunscribe sólo a las transectas que fueron monitoreadas tanto en la Línea de base, como en el Plan de Vigilancia Ambiental (Figura 65). La Tabla 81 muestra los porcentajes de estaciones con presencia de recursos, agregados por campaña.

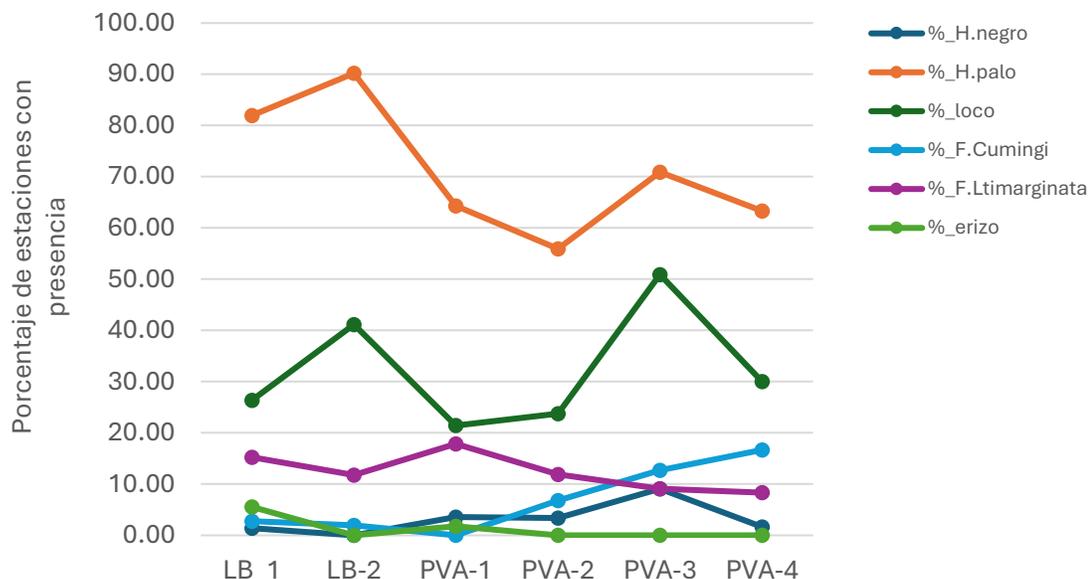


Figura 65. Porcentaje de estaciones con presencia de recursos por cada campaña, en las transectas de monitoreo del Programa de Vigilancia Ambiental. Los datos de LB:1 y LB_2 fueron extraídos de (Thomas et al., 2022), los datos PVA-1 a PVA-4 fueron levantados en el presente estudio.

Para la lectura del indicador, se elaboró una tabla que presenta el porcentaje de variación registrado para cada campaña de monitoreo, con respecto a las dos campañas de la línea de base, donde se incluye el signo de la variación que indica si corresponde a un incremento del sustrato habitado (+) o una disminución de este (-), para cada especie. (Tabla 82 y Tabla 83)

Tabla 81. Porcentaje de estaciones con presencia de recursos registrada en cada una de las campañas de monitoreo del Plan de Vigilancia Ambiental

Especie	Estaciones c/presencia sep-2020 Línea Base	Estaciones c/presencia May 2021 Línea Base	Estaciones c/presencia marzo 2023 PVA	Estaciones c/presencia agosto 2023 PVA	Estaciones c/presencia octubre 2023 PVA	Estaciones c/presencia diciembre 2023 PVA
<i>L. berteriana/spicata</i>	1,39%	0,00%	3,57%	3,39%	9,09%	1,67%
<i>L. trabeculata</i>	81,94%	90,20%	64,29%	55,93%	70,91%	63,33%
<i>C. concholepas</i>	26,39%	41,18%	21,43%	23,73%	50,91%	30,00%
<i>F. latimarginata</i>	2,78%	1,96%	0,00%	6,78%	12,73%	16,67%
<i>F. cumingi</i>	15,28%	11,76%	17,86%	11,86%	9,09%	8,33%
<i>L. albus</i>	5,56%	0,00%	1,79%	0,00%	0,00%	0,00%

Tabla 82. Variación en el porcentaje de estaciones con presencia de recursos registrada en cada una de las campañas de monitoreo del Plan de Vigilancia Ambiental respecto de la primera campaña de actualización de línea base (septiembre 2020)

Especie	Variación en el % de estaciones habitadas marzo 2023 PVA / Sept. 2020 LB	Variación en el % de estaciones habitadas agosto 2023 PVA / Sept. 2020 LB	Variación en el % de estaciones habitadas octubre 2023 PVA/ Sept. 2020 LB	Variación en el % de estaciones habitadas Diciembre 2023 PVA / Sept. 2020 LB
<i>L. berteroaana/spicata</i>	+2,18%	+2,00%	+7,70%	+0,28%
<i>L. trabeculata</i>	-17,66%	-26,01%	-11,04%	-18,61%
<i>C. concholepas</i>	-4,96%	-2,66%	+24,52%	+3,61%
<i>F. latimarginata</i>	-2,78%	+4,00%	+9,95%	+13,89%
<i>F. cumingi</i>	+2,58%	-3,41%	-6,19%	-6,94%
<i>L. albus</i>	-3,77%	-5,56%	-5,56%	-5,56%

Tabla 83. Variación en el porcentaje de estaciones con presencia de recursos registrada en cada una de las campañas de monitoreo del Plan de Vigilancia Ambiental, respecto de la segunda campaña de actualización de línea base (marzo 2021)

Especie	Variación en el % de estaciones habitadas marzo 2023 PVA / marzo 2021 LB	Variación en el % de estaciones habitadas agosto 2023 PVA / marzo 2021	Variación en el % de estaciones habitadas octubre 2023 PVA/ marzo 2021	Variación en el % de estaciones habitadas Diciembre 2023 PVA / marzo 2021
<i>L. berteroaana/spicata</i>	+3,57%	+3,39%	+9,09%	+1,67%
<i>L. trabeculata</i>	-25,91%	-34,26%	-19,29%	-26,86%
<i>C. concholepas</i>	-19,75%	-17,45%	+9,73%	-11,18%
<i>F. latimarginata</i>	-1,96%	+4,82%	+10,77%	+14,71%
<i>F. cumingi</i>	+6,09%	+0,10%	-2,67%	-3,43%
<i>L. albus</i>	+1,79%	0,00%	0,00%	0,00%

4.2.2 Estado de salud de poblaciones de interés comercial

4.2.2.1 Evaluación directa de los recursos de interés comercial en la RMICHA

Recurso Loco (*Concholepas concholepas*)

En la Tabla 84 se presentan los resultados de las evaluaciones directas realizadas en la línea base (Thomas et al., 2022) y las realizadas en el estudio actual para el recurso loco en la RMICHA. En esta se muestran las variables tanto de la población total como del stock explotable (ejemplares > 100 mm).

En el presente estudio se aprecia que en la primera campaña de otoño (C1) existe la mayor densidad media registrada, logrando una abundancia cercana al millón de individuos equivalente a 372 ton, mientras que en las siguientes estaciones del año se estabiliza alrededor de los 420 mil individuos, equivalente a aproximadamente 135 ton de biomasa total. En consistencia con lo anterior, la talla promedio también fue mayor en otoño. Respecto a la fracción explotable, esta ha variado entre un 83% equivalente a 787 mil individuos en la campaña de otoño 2023 y un 57% equivalente a 195 mil individuos en la campaña de invierno.

Tabla 84. Evaluación directa histórica de *Concholepas concholepas* en la Reserva Marina Isla Chañaral. Los datos de las campañas realizados los años 2021 y 2022 fueron extraídos de Thomas et al. (2022) y los datos del año 2023 corresponden a los resultados del presente estudio.

Evaluación directa							
Recurso	<i>Concholepas concholepas</i>						
Año	2021	2022	2023				
Campaña	C1 Verano	C2 Verano	C1 Otoño	C2 Invierno	C3 Primavera	C4 Verano	
Tamaño de muestra	144	182	48	56	112	72	
Densidad media (ind/m ²)	0,38	0,77	1,375	0,5	0,625	0,601851852	
Desviación Estándar	0,27	0,69	2,15	0,53	0,58	0,68	
Área apta (m ²)	568.155	688.900	688.900	688.900	688.900	688.900	
Abundancia (N° Individuos)	213.058	527.907	947.238	344.450	430.563	414.616	
Biomasa (kg)	48.884	140.990	372.416	70.746	135.093	139.552	
Fracción Explotable (%)	53	41	83	57	82	77	
Stock	N° Individuos	113.912	217.841	786.658	195.462	353.354	321.052
	Peso (kg)	36.313	74.118	343.931	57.082	122.379	122.960
Estructura de tallas							
N° individuos de la muestra	303	332	525	756	763	904	
Promedio(mm)	96,5	98,31	112,40	97,79	108,05	105,89	
Desviación Estándar	18,1	10,61	14,54	19,93	12,38	12,91	
Mediana(mm)	101	98	114	104	110	108	
Moda (mm)	111	97	117	113	109	110	
Mínimo (mm)	40	62	51	36	37	36	
Máximo (mm)	128	135	147	141	194	133	
Relación talla/peso							
a	0,00007	0,00066	0,00005	0,00002	0,00008	0,00005	
b	3,25837	2,8076	3,3495	3,48857	3,23267	3,36057	
r ²	0,96511	0,59	0,80655	0,90969	0,76756	0,80737	

Recurso lapa negra (*Fissurella latimarginata*)

En la Tabla 85 se presentan los resultados de las evaluaciones directas realizadas en la línea base (Thomas et al., 2022) y las realizadas en el estudio actual para el recurso lapa negra en la RMICHA. En esta se muestran las variables tanto de la población total como del stock explotable (ejemplares > 65 mm).

Respecto a los resultados del presente estudio se aprecia una alta variabilidad en la estimación de la densidad sobre el sustrato habitado de la lapa negra, siendo la segunda campaña de invierno en la cual se registra la mayor densidad media, logrando una abundancia que supera los 1,5 millones de individuos equivalente a 173 ton. En contraste la campaña de primavera muestra una

abundancia menor, alrededor de 353 mil individuos, equivalente a 53 ton. Por su parte, la talla promedio máxima fue observada en la campaña de verano, la cual fue de 91,62 mm.

Respecto a la fracción explotable cabe mencionar que fue muy escasa la observación de reclutas menores a la Talla Mínima Legal por lo cual la fracción explotable se mantuvo bordeando el 100% de las tallas muestreadas. Considerando esto, el stock varió entre 351 mil unidades y 1,6 millones equivalentes a 53 ton y 173 respectivamente.

Tabla 85. Evaluación directa histórica de *Fissurella latimarginata* en la Reserva Marina Isla Chañaral. Los datos de las campañas realizados los años 2021 y 2022 fueron extraídos de Thomas et al. (2022) y los datos del año 2023 corresponden a los resultados del presente estudio.

Evaluación directa							
<i>Fissurella latimarginata</i>							
Recurso							
Año	2021	2022	2023				
Campaña	C1 Verano	C2 Verano	C1 Otoño	C2 Invierno	C3 Primavera	C4 Verano	
Tamaño de muestra	128	69	40	28	20	20	
Densidad media (ind/m ²)	0,43	0,83	1,325	3,821428571	0,8	1,65	
Desviación Estándar	0,41	0,74	0,842037872	4,137517084	0,480884602	1,024695077	
Área apta (m ²)	656.345	441.460	441.460	441.460	441.460	441.460	
Abundancia (N° Individuos)	282.023	367.883	584.935	1.687.008	353.168	728.409	
Biomasa (kg)	31.911	50.195	78.151	173.877	53.586	122.460	
Fracción Explotable (%)	94	97	100	98	99	98	
Stock	N° Individuos	264.085	357.220	584.935	1.657.922	350.615	711.525
	Peso (kg)	31.301	49.671	78.151	172.953	53.499	121.799
Estructura de tallas							
N° individuos de la muestra	283	69	50	232	307	304	
Promedio(mm)	83,3	89,01	86,24	85,19	85,39	91,62	
Desviación Estándar	13,6	12,82	8,22	10,19	8,56	12,60	
Mediana(mm)	81	91	88	86	85	93	
Moda (mm)	75	102	89	90	86	95	
Mínimo (mm)	45	43	70	42	47	45	
Máximo (mm)	115	110	101	110	111	119	
Relación talla/peso							
a	0,0001	0,02502	0,00053	0,00023	0,00037	0,00129	
b	3,13285	1,91281	2,7856	2,91893	2,82071	2,60289	
r ²	0,90662	0,5889	0,78473	0,84273	0,75807	0,8522	

Recurso Lapa rosada (*Fissurella cumingi*)

En la Tabla 86 se presentan los resultados de las evaluaciones directas realizadas en la línea base (Thomas et al., 2022) y las realizadas en el estudio actual para el recurso lapa rosada en la RMICHA. En esta se muestran las variables tanto de la población total como del stock explotable (ejemplares > 65 mm).

Respecto a los resultados del presente estudio se aprecia una alta variabilidad en la estimación de la densidad sobre el sustrato habitado, siendo la campaña de primavera en la cual se registra la mayor densidad media (2,57 Ind/m²), alcanzando una abundancia cercana al millón de

individuos equivalente a 102 ton. En consistencia con lo anterior, la talla media máxima también fue observada en la campaña de primavera (85,3 mm).

Respecto a la fracción explotable cabe mencionar que fue muy escasa la observación de reclutas menores a la Talla Mínima Legal por lo cual la fracción explotable se mantuvo bordeando el 100% de las tallas muestreadas, excepto en la estación de verano donde la muestra estuvo compuesta por ejemplares de tallas menores, lo cual determinó que la fracción explotable disminuyera a un 87%. El stock varió entre 179 mil unidades y 928 mil equivalentes a 20 y 101 ton respectivamente en las campañas de otoño y primavera.

Tabla 86. Evaluación directa histórica de *Fissurella cumingi* en la Reserva Marina Isla Chañaral. Los datos de las campañas realizados los años 2021 y 2022 fueron extraídos de Thomas et al. (2022) y los datos del año 2023 corresponden a los resultados del presente estudio.

EVALUACIÓN DIRECTA							
Recurso	<i>Fissurella cumingi</i>						
Año	2021	2022	2023				
Campaña	C1 Verano	C2 Verano	C1 Otoño	C2 Invierno	C3 Primavera	C4 Verano	
Tamaño de muestra	16	32	16	16	28	40	
Densidad media (ind/m ²)	0,25	0,31	0,50	1,31	2,57	2,05	
Desviación Estándar	0	0,18	0,35	1,33	2,13	1,36	
Área apta (m ²)	189.785	368.414	368.414	368.414	368.414	368.414	
Abundancia (N° Individuos)	47.446	115.129	184.207	483.543	947.350	755.249	
Biomasa (kg)	4.029	13.394	20.633	48.530	102.412	67.807	
Fracción Explotable (%)	85	92	97	98	98	87	
Stock	N° Individuos	40.540	105.535	178.868	476.104	928.403	654.549
	Peso (kg)	3.766	12.969	20.367	48.237	101.951	65.521
ESTRUCTURA DE TALLAS							
N° individuos de la muestra	371	156	206	65	99	15	
Promedio(mm)	76,8	81,21	81,98	81,63	85,28	72,6	
Desviación Estándar	11,1	10,4	8,79	7,34	10,41	15,28	
Mediana(mm)	77	82	82	82	86	77	
Moda (mm)	71	82	86	81	81	83	
Mínimo (mm)	40	53	60	59	28	28	
Máximo (mm)	105	100	122	95	109	93	
Relación talla/peso							
N° individuos de la muestra	371	151	206	65	99	15	
A	0,00023	0,00022	0,00023	0,00039	0,00022	0,00051	
B	2,93952	2,98665	2,96441	2,82542	2,9389	2,79781	
r ²	0,92121	0,82975	0,88758	0,77148	0,81226	0,65718	

Recurso huiro palo (*Lessonia trabeculata*)

Cabe mencionar que, para evitar el muestreo destructivo dentro de la reserva, la relación talla peso de *Lessonia Trabeculata*. fue tomada del FIPA N° 2017-53 (Thomas A et al., 2020).

En la Tabla 87 se presentan los resultados de las evaluaciones directas realizadas en la línea base (Thomas et al., 2022) y las realizadas en el estudio actual para el recurso huiro palo en la RMICHA.

En esta se muestran las variables tanto de la población total como del stock explotable (plantas > 200 mm de diámetro de disco).

Respecto a los resultados del presente estudio, la campaña de otoño muestra la mayor densidad media registrada en el año, alcanzando una abundancia total de 1,9 millones de algas equivalente a 19.249 ton. Sin embargo, la mayor biomasa fue estimada en la estación de invierno gracias al incremento en la talla media observado (41,3 mm).

Respecto a la fracción explotable esta ha varió de 59% en verano, equivalente a 11.368 ton de algas, a un 95% en primavera equivalente a 32.109 ton.

Tabla 87. Evaluación directa histórica de *Lessonia trabeculata* en la Reserva Marina Isla Chañaral. Los datos de las campañas realizados los años 2021 y 2022 fueron extraídos de Thomas et al. (2022) y los datos del año 2023 corresponden a los resultados del presente estudio.

Evaluación directa							
Recurso	<i>Lessonia trabeculata</i>						
Año	2021	2022	2023				
Campaña	C1 Verano	C2 Verano	C1 Otoño	C2 Invierno	C3 Primavera	C4 Verano	
Tamaño de muestra	588	454	144	132	156	152	
Densidad media (ind/m ²)	0,58	0,61	1,146	0,69	0,65	0,54	
Desviación Estándar	0,47	0,43	1,05	0,65	0,80	0,36	
Área apta (m ²)	1.959.470	1.627.834	1.627.834	1.627.834	1.627.834	1.627.834	
Abundancia (Nº Individuos)	1.129.694	989.806	1.865.226	1.122.219	1.053.918	881.743	
Biomasa (kg)	28.259.171	15.003.508	19.248.686	32.216.687	12.959.592	11.502.737	
Fracción Explotable (%)	91	79	74	95	66	59	
Stock	Nº Individuos	1.029.789	778.244	1.375.369	1.064.373	690.902	517.849
	Peso (kg)	28.091.561	14.607.962	17.992.378	32.108.516	11.986.415	11.367.524
Estructura de tallas							
Nº individuos de la muestra	147	131	99	97	90	63	
Promedio(mm)	37,0	30,70	27,58	41,28	28,78	30,44	
Desviación Estándar	16,5	13,46	9,73	14,30	11,72	17,55	
Mediana(mm)	350	280	25	40	24,5	32	
Moda (mm)	270	250	17	40	18	5	
Mínimo (mm)	60	70	17	13	8	5	
Máximo (mm)	1030	730	57	80	65	69	
Relación talla/peso							
Nº individuos de la muestra	(Thomas A et al., 2020)						
a							
b							
r ²							

Recurso erizo (*Loxechinus albus*)

En relación con la evaluación del erizo rojo, es relevante destacar una singularidad específica de este recurso. Su área de distribución se caracteriza por ser extremadamente limitada, y su hábitat se encuentra principalmente en áreas costeras, lo que dificulta su estudio debido a las condiciones adversas del oleaje. Esto implica la necesidad de contar con condiciones oceanográficas excepcionalmente favorables para la realización de buceo, así como la implementación de un

protocolo de monitoreo distinto al utilizado en la RMICHA. En congruencia con estas condiciones, no se logró registrar la presencia del erizo en ninguna de las campañas realizadas durante el año 2023.

Recurso huero negro (*Lessonia berteroana*)

Al igual que en el caso de erizo, el muestreo de huero negro presenta desafíos similares, siendo muy difícil su exploración bajo un diseño de muestreo actual. No obstante, si se logró realizar el monitoreo en la estación estival, la cual presentó condiciones climáticas propicias para acercarse a la costa de la Isla Chañaral. En la Tabla 88 se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas el año 2019 y la evaluación realizada en verano del año 2023 (estudio actual), donde se muestran las variables tanto de la población total como del stock (plantas > 200 mm de diámetro de disco).

Tabla 88. Evaluación directa histórica de *Lessonia berteroana* en la Reserva Marina Isla Chañaral. Los datos de las campañas realizados los años 2021 y 2022 fueron extraídos de Thomas et al. (2022) y los datos del año 2023 corresponden a los resultados del presente estudio.

Evaluación directa			
Recurso	<i>Lessonia berteroana</i>		
Año	2021	2022	2023
Campaña	C1 Verano	C2 Verano	C4 Verano
Tamaño de muestra	179	175	16
Densidad media (ind/m ²)	1,262592	1,74	6
Desviación Estándar	0,48	1,13	3,16227766
Área apta (m ²)	134.405	163.093	163.093
Abundancia (N° Individuos)	169.699	283.395	978.558
Biomasa (kg)	-	1.483.524	3.110.420
Fracción Explotable (%)	-	34	20,83
Stock	N° Individuos	-	96.152
	Peso (kg)	-	1.361.582
	203.866	2.203.943	
Estructura de tallas			
N° individuos de la muestra	-	56	24
Promedio(mm)	-	169,82	120,8333333
Desviación Estándar	-	112,53	104,7944849
Mediana(mm)	-	155	85
Moda (mm)	-	40	10
Mínimo (mm)	-	10	10
Máximo (mm)	-	550	370
Relación talla/peso			
N° individuos de la muestra	(Thomas A et al., 2020)		
a			
b			
r ²			

4.2.2.2 Análisis de desempeño entre regímenes de manejo y variación estacional

Recurso Loco (*Concholepas concholepas*)

Al analizar las densidades medias entre las diferentes campañas, se observa que durante el otoño se registran las mayores densidades tanto en la RMICHA (0,30 ind/m²) como en el ALA (1,06 ind/m²). Por otro lado, el AMERB exhibió la densidad más alta en primavera (1,46 ind/m²), la cual fue la mayor densidad registrado de todas las campañas y sistemas analizados (Figura 66).

Al comparar entre los diferentes sistemas de gestión, se evidenciaron densidades menores en la RMICHA durante las campañas de otoño, invierno y primavera, con valores de 0,30; 0,08 y 0,25 ind/m² respectivamente. La única excepción fue la campaña de verano, donde la densidad más baja se registró en el AMERB (0,10 ind/m²) (Figura 66).

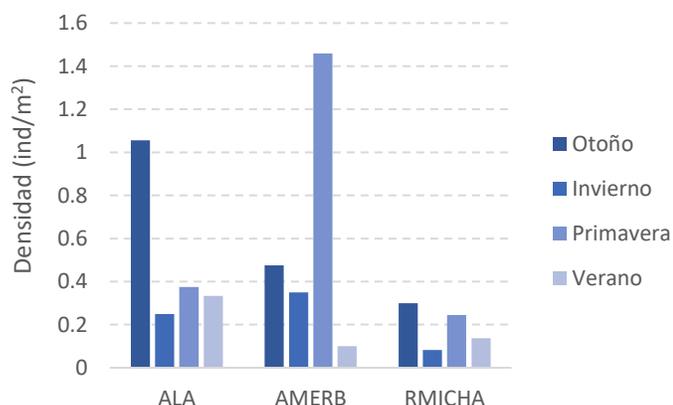


Figura 66. Densidad media de loco (ind/m²) observada en los sistemas de gestión RMICHA, AMERB y ALA, monitoreados en cuatro campañas estacionales durante el año 2023.

Respecto a la estructura de tallas, en el análisis global se constatan diferencias entre los regímenes de administración en todas las estaciones del año (Figura 67). Al comparar la RMICHA con el AMERB, se constata que la reserva tiene tallas significativamente mayores todos los años. Por otro lado, la comparación con ALA no evidencia diferencias significativas con la RMICHA, excepto en la campaña de otoño donde la talla media fue significativamente mayor en la reserva (ver valores de p en Figura 67).

El análisis temporal de la estructura de tallas de cada régimen evidencia que en la RMICHA existieron diferencias estacionales significativas en todas las estaciones del año (valores de p

entre $2,5e^{-12}$ y $1,6e^{-6}$), obteniendo las mayores tallas en la campaña de otoño y la menor en invierno. Por su parte, tanto en AMERB como ALA la campaña de otoño también mostró tallas significativamente mayores comparadas con el invierno, aunque en ALA con un nivel de significancia bajo significancia menor ($p=0,03$).

Es importante mencionar que la campaña de invierno, que presentó las menores tallas, fue realizada con posterioridad a las cosechas de las AMERBs cercanas a la RMICHA, administradas por el STI de Pescadores y Buzos Caleta Chañaral de Aceituno, las cuales fueron efectuadas en agosto.

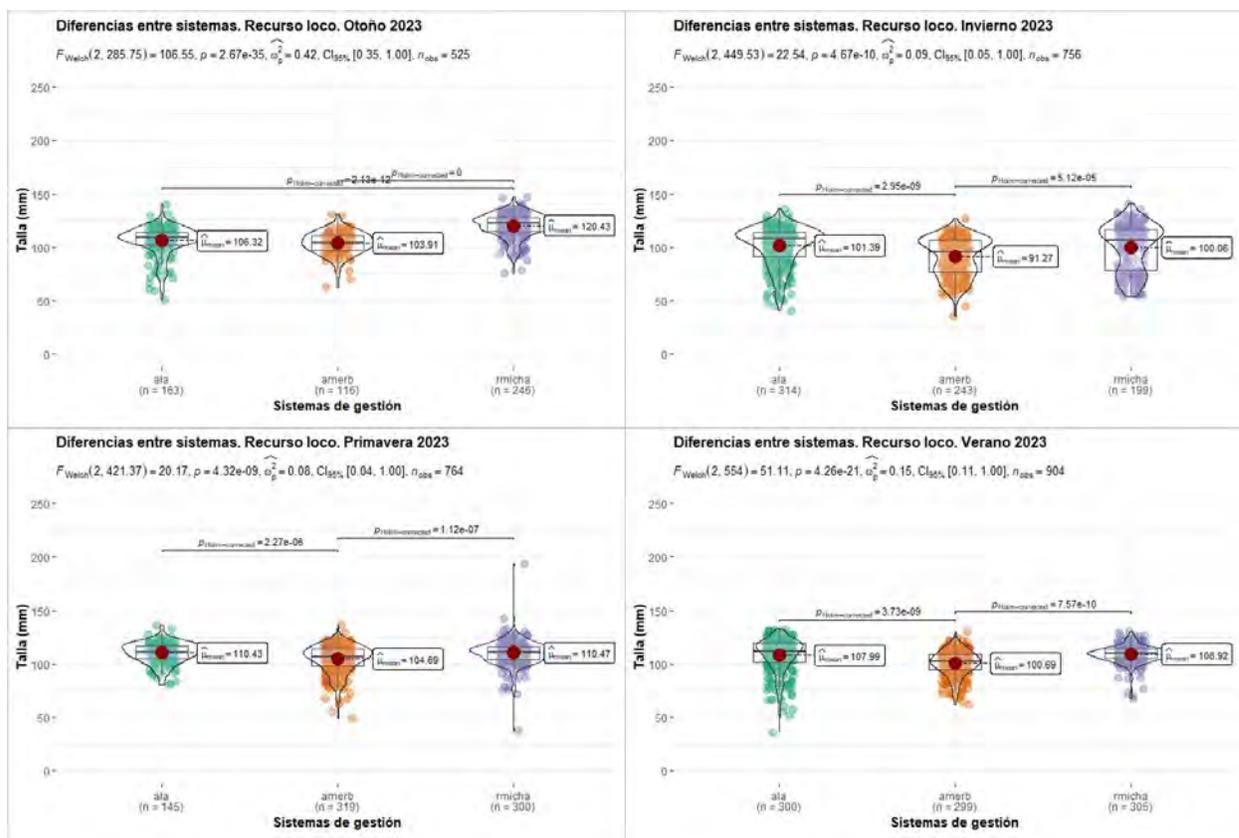


Figura 67. Gráfico ide violín para el desempeño estacional de la variable longitud total de loco (*Concholepa concholepa*) en la Reserva Marina Isla Chañaral (rmicha), AMERB Chañaral de Aceituno (amerb) y un Área de Libre Acceso colindante al AMERB (ala). La caja del violín representa la distribución de las tallas, los círculos pequeños de colores indican todos los valores de talla observados, la línea al centro de la caja representa la mediana, el círculo rojo indica el valor de talla promedio observada cuyo valor se muestra en la caja de texto al costado derecho de cada violín. En la parte superior del gráfico se indica la prueba de análisis estadístico utilizado, el valor de p y el tamaño de muestra (nobs).

Lapa negra (*Fissurella latimarginata*)

En la RMICHA, se registró la presencia de lapa negra en todas las estaciones del año. La densidad más alta se observó durante el invierno, alcanzando 0,46 ind/m², mientras que la densidad más baja se encontró en primavera, con 0,075 ind/m². En cuanto al ÁLA, se detectó la presencia de esta especie en las estaciones de otoño y primavera, con densidades de 0,13 y 0,16 ind/m², respectivamente. Por último, en el AMERB, la presencia de lapa negra solo se observó durante la estación de otoño, alcanzando la densidad más alta registrada en todos los sistemas y campañas monitoreadas, con 0,6 ind/m² (Figura 68).

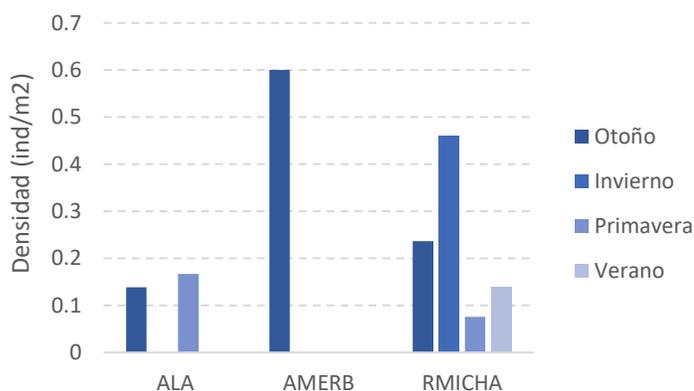


Figura 68. Densidad media de lapa negra (ind/m²) observada en los sistemas de gestión RMICHA, AMERB y ALA, monitoreados en cuatro campañas estacionales durante el año 2023.

En el análisis global de la estructura de tallas, se encontraron diferencias entre los diferentes regímenes de administración, con la excepción del invierno, donde no se observaron diferencias significativas entre los regímenes ($p=0,88$) (Figura 69). Al comparar la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) con el Área de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB), se destacó que la reserva presentaba tallas significativamente mayores en todas las estaciones del año, excepto en primavera, donde el AMERB mostró las tallas más altas observadas entre los diferentes sistemas de gestión y campañas. Respecto a la comparación con el Área de Libre Acceso (ALA), no se encontraron diferencias significativas con la RMICHA, a excepción de la campaña de primavera, donde la estructura de tallas también fue mayor que en la RMICHA.

El análisis temporal de la estructura de tallas de cada régimen reveló que, en la RMICHA, las tallas fueron significativamente mayores en verano (valores de p entre $2,0e-9$ y $0,004e-6$). En el caso del AMERB, se observaron diferencias significativas en todas las estaciones (valores de p en el análisis global de $3,52e-7$). Por último, en el Área de Libre Acceso (ALA), se encontraron diferencias significativas entre las estaciones de otoño y verano, siendo ligeramente mayores en esta última.

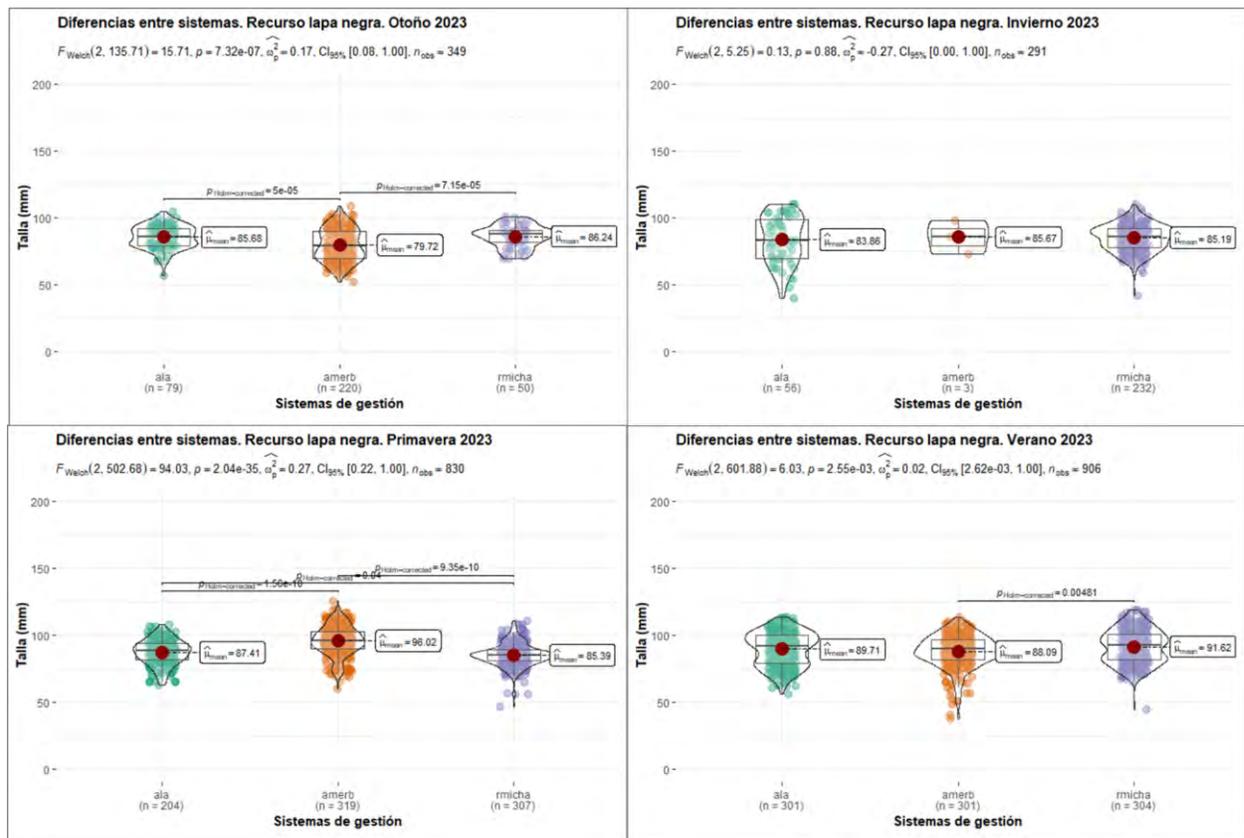


Figura 69. Gráfico de violín para el desempeño estacional de la variable longitud total de lapa negra (*Fissurella latimarginata*) en la Reserva Marina Isla Chañaral (rmicha), AMERB Chañaral de Aceituno (amerb) y un Área de Libre Acceso colindante al AMERB (ala). La caja del violín representa la distribución de las tallas, los círculos pequeños de colores indican todos los valores de talla observados, la línea al centro de la caja representa la mediana, el círculo rojo indica el valor de talla promedio observada cuyo valor se muestra en la caja de texto al costado derecho de cada violín. En la parte superior del gráfico se indica la prueba de análisis estadístico utilizado, el valor de p y el tamaño de muestra (nobs).

Recurso lapa rosada (*Fissurella cumingi*)

En el Área de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB), se registró la presencia de lapa rosada únicamente durante el otoño, con una densidad de 0,1 ind/m². Por otro lado, en el Área de Libre Acceso (ALA), se identificó la presencia del recurso durante las campañas de otoño, invierno y verano, con densidades de 0,11; 0,03 y 0,11 ind/m² respectivamente (Figura 70).

En cuanto a la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), se observó la presencia de la lapa rosada durante las campañas de invierno, primavera y verano, con densidades de 0,09; 0,34 y 0,35 ind/m² respectivamente. Cabe destacar que las densidades registradas durante la primavera y el

verano en la RMICHA fueron las más altas observadas en todas las campañas y sistemas de gestión (Figura 70).

Respecto a la estructura de tallas, solo se constataron diferencias significativas en otoño entre la RMICHA y el AMERB, siendo la talla media significativamente mayor en la reserva ($p= 5,8e^{-10}$). El análisis temporal de la estructura de tallas de cada régimen tampoco evidencia diferencias significativas con excepción del AMERB que en otoño presenta tallas significativamente menores comparadas con primavera y verano con valores de $p= 5,1e^{-8}$ y $9,2e^{-5}$, respectivamente (Figura 71).

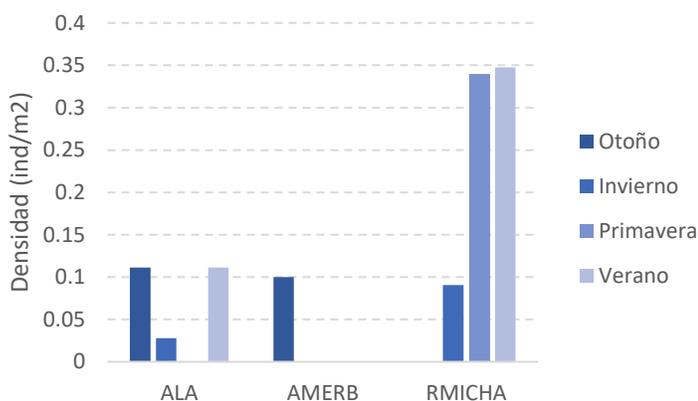


Figura 70. Densidad media de lapa rosada (ind/m²) observada en los sistemas de gestión RMICHA, AMERB y ALA, monitoreados en cuatro campañas estacionales durante el año 2023.

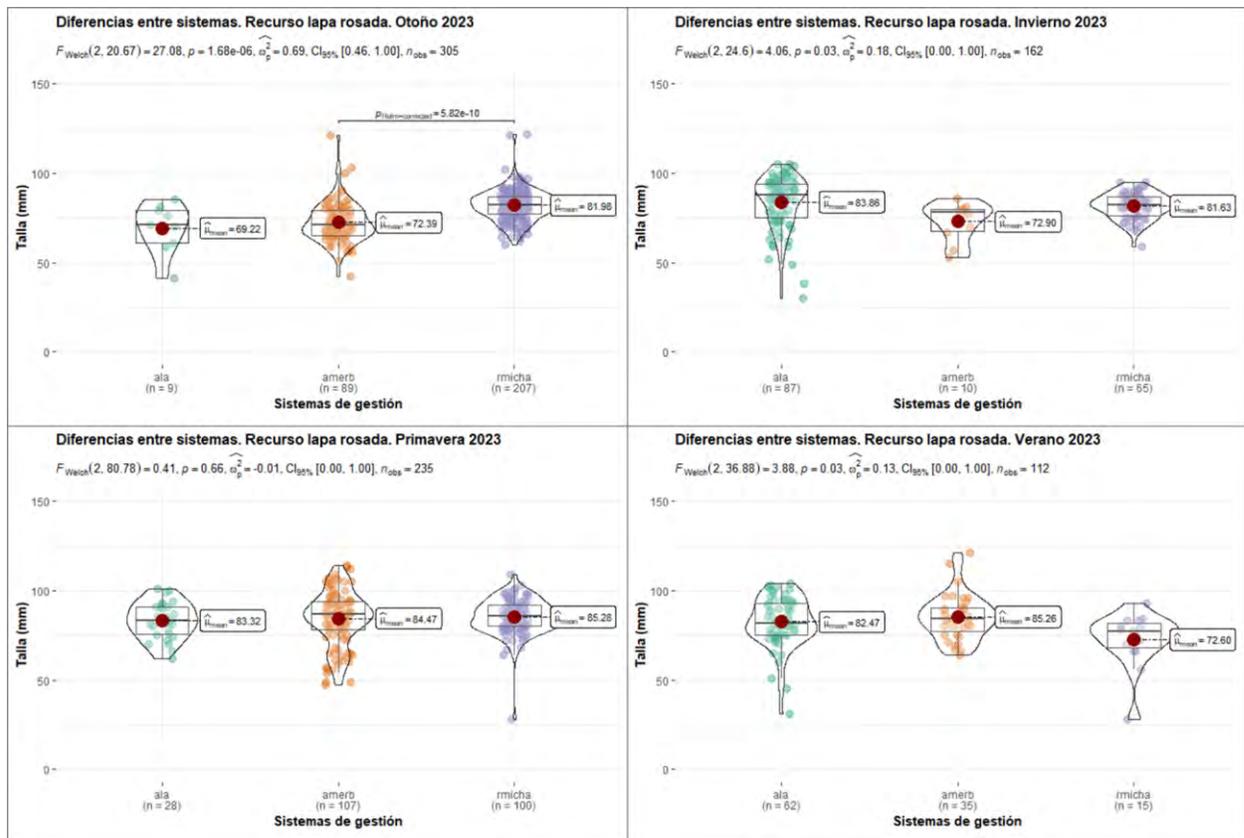


Figura 71. Gráfico ide violín para el desempeño estacional de la variable longitud total de lapa rosada (*Fissurella cumingi*) en la Reserva Marina Isla Chañaral (*rmicha*), AMERB Chañaral de Aceituno (*amerb*) y un Área de Libre Acceso colindante al AMERB (*ala*). La caja del violín representa la distribución de las tallas, los círculos pequeños de colores indican todos los valores de talla observados, la línea al centro de la caja representa la mediana, el círculo rojo indica el valor de talla promedio observada cuyo valor se muestra en la caja de texto al costado derecho de cada violín. En la parte superior del gráfico se indica la prueba de análisis estadístico utilizado, el valor de p y el tamaño de muestra (n_{obs}).

Recurso huiro palo (*Lessonia trabeculata*)

Al comparar las densidades medias de huiro palo en los diferentes regímenes de administración, se observa que la RMICHA y el ALA muestran densidades similares en todas las campañas, y en la mayoría de las ocasiones, estas densidades fueron inferiores a las registradas en el AMERB. Tanto en el ALA como en la RMICHA, se observaron densidades más altas durante el otoño (1,03 y 0,74 plantas/m² respectivamente), seguidas de una disminución gradual hacia la campaña de verano, donde se registraron las densidades más bajas tanto en el ALA (0,19 plantas/m²) como en la RMICHA (0,34 plantas/m²) (Figura 72).

Por otro lado, en el AMERB no se identificó un patrón estacional claro. Se observaron las densidades más altas durante los meses de verano (1,98 plantas/m²) e invierno (1,68 plantas/m²), una densidad intermedia en primavera (1,38 plantas/m²) y la menor densidad se registró en otoño con 0,65 plantas/m² (Figura 72).

En relación con la estructura de tallas, el análisis revela diferencias significativas entre la RMICHA y los otros regímenes de administración en todas las estaciones del año, exhibiendo tallas significativamente mayores, excepto en otoño donde no se observan diferencias con el AMERB, pero sí con el ALA (Figura 73).

Al comparar entre campañas, se evidencian diferencias estacionales significativas tanto en la RMICHA como en el ALA. En la RMICHA, la campaña de invierno mostró una estructura de tamaños de disco significativamente mayor que todas las otras campañas realizadas en la reserva ($p < 0,05$). En el ALA, la estructura de tallas observada en invierno también fue significativamente mayor que en todas las otras estaciones ($p < 0,05$), pero, la campaña de otoño en ALA, también presentó una estructura de tallas significativamente más pequeña no solo en comparación con la estación de invierno, sino también en comparación con la estación de primavera ($p < 0,05$). (Figura 73).

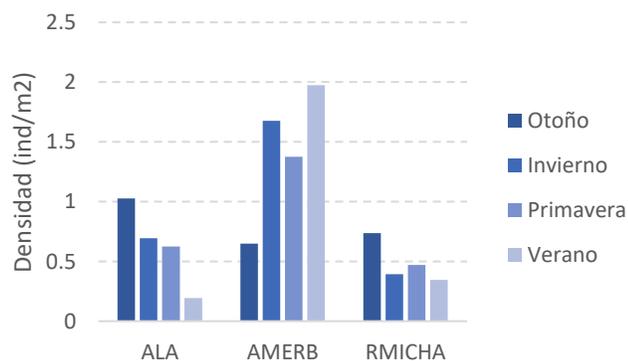


Figura 72. Densidad media de huiro palo (ind/m²) observada en los sistemas de gestión RMICHA, AMERB y ALA, monitoreados en cuatro campañas estacionales durante el año 2023.

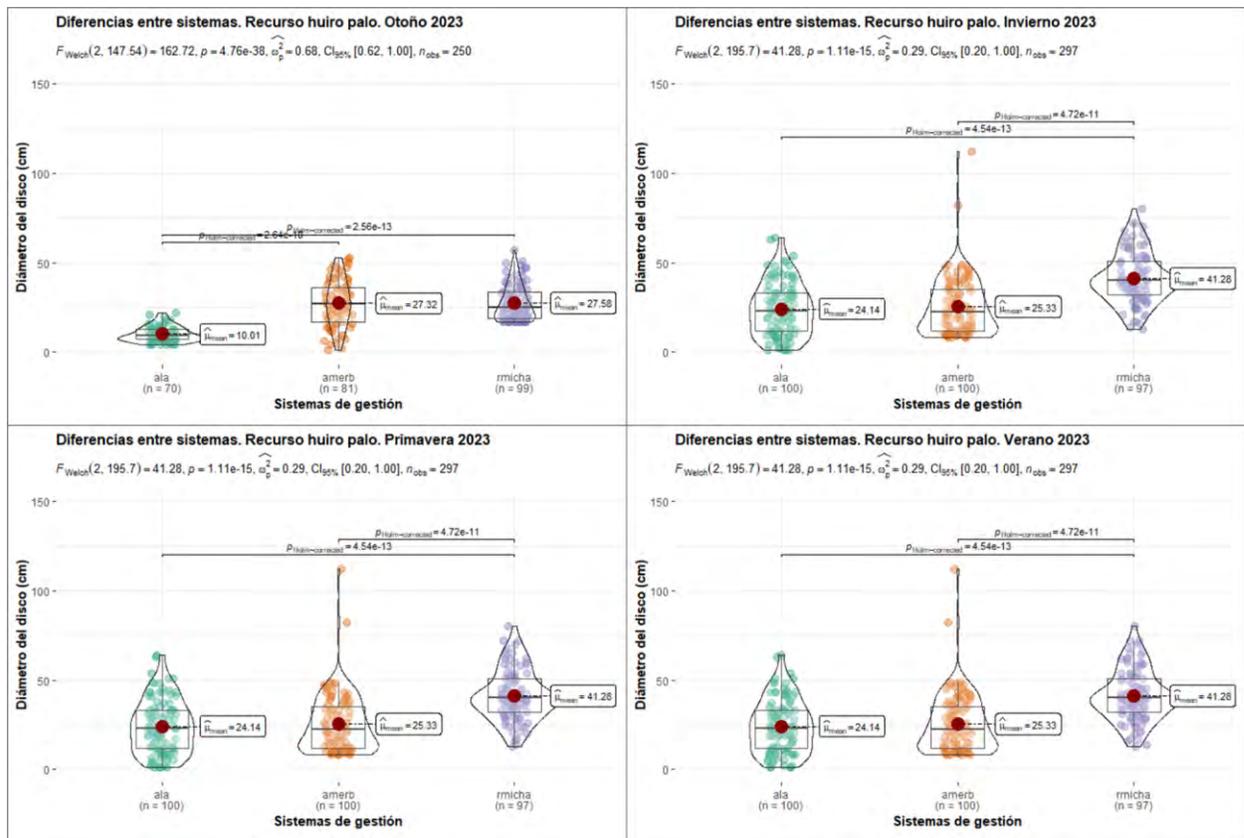


Figura 73. Gráfico ide violín para el desempeño estacional de la variable longitud total de huero palo (*Lessonia trabeculata*) en la Reserva Marina Isla Chañaral (rmicha), AMERB Chañaral de Aceituno (amerb) y un Área de Libre Acceso colindante al AMERB (ala). La caja del violín representa la distribución de las tallas, los círculos pequeños de colores indican todos los valores de talla observados, la línea al centro de la caja representa la mediana, el círculo rojo indica el valor de talla promedio observada cuyo valor se muestra en la caja de texto al costado derecho de cada violín. En la parte superior del gráfico se indica la prueba de análisis estadístico utilizado, el valor de p y el tamaño de muestra (n_{obs}).

4.2.2.3 IB3. Estado de salud poblacional de especies bentónicas objetivo.

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) ya que el indicador muestra si la condición de los recursos bentónicos es muy mala (1), mala (2), regular (3), buena (4) o muy buena (5) para un año específico. Pero además se puede realizar un análisis en un contexto espacio-temporal más amplio.

a) Loco (*Concholepas concholepas*)

Se utilizó la matriz del indicador estado de salud de la población de loco (Tabla 89) para analizar la condición poblacional del loco en la RMICHA, la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD) y las AMERB circundantes a lo largo del tiempo. A partir de este análisis, se identificaron tres grandes periodos en la condición poblacional del loco, correspondientes al periodo 1999-2007, 2008-2014 y posterior al año 2015.

El periodo 1999 – 2007, se caracteriza por una alta proporción de condiciones malas y regulares. Sin embargo, cabe destacar que la información de este periodo proviene mayoritariamente de AMERB, ya que las reservas marinas no se decretaron hasta el año 2005 y solo se cuenta con datos para la RMICHA en los años 1999 y 2007, mientras que para la RMICD no se cuenta con información.

El periodo 2008-2014, presenta una alta proporción de condiciones regulares a muy buenas. Cabe resaltar, que este cambio global en la productividad coincide con la declaración de las reservas marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas que se realizó durante el año 2005. En este periodo destacan fuertemente los buenos estados poblacionales observados en las AMERB Chañaral sector B cercana a RMICHA y las AMERB Punta Choros e Isla Choros cercanas a la RMICD.

Posterior al año 2015, el estado de salud poblacional del loco nuevamente se deteriora, aunque no al nivel observado antes del año 2007. Sin embargo, pareciera que el año 2022 podría estar marcando un nuevo ciclo de mayor productividad para la especie, aunque se necesitan mayores antecedentes para confirmarlo.

En cuanto al desempeño propio de la RMICHA, cabe mencionar que no se había observado ningún tipo de recuperación desde la realización de la primera línea base (Gaymer et al., 2008), de hecho, las condiciones analizadas permanecieron estables en condición mala hasta el año 2022 (Thomas et al., 2022). Sin embargo, el estudio actual muestra una fuerte recuperación alcanzando un estado de salud poblacional muy bueno.

Tabla 89. En el panel izquierdo se presenta el indicador actualizado del "estado de salud" poblacional para el recurso loco (*Concholepas concholepas*) en las reservas marinas Isla Chañaral (A) e islas Choros-Damas (B), además de las AMERB circundantes. La línea azul, marca el año de la declaratoria de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, las líneas negras marcan los distintos periodos de productividad identificados. En el panel derecho se presenta la codificación de las unidades de gestión analizadas y las referencias utilizadas para extraer datos de densidad media (ind/m²) y fracción explotable.

AÑO	RM		AMERB							UNIDADES DE GESTIÓN	REFERENCIAS UTILIZADAS		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I				
1999	1										A	Reserva Marina Isla Chañaral	(ABIMAR, 2007; Gaymer et al., 2008; González et al., 1999; IFOP, 2012; Kreces, 2009; Thomas et al., 2022); FIPA 2022-19
1999	1		1			1	2	1					
2000			2			2	2	1			B	Reserva Marina Isla Choros – Damas.	(Gaymer et al., 2008; Stotz et al., 2020; Thomas et al., 2022; Varela et al., 2016)
2001			3			2	2						
2002			2	1		2	2				C	AMERB Chañaral sector	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
2003			2	2		1	2						
2004			3	3	2	2	1				D	AMERB Chañaral sector B	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
2005			2	3	2	2	3	1					
2006			2	2	1	2	2	1			E	AMERB Chañaral sector C	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
2007	2		1	3	1	2	3	2					
2008	2	1	3	4	2	2	4	3			F	AMERB Apollillado	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
2009	2		2	3	3	3	4	4					
2010			3	5	3	2	4	4			G	AMERB Punta Choros	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
2011	2					2	1	5					
2012			3	3	2	2	3	3			H	AMERB Isla Choros	(González et al., 1999) Informes técnicos AMERB - SUBPESCA
2013													
2014			4	5	4	1	2			1	I	AMERB La Peña	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
2015		3				2		3					
2016			3	3	2	2	3	3	2		A	Reserva Marina Isla Chañaral	(ABIMAR, 2007; Gaymer et al., 2008; González et al., 1999; IFOP, 2012; Kreces, 2009; Thomas et al., 2022); FIPA 2022-19
2017							2	3					
2018			2		2	2	2	2	2		B	Reserva Marina Isla Choros – Damas.	(Gaymer et al., 2008; Stotz et al., 2020; Thomas et al., 2022; Varela et al., 2016)
2019		2		2		2		4	2				
2020		3	2	3	2	4	3	2			C	AMERB Chañaral sector	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
2021	2	4		3		2	2		2				
2022	2		5	5	3	2	4	2			D	AMERB Chañaral sector B	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
2023	5												

b) Lapa rosada (*Fissurella cumingi*)

A partir de la matriz de estado de salud poblacional del recurso lapa rosada (Tabla 90) se han identificado dos grandes periodos. Durante el primer periodo que abarca desde 1999 hasta 2008, se observó una proporción alta de condiciones muy malas y malas en la mayoría de las unidades de gestión, con excepción del año 2005 donde se registraron mejoras en algunos sitios. En términos generales, este periodo se caracterizó por fluctuar en una condición deteriorada.

En el segundo periodo que abarca desde 2009 hasta 2022, aunque no se observó una recuperación significativa, solo dos unidades de gestión presentaron condiciones "muy malas" en este periodo (AMERB Chañaral, AMERB Apollillado y AMERB La Peña), pero en general, las condiciones variaron entre malas y regulares.

En cuanto a la evolución de la RMICHA, es posible establecer que se ha observado una recuperación marcada a lo largo del tiempo, partiendo de condiciones muy malas en los años 2007 y 2008, pasando por condiciones buenas en el año 2022 y muy buenas en el estudio actual.

Tabla 90. En el panel izquierdo se presenta el indicador actualizado del “estado de salud” poblacional para el recurso lapa rosada (*Fissurella cumingi*) en las reservas marinas Isla Chañaral e islas Choros-Damas, además de las AMERB circundantes. La línea azul, marca el año de la declaratoria de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, las líneas negras marcan los distintos periodos de productividad identificados. En el panel derecho se presenta la codificación de las unidades de gestión analizadas y las referencias utilizadas para extraer datos de densidad media (ind/m²) y fracción explotable.

AÑO	RM		AMERB						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1999			1			1	2		
1999			2			2	1		
2000			2			2	2		
2001			2	2		2	2		
2002			2	1		1	1		
2003			2	3	2	2	1		
2004			4	4	3	3	1	1	
2005			3	2	2	2	2	1	
2006	1		2	1	1	1	2	2	
2007	1	2	2	4	1	2	2	2	
2008	2		3	3	2	2	2	3	
2009			2	3	2	2	2	3	
2010									
2011	2						2	2	
2012			2	3	2	3	2	2	
2013									
2014			3	4	3	2			1
2015		2				2	2	2	
2016			2	2	2	1	2	2	2
2017							2	3	
2018			1		2		2	2	2
2019				2		1		2	2
2020		2	1	2	2	3	2	2	
2021	3	2		2		2	2		2
2022	4		3	3	3	2	2	2	
2023	5								

UNIDADES DE GESTIÓN		REFERENCIAS UTILIZADAS
A	Reserva Marina Isla Chañaral	(ABIMAR, 2007; Gaymer et al., 2008; IFOP, 2012; Kreces, 2009; Thomas et al., 2022), FIPA 2022-19
B	Reserva Marina Isla Choros – Damas.	(Gaymer et al., 2008; Thomas et al., 2022; Varela et al., 2016)
C	AMERB Chañaral	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
D	AMERB Chañaral sector B	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
E	AMERB Chañaral sector C	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
F	AMERB Apollillado	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
G	AMERB Punta Choros	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
H	AMERB Isla Choros	Informes técnicos AMERB - SUBPESCA
I	AMERB La Peña	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA

c) Lapa negra (*Fissurella latimarginata*)

La evolución del desempeño del estado de salud poblacional del recurso lapa negra (Tabla 91), muestra dos periodos. El primero del año 1999 hasta el 2008, donde se aprecia que la mayor parte de las unidades de gestión analizadas presentan condiciones muy malas. Posterior al año 2008 y hasta la actualidad, se identifica una mejora leve en la condición del recurso, donde la mayoría de las unidades de gestión presentan condiciones malas.

En cuanto al desempeño de la RMICHA, se puede indicar que se ha producido una mejora partiendo desde condiciones muy malas el año 2007, a condiciones malas durante los años 2009, 2011 y 2021, condiciones regulares el año 2022 y condiciones muy buenas en el presente estudio.

Tabla 91. En el panel izquierdo se presenta el indicador actualizado del “estado de salud” poblacional para el recurso lapa negra (*Fissurella latimarginata*) en las reservas marinas Isla Chañaral e islas Choros-Damas, además de las AMERB circundantes. La línea azul, marca el año de la declaratoria de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, las líneas negras marcan los distintos periodos de productividad identificados. En el panel derecho se presenta la codificación de las unidades de gestión analizadas y las referencias utilizadas para extraer datos de densidad media (ind/m²) y fracción explotable.

AÑO	RM		AMERB						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1999			1			1	2		
1999			2			2	2		
2000			2			1	2		
2001			1	1		1	1		
2002			1	1		1	1		
2003			1	1		2	1		
2004			2	1	1	2	1		
2005			2	1	1	2	1	1	1
2006			2	2	2	2	2	1	
2007	1		2	2	1	2	1	1	
2008	1	1	2	2	2	2	2	2	
2009	2		2	2	2	2	2	2	
2010			2	2	2	2	2	1	
2011	2					2	2	2	
2012			2	2	2	2	2	2	
2013									
2014			2	2	2	2			1
2015		2				2	2	2	
2016			2	2	2	2	2	2	2
2017							2	2	
2018			2		2	1	2	2	2
2019				2		2		2	2
2020			2	2	2	2	2	2	
2021	2	2				2	2		2
2022	3		2	2	2	2	2	2	
2023	5								

UNIDADES DE GESTIÓN		REFERENCIAS UTILIZADAS
A	Reserva Marina Isla Chañaral	(ABIMAR, 2007; Gaymer et al., 2008; IFOP, 2012; Kreces, 2009; Thomas et al., 2022)
B	Reserva Marina Isla Choros – Damas.	(Gaymer et al., 2008; Thomas et al., 2022; Varela et al., 2016)
C	AMERB Chañaral sector	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
D	AMERB Chañaral sector B	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
E	AMERB Chañaral sector C	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
F	AMERB Apolillado	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
G	AMERB Punta Choros	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
H	AMERB Isla Choros	Informes técnicos AMERB - SUBPESCA
I	AMERB La Peña	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA

d) Erizo rojo (*Loxechinus albus*)

El desempeño del indicador estado de salud asociado al recurso erizo rojo (Tabla 92) no pudo ser actualizado, debido a que no fue observado en las unidades de muestreo y tampoco se lograron obtener muestras suficientes para actualizar los datos de estructura de tallas y fracción explotable. Considerando lo anterior, los resultados que se presentan a continuación corresponden a los reportados en la línea base (Thomas et al., 2022).

De acuerdo a los antecedentes proporcionados en la línea base, el recurso erizo presenta una mayor variabilidad espacio-temporal. En este sentido, resulta complejo identificar periodos que estén caracterizados por una condición específica, así como también identificar cual es la dinámica de cambio entre unidades de gestión. A pesar de esto, si es posible identificar cual ha sido la condición de este recurso para cada unidad de gestión en un año específico, lo que es una base para analizar en profundidad los factores que podrían influir en las condiciones observadas.

Cabe mencionar que para el caso del erizo rojo se cuenta con menor información tanto en términos espaciales como temporales, debido a que en las reservas marinas ha sido monitoreado en pocas ocasiones y solo algunas AMERB lo tienen incorporado como recurso principal.

Tabla 92. En el panel izquierdo se presenta el indicador actualizado del “estado de salud” poblacional para el recurso erizo rojo (*Loxechinus albus*) en las reservas marinas Isla Chañaral e islas Choros-Damas, además de las AMERB circundantes. La línea azul, marca el año de la declaratoria de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, las líneas negras marcan los distintos periodos de productividad identificados. En el panel derecho se presenta la codificación de las unidades de gestión analizadas y las referencias utilizadas para extraer datos de densidad media (ind/m2) y fracción explotable.

AÑO	RM		AMERB			
	A	B	F	G	H	I
2005					1	
2006						
2007						
2008				2	2	
2009				2	2	
2010				4	2	
2011			2	2	4	
2012			2	5	2	
2013						
2014						1
2015	2		5	2		
2016			2	3	1	2
2017				2	3	
2018			4	3	3	2
2019			3		2	2
2020		2	1	4	3	
2021	4		3	3		2
2022			2	1	1	

UNIDADES DE GESTIÓN		REFERENCIAS UTILIZADAS
A	Reserva Marina Isla Chañaral	(Thomas et al., 2022)
B	Reserva Marina Isla Choros – Damas.	(Thomas et al., 2022; Varela et al., 2016)
F	AMERB Apollillado	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
G	AMERB Punta Choros	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA
H	AMERB Isla Choros	Informes técnicos AMERB - SUBPESCA
I	AMERB La Peña	Informes Técnicos AMERB - SUBPESCA

4.3 Reuniones y talleres

A la fecha, se han realizado las siguientes reuniones.

- a) Reunión de coordinación, al inicio del proyecto se realizó una reunión telemática donde el ejecutor realizó una presentación breve de los alcances de la propuesta técnica. Adicionalmente, se tomaron acuerdos con respecto a la ubicación de las estaciones de monitoreos que serían utilizadas durante los monitoreos. La reunión contó con la participación de representantes de la SUBPESCA, SERNAPESCA y la Dirección Ejecutiva del FIPA. El acta puede ser revisada en acápite 8.1.1.
- b) Reunión de avance intermedio, al quinto mes de ejecución se realizó una reunión de avance intermedio, donde el ejecutor realizó una breve presentación acerca de los avances alcanzados y de las dificultades experimentadas en el desarrollo del proyecto. A partir de las dificultades indicadas, que corresponden principalmente al acceso de información para actualizar los indicadores de desempeño socioeconómicos y de gobernabilidad, se tomó el acuerdo de agendar una reunión entre el ejecutor y el SERNAPESCA para poder hacer frente a dichas dificultades. El acta puede ser revisada en acápite 8.1.2.
- c) Reunión con comité consultivo, se realizó una presentación de los alcances del proyecto y también se levantó información local a través de una cartografía participativa, la cual se utilizó posteriormente para definir las estaciones de monitoreo. El acta puede ser revisada en el acápite 8.1.3.
- d) Reunión con la Unidad de Conservación y Biodiversidad de SERNAPESCA, esta actividad se desarrolló con el fin de revisar y complementar la información que está siendo usada por el equipo ejecutor para actualizar el desempeño de indicadores socioeconómicos y de gobernanza. El acta puede ser revisada en acápite 8.1.4.
- e) Reunión de entrega informe pre-final, al mes 15 de ejecución se realizó una reunión de avance pre-final, donde el ejecutor realizó una presentación acerca de los progresos, primero en términos del cumplimiento de actividades y posteriormente en torno a los hallazgos relevantes surgidos durante el desarrollo del proyecto. Además, se comprometió la presentación de resultados finales al Comité Consultivo. El acta puede ser revisada en acápite 8.1.5.
- f) Presentación de resultados finales, el día 26 de junio se desarrolló una sesión del comité consultivo, donde se incorporó en tabla la presentación de los resultados finales del proyecto. En tal ocasión se abordaron dos temas relevantes, el primero tiene que ver con incorporar al relato que los agentes turísticos le proporcionan a los visitantes, los impactos

positivos que ha generado al reserva en los bosques de algas pardas y en recursos como loco y peces de arrecife. Además, se consideró relevante analizar la información para determinar la factibilidad de solicitar la autorización de una actividad extractiva transitoria de loco en la RMICHA por parte de los pescadores artesanales locales. El acta de la sesión se encuentra en el anexo 8.1.6.

5. Discusión

5.1 Indicadores biológicos y ambientales

5.1.1 Condiciones oceanográficas y comunidades planctónicas

Análisis de los parámetros para determinar calidad de agua

Al evaluar los parámetros utilizados para determinar la calidad del agua y los sedimentos marinos, se observa que todos los parámetros analizados durante las diferentes campañas estacionales cumplen con la normativa vigente. Sin embargo, se destacan algunas variaciones en la concentración de oxígeno disuelto, especialmente entre estaciones del año y profundidades. Durante el otoño en la RMICHA, se registraron niveles altos de oxígeno disuelto en la superficie, que disminuyeron gradualmente con la profundidad, alcanzando valores cercanos o incluso inferiores a los límites establecidos para determinar la condición aeróbica/anaeróbica según la Resolución Exenta 3612/2009 ($\leq 2,5$ mg/L).

Estas observaciones son relevantes debido a la alta estratificación de la columna de agua que se observa en otoño, que no solo afecta al oxígeno disuelto, sino también a la temperatura, el pH, la salinidad y la conductividad. Esto sugiere que esta condición no es necesariamente atribuible a influencias antropogénicas, sino que podría ser un fenómeno natural, posiblemente relacionado con la emergencia de masas de agua profundas hacia zonas superficiales (<20 m). Fenómenos similares de elevación de masas de aguas con bajos niveles de oxígeno ya han sido documentados previamente en la zona norte de Chile (Valdés et al., 2021). Además, un estudio reciente identificó la presencia de un cañón submarino alrededor de la Isla Chañaral y un sistema de corrientes geostroficas de largo plazo que forman un sistema de recirculación capaz de transportar aguas ricas en nutrientes desde el Archipiélago Humboldt hacia la superficie (Buchan et al., 2024b). Lo cual se corresponde con los resultados obtenidos donde se observaron altas concentraciones de fitoplancton tanto en las campañas de otoño como de invierno, lo que podría estar explicando este fenómeno oceanográfico.

En línea con la discusión anterior, se sugiere que la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental considere no solo la calidad del agua como una variable influenciada por actividades humanas, sino también como una condición que puede ser afectada por condiciones climáticas particulares en la zona de estudio. Estas condiciones climáticas pueden tener efectos en cascada sobre la biodiversidad de la reserva y su entorno como se ha observado en otras regiones (Sarà et al., 2021), lo que resalta la importancia de una gestión integral y adaptativa.

Condiciones climáticas y relación con los parámetros monitoreados

Los resultados del monitoreo de la temperatura del agua en la zona de estudio revelan variaciones a lo largo de las cuatro estaciones del año. Durante el otoño, se observó una marcada disminución de la temperatura con la profundidad en todas las estaciones, lo que sugiere una estratificación térmica en la columna de agua. Esta estratificación se mantuvo relativamente constante durante el invierno, siendo este último excepcionalmente cálido, incluso la estación más cálida de todo el período de estudio, con un aumento de más de 2°C. En contraste, tanto la primavera como el verano mostraron una menor variabilidad en las temperaturas del agua en todas las profundidades, con valores ligeramente más altos en la superficie durante el verano.

Nuestros hallazgos coinciden con los informes climáticos del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), los cuales indican un aumento significativo de la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico oriental entre junio y agosto de 2023, como resultado del desarrollo del fenómeno de El Niño. Inicialmente, esta anomalía cálida se manifestó cerca de las costas de Perú y Ecuador, extendiéndose luego hacia el Pacífico central y sureste durante ese trimestre. A nivel nacional, el mayor aumento de temperatura del mar se observó en la región de Antofagasta, con una anomalía máxima mensual de 2.8°C en agosto, mientras que en la región de Coquimbo fue de solo 2°C (Boletín CEAZAMar, 2023). Según el informe del CEAZA, durante este período, las temperaturas del mar alcanzaron aproximadamente 16°C y 17°C, casi 2°C por encima del promedio histórico para esas fechas (Boletín CEAZAMar, 2023).

Los valores de pH y salinidad registrados en este estudio son consistentes con estudios anteriores. El monitoreo de pH y salinidad en las estaciones de estudio reveló patrones estacionales distintivos. En cuanto a la salinidad, se observó una uniformidad a lo largo del año, con pequeñas fluctuaciones que aumentaban con la profundidad. Los valores registrados fueron ligeramente más altos en otoño e invierno y se mantuvieron constantes en primavera y verano. Estos patrones fueron consistentes en todas las campañas estudiadas, lo que sugiere estabilidad a lo largo del tiempo en la salinidad, con desviaciones estándar generalmente bajas. Estos hallazgos están en línea con estudios previos (Gaymer et al., 2008; Thomas et al., 2022), que indican que la salinidad es un indicador clave de las masas de agua en la zona estudiada. Este estudio muestra un aumento vertical de la salinidad con la profundidad a lo largo del año, con cambios estacionales notables en los niveles superficiales. En cuanto al pH, se observó una estabilidad relativa en los niveles de pH durante el otoño y el invierno, con variaciones mínimas a lo largo de las profundidades. Sin embargo, en primavera y verano, se registró una disminución general del pH con la profundidad, indicando una influencia de factores ambientales estacionales, que pueden tener implicaciones biológicas.

Los resultados recopilados durante el período de estudio sobre los niveles de oxígeno disuelto y clorofila-a en las localidades de RMICHA, AMERB y ALA revelan variaciones estacionales y de profundidad que aportan a la comprensión de la dinámica ambiental del ecosistema acuático en esta área.

En cuanto al oxígeno disuelto, se observan variaciones entre las diferentes estaciones del año y las profundidades. En RMICHA, durante el otoño, se registraron niveles más altos de oxígeno disuelto en la superficie, disminuyendo gradualmente con la profundidad hasta valores cercanos o incluso inferiores a los establecidos para determinar la condición aeróbica/anaeróbica (Resolución Ex. 3612/2009). En invierno, los niveles fueron más uniformes en todas las profundidades, mientras que en primavera y verano se observaron descensos adicionales, siendo los valores más bajos en verano. Estos patrones se repiten en AMERB y ALA, aunque con algunas variaciones en las profundidades donde se observan los niveles más altos.

Por otro lado, se observa una marcada estacionalidad en la concentración de clorofila-a en las tres localidades, siendo los valores más altos durante la primavera, especialmente en las capas superficiales de la columna de agua. En RMICHA, se registraron concentraciones más elevadas durante esta estación, seguidas de variaciones menores en las otras estaciones del año. En AMERB y ALA, se observa una tendencia similar, con concentraciones más altas durante la primavera y valores más bajos durante el otoño e invierno. Estos resultados concuerdan con lo informado por CEAZA (Boletín CEAZAMar, 2023), que señala que las observaciones satelitales de clorofila en las localidades costeras revelaron concentraciones promedio por debajo de 1 mg/m^3 durante el otoño e invierno de 2023. Este comportamiento se atribuye a las condiciones invernales, caracterizadas por una menor disponibilidad de luz solar y una menor eficiencia en la surgencia, lo que limita la disponibilidad de nutrientes y reduce la productividad del fitoplancton.

Por otra parte, la variabilidad estacional en la concentración de clorofila-a, con mayores abundancias durante la primavera, sigue un patrón típico del ciclo estacional de la producción primaria. En nuestro estudio, el aumento estacional coincide con informes estacionales de clorofila satelital (Boletín CEAZAMar, 2024). Sin embargo, nuestras concentraciones de primavera fueron más bajas, ya que dicho reporte informa valores promedio de 3.79, 6.14 y 4.95 mg/m^3 para el período de fines de septiembre a mediados de octubre, respectivamente. Frente a estos resultados, los autores señalan que la producción primaria durante el verano de 2023 experimentó una reducción del 53% en la concentración promedio de clorofila-a a lo largo de la costa. Esta disminución se considera esperable en años de "El Niño" debido a la reducción en la surgencia y la disponibilidad de oxígeno en la columna de agua.

Los sedimentos marinos, como receptores finales de las sustancias provenientes de diversas fuentes tanto naturales como antropogénicas, desempeñan un papel crucial en la salud de los ecosistemas marinos. Comprender las propiedades y la composición de estos sedimentos permite evaluar el estado de los ambientes marinos y detectar posibles alteraciones causadas por la acumulación de sustancias nocivas. Este conocimiento facilita la implementación de medidas adecuadas para proteger la salud de los ecosistemas y promover el desarrollo socioeconómico sostenible de las comunidades costeras.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran una variación estacional en varios parámetros físico-químicos analizados en los sedimentos marinos a lo largo de diversas localidades y estaciones del año. En cuanto a la temperatura, se observa una tendencia general hacia temperaturas más altas durante el invierno y más bajas en primavera y verano, con

diferencias entre las localidades, siendo RMICHA la que registra las temperaturas más bajas en todas las estaciones. Respecto al pH, se evidencia una variación estacional similar en las tres localidades, con valores más altos en primavera y verano y más bajos en otoño e invierno, aunque con discrepancias en los valores absolutos entre ellas. El Potencial Redox en los sedimentos muestra una estabilidad relativa en otoño e invierno, con un aumento notorio en primavera y una ligera disminución en verano, destacándose diferencias en los valores absolutos entre las localidades, siendo AMERB la que presenta los valores más altos en todas las estaciones. En cuanto al color del sedimento, prevalece el tono gris en todas las estaciones, aunque se observan variaciones notables entre las localidades y las estaciones del año. No se detectó olor en la mayoría de las muestras, excepto en una muestra de AMERB durante la primavera, que presentó un ligero olor a $(\text{CH}_3)_3\text{N}$. La textura de los sedimentos fluctuó entre arena y arena fina en la mayoría de las localidades y estaciones, aunque se registró conchuela gruesa en AMERB durante el otoño y primavera. Por su parte, los estadígrafos de granulometría en RMICHA, AMERB y ALA muestran variaciones estacionales. En otoño, RMICHA presentó predominantemente sedimentos de arena fina, mientras que en AMERB fueron mayormente de arena gruesa y en ALA de arena fina. Durante el invierno, RMICHA mostró una diversidad en el tamaño de partícula, AMERB presentó sedimentos predominantemente de arena media y ALA de arena fina. En primavera, RMICHA exhibió sedimentos de arena fina, AMERB de grano grueso y ALA de arena fina. Durante el verano, RMICHA mostró variabilidad en el tamaño de partícula, mientras que no se obtuvo información de los sedimentos en AMERB y ALA. En RMICHA, las estaciones E3 y E4 destacaron por tener consistentemente valores levemente mayores de tamaño de partícula, predominando sedimentos de arena fina a media en la mayoría de las estaciones y campañas.

Los resultados de materia orgánica (%) obtenidos en las áreas de estudio de RMICHA, AMERB y ALA durante las cuatro campañas monitoreadas revelan variaciones en los niveles de materia orgánica a lo largo del año. En RMICHA, se observó una oscilación entre 0.94% y 1.44% durante la primavera, con una tendencia general hacia niveles más altos de materia orgánica en esta estación. Por otro lado, en AMERB, se registraron valores mínimos de 0.33% durante la primavera y máximos de 1.05% durante el invierno, mostrando una variabilidad entre las campañas. En ALA, se observaron los valores más altos en promedio de las tres localidades, con mínimos de 1.21% durante el otoño y máximos de 1.96% durante la primavera.

Se destaca una tendencia hacia niveles más altos de materia orgánica durante la primavera en todas las localidades, mientras que en invierno y otoño se presentan variaciones más moderadas. Sin embargo, es importante señalar que no se disponen de datos para algunas estaciones durante las campañas de invierno para RMICHA y verano para AMERB y ALA. Estas variaciones estacionales en los niveles de materia orgánica pueden estar influenciadas por factores como la actividad biológica, la disponibilidad de nutrientes y la deposición de materia orgánica desde la columna de agua. La ausencia de datos en ciertas estaciones resalta la importancia de un monitoreo continuo para comprender mejor las fluctuaciones estacionales y sus implicaciones en los ecosistemas marinos de estas áreas. En conclusión, los resultados sugieren una dinámica estacional en los niveles de materia orgánica en los sedimentos marinos de RMICHA, AMERB y ALA, con la primavera como una época de mayor acumulación de materia orgánica.

Identificación de posibles bioindicadores de condiciones climáticas de la zona de estudio

El estudio registra un total de 51 especies o ítems taxonómicos presentes en la localidad analizada, los cuales corresponden a 35 integrantes del grupo diatomeas (Bacillariophyceae), 14 dinoflagelados (Dinophyceae) y 2 silicoflagelados (Dictyochphyceae). Se detecta una alta variación temporal de la concentración celular y tipo de especies presentes, durante las distintas campañas de muestreo consideradas. Entre las especies relevantes en términos de su mayor frecuencia y posterior ausencia de registro en determinadas estaciones del año, se obtiene un listado de 14 diatomeas y 3 dinoflagelados. La presencia y/o ausencia de estas taxa estaría íntimamente relacionada a los cambios en las condiciones oceanográficas del sector ocurridas entre las campañas de monitoreo. En razón de lo anterior las especies *Proboscia alata*, *Rhizosolenia imbricata*, *Rhizosolenia setigera*, *Skeletonema costatum* y *Ceratium tripos*, preponderantes durante el periodo de otoño evidencian una mayor concentración celular en una columna de agua caracterizada por una mayor estratificación superficial, asociada a valores medios de temperatura superiores a los promedios reportados para el mismo periodo (otoño).

Los taxa *Biddulphia longicuris*, *Corethron criophilum* y *Detonula pumila*, preponderantes durante el periodo de invierno, evidencian una mayor concentración celular en una columna de agua caracterizada por una mayor mezcla vertical respecto del periodo inmediatamente anterior y, en consecuencia, una mayor homogeneidad de los parámetros de calidad en un eje superficie-fondo. Durante este periodo se registran también valores medios de temperatura superiores a los promedios reportados para el mismo periodo.

Los taxa *Detonula pumila*, *Chaetoceros debilis*, *Ditylum brightwelli*, *Thalassiosira aestivalis*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *Oxytoxum sp.*; preponderantes durante el periodo de primavera, evidencian una mayor concentración celular en una columna de agua caracterizada por buena mezcla vertical y, en consecuencia, una mayor homogeneidad de los parámetros de calidad en un eje superficie-fondo. Durante este periodo se registra una disminución de la temperatura superficial lo cual se podría asociar también a presencia de procesos de surgencia en el área.

Por último, el periodo de verano registra una mayor preponderancia de las especies *Bacteriastrum sp.*, *Fragilariopsis doliolus*, *Lithodesmium undulatum* y *Prorocentrum micans*. Taxa que evidencian una mayor concentración celular en una columna de agua caracterizada por una buena mezcla vertical y, en consecuencia, una mayor homogeneidad de los parámetros de calidad en un eje superficie-fondo. Durante este periodo se registra un leve aumento de la temperatura respecto el periodo inmediatamente anterior. Sin embargo, se obtienen valores de temperatura superficial menores a los periodos de otoño e invierno lo cual se podría asociar también a presencia de procesos de surgencia en el área.

En razón de lo anterior, el presente estudio da cuenta de un ciclo anual particular donde ocurren, en paralelo, dos forzantes ambientales contrapuestos que inciden sobre el comportamiento del plancton marino costero. La primera de ellas correspondiente al fenómeno de EL Niño expresado como un aumento de la temperatura y estratificación de las capas superficiales. La segunda

correspondiente a procesos de surgencia costera, asociados a una disminución de la temperatura superficial y mayor mezcla vertical de la columna de agua. Trabajos previos indican para los procesos de surgencia costera que la variabilidad temporal, intra-anual, del patrón de vientos local refleja fluctuaciones de igual naturaleza en el campo de biomasa planctónica y en la estructura comunitaria, sin embargo, dichos atributos se ven afectados bajo condiciones El Niño (Oliva, 2005).

En consecuencia, el comportamiento descrito para el fitoplancton del sector, entendido como la respuesta biológica de los procesos físico-químicos, no es del todo evidente, debido a que ambos procesos se podrían estar sobreponiendo. Sin perjuicio de lo anterior, los presentes resultados son indicadores idóneos de la condición particular reportada.

La información existente en bibliografía referida a especies indicadoras (Alvial & Avaria, 1982; Avaria & Alvial, 1985; Avaria & Muñoz, 1985) indican, para el microfitoplancton, algunas especies indicadoras de surgencia, entre las cuales destacan *Detonula pumila*, *Chaetoceros debilis*, *Thalassiosira aestivalis* y *Climacodium biconcavus*. Las tres primeras son indicadas en el presente estudio como especies dominantes para el periodo de primavera donde la data oceanográfica indica también presencia de surgencia costera.

Así mismo entre la bibliografía referida a especies indicadoras de aguas cálidas (Avaria, 1984; Avaria et al., 1987; Avaria & Muñoz, 1985) se reportan especies típicamente oceánicas en aguas neríticas como indicadoras, entre las cuales se encuentra *Planktoniella sol* y el grupo dinoflagelados en términos generales. Otros autores indican para la distribución espacial de *Ceratium tripos* como un indicador de los avances anómalos de aguas cálidas durante el fenómeno del niño (Pesantes, 1979). También se ha observado que la variación morfológica de la especie *Ceratium tripos* está relacionada con ciertas masas de agua (Uribe, 1981). Por ejemplo, *Ceratium pulchellum* cf. *dalmatium* que pertenece a la serie *C. tripos*, es un organismo de cuerpo robusto y de cuernos cortos, presente generalmente en aguas ecuatoriales sub-superficiales. Una forma semejante es *C. tripos* var. *Pulchellum*, pero de cuerpo angosto y frágil que se detectó a 1.300 millas de la costa de Valparaíso en aguas sub-tropicales. Por su parte, *C. tripos* var. *Atlanticum*, organismo de cuerpo robusto y cuernos largos, generalmente se ha detectado en aguas subantárticas al sur de los 40°S. La forma que se observa con mayor frecuencia pertenece a *C. Tripos* var. *Tripodiodes*, la cual se localiza preferentemente en la zona oceánica entre Antofagasta y Valparaíso. De acuerdo a lo indicado el presente estudio registra a *C. tripos* como especie dominante para el periodo de otoño donde la data oceanográfica indica presencia de estratificación en la columna de agua y aumento de temperatura superficial.

Respecto del zooplancton el estudio registra un total de 51 especies o ítems taxonómicos presentes en la localidad analizada, los cuales corresponden a 29 Arthropodos, 1 Brachiopodo, 2 Anelidos, 9 Cnidarios, 1 Chaetognatho, 2 ítems integrantes del grupo Mollusca, 1 Echinodermo y 6 Cordados.

En general, la composición del zooplancton en el área de estudio concuerda con lo observado para el norte de Chile (Rojas et al., 1983; Rojas & Mujica, 1981). El dominio de copépodos

confirma la tendencia normal en el plancton marino, con copépodos calanoideos, entre los cuales destaca *Calanus chilensis* como ítems de mayor importancia en constancia y contribución numérica.

El sistema marino costero registra una alta variación temporal de la abundancia zooplanctónica y tipo de especies presentes, durante las distintas campañas de muestreo consideradas. Entre los grupos taxonómicos relevantes en términos de su variación entre las distintas estaciones del año, se obtiene observa una clara dominancia del grupo artrópodo durante los 4 periodos analizados, con una mayor abundancia relativa del grupo molusco en otoño, particularmente de larvas mero planctónicas de moluscos bivalvos; un aumento porcentual relevante del grupo cordata durante invierno, integrado casi exclusivamente por apendicularias, junto al registro de estados ontogenéticos tempranos (huevos y larvas) pertenecientes a la fracción ictioplanctónica del zooplancton (peces); un incremento del grupo artrópodo en primavera junto al grupo branchiopoda, en paralelo a una disminución de cordados; y finalmente en verano un aumento de porcentual de cordados, chaetognatos e integrantes del grupo Cnidaria.

La información existente en bibliografía referida a especies indicadoras (Oliva, 2005), indican que el régimen de surgencia costera en las aguas del norte de Chile determina un zooplancton epipelágico con altas biomásas en la zona costera, con una estructura de dominio definida principalmente por Copépoda con *Paracalanus parvus*, *Centropages brachiatus* y *Calanus chilensis* como especies dominantes. El mismo autor señala que bajo eventos de El Niño se promueven decaimientos de biomasa, mayor ocurrencia de zooplancton gelatinoso y aumentos de su riqueza específica por efecto de tropicalización. De acuerdo a lo indicado el presente estudio registra también una dominancia de copépodos calanoideos de los géneros *Calanus* y *Paracalanus* como ítems dominantes para los 4 periodos analizados, así mismo registra un importante incremento del zooplancton gelatinoso, específicamente de apendicularias y cnidarios, integrados estos últimos por hidromedusas y sifonóforos.

Los antecedentes expuestos, describen en términos globales los efectos de eventos de surgencia y fenómeno de El Niño sobre el zooplancton epipelágico, concordantes con lo establecido en la literatura para la zona centro- norte de Chile. Las comparaciones realizadas a nivel local ilustran relaciones causa - efecto, pero ellas emergen de diseños de muestreo con coberturas espacio-temporales distintas; por lo que el alcance de las conclusiones tiene dichas limitaciones.

Con objeto de otorgar sustento estadístico y fundamento técnico a los presentes resultados, se recomienda la implementación de un monitoreo periódico sobre una estación fija (mensual o estacional), orientado en el entendimiento de la dinámica planctónica local durante un periodo de tiempo más prolongado que el implementado en el presente estudio, lo cual permitiría discernir sobre una condición normal y/o una perturbada, respecto de un resultado puntual o particular colectado en el área de estudio. Lo anterior permitiría identificar las especies presentes durante las distintas estaciones del año y sus abundancias asociadas, generando con ello una data base de rangos de variación de diversidad y abundancia microalgal en el tiempo, sobre una condición de surgencia fuerte, débil o sobre la influencia de El Niño.

5.1.2 Variación de la diversidad biológica

Variación de la diversidad bentónica de fauna y asociada a algas pardas

Las Reservas Marinas, como áreas concretas destinadas a conservar algún recurso marino de interés económico y dar seguridad a su reproducción y reclutamiento. Como área protegida es un espacio territorial determinado, registrado y gestionado, mediante medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados. Estos medios tienen como objetivo lograr una buena calidad ecológica. El primer paso hacia este objetivo consiste en evaluar la calidad ecológica actual de estos cuerpos de agua y fondo. Un enfoque recomendado para esta evaluación es el estudio de la composición y abundancia de especies de macrofauna bentónica, ya que estas responden de una manera prevista a estrés antrópico y natural (Pearson & Rosenberg, 1978). La macrofauna bentónica es un excelente espejo que refleja el estado ecológico del medio marino y por ello se ha convertido en un componente estándar del monitoreo ambiental marino (Bilyard, 1987).

En el presente estudio donde se recolectaron muestras en 3 sitios con diferente sistema de gestión (Reserva, AMERB y ALA), durante un ciclo anual, los grupos taxonómicos predominantes en general coinciden, con los grupos mejor representados a lo largo de la costa chilena: Mollusca, Polychaeta y Crustacea: Santelices et al 1980; Cancino & Santelices (1981,1984), Santelices (1982), Vázquez & Santelices (1984, 1990), Thiel & Vasquez (2000), Vázquez et al 2001, Vega (2016), Thomas et al (2016); Cerda & Castillas (2001), Lancelloti & Vázquez (2000), Thomas et al (2018), Zuñiga et al. (1983), Jaramillo et al. (1998), Moreno 2000, Laudien et al. (2007), González & Edding 1990; Gaymer et al. (2006), Thomas et al (2022).

En términos de riqueza, se reportaron valores máximos de 77 taxas en la matriz "Huiro Palo", 113 taxas en muestras en la matriz "fondo blando" y 40 taxas en la matriz "Fondo duro submareal", todas recolectados en estaciones de monitoreo ubicadas en la Reserva Marina. La diferencia cuantitativa de riqueza de especies entre sitios de monitoreo puede estar relacionada por una parte al esfuerzo de recolección de muestras (6 puntos en Reserva y 1 punto en AMERB y 1 punto en ALA). **Para la matriz "fondo blando" además puede ser importante el tipo de sedimento reportado ya que, en los sitios ubicados en la Reserva predomina arena fina y en sector AMERB y ALA arenas gruesas y muy gruesas, lo que podría evidenciar diferencias en las condiciones oceanográficas entre estas zonas (AMERB y ALA) en este sentido las condiciones de cada sector, indicarían que aquel que presentó mayor diversidad, abundancia y riqueza (Reserva) se ubican en áreas relativamente protegidas al oleaje lo que facilita el asentamiento y colonización, además la zona más profunda de estos sectores presento altas abundancias de *Incatella cingulata* creando una mayor cantidad de microhábitats y por consiguiente una mayor diversidad y riqueza.**

La zona intermareal y submareal rocosa de las tres zonas están compuestas de plataformas y piedras muy grandes y por lo tanto más estables evidenciando una relación entre estabilidad del hábitat y riqueza de especies en estos sectores los máximos valores de riqueza reportados para la zona submareal rocosa e intermareal rocosa fueron 42 taxas registrados en la Reserva y 27 taxas AMERB respectivamente.

En relación a las especies encontradas se han encontrado altas coincidencias con el estudio FIPA 2019-25 (Thomas et al 2022), principalmente de los taxones más abundantes, sin embargo, se observa un aumento en la riqueza acumulada en todas las matrices. Esto evidencia, que aún falta conocimiento sobre los recursos marinos en la zona de estudio. Por lo tanto, es muy importante disponer del inventario de especies, así como, aumentar el conocimiento de las poblaciones y comunidades que componen la fauna marina que son la base para planificar, gestionar y conservar de forma responsable la diversidad biológica y hacer uso racional de los recursos marinos (Flores-Garza et al. 2011). Además, como fue indicado por Thomas et al 2022, las riquezas acumuladas de cada matriz pueden aumentar debido a que en varios de los grupos presentes no se cuenta con los insumos para su determinación, varios grupos presentaron una determinación compleja, en algunos taxa se logró llegar solo a nivel de género, los cuales contienen, a su vez, 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. Como ejemplo, organismos determinados como *Photis sp.* En este estudio, no corresponde a *P. reinhardi*, la única especie citada para Chile.

En relación a los índices bióticos, si bien constituye en extremo la reducción de información. Son sencillos y fáciles de presentar a los usuarios finales potenciales, (Rosenberg et al., 2004). El **índice de diversidad de Shannon H' (Pielou, 1975) y el AMBI (AZTI Marine Biotic Index, Borja et al., 2000)** están entre los índices bióticos más utilizados por la Unión Europea (European Water Framework Directive 2000/60/EC). Como **índice sintético de biodiversidad, H' representa cambios** tanto en la riqueza de especies como en el patrón de dominancia durante la sucesión secundaria. En AMBI el grado de sensibilidad/tolerancia de una determinada especie está dado por 5 grupos ecológicos y basado en un análisis de la literatura (Borja et al., 2000; Simboura y Zenetos, 2002)

El índice de diversidad para el sustrato rocoso intermareal, entrega valores de calidad ecológica (EcoQ) **moderados ($2 < H' \leq 3$) y corresponde a lo esperado en un sustrato rocoso** complejo, esto indica que es una zona diversa y con una alta uniformidad. Por su parte el sustrato submareal **presento un rango de valores de H' entre 1,67 (AMERB) y 2,98 (ALA) indicado un EcoQ entre "Pobre" y "Moderado"**.

La matriz "Fondo Blando" presenta los mayores valores de H' que fluctúan entre 2,402 y 3,36 indicando un EcoQ "Moderado a Bueno". Por su parte, la matriz Huiro Negro y Huiro Palo" registraron los mayores valores (H':4,025 HN-ALA) con excepción de HN-AMERB (H':1,711) el resto está por sobre el valor de H':2, por lo que se categoriza como "Moderado" a "Alto".

El índice ecológico AMBI (AZTI Marine Biotic Index) es una medida utilizada para evaluar la calidad del medio ambiente marino basándose en la composición de las comunidades bentónicas. Este

índice asigna valores numéricos a diferentes taxones bentónicos según su tolerancia a la contaminación, donde valores más altos indican una mayor contaminación y una calidad ambiental más pobre, mientras que valores más bajos indican una menor contaminación y una mejor calidad ambiental. Los resultados obtenidos indican que los valores se encuentran entre 1,69 (S1-RMICHA) y 2,41 (ALA) indicando una calidad ecológica (EcoQ) "Buena".

En los 3 sectores de monitoreo a lo largo del periodo de estudio los grupos dominantes de macrofauna fueron el GE I, el cual indica especies sensibles al enriquecimiento orgánico y a la perturbación, GE II (especies indiferentes al enriquecimiento), lo cual indica una presencia constante en bajas densidades, con variaciones no significativas en el tiempo, independientemente del enriquecimiento orgánico o la perturbación. En invierno aumento el porcentaje del GE III (Taxones tolerantes al exceso de materia orgánica) volviéndose dominante en algunas estaciones y sitios. Entre las especies más importantes en términos de porcentaje destacan *Crenella sp.*, *Eatoniella sp.*, *Phoxocephalopsis zimmeri*, *Nucula pisum*, *Eudevenopus gracilipes* en la Reserva. *Phoxocephalopsis zimmeri*, poliquetos de la Familia Orbiinidae, Paraonidae y Opheliidae, *Branchiostoma elongatum*, *Caecum chilense* y *Exosphaeroma gigas* en el sector AMERB y *Phoxocephalopsis zimmeri*, Ostracoda spp., *Macrochiridothea setifer*, *Eudevenopus gracilipes*, *Crenella sp.* y *Ampelisca sp.* en el ALA.

En este sentido, es posible indicar que los grupos ecológicos en el Índice AMBI (Azti Marine Biotic Index) son de vital importancia porque proporcionan información clave sobre la salud y la calidad del medio ambiente marino. Los grupos ecológicos representan diferentes niveles de tolerancia a la contaminación. La presencia y la abundancia relativa de estos grupos en una muestra de bentos permiten evaluar la calidad ambiental del área estudiada. Los grupos sensibles indican un entorno marino limpio y saludable, mientras que la presencia de grupos tolerantes sugiere la presencia de contaminación o alteraciones ambientales. Esto implica el desafío de avanzar en los estudios taxonómicos y la clasificación (en los distintos grupos ecológicos) de las especies presentes en nuestro territorio.

De acuerdo a los resultados del proyecto "Validación de un modelo de gestión ambiental público - privado para la incorporación del índice biótico AMBI (AZTI Marine Biotic Index) en la evaluación y monitoreo de proyectos acuícolas en ecosistemas submareales de fondos blandos en Chile (FONDEF IT19I0059), se propuso un valor máximo de 3,3 en el índice ecológico AMBI podría indicar el límite entre una calidad ambiental (EcoQ) "Buena" y "Moderada". Esto significa que en estas condiciones el medio ambiente marino en el área evaluada podría estar sujeto a ciertos niveles de presión, lo que podría afectar la diversidad y la salud de las comunidades bentónicas presentes. Sin embargo, el grado de compromiso ambiental no sería extremo y por lo tanto, si los valores se acercan a estos límites, permite la toma de medias necesarias y oportunas para generar la recuperación en el ecosistema, mediante medidas de gestión y conservación para mejorar la calidad ambiental y proteger la biodiversidad marina. Los valores reportados en el presente estudio podrían ser utilizados como sitios de referencia de ambientes no perturbados. Además, entrega información que puede ayudar a consensuar el impacto aceptable en base al

índice AMBI, permitiría asignar las especies de la macrofauna a sus grupos ecológicos y permitiría evaluar el desempeño del AMBI frente a otras presiones ambientales.

Variación de la diversidad de peces asociada a bosques de huairo palo

La metodología implementada en el monitoreo de peces proporcionó antecedentes relevantes sobre la composición y abundancia de las especies en diferentes sistemas de gestión. El uso de puntos de observación fijos y una plataforma de muestreo con una cámara Insta360 permitió una evaluación precisa, mientras se minimizaban posibles sesgos causados por la presencia humana y se evitaba el uso de señuelos como sebo, que podrían influir en la detección de especies carnívoras.

Durante la campaña de verano de 2023, se registró una notable diferencia en la abundancia y composición de los ensamblajes de peces entre la RMICHA, el AMERB y el ALA. En la RMICHA, se identificaron un total de 11 especies, mientras que en el ALA se registraron 6 especies y en el AMERB Chañaral solamente 4 especies. Los resultados indican que la RMICHA sostuvo un nivel de abundancia significativamente mayor que el ALA y el AMERB Chañaral. Específicamente, en la RMICHA, las especies *Cromis crusma* y *Cheilodactylus variegatus* concentraron el 72% de la abundancia observada, mientras que en el ALA destacó la presencia de *Cromis crusma*, *Cheilodactylus variegatus* y *Pinguipes chilensis*. En el AMERB Chañaral, las especies *Cheilodactylus variegatus*, *Pinguipes chilensis*, *Aplodactylus punctatus* e *Isacia conceptionis* fueron las únicas especies encontradas y contribuyeron por igual al ensamblaje total.

Los análisis univariados revelaron que la riqueza específica y las abundancias medias observadas fueron muy superiores en la RMICHA en comparación con el ALA y el AMERB Chañaral. La diversidad específica mostró similitudes entre la RMICHA y el ALA, pero fue inferior en el AMERB Chañaral. Además, se observó un menor nivel de uniformidad en la RMICHA, principalmente debido a la alta abundancia de *Cromis crusma*.

Estos hallazgos corroboran investigaciones anteriores que han documentado niveles de diversidad y abundancia similares a los encontrados en este estudio (Gres et al., 2024). Además, son congruentes con otras investigaciones que han destacado el impacto significativo de las reservas marinas en la diversidad y abundancia de especies de peces. A nivel local, incluso pequeñas modificaciones en la diversidad de especies pueden tener repercusiones profundas en la diversidad funcional. Por ende, conservar tanto la biodiversidad taxonómica como la funcional es esencial para el buen funcionamiento de los ecosistemas marinos (Sgarlatta et al., 2023; Wong & Kay, 2019). Del mismo modo, investigaciones previas han evidenciado que las áreas de manejo suelen albergar una mayor riqueza y abundancia de especies en comparación con áreas de acceso libre (Gelcich et al., 2008; Pérez-Matus et al., 2017).

Las características distintivas de las especies más abundantes en la RMICHA, como *Cromis crusma* y *Cheilodactylus variegatus*, se explican por su adaptación específica a este entorno particular. Por ejemplo, *Cheilodactylus variegatus* exhibe una alta abundancia en la RMICHA, donde las

praderas de huiro palo no están sujetas a explotación. Según se determinó en este estudio, los discos de adhesión de estas algas presentan tamaños significativamente mayores que en AMERB y ALA. Esto posibilita una mayor presencia de crustáceos y moluscos adheridos a estas algas, los cuales representan la principal fuente de alimento para esta especie (Moreno & Flores, 2002).

Por otro lado, *Cromis crusma* es una especie planctívora que forma densos cardúmenes en áreas de surgencia (Pérez-Matus et al., 2017; Thiel et al., 2007). Este comportamiento se alinea con investigaciones previas que sugieren que la presencia de un cañón submarino en los alrededores de la RMICHA, junto con corrientes geostróficas, favorece el flujo de masas de agua ricas en nutrientes (Buchan et al., 2024b).

5.1.3 Indicadores de recursos bentónicos y algas de interés comercial

Desempeño de indicador de densidad, estructura de tallas y estado de salud de las poblaciones de recursos bentónicos y algas de interés comercial

El análisis de la población del recurso Loco (*Concholepas concholepas*) en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) revela una tendencia positiva en términos de densidad y estructura de tallas, lo que sugiere una mejora en el estado de salud poblacional en comparación con períodos históricos anteriores. Durante la primera campaña de otoño 2023, se registró la mayor densidad media, con una abundancia cercana al millón de individuos, equivalente a 372 toneladas de biomasa. Sin embargo, el porcentaje de sustrato habitado por los recursos bentónicos indica que el área del sustrato habitado fue reducida en comparación a otras épocas del año. De todas las unidades de muestreo, solamente el 20% tuvo presencia de este recurso durante otoño, lo que contrasta fuertemente con lo observado en primavera (50% de unidades de muestreo con presencia). Esta variación se fundamenta en la conducta reproductiva del loco, ya que, durante la época de otoño e invierno, el recurso se agrega para la postura de cápsulas (Lara et al., 2007). Esto pudo ser observado directamente en el monitoreo de otoño, donde se detectaron altas densidades de loco concentradas en espacios reducidos y frecuentemente asociadas a cápsulas (Figura 74). Lo que explicaría que, a pesar de estar comprimida su área de distribución, tanto la estructura de tallas como la densidad media se incrementan, lo que en consecuencia generó un estimado poblacional mayor.

El resto de las estaciones del año muestran una estabilización en torno a los 420 mil individuos, equivalente a aproximadamente 135 toneladas de biomasa total. Este patrón estacional sugiere una variabilidad en la abundancia del recurso a lo largo del año, con una mayor concentración durante el otoño.



Figura 74. Imagen de una sección del cuadrante que muestra agregaciones densas de loco asociadas a puesta de cápsulas.

Al comparar entre diferentes sistemas de gestión, se observaron densidades menores en la RMICHA durante varias estaciones del año, en comparación con otros sistemas como el Área de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) y el Área de Libre Acceso (ALA). Sin embargo, la RMICHA exhibió tallas significativamente mayores en todas las estaciones del año en comparación con el AMERB, indicando posiblemente una mayor protección y manejo efectivo de los recursos en la reserva.

El análisis temporal de la estructura de tallas también revela diferencias estacionales significativas, con las mayores tallas registradas durante la campaña de otoño y las menores durante el invierno. Este patrón podría estar influenciado por factores estacionales, así como por actividades de manejo humano, como las cosechas en las AMERB circundantes.

Es importante destacar que la RMICHA ha experimentado una notable recuperación en términos de salud poblacional del recurso Loco desde el año 1999 (González J *et al.*, 1999), marcando un cambio positivo después de periodos previos de estabilidad en condiciones malas. Esta recuperación puede atribuirse a una combinación de factores, incluyendo posibles efectos de las medidas de conservación implementadas en la reserva y variaciones ambientales.

En este contexto, al contrastar los periodos observados de los estados de salud, tanto de las reservas marinos (RMICHA y RMICD), además de las AMERB adyacentes, con las Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ONI 3.4) y un indicador de cambio de Temperatura elaborado a partir de datos históricos de la temperatura superficial en Caldera (shoa.cl) (Figura 75), se observa que existe una fuerte concomitancia entre periodos con predominio de condiciones buenas y muy buenas con periodos climáticos fríos, lo que estaría dando cuenta de efectos causados por condiciones ambientales que afectan a escalas mayores.

No obstante, es importante recalcar que desde el año 2015, donde se observa el inicio de un periodo de mayor temperatura, las condiciones de salud no caen a niveles muy malos como los observados entre los años 1999 y 2007, por lo que es posible atribuir que la gestión tanto de las Reservas como de las AMERB adyacentes está impidiendo caídas más abruptas de este recurso en periodos climáticos de menor productividad.

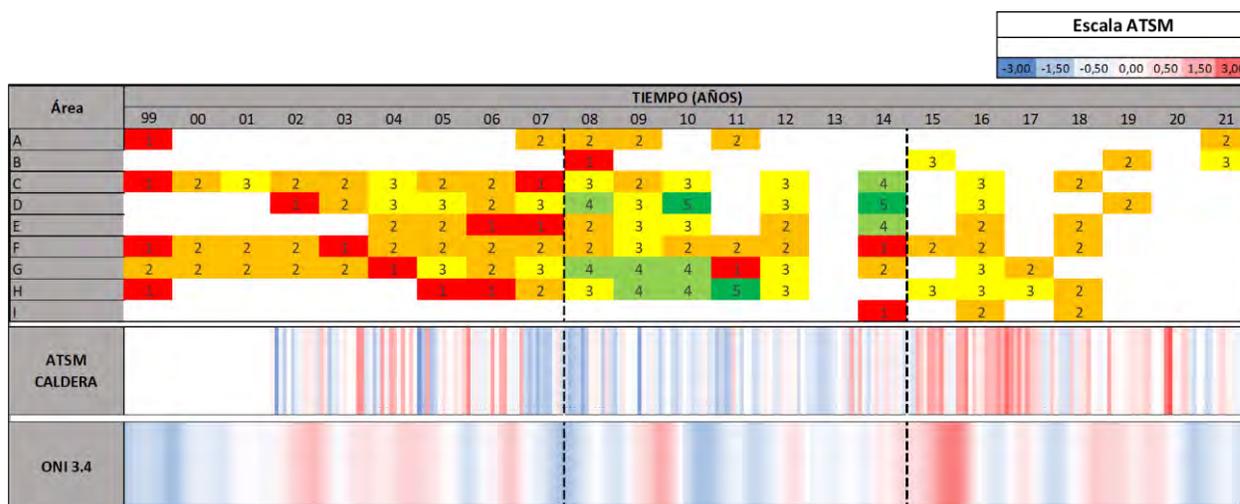


Figura 75. Evolución histórica del estado de salud de la población de loco (*Concholepas concholepas*) en las Reservas Marina Isla Chañaral (A) e Islas Choros -Damas (B), además de 7 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos adyacentes a las reservas (C – I). Debajo de la figura se muestran las Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ONI 3.4) y un indicador de cambio de Temperatura elaborado a partir de datos históricos de la temperatura superficial del mar de la localidad de Caldera (shoa.cl)

Además, también se ha propuesto que la dinámica de largo plazo de las poblaciones de loco, están moduladas por la interacción de la variabilidad ambiental, que a nivel de la comunidad bentónica aumenta las poblaciones de presas, sustentando una mayor productividad de este recurso y como consecuencia, la depredación intensificada hace reducir nuevamente estas presas, generando fluctuaciones naturales de la productividad (González et al., 2021).

En consecuencia, los resultados sugieren que la RMICHA está experimentando una mejora en la salud poblacional del recurso Loco, lo que apunta a un posible éxito en los esfuerzos de conservación y manejo en la reserva. No obstante, es importante tener en cuenta que existen factores ambientales y ecológicos que podrían ejercer una influencia más significativa que los efectos de la gestión humana. Estos primeros hallazgos indican que una adecuada gestión de las áreas de conservación, como las reservas marinas, junto con áreas de manejo, podría estar contribuyendo a mitigar las disminuciones en la población durante períodos de menor productividad.

El análisis de la población del recurso lapa negra (*Fissurella latimarginata*) en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) revela una serie de patrones interesantes que pueden ayudar a comprender mejor la dinámica de esta especie en el área de estudio. Durante el estudio, se observó una alta variabilidad en la densidad de lapa negra sobre el sustrato habitado, con la densidad más alta registrada durante la campaña de invierno, superando los 1,5 millones de individuos, mientras que la densidad más baja se encontró en primavera. Este patrón estacional puede reflejar las condiciones ambientales y la disponibilidad de recursos durante diferentes períodos del año, lo que influye en la distribución y abundancia de la especie.

Además de las variaciones estacionales en la densidad, se observaron diferencias significativas en la estructura de tallas entre las diferentes estaciones y entre los diferentes regímenes de administración. En general, se encontró que la RMICHA presentaba tallas significativamente mayores en la mayoría de las estaciones del año en comparación con AMERB y ALA. Sin embargo, también se observaron diferencias estacionales en la RMICHA, con tallas significativamente mayores durante el verano.

Estos hallazgos sugieren que la gestión efectiva de las áreas de conservación, como las reservas marinas, puede tener un impacto positivo en la salud poblacional de la lapa negra al promover tallas mayores y una distribución más uniforme a lo largo del año. Sin embargo, también es importante considerar otros factores que pueden influir en la dinámica de la población, como las variaciones ambientales y los patrones de reclutamiento. Por ejemplo, la presencia escasa de reclutas menores a la Talla Mínima Legal en la RMICHA puede indicar un bajo reclutamiento en ciertos períodos del año, lo que podría tener implicaciones a largo plazo para la sostenibilidad de la población.

Respecto de los resultados en el recurso lapa rosada (*Fissurella cumingi*), se observó una alta variabilidad en la densidad sobre el sustrato habitado, con la campaña de primavera registrando la mayor densidad media y la talla media máxima. Estos hallazgos sugieren una posible influencia de la estacionalidad en la abundancia y distribución de la especie, así como también la importancia de las condiciones ambientales durante el período reproductivo.

Es relevante destacar que, en la RMICHA, la lapa rosada mostró una presencia constante durante las campañas de invierno, primavera y verano, con densidades más altas registradas en primavera y verano. Esto sugiere una respuesta diferencial de la especie a lo largo del año, posiblemente relacionada con los ciclos reproductivos y de alimentación.

En comparación con el AMERB y el ALA, se observaron diferencias en la densidad y distribución de la lapa rosada. Mientras que en el AMERB se registró una presencia limitada de la especie durante el otoño, en el ALA se identificó la presencia durante múltiples estaciones, aunque con densidades menores en comparación con la RMICHA. Estas disparidades podrían estar relacionadas con las prácticas de manejo y la presión de pesca en cada área.

El análisis temporal de la estructura de tallas no mostró diferencias significativas entre las estaciones dentro de la RMICHA, lo que sugiere una estabilidad relativa en este aspecto a lo largo

del año. Sin embargo, se observaron diferencias estacionales en el AMERB, con tallas significativamente menores durante el otoño en comparación con primavera y verano. Esto podría indicar una influencia del efecto de eventuales cosechas realizadas de esta especie.

Al considerar la evolución histórica del estado de salud poblacional de la lapa rosada en la RMICHA, se destaca una marcada recuperación a lo largo del tiempo, pasando de condiciones muy malas en años anteriores a condiciones buenas y muy buenas en el estudio actual. Este resultado sugiere que las medidas de conservación y manejo implementadas en la reserva han sido efectivas para mejorar la salud de la población de lapa rosada.

La evaluación del recurso erizo rojo (*Loxechinus albus*) en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) y las Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) presenta desafíos importantes debido a su distribución extremadamente limitada y su hábitat predominantemente costero. Esta singularidad dificulta su estudio debido a las condiciones adversas del oleaje, lo que implica la necesidad de condiciones oceanográficas excepcionalmente favorables para llevar a cabo el monitoreo mediante buceo, así como la implementación de protocolos de muestreo distintos a los utilizados en la línea base y en la propuesta que se detalla en el protocolo del PVA.

En relación con lo anterior, durante las campañas realizadas en el año 2023, no se logró registrar la presencia del erizo en la RMICHA. Esto se debe a la complejidad logística y a las condiciones desafiantes del medio marino en el que habita este recurso. La falta de observaciones del erizo rojo durante este periodo impidió la actualización del indicador de estado de salud asociado, así como la obtención de muestras para actualizar los datos de estructura de tallas y fracción explotable.

Los resultados presentados se basan en los reportados en la línea base, que sugieren una considerable variabilidad espacio-temporal en el recurso erizo. Esta variabilidad dificulta la identificación de periodos caracterizados por una condición específica, y parecen ser más el reflejo de la facilidad o dificultad de su monitoreo en distintas épocas.

Es importante destacar que la disponibilidad de información sobre el erizo rojo es limitada tanto en términos espaciales como temporales. Este recurso ha sido monitoreado en pocas ocasiones en las reservas marinas, y solo algunas AMERB lo tienen incorporado como recurso principal.

Considerando la falta de observaciones, la escasez de información disponible y la poca relevancia de este recurso en términos socioeconómicos para los administradores de las AMERB adyacentes, se recomienda evaluar cuidadosamente si es necesario mantener al erizo rojo en el programa de vigilancia ambiental de la reserva. Si la información disponible sugiere que este recurso no es una parte integral del ecosistema marino en la RMICHA o que su presencia es mínima, podría ser más efectivo enfocar los esfuerzos de monitoreo en especies que sean más representativas y relevantes para la gestión y conservación de la RMICHA. Esto permitirá optimizar los recursos y obtener datos más significativos y útiles para la toma de decisiones en la gestión de la reserva.

Recomendación para la cosecha sostenibles

Un aspecto relevante de la gestión de la RMICHA es que su gestión permite la autorización transitoria de cosechas de recursos bentónicos. En este sentido, se ha propuesta un Plan de Manejo para el uso sostenible de estos recursos (Thomas et al., 2022), el cual establece una regla de decisión para el establecimiento de Cuotas Totales de Captura de loco (*Concholepas concholepas*) y lapas (*Fissurella spp*) (Figura 76). La regla de decisión establece una serie de pasos que se describen a continuación:

- ✓ 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 RMICHA.
 - 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).

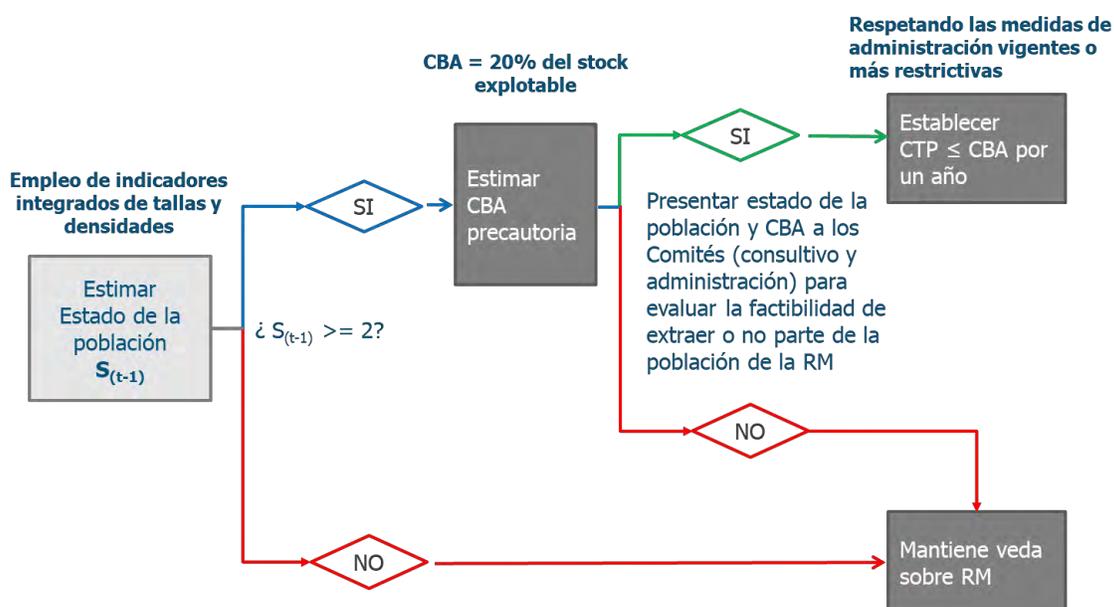


Figura 76. Regla de decisión para la autorización de extracciones transitorias de recursos bentónicos en la Reserva Marina Isla Chañaral. Extraído de la línea base (Thomas et al., 2022).

Teniendo en consideración lo anterior, es importante destacar que en el presente estudio se determinó que los estados de salud poblacional de las poblaciones de loco y lapas al interior de **la RMICHA se encuentran en una condición “muy buena”, por lo cual resulta factible activar la** regla de decisión propuesta en el plan de manejo. En este contexto, se presentan valores de Cuotas Biológicamente Aceptables (CBA) para los recursos Loco y Lapa negra, los de mayor biomasa al interior de la RMICHA (Tabla 93). Debido que el presente estudio se compone de 4 campañas de monitoreo, los valores de CBA proporcionados varían entre la más alta evaluación del stock (en verde) y la menor (en rojo). Por lo tanto, la determinación de una eventual CTP deberá establecerse en base al nivel de aversión al riesgo que tengan los tomadores de decisión.

Tabla 93. Cuotas Biológicamente Aceptable (CBA) para los recurso loco y lapa negra, calculadas en base al 20% del stock disponible de los recursos en cada campaña de monitoreo.

Campaña	Loco		Lapa negra	
	Nº Individuos	Peso (kg)	Nº Individuos	Peso (kg)
1	157.332	68.786	116.987	15.630
2	39.092	11.416	331.584	34.591
3	70.671	24.476	70.123	10.700
4	64.210	24.592	142.305	24.360

5.1.4 Indicadores socioeconómicos

El establecimiento de áreas protegidas se ha promovido como una herramienta esencial para la conservación, siendo la efectividad de la conservación el foco principal de numerosos estudios, mientras que los impactos socioeconómicos han recibido menos atención (Zhang et al., 2020). Sin embargo, existe un consenso creciente en la necesidad de abordar de manera integral los proyectos de conservación marina, considerando el sistema socio-ecológico en su totalidad (Picone et al., 2020).

En el marco de esta investigación, se han examinado los indicadores de rendimiento socioeconómico derivados de la gestión de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), proporcionando información relevante sobre su influencia en la utilización de recursos biológicos y otros bienes y servicios del ecosistema. Se subraya la importancia de evaluar el impacto tanto dentro de la reserva como en las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs) adyacentes, ya que podrían beneficiarse del desplazamiento de larvas e individuos adultos de recursos hacia zonas de pesca o áreas contiguas, según se ha documentado en otras reservas marinas (Beukers-Stewart et al., 2005; Harrison et al., 2012; Russ & Alcalá, 2011). Para este fin, se empleó el Índice de Explotación de Recursos Bentónicos (IERB) para evaluar los recursos de loco y lapa negra, los cuales son los más explotados en la región de estudio.

Los resultados muestran que las AMERBs cercanas a la Reserva Marina Islas Choros Damas (RMICD) experimentaron incrementos en la productividad, sugiriendo un impacto económico positivo de esta reserva en AMERB adyacentes, especialmente para el recurso loco. Sin embargo, este patrón no se observó en la RMICHA. Respecto a la lapa negra, se observó una alta variabilidad en el IERB, aunque las AMERBs cercanas tanto a la RMICHA como a la RMICD mantuvieron fluctuaciones en torno al punto de referencia objetivo, indicando un posible efecto positivo en la productividad de este recurso en AMERB adyacentes.

En lo referente al aprovechamiento de los recursos bentónicos dentro de la RMICHA, se procedió a calcular el Ingreso Bruto Unitario (IBU) correspondiente a dos autorizaciones transitorias de cosecha, otorgadas en los años 2015 y 2023, que generaron ingresos brutos unitarios de \$2.005.103 (con la participación de 26 buzos) y \$1.834.354 (con la participación de 25 buzos), respectivamente. La disminución del IBU observada entre 2015 y 2023 no puede atribuirse exclusivamente a una reducción en la disponibilidad de recursos. De hecho, en 2023 se introdujeron nuevos criterios para la autorización de actividades transitorias de cosecha, más cautelosos que los aplicados en las AMERB (Thomas et al., 2022), lo que resultó en la asignación de cuotas más conservadoras, considerando que el objetivo primordial de la RMICHA no radica en la maximización de la producción, sino en la preservación de los recursos marinos.

En relación con otros servicios ecosistémicos, como la belleza escénica y la biodiversidad, para el desarrollo turístico, el PGA y la línea base planten calcular el ingreso diario bruto obtenido por tours de avistamiento de fauna en la RMICHA y su entorno (Thomas et al., 2022). Sin embargo, la falta de información precisa sobre el número de viajes realizados plantea desafíos en la reconstrucción de este indicador, subrayando la necesidad de mejorar el sistema de registro de zarpes.

A pesar de las limitaciones en la medición directa del beneficio económico generado por las actividades turísticas, es esencial destacar que, a partir de la encuesta aplicada, se evidenció que el 100% de los encuestados percibe un impacto positivo en la actividad económica y turística gracias a la existencia y gestión de la RMICHA, con un 87% reportando una mejora en sus ingresos. Por lo tanto, la realización de encuestas adicionales que permitan comprender mejor la naturaleza de estos beneficios podría ser una estrategia efectiva para medir indicadores socioeconómicos relevantes y complementar la información obtenida a través de otros métodos como el registro de zarpes y precios de los tours.

5.1.5 Análisis integrado de los indicadores de gobernanza

Las iniciativas políticas a nivel global, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, reconocen la importancia crucial de una gobernanza eficaz como requisito fundamental para la gestión sostenible de los espacios costeros y sus recursos (Gissi *et al.*, 2022). Sin embargo, la gobernanza de estos, para enfrentar los desafíos ecológicos y socioeconómicos, se presenta como

un proceso complejo y difícil de cuantificar, dada su naturaleza que abarca tanto estructuras y procesos formales como informales (Aguado et al., 2021). En un sentido amplio, la gobernanza implica la participación no solo del Estado, sino también del mercado y la sociedad civil, subrayando las interacciones entre estas entidades para generar respuestas conjuntas a los desafíos socioambientales cambiantes. Por otro lado, la gobernabilidad se refiere a la capacidad y efectividad del sistema de gobierno para gobernar de manera eficaz y legítima (Kooiman et al., 2008).

Para evaluar los sistemas de gobernanza y la capacidad de gobierno de sistemas socio-ecológicos costeros, se han propuesto diversos marcos de evaluación (Aguado et al., 2021; Chuenpagdee & Jentoft, 2009; Coad et al., 2013; Hockings et al., 2019; Leverington et al., 2010; Mahajan et al., 2024; Meehan et al., 2020; Zafra-Calvo & Geldmann, 2020). Los cuales podrían ser examinados en profundidad en el futuro para analizar la gestión de la RMICHA. Este estudio proporciona, provisionalmente, un análisis basado en un enfoque descriptivo y simple (Chuenpagdee & Jentoft, 2009), adecuado para la información disponible, aunque se reconoce que análisis más recientes cuentan con un mayor desarrollo teórico y conceptual. La metodología implica abordar una serie de preguntas segmentadas en cuatro sistemas (natural, socioeconómico, de gobierno e interacciones de gobierno) a cuatro niveles (diversidad, complejidad, dinámicas y escala).

A partir de esta guía metodológica, se generó un relato específico para cada uno de los cuatro sistemas. De este relato, emergen una serie de temas cruciales que deben considerarse para mantener un sistema de gobernanza adecuado y, por ende, asegurar un estado de gobernabilidad óptimo para guiar tanto el diseño como la implementación de medidas de conservación efectivas para la RMICHA. A continuación, se detallan los temas clave que surgieron del análisis integrado, teniendo en cuenta el desempeño de los indicadores de gobernabilidad, así como los resultados observados en los indicadores biológicos y socioeconómicos.

Estrategia de gestión integrada de la RMICHA

La gestión integral de áreas marinas protegidas se basa en los principios de la gestión adaptativa y la gobernanza participativa (Di Franco *et al.*, 2020; Wilson *et al.*, 2020). La gestión adaptativa reconoce la inherente incertidumbre de los ecosistemas marinos y fomenta la flexibilidad y capacidad de adaptación de las estrategias de conservación ante nuevas evidencias científicas o cambios ambientales (Wilson et al., 2020). En este sentido, el análisis del indicador IG4, que evalúa la "aplicación del conocimiento generado en la gestión de la RMICHA", revela cómo los esfuerzos de investigación y monitoreo se han traducido en acciones concretas de gestión. Entre las principales acciones impulsadas se destaca el establecimiento de la capacidad de carga, para lo cual se ha establecido un listado de embarcaciones autorizadas para realizar actividades turísticas, y se ha limitado a un total de 15 embarcaciones que pueden realizar paseos náuticos dentro de la reserva de manera simultánea. Además, se ha definido que no más de 2 embarcaciones pueden realizar actividades de observación sobre un mismo grupo de animales simultáneamente, todo esto basándose en recomendaciones técnicas (Gaymer *et al.*, 2008).

También, se ha llevado a cabo la zonificación de la RMICHA para proteger aves y lobos marinos, así como áreas de protección de delfines, estableciendo distancias mínimas de acercamiento y velocidad de tránsito de embarcaciones, todo ello basado en conocimientos técnicos y científicos (Sepúlveda et al., 2020). Otro ejemplo es el establecimiento de recomendaciones biológicamente precautorias para la autorización de actividades extractivas transitorias (Thomas et al., 2022), que permitieron realizar extracciones del recurso loco al interior de la RMICHA en el año 2023.

Por otro lado, la gobernanza participativa implica la activa inclusión de diversos actores, como comunidades locales, pescadores, científicos y autoridades gubernamentales, en el proceso de toma de decisiones. Esta participación colaborativa no solo fortalece la legitimidad y aceptación de las medidas de conservación, sino que también aprovecha el conocimiento y experiencia local para informar y enriquecer las estrategias de manejo (Rasheed & Abdulla, 2020). En el caso específico de la RMICHA, la combinación de estos enfoques teóricos en la gestión ha facilitado una transición más efectiva desde el conocimiento hasta la acción, permitiendo la implementación de medidas de conservación basadas en conocimiento científico y conocimiento local, tal como se describió previamente. Esto es relevante, dado que la evidencia indica que la participación, legitimidad y aceptación de medidas de conservación promueven la resiliencia de los ecosistemas marinos frente a los desafíos ambientales y socioeconómicos en constante evolución (Akamani, 2020).

Basándonos en los resultados, es posible indicar que, actualmente, la gestión de la RMICHA se fundamenta en un sistema de gobernanza participativa, lo cual se refleja en el nivel de cooperación de la comunidad en el comité consultivo, tal como se detalla en el desempeño del **indicador IG2 "existencia de una estructura organizacional" donde destaca una participación alta** y permanente de representantes privados de Caleta Chañaral de Aceituno ligados a las actividades pesqueras y turísticas. Además, es relevante destacar el interés mostrado por la comunidad, evidenciado en los resultados de las encuestas, hacia esta instancia de colaboración, así como su deseo de fortalecerla y el alto grado de satisfacción expresado hacia la misma. Por otra parte, es importante mencionar la participación de académicos y representantes de entidades públicas en el comité de administración, lo que permite incorporar visiones científicas, técnicas y legales al sistema, cerrando así una estructura de gobernanza integral. Si bien, la gestión de la RMICHA aún mantiene desafíos importantes como abordar de mejor manera aspectos de educación, difusión y fiscalización, también es importante destacar que este modelo de gobernanza ha facilitado el intercambio de conocimientos entre los diferentes actores para avanzar en estrategias de gestión que se consideran adecuadas por las principales partes interesadas de la RMICHA.

Desafíos financieros y de fiscalización:

Uno de los principales retos identificados en la gestión de áreas marinas protegidas es la insuficiencia de recursos financieros y las deficiencias en los mecanismos de seguimiento, control y vigilancia (Jones & Long, 2021). A nivel global, se reconoce que la falta de financiamiento asignado por los estados para la conservación de estas áreas es el principal obstáculo que impide

el establecimiento efectivo de áreas marinas protegidas que aborden adecuadamente los desafíos del desarrollo sostenible y la preservación de la biodiversidad (Gravestock et al., 2008). Esta limitación financiera ha generado ciclos negativos que impactan en la motivación de los profesionales involucrados en la gestión de estas áreas, propiciando atmósferas pesimistas entre las partes interesadas y generando un descontento generalizado que socava los esfuerzos de conservación (Gerhardinger *et al.*, 2011).

Esta situación global también se manifiesta en el caso específico de la RMICHA, donde los resultados indican que los principales desafíos identificados están relacionados con la restricción presupuestaria para sostener actividades como la vigilancia, la administración y la divulgación de información. Esta falta de recursos financieros podría comprometer la sólida estructura de gobernanza y la capacidad de gestión que actualmente caracterizan a la RMICHA para alcanzar sus objetivos de conservación y manejo, al mismo tiempo que podría desalentar la participación de la comunidad local, especialmente en un contexto donde las actividades ilegales continúan representando una amenaza para el ecosistema marino.

En este contexto, tanto los encuestados como los representantes de los organismos públicos que gestionan la reserva han sugerido la necesidad de establecer un lugar físico en Caleta Chañaral de Aceituno que permita contar con personal permanente en la localidad. Esta iniciativa podría ser clave para mejorar la eficiencia de las operaciones de gestión y promover una mayor participación y compromiso de la comunidad local en la protección y conservación de la RMICHA.

Cambios en la legislación y modelos de gobernanza:

La legislación reciente que modifica la responsabilidad de gestión de las reservas marinas (MMA, 2023) podría tener un impacto en el modelo de gobernanza existente, que como se manifestó previamente ha logrado avances interesantes en materia de participación, interés y legitimidad. El traspaso de la administración de la RMICHA al Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) ofrece una oportunidad para fortalecer los mecanismos de participación y fomentar una mayor coordinación entre las diversas entidades involucradas en la gestión de áreas marinas protegidas. Además, esta transición podría facilitar la obtención de financiamiento necesario para abordar las deficiencias identificadas. No obstante, también plantea desafíos en términos de adaptación a nuevos procedimientos y estructuras de gobernanza.

Participación y colaboración de las partes interesadas:

La participación activa de las partes interesadas, incluidas las comunidades locales, el sector turístico, las organizaciones conservacionistas y el gobierno, permite que el conocimiento transite a varias escalas, lo cual es esencial para el éxito de la gestión de la RMICHA. La colaboración entre estos actores permite una mejor comprensión de los desafíos y oportunidades, así como la identificación de soluciones innovadoras y sostenibles. Los resultados de la encuesta muestran

un alto nivel de satisfacción con los sistemas de participación existentes, pero los encuestados también manifestaron la necesidad de sostener más espacios de colaboración y coordinación, lo que destaca la importancia de fortalecer y mantener estos mecanismos en el futuro.

Conservación y desarrollo sostenible:

La gestión de la Reserva Marina Isla Chañaral está teniendo un impacto positivo en varios indicadores clave del ecosistema. Se ha observado un incremento en la abundancia y diversidad de peces, así como en la preservación de los bosques de huiro palo y los recursos bentónicos de valor comercial, como el loco y la lapa negra. Además, este estudio ha revelado un impacto socioeconómico directo de la reserva, especialmente a través del desarrollo de la actividad turística. Esta actividad ha experimentado un crecimiento gracias a la belleza escénica y la singularidad de la fauna en la zona, generando ingresos significativos para la comunidad de la caleta Chañaral de Aceituno. La comunidad reconoce que la existencia y gestión de la reserva contribuyen al desarrollo económico local, y varios residentes han señalado mejoras en sus ingresos gracias a su presencia. En este contexto, se está formando un ciclo positivo de conservación y desarrollo sostenible, ya que una parte importante de la actividad económica local depende directamente de la preservación de la biodiversidad en la RMICHA y sus alrededores.

5.2 Recomendaciones para la implementación de Programa de Vigilancia Ambiental

A partir de la ejecución del presente proyecto, se proponen las siguientes sugerencias en miras a la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental.

5.2.1 Estaciones de monitoreo

En relación con el número y la ubicación de las estaciones de monitoreo, es importante mencionar el sistema de transectas que se propuso inicialmente en los términos de referencia y que finalmente se implementó en la fase piloto del PVA, consiste en la disposición de 6 transectas en la RMICHA, 1 transecta en el AMERB y 1 en el ALA. Sin embargo, se evidenció una cobertura deficiente tanto en el ALA como en el AMERB, lo que dificultó la realización de comparaciones estadísticas de los indicadores de densidad de los recursos de interés comercial, así como los análisis de biodiversidad entre los diferentes sistemas de gestión.

En consecuencia, se recomienda que en futuras implementaciones del PVA se considere mantener las seis transectas de la RMICHA, pero se considere también la realización de al menos tres transectas en el AMERB y tres en el ALA. Esto permitirá mejorar la cobertura obtenida durante la fase piloto y, por ende, facilitará la realización de comparaciones más precisas entre los sistemas de gestión evaluados.

5.2.2 Frecuencia de monitoreo

Un aspecto relevante a tener en cuenta es la frecuencia de monitoreo de las matrices de análisis consideradas en el PVA. En este sentido, para abordar las condiciones oceanográficas que mostraron altas variabilidades temporales en el presente estudio, indicativas de fenómenos climáticos como El Niño y señales de surgencia costera, se sugiere ajustar la toma de datos en términos espaciales, ya que las diferencias entre estaciones fueron mínimas. Sin embargo, en cuanto a la escala temporal, se recomienda aumentar el esfuerzo para establecer una estación oceanográfica fija de monitoreo, preferiblemente de manera mensual. Esto permitirá obtener datos oceanográficos a una escala temporal más detallada, lo que facilitará la comprensión de los cambios observados en los indicadores asociados a la biodiversidad y al estado de las poblaciones de interés comercial en el futuro.

Para el monitoreo de diversidad y del estado de las poblaciones de interés comercial, se sugiere establecer un calendario de monitoreo similar al utilizado en las Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) cercanas a la Reserva Marina. En este sentido, proponemos llevar a cabo una campaña de monitoreo de manera anual o bienal. Respecto a la época del año más adecuada para realizar esta actividad dentro del Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), se recomienda llevarla a cabo en otoño (Figura 77). Esta elección se fundamenta en que la mayoría de los estudios de seguimiento de las AMERB se efectúan en esta estación, lo que permitirá evitar sesgos asociados a la variabilidad estacional al realizar comparaciones.

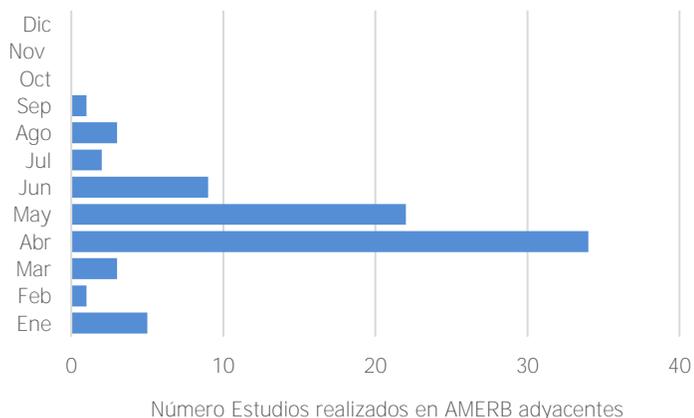


Figura 77. Fechas de realización de los estudios de seguimiento de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos adenañas a las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas.

5.2.3 Desafíos financieros para la implementación del PVA

La estimación de costos para llevar a cabo una campaña del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) asciende a 1.302 UF. Es fundamental destacar que los costos generales representan el 50,41% (656 UF) del presupuesto, debido a la inclusión de gastos asociados a la comunicación de resultados, participación comunitaria y educación ambiental. Este componente específico constituye el 79,6% de los costos generales (522 UF) (Figura 78). Se incorpora este ítem como parte del PVA porque se considera prioritario a la luz de los resultados obtenidos en el proyecto. Sin embargo, es recomendable explorar procesos de colaboración con la comunidad local para estas acciones, permitiendo acceder en conjunto a fondos orientados a la educación ambiental, muchos de los cuales están dirigidos a financiar iniciativas de organizaciones comunitarias.

El presupuesto estimado a la medición de los indicadores de desempeño representa el 49,59% (645 UF) del presupuesto total. La estimación para el indicador IB1 - Variación de la biodiversidad en hábitats o ensamblajes comunitarios representativos, abarca más del 47% del presupuesto destinado a los indicadores (305 UF) (Figura 78). En términos de costos, el indicador IB5 - Condiciones oceanográficas y comunidades planctónicas, también representa un porcentaje relevante, superior al 23% del presupuesto estimado para la medición de los indicadores.

Dado que los recursos para la conservación marina son habitualmente limitados, es crucial priorizar algunos indicadores sobre otros. En este contexto, es importante señalar que el monitoreo de las condiciones oceanográficas una vez al año solo proporciona una fotografía momentánea y resulta insuficiente para identificar cambios en los regímenes oceanográficos. Por ello, si no se dispone de un presupuesto suficiente para implementar un monitoreo continuo de este indicador, se sugiere establecer acuerdos de colaboración con centros de investigación públicos o privados que ya recopilan parte de esta información. Un ejemplo de ello es el trabajo

realizado por el CEAZA a través del programa CeazaMar, lo cual fortalece el monitoreo mediante colaboraciones público-privadas y permite que los costos asociados a la medición de este indicador puedan ser compartidos o reducidos fuera del presupuesto del PVA.

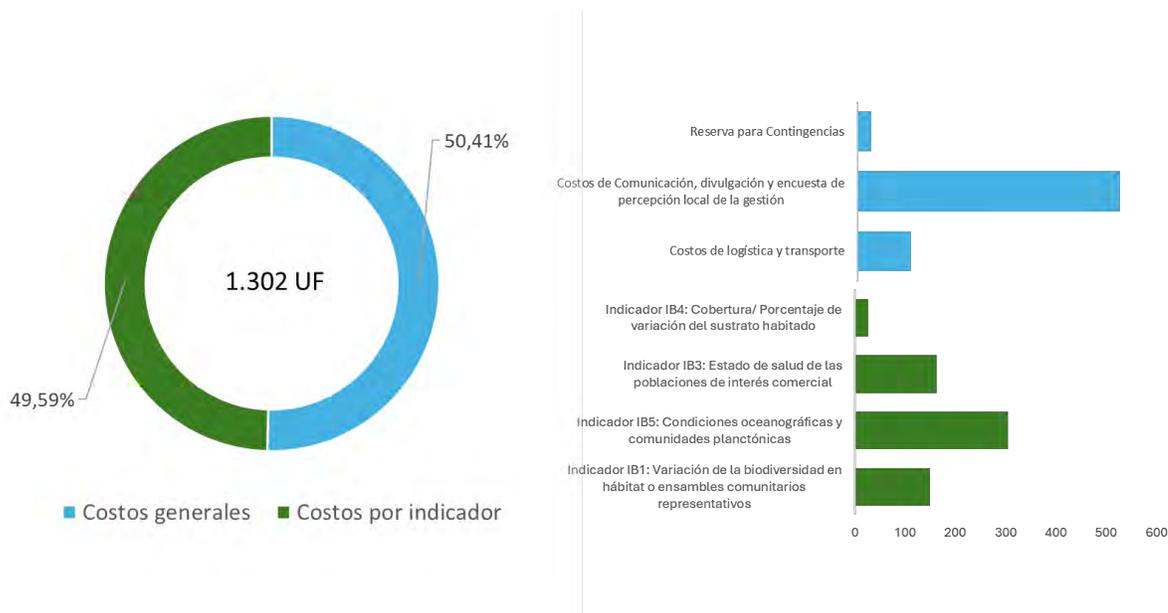


Figura 78. Costos estimados para la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA). Los valores se proporcionan en Unidades de Fomento.

Por otra parte, el indicador IB1, enfocado en la Variación de la biodiversidad en hábitats o ensambles comunitarios representativos, implica costos significativos debido a la diversidad de matrices de análisis requeridas y la necesidad de profesionales con experiencia en identificación taxonómica y análisis de resultados. Aunque este indicador es relevante, muchos de los análisis muestran cambios poco concluyentes en escalas anuales y espaciales, excepto el monitoreo de peces de arrecife, que ha demostrado ser crucial para evaluar el impacto de la gestión en la RMICHA. Por lo tanto, en una situación de limitación presupuestaria podría considerarse una actualización de este indicador cada cinco años, período adecuado para una revisión completa de la línea base.

Si se generan acuerdos de colaboración para abordar el análisis del indicador IB5 y se limita la actualización del indicador de diversidad a los procesos de actualización de la línea base, el costo de implementación del monitoreo de los indicadores podría reducirse en aproximadamente un 60%. Esto permitiría al PVA concentrarse en la medición del desempeño de los recursos bentónicos, algas pardas y peces, que han demostrado ser indicadores adecuados de la gestión.

Adicionalmente, se sugiere considerar como parte del PVA acciones para monitorear la abundancia relativa de chungungo (*Lontra felina*), tal y como fue recomendado en la actualización

de la línea base (Thomas et al., 2022). Esta especie, con un rango de hogar limitado (Medina-Vogel et al., 2007) y una dieta centrada en crustáceos, peces y moluscos (Poblete et al., 2019), podría servir como un indicador eficaz de la abundancia y diversidad de recursos bentónicos. Esto proporcionaría una medición indirecta, pero más sencilla y económica de la diversidad y abundancia de recursos bentónicos, en contraposición a la complejidad y costos asociados con el indicador IB1. En consecuencia, se recomienda intensificar los esfuerzos para monitorear esta especie en la RMICHA, siguiendo las directrices metodológicas propuestas por Sepúlveda et al. (2020).

6. Conclusiones

6.1 Indicadores biológicos y ambientales

Este estudio reveló una compleja interacción entre los parámetros oceanográficos y biológicos en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) y sus alrededores. Se observó una marcada variación estacional, influenciada por fenómenos climáticos como El Niño y la surgencia costera. Esta variación afectó la estratificación térmica, la disponibilidad de nutrientes y la productividad del fitoplancton y zooplancton. Las observaciones detalladas sobre la temperatura del agua, salinidad, pH, oxígeno disuelto y concentración de clorofila-a permitieron comprender mejor cómo estos factores interactúan y afectan la salud general del ecosistema marino de la zona.

Los hallazgos obtenidos destacan el papel crucial de la surgencia costera y El Niño en la dinámica del fitoplancton y zooplancton. Durante los periodos de surgencia, se observó un aumento en la abundancia de especies indicadoras como *Detonula pumila*, *Chaetoceros debilis* y *Thalassiosira aestivalis*, lo que sugiere una mayor disponibilidad de nutrientes y una mayor productividad primaria en la columna de agua. Por otro lado, los eventos de El Niño se correlacionan con una disminución en la biomasa y cambios en la estructura comunitaria, con un aumento de zooplancton gelatinoso.

En base a los resultados obtenidos que evidencian la importancia de las variaciones climáticas en la zona de estudio, se sugiere la implementación de una estación oceanográfica fija que permita levantar información, idealmente, a escala mensual. Esto facilitaría un monitoreo continuo y adaptativo para comprender mejor la respuesta de los ecosistemas marinos a la variabilidad climática y los eventos oceanográficos extremos. Un enfoque sistemático y a largo plazo proporcionaría datos cruciales para informar políticas de gestión y conservación efectivas, asegurando la sostenibilidad de la reserva marina y áreas adyacentes.

La variación en la diversidad bentónica de fauna y asociada a algas pardas en tres sitios con diferentes sistemas de gestión (Reserva, AMERB y ALA) revela que las Reservas Marinas son

cruciales para preservar la biodiversidad marina. Los valores más altos de riqueza de especies y diversidad se observan en la Reserva Marina, indicando que las áreas protegidas tienen un impacto positivo en la abundancia y variedad de especies. Esto sugiere que las medidas de protección y gestión en las Reservas Marinas facilitan el asentamiento y colonización de especies, lo que conduce a una mayor diversidad y riqueza biológica en comparación con áreas gestionadas de manera menos restrictiva.

Los índices bióticos, como el índice de diversidad de Shannon (H') y el índice ecológico AMBI (Azti Marine Biotic Index), proporcionan información valiosa sobre la calidad del medio ambiente marino. Los valores obtenidos indican una calidad ecológica que varía entre "pobre" y "buena", dependiendo del sitio y la matriz de recolección de muestras. Estos índices resultaron interesantes para evaluar el impacto de factores como la contaminación y la gestión de recursos en los ecosistemas marinos. Además, establecen límites de referencia para la calidad ambiental y ayudan a guiar las medidas de gestión y conservación necesarias para proteger la biodiversidad marina y mejorar la salud del ecosistema.

La abundancia y diversidad de peces asociados a bosques de huiro palo fueron significativamente mayor en la RMICHA en comparación con áreas gestionadas de manera menos restrictiva como el AMERB y ALA. Esta diferencia se refleja tanto en la cantidad de especies identificadas como en la diversidad y abundancia observadas. Estos hallazgos respaldan investigaciones previas que destacan el impacto positivo de las reservas marinas en la biodiversidad marina, enfatizando la importancia de implementar medidas de protección y gestión efectivas para conservar y promover la abundancia de especies de peces.

La composición de especies de peces, especialmente las más abundantes como *Cromis crusma* y *Cheilodactylus variegatus*, está estrechamente relacionada con las características específicas del hábitat, como la presencia de praderas de huiro palo y la disponibilidad de alimento. Por ejemplo, la alta abundancia de *Cheilodactylus variegatus* en la RMICHA se atribuye a su adaptación a las praderas de huiro palo, que actúan como refugio y fuente de alimento para esta especie. Esta relación entre la composición de especies y el hábitat subraya la importancia de conservar y proteger los ecosistemas marinos específicos, así como de comprender las interacciones entre las especies y su entorno para implementar medidas de manejo efectivas.

6.2 Indicadores de recursos bentónicos y algas de interés comercial

La tendencia positiva en la densidad y estructura de tallas del recurso loco en la RMICHA sugiere una mejora en su estado de salud poblacional en términos históricos, siendo la mejor condición observada desde el año 1999. A lo largo de las estaciones del año, se observa una concentración de locos durante el otoño, que coincide con su conducta reproductiva. Aunque la densidad puede

ser menor en la RMICHA en comparación con el AMERB y el ALA, se registran tallas significativamente mayores en la reserva, lo que sugiere una mayor protección y manejo efectivo de los recursos. Esta recuperación se atribuye a una combinación de las medidas de conservación implementadas en la reserva y variaciones ambientales, lo que indica un posible éxito en los esfuerzos de conservación y manejo.

Se observó una coincidencia entre periodos de condiciones climáticas frías y condiciones de salud poblacional positivas del recurso loco. Esto sugiere que las poblaciones de este recurso están siendo modulados por factores ambientales de mayor escala, como el El Niño. Además, se propone que la dinámica de largo plazo de las poblaciones de loco está influenciada por la interacción de la variabilidad ambiental, que afecta la disponibilidad de presas y, como resultado, la productividad del recurso. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar tanto la gestión humana como los factores ambientales y ecológicos en la conservación y manejo de los recursos marinos.

La gestión efectiva de áreas de conservación, como la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), ha mostrado un impacto positivo en la salud poblacional de la lapa negra y la lapa rosada. Se observa una tendencia hacia tallas mayores y una distribución más uniforme de la lapa negra a lo largo del año en la RMICHA en comparación con AMERB y ALA. Además, la lapa rosada ha experimentado una marcada recuperación en la RMICHA, pasando de condiciones muy malas a buenas y muy buenas a lo largo del tiempo, lo que sugiere que las medidas de conservación y manejo han sido efectivas.

La evaluación del recurso erizo rojo presenta desafíos importantes debido a su distribución extremadamente limitada y las condiciones adversas del medio marino en el que habita. La falta de observaciones durante las campañas de monitoreo en 2023 impidió la obtención de datos de estructura de tallas y densidad y por consiguiente no fue posible actualizar el indicador de estado de salud poblacional. Además, la disponibilidad de información sobre el erizo rojo es limitada en términos espaciales y temporales, lo que plantea dudas sobre su relevancia para la gestión y conservación de la RMICHA. Se recomienda evaluar cuidadosamente si es necesario mantener al erizo rojo en el programa de vigilancia ambiental de la reserva, considerando la necesidad de optimizar los recursos y obtener datos más significativos para la toma de decisiones en la gestión de la reserva.

La implementación del Plan de Manejo propuesto para el uso sostenible de los recursos bentónicos en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), basado en una regla de decisión que establece cuotas totales de captura (CTP) precautorias, es una medida efectiva para garantizar la conservación y el manejo sostenible de los recursos marinos. Los resultados del estudio indican que las poblaciones de loco y lapa negra, dentro de la reserva, se encuentran en una condición "muy buena", lo que permite la activación de esta regla de decisión. La determinación de las Cuotas Biológicamente Aceptables (CBA) para estos recursos, calculadas en base al 20% del stock disponible en cada campaña de monitoreo, proporciona una guía para la gestión adecuada de las actividades de cosecha, asegurando que se mantenga un equilibrio entre la extracción y la conservación de las poblaciones marinas.

6.3 Indicadores socioeconómicos y de gobernabilidad

Este estudio destaca la importancia de abordar de manera integral los proyectos de conservación marina, considerando tanto los aspectos ambientales como los socioeconómicos. Si bien se observaron incrementos en la productividad de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs) cercanas a la Reserva Marina Islas Choros Damas (RMICD), sugiriendo un impacto económico positivo de esta reserva en áreas adyacentes, los resultados para la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA) fueron más variables. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de las limitaciones en la medición directa del beneficio económico generado por las actividades turísticas, las encuestas revelaron que el 100% de los encuestados perciben un impacto positivo en la actividad económica y turística gracias a la existencia y gestión de la RMICHA, con un 87% reportando una mejora en sus ingresos. Esto resalta la necesidad de considerar no solo los indicadores ambientales, sino también los socioeconómicos al evaluar la efectividad de la gestión de áreas marinas protegidas. Asimismo, se destaca la importancia de mejorar los sistemas de registro y la realización de encuestas adicionales para obtener una comprensión más completa de los beneficios económicos derivados de estas áreas protegidas.

En términos de los desafíos financieros y de fiscalización en la RMICHA, la gestión de la Reserva Marina Isla Chañaral se ve enfrentada a una seria limitación de recursos financieros, lo que obstaculiza la capacidad de llevar a cabo actividades de vigilancia, administración y difusión de información. Esta falta de financiamiento podría comprometer la estructura de gobernanza sólida y la capacidad de gestión existente en la reserva, lo que podría afectar negativamente la conservación de los recursos marinos y desincentivar la participación de la comunidad local en la protección del ecosistema.

Los cambios en la legislación que rige la gestión de reservas marinas podrían tener un impacto en el modelo de gobernanza de la RMICHA. Si bien estos cambios pueden ofrecer oportunidades para fortalecer la participación y coordinación entre las entidades involucradas en la gestión, también plantean desafíos en términos de adaptación a nuevos procedimientos y estructuras de gobernanza. Es fundamental que se realicen ajustes que permitan mantener la efectividad de la gestión y conservación que se ha logrado hasta ahora en la reserva.

La participación activa de diversas partes interesadas, incluidas las comunidades locales, el sector turístico, la academia y las organizaciones conservacionistas, es esencial para garantizar el éxito de la gestión de la RMICHA. Aunque existen mecanismos de participación establecidos que han demostrado un alto nivel de satisfacción, es necesario fortalecer y mantener estos canales de colaboración para abordar de manera efectiva los desafíos actuales y futuros. La cooperación entre los diferentes actores es fundamental para garantizar la conservación a largo plazo de la reserva y su ecosistema marino-costero.

6.4 Recomendaciones para la implementación del PVA

La implementación piloto del PVA reveló una cobertura deficiente en las estaciones de monitoreo ubicadas en el Área de Libre Acceso (ALA) y el Área de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB), dificultando la comparación estadística de los indicadores de densidad de los recursos comerciales y los análisis de biodiversidad entre diferentes sistemas de gestión. Para mejorar la precisión de las comparaciones, se recomienda aumentar el número de transectas en el AMERB y el ALA, manteniendo seis transectas en la RMICHA durante futuras implementaciones del PVA.

Con respecto a la frecuencia de monitoreo, se sugiere ajustar la recolección de datos para abordar las variabilidades temporales asociadas a condiciones oceanográficas como El Niño y la surgencia costera. Dado que las diferencias espaciales fueron mínimas durante la implementación piloto del PVA, se recomienda reducir el énfasis en el monitoreo espacial y, en cambio, intensificar el monitoreo temporal mediante la instalación de una estación oceanográfica fija, preferiblemente monitoreada de manera mensual. Dado que esta recomendación podría aumentar significativamente los costos de implementación del PVA, es crucial promover colaboraciones con instituciones de investigación que ya están llevando a cabo iniciativas en esta área. Esto podría mejorar el monitoreo de condiciones oceanográficas, reducir costos y mejorar la frecuencia y precisión de los datos, sin incrementar notablemente la carga financiera del PVA.

Para el monitoreo de recursos bentónicos, algas pardas y peces de arrecife, se propone seguir un calendario anual o bienal, con preferencia por realizar las campañas en otoño para evitar sesgos estacionales al comparar con las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).

Respecto a los desafíos financieros derivados de la implementación del PVA, se estima que los costos asociados ascienden a 1.168 UF, considerando un monitoreo anual para todas las matrices. De este total, los costos generales representan un significativo 45% del costo total. La inclusión de gastos en comunicación de resultados, participación comunitaria y educación ambiental constituyó el 74,4% de estos costos generales, considerando la prioridad asignada a estas acciones de acuerdo con los resultados obtenidos durante el proyecto. No obstante, se recomienda explorar colaboraciones con la comunidad local para acceder a fondos destinados a la educación ambiental, lo cual podría aliviar la carga financiera del PVA.

El presupuesto asignado a la medición de indicadores de desempeño representa el 55% del presupuesto total del PVA, con un costo significativo asociado al monitoreo de la biodiversidad (IB1), que absorbe más del 47% de los recursos destinados a la medición de indicadores de desempeño. Basándose en los cambios anuales y espaciales poco concluyentes observados en la mayoría de las matrices analizadas del indicador IB1 durante la implementación piloto del PVA, se considera adecuado ajustar la frecuencia de actualización de este indicador a un monitoreo cada cinco años para optimizar recursos. De esta manera el PVA, de periodicidad anual o bienal, podría enfocarse en medir indicadores que han demostrado ser eficaces para medir los efectos

de la gestión, como recursos bentónicos, algas pardas y peces de arrecife. Además, se sugiere incorporar el monitoreo del chungungo como un indicador indirecto de la abundancia y diversidad de especies bentónicas, proporcionando una alternativa más económica y accesible para evaluar el estado de la biodiversidad en la RMICHA.

7. Referencias bibliográficas

- 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.*
- Aguado, S. H., Segado, I. S., Vidal, M. E. S., Pitcher, T. J., & Lam, M. E. (2021). The quality of fisheries governance assessed using a participatory, multi-criteria framework: A case study from Murcia, Spain. *Marine Policy*, 124. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104280>
- Akamani, K. (2020). Integrating Deep Ecology and Adaptive Governance for Sustainable Development: Implications for Protected Areas Management. *Sustainability*, 12(14), 5757. <https://doi.org/10.3390/su12145757>
- Aldea, C., & Valdovinos, C. (2005). MOLUSCOS DEL INTERMAREAL ROCOSO DEL CENTRO-SUR DE CHILE (36° - 38°S): TAXONOMIA Y CLAVE DE IDENTIFICACION. *Gayana (Concepción)*, 69(2). <https://doi.org/10.4067/S0717-65382005000200014>
- Alveal, K., Ferrario, M., Olivera, E. & Sar, E. (1995). *Manual de métodos ficológicos* (K. Alveal, M. Ferrario, E. Olivera, & E. Sar, Eds.; 1st ed., Vol. 1). Universidad de Concepción.
- Alvial, A., & Avaria, S. (1982). Proliferación de primavera del fitoplancton en la Bahía de Valparaíso. II. Dinámica de las comunidades. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 18(1), 1–56.
- Avaria, S. (1965). Diatomeas y silicoflagelados de la bahía de Valparaíso. *Rev Biol Mar*, 12(1–2), 61–119.
- Avaria, S. (1984). Cambios en la composición y biomasa del fitoplancton marino del norte de **Chile durante el fenómeno de "El Niño" 1982-1983**. *Revista Del Comité Permanente Del Pacífico Sur*, 15(1), 303-309.
- Avaria, S., & Alvial, A. (1985). La investigación ecológica del fitoplancton el Chile. *Rev. Biol. Mar.* 21(1)., 21(1).
- Avaria, S., Carrasco, Z., Ochoa, N., Sandoval, O., & Gómez, O. (1987). 1987. Caracterización del El Niño 1987 en el Pacífico Sudeste. III. Características biológicas y efectos en la pesca: niveles tróficos primario y secundario. *Boletín ERFEN*, 22(1), 13–21.

- Avaria, S., & Muñoz, P. (1985). Efectos de El Niño sobre el fitoplancton marino del norte de Chile en diciembre de 1982. *Ciencia y Tecnología Del Mar, CONA*, 9(1), 3–30.
- Bacheler, N. M., & Shertzer, K. W. (2014). Estimating relative abundance and species richness from video surveys of reef fishes. *Fishery Bulletin*, 113(1), 15–26. <https://doi.org/10.7755/FB.113.1.2>
- Barnard, J. (1969). *The Families and Genera of Marine Gammaridean Amphipoda*.
- Beukers-Stewart, B. D., Vause, B. J., Mosley, M. W. J., Rossetti, H. L., & Brand, A. R. (2005). Benefits of closed area protection for a population of scallops. *Marine Ecology Progress Series*, 298, 189–204. <https://doi.org/10.3354/meps298189>
- Blott, S. J., & Pye, K. (2001). GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26(11), 1237–1248. <https://doi.org/10.1002/esp.261>
- Boletín CEAZAMar. (2023). *Análisis de las Condiciones Atmosféricas y Oceanográficas de la Región de Coquimbo (Junio - Agosto 2023)*.
- Boletín CEAZAMar. (2024). *Análisis de las Condiciones Atmosféricas y Oceanográficas de la Región de Coquimbo (Septiembre - Noviembre 2023)*.
- Borja, A., Franco, J., & Pérez, V. (2000). A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40(12), 1100–1114. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00061-8)
- Borja, A., & Muxika, I. (2005). Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin*, 50(7), 787–789. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.04.040>**
- Bougis, P. (1974). *Ecologie du plancton marin*. (P. Bougis, Ed.; Vol. 2). Le zooplancton.
- Brower, J. E., Zar, J. H., & Von Ende, C. (1984). *Field and laboratory methods for general ecology*.
- Buchan, S. J., Ramos, M., Oyanadel, J., Santos-Carvallo, M., Bedriñana-Romano, L., Valladares, M., Maldonado, M., Astudillo, O., Sepúlveda, M., Pearce, S., & Olavarría, C. (2024a). Understanding the oceanographic dynamics of the Isla Chañaral baleen whale feeding ground, (Humboldt Archipelago, Northern Chile) to extend habitat protection. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1208262>
- Buchan, S. J., Ramos, M., Oyanadel, J., Santos-Carvallo, M., Bedriñana-Romano, L., Valladares, M., Maldonado, M., Astudillo, O., Sepúlveda, M., Pearce, S., & Olavarría, C. (2024b). Understanding the oceanographic dynamics of the Isla Chañaral baleen whale feeding

- ground, (Humboldt Archipelago, Northern Chile) to extend habitat protection. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1208262>
- Bularz, B., Fernández, M., Subida, M. D., Wieters, E. A., & Pérez-Matus, A. (2022). Effects of harvesting on subtidal kelp forests (*Lessonia trabeculata*) in central Chile. *Ecosphere*, 13(3). <https://doi.org/10.1002/ecs2.3958>
- Capella, J., Gibbons, J., & Vilina, Y. (1999). La orca, *Orcinus orca* (Delphinidae) en aguas chilenas entre Arica y El Cabo de Hornos. *Anales Instituto Palagonia. Serie Cs. Nat*, 27, 63–72.
- Cappo, E., & Harvey, M. (2006). Shortis Counting and measuring fish with baited video techniques an overview. *Austral Soc. Fish. Biol. Workshop Proc*, 101–114.
- Cappo, M., Harvey, E., Malcolm, H., & Speare, P. (2003). Potential of video techniques to monitor diversity, abundance and size of fish in studies of Marine Protected Areas. In J. P. Beumer, A. Grant, & D. C. Smith (Eds.), *Aquatic Protected Areas - what works best and how do we know?* (pp. 455–464). World Congress on Aquatic Protected Areas proceedings.
- Castilla, J. C., & Neill, P. E. (2009). Marine Bioinvasions in the Southeastern Pacific: Status, Ecology, Economic Impacts, Conservation and Management. In G. Rilov & J. Crooks (Eds.), *Biological Invasions in Marine Ecosystem* (Springer-Verlag, pp. 439–457).
- Chuenpagdee, R., & Jentoft, S. (2009). Governability assessment for fisheries and coastal systems: A reality check. *Human Ecology*, 37(1), 109–120. <https://doi.org/10.1007/s10745-008-9212-3>
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure.** *Australian Journal of Ecology*, 18(1), 117–143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2006). *PRIMER v6: User Manual/Tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research)*. PRIMER-E.
- Coad, L., Leverington, F., Burgess, N., Cuadros, I., Geldmann, J., Marthews, T. R., Mee, J., Nolte, C., Stoll-Kleeman, S., Vansteelant, N., Zamora, C., Zimsky, M., & Hockings, M. (2013). Progress towards the CBD protected area management effectiveness targets. *PARKS*, 19(1), 13–24.
- Di Franco, A., Hogg, K. E., Calò, A., Bennett, N. J., Sévin-Allouet, M. A., Esparza Alaminos, O., Lang, M., Koutsoubas, D., Prvan, M., Santarossa, L., Niccolini, F., Milazzo, M., & Guidetti, P. (2020). Improving marine protected area governance through collaboration and co-production. *Journal of Environmental Management*, 269. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110757>

- Fauth, J. E., Bernardo, J., Camara, M., Resetarits, W. J., Van Buskirk, J., & McCollum, S. A. (1996). Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *The American Naturalist*, 147(2), 282–286. <http://www.journals.uchicago.edu/t-and-c>
- Fernández, C. (2017). Monitoreo de la población reproductiva del yunco (*Pelecanoides garnotii*) en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Chile. *Biodiversidata*, 5, 18–25.
- Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957). Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27(1), 3–26. <https://doi.org/10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- Forcelli, D. (2000). *Moluscos magallánicos: guía de los moluscos de la Patagonia y del sur de Chile* (V. M. Editores, Ed.).
- Gaymer, C., Stotz W, Garay- Flühmann, Luna-Jorquera G, & Ramos. (2008). *Evaluación de línea base de las Reservas Marinas "Isla Chañaral" e "Isla Choros-Damas". Informe Final FIPA 2006-56*. https://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89173_informe_final.pdf
- Gelcich, S., Godoy, N., Prado, L., & Castilla, J. C. (2008). Add-on conservation benefits of marine Territorial User Rights Fishery policies in central Chile. In *Ecological Applications* (Vol. 18, Issue 1).
- Gerhardinger, L. C., Godoy, E. A. S., Jones, P. J. S., Sales, G., & Ferreira, B. P. (2011). Marine Protected Dramas: The Flaws of the Brazilian National System of Marine Protected Areas. *Environmental Management*, 47(4), 630–643. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9554-7>
- Gissi, E., Maes, F., Kyriazi, Z., Ruiz-Frau, A., Santos, C. F., Neumann, B., Quintela, A., Alves, F. L., Borg, S., Chen, W., da Luz Fernandes, M., Hadjimichael, M., Manea, E., Marques, M., Platjouw, F. M., Portman, M. E., Sousa, L. P., Bolognini, L., Flannery, W., ... Unger, S. (2022). Contributions of marine area-based management tools to the UN sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129910. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129910>
- González J, Garrido J, Jerez G, Wilson A, Figueroa E, Toledo C, Cortés C, Olguín A, Vázquez J, Stotz W, Olivares J, Pacheco 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. FIP 97-45. Informe Final*.
- Grall, J., & Glémarec, M. (1997). Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44, 43–53. [https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(97\)80006-6](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(97)80006-6)
- Gravestock, P., Roberts, C. M., & Bailey, A. (2008). The income requirements of marine protected areas. *Ocean & Coastal Management*, 51(3), 272–283. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.09.004>

- Gres, M., Hüne, M., Baldanzi, S., Pérez-Matus, A., & Landaeta, M. F. (2024). Temperate rocky reef fish community patterns in a coastal marine protected area (MPA) from northern Chile, utilizing remote underwater video cameras (RUVs). *Regional Studies in Marine Science*, *69*, 103305. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103305>
- Guzmán, N., Saá, S., & Ortlieb, L. (1998). Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (gastropoda y pelecypoda) de la zona de antofagasta,. *Estud. Oceanol*, *17*(1), 17–86.
- Harrison, H. B., Williamson, D. H., Evans, R. D., Almany, G. R., Thorrold, S. R., Russ, G. R., Feldheim, K. A., Van Herwerden, L., Planes, S., Srinivasan, M., Berumen, M. L., & Jones, G. P. (2012). Larval export from marine reserves and the recruitment benefit for fish and fisheries. *Current Biology*, *22*(11), 1023–1028. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.04.008>
- Hasle, G. R. 1978. (1978). *The Inverted-Microscope Methods*. (Sournia, Ed.). A., Ed., Phytoplankton Manual, United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization.
- Häussermann, V., & Försterra, G. (2009). *Marine Benthic Fauna of Chilean Patagonia. Illustrated identification guide* (Vreni. Häussermann & Gunter. Försterra, Eds.). Nature in Focus.
- Hockings, M., Hardcastle, J., Woodley, S., Sandwith, T., Wilson, J., Bammert, M., Valenzuela, S., Chataigner, B., Lefebvre, T., Leverington, F., Lopoukhine, N., MacKinnon, K., & Miranda Lodoño, J. (2019). The IUCN Green List of Protected and Conserved Areas: Setting the standard for effective conservation. *PARKS*, *25.2*, 57–66. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2019.parks-25-2mh.en>
- Hordyk, A., Ono, K., Sainsbury, K., Loneragan, N., & Prince, J. (2015). Some explorations of the life history ratios to describe length composition, spawning-per-recruit, and the spawning potential ratio. *ICES Journal of Marine Science*, *72*(1), 204–216. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst235>
- Hordyk, A., Ono, K., Valencia, S., Loneragan, N., & Prince, J. (2014). A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, *72*(1), 217–231. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu004>
- Hordyk, A., Ono, K., Valencia, S., Loneragan, N., & Prince, J. (2015). A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, *72*(1), 217–231. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu004>
- Iacarella, J. C., Clyde, G., Bergseth, B. J., & Ban, N. C. (2021). A synthesis of the prevalence and drivers of non-compliance in marine protected areas. In *Biological Conservation* (Vol. 255). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.108992>

- IFOP. (2009). *Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2008. Informe Final.*
- IFOP. (2012). *Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2011.*
- IFOP. (2017). *Convenio Desempeño 2016 Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre la XV y II Regiones, año 2016. Informe Final.*
- Jones, P. J. S., & Long, S. D. (2021). Analysis and discussion of 28 recent marine protected area governance (MPAG) case studies: Challenges of decentralisation in the shadow of hierarchy. *Marine Policy*, 127, 104362. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104362>
- Kooiman, J., Bavinck, M., Chuenpagdee, R., Mahon, R., & Pullin, R. (2008). Interactive Governance and Governability: An Introduction. In *The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies* (Vol. 7, Issue 1). <http://www.journal-tes.dk/>
- Kreces. (2009). *Evaluación de los Componentes Pesqueros de los Recursos Loco (Concholepas concholepas) y Lapa (Fissurella sp.) presentes en la Reserva Marina Isla Chañaral.*
- Lara, E., Diaz, E., González, J., Jerez, G., Baros, V., Becerra, C., Toledo, C., Gaspar, C., & Padilla, H. (2007). *Comportamiento y parámetros reproductivos de loco en la I y II Regiones. Proyecto FIP 2005-32.*
- Leverington, F., Costa, K. L., Pavese, H., Lisle, A., & Hockings, M. (2010). A Global Analysis of Protected Area Management Effectiveness. *Environmental Management*, 46(5), 685–698. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9564-5>
- Ludwig, J. A., & Reynolds, J. F. (1988). *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing.* (Wiley-Interscience, Ed.).
- Luna-Jorquera, G., Fernández, C. E., & Rivadeneira, M. M. (2012). Determinants of the diversity of plants, birds and mammals of coastal islands of the Humboldt current systems: Implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 21(1), 13–32. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0157-2>
- Mace, P. M., & Sissenwine, M. P. (1993). How much spawning per recruit is enough? In *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* (pp. 101-118.).
- Mahajan, S. L., Obiene, S., Ojwang, L., Olwero, N., Valdivia, A., Wosu, A., Adrid, E., Andradi-Brown, D. A., Andriamalala, G., Ban, N. C., Bennett, N. J., Blythe, J., Cheng, S. H., Darling, E., De Nardo, M., Drury O'Neill, E., Epstein, G., Fidler, R. Y., Fisher, K., ... Ahmadi, G. (2024). Introducing Elinor for monitoring the governance and management of area-based conservation. *Conservation Biology*. <https://doi.org/10.1111/cobi.14213>**

- Marín, S. L., Núñez, R., Borja, A., & Muxica, I. (2014). *Manual para la estimación del indicador biótico AZTI Marine Biotic para la acuicultura en Chile: Muestreo, análisis, cálculo e interpretación.*
- Mattern, T., Ellenberg, U., Luna-Jorquera, G., & Davis, L. S. (2004). Humboldt Penguin census on Isla Chañaral, Chile: Recent increase or past underestimate of Penguin numbers? *Waterbirds*, 27(3), 368–376. [https://doi.org/10.1675/1524-4695\(2004\)027\[0368:HPCOIC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1675/1524-4695(2004)027[0368:HPCOIC]2.0.CO;2)
- Meehan, M. C., Ban, N. C., Devillers, R., Singh, G. G., & Claudet, J. (2020). How far have we come? A review of MPA network performance indicators in reaching qualitative elements of Aichi Target 11. *Conservation Letters*, 13(6). <https://doi.org/10.1111/conl.12746>
- Méndez-Abarca, F., & Pepe-Victoriano, R. (2021). *Invertebrados marinos del norte de Chile II. Guía para la identificación y mantención en cautiverio.*
- Moreno, M., & Flores, H. (2002). CONTENIDO ESTOMACAL DE CHEILODACTYLUS VARIEGATUS VALENCIENNES 1833, PINGUIPES CHILENSIS VALENCIENNES 1833 Y PROLATILUS JUGULARIS VALENCIENNES 1833 EN BAHIA DE LA HERRADURA, COQUIMBO, DURANTE PRIMAVERA DEL 2001. *Gayana (Concepción)*, 66(2). <https://doi.org/10.4067/S0717-65382002000200017>
- Moser, H. (1996). *The early stages of fishes in the California Current Region.*
- Mujica, A., & Medina, M. (2000). *Distribución y abundancia de larvas de crustáceos decápodos en el zooplancton de los canales australes.*
- Oliva, D., Durán, R., Cárcamo, D., Pizarro, M., & Sepúlveda, M. (2019). *Informe complementario. Estimación poblacional de lobos marinos e impacto de la captura incidental proyecto FIPA 2018-54.*
- Oliva, D., Durán, R., Cárcamo, D., Pizarro, M., Sepúlveda, M., Canto, A., Herrera, P., Muñoz, L., Orellana, M., Santos, M., & Vásquez, P. (2019). *Informe complementario estimación poblacional de lobos marinos e impacto de la captura incidental proyecto FIPA 2018-54.*
- Oliva, E. (2005). *Zooplancton y su relación con eventos El Niño en la zona norte de Chile.*
- Palma, S., & Kaiser, C. (1993). *Plancton Marino de Aguas Chilenas* (Ediciones Universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Ed.; 1st ed., Vol. 1).
- Palma, S., Ulloa, R., & Linacre, L. (1999). Sifonóforos, quetognatos y eufáusidos de los canales australes entre el golfo de Penas y estrecho de Magallanes. *Cienc. Tecnol. Mar*, 22, 111–142.
- Patil, I. (2021). Visualizations with statistical details: The “ggstatsplot” approach. *Journal of Open Source Software*, 6(61), 3167. <https://doi.org/10.21105/joss.03167>

- Patris, J., Buchan, S. J., Alosilla, G., Balcazar-Cabrera, N., Malige, F., & Glotin, H. (2020). Southeast Pacific blue whale song recorded off Isla Chañaral, northern Chile. *Marine Mammal Science*, 36(4), 1339–1346. <https://doi.org/10.1111/mms.12738>
- Pavez, G., Muñoz, L., Barilari, F., & Sepúlveda, M. (2015). Variation in behavioral responses of the South American sea lion to tourism disturbance: Implications for tourism management. *Marine Mammal Science*, 31(2), 427–439. <https://doi.org/10.1111/mms.12159>
- Pearson, T., & Rosenberg, R. (1978). Pearson TH , Rosenberg R .. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine ... *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 16(January), 229–331.
- Pérez, M. J., Thomas, F., Uribe, F., Sepúlveda, M., Flores, M., & Moraga, R. (2006). Fin Whales (<I>Balaenoptera physalus</I>) Feeding on <I>Euphausia mucronata</I> in Nearshore Waters off North-Central Chile. *Aquatic Mammals*, 32(1), 109–113. <https://doi.org/10.1578/am.32.1.2006.109>
- Pérez-Alvarez, M. J., Vásquez, R. A., Moraga, R., Santos-Carvallo, 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*, 139, 81–89. <https://doi.org/10.1016/J.ANBEHAV.2018.03.009>
- Pérez-Matus, A., Carrasco, S. A., Gelcich, S., Fernandez, M., & Wieters, E. A. (2017). Exploring the effects of fishing pressure and upwelling intensity over subtidal kelp forest communities in Central Chile. *Ecosphere*, 8(5). <https://doi.org/10.1002/ecs2.1808>
- Pesantes, F. (1979). Distribución de Ceratium tripos subs. Semipulchellum. Graham y **Bronikovsky, 1944 (dinoflagellata) en aguas ecuatoriales durante "El Niño" de 1972. .** *Boletín ERFEN*, 3(2), 8-13.
- Picone, F., Buonocore, E., Claudet, J., Chemello, R., Russo, G. F., & Franzese, P. P. (2020). Marine protected areas overall success evaluation (MOSE): A novel integrated framework for assessing management performance and social-ecological benefits of MPAs. *Ocean & Coastal Management*, 198, 105370. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105370>
- Poblete, A., Górski, K., & Moscoso, J. (2019). Estimación de dietas del chungungo Lontra felina (Molina, 1782) en dos localidades de la región del Biobío, Chile. *Gayana*, 83(1), 1–9.
- Rasheed, A. R., & Abdulla, A. (2020). Evaluating stakeholder participatory processes in policy development for Marine Protected Areas. *Marine Policy*, 112, 103737. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103737>
- Riquelme-Pérez, N., Musrri, C. A., Stotz, W. B., 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*, 2019(6). <https://doi.org/10.7717/peerj.6964>

- Rojas, O., Gómez, O., & Ochoa, O. (1983). *Efectos del fenómeno El Niño sobre el fitoplancton. El Niño y su impacto en la fauna marina.*
- Rojas, O., & Mujica, A. (1981). *Delimitación de las áreas de desove, prerreclutamiento y estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces pelágicos de importancia económica. Instituto de Fomento Pesquero, Chile.*
- Russ, G. R., & Alcalá, A. C. (2011). Enhanced biodiversity beyond marine reserve boundaries: The cup spillith over. In *Ecological Applications* (Vol. 21, Issue 1).
- Santos-Carvallo, M., Barilari, F., Pérez-Alvarez, M. J., Gutiérrez, L., Pavez, G., Araya, H., Anguita, C., Cerda, C., & Sepúlveda, M. (2021). Impacts of Whale-Watching on the Short-Term Behavior of Fin Whales (*Balaenoptera physalus*) in a Marine Protected Area in the Southeastern Pacific. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.623954>
- Sarà, G., Giommi, C., Giacoletti, A., Conti, E., Mulder, C., & Mangano, M. C. (2021). Multiple climate-driven cascading ecosystem effects after the loss of a foundation species. *Science of The Total Environment*, 770, 144749. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144749>
- Sepúlveda, M., Inostroza, P., Pérez-Álvarez MJ, Oliva, D., & Moraga, R. (2009). *Variación estacional de la abundancia del lobo marino común Otaria flavescens (Shaw, 1800) en Isla Chañaral, Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Chile.* 44(3), 685–689. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47914663014>
- Sepúlveda, M., Luna, G., Santos, M., Pavez, G., Pérez-Álvarez, M., Olavarría, C., Fernández, C., Hernández, C., Ardiles, A., Hernández, P., Barilari, F., López, D., & Flores, M. (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.*
- Sepúlveda, M., Pérez-Álvarez, M. J., Santos-Carvallo, M., Pavez, G., Olavarría, C., Moraga, R., & Zerbini, A. N. (2018). From whaling to whale watching: Identifying fin whale critical foraging habitats off the Chilean coast. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 28(4), 821–829. <https://doi.org/10.1002/aqc.2899>
- Sgarlatta, M. P., Ramírez-Valdez, A., Ladah, L. B., & Calderón-Aguilera, L. E. (2023). Fish functional diversity is modulated by small-scale habitat complexity in a temperate ecosystem. *Hydrobiologia*, 850(4), 747–759. <https://doi.org/10.1007/s10750-022-05061-x>
- Simeone, A., Aguilar, R., & Luna, G. (2018). *Censo de Pingüinos de Humboldt". Informe final Proyecto FIPA N°2016-33.*
- Simeone, A., Luna-Jorquera, G., Bernal, M., Garthe, S., Sepúlveda, F., Villablanca, R., Ellenberg, U., Contreras, M., Muñoz, J., & Ponce, T. (2003). Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile. In *Revista Chilena de Historia Natural* (Vol. 76).

- Stotz, W., González, J., Miranda, F., Romero, M., Moraga, C., Arias, N., Cerda, O., Riquelme, N., Rivera, M., Sepúlveda, N., & Cisternas, C. (2020). *Estudio biológico-pesquero y evaluación del estado de situación de las poblaciones del recurso loco en Áreas de Libre Acceso, Región de Arica y Paríacota a Región de Valparaíso. Informe Final proyecto FIPA 2018-31.*
- Techeira, C., Cortés, C., Ibarra, M., Canales, C., Wilson, A., Pizarro, P., Mardones, M., Araya, P., Gallo, O., & Romero, M. (2017). *Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción. FIPA N° 2014-07.*
- Thiel, M., Macaya, E., Acuña, E., Arntz, W., Bastias, H., Brokordt, K., Camus, P., Castilla, J., Castro, L., Cortes, M., Dumont, C., Escribano, R., Fernandez, M., Gajardo, J., Gaymer, C., **Gomez, I., Gonzalez, A., Gonzalez, H., Haye, P., ... Vega, A.** (2007). *The Humboldt Current System of Northern and Central Chile* (pp. 195–344).
<https://doi.org/10.1201/9781420050943.ch6>
- Thomas A, Olea G, Gutiérrez D, Rojas G, Salas F, Pérez E, Espindola M, Villena A, Vega A, & Labraña R. (2020). *Proyecto 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 Macrocyctis pyrifera) en las zonas de libre acceso de la III Región de Atacama y IV Región de Coquimbo.*
- 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, & Garrido M. (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., Gudiño, V., Salcedo, J., Olea, G., Salas, F., Villena, A., Báez, P., Rozbaczylo, N., Valenzuela, M., Pérez, A., Espíndola, M., Gutiérrez, D., & Rojas, G. (2022). *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. Informe Final FIPA 2019-2.*
- Todd, C., Laverack, M., & Boxshall, G. (1996). *Coastal Marine Zooplankton: A practical Manual for students.*
- Toro, F., Vilina, Y. A., Capella, J. J., & Gibbons, J. (2016). Novel coastal feeding area for eastern South Pacific fin whales (*Balaenoptera physalus*) in mid-latitude humboldt current waters off Chile. *Aquatic Mammals*, 42(1), 47–55. <https://doi.org/10.1578/AM.42.1.2016.47>
- Trégouboff, G., & Rosé, M. (1957). *Manuel de planctologie Méditerranéenne. .*
- UN. (1992). *Convenio sobre la diversidad biológica.*
- Uribe, E. (1981). *Variación morfológica de Ceratium tripos en relación al medio ambiente en un área del pacífico sudoriental (18° a 33° lat. S).* Universidad Católica de Valparaíso.

- Utermöhl, H. (1958). . Zur ver vollkommung der quantitativen phytoplankton methodic. . *Mitt. Int. Ver. Theor. Limnol*, 9, 1–38.
- Valdés, J., Sifeddine, A., Guíñez, M., & Castillo, A. (2021). Oxygen minimum zone variability during the last 700 years in a coastal upwelling area of the Humboldt system (Mejillones, 23° S, Chile). A new approach from geochemical signature. *Progress in Oceanography*, 193, 102520. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102520>
- 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-Rodríguez, R., Louit-Lobos, C., Chávez-Villavicencio, C., Arróspide-Alonso, P., Correa-Álvarez, P., & Martínez-Palma, P. (2022). 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. *Biodiversidata*, 10, 29–43.
- Villaseñor-Parada, C., Pauchard, A., Ramírez, M. E., & Macaya, E. C. (2018). Exotic seaweed in the chilean coast: Spatial and temporal patterns in the invasion process. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(1), 147–165. <https://doi.org/10.3856/vol46-issue1-fulltext-15>
- Wallace R, & Araya B. (2015). Humboldt Penguin *Spheniscus humboldti* population in Chile: counts of moulting birds, February 1999-2008. *Marine Ornithology*, 43, 107–112.
- Warwick, R. M. (1986). A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92(4), 557–562. <https://doi.org/10.1007/BF00392515>
- Wentworth, C. K. (1922). A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*, 30(5), 377–392. <https://doi.org/10.1086/622910>
- Wilson, K. L., Tittensor, D. P., Worm, B., & Lotze, H. K. (2020). Incorporating climate change adaptation into marine protected area planning. *Global Change Biology*, 26(6), 3251–3267. <https://doi.org/10.1111/gcb.15094>
- Wong, M. C., & Kay, L. M. (2019). Partial congruence in habitat patterns for taxonomic and functional diversity of fish assemblages in seagrass ecosystems. *Marine Biology*, 166(4), 46. <https://doi.org/10.1007/s00227-019-3488-2>
- Zafra-Calvo, N., & Geldmann, J. (2020). Protected areas to deliver biodiversity need management effectiveness and equity. *Global Ecology and Conservation*, 22, e01026. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01026>
- Zagal, C., & Hermosilla, C. (2007). *Guía de invertebrados marinos del sur de Chile.*

Zhang, J., Yin, N., Li, Y., Yu, J., Zhao, W., Liu, Y., Fu, B., & Wang, S. (2020). Socioeconomic impacts of a protected area in China: An assessment from rural communities of Qianjiangyuan National Park Pilot. *Land Use Policy*, 99, 104849. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104849>

Zúñiga, R. O. (2002). *Guía de Biodiversidad N° 2. Vol. I. Macrofauna y algas marinas. Crustáceos* (C. R. de E. y E. Ambiental, Ed.; Segunda Ed).

8. Anexos

8.1 Actas de reuniones

8.1.1 Acta de reunión de inicio con contraparte técnica

Acta Número 01	
Proyecto	FIPA N° 2022-19. Diseño de un programa de vigilancia ambiental de las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socio-económicas y de la gobernabilidad de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA)
Tipo de la Sesión:	Reunión de coordinación con contraparte
Fecha:	16/01/2023
Sitio:	Plataforma Zoom
Hora inicio	09:30
Hora término	10:50

Nombre	Institución
Rafael Hernández	Director ejecutivo FIPA
Erika Silva	SERNAPESCA
Gustavo San Martín	SUBPESCA
Lorena Burotto	SUBPESCA
Javier Chávez	Director Zonal de Pesca Atacama y Coquimbo - SUBPESCA
Manuel Andrade	Dirección Zonal de Pesca Atacama y Coquimbo - SUBPESCA
Gabriel Rojas	Centro de Investigación Ecos
Miguel Espíndola	Centro de Investigación Ecos

RESUMEN ACUERDOS Y COMPROMISOS
<p>1. El Sr. Rafael Hernández abre la sesión dando la bienvenida a los asistentes e indica que, si bien esta es la reunión de coordinación formal del proyecto, se pueden realizar otras reuniones entre la contraparte técnica y el ejecutor para analizar temas específicos del desarrollo del proyecto con la salvedad de que cualquier acuerdo entre las partes debe ser transmitida al FIPA para su conocimiento, a fin de informar a los</p>

revisores cualquier cambio.

2. Posteriormente, el Sr. Rafael Hernández da la palabra al Sr. Miguel Espíndola, quién realiza una breve exposición de los objetivos del proyecto, la metodología que se que implementará para llevar a cabo el piloto del Programa de Vigilancia Ambiental, que se resume a continuación:

Condiciones oceanográficas (8 estaciones):

- En columna de agua se medirá temperatura, salinidad, conductividad, clorofila, pH y oxígeno disuelto utilizando un equipo Multiparamétrico y/o CTD que posee la capacidad de medir en el mismo momento todas las variables (ResEx 3612/2009 en el punto 29.A). Por su parte la clorofila a se calculará mediante espectrofotometría (10200H Standard Methods).
- En columna de agua se realizará un muestreo continuo de temperatura (anclaje de sensor continuo).
- En sedimentos se medirá pH, Potencial Redox, Temperatura, Materia Orgánica Total (MOT) y granulometría.

Condiciones biológicas (8 estaciones):

- Infauna submareal, comunidades de fondos duros intermareal y submareal; estado de recursos bentónicos intermareal y submareal, comunidades fito y zooplantónicas, comunidades de invertebrados asociados a huero negro y huero palo; comunidades de peces asociados a huero palo.
3. Posteriormente, el Sr. Miguel Espíndola presenta los resultados esperados y fechas clave. Acerca de las fechas asociadas al proyecto indica que existen algunas complicaciones logísticas para el desarrollo de campañas de monitoreo durante los meses de enero y febrero, ya que las embarcaciones son destinadas en un 100% al desarrollo de la actividad turística, por tanto, no es posible contar con embarcaciones para el desarrollo de monitoreos. Esto implica que el primer monitoreo deberá ser desarrollado en marzo de 2023, por lo tanto, a la fecha de entrega del informe pre-final habrá 3 campañas realizadas y no 4 como estaba planificado inicialmente.
 4. Respecto al tema de las fechas, el Sr. Rafael Hernández indica que es algo que podría ser analizado en la reunión de mayo cuando se tenga más certeza acerca de los cambios que serán requeridos. En función de esto se toma el acuerdo de revisar el tema de las fechas durante la reunión de coordinación de mayo 2023, cuyos días propuestos para ser realizada son los días 3, 4 o 5 de mayo de 2023.

5. Luego de esto, el Sr. Miguel Espíndola plantea que uno de los objetivos de la reunión es acordar la ubicación de las estaciones de monitoreo, para lo cual presenta una propuesta inicial que considera la distribución de recursos como el loco y el huero palo y algunas recomendaciones realizadas por el Comité Consultivo de la RMICHA en la reunión del día 3 de diciembre de 2023.
6. Acerca de la propuesta el Sr. Gustavo San Martín indica que sería interesante tener a la vista otros criterios para el posicionamiento de las estaciones, como aspectos ecológicos que puedan ser relevantes de monitorear en el tiempo. Acerca de ello, el Sr. Miguel Espíndola plantea que a diferencia de la Reserva Marina Islas Choros-Damas, la RMICHA es bastante homogénea y se caracteriza por estar dominada por sustrato rocoso y un bosque de huero palo, por lo tanto no existen grandes diferencias de hábitat al interior de la reserva, lo que facilita la definición de estaciones.
7. El Sr. Javier Chávez menciona que sería interesante tener una distribución más amplia de las estaciones a fin de alcanzar una mayor cobertura espacial, por ejemplo, disponiendo las estaciones en los distintos puntos cardinales. En respuesta a ello, el Sr. Miguel Espíndola indica que la zona sur-west de la isla tiene una dificultad mayor para ser monitoreada ya que tiene una exposición directa al oleaje, lo que podría implicar no poder realizar el muestreo en alguna de las campañas.
8. El Sr. Manuel Andrade menciona que con la disposición que se propone, no se obtendrá una caracterización de la reserva, si no que de una parte de ella y que también recomendaría distribuir un poco más las estaciones.
9. En base a las recomendaciones, el Sr Miguel Espíndola propone que en las campañas donde las condiciones climáticas sean propicias se moverán 2 estaciones a la zona sur-west para poder caracterizar esa zona y en caso de no contar con dichas condiciones proceder con la distribución presentada por el ejecutor.
10. La Sra. Erika Silva, indica estar de acuerdo con esta alternativa a fin de tener una mayor cobertura espacial del monitoreo.
11. En base a la propuesta realizada por el Sr. Miguel Espíndola, todos los presentes indicaron que sería una buena alternativa. En base a esto, se toma el acuerdo de mover dos estaciones de monitoreo a la zona sur-west cuando las condiciones climáticas lo permitan.
12. En cuanto a las estaciones de las AMER y ALA, el señor Javier Chávez recomienda

realizar el monitoreo en el AMERB Chañaral A porque tiene un mejor acceso y también porque en la zona aledaña al AMERB Chañaral B hay una solicitud en trámite que podría dificultar el monitoreo del Área de Libre Acceso (ALA) aledaña.

13. En base a lo anterior se acuerda aplicar el monitoreo en el AMERB Chañaral A y el ALA aledaña a esta AMERB.
14. No se generaron observaciones a la disposición de las estaciones de muestreo para muestras de sedimento e infauna.
15. La Sra. Erika Silva consulta si se tiene considerado alimentar y entregar las bases de datos históricas de la RMICHA, a lo cual el Sr. Miguel Espíndola indica que las bases de datos se están alimentando y que los archivos serán entregados al FIPA.
16. El Sr. Miguel Espíndola indica que dentro de la semana (16 – 20 de enero), se ingresará la solicitud de Pesca de Investigación a la SUBPESCA y la solicitud para realizar actividades de monitoreo en Reservas Marinas a SERNAPESCA. Dicho eso, solicita a los profesionales de ambas instituciones apoyar la tramitación de estas solicitudes para tener todos los permisos pertinentes para inicios de marzo 2023.
17. El Sr. Rafael Hernández realiza el cierre de la reunión indicando que este tipo de proyectos son importantes en el marco del FIPA y que, de hecho, para el año 2023 se proyecta el financiamiento de otros proyectos de conservación que van en una línea similar a este proyecto.
18. Finalmente, el Sr. Rafael Hernández despide a los asistentes y cierra la reunión a las 10:50.

8.1.2 Acta de reunión de avance intermedio con contraparte técnica

Acta Número 02

Proyecto	FIPA N° 2022-19. Diseño de un programa de vigilancia ambiental de las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socio-económicas y de la gobernabilidad de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA)
Tipo de la Sesión:	Reunión de avance intermedio
Fecha:	09/05/2023
Sitio:	Plataforma Zoom
Hora inicio	10:00
Hora término	10:50

Nombre	Institución
Rafael Hernández	Director ejecutivo FIPA
Erika Silva	SERNAPESCA
Gustavo San Martín	SUBPESCA
Lorena Burotto	SUBPESCA
Claudio Ramírez	SERNAPESCA
Gonzalo Olea	Centro de Investigación Ecos
Gabriel Rojas	Centro de Investigación Ecos
Miguel Espíndola	Centro de Investigación Ecos

RESUMEN ACUERDOS Y COMPROMISOS

19. El Sr. Rafael Hernández abre la sesión dando la bienvenida a los asistentes e indica que, esta reunión corresponde a una nueva formalidad en los proyectos FIPA, que tiene como fin mostrar los avances por parte del ejecutor y llegar a acuerdos con la contraparte en los temas que se analicen. Agrega que en este caso en particular se debe ingresar un informe de avance el 15 de mayo y esta corresponde a la reunión previa a la entrega de dicho informe. Posteriormente manifiesta que el consejo del FIPA toma en consideración cuando la contraparte está de acuerdo con lo realizado por el ejecutor, y en general aprueba los informes cuando existe este respaldo.
20. El Sr. Gustavo San Martín consulta acerca del rol que tiene el revisor externo, en el sentido que él podría considerar rechazar el informe a pesar de que la contraparte técnica este de acuerdo con algunos temas.

21. El Sr. Rafael Hernández indica que el revisor externo se preocupa del cumplimiento administrativo, en el sentido de que todo lo que se propuso sea realizado. Además, tiene la posibilidad de hacer sugerencias las cuales pueden ser atendidas o no por el ejecutor, dependiendo si tales sugerencias excedan o no los alcances del proyecto. Posterior a la aclaración el Sr. Rafael Hernández da paso al Sr. Miguel Espíndola (jefe de proyecto) para que comente acerca de los avances alcanzados a la fecha.
22. El Sr. Miguel Espíndola hace un breve recordatorio acerca de los objetivos de proyecto y posteriormente muestra la carta Gantt y detalla los avances que se han logrado hasta el 5to mes de ejecución. Además, menciona algunas complicaciones que se ha tenido para actualizar algunos indicadores. Uno de los problemas identificados es que se realizó la solicitud de información de viajes de turismo de observación para **estimar el desempeño del indicador "otros usos de los activos ambientales"**. Sin embargo, CONAF indicó no estar en posesión de dicha información por lo que derivó la solicitud a la autoridad marítima, y si bien se proporcionó información, ésta es parcial y no se ajusta a la realidad de la actividad turística que se realiza en la zona.
23. Acerca del problema mencionado, el Sr. Claudio Ramírez comenta que si bien es del SERNAPESCA registrar esta información, la institución no tiene una base de trabajo en la Caleta Chañaral por lo que no cuentan con los recursos apropiados para llevar a cabo esta tarea. Debido a ello, se llegó a un acuerdo con CONAF para que levantara esta información, sin embargo, esto no corresponde a la asignación de una responsabilidad formal a CONAF. En base a ello, el Sr. Claudio Ramírez indicó que consultará acerca de la información existente para hacerla llegar al ejecutor.
24. El Sr. Gustavo San Martín indica que es pertinente que se tome nota acerca de esta problemática y que el proyecto sugiera un sistema que permita coleccionar dicha información de manera permanente, considerando la importancia de la actividad turística en la zona.
25. El Sr. Claudio Ramírez menciona que se han barajado algunas opciones para coleccionar esta información como, por ejemplo, algún sistema digital donde los agentes turísticos puedan reportar su actividad. Sin embargo, se requieren recursos para implementar dicho sistema.
26. El Sr. Miguel Espíndola indica que se tendrán en consideración las apreciaciones para incorporar sugerencias que permitan recolectar información de viajes con destino turístico en la RMICHA y su entorno. Siguiendo con la presentación, el Sr. Miguel Espíndola indica que, en cuanto a los indicadores de gobernabilidad, no existen mayores problemas para la actualización de los indicadores, pero solicita a los profesionales de SERNAPESCA una reunión antes de entregar los resultados de los indicadores IG5 disponibilidad y asignación de recursos e IG6 cobertura de

fiscalización, a fin de asegurar que la información que se presentará está completa y que la forma de presentación es la adecuada.

27. La Sra. Erika Silva y el Sr. Claudio Ramírez están de acuerdo con revisar dichos indicadores en una reunión y postergar la entrega de los resultados de actualización de estos indicadores hasta el próximo informe del FIPA. Se acuerda, que para coordinar la reunión, el Sr. Miguel Espíndola proponga algunas fechas para la realización mediante correo electrónico.
28. El Sr. Miguel Espíndola prosigue con la presentación e indica que los indicadores de desempeño biológico serán actualizados parcialmente ya que la campaña de monitoreo se ha realizado recientemente y aún no se ha procesado toda la información. Dicho eso, agrega que estaba presupuestado que para la entrega del primer informe solo se alcanzaría a entregar parcialmente el análisis de desempeño de los indicadores biológicos, por lo que esto no implica un retraso en el desarrollo del proyecto.
29. Finalmente, el Sr. Miguel Espíndola plantea la necesidad de aplazar la entrega del informe pre-final establecida inicialmente para el 13 de octubre, ya que a esa fecha solo se habrán completado 3 de las 4 campañas de monitoreo previstas.
30. El Sr. Rafael Hernández menciona que, si la extensión se realiza hasta antes del 4 de enero, no genera mayores complicaciones administrativas ya que se alcanzarían a tener las revisiones para el consejo que se realizará en Marzo de 2024
31. El Sr. Miguel Espíndola indica que analizaran con detalle el tema de las fechas para solicitar la prórroga en la entrega del informe pre-final, teniendo en consideración la información proporcionada. Dicho esto, consulta si los presentes tienen algunas consultas o sugerencias acerca de lo presentado.
32. Una vez terminada la presentación, la Sra. Erika Silva recomienda que el ejecutor tenga en cuenta realizar un proceso de priorización de aquellos indicadores que son claves. Considerando que el PGA tiene una serie de indicadores y que a través de otros proyectos se siguen recomendando más indicadores para evaluar la gestión de las reservas. Agrega que esto hace complejo el proceso porque cuesta diferenciar lo que es clave respecto de lo que no lo es. También solicita considerar el pensar y tener claro de donde saldrá la información requerida por los indicadores y, finalmente, tener en mente que se hace necesario avanzar hacia una estandarización de indicadores para todas las áreas marinas protegidas, en lo posible.
33. Tomando la recomendación planteada, el Sr. Gonzalo Olea indica que está de acuerdo con la recomendación y agrega que el espíritu de las recomendaciones que se realizaron tanto en la actualización de la línea base como las que se realizarán en

el presente proyecto van justamente en la línea de facilitar el análisis de desempeño y utilizar información disponible y fácil de recabar.

34. En la misma temática, el Sr. Miguel Espindola agradece la sugerencia e indica que sería interesante abordar a modo de discusión algún proceso de priorización de los indicadores, a fin de que los gestores puedan hacer la mejor distribución posible cuando los recursos son escasos.
35. No habiendo mas consultas o aclaraciones, el Sr. Rafael Hernández, da las gracias a los presentes y cierra la reunión.

8.1.3 Presentación de alcance del proyecto en Comité Consultivo RMICHA

	ACTA DE REUNIÓN MESA RESERVA MARINA SLA CHAÑARAL	Acta N° 1/2018
		Página 1 de 5

Antecedentes			
Lugar	Domo Caleta Chañaral de Aceituno		
Fecha y hora	Fecha 03-12-2022	Inicio (hr.) 11:15	Final (hr.) 13:45

Asistentes		
N°	Nombre	Organización o Institución

En anexo

Tabla de la reunión	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida, y presentación de agenda de trabajo – SERNAPESCA. 2. Resumen lectura del acta anterior – SERNAPESCA. 3.- Actualización nomina de autorizados R.Ex.655/2020 para las actividades de turismo de avistamiento y buceo. 4.- Brechas y estrategias para fortalecer la gestión y gobernanza de la RMICHA. 5.- Hacia un plan de manejo: AMCP MU IGA 6.- Proyecto estación meteorológica en isla Chañaral 7.- Resultados finales proyecto FIPA 25 - 2019 8.- Varios

Temas tratados	
	<p>Inicio de la Reunión. (Bienvenida y agenda del día)</p> <p>1 Se da inicio a la 2° Mesa de Trabajo del Comité Consultivo 2022 año 2022 de la Reserva Marina "Isla Chañaral", agradeciendo el compromiso a través de la asistencia permanente a la Mesa, y se presenta la agenda de trabajo a desarrollar durante la jornada.</p>
	<p>Resumen acta anterior y agenda de trabajo del día</p> <p>Erick Burgos (EB), profesional del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura Atacama, realiza un resumen a través de la lectura del acta anterior informando sobre los compromisos adquiridos y cumplimientos y avances, en donde se señala lo siguiente:</p> <p>Resumen temporada estival 2021 – 22, donde señala algunas denuncias realizadas por turistas en relación a altas velocidades de navegación en la actividad de turismo, como también la falta de fiscalización en la Reserva Marina. Señala que conforme a la alianza estratégica entre CONAF y Sernapesca, CONAF entregará a Sernapesca un espacio del terreno que tiene en la RMICHA, donde la entrega del terreno quedará plasmada en un anexo al convenio entre Sernapesca y CONAF. Por parte, señala que la Seremi de Medio Ambiente facilitará un contenedor que será utilizado para oficina y bodega por Sernapesca.</p>

	ACTA DE REUNIÓN MESA RESERVA MARINA SLA CHAÑARAL	Acta N° 1/2018
		Página 2 de 5

Se presentó el rol de CONAF el cual se destacó la función de resguardo del Parque Nacional Pingüino de Humboldt. También se solicitó el apoyo de la comunidad para diseñar un programa anual de limpieza en la Isla y las dificultades en el manejo de los residuos.

Se presenta el trabajo del Laboratorio Natural Océano, Centro – Norte (UCN), en donde exhibieron los desafíos de este trabajo como Agendas de Investigación, interacción con las visiones locales para generar beneficios a través del conocimiento, diseño y planificación del desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, coordinación de esfuerzos, inversión en equipamientos, vinculación y despliegue de tecnología con pertinencia territorial.

Finalmente se presenta el Proyecto GEF Gobernanza Marino Costera el cual tiene una duración de 4 años, enfocado principalmente en la gobernanza, donde incluye; Sistema de gobernanza, plan de gestión del maritorio, planes de buenas prácticas y economía azul, y estrategia comunicacional.

Actualización nomina de autorizados R.Ex.655/2020 para las actividades de turismo de avistamiento y buceo.

Erick Burgos (EB), señala que las personas que han presentado las solicitudes para la renovación del permiso para realizar actividades de turismo alcanzan un total de 26 solicitudes, agrega además que hay algunas personas que están pendientes en la entrega de documentación.

3 Sostiene que la nomina entrega por la Armada de la Capitanía de Puerto de Huasco en relación a las embarcaciones que pasaron la revista de seguridad cuenta con un total de 46 embarcaciones.

Don Ángel Talandiano, aclara que las embarcaciones que realizan actividades de turismo en la RMICHA corresponden a un total de 42 embarcaciones y 3 corresponde a embarcaciones dedicadas a actividades de buceo.

Erick Burgos (EB), señala que las personas que ya entregaron las solicitudes serán incorporadas a la primera nomina de la Resolución que les permita ejercer la actividad de turismo, de lo contrario las personas que aún no hayan presentado las solicitudes no podrán ejercer esta actividad.

Brechas y estrategias para fortalecer la gestión y gobernanza de la RMICHA.

Valeria Portus, presenta las brechas y estrategias para fortalecer la gestión y gobernanza de la RMICHA, siendo esta una línea específica del Proyecto GEF Gobernanza Marino Costero, cuyo trabajo se realiza en forma conjunta con Sernapesca. Señala que el proyecto cuenta con tres líneas estratégicas las cuales son: Programa de enfoque Ecosistémico y Economía Azul, Programa de fortalecimiento de capacidades y Programa de Gobernanza. Indica que la finalidad de estos programas es el uso sustentable del lugar, para que las actividades que se desarrollen en el sector puedan perdurar en el tiempo..

Respecto al Programa de Gobernanza sostiene que se ha conformado el comité comunal de Freirina donde participan las vocerías que representan a 7 mesas locales del borde costero de la comuna de Freirina, en conjunto a Sernapesca, CONAF, el Alcalde de Freirina, un representante del COSOC y una representante del consejo municipal de Freirina.. Por otra parte señala que se debe generar resultado en relación una mejora o apoyo en la efectividad de

 <p>SEMARPECOA Servicio de Conservación y Protección Ambiental Gobierno de Chile</p>	ACTA DE REUNIÓN MESA RESERVA MARINA SLA CHAÑARAL	Acta N° 1/2018 Página 3 de 5
---	---	---

gestión de AMP en la RMICHA y Choros Dama. Respecto a lo anterior indica que se ha diseñado una hoja de ruta donde describe los pasos de las estrategias a seguir. Presenta los resultados de la actualización de la línea base del estado actual de la gestión de las áreas protegidas, a través de la metodología METT (Management Effectiveness Tracking Tool), cuyos resultados obtenidos se tradujeron al Plan General de Administración, donde se identificaron las brechas asociadas a los distintos programas del PGA y las estrategias asociadas.

Las brechas asociadas a los distintos programas del PGA observadas son:

1. PGA, hay especies objetivo que no estaban contempladas, de valores culturales, ni de bienestar humano.
2. No hay planificación de continuidad con lo de fuera del área.
3. Tamaño Reservas Marinas (1 Milla náutica).
4. No hay información de valores culturales en la RM.
5. No hay continuidad en los esfuerzos de investigación
6. Investigaciones asociadas a proyectos y algunas se realizan en una RM y no en otra.
7. Demarcación: Límites se conocen pero no demarcados (situación ideal: uso de GPS)
8. Mayor participación de actores locales, con la administración del área. Se debe avanzar en que tengan un rol más directo.
9. Sin oficina adecuada para desarrollar el programa de difusión y extensión (instalación de visitantes)
10. Un gran porcentaje de visitantes se retiran sin saber que estuvieron en una RM.
11. El servicio no está en el área.
12. Recursos (\$) escasos: no hay personal, embarcación, vehículo.
13. No se han realizado estudios de gestión interna.

Erick Burgos (EB), señala que cuando se desarrollan proyectos de investigación donde se emplean distintas de metodologías de investigación impide un estudio en el tiempo, por el cual indica unificar estas metodologías para futuras investigaciones.

Respecto a las estrategias utilizadas para los distintos programa del PGA indica que son:

P. Administración: Actualización PGA ambas RM's (metodologías de estándares para la práctica de la conservación):

Gestionar participación efectiva de actores locales con SSPP con competencia

Actualizar objetos de conservación biológicos e incorporar culturales

Programas con estrategia de financiamiento y cartera de proyectos asociados con apoyo técnico

Sinergia con RM Choros Damas

Monitorear los indicadores del PGA permanentemente

Finalización de la zonificación de usos de las RM's

Apoyo gestión interinstitucional

Establecer alianzas con actores claves (universidades y centros de investigación)

P. Extensión: Instalación de señalética informativa e innovadora del patrimonio natural y cultural asociado a las RM's.

P. Extensión: Generar programa de acreditación de guías y sellos para embarcaciones

P. Fiscalización: Evaluación desde el turista / Sistema de monitoreo con innovación tecnológica.

P. Monitoreo: Indicadores de gestión interna y de bienestar humano.

	ACTA DE REUNIÓN MESA RESERVA MARINA SLA CHAÑARAL	Acta N° 1/2018
		Página 4 de 5

Pedro Salazar (CONAF) informa que mantiene un convenio con CEAZA el cual concierne a una estación meteorológica, el cual el objetivo es el monitoreo e investigación. Sostiene que esta antena es transitoria con un tiempo de permanencia de 2 a 3 meses. Por otra parte, se compromete a informar a la comunidad cualquier actividad realizada en la isla.

Claudio Mamani, sostiene que la no participación de los socios sería un buen indicador, puesto no han tenido apoyo de la autoridad y por tanto no se deslumbra avances en la reserva. Indica la importancia del trabajo en conjunto con la academia, la comunidad y las autoridades locales para la búsqueda de recursos y avanzar en los objetivos que se persiguen.

Katerina Varas, invita a los actores locales a trabajar en las brechas que se pueden detectar y estrategias asociadas para posteriormente priorizar para empezar a trabajar en el año 2023 en la mejora en la efectividad de la gestión de las reservas marinas. Se forman dos grupos de trabajo para esta actividad, donde se recopila información y necesidades complementarias e importantes para cumplir con el objetivo de mejorar la efectividad de la gestión de las reservas marinas.

Hacia un plan de manejo: AMCP MU IGA

Ricardo Catalán, informa que el Ministerio de Medio Ambiente estará más presente en la Reserva a través de la gestión, de esta manera sostiene que se gestionó la entrega de un contenedor a Semapesca para la permanencia de funcionarios en la Reserva Marina. Presenta un Plan de Manejo de un área marina Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama, señala que un área marina costera protegida de múltiples usos necesita un instrumento de gestión, considerado como Plan de Manejo, el cual contempla la gestión de recurso y también de personas donde se genera no solo un documento escrito si no también un documento operativo.

Menciona que el AMCP-MUIGA es declarado en el año 2004 a través de D.S N° 360, el cual el Plan de Manejo está orientado a minimizar las amenazas críticas de conservación. En el año 2019 se crea el Comité Operativo para la Coordinación de la Supervigilancia, Monitoreo, Seguridad y Fiscalización del AMCP-MUIGA y en el año 2022 mediante la Resolución Exenta se aprueba el Plan de Manejo para el AMCP-MUIGA.

- 5 Señala que el AMCP-MUIGA se trabajó con los sindicatos de pesca artesanal que fueron los principales actores e incorporaron a otros actores de los cuales se valorizaron de acuerdo a la incidencia, el poder de decisión y nivel de interés y en base a estos actores se seleccionaron los objetos de conservación.

Indica que los objetos de conservación de AMCP-MUIGA seleccionados fueron: objetos culturales y patrimoniales, objetos sistemas/hábitats ecológicos (ecosistemas supra e intermareal, ecosistemas submareal rocoso, islas e islotes) y objetos Especies (ensamble de mamíferos marinos y ensamble de aves marinas).

Por otra parte, señala que los objetos de conservación y los usos y actividades que se desarrollan también generan amenazas. En el caso de AMCP-MUIGA se identificaron amenazas respecto a la pesca artesanal como: sobrepesca, pesca ilegal, pesca no declarada, extracción ilegal de algas, entre otras). Una vez identificadas las amenazas se trabajan en las estrategias para la reducción de estas amenazas, sostiene que en este proyecto se

	ACTA DE REUNIÓN MESA RESERVA MARINA SLA CHAÑARAL	Acta N° 1/2018 Página 5 de 5
---	---	---

determinaron 11 estrategias entre las cuales destaca el Manejo sustentable y Manejo de Turismo sustentable. Seguido indica que estas estrategias deben tener indicadores, actividades, programas de manejo, inicio monitoreo – frecuencia, reporte y responsable de cumplir la meta. Indica la importancia de la zonificación, donde esta zonificación se establece con los actores locales, el cual se determina los usos que se le dará al área. Resalta que esto es fundamental para que un Plan de Manejo sea operativo.

Señala que los PM tienen sub-programas y una estructura administrativa como el Consejo de Gestión y Equipo administrativo. También el PM debe indicar las fuentes de financiamiento, como son los pagos de servicios ambientales, donaciones y fondos públicos. Finalmente indica la importancia de una retroalimentación de las acciones que se generen en la Reserva Marina Isla Chaña y las gestiones realizadas por la institución.

Katerina Varas, indica la importancia de un intercambio de experiencias con otras áreas protegidas, señala que hay personas del Archipiélago de Juan Fernández que desean visitar la zona para hacer un intercambio respecto a las áreas de manejo.

Resultados finales proyecto FIPA 25 - 2019

Miguel Espínola, expone los resultados proyecto FIPA 25 – 2019 cuyo objetivo es la actualización de líneas de base oceanográficas, ecológicas, sociales y económicas de las reservas marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas.

7

Indica que los resultados de estado poblacional de los recursos de sustrato habitados realizado en las dos campañas, el recurso loco obtuvo un crecimiento significativo de un 21 %.

Señala el estado poblacional de recursos con evaluación directa de los recursos: *Concholepas concholepas*, *Fissurella latimarginata*, *Fissurella cumingi*, *Loxechinus albus*, *Lessonia trabeculata* y *Lessonia berteroana*, donde en cada campaña los indicadores fueron la unidad de muestreo, tamaño de la muestra, densidad media, desviación estándar, área apta, abundancia y biomasa.

Respecto al estado poblacional de los recursos principalmente el Loco en comparación de los sistemas de gestión como ALA, AMERB, RMIC y RMICD, la RMICD tiene una mayor densidad del recurso loco en comparación a los otros sistemas. Por otra parte, indica que la RMIC la densidad poblacional es similar a la de un ALA. En relación al tamaño del recurso loco, señala que son de mayor tamaño en la RMICD, y de igual tamaño de individuos de la RMIC con los de AMERB.

Sostiene que una de las hipótesis respecto a las diferencias de los resultados se debe a un mayor nivel de vigilancia en la RMICD, por lo que en nivel de pesca furtiva es menor. También señala que evalúan otro indicador de fiscalización, donde se identifican las fiscalizaciones realizadas, ilícitos observados, el cual en la RMIC es mayor a la RMICD. Para el recurso Lapa se observa el mismo patrón.

Respecto a la biodiversidad señala que hay una mayor diversidad de especies en los sustratos asociados como es el Huiro palo y una mayor abundancia de huiro palo.

Respecto a los indicadores, el estado de salud en general poblacional de especies bentónicas se deslumbra una recuperación. Sin embargo, desde el 2018 al 2020 se observa una nueva caída de la productividad del Área de Manejo, esto se puede deber a la gestión o efectos naturales.

Claudio Mamani, sostiene que los desembarques no son un buen indicador para evaluar la caída de la productividad de un área de manejo, puesto que los desembarques funcionan de acuerdo al mercado.

	ACTA DE REUNIÓN MESA RESERVA MARINA SLA CHAÑARAL	Acta N° 1/2018
		Página 6 de 5

Katerina Varas, indica que otro factor que puede incidir en los resultados son las distintas metodologías que utilizan las consultoras para realizar los estudios de seguimiento, por lo que sugiere estandarizar las metodologías para estudios de seguimiento y realizar un estudio a nivel ecosistémico.

Miguel Espínola, indica que uno de los indicadores es como aporta la Reserva Marina a la condición socioeconómica, ha ido mejorando la condición conforme a la gestión integrada del área de manejo junto con los pescadores ha tenido frutos junto a la productividad.

Miguel Espínola, presenta un nuevo proyecto FIPA N° 2022-19. Diseño de un programa de vigilancia ambiental de las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socio-económicas y de la gobernabilidad de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA), cuyo objetivo es diseñar y ejecutar un piloto de un programa de vigilancia ambiental monitoreando las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socioeconómicas y de gobernabilidad de la RMICHA, mediante el cual aportar información oportuna para conocer su desempeño y realizar una gestión adecuada y sustentable de ésta.

Claudio Mamani, indica que el estudio que se realizará en la RMICHA puede ser de mayor precisión puesto que con la RMICD son realidades distintas.

Miguel Espínola, indica que este proyecto es darle continuidad al proyecto anterior, donde se incorporo el estudio de peces. Consulta sobre las áreas de monitoreo que se realizara durante las cuatro estaciones durante todo el año, en el cual serán las que están más protegidas.

Claudio Mamani, indica que hay que buscar otros sectores de monitoreo donde permita estudiar los recursos del área

Respecto al proyecto contempla el estudio de AMERB y ALA, por lo que solicita la elección de estudio del área de manejo Chañaral de Aceituno A, B o C.

Ángel Talandiano y Claudio Mamani, indican que es posible en el área de manejo sector A y B.

Erick Burgos, consulta si es posible contar con un informe preliminar para establecer un excedente productivo.

Miguel Espínola, indica que en marzo podría contar con un informe preliminar.

Katerina Varas, sugiere que se podría incorporar un monitoreo oceanográfico y correlacionar con los datos ecológicos.

Varios y cierre de la Mesa

Sergio Marín, consulta sobre la recolección de Huiro varado en la isla, puesto que denuncia que desde punta choro están sacando huiro desde la isla.

Erick Burgos, señala que se puede a través de una resolución y plan de manejo.

8 Katerina Varas, señala la experiencia que tiene la CONAF en el varamiento de huiro negro en la isla.

	ACTA DE REUNIÓN MESA RESERVA MARINA SLA CHAÑARAL	Acta N° 1/2018
		Página 7 de 5

--	--

Tareas a realizar			
	Tarea	Plazo	Responsable
1	Acta de reunión de la mesa comité consultivo		SERNAPESCA (César Lagos)
2	Envío Acta reunión de la mesa comité consultivo y Presentaciones		SERNAPESCA (Erick Burgos)
3	Consulta sobre la recolección de Huiro varado en la isla		SERNAPESCA (Erick Burgos)

8.1.4 Reunión con la Unidad de Conservación y Biodiversidad – SERNAPESCA

Acta Número 03

Proyecto	FIPA N° 2022-19. Diseño de un programa de vigilancia ambiental de las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socio-económicas y de la gobernabilidad de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA)
Tipo de la Sesión:	Reunión de revisión de antecedentes para actualizar el desempeño de indicadores socioeconómicos y de gobernanza.
Fecha:	08/06/2023
Sitio:	Plataforma Zoom
Hora inicio	10:00
Hora término	11:20

Nombre	Institución
Erik Burgos	Encargado Regional Unidad de Conservación y Biodiversidad – SERNAPESCA Atacama
Erika Silva	Unidad de Conservación y Biodiversidad - SERNAPESCA
Miguel Espíndola	Centro de Investigación Ecos

RESUMEN ACUERDOS Y COMPROMISOS

36. El Sr. Miguel Espíndola agradece la presencia del encargado regional y de la encargada nacional de la unidad de conservación y biodiversidad de SERNAPESCA. Agrega que la solicitud de la reunión es para revisar la información con la que cuenta el equipo ejecutor, la cual será utilizada para actualizar el desempeño de los indicadores:

- f) ISE2-Otros usos de los activos ambientales.
- g) IG2-Existencia de una estructura organizacional
- h) IG3-Nivel de participación y satisfacción.
- i) IG5-Disponibilidad y asignación de recursos
- j) IG6-Cobertura de fiscalización

El Sr. Espíndola indica que el objetivo de la reunión es revisar en conjunto la información, complementarla con antecedentes que eventualmente pueda tener el SERNAPESCA y

acordar la manera de analizar la información más allá de lo que establece el PGA y las recomendaciones establecidas en la actualización de la línea base (FIPA 2019-25).

a) ISE2-Otros usos de los activos ambientales.

El Sr. Espíndola presenta la información recibida por la Armada de Chile, acerca del número de zarpes con destino de observación de fauna en torno a la RMICHA. El número de zarpes proporcionado fue de 6 zarpes (año 2021), 93 zarpes (año 2022) y 7 zarpes (a marzo del año 2023).

El Sr. Erik Burgos plantea que el número de zarpes dista mucho de la realidad y que desconoce el motivo de porque no se está registrando esa información ya que es una obligación reportar los zarpes a la Armada. Agregó que realizará la consulta a la Armada y solicita al Sr. Miguel Espíndola compartir el ordinario entregado por la Armada proporcionando dichos antecedentes. La solicitud fue acogida por el Sr. Espíndola y enviada posterior a la reunión.

La Sra. Erika Silva indica que, entendiendo el problema, el proyecto (FIPA 2022-19), debiese aportar recomendaciones para hacer un levantamiento de información adecuada para medir el desempeño de este y otros indicadores y también generar recomendaciones para priorizar los indicadores más relevantes.

El Sr. Espíndola indica que se incluirán a modo de discusión recomendaciones y sugerencias en la versión pre-final de los informes, teniendo en consideración las dificultades que se han tenido para reunir la información necesaria que permita actualizar el desempeño de todos los indicadores que establece el PGA de la RMICHA.

b) IG2-Existencia de una estructura organizacional

El Sr. Espíndola presenta un ejemplo de sistematización de actas de las diferentes instancias reconocidas en la estructura de administración para el caso de la Reserva Marina Islas Choros-Damas, pero indica que, para ello, se debe tener información de las actas de todas las sesiones realizadas tanto del comité de administración como del comité consultivo. En base a ello consulta si es posible tener acceso a dichas actas y los listados de participantes en cada una de las instancias.

El Sr. Burgos indica que los ejecutores si pueden tener acceso a la información, con la salvedad de que dichas actas y listados de asistencia no se encuentran digitalizados, de modo que tendrían que retirar una copia presencialmente en la oficina de SERNAPESCA de Caldera.

El Sr. Espindola indica que se acercarán a la oficina de SERNAPESCA Atacama para contar con una copia de las actas y listados de asistencia de las reuniones. Lo cual se materializó el 16 de junio de 2023.

c) IG3-Nivel de participación y satisfacción.

El Sr. Espíndola menciona que tiene conocimiento de un informe del año 2020 denominado **“Potenciar la imagen del Servicio en temas de cumplimiento normativo de alto impacto de la opinión pública, a través del cumplimiento normativo de los Planes Generales de Administración de las Reservas Marinas y del proceso de regularización pesquera”**, agrega que en dicho informe se incorpora una encuesta que mide la satisfacción de la comunidad respecto de la gestión de la RMICHA efectuada por SERNAPESCA, dicho eso, consulta si esta encuesta ha sido aplicada nuevamente para identificar cambios.

El Sr. Burgos indica que eso se realizó hasta el año 2020 y posteriormente no fue desarrollado.

El Sr. Espíndola indica que dicha encuesta será aplicada en el marco del desarrollo del proyecto (FIPA 2022-19), para identificar cambios en la percepción de la gestión de la RMICHA.

d) IG5-Disponibilidad y asignación de recursos.

El Sr. Espíndola presenta una tabla con información de asignación de recursos para gestionar la RMICHA, en base a ello se solicitó información complementaria para los años 2020-2023. Además, el Sr. Espíndola menciona que la inversión en términos de la gestión de la reserva se compara con una referencia del gasto medio en la conservación de Áreas Marinas Protegidas. Indica que no sin embargo esta comparación no es tan interesante y que sería más adecuado comparar la inversión realizada con las necesidades de inversión totales estimadas para la reserva. En esta línea consulta si internamente se han hecho proyecciones de costos para el financiamiento de la gestión.

La Sra. Silva indica que pueden proporcionar información acerca de la asignación de recursos para los años que se requiere. Además, agrega que como parte del trabajo interno se elaboró un informe de necesidades para la DIPRES, la cual podría ser compartida y utilizada como referencia para establecer las necesidades para la implementación de una gestión adecuada.

El Sr. Burgos indica que dentro de las necesidades más urgentes y de mayor requerimiento presupuestario está la de disponer de una oficina de SERNAPESCA para la recepción de los usuarios y turistas a la reserva, a fin de garantizar la información al público, la distribución de folletos y el registro de visitantes, así como las acciones de fiscalización atinentes a la

institución.

El Sr. Espíndola agradece la información comprometida e indica que como parte de los análisis se realizarán recomendaciones para modificar el análisis de desempeño de este indicador, en el sentido de orientarlo a reconocer la brecha que existe entre lo invertido y la totalidad de recursos requeridos.

e) IG6-Cobertura de fiscalización

El Sr. Espíndola presenta información del número de actividades de fiscalización efectuadas, los ilícitos identificados, a partir de lo cual se elabora una tasa de infracción. Todo esto para la serie de tiempo 2015-2022. En cuanto a ello realiza la consulta acerca de si la información es correcta ya que ha sido recopilada desde distintos periodos y fuentes.

El Sr. Burgos indica que la información es correcta, pero aclara que si bien no se han identificado ilícitos en los últimos años es debido a que la mayor parte de los operativos de fiscalización se realizan en tierra, ya que no cuentan con embarcaciones ni personal para realizar actividades de fiscalización en el mar que es donde probablemente ocurre la mayor parte de los ilícitos.

El Sr. Espíndola indica que va a revisar la información con el fin de poder generar una descripción de los procesos de fiscalización, ya que algunos años se han arrendado embarcaciones para la realización de fiscalizaciones en mar. Agrega que de todas maneras estas aprehensiones serán incorporadas en el proceso de discusión de los resultados de este indicador, así como sugerencias que permitan su mejora.

Abordado este último tema, se cierra la reunión a las 11:20 am.

8.1.5 Acta de reunión de avance con contraparte técnica

Acta Número 04

Proyecto	FIPA N° 2022-19. Diseño de un programa de vigilancia ambiental de las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socio-económicas y de la gobernabilidad de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMICHA)
Tipo de la Sesión:	Reunión previa entrega informe pre-final
Fecha:	05/03/2024
Sitio:	Telemática
Hora inicio	11:30
Hora término	12:30

Nombre	Institución
Malú Zavando	Profesional FIPA
Lorena Burotto	SUBPESCA
Ricardo Sáez	SERNAPESCA
Cristian Sánchez	SERNAPESCA
Erik Burgos	SERNAPESCA
Claudio Ramírez	SERNAPESCA
Gonzalo Olea	Centro de Investigación Ecos
Miguel Espíndola	Centro de Investigación Ecos

RESUMEN ACUERDOS Y COMPROMISOS

37. El Sr. Miguel Espíndola, presenta información acerca del estado de avance del proyecto, indicando que a la fecha se han concluido todas las actividades comprometidas. Además, presente algunos hallazgos de interés que han surgido durante el desarrollo del proyecto como el desempeño de indicadores biológicos en la reserva como es el caso del estado de salud de la población de loco (concholepas concholepas).

Además de la mayor abundancia de especies de peces observadas en bosques de huiro palo de la reserva, versus las observaciones realizadas en AMERB y área de libre acceso.

En términos de indicadores socioeconómicos se presentan algunos resultados acerca de la encuesta aplicada en la localidad de Caleta Chañaral de Aceituno, donde se evidencia un beneficio socioeconómico por parte de la comunidad gracias a la creación

y gestión de la reserva y también un alto interés por tener mayor información y participar en las instancias de administración como el comité consultivo.

Finalmente, se presentan algunos antecedentes acerca de la deficiencia presupuestaria para implementar acciones de fiscalización, difusión y gestión, que durante el proyecto se consideraron como las áreas menos atendidas por la gestión de la reserva.

38. A partir de la presentación, se realizan una serie de consultas:
- a) El Sr. Claudio Ramírez, agradece la información presentada y consulta acerca de si el proyecto incorpora información de plancton, considerando que era una de las propuestas adicionales del proyecto.
 - El Sr. Miguel Espíndola indica que el informe si incluye un análisis de fito y zooplancton.
 - b) El Sr. Erik Burgos, acerca de los resultados de la evaluación de especies de importancia comercial, consulta si el proyecto proporciona algunas recomendaciones en la eventualidad que se autorizar extracciones transitorias en la reserva.
 - El Sr. Miguel Espíndola indica que el análisis de las poblaciones de interés comercial, considera una evaluación de stock, cuyos resultados podrían servir de insumo para autorizar una extracción transitoria en la RMICHA.
 - El Sr. Gonzalo Olea agrega que los procedimientos para generar insumos para determinar una cuota también provienen de la propuesta de plan de manejo que proporciona el estudio FIPA 2019-25 (línea base RMICHA).
 - Sobre el mismo tema, el Sr. Ricardo Sáez consulta si el procedimiento de estimación es igual al que se utiliza en AMERB.
 - El Sr. Miguel Espíndola indica que la metodología de estimación es la misma, pero que se utilizan criterios más precautorios para la estimación de cuotas. Agrega que la propuesta de Plan de Manejo que es parte de la línea base de la RMICHA (FIPA 2019-25), establece que se pueden otorgar autorizaciones transitorias de extracción si la población está en una condición regular, buena o muy buena (esto no aplica para AMERB) y que además la cuota recomendada no puede ser superior al 20% del stock cosechable, que para el caso del AMERB puede llegar a ser hasta de un 30%
 - c) El Sr. Erik Burgos, destaca los resultados del desempeño de los indicadores de gobernabilidad, en el sentido de que se evidencia el interés, la participación y el impacto de la gestión de la reserva en la comunidad de Caleta Chañaral de Aceituno, pero también se observan los desafíos que hay acerca de la falta de fiscalización, falta de difusión, escasez de actividades de educación, etc. Agrega

que esto se genera en gran medida porque SERNAPESCA no posee una oficina física en la localidad, lo que impide enormemente ejecutar estas actividades.

- El Sr. Miguel Espíndola indica que en las encuestas realizadas también se menciona que no hay presencia no solo de SERNAPESCA, si no que también de otras instituciones como la Autoridad Marítima o CONAF, de modo que estos elementos pueden ser incorporados en la discusión como una alternativa para disminuir la brecha en estas actividades.
- d) El Sr. Cristian Sánchez, consulta acerca de los resultados observados en el monitoreo de peces, donde se observa una abundancia mucho mayor en la reserva. Acerca de esto consulta si se observaron también diferencias en la composición de las especies.
- El Sr Miguel Espíndola indica que se observó una riqueza levemente mayor en la riqueza de la reserva, pero que también hubo especies que se observaron en ALA y no en la reserva ni en el AMERB. De modo que a partir de estos primeros resultados se abren una serie de interrogantes. Agrega que la hipótesis principal era encontrar diferencias porque los bosques de huiro palo en la reserva podrían estar en una mejor condición. Sin embargo, no se observaron diferencias importantes en la calidad de los bosques entre reserva, AMERB y ALA, por lo tanto, será necesario explorar otras hipótesis para entender la abundancia significativamente mayor que se observó en la reserva.
- e) La Sra. Lorena Burotto, indica que los resultados del nivel de gobernabilidad, la participación y el interés de la comunidad son relevantes de destacar en el informe. Esto considerando que es probable que la administración de la Reserva pueda migrar al Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas o quedarse bajo la tutela del Servicio Nacional de Pesca en calidad de Reserva de interés pesquero. Agrega que lo anterior es importante, porque la ley que crea el SBAP considera, frente a un eventual traspaso de la administración, que los esquemas de gobernanza existentes serán mantenidos.
- El Sr. Miguel Espíndola, indica que como parte de la discusión del informe se aborda en detalle el funcionamiento del esquema de gobernanza y la gobernabilidad de la gestión de la RMICHA y que una de las precauciones que se deben tener en caso de que la responsabilidad de la administración de la reserva recaiga en el SBAP, es mantener y fortalecer los esquemas el sistema que está funcionando actualmente que corresponde al comité consultivo donde la comunidad tiene la posibilidad de participar activamente y también el comité de administración donde se analizan los aspectos más técnicos de la gestión y también el cumplimiento del PGA.
- f) Finalmente, el Sr. Miguel Espíndola indica que, como parte del proyecto sería relevante exponer los resultados finales en el Comité Consultivo, para lo cual solicita a SERNAPESCA, poder considerar un espacio en la próxima reunión del

comité.

- En función de la solicitud el Sr. Erik Burgos comprometió reservar un espacio para la presentación en la próxima reunión del Comité Consultivo.

Terminando con las consultas, se cierra la reunión a las 12:30.

8.1.6 Acta de presentación de resultados finales en el Comité Consultivo RMICHA

	ACTA DE REUNION	Versión: 1.1 Fecha: 30.01.2024
---	-----------------	-----------------------------------

AMP	Reserva Marina Isla Chañaral				
Instancia de reunión	Comité Consultivo				
Lugar	Caleta Chañaral de Acetuno				
Fecha	26.06.2024	Hora Inicio:	15:00	Hora término:	18:10

TABLA DE LA REUNIÓN	
1	Bienvenida y presentación de agenda de trabajo (SERNAPESCA)
2	Resumen lectura acta anterior (SERNAPESCA)
3	Análisis de la última temporada de avistamientos
4	Resultados de uso del piloto SMART 2024
5	Resultados finales proyecto FIPA N°2023 - 19: Diseño de un programa de vigilancia ambiental para la RMICHA
6	Estado de avance y próximos pasos del ACMU Archipiélago de Humboldt
7	Tema sectorial de SERNATUR
8	Proyecto FIC, resacaje satelital, foto-identificación y participación ciudadana
9	Varios



DESARROLLO DE LA REUNIÓN: TEMAS TRATADOS	
1	<p>Inicio de la reunión y agenda del día</p> <p>Se da inicio a la 1ª Mesa de Trabajo del Comité Consultivo año 2024 de la Reserva Marina Isla Chañaral, y se presenta la agenda de trabajo a desarrollar durante la jornada.</p>
2	<p>Resumen acta anterior</p> <p>Erick Burgos (EB), profesional del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura Arica, realiza un resumen a través de la lectura del acta anterior informando sobre las actividades realizadas, compromisos adquiridos, cumplimientos y avances, en donde se señala lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Trabajo de zonificación</u>: se propone 5 zonas de resguardo para aves, focos marinos y delfines, anillos de protección considerando velocidades

	ACTA DE REUNIÓN	Versión: 1.1 Fecha: 30.03.2022
---	------------------------	-----------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Regulación de nómina de autorizados para actividades de turismo:</u> la nómina de autorizados se podrá actualizar con ORD Cap. Puerto de Huasco y ORD SERNATUR. • <u>Incorporación de los grandes cetáceos como objetos de protección de la RMICHA:</u> Se acuerda por unanimidad incorporar a los grandes cetáceos como objetos de protección, y enviar ORD de incorporación a la SUBPESCA (enviado desde nivel central a SSP). • <u>Presentación compilada 2014 – 2023 ciencia ciudadana y estado de conservación del Pingüino de Humboldt:</u> registro de cetáceos 2014 – 2023, resultados monitoreo, modificación PDF y solicitud de reclasificación de vulnerable a peligro de extinción. • <u>Actividades vinculadas al proyecto "Fortalecimiento gestión y gobernanza:</u> El objetivo del proyecto es desarrollar e implementar un sistema de gobernanza que integre, coordine y articule las instituciones públicas, privadas y la sociedad civil para la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas marinos. • No hubo varios.
3	<p>Análisis de la última temporada de avistamientos</p> <p>Erick Burgos comienza preguntando a los presentes, algún comentario en relación a lo que fue la última temporada, y al respecto consulta por si se está estrechando la información de los avistamientos a los funcionarios de CONAF, Gabriela Lopez señala que si, pero las embarcaciones que estarían entregando información permanente serían 9.</p> <p>Erick Burgos recuerda que la entrega de información a SERNAPESCA o a los funcionarios de CONAF, es un requisito y obligación para mantener el permiso para realizar turismo de avistamiento en la RMICHA, y si los funcionarios de CONAF no se encuentran en el muelle al momento de la recalada, los patrones o guías deberán acercarse a la oficina de CONAF para entregar dicha información.</p> <p>Luis González manifiesta la necesidad de capacitar a las personas dueñas de embarcaciones en los temas acordados para efectuar el turismo de avistamientos, como, por ejemplo, asistencia al Comité Consultivo y buenas prácticas, Erick Burgos acepta la solicitud, y Macarena Santos se ofrece para realizar charla de buenas prácticas, dicha actividad se compromete para a mediados de agosto del presente año.</p> <p>Por otra parte, Erick Burgos informa que recibió una denuncia por parte de CONAF respecto al enmallamiento de una cría de lobo fino en el sector de la lobera de lobos finos, al respecto señala que se buscó a este ejemplar, pero no se logró observar para proceder el desenmallado, y es muy probable que este ejemplar haya fallecido del dolor a causa de este enmallamiento al parecer con algún arte de pesca, al respecto, reilera y recuerda que no se puede realizar actividades de pesca en la zona de Reserva Marina si esta actividad no ha sido autorizada por resolución por parte de la Subpesca mediante un Plan de Manejo, previo informe técnico.</p>
4	<p>Resultados de uso del piloto SMART 2024</p> <p>Gabriela Lopez (CONAF), comenta que las ventajas de utilizar la herramienta SMART para el monitoreo de objetos de conservación son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión eficiente de datos

	<p>ACTA DE REUNIÓN</p>	<p>Versión: 1.1 Fecha: 30.03.2022</p>
---	------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> • El registro funciona sin internet • Se ocupa GPS integrado • Rápida consulta y reporte • Tecnología costo cero <p>Y señala que con esta herramienta se está monitoreando al Pingüino de Humboldt en periodo de nidificación, cambio de plumaje y poblulajes, y el monitoreo de cetáceos mediante ciencia ciudadana, trabajo vinculado con la comunidad, en donde se capacitaron a un grupo de personas en la utilización de la herramienta SMART.</p>
<p>5.</p>	<p>Resultados finales proyecto FIPA N° 2022 – 19, “Diseño de un programa de vigilancia ambiental RMICHA”</p> <p>Miguel Espíndola (ECOS) explica que el objetivo general es diseñar y ejecutar un piloto de un programa de vigilancia ambiental monitoreando las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socioeconómicas y de gobernabilidad de la RMICHA, mediante el cual aportar información oportuna para conocer su desempeño y realizar una gestión adecuada y sustentable de esta.</p> <p><u>Los resultados más relevantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Salud poblacional de especies de importancia comercial • Cobertura/Porcentaje de variación del sustrato habitado • Calidad de agua y sedimentos • Otros indicadores propuestos <p>En resumen, la salud poblacional del recurso loco estará en una condición muy buena.</p> <p>Algas de mayor tamaño albergan mayor abundancia y diversidad de crustáceos y moluscos adnados a las algas (alimento de Chacay).</p> <p><u>En relación a los aspectos socioeconómicos de la RMICHA:</u></p> <p>El 87 % señaló que tiene conocimiento de la existencia del Comité Consultivo de la RMICHA.</p> <p>El 83 % está familiarizado con las actividades y gestiones que realiza SERNAPESCA y el Comité Consultivo de la RMICHA.</p> <p>El 100 % le gustaría recibir más información o capacitación sobre cómo participar de la gestión de la RMICHA.</p> <p>El 100 % cree que la existencia de la reserva ha favorecido el desarrollo de la actividad económica y turística.</p> <p>El 87% señaló que ha mejorado su nivel de ingresos producto de la implementación de la RMICHA.</p> <p><u>¿Cómo podemos mejorar?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Más instancia de participación • Mayor inclusión de mujeres • Mayor presupuesto y recursos humanos • Mas difusión

	ACTA DE REUNIÓN	Versión: 1.1 Fecha: 30.03.2022
---	------------------------	-----------------------------------

	• Mas fiscalización
6	<p>Estado de avance y próximos pasos del ACMU Archipiélago de Humboldt</p> <p>Natalia Perrez SEREMI de Medio Ambiente, Atacama, realiza una introducción en relación al estado de avance del Plan de Manejo que se encuentra en desarrollo durante este año y el próximo, luego de la esperada aprobación del ACMU Archipiélago de Humboldt, donde las personas de la caleta tuvieron una participación activa. Además, informa que este año se logró conseguir fondos para contratar una consultora que apoya este trabajo, el cual como Ministerio queremos que sea lo más participativo posible, contando con la mayor cantidad de actores relevantes de ambas regiones.</p> <p>Ricardo Catalán (MMA), realiza un resumen respecto al proceso de gestión de esta área protegida, entre estos un Plan de Manejo que identifica que contempla los usos, objetos de conservación y amenazas, en el ámbito de la Gobernanza y Participación, señala la creación de un Comité Técnico Consultivo, Comité de Supervisancia, y un consejo de gestión local.</p> <p>Además, demuestra mediante un gráfico los desembarques por caleta de 2015 – 2021 en el área, en donde los principales desembarques corresponden a la Cta. Chañaral de Azupuro y Cta. Los Burros.</p> <p>También señala los objetos de conservación: Hábitat intermareal, Pesca Artesanal, hábitat submareal, Zonas de alimentación de mamíferos marinos y Zonas de alimentación y nidificación de aves.</p> <p>Respecto al Plan de Manejo, señala que está orientado a minimizar las amenazas críticas delectadas y prioritarias, plantea metas de hasta 5 años máximo: Manejo adaptativo, estrategias de manejo y zonificación entre otros.</p> <p>Katerina Varas, por otra parte, comenta el ejemplo de las AMP de Juan Fernández como una primera aproximación de una estructura de gobernanza para el caso caso, en donde fue importante determinar el tipo de institución local, que sea representativo de los principales grupos de interés del Archipiélago de Juan Fernández para la gestión de las AMP, mediante la identificación de actores, relaciones entre actores y procesos de participación.</p>
	<p>Tema sectorial SERNATUR</p> <p>Evelyn Gerónimo (SERNATUR), explica en que consiste el Registro Nacional de Prestadores de Servicios Turísticos (Ley 20.423) en el contexto legal, se reconoce el turismo como una actividad estratégica para el desarrollo del país, y establece un sistema institucional para el desarrollo del turismo. Además, el Reclamatorio DS N°19, complementa a la Ley y establece la operatividad del registro. Característica del registro, obligatorio para alojamiento turístico y turismo aventura, gratuito y público.</p> <p>En relación al turismo de aventura, establece estándares de seguridad, registro de guías de turismo, sello de registro @.</p> <p>Finalmente, comenta lo que implica la Inspección de Servicios Turísticos, Art. 50 de la Ley establece multas, y el Juzgado de Policía Local es quien establece las sanciones.</p>
8	<p>Proyecto FIC, marcaje satelital, foto identificación y participación ciudadana</p>

	ACTA DE REUNIÓN	Versión: 1.1 Fecha: 30.03.2022
---	-----------------	-----------------------------------

	<p>Macarena Santos (U. de Valparaíso) presenta el proyecto de investigación "Integración de la ciencia y la ciudadanía para el desarrollo del turismo de alta calidad de especies emblemáticas en la región de Atacama". Su objetivo general mejorar la gestión en valor del Turismo de Alta Calidad en Avistamientos de Cetáceos y de otros mamíferos y aves marinas, a través de nuevas herramientas tecnológicas con base científica sólida, incorporando a la ciudadanía en el levantamiento de información.</p> <p>Mediante la foto identificación, marcaje satelital y participación ciudadana se espera levantar información sobre las rutas de desplazamiento y uso de hábitat de especies emblemáticas (Pingüino de Humboldt, grandes Cetáceos), así como de los patrones de residencia y retorno en la Reserva Marina "Isla Chañaral" y sus aguas adyacentes.</p> <p>Además, desarrollar dos plataformas científico-tecnológicas (página web) que permitan contar con información en tiempo real de las rutas de desplazamientos de las especies emblemáticas y patrones de residencia y uso de hábitat de grandes cetáceos.</p> <p>Finalmente vincular a la ciudadanía con el conocimiento científico, a través de la ciencia ciudadana, donde la comunidad local y sus clientes/turistas participen de la generación de conocimiento.</p> <p>Enck Burgos consulta sobre la posibilidad de marcar a "Trompo" elefante marino que aparece todos los veranos en la costa de Caldera. Macarena responde que sí, que se está conversando con el equipo técnico del proyecto, y que se cuenta con experiencia, no obstante el único obstáculo es comprar el marcador satelital.</p>
g	<p>Varios y cierre de la Mesa</p> <p>Ángel Talandianós, consulta, sobre la posibilidad de realizar actividades de pesca extractiva en la Reserva Marina. Enck Burgos reitera que esto último debe ser autorizado mediante un plan de manejo (resolución Subpesca) previa informe técnico amparado en una investigación. Y que al respecto hay solicitudes de proyectos de investigación FIPA (Subpesca) que se encuentran en revisión. Por tanto, se consultará a la Subpesca nivel central en qué estado se encuentra su revisión.</p>

ACUERDOS			
Nº	Acuerdo	Fecha tope (si corresponde)	Responsable (si corresponde)
1	Jornada de Capacitación en normativa de avistamientos y buenas prácticas	Agosto	Enck Burgos Macarena Santos
2	Estado de postulación de proyectos FIPA	Agosto	Enck Burgos
3			
4			
5			

PRÓXIMA REUNIÓN		
Lugar	Fecha	Hora

8.2 Permisos y autorizaciones para efectuar los monitoreos

8.2.1 Autorización del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura para efectuar monitoreos en Reserva Marina Isla Chañaral



AUTORIZA INVESTIGACIÓN DENOMINADA "DISEÑO DE PILOTO PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL", PRESENTADO POR EL CENTRO DE INVESTIGACIONES ECOS AL INTERIOR DE LA RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL, EN TÉRMINOS QUE INDICA.

RESOLUCIÓN EXENTA N°: DN - 00690/2023

VALPARAÍSO, 29/ 03/ 2023

VISTOS:

El Memo Interno DN-1028/2023 de fecha 17 de marzo de 2023, de la Unidad de Conservación y Biodiversidad del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura –en adelante el o este Servicio o Sernapesca indistintamente, que acompaña el **INFORME TÉCNICO N° 5-2023 Fundamenta respuesta a solicitud para realizar actividades en la Reserva Marina Isla Chañaral: "Diseño de piloto programa de vigilancia ambiental"**, presentado por el Centro de Investigaciones ECOS² Caldera, 15 de marzo de 2023³ y sus antecedentes acompañantes: la Resolución Exenta N° DN-207/2020 de 21 de noviembre de 2020 de Sernapesca, que aprobó el procedimiento para el ingreso y evaluación de solicitudes para realización de actividades en Parques y Reservas Marinas que no requieren autorización de Pesca de Investigación y la resolución exenta N° DN-88/20022 de fecha 13 de enero de 2022, ambas del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura; la ley N° 18.992 Ley General de Pesca y Acuicultura; La Ley 19.880 sobre Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen a los Órganos de la Administración Pública; los Decretos Supremos N° 238 del 2004, N° 150 de 2005, N° 98 de 2012, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, y; la resolución N° 7 de la Contraloría General de la República.

CONSIDERANDO:

1° Que, la reserva marina denominada "Reserva Marina Isla Chañaral" ubicada en la comuna de Freirina, Provincia de Huasco, región de Atacama fue creada mediante D.S. N° 150 de 2005 del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Decreto que además señaló que el objeto de la Reserva es conservar y proteger los ambientes marinos representativos de la 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.

2° Que, el Decreto referido en el considerando anterior, establece que el área de la Reserva Marina, quedará bajo la tutela de Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Organismo que deberá adoptar las medidas necesarias para supervisar y coordinar las acciones de administración del área y efectuar los controles necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones correspondientes.

3° Que, asimismo, la Ley General de Pesca y Acuicultura, en su artículo 2° numeral 42 y artículo 3° letra d), como el Reglamento sobre Parques Marinos y Reservas Marinas de la Ley General de Pesca y Acuicultura, D.S. N° 238 de 2004, citado en vistos, en su Artículo 7°, establecen que los parques y reservas marinas quedarán bajo tutela de este Servicio.

4° Que, en este contexto normativo, el Servicio dictó la Resolución exenta N° DN-207/2020, citada en Vistos, que aprobó el procedimiento para el ingreso y evaluación de solicitudes para realización de actividades en Parques y Reservas Marinas que no requieren autorización de Pesca de Investigación.

5° Que, cumpliendo con los requisitos dispuestos en el procedimiento referido en el considerando anterior, con fecha 23 de enero del año en curso, se recibió el formulario de solicitud y demás antecedentes enviados al Director Regional de Pesca y Acuicultura de la Región de Atacama, presentado por el Centro de Investigaciones ECOS, R.U.T., 78.187.506-k, cuyo objetivo es diseñar y ejecutar un piloto de programa de vigilancia ambiental, monitoreando las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socioeconómicas y de gobernabilidad en la Reserva Marina "Isla Chañaral".

6º Que, el Memo Interno DN-1028/2023 incorporó el Informe Técnico N° N° 5-2023, citado en Vistos, el cual se pronunció acerca de la validación del diseño experimental de la solicitud de autorización y sus características, concluyendo que de cumplimiento a los requisitos formales de la resolución exenta N° DN-207/2020, citada en Vistos, debido que de la evaluación realizada se puede concluir que, la actividad solicitada no necesita la tramitación de una pesca de investigación en la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, por cuanto no se realizará extracción de recursos pesqueros; ni partes de éstos y solo se realizarán actividades de toma de muestras en la columna de agua, y obtención de datos del ecosistema mediante fotografía y con metodología no invasiva.

7º Que, continúa el Informe Técnico preitado, indicando que las actividades a realizar corresponden a investigación y monitoreo de las condiciones bio-ecológicas y oceanográficas de la Reserva Marina Isla Chañaral, que no significan un daño o amenaza para el ecosistema protegido, así como tampoco se transgrede la normativa sectorial vigente.

8º Que, dispuestas las condiciones precedentes, procede autorizar la solicitud del Centro de Investigaciones ECOS, R.U.T. 76.187.506-K, que consiste en la realización de actividades cuyo objetivo es diseñar y ejecutar un piloto de programa de vigilancia ambiental, monitoreando las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socioeconómicas y de gobernabilidad en la Reserva Marina "Isla Chañaral".

RESUELVO:

ARTÍCULO PRIMERO. AUTORIZASE, conforme al mérito de lo expresado en la parte considerativa de la presente resolución, la solicitud del Centro de Investigaciones ECOS, R.U.T. 76.187.506-K, representado legalmente por Miguel Espindola, ambos domiciliados para estos efectos en Quillota N° 1130, Viña del Mar, región de Valparaíso, que consiste en la realización de actividades cuyo objetivo es diseñar y ejecutar un piloto de programa de vigilancia ambiental, monitoreando las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socioeconómicas y de gobernabilidad en la Reserva Marina "Isla Chañaral". La referida autorización queda supeditada al cumplimiento de los siguientes requisitos y medidas:

1. Previo al inicio de las actividades, se debe dar aviso a la Dirección Regional de Pesca de Atacama (oficinadepartes09@sernapesca.cl) con al menos 48 horas de anticipación, con copia a los profesionales Sr. Claudio Ramírez cranirez@sernapesca.cl : fono 56-991626011, y Erick Burgos (eburgos@sernapesca.cl: fono 56-2315290).
2. Se deberá enviar vía correo electrónico dirigido al contacto designado en la Resolución, el track de navegación realizada, una vez finalizadas las actividades autorizadas.
3. Se deberá hacer entrega a la Dirección Regional SERNAPESCA, un informe de las actividades realizadas, dentro de un plazo de 30 días corridos, contados desde la fecha de término de las actividades autorizadas.
4. Se deberá dar cumplimiento al Reglamento General de Observación de Mamíferos, Reptiles y Aves Hidrobiológicas y del Registro de Avistamiento de Cetáceos (D.S. MINECON N°38/2011).
5. Se deberá notificar al Servicio de forma inmediata ante la detección de cualquier modificación significativa, alteración, menoscabo o deterioro evidente de los atributos ecológicos en la zona, indicando las coordenadas geográficas del punto de observación.
6. Se deberá notificar al Servicio en caso de la pérdida de equipos durante la realización de las actividades, indicando las acciones a seguir para su recuperación. En el caso de que esto ocurra, el Servicio no se hará responsable de la reposición de los equipos extraviados y el solicitante deberá diligenciar las medidas correspondientes para efectuar el retiro de los equipos descompuestos, materiales sumergidos o cualquier clase de residuo generado con motivo del desarrollo de su actividad.
7. Se deberá informar a la línea 800 320 032 de SERNAPESCA o al 137 de la Armada en el caso de detectar fallas a la normativa o avistamientos de especies acuáticas protegidas.
8. Se deberá registrar e informar a la Armada, el avistamiento de cetáceos con la siguiente información: a) fecha y hora del avistamiento, b) ubicación geográfica (latitud y longitud), c) número de ejemplares y especie(s), d) registros fotográficos.
9. No se podrá extraer ninguna especie o recurso hidrobiológico, vivo o muerto, entero o derivado del mismo desde el Parque o Reserva Marina.
10. No se podrá extraer o remover restos arqueológicos o piezas de cualquier tipo desde el fondo marino dentro del Parque o Reserva Marina.
11. No se podrá botar ningún tipo de elemento, sustancia, desecho o contaminante al mar.
12. No se podrá alimentar, molestar, tocar, levantar, perseguir o acosar a la fauna marina.
13. Durante las actividades de buceo, se deberá evitar golpear y/o rozar formaciones y el fondo marino, desprender o manipular organismos vivos, a menos que sea con propósitos de estudio (de acuerdo a la metodología a utilizar).
14. No se permitirá la presencia de mascotas en las embarcaciones, con el objetivo de evitar la producción de ruidos molestos que pudiesen alterar a la fauna protegida, o poner en riesgo la seguridad de las personas que se encuentran en las embarcaciones.
15. Los equipos que se utilicen en terreno deberán estar limpios, es decir, libres de restos de organismos vivos o muertos o de cualquier agente contaminante, antes de ser introducidos al mar, con el fin de evitar el riesgo de contaminación y transporte de células y propágulos de especies que puedan poner en riesgo las características ambientales de la zona.
16. Durante la navegación y para fotografías y filmaciones de fauna marina, entre otros, se deberá mantener la embarcación paralela a los ejemplares de fauna marina, y la velocidad de las naves deberán mantenerse en forma moderada, evitando realizar cambios repentinos de velocidad, dirección o curso respetar distancias mínimas desde las embarcaciones, según lo establecido en el Reglamento General de Observación (D.S. N°38-2011).

ARTÍCULO SEGUNDO. TÉNGASE PRESENTE, que la presente autorización no obsta a la necesidad de cumplir con los requisitos y permisos exigidos por otras autoridades competentes.

ARTICULO TERCERO. La presente resolución será fiscalizada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y en caso de que se detecten incumplimientos, estos serán sancionados conforme lo establecido en el Título IX, Infracciones, Sanciones y Procedimientos de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

ARTICULO CUARTO. NOTIFIQUESE POR CARTA CERTIFICADA, o por otro de los medios que establece el artículo 48 de la ley 19.880, al representante legal de Centro de Investigaciones ECOS, previamente individualizado.

ANÓTESE Y NOTIFIQUESE.


ESTEBAN DONOSO ABARCA
DIRECTOR NACIONAL (S)
SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA

EMS

Distribución:

Unidad de Conservación y Biodiversidad



Código: 1680119620652E913 validar en <https://www3.esigner.cl:8543/EsignerValidar/verificar.jsp>

8.2.2 Autorización para la ejecución de Pesca de Investigación por parte de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Verificación del Documento:

- Id del Documento: 18934
- Código de verificación: 12699357565
- Verificar validez en <https://tramites.subpesca.cl/wf-tramites/public/documentos/validar>

MINISTERIO DE ECONOMÍA,
FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
PINV E-2023-156 "DISEÑO DE UN PROGRAMA DE
VIGILANCIA"

AUTORIZA A CENTRO DE
INVESTIGACIÓN ECOS LIMITADA PARA
REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN
QUE INDICA.

VALPARAÍSO.

R. EX. Nº **E-2023-281**

FECHA: **04/05/2023**

Lo solicitado por Centro de Investigación Ecos Limitada mediante ingreso electrónico SUBPESCA E-PINV-2023-025, de 23 de enero de 2023; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Informe Técnico Nº E-2023-156, de fecha 28 de marzo de 2023; los Términos Técnicos de Referencia del proyecto "**Diseño de un programa de vigilancia ambiental de las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socio-económicas y de gobernabilidad de la Reserva Marina Isla de Chañaral (RMICHA)**", 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, coordinado y sistematizado 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; el Proyecto FIPA-2022-19, aprobado mediante Resolución Exenta Nº 2553-2022, de esta Subsecretaría.

CONSIDERANDO:

Que Centro de Investigación Ecos Limitada mediante ingreso electrónico citado en Visto, solicito una autorización para desarrollar una pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del proyecto denominado "**Diseño de un programa de vigilancia ambiental de las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socio-económicas y de gobernabilidad de la Reserva Marina Isla de Chañaral (RMICHA)**", en el marco del proyecto FIPA Nº 2022-19, aprobado mediante resolución exenta citada en Visto.

Que mediante Informe Técnico citado 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 sin fines de lucro, cuya finalidad es obtener datos e información para generar conocimiento científico, para proteger la biodiversidad y el patrimonio sanitario del País.

Que, dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. N° 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 acuerdo con lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y el D.S. N° 461 de 1995, citado en Visto, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada por cuanto es una actividad extractiva sin fines de lucro, cuya finalidad es obtener datos e información para generar conocimiento científico, para la toma de decisiones en la gestión efectiva de áreas marinas protegidas.

RESUELVO:

1.- Autorízase a Centro de Investigación Ecos Limitada, R.U.T. N° 76.187.506-K, con domicilio en Calle Quillota N°1130, Viña del Mar, para efectuar una pesca de investigación, de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del proyecto denominado "**Diseño de un programa de vigilancia ambiental de las condiciones bio-ecológicas, oceanográficas, socio-económicas y de gobernabilidad de la Reserva Marina Isla de Chañaral (RMICHA)**", elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría y el Informe Técnico citado en Visto, los que se consideran parte integrante de la presente resolución, en los términos que a continuación se indica.

2.- El objetivo de la pesca de investigación, que por la presente resolución se autoriza, consiste en establecer relaciones morfo-gravimétricas de recursos bentónicos y análisis comunitarios de matrices biológicas y ambientales, de la RM Isla Chañaral, Región de Atacama.

3.- La pesca de investigación se efectuará durante un período de 12 meses, contados desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el Artículo N° 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y se desarrollará en la Reserva Marina Isla Chañaral, Región de Atacama y en la costa rocosa al norte de bahía Carrizal, Región de Atacama.

4.- En cumplimiento de los objetivos de la presente pesca de investigación, se autoriza las siguientes actividades:

a) la captura de los recursos en las áreas y cantidades siguientes:

Área de muestreo	Recurso/especie	Cantidad (campaña	Total (4 campañas)
INVERTEBRADOS			
Reserva marina	Loco- <i>Concholepas concholepas</i>	250 individuos, con devolución al medio	1.000 individuos
	Lapa rosada- <i>Fissurella cumingi</i>		1.000 individuos
	Lapa negra- <i>Fissurella latimarginata</i>		1.000 individuos
	Lapa- <i>Fissurella nigra</i>		1.000 individuos
	Erizo- <i>Luxechinus albus</i>		1.000 individuos
Área de Chañaral de Aceituno	Loco- <i>Concholepas concholepas</i>	250 individuos, con devolución al medio	1.000 individuos
	Lapa rosada- <i>Fissurella cumingi</i>		1.000

	Lapa negra- <i>Fissurella latimarginata</i>		individuos
	Lapa- <i>Fissurella nigra</i>		1.000 individuos
	<i>Erizo-Loxechinus albus</i>		1.000 individuos
Área libre acceso, al sur-este del amerb Chañaral de Aceituno	Loco- <i>Concholepas concholepas</i>	250 individuos, con devolución al medio	1.000 individuos
	Lapa rosada- <i>Fissurella cuningi</i>		1.000 individuos
	Lapa negra- <i>Fissurella latimarginata</i>		1.000 individuos
	Lapa- <i>Fissurella nigra</i>		1.000 individuos
	<i>Erizo-Loxechinus albus</i>		1.000 individuos
ALGAS			
Reserva marina	Huilo negro- <i>Lessonia berteruana</i>	Una sola campaña, con retención	30 plantas
	Huilo negro- <i>Lessonia spicata</i>		30 plantas
	Huilo palo- <i>Lessonia trabeculata</i>		30 plantas
	Huilo- <i>Macrocystis pyrifera</i>		30 plantas
Amerb Chañaral de Aceituno	Huilo negro- <i>Lessonia berteruana</i>	Una sola campaña, con retención	30 plantas
	Huilo negro- <i>Lessonia spicata</i>		30 plantas
	Huilo palo- <i>Lessonia trabeculata</i>		30 plantas
	Huilo- <i>Macrocystis pyrifera</i>		30 plantas
Área libre acceso, al sur-este del amerb Chañaral de Aceituno	Huilo negro- <i>Lessonia berteruana</i>	Una sola campaña, con retención	30 plantas
	Huilo negro- <i>Lessonia spicata</i>		30 plantas
	Huilo palo- <i>Lessonia trabeculata</i>		30 plantas
	Huilo- <i>Macrocystis pyrifera</i>		30 plantas

La autorización anterior se otorga de conformidad con lo dispuesto en el artículo 100 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, en consideración a que se trata de recursos hidrobiológicos no sometidos a cuotas globales de captura, y a que las cantidades a ser extraídas son inferiores al 2% de los desembarques del año calendario anterior, por lo cual no se detectan inconvenientes en las cuotas de investigación solicitadas.

Los recursos bentónicos serán extraídos mediante buceo semiautónomo y colecta manual; los recursos algales mediante buceo semiautónomo y uso de barreta.

b) Autorizar la toma de sedimentos mediante draga de 0,1 m² de mordida, según el siguiente detalle:

- ✓ Reserva marina: 6 muestras, con tres replicas (4 muestras en total), en cada una de las campañas (4 campañas).

Estación	Longitud	Latitud
CHA Sec 1 M1	-71,567073	-29,0240777
CHA Sec 1 M2	-71,5674004	-29,0240624
CHA Sec 1 M3	-71,5677847	-29,0239456
CHA Sec 2 M1	-71,5667555	-29,0267575
CHA Sec 2 M2	-71,5663819	-29,027035
CHA Sec 2 M3	-71,5658209	-29,0275285

- ✓ Amerb Chañaral de Aceituno: 1 muestra, con 3 réplicas (cuatro muestras en total), en cada una de las campañas (4 campañas).

- ✓ Area libre acceso, al sur-este del arenal Chañaral de Aceituno: 1 muestra, con 3 réplicas (cuatro muestras en total), en cada una de las campañas (4 campañas).

5.- El ingreso al área marina protegida deberá ser informado y coordinado con la oficina regional del Ministerio del Medio Ambiente, a cargo de la supervigilancia del área, con a lo menos 10 días hábiles de anticipación.

El ingreso al área de manejo de recursos bentónicos deberá ser informado y coordinado con la organización de pescadores artesanales titular del área, con la misma antelación.

6.- Se exige al titular, de la presente autorización de pesca de investigación, del cumplimiento de tallas mínimas de extracción y de veda extractiva, con el objeto de cumplir con los objetivos de la presente pesca de investigación.

7.- El ejecutor deberá notificar al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, en adelante e indistintamente Semapesca, con un mínimo de siete días hábiles de anticipación, respecto de la o las fechas en que se ejecutarán las actividades autorizadas por la presente resolución de pesca de investigación, según las siguientes condiciones:

- La notificación deberá ser realizada mediante el envío de un correo electrónico y una carta certificada dirigida al Director Regional de la región o regiones donde se ejecutará la pesca de investigación. La información respecto de la dirección de envío, correos y contacto para efectos de enviar la notificación están consignadas en el sitio web <http://www.sernapesca.cl/nuestras-oficinas>.
- Esta notificación deberá incluir el nombre del proyecto y/o la RCA que involucra la actividad, el número de resolución de pesca de investigación, la programación de las actividades en terreno detalladas por día de trabajo incluyendo la información de las estaciones de trabajo y sus coordenadas geográficas en UTM, señalando los nombres de los profesionales y técnicos que conforman el equipo de trabajo y sus datos de contacto.
- La notificación de las actividades a Semapesca y la entrega de la información señalada es obligatoria y su incumplimiento se sancionará de conformidad con la Ley de Pesca y Acuicultura.

8.- La solicitante deberá elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos información de la obtención de muestras, de los materiales y métodos ocupados.

Asimismo, se deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: Localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Además, se deberá disponer los resultados en un archivo electrónico en formato *shape* el cual deberá estar en

coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) referida al *Dátum* WGS-84 considerando como atributo la categoría antes mencionada.

Lo anterior deberá ser entregado dentro del plazo de treinta días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado, el cual deberá ser ingresado a través del sistema de tramitación electrónica en el ítem de resultados.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

9.- Designese a la Jefa de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, como funcionaria encargada de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior.

10.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto o instrumento de negociación o situación de privilegio alguno.

11.- La peticionaria designa como persona responsable de la presente pesca de investigación a don Miguel Ángel Espíndola Rojas, R.U.T. N° 12.137.108-1, ambas con el mismo domicilio.

Asimismo, el jefe de proyecto y personal técnico participante del estudio corresponde a las personas que se indica, en las calidades que en cada caso se indican:

Nombres	Profesión	Cargo
Gabriel Rojas	Biólogo Marino	Jefe de Proyecto
Miguel Espíndola	Biólogo Marino	Profesional de apoyo
Gonzalo Olea Stranger	Biólogo Marino	Profesional de apoyo

12.- La peticionaria deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente resolución, a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. N° 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo con lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.

13.- La presente resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades, de acuerdo con las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

14.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

15.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación.

Lo anterior, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las

demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

16.- La presente resolución deberá ser publicada en extracto en el Diario Oficial, por cuenta de la interesada.

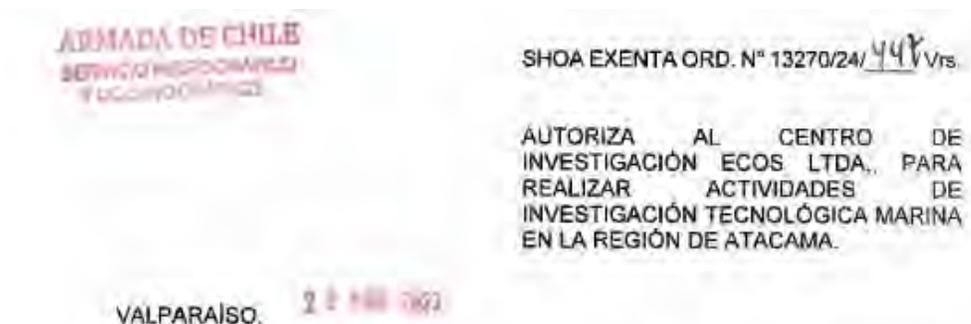
17.- Transcribese copia de esta resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la División Jurídica de esta Subsecretaría.

ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA, PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DE LA INTERESADA Y A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA Y ARCHÍVESE.



JULIO SALAS GUTIERREZ
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

8.2.3 Permiso SHOA para realizar actividades de investigación tecnológica marina en la Región de Atacama.



VISTO: lo solicitado por el CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., mediante Solicitud N° 569, de fecha 02 de febrero de 2023 e información complementaria de las actividades a desarrollar en terreno; lo informado por dicha Institución a través de correo electrónico, de fecha 03 de marzo de 2023; lo definido en el Decreto con Fuerza de Ley N° 340, de 1960, del Ministerio de Hacienda, Ley sobre Concesiones Marítimas; las atribuciones que me confiere la Ley N° 16.771, de fecha 22 de marzo 1968; lo dispuesto en el Decreto Supremo (M) N° 192, de fecha 06 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 estipulado en el Decreto Supremo (M) N° 1, de fecha 06 de enero de 1992, que aprueba el Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática; lo instruido en la Circular D.G.T.M. Y M.M. Ordinario N° A-52/008, de fecha 08 de enero de 2020; lo determinado en el Decreto N° 430, de fecha 28 de septiembre de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Construcción, que fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 18.892 General de Pesca y Acuicultura; lo pronunciado en el Decreto Supremo N° 150, de fecha 28 de abril de 2005, que declara "Reserva Marina espacio marítimo en torno a Isla Chañaral, III Región"; lo resuelto en el Decreto Supremo N° 09, de fecha 11 de enero de 2018, del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, Reglamento sobre Concesiones Marítimas; lo indicado en el Art. 142 del Decreto Ley N° 2222, de fecha 24 de mayo de 1978, que sustituye la Ley de Navegación; lo establecido en la Resolución N° 7, de fecha 26 de marzo de 2019, de la Contraloría General de la República; lo especificado en el Decreto Supremo N° 4, de fecha 05 de febrero de 2020, prorrogado por Decreto Supremo N° 91, de fecha 28 de diciembre de 2022; lo enunciado en la Resolución SHOA Ordinario N° 6010/1/3 Vrs., de fecha 03 de enero de 2023 y lo manifestado en la Resolución SHOA Ordinario N° 6070/1/334 Vrs., de fecha 06 de marzo de 2023.

CONSIDERANDO:

- 1.- Que, el CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., con fecha 02 de febrero y 03 de marzo de 2023, solicitó autorización para efectuar investigación tecnológica marina, correspondiente a mediciones de parámetros físico-químicos de la columna de agua, temperatura superficial del mar, batimetría de prospección exploratoria y toma de muestras de sedimento para análisis físico-químicos y compuestos orgánicos, para los sectores de la Isla Chañaral y entre la Caleta Inglesa y la Ensenada Gaviota, Región de Atacama.
- 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.

SHOA EXENTA ORD. N° 13270/24/447 Vrs.

Hoja N° 2.-

Fecha: 27 MAR 2023

- 3.- Que, por D.S. N° 150, de fecha 28 de abril de 2005, citado en Visto, se declaró "Reserva Marina espacio marítimo en torno a Isla Chañaral, III Región", denominada "Reserva Marina Isla Chañaral", en la comuna de Frejina, provincia de Huasco, Región de Atacama, la cual corresponde a la columna de agua, fondo de mar y rocas, contenidas en el polígono resultante de la proyección circular con radio de una milla náutica proyectados a partir de los puntos de la línea de costa e islotes que se indican en el Decreto nombrado en el presente párrafo y las respectivas playas que circunscriben el perímetro de dicha isla contiguas al polígono trazado, según coordenadas establecidas en el citado decreto, cuya tuición corresponde al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA).
- 4.- Que, una de las zonas donde se realizara la investigación científica marina autorizada por este Servicio, corresponde a una Reserva Marina que se encuentra bajo la administración del SERNAPESCA, conforme lo establece el D.S. N° 150, de fecha 28 de abril de 2005, por lo que es responsabilidad de la institución solicitante, efectuar las coordinaciones y eventuales autorizaciones para dar inicio a los trabajos respectivos.
- 5.- 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.

RESUELVO:

- 1.- **AUTORIZASE** al CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., para que por mandato de la SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA, realice actividades de investigación tecnológica marina en los sectores de la Isla Chañaral y entre la Caleta Inglesa y la Ensenada Gaviota (Región de Atacama – Cartas Náuticas SHOA N° 3000 y 3122), las cuales se efectuarán a contar de esta fecha y hasta el 31 de marzo de 2024.

- 2.- **DECLÁRASE:**

- a.- De acuerdo a lo informado por el CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., se ejecutarán mediciones de parámetros físico-químicos de la columna de agua, temperatura superficial del mar, batimetría de prospección exploratoria y toma de muestras de sedimento para análisis físico-químicos y compuestos orgánicos.
- b.- Según la información proporcionada por la empresa 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 hidrográfico ni oceanográfico.
- c.- El ingreso a cualquier recinto de la Armada de Chile, estará sujeto a los controles sanitarios que se indiquen y exijan.
- d.- Que, de manera de garantizar la seguridad en la navegación, toda nave, nacional o extranjera, que navegue y realice investigación científica marina en aguas de jurisdicción nacional, deberá contar y emplear las respectivas cartas náuticas confeccionadas y publicadas por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, las que se encuentran disponibles en el Catálogo de Cartas y Publicaciones Náuticas, Pub. S.H.O.A. N° 3000.

SHOA EXENTA ORD. N° 13270/24/447 Vrs.
Fecha: 22 MAR. 2023

Hoja N° 3.-

- e.- Se deberá 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 del CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., Sr. Víctor Gudiño Gacitúa, deberá concurrir a la Capitanía de Puerto de 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 dicha Capitanía 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 retiro, como también cualquier variación a lo autorizado.
- f.- La Empresa o Entidad a cargo de los trabajos deberá comunicar por escrito al SHOA, si la investigación tecnológica marina autorizada en la presente Resolución no se realizará, con el objeto de que este Servicio informe el término de la investigación a la Autoridad Marítima, mediante una Resolución de "Déjese Sin Efecto".
- g.- En función a lo dispuesto en el Artículo 10° del Decreto Supremo N° 711, en el evento que sean necesario extender el periodo ya autorizado, la Empresa o Entidad ejecutora deberá solicitar una prórroga, con a lo menos 30 días de anticipación a la fecha de expiración de la autorización otorgada, acompañando, en dicho requerimiento, un informe de las actividades realizadas hasta el momento de la solicitud.
- h.- 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, así como la observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas, la cual deberá ser exhibida a la Autoridad Marítima.
- i.- Parte de las actividades a realizar por el CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., están comprendidas en una Reserva Marina y será responsabilidad de la citada institución efectuar las coordinaciones y eventualmente obtener los permisos correspondientes del órgano administrador de dicha área, así como de cualquier otra autoridad competente, lo cual deberá ser informado por el Jefe de Terreno a la Capitanía de Puerto de Huasco, previo al inicio de los trabajos.
- j.- Por lo anterior, la entidad ejecutora tendrá que solicitar al SERNAPESCA, las autorizaciones correspondientes para efectuar actividades de investigación científica marina en dicha área, las cuales deberán ser exhibidas a la Autoridad Marítima.
- k.- La Empresa o Entidad a cargo de los trabajos deberá respetar el régimen concesional del dominio marítimo, contemplado en el artículo 5°, del D.F.L. N° 340, de 1960, del Ministerio de Hacienda, Ley sobre Concesiones Marítimas y artículo 4°, del D.S. N° 09, de fecha 11 de enero de 2018, del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, que establece el Reglamento del ramo, así como las concesiones de acuicultura otorgadas a favor de particulares, en armonía con el Título VI, del Decreto N° 430, de fecha 28 de septiembre de 1991, que fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

SHOA EXENTA ORD. N° 13270/24/447 Vrs.

Hoja N° 4.-

Fecha: **22 MAR. 2023**

- l.- Conforme a lo dispuesto en el Artículo 16° del Decreto Supremo N° 711, citado en VISTO, al término del estudio el Sr. Victor Gudiño Gacitúa, a través del Representante Legal del CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOS LTDA., deberá remitir al SHOA, una copia (en medio digital), de los datos y escrito de los resultados obtenidos, en consideración a que dichos antecedentes son de especial interés para el Servicio. La data obtenida podrá ser utilizada en forma parcial o total por el SHOA, objeto enriquecer la Cartografía Náutica, publicaciones, informaciones o actividades que al mismo le corresponde realizar de acuerdo con lo dispuesto por el Art. 3° de la Ley citada en VISTO, privilegiando el criterio de dar seguridad a la navegación. Lo anterior, deberá ser efectuado en un plazo no superior a 6 meses, una vez finalizado el período autorizado.
 - m.- Se prohíbe absolutamente arrojar lastre, escombros o basuras y derramar petróleo o sus derivados o residuos, aguas de relaves de minerales u otras materias nocivas o peligrosas, debiendo cumplir con lo establecido en el Convenio Internacional para prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL 73/78), de fecha 02 de noviembre de 1973; lo decretado en el Artículo N° 142 del Decreto Ley N° 2.222, de fecha 21 de mayo de 1978; lo estipulado en el Decreto Supremo (M) N° 1, de fecha 08 de enero de 1992, que aprueba el Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática y lo instruido en la Circular D.G.T.M. Y M.M. Ordinario N° A-52/008, de fecha 08 de enero de 2020.
 - n.- La Empresa o Entidad a cargo de los trabajos deberá dar estricto cumplimiento a lo Autorizado y Declarado en la presente Resolución. Asimismo, todo incumplimiento referente a trabajos de investigación científica y/o tecnológica autorizados, será sancionado de acuerdo a lo establecido en el Título III del Decreto Supremo N° 711
 - o.- Lo expuesto y dispuesto en los considerandos anteriores, no podrá bajo ningún pretexto perjudicar o amenazar los derechos de terceros, válidamente constituidos en el área de estudio.
- 3.- **ANÓTESE** y comuníquese a quienes corresponda, para su conocimiento y cumplimiento.

POR ORDEN DEL SR. DIRECTOR



MAXIMILIANO VERA HERMAN
CAPITÁN DE CORBETA
SUBDIRECTOR SUBROGANTE

Nombre	Actividades	Mes															Total	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Viviana Martínez Burgos	Medición de variables oceanográficas (columna de agua y sedimentos)		40			40			40						40			640
	Informes			80	80				80	80				80	80			
Gonzalo Olea Stranger	Solicitud de permisos y autorizaciones de muestreo	40																528
	Diseño del Programa de Vigilancia Ambiental	100	100															
	Monitoreo comunidades de fondos duros		40			40			40						40			
	Monitoreo de abundancia y diversidad asociada a matrices algales (Propuesta adicional)					40												
	Reuniones y talleres	16				16								16	40			
David Gutiérrez Lagos	Solicitud de permisos y autorizaciones de muestreo	40																280
	Monitoreo infauna submareal		40			40			40						40			
	Monitoreo de abundancia y diversidad asociada a matrices algales (Propuesta adicional)					40												
	Muestreo de diversidad de peces (propuesta adicional)								40									
Mauricio Valenzuela Alid	Monitoreo de comunidades fito y zooplanctónicas		40			40			40						40			640
	Informes			80	80				80	80				80	80			
Raiza Carvajal Cid	Monitoreo infauna submareal		40			40			40						40			320
	Monitoreo comunidades de fondos duros		40			40			40						40			
Mauricio Garrido Durán	Edición y diagramación de informes					40								40		40	120	
Camilo Aste	Apoyo monitoreo comunidades de fondos duros				80					80		80		80			320	
Kai Giancaspero	Apoyo monitoreo comunidades de fondos duros				80					80		80		80			320	