Informe Final

PROYECTO FIPA N°2021-19

CENSO DEL LOBO FINO DE JUAN FERNÁNDEZ ARCTOCEPHALUS PHILIPPII EN EL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ

REQUIRENTE: Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA)

OFERENTE: Organización No Gubernamental Costa Humboldt

Santiago, 20 de Noviembre 2022

TITULO DEL PROYECTO	:	**FIPA N°2021-19** **CENSO DEL LOBO FINO DE JUAN FERNÁNDEZ ARCTOCEPHALUS PHILIPPII EN EL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ**
REQUIRENTE	:	Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
UNIDAD EJECUTORA		Organización No Gubernamental de Desarrollo Costa Humboldt
JEFE DE PROYECTO	:	Dr. Renato Borrás Chávez

Este documento debe ser citado como:

Borras-Chavez R., Castillo-González V., Vergara V., Rivera-Rebella C. Goebel E.M., Lastra J., González M, Castillo-Aguilar M., & Hiriart-Bertrand L. (2022). Informe Final FIPA N° 2021-19. Censo del lobo fino de Juan Fernández *Arctocephalus philippii* en el archipiélago de Juan Fernández. ONG Costa Humboldt y Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES). 246 páginas + Anexos.

EQUIPO DE TRABAJO

Jefe de Proyecto: Dr. Renato Borras-Chavez

Dirección Administrativa: Luciano Hiriart-Bertrand

Coordinador general: Víctor Castillo-González

Equipo adicional de Investigadores:

Valentina Vergara

Carla Rivera-Rebella

Dr. Michael E. Goebel

José Lastra

Monserratt González

Matías Castillo-Aguilar

Asesoría de investigación:

Dr. José Miguel Fariña

Dr. Roberto Chávez Oyanadel

Dr. Rodrigo Estévez

Apoyo Coordinación Terreno:

Guillermo Araya
Guardaparques CONAF-Archipiélago de Juan Fernández

Apoyo Técnico y Administrativo:

Adrien Toulouse
Marion Tormento
Alejandra Borrás Chávez

Diseño:

María Fernanda Ibarra Ríos

INSTITUCIONES ENCARGADAS

INSTITUCIONES COOLABORADORAS

Índice General

1. Índice de Tablas 8
2. Índice de Figuras 9
3. Índice Anexos 10
4. Resumen 12
5. Abstract 16
6. Antecedentes 19
6.1. El lobo fino de Juan Fernández; una historia de recuperación 21
6.1.1. Metodologías históricas y actuales de conteo 22
6.2. Interacción entre la comunidad humana y el lobo fino de Juan Fernández 24
7. Objetivos 26
7.1. Objetivo general 26
7.2. Objetivos específicos 26
8. Metodologías 27
8.1. Área de Estudio 27
8.2. Objetivo específico N°1 28
8.2.1. Registro histórico 28
8.2.2. Estandarización 29
8.2.3. Caracterización de las loberas 30
8.2.4. Registro actual 32
8.3. Objetivo Específico N°2 33
8.3.1. Abundancia Absoluta 35
8.3.1.1. Registro Manual 35
8.3.1.2. Registro Marítimo 37
8.3.1.3. Registro aéreo 37
8.3.1.4. Pruebas reactivas de los animales a los drones 38
8.3.1.5. Ortomosaicos 39
8.3.1.6. Registro visual fotográfico y de video 41
8.3.1.7. Nuevas metodologías, nuevas limitaciones 42
8.3.1.8. Post-procesamiento de imágenes y conteo de individuos 44
8.3.1.9. Validación conteos automatizados 50
8.3.1.10. Factor de corrección para los conteos manuales en terreno 53
8.3.2. Estimación Abundancia Relativa 53
8.3.3. Prospección Satelital 56
8.3.3.1. Búsqueda de imágenes alta resolución 56
8.3.3.2. Imágenes Alta resolución 60
8.3.3.3. Imágenes media resolución 61
8.3.3.4. Extracción información espectral 65

8.4. Objetivo Específico N°3 66
8.4.1. Ajustes metodológicos 66
8.4.2. Diseño de los instrumentos de recolección de datos 67
8.4.3. Muestra 71
8.4.3.1. Tipo y tamaño muestral - Encuesta 72
8.4.3.2. Tipo y tamaño muestral - Entrevista 73
8.4.4. Recopilación de datos 74
8.4.4.1. Administración de encuestas 74
8.4.5. Análisis de datos socio-ecológicos 76
8.4.6. Dieta 80
8.4.6.1. Colecta de muestras y preparación 80
8.4.6.2. Identificación de Otolitos 82
8.5. Objetivo Específico N°4 83
8.5.1. Datos históricos de abundancia poblacional 83
8.5.1.1. Desarrollo de visualizador: R + shiny package 83
8.5.1.2. Dinámica Poblacional 84
8.5.1.3. Tasa de Crecimiento 85
8.5.1.4. Modelos matemáticos de dinámica poblacional 86
8.5.2. Cálculo de la remoción biológica Potencial (PBR) 87
8.5.1. identificar las brechas de conocimiento 88
8.5.2. Propuesta de mejoras monitoreos futuros 89
8.5.3. Propuestas de Manejo 90
9. Resultados 91
9.1. Objetivo específico N°1 91
9.1.1. Registros históricos 91
9.1.2. Registro Actual 95
9.1.2.1. Caracterización de las loberas actuales 95
9.1.3. Otras Especies 108
9.1.1. Conclusiones y discusión Objetivo 1 108
9.2. Objetivo Específico N°2 110
9.2.1. Conteos 110
9.2.1.1. Conteo Automatizado 110
9.2.1.2. Ajuste a los modelos automatizados 111
9.2.1.3. Conteo Manual 112
9.2.2. Estimación de abundancia absoluta 113
9.2.2.1. Sobrevuelos 118
9.2.3. Estimación de Abundancia Relativa 126
9.2.4. Prospección Satelital 129
9.2.4.1. Presencia de lobos alta resolución 129

9.2.4.2. Información espectral imágenes media resolución 132
9.2.5. Conclusiones y discusión objetivo 2 134
9.2.5.1. Metodologías 134
9.2.5.2. Conclusiones estimación Abundancia absoluta 135
9.2.5.3. Conclusiones estimación Abundancia Relativa 137
9.2.5.4. Conclusiones respecto a la prospección satelital 137
9.3. Objetivo Específico N°3 139
9.3.1. Caracterización de la muestra 139
9.3.2. Percepciones de la población en torno al LFJF 142
9.3.2.1. Actitudes hacia el LFJF 142
9.3.2.2. Indicadores 150
9.3.3. Interacción con la pesca artesanal 157
9.3.3.1. Caracterización de la pesca 157
9.3.3.2. Percepciones de la interacción entre el LFJF y la Pesca Artesanal 158
9.3.4. Dieta 171
9.3.4.1. Colecta 171
9.3.4.2. Identificación de Otolitos 171
9.3.4.3. Descripción morfologica de los otolitos 173
9.3.4.4. Índice de erosión 177
9.3.5. Conclusiones y Discusión Objetivo 3 179
9.4. Objetivo Específico N°4 181
9.4.1. Visualizador Shiny 181
9.4.2. Dinámica Poblacional: Visualización 183
9.4.2.1. Histórico archipiélago completo 183
9.4.2.2. Histórico Islas 185
9.4.2.3. Histórico Loberas Reproductivas y Claves 191
9.4.2.1. Loberas reproductivas en el tiempo 192
9.4.3. Dinámica Poblacional: Función R y modelos testeados 194
9.4.4. Cálculo de la remoción biológica Potencial (PBR) 198
9.4.5. Identificación Brechas de conocimiento 200
9.4.5.1. Revisión Sistemática 200
9.4.5.2. Áreas investigadas y necesidades para el avance científico en la especie 201
9.4.6. Propuesta de mejora monitoreos futuros 209
9.4.6.1. Metodología de censo actual 209
9.4.6.2. Paquete R: “JFFS” 212
9.4.7. Propuesta de Manejo 214
9.4.7.1. Acciones de manejo e institucionalidad en torno al LFJF: 216
9.4.8. Conclusiones y discusión Objetivo 4 222
10. Talleres 229

10.1.1. Talleres de expertos e información a la comunidad 229
10.1.2. Actividades para Adolescentes y niños 232
10.1.3. Nado con lobos 232
10.1.4. Taller Flora y Fauna 233
10.1.5. Donaciones de material informativo y productos de difusión 234
10.1.6. Investigación 235
10.1.7. Cierre del proyecto 236
11. Agradecimientos 238
12. Referencias bibliográficas 239
13. Anexos 250

1. Índice de Tablas

Tabla 1. Estandarización de datos históricos obtenidos por lobera 30
Tabla 2. Caracterización de datos históricos obtenidos por lobera 32
Tabla 3. Variables registradas durante los conteos manuales de LFJF 36
Tabla 4. Tabla para cálculo de juveniles. 55
Tabla 5. Características generales WV2 y WV3 VISNIR 57
Tabla 6 Imágenes WorldView disponibles para AOI. 59
Tabla 7 Características generales Sentinel 2. 61
Tabla 8 Listado de imágenes Sentinel 2 disponibles para las tres islas. 62
Tabla 9. Etapas de la construcción de la encuesta de percepciones en torno al LFJF 71
Tabla 10. Percepciones y motivaciones para el cumplimiento de la norma. 79
Tabla 11. Años de estimaciones 92
Tabla 12. Temporadas reproductivas de Estimaciones 92
Tabla 13. Diferentes nombres utilizados históricamente para las loberas 94
Tabla 14. Caracterización de las loberas presentes en el Archipiélago de Juan Fernández. 103
Tabla 15. Resultados de validación de modelos utilizados para automatización de modelos 111
Tabla 16. Corrección modelos automatizados 112
Tabla 17. Totales por isla estimación absoluta 114
Tabla 18. Número de adultos y juveniles reportados por isla. 115
Tabla 19. Número de Cachorros reportados por isla. 115
Tabla 20. Registro de conteos por lobera por cada isla del Archipiélago 116
Tabla 21. Totales de abundancia estimada de la especie completa 127
Tabla 22. Distribución del total de encuestados según sexo y ocupación. 139
Tabla 23. Distribución del total de encuestados por isla. 139
Tabla 24. Entrevistados por subgrupo de interés. 140
Tabla 25. Percepciones en torno a si el LFJF altera el día de los habitantes 144
Tabla 26. Percepciones en torno al LFJF de la comunidad de Juan Fernández. 146
Tabla 27. Afirmaciones que compone cada indicador establecido 150
Tabla 28. Valor promedio de los indicadores de actitudes. 152
Tabla 29. Categorización de las percepciones de no pescadores en torno al LFJF. 153
Tabla 30. Categorización de las percepciones de los pescadores en torno al LFJF. 154
Tabla 31. Actitud de los pescadores ante la posibilidad de un manejo 155
Tabla 32. Composición de la muestra de pescadores según función en el bote. 157
Tabla 33.Interacción entre el LFJF y la pesca artesanal. 163
Tabla 34. Especie/s que estaban pescando cuando ha existido interacción. 164
Tabla 35. Frecuencias y proporciones de episodios en que el LFJF come o intenta comer lo que ha pescado sobre el 71% que reportó interacción. 165

Tabla 36. Frecuencias y proporciones de episodios de captura accidental del LFJF 168
Tabla 37.Categorización de las interferencias entre la pesca y el LFJF 168
Tabla 38. Familias de otolitos identificadas..... 172
Tabla 39. Grado de erosión de los otolitos..... 177
Tabla 40. Totales de animales por año y la variación existente en el Archipiélago 184
Tabla 41. Totales de animales por año y variación existente por isla..... 187
Tabla 42. Estadísticos de la selección de modelos..... 196
Tabla 43. Valores calculados del potencial de remoción biológica (PBR). 199
Tabla 44. Acuerdos para el manejo de las pesquerías del Archipiélago de Juan Fernández 219

2. Índice de Figuras

Figura 1. Islas del archipiélago de Juan Fernández censadas en el FIPA N°2021-19..... 28
Figura 2. Ejemplo configuración aplicación Dron Deploy 40
Figura 3. Área denominada “El Tongo”. Isla Alejandro Selkirk. 42
Figura 4. Mapa del sector “Lobería” en isla Alejandro Selkirk desde Google Earth. 43
Figura 5. Ejemplo del sector “El Ovalo” de “La Lobería”, Selkirk. 44
Figura 6. Ejemplo categorización de conceptos en la plataforma “Deepomatic”. 48
Figura 7. Esquema de toma de decisiones para determinar la cantidad de conceptos a incluir en conteos automatizados por cada proyecto. 49
Figura 8. Ejemplos de distintos sectores donde se evaluó el algoritmo predictivo 52
Figura 9 Loberas de isla Robinson Crusoe e isla Santa Clara con AOI seleccionada para prospección satelital imágenes WorldView 58
Figura 10 Imagen WV2 28-03-2022 Ortorrectificada multiespectral y pancromática. 60
Figura 11 Mapa de la isla Alejandro Selkirk y ortomosaico Dron con grillado sentinel 2. 65
Figura 12. Análisis de fecas de Lobo Fino de Juan Fernández. 81
Figura 13. Características de una sagitta izquierda. 82
Figura 14. Loberas identificadas en isla Robinson Crusoe e isla Santa Clara. 96
Figura 15. Loberas identificadas en isla Alejandro Selkirk. 97
Figura 16. Fichas de caracterización de loberas LFJF. 106
Figura 17. Arctocephalus tropicalis en la isla Selkirk, Juan Fernández.. 108
Figura 18. Ejemplos de las capturas de imágenes realizadas desde videos 113
Figura 19. Porcentajes de LFJF según estimación absoluta disgregados por isla. 114
Figura 20. Abundancia absoluta de adultos/subadultos y cachorros por isla 115
Figura 21. Totales de animales por lobera para cada isla desglosados de menor a mayor... 118
Figura 22. Ortomosaico del sector “La Dama” y parte de “Playa Ancha”..... 119
Figura 23. Sector 3, “El Ovalo”, “Lobería”, isla Alejandro Selkirk..... 121
Figura 24. Ortomosaico Sector “Lobera” y “El Tongo”, isla Alejandro Selkirk. 123
Figura 25. Ortomosaico de la playa “Los Alelices”, isla Santa Clara. 124
Figura 26. Ortomosaicos de la playa “ElArenal”, isla Robinson Crusoe. 126
Figura 27. Porcentajes de abundancia relativa por isla de LFJF. 127
Figura 28. Abundancia relativa estimada de adultos/subadultos y cachorros por isla 128
Figura 29. Imagen escala full resolución WV2 (1:2000) 129
Figura 30 Contraste entre las imágenes de dron para Sector “Bahía el Padre” 130
Figura 31 Contraste entre las imágenes de dron para Sector “El Arenal” 131
Figura 32 Contraste entre las imágenes de dron y WV2 para “Los Alelices”..... 132
Figura 33 Niveles Digitales promedio ortomosaico para sector 1 y 2 isla Alejandro Selkirk. . 133
Figura 34. Perfil espectral promedio Sentinel 2 isla Alejandro Selkirk. 133
Figura 35. Distribución de encuestados según rango etario..... 140
Figura 36. Grado de acuerdo con la afirmación: “La pesca compite con los lobos por los mismos recursos” según ocupación..... 142
Figura 37. Grado de acuerdo con la afirmación: “Hoy, los lobos alteran el día a día de los habitantes de Juan Fernández” y “En el futuro los lobos podrían alterar el día a día de los habitantes de Juan Fernández”. 143

Figura 38. Percepción entre los pescadores sobre la variación de la población de LFJF..... 158
Figura 39. Especies consumidas por el LFJF según pescadores..... 159
Figura 40. Frecuencia de la interferencia del lobo hacia la pesca artesanal 160
Figura 41. Percepciones sobre la interferencia observada y la interferencia proyectada 162
Figura 42. Pescadores que declaran que el lobo ha comido o intentado comer lo pescado.. 163
Figura 43. Características de los lobos que han comido o intentado comer lo pescado..... 165
Figura 44. Sitios donde pescadores señalan que ocurrió el LFJF extrae recursos del arte... 166
Figura 45. Pescadores que señalan conocer uno o más episodios de captura accidental 167
Figura 46. Familia BATHYLOGIDAE, Bathylagus pacificus. 173
Figura 47. Familia MYCTOPHIFORMES Symbolophorus boops 174
Figura 48. Familia CONGRIDAE Conger orbignianus..... 175
Figura 49. Desconocido 1, fotografia obtenida en laboratorio 175
Figura 50. Desconocido 2, fotografia obtenida en laboratorio. 176
Figura 51. Desconocido 3, fotografia obtenida en laboratorio. 176
Figura 52. Desconocido 4, fotografia obtenida en laboratorio. 176
Figura 53. Otolitos trozados sector porras isla Alejandro Selkirk..... 177
Figura 54. Otolitos desconocidos sector “El Arenal” , sector “Los Alelices”, isla Santa Clara.177
Figura 55. Visualizador del proyecto Shinny versión 0.0.1 182
Figura 56. Tamaño poblacional en función del tiempo (Años)..... 183
Figura 57. Variación anual ajustada (%) de las estimaciones de abundancia absoluta..... 184
Figura 58. Comportamiento de la variación absoluta en función a los totales de abundancia185
Figura 59. Tamaño poblacional en función del tiempo (Años) para cada Isla..... 186
Figura 60. Comportamiento de la variación de los conteos entre los años por isla 190
Figura 61. Tamaño poblacional en función del tiempo (Años) para cada L. clave por Isla 192
Figura 62. Loberas reproductivas en el tiempo para las tres islas..... 193
Figura 63. Función-R..... 195
Figura 64. Tasa de crecimiento poblacional en función del tamaño poblacional (N) para la isla Alejandro Selkirk..... 197
Figura 65. Tasa de crecimiento poblacional en función del tamaño poblacional (N) para la Isla Robinson Crusoe..... 197
Figura 66. Tasa de crecimiento poblacional en función del tamaño poblacional (N) para la Isla Santa Clara. 198
Figura 67. Mapa de las principales áreas en las que se han publicado investigaciones científicas asociadas a la especie según la Web of Sciences (WOS) 201
Figura 68. Parte de la bitácora de Muestreo de la pesquería de Langosta 215
Figura 69. Percepciones acerca de la variación en la disponibilidad de peces desde la creación del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos..... 217
Figura 70. Percepciones acerca de la variación en la disponibilidad de crustáceos desde la creación del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos..... 218
Figura 71. Presentaciones a la comunidad de Juan Bautista, isla Robinson Crusoe.. 230
Figura 72.Charla del proyecto a la comunidad de Selkirk. 231
Figura 73. Actividad tradicional “nado con lobos”, isla Robinson Crusoe. 233
Figura 74. Taller Flora y Fauna, Municipalidad de Juan Fernández..... 234
Figura 75. Logo y productos FIPA N°2021-19..... 235
Figura 76. Comunicado de los guardaparques sobre su adherencia al paro nacional……..234

3. Índice Anexos

Anexo N° 1. Coordinación previa a la obtención de datos. 250

Anexo N° 2. Actas. 260

Anexo N° 3. Datos Georreferenciales de localidades de puntos de referencia con potenciales loberas (CONAF)..... 271

Anexo 4. Resultados sobre la evaluación de la perturbación animal por sobrevuelos..... 277
Anexo 5. Factibilidad técnica de obtener imágenes adecuadas para el área WV3 281
Anexo 6. Cotización captura programada WV3 Imagine-IT..... 282
Anexo 7. Invoice y comprobante de pago imagen WV2 Apollo Mapping..... 290
Anexo 8. Variables y dimensiones de instrumentos de recolección de datos..... 291
Anexo 9. Encuesta Final..... 292
Anexo 10. Pautas de entrevista. 299
Anexo 11. Compromiso de confidencialidad. 302
Anexo 12. Personas entrevistadas según su adhesión a subgrupos de interés. 303
Anexo 13. Matriz de categorización Inicial. 305
Anexo 14. Fotografías que ejemplifican la identidad de los isleños con el LFJF. 308
Anexo 15. Tabla de especies más capturadas por la pesca en Juan Fernández. 310
Anexo 16. Artes de pesca usados en la pesca de Juan Fernández. 311
Anexo 17. Base de datos de otolitos analizados..... 312
Anexo 18. Parámetros estimados de los modelos. 313
Anexo 19. Resúmenes y certificados 24th Congreso Mundial de Mamíferos Marinos 314
Anexo 20. Personal participante por actividad. 318

4. Resumen

El Lobo fino de Juan Fernández *Arctocephalus philippii* (LFJF), única especie de pinnípedo endémico de Chile, es la especie de lobo fino menos estudiada del planeta y su abundancia poblacional es una de las principales brechas de conocimiento de la especie. Tras ser declarada extinta a comienzos del siglo XX y desde su reaparición en 1965, la recuperación de la especie es, a todas luces, impresionante, alcanzando hoy números tan grandes que, con aproximaciones tradicionales de conteo, es improbable generar estimaciones confiables del tamaño poblacional. Alternativamente, en los últimos años, han surgido metodologías para estudiar abundancia poblacional de pinnípedos en su hábitat natural a través de sistemas aéreos no tripulados. Estos sistemas muestran una baja perturbación sobre las colonias exploradas, obtienen registros de buena resolución temporal y espacial y presentan una solución óptima en localidades de difícil acceso. El presente proyecto tuvo como objetivo general determinar la abundancia y distribución del LFJF en el Archipiélago de Juan Fernández, con el fin de conocer el estado de la población y las potenciales interacciones con la pesca artesanal existentes en el archipiélago producto de su rápido crecimiento. El proyecto tuvo cuatro objetivos principales: (1) La identificación y caracterización de loberas históricas y actuales, (2) la cuantificación directa de la población efectuada durante los meses de máxima actividad reproductiva, (3) determinar la magnitud de interacción entre el lobo fino de Juan Fernández y la población humana con especial enfoque en las interacciones con las pesquerías artesanales locales y, (4) Evaluar la dinámica poblacional las brechas de conocimiento respecto a la especie para proponer mejoras a los planes de monitoreo futuros. Para los objetivos (1) caracterización y (2) estimación de la población, se cuantificaron en terreno todas las loberas existentes en las islas Alejandro Selkirk (AS), Robinson Crusoe (RC) y Santa Clara (SC) mediante el uso combinado de conteos en terreno y conteos desde material visual compilado utilizando drones sobre las diferentes colonias. Además, se compiló y estandarizó todo el registro histórico existente de conteos de la especie para las tres islas incluyendo conteos publicados en revistas ISI, tesis de postgrado y los llevados a cabo por la corporación nacional forestal (CONAF). A su vez, se realizó una prospección satelital para determinar la factibilidad de realizar conteos utilizando imágenes satelitales. Para dar respuesta al objetivo (3) interacción del LFJF con pesquerías, se realizaron

entrevistas semi-estructuradas (n= 21), observación participante, y encuestas (n=302) de las que se describió y cuantificó la magnitud de las interacciones existentes entre el LFJF y la población humana. Con toda la información histórica obtenida y los conteos en terreno, se evaluó la dinámica de la especie (objetivo 4) de manera visual y cuantitativa mediante modelamiento matemático de los datos de abundancia, y se calculó la tasa de cambio per cápita y función-R a partir de la abundancia poblacional. Finalmente, se entregan recomendaciones para futuros enfoques de investigación que favorecerían las estimaciones futuras de abundancia junto con recomendaciones de mejoras a los actuales monitoreos del LFJF. Además, se entregan herramientas prácticas elaboradas por el proyecto para el seguimiento de la especie en el tiempo.

Del registro histórico de los últimos 55 años, desde que se ejecutan estimaciones, se obtuvo acceso a 27 años de datos que fueron estandarizaron para su evaluación dinámica posterior. Respecto al registro actual (año 2021), se identificaron un total de 41 loberas distribuidas en las tres grandes islas. El 66% de las loberas (n=27) corresponden a Loberas Reproductivas (LR) y un 34% (n=14) a Loberas de Paso (LP). La isla RC presenta el mayor número de loberas (24 loberas) del archipiélago, 18 de ellas LR y seis LP. En Santa Clara se observaron seis loberas de las cuales todas eran LR. Alejandro Selkirk presenta un total de 11 loberas de las cuales tres corresponden a LR y ocho LP. Las loberas “El Tongo” y “La Lobería” de AS, comprenden el territorio reproductivo más importante del archipiélago. Respecto a la abundancia absoluta del archipiélago (número de animales presentes en las islas, objetivo 2), se contabilizó un total de ~183.446 individuos en el archipiélago completo donde la isla Alejandro Selkirk (AS) sostiene el 59,4% de la población total seguida de Robinson Crusoe (RC) con un 27,5% y Santa Clara (SC) con un 13,1%. Se contabilizó un total de ~71.148 cachorros en el archipiélago, el doble de cachorros que los registrados hace 12 años en el último censo realizado en el archipiélago completo. AS contribuye con un 59,2% de la producción total de cachorros del archipiélago, RC aportó con una producción de cachorros de un 24,7% seguido de un 16,1% de producción en SC. La lobera más grande del archipiélago corresponde a “La Lobería”, en AS la que alberga un 45,4% del total de animales del archipiélago. Le sigue en abundancia la Lobera “El Tongo” de esta misma isla con un 8,8% del total de la población. En SC, tres loberas de similares abundancias entre ellas constituyen el 60% del total de animales de esa isla (El Weste, Los Alelices y La Matriz) siendo la isla con menos abundancia registrada. El ejercicio

para la estimación de abundancia relativa de la especie (número de animales totales de la especie completa) fue realizado utilizando supuestos demográficos de otras especies de lobo fino y se estimó de aproximadamente ~283.000 individuos de la especie completa, lo que representaría casi ~100.000 animales adicionales a los contados en terreno. Sin embargo, este ejercicio demográfico debe tratarse con cautela considerando que los supuestos están basados en otras especies debido a la escasa información de indicadores demográficos que existe para el LFJF. No se tuvo éxito en la identificación de individuos utilizando imágenes satelitales con resolución espacial disponible por sensores como WV1, WV2. Esto principalmente debido al tamaño y contraste existente en los sitios donde habitan los animales y por ende la baja capacidad de identificarlos incluso utilizando las más altas resoluciones disponibles.

Respecto a la evaluación de las interacciones existentes entre el LFJF y la población humana, en general existe amplio consenso en la positiva forma en cómo es percibida la especie en toda la comunidad del archipiélago de Juan Fernández. Incluso, no se advierten diferencias tan marcadas entre las percepciones que sostienen pescadores y no pescadores. No obstante, se debe poner atención en los temores sobre las tensiones que podrían surgir entre el LFJF y la vida cotidiana de las y los habitantes de Juan Fernández en el futuro producto del crecimiento de la población del LFJF. Futuras investigaciones deberán ahondar en los cambios en las percepciones sobre la especie y la interacción ya no sólo con la pesca, sino con la vida cotidiana de las y los habitantes.

Acerca de la interacción entre el LFJF y la pesca artesanal, el principal hallazgo es que las interacciones negativas ocurren con baja frecuencia. Incluso, la única interacción más frecuente -el LFJF extrae pescados del arte de pesca- ocurre, en la mayor parte de los casos, con una frecuencia menor a una vez por mes. Junto con ello, a ojos de los pescadores, el lobo no compite con la pesca artesanal por recursos. Sobre este punto, los análisis de dieta conversan con la ausencia de interacciones que pudiesen sugerir que el lobo fino se está alimentando con los recursos marinos del archipiélago. Los análisis de fecas no presentaron especies costeras propias del archipiélago y, aunque estos resultados deben interpretarse con precaución debido al bajo número de fecas analizadas, son consistentes con trabajos anteriores que sugieren que la especie, en gran medida no se alimenta de especies locales.

Respecto a la dinámica poblacional del LFJF (objetivo 4), el análisis a partir de la función-R da cuenta de que la tasa de cambio de la población, en cada una de las islas,

está declinando. Sin embargo, AS, a diferencia de las otras islas, podría seguir su crecimiento desacelerado por mucho tiempo más. Es altamente probable que esto se deba a la amplia disponibilidad de hábitat reproductivo de la isla (i.e. espacio disponible). En contraste, RC y SC muestran importantes restricciones de espacio que podrían limitar su crecimiento, lo que queda claro al observar que el mejor ajuste de modelo es el de competencia como regulador del crecimiento poblacional en RB y SC. Los valores observados de R_{max} a través de las islas (0,121-0,218) se encuentran dentro del rango registrado para otras especies de Pinnípedos. Es importante enfatizar que el ajuste de los modelos matemáticos seleccionados es bajo, entre un 13% y un 23% y su interpretación debe realizarse con cautela. Esto se debe a que los conteos de la especie en el tiempo son discontinuos, presentan importantes lagunas de tiempo sin datos y existe heterogeneidad en la manera en la que se obtuvieron, todas razones fundamentadas por la complejidad logística de monitorear la especie completa en un lugar tan remoto. Finalmente, se discuten mejoras sistemáticas de metodologías para la recopilación de datos poblacionales que conversan con las brechas de conocimiento existentes para la especie. Estas propuestas van acompañadas de herramientas construidas para mejorar los monitoreos futuros, mejoras que son imprescindibles si se desea confeccionar planes de conservación efectivos. La correcta estimación de las poblaciones futuras se hace particularmente importante en grupos taxonómicos como los mamíferos marinos, donde estimaciones precisas de abundancia en el largo plazo, son necesarias para detectar, por ejemplo, colapsos precipitados de una especie. Por esto, nuestros esfuerzos no pueden desviarse de mantener constantemente el mejoramiento de los monitoreos y de llenar los vacíos de información asociados a esta icónica especie chilena.

5. Abstract

The Juan Fernández Fur Seal, *Arctocephalus philippii,* (JFFS), the only pinniped species endemic to Chile, is the least studied fur seal species on the planet. Its status and current population abundance is unknown. After being declared extinct in the early 1900s, and later rediscovered in 1965, the recovery of the species has been impressive. Today, achieving a reliable estimation of the population abundance is impossible using traditional field counting methods. Alternatively, new methods have emerged in recent years such as the use of unmanned aerial systems. These systems offer a low disturbance alternative and provide archival records with good temporal and spatial resolution. They are a particularly optimal solution for locations with difficult access. The main objective of this project was to determine the abundance and distribution of JFFS in the Juan Fernández Archipelago, to understand the population status, and the potential interactions with existing local artisanal fisheries as a result of its rapid growth. The project had four main objectives: (1) The identification and characterization of historical and current seal colonies, (2) the direct quantification of the population during the months of maximum reproductive activity, (3) to determine the magnitude of the interaction between the JFFS, and the human population with particular focus on interactions with local artisanal fisheries and (4) evaluate the JFFS population dynamics, knowledge gaps and propose improvements to future monitoring plans. For objectives (1) and (2), all the existing fur seals in Alejandro Selkirk (AS), Robinson Crusoe (RC), and Santa Clara (SC) islands were assessed through the combined use of field counts and automatized counts using computer vision from images compiled from drones. In addition, the existing historical count records for the three islands were compiled and standardized, including population estimates published in ISI journals, postgraduate theses, and field estimates carried out by the National Forestry Corporation (CONAF). We also evaluate the feasibility of performing counts using satellite images. To respond to objective (3): interaction with fisheries, we conducted semi-structured interviews (n= 21), participant observation, and surveys (n=302) to assess the magnitude of the interactions between the JFFS and the human population. With all the historical information obtained and the abundance estimates calculated for 2021, we evaluated the population dynamics (objective 4) both visually and quantitatively through

mathematical modeling of the abundance data and the calculation of the rate of change per capita and R-function. Finally, we provide recommendations for future research that are critical for more accurate measurements of trends in population status. In addition, we discuss recommendations of ways to improve future JFFS monitoring by providing practical tools developed by this project exclusively for this purpose.

From the first abundance estimates, 55 years ago up to now, we obtained access to 27 years of records, which were standardized for population dynamics evaluation (obj. 4). Regarding the current record (year 2021), we identified a total of 41 JFFS colonies distributed in the three main islands. 66% of the colonies (n=27) correspond to Reproductive Aggregations (RA), and 34% (n=14) to non-reproductive aggregations (NR). RC Island showed the largest number of colonies in the archipelago (24 colonies), 18 of them RA and six NR. In Santa Clara, six colonies were found, all of which were RA. Alejandro Selkirk presents a total of 11 colonies of which three are RA and eight NR. The "El Tongo" and "La Lobería" colonies on AS, comprise the most important reproductive areas of the archipelago. The absolute abundance of the archipelago (number of animals present on the islands, obj. 2), was recorded to be ~183,446 individuals.

AS island supports 59,4% of the total population, followed by RC with 27.5% and SC with 13%. A total of ~71,000 pups were recorded in the archipelago, double the number of pups recorded 12 years ago in the last estimation conducted over the entire archipelago. AS contributes 59.2% of the archipelago's total pup production; RC contributes 24.7% of pup production, followed by 16.1% in SC. The largest fur seal aggregation in the archipelago is "Lobería" on AS, which sustains 45.4% of the total number of fur seals in the archipelago. It is followed by the "El Tongo" aggregation from the same Island, representing 8.8% of the total population. In SC, three aggregations with similar abundances account for 60% of the total number of fur seals on that island (El Weste, Los Alelices, and La Matriz). The exercise for estimating the relative abundance of the species (i.e. total number of animals of the entire species) was carried out using demographic assumptions of other fur seal species. From this, it was estimated that the complete population, including those animals not present on the coast is approximately 283.000 individuals, ~100,000 more individuals than the calculated absolute abundance. The exercise of calculating relative abundance must be treated with caution however, considering that assumptions are based on other species

demographic parameters and so little is known about JFFS demography and ecology. The identification of individuals using satellite images with spatial resolution available from sensors WV1, WV2 was unsuccessful, mainly due to the reduced size of the individuals and the background contrast of several of the colonies. Because of this, there was little capacity to identify animals, even using the highest available resolutions.

When evaluating the existing interactions between the JFFS and the human population (obj. 3), we found a broad consensus on the positive way the species is perceived among the entire Juan Fernandez community. Marked differences are not noticed between the perceptions held by fishers and non-fishers. However, attention should be paid to the increasing concern among inhabitants of the future impact that the growing JFFS population could have on their daily lives. Future research should follow up on changes in human perceptions over the JFFS using our results as a baseline to measure the evolution of potential new interactions. Regarding the interaction between the JFFS and artisanal fisheries, the main finding is that negative interactions occur with very low frequency. Even the single most frequent interaction - the LFJF removing baits from the fishing gear - occurs, in most cases, less than once a month. Along with this, fishers believe that fur seals do not compete with artisanal fisheries for resources. On this point, our diet analyses are consistent with the absence of interactions that could suggest that fur seals are feeding on the marine resources near the archipelago. Otolith identification did not show local fish species as part of their diet. These results are based on a low number of feces analyzed, and should be interpreted cautiously. However, they are consistent with previous works suggesting that, to a large extent, JFFS does not feed on local species.

The population dynamics of the JFFS (obj. 4), and the R-function analysis, show that the rate of change of the population in all three Islands is declining. However, AS, unlike the other islands, could continue its growth regardless of the slowdown. This may be related to the extensive availability of breeding habitat in AS. In contrast, RC and SC show evidence of spatial restrictions that could limit the growth of those colonies. This is consistent with the "Competition" model fitted as the regulatory mechanism for population growth in both RC and SC. The observed values of R_{max} throughout the islands (0.121-0.218) are within the range recorded for other pinniped species. It is important to emphasize that the adjustments of the selected mathematical models are low (between 13-23%), and caution is advised in their interpretation. Several points

explain the low adjustments observed:

- The counts of the species over time are discontinuous.
- The data sets show significant time gaps with no data.
- There is heterogeneity in the way in which data has been obtained.

All these factors rest on the archipelago's remoteness and the logistic complexity of monitoring the entire species and collecting data. Finally, we discuss systematic improvements in methodologies for collecting population data that align with the existing knowledge gaps of JFFS ecology and demographics. The proposed improvements are accompanied by tools built by this project to improve future monitoring and visual exploration of historical data, which are essential for designing effective conservation plans. The correct estimation of the future population size becomes particularly important in taxonomic groups such as marine mammals, where accurate estimates of abundance in the long term are necessary to detect, for instance, precipitous collapses of a species. For this, our future effort must be oriented to improve monitoring tools of this iconic, unique, Chilean species.

6. Antecedentes

Estimar la abundancia poblacional de una especie es fundamental para cuantificar la dinámica de su población y gestionar apropiadamente su conservación. La dinámica de poblaciones es un marco teórico que se utiliza como herramienta para la gestión de planes de conservación a través del entendimiento de la especie, su rol funcional en el ecosistema y su interacción con otras especies (Lima, 2001).

Los principios de dinámica poblacional contribuyen al entendimiento de cuáles son las principales “fuerzas” que afectan el estándar de vida de los individuos en una población. Estos principios se analizan a través de modelos matemáticos que utilizan variables explicativas tanto endógenas (propias de la población, como sus características de historia de vida) como exógenas (ambiente, clima, enfermedades, competencia, depredación) para dar cuenta de la tasa de cambio de la población. La relación entre el tamaño poblacional actual sobre el tamaño poblacional en el período anterior, da cuenta del cambio de la población en el tiempo, es decir, si la población crece, decrece o se mantiene constante (Akcakaya et al, 1997; Berryman, 1999).

La teoría de ecología de poblaciones se rige bajo tres principios generales. El primer principio aplica a cualquier población natural y entidad auto-reproductora y es conocido como ley de crecimiento exponencial o ley Malthusiana. Tiene como condición teórica que la población se rige bajo un mundo constante y con recursos ilimitados (alimentos, hembras, territorio, entre otros). Se utiliza como un modelo nulo donde ningún proceso está operando sobre la dinámica poblacional (Berryman, 2003).

El segundo principio de dinámica poblacional define el crecimiento poblacional en un mundo con recursos limitados. El mecanismo que actúa es la competencia y ocurre cuando los recursos necesarios para reproducirse y sobrevivir son limitantes. Es decir, cuando los individuos en poblaciones densas tienen dificultades para encontrar recursos debido a la presencia de otros individuos, estos competirán por dichos recursos lo que puede afectar la tasa de crecimiento volviéndose negativa y declinando el tamaño de la población.

El tercer principio es el de cooperación. En este caso la población no puede crecer sin medios de subsistencia disponibles. Por lo tanto, los periodos de crecimiento poblacional son periodos de abundancia de recursos (alimentos, hembras, territorio, entre otros). Es decir, pasado un cierto umbral de tamaño poblacional, los individuos se ven favorecidos en dejar descendencia y sobrevivir gracias a la presencia de otros individuos. Esto permite a las poblaciones escapar a las restricciones por alimento, depredadores, enfermedades, encontrar pareja o incrementar el acceso a recursos. El efecto que tiene este mecanismo sobre la tasa de crecimiento es que se vuelve positiva aumentando el tamaño de la población. Por lo anterior, entender a cabalidad cuáles son los mecanismos que operan bajo el (de) crecimiento de una población y la obtención de estimaciones precisas de abundancia, son variables particularmente importantes en grupos taxonómicos como los mamíferos marinos, donde estimaciones precisas de abundancia en el largo plazo son necesarias para detectar, por ejemplo, colapsos precipitados de una especie (Taylor et al, 2007).

Los sistemas insulares como el archipiélago de Juan Fernández tienen un elevado valor científico, ya que actúan como refugio natural para múltiples especies y albergan un alto grado de endemismo terrestre y marino (Cuevas & Van Leersum, 2001; Pérez-Matus et al, 2014; Friedlander et al, 2016). Sin embargo, en áreas remotas insulares como esta, se vuelve sumamente complejo levantar información biológica y continua en el tiempo si no se cuentan con las herramientas necesarias para recopilar dicha información o no

se cuenta con información previa de una población (Iknayan et al, 2014).

6.1. El lobo fino de Juan Fernández; una historia de recuperación

El Lobo fino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippii,* Peters, 1866 en adelante LFJF) es una de las nueve especies de lobo fino existentes en el planeta y la única especie de pinnípedo endémico de Chile (Vargas et al, 2014). Su distribución reproductiva se encuentra restringida a las islas que componen el archipiélago de Juan Fernández (Alejandro Selkirk, Santa Clara y Robinson Crusoe) e islas Desventuradas (San Félix y San Ambrosio) con reportes de visitas ocasionales a otras localidades lejanas al archipiélago como las islas Galápagos (Pérez-Venegas et al, 2020). Las hembras tienen una cría al año y la mayoría de los cachorros nacen entre fines de octubre y fines de diciembre (Francis et al, 1998, Ochoa-Acuña et al, 1998, este estudio). El periodo de lactancia se extiende al menos por 7 meses (Francis et al, 1998). La especie, es a su vez el único mamífero endémico del archipiélago de Juan Fernández el cual, hasta el 2006 era categorizado como una especie Vulnerable. Hoy, la IUCN - Lista Roja de especies Amenazadas - considera a esta especie en la categoría de Preocupación Menor (Aurioles-Gamboa, 2015) categoría que se basa en su continua recuperación poblacional pero no en estimaciones actuales del tamaño de la población.

El LFJF, fue cazado indiscriminadamente entre los siglos XVIII y XIX, creyéndose extinta a comienzos de 1900 (King, 1954; Hubbs & Norris, 1971). Reportes entregados por Hubbs & Norris (1971), mencionan que en 1797 se realizó la mayor matanza de lobos finos en la Isla Robinson Crusoe, con desembarques de alrededor de un millón de ejemplares en la ciudad de Londres. En la actualidad, la información sobre la población de esta especie desde su redescubrimiento en 1965 (Bahamonde, 1966) ha sido registrada de manera esporádica. Aguayo (1971) reporta el primer censo registrado desde que la especie habría sido declarada extinta, reportando aproximadamente 200 individuos en la isla Alejandro Selkirk. 40 años más tarde, Osman (2007) describe una recuperación importante de la población, con un registro estimado entre las tres islas de 40.000 individuos. Desde aquel entonces, no existen registros de nuevos conteos que hayan sido publicados en revistas ISI, y solo se cuenta con los conteos realizados por la corporación Nacional Forestal (CONAF) que, a pesar de sus lagunas temporales, son

una fuente invaluable de información histórica particularmente de los últimos 30 años. En los últimos años, solo una tesis de pregrado ha intentado estimar la abundancia y la tendencia de crecimiento de la especie desde su redescubrimiento, utilizando los datos históricos recolectados por CONAF y registros históricos de desembarcos de pieles. Álvarez (2019) concluye a partir de esa información que la especie presenta un crecimiento poblacional exponencial y entrega estimaciones totales de abundancia para el archipiélago, al 2018, de aproximadamente 225.000 individuos. Tras una nueva revisión de los datos junto a CONAF (realizado por el presente reporte) y de las áreas cubiertas año a año en los registros históricos, se destaca que los datos originales no siempre corresponden a totales por isla y, por ende, los datos históricos de Álvarez (2019) podrían estar subestimados en los análisis presentados por el autor respecto a los totales reales locales reportados por año. Las estimaciones anuales realizadas por CONAF, generalmente son parciales anuales (que no cubren todo el archipiélago) y, muchas de ellas, no pueden ser utilizadas sin previamente ser estandarizadas tomando en cuenta cuáles fueron los sectores contados año a año y las relaciones de abundancia existente entre ellos lo que cuestiona las recomendaciones del autor de que la población se encuentra creciendo exponencialmente (Álvarez, 2019) y hace necesario revisar las metodologías de conteo histórica, estandarizarlas, y revisarla junto a los principios básicos de dinámica poblacional y los posibles mecanismos que subyacen las dinámicas de crecimiento de una especie como el LFJF.

6.1.1. Metodologías históricas y actuales de conteo

El conteo visual/manual de ejemplares de lobo fino, como es el utilizado hasta hoy, solo es confiable cuando se ejecuta sobre grupos reducidos de animales donde los observadores pueden llegar a estimaciones correctas del total. Cuando la densidad de individuos es muy alta, esta técnica no determina correctamente los números totales de individuos y peor aún, cuando las zonas monitoreadas tienen una elevada complejidad geográfica o limitado acceso para el personal. Por esto, se hace necesario implementar nuevas técnicas que permitan estimar de manera más precisa el tamaño poblacional de una especie, especialmente cuando las densidades de animales y la geografía de un lugar, no permiten una correcta visualización de la totalidad de los animales en terreno.

Adicionalmente, las aproximaciones tradicionales para realizar censos en mamíferos marinos basadas en laboriosos terrenos o que utilizan material fotográfico desde sobrevuelos piloteados, pueden ser muy costosas (Vermeulen et al, 2013) o representar un riesgo humano para quienes realizan los muestreos (Sasse, 2003). Alternativamente, metodologías para estudiar abundancia poblacional sobre especies de pinnípedos en su hábitat natural a través de sistemas aéreos no tripulados (UAS de sus siglas en inglés: Unmanned aerial system) aparecen como una solución para sobrellevar estas problemáticas (Linchant et al, 2015). Estos sistemas muestran una baja perturbación sobre las colonias y obtienen registros de buena resolución temporal y espacial, presentando una solución óptima en localidades de difícil acceso (Anderson & Gaston, 2013; Chabot & Bird, 2015; Fiori et al, 2017; McIntosh et al, 2018). El uso de estas herramientas facilita la observación y cuantificación desde el aire de la fauna silvestre y entregan una descripción de la geografía y actividades complementarias que puedan ser de impacto sobre la población de estudio. De todas maneras, estos sistemas de muestreo deben ser validados a nivel especie-específico, ya que las condiciones del área y de la distribución de los animales en el terreno puede no entregar las condiciones necesarias para utilizar estos instrumentos por lo que, el primer uso de estos instrumentos sobre una especie, debe siempre ser validado con datos robustos adquiridos mediante conteos en terreno u otras herramientas (ejemplos: Pomeroy et al, 2015; Moreland et al, 2015; Goebel et al, 2015; Seymour et al, 2017; Johnston et al, 2017).

El presente proyecto determina la distribución y abundancia actual de la población de LFJF utilizando y testeando las últimas herramientas tecnológicas costo-efectivas existentes para este propósito (Res Ex. 2705). Además, propone actualizar y estandarizar la invaluable información histórica que ha recopilado CONAF y la información que existe asociada a proyectos científicos y públicos en torno a la especie. Esto permitirá elaborar un sistema de información integrado que ayude al conocimiento de la distribución y la dinámica poblacional del proceso de recuperación de esta población.

6.2. Interacción entre la comunidad humana y el lobo fino de Juan Fernández

Una de las metodologías para identificar el tipo de interacción entre humanos y la fauna existente en una comunidad, es comprendiendo las percepciones de la comunidad humana en torno a la especie que habita en su mismo entorno. Las percepciones son entendidas como "el modo en que un individuo observa, entiende, interpreta y evalúa un objeto, acción, experiencia, individuo, política o resultado referente" (Bennet, 2016, p.586, *traducción propia*). Bennet (2016) agrega: "Estas interpretaciones individuales y subjetivas de la realidad son socialmente construidas, producto de la historia y el entorno de cada uno" (Bennet, 2016, p.586, *traducción propia).* Es así como el estudio de las percepciones permite indagar en la relación entre comunidades humanas y fauna silvestre.

En los últimos años, la noción de percepciones ha sido utilizada para estudiar la interacción de la pesca artesanal con mamíferos marinos (Panagopoulou et al, 2017). Por ejemplo, Peterson & Carothers (2013), combinan metodologías cuantitativas y cualitativas para estudiar la percepción de pescadores artesanales en torno a las ballenas en Alaska. Un ejemplo local es el de Oliva et al (2016) quienes realizan una estimación poblacional del lobo marino común (*Otaria flavescens*) entre las regiones V y VIII de Chile incorporando, además, una encuesta sobre la interacción de la especie con la pesca artesanal, lo que fue acompañado por muestreo a bordo con observaciones directas. El trabajo de Oliva et al (2016) permite caracterizar bajo qué formas de organización de la faena se hacen más frecuentes las interacciones. Por ejemplo, la interacción negativa se ve acrecentada cuando un bote sale a pescar sólo y ocurre con el enmalle y la línea de mano, los artes de pesca más usados. También se recogen las medidas de manejo propuestas por los pescadores para prevenir o mitigar la interacción, donde, como resultado, la principal medida propuesta es disminuir la población del lobo marino común (Oliva et al, 2016).

Existen varias aproximaciones para cuantificar y describir las percepciones existentes de las interacciones entre humanos y fauna marina. Las más comunes son: (1) entrevistas que generen información cualitativa y (2) encuestas que permiten colectar información cuantitativa. La entrevista semiestructurada puede ser definida como una

conversación sistematizada que se organiza en torno a un listado de preguntas abiertas elaboradas previamente (Sautu et al, 2005). No obstante, las preguntas se pueden adaptar a cada entrevistado y al desarrollo de la entrevista. La virtud de la entrevista es que permite indagar en las valoraciones, motivaciones y creencias de las personas. Por otro lado, la encuesta es un instrumento que permite recoger información social de manera extensiva mediante procedimientos estandarizados de interrogación (Vieytes, 2004). La mayor virtud de la encuesta es que permite investigar a poblaciones de gran tamaño. Sus principales debilidades radican en que no permite profundizar en el conocimiento del fenómeno y que, al ofrecer un número limitado de alternativas de respuesta, se corre el riesgo de que el encuestado exprese una opinión aún sin tenerla (Vieytes, 2004).

Finalmente, estas reflexiones teóricas y las metodologías descritas constituyen la base desde la cual nos aproximamos a estudiar la relación entre el LFJF y las comunidades humanas del archipiélago de Juan Fernández. Para esto, la Oferta Técnica presentada en la licitación pública (desde ahora referida como OT) propone determinar las interacciones existentes entre el lobo fino y la comunidad humana del archipiélago y explorar la percepción de la población sobre estas interacciones.

7. Objetivos

7.1. Objetivo general

Determinar la abundancia y distribución del lobo fino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippii*) en el litoral del archipiélago de Juan Fernández, con el fin de conocer su estado y proponer medidas de manejo que concilien su conservación y la disminución de las interacciones con la pesca artesanal.

7.2. Objetivos específicos

1. Identificar y caracterizar las loberas existentes en el litoral del archipiélago de Juan Fernández, incluyendo aquellas descritas en estudios anteriores y los hallazgos de nuevas loberas.

2. Determinar la población del lobo fino de Juan Fernández por lobera, a través de una cuantificación directa, efectuada durante los meses de máxima actividad reproductiva.

3. Determinar la magnitud de interacción entre el lobo fino de Juan Fernández y las pesquerías artesanales, así como la percepción de los pescadores en el área de estudio.

4. Evaluar la situación poblacional del lobo fino de Juan Fernández y su proyección en el tiempo, e identificar las brechas de conocimiento para el manejo y conservación de la especie, así como el diseño de un plan de trabajo y monitoreo futuro.

8. Metodologías

El Anexo 1 entrega información general de algunas etapas logísticas previas al terreno y el Anexo 2 las actas iniciales que permitieron en un comienzo, parte de la organización de este proyecto. Adicional a los anexos adjuntos al presente informe, se entrega un link donde se pueden descargar todos los datos crudos obtenidos del proyecto y otros productos que, por su tamaño, no pudieron ser adjuntados al reporte en la sección "anexos". Estos archivos suplementarios son citados a lo largo del texto como "Supl. X", donde X corresponde al número designado a cada archivo. Estos pueden accederse desde el siguiente link:
https://drive.google.com/drive/folders/1qtYebRgbhJcHGusUsl5Y84m6TVmmtZ_M?usp=sharing

8.1. Área de Estudio

El archipiélago de Juan Fernández se compone de tres islas principales: Robinson Crusoe, Alejandro Selkirk y el islote Santa Clara. Adicionalmente, las islas San Félix y San Ambrosio, conocidas como las "Islas Desventuradas" también constituyen parte del territorio donde se distribuye el LFJF. Sin embargo, estimaciones recientes (2022) establecen que no existe una población de lobos superior a los 200 ejemplares (ONG Endémica com pers, Borras-Chavez et al, en prep). Por lo mismo, el esfuerzo de muestreo se concentró en las tres islas principales que poseen registro histórico y que se sabe constituyen sobre el 99% de la población completa (Figura 1).

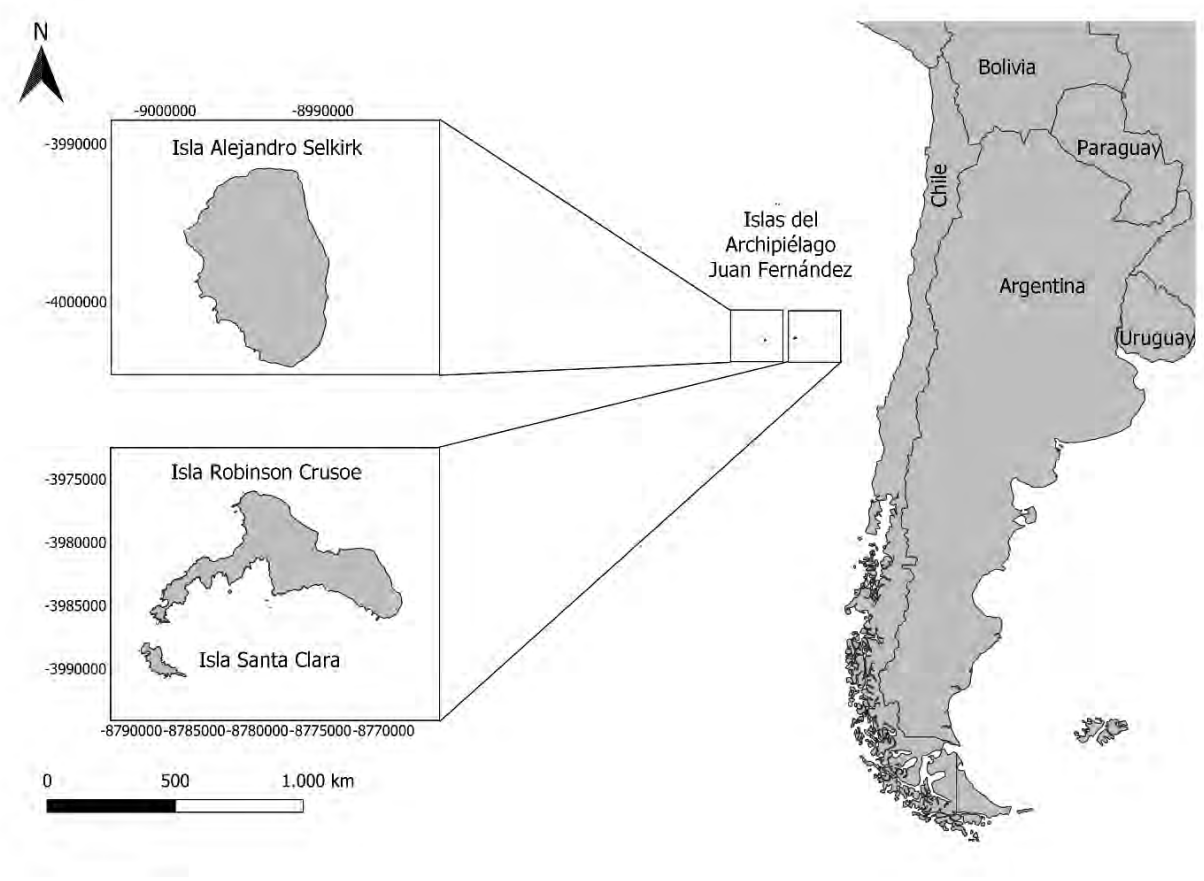


Figura 1. Islas del archipiélago de Juan Fernández que constituyeron el área de estudio del FIPA N°2021-19. Censo lobo fino de Juan Fernández, Arctocephalus philippii en el Archipiélago de Juan Fernández. Alejandro Selkirk se encuentra ubicada a 90 kilómetros al oeste de las otras dos islas.

8.2. Objetivo específico N°1

Identificar y caracterizar las loberas existentes en el litoral del Archipiélago de Juan Fernández, incluyendo aquellas descritas en estudios anteriores y los hallazgos de nuevas loberas.

8.2.1. Registro histórico

Para obtener los conteos parciales y completos realizados a la fecha de LFJF, se solicitó por transparencia a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) toda la información territorial georreferenciada y de abundancia histórica recopilada ya sea publicada o no de los censos ejecutado entre los años 1965-2020.

El resultado de esta solicitud se tradujo en el envío de información parcial ya que, salvo en pocas ocasiones, en 55 años desde el primer censo, existen pocas estimaciones completas del archipiélago, es decir, que comprendan las tres islas.

Además, existen años en donde el censo no fue ejecutado o se extraviaron los registros físicos o digitales.

La información entregada por CONAF correspondía a archivos en formato PDF con los nombres y las posiciones geográficas de las principales loberas descritas por CONAF a través de la ejecución del Programa Operativo Anual POA (Anexo 3). Adicionalmente, el administrador del parque nacional Archipiélago de Juan Fernández, Sr. Guillermo Araya, puso a nuestra disposición toda la información impresa que existe en la oficina de CONAF de Robinson Crusoe que incluía los archivos históricos de conteos oficiales realizados desde 1993 a la fecha, información relevante para la estructuración de la matriz inicial de caracterización.

Adicionalmente, se solicitó a la Dra. Layla Osman los datos de su tesis doctoral, (Osman, 2007) la que fue un referente fundamental en la construcción de las bases técnicas del proyecto FIPA N°2021-19. Para esto, se realizó una solicitud formal a la autora de los datos disgregados por localidad.

La información de abundancia previa a los conteos anuales presentados por CONAF (es decir, entre los años 1965 y 1993) se encuentran principalmente en los trabajos de Aguayo et al (1971), Torres (1987) y Hubbs & Norris (1971), literatura que presenta los primeros registros de la población del LFJF posterior al colapso de la especie.

Cada uno de los registros obtenidos fue incluido en la base de datos de acuerdo con el formato presentado en la tabla 1 de la OT para su posterior estandarización, lo que permitió la categorización de las loberas censadas junto al desglose detallado de la información existente por lobera.

8.2.2. Estandarización

El objetivo de la estandarización de datos históricos (1965 a la fecha) fue convertir cada uno de los datos dispares a un formato de datos común.

Una vez obtenida la información, esta fue ordenada en una planilla de datos con un número de columnas que respondía a la mayor cantidad de datos posible que podía ser extraído de cada registro histórico recopilados. Finalmente, y atendiendo a nuestros posteriores objetivos, se modificaron algunos de los nombres sobre las diferentes variables (columnas) presentadas en el archivo final (por ejemplo, el uso de un mismo nombre para cada localidad en el tiempo) con el fin de generar datos comparativos entre los años. La estandarización de datos históricos se realizó según

lo descrito en la Tabla 1.

Tabla 1. Estandarización de datos históricos obtenidos por lobera

Estandarización de datos por lobera	Descripción de la corrección
Tipo de censo	Metodologías utilizadas para realizar el conteo terrestre, marítimo o aéreo; Metodologías usadas en conteo en terreno o en laboratorio mediante registro gráfico.
Ubicación geográfica	Transformaciones de datum
Mes reproductivo	Registros de censo realizados fuera de la temporada reproductiva
Abundancia de hembras y crías	Número de crías es mayor al número de hembras. (Proporción mínima hembra y cría es 1:1)[1]
Clasificación de las loberas	Determinar si corresponde a una lobera reproductiva o de Paso
Horario de censo	Horario de censo cuando existe el mayor número de individuos (no se incorpora en las tablas históricas ya que pocos reportes entregaban información horaria).

8.2.3. Caracterización de las loberas

De acuerdo con la OT presentada, las tipologías consideradas para la caracterización de las loberas fueron:

- Lobera: Agrupación de lobos fino en un área determinada en tierra que contiene al menos 25 individuos.
- Lobera Reproductiva o Parideros (LR): Agrupación de lobos fino en un área determinada en tierra donde ocurren eventos reproductivos con una natalidad

[1] Esta corrección no fue utilizada en los datos históricos ya que los conteos no se encuentran disgregados por sexo (macho o hembra) y, salvo 2004 y 2005, todo el resto de los años se reportó solo los números totales de adultos y cachorros.

en el lugar mayor a las 15 crías (Grandi et al, 2008).

- Lobera no reproductiva, de Paso o Paraderos (LP): Agrupación de lobos fino en un área determinada en tierra donde los nacimientos de cachorros son menores a 15 crías (Grandi et al, 2008).
- Lobera Antropogénica (LA): Agrupación de lobos en un área determinada conformada por instalaciones creadas por la intervención humana.

A las categorías descritas se agregó “Lobera Clave” según lo solicitado por la entidad técnica revisora en la reunión inicial (Anexo 2, Acta 2) la cual releva la representatividad e importancia de la colonia respecto al total de la isla:

- Lobera Clave (LC): Agrupación de lobos fino considerada esencial para la conservación de la especie en el territorio evaluado. Se consideran loberas clave aquellas loberas reproductivas que presentan al menos el 10% del total de cachorros del territorio global evaluado (en este caso, el 10% de los cachorros nacidos en la respectiva isla evaluada).

Con esta información se creó una base de datos que caracteriza individualmente cada lobera. Además, siguiendo la metodología propuesta por el proyecto FIPA N°2018-54, se confeccionaron fichas por lobera utilizando el mismo tipo de información usado en el FIPA N°2018-54 (Oliva et al, 2020), lo que permite una estandarización del formato de registro de loberas a nivel nacional independiente de la especie estudiada. La caracterización de datos históricos se realizó según lo descrito en la Tabla 2

Tabla 2. Caracterización de datos históricos obtenidos por lobera

Campos	Descripción
Clasificación de lobera	R, Reproductiva; P, Paradero; A, Antropogénica
Barra descriptiva	Nombre de la lobera, isla, sector y ubicación geográfica
Categorización geográfica	Característica de sustrato de la lobera
Dimensión	Área de la lobera y porcentaje de ocupación
Registro histórico	Estimación/conteo histórico
Fotografía digital	Representación visual de la lobera
Mapa	Macrozona donde se ubica la lobera
Comentario	Fauna y flora asociada a la lobera

8.2.4. Registro actual

Se analizaron los datos georeferenciados de las loberas existentes a la fecha entregados por CONAF en las reuniones iniciales (Anexo 3) los que fueron confirmados en terreno. Para esta confirmación, fue necesario revisar la costa completa de cada isla y así detectar posibles nuevas loberas existentes. Las áreas actuales ocupadas por los individuos se contrastaron con los puntos referenciales entregados por CONAF. En ocasiones, no era posible mantener el nombre referencial entregado por CONAF sobre ciertos sitios, ya que muchas de las loberas no presentaban una delimitación geográfica clara entre loberas y se presentaban como una gran área continua de individuos, impidiendo, desde el dato referencial entregado

por CONAF delimitar ciertas loberas. Por lo mismo, en aquellas ocasiones, se contabilizaron los individuos continuamente procurando tener los datos georreferenciados del inicio y comienzo de los conteos. Desde estos conteos y, tomando en cuenta las referencias geográficas entregadas por CONAF, se renombraron los sectores históricos por isla en función a los nombres otorgados a los sitios durante la caracterización del año 2021.

A esto, se sumaron los recorridos realizados en embarcaciones que cubrieron la totalidad de la superficie costera de las tres islas durante los meses de diciembre y enero. Utilizando binoculares y los conteos finales totales por lobera, se determinó qué loberas eran reproductivas, de paso o antropogénicas.

8.3. Objetivo Específico N°2

Determinar la población del lobo fino de Juan Fernández por lobera, a través de una cuantificación directa, efectuada durante los meses de máxima actividad reproductiva.

Las referencias técnicas iniciales de la licitación pública exigían que la estimación poblacional se realizara entre los meses de octubre a diciembre (de máxima actividad reproductiva). Sin embargo, los tiempos invertidos en los procesos administrativos desde la adjudicación de la licitación (celebración de contrato y liberación de fondos) no permitieron cumplir a cabalidad con este requerimiento. La firma de contrato por parte de FIPA fue concretada recién el 5 de octubre del 2021, ya dentro de la ventana temporal en la que se requería comenzar los conteos. Hacemos referencia a esto porque no fue posible que la estimación poblacional de las tres islas ocurriera durante las fechas solicitadas. El personal asociado al proyecto comenzó a trabajar durante agosto a pesar de no contar con la firma de contrato, pero entendiendo que era la única manera de poder llegar al archipiélago, al menos, durante diciembre. Sin embargo, las compras de materiales para los terrenos no podían realizarse previo a la celebración de contrato. Así, en un tiempo récord de un mes y medio, los materiales ya cotizados durante agosto y septiembre fueron adquiridos. A esto se suma que debido a la actual situación COVID se debía contemplar al menos dos semanas de cuarentena del equipo de terreno, cuarentena que se realizó en Viña del Mar y

continuó en el archipiélago. Esto limitó más aún el tiempo de coordinación logística con el cual contábamos. Por todo esto, es necesario destacar el compromiso del equipo con el proyecto, quienes trabajaron durante tres meses *ad honorem* y sin la certeza de que el contrato se firmaría.

Si se evalúan las metodologías históricas utilizadas de conteo de individuos en esta especie durante los últimos 60 años, no existe registro de que los conteos hayan sido estandarizados para obtener una abundancia relativa de la especie. En vez de esto, todas las estimaciones corresponden a conteos de individuos identificados en un área específica, es decir, una estimación absoluta de los individuos encontrados en un lugar determinado. Esto quiere decir, que los registros históricos no concretan correcciones asociadas, por ejemplo, a la hora en la que se efectuó el conteo, al mes en el que se efectúa el conteo, a la metodología utilizada para el conteo (marítima o conteo terrestre), etc. Tampoco reconocen que existe un importante número de hembras que se encuentran en sus viajes de alimentación (viajes de forrajeo) y que, con una alta probabilidad, la mayoría de los juveniles bajo la edad reproductiva no se encuentran en las islas y no retornan hasta recién alcanzada la edad de maduración sexual (~4 años). Tampoco contamos con los insumos científicos necesarios para realizar estas correcciones sobre los datos históricos ya que estos solo incluyen el número total de adultos y el número total de cachorros. Por lo mismo, si incorporáramos estas correcciones a nuestro conteo y luego analizáramos la dinámica poblacional con el número corregido (Objetivo 4), fallaríamos en un principio básico; la mantención de una metodología similar entre los datos históricos evaluados. Por esto, para que el conteo actual (2021) pueda analizarse junto a los datos histórico, este debe ser la abundancia absoluta. Por lo mismo, en el presente informe se presentan dos números diferentes para la estimación poblacional del año 2021. Por un lado, se presenta la estimación de abundancia absoluta (número de animales contados en terreno en el archipiélago) datos que son utilizado en el objetivo 4 para el cálculo de la dinámica poblacional, y por otro lado la abundancia relativa (número de animales derivados de ajustes correctivos y que incorporan supuestos para estimar la abundancia relativa completa de la especie) los cuales son utilizados como un ejercicio estimativo de la población real de LFJF.

8.3.1. Abundancia Absoluta

La heterogeneidad de las islas significó un importante desafío metodológico para el registro de los animales. Aunque fue posible llegar vía terrestre a algunas de las loberas más importantes, a muchas de ellas solo se tiene acceso vía marítima. Adicionalmente, muchas de las loberas no constituían un sector definido propiamente tal y corresponden a individuos distribuidos a lo largo de una franja costera rocosa caracterizada por rompientes y pronunciados acantilados. Esto impide, por ejemplo, vuelos seguros automatizados de las aeronaves para obtener imágenes con las que se generen ortomosaicos y, en ocasiones, impide incluso la utilización del dron completamente. Por todo esto, la única manera de abordar la totalidad del territorio habitado por la especie fue mediante una metodología mixta de registros que contempló conteos manuales, adquisición de videos utilizando los drones y ortomosaicos generados a partir de imágenes colectadas por los drones.

8.3.1.1. Registro Manual

Se contabilizaron los individuos con la ayuda de binoculares y contadores manuales. Tres investigadores realizaron recuentos triples de cada una de las categorías de clase y sexo para evaluar la variabilidad inter e intra investigador. Adicionalmente, se contabilizaron los individuos que no podían distinguirse entre hembra o Subadulto/Juvenil bajo la categoría “Indeterminado”. Originalmente, se estableció que el conteo final entre observadores no podía diferir en más del 5%. Esto con el objetivo de mantener la metodología de Osman (2007). Sin embargo, este porcentaje de error no era realista debido a la abundancia de animales existentes en la actualidad (los conteos de CONAF asumen hasta un 40% de diferencia entre observadores debido al mismo problema). Por lo mismo el error aceptado en los conteos entre observadores se modificó al 15%. Esta metodología solo fue utilizada cuando era estrictamente necesario contar manualmente ya que, tras testeos preliminares y reuniones de trabajo con CONAF, se determinó que era la metodología menos confiable si se toma en cuenta la complejidad geográfica de la costa, la distancia desde donde se realizan los conteos (generalmente desde embarcaciones) y la densidad actual de individuos. Existen ciertas áreas, en que, debido a la alta densidad de animales, no es posible realizar conteos manuales, o de hacerse, generarían datos

muy poco confiables. Este es el caso de “La Lobería” en isla Alejandro Selkirk, donde el error inter-observador en estimaciones utilizando esta metodología superaba el 50%.

La Tabla 3 presenta las variables completadas en terreno por cada observador durante los conteos manuales y su definición. En ocasiones, no se logró completar la totalidad de las columnas ya que, debido a la distancia desde los animales, era complejo distinguir diferencias en el sexo o diferencias entre rangos etarios lo que llevaba a registrar los animales como “adultos indeterminados”. Los números presentados en este reporte corresponden a los promedios entre los observadores.

Tabla 3. Variables registradas durante los conteos manuales en terreno de lobo fino de Juan Fernández

Variables	Definición
Isla	Nombre de la isla muestreada.
Fecha	Fecha del muestreo.
Playa	Lobera muestreada.
Sector	Si la lobera es grande se subdividía por sectores y se registraba el sector muestreado.
Visibilidad	Corresponde a un porcentaje aproximado de visibilidad
Nubosidad	Corresponde a un porcentaje aproximado de cobertura de nubes.
Viento	Corresponde a una referencia general de la intensidad del viento en el minuto de muestreo (alto medio o bajo).
Dirección del viento	Dirección del viento a partir de los puntos cardinales.
Orientación	Si el conteo se realizó de altura, a nivel o desde embarcación.
Tipo de lobera	Reproductiva o de paso.
Tiempo inicial	Tiempo en que se inicia el conteo.
Tiempo final	Tiempo en el que finaliza el conteo.
GPS inicial	Al abarcar grandes áreas se establecía el punto inicial de georeferencia desde donde se comenzaba el conteo.
GPS final	Al abarcar grandes áreas se establecía el punto final al de georeferencia desde donde se comenzaba el conteo.
Numero total Ad + Juv	Corresponde a la suma total de individuos adultos y subadultos independiente de su sexo.
Cachorros	Número total de cachorros.

Machos	Número total de machos territoriales (con hembras) y en aquellas zonas de paso Adultos no territoriales.
Hembras	Número total de hembras.
Juveniles/subadultos	Número total de juveniles/subadultos.
Adultos indeterminados	Número total de adultos no identificados por rango etario o sexo.
Animales en agua	Número total de animales en el agua.
Otras especies (OS)	Nombre de otras especies de mamíferos marinos presentes en las loberas.
OS cantidad	Cantidad de individuos de las OS identificadas en el punto anterior
OS estadío	Estadío de las OS identificadas en el punto anterior (cachorro, juvenil o adulto).
OS sexo	Sexo de las OS identificadas en el punto anterior (macho, hembra).
Enmalles	Número de animales enmallados o atrapados en cualquier tipo de aparataje de procedencia humana (anzuelos, redes, neumáticos, etc.).
Forma de conteo	Se define si el conteo se realizó con o sin uso de binoculares
Comentario	Sección para cualquier tipo de comentario adicional no registrado
Observador	Nombre del observador que realizó el conteo

8.3.1.2. Registro Marítimo

De igual manera, cuando fue posible, se contabilizaron los individuos que se encontraban en el agua al mismo tiempo que se registraban las loberas en tierra utilizando dos observadores sobre todo en aquellos muestreos que ocurrían más tarde que el mejor horario de conteo (AM). Estos números eran sumados a los totales en cada columna respectiva.

8.3.1.3. Registro aéreo

En la actualidad, la utilización de drones como herramienta de conteo es por lejos la mejor y más confiable herramienta para estimar la abundancia de una especie. Se utilizaron tres modelos de drones: Mavic Pro (MP), Phantom 4 (P4) y el adquirido por

este proyecto Phantom 4 pro V2 (P4V2). Los drones estaban equipados con diferentes cámaras y calidades fotográficas, especificaciones técnicas que pueden revisarse online para cada marca/modelo. El dron adquirido por el FIPA de mejor calidad correspondía al P4V2 para el que se adquirieron seis baterías con el objetivo de extender su tiempo de vuelo. Estas baterías también eran compatibles con uno de nuestros dos drones de respaldo (el P4). El MP contaba solo con dos baterías. Previo a su uso como herramienta para los conteos, fue necesario realizar pruebas sobre las colonias para estimar la reactividad de los animales al ruido emitido por los drones.

8.3.1.4. Pruebas reactivas de los animales a los drones

Hodgson & Koh (2016), señalan que diferentes poblaciones de vida silvestre pueden responder drásticamente a perturbaciones producidas por drones, principalmente por el mal uso de los aparatos, pero también por los niveles de ruido que estos emiten. Por esto, se realizaron pruebas conductuales de reacción de los lobos a los drones para determinar la reactividad a diferentes alturas de vuelo y con esto el impacto que pudiese tener esta metodología. En cada prueba, se seleccionó un grupo de animales en reposo sobre el cual se realizaría el ensayo. Inicialmente, el dron era elevado a 70 metros a más de 50 metros de distancia horizontal de la colonia en donde se llevaría a cabo el ensayo. Desde ahí, y a 70 metros de altura, el dron era conducido al grupo de animales seleccionado, posicionándolo a 50 metros sobre el grupo de animales escogido. Una vez posicionado, se registró a través de video la reactividad de los animales cada cinco metros a medida que el dron bajaba hasta llegar a los 5 metros sobre el grupo de animales evaluado. Un segundo investigador, registró además las reacciones de los animales utilizando binoculares las que luego fueron corroboradas con los videos. Se establecieron cuatro categorías conductuales de respuesta modificado en función a las pruebas de Palomino-González et al (2020) y Pomeroy et al (2015): “Sin Respuesta” (SR: los animales no reaccionan al sonido del dron), “Vigilante” (V: al menos dos o más animales mueven la cabeza, pero vuelven a su posición original de reposo), “Locomoción” (L: los animales no solo mueven la cabeza sino, al menos dos de ellos o más se levantan de su posición original) y “Estampida” (E: los animales corren al agua debido a la presencia del dron). La estampida solo fue inducida en loberas no reproductivas debido al riesgo que este tipo de eventos implica

para los cachorros y, por lo mismo, se excluyó de los análisis para evitar el uso de esas alturas en los individuos estudiados. Las pruebas se realizaron sobre agregaciones no reproductivas y reproductivas, probando los tres modelos de drones por separado con el objetivo de ver si (1) existían diferencias en el grado de reactividad de los animales en función al modelo utilizado (y sus diferencias en sonido) y (2) existían diferencias en función a la tipología de la lobera. Datos preliminares no encontraron diferencias en la reacción entre colonias reproductivas y no reproductivas por lo que las pruebas se evaluaron estadísticamente independiente del área (reproductiva o no). Al menos seis pruebas por modelo de dron fueron realizadas en diferentes loberas. El detalle de los análisis estadísticos y resultados de estas pruebas puede revisarse en el Anexo 4. Los resultados conservadores nos llevaron a determinar que la altura mínima de vuelo no debía ser inferior a los 25 metros sobre cada lobera. La decisión en terreno de la altura a la cual se realizaba el registro también dependía de la geografía de cada área (acantilados, colinas rocosas, etc.) por lo que la altura fue cambiando según el lugar que se muestreaba respetando nunca bajar del mínimo establecido por las pruebas preliminares. La mayoría de los vuelos automatizados para la generación de ortomosaicos (ver sección 8.3.1.5) fueron realizados entre los 50 y 70 metros de altura para poder cubrir una mayor área sin la necesidad de utilizar más baterías de las que se tenían. En el caso del registro de video, las alturas utilizadas fluctuaron entre los 25 y 50 metros.

Para las estimaciones de abundancia utilizando drones, dos metodologías fueron empleadas. el uso de una u otra, dependía de las características geográficas de donde se encontraba cada agregación de individuos y las limitaciones inherentes de cada lugar que, en ocasiones, impedían el uso de una u otra metodología.

8.3.1.5. Ortomosaicos

Un ortomosaico es una imagen fotográficamente ortorectificada y organizada como mosaico a partir de un conjunto de imágenes donde la distorsión geométrica ha sido corregida y un balance de color permite compilar múltiples registros en un mosaico continuo. Para construir un ortomosaico de un área específica, es necesario compilar un número importante de fotografías que, al superponerse, reflejen fielmente el área de estudio. En este caso, estas fotografías son compiladas automáticamente por el dron tras ser configurado para la toma de imágenes mediante una aplicación (app)

que se conecta con el comando de la nave. Se utilizó la app “Drone Deploy” (www.dronedeploy.com) para la configuración de vuelos automatizados. La app permitió realizar planificaciones de vuelo automatizadas trazando las rutas sobre el área a cubrir y especificando la altura y otros parámetros asociados a las fotografías (ejemplo de la configuración en la Figura 2). Una vez configurado el área, ruta y altura de vuelo, la aplicación estima, automáticamente, la cantidad de fotografías necesaria para cubrir el área total y, con esto, el número de baterías que se requieren. Posteriormente, las fotografías fueron superpuestas en un software de mapeo de áreas (ver sección procesamiento de imágenes). Originalmente, el plan era confeccionar ortomosaicos de todas las loberas del archipiélago. Sin embargo, la complejidad geográfica y otros factores explicados en la siguiente sección, solo permitieron utilizar esta herramienta sobre siete loberas. El resto de las loberas fueron registradas utilizando fotografías y/o videos desde vuelos de drones controlados manualmente.

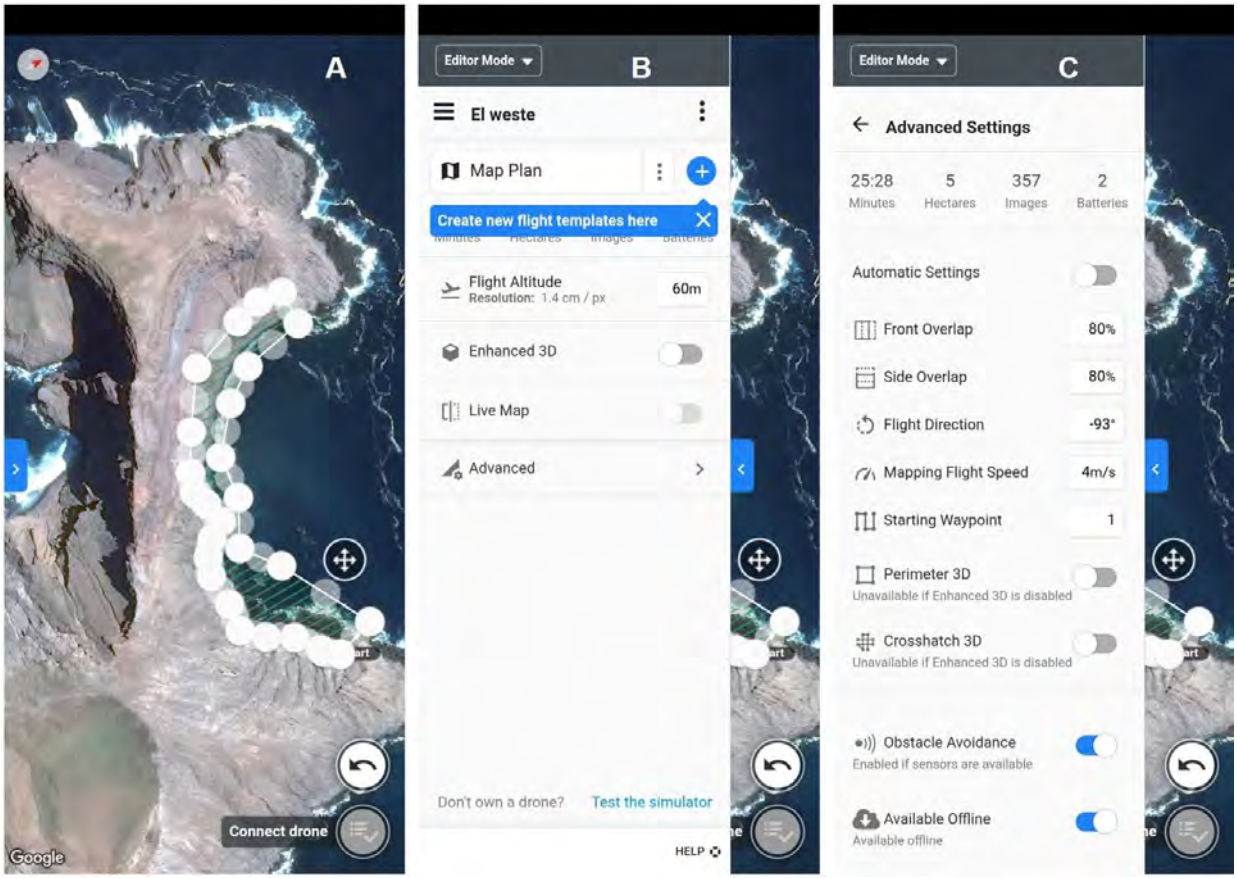


Figura 2. Ejemplo configuración aplicación Dron Deploy para la lobera “Weste”, Isla Santa Clara. (A) mapa sobre el cual se dibuja la ruta de vuelo del dron en el área a mapear. (B) especificaciones generales configurados para el mapeo, como la altura de vuelo. (C) Detalles de la configuración de vuelo y de los parámetros fotográficos requeridos para la posterior realización de ortomosaicos.

8.3.1.6. Registro visual fotográfico y de video

El registro fotográfico y de video para conteo de los animales, se realizó sobre todas aquellas agregaciones de individuos a lo largo de la costa donde no era posible realizar vuelos automatizados (agregaciones a los pies de acantilados, en zonas donde se arriesgaba la pérdida del dron o de la señal, y agregaciones en lugares inaccesibles de llegar a la orilla). En estas áreas, se realizaron barridos de sobrevuelos manuales (no automatizados) donde los pilotos se posicionaban en acantilados o desde embarcaciones para realizar los vuelos y registrar, principalmente videos de cada área. El uso de videos en vez de fotografías permitía un uso óptimo de las baterías de los drones y, por lo mismo, una cobertura mayor de las zonas a muestrear por unidad de esfuerzo considerando que el acceso a electricidad, en muchas ocasiones, era limitado (sobre todo al trabajar desde las embarcaciones) y que era necesario cubrir una lobera, ojalá, dentro de la misma ventana de tiempo.

Cabe destacar que algunas de las áreas tuvieron que cubrirse con metodologías mixtas para abordar la zona completa. Por ejemplo, la lobera de “El Tongo” (Figura 3) fue cubierta utilizando un ortomosaico (Figura 3A), sin embargo, las islas aledañas no pudieron ser incorporadas en el ortomosaico debido al riesgo de perder el dron. En esas islas, se obtuvo material visual fotográfico (Figura 3B). Además, muchos ejemplares se encontraban dentro de una quebrada donde no era posible volar los drones debido a la pérdida de señal producto del encajonamiento del lugar. En ese caso, aquel sector donde el acceso del dron no era viable, se contabilizaron los animales utilizando conteo manual. Por esto, la lobera “El Tongo” es un claro ejemplo del uso de las tres metodologías posibles para representar solo un área completa a cabalidad.

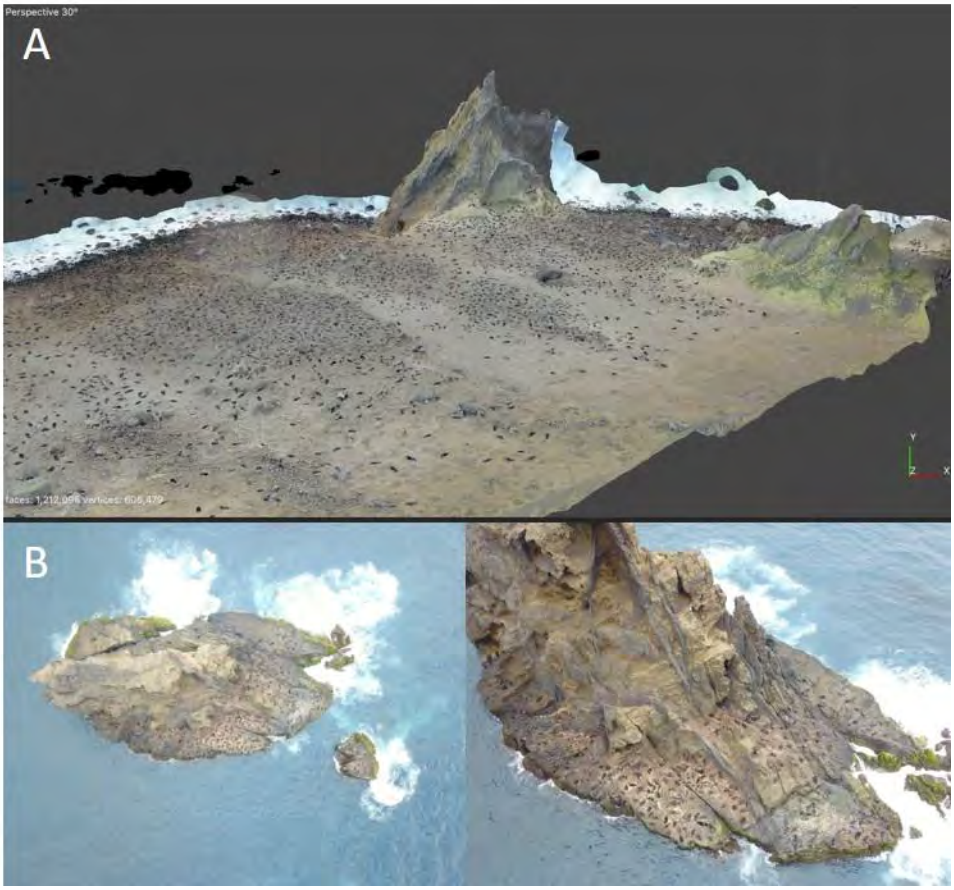


Figura 3. Área denominada "El Tongo". Isla Alejandro Selkirk. (A) Cara lateral del ortomosaico que muestra las rocas y pendientes del complejo terreno mapeado. (B) islote principal más poblado de aquellos encontrados alrededor del Tongo.

8.3.1.7. Nuevas metodologías, nuevas limitaciones

El registro visual aéreo y el uso de tecnología más sofisticada, también implica nuevos desafíos metodológicos en lugares remotos como la isla Selkirk. Durante las jornadas de terreno en Selkirk enfrentamos muchos problemas logísticos que nos forzaron a buscar soluciones durante el terreno. La problemática más grande, estuvo asociada con los softwares de las baterías de los drones, y los mapas disponibles de esta área. Al no contar con internet, era necesario realizar las planificaciones de vuelo mientras nos encontrábamos en el poblado. El problema radica en que "Google Earth", proveedor de los mapas base utilizados en las aplicaciones de planificación de vuelo, no cuenta con imágenes satelitales libres de nube para el sector de "La Lobería" coincidentemente el sector de mayor abundancia de ejemplares del archipiélago. Por esto, en los mapas, aparece una nube negra que imposibilita especificar el área por sobre la cual se desea realizar un sobrevuelo y el consecuente registro visual (Figura 4). Este fenómeno se repite en toda el área: desde "Porras" hasta comienzos de "El

Tongo". Adicionalmente, el dron adquirido con el financiamiento, para el cual se compraron todas las baterías, no funcionó durante nuestra estadía en la lobería debido a problemas de compatibilidad de software que solo podían ser corregidos utilizando internet. Teniendo solo 10 días para muestrear el área, realizamos los registros con los drones de respaldo. Esto significó que, la realización de ortomosaicos, que representa la única alternativa para contar los animales de este sector, se realizó utilizando el modelo Mavic pro el cual contaba solo con dos baterías, lo que redujo el tiempo de uso del dron, redujo el área que podía ser abarcada en cada sobrevuelo y aumentó la cantidad de veces (y tiempo) que se requería cargar las baterías usando un generador a gasolina de baja potencia.

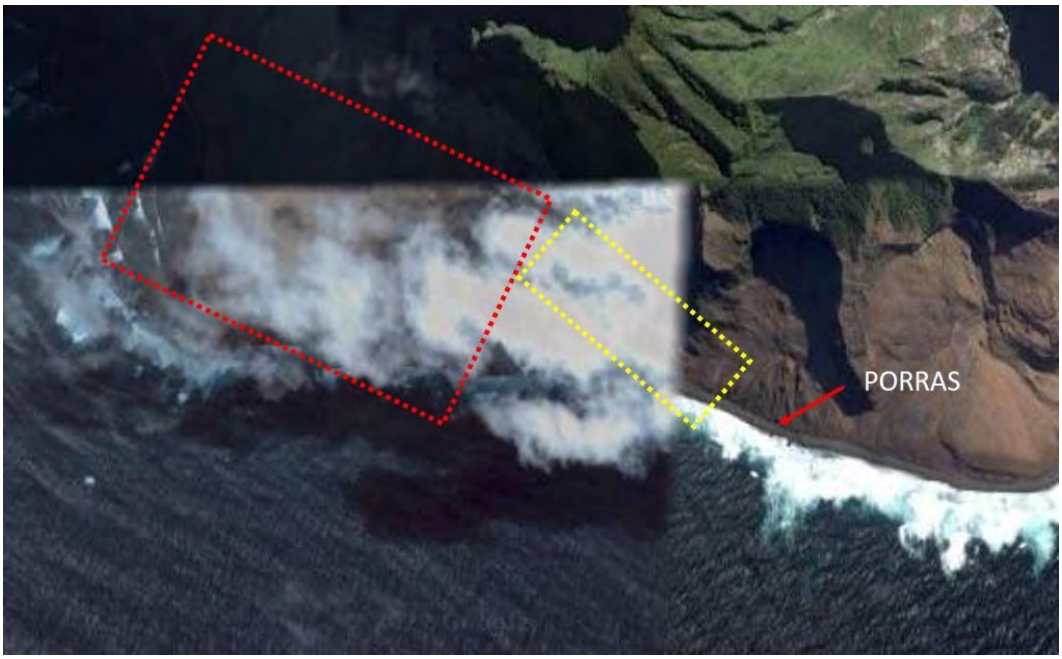


Figura 4. Mapa del sector "Lobería" en isla Alejandro Selkirk desde Google Earth. En el mapa se aprecia la nubosidad que impide la configuración de sobrevuelos desde el mapa sobre las loberas denominadas "Lobera" y "El Tongo" (cuadrado rojo) y "Lobería Sur" (cuadrado amarillo). La flecha roja indica el sector de "Porras", caracterizado por dos bolones gigantes que se ubican en la costa y donde a su vez, vuelve a adquirirse una imagen normal de mapa, pero de un área en donde la geografía del sector no permite mapear y los conteos necesariamente desde esa zona hacia la rada, debieron realizarse manualmente.

Es así como "La Lobería" completa tuvo que ser mapeada por secciones. La señal de GPS nos permitía posicionarnos en diferentes zonas de la figura sombreada para delimitar a ciegas el borde superior de los sectores a mapear y con esto, lograr realizar pruebas de mapeos sobre el área negra del mapa (Figura 5) hasta lograr cubrir las secciones completas. Cada prueba significaba valioso tiempo de las baterías, sobre

todo considerando que no se podía mapear de esta manera la orilla de playa sin irrumpir en la lobera, lo que no se hizo para evitar perturbaciones dentro de la colonia que pudiesen culminar en estampidas.

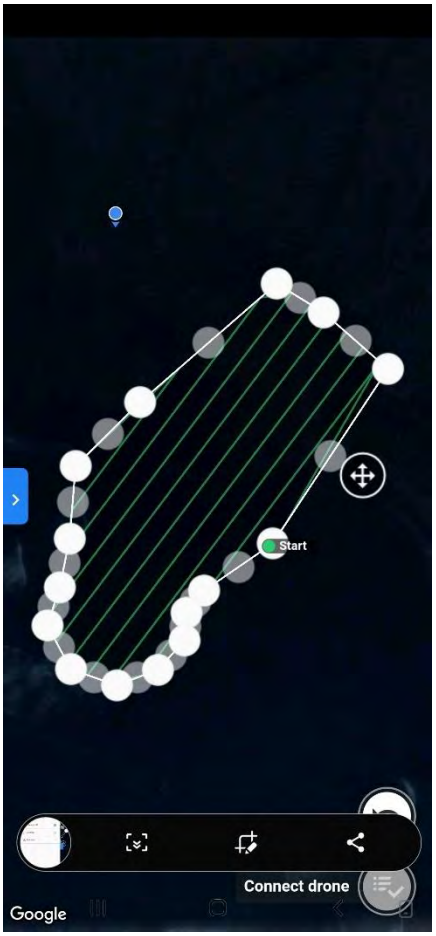


Figura 5. Ejemplo del sector "El Ovalo" de "La Lobería", Selkirk. El punto azul en la esquina superior izquierda, muestra nuestro posicionamiento en la zona oscura del mapa visualizado en la aplicación. A partir de nuestro movimiento, lográbamos realizar referencias en terreno para los sobrevuelos en los mapas.

8.3.1.8. Post-procesamiento de imágenes y conteo de individuos

<u>Ortomosaicos</u>

Para la confección de Ortomosaicos se adquirió la licencia del software Agisoft MetaShape 1.8.1 Professional Edition. Tras una serie de procesos sobre las imágenes, el software genera un ortomosaico con todas las fotografías adquiridas del área. Posteriormente, los ortomosaicos fueron seccionados en imágenes de 600x600 megapixeles. Debido a la dimensión de la lobera "La Lobería", en Selkirk (la lobera más grande del archipiélago) se registró en varios vuelos durante varios días de los

cuales se confeccionaron cinco ortomosaicos (seis incluyendo “El Tongo”). En estos ortomosaicos, se eliminaron manualmente las secciones del terreno que se superponían entre un ortomosaico y otro y luego se seccionó cada ortomosaico obtenido. Todas las imágenes obtenidas de la segmentación de cada ortomosaicos, fueron subidas a la plataforma de inteligencia artificial (www.deepomatic.com) donde se realizaron tanto los conteos automatizados como los manuales (ver sección “conteo de los individuos”).

Registro visual manual

Los videos adquiridos mediante vuelos no autónomos (i.e. piloteados con drones) fueron subdivididos cuadro por cuadro como imágenes, utilizando las funciones gratuitas de VLC media player. De todas las imágenes adquiridas, se escogieron todas aquellas que, sumadas, componían un sector completo (i.e. una lobera), secuenciándolas en concordancia con el video obtenido. Aquellas secciones dentro de una imagen que se duplicaban entre imágenes fueron eliminadas manualmente de al menos una de las imágenes para evitar duplicar el número de animales contados por sector. Las imágenes obtenidas fueron subidas a la plataforma de inteligencia artificial (www.Deepomatic.com) para su conteo posterior (ver siguiente sección).

Conteo de los individuos

Deepomatic es una empresa especializada en automatización de procesos relacionados a foto-reconocimiento (Computer Vision). La empresa trabaja con múltiples algoritmos de aprendizaje profundo que se entrenan a partir de la detección (ubicación de un objeto en una imagen) y posterior clasificación de los objetos detectado en cada imagen (cada objeto es denominado “concepto”). La herramienta utiliza un umbral espectral en conjunto a una búsqueda de agrupamientos por tamaño de los individuos para discriminar, desde la fotografía, donde se encuentran los conceptos, generando un polígono sobre cada animal para finalmente contar cuántos polígonos (individuos) de cada concepto existen en la fotografía. Para esto, previamente el algoritmo requiere de un entrenamiento de los conceptos el cual es realizado dibujando manualmente los polígonos y encerrando cada concepto sobre una submuestra de imágenes correspondiente al menos a un 20-30% del total de las imágenes incorporadas (dependiendo del total de imágenes que se obtienen y el número de conceptos contenido en cada imagen, en ocasiones, era necesario

entrenar mucho más que el 30-40% para lograr una precisión mínima predictiva, usualmente, se realizaba al menos sobre las 100 imágenes). Este entrenamiento se realizó en triplicado por tres observadores entrenados para el reconocimiento de los conceptos desde las fotografías.

Idealmente, el registro de imágenes debiese haber ocurrido a la misma altura de vuelo, misma inclinación y bajo las mismas condiciones de luz y viento para todos los vuelos. De esta manera se habría obtenido un registro similar independiente del área siendo registrada. Sin embargo, esto es imposible en muestreos como el realizado en el archipiélago por varias razones:

1. Las imágenes no son adquiridas simultáneamente en todas las loberas, por ende, no se tiene control sobre las condiciones de luz y viento de cada zona dentro de la limitada ventana de muestreo.
2. Aunque la gran mayoría de las veces las alturas de vuelo podían ser ajustada inicialmente, la geografía e irregularidad de los terrenos registrados hacía que las alturas de vuelo de todas maneras variaran entre sets de imágenes (y, en ocasiones, dentro de los sets).
3. A diferencia de los ortomosaicos, la mayoría de los registros con video mostraban a los animales de manera diagonal y el registro no se obtenía perpendicular al terreno cubierto. Esto debido a la cercanía de los animales a los acantilados lo que ponían en riesgo los sobrevuelos.

Por todos estos puntos, los sets de imágenes (denominados en esta sección proyectos) no podían ser tratados con un mismo algoritmo, ya que el entrenamiento del algoritmo debe ocurrir indicando reiterativamente uno o más conceptos dentro de todas las imágenes. En otras palabras, es sumamente importante mantener factores como el tamaño, forma o color de cada concepto relativamente constantes en el entrenamiento de conceptos para poder lograr un modelo apropiado que reconozca los conceptos entrenados y cuya precisión de clasificación y detección sea lo más cercana a 100%. Los conceptos (Machos, Hembras, Cachorros, indeterminados), fueron agregados a la plataforma y se les designó un color específico. Luego, cada animal fue categorizado bajo el concepto respectivo encasillándolo en el color que representa su concepto (Figura 6).

Así, se entrenaron múltiples algoritmos sobre los diversos terrenos cubiertos y set de datos obtenidos (denominados en esta sección como “proyectos”). En aquellos proyectos cuyos algoritmos automatizados de conteo no cumplían una precisión

mínima del 65% una vez entrenados, los conceptos fueron contados manualmente en la totalidad de las imágenes, categorizando cada concepto en cada imagen de cada proyecto y luego sumando el número total de individuos por concepto para cada proyecto (Figura 6). Todas las fotografías contadas manualmente mediante la plataforma entregan valores absolutos al ser todos los individuos de las fotografías identificados.

Figura 6. Ejemplo categorización de conceptos en la plataforma "Deepomatic". El panel izquierdo muestra los conceptos "female" (Hembra), "male" (Macho), "pups" (Cachorros) y "Unknown" (indeterminado). Durante el proceso de entrenamiento, cada individuo era encajonado en un polígono del color respectivo a su concepto.

El esquema de la Figura 7 representa el proceso de evaluación utilizado para decidir, en función a las características de cada proyecto (set de imágenes), cuantos conceptos (i.e. categorías de animal) eran distinguibles desde las imágenes. En la mayoría de los conteos históricos realizados por CONAF, se han distinguido solo dos conceptos: Adultos (sin importar su sexo o rango etario) y Cachorros. En el conteo realizado por nuestro FIPA, el uso de solo estos dos conceptos fue considerado como la aproximación "mínima" a lograr durante los conteos por proyecto de este año (Figura 7). A esto le seguía una aproximación "media" (donde se sumó el concepto "Machos") y la aproximación "ideal" (con los conceptos: machos, hembras, cachorros e indeterminados). El concepto "Indeterminados" en la aproximación ideal, representa mayoritariamente a los Machos subadultos/juveniles, sin embargo, en la aproximación media, particularmente en las loberas reproductivas en áreas fuera de donde habitan los machos territoriales, es muy difícil distinguir hembras adultas sin cachorros y subadultos/juveniles. En todos los proyectos se intentó llegar a la máxima resolución de reconocimiento de individuos posible (aproximación ideal) pero esto dependía netamente de la calidad de las imágenes obtenidas.

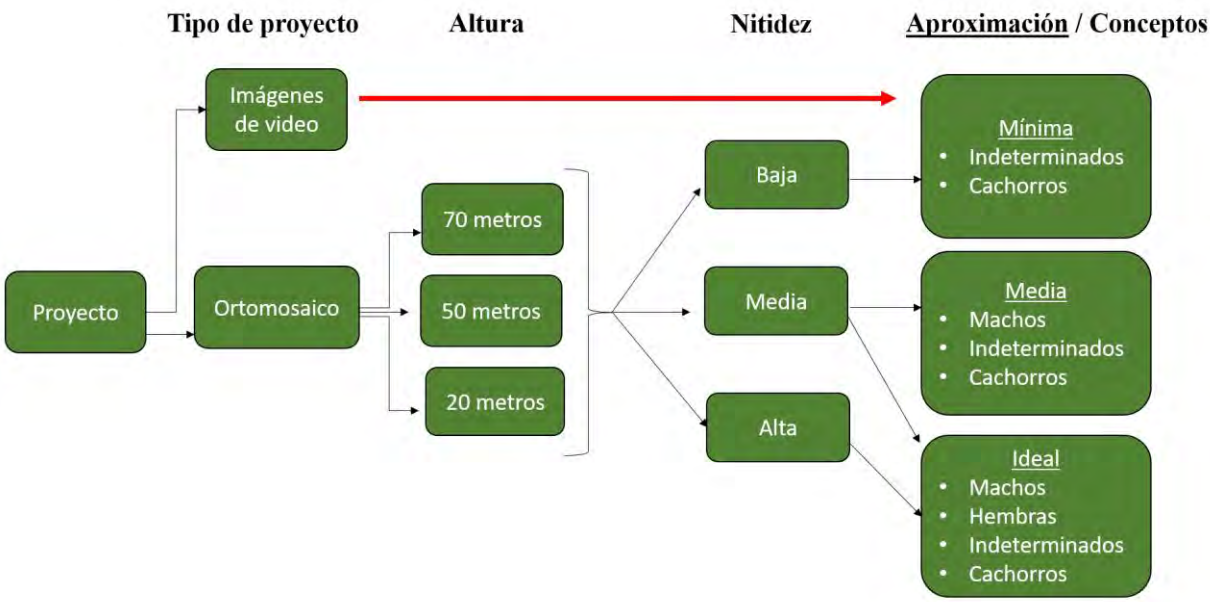


Figura 7. Esquema de toma de decisiones para determinar la cantidad de conceptos a incluir en conteos automatizados por cada proyecto. Las imágenes obtenidas de video que se evaluaron para conteo automatizado solo permitían una aproximación mínima (línea roja) debido a la diversidad de paisajes, irregularidad del terreno abarcado y orientación de las imágenes respecto a sus conceptos dentro del mismo proyecto. Los ortomosaicos realizados a 70 metros no permitían la calidad necesaria para aproximaciones media o ideal, pero estas de todas maneras eran evaluadas.

Para la elaboración de los modelos automatizados de conteo, inicialmente, se establecía la mayor cantidad de conceptos que podían ser reconocidos en las imágenes (aproximación ideal o media). Cuando la precisión predictiva del o los modelos era inferior al 50%, la aproximación era reducida y se volvía a evaluar (de aproximación ideal a media o de media a baja). El modelo final predictivo utilizado se escogía a partir de una precisión predictiva por concepto la cual debía superar el 65%. Esta precisión se calcula cuando el modelo es corrido sobre un set de datos con conceptos conocidos denominado set de "validación" (20% del total de imágenes entrenadas). La plataforma automáticamente evaluaba cuantos conceptos eran correctamente determinados desde el set de evaluación generando una puntuación de precisión para cada concepto y una precisión global para el modelo. Tras múltiples pruebas preliminares de diferentes modelos de fuente abierta, el modelo "Faster RCNN" para detección de objetos con modificaciones específicas al LFJF fue el que presentó mejores resultados. Detalles sobre el modelo pueden revisarse en el siguiente link: https://towardsdatascience.com/faster-r-cnn-for-object-detection-a-technical-summary-474c5b857b46.

La evaluación y validación predictiva de la plataforma entrega varios índices para determinar el rendimiento del modelo. De estos, se seleccionaron cuatro como criterio de evaluación del rendimiento del modelo: Precisión, Recall, F1 score y Precisión global.

- Precisión: Proporción de predicciones correctas positivas en la muestra (el set de evaluación).
- Recall: Proporción de anotaciones positivas correctamente predichas como positivas.
- F1 score: Media harmónico entre la precisión y el Recall.
- Precisión global del modelo: Precisión promedio de todos los conceptos juntos.

8.3.1.9. Validación conteos automatizados

Cada modelo utilizado en conteos automatizados, contempla una evaluación automática de la precisión del modelo a partir de un set de imágenes de validación que compara el rendimiento del modelo contra el set de datos entrenado por los

investigadores. Este cálculo, evalúa aquellos animales que fueron erróneamente etiquetados por el algoritmo (por ejemplo, machos etiquetados como hembras o viceversa) y entrega un valor de exactitud de la certeza al momento de etiquetar cada concepto. Sin embargo, no permite evaluar aquellos animales que no son etiquetado bajo ningún concepto por el algoritmo, los que quedarían sin ser reconocidos ni contabilizados llevando a una subestimación del total de animales. Para considerar estos animales, se realizó una estimación sobre 30 imágenes seleccionadas aleatoriamente de cada proyecto de conteo automatizado (loberia y el Tongo). Los investigadores calcularon el porcentaje de animales, por concepto, que no era etiquetado por el algoritmo en función al total de animales presente en cada fotografía por concepto (Figura 8). Así se calculó para cada concepto que no era etiquetado, el porcentaje promedio de animales no reconocidos y luego, este porcentaje fue sumado al conteo total final de cada concepto registrado por el algoritmo automático como factor de corrección del número total de individuos por concepto.

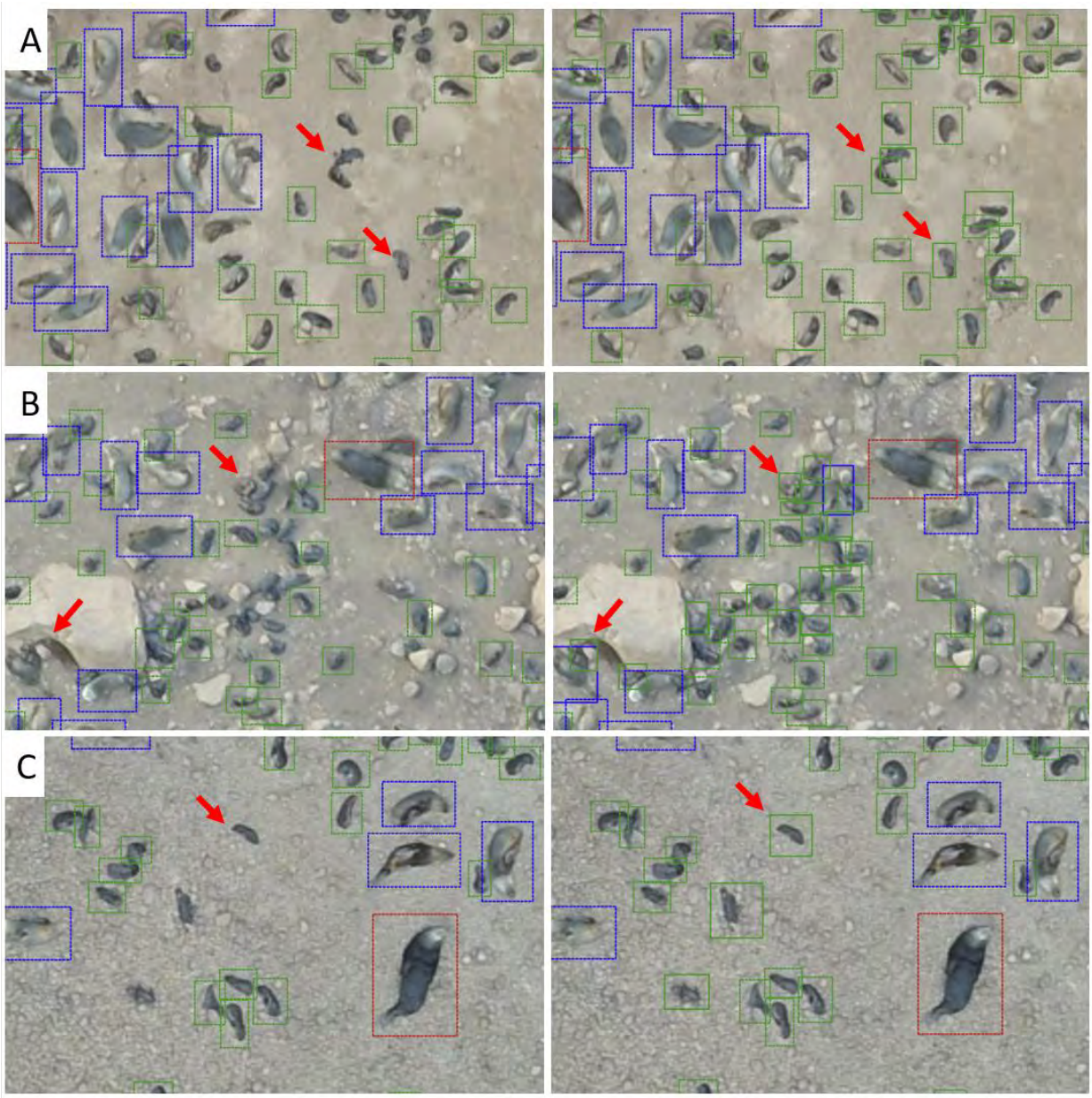


Figura 8. Ejemplos de tres fotografías de distintos sectores donde se evaluó el algoritmo predictivo para el cálculo de factor de corrección. (A) imágenes sector 3 "Ovalo". (B) sector 2 y (C) sector 4 según diagrama de la Figura 24. A la izquierda se muestran encerrados en cuadrantes de líneas discontinuas todos los animales identificados por el algoritmo predictivo. En estas fotos se puede observar aquellos que no son reconocidos por el algoritmo (ejemplos apuntados con las flechas rojas). A la derecha, además de los animales encerrados en líneas discontinuas reconocidos por el algoritmo, se pueden ver encerrados en cuadros de línea continua todos los animales que no habían sido reconocidos (ejemplos indicados con flechas rojas). Estos animales fueron sumados a los totales para cada concepto y calculado el porcentaje que representaban del total de cada imagen. Con esto se calculó el porcentaje no reconocido de animales en cada sector y de cada concepto para el posterior ajuste de las abundancias absolutas totales.

8.3.1.10. Factor de corrección para los conteos manuales en terreno

No existen trabajos como el de Sepúlveda et al (2012) para esta especie que permitan corregir los conteos manuales según la hora del día o el mes en el que el conteo se lleva a cabo (ver también, Quiñones et al, 2011). Por lo mismo la mayoría de los conteos se realizaron antes de las 11 am ya que, desde el mediodía y particularmente en los días soleados, gran parte de los animales retornaban al agua (Borras-Chavez pers obs, Osman, 2007). Los conteos se llevaron a cabo generalmente entre las 6 am y 10 am. Aquellos conteos realizados más tarde, contemplaron observadores que contaron los animales en el agua en el sector y el número fue sumado a los totales registrados finales. Además, se intentó llevar a cabo las estimaciones en el menor tiempo posible dentro de la temporada reproductiva (un mes y medio) y así reducir la incertidumbre en los conteos asociada a las diferencias numéricas probables entre meses. Respecto a correcciones según la metodología empleada en cada conteo, tampoco existen pruebas de este tipo realizadas con el LFJF como las sugeridas por Quiñones et al (2011).

8.3.2. Estimación Abundancia Relativa

Históricamente en esta especie, solo se han contabilizado los animales presentes en las loberas (abundancia absoluta) y no se han realizado estimaciones de abundancia relativa para la especie completa (es decir, que incluyan a los animales que no se encuentran presentes). Para realizar este tipo de estimaciones, es necesario contar con información ecológica y demográfica mínima que permita realizar supuestos sobre las cantidades de animales que no se encuentran presentes en un área (por ejemplo, hembras que se encuentran forrajeando, tablas de historia de vida, etc.). Estas variables son especie específicas. La ausencia de esta información para esta especie, no permite realizar estimaciones más cercanas al total real de ejemplares que pueden estar habitando el archipiélago. Aclarado este punto, Los análisis históricos del presente proyecto son ejecutados con la abundancia absoluta de la especie (de lo contrario la dinámica de la especie no estaría siendo apropiadamente evaluada) pero en esta sección se realiza, adicionalmente, un ejercicio que permite acercarse más a la estimación de abundancia real de la especie completa. Para esta sección los números encontrados por isla, fueron corregidos a partir de los siguientes

supuestos extraídos de la literatura para otras especies similares de lobo fino:

1.- Razón entre cachorros y hembras 1:1. Para incluir a las hembras que se encuentran realizando sus viajes de forrajeo, cada vez que el número de hembras fue menor al de cachorros contabilizados se igualó el número de hembras al de cachorros.

2.- Juveniles: Para incorporar los juveniles al conteo, es necesario contar con tablas de historia de vida con las que se calcula la probabilidad de sobrevivencia de los animales durante los primeros años de vida hasta que alcanzan la madurez sexual (aquí asumida como otras especies de lobo fino en 4 años) ya que todos estos animales tienden a estar ausentes durante este periodo cuando los sitios de alimentación no son cercanos a las áreas reproductivas. Alternativamente y para efecto del presente ejercicio, se usaron las tablas de vida de otra especie de lobo fino; el lobo fino antártico, *Arctocephalus gazella* (Goebel et al, 2006). Para esto, se asumió además una tasa de mortalidad de un 0.1 del total de cachorros nacidos (supuesto utilizado en otros otáridos sin información de mortalidad registrada, ver Oliva et al, 2020) proporción que fue sumada a los cachorros estimados para el cálculo de los juveniles que han sobrevivido los últimos cuatro años. Otro supuesto necesario aquí es que la producción de cachorros los cuatro años anteriores al 2021 es similar a la del 2021. La Tabla 4 muestra el ejercicio utilizando, en este caso, sobre el total del archipiélago y las probabilidades de sobrevivencia (S) para los cuatro años anteriores según Goebel et al (2006). Este ejercicio fue realizado para estimar el número de juveniles para cada isla por separado.

Tabla 4. Tabla de vida utilizada para calcular el número de juveniles que debiesen estar vivos para el 2021 y que no se encuentran en las loberas contabilizadas.

Año del censo:	**2021**	Fecha de los conteos		Fines de Diciembre-Ppios. Febrero	
Número de crías contadas:	71.148				
Tasa de mortalidad desde Nacimiento al Censo:	0.1				
Crías Nacidas:	78.263				
Estimados edad-específico de sobrevivencia obtenido del programa de marcaje y recaptura Lobo Fino Antártico (*Arctocephalus gazella*; Goebel et al, 2006)					
SURVIVAL PROBABILITIES		*x=yr0*			
S_x	1,0000				
S_{x+1}	0,3475				
S_{x+2}	0,7007				
S_{x+3}	0,7029				
S_{x+4}	0,7184				
	COHORTE				
EDAD	**2021**	**2020**	**2019**	**2018**	**2017**
0	78.263				
1		27.196			
2			19.056		
3				13.395	
4					9.623
Estimación total de juveniles no presentes pero vivos para el archipiélago en la temporada reproductiva 2021 (años 2021-2022):					**69.270**

3.- Razón 1:1 machos y hembras: Aunque existe suficiente evidencia de que la relación Macho:hembra tiende a variar en favor a los machos en algunas especies cuando las condiciones ambientales no son favorables (Bradshaw et al, 2003), en condiciones óptimas (alta disponibilidad de alimento, ausencia de fenómenos atmosféricos anómalos, etc.) se puede asumir que la tasa de machos y hembras tiende a ser 1:1 (Frank, 1990; Cockburn et al, 2002; Fisher, 1930). Adicionalmente, y debido a la distribución heterogénea territorial de los macho y hembras, este factor no puede ser aplicado por lobera, y se aplicó sobre el total de la isla, ya que en las zonas de alta abundancia de hembras y machos territoriales, encontramos una relación promedio de 1:7 o 1:9 de machos:hembras, pero todos los otros machos se

encuentran en territorios no reproductivos (de paso) donde no se encontraban hembras. Por lo tanto, este factor de corrección se aplicó al total de animales presentes por isla.

Con estas correcciones se calculó nuevamente el número total de animales por isla para obtener estimaciones más cercanas al total de la especie.

8.3.3. Prospección Satelital

Alternativamente, se evaluó la posibilidad futura de realizar conteos a partir de imágenes satelitales. Aunque existe evidencia sustancial en la literatura del uso de esta herramienta para estimaciones de abundancia de pinnípedos (i.e. Padubidri et al, 2021; Salberg, 2015), el costo de las imágenes satelitales y la incertidumbre asociada a cada especie y lugar nos llevó a proponer una prospección satelital y evaluar la viabilidad de uso de esta herramienta en el futuro. Esto tomando en cuenta el importante aumento del número de animales y el beneficio asociado al uso de esta herramienta estimando abundancia en zonas como Selkirk o las islas Desventuradas que presentan una alta complejidad logística para realizar estimaciones en terreno.

8.3.3.1. Búsqueda de imágenes alta resolución

Para la selección de la información disponible a nivel satelital, se exploraron los sensores Worldview 2 (WV2) y Worldview 3 (WV3) seleccionando la región visible e infrarroja del espectro (Tabla 5). Esta familia de satélites dispone de una resolución espacial comparable al vuelo de dron, presentando también información espectral que puede ser de uso complementario.

Tabla 5. Características generales WV2 y WV3 VISNIR

Rango espectral	Banda	Longitud de onda	Resolución espacial
Panchromatic Band (1)	450 - 800 nm		**WV2** Nadir: 0.46 m, 20º off-nadir: 0.52 m | **WV3** Nadir: 0.31 m, 20º off-nadir: 0.34 m
MS (Multispectral) Bands (8) in VNIR (Visible Near Infrared)	Coastal Blue	400 - 450 nm	**WV2** Nadir: 1.8 m, 2.4 m at 20º off-nadir | **WV3** Nadir: 1.24 m 20º off-nadir: 1.38 m
	Blue	450 - 510 nm	
	Green	510 - 580 nm	
	Yellow	585 - 625 nm	
	Red	630 - 690 nm	
	Red edge	705 - 745 nm	
	Near-IR1	770 - 895 nm	
	Near-IR2	860 - 1040 nm	
Resolución radiométrica	11 bits		

Fuente: https://earth.esa.int/eogateway/missions/worldview

La búsqueda de imágenes se realizó en la plataforma Image Hunter de Apollo Mapping (https://imagehunter.apollomapping.com/) considerando imágenes desde el 1 de Noviembre de 2021 hasta el 31 de marzo de 2022 como fechas próximas a los muestreos realizados en terreno durante esas fechas (Objetivo 2). Se empleó un área de interés de 27.8 Km^2 (la compra mínima es de 25 km^2), que cubre la zona suroeste de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara cubriendo un total de 16 Loberas entre ambas islas (Figura 9). Cabe aclarar que no se dispone de imágenes satelitales archivadas y estas presentan una cadencia temporal aproximada de nivel mensual y para el área considerando diferentes extensiones dependiendo de la fecha de captura (la cobertura espacial no siempre es la misma para todas las imágenes disponibles). La hora de captura de las escenas es coincidente para todas las escenas revisadas (~15.30 hrs. UTC, ~11.30 hrs Chile).

Se descartó la posibilidad de realizar una solicitud de imágenes bajo programación para las fechas de muestreo, debido al alto costo de este proceso y a la imposibilidad

de adquirir un área inferior a los 100 km^2. Además, la posibilidad de que las imágenes contaran con los requerimientos óptimos, ángulo < 20° y cobertura nubosa <10%, eran muy bajas de acuerdo con la evaluación realizada por los proveedores (Anexo 5). El Anexos 6 muestra ejemplos de los valores cotizados para los dos sensores submétricos más avanzados: WorldView 3[2] y Pléiades-NEO[3].

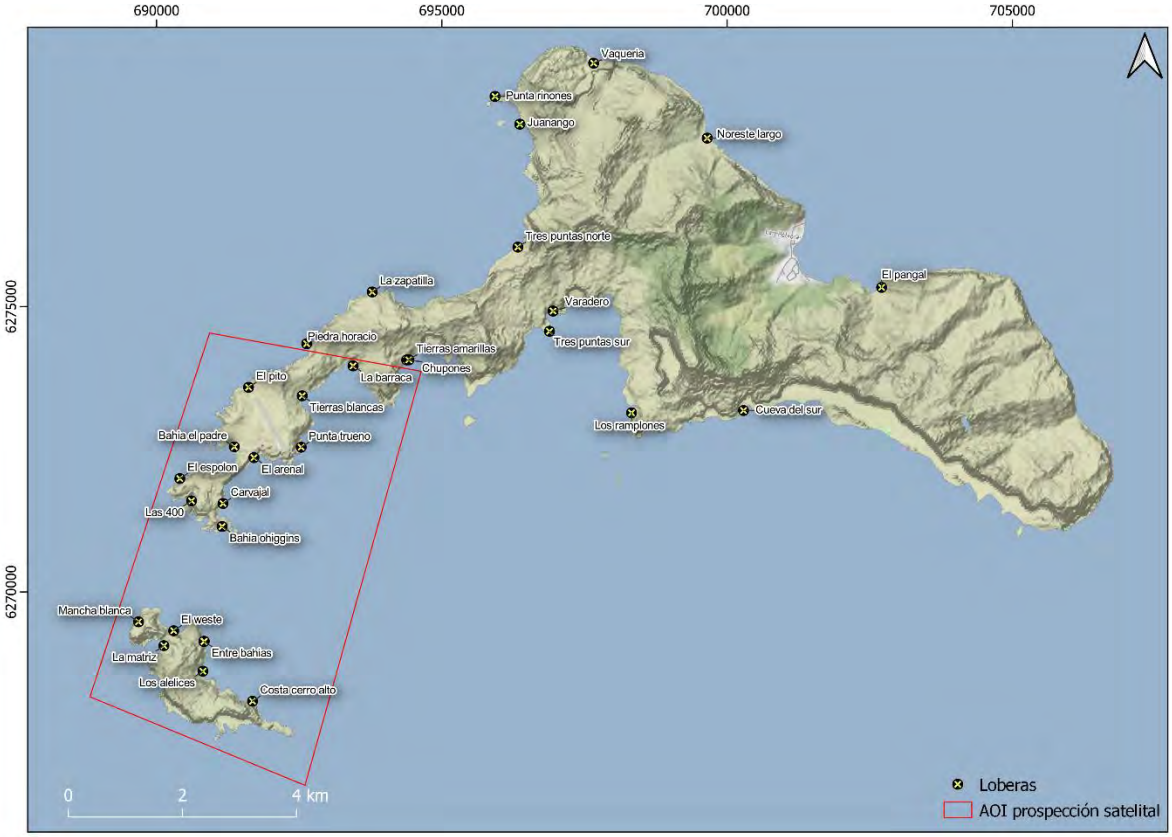


Figura 9 Loberas de isla Robinson Crusoe e isla Santa Clara con AOI seleccionada para prospección satelital imágenes WorldView

No se aplicaron filtros de porcentaje de nubosidad, para no hacer descartes preliminares dónde las nubes no cubran nuestra área de interés y poder realizar una revisión completa de cualquier imagen que permitiera una buena visualización en alguno de los sectores de interés. La

Tabla 6 muestra las potenciales imágenes identificadas:

[2] Máxima resolución espacial en el pancromático 30 cm
[3] Máxima resolución en el pancromático 30 cm.

Tabla 6 Imágenes WorldView disponibles para AOI seleccionado para prospección satelital.

Sensor	Fecha	Porcentaje de nubosidad	Nadir
WV3	3 de Noviembre de 2021	5%	10,2°
WV3	12 de Diciembre de 2021	23%	31,7°
WV2	9 de Marzo de 2022	28%	28°
WV2	28 de Marzo de 2022	0 %	26,3°

Luego de identificar las imágenes apropiadas, se seleccionó la imagen que cumpliera con los requisitos de: (1) no estar tan alejada en el tiempo de una jornada de muestreo en terreno, (2) cobertura nubosa adecuada para la mayoría de las playas disponibles en el AOI y (3) ángulo de nadir < 30° para poder realizar la corrección atmosférica de forma adecuada. Bajo estos criterios, se procedió a realizar la compra (Anexo 7) de la imagen WV2 del 28 de marzo de 2022 considerando el producto multiespectral (8 bandas) y el producto pancromático (1 banda). Ambos productos georreferenciados y ortorrectificados (Figura 10).

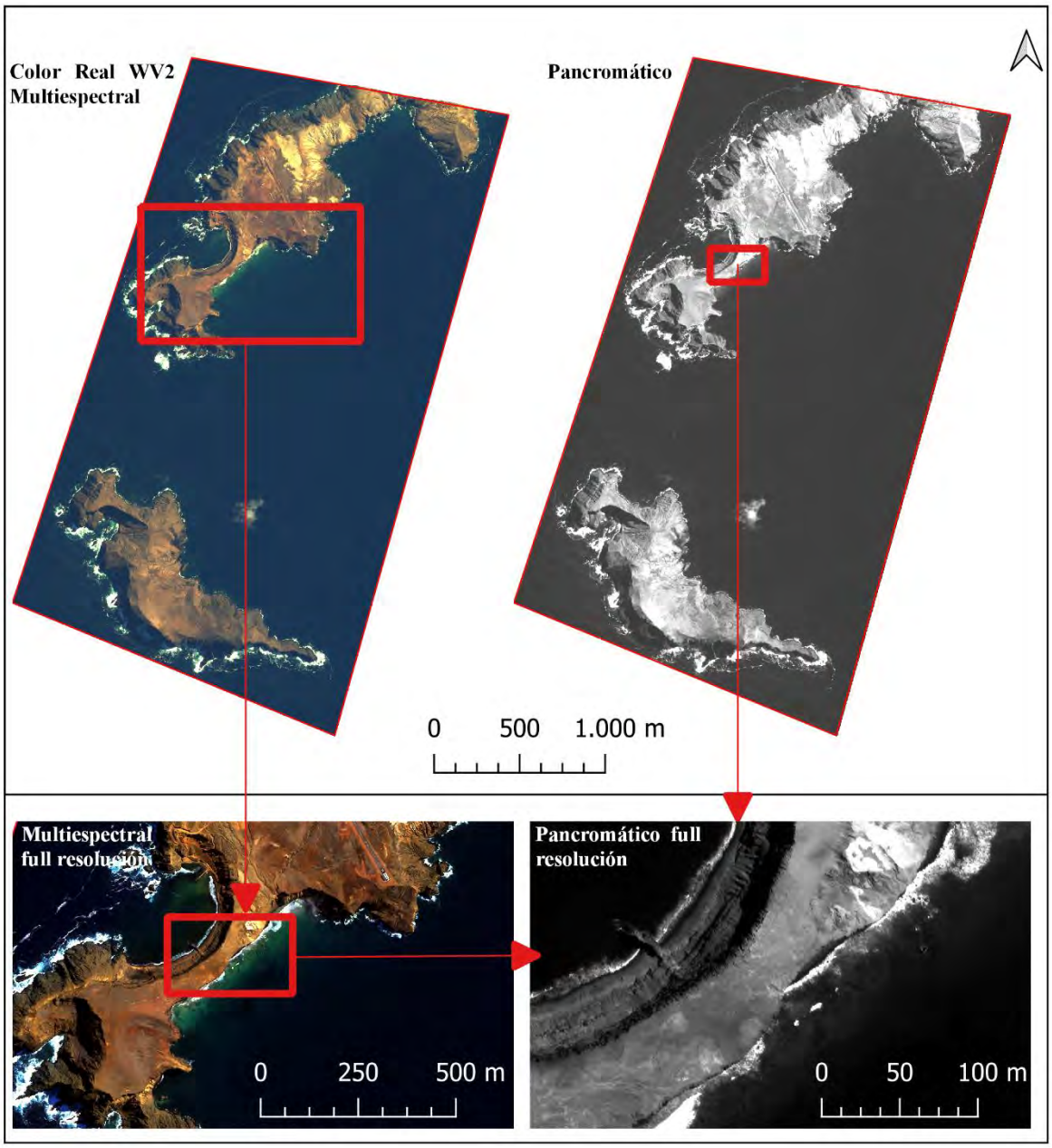


Figura 10 Imagen WV2 28-03-2022 Ortorrectificada multiespectral y pancromática. Panel inferior muestra ejemplos de cada producto a resolución nativa

8.3.3.2. Imágenes Alta resolución

Considerando la adquisición de una sola imagen, se realizó una inspección visual de las diferentes playas disponibles en la escena adquirida, considerando la resolución máxima del producto WV2 pancromático ortorrectificado. Se realizó un pansharpening de la información multiespectral empleando la imagen pancromática para disponer de más herramientas para la inspección visual.

Además, se hizo una comparación con tres ortomosaicos de dron para “Bahía del

Padre", "El Arenal" y "Los Alelices". Cada ortomosaico fue rectificado y ajustado al producto WV2 para poder evaluar consistentemente ambos productos.

8.3.3.3. Imágenes media resolución

Adicional a la búsqueda de imágenes de alta resolución, se realizó un ejercicio exploratorio a media resolución considerando el sensor de datos abiertos con mayor resolución espacial "Sentinel 2" (Tabla 7) de la Agencia Espacial Europea (ESA) disponibles desde 2015. Para este ejercicio exploratorio, se consideró la isla Alejandro Selkirk debido a la mayor disposición de terreno de plano de playa y una influencia menor de sombras y otros artefactos.

Tabla 7 Características generales Sentinel 2. Fuente: Sentinel user guide, https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi.

Rango espectral	Banda	Longitud de onda	Resolución espacial
MS (Multispectral) Bands (12)	Aerosol	430 - 450 nm	60 m
	Blue	450 - 520 nm	10 m
	Green	510 - 570 nm	10 m
	Red	650 - 680 nm	10 m
	Red Edge 1	690 - 710 nm	20 m
	Red Edge 2	730 - 740 nm	20 m
	Red Edge 3	770 - 790 nm	20 m
	NIR 1	780 - 900 nm	10 m
	NIR 2	850 - 870 nm	20 m
	Water Vapour	930 - 950 nm	60 m
	Cirrus	1360 - 1390 nm	60 m
	SWIR 1	1560 - 1650 nm	20 m

	SWIR 1	2100 - 2280 nm	20 m
Resolución radiométrica	12 bit		

La búsqueda de imágenes se realizó en la base de datos de Sentinel Open Acces Hub (https://scihub.copernicus.eu/dhus) considerando baja nubosidad principalmente en el sector Sur de la isla Alejandro Selkirk sin considerar filtros de porcentajes de nube en el catálogo. De forma complementaria, se incluyen en la Tabla 8 las imágenes disponibles para las islas Robinson Crusoe e isla Santa Clara, con el fin de estimar el número de datos óptimos disponibles para toda el área.

Tabla 8 Listado de imágenes Sentinel 2 disponibles para las islas Alejandro Selkirk, Robinson Crusoe y Santa Clara.

ID de imagen	Isla	Fecha de captura	Time (GMT+0)	Time (GMT-4)	Cobertura nubosa total (%)
L1C_T17HNC_A014737_20200101T153213	Alejandro Selkirk	01-01-2020	15:32:13.463	11:32:13.463	0,74
L1C_T17HNC_A024575_20200306T153214	Alejandro Selkirk	06-03-2020	15:32:14.457	11:32:14.457	25,00
L1C_T17HNC_A024032_20211012T153219	Alejandro Selkirk	12-10-2021	15:32:51.925	11:32:51.925	0,33
L1C_T17HNC_A025033_20211221T153212	Alejandro Selkirk	21-12-2021	15:32:12.455	11:32:12.455	0,01
L1C_T17HNC_A025176_20211231T153213	Alejandro Selkirk	31-12-2021	15:32:13.464	11:32:13.464	3,07

L1C_T17HNC_A014451_20191212T153212	Alejandro Selkirk	12-12-2019	15:32:12.460	11:32:12.460	1,80
L1C_T17HNC_A014594_20191222T153212	Alejandro Selkirk	22-12-2019	15:32:12.459	11:32:12.459	0,00
L1C_T17HPC_A014694_20191229T152212	Robinson Crusoe & Santa Clara	29-12-2019	15:22:12.458	11:22:12.458	0,59
L1C_T17HPC_A023674_20200103T152212	Robinson Crusoe & Santa Clara	03-01-2020	15:22:12.462	11:22:12.462	0,00
L1C_T17HPC_A024818_20200323T152214	Robinson Crusoe & Santa Clara	23-03-2020	15:22:14.461	11:22:14.461	0,34
L1C_T17HPC_A017840_20200805T152220	Robinson Crusoe & Santa Clara	05-08-2020	15:22:20.463	11:22:20.463	33,28
L1C_T17HPC_A027106_20200830T152222	Robinson Crusoe & Santa Clara	30-08-2020	15:22:22.458	11:22:22.458	32,43
L1C_T17HPC_A027392_20200919T152222	Robinson Crusoe & Santa Clara	19-09-2020	15:22:22.457	11:22:22.457	0,06

L1C_T17HPC_A019127_20201103T152220	Robinson Crusoe & Santa Clara	03-11-2020	15:22:20.458	11:22:20.458	0,62
L1C_T17HPC_A021558_20210422T152211	Robinson Crusoe & Santa Clara	22-04-2021	15:22:11.459	11:22:11.459	3,28
L1C_T17HPC_A033398_20211113T152219	Robinson Crusoe & Santa Clara	13-11-2021	15:22:19.456	11:22:19.456	1,01
L1C_T17HPC_A033827_20211213T152217	Robinson Crusoe & Santa Clara	13-12-2021	15:22:17.464	11:22:17.464	7,43
L1C_T17HPC_A034399_20220122T152217	Robinson Crusoe & Santa Clara	22-01-2022	15:22:17.458	11:22:17.458	11,84
L1C_T17HPC_A026420_20220328T152214	Robinson Crusoe & Santa Clara	28-03-2022	15:22:14.463	11:22:14.463	0,86
L1C_T17HPC_A026849_20220427T152210	Robinson Crusoe & Santa Clara	27-04-2022	15:22:10.464	11:22:10.464	4,94
L1C_T17HPC_A013979_20191109T152217	Robinson Crusoe & Santa Clara	09-11-2019	15:22:17.461	11:22:17.461	0,00

8.3.3.4. Extracción información espectral

Para evaluar la factibilidad de identificar alguna característica que permita detectar la presencia o ausencia de lobos dentro de los píxeles de Sentinel; se construyó un ortomosaico de prueba para el 23 de diciembre, 2021 sobre el extremo sur de la lobera "La Lobería" en una playa donde se aprecia la presencia de un evidente alto número de individuos y otras zonas sin presencia de individuos para la fecha de muestreo.

Para la extracción de información, se generó una grilla de pixeles de resolución Sentinel 2 de 10x10 m en dos áreas con presencia de lobos y dos sin presencia de lobos en el ortomosaico (Figura 11). Cada sector dispone de un total de 50 pixeles para la extracción de información. La selección de la imagen Sentinel 2 para el proceso de extracción, consideró una fecha donde posiblemente se pudiese encontrar presencia de lobos de acuerdo con las fechas históricas de mayor presencia de animales en la zona y que coincidiera, lo más cercano posible, con las imágenes disponibles. Bajo este criterio, se seleccionó la imagen del 22 de diciembre de 2019 (ID: **L1C_T17HNC_A014594_20191222T153212**).

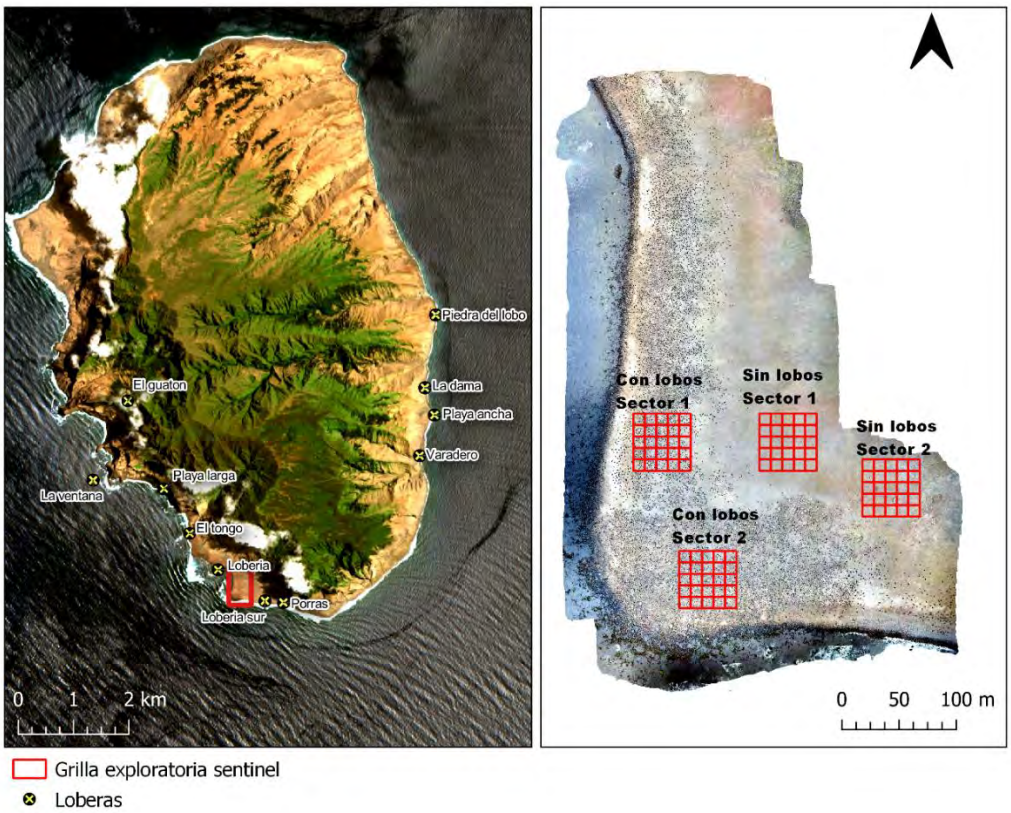


Figura 11 Mapa de la isla Alejandro Selkirk y ortomosaico Dron con grillado sentinel 2. La imagen izquierda muestra en rojo el área en la que se llevó a cabo el análisis exploratorio. A la derecha se muestra el ortomosaico y los sectores que fueron comparados (sector 1 y sector 2).

La extracción de información se realizó sobre las bandas visibles del ortomosaico (Niveles digitales) y para las bandas VIS-NIR de Sentinel 2 (reflectancia superficial).

8.4. Objetivo Específico N°3

Determinar la magnitud de interacción entre el lobo fino de Juan Fernández y las pesquerías artesanales, así como la percepción de los pescadores en el área de estudio.

8.4.1. Ajustes metodológicos

Para responder al objetivo 3 se estimó necesario realizar una aproximación mixta con metodologías cualitativas y cuantitativas empleando tres tipos de instrumentos: entrevistas semi-estructuradas y observación participante, ambas de tipo cualitativo y encuestas (escala actitudinal y cuestionario), de tipo cuantitativo.
Se realizaron ajustes a la metodología original descrita en la OT para adecuarla mejor al objeto de estudio -percepciones e interacción-. Los cambios consistieron en modificar la forma de administración de la encuesta e incorporar métodos de recolección de datos:

- **Eliminación del Ballot Box Method (encuestas)**

En la OT del presente proyecto lo propuesto específicamente para este objetivo establecía el uso del Ballot Box Method como método de recolección de información cuantitativa. Este método, en el que las y los encuestados responden a un cuestionario y lo insertan en una urna, ayuda a evitar el sesgo de respuesta falsa en aquellas ocasiones en que se indaga en torno a comportamiento sensible. Por la naturaleza de la información a recolectar, se creyó necesario usar este método ante el supuesto de que se estaban violando las regulaciones que protegen al LFJF. No obstante, en las primeras etapas del trabajo de campo, se pudo advertir que no era necesario orientar el instrumento hacia el comportamiento sensible dado que inmediatamente se observó una valoración positiva hacia la especie y que, de existir interacciones negativas entre el LFJF y la pesca artesanal, eran poco frecuentes. Con eso en cuenta, se optó por aplicar una encuesta administrada por un encuestador y

no un cuestionario autoadministrado.

- **Incorporación de observación participante**

La observación participante es un método de recolección de información social que permite "contemplar sistemática y detenidamente cómo se desarrolla la vida social" (Salinas & Cárdenas, 2009, p.434). En la observación, el investigador participa de la vida social, evitando ser quien dirige la interacción (como ocurre en una encuesta o en una entrevista) para así poder observar los fenómenos en su escenario natural (Salinas & Cárdenas, 2009; Sautu et al, 2005). Este método tuvo especial relevancia en la primera etapa del trabajo de campo y fue fundamental para la identificación de las variables y dimensiones que guiaron la construcción de la pauta de entrevista y de la encuesta. Lo observado en los participantes fue registrado en notas de campo.

- **Ampliación de la encuesta**

En la propuesta se describe una encuesta que siguiera el formato de una escala Likert. La escala Likert es un instrumento de recolección de información social de tipo cuantitativo que permite medir las actitudes de las y los entrevistados según su grado de acuerdo con un grupo de afirmaciones. Las opciones de respuesta están expresadas en un gradiente simétrico, es decir, contiene igual número de opciones de respuestas positivas y negativas. En general, cada afirmación forma parte de una serie de afirmaciones agrupadas cuyas respuestas (positivas o negativas) serán sumadas o promediadas, lo que permitirá aproximarnos a las opiniones y actitudes sobre una temática (Sautu et al, 2005). Este instrumento es adecuado para recoger las percepciones, no obstante, no parece adecuado para recoger información sobre la actividad pesquera y la interacción entre el LFJF y la pesca artesanal. Por eso, se elaboró adicionalmente un cuestionario. De esa manera, a todos los subgrupos de interés se les aplicó la escala Likert, pero sólo a los pescadores artesanales se les sumó una segunda parte de la encuesta, consistente en un cuestionario.

8.4.2. Diseño de los instrumentos de recolección de datos

El diseño de los principales instrumentos de recolección de datos -la encuesta y la pauta de entrevista- fue un proceso iterativo en que, cada etapa del proceso se repitió una o más veces. Muchos de los pasos dados en cada etapa del proceso

contribuyeron para el diseño tanto de la encuesta como de la entrevista. La pauta de entrevista como la encuesta comparten las mismas variables y dimensiones.

La flexibilidad del instrumento cualitativo posibilitó que la pauta de entrevista contenga, además, algunas preguntas que son operacionalización de algunas dimensiones a las que no se podía acceder por medio de un instrumento estandarizado como la encuesta. A continuación, se describen las etapas del proceso iterativo de diseño de los instrumentos utilizados.

- **Etapa 1. Noviembre-2021**

La construcción de la encuesta y de la pauta de entrevista comenzó identificando cinco grandes temas que motivaron una revisión bibliográfica bajo las siguientes palabras clave:

- Interacción entre mamíferos marinos y la pesca artesanal: “Marine mammals and small scale fishery”, “Sea lion and small scale fishery interaction”, “Fur seal and small scale fishery interaction” y “Pesca artesanal y Lobo Fino de Juan Fernández” (Peterson & Carothers, 2013).
- Conflicto entre comunidades humanas y fauna silvestre: “Human Wildlife conflict” (König et al, 2020).
- Pesca Artesanal en Juan Fernández: “Small scale fishery Juan Fernández”, “Lobster Fishery Juan Fernadez”.
- Percepciones: “Perceptions + Wildlife + Small scale fishery”, “Perceptions + fishermen + Sea lion”, “Perceptions + Conservation” (Gelcich & O'Keeffe, 2016; Bennet, 2016; Estévez et al, 2015; Shackleton et al, 2019; de Pinho et al, 2014; Klebl et al, 2021; Ballesteros & Rodríguez-Rodríguez, 2018).
- Metodologías para acceder a comportamiento sensible: “Ballot Box Method”, “Sensitive behavior in conservation”, “Survey human wildlife conflict” (Nuno & St. John, 2015; Arias et al, 2020; Davis et al, 2019).

Así, se identificaron las variables que debiese contener la encuesta y la entrevista (revisar Anexo 8). También se desarrollaron reuniones con el investigador Dr. Rodrigo Estévez, quien ya ha trabajado en investigaciones sobre la interacción entre pesca artesanal y otros mamíferos marinos. Con él se volvieron a revisar las variables. Las variables fueron desglosadas en dimensiones y éstas en indicadores que fueron incorporados en enunciados y preguntas.

Para responder a la complejidad del objetivo, se debía diseñar una encuesta que lograse operacionalizar los aspectos que reflejan las percepciones sobre la especie y la interacción de la especie con la pesca. Por eso, se tomó una decisión metodológica importante: la encuesta debía estar compuesta por una escala actitudinal y un cuestionario. Mientras la primera tiene por función recoger las percepciones de la comunidad en relación al LFJF y estaría dirigida a todos los subgrupos de interés, la segunda tendría por función caracterizar la pesca artesanal del archipiélago de Juan Fernández y la interacción entre el LFJF y la pesca artesanal y estaría dirigida a los pescadores artesanales. Así, se elaboró una primera versión de la encuesta.

- **Etapa 2. Fines de Noviembre 2021 – 5 de Diciembre 2021**

Al arribar en el archipiélago de Juan Fernández se dio inicio al trabajo de campo. La primera tarea consistió en participar de reuniones con actores locales relacionados con la pesca artesanal (Revisar Actas Anexo 2): con la Autoridad Pesquera (30/11/2021), con el Programa de Pesca artesanal del Municipio de Juan Fernández (10/12/2021) y con el presidente del Sindicato Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales (STIPA) de Robinson Crusoe (03/12/2021, Anexo 2). A esas reuniones se acudió con un set de preguntas que permitieron distinguir mejor las dimensiones de algunas variables.

Junto con ello, durante una semana se desarrolló un trabajo de observación participante, conversando con pescadores y con los distintos subgrupos de interés, al participar de la vida social de Robinson Crusoe (en negocios, bingos, actividades en la plaza, en el muelle y la caleta), lo que permitió:

- Identificar los artes de pesca utilizados, la estacionalidad de la pesca y las especies capturadas.
- Identificar con qué artes de pesca es más probable la interacción negativa entre el LFJF y la pesca. Junto con ello, se logró establecer que las interacciones más ampliamente descritas en la bibliografía ocurren con artes de pesca que no suelen usarse en Juan Fernández.
- Advertir el aprecio hacia el LFJF, el conocimiento que tienen las personas sobre su historia y sobre las amenazas que sufren.
- Reconocer la preocupación en torno al crecimiento de la población de LFJF.

Así, si bien, las variables definidas en un primer momento para la encuesta y la pauta de entrevista no se modificaron, sí debieron ser modificadas las dimensiones e indicadores que componen las variables Pesca, Interacción Operacional y Apreciación del LFJF.

El trabajo de observación participante y demás instancias del trabajo de campo permitieron diseñar un instrumento con preguntas pertinentes y adecuadas al contexto. Las modificaciones hechas a la encuesta fueron acordadas en reuniones de equipo, culminando en una segunda versión de la encuesta.

- **Etapa 3. 06/12/2021 - 09/12/2021**

Esta etapa consiste en la primera validación de la encuesta. Para ello, se aplicó la encuesta a tres personas. A medida que se aplicaba la encuesta, se identificaban los enunciados que resultaban confusos para las y los encuestados o bien, aquellas preguntas cuyas opciones de respuesta no eran pertinentes. Las y los encuestados fueron informados que estaban participando de un piloto por lo que, una vez aplicada la encuesta se les solicitó que señalen qué preguntas no resultaron claras.

Las observaciones hechas se tradujeron en modificaciones a la encuesta, las que fueron revisadas por el experto y el equipo en reuniones (06/12/2021 y 09/12/2021). Así nace una tercera versión de la encuesta.

Etapa 4. 10/12/2021 - 13/12/2021

Consiste en la segunda validación de la encuesta. Aquí la prueba piloto fue aplicada a un grupo de 5 personas. Las observaciones hechas a esta versión de la encuesta fueron menores y sólo tuvieron que ver con reducir la extensión de las oraciones o el reemplazo de términos (por ejemplo, las preguntas hacían mención al “lobo marino” y no al “lobo fino”, resultando poco pertinente). La revisión de la última versión y final se hizo ante una reunión de equipo.

La Tabla 9 describe las etapas consideradas en la construcción de la encuesta, cada una de las cuales resultó en una versión distinta de la encuesta y de la pauta de entrevista hasta lograr las versiones finales (Anexo 9 y 10).

Tabla 9. Etapas de la construcción de la encuesta de percepciones en torno al LFJF.

Período	Tareas	N° versión
01/11/2021 - 28/11/2021	Revisión de bibliografía Reuniones con experto y miembros del equipo para definir variables, dimensiones e indicadores	versión 1 encuesta
29/11/2021 - 05/12/2021	Reunión con actores locales: Trabajo de observación etnográfica Reuniones con miembros del equipo para revisar la encuesta	versión 2 encuesta
06/12/2021 - 09/12/2021	Validación de encuesta Reuniones con experto y miembros del equipo para revisar la encuesta	versión 3 encuesta
10/12/2021 - 13/12/2021	Validación encuesta Reuniones miembros del equipo para revisar la encuesta	versión 4 (y final) encuesta

8.4.3. Muestra

Encuestas y entrevistas fueron aplicadas en las dos islas habitadas del Archipiélago: Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk, en las localidades de Juan Bautista y Rada La Colonia, respectivamente. Es importante señalar que la isla Alejandro Selkirk cuenta con una población flotante que habita la isla durante, aproximadamente, ocho meses al año, mientras dura la temporada de langosta (*Jasus frontalis*). A pesar de contar

un número reducido de personas que acuden todos los años, la población que temporalmente habita la isla es muy voluble, ya que se trata de ayudantes de botes, familiares de los pescadores, etcétera, lo que dificulta conocer el peso de la población de Alejandro Selkirk en la población total de Juan Fernández.

8.4.3.1. Tipo y tamaño muestral - Encuesta

El universo de encuestados contempló a pescadores artesanales, guardaparques, operadores turísticos, representantes de organizaciones de la sociedad civil, representantes gubernamentales residentes en el territorio y público general. El muestreo fue de tipo probabilístico y la muestra estratificada. En una muestra estratificada la representación de cada grupo o estrato en la muestra debe ser proporcional al peso que éste tiene en la población general. La estratificación se hizo a partir de dos criterios: ocupación y sexo.

El criterio “ocupación” clasifica si se trata o no de pescadores artesanales, teniendo en cuenta que son el subgrupo de mayor interés y que, además, el número de esa subpoblación es conocida: 292 pescadores, según el Registro Pesquero Artesanal (en adelante, RPA) del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). Sobre este criterio se debe mencionar que, si bien SERNAPESCA registra 292 personas como pescadores artesanales para el archipiélago, no todas esas personas están hoy ocupadas en la pesca artesanal. Es decir, entre la nómina de socios de uno de los sindicatos de pescadores de Juan Fernández participan personas que cuentan con el RPA, pero no se dedican a la pesca artesanal. Lamentablemente, no se encontró registros sobre las personas realmente activas en la pesca (ni en SERNAPESCA, ni tampoco en el Programa de Pesca Artesanal del municipio de Juan Fernández). No obstante, el número de embarcaciones inscritas en la comuna permitió calcular un estimado sobre el número de personas que efectivamente se desempeñan en la pesca. Si existen 80 embarcaciones inscritas en los registros de SERNAPESCA y la tripulación de cada embarcación se compone de ≈2-3 pescadores, según datos recogidos en la encuesta aplicada, entonces, existen aproximadamente ~184 personas que actualmente se dedican a la pesca artesanal en el archipiélago. Para discernir entre aquellas personas que manifestaban ser pescadores pero que no se dedican actualmente a la pesca, se definió un criterio de selección. Así, para esta investigación, fueron considerados como pescadores sólo

aquellos quienes ejercieron la pesca artesanal al menos una vez en los últimos seis meses.

Es importante notar que esta investigación está especialmente dirigida a armadores o tripulantes, es decir, pescadores artesanales que desarrollan sus actividades en una embarcación artesanal, pero se incluye, en menor medida, a buzos apnea, una actividad que en el archipiélago de Juan Fernández se asocia, principalmente, a la captura de pulpo (*Octopus Crusoe* y *Octopus vulgaris*).

El criterio sexo se definió teniendo en cuenta que el subgrupo "pescadores artesanales" es un subgrupo mayoritariamente representado por hombres. La muestra completa se delimitó a partir de una población finita considerando el total de habitantes del archipiélago de Juan Fernández (N=1.060), con un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%. El tamaño de la muestra calculada fue de 282 individuos. De estos, 130 debían ser mujeres y 153 debían ser hombres, los que, a su vez, se componían de 79 pescadores y 74 no pescadores.

8.4.3.2. Tipo y tamaño muestral - Entrevista

Para las entrevistas se usó un muestreo de bola de nieve, que es un tipo de muestreo no probabilístico en el que un informante clave facilita el acceso al campo y a los entrevistados. Las y los entrevistados fueron seleccionados a partir de algunos atributos. En este caso, los atributos consistían en formar parte de alguno de los subgrupos de interés: pescadores artesanales, pescadores recreacionales, guardaparques, operadores turísticos, representantes de organizaciones de la sociedad civil, autoridades y representantes gubernamentales residentes en el territorio y público general.

Con la intención de sumar diversidad y riqueza a la muestra, se sumaron otras consideraciones para la selección de entrevistados:

- Pescadores: pescadores con un rol de representación entre los pescadores, pescadores sin un rol de representación, pescadores que participan de organizaciones de la sociedad civil.
- Autoridades: Autoridades y funcionarios públicos que, además, cuentan con una trayectoria de trabajo en torno a cuestiones medioambientales,

autoridades representantes de instituciones públicas de carácter nacional y autoridades representantes del gobierno municipal.

- Guardaparques: guardaparques con distinto grado de autoridad y con distinta antigüedad.
- Organizaciones de la sociedad civil: miembros de organizaciones dedicadas a distintas temáticas.

8.4.4. Recopilación de datos

Para la aplicación de las encuestas y entrevistas se procuró resguardar los aspectos éticos de la investigación social consistentes en:

• Garantizar que la participación de las personas sea voluntaria, pudiendo interrumpir la realización de la encuesta o entrevista en todo momento.

• Procurar que la participación de las personas sea informada, lo que supone informar de los objetivos de la investigación.

• Explicar los usos de los resultados de la investigación y el procedimiento (las entrevistas fueron grabadas).

• Garantizar el anonimato y la confidencialidad. Esto se tradujo en la firma de un consentimiento informado por parte de las y los participantes y la entrega de un compromiso de confidencialidad por parte de las y los investigadores (Anexo 11).

8.4.4.1. Administración de encuestas

La aplicación de las encuestas supuso ir en busca de las y los encuestados durante el terreno. Las encuestas fueron aplicadas por las y los investigadores y no autoadministradas, para así evitar el sesgo de autoselección. Para la aplicación de las encuestas se definieron cuatro mecanismos:

• Puerta a puerta: Se recorrió toda la localidad de Rada La Colonia (isla Alejandro Selkirk) y casi todo el poblado de Juan Bautista (isla Robinson Crusoe) solicitando, en cada domicilio, responder la encuesta. Este mecanismo fue usado para aplicar las encuestas dirigidas a la población en general, o sea, otros grupos de interés que no son los pescadores artesanales.

• Abordaje en sitios de alta concurrencia: El muelle, la biblioteca y el CGR (Consultorio General Rural) son lugares altamente concurridos. Se aplicaron encuestas en ambos establecimientos, previa autorización de las responsables de los dos últimos. Este mecanismo fue usado para aplicar las encuestas dirigidas a la población en general, o sea, otros grupos de interés que no son los pescadores artesanales.

• Citas: En reuniones del sindicato de pescadores, se solicitó a quienes querían responder la encuesta, que registren su nombre y número de contacto en un listado. Las personas fueron contactadas y se concertó una cita para aplicar la encuesta.
Este recurso se utilizó sólo al final del proceso para evitar el sesgo de la autoselección. Casi la totalidad de las personas registradas ya habían respondido la encuesta cuando fueron abordadas en el muelle (ver siguiente punto).

• Abordaje en muelle y caleta: Se abordó a los pescadores que estaban en el muelle, ya sea, a quienes volvían de jornadas de pesca o bien, a quienes estaban trabajando en tareas afines, como arreglar embarcaciones o preparar los aparejos de pesca. Esto supuso extensas jornadas ajustadas a los horarios de los pescadores.
En el caso de Rada La Colonia, en el período que va desde el 16/12/2021 al 31/12/2021, fueron encuestados 25 pescadores de un total de 29 pescadores que se encontraban en Rada la Colonia para ese entonces. Sólo cuatro pescadores no accedieron a responder. En Juan Bautista fueron encuestados 63 pescadores. Se cree haber encuestado a todos los pescadores que acudieron al muelle entre los días 03/01/2022 al 21/01/2022 y que, a la vez, accedieron a ser encuestados. Incluso, en el caso de Juan Bautista, en la última etapa del trabajo, resultaba difícil encontrar en los alrededores de las embarcaciones a personas que no hayan sido encuestadas con anterioridad. Si, además, se considera que las personas encuestadas coincidían con el listado de 30 pescadores voluntarios anotados para responder la encuesta (ver punto anterior), se refuerza nuestro supuesto de que la mayor parte de los pescadores activos fueron encuestados, lo que nos permite confiar en la representatividad de nuestros datos tanto en Juan Bautista como en Rada la Colonia.

Para aplicar la encuesta, se estableció un conducto que cuida que la participación sea de carácter voluntaria e informada, consistente en:
• Acercarse a la persona, explicar los objetivos del proyecto e invitar a participar

voluntariamente.

• Solicitar la firma de un consentimiento informado, invitando a la persona a leer el documento antes de firmarlo.

• Entregar un compromiso de confidencialidad firmado por las y los investigadores.

Para el caso de las entrevistas una vez que se identifica a quién entrevistar, se concreta una cita, procurando que la persona cuente con tiempo y que la encuesta se realice en un lugar donde se sienta cómoda. Al momento de hacer la entrevista, se sigue un conducto parecido al de las encuestas:

• Se vuelven a explicar los objetivos del proyecto.

• Se solicita la firma de un consentimiento informado, invitando a la persona a leer el documento antes de firmarlo.

• Se entrega un compromiso de confidencialidad firmado por la investigadora.

• Se vuelve a solicitar autorización verbal a la persona para grabar, reforzando que tanto la grabación como la entrevista pueden ser interrumpidas en cualquier momento que la persona estime necesario.

8.4.5. Análisis de datos socio-ecológicos

Los datos recogidos mediante la observación participante sólo fueron usados para la elaboración de los instrumentos de recolección de datos, tanto de las encuestas como de las entrevistas.

Las entrevistas fueron transcritas. El texto de las entrevistas fue sometido a análisis de contenido. El análisis de contenido supone un esfuerzo por reducir la complejidad de un texto mediante la identificación de categorías principales (Vieytes, 2004). (Un resumen informativo de las entrevistas por subgrupo de interés se encuentran disponibles en Anexo 12).

En el caso de las encuestas, se estandarizó la base de datos. Se calcularon estadísticos descriptivos e inferenciales. Particularmente, se aplicó la prueba de chi cuadrado, acompañado por un análisis post hoc, consistente en el test V de Cramer para analizar la intensidad de la asociación y el análisis de residuos ajustados para analizar la dirección de asociación (al observar la diferencia entre los valores observados y los esperados). El análisis de los residuos estandarizados permite identificar qué categoría de qué variable es la que presenta mayor diferencia entre la

frecuencia esperada (o predicha) y la frecuencia realmente observada. Así se podrá advertir, por ejemplo, si es que son los pescadores que están en desacuerdo con la afirmación o quienes influyen principalmente en las diferencias significativas.

También, en base a la propuesta teórica de Oyanedel et al (2021) y de Bennet (2016) se construyeron indicadores que permitieron el análisis agrupado de las afirmaciones contenidas en la escala mediante estadísticas descriptivas para lograr medir las actitudes hacia el LFJF (Tabla 10). El concepto de actitudes reúne tanto las percepciones en torno al lobo como las motivaciones hacia el cumplimiento de la norma.

Oyanedel et al (2021) ofrece un marco analítico para comprender las motivaciones que afectan en el cumplimiento de la regulación de la pesca, tales como la dimensión social. Bennet (2016), por su parte, da cuenta de las dimensiones que construyen la percepción de las personas, stakeholders y comunidades en torno a las medidas de conservación y su predisposición a conservar.

Para la construcción del indicador se siguieron los siguientes pasos:

- Las variables categóricas de la escala fueron convertidas a variables continuas. Dado que las opciones de respuesta de la escala Likert ofrecían un gradiente del acuerdo a las afirmaciones en tres niveles que pasaban desde una actitud negativa -En desacuerdo-, a una neutra -Ni acuerdo ni desacuerdo-, hasta llegar a una positiva -de acuerdo-, sus valores se convirtieron a -1, 0 y 1, respectivamente.

- Se agruparon dos a tres afirmaciones correspondientes a cada dimensión: Apreciación de la especie, Norma social, Probabilidad de sanción, Legitimidad de la regulación, Motivaciones económicas, Reconocimiento del rol ecosistémico de la especie y Conflicto Vida cotidiana.

- Se procuró que, valores cercanos a 1, representaran actitudes positivas hacia el LFJF y, valores cercanos a -1, actitudes negativas. Con eso en cuenta, se invirtió el sentido de algunas afirmaciones para lograr respetar ese criterio. Por cada encuesta se obtuvo un promedio de las respuestas a las dos o tres afirmaciones que contiene cada indicador.

- Todos los valores ya promediados por dimensión fueron luego promediados para obtener un promedio que representa la actitud general de las y los encuestados hacia el LFJF.

Tabla 10. Percepciones y motivaciones para el cumplimiento de la norma según marco teórico (Adaptación de Oyanedel et al, 2021 y Bennett et al, 2016).

Indicador	Descripción
Apreciación de la especie	Las características de la especie inciden sobre la predisposición de las personas hacia su conservación. Es mayor la predisposición a conservar especies consideradas bellas o inteligentes (de Pinho et al, 2014; Klebl et al, 2014; Batavia et al, 2020)
Norma social	Las normas sociales y personales funcionan como motivaciones para el cumplimiento de la norma. Es decir, los valores de una persona, las reglas morales del colectivo o la percepción del comportamiento de otros (Oyanedel et al, 2021; Bergseth & Roscher, 2018; Thomas et al, 2016; Ballesteros & Rodríguez-Rodríguez, 2018)
Probabilidad de sanción	La probabilidad percibida de ser sancionado al incumplir la norma, ya sea, el costo personal legal o bien, las sanciones impuestas por los mercados (King & Sutinen, 2010; Oyanedel et al, 2021)
Legitimidad de la regulación	La legitimidad de la norma y de las instituciones que regulan, es decir, si son percibidas como justas y adecuadas (Thomas, Milfont y Gavin, 2016; Oyanedel et al, 2021; Collins et al, 2020)
Motivaciones económicas	Los impactos económicos que tiene la conservación de la especie, ya sea por competencia de recursos u otro mecanismo va a impactar en la predisposición hacia su conservación (Bennett, 2016)
Rol ecosistémico de la especie	La evaluación que hacen las personas sobre el rol ecológico de la especie y el entendimiento que tienen del ecosistema influye sobre la predisposición a conservar (Bennett, 2016)
Conflicto vida cotidiana	Las tensiones en la vida cotidiana asociadas a la interacción con la especie (Bennett, 2016)

8.4.6. Dieta

Adicional a los objetivos del proyecto presentes en la OT, se exploró la dieta actual del LFJF. Las pocas publicaciones existentes de dieta en la especie establecen que los recursos pesqueros extraídos en la zona no son parte importante de la dieta de estos animales (Acuña & Francis 1995; Francis et al, 1998; Osman, 2007). Sin embargo, las caracterizaciones de dieta existentes son de hace más de 25 años, cuando la población de lobo no había crecido a los números actuales. Con esto, se puede evaluar si existe hoy algún cambio en la dieta de los animales hacia una dieta más ricas en especies residentes de las aguas de las islas y que tengan valor comercial. Para esto, se colectaron fecas desde las que cualitativamente se describieron especies de presa que son parte de la dieta a partir del reconocimiento especie-específico de otolitos de peces y otras estructuras sólidas en las fecas del animal.

8.4.6.1. Colecta de muestras y preparación

Las fecas fueron colectadas bajo autorización de la pesca de investigación (R. Ex. N° E-2021-672) en el borde de las loberas reproductivas mediante una búsqueda activa en terreno. En loberas no reproductivas, la colecta se realizó entre las 13:00 y 16:00 horas cuando la mayoría de los animales se encontraba en el agua. Para su posterior análisis, las fecas fueron disueltas en agua lentamente y filtradas pasando por tres tamices consecutivos de 2 mm, 1 mm y 0.5 mm, con el fin de retener y conservar las estructuras sólidas encontradas (Figura 12). Todos los otolitos encontrados fueron almacenados y llevados al laboratorio de Esclerocronología de la Universidad Católica de Valparaíso donde se llevó a cabo el trabajo de identificación.

Figura 12. Análisis de fecas de Lobo Fino de Juan Fernández. La foto superior muestra los tamices utilizados por donde se filtraban las fecas utilizando agua. La foto inferior muestra algunos picos de calamar y otolitos de peces encontrados durante el proceso.

Respecto a otros tejidos, muestras de animales muertos fueron solo obtenidas cuando estos se encontraban en el borde o fuera de la colonia. Según el estado de descomposición, se colectaron dos tipos de muestra: Dientes y Bigotes.

Se extrajeron caninos y poscaninos completos de cada individuo usando herramientas odontológicas. Los bigotes fueron extraídos solo de aquellos animales que habían muerto, según su estado de descomposición, durante la temporada 2021. Todas estas muestras de tejido se analizarán para profundizar en la dieta históricas de la especie. Sin embargo, el análisis de estas últimas muestras no se incluye en el presente informe al no ser parte de los objetivos (ver Sección 7).

8.4.6.2. Identificación de Otolitos

Todos los otolitos colectados fueron colocados sobre placas Petri separadas que contenían una solución de alcohol al 95%. Los restos biológicos e impurezas se limpiaron de las muestras. Todos los otolitos colectados se fotografiaron por ambas caras sobre un fondo negro con una cámara de alta resolución montada en una lupa LEICA EZ4A y procesadas utilizando el software de análisis de imágenes LEICA LAS. El aumento sobre cada imagen es indicado y una medida de referencia es entregada para cada una de las fotografías. Posteriormente, los otolitos fueron almacenados en tubos eppendorf, e ingresados a una base de datos.

Las fotografías permitieron resaltar e identificar los principales rasgos morfológicos, para posteriormente ser comparados e identificados a través del análisis morfológico tomando como referencia el catálogo virtual Análisi de FORmes d' Otólits (Shape Analysis of Fish of Otoliths; Lombarte et al, 2006). Las especies o grupos taxonómicos identificados fueron contrarrestados con literatura científica que confirmara su presencia, al menos, en costas sudamericanas, revisando las listas de Sielfeld et al (2004), Landaeta et al (2004), Acuña & Francis (1995) y Reyes & Hüne (2015).

Para determinar el grado de erosión presente en cada otolito siguió la metodología empleada por el program Antarctic Marine Living Resources (AMLR) del National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) con peces, mayoritariamente mictófidos, del océano austral (www.noaa.gov) utilizando una escala de 1 al 5, donde 1 indica que el otolito no está erosionado, y 5 indica que está muy erosionado no permitiendo su identificación.

Descripción del otolito saggita

Las características principales del otolito sagita se tomaron de Volpedo et al (1999) siguiendo el esquema de la Figura 13:

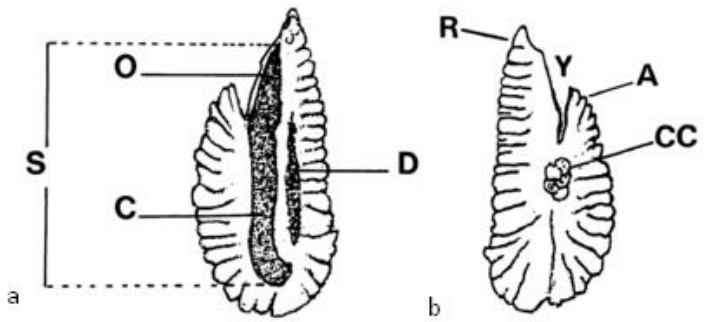


Figura 13. Características de una sagitta izquierda. A: cara interna, b: cara externa. A: antirostro, C: cauda, CC: concreciones calcáreas, D: depresión arenal, O: ostium, R: rostro, S: sulcus, Y: cisura. (Catalogo y claves de otolitos parra la identificación de peces del mar argentino).

8.5. Objetivo Específico N°4

Evaluar la situación poblacional del lobo fino de Juan Fernández y su proyección en el tiempo, e identificar las brechas de conocimiento para el manejo y conservación de la especie, así como el diseño de un plan de trabajo y monitoreo futuro.

8.5.1. Datos históricos de abundancia poblacional

Los datos de abundancia poblacional utilizados en esta sección, corresponden a los datos estandarizados bajo el objetivo 1. En el caso del año 2021, se utilizaron los datos de abundancia absoluta, es decir conteo de animales en las loberas según el objetivo 2 y no la abundancia relativa probable de la especie (sección 8.3.2.). Esto debido a que históricamente, nunca se han realizado estimaciones de abundancia relativa de la especie completa y, para entender la dinámica poblacional, se debe mantener la metodología de conteo lo más cercano posible a la metodología empleada histórica o, de ser posible, ajustar los números históricos a partir de supuestos basados en indicadores demográficos que, en esta especie, no se encuentran disponibles. Se tomaron en consideración todos los registros históricos entre 1968 y 2021. La estandarización de los datos históricos y metodología de estimación, se describen en las secciones 8.2.1 y 8.2.2). Además de los gráficos presentados en el presente reporte, se creó una herramienta que permite realizar un análisis exploratorio visual dinámico de los datos y que, a su vez, funciona como insumo de los datos generados por el FIPA N°2021-19. La confección de esta herramienta se detalla a continuación.

8.5.1.1. Desarrollo de visualizador: R + shiny package

El visualizador de los conteos históricos y actuales y resultados principales del proyecto se realizó utilizando la plataforma RStudio y la librería Shiny (Chang et al, 2021, https://shiny.rstudio.com/), que permite la conexión directa con R y RStudio, para generar aplicaciones web interactivas mediante programación reactiva. Al ser una aplicación que trabaja directamente en ambiente de programación en R, permite el

trabajo con todos los formatos disponibles (matrices, vectores, rasters, data frames, etc.) y hacer uso de todas las potencialidades de los diferentes paquetes disponibles y sus resultados de salida.

Implementación versión 0.0.1.

La versión 0.0.1 del visualizador contempla el uso de resultados históricos de censos anteriores para las islas Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk considerando el número total de adultos, cachorros y el total de individuos para los años con información. Estos datos se presentan a nivel de lobera y a nivel de isla contemplando dos visualizaciones base: (1) representación espacial por playas e islas y (2) despliegue de series de tiempo. Además, permite explorar los datos de la estimación realizada el 2021.

La plataforma está montada de forma permanente en la cuenta de shinyapps (https://www.shinyapps.io/) del Laboratorio de Geo-Información y Percepción Remota de la PUCV, que dispone de soporte y capacidad suficiente para soportar un número elevado de usuarios (link entregado en el siguiente párrafo).

Test y marcha blanca

El visualizador tuvo un proceso de marcha blanca interno que permita evaluar el comportamiento de este, considerando los aspectos funcionales del despliegue de información espacial y temporal, además de evaluar la incorporación de información a otras secciones del visualizador.

8.5.1.2. Dinámica Poblacional

La evaluación de la dinámica poblacional del lobo fino de Juan Fernández y su proyección en el tiempo se realizó a través de gráficos de visualización y modelamiento matemático de los datos de abundancia.

Los gráficos de visualización permitieron explorar la tendencia del tamaño poblacional (N) en el tiempo, mientras que los modelos matemáticos dan cuenta de cuáles son los procesos subyacentes al cambio en el tamaño poblacional. Para esto es necesario calcular la tasa de cambio poblacional per cápita (R). Esta variable también se explora visualmente en función del tamaño poblacional (N).

La escala espacial utilizada para realizar los gráficos de visualización fue “Archipiélago”, “Isla” y “Lobera”, siendo esta última filtrada por aquellas loberas que, al 2021, fueron categorizadas como “claves” (Tabla 14).

Lamentablemente, la escala espacial “Archipiélago”, es decir, el total de animales en el archipiélago completo no pudo ser utilizada para los análisis de los modelos poblacionales ya que solo se cuenta con 10 censos completos (i.e. las tres islas durante el mismo año). En otras palabras, la cantidad de conteos que existen para el archipiélago completo es muy baja para poder analizar su dinámica y menos, para generar predicciones. Es por este motivo que, los modelamientos de dinámica poblacional únicamente se realizaron para cada Isla. Sin embargo, se muestran los datos existentes a nivel de archipiélago independiente que su análisis no pudo ser llevado a cabo. El tamaño poblacional se definió como el total de la población considerando adultos, juveniles/subadultos, cachorros e indeterminados.

8.5.1.3. Tasa de Crecimiento

La tasa de crecimiento describe los cambios demográficos del tamaño de la población en términos reproductivos, de nacimientos y muertes. Es un método que permite aproximar de manera cuantitativa la adecuación biológica (fitness) de la población, es decir, el estándar de vida relativo (Berryman, 1999). Se calcula como:

R = LN(Nt / Nt-1) **eq** *(1)*

donde R es la tasa de cambio per cápita de la población, Nt es el tamaño poblacional en el tiempo t, presente, Nt-1 es el tamaño poblacional en el tiempo anterior y LN es el logaritmo natural.

Función-R

Se calculó la tasa de crecimiento (R) a partir de los datos de abundancia poblacional y se graficó en función de N, para cada Isla. Esta relación entre la tasa de crecimiento y la densidad (N) se denomina función-R o función de reproducción. Describe los procesos estructurales que regulan la dinámica poblacional. Cuando R tiene una

relación directa con N, la función-R dará cuenta de una pendiente positiva. En el caso opuesto, cuando la relación entre R y N es inversa, la función-R describe un proceso de retroalimentación negativa. El incremento en la densidad poblacional causa que la tasa de cambio decline y eso genera decrecimiento poblacional.

Además, la función-R presenta dos interceptos, uno corta el eje-y y otro corta el eje-x. El primero muestra la tasa de cambio per cápita máxima (R_{max}) posible para un determinado ambiente. La segunda, es un punto de equilibrio, la capacidad de carga del sistema (k). Es el valor del tamaño poblacional (N) en el cual la tasa de cambio (R) es igual a cero. Entonces si R = 0, N = k. Cuando la población se encuentra por debajo de k, R > 0 y crece, mientras cuando se sobrepasa el valor de k, es cuando las muertes superan a los nacimientos y R < 0 y decrece.

8.5.1.4. Modelos matemáticos de dinámica poblacional

Los modelos matemáticos que reflejan a cada uno de los principios de dinámica poblacional se muestran en las siguientes ecuaciones:

Modelo Exponencial

R = LN(Nt / Nt-1)1/t **eq** *(2)*

Modelo de Competencia

$$R = R_{max} * [1 - (N / k)] \quad \textbf{eq } (3)$$

Modelo de Cooperación

$$R = R_{max} * [1 - (A / N)] \quad \textbf{eq } (4)$$

donde R es la tasa de cambio per cápita, R_{max} es la tasa de crecimiento per cápita máxima de la población, N es el tamaño poblacional en el tiempo t, k es la capacidad de carga del sistema, A es la relación entre H (barreras o defensas que existen para acceder a un nuevo recurso) y k (dificultad o esfuerzo per cápita que imponen dichas barreras o defensas del recurso).

Se debe considerar que cada uno de los modelos refleja una hipótesis biológica con su

propio mecanismo explicativo.

Para establecer cuál de los tres modelos se ajustaba mejor a los datos, se realizó una selección de modelo a partir del criterio de Akaike (AIC) tomando en cuenta la bondad de ajuste del modelo a través del cálculo de un pseudo-R^2. El criterio de AIC es una medida de la calidad relativa de un modelo estadístico para un conjunto de datos dados. Se calcula teniendo en cuenta el balance entre la bondad de ajuste del modelo y la cantidad de parámetros que utiliza (i.e. una media de la complejidad). En este sentido, aquel modelo que presente un menor valor de AIC es el que entrega una menor explicación en relación a los datos observados (Burnham & Anderson, 2002). Se calculó el AIC para cada uno de los modelos matemáticos por Isla. Por otra parte, el estadístico pseudo-R^2 se obtuvo a partir de la correlación elevada al cuadrado entre los valores predichos del modelo seleccionado con los valores de la tasa de crecimiento para cada una de las Islas.

Para cada modelo seleccionado, se tabularon los valores de R_{max} y k y se graficaron los valores observados de R en función de N junto con los valores predichos por el modelo. Para todos estos cálculos, análisis y gráficos se utilizó el programa estadístico R (R Core Team, 2022)

La evaluación de los modelos matemáticos se realizó a través de la comparación visual de los valores predichos sobre los observados, utilizando el modelo seleccionado por AIC para cada una de las Islas. Los valores predichos se obtienen a partir de los modelos elegidos. Así, se graficaron los valores observados de la tasa de crecimiento en función de N para cada Isla junto con los valores predichos por el modelo matemático seleccionado.

8.5.2. Cálculo de la remoción biológica Potencial (PBR)

La Remoción Biológica Potencial (Potential biological removal o PBR) se refiere al máximo número de animales, sin incluir mortalidad natural, que podrían ser removidos del total de una población, permitiendo que el stock de la población alcance o mantenga su población sustentable óptima (MMPA, 1972). Este número se calculó a partir de tres parámetros (Wade, 1998): (1) Nmin: el vigésimo percentil de la distribución log normal de la estimación más reciente (en este caso derivado de los conteos totales e históricos

obtenidos por este reporte y utilizando la ecuación 4 de Wade, 1998), (2) 0,5xR_{max} la mitad de la tasa máxima teórica de crecimiento intrínseco de la población (cuyo valor conservador definido para pinnípedos es de R_{max}=0,12) y (3) un factor de recuperación (FR) el cual toma valores entre 0,1 y 1,0 asociado a factores intrínsecos a la especie y al stock presente. A especies en peligro de extinción se les asigna un valor de 0,1 (Wade & Angliss, 1997). Sin embargo, en el caso del LFJF, este valor es 1 considerando que su estado actual en la IUCN es de baja preocupación (no posee amenazas) Así el cálculo de la remoción biológica máxima tolerada se obtiene a partir de:

PBR: Nmin * 0.5Rmax * FR

Se calculó el PBR sobre el stock completo representativo de Juan Fernández y a su vez, separado para cada macrozona interna (Islas Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk). Donde Nmin se modifica para cada cálculo. De todas maneras, se presenta un cálculo del PBR con los R_{max} calculado para la especie según la sección 8.5.1.3. y con diferentes valores de Nmin calculados a partir de los dos coeficientes de variación (CV) propuestos por Wade, (1998) que determinan dos escenarios conservadores en función a la precisión de las estimaciones de abundancia (CV= 0,2 o 0,8).

8.5.1. identificar las brechas de conocimiento

Se realizó una revisión sistemática de la información existente en la literatura científica, técnica y gris del lobo fino de Juan Fernández. La búsqueda de información científica, se llevó a cabo en la Web of Sciences (WOS) desde 1900 a la fecha utilizando los siguientes conceptos de búsqueda: “Lobo Fino de Juan Fernández” “Juan Fernández Fur Seal”, “*Arctocephalus philippii*”, “Arctophoca philippii”. Adicionalmente, utilizando el buscador Google Scholar se buscaron todos los trabajos existentes como literatura gris del lobo fino de juan Fernández con los mismos criterios de búsqueda y la misma ventana temporal. Los tópicos científicos cubiertos por los trabajos encontrados, se describen cualitativamente incluyendo las brechas de conocimiento existentes en áreas asociadas a los objetivos del presente reporte y enfocándose principalmente en aquellos campos que permitieran mejorar aspectos básicos ecológicos y demográficos de la especie, sus monitoreos futuros y futuros planes de conservación.

8.5.2. Propuesta de mejoras monitoreos futuros

A partir del análisis de: 1.- las metodologías actualmente utilizadas por CONAF para la realización de censos anuales y 2.- una evaluación de la complejidad logística de las metodologías empleadas en este proyecto con cada isla como caso de estudio, se realizó una propuesta de mejora a las técnicas actuales de conteo realizadas por CONAF que permite acercarse a los números reales de lobos presentes en las costas del archipiélago. Esta evaluación y recomendación contempla las ya discutidas diferencias existentes entre isla que impiden el uso transversal de una sola metodología para todo el archipiélago.

Para la estimación del estado de la población y las futuras estimaciones, se construyó un paquete de análisis de datos utilizando R Studio (Paquete “JFFS”) exclusivo para el análisis histórico y actual de datos compilados en estimaciones de abundancia del lobo fino de Juan Fernández y su futuro seguimiento. El paquete incluye todos los códigos necesarios para evaluar nuevos conteos ingresados por CONAF cotejándolos con los datos históricos ya ingresados en el paquete. Esto permitirá simplificar el análisis de los nuevos datos y su reporte, ya que automatizará el análisis de los nuevos datos ingresados a partir de los códigos ya incorporados en los paquetes. El paquete y sus funciones son discutidas en la sección de resultados 9.4.6.2. La herramienta fue construida lo más simple posible de tal manera que los usuarios no requieren ser programadores y que un simple tutorial permita el uso e implementación del paquete por parte de CONAF. Para esto, se realizarán talleres dirigidos al personal de CONAF y otros interesados (principalmente ONGs locales) en el archipiélago durante el cierre presencial del proyecto a llevar a cabo en la Isla (Marzo-Abril 2023). Los talleres incluirán:

- ***Manejo de R Studio básico:*** Se entrenará al personal en aspectos simples y esenciales de manejo de la herramienta “R Studio” que permitirá el uso del paquete creado por el proyecto.
- ***Uso del paquete creado:*** Se entrenará en detalle el uso del paquete generado por el proyecto y los productos automatizados del mismo.
- ***Manejo y buen uso de drones en vida silvestre:*** se entrenará al personal en el uso de drones como alternativa a los conteos manuales particularmente enfocados a los desafíos que presenta la isla.

8.5.3. Propuestas de Manejo

Como fue solicitado en el acta inicial (Anexo 2, acta 2) Se realizó una aproximación jerárquica para la propuesta de manejo. A partir de los datos recopilados desde las estimaciones de abundancia (objetivo 2) y las entrevistas (objetivo 3), se generó un diagnóstico de interacciones. Desde las entrevistas no se registraron propuestas locales salvo, la opción de autorización de caza de lobo fino para los isleños, por lo que se discute a fondo esa propuesta y las medidas de manejo actuales que favorecen la coexistencia de la pesca artesanal y el LFJF en el archipiélago. Se entrega un insumo informativo respecto al manejo de la especie actual en la isla desde el cual se puede evaluar la viabilidad jurídica de ciertas propuestas y su futura implementación.

9. Resultados

9.1. Objetivo específico N°1

Identificar y caracterizar las loberas existentes en el litoral del Archipiélago de Juan Fernández, incluyendo aquellas descritas en estudios anteriores y los hallazgos de nuevas loberas.

9.1.1. Registros históricos

Los datos presentados a continuación corresponden a registros de conteos parciales y completos anuales registrados desde 1965 a la fecha, incluyendo la estimación de abundancia absoluta generada por el presente proyecto (Supl. 1). Desde 1993, la mayoría de las estimaciones fueron realizados por CONAF (59%) donde eran registradas, principalmente, dos categorías: Adultos y Cachorros, y solo la estimación de Osman (2007) para el año 2005 registró diferenciación en los conteos respecto al sexo (machos y hembras).

La Tabla 11, muestra los años e islas desde los cuales se logró compilar información histórica de conteos en el archipiélago. De los 55 años, desde la primera estimación, solo se obtuvo acceso a 27 años de registros correspondientes al 49% de los años desde el primer registro (sin contar nuestro registro 2021).

Desde 1993 y con 17 años de registro, CONAF indicó que existen años de censos parciales (que no abarca las tres islas), focalizados (solo en ciertas localidades de las islas), del archipiélago completo (que abarcan todo el archipiélago) y años en donde no se ejecutó el censo.

Importante es destacar que muchos de estos conteos fueron realizados en fechas no acordes a el periodo descrito como “periodo reproductivo” para esta especie el cual ocurre desde fines de noviembre extendiéndose aproximadamente por tres meses (Francis & Boness, 1998; Torres, 2005). De acuerdo con lo anterior, el primer paso de la estandarización fue re-asignar a cada uno de los registros el año de inicio de temporada reproductiva correspondiente (Tabla 12). Por ejemplo, si el registro fue realizado el 01-02-2021 este comprendía la temporada reproductiva 2020/2021 y por ende se asignó el año 2020 para representar la temporada reproductiva por sobre la fecha de conteo. El archivo final histórico (Supl. 1) incorpora, además, la temporada reproductiva cubierta por el presente proyecto FIPA Nº2021-19.

Tabla 11. Los cuadros verdes muestran los años donde se realizó registro según la fecha exacta de registro. En la tabla se aprecia que los mayores vacíos continuos de información se desarrollan durante los años 70', la segunda mitad de los 80´ y una ventana temporal desde el 2013 al 2016 cuando el administrador anterior de CONAF no estimó necesario continuar con los conteos.

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Robinson Crusoe				■	■	■								■					■	■									■
Santa Clara		■				■								■					■	■									
Alejandro Selkirk	■				■	■					■			■				■	■		■								

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Robinson Crusoe	■		■	■	■	■	■	■		■		■	■	■	■	■			■					■		■	
Santa Clara	■			■	■	■	■		■	■	■		■	■		■	■		■						■	■	■
Alejandro Selkirk											■		■	■	■		■	■	■								

Tabla 12. A diferencia de la Tabla 11, los cuadros verdes muestran el resultado de la estandarización de las fechas y la reasignación de datos históricos al año de inicio de la temporada reproductiva muestreada. Este registro incluye los datos obtenidos el año 2021 del proyecto FIPA N°2021-19.

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Robinson Crusoe				■	■									■					■	■									■
Santa Clara	■													■					■	■									■
Alejandro Selkirk	■			■	■					■				■				■	■	■									

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Robinson Crusoe			■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■			■					■	■			■
Santa Clara			■	■	■	■		■		■		■	■		■	■			■					■	■		■	■
Alejandro Selkirk										■	■	■	■	■	■	■	■		■									■

La documentación solicitada a la Dra. Osman correspondientes a las temporadas 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006 (temporadas reproductivas 2003, 2004 y 2005) fue revisada e incorporada a esta serie temporal histórica de datos.
La serie de tiempo generada bajo este objetivo y la dinámica poblacional de la especie son analizados en la sección "Objetivo Específico N°4". El documento histórico.Csv (Supl 1) completo estandarizado, también puede accederse desde la plataforma dinámica de visualización de datos creada bajo el objetivo 4 (https://labgrs.shinyapps.io/lobofino_jf/).

Complementariamente, la información contenida en el Anexo 3, corresponde a las áreas históricas asignada por CONAF de los sitios principales en los cuales se han observado agregaciones de LFJF históricamente. Esta información fue fundamental para la delimitación de las áreas a cubrir. Los nombres asignados a cada área corresponden a caladeros de pesca históricos y/o a la asimilación de formaciones geológicas del borde costero que permiten una referencia rápida de un sitio por parte de la comunidad. Sin embargo, en el registro de los datos históricos encontramos, en ocasiones, agregaciones de animales independientes dentro de una misma área histórica designada. El problema, es que se amplía el catastro de nombres asociados a cada año (diferentes nombres a lo largo del tiempo para describir una misma zona). En consecuencia, la revisión sistemática de la serie temporal histórica inicial de datos nos entregó un total de 72 lugares descritos como zonas de conteo para la Isla Robinson Crusoe, 17 para la Isla Santa Clara y 20 para la Isla Alejandro Selkirk pero que muchos de ellos hacen referencia una y otra vez a los mismos sitios (Tabla 13).
Se construyó una Matriz de Categorización Inicial para las tres islas (Anexo 13). En la Tabla 13, se observa el amplio espectro de nombres utilizados para referirse a las loberas en el tiempo a través de las islas del archipiélago. Aguayo (1971), describe las zonas donde la población de LFJF se concentraban en 1969 y 1970, principalmente al oeste de la Isla Alejandro Selkirk describiendo solo tres loberas. Desde entonces, la serie temporal de datos históricos en Selkirk muestra 20 localidades descritas que reunirían condiciones geográficas apropiadas para el asentamiento de LFJF (Tabla 13). Hoy, sumando la exploración en terreno y la escasa observación de delimitación geográfica de algunas loberas descritas históricamente para esta isla, se reconocen 11 sitios con presencia de loberas en A. Selkirk según nuestra categorización. Similar es el caso para las islas Robinson Crusoe y Santa Clara (Tabla 13).

Tabla 13. Información de los diferentes nombres utilizados históricamente para hacer referencia a las loberas (Columna "Históricos") donde la misma área se registraba con diferentes nombres o ya no se distingue delimitación de las loberas antiguamente descritas. La columna "FIPA 2021-19" muestra el npmbre estandarizado de esta información a través del proyecto FIPA Nº 2021-19

ROBINSON CRUSOE		ROBINSON CRUSOE (continuación)		ALEJANDRO SELKIRK		SANTA CLARA	
Históricos	FIPA Nº2021-19	Históricos	FIPA Nº2021-19	Históricos	FIPA Nº2021-19	Históricos	FIPA Nº2021-19
Peregullo	Noreste largo	El guano	El arenal	Piedra del lobo	Piedra del lobo	Los alelices	Los alelices
Punta san carlos		Arenal		La dama	La dama	Alelices y adyacentes	
Punta san carlos		El huano		Playa ancha	Playa ancha	Los alelies	
Puerto ingles		El guano		Varadero	Varadero	Morro spartan	
Cementerio		Cabezal sur		Porras	Porras	Roquerio	Entre bahías
Vaquerias	Vaqueria	Los truenos	Punta trueno	Vicente porras		Bahia el weste	El weste
Vaqueria		Punta trueno		Lobería sur	Lobería sur	Bahía del weste	
Puerto vaqueria		Tierras blancas	Tierras blancas	Loberia vieja	Lobería	El weste	
Quebrada rinones	Riñones	Tierras blancas lado sur		La poza		Lado weste	
Punta rinones		La barraca	La barraca	La poza		Mancha Blanca	Mancha blanca
Punta de riñones		Bahia chupones	Chupones	Termino de cancha		La matriz	La matriz
Juanango	Juanango	Los chupones		La poza agua dulce		Bahia la matriz	
Bahia juanango		Punta chupones		Puntilla a morro el tongo		El corset	Costa cerro alto
Boca de sapo	Tres puntas norte	Chupones		Los harenes		El corsel y adyacente	
Tres puntas		Tierra amarilla	Tierras amarillas	El tongo	El tongo	El corcel	
Bahia tres puntas		Tierras amarillas		Morro el tongo		El corsel	
Tres puntas lado norte		Tres puntas lado sur	Tres puntas sur	Quebrada el tongo		Cerro alto	
El caldero	La zapatilla	El varadero	Varadero	Playa larga	Playa larga		
Zapatilla		Varadero		La ventana	La ventana		
La zapatilla		El gualpon		El guaton	El guaton		
Morro enrique	Piedra horacio	Galpon					
Piedra oracio		Gualpon					
Morro henriquez		Villagra					
Piedra horacio		Bahia villagra					
El pito	El pito	Ramplones	Ramplones				
Bahia el padre	EL padre	Ramplones del yunque					
Bahia del padre y adyacentes		Cruz del sur	Cueva sur				
El padre		Corral de molina (cueva sur)					
Espolon	Espolon	Cueva sur					
Las 400	Las 400	Cueva del sur					
Bahia los 400		Pangal	Pangal				
Las cuatrocientas		El pangal					
Punta Ohiggins	Bahía O'Higgins	Loberia pangal					
Ohiggins							
Carvajal	Carvajal						
Carvajal y adyacentes							
Bahia carvajal							
El carvajal							
Bahia carvajal							

9.1.2. Registro Actual

9.1.2.1. Caracterización de las loberas actuales

Se registraron un total de 41 loberas distribuidas en todo el Archipiélago de Juan Fernández de las cuales un 66% (n=27) corresponden a Loberas Reproductivas (LR) y un 34% (n=14) a Loberas de Paso (LP) o paraderos (Figura 14 y Figura 15). Es importante especificar que, si consideramos la totalidad de la especie dentro del archipiélago, tener un mayor número de loberas no necesariamente se traduce en un mayor número de lobos por isla, ya que muchas de estas loberas son pequeñas. Las condiciones geográficas, las diferencias en densidades de animales por lobera y las limitaciones de conectividad y logísticas, implicaron que las loberas fueron cubiertas utilizando distintas metodologías para registrar el número de individuos presentes (sección Metodología: 8.3.1). Con esto en mente las dos islas más grandes se subdividieron en tres sectores (S1, S2 y S3, Figura 14 y Figura 15) y, a pesar de que toda la información registrada sobre las características físicas de cada lobera, rutas de acceso, grado de protección, tipo de sustrato y otros datos son resumidos en el archivo pdf Supl.2, se entrega un detalle por isla a continuación.

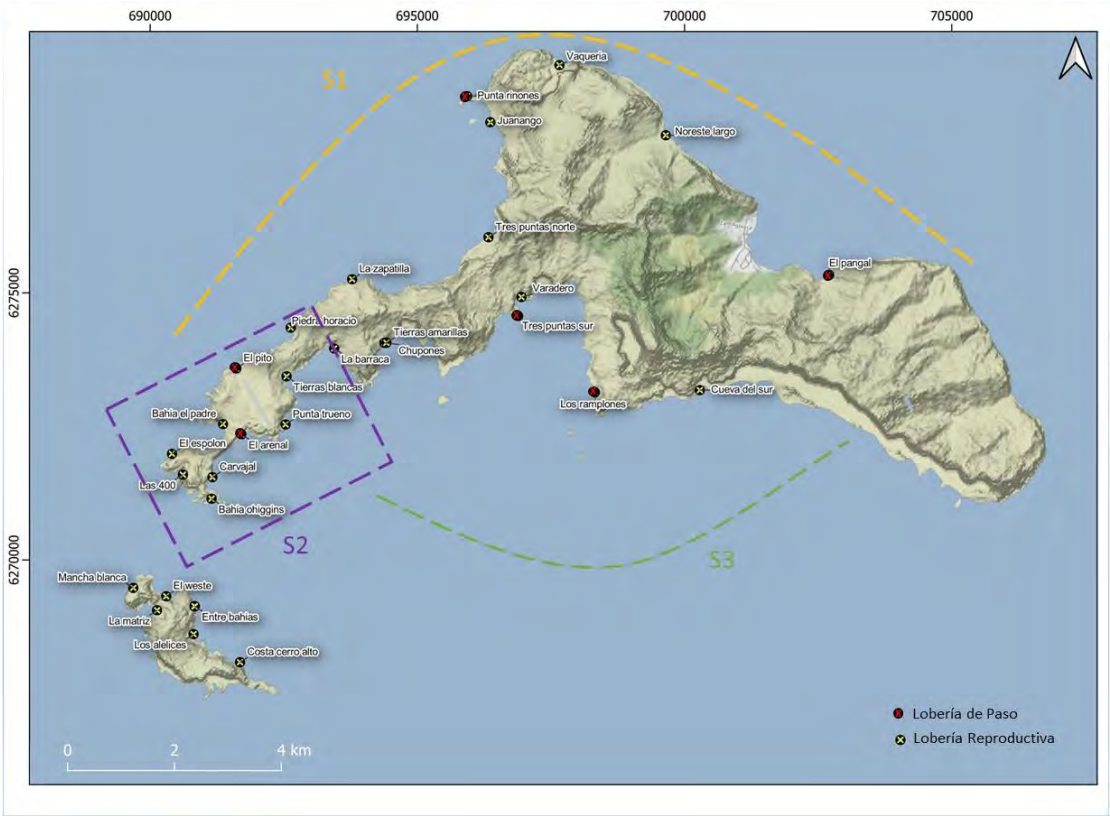


Figura 14. Loberas identificadas en isla Robinson Crusoe e isla Santa Clara. La isla RC se dividió en tres sectores de acuerdo con las características de las loberas encontradas y las metodologías empleadas: S1 (amarillo) corresponde a diversos tipos de loberas donde el sector noroeste se caracterizó por la pérdida recurrente de la señal del dron al momento de volar lo que implicó que varias loberas fuesen cubiertas por conteo manual. S2 (morado) Sector de "La Punta", se pudo abarcar desde tierra con algunas excepciones cubiertas desde embarcación. "La punta" registra las loberas más densas de lobos de la isla. S3 (verde), representa el lado sur de la isla y fue abarcado desde una embarcación realizando sobrevuelo. Para Ambas islas RC y Los círculos negros con una cruz de color amarilla da cuenta de la ubicación de las Loberas Reproductivas (LR) y aquellos con una cruz de color rojo dan cuenta de Loberas de Paso (LP).

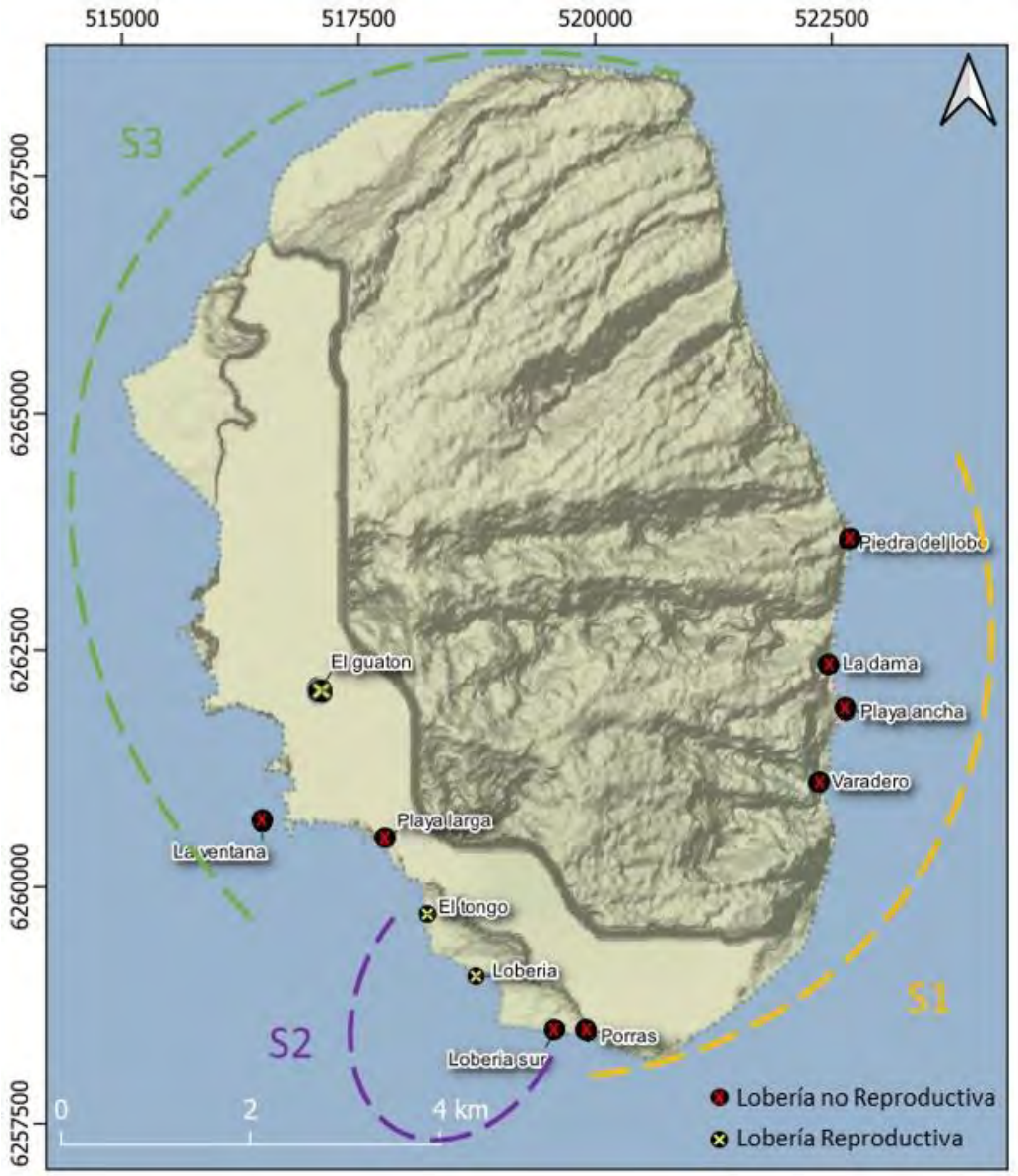


Figura 15. Loberas identificadas en isla Alejandro Selkirk. La isla se dividió en tres sectores de acuerdo con las características de las loberas encontradas y las metodologías empleadas: S1 (amarillo), representada exclusivamente por loberas no reproductivas las cuales fueron cubiertas por tierra. S2 (morado) sector donde se ubicaba la lobera reproductiva más grandes del archipiélago. S3 (verde) loberas reproductivas más pequeñas con menos superficie. Además, S3 cubre el lado norte de la isla caracterizado por reducidas agregaciones cuyo terreno solo pudo ser cubierto por sobrevuelos desde embarcaciones. Los círculos negros con una cruz de color amarilla dan cuenta de la ubicación de Loberas Reproductivas (LR) y aquellos con una cruz de color rojo dan cuenta de Loberas de Paso (LP).

Alejandro Selkirk

El 16 de Diciembre 2021, se realizó una prospección de las loberas existentes en la isla Alejandro Selkirk a lo largo de toda la costa (Figura 15, Supl. 2 y Tabla 14). No se registraron loberas en el lado norte y noroeste de la isla salvo individuos solitarios que en ocasiones se vieron nadando por los alrededores. Una segunda vuelta a la isla realizada el día 28 de diciembre del 2021, permitió obtener registro visual con los drones de las loberas del Sector S3. El sector S1 fue cubierto desde el poblado en varias salidas. Finalmente, el sector S2, con mayor abundancia de individuos de la isla, fue cubierto en ocho días en que los investigadores pernoctaron en el refugio de CONAF ubicado en “La Lobería”.

A modo de resumen, la isla Alejandro Selkirk presenta un 27% de las loberas totales identificadas, de las cuales tres se describen como LR y ocho como LP. De las 11 loberas descritas para esta isla, dos fueron identificadas como Loberas Clave (LC) (Tabla 14), sin embargo, no existe un claro borde que separe la lobera “La Lobería” del sector “El Tongo” y hoy lo que se aprecia, es un continuo de animales que comprende ambas loberías y que, como se aprecia en los resultados del objetivo 2, comprende el 50% de la población total de lobo fino de Juan Fernández. Por lo mismo creemos que estas dos loberas debiesen tratarse, en el futuro, como una sola gran LC (debido a su importancia, se generó un archivo PDF exclusivamente con esta lobera y las diferentes secciones que permite su exploración en alta calidad. El archivo “Lobería y El Tongo, AS.pdf” se encuentra dentro de la carpeta Supl. 3). Este sector no solo es clave para la isla, sino que para el archipiélago. Para efectos del análisis histórico, el conteo de “El Tongo” se mantuvo por separado de “La Lobería”. “Lobería Sur” alberga la mayor cantidad de machos adultos y subadultos no territoriales de todo el archipiélago (5.181 individuos) limitando geográficamente con la lobera reproductiva “La Lobería”. Creemos que el número de individuos encontrados en “Lobería Sur” sumado a la cercanía a la lobera reproductiva más importante del archipiélago, hace de este sitio un área “clave” para la población independiente que no es una lobera reproductiva según nuestra categorización. Los conteos sobre las loberas “El Guatón” y “Playa Larga” fueron obtenidos desde los videos tomados con los drones a mucha distancia de cada lobera y por lo mismo, solo se registran números totales (no separados en adultos y cachorros). Esto debido a que, al acercarnos a estas colonias, se comenzaba a perder la señal del

dron y la inclemencia del tiempo tampoco permitió acercarse con el bote para mejorar el conteo en terreno. De todas maneras, al divisar desde el terreno presencia de gran cantidad de cachorros en “El Guatón”, en esta lobera se designaron totales para cada grupo de animales solo dividiendo por tres el número total contabilizado (entre machos, hembras y cachorros). Los investigadores concuerdan que “El Guatón”, podría constituir una tercera lobera reproductiva, pero solo se podrá caracterizar si se obtiene mejor registro visual del número real de cachorros ya que las imágenes obtenidas no permiten diferenciar los totales. La lobera no reproductiva “Ventana” no pudo ser registrada con el dron, pero si contabilizada desde la embarcación (38 individuos). En contraste, todo el lado sur este y sur (S1), se caracterizó por un continuo de animales no reproductivos (machos, machos subadultos y algunos juveniles).

Santa Clara

Isla Santa Clara presenta la menor cantidad de loberas (15% respecto al total del archipiélago). Las seis loberas descritas se identifican como LR y cuatro de ellas como LC (Tabla 14). A pesar de que “Costa Cerro Alto” y “Entre Bahías” son categorizadas como loberas, en realidad corresponden a áreas costeras rocosas delgadas continuas donde se registran animales a lo largo de ellas y no son un sitio específico cuyos márgenes estén definidos que sugieran que se tratara de una lobera propiamente tal (como sí lo son “El Weste” o “Los Alelices”). De hecho, la lobera “Costa Cerro Alto” tuvo que ser históricamente estandarizada y sumar entre ellas loberas antiguas previamente registradas separadamente por CONAF, como “El Corcel” y “Cerro Alto”. En otras palabras, estos sitios están más relacionados con una extensión de las loberas más grandes aledañas como son “El Weste” y “Los Alelices”. Esta extensión de crecimiento de las loberas “El Weste” y “Los Alelices” no constituye una hipótesis nueva de expansión ya que Osman (2007) ya observaba este fenómeno el 2005. “Mancha Blanca” corresponde a un par de plataformas que se caracterizan mayoritariamente por animales de paso a pesar de ser categorizada como Lobera Reproductiva (Supl. 2).
Finalmente, Cabe señalar que, debido el aislamiento que se tiene mientras se monitorea la isla Santa Clara, nuevamente nos enfrentábamos a desafíos de conectividad y electricidad similares a los enfrentados en Selkirk (ver sección metodológica 8.3.1.7) los que fueron sobrellevados gracias a la experiencia adquirida en Selkirk y al incondicional apoyo recibido de CONAF en los tres días de muestreo sobre esta isla.

Robinson Crusoe

La isla Robinson Crusoe no puede ser abordada sin el apoyo de embarcaciones apropiadas que permitan acercarse a la costa para mantener directo contacto con el dron sin sacrificar la seguridad de la navegación. Además, es necesario contar con patrones de nave menor con experiencia ya que el sector también se caracteriza por la presencia de "bajos" y en ocasiones, complejos escenarios meteorológicos (viento y lluvia). También se debe tener presente que es imposible muestrear la totalidad de la costa en menos de 10 días (tres días S1, cinco días S2 y dos días S3, Figura 14) sobre todo, si se desea realizar el muestreo apropiadamente durante los horarios en que los animales se encuentran en la costa (AM).

Robinson Crusoe presenta la mayor cantidad de loberas (24 loberas) representando el 58% del total del archipiélago. De estas, 18 se describen como LR y 6 como LP (Tabla 14). De un total de 24 loberas descritas para esta isla, tres son las indicadas como LC de la isla. Robinson, a su vez, presenta la única lobera que podría considerarse Lobera Antropogénica LA ("Bahía el Padre", ver Supl. 2). Esta clasificación es discutible ya que hablamos de una lobera natural "intervenida" por la construcción de un muelle y en donde existe un importante flujo de embarcaciones y personas durante todo el año, flujo que se intensificó considerablemente durante este verano. El muelle da acceso al aeropuerto y la maquinaria pesadas que comenzó a operar a principios de enero en los caminos de acceso hacia el aeropuerto (y en etapa reproductiva de los animales) redujo el número de individuos comparado con los números presentes al momento de nuestra llegada en noviembre (Borras-Chavez & Castillo-González pers obs). Camiones y retroexcavadoras, junto al excesivo ruido implicaron un impacto importante sobre esta lobera, la cual, se contrajo hacia los extremos de la bahía (Ortomosaico "Bahía El Padre, RC.jpg" Supl. 3) con un número importante de animales haciendo abandono del sector.

S1 (Figura 14) corresponde a la costa norte y noreste de la isla donde, gran parte del territorio se caracteriza por tener una costa acotada y generalmente rocosa salvo ciertos espacios reducidos de playa, arena o similar, donde predominan agregaciones de lobos sin presencia de cachorros con números mucho más bajos a los observados en las otras dos islas.

En Juan Bautista, los lugareños han avistado lobos en la punta de "El Cementerio" pero tras reiteradas visitas nunca encontramos lobos en ese sector y probablemente aquellos divisados corresponden a lobos en tránsito. Desde ese sector hasta la llegada a "Vaquería" (sector denominado "Noreste Largo", registro en Supl. 2) los conteos fueron

manuales en terreno, ya que la angosta costa permitía el conteo de estos pocos animales sin la necesidad de arriesgar los drones. “Vaquería” es un área donde existe un refugio no habitado de CONAF (Supl. 2). Vale la pena destacar esta área ya que, aunque se observan pocos lobos en comparación a otras loberas, su asentamiento es relativamente reciente (con registro en los últimos 5 años) donde, además, se encuentra una agregación reproductiva con expansión menor en dirección hacia el poblado. Similar es el caso de la Lobera de Paso de “El Pangal” la cual se encuentra mucho más cerca del poblado (Supl. 2) pero no corresponde a una lobera reproductiva.

La lobera más importante de S1 es “Tres Puntas Norte” (Supl. 2). A diferencia del registro de CONAF anterior, “Tres Puntas Norte” hoy se expande continuamente desde “La Zapatilla” hasta llegar a una pequeña playa denominada referencialmente como “Juanango”. “Juanango” en los mapas corresponde a un islote ubicado a un costado de la bahía Tres Puntas, donde no existe presencia de lobos. Sin embargo, el islote es un punto de referencia para los lobos presentes en una playa al sur del islote (Supl. 2).

El sector 2 (S2, Figura 14) hace referencia a todas las loberas que se encuentran alrededor del área del aeropuerto en el extremo suroeste de la isla. CONAF tiene un refugio en esta zona el que permite acceso por tierra a las loberas del sector o por embarcación desde la bahía “El Padre”. Por lo mismo, el trabajo en esta zona se realizó en dos visitas de tres días cada una para lograr cubrir las loberas de este sector.

En S2, la única otra playa que tenía acceso parcial por tierra es “El Arenal” (Supl. 2). “El arenal” solía ser la única playa de acceso público de la isla. El acceso fue construido en 2019 derrumbándose el mismo año y con esto, limitando el acceso por tierra. La ocupación de los lobos en este sector ha aumentado significativamente los últimos años y, probablemente, responde al movimiento masivo de animales desde otros sectores como “Bahía el Padre”. Una sección de “El Arenal” no pudo ser cubierta desde tierra y debió ser cubierta, como la mayoría de los otros lugares de S2 desde la parte superior de los acantilados. Con vuelos desde altura, “El Arenal” se cubrió completamente por video desde dos sectores en los que se tenía cierta visual de las playas. “Las 400”, “Bahía O’Higgins”, “Carvajal”, “Punta Trueno” y “Tierras Blancas” (Supl. 2) solo fueron posibles de cubrir mediante sobrevuelos desde los acantilados, lo que impedía realizar ortomosaicos. Por esto, se colectó video de estas áreas para su posterior conteo. Los recovecos de “Bahía O’Higgins”, sus islotes de alrededor y “El Espolón”, también nos forzaron a cubrir esta zona con vuelos desde la embarcación en la segunda etapa de muestreo de S2. Aunque varias loberas de este sector son reproductivas, solo “Bahía

O'Higgins" corresponde a una lobera Clave de S2 (Tabla 14, Supl. 2). "Tierras Blancas" también alberga un número importante de animales aún con potencial de expandirse debido a la enorme plataforma que existe en esta área.

Finalmente, el sector 3 (Figura 14) corresponde a todas las loberas distribuidas en el lado sur de la isla en las que no se tiene acceso por tierra ni desde el poblado ni desde S2, dejando solo como alternativa, cubrirlas desde las embarcaciones. "Varadero", "La Barraca" y "Tierras Blancas" (Supl. 2) las loberas más importantes de este sector. Tras conversaciones con CONAF, gran parte de S3 y el lado sur de la isla es utilizado por machos o subadultos de paso, que se distribuyen en diferentes abundancias según el día o temporada sobre los distintos sectores. El personal de CONAF nos señalaba que la presencia de individuos era mucho menor al momento de nuestro registro, comparado con el monitoreo realizado por ellos a principios de diciembre. De hecho, según el registro de CONAF del lado sur de la isla de esta temporada (diciembre 2021), se contabilizaron animales machos y subadultos en el sector "Los Ramplones" (68 individuos) pero nosotros no divisamos ejemplares. El monitoreo de S3 fue llevado a cabo bajo intensas lluvias ocasionales. A pesar de eso, la mayoría de las loberas fueron registradas con video y solo las áreas "Cueva del Sur" y "Los Ramplones" se contabilizaron manualmente.

Tabla 14. Caracterización de las loberas presentes en el Archipiélago de Juan Fernández según tipología e importancia. En amarillo se muestra la metodología aplicada en cada lobera la cual dependía de las condiciones geográficas de cada sector.

			Caracterización		Metodologías aplicadas a la obtención y conteo de datos					Ubicación geográfica		Fecha de censo
Isla	**Sector**	**Localidades**	**Tipología**	**Importancia**	**Terrestre, marítimo o aéreo**	**Terreno o laboratorio**	**Conteo Manual**	**Ortomosaico**	**Registro visual desde drones**	**Latitud**	**Longitud**	
Robinson Crusoe	S1	El Pangal	Lobera de Paso	No clave	Marítimo	Terreno				33°38'23.28"S	78°48'47.70"O	07-ene-22
		Noreste Largo	Lobera Reproductiva	No clave	Marítimo	Terreno				33°36'54.01"S	78°50'54.34"O	07-ene-22
		Vaquería	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°36'25.42"S	78°52'16.14"O	07-ene-22
		Punta Riñones	Lobera de Paso	No clave	Marítimo	Terreno				33°36'47.70"S	78°53'13.86"O	07-ene-22
		Juanango	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°37'20.22"S	78°52'56.16"O	26-ene-22
		Tres Puntas Norte	Lobera Reproductiva	Clave	Aéreo	Laboratorio				33°38'5.10"S	78°52'56.46"O	24-ene-22
		Zapatilla	Lobera Reproductiva	No clave	Marítimo	Terreno				33°38'50.58"S	78°54'59.70"O	19-ene-22
		Piedra Horacio	Lobera Reproductiva	No clave	Marítimo	Terreno				33°39'10.56"S	78°55'24.06"O	19-ene-22
		El Pito	Lobera de Paso	No clave	Marítimo	Terreno				33°39'37.14"S	78°56'2.70"O	19-ene-22
	S2	Bahía el Padre	Lobera Reproductiva	No clave	Marítimo / Aéreo	Terreno / Laboratorio				33°40'12.96"S	78°56'7.62"O	26-ene-22
		El Espolón	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°40'29.89"S	78°56'46.93"O	21-ene-22
		Las 400	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°40'33.72"S	78°56'35.94"O	12-ene-22

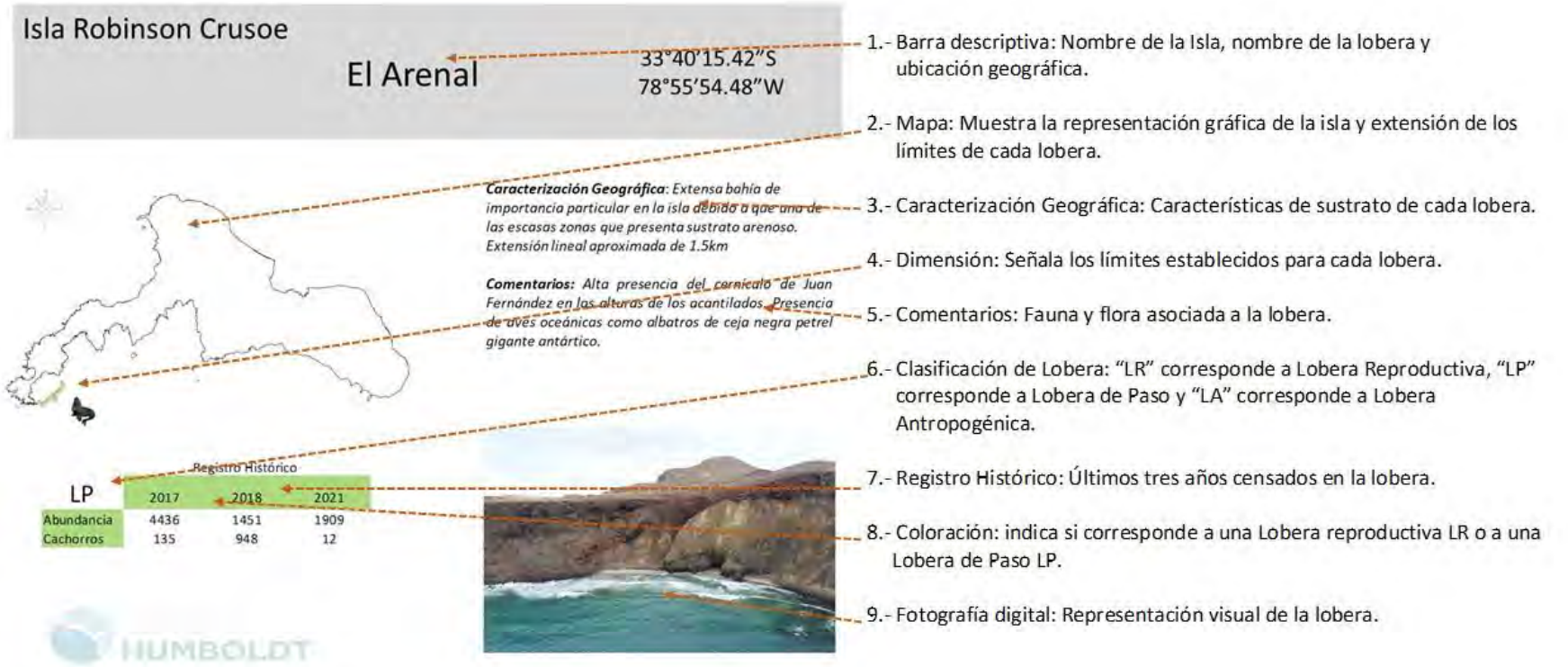
		Bahía O´Higgins	Lobera Reproductiva	Clave	Aéreo	Laboratorio				33°41'1.80"S	78°56'15.42"O	21-ene-22
		Carvajal	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°40'43.62"S	78°56'16.26"O	11-ene-22
		El Arenal	Lobera de Paso	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°40'15.42"S	78°55'54.48"O	12-ene-22
		Punta Trueno	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°40'10.26"S	78°55'32.22"O	11-ene-22
		Tierras Blancas	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°39'37.32"S	78°55'28.08"O	11-ene-22
	S3	La Barraca	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°39'34.20"S	78°55'1.74"O	25-ene-22
		Chupones	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°39'28.44"S	78°54'15.30"O	25-ene-22
		Tierras Amarillas	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°39'22.80"S	78°54'13.14"O	25-ene-22
		Tres Puntas Sur	Lobera de Paso	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°39'6.06"S	78°52'48.30"O	25-ene-22
		Varadero	Lobera Reproductiva	Clave	Aéreo	Laboratorio				33°38'59.16"S	78°52'34.14"O	25-ene-22
		Los Ramplones	Lobera de Paso	No clave	Marítimo	Terreno				33°39'14.10"S	78°51'54.30"O	25-ene-22
		Cueva del Sur	Lobera Reproductiva	No clave	Marítimo	Terreno				33°39'48.66"S	78°50'19.74"O	25-ene-22
Isla Santa Clara		Los Alelíces	Lobera Reproductiva	Clave	Aéreo	Laboratorio				33°42'19.20"S	78°56'27.66"O	20-ene-22
		Entre Bahías	Lobera Reproductiva	Clave	Aéreo	Laboratorio				33°42'7.14"S	78°56'24.12"O	20-ene-22
		El Weste	Lobera Reproductiva	Clave	Aéreo	Laboratorio				33°41'46.80"S	78°56'56.64"O	20-ene-22

		Mancha Blanca	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°41'52.90"S	78°57'15.43"O	21-ene-22
		La Matriz	Lobera Reproductiva	Clave	Aéreo	Laboratorio				33°42'7.74"S	78°57'3.00"O	21-ene-22
		Costa Cerro Alto	Lobera Reproductiva	Clave	Aéreo	Laboratorio				33°42'35.52"S	78°55'49.98"O	19-ene-22
Isla Alejandro Selkirk	S1	Piedra del lobo	Lobera de Paso	No clave	Terrestre / Aéreo	Terreno / Laboratorio				33°46'1.02"S	80°45'18.42"O	17-dic-21
		La Dama	Lobera de Paso	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°46'43.56"S	80°45'19.86"O	17-dic-21
		Playa Ancha	Lobera de Paso	No clave	Terrestre	Terreno				33°46'59.64"S	80°45'20.16"O	17-dic-21
		Varadero	Lobera de Paso	No clave	Terrestre	Terreno				33°47'23.58"S	80°45'29.46"O	17-dic-21
		Porras	Lobera de Paso	No clave	Terrestre	Terreno				33°48'48.84"S	80°47'17.83"O	24-dic-21
	S2	Lobería Sur	Lobera de Paso	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°48'39.90"S	80°47'31.42"O	19-dic-21
		Lobería	Lobera Reproductiva	Clave	Aéreo	Laboratorio				33°48'25.92"S	80°47'44.22"O	21-dic-21
		Tongo	Lobera Reproductiva	Clave	Terrestre / Aéreo	Terreno / Laboratorio				33°48'15.78"S	80°48'5.34"O	22-dic-22
	S3	Playa Larga	Lobera de Paso	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°47'53.64"S	80°49'8.10"O	28-dic-21
		Ventana	Lobera de Paso	No clave	Marítimo	Terreno				33°47'38.34"S	80°49'18.66"O	28-dic-21
		El Guatón	Lobera Reproductiva	No clave	Aéreo	Laboratorio				33°46'39.42"S	80°50'4.14"O	28-dic-21

Finalmente, y, guiados por la metodología del proyecto FIPA N°2018-54 (Oliva et al, 2020) se elaboraron láminas con información sintetizada de cada una de las loberas. La intensión fue generar un documento que permita la estandarización metodológica para datos en Chile independiente de la especie que permita una comparación interespecífica entre el territorio continental e insular de Chile. A continuación (

Figura 16), presentamos un ejemplo de cómo explorar cada una de estas fichas.

Figura 16. Fichas de caracterización de loberas LFJF. Ejemplo de las fichas y la información presentada dentro de ellas. Las fichas se encuentran



en el documento Supl. 2.

9.1.3. Otras Especies

Se registraron ocho individuos de Lobo Fino Subantártico (*Arctocephalus tropicalis)* cohabitando en las loberas de LFJF. De estos, siete fueron categorizados como machos adultos y uno como macho subadulto. Salvo tres de ellos, todos se encontraron en agregaciones no reproductivas (loberas de paso) dispersos entre los machos de LFJF. Los tres que se encontraron en loberas reproductivas no eran machos territoriales dominantes que mantenían harenes sino más bien, se distribuían en las áreas de los machos desplazados desde los sectores donde se encontraban los machos dominantes y sus hembras. Hasta ahora, no se han registrado cachorros ni hembras de la especie. Todos los registros hasta el momento ocurrieron en la isla Alejandro Selkirk.

Figura 17. Arctocephalus tropicalis en la isla Alejandro Selkirk, Juan Fernández. Dos individuos macho distintos encontrados en loberas de paso de la isla Alejandro Selkirk.

9.1.1. Conclusiones y discusión Objetivo 1

En 25 oportunidades, el registro de datos pudo obtenerse a través de vuelos manuales y programados utilizando drones. En nueve ocasiones, y por medio de una embarcación menor, el conteo se hizo de manera manual, cuatro registros fueron contabilizados de manera directa vía terrestre (conteo de altura y por fuera de los límites del sitio de ocupación de los animales) y en tres oportunidades (uno por isla) se combinaron

metodologías. En cada uno de los vuelos se registró el sector de comando del dron y en el caso de los registros aéreos y terrestres se registró el punto el inicio y término de la extensión de cada lobera.

Se identificaron un total de 41 loberas distribuidas en las tres grandes islas. El 66% de las loberas (n=27) corresponden a Loberas Reproductivas (LR) y un 34% (n=14) a Loberas de Paso (LP).

La isla de Robinson Crusoe presenta el mayor número de loberas con un n=24 de las cuales 18 son LR, seis LP y tres de las reproductivas son Loberas Clave (LC). Esto correspondería a cinco loberas más que las identificadas por Osman et al (2007), número que probablemente está subestimado considerando que hoy, en ocasiones, varias loberas son fusionadas en una gran área según la nueva clasificación (ejemplo, “Bahía O’Higgins y “Punta O´Higgins” son hoy tratadas como “Bahía O’Higgins”).

La isla Santa Clara es la zona en donde se registró el menor número de loberas: seis en total, de las cuales todas son LR y de estas, cuatro son LC. La ausencia de bordes entre las loberas “El Weste” y “Los Alelices” (lo que hoy corresponde a “Entre Bahías”) ya se venía reportando desde los trabajos de Osman et al (2007) a lo que hoy se agrega el continuo de animales presente al sur este de “Los Alelices” (“Costa Cerro Alto”).

La isla de Alejandro Selkirk presenta un total de 11 loberas de las cuales tres corresponden a LR y ocho LP. Solo dos loberas son denominadas LC: “El Tongo” y “La Lobería”, ambas formando el territorio reproductivo más importante del archipiélago.

Solo en la isla Alejandro Selkirk, se registró otra especie de mamífero presente: *Arctocephalus tropicalis*: siete machos adultos y un subadulto, tres de ellos en territorio reproductivo, pero no con dominio territorial el resto todos fueron identificados en Loberas De Paso.

Para cubrir el archipiélago, fue necesario utilizar una metodología mixta que reunía todas las metodologías revisadas en la OT. Esto se debe a la geografía irregular del borde costero de origen volcánico, la que podía presentar en una misma área, una combinación de relieves con quebradas y a su vez bahías parcialmente protegidas.

La Tabla 14 presenta la caracterización de las loberas presentes en el archipiélago a través de la ejecución del proyecto FIPA N°2021-19. Finalmente, el archivo anexo Supl. 2 contiene fichas de cada lobera con detalles característicos de cada una de ellas.

9.2. Objetivo Específico N°2

Determinar la población del lobo fino de Juan Fernández por lobera, a través de una cuantificación directa, efectuada durante los meses de máxima actividad reproductivo

9.2.1. Conteos

9.2.1.1. Conteo Automatizado

Se confeccionaron un total de 10 ortomosaicos. Dos ortomosaicos representaban las loberas: “Weste” y “Alelices” de isla Santa Clara (Carpeta Supl. 3), un ortomosaico “Bahía el Padre” en isla Robinson Crusoe (Carpeta Supl. 3), un ortomosaico del sector “la Dama”, isla Alejandro Selkirk (Carpeta Supl. 3 y Figura 22) y 6 ortomosaicos que comprendieron las loberas “El Tongo” y “La Lobería” (bajo un proyecto sobre la zona reproductiva completa de “lobería-Tongo”, en isla Alejandro Selkirk; la Figura 24 muestra la zona completa, pero todos los ortomosaicos que componen esta zona pueden revisarse en el PDF anexo en alta calidad dentro de la carpeta Supl. 3). Adicionalmente, se construyó otro ortomosaico de la lobera “el Arenal”, isla Robinson Crusoe, el cual fue utilizado para la prospección satelital (Supl. 3 y Figura 26). Sobre estos ortomosaicos, se construyeron tres modelos automatizados de conteo: uno con ambas loberas de la isla Santa Clara (458 imágenes), otro para “Bahía el Padre” (307 imágenes) y otro para el área reproductiva “lobería-Tongo” con 1.697 imágenes. El Sector “la Dama”, debido al poco número de imágenes que componían el ortomosaico (Figura 22) no permitía entrenamiento suficiente de conceptos y por ende se contó manualmente. Durante el entrenamiento de modelos, múltiples modelos de aprendizaje profundo de fuente abierta fueron testeados y el que arrojó mejores resultados sobre todos los ortomosaicos, fue el “Faster R-CNN”. La metodología de conteo automatizada, fue solo utilizada cuando el modelo alcanzaba un mínimo de un 65% de precisión global. Este mínimo umbral de precisión, solo se logró superar para la zona “lobería-Tongo. Por esto, en los otros ortomosaicos (los dos de isla Santa Clara y “Bahía el Padre”), todos los conceptos fueron contados manualmente por observadores sobre todas las fotografías y solo se utilizó automatización sobre el área “lobería-Tongo”.

La Tabla 15 muestra los resultados de validación obtenidos de los tres mejores modelos que pudieron ser entrenados tras múltiples sesiones de re-entrenamiento. En los ortomosaicos creados para la isla Santa Clara, se logra distinguir machos y hembras a pesar de la baja calidad de las fotografías. En el caso del ortomosaico "Bahía el Padre" también se lograron distinguir con una aproximación "ideal", pero los modelos entrenados fallaron en ser buenos predictores según la evaluación y se procedió a contar manualmente desde la plataforma todos los conceptos (ver valores de precisión en la Tabla 15).

Tabla 15. Resultados de validación de modelos utilizados para automatización de modelos

Lobería-El Tongo	Precisión Global: 69,8%		
Conceptos	**Precisión**	**Recall**	**F1 IoU score**
Indeterminado	0,313	0,38	0,42
Hembras	0,8	0,76	0,79
Machos	0,85	0,78	0,82
Cachorros	0,88	0,67	0,76
Santa Clara	Precisión Global: 36,25%		
Indeterminados	0,42	0,6	0,54
Cachorros	0,63	0,48	0,55
Bahía el Padre	Precisión Global: 34,5%		
Indeterminado	0,05	0,43	0,12
Hembras	0,27	0,16	0,24
Machos	0,55	0,61	0,61
Cachorros	0,38	0,35	0,40

9.2.1.2. Ajuste a los modelos automatizados

Para las loberas "La Lobería" y "El Tongo", se aplicó un ajuste calculado según la sección 8.3.1.9. El porcentaje de animales que no eran reconocidos por el algoritmo fue calculado para cada sector que componía el área "lobería-El Tongo" por separado según la definición de los sectores expuesta en la Figura 23. La Tabla 16, muestra los ajustes proporcionales realizados por sector y el promedio de estos ajustes para ambas áreas contabilizadas automáticamente ("La Lobería" y "El Tongo") estos porcentajes del total fueron sumados al número estimado absoluto de cada concepto contabilizado automáticamente por el modelo creado con Deepomatic como factor de corrección al número de animales no reconocidos por el conteo automatizado.

Tabla 16. Porcentajes de los totales arrojados por el modelo automatizado de conteo aplicado sobre "Lobería" y "El Tongo" que fueron sumados adicionales tras ajuste de subestimación del modelo.

Porcentaje Final Ajuste Sector Lobería (%)	Macho	13,9
	Hembra	10,47
	Cachorro	11
	Indeterminado	10,97

Porcentaje Final Ajuste Sector El Tongo (%)	Macho	4,23
	Hembra	11,78
	Cachorro	11,61
	Indeterminado	5,31

9.2.1.3. Conteo Manual

Se contabilizaron 21 sectores de manera manual desde las fotografías (Tabla 14) construyendo en la plataforma de Deepomatic, 17 proyectos que resultaron de la captura de imágenes a partir de videos (algunos ejemplos en la Figura 18). Aunque se intentó entrenar modelos de conteo automatizado para estas imágenes, intentos preliminares no arrojaron buenos resultados de precisión. Por ejemplo, un proyecto de isla Santa Clara que contenía todas las fotos resultantes de cuatro de las loberas ("Entre Bahías", "Costa Cerro Alto", "Mancha Blanca" y "La Matriz") logro llegar a una precisión global solo de 52,66% utilizando dos conceptos: Indeterminados y Cachorros, lo que distaba de la mínima precisión requerida para realizar conteos automatizados confiables. Esto se debió a la heterogeneidad de los terrenos abarcados que forzaba los sobrevuelos a realizarse a diferentes alturas e inclinaciones de cámara respecto a la lobera e impedía un apropiado entrenamiento de modelos por la diversidad de fondos y formas sobre los diferentes conceptos. Por lo mismo, se contó la totalidad de los individuos por concepto en todas las fotografías. La Tabla 14 muestra las loberas que fueron abarcadas por cada metodología de conteo y las loberas que fueron abarcadas por conteos manuales en terreno realizados por tres observadores.

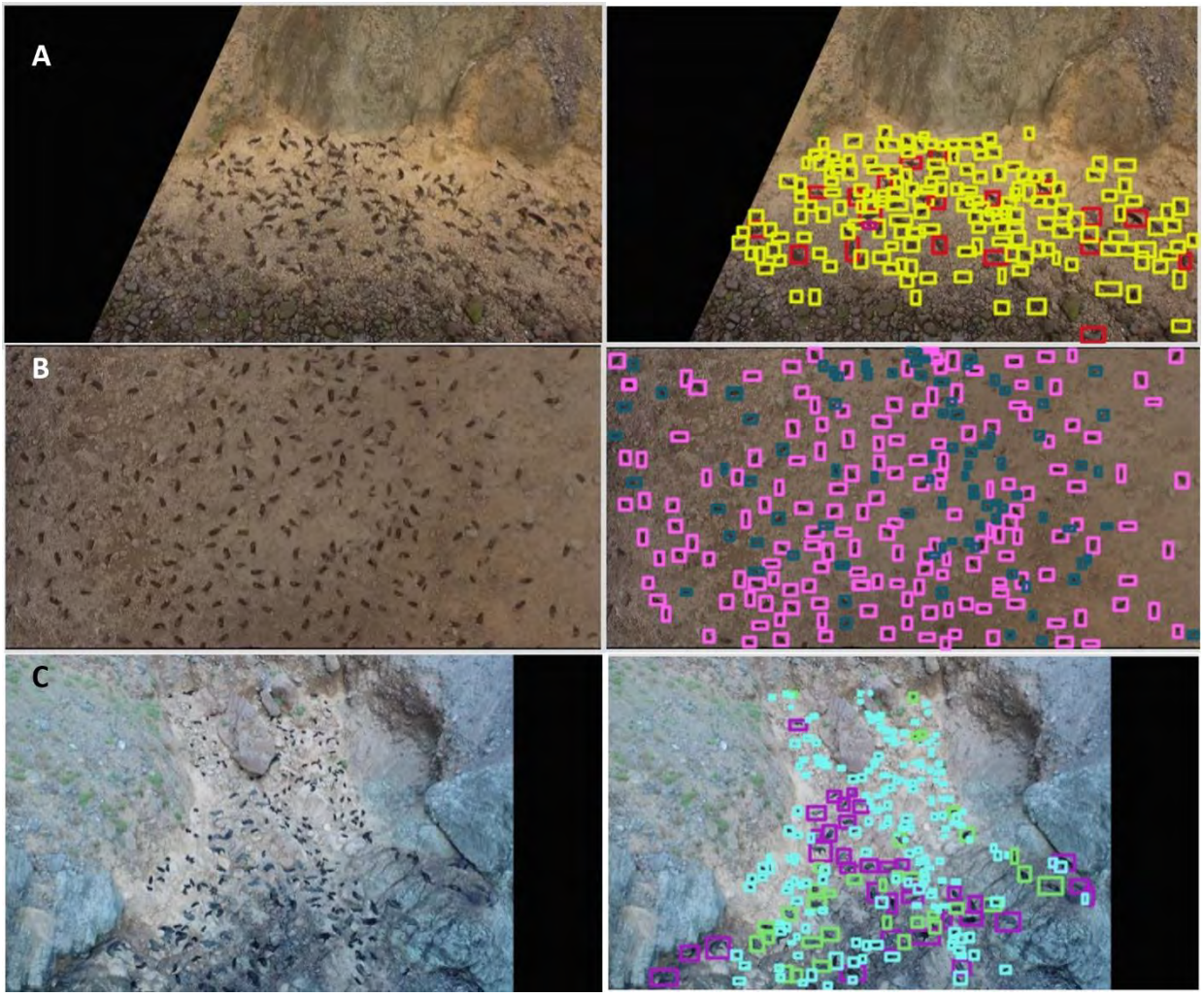


Figura 18. Ejemplos de las capturas de imágenes realizadas desde videos y su procesamiento en la plataforma Deepomatic. Cada panel (A, B y C) corresponde a una lobera distinta y muestran; a la izquierda la captura de imagen sin procesar y a la derecha, una vez detectados y categorizados manualmente, todos los conceptos presentes en la fotografía. El panel A (superior) muestra una captura de la lobera "El Arenal" en R. Crusoe donde se marcaron los conceptos (imagen der.): Machos (rojos), Cachorros (rosados) e Indeterminados (amarillos). El panel B (en medio), corresponde al sector "Lobería Sur" isla A. Selkirk, donde se marcaron los conceptos (imagen der.): Machos (rosados) y Subadultos (azul). El panel C (inferior) muestra una captura de la lobera "Las 400", isla Robinson Crusoe, donde se marcaron los conceptos (imagen der): Machos (casillas moradas), Hembras (casillas verdes), Cachorros (casillas celestes) e Indeterminados (amarillas).

9.2.2. Estimación de abundancia absoluta

Se contabilizó un total de ~183.446 individuos sumada las tres metodologías empleadas. De estos, la isla Alejandro Selkirk sostiene casi un 60% del total de la población del archipiélago con la isla Robinson Crusoe en segundo lugar con un 27,5 % del total de la población e isla Santa Clara con un 13,1% (Tabla 17, Figura 19).

Tabla 17. Totales por isla estimación absoluta Lobo Fino Juan Fernández Temporada reproductiva 2021.

Isla	Conteo	Año	Total	Porcentaje
Alejandro Selkirk	Completo	2021	109.006	59,4%
Robinson Crusoe	Completo	2021	50.409	27,5%
Santa Clara	Completo	2021	24.031	13,1%
Total			183.446	100%

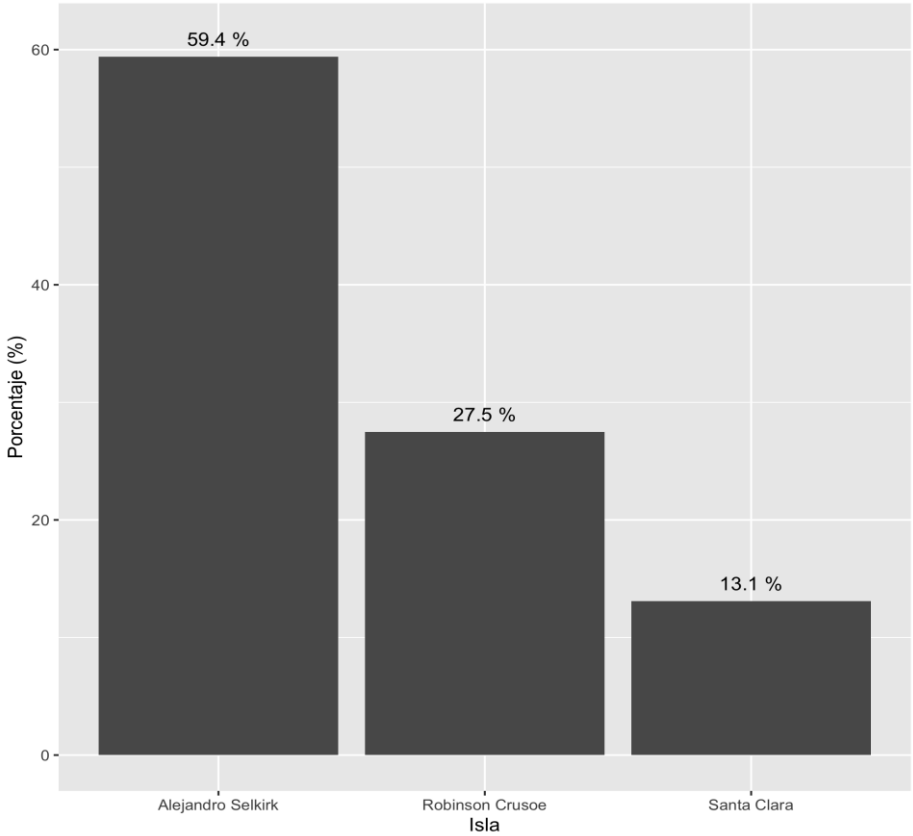


Figura 19. Porcentajes del total de la población de lobo fino de Juan Fernández según estimación absoluta disgregados por isla.

Del total de animales registrados, la Tabla 18 y Tabla 19 muestran el número de adultos + subadultos, y cachorros, respectivamente por isla y sus porcentajes. Además, La Figura 20 muestra por separado el número de adultos/subadultos y cachorros en las tres islas muestreadas.

Tabla 18. Número de adultos y juveniles reportados por isla.

Isla	Estado	Año	Total	Porcentaje
Alejandro Selkirk	Completo	2021	66.878	59,6%
Robinson Crusoe	Completo	2021	32.838	29,2%
Santa Clara	Completo	2021	12.582	11,2%
Total			112.298	100%

Tabla 19. Número de Cachorros reportados por isla.

Isla	Estado	Año	Total	Porcentaje
Alejandro Selkirk	Completo	2021	42.128	59,2%
Robinson Crusoe	Completo	2021	17.571	24,7%
Santa Clara	Completo	2021	11.449	16,1%
Total			71.148	100%

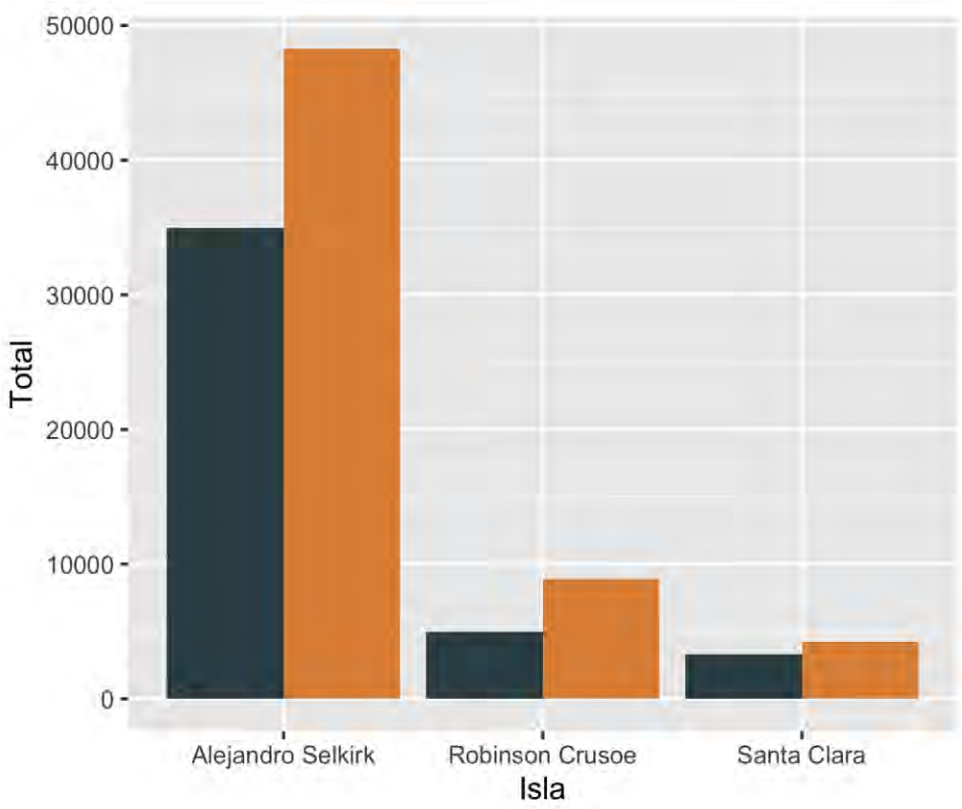


Figura 20. Abundancia absoluta de adultos/subadultos (naranjo) y cachorros (gris) por isla en el archipiélago de Juan Fernández.

Específicamente, la Tabla 20 muestra el detalle del número de adultos y cachorros en cada una de las loberas por Isla (según nombres estandarizados bajo el objetivo 1) donde, además, se muestra cuáles de estas loberas son claves para la población (es decir, que contienen el 10% de los cachorros del total nacido en la respectiva isla).

Tabla 20. Registro de conteos por lobera por cada isla del Archipiélago

Isla	Lobera	Cachorros	Adultos	Total	Clave
Alejandro Selkirk	El guaton	737	1472	2209	No
	El tongo	6409	9830	16239	Si
	La dama	0	524	524	No
	La ventana	0	38	38	No
	Loberia	34982	48246	83228	Si
	Loberia sur	0	5181	5181	No
	Piedra del lobo	0	5	5	No
	Playa ancha	0	200	200	No
	Playa larga	0	261	261	No
	Porras	0	450	450	No
	Varadero	0	671	671	No
Robinson Crusoe	Bahia el padre	818	2445	3263	No
	Bahia ohiggins	3031	2895	5926	Si
	Carvajal	857	1045	1902	No
	Chupones	42	136	178	No
	Cueva del sur	21	218	239	No
	El arenal	14	2013	2027	No
	El espolon	61	242	303	No
	El pangal	0	157	157	No
	El pito	0	78	78	No
	Juanango	323	293	616	No
	La barraca	1140	2023	3163	No
	La zapatilla	20	402	422	No
	Las 400	730	1097	1827	No
	Los ramplones	0	0	0	No
	Noreste largo	30	233	263	No
	Piedra horacio	398	998	1396	No
	Punta rinones	1	32	33	No
	Punta trueno	1173	1766	2939	No
	Tierras amarillas	281	776	1057	No
	Tierras blancas	1649	3547	5196	Si

Isla	Lobera	Cachorros	Adultos	Total	Clave
	Tres puntas norte	4981	8876	13857	Si
	Tres puntas sur	0	82	82	No
	Vaqueria	56	299	355	No
	Varadero	1945	3185	5130	Si
Santa Clara	Costa cerro alto	1797	2640	4437	Si
	El weste	2025	1387	3412	Si
	Entre bahías	947	4234	5181	Si
	La matriz	3328	2733	6061	Si
	Los alelices	3316	1147	4463	Si
	Mancha blanca	36	441	477	No

En la Figura 21 se pueden, visualmente, identificar las loberas que contienen la mayoría de los animales por isla además de todas las loberas ordenadas de mayor a menor cantidad de individuos. “La Lobería” por si sola en isla Alejandro Selkirk representa el 45,4% de la población total de la especie que, sumado a “El Tongo”, constituyen el 54.2% de la población total. En el caso de la isla Robinson Crusoe, la lobera “Tres Puntas Norte” con 13.857 individuos, constituye un 7,6% de la población total del archipiélago y un 27,5% del total de la Isla. Cabe destacar que, además de “Tres Puntas Norte”, la mayoría de las loberas más importantes en isla Robinson Crusoe se encuentran en el extremo Noreste de la isla en los alrededores del Aeropuerto (S2 en Figura 14). Este sector, que no incluye el sector “Tres Puntas Norte”, alberga en su conjunto sobre el 45% de los ejemplares de la isla dejando una baja concentración de animales distribuidos a través de un amplio territorio costero de la isla (S3). El caso de isla Santa Clara es interesante porque tres sectores muy específicos, “El Weste”, “Los Alelices” y “La Matriz”, albergan prácticamente el 60% de la población y todo el resto de los animales se encuentran distribuidos a lo largo de las extensiones rocosas angostas existentes entre las tres loberas mencionadas. Estos sectores dominados por el otro 40% son claramente el resultado de extensiones de los bordes de estas tres loberas que ya comienzan a verse limitadas por espacio y por lo mismo, los sectores rocosos se encuentran cubiertos de animales continuamente, (sectores denominas “Entre Bahías” y “Costa Cerro Alto”, de esto se discute más a fondo bajo el objetivo 4). Este fenómeno ocurre solo en el lado noreste de la isla, pero no así en la zona suroeste. La zona suroeste de la isla, se caracteriza por ser mucho más expuesta a las olas y presenta un limitado borde costero donde gran parte de los acantilados caen sobre el mar y donde se encuentran inmensas cuevas que no fueron muestreadas. Aunque

dentro de las cuevas podría existir un número importante de animales producto del tamaño de las cuevas, no se observaron animales en el agua en los alrededores de las cuevas durante los muestreos que pudiesen sugerir que existen un número importante de animales en su interior.

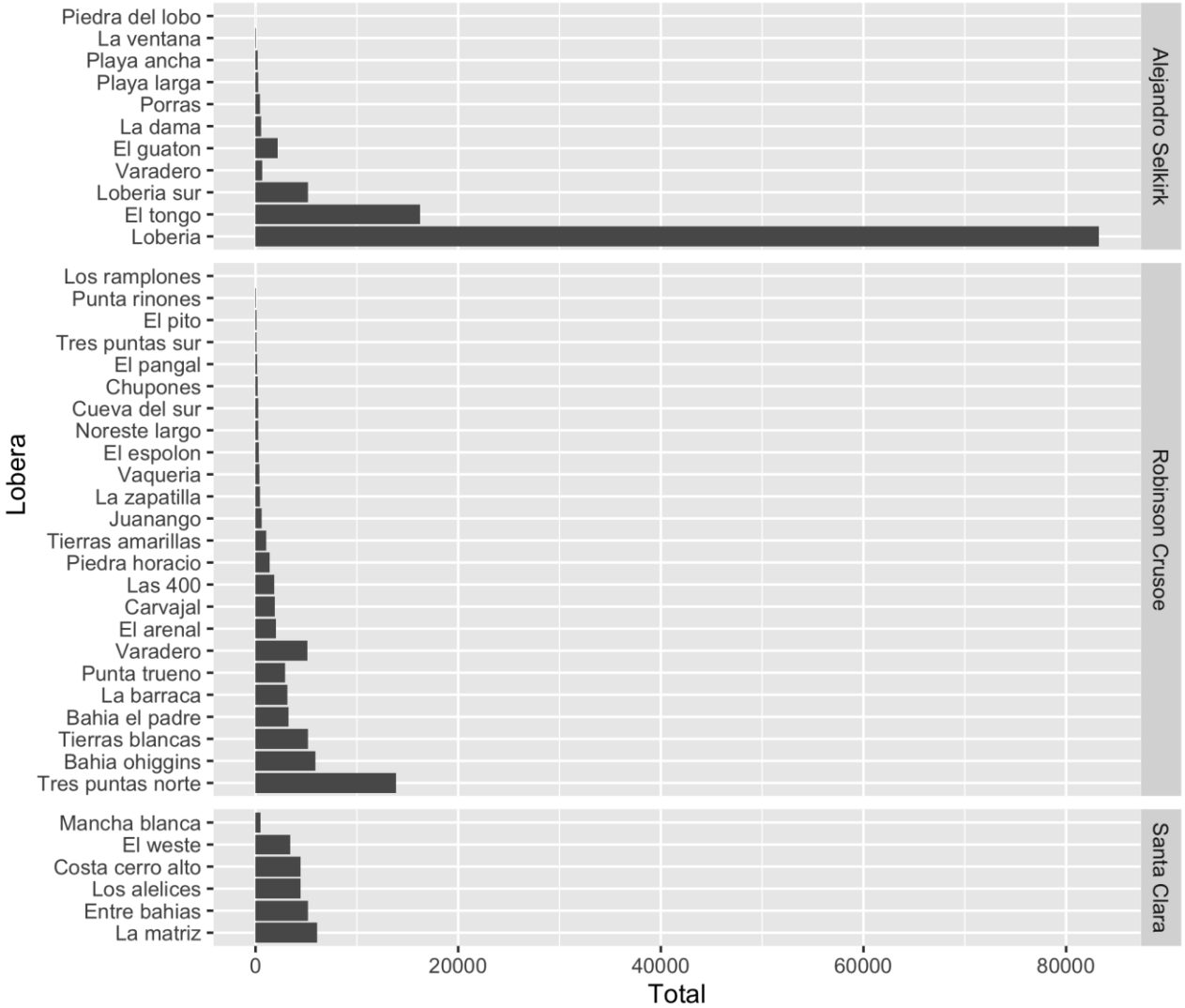


Figura 21. Totales de individuos por lobera para cada isla desglosados de menor a mayor.

9.2.2.1. Sobrevuelos

Debido a la heterogeneidad de las zonas de estudio, los sobrevuelos realizados y sus características fueron muy distintas entre loberas. Esto hizo que obtuviésemos ortomosaicos y video de algunas zonas desde donde luego se adquirieron imágenes y se contaron mediante la plataforma de Deepomatic ya sea de manera manual o automatizada. Por lo mismo, creemos importante dedicar una sección más detallada de las loberas cubiertas por sobrevuelo en cada isla, las metodologías empleadas y las limitaciones que existieron para informar a quienes estén a cargo de los monitoreos

futuros. De todas maneras y, a modo de resumen, las metodologías empleadas por sector pueden revisitarse en la Tabla 14 y saltar la siguiente sección según el interés.

Alejandro Selkirk

Solo un ortomosaico con fotos manualmente adquiridas (no automatizado) pudo ser construido de todo el sector no reproductivo cercano a la Rada de la colonia. La playa "La Dama" y parte de "Playa Ancha" se observan en el ortomosaico de la Figura 22. Si sumamos el número total de animales avistados desde la Rada hasta el final de "Porras" se estima un aproximado de ~1.600 machos y subadultos. Al discutir este número con la comunidad, los pescadores de mayor experiencia reaccionaban sorprendidos, comentándonos que hace 10 años no reportaban muchos avistamientos en ese sector. El número de animales aumenta al llegar al sector de "Porras" contabilizando aquí aproximadamente ~450 animales no reproductivos incluyendo machos adultos y subadultos. Inmediatamente después, el máximo de animales De paso (no reproductivos) es encontrado en "Lobería Sur" (5.181 individuos).

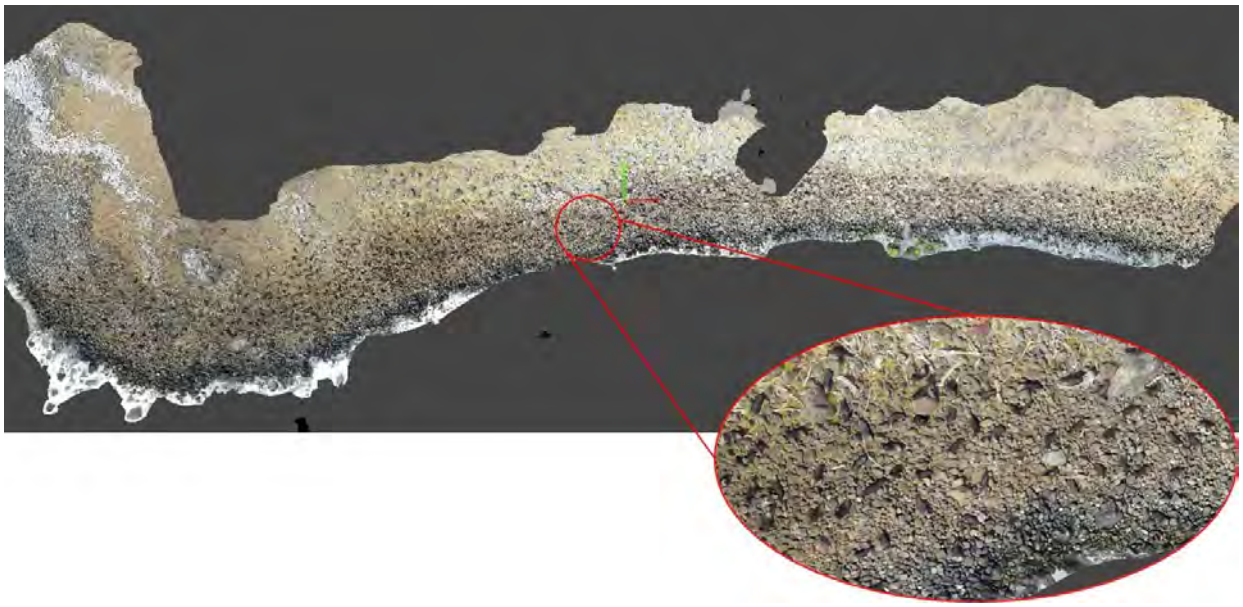


Figura 22. Ortomosaico del sector "La Dama" y parte de "Playa Ancha" (porción izquierda de la fotografía) realizado desde fotografías obtenidas a 30 m. El círculo rojo muestra un acercamiento donde se observa cómo se distribuyen los macho y juveniles a lo largo de la costa en este sector. Este formato de distribución es representativo de todo el sector 1 (S1). El ortomosaico, se encuentra disponible en la carpeta Supl.3.

Desde "Lobería sur", ubicado al sur de la isla, hasta "El Tongo" existe un continuo de animales (S2) que representa, en tamaño de población, el área reproductiva más importante y densa de todo el archipiélago. Por lo mismo, es imposible realizar conteos

manuales en el área y la única alternativa efectiva para el conteo es el registro visual aéreo.

La lobera reproductiva de S2 ("La Lobería") se subdividió en 5 secciones (6 contando "El Tongo", Figura 24A y los ortomosaicos subdivididos pueden explorarse en el PDF en alta resolución dentro de la carpeta Supl. 3). En la Figura 24 sobre la sección 1, se muestra el límite entre la lobera Reproductiva y la de Paso ("Lobería Sur") límite que está caracterizado por un quiebre abrupto del uso de espacio de las crías, y donde continúan animales no reproductivos hacia el sur (Figura 24B). La sección 2, contiene la mayoría de las guarderías (Figura 24C y Figura 24D). De hecho, una de las vertientes que cae desde las cascadas que caracterizan el lugar, presenta la acumulación más grande de cachorros del área (Figura 24D). La sección 3, conocida como "El Ovalo" es el área más densa del lugar. Osman (2007), reporta la mayoría de los animales en esta área con expansiones medias hacia ambas direcciones desde este lugar (Figura 23) Desde estas referencias visuales ya se puede dimensionar el importante crecimiento que ha tenido esta lobera en los subsiguientes 15 años desde el último censo completo realizado en el archipiélago. Hoy, "El Ovalo" sostiene más del doble de animales que el 2005.

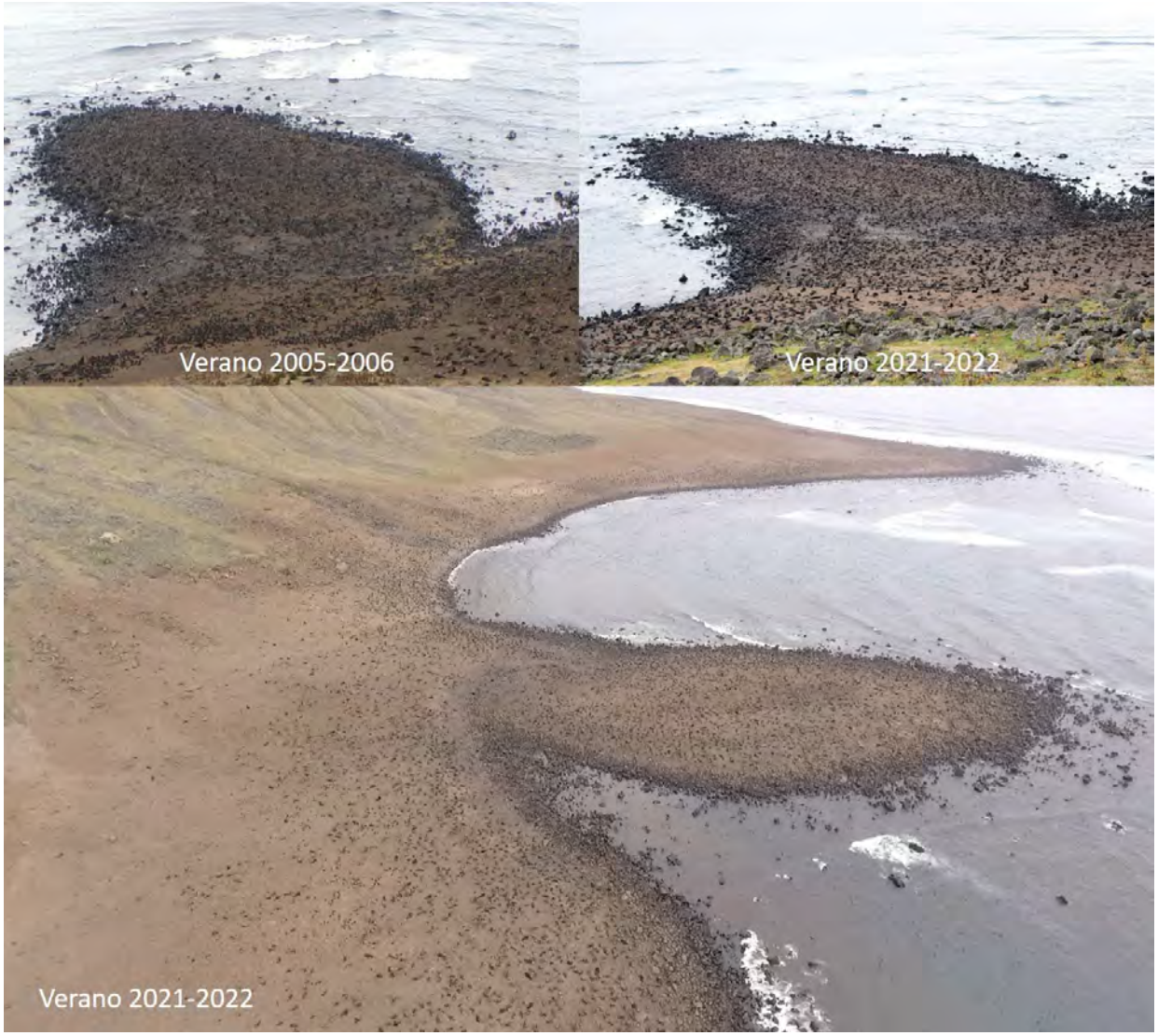


Figura 23. Sector 3, "El Ovalo", "Lobería", isla Alejandro Selkirk. Las fotos superiores muestran un comparativo de lo que era el sector de mayor abundancia de lobos en el año 2005-2006 (Izquierda) y su densidad actual (Derecha). En la foto superior izquierda se puede ver que la base de "El Ovalo" era donde se encontraban las guarderías. Hoy, debido al aumento de adultos, la lobera se ha expandido significativamente hacia ambos costados y hacia la colina. Debido a esto, las guarderías se han visto desplazadas hacia el sector de la caída del agua que se divisa al fondo de la foto inferior.

Las secciones 4 y 5 del ortomosaico (Figura 24) comprenden un amplio sector plano que presenta alta presencia de machos y juveniles con las hembras y cachorros un poco más restringidos a la porción costera. Estas secciones delimitan entre ellas por una colina rocosa que separa este sector con la sección 6 "El Tongo". La orilla del inicio de la colina está marcada por la presencia de caminos hechos por los lobos no reproductivos que bajan desde la sección alta del área hacia el mar, creando formaciones vacías similares a "carreteras" que dividían el continuo de animales cerca de la costa (Figura 24E).

La sección 5 es una colina rocosa muy compleja de mapear ya que los lobos suben hasta los 50 metros desde la costa por la colina rocosa. Esto se tradujo en que, para cubrir este sector, los sobrevuelos no pudieron ocurrir a alturas inferiores a los 60 metros ya que implicaba que el dron pasara a menos de 10 metros de altura de ciertas zonas, lo que ponía en riesgo a los animales y los drones. Por lo mismo, las secciones 4, 5 y 6 fueron mapeados a alturas más elevadas de las deseadas (60-70 metros). La sección 6: “El Tongo”, tuvo que cubrirse realizando vuelos sobre los 60 metros de altura debido a un par de picos rocosos importantes que ponían en riesgo las aeronaves (Figura 24F). Además, la zona se caracteriza por la presencia de algunos islotes que tienen animales y que fueron registrados con fotografías de sobrevuelo y no ortomosaico (Figura 3B). Adicionalmente, una porción tuvo que ser contabilizada manualmente. Esta área corresponde a una cascada que baja encajonada donde se encontraron aproximadamente ~250 adultos y ~260 cachorros que suben río arriba desde la costa. La condición de encajonamiento, cortaba la señal del dron al momento de intentar sobrevolarlo. Por lo mismo, solo nos limitamos al conteo manual de esta zona, número que fueron sumados al total de individuos que se estime desde el ortomosaico obtenido.
.

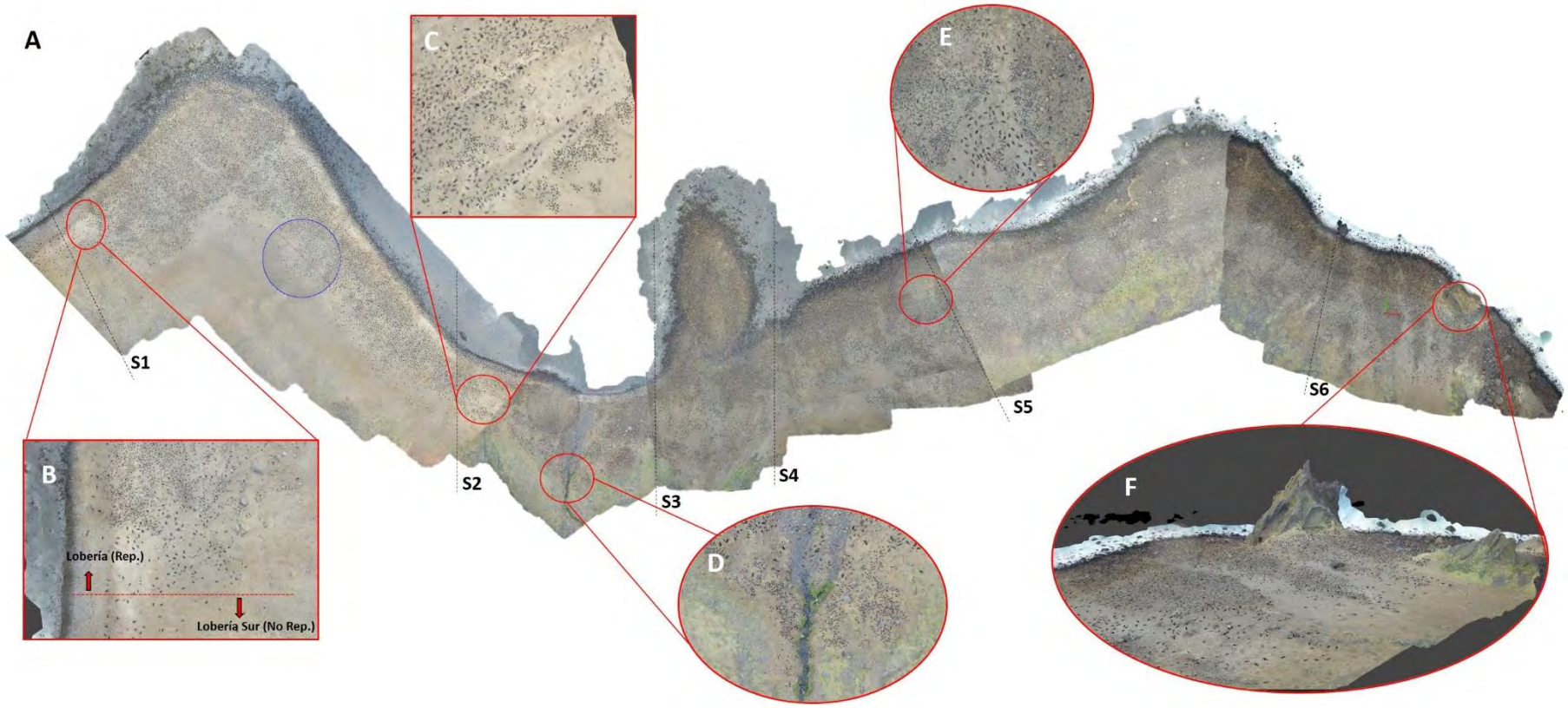


Figura 24. Ortomosaico Sector "Lobera" y "El Tongo", isla Alejandro Selkirk. (A): Compilación de los seis ortomosaicos que componen el sector más importante reproductivo del archipiélago de Juan Fernández. Cada ortomosaico se encuentra dividido en sectores (S) delimitados por las líneas punteadas negras (S1, S2, S3, S4, S5 y S6). Los sectores fueron delimitados a partir de ciertos hitos geográficos presentes en el área que permitían la división de la colonia sin perder individuos. (B) Límite de la lobera reproductiva "Lobería" e inicio de la de paso "Lobería Sur". El límite demarcado con la línea punteada roja, está caracterizado por el fin abrupto de la presencia de cachorros que se reconocen en la imagen como los puntos más pequeños del área. (C) Vestigio de una antigua construcción rectangular utilizada para la caza de lobos en los siglos XVIII y XIX, hito que fue utilizado para dividir S2 y S3 y que hoy funciona como guardería natural de cachorros. (D) Guardería más importante de la lobería. Los cachorros se distribuyen en grandes cantidades río arriba, llegando a alturas de aproximadamente 20 metros sobre el nivel del mar. (E) Hito límite entre S4 y S5 donde da inicio la colina rocosa que separa el área de la lobera con "El Tongo". La denominada "carretera" es uno de los ejemplos de caminos donde el transito continuo de machos y juveniles hacia el mar mantiene los límites de los cachorros a ambos costados, zona muy riesgosa para los cachorros. (F) Cara lateral del ortomosaico confeccionado con las imágenes de "El Tongo". En él, además de los lobos que habitan este sector, se puede ver, a modo de ejemplo, el relieve complejo (pico de piedra) que complicaba el sobrevuelo automatizado de esta área y que nos forzó a realizar estos ortomosaicos a mayor altura que lo ideal para el conteo.

Santa Clara

A pesar de que “Los Alelices” y “El Weste” tenían acantilados que rodeaban cada lobera, fue posible acceder a la costa en ambas loberas para realizar sobrevuelos, lo que era un requerimiento imperante para obtener registro que pudiese usarse en la elaboración de ortomosaicos. Estos registros tuvieron que programarse a mayores alturas para evitar la coalición de los drones en ciertos sectores con acantilados más pronunciados (60 metros). Se realizaron exitosamente los ortomosaicos de ambas loberas claves: “Los Alelices” (vuelo realizado a 60 metros y ortomosaico confeccionado con 503 fotografías del área, Figura 25 y archivo anexo en Supl 3) y “El Weste” (vuelo realizado a 60 metros y ortomosaico confeccionado con 413 fotografías, Supl. 3).

Figura 25. Ortomosaico de la playa “Los Alelices”, isla Santa Clara. Los puntos en la costa representan lobos que, en la sección roja señalada por la flecha llegan hasta muy arriba en los pronunciados acantilados que la rodean. La porción rocosa al centro es el denominado “Morro Espártan”, el cual era contabilizado separado de “Los Alelices” en el registro histórico.

En el caso de “La Matriz” solo fue posible registrar video utilizando el dron. La complejidad geográfica del sector (ver Supl. 2) tampoco permitía acercarse a la costa con facilidad, y por lo mismo el área fue explorada desde la embarcación por video.

Cabe enfatizar lo descrito bajo el objetivo 1; a diferencia de la “Lobería” en isla

Alejandro Selkirk, “La Matriz”, “Los Alelices” y “El Weste, no presentan mucha más superficie como para que las loberas sigan creciendo. El patrón que se presenta, es su expansión continua por los costados de las loberas “Los Alelices” y “El Weste”, donde se ven hoy, lobos continuamente a lo largo de gran parte de la costa sur, sureste (sectores que denominamos “Entre Bahías” y “Costa Cerro Alto”, ver objetivo 1). Distinto es el caso de “La Matriz”, la cual aún posee, aunque reducido, espacios para la expansión de los animales.

Robinson Crusoe

Similar a isla Alejandro Selkirk, la heterogeneidad geográfica de la isla Robinson Crusoe impone un desafío importante para cubrir la totalidad de la extensa costa que la caracteriza y el total de las loberas solo se pudo abordar con metodologías mixtas de conteo.

La mayoría de S1 (costa norte y noreste, ver Figura 14) fue muestreada con el uso de una embarcación desde donde se registraron las diferentes agregaciones grabando video utilizando los drones. Otras áreas fueron abordadas manualmente debido a recurrentes fallas presentadas por los drones que se asocian a los pronunciados acantilados que persisten a lo largo de este sector costero y que, en varias ocasiones, hicieron que se perdiera señal con los drones. Por esto, solo cuando la densidad de animales no podía ser cubierta con conteo manual, se tomó el riesgo de volar los drones y realizar sobrevuelos. Por ejemplo, aunque se logró recopilar el material visual de “Tres Puntas Norte” completo, los extremos fueron contados manualmente (y sumados al total) debido a las reiteradas ocasiones en que se perdió señal y control de los drones. Afortunadamente, se recuperó la señal a tiempo en todas las ocasiones justo previo a colisionar o caer al mar. Si bien tuvimos eventos de este tipo en toda la zona S1 (Figura 14) de la isla, los eventos fueron particularmente reiterativos en el sector de “Tres Puntas Norte” hasta “Juanango”. Nuestra recomendación es mantener la seguridad del dron en S1 evitando su uso y considerando que estimadores manuales de esta área aún son posibles, reduciendo el uso del dron solo al sector de “Tres Puntas Norte” que es donde habitan la mayoría de los animales de S1. El sector desde “La Zapatilla” hasta la llegada a la “Bahía el Padre” se puede cubrir confiablemente con conteos manuales y no es necesario arriesgar vuelo en esta costa, particularmente porque S1 fue el sector con mayores problemas presentados

por los drones. De esta continua sección de lobos, “Piedra Horacio”, presenta la mayor cantidad de cachorros después de “Tres Puntas Norte” (aproximadamente 1000 adultos y 400 cachorros).

Respecto a la construcción de ortomosaicos, solo se obtuvo un ortomosaico parcial de “El Arenal” y un ortomosaico de “Bahía el Padre” a 60 metros (supl. 3). El resto de las loberas de los sectores S2 y parte de S3 se muestrearon obteniendo videos con los drones o conteos manuales desde bote en las agregaciones más pequeñas y de menor acceso.

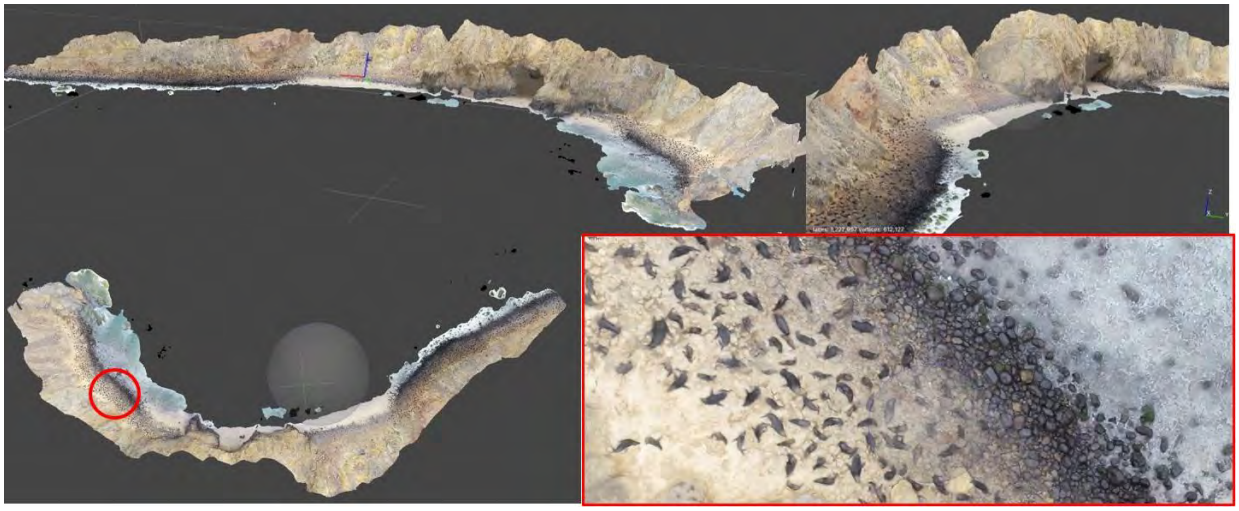


Figura 26. Ortomosaicos de la playa “El Arenal”, isla Robinson Crusoe. Se ven diferentes caras de la mitad del área que componía la lobería “El Arenal”. El círculo cuadrado encierra la posición de donde se realiza el zoom que se muestra en el cuadrado rojo y que permite visualizar la calidad del ortomosaico realizado a 50 metros de altura con un total de 180 fotografías.

9.2.3. Estimación de Abundancia Relativa

El dato más importante de medir en terreno para poder concretar estimaciones relativas de la población es el número de cachorros presentes. Una correcta estimación del número de cachorros permite utilizar los supuestos establecidos en la metodología (sección 8.3.2) y obtener números aproximados de machos y hembras sin la necesidad de utilizar los números de los animales “indeterminados” u otros que no sean cachorros. La Tabla 21 muestra los totales de la abundancia estimada por isla al igual que el archipiélago completo desglosados. Nuestra estimación relativa sugiere que existe un total aproximado de ~283.000 individuos de la especie completa, lo que representaría casi ~100.000 animales adicionales a los contados en terreno ya sea que no se encuentran presentes en las loberas o no fueron

considerados al momento de contar. Porcentualmente, los totales estimados relativos por isla sostienen valores similares a los porcentajes estimados absolutos (Figura 27 de esta sección y Figura 19 de la sección 9.2.2 para su comparación).

Tabla 21. Totales de abundancia estimada de la especie completa de LFJF para las tres islas de mayor relevancia del archipiélago

Isla	Total Cachorros	Total Adultos/Juveniles	Totales
Alejandro Selkirk	42.128	125.272	167.400
Robinson Crusoe	17.571	52.249	69.820
Santa Clara	11.449	34.045	45.494
Total	71.148	211.566	282.714

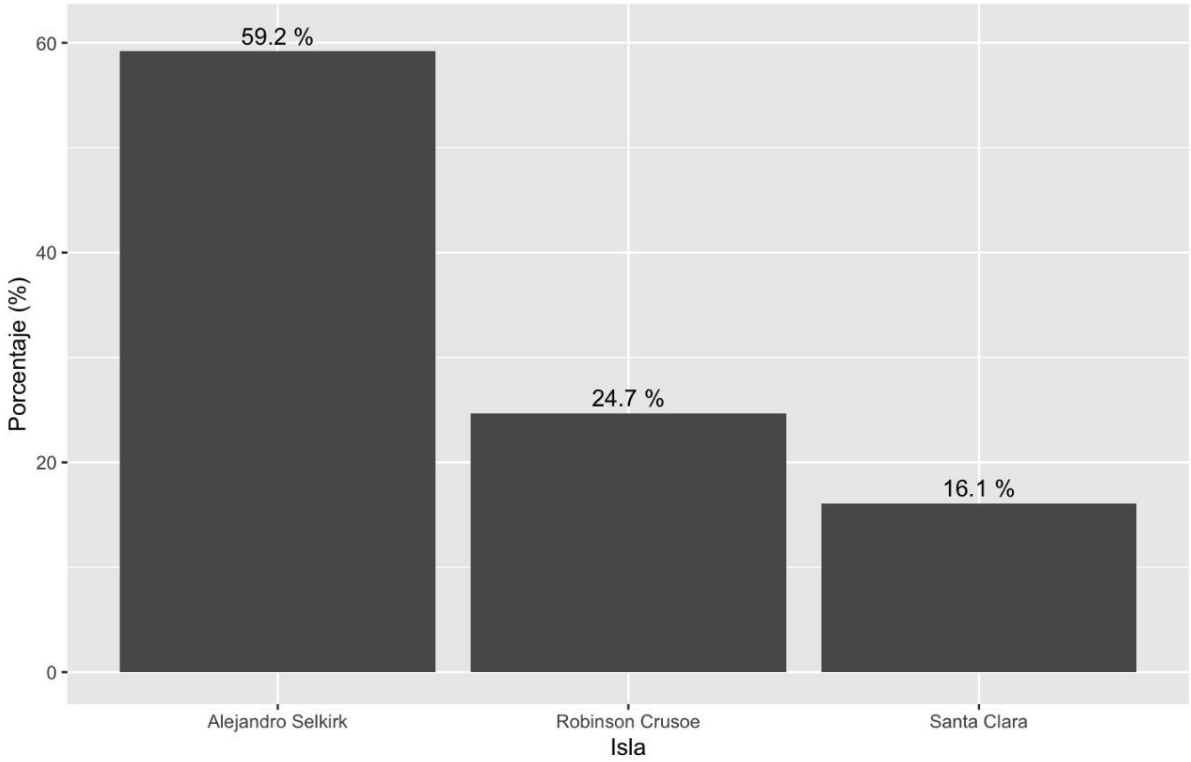


Figura 27. Porcentajes de abundancia relativa por isla de LFJF. Los porcentajes son calculados a partir del total del archipiélago.

Finalmente, la Figura 28, muestra los cachorros y Adultos/subadultos por isla. Si se compara con la Figura 20, la gran diferencia resalta en los totales de adultos por isla los que, utilizando los supuestos señalados, corresponden a más del doble de cachorros en cada una de las islas estudiadas.

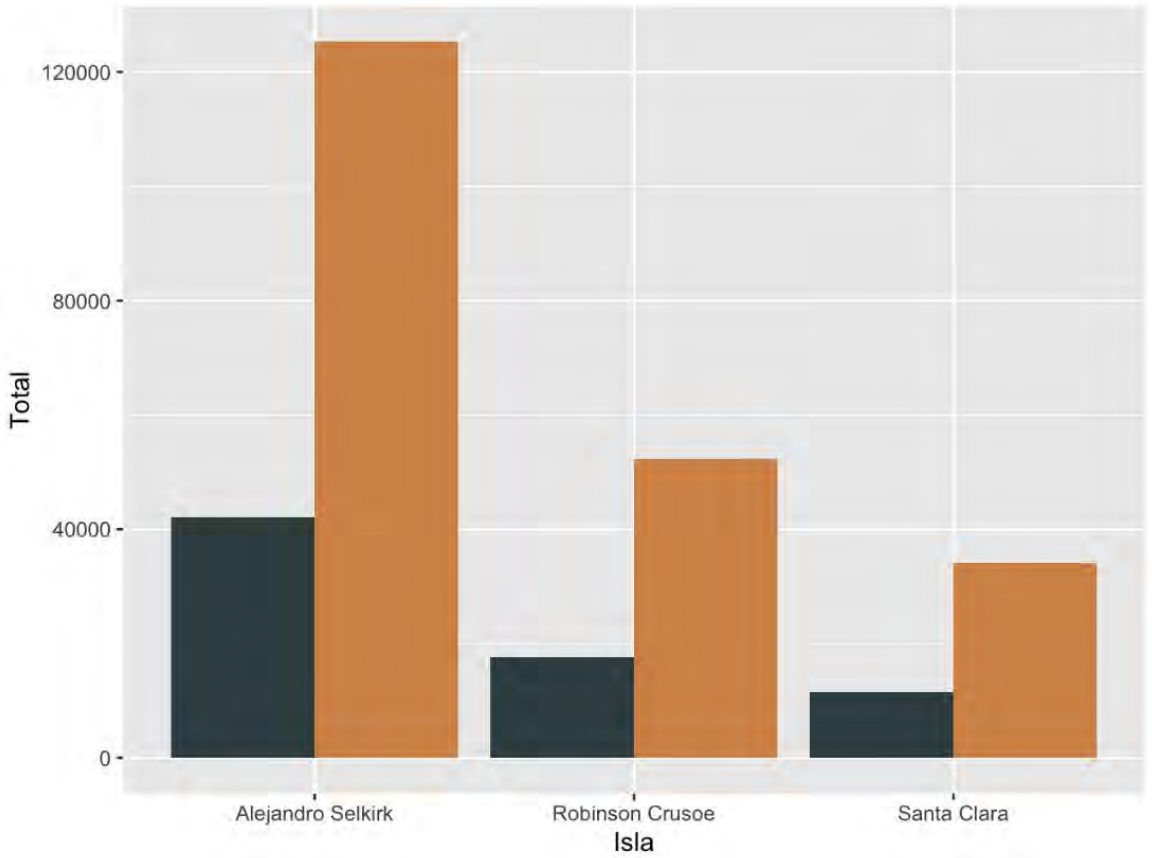


Figura 28. Abundancia relativa estimada de adultos/subadultos (naranjo) y cachorros (gris) por isla en el archipiélago de Juan Fernández.

Se debe ser enfáticos en que los datos presentados en esta sección son un ejercicio estimativo de la especie completa y **deben tratarse con precaución**. De acuerdo a las formas de estimación de la población utilizadas históricamente para el LFJF (población absoluta) y, mientras no se tengan datos específicos demográficos y ecológicos de la especie con los que se puedan realizarse correcciones a los números históricos, la población aún debiese tratarse a partir de los datos absolutos para permitir comparaciones temporales y cálculos como los realizados bajo el objetivo 4.

9.2.4. Prospección Satelital

9.2.4.1. Presencia de lobos alta resolución

A partir de la inspección visual sobre la imagen WV2 a full resolución (Escala 1:2000) en las loberas principales localizadas en la zona de isla Robinson Crusoe e isla Santa Clara apoyado con las imágenes de Dron, no se logró identificar ningún individuo en la imagen para ninguno de los sectores dentro del área de los mosaicos de dron, pero tampoco en otras de las áreas presentes en la imagen (Figura 29).

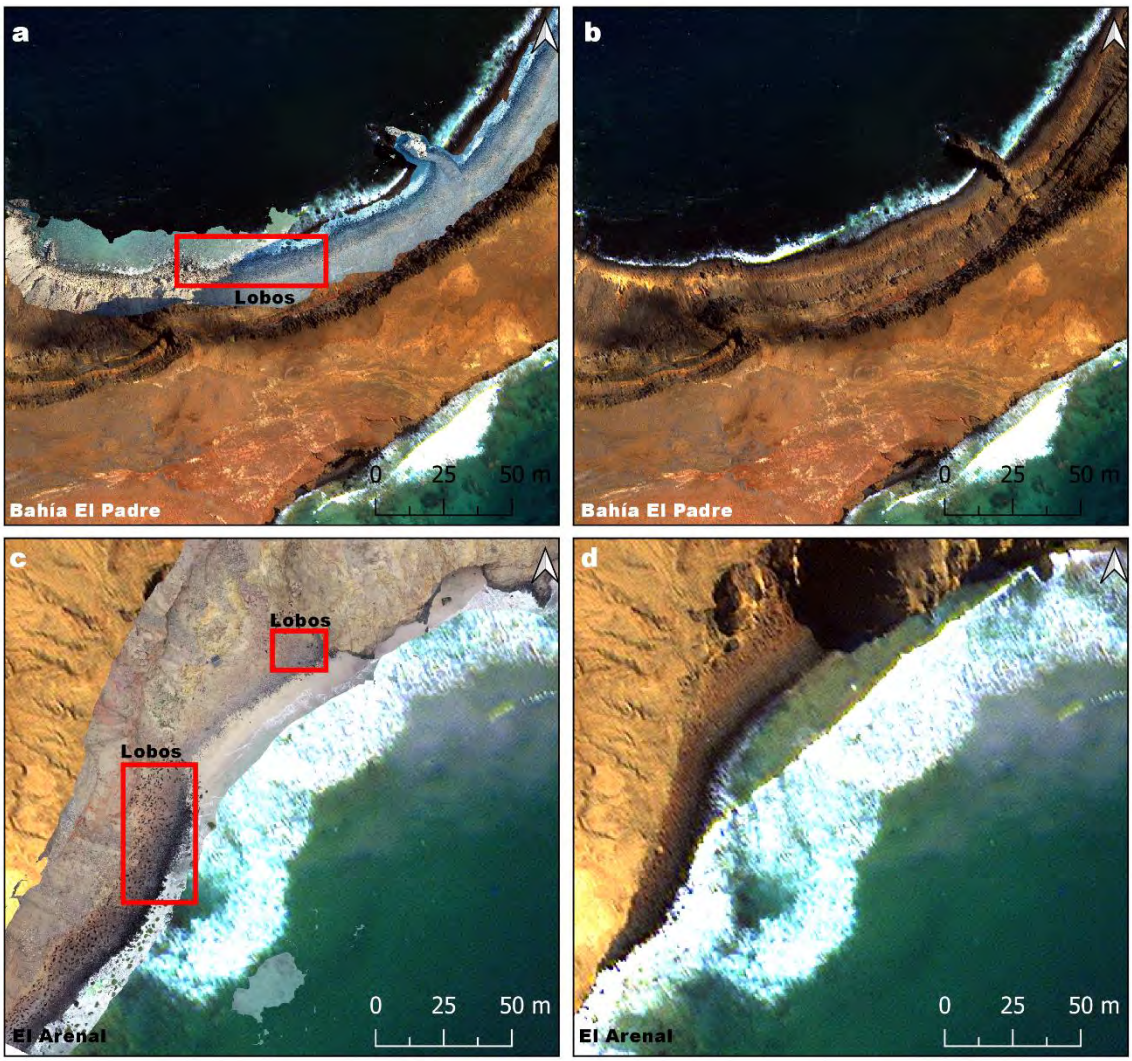


Figura 29. Imagen escala full resolución WV2 (1:2000). Panel superior: "Bahía el Padre" con mosaico de dron (a) y sin mosaico de dron (b). Panel inferior: "El Arenal" con mosaico de dron (c) y sin mosaico de dron (d). cuadros rojos señalan presencia de individuos en los mosaicos.

Este resultado se debe, principalmente, a que aún existen limitantes con la resolución espacial del producto, como también la hora de captura de la escena 15:39 UTC (11:39 hora local) que es coincidente con un horario donde la presencia de individuos, particularmente en días soleados, es baja (Borras-Chavez & Castillo-González obs. Pers; Osman, 2007). En la Figura 30, Figura 31 y Figura 32 se muestran ejemplos del sector “Bahía el Padre”, “El Arenal” y “Los Alelices” respectivamente, para un par de sitios contrastando lo registrado por el vuelo de Dron y la imagen WV2.

Adicionalmente, se pueden considerar como limitantes las diferencias en el ángulo de captura de las imágenes en comparación al producto satelital. Lo que puede apreciarse en la comparación de la playa “El Arenal” con la imagen satelital (Figura 31) donde las diferencias en el ángulo generan sombras o, producto del relieve, ocultan zonas que si son visibles en el mosaico obtenido desde las imágenes de Dron.

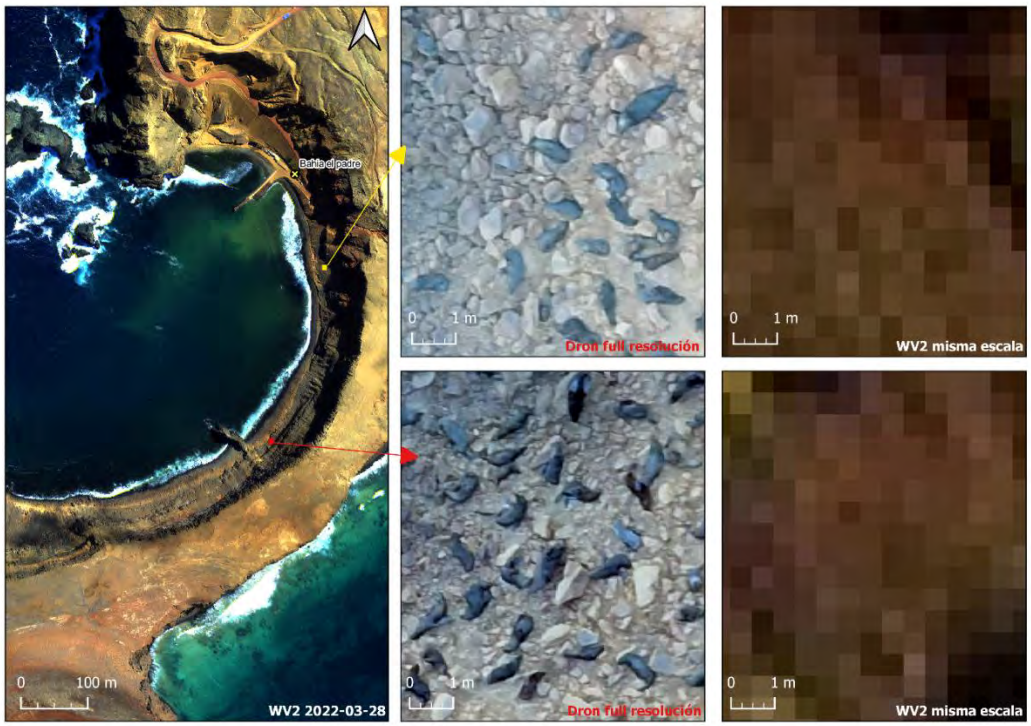


Figura 30 Contraste entre las imágenes de dron (imágenes del medio) y WV2 (imágenes panel der.) para Sector “Bahía el Padre” (imagen izq.) a la misma escala.

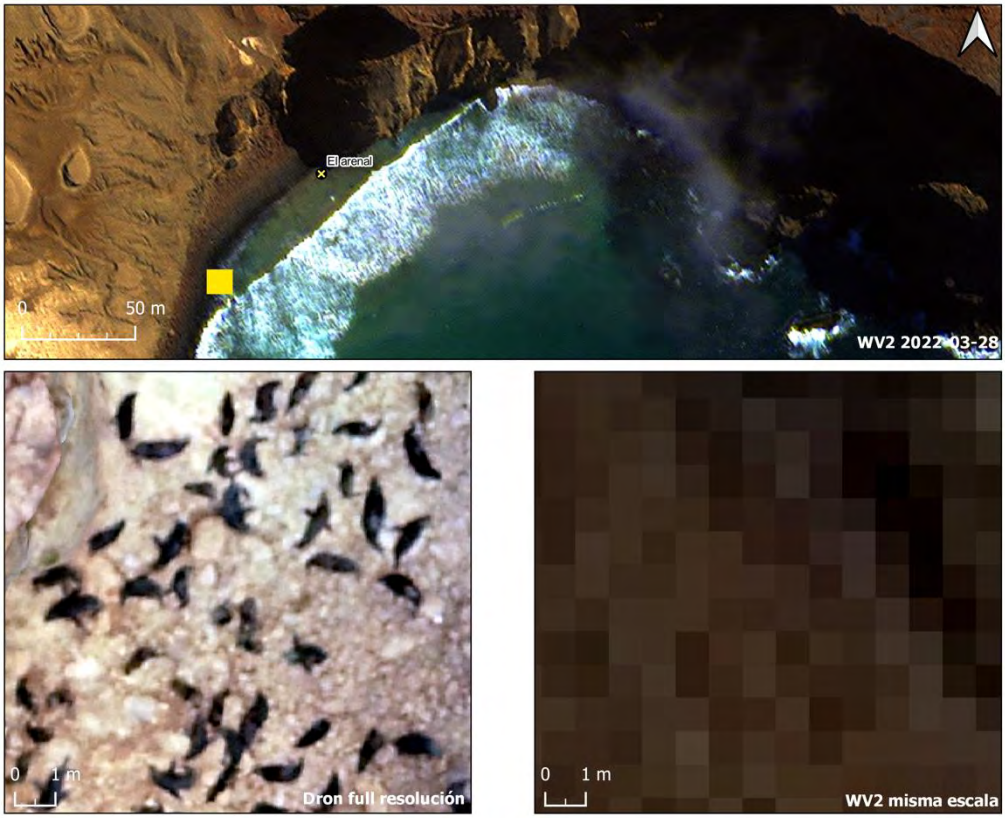


Figura 31 Contraste entre las imágenes de dron (abajo izq.) y WV2 (abajo der.) para Sector "El Arenal" (arriba) a la misma escala.

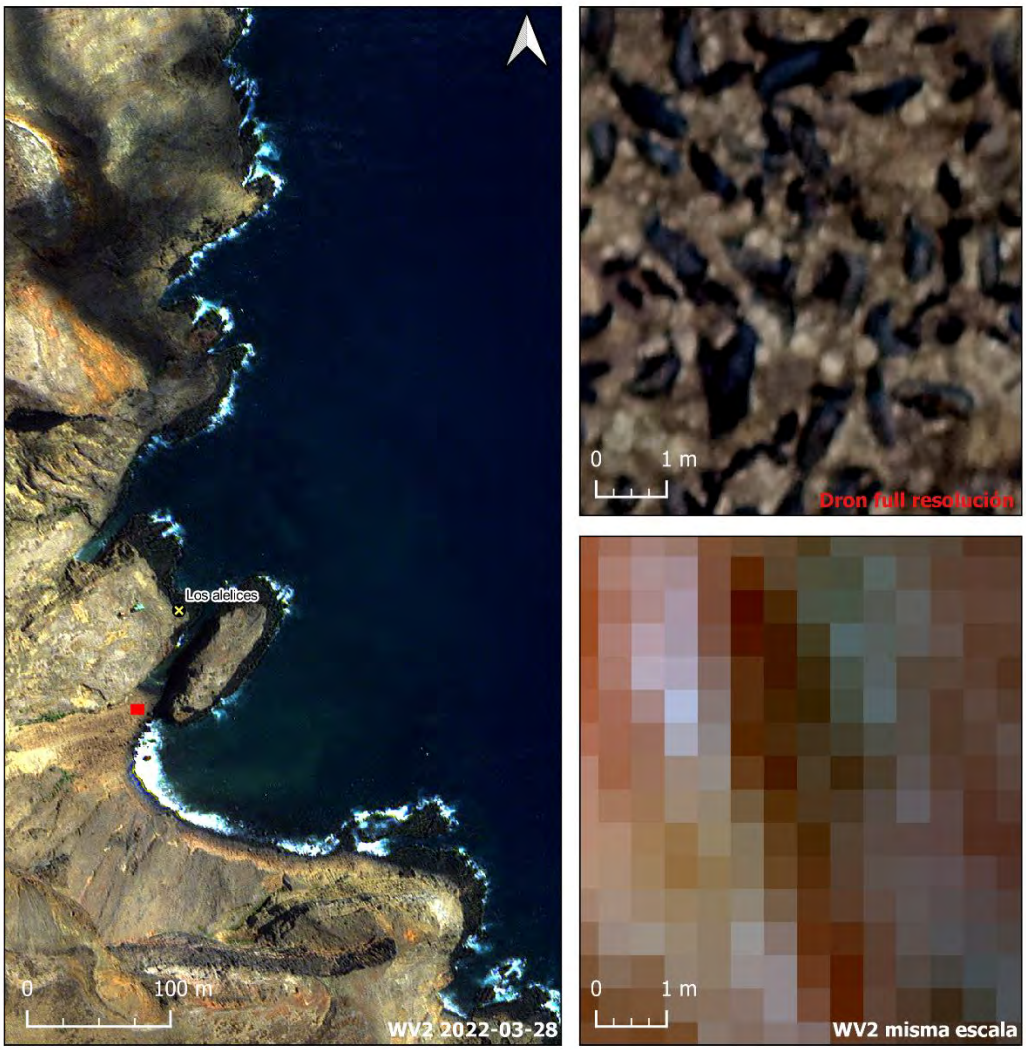


Figura 32 Contraste entre las imágenes de dron (arriba derecha) y WV2 (abajo derecha) para "Los Alelices" a la misma escala.

9.2.4.2. Información espectral imágenes media resolución

La Figura 33 muestra el resultado de la información promedio espectral para los 50 cuadrantes (equivalentes a 1 pixel Sentinel 2) del sector 1 y 2 para las áreas con y sin lobos respectivamente identificados en el ortomosaico de "La Lobería" (Figura 11).

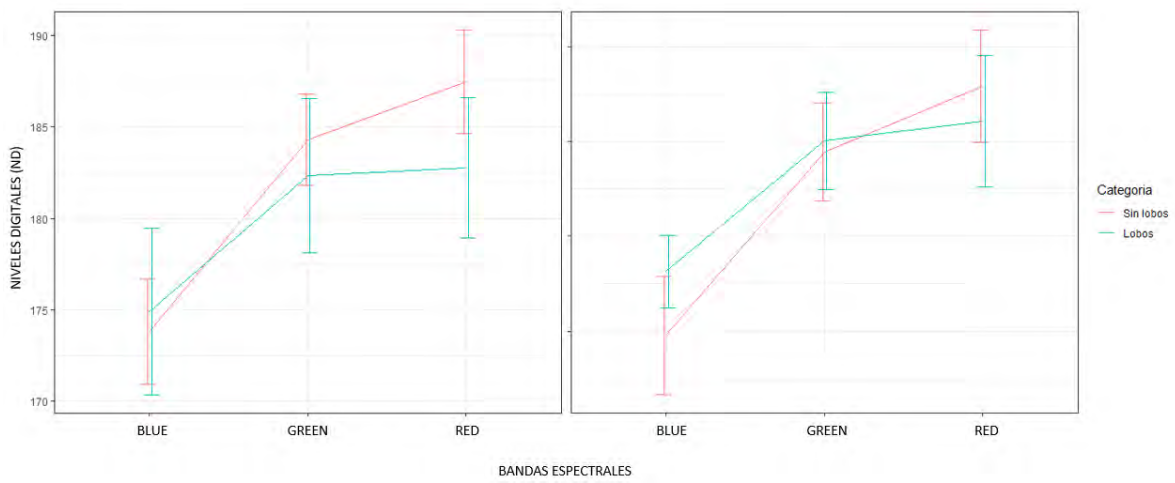


Figura 33 Niveles Digitales promedio ortomosaico para sector 1 y 2 isla Alejandro Selkirk.

En ambos sectores se puede observar una estructura espectral similar para las áreas con y sin lobos. En el caso de los pixeles sin lobos, se observa que existe un aumento de los niveles digitales en el rango de la banda roja y los valores menores se presentan en la banda azul. Esta característica se repite en los pixeles con presencia de lobos, por lo que a escala Sentinel 2 en la información de dron, no es factible una diferenciación espectral entre un área con lobos y sin lobos. Esto toma también en consideración las desviaciones estándar en cada banda disponible.

En el caso de la imagen Sentinel 2 (Figura 34), se puede apreciar que el perfil en ambos sectores muestra un comportamiento relativamente similar en términos de estructura. No obstante, en el rango visible no se aprecia el mismo comportamiento presente en la información extraída de las bandas del Dron con bajos valores en el rango azul, un aumento en el verde y el peak en la banda roja. Aquí se aprecia baja reflectancia en el rango del verde para ambos sectores y el mayor peak se observa en el NIR.

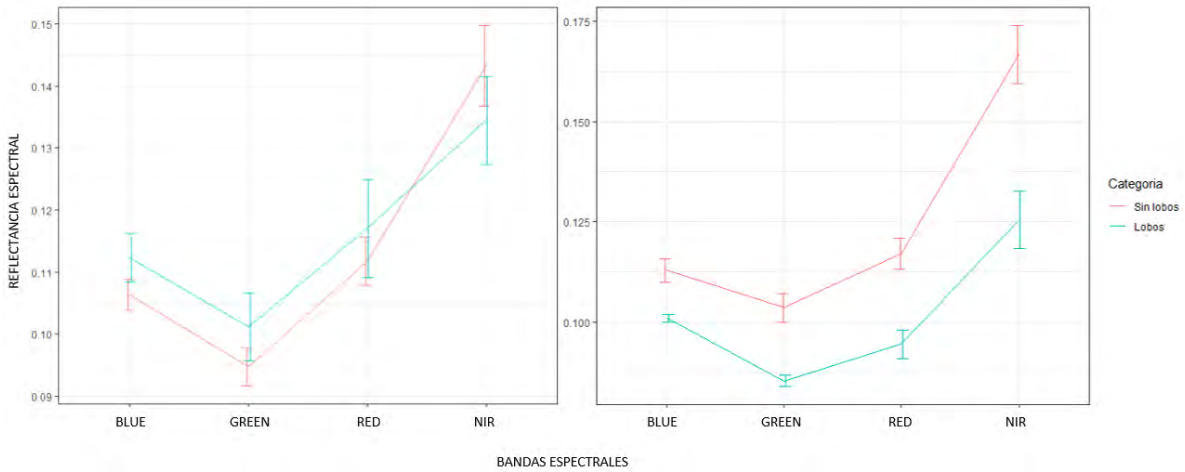


Figura 34. Perfil espectral promedio Sentinel 2 isla Alejandro Selkirk.

Finalmente, dada la incertidumbre asociada a la carencia de muestreos cercanos, la diferencia en la estructura espectral mostrada en el rango visible y la imposibilidad de diferenciar entre zonas libres de individuos y zonas con individuos, descartan la posibilidad de escalar la información a un sensor con información de libre acceso. Esto sumado a que, por aspectos de resolución y escala, no resulta factible contar con ningún tipo de identificación visual, ni cambios de textura evidentes que permitan inferir un presencia o ausencia de individuos de la especie. A esto se suma el efecto sinérgico de la hora de captura de las escenas (11:32), similar a la hora de captura WV2, y la necesidad de que la captura ocurra en un día despejado de nube (lo que implica una mayor temperatura y con ello la posibilidad de que gran parte de los individuos desde esa hora hasta el atardecer, se encuentren en el agua). Esto, sumado a las diferencias angulares de captura que pueden dificultar aún más el reconocimiento de individuos ocultando áreas o generando zonas con mucha sombra aumentando la incertidumbre de un proceso automático o semiautomático.
La Imagen satelital adquirida para los análisis de esta sección se encuentra adjunta en la carpeta Supl. 5.

9.2.5. Conclusiones y discusión objetivo 2

9.2.5.1. Metodologías

Los conteos fueron llevados a cabo a través de metodologías mixtas realizando conteos (1) en tierra y marítimos (desde embarcaciones) y (2) registrando material visual utilizando drones principalmente en aquellas zonas donde la densidad de animales imposibilitaba el conteo manual. Se obtuvieron dos tipos de registro visual utilizando drones: (1) videos que luego fueron convertidos en imágenes y (2) ortomosaicos. Los conteos desde el material visual obtenido fueron realizados en la plataforma de inteligencia artificial de la compañía Deepomatic, la que prestó asesoría en la construcción de modelos automatizados para conteo de individuos desde los ortomosaicos y permitió el conteo manual en la plataforma desde las imágenes adquiridas en los videos. Solo un modelo mostró una precisión global ideal para realizar conteos automatizados de animales desde las fotografías (69,8% de precisión). Sin embargo, este modelo permitió contar el 50% de la población ya que

fue específicamente entrenado para las loberas más abundantes del archipiélago (isla Alejandro Selkirk). Al construir el modelo final para conteo automatizado, varios desafíos fueron enfrentados: (1) la diversidad de imágenes (diferentes áreas, diferentes fondos, diferentes altitudes de drones, imágenes borrosas, entre otros), (2) Elementos en el fondo como la presencia de rocas muy similares a los animales cuando se encontraban mojados, y (3) la compleja distinción entre hembras y subadultos machos. Estos desafíos demandaron probar diferentes técnicas en el proceso iterativo de entrenamiento. De todas maneras, aumentar las imágenes y conceptos entrenados permitió obtener información desglosada de los estadíos (Adultos, Cachorros, Subadultos) y sexos de los adultos (machos y hembras) para estas colonias, aproximación novel a nivel mundial de conteo automatizado para monitoreo de especies.

9.2.5.2. Conclusiones estimación Abundancia absoluta

Se contabilizó un total de 183,446 individuos en el archipiélago completo donde la Isla Alejandro Selkirk (AS) sostiene el 59,4% de la población total seguida de Robinson Crusoe (RC) con un 27,5% y Santa Clara (SC) con un 13,1%. Respecto a la tasa de producción de cachorros, se contabilizó un total de ~71.148 cachorros en el archipiélago, 2,5 veces más cachorros que los registrados hace 12 años en el último censo realizado en el archipiélago completo (2009: 28.625 cachorros) y un poco más de 7 veces lo registrado en el 2005 por Osman, (2007). AS contribuye con un 59% de la producción total de cachorros del archipiélago, bastante más bajo que lo reportado para AS el 2009 por CONAF (producción en AS el 2009: 75%) y un poco más bajo que lo reportado para el 2005 por Osman (2007) donde solo la lobera “La Lobería” contribuía en aquel entonces con un 63% del total de la producción de cachorros. Esta diferencia puede deberse a una subestimación de los números contabilizados el 2021 debido a la alta densidad de cachorros y a la complejidad de distinguirlos individualmente cuando se conglomeraban en grupos o se encontraban bajo rocas (independiente de la metodología) y en el agua de las cascadas que caían en la zona. RC aportó con una producción de cachorros de un 25% seguido de un 16% de producción en SC, ambos valores muy cercanos a la producción de cachorros reportada por Osman (2007) para estas islas (RC: 25% y SC: 12%) y por CONAF

durante el censo realizado en estas dos islas el 2009 (RC: 17% y SC: 8%).
La lobera más grande del archipiélago corresponde a “La Lobería” (antiguamente “Lobería vieja”) la que alberga un 45,4% del total de animales del archipiélago lo que hace de este sector (Lobería-Tongo) el sector más importante para la especie como también ha sido descrita históricamente. En SC, tres loberas con similares abundancias constituyen el 60% del total de animales de la isla (el Weste, Los Alelices y Mancha Blanca).

La razón por la que AS alberga tal magnitud de individuos considerando que RC y AS tienen superficies similares, radica en las diferencias geográficas de los terrenos y, por ende, la disponibilidad de hábitat que permite la apropiada reproducción y lactancia de los individuos. El inmenso territorio que albergan en conjunto “La Lobería”, “El Tongo” e incluso la “Lobería Sur” en AS, permite un acceso menos expuesto a las playas, sostiene un importante terreno libre de piedras, otorga refugio para los cachorros y permiten que la lactancia se extienda cómodamente por los 8 a 12 meses que esta especie lacta (Gentry & Kooyman, 1986) lo que, consecuentemente se traduce en una mayor probabilidad de sobrevivencia para los cachorros, la clase etaria más vulnerable a estrés térmico durante su estadía en la costa (Trites & Antonelis, 1994). Todos estos puntos han sido descritos como esenciales para el apropiado y exitoso asentamiento de individuos en un sector (Limberger et al, 1986; Reidman, 1990; Bradshaw et al, 1999). En contraste, salvo un par de bahías, RC y SC no sostienen estas características y la mayoría de la superficie costera se destaca por ser delgada y rocosa e incluso en grandes porciones, altamente expuesta al oleaje (como es el caso de toda la costa suroeste de SC y gran parte de la costa sur oeste de RC). Esto no es nuevo, las razones tras el explosivo crecimiento de la población en Selkirk comparado a RC o SC son ampliamente discutidas en la Tesis de postgrado de Osman (2007) y hoy, las cantidades encontradas en el archipiélago y la manera en la que se distribuyen en la isla son consistente con las proyecciones realizadas por la autora. La dinámica histórica y algunas comparaciones temporales de las abundancias son discutidas más a fondo bajo el objetivo 4.

9.2.5.3. Conclusiones estimación Abundancia Relativa

Respecto a la estimación relativa de la especie completa el ejercicio conservador realizado en la sección 9.2.3, solo intenta señalar que la población en si, como mínimo presenta al menos 100.000 individuos más de los contemplados al momento de contar los diferentes sectores. Las tablas de vida en las que nos basamos para el cálculo de juveniles (Goebel, 2006) no son las únicas disponibles, y también pueden utilizarse las existentes para el Lobo fino del Norte *Callorinchus ursinus* Lander (1981) con las modificaciones Smith & Polacheck (1981) tomadas en cuenta para nuevos ejercicios. Sin embargo, y más ampliamente descrito en la sección 9.4.5, es de suma importancia lograr establecer tablas de vida para esta especie ya que dichas tablas son especie-específicas y podrían sustancialmente diferir de los resultados empleados en este ejercicio. Por todo esto, es importante interpretar estos datos con precaución ya que no se basan en datos demográficos directos medidos en esta especie y solo pretenden realizar un ejercicio estimativo de la abundancia relativa.

9.2.5.4. Conclusiones respecto a la prospección satelital

Los resultados de la prospección satelital a alta y media resolución no constituyeron una buena herramienta para el conteo remoto de LFJF en el archipiélago. La literatura sugiere que generalmente, estas aproximaciones presentan una dificultad importante para cualquier tipo de detección de individuos, ya sea a nivel de interpretación visual como a nivel de detección espectral. Si bien la literatura dispone de métodos y ejemplos de detección de pinnípedos y otros mamíferos en imágenes aéreas (Padubidri et al, 2021; Salberg, 2015) e imágenes satelitales (Gonçalves et al, 2020; LaRue et al, 2011), estos métodos contemplan especies que son más grandes en tamaño que el LFJF y, por tanto, pueden ser identificados mediante la resolución espacial disponible por sensores como WV1, WV2 y otros. Además de la resolución espacial, los estudios disponibles que exitosamente han detectado individuos con imágenes satelitales han sido realizados en zonas donde el contraste entre el terreno y los individuos es un más alto, y que disponen de sets de entrenamiento asociados a las imágenes disponibles.

Otra limitante del proceso de prospección considera que para la validación de

cualquier método se requiere de un set de validación de la identificación de individuos, construido a partir de la misma imagen por interpretadores experimentados para evaluar adecuadamente el desempeño de cualquier modelo de detección. En el caso de las imágenes WV2 y Sentinel, esa posibilidad no existe debido a que las imágenes consultadas y disponibles, son tomadas a horas donde normalmente no hay una abundante cantidad de individuos en las playas y por tanto resulta poco factible la construcción de un set de validación. Adicionalmente, la presencia de sombras y terrenos con oclusión que dificultan la diferenciación de individuos que se parezcan demasiado al fondo de la imagen (background). Esto genera que el reconocimiento de posible presencia de individuos sea aún más incierto para el intérprete en la imagen pancromática, sobre todo cuando estos son iguales o inferiores a la unidad mínima de análisis disponible. Lamentablemente la problemática descrita no mejora al emplear la información de las otras bandas espectrales disponibles.

La dificultad de disponer de imágenes adecuadas y de un set de entrenamiento para aplicar sobre la misma, puede ser resuelta considerando la solicitud de captura de imágenes bajo programación. Sin embargo, la opción de adquirir una imagen programada implica elevar los costos significativamente[4], especialmente considerando que, para solicitar una imagen programada el área mínima de compra es de 100 km^2 en la mayoría de los proveedores disponibles (la imagen adquirida en este proyecto fue de 27.8 Km^2) y la posibilidad de adquirir imágenes adecuadas está siempre sujeta a la disponibilidad técnica y cobertura de nubes entre otros elementos (Anexo 5). El anexo 6 muestra ejemplos cotizados para los dos sensores submétricos más avanzados: WorldView 3[5] y Pléiades-NEO[6].

Los puntos anteriores remarcan que, con la información disponible, la detección a partir de imágenes de dron con resolución espacial adecuada y diferentes ángulos de vuelo sigue siendo una mejor opción que el uso de sensores satelitales submétricos considerando los periodos de revisita, la factibilidad de encontrar imágenes adecuadas y la morfología de la isla que dificulta una cobertura total de todos los sitios claves. Sin embargo, los rápidos avances tecnológicos en la resolución fotográfica satelital y la incorporación continua de nuevos satélites, no descartan esta opción como futura alternativa a reevaluar en unos años. Sobre todo, considerando, el éxito

[4] Sobre los 20 millones de pesos chilenos
[5] Máxima resolución espacial en el pancromático 30 cm
[6] Máxima resolución en el pancromático 30 cm.

que ha tenido en otras especies similares (Padubidri et al, 2021; Salberg, 2015).

9.3. Objetivo Específico N°3

Determinar la magnitud de interacción entre el lobo fino de Juan Fernández y las pesquerías artesanales, así como la percepción de los pescadores en el área de estudio.

9.3.1. Caracterización de la muestra

A pesar de haber definido un tamaño muestral, se aplicó el máximo de encuestas posible para aumentar el nivel de confianza. De esa forma, la muestra obtenida a partir de las encuestas aplicadas fue de n=302. De ellas, 214 encuestas corresponden a no pescadores y 88 a pescadores. Del total, 167 corresponden a encuestados de sexo masculino y 135 a encuestados de sexo femenino (Tabla 22).

Tabla 22. Distribución del total de encuestados según sexo y ocupación.

	Masculino		Femenino		Total	
	N	%	N	%	N	%
Pescador	88	29,1	0	0,0	88	29,1
No pescador	79	26,2	135	44,7	214	70,9
Total	167	55,3	135	44,7	302	100

Del total de encuestados en el archipiélago, el 13,6% se encontraba en Rada La Colonia al momento de ser encuestados y 86,4% en Juan Bautista (Tabla 23).

Tabla 23. Distribución del total de encuestados por isla.

	Rada La Colonia		Juan Bautista		Total	
Pescador	25	8,3	63	20,9	88	29,1

No pescador	16	5,3	198	65,6	214	70,9
Total	41	13,6	261	86,4	302	100

Las edades de los encuestados fueron desde los 19 a los 91 años, encontrándose la mayoría entre los 29 y los 38 años (25,5%), seguido por el rango 39 a los 48 años (18,2%) (Figura 35).

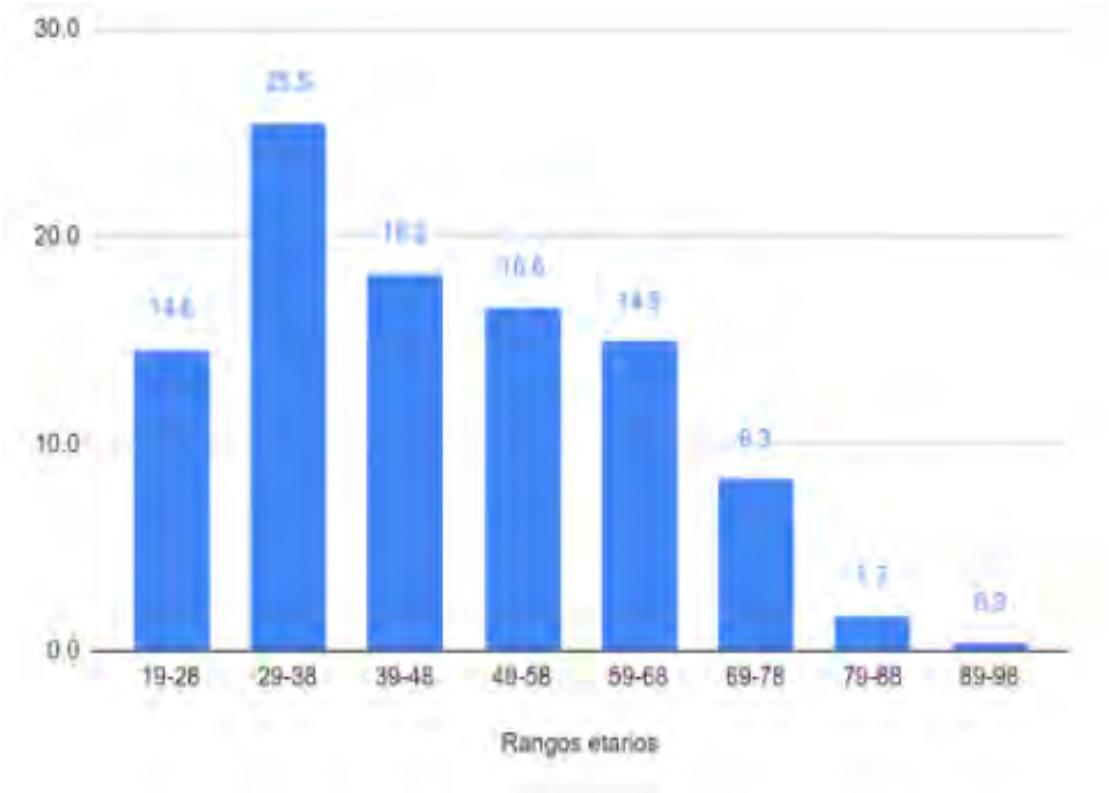


Figura 35. Distribución de encuestados según rango etario

Se aplicaron un total de 21 entrevistas. El rango de edades de los entrevistados va desde los 29 a los 74 años. La muestra se compone por 6 mujeres y 15 hombres, que representan el 29% y 71% de la muestra respectivamente. Esta disparidad entre sexos se debe a que se priorizó entrevistar pescadores artesanales, el principal subgrupo de interés que representan el 38% de la muestra. En la Tabla 24 se señala el número de entrevistados por cada subgrupo de interés (ver también Anexo 12).

Tabla 24. Entrevistados por subgrupo de interés.

Subgrupo de interés	Frecuencia	Porcentaje

Pescadores artesanales	8	38,1
Pescadores recreacionales	1	4,8
Guardaparques	2	9,5
Operadores turísticos	2	9,5
Organizaciones de la sociedad civil	6	28,6
Representantes gubernamentales	6	28,6
Público general	2	9.5

*** Los entrevistados pertenecen a más de un subgrupo de interés, por lo que la suma no es igual al número de entrevistas totales (21).**

9.3.2. Percepciones de la población en torno al LFJF

9.3.2.1. Actitudes hacia el LFJF

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la escala Likert que representa la primera parte de la encuesta aplicada a todos los subgrupos de interés. Ante la afirmación "*La pesca compite con los lobos por los mismos recursos*", un 23,8% del total de encuestados se manifiesta de acuerdo y un 57,6% en desacuerdo. Al distinguir por ocupación, se observan respuestas más polarizadas en el grupo de pescadores, en relación al grupo de no pescadores. Así, mientras la opción Ni acuerdo ni desacuerdo representa un 12,5% dentro del grupo de pescadores, en el grupo no pescadores representa un 21%. (Figura 36)

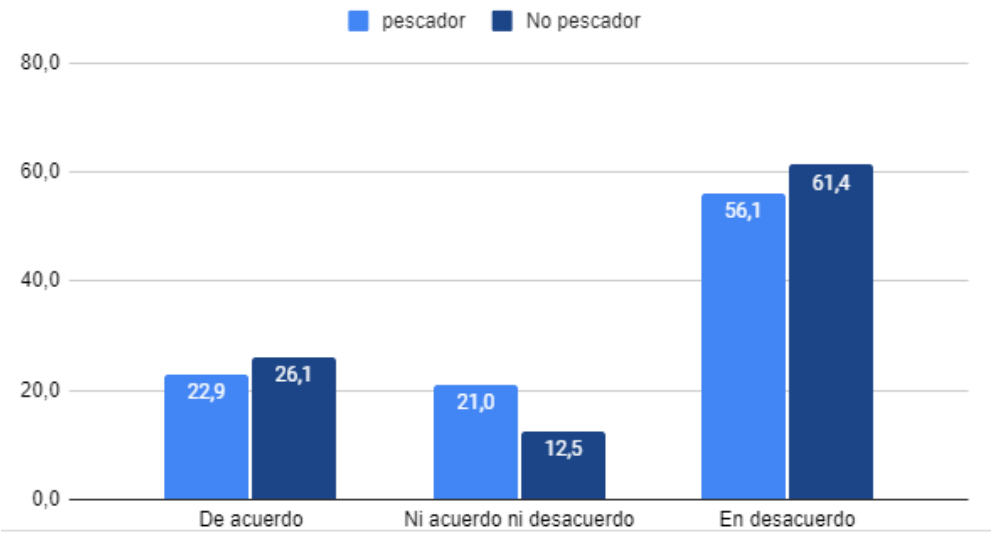


Figura 36. Grado de acuerdo con la afirmación: "La pesca compite con los lobos por los mismos recursos" según ocupación.

La escala contempla dos preguntas finales que indagan en la situación actual y futura de la interacción con la especie. Ante la afirmación "*Hoy, los lobos alteran el día a día de los habitantes de Juan Fernández*", un 85% de los encuestados dice que el LFJF no altera la vida cotidiana, un 7,9% dice estar ni acuerdo ni en desacuerdo y tan sólo un 6,6% señala que el LFJF sí altera la vida cotidiana (Figura 37). Las respuestas cambian radicalmente si se realiza la misma pregunta, pero sobre el futuro; "*En el futuro los lobos podrían alterar el día a día de los habitantes de Juan Fernández*",

donde un 47,4% de los encuestados dice estar de acuerdo, un 11,9% dice no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo, mientras el grado de desacuerdo es de un 40,7%. La variación entre el escenario presente y futuro indica que existe preocupación sobre los impactos que puede llegar a tener el LFJF a partir del crecimiento futuro de su población (Figura 37).

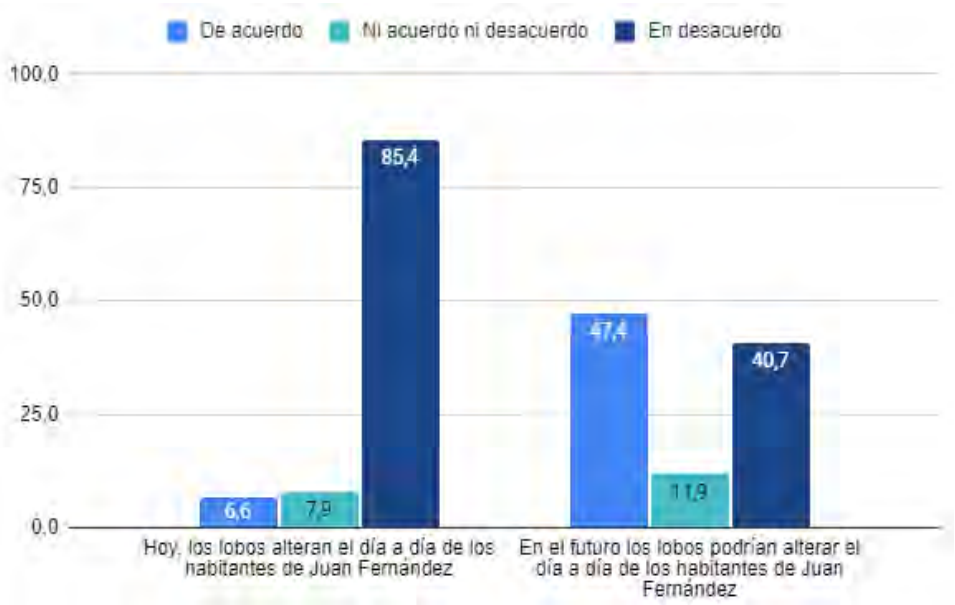


Figura 37. Grado de acuerdo con la afirmación: "Hoy, los lobos alteran el día a día de los habitantes de Juan Fernández" y "En el futuro los lobos podrían alterar el día a día de los habitantes de Juan Fernández".

En torno a estas afirmaciones, se aplicó la prueba de Chi cuadrado para determinar si existen diferencias en las percepciones sobre la especie según ocupación e isla (con intervalo de confianza del 95% y con 2 grados de libertad).

Para el caso de la asociación entre la afirmación "En el futuro, los lobos podrían alterar el día a día de los habitantes de Juan Fernández" y la variable ocupación (Tabla 25), la asociación es débil (V-cramer=0,153, donde un V-cramer≤ 0,2 es una asociación débil, 0.2<V-Cramer≤0.6 es moderado y >0.6 es fuerte). Lo mismo ocurre para la asociación con la variable isla (V-cramer=0,193, Tabla 25). Es decir, aún cuando hay significancia estadística (Tabla 25), tanto ocupación como isla están débilmente asociados con la afirmación "*En el futuro, los lobos podrían alterar el día a día de los habitantes de Juan Fernández*".

Se obtuvieron diferencias significativas en relación con la afirmación "*En el futuro, los lobos alterarán el día a día de los habitantes de Juan Fernández*" a partir de la comparación por isla y la comparación por ocupación ($p<0,05$). No así, en el caso de la afirmación "*Hoy los lobos alteran el día a día de los habitantes de Juan Fernández*" donde no se obtuvieron diferencias significativas ($p>0,05$) ni al comparar ocupación o isla. O sea, las percepciones en torno a si el LFJF podría afectar el día a día de los habitantes de Juan Fernández sí son distintas entre islas y según ocupación.

Para el caso de la variable ocupación, las observaciones difieren significativamente de lo esperado entre quienes están de acuerdo con "*En el futuro los lobos podrían alterar el día a día de los habitantes de Juan Fernández*". Particularmente, los pescadores de acuerdo observados son más que los pescadores de acuerdo esperados. Por el contrario, hay menos no pescadores de acuerdo con la afirmación, que aquellos esperados.

Para el caso de la variable isla, la mayor diferencia entre el valor observado y el valor esperado está dada por quienes están de acuerdo con la afirmación "*En el futuro los lobos podrían alterar el día a día de los habitantes de Juan Fernández*".

En el caso de la isla Alejandro Selkirk es mayor la frecuencia observada de quienes están de acuerdo, que las esperadas, mientras que, en el caso de Robinson Crusoe, hay menos personas de acuerdo observadas, que aquellas esperados.

Tabla 25. Percepciones en torno a si el LFJF altera el día de los habitantes de Juan Fernández o lo afectará comparado por isla y ocupación.

Afirmación en encuesta	Hipótesis Nula (H0)	P-valor	Rechazo H0
Hoy los lobos alteran el día a día de los habitantes de Juan Fernández	Las percepciones en torno a si el LFJF afecta el día a día de los habitantes de Juan Fernández no son distintas entre islas	0,129	No
	Las percepciones en torno a si el LFJF afecta el día a día de los habitantes de Juan Fernández no son distintas según ocupación	0,060	No
En el futuro, los lobos podrían	Las percepciones en torno a si el LFJF podría afectar el día a día de los habitantes de Juan	0,004	Sí

alterar el día a día de los habitantes de Juan Fernández	Fernández no son distintas entre islas		
	Las percepciones en torno a si el LFJF podría afectar el día a día de los habitantes de Juan Fernández no son distintas según ocupación	0,029	Sí

En la Tabla 26, se presenta en porcentajes el grado de acuerdo de las y los encuestados con las afirmaciones contenidas en la encuesta. En general, existe amplio consenso ante las distintas afirmaciones y son pocas las que generan respuestas más polarizadas, lo que indica que existen percepciones compartidas en torno a la especie.

Aquellas afirmaciones que refieren a la apreciación del lobo o a las motivaciones para su protección, concitan acuerdo. La afirmación que concita más acuerdo es: "*Los animales que son originarios del archipiélago, ya sea endémicos o nativos, deben ser conservados*" (97% de las y los encuestados dicen estar de acuerdo), seguida por "*A mis amigos y Familia no les parecería bien que yo hiriera un lobo*" (94% de las y los encuestados dicen estar de acuerdo).

Por otro lado, las afirmaciones referentes a la interacción negativa parecen generar respuestas más polarizadas. Por ejemplo, ante "*En el futuro los lobos podrían alterar el día a día de habitantes de Juan Fernández*", un 40,7% de las y los encuestados están de acuerdo, ante un 47,4% de encuestados que está en desacuerdo, seguida por "*Se debe excluir a los lobos de sitios recreativos de la isla*" donde un 63% de encuestados está de acuerdo, ante un 31% de encuestados que está en desacuerdo.

Tabla 26. Percepciones en torno al LFJF de la comunidad de Juan Fernández.

Afirmación	De acuerdo		Ni acuerdo ni desacuerdo		En desacuerdo		TOTAL
	N	%	N	%	N	%	N
Me siento afortunado de compartir la isla con especies como el lobo	274	90,7	18	6,0	10	3,3	302
Los lobos finos son animales inteligentes	280	92,7	21	7,0	1	0,3	302
El lobo fino de Juan Fernández es representativo del Archipiélago	280	92,7	15	5,0	7	2,3	302
A mis amigos y familia no les parecería bien que yo hiriera un lobo	284	94,0	15	5,0	3	1,0	302
Me sentiría culpable si le hiciera daño a un lobo	282	93,4	11	3,6	9	3,0	302
Las personas de la isla cumplen con la regulación que prohíbe la caza del lobo	270	89,4	29	9,6	3	1,0	302

Es probable que la autoridad me sancione si le hiciera daño a un lobo	268	88,7	18	6,0	16	5,3	302
Pondría en riesgo mi actividad laboral si entro en conflicto con lobos finos	181	59,9	19	6,3	102	33,8	302
La exportación de Langosta se dificultaría si es que dañamos a los lobos finos	75	24,8	71	23,5	156	51,7	302
La prohibición de caza del lobo es una regulación justa	254	84,1	22	7,3	26	8,6	302
Las autoridades que dictan la prohibición de caza son competentes	167	55,3	83	27,5	52	17,2	302

El lobo fino impacta negativamente sobre mi economía y la de mi hogar	16	5,3	15	5,0	271	89,7	302
Obtendría beneficios económicos si disminuye la cantidad de LFJF en el archipiélago	26	8,6	23	7,6	253	83,8	302
La pesca compite con los lobos por los mismos recursos	72	23,8	56	18,5	174	57,6	302
Para mantener la abundancia de peces y otros animales marinos, es importante que el LFJF siga	205	67,9	62	20,5	35	11,6	302
El aumento de la población del LFJF es señal de la buena salud del mar del archipiélago	252	83,4	33	10,9	17	5,6	302
Los animales que son originarios del archipiélago, o sea, endémicos o nativos, deben ser conservados	292	96,7	8	2,6	2	0,7	302
Se necesitan iniciativas para	273	90,4	9	3,0	20	6,6	302

evitar que los perros ataquen a los lobos							
Se debe excluir a los lobos de sitios recreativos	190	62,9	19	6,3	93	30,8	302
Los perros son una amenaza para LFJF	250	82,8	24	7,9	28	9,3	302
Hoy, los lobos alteran el día a día de los habitantes de Juan Fernández	258	85,4	24	7,9	20	6,6	302
En el futuro los lobos podrían alterar el día a día de habitantes de Juan Fernández	123	40,7	36	11,9	143	47,4	302

9.3.2.2. Indicadores

A continuación, la Tabla 27 presenta las afirmaciones que componen cada indicador según las definiciones entregadas en la metodología (Tabla 10).

Tabla 27. Afirmaciones que compone cada indicador establecido

Indicador	Afirmaciones de la escala
Apreciación de la especie	- Me siento afortunado de compartir la isla con especies como el lobo - Los lobos finos son animales inteligentes - El lobo fino de Juan Fernández es Representativo del Archipiélago
Norma social	- A mis amigos y familia no les parecería bien que yo hiriera un lobo - Me sentiría culpable si le hiciera daño a un lobo - Las personas de la isla cumplen con la regulación que prohíbe la caza del lobo
Probabilidad de sanción	- Es probable que la autoridad me sancione si le hiciera daño a un lobo - Pondría en riesgo mi actividad laboral si entro en conflicto con lobos finos - La exportación de langosta se dificultaría si es que dañamos a los lobos finos
Legitimidad de la regulación	- La prohibición de caza del lobo fino es una regulación justa - Las autoridades que dictan la prohibición de caza son competentes
Motivaciones económicas	- El lobo fino impacta negativamente sobre mi economía y la de mi hogar - Obtendría beneficios económicos si disminuye la cantidad de LFJF en el archipiélago - La pesca compite con los lobos por los mismos

	recursos
Rol ecosistémico de la especie	- Para mantener la abundancia de peces y otros animales marinos, es importante que el lobo fino siga presente en el archipiélago - El aumento de la población del LFJF es señal de la buena salud del mar del archipiélago - Los animales que son originarios del archipiélago, o sea, endémicos o nativos, deben ser conservados
Conflicto vida cotidiana	- Se debe excluir a los lobos de sitios recreativos de la isla - Hoy, los lobos alteran el día a día de los habitantes de Juan Fernández - En el futuro los lobos podrían alterar el día a día de los habitantes de Juan Fernández

De los valores obtenidos para cada indicador (
Tabla 28), todos los valores son mayores a cero, lo que da cuenta de una actitud positiva hacia el LFJF. Más aún, la actitud hacia el lobo es especialmente positiva en la dimensión “Apreciación de la especie” ($\bar{X}$: 0,9), que hace referencia a valorar a la especie por sus características, como su inteligencia además de reconocer su valor intrínseco. Allí, el valor del indicador alcanza un valor muy cercano a uno. Este resultado coincide con lo observado en las entrevistas. También es especialmente positiva la actitud hacia el lobo en relación con la “Norma Social” ($\bar{X}$: 0,9) como motivación para el cumplimiento de la norma, es decir, las y los encuestados identifican que el comportamiento y opiniones de la comunidad de Juan Fernández son favorables al lobo. Los valores más bajos se logran en la dimensión “Probabilidad de sanción” ($\bar{X}$: 0,28), es decir, la percepción sobre cuán probable es ser sancionado en caso de dañar al LFJF. El bajo promedio obtenido entre las afirmaciones que componen este indicador se explica por el poco acuerdo respecto a la afirmación “*La exportación de langosta se dificultaría si es que dañamos a los lobos finos*”. En general, los pescadores encuestados no perciben que los mercados compradores de langosta sancionen malos tratos hacia mamíferos marinos, lo que no representa una opinión global pero sí plantea

una desinformación de al menos un grupo de pescadores respecto a otros.

Tabla 28. Valor promedio de los indicadores de actitudes de las y los encuestados sobre el LFJF.

Indicador	$\bar{X}$	IC - 95%	DE
Apreciación de la especie	0,9	0,9-0,9	0,3
Norma social	0,9	0,9-0,9	0,2
Probabilidad de sanción	0,28	0,22-0,33	0,52
Legitimidad de la regulación	0,57	0,51-0.63	0,52
Motivaciones económicas	0,58	0,55-0,62	0,29
Reconocimiento del rol ecosistémico de la especie	0,77	0,73-0,81	0,34
Conflicto vida cotidiana	0,35	0,28-0,41	0,59

Los resultados que ofrece el análisis de la escala y los indicadores, son coherentes con los hallazgos logrados a partir de las entrevistas. Las entrevistas se analizaron separando a pescadores de no pescadores. Esto, dado que el principal grupo de interés son los pescadores, pero, además, porque son ellos quienes podrían tener mayor interacción con el LFJF.

Las percepciones de las y los entrevistados en torno a la especie pueden ser agrupadas en cuatro dimensiones: Identidad, Objeto de conservación, Características de la especie e Interacciones. Éstas son descritas más ampliamente en la Tabla 29. Se observa que existe consenso entre las percepciones que tienen pescadores y no pescadores.

En las entrevistas los pescadores mencionan el papel que tiene la especie en la identidad de Juan Fernández: señalan que la historia de poblamiento del archipiélago de Juan Fernández nace asociada a la caza de lobo, que la historia de la especie marcada por la sobreexplotación genera empatía y es un ejemplo de resiliencia. Eso se ha traducido en que el lobo se convierta en un emblema de la isla, lo que se expresa en el uso de su imagen en timbres, afiches, carteles, poleras, stickers, dibujos, libros, etc.

(Anexo 14) y el uso de sus dientes en las artesanías locales, particularmente, collares que son usados por hombres.

También se aprecian muchas características de la especie que la asocian a ser "un perro" o un "peluche de mar": curioso, juguetón, bonito. Aparecen con frecuencia, también, percepciones asociadas a su valor intrínseco.

Existe amplio acuerdo entre pescadores y no pescadores en las percepciones que sostienen en torno a la especie. La categorización de las percepciones es presentada en la Tabla 29 y Tabla 30.

Tabla 29. Categorización de las percepciones de no pescadores en torno al LFJF.

	POSITIVA	NEGATIVA
Identidad	Identidad: la historia de Juan Fernández nace por el lobo, "representa lo que somos"	*no emergieron percepciones negativas en esta dimensión*
	Emblema de la isla (uso de collar de diente y uso de su imagen)	
	Empatía hacia el lobo y su historia	
Objeto de conservación	Valor de conservación: especie carismática	*no emergieron percepciones negativas en esta dimensión*
	Especie en torno a la que las y los isleños tienen conocimiento	
Características de la especie	Belleza, maravillas de Juan Fernández	Miedo: pueden ser agresivos
	Curiosos, juguetones, "un peluche que teníamos en el mar"	
Interacciones	*no emergieron percepciones positivas en esta dimensión*	Preocupación por el crecimiento de población
		Potencial competencia por recursos: espacio o alimento

Tabla 30. Categorización de las percepciones de los pescadores en torno al LFJF.

	POSITIVA	NEGATIVA
Identidad	Preexistencia del lobo a las comunidades humanas	*no emergieron percepciones negativas en esta dimensión*
	Símbolo de resiliencia (por su historia de caza y casi exterminio)	
	Emblema de la isla (uso de collar de diente y uso de su imagen)	
Objeto de conservación	Valor por ser el único mamífero endémico del archipiélago	*no emergieron percepciones negativas en esta dimensión*
	Es una demostración de la vida y diversidad del archipiélago	
Características de la especie	Curioso e inteligente	Animal agresivo durante período reproductivo
	Simpático y juguetón. “Perro de mar”	Olor
	Bonito	-
Interacciones	*no emergieron percepciones positivas en esta dimensión*	Preocupación por el crecimiento de población
		Potencial competencia por recursos: espacio o alimento

Si bien existe una apreciación positiva de la especie, existe preocupación sobre los impactos que puede tener el aumento de la población del LFJF, tal como se advierte en estas citas:

> *"yo creo que todos tienen una buena relación con el lobo. Como que a todos les gustan las lobitos, en verdad. 'uy pupito, míralo', pero también creo que existe este miedo de, en algún momento, se pueden comer nuestros recursos, como ir a sacarnos nuestras especies, entonces creo que si bien es como aceptado y querido hay una preocupación inminente de qué es lo que va a pasar con esta sobrepoblación porque están colonizando sectores donde no estaban, balnearios y esas cosas"* (mujer, no isleña, miembro de organización de la sociedad civil).

En las entrevistas se plantearon dos preguntas dirigidas a indagar las percepciones de los pescadores en torno a las medidas de manejo (Tabla 31) que actualmente, protegen al LFJF. Las preguntas planteadas fueron *"¿Está usted de acuerdo con la prohibición de caza del lobo?*" y "*La regulación que prohíbe la caza del lobo caduca en 2025, ¿qué crees que deba pasar?*".

Tabla 31. Actitud de los pescadores ante la posibilidad de un manejo que implique caza del LFJF.

DE ACUERDO	EN DESACUERDO
Un manejo que implique su caza debe ser basado en evidencia científica	No tiene vía de comercialización
Un manejo que implique su caza va a depender del crecimiento poblacional	Imposibilidad moral de agredir al animal
El lobo es un recurso pesquero	Existen mecanismos de protección del lobo propuestos localmente (AMCP MU)
Un manejo del LFJF va a requerir regulación estatal	-

A pesar de la regulación que prohíbe la caza del LFJF, en las entrevistas emerge que, a ojos de algunos pescadores, el lobo es visto como un recurso pesquero. Esto no quiere decir que el LFJF actualmente sea cazado, pero hay pescadores que señalan que, con el manejo adecuado, sí podría someterse a un manejo que implique su caza. Por ejemplo, un pescador isleño señala:

> *"Yo, como te digo, yo soy parte de hacer un manejo con el lobo. Tampoco estoy diciendo, sino que ¡probar po! Del lobo antiguamente se comía la carne, ocupaban el cuero, tenías la grasa pa' hacer aceites, velas y, es un buen recurso que se puede ocupar en su momento, cachay, ¡pero con un manejo po, no extinguirlo! como lo hicieron en su momento*"

Mientras tanto, operadores turísticos, como autoridades e incluso público en general sostienen que el LFJF puede ser concebido como un recurso en el marco del turismo, asociado al avistamiento de fauna.

9.3.3. Interacción con la pesca artesanal

9.3.3.1. Caracterización de la pesca

Las jornadas de trabajo suelen contar con dos o tres hombres embarcados por bote, obteniendo un promedio de 2,4 personas por bote. El número de embarcaciones inscritas en la comuna permitió calcular un estimado del número de personas que efectivamente se desempeñan en la pesca. Si existen 80 embarcaciones inscritas en los registros de SERNAPESCA y la tripulación de cada embarcación se compone por 2 o 3 pescadores, según datos recogidos en la encuesta aplicada, entonces, existen aproximadamente 184 personas que actualmente se dedican a la pesca artesanal en el archipiélago de Juan Fernández.

De los pescadores entrevistados, 48,9% corresponden a tripulantes y 43,2% corresponde a armadores y, a la vez, patrones. Son muy pocas las personas que se desempeñan sólo como armador o bien, sólo como patrón (Tabla 32).

Tabla 32. Composición de la muestra de pescadores según función en el bote.

Función	N	%
Armador	2	2,3
Armador/Patrón	38	43,2
Tripulante	43	48,9
Patrón	5	5,7
TOTAL	88	100

Las embarcaciones usadas son botes que miden, en promedio, 8,7 m, según los datos recolectados y son, en su mayoría, de fibra de vidrio, aunque se mantiene la tradición de los botes de madera.

Las 10 especies más capturadas por la pesca en Juan Fernández, de acuerdo a los encuestados, son Langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), Vidriola (*Seriola lalandi*), Bacalao (*Polyprion oxygeneios*), Breca (*Cheilodactylus gayi*), Jurel (*Pseudocaranx chilensis*), Pulpo (*Octopus crusoe*), Cangrejo Dorado (*Chaceon chilensis*) y Corvina (*Umbrina reedi*) (revisar anexo 15). Cabe señalar que ninguno de

los encuestados mencionó a la morena (*Gymnothorax porphyreus*), especie que, si bien, no tiene valor comercial, es intensamente capturada como carnada usada en la pesca de la langosta y del cangrejo.

Los artes de pesca usados en la pesca de Juan Fernández son (para más información revisar el anexo 16):

- Trampa (langostera, trampa cangrejera, anguillera y pulpera).
- Línea de mano
- Espinel
- Curricán

Los artes de pesca usados en la pesca de Juan Fernández y sus características constituyen parte de las decisiones de manejo de las pesquerías (revisar sección Manejo, 9.4.7).

9.3.3.2. Percepciones de la interacción entre el LFJF y la Pesca Artesanal

La recuperación de la población de LFJF (Osman, 2007 y Álvarez, 2019) ha sido percibida por los pescadores. Así, ante la pregunta "*En su opinión, en los últimos 10 años, la cantidad de Lobos Finos ¿se ha mantenido estable, ha aumentado o ha disminuido?*" casi la totalidad de los pescadores encuestados -un 98%- percibe un aumento en la población del LFJF (Figura 38).

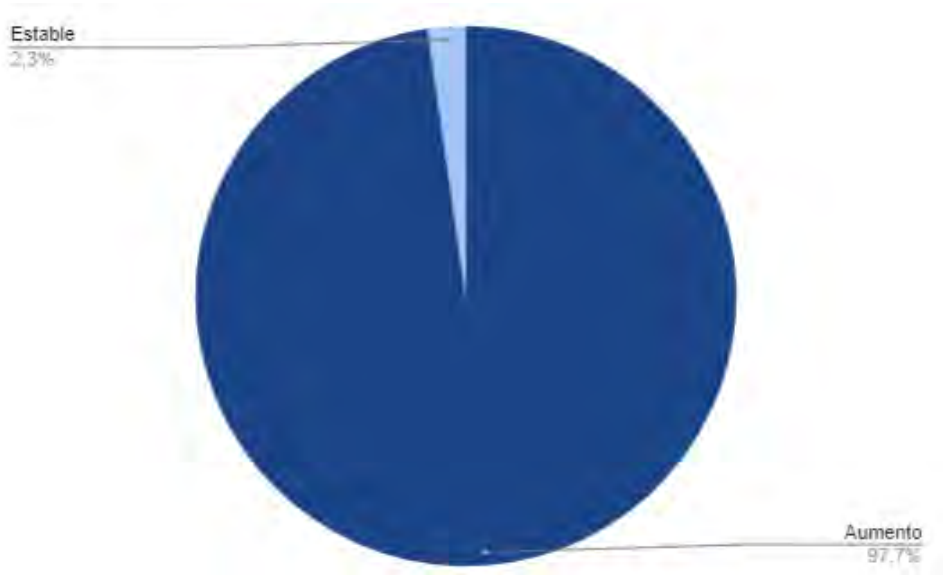


Figura 38. Percepción entre los pescadores sobre la variación de la población de LFJF.

Se pidió a los pescadores que "*por favor, mencione las especies de las que se alimenta el Lobo Fino, en caso de que las conozca*" (Figura 39). Se trata de una pregunta abierta donde los pescadores podían mencionar todas las especies que considerasen necesarias. Como se ve, la más mencionada es el pulpo *(Octopus crusoe).*

Seis de las especies mencionadas –pulpo, jurel, vidriola, breca, langosta y bacalao- corresponden también a las principales especies capturadas por los pescadores de Juan Fernández (Anexo 15) lo que sugiere que los pescadores si perciben que los recursos pesqueros también son parte de la dieta del lobo fino. Sin embargo, un 57,6% de los encuestados se manifestó en desacuerdo con la afirmación "*La pesca compite con los lobos por los mismos recursos*" (revisar Tabla 37). Es decir, incluso cuando los pescadores perciben que el LFJF consume varias de las especies objetivo de la pesca artesanal, no perciben que exista competencia por recursos (ver también sección 9.3.4, Dieta).

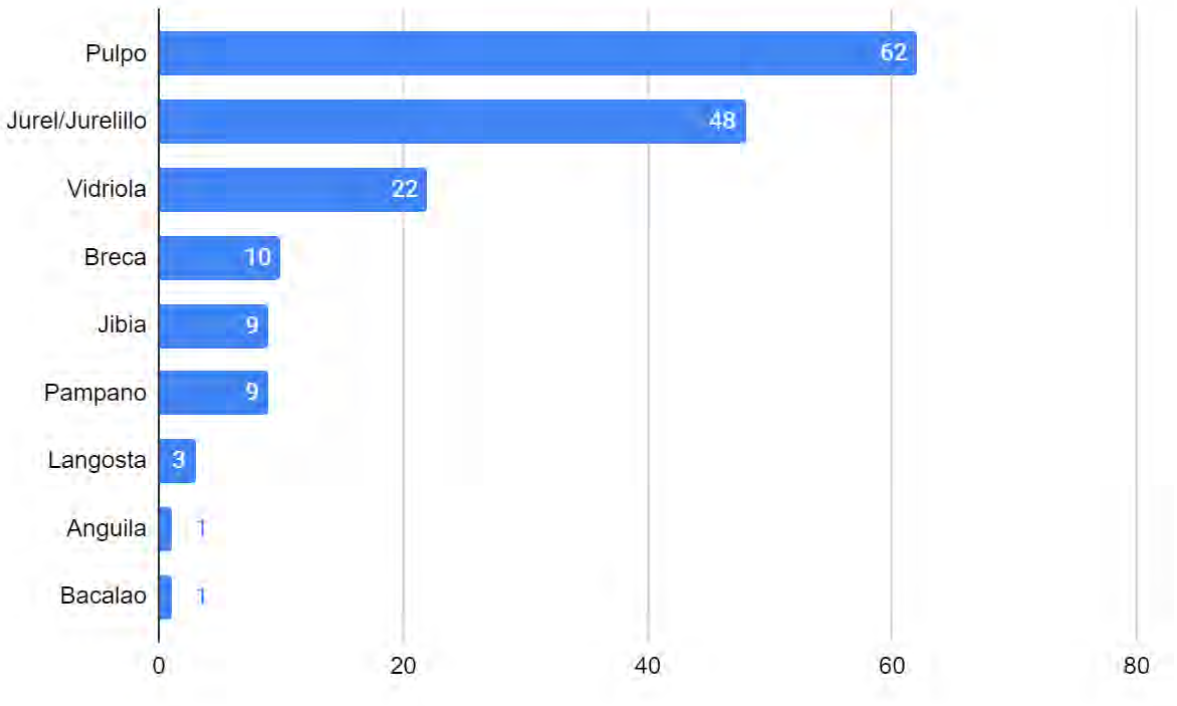


Figura 39. Especies consumidas por el LFJF según pescadores.

Para indagar en torno a la interacción negativa entre el LFJF y la pesca se plantearon varias preguntas. En la encuesta se preguntó por la *interferencia*, como una forma de operacionalizar la interacción y recoger solo las interacciones negativas que dificulten de alguna forma la actividad pesquera. Se optó por indagar en torno a la interacción

negativa teniendo en cuenta que es aquella que puede impactar económicamente sobre la actividad y que otros tipos de interacciones, por ejemplo, observar a la especie, ocurren a diario.

Así, se planteó la pregunta "*Si entendemos la interferencia entre los lobos y la pesca como dificultar las actividades pesqueras, ¿el lobo fino interfiere en la pesca?*". Es importante dar cuenta que un 65% de los pescadores encuestados señala que nunca hay interacción negativa entre el lobo y la pesca. Un 34% de los encuestados señala que a veces hay interacción negativa y sólo una persona señaló que esta interacción negativa ocurre siempre.

Aunque se observa que cerca de un tercio de los encuestados señala que las interacciones ocurren "a veces" (Figura 40), en las páginas siguientes en que se presentan los hallazgos sobre los tipos de interacción (o cómo ocurre la interferencia), se observa que la interacción negativa suele ocurrir (y ha ocurrido en el pasado) con muy baja frecuencia.

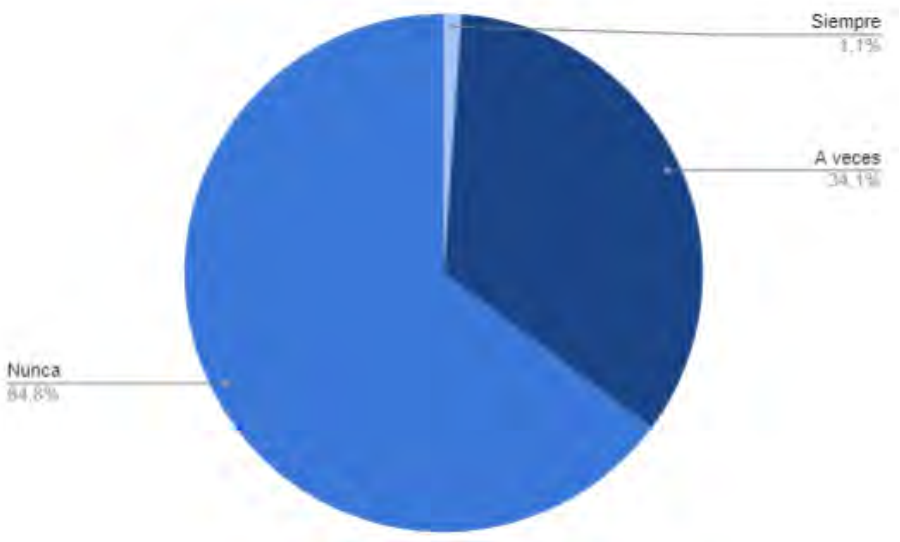


Figura 40. Frecuencia de la interferencia del lobo hacia la pesca artesanal según pescadores. Importante señalar que "a veces" significa al menos una vez en los últimos 10 años han vivido uno o más evento que intervinieron con su labor y no necesariamente se refiere a una intervención constante.

Sobre el 35% de pescadores que señalaron que sí hay interferencia (ya sea siempre o a veces) se les preguntó si consideraban que en los últimos 10 años ha variado la interacción con los lobos.

También, a todos los pescadores entrevistados se les preguntó acerca de las proyecciones que hacen sobre la interacción de la pesca con la especie, mediante la

pregunta "*En el futuro, ¿Cree usted que la interferencia entre el Lobo fino y la pesca se va a mantener estable, va a aumentar o va a disminuir?*".

Ambas son comparadas en la Figura 41. Cabe señalar que se comparan dos grupos distintos: bajo el rótulo "proyección de la interferencia a futuro" se representa a la totalidad de los pescadores encuestados, mientras que bajo el rótulo "variación de la interferencia percibida en los últimos 10 años" se representa al grupo que señaló haber observado interferencia (o sea, el 35% de pescadores que señaló que el LFJF interfiere siempre o a veces). Para ambos grupos, los porcentajes expresados en el gráfico fueron obtenidos sobre el total de pescadores encuestados (por eso, los totales no suman 100%).

Sobre la variación de la interferencia, un 15% de los pescadores señala que se ha mantenido estable, mientras que un 16% señala que la interferencia ha aumentado en los últimos 10 años. En las proyecciones sobre la interferencia, el 37,2% del total cree que se va a mantener estable, mientras que el 61,6% del total de pescadores encuestados cree que en el futuro aumentará.

La comparación entre ambos gráficos permite observar que, si bien, hasta la fecha no hay diferencias entre quienes señalan que ha habido un aumento de la interacción con quienes señalan que se ha mantenido estable, en las proyecciones a futuro sí hay notables diferencias entre ambos grupos y gran parte de los pescadores encuestados cree que va haber interferencia, dando cuenta, nuevamente, de la preocupación que existe en torno a potenciales tensiones que pueden surgir a futuro con la especie.

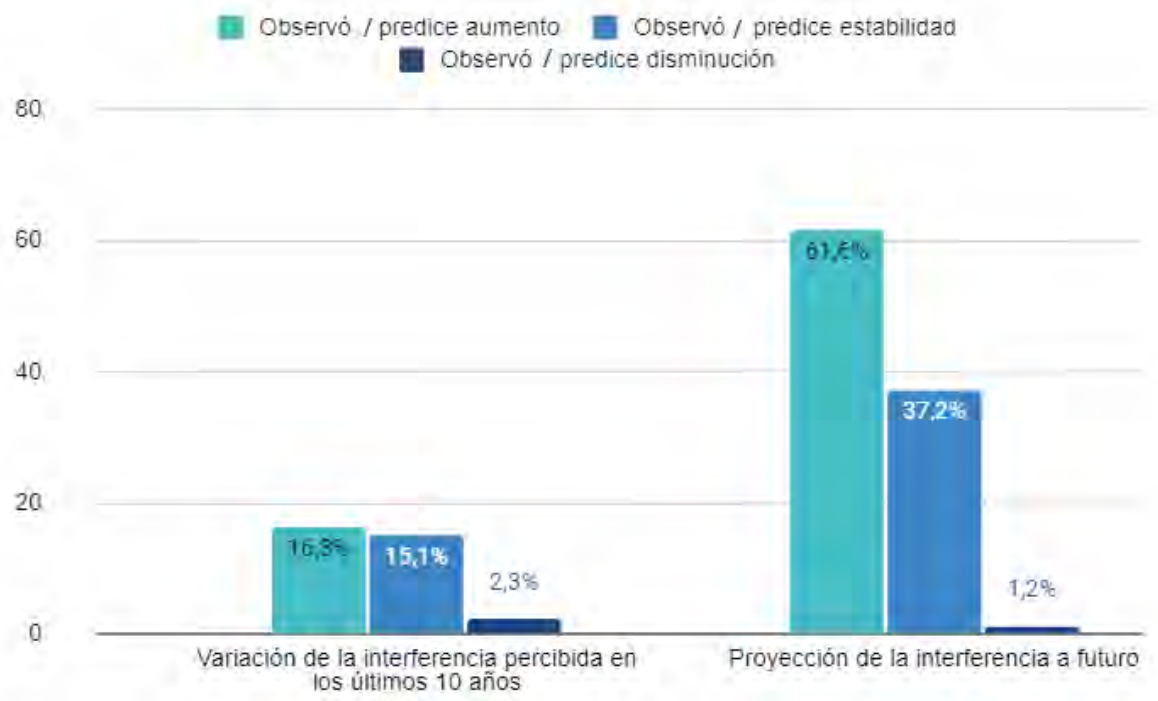


Figura 41. Percepciones sobre la interferencia observada y la interferencia proyectada según pescadores encuestados. Las tres barras de la derecha representan el 35% del total de pescadores que, al menos en algún momento durante su profesión observó interferencia con el lobo. De este 35% se desglosa quienes predicen que aumentará (calipso), se mantendrá estable (celeste) o disminuirá (azul). Las tres barras de la derecha señalan solo la proyección de la interferencia en el futuro, pero del 100% de los encuestados, es decir, la suma de aquellos que han vivido interferencia (35%) y aquellos que no (65%).

Adicionalmente, se realizaron preguntas relacionadas a interacciones durante la faena que tal vez no son percibidas como "*interferencia*" pero si como una interacción. Esto con el objetivo de determinar cuántos pescadores han tenido algún tipo de interacción con lobos no solo en los últimos 10 años si no a lo largo de sus vidas como profesionales (y poder explorar si algunas interacciones podían ser perjudiciales para el lobo fino). Se indagó en cuatro tipos de interacciones posibles: (1) Que el LFJF coma o intente comer lo pescado, (2) que el LFJF consuma la carnada del anzuelo, (3) accidentes con motores y (4) si están en conocimiento de que alguna vez haya ocurrido algún tipo de captura accidental del LFJF. Según lo que señalan los pescadores encuestados, la interacción más común es que el LFJF coma o intente comer lo que han pescado los pescadores (Figura 42, Tabla 33).

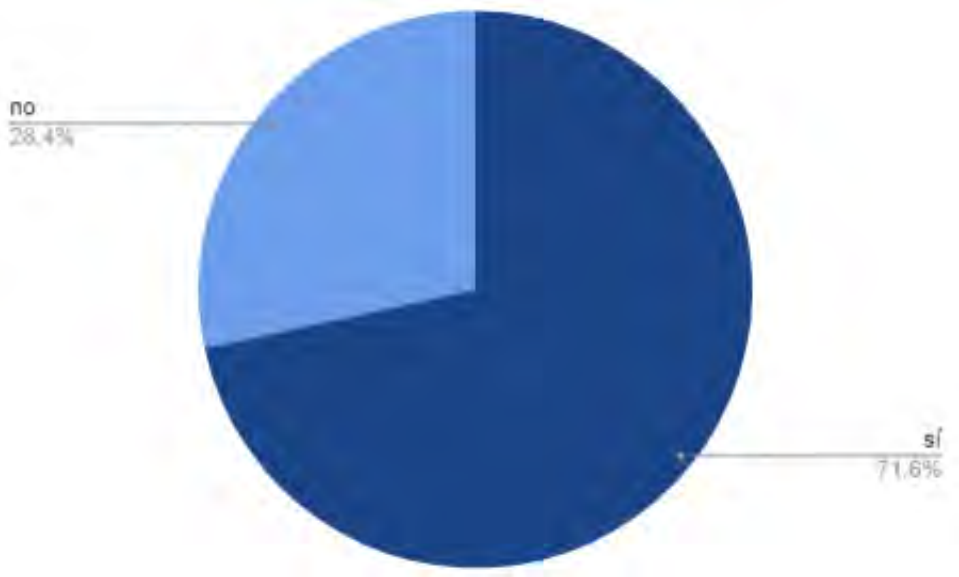


Figura 42. Pescadores que declaran que el lobo ha comido o intentado comer lo pescado.

Es importante nuevamente aclarar que en ninguna de las preguntas acerca de las formas específicas de interacción se fijó un límite temporal (por ejemplo, en ninguna de las preguntas se planteó *"¿le ha pasado que el lobo coma o intente comer lo que ha pescado durante el último año?"*), de manera que las preguntas indagan si es que el pescador ha sufrido algún tipo de interacción a lo largo de toda su vida como pescador, ya sea 1 vez o múltiples veces en su vida. De esa manera se buscaba visibilizar incluso aquellas interacciones que ocurren con muy baja frecuencia.

Tabla 33.Interacción entre el LFJF y la pesca artesanal los % sumados de las preguntas no suman 100% porque los pescadores tenían la opción de marcar más de una opción.

Tipo de Interacción	Sí		No		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
Que el LFJF coma o intente comer lo pescado	63	71,6	25	28,41	88	100
Que el LFJF consumo la carnada del anzuelo	12	13,6	76	86,36	88	100
Accidentes con motores	2	2,3	85	97,70	87	100
En conocimiento de alguna captura accidental a lo largo de su vida	45	52,3	41	47,67	86	100

A la pregunta "*¿Le ha pasado que el lobo coma o intente comer lo que ustedes pescan?*", es decir, si el LFJF extrae recursos del arte, un 72% de los encuestados señala que sí le ha pasado, mientras que un 28% dice que no le ha pasado.
De acuerdo con los encuestados, que el LFJF coma o intente comer lo que han pescado, les ha ocurrido más frecuentemente al pescar jurel o jurelillo, seguido por otras especies (Tabla 34).

Tabla 34. Especie/s que estaban pescando cuando le ha ocurrido que el LFJF o coma o intente comer lo que pescan.

Especie	Frecuencia	Porcentaje (%)
Jurel/Jurelillo	28	33,7
Vidriola	21	25,3
Breca	19	22,9
Pulpo	9	10,8
Corvina	3	3,6
Pampanito	2	2,4
Salmonete, Bacalao, Jerguilla	1	1,2

Sobre el total de pescadores que señalaron que el LFJF ha comido o intentado comer lo que han pescado, un 30% señala que en la mayoría de las ocasiones se ha tratado de un lobo macho, mientras que un 28,6% de los pescadores encuestados señala que no ha podido identificar si se trataba de un LFJF macho, hembra o juvenil. (Figura 43)

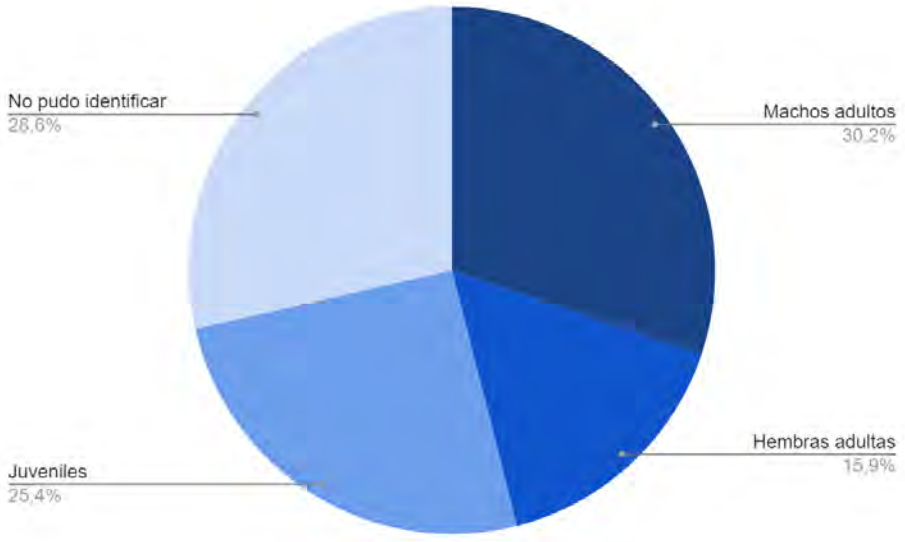


Figura 43. Características de los lobos que han comido o intentado comer lo pescado según pescadores.

Cabe aclarar que esos episodios no son muy frecuentes. Del 71,6% de pescadores a quienes les ha ocurrido que el LFJF coma o intente comer lo que han pescado, a un 44,8% de ellos les ha ocurrido sólo una o algunas veces a lo largo de toda su vida como pescador, mientras que un 36,2% señala que esos episodios sólo ocurren entre 1 a 10 veces en el año. Ambos sumandos constituyen un 81% que rara vez les ocurre. Sólo un 5,2% de ellos señala que esos episodios ocurren una o más veces por semana (Tabla 35).

Tabla 35. Frecuencias y proporciones de episodios en que el LFJF come o intenta comer lo que ha pescado sobre el 71% que reportó interacción.

Clase	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulativo (%)
A lo largo de la vida como pescador	26	44,8	26	44,8%
Anual	21	36,2	47	81%
Mensual	8	13,8	55	94,8%
Semanal	3	5,2	58	100%
TOTAL	58	100	-	-

Cuando se les solicitó a los pescadores apuntar en un mapa aproximadamente donde habían vivido o sabían que ocurrían interacciones (Figura 44, los episodios suelen ocurrir con más frecuencia en el sector Puerto Inglés o bien, en torno a la isla Santa Clara).

Figura 44. Sitios donde pescadores señalan que ocurrió el LFJF extrae recursos del arte.

Una de las interacciones más comunes entre la pesca artesanal y los mamíferos marinos es la pesca incidental, generalmente asociada al uso de redes (Berninsone et al, 2020; Reeves et al, 2013). Sin embargo, en la pesca de Juan Fernández está prohibido el uso de redes (revisar sección manejo, 9.4.7).

El trabajo de observación etnográfica permitió identificar que la pesca incidental (ya sea con el anzuelo del espinel o la línea de mano) prácticamente no ocurre y, a aquellos que les ha ocurrido alguna vez (Figura 45) les ha ocurrido bajo condiciones muy particulares: con el espinel extendido durante la noche y, especialmente, si los anzuelos tienen jibia como carnada.

No obstante, al conversar acerca de esta interacción, se mencionó que en ocasiones los lobos se enredan en el baticulo (cuerda) de la trampa. Por esto, la entrevista plantea la pregunta sobre captura accidental del LFJF ya que con ella se abarcan ambas posibilidades (pesca incidental y enredamientos).

Cabe señalar que, de los incidentes reportados, estos rara vez culminaban en la muerte de los ejemplares. En la mayoría de los casos reportados, según describieron, el animal logra liberarse y en los otros, los mismos pescadores rescataron a los animales enredados en los cordeles.

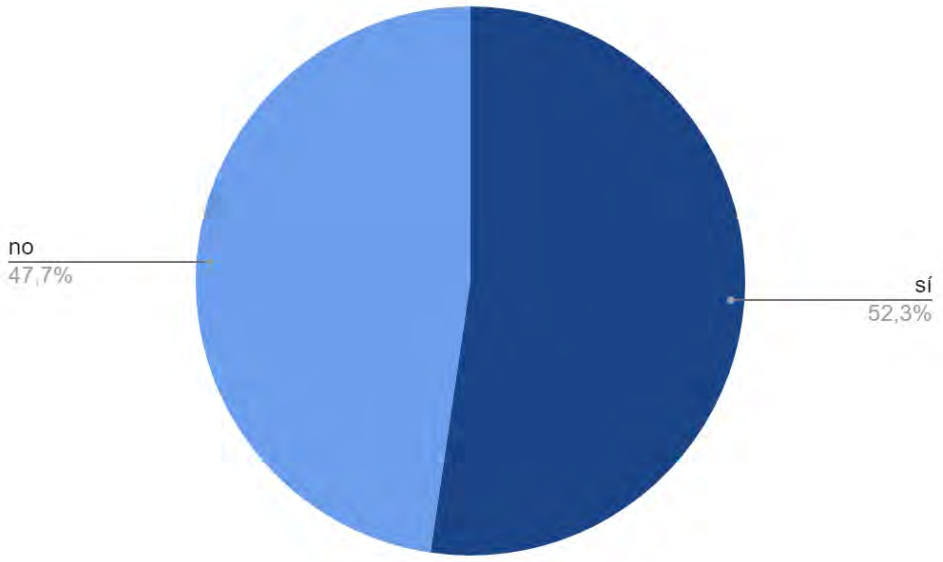


Figura 45. Pescadores que señalan conocer uno o más episodios de captura accidental del Lobo en las faenas de pesca artesanal a lo largo de sus historias de pesca.

Además, estos episodios no son frecuentes, según señalan los mismos pescadores en las entrevistas:

> *"a mí el lobo, por ejemplo, a nosotros no nos molesta en cuanto a la pesca de la langosta porque no atacan los espineles, no, cuando se enredan en las trampas, no más, pero eso no es, no es normal… por ejemplo yo, el año pasado, el año antepasado se nos enredaron en dos trampas, pero de ahí a nadie, a nadie más se le ha enredado, entonces no, no interfiere en la pesca, no"* (pescador artesanal, isleño, Isla Alejandro Selkirk)

Esto se refuerza con la información de las encuestas (Tabla 36): un 64% de quienes señalaron tener conocimiento de pesca accidental de LFJF señalan que los episodios de captura accidental tienen una frecuencia menor a una vez por año. Al 34% restante le ha ocurrido con una frecuencia anual (con una frecuencia máxima de 5 veces por año).

Tabla 36. Frecuencias y proporciones de episodios de captura accidental del LFJF del 52% que reportó interacción.

Clase	Frecuencia	Porcentaje (%)
A lo largo de la vida como pescador	25	64
Anual	14	36
TOTAL	39	100

Junto con la pregunta "*Si entendemos la interferencia entre los Lobos y la pesca como dificultar las actividades pesqueras, ¿el lobo fino interfiere en la pesca?*" (Figura 40) se planteó una pregunta abierta para que los pescadores describan cómo ocurre la interacción. Las respuestas fueron categorizadas en tres tipos de interacción, siendo la más frecuente que el LFJF quita la carnada del espinel, especialmente el jurelillo y que esto ocurre con más frecuencia si se deja espinel extendido durante la noche.

Tabla 37.Categorización de las interferencias entre la pesca y el LFJF descritas en las preguntas abiertas de las encuestas.

Interacción	N	%
Extrae recursos del arte (quita la carnada del espinel)	18	62
Se enreda con los cordeles de las trampas/boyas (se pierden las trampas)	8	28
Espantan las presas (langosta o pescado), por lo que dificulta la pesca	3	10
TOTAL	29	100

En las entrevistas, seis de los ocho pescadores entrevistados señalan que existe interacción entre el LFJF y la pesca artesanal, pero, aclaran que se trata de una interacción de baja intensidad. La interacción con la pesca artesanal ocurre en las siguientes situaciones:

- A veces, el LFJF saca pescados anzuelo
- A veces, el LFJF "pica" (es decir, se quedan capturados en el anzuelo) cuando se deja el espinel extendido durante la noche, más aún si lleva pulpo *(Octopus crusoe)* o jibia *(Dosidicus gigas)* como carnada.
- A veces, el LFJF se enreda en el baticulo (cordel) de las trampas. Así, se pierde material e incluso las trampas.
- La presencia de grandes poblaciones de lobo altera el sabor de las especies de roca que allí se encuentran, incluyendo la Langosta, la corvina y la jerguilla.
- A veces, el LFJF pueden atacar a los buzos apnea que están capturando pulpo. Se trata de ataques de poca gravedad y que no ocasionan heridas.

En relación con las interacciones, es interesante notar que trabajadores de instituciones relacionadas al lobo fino reconocen más interacciones que las mencionadas por los pescadores:

- *"El LFJF muestra una transformación en hábitos alimenticios: consumo de especies que antes no comían (jurel) y acostumbrándose a ser alimentado"*.

Esto último es reforzado por pescadores y operadores turísticos que mencionan haber observado que el LFJF es capaz de transformar sus hábitos. Pescadores de la isla Robinson Crusoe han empezado a ver que el lobo "roba" pescados a los pescadores, o bien, que "*los ejemplares macho se ceban*" (Pescador, Isla Robinson Crusoe).

También, a aquellos pescadores que señalaron sufrir interacción negativa entre la pesca y el LFJF (Figura 40), se les pidió que señalen si es que han debido idear formas para evitar la interacción. La mayor parte de los pescadores encuestados no han debido idear formas para evitar la interacción. Señalan que, ya que la interacción es poco frecuente, no ha sido necesario. No obstante, aquellos pescadores que en las encuestas o a lo largo de la observación etnográfica señalan que sí han debido cambiar alguna de sus prácticas para evitar la interferencia:

- Cambiar la forma de disponer los cordeles de las trampas para evitar que los lobos se enreden.
- Dejar de ir a pescar a sitios donde hay mayor interacción
- Dejar de disponer los espineles extendidos toda la noche

Sobre las interacciones entre el LFJF y la pesca, dos citas de pescadores resultan ilustrativas:

> *"ahora no interfiere mucho en el tema de la pesca, pero sí, he visto yo que algunas veces sacan los peces de los espineles, pero no es muy habitual todavía. He escuchado en Robinson sí que algunas personas se están quejando de eso. Acá, puntualmente es menos, o es poco. Quizá a veces son algunos especímenes que se habitúan a hacer ciertas cosas y a lo mejor lo hacen en Robinson más frecuentemente po. Quizá es un solo lobo o son dos o tres, pero no todos, en general po'"* (Pescador artesanal, Isla Alejandro Selkirk).

> *"(...) como que habitualmente alguna especie interfiera, creo que no. En el caso del lobo, si bien es como bien evidente tanto acá como en Robinson y en las islas Desventuradas que la población ha aumentado harto en los últimos años, eh, no en comparación al histórico, pero sí a, a lo que nosotros estábamos acostumbrados, a ver no interfiere con el desarrollo de la pesca artesanal de langosta porque no, no interactúa mucho con la especie objetivo, tampoco con las especies que son la carnada. El lobo se alimenta de otras especies, entonces, por lo menos, desde ese punto de vista no interfiere. Sí escucho harto que los peces que, de roca, en los lugares donde vive mucho lobo, tiene un sabor distinto como que la gente dice que tienen sabor a mierda de lobo."* (Pescador Artesanal y miembro de organización de la sociedad civil, Isla Alejandro Selkirk).

Por todo lo expuesto, los hallazgos sugieren que, la interacción entre el LFJF y la pesca artesanal del archipiélago de Juan Fernández no es percibida como un problema por parte de los pescadores artesanales.

Todas las encuestas realizadas en terreno y los transcriptos de las entrevistas pueden accederse desde la carpeta Supl. 6 en el drive compartido.

9.3.4. Dieta

9.3.4.1. Colecta

Se colectaron un total de 23 fecas entre las tres islas, de las cuales 12 no presentaron remanentes que pudiesen entregar información de la dieta de los animales. Sin embargo, se colectaron 25 otolitos y 10 estructuras mandibulares de calamar/pulpo para su posterior identificación. Encontrar fecas en las diferentes áreas de trabajo fue más compleja de lo esperado y no se llegó a los mínimos establecidos por Trites & Joy (2005) como los mínimos para correctamente identificar las principales presas que un depredador marino consume. Esto puede deberse al tiempo en el que ocurrieron los muestreos. Durante nuestro tiempo en la isla Alejandro Selkirk, gran parte de las hembras se encontraban realizando su primer viaje de forrajeo ausentes de la lobera. Lo mismo ocurrió con aquellos sitios con colonias reproductivas a los que tuvimos acceso por tierra en isla Santa Clara. Por esto, gran parte de las fecas colectadas podrían corresponder a fecas de machos y juveniles, los que, en esta fecha, se encuentran en temporada de ayuno y donde sus fecas no representarían su alimentación actual. Esto se respalda por el gran porcentaje de fecas encontradas que no presentaron estructuras sólidas en ellas desde donde pudiese extraerse información de las presas, fecas denominadas “fecas de ayuno”. La siguiente sección no intentó identificar las especies de cefalópodo que pudieran estar asociadas a las estructuras sólidas encontradas de este grupo taxonómico.

9.3.4.2. Identificación de Otolitos

Se analizaron 39 otolitos (ver anexo 17), los que se agruparon por similitud macroscópica, lográndose identificar dos grupos de dos familias Bathylogidae y Mycthophiformes (

Figura 46 y Figura 47), y un otolito de la familia Congridae (Figura 48). Además, se encontraron seis grupos de otolitos de taxas que no pudieron ser identificados (Desde la Figura 49 a Figura 54) ya sea por ausencia de claves que los considerasen o por encontrarse los otolitos rotos (estos últimos no fueron considerados para el conteo total debido a su alto grado de degradación, (Figura 53 y Figura 54). De cada grupo se

seleccionó el otolito con mejor contorno para ser el cabeza de serie, para su identificación. La familia Bathylogidae presentó mayor frecuencia y estuvo representada por la especie *Bathylagus pacificus*, mientras que la familia Mycthophiformes estuvo representada por la especie *Symbolophorus boops*.

En la Tabla 38 se presenta el listado general de otolitos secuenciados por lugar, familia y especie y cantidad. En las imágenes se presenta a la izquierda el otolito sagita cabeza de serie y a la derecha la referencia, en la leyenda se menciona a la familia identificada.

Tabla 38. Familias identificadas y lugares de colección (IAS=Isla Alejandro Selkirk; IRC=Isla Robinson Crusoe; SC=Santa Clara), la lobera, la familia, la cantidad por sector (n) y la fotografía de referencia.

Isla	Lugar	Familia	Especie	Hábitat	n
IAS	Porras	Bathylogidae	*Bathylagus pacificus*	batipelágico	17
		Congridae	-	-	1
		D1	-	-	9
		D2	-	-	1
		D3	-	-	1
		Trozo	-	-	13
	Lobería	Mycthophiformes	*Symbolophorus boops*	batipelágico	1
RC	Arenal	D2	-	-	1
		D3	-	-	1
		D5	-	-	1
SC	Alelices	D1	-	-	1
		D2	-	-	1
		D4	-	-	1
		Mycthophiformes	*Symbolophorus boops*	batipelágico	1
		D6	-	-	2

9.3.4.3. Descripción morfologica de los otolitos

A continuación se describe en general el proceso descriptivo de los otolitos identificados pero el archivo supl. 4, incorpora el registro fotográfico completo de todos los otolitos encontrados para futuras referencias e identificaciones.

Familia BATHYLOGIDAE

Bathylagus pacificus

Sagiita. Forma sagital. Mucho más largo que ancho. Largo máximo desplazado al margen ventral, ancho máximo medial.

Cara interna: extremo anterior anguloso sin excisura, con rostro anguloso. Borde ventral festoneado y borde dorsal sinuoso. *Sulcus acusticus* ostial medial.

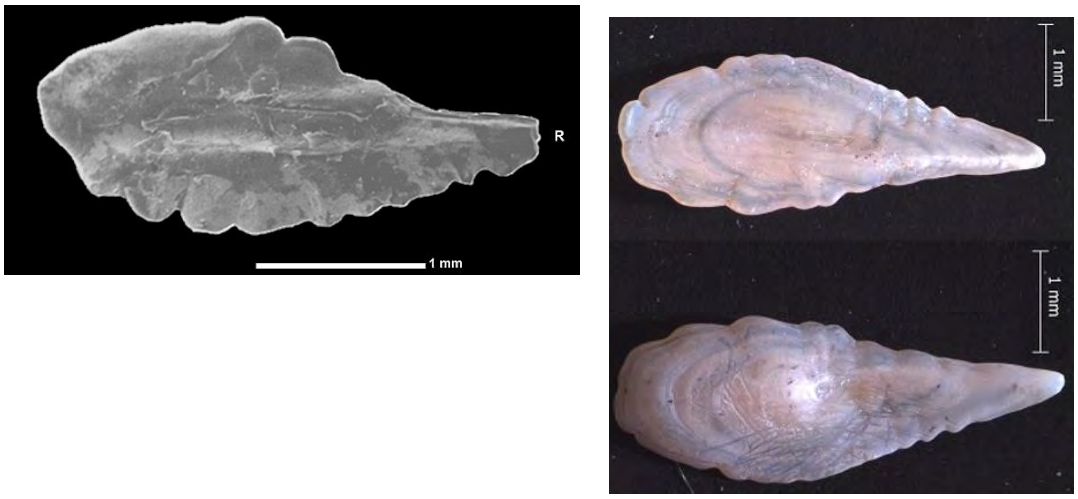


Figura 46. Familia BATHYLOGIDAE, Bathylagus pacificus. La figura de la izquierda es la referencia de AFORO y la derecha las fotografias obtenida en laboratorio.

MYCTOPHIFORMES

Symbolophorus boops

Saggita. Forma discoidal, más largo que ancho.

Cara interna: Extremo anterior doble punta con excisura profunda. Rostro y antirostro anguloso. Borde ventral y dorsal lisos. *Sulcus acusticus* ostial medial. Ostium pseudo-arqueosulcoide. Cara externa: superficie lisa.

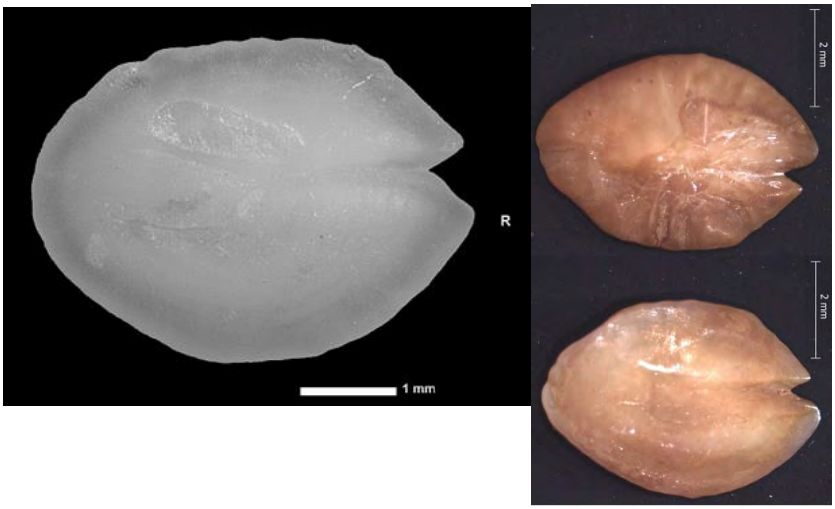


Figura 47. Familia MYCTOPHIFORMES Symbolophorus boops, a la izquierda la referencia de AFORO y a la derecha la fotografia obtenida en laboratorio.

Familia CONGRIDAE

Conger orbignianus (Valenciennes, 1837)

Sagitta. Forma oblonga, más largo que ancho. Largo máximo desplazado al extremo ventral, ancho máximo medial.

Cara interna: Extremo anterior globoso sin excisura. Rostro y antirostro ausentes. Extremo posterior globoso. Borde ventral y dorsal irregulares. Sulcus acusticus ostial en posición medial, patrón arqueosulcoide. Cara externa: Superficie lisa. (Volpedo et al, 1999).

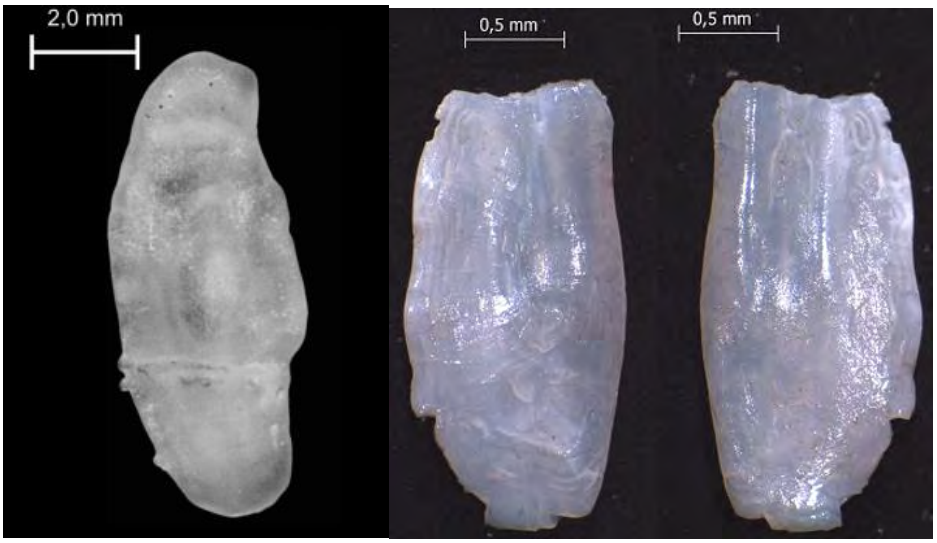


Figura 48. Familia CONGRIDAE Conger orbignianus (Valenciennes, 1837), La fotografía de la izquierda es la referencia de Volpedo et al, (1999) y a la derecha la fotografía obtenida, en laboratorio.

Desconocido 1 (D1); Saggita: circular extremos planos, sin rostro, Borde ventral y dorsal liso, sin *surcus acusticus*

Figura 49. Desconocido 1, fotografia obtenida en laboratorio

Desconocido 2 (D2); Saggita pentagonal, extremos oblicuos, sin rostro, bordes lisos, *surcurs acusticus* psudo-ostocaudal.

Figura 50. Desconocido 2, fotografia obtenida en laboratorio.

Desconocido 3 (D3); Saggita discoidal, extremos angulosso. Sin rostro bordes lisos, sin *sulcus acusticus*

Figura 51. Desconocido 3, fotografia obtenida en laboratorio.

Desconocido 4 (D4); Saggita circular, extremo superior globoso e inferior plano, con rostro poco profundo, bordes lisos, sin *surcus acusticus*.

Figura 52. Desconocido 4, fotografia obtenida en laboratorio.

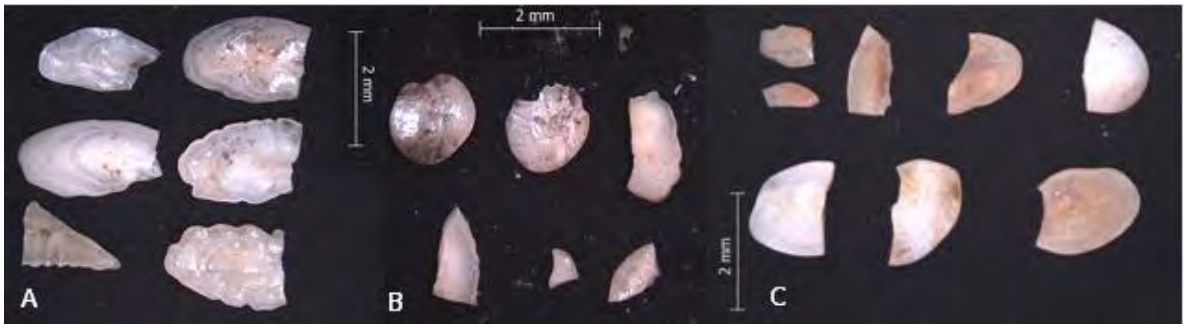


Figura 53. Otolitos trozados (a), (b) y (c) sector porras isla Alejandro Selkirk.

Figura 54. Otolitos desconocidos (a) D5, de IRC, sector "el Arenal", (b) y (c) D6 SC, sector "los Alelices", Isla Santa Clara.

9.3.4.4. Índice de erosión

Respecto al índice de erosión, solo el 5,1% de los otolitos obtuvieron calificación 2, lo que indica un grado de erosión menor, mientras que un 30,7% obtuvo un 3, lo que indica un grado de erosión, pero manteniendo las características más importantes intactas el 56,4% presento un valor de 4, lo cual indica un alto grado de degradación, finalmente un 7,7% correspondientes a los NN obtuvieron una calificación 5, ya que no es posible su identificación.

Tabla 39. Grado de erosión de los otolitos, en una escala de 1 al 5 donde 1 indica que el otolito no está erosionado, y 5 indica que está muy erosionado no permitiendo su identificación identificados, además de su familia y especie respectiva. (D1-4: desconocidos). El número que se entrega por especie y grado de erosión corresponde al número total de otolitos encontrados de la especie respectiva en ese estado de erosión.

Familia	Especie	E1	E2	E3	E4	E5
BATHYLOGIDAE	*Bathylagus pacificus*	0	2	9	6	0
CONGRIDAE	*Conger orbignianus*	0	0	1	0	0
MYCTOPHIFORMES	*Symbolophorus boops*	0	0	1	1	0
D1	INDEFINIDA	0	0	0	10	0
D2	INDEFINIDA	0	0	1	1	0

D3	INDEFINIDA	0	0	0	2	0
D4	INDEFINIDA	0	0	0	2	0
NN	INDEFINIDA	0	0	0	0	3

A pesar de los 26 años que han transcurrido desde la publicación de Ochoa & Francis 1995, la especie que se logró identificar en nuestro trabajo de la familia Micthopiformes es congruente con una de las identificadas en el análisis de dieta realizado por Ochoa & Francis (1995). Sin embargo, es muy interesante que la muestra de la familia Bathylogidae, solo es congruente con la especie *Bathylagus pacificus*, la que tiene una amplia distribución en el indo-pacifico, y no ha sido descrita con anterioridad para el archipiélago. Por otro lado, la especie indeterminada 1 (fig.6) coincide macroscópicamente con la obtenida por Vargas (2012) para el lobo fino austral (*Arctocephalus australis*), pero pese a ello y, debido al alto grado de degradación de ambas muestras no podemos confirmar que se trate de la misma.

Respecto a las migraciones que realiza el lobo fino en búsqueda de alimento, Osman (2007) indica dos modalidades, una en que realiza largas migraciones a zonas de alta productividad primaria cercanas al continente, siguiendo el patrón de sus principales presas, como lo son los mictófidos y los cefalópodos. Mientras que paralelo a ello también podrían estar buscando su alimento en torno a las islas, lo que es congruente con lo indicado por Landaeta et al (2004) y Acuña et al (2009) quienes identifican larvas del mictófido *Symbolophorus boops* en torno a las islas. Sielfeld et al (2004) también describen la captura de este espécimen en torno a las islas lo que también podría sugerir presencia de mictófidos en los alrededores del archipiélago.

Finalmente dado que no existe información respecto al tiempo de digestión de cada presa por separado no podemos determinar las especies más abundantes desde las fecas colectadas en este estudio. Lo que, si podemos destacar es *Symbolophorus boops* poseen una distribución batipelágica, teniendo migraciones verticales a las que probablemente se asocia la alimentación mayoritariamente nocturna de los LFJF (Francis et al, 1998; Osman, 2007). Además, la especie se caracterizan por tener radios dorsales blandos ambos, lo que facilitaría su digestión por parte de los lobos.

Respecto a la especie Congridae, este pez esta descrito para el mar argentino, no para aguas chilenas y es muy diferente de los congrios chilenos identificados por IFOP y cotejados con AFORO esto sumado a los 6 grupos de otolitos desconocidos. Este nuevo hallazgo deja abierta la inquietud respecto a su procedencia, la cual podría expandir la

distribución del LFJF a aguas que no se restringen al pacífico. Sin embargo, debido a la inexistencia de una base de datos de otolitos de peces chilenos, no se puede asegurar esto hasta posteriores análisis más detallados de las estructuras encontradas (por ejemplo, isótopos estables).

Debido al bajo número de fecas analizadas y el alto grado de erosión de un gran porcentaje de los otolitos encontrados, no se puede concluir a partir de estos resultados si los individuos, además, consumen especies de peces locales. La literatura no sugiere que inviertan mucho tiempo en aguas locales alimentándose (Acuña & Francis, 1995; Francis et al, 1998; Osman, 2007) y tampoco lo sugieren las interacciones con las pesquerías locales (objetivo 3).

9.3.5. Conclusiones y Discusión Objetivo 3

El estudio de las interacciones entre fauna silvestre y actividades humanas -como es el caso de la interacción entre el LFJF y la pesca artesanal- se ve enriquecido por el estudio de las percepciones en torno a la especie. Junto con ello, el uso de una metodología mixta para el abordaje de la problemática de estudio resultó ser apropiada, toda vez que los datos cuantitativos permitieron caracterizar las percepciones y la interacción, pero los datos cualitativos permitieron acceder a información adicional como identificar las prácticas de pesca que favorecen la interacción negativa o las complejas dimensiones que atraviesan la apreciación del LFJF.

Una de las limitaciones de la encuesta es que no es sensible a la diversidad de expresiones que tiene la pesca artesanal de Juan Fernández: cada vez es más común la pesca por parte de buzos apnea, principalmente dirigida al pulpo *(Octopus Crusoe)* y en ese tipo de pesca parece ser común la interacción.

En general, el LFJF es percibido de manera positiva. Existe amplio consenso en la forma cómo es percibida la especie entre toda la comunidad del Archipiélago de Juan Fernández. Incluso, no se advierten diferencias tan marcadas entre las percepciones que sostienen pescadores y no pescadores. No obstante, se debe poner atención en los temores que existen acerca de las tensiones que podrían surgir entre el LFJF y la vida cotidiana de las y los habitantes de Juan Fernández en el futuro producto del crecimiento de la población del LFJF. Futuras investigaciones deberán ahondar en los cambios en las percepciones sobre la especie y la interacción ya no sólo con la pesca, sino con la vida cotidiana de las y los habitantes.

Acerca de la interacción entre el LFJF y la pesca artesanal, el principal hallazgo es que las interacciones negativas ocurren con baja frecuencia. Incluso aquella interacción que es más frecuente -el LFJF extrae pescados del arte de pesca- ocurre, en la mayor parte de los casos con una frecuencia inferior a una vez por mes. Junto con ello, a ojos de los pescadores, el lobo no compite con la pesca artesanal por recursos y, aunque hay reportes aislados de interacciones, estos parecen ser más la excepción que la regla considerando las largas temporadas de pesca existentes. Sobre este punto, los análisis de dieta conversan con la ausencia de interacciones que pudiesen sugerir que el lobo fino se está alimentando; ya sea de los recursos que se extraen en el archipiélago o con las carnadas utilizadas. Los análisis de fecas no presentaron especies costeras propias del archipiélago y, aunque estos resultados deben interpretarse con precaución debido al bajo número de fecas analizadas, son consistentes con Osman (2007), Acuña & Francis (1995) y Francis et al 1998 que sugieren que la especie, en gran medida no se alimenta de especies locales.

Así como ocurría con las percepciones, en el caso de las interacciones con la pesca, hay preocupación en torno al aumento de las interacciones negativas con la especie en años recientes e incluso ante posibles cambios de hábitos de las especies que podrían culminar en futuras interacciones negativa.

En los albores de este proceso de investigación, el equipo de investigación sostenía el siguiente supuesto: de existir un aumento en la población del LFJF existirán graves interacciones negativas entre la pesca artesanal y el LFJF, las que, probablemente se manifiestan en agresiones de los pescadores hacia la especie o conflictos similares a los que se presencian en el continente con el lobo marino. Tal supuesto estaba enmarcado en la aproximación predominante que ofrece la literatura para estudiar la relación entre fauna silvestre y comunidades humanas: la noción de conflicto. No obstante, los hallazgos de este objetivo invitan a afirmar que, al menos en la actualidad, sobre la relación entre el LFJF, las comunidades humanas y la pesca artesanal, en vez de conflicto, encontramos coexistencia.

9.4. Objetivo Específico N°4

Evaluar la situación poblacional del lobo fino de Juan Fernández y su proyección en el tiempo, e identificar las brechas de conocimiento para el manejo y conservación de la especie, así como el diseño de un plan de trabajo y monitoreo futuro.

9.4.1. Visualizador Shiny

El visualizador dinámico de datos creado puede visitarse en https://labgrs.shinyapps.io/lobofino_jf/.

La pestaña inicial muestra un resumen de los objetivos del proyecto y las metodologías aplicadas. La pestaña “registros históricos” muestra los conteos históricos estandarizados utilizando la metodología descrita en el objetivo uno. Las posibilidades de visualización son múltiples (Figura 55) y permiten que el usuario explore a conveniencia los datos según lo que requiera. Al costado izquierdo, la plataforma permite seleccionar el tipo de mapa base que se desea proyectar y, a la derecha, si los números quieren ser explorados como totales por isla o por lobera sobre cada isla. El usuario podrá escoger que total desea explorar (total de individuos, total de adultos/juveniles o total de cachorros). Durante la exploración, el usuario puede elegir el año que desea explorar y la plataforma desplegará los conteos existentes en detalle para ese año específico sobre el mapa. Al hacer click sobre una lobera, aparecen los datos específicos de la lobera incluyendo el año visualizado, el número de animales contados, tipología (Reproductiva o de Paso), importancia (clave o no clave) y un código interno que se refiere a la base de datos principal. Además, al hacer este click, se proyecta un gráfico adicional bajo el mapa que permite la visualización de la serie de tiempo de conteos que existen para la lobera o isla específica sobre la que se hizo el click. También permite explorar los modelos exponencial y competencia en las tres islas. Una segunda pestaña de la plataforma bajo el nombre “Registros actuales” permitirá explorar los registros de la estimación actual (2021) incorporados en la base de datos, donde, dependiendo de cada localidad, estos pueden ser explorados por grupo etario o edad según los resultados de la estimación de ese año.

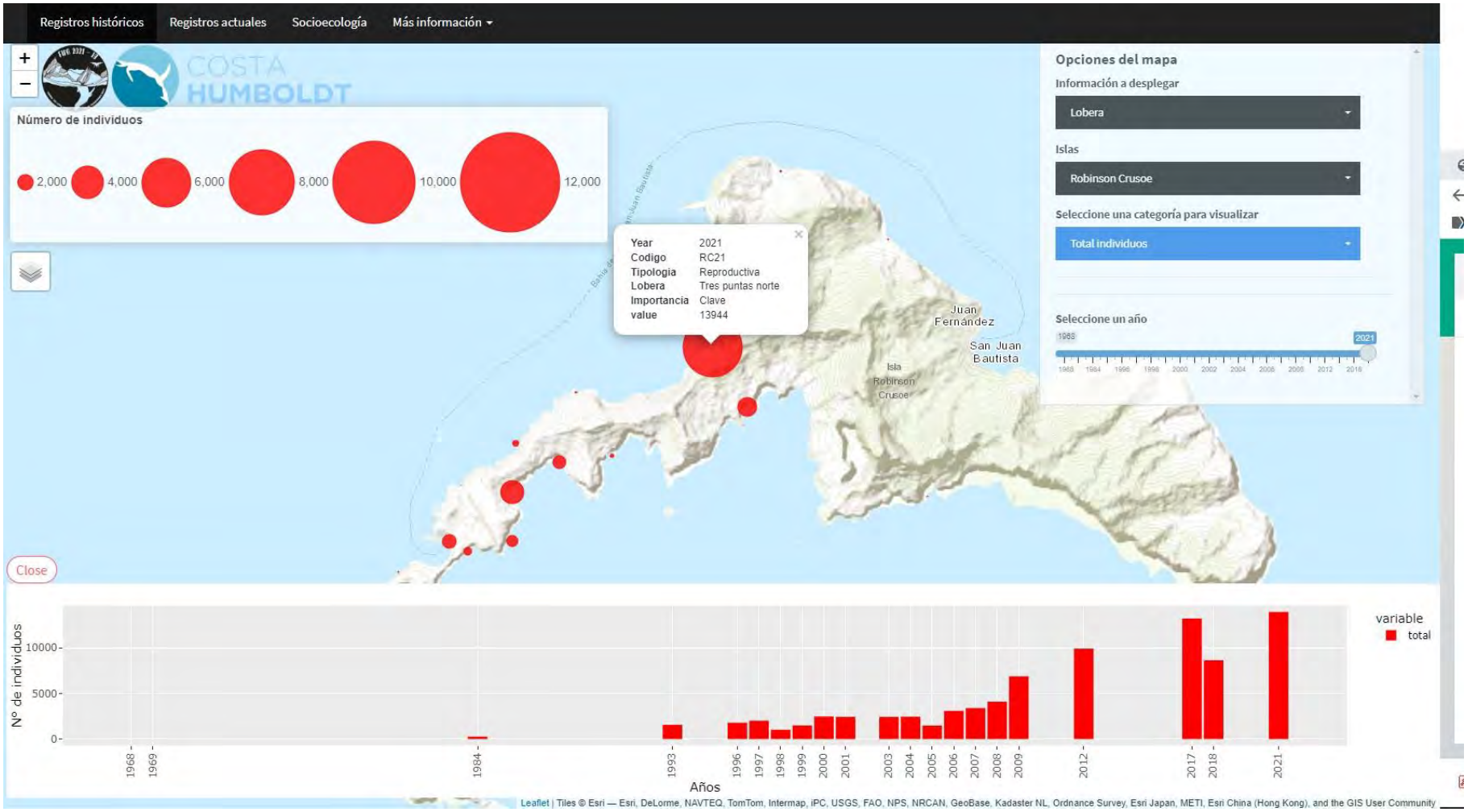


Figura 55. Visualizador del proyecto versión 0.0.1. Ejemplo para la isla Robinson Crusoe. El mapa proyecta círculos que utilizan de referencia los conteos de animales del año explorado (en este caso, 2021). El panel de la derecha, ofrece las opciones de visualización y en la izquierda se proyecta la escala y las opciones de mapa base que pueden ser utilizadas. Al hacer click sobre una lobera, aparece un cuadrado con información específica de la lobera explorada y a la vez, se despliega una serie de tiempo en la parte inferior de la página donde se puede ver en detalle la serie de tiempo de los conteos históricos de la lobera seleccionada.

Las ubicaciones geográficas de las loberas utilizadas en esta sección pueden accederse de los archivos “Archivos_shape.zip” e “islas_histórico.gpkg” adjuntos en la carpeta Supl. 5. Además, el archivo excel “georeferencia inicio y final” ubicado en la misma carpeta, entrega los puntos GPS inicial y final que cubren los conteos mostrados aquí de cada lobera definida en el objetivo 1.

9.4.2. Dinámica Poblacional: Visualización

9.4.2.1. Histórico archipiélago completo

De los conteos que han incluido el archipiélago completo, existe registro solo de 10 años, incluyendo, el 2021. Los registros históricos y actuales de abundancia muestran un aumento continuo del tamaño poblacional a escala de Archipiélago (Figura 56). Los datos utilizados para el archipiélago van desde 1969 a 2021.

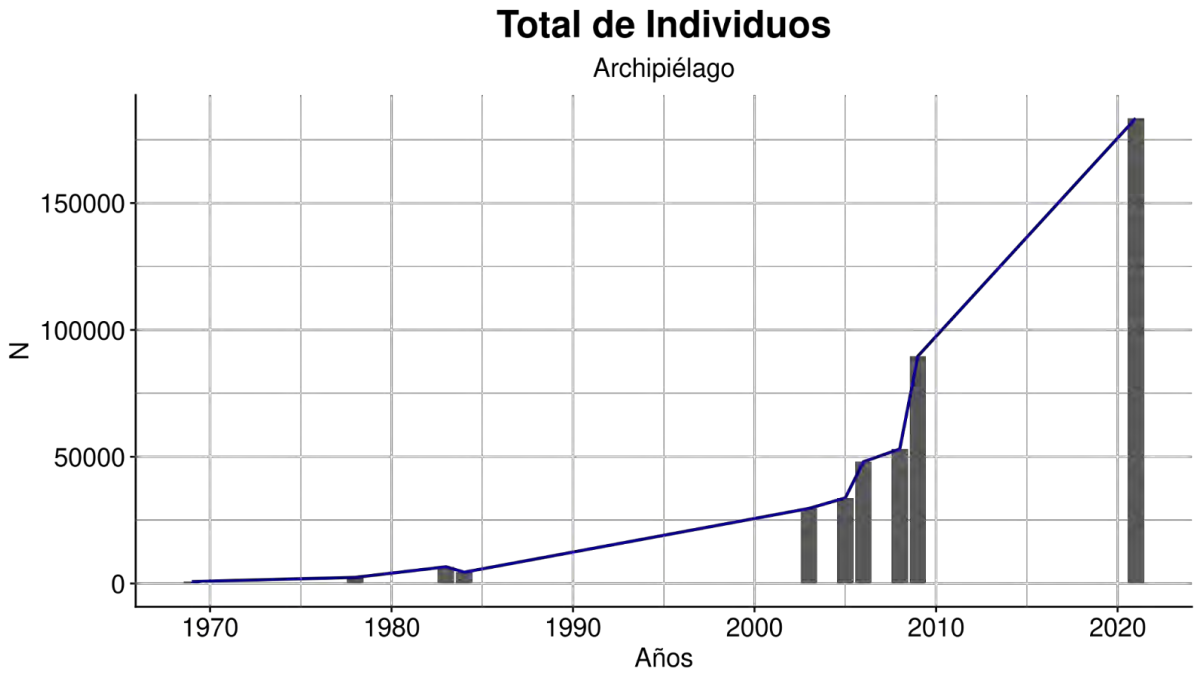


Figura 56. Tamaño poblacional (N) en función del tiempo (Años) para el archipiélago completo. Los datos se obtuvieron a partir de las estimaciones históricas realizados por CONAF, otros investigadores y nuestro censo.

Las variaciones absolutas de abundancia entre los años que se realizaron conteos y la variación ajustada anual en función al intervalo de años no contados entre años contados, pueden revisarse en la Tabla 40, Figura 57 y la Figura 58. Esta última muestra una proyección de la variación de conteos de un año a otro modelada sobre el lapso temporal completo que se incluye en el análisis. En los datos registrados, se puede

reconocer solo una importante reducción poblacional entre las temporadas 1983 y 1984 (reducción de un 32,4% de la población en un año, Figura 57) lo que no descarta que existieran otros eventos de reducción importantes durante los años donde la abundancia no fue estimada.

Tabla 40. Totales de animales por año y la variación existente entre los conteos históricos registrados para el archipiélago completo.,

Año	Cachorros	Adultos	Total	Variacion absoluta (%)	Variacion ajustada anual (%)
1969	0	760	760	NA	NA
1978	0	2416	2416	217.9	24.2
1983	0	6585	6585	172.6	34.5
1984	1196	3258	4454	-32.4	-32.4
2003	8902	20702	29604	564.7	29.7
2005	10999	22751	33750	14.0	7.0
2006	15119	32900	48019	42.3	42.3
2008	16789	36229	53018	10.4	5.2
2009	28625	61025	89650	69.1	69.1
2021	71148	112298	183446	104.6	8.7

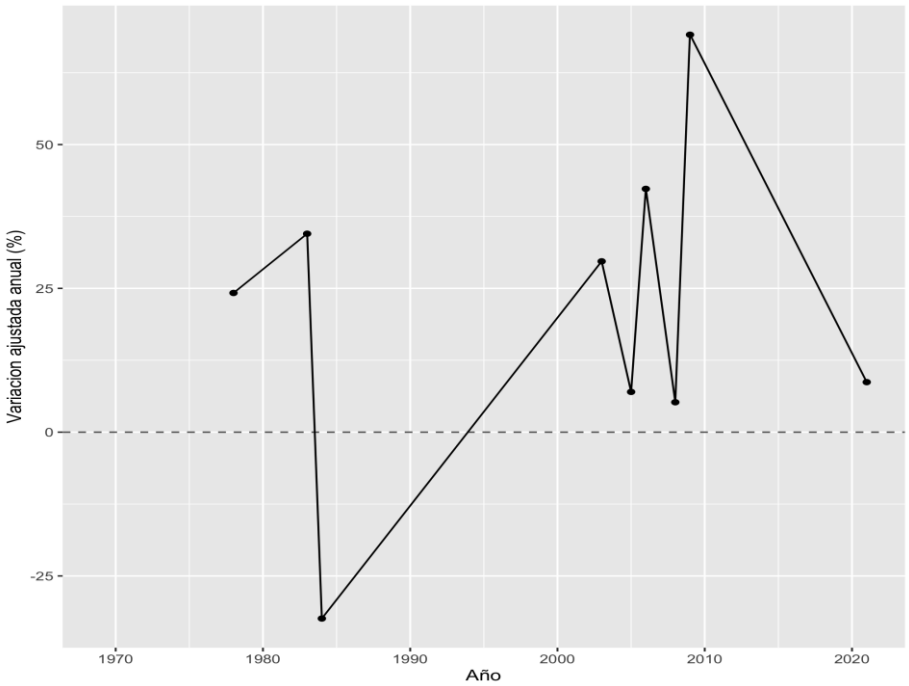


Figura 57. Variación anual ajustada (%) de las estimaciones de abundancia absoluta para todos los años que se realizaron conteos completos en el archipiélago.

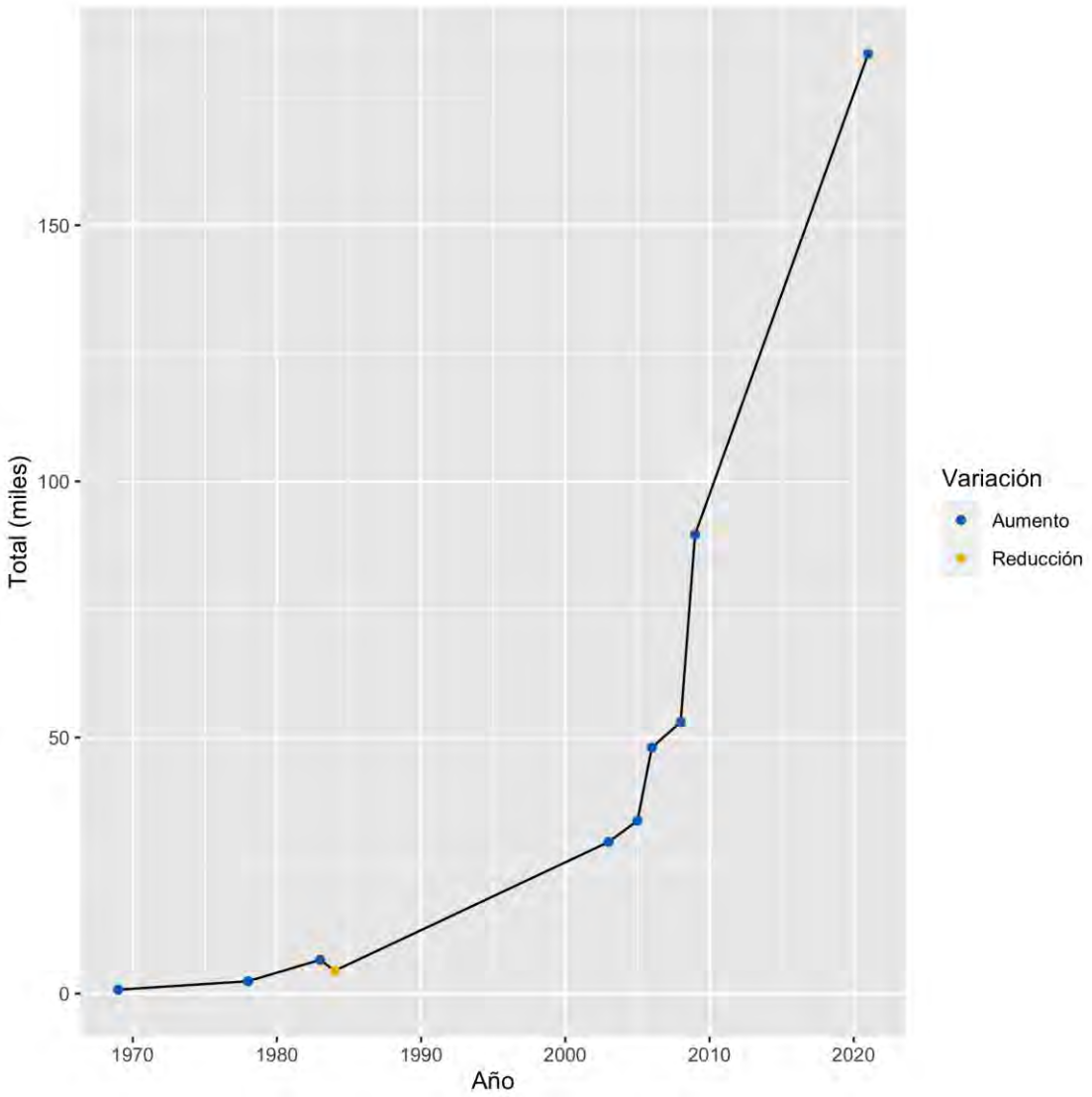


Figura 58. Comportamiento de la variación absoluta en función a los totales de abundancia (N) de los años de muestreo histórico obtenido para el archipiélago completo. Los puntos amarillos señalan una reducción respecto al conteo anterior y los azules un aumento.

9.4.2.2. Histórico Islas

Para la isla Alejandro Selkirk, los datos históricos disponibles se obtuvieron desde 1968 hasta el año 2010, donde se observa un crecimiento acelerado a partir del año 2003, cuyo máximo registrado, antes de nuestra estimación, fue de 61.909 individuos en el año 2010. Desde entonces, el registro realizado por el presente FIPA es el único esfuerzo de estimación de abundancia llevado a cabo en la isla durante los últimos 11

años (Figura 59). En las islas Robinson Crusoe y Santa Clara se registran datos desde 1968 y 1978, respectivamente, hasta el 2021. Se observa un crecimiento acelerado del tamaño poblacional a partir del año 2008, con un máximo de 61.831 individuos en la isla Robinson Crusoe y 24.197 individuos en isla Santa Clara en el año 2017 (Figura 59). Sin embargo, la población decrece a partir de dicho año en ambas Islas, registrando hoy un 18,5% menos de animales que en 2017 en isla Robinson Crusoe y un 0,7% menos de animales en isla Santa Clara que en 2017. La población inicial con la que se obtuvo información de conteos para cada Isla fue 267 (isla Alejandro Selkirk), 192 (isla Robinson Crusoe) y 84 (isla Santa Clara) individuos (Supl. 1).

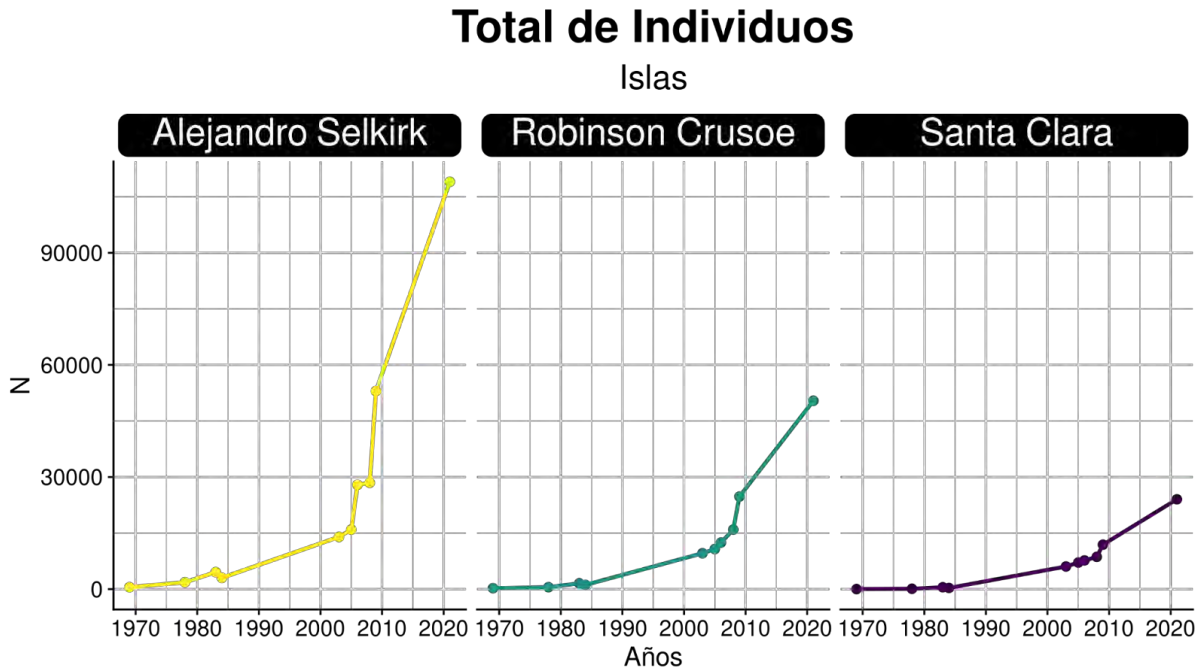


Figura 59. Tamaño poblacional (N) en función del tiempo (Años) para cada Isla. Los datos se obtuvieron a partir de los censos históricos realizados por CONAF, otros investigadores y nuestro censo.

La Tabla 41 muestra los totales de adultos/subadultos, cachorros, totales globales y la variación entre los años en los que se cuenta con conteos por isla. De manera gráfica, se pueden observar, para cada isla, las variaciones (aumento o disminución respecto al año anterior) del número de animales por isla en la Figura 60.

Tabla 41. Totales de animales por año y la variación ajustada anual en función al intervalo de tiempo entre cada conteo para las estimaciones históricas registrados por isla.

Isla	Año	Cachorros	Adultos	Total	Variacion absoluta (%)	Variacion ajustada anual (%)
Alejandro Selkirk	1968	0	267	267	NA	NA
Alejandro Selkirk	1969	0	510	510	91.0	91.0
Alejandro Selkirk	1978	0	1820	1820	256.9	28.5
Alejandro Selkirk	1982	0	3480	3480	91.2	22.8
Alejandro Selkirk	1983	0	4544	4544	30.6	30.6
Alejandro Selkirk	1984	995	2030	3025	-33.4	-33.4
Alejandro Selkirk	2003	4844	9120	13964	361.6	19.0
Alejandro Selkirk	2005	6941	8984	15925	14.0	7.0
Alejandro Selkirk	2006	9200	18700	27900	75.2	75.2
Alejandro Selkirk	2007	11040	25454	36494	30.8	30.8
Alejandro Selkirk	2008	12704	15755	28459	-22.0	-22.0
Alejandro Selkirk	2009	21366	31629	52995	86.2	86.2
Alejandro Selkirk	2010	23210	38699	61909	16.8	16.8
Alejandro Selkirk	2021	42128	66878	109006	76.1	6.9
Robinson Crusoe	1968	0	192	192	NA	NA
Robinson Crusoe	1969	0	246	246	28.1	28.1
Robinson Crusoe	1978	0	512	512	108.1	12.0
Robinson Crusoe	1983	0	1544	1544	201.6	40.3
Robinson Crusoe	1984	175	951	1126	-27.1	-27.1

Isla	Año	Cachorros	Adultos	Total	Variacion absoluta (%)	Variacion ajustada anual (%)
Robinson Crusoe	1993	606	5337	5943	427.8	47.5
Robinson Crusoe	1996	1388	4406	5794	-2.5	-0.8
Robinson Crusoe	1997	1843	5555	7398	27.7	27.7
Robinson Crusoe	1998	1182	5885	7067	-4.5	-4.5
Robinson Crusoe	1999	1220	5922	7142	1.1	1.1
Robinson Crusoe	2000	2230	6320	8550	19.7	19.7
Robinson Crusoe	2001	2377	6296	8673	1.4	1.4
Robinson Crusoe	2003	2881	6710	9591	10.6	5.3
Robinson Crusoe	2004	3502	5667	9169	-4.4	-4.4
Robinson Crusoe	2005	2733	7983	10716	16.9	16.9
Robinson Crusoe	2006	3623	8825	12448	16.2	16.2
Robinson Crusoe	2007	3403	8095	11498	-7.6	-7.6
Robinson Crusoe	2008	2562	13365	15927	38.5	38.5
Robinson Crusoe	2009	4869	19894	24763	55.5	55.5
Robinson Crusoe	2012	6481	28579	35060	41.6	13.9
Robinson Crusoe	2017	12096	49735	61831	76.4	15.3
Robinson Crusoe	2018	10539	22203	32742	-47.0	-47.0
Robinson Crusoe	2021	17571	32838	50409	54.0	18.0
Santa Clara	1969	0	4	4	NA	NA
Santa Clara	1978	0	84	84	2000.0	222.2

Isla	Año	Cachorros	Adultos	Total	Variacion absoluta (%)	Variacion ajustada anual (%)
Santa Clara	1983	0	497	497	491.7	98.3
Santa Clara	1984	26	277	303	-39.0	-39.0
Santa Clara	1993	216	1702	1918	533.0	59.2
Santa Clara	1996	396	1134	1530	-20.2	-6.7
Santa Clara	1997	784	1739	2523	64.9	64.9
Santa Clara	1998	575	2323	2898	14.9	14.9
Santa Clara	1999	1065	4420	5485	89.3	89.3
Santa Clara	2001	508	3606	4114	-25.0	-12.5
Santa Clara	2003	1177	4872	6049	47.0	23.5
Santa Clara	2005	1325	5784	7109	17.5	8.8
Santa Clara	2006	2296	5375	7671	7.9	7.9
Santa Clara	2008	1523	7109	8632	12.5	6.2
Santa Clara	2009	2390	9502	11892	37.8	37.8
Santa Clara	2012	4743	12574	17317	45.6	15.2
Santa Clara	2017	2278	21919	24197	39.7	7.9
Santa Clara	2018	5218	8619	13837	-42.8	-42.8
Santa Clara	2020	5268	15363	20631	49.1	24.6
Santa Clara	2021	11449	12582	24031	16.5	16.5

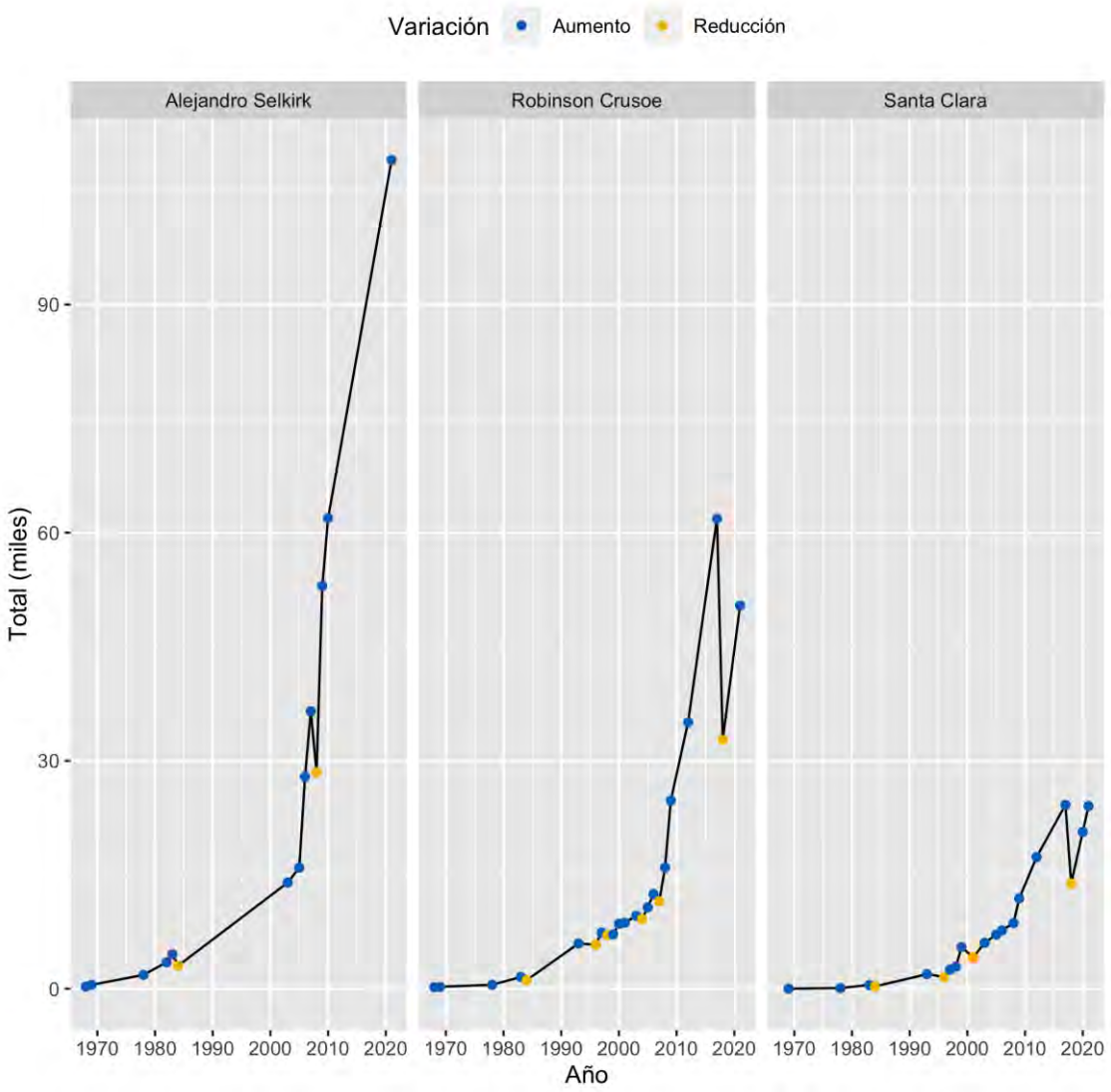


Figura 60. Comportamiento de la variación de los conteos entre los años de muestreo histórico obtenido por isla. Los puntos amarillos señalan una reducción respecto al conteo anterior y los azules un aumento.

Las tres islas muestran una marcada reducción de la población desde la temporada 1983 a la temporada 1984 (A. Selkirk= -33,4%, R. Crusoe= -27, 1% y Sta. Clara= -39%). Esta marcada reducción, coincide temporalmente con la temporada inmediatamente posterior a uno de los eventos atmosféricos EL NIÑO más fuertes registrados en la historia (1982-83, https://ggweather.com/enso/oni.htm). Similar registro se destaca en otros años desde los datos de Robinson Crusoe y Santa Clara (las islas con mayor cantidad de registros). Se pueden observar pulsos de reducción de la población adicional en estas islas que no se observan al analizar el archipiélago completo debido al bajo número de registros presentes en el total del archipiélago (para ambas islas, Tabla 41 Figura 60). Estos pulsos concuerdan con la hipótesis de que los animales podrían estar respondiendo a diferencia en la disponibilidad de alimento debido a

eventos regionales como (ENSO) que afectan zonas de alimentación distantes al archipiélago. En otras palabras, podría existir una mayor influencia sobre la abundancia de la especie de estos eventos regionales que afectan a la presa respecto a eventos atmosféricos locales que pudiesen afectar a los individuos.

9.4.2.3. Histórico Loberas Reproductivas y Claves

Dentro de las loberas claves de cada isla, los gráficos de visualización a escala de Lobera, mostraron diferencias entre las Islas (Figura 61). Se destaca a partir del año 2003, el crecimiento acelerado de individuos en la lobera “La Lobería” por sobre todas las demás loberas tanto de la isla Alejandro Selkirk como del resto de las otras dos islas. Su valor máximo de individuos (83.228) se alcanza en el año 2021. A esta, le sigue “El Tongo”, donde también se observa un crecimiento acelerado a partir del año 2003 con un máximo de 19.763 individuos en el año 2010. Para la Isla Robinson Crusoe, las playas Bahía O'Higgins, Tres Puntas Norte y Tierras Blancas son las que exhibieron un leve aumento en la cantidad de individuos desde el año 1997, 1996 y 1993 respectivamente. El máximo de individuos fue de Bahía O'Higgins: 5.926 y Tres Puntas Norte: 13.857 al 2021 y Tierras Blancas: 7.124 al 2018. Sin embargo, cabe destacar que B. O´Higgins y Tres Puntas norte, hoy contemplan un importante territorio de la isla tras la estandarización de las loberas (Objetivo 1) donde, por ejemplo, “Bahía O´Higgins”, hoy incluye no solo la bahía descrita antiguamente, sino que las zonas rocosas de alrededor y el islote O´Higgins. A pesar de la estandarización histórica realizada, estos terrenos pueden estar abarcando hoy un poco más de animales que lo que abarcaban antiguamente. En general, las loberas de la isla Santa Clara no dieron cuenta de un aumento abrupto en el crecimiento poblacional lo que se presume está dado por el limitado espacio que existe en las loberas de esta isla. Si bien, la población ha aumentado en la isla Santa Clara, lo ha realizado de manera constante en el tiempo. El máximo de individuos para esta isla fue de 4.586 y 5.888 en “el Weste” y “los Alelices” respectivamente en el año 2020 y 6.061 para “la Matriz” en el año 2021. En el siguiente link se puede navegar dinámicamente por los totales de las otras loberas de las tres islas (claves y no claves) y revisar sus abundancias registradas en el tiempo (https://labgrs.shinyapps.io/lobofino_jf/).

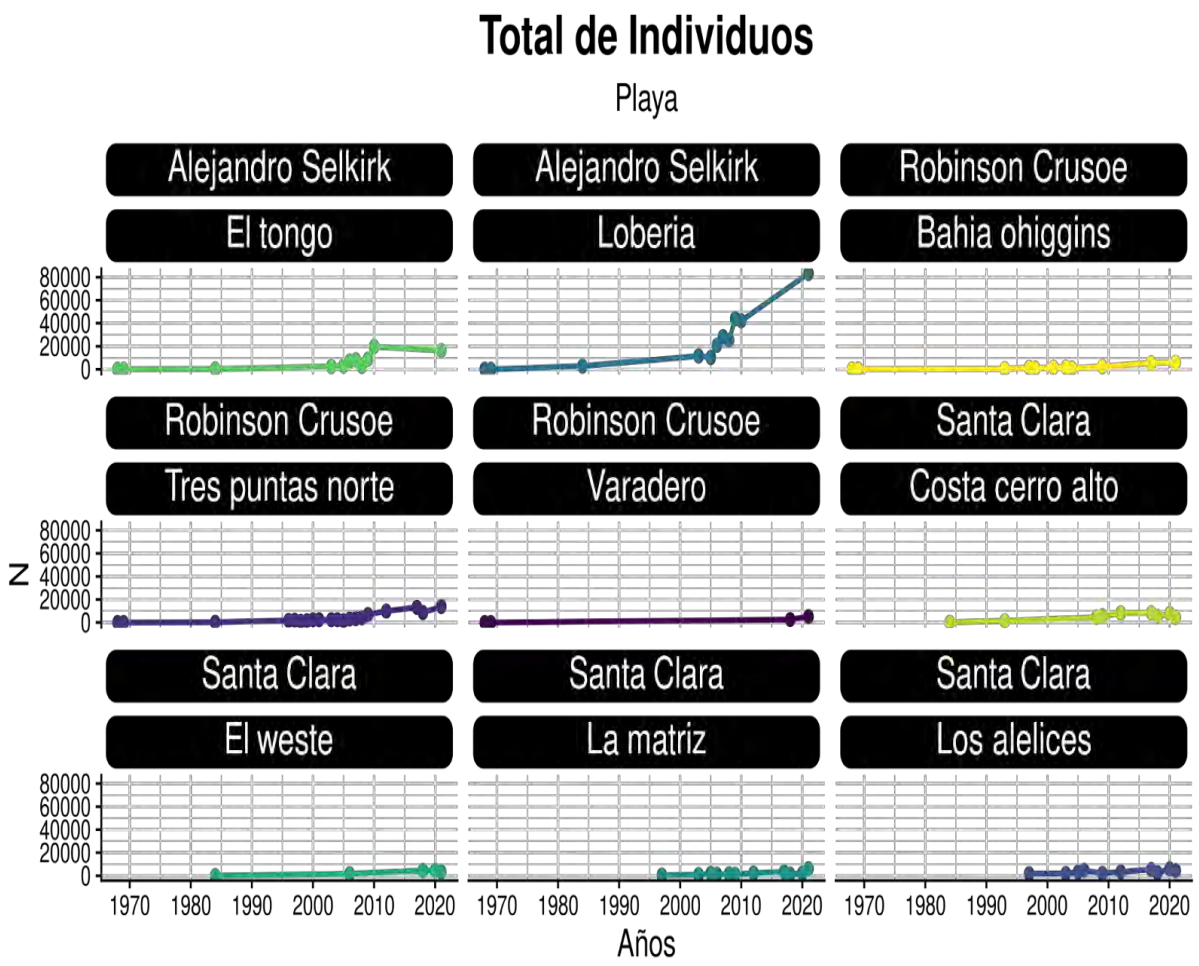


Figura 61. Tamaño poblacional (N) en función del tiempo (Años) para cada lobera clave por Isla. Los datos se obtuvieron a partir de los censos históricos realizados por CONAF, otros investigadores y la estimación del presente FIPA.

9.4.2.1. Loberas reproductivas en el tiempo

Finalmente, la Figura 62, muestra el número de loberas reproductivas por isla y como este número ha variado en el tiempo. Uno de los puntos más interesantes de destacar es que la isla Alejandro Selkirk, isla que presenta el aumento más alto de individuos de la población completa (objetivo 2) y el mayor incremento histórico, no muestra un aumento mayor en el número de loberas reproductivas encontradas en el tiempo. Esto se debe a que la mayoría del crecimiento de la población sigue estando concentrado en las dos loberas más abundantes (“La Lobería” y “El Tongo”), donde se encuentra también el área geográfica más extensa y plana del archipiélago que permite un aumento de abundancia aún no limitado por espacio. En contraste, La isla Robinson Crusoe muestra un importante aumento de loberas reproductivas en el tiempo lo que es consistente con la poca disponibilidad de espacio a lo largo del borde costero de la isla, donde la mayoría de los animales se distribuyen a los pies de los acantilados y

pequeñas bahías que no poseen ni un cuarto de la dimensión de “Lobería”. Isla Santa Clara podría caracterizarse como un caso intermedio; posee grandes bahías, pero están ampliamente ocupadas y los animales ya han tenido que comenzar a utilizar el borde rocoso, pasando de loberas descritas históricamente como de Paso a loberas Reproductivas y aumentando consecuentemente el número de loberas Reproductivas en la isla (Figura 62). Por lo mismo es que se ve un bajo crecimiento desde el 2017 a la fecha en esta isla (0.7%) La variación de la tipología de las loberas en el tiempo (de Lobera Reproductiva a De paso o viceversa) y la variación de su importancia (Claves a no claves o viceversa) puede revisarse en detalle en la tabla del supl. 7 para todas las playas y todos los años con los que se cuentan estos datos.

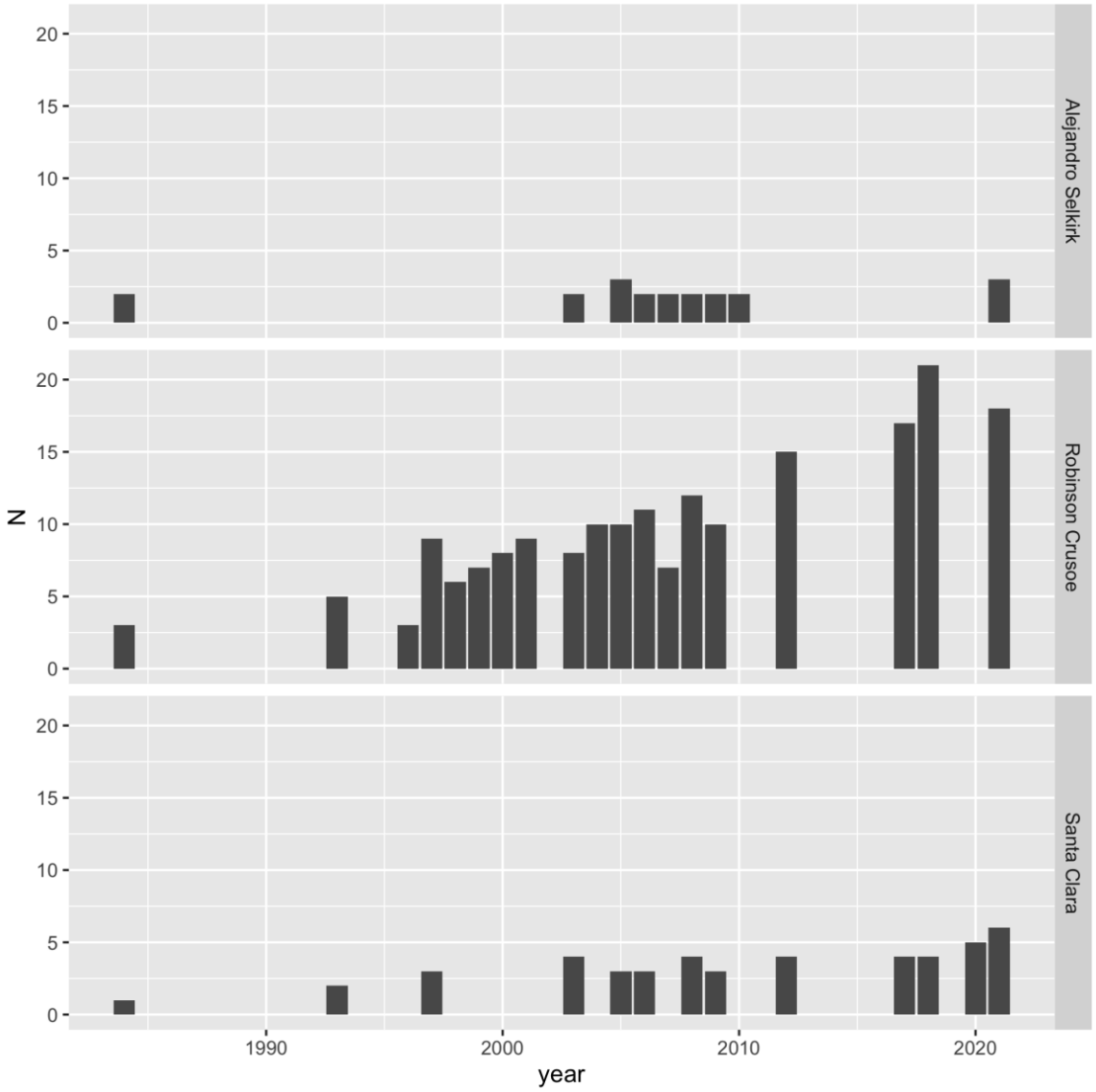


Figura 62. Loberas reproductivas en el tiempo para las tres islas. El gráfico muestra, el aumento o disminución del número de loberas para cada isla desde los primeros conteos históricos.

9.4.3. Dinámica Poblacional: Función R y modelos testeados

La

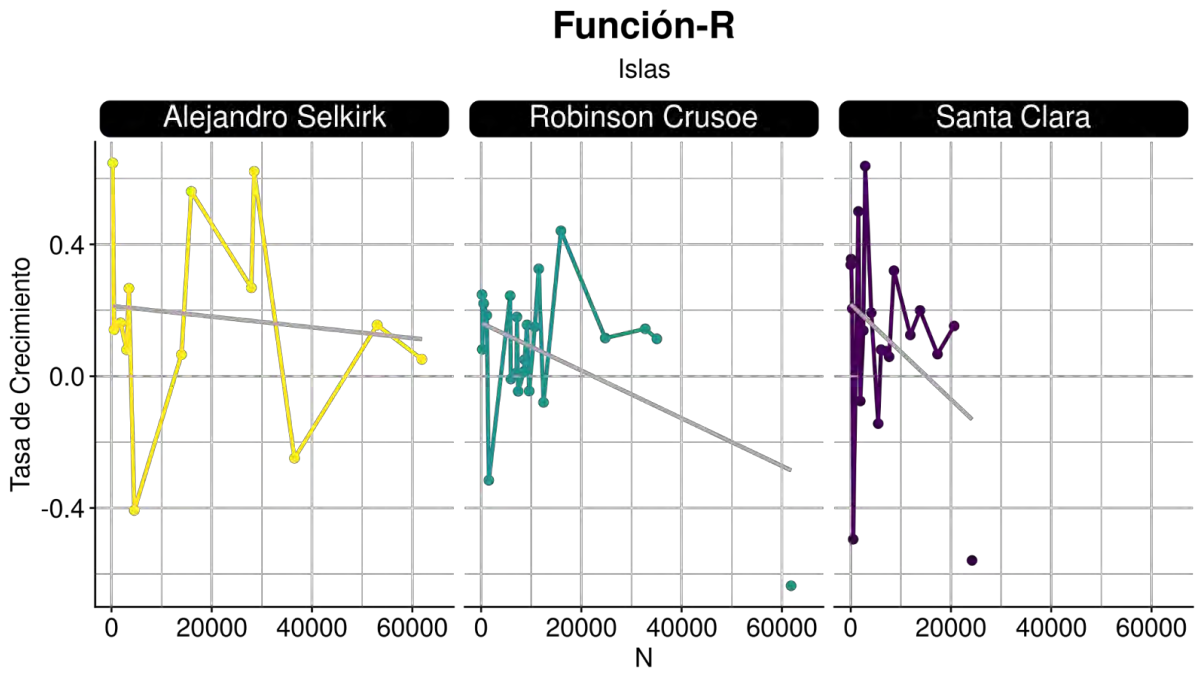


Figura 63 muestra la función-R para cada una de las Islas. En general, para las tres Islas, se observa una oscilación alrededor del eje-x. Esto significa, que en la actualidad las poblaciones están cerca del equilibrio en cuanto a su tamaño poblacional o han excedido su capacidad de carga (i.e. cuando corta en el eje-x). Específicamente para la isla Alejandro Selkirk, la línea de tendencia muestra que la población no ha alcanzado la capacidad de carga, por lo que tiene un crecimiento desacelerado. En cambio, para las islas Robinson Crusoe y Santa Clara la tasa de muerte es mayor a la tasa de nacimiento, por lo tanto, hoy en día, la población tiene una tasa de crecimiento negativa.

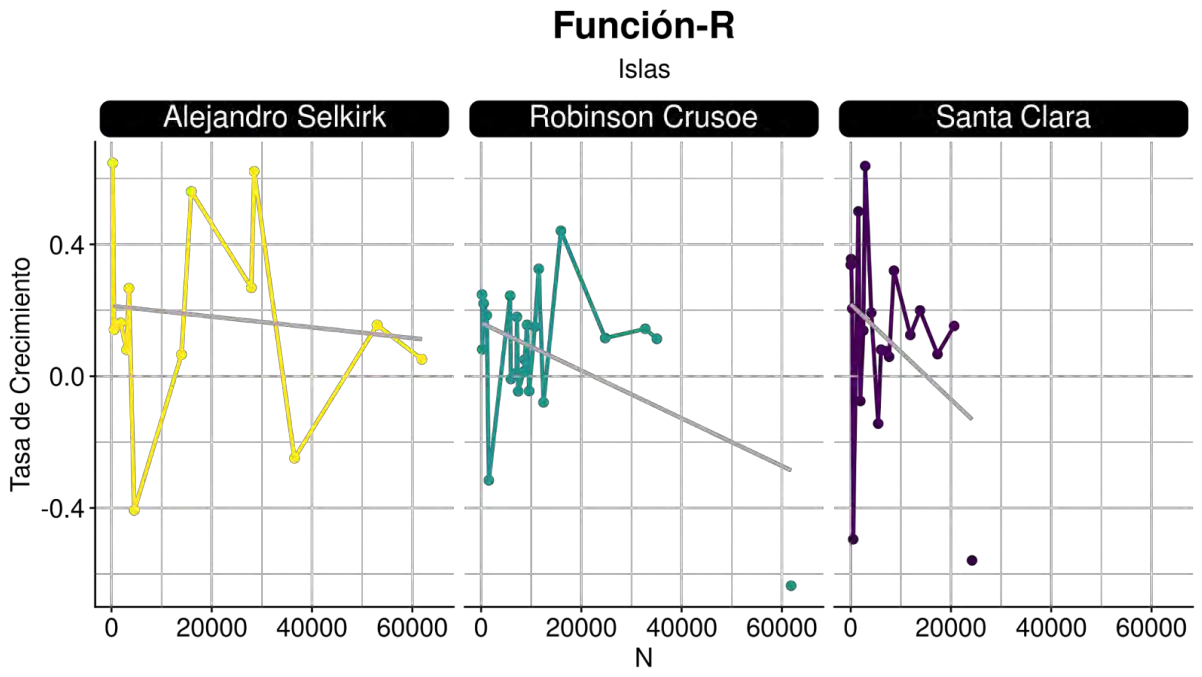


Figura 63. Función-R: Tasa de crecimiento poblacional (R) en función del tamaño poblacional (N) para cada isla. Cálculo de la tasa de crecimiento en la eq 1. La línea gris da cuenta de la tendencia lineal de los valores. Si bien los tres casos muestran una pendiente negativa, la isla Alejandro Selkirk no muestra corte en el eje-x.

La selección de modelos a partir del AIC dio como resultado que el modelo matemático de Cooperación para la isla de Alejandro Selkirk y el de Competencia para las islas Robinson Crusoe y Santa Clara son los que presentan un menor valor de AIC (Tabla 42).

Estos resultados son coherentes con lo que se observa en la función-R, donde, isla Alejandro Selkirk a diferencia de las otras dos islas tiene una menor oscilación sobre el eje-x y por lo tanto un crecimiento positivo pero lento, dando cuenta del mecanismo de cooperación. Mientras que cuando la tasa de crecimiento comienza a disminuir, el mecanismo operante tiende a ser la competencia. Hay que considerar que la bondad de ajuste de los modelos en cada una de las Islas es baja siendo isla Santa Clara (0,13), el valor más bajo, seguido por isla Alejandro Selkirk (0,14) y luego por isla Robinson Crusoe (0,22). Dado el bajo ajuste que dieron los modelos, no es considerable realizar predicciones a futuro sobre cómo será la dinámica de la población.

A partir de los modelos seleccionados, se obtuvieron los valores estimados de R_{max}, “k” y “A”, los cuales dan cuenta de la tasa máxima a la que la población puede aumentar (R_{max}), el tamaño poblacional donde la cantidad de nacimientos iguala a la cantidad de muertes (K) y la relación entre las barreras para acceder a un nuevo recurso y k (A) Estos valores pueden revisarse en el (Anexo 18).

La isla Alejandro Selkirk, presenta el valor más pequeño de R_{max} (0,121) y valor de A (-

887). Estos parámetros no fueron significativos. La isla de Robinson Crusoe tiene un valor de R_{max} de 0,162 y un valor de k de 22.369 individuos. Mientras que isla Santa Clara es la que tiene el mayor valor de R_{max} (0,218) y el valor de k es de 15.128 individuos. En ambos casos de los modelos de competencia los parámetros dieron resultados significativos.

Tabla 42. Estadísticos de la selección de modelos por criterio de Akaike (AIC) y bondad de ajuste (pseudo-R^2) para cada uno de los modelos matemáticos puestos a prueba para las tres islas: Alejandro Selkirk, Robinson Crusoe y Santa Clara. Se destaca en verde el modelo seleccionado para cada isla.

Isla	Modelo	AIC	pseudo_R2
Alejandro Selkirk	Exponencial	10,888106	0,009153586
	Competencia	11,135820	0,012121465
	Cooperación	9,273244	0,143987743
Robinson Crusoe	Exponencial	0,4358628	0,008483361
	Competencia	-4,1148660	0,222189499
	Cooperación	0,7032233	0,031753230
Santa Clara	Exponencial	11,404736	0,02918412
	Competencia	9,462026	0,12905820
	Cooperación	11,360210	0,03755244

La validación de los modelos seleccionados para cada una de las Islas se observa en la Figura 64, Figura 65 y Figura 66. Para la isla de Alejandro Selkirk, la pendiente da cuenta de una relación estable a medida que aumenta la densidad poblacional. Esta tendencia, donde la tasa de crecimiento se observa en la zona positiva de los datos da cuenta del mecanismo de cooperación propuesto. En los otros dos casos, los valores predichos dan cuenta de una pendiente negativa de la tasa de crecimiento a medida que aumenta la densidad poblacional. Esta tendencia se condice con el mecanismo subyacente propuesto, donde el aumento de la densidad poblacional es la que regula el crecimiento de la población consecuencia de la limitación de recursos. El corte en el eje-y es donde la tasa de crecimiento es la máxima y el corte en el eje-x muestra el valor de k mencionado más arriba.

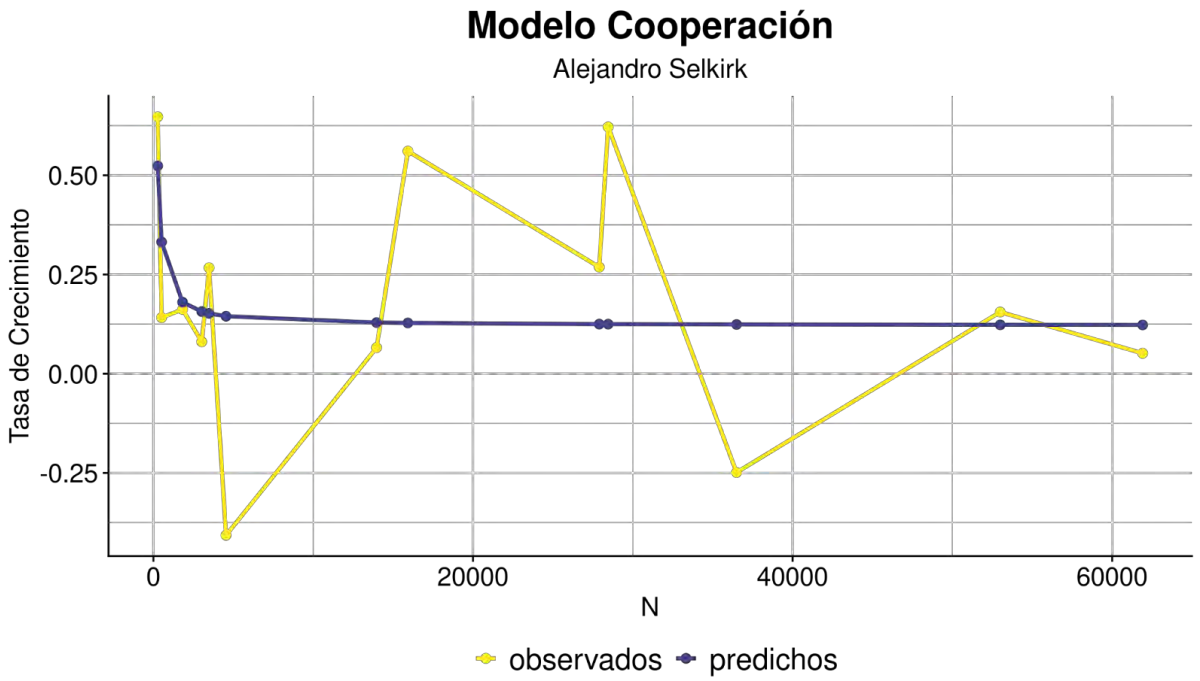


Figura 64. Tasa de crecimiento poblacional en función del tamaño poblacional (N) para la Isla Alejandro Selkirk. Se muestran los valores observados y el ajuste de los valores predichos por el modelo seleccionado. El corte en el eje-y donde la tasa de crecimiento es la máxima, R_{max} es 0,121. No hay punto de equilibrio estable que corte el eje-x dado que la pendiente es positiva por lo que la población tiene un crecimiento en aumento.

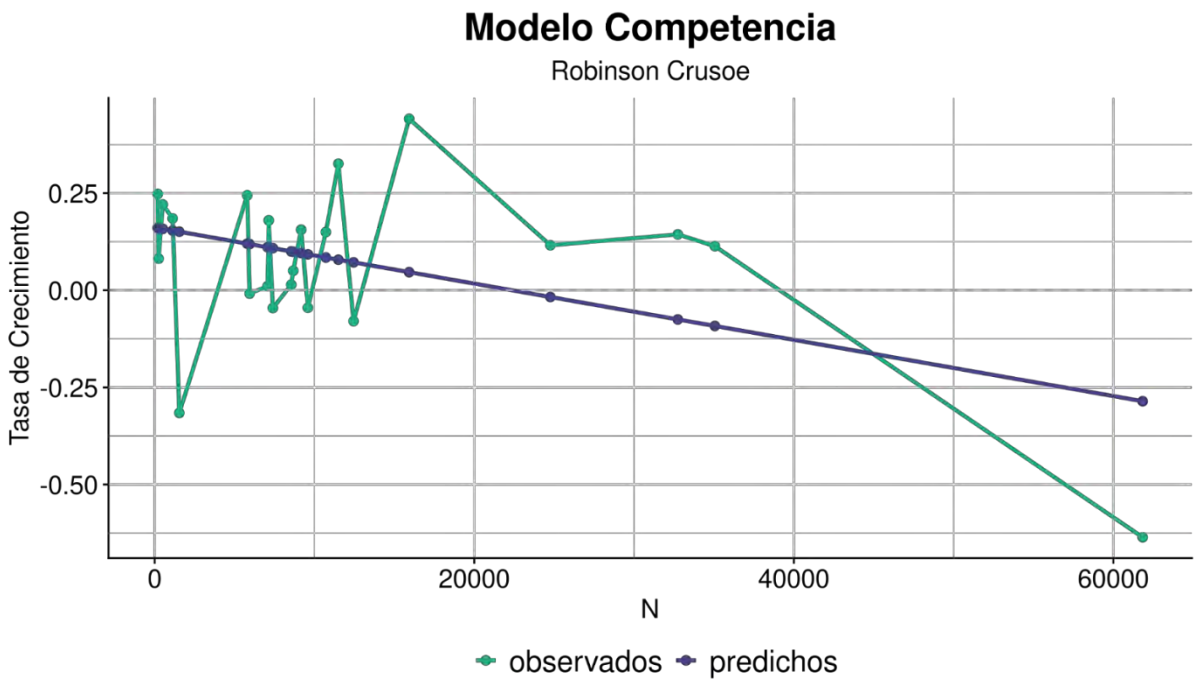


Figura 65. Tasa de crecimiento poblacional en función del tamaño poblacional (N) para la Isla Robinson Crusoe. Se muestran los valores observados y el ajuste de los valores predichos por el modelo seleccionado. El corte en el eje-y donde la tasa de crecimiento es la máxima, R_{max} es 0,162. El punto de equilibrio es 22.369 individuos, donde la población pasa de tener un crecimiento positivo a un crecimiento negativo.

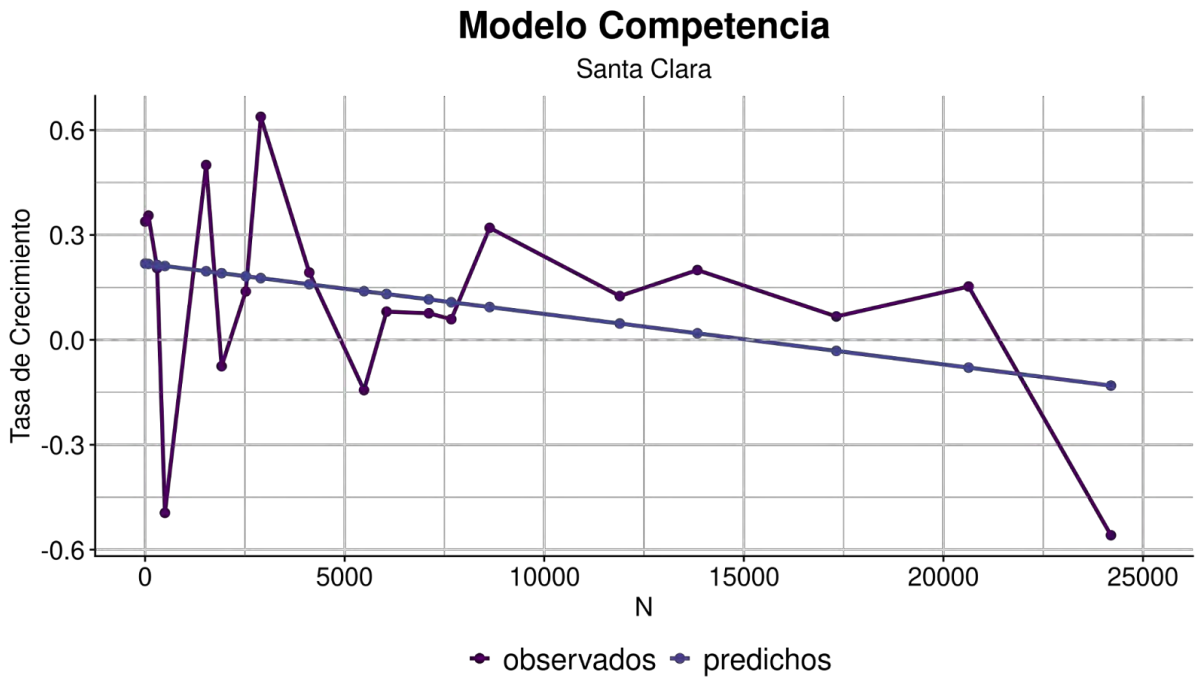


Figura 66. Tasa de crecimiento poblacional en función del tamaño poblacional (N) para la Isla Santa Clara. Se muestran los valores observados y el ajuste de los valores predichos por el modelo seleccionado. El corte en el eje-y donde la tasa de crecimiento es la máxima, R_{max} es 0,218. El punto de equilibrio k es 15.128 individuos, donde la población pasa de tener un crecimiento positivos a un crecimiento negativo.

9.4.4. Cálculo de la remoción biológica Potencial (PBR)

Se calcularon varios valores de Remoción Biológica Potencial principalmente testeando coeficientes de variación (CV) distintos y utilizando nuestros R_{max} versus los recomendados para pinnípedos en general (0,12). Además, se presentan los valores para el archipiélago completo y para las islas por separado. Para el archipiélago completo, solo se presenta el PBR con R_{max} teórico ya que no se calculó un R_{max} para el archipiélago debido al bajo número de registros históricos del archipiélago completo. Presentamos resultados con distintos CV que permiten ajustar el Nmin y, en consecuencia, permiten robustecer futuros potenciales planes de manejo de la especie y evitan cualquier cercanía al colapso de la misma (Wade, 1998). Ambos CV utilizados son conservadores ya que no se tienen nociones del estimado de animales que son removidos debido a bycatch (sabemos, por los resultados presentados bajo el objetivo 3, que las pesquerías locales no tienen un impacto sobre la población local, pero, al alimentarse en las cercanías de la corriente de Humboldt, cientos de kilómetros desde el archipiélago (Francis et al, 1998; Osman, 2007) y donde sí existe pesquería industrial, no se tiene noción de cuál es el impacto de estas pesquerías sobre la especie).

Al depender del valor mínimo estimado poblacional, los máximos números de animales

que pueden ser removidos del sistema son consistentes con las islas que presentan una mayor cantidad de animales siendo Selkirk la isla que permite una mayor remoción de animales y Santa Clara la menor (Tabla 43). Se recomienda seguir los valores con un CV de 0,8 el cual implica una mayor incertidumbre en el bycatch asociado a la especie. Adicionalmente, aunque nuestros valores de R_{max}, son similares a los encontrados en otros pinnípedos, los modelos testeados en general mostraron un bajo ajuste (menor al 0,5) Por lo mismo recomendamos seguir los valores de PBR calculado con el R_{max} teórico (0,12), sobre todo para Santa Clara, ya que al menos en esta última isla, el PBR estimado es más conservador que el calculado con nuestros valores de R_{max}.

Tabla 43. Valores calculados del potencial de remoción biológica (PBR) bajo diferentes escenarios. El cuadrante 1 muestra los valores calculados manteniendo el R_{max} promedio reportado para pinnípedos con dos posibles coeficientes de variación (CV), los mismos simulados en Wade, 1998. El cuadrante 2 muestra los valores con los R_{max} modificados en función a los calculados en este reporte para cada isla (sección 9.4.3).

1.- Valores R_{max} Teóricos (Wade 1998)						
Stock	**CV**	**N_Estimado**	**Nmin**	**FR**	**R_{max}**	**PBR**
Archipiélago Completo	0,2	183.446	155.271	1	0,12	**9.316**
Alejandro Selkirk	0,2	109.006	92.264	1	0,12	5.536
Robinson Crusoe	0,2	50.409	42.667	1	0,12	2.560
Santa Clara	0,2	24.031	20.340	1	0,12	1.220
Archipiélago Completo	0,8	183.446	101.464	1	0,12	**6.088**
Alejandro Selkirk	0,8	109.006	60.291	1	0,12	3.618
Robinson Crusoe	0,8	50.409	27.881	1	0,12	1.673
Santa Clara	0,8	24.031	13.292	1	0,12	798
2.- Valores R_{max} Empírico (calculados en este Reporte)						
Stock	**CV**	**N_Estimado**	**Nmin**	**FR**	**R_{max}**	**PBR**
Alejandro Selkirk	0,2	109.006	155.271	1	0,12	5.588
Robinson Crusoe	0,2	50.409	92.264	1	0,16	3.454
Santa Clara	0,2	24.031	42.667	1	0,22	2.221
Alejandro Selkirk	0,8	109.006	20.340	1	0,12	3.652
Robinson Crusoe	0,8	50.409	101.464	1	0,16	2.257

Santa Clara	0,8	24.031	60.291	1	0,22	1.451

9.4.5. Identificación Brechas de conocimiento

9.4.5.1. Revisión Sistemática

Al realizar la revisión sistemática utilizando Web of Sciences (WOS) desde 1900 al 2022, el término que arrojó el mayor número de resultados fue “Juan Fernandez Fur seal” con 19 publicaciones comprendidas en diversas áreas de investigación (Figura 67). Debido a que la especie “*Arctocephalus philippii*” se compone de dos subespecies taxonómicamente reconocidas (y aún bajo cierto debate, véase Aurioles-Gamboa et al, 2018), el uso del nombre científico en la plataforma, también arrojó tres resultados sobre estudios del Lobo Fino de Guadalupe (*Arctocephalus philippii townsendi*) una subespecie cuya distribución está asociada a la isla Guadalupe, México. Adicionalmente, hasta el 2016, la variación del género “Arctophoca” era aceptada taxonómicamente (Sanhueza & Valderrama, 2016) pero hoy, en las bases de dato taxonómicas más reconocidas, solo es aceptado el género Arctocephalus y no Arctophoca (revisar: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=180635#null). Por ende, la búsqueda utilizando *Arctophoca philippii,* no arroja resultados y, por cierto, se recomienda que se restrinja su uso futuro en documentación formal técnica del gobierno.

Figura 67. Mapa de las principales áreas en las que se han publicado investigaciones científicas asociadas a la especie según la Web of Sciences (WOS). Algunos manuscritos tratan más de un tópico y por ende la suma de áreas no necesariamente da 19.

De una revisión adicional realizada de los mismos términos utilizando "Google scholar" aparecen importantes textos que no aparecen en el listado de publicaciones encontradas en WOS (todas estas referencias específicas a la especie son enlistadas en la sección de referencias). Entre estas, se suman tres importantes manuscritos publicados durante 1971 (Hubbs & Norris, 1971; Norris & Watkins, 1971 y Repenning et al, 1971) y publicaciones técnicas nacionales antiguas que utilizan el nombre en español (lobo fino de Juan Fernández) y cuyas citas pueden revisarse en Aguayo et al (1971) y Torres (1987). Además, hay otros documentos publicados en revistas de menor impacto (Bourne et al, 1992) y al menos cinco tesis (pre y postgrado) de la especie (Torres-Flores, 2005; Osman, 2007; Diaz, 2007; Álvarez, 2019; Toro-Valdivieso, 2022, sin embargo, Díaz, 2007 no se encontró disponible) llegando a un total de 24 trabajos revisados para esta sección.

9.4.5.2. Áreas investigadas y necesidades para el avance científico en la especie

Entre las áreas científicas cubiertas por los estudios mencionados se incluyen: Ecofisiología y morfología de la especie (Norris & Watkins, 1971; Bones & Francis, 1991; Sepúlveda et al, 1994; Ochoa-Acuña et al, 1998; Sepúlveda et al, 1999; Torres-Flores, 2005), Sistemática y taxonomía (Repenning et al, 1971; Sanhueza & Valderrama, 2016; Aurioles-Gamboa & Trillmich, 2018), Microbiología asociada a la especie (Toro-Valdivieso et al, 2021; Toro-Valdivieso, 2022), toxicología y contaminantes (Sepúlveda et al, 1997; Perez-Venegas et al, 2020; Toro-Valdivieso, 2022), Genética (Goldsworthy et al, 2000; Toro-Valdivieso, 2022), Parasitología (Sepúlveda, 1997), Reproducción (Osman et al, 2010), y tres áreas de importancia para este reporte: Conservación (Bourne et al, 1992; Osman & Pavez, 2007; Osman et al, 2007), Ecología de Forrajeo (Acuña & Francis, 1995; Francis et al, 1998) y estimación de abundancia y distribución (Hubbs & Norris, 1971; Aguayo et al, 1971; Osman, 2007; Álvarez, 2019; Paez-Rosa et al, 2020, Alava et al, 2022). En esta sección revisamos más a fondo estas últimas tres áreas de investigación mencionadas. Aunque muchos puntos ya fueron tratados en la sección "Antecedentes" del presente FIPA, aquí se revisan a fondo algunos aspectos y discuten, lo que, a nuestro juicio, son algunas de las brechas científicas existentes que, de ser cubiertas o incorporadas como objetivos futuros, permitirían una mejora en las

estimaciones de abundancia y la conservación de la especie, objetivos principales del presente FIPA.

Conservación

A comienzos de los 90, ya se levantaban alertas en el archipiélago sobre problemáticas de conservación asociadas, por ejemplo, a la pérdida de hábitat producto de las especies invasoras, erosión, deforestación y la introducción de especies invasoras (Bourne et al, 1992) pero no existe registro de cómo estos puntos impactaban a las colonias de LFJF. En los siglos de activa explotación (1700-1800), se hipotetiza que la fortificación (edificación) ocurrida en Robinson Crusoe en 1760 y hoy el lugar donde habita la población humana, pudo haber movilizado o limitado la población significativamente en esta isla (Bourne et al, 1992). Actualmente, la problemática no es el crecimiento de la población humana en la isla Robinson Crusoe o isla Alejandro Selkirk, pero si lo que conlleva su crecimiento, por ejemplo, el aumento de animales domésticos. Casos de ataques de perros a lobos fueron reportados durante nuestras entrevistas y se ha tornado un problema complejo sobre el que un 90,4% de los encuestados considera que deben realizarse iniciativas para evitar dichos ataques en Robinson Crusoe (ver objetivo 3).

La ordenanza de tenencia responsable de mascotas es una ordenanza municipal que regula la tenencia de mascotas entre ellas, los perros, principal amenaza de la especie. La ordenanza supone las tareas de fiscalización de la tenencia responsable e incluso, cursar una infracción. Este mecanismo permite reportar los ataques, pero no evitarlos. La tenencia responsable de animales no pareciera estar dando los resultados buscados al menos, si hablamos de reducir este tipo de interacción. Esto queda claro cuando ante la afirmación "*los perros son una amenaza para el LFJF*", el 82,8% de los encuestados dice estar de acuerdo (objetivo 3). Los ataques de perros reportados no son una novedad. Osman & Paves (2007) ya reportaban interacciones de vacas, perros y gatos dentro de las colonias reproductivas lo que podría implicar un foco importante de transmisión de enfermedades. Los autores recomiendan cercar las colonias reproductivas cercanas a los centros urbanos, y, aunque ellos mismos reportan que estos intentos no han sido exitosos, por ejemplo, en isla Alejandro Selkirk con las vacas, su efectividad ha sido probada en otras especies similares (Cassini et al, 2004). Entendiendo que los animales domésticos como las vacas o gatos son una necesidad (los gatos para el control de ratas), quizás convenga resaltar las recomendaciones

dadas por los autores ya hace casi 15 años atrás: (1) fiscalización efectiva de los animales que ingresan a las islas, (2) monitoreo de mortalidad por estos eventos, al menos, en las loberas clave y con cercano acceso a las localidades urbanas ("La Lobería" y "El Tongo" en isla Alejandro Selkirk, "Tierras Blancas" y aquellas en los alrededores de los aeropuerto por ejemplo), (3) aumento del esfuerzo de esterilización, vacunación y desparasitación de los animales que habitan en ambas islas, (4) evaluación veterinaria certificada de cualquier animal que se introduzca al archipiélago para evitar posibles enfermedades, y (5) realizar estudios sobre las interacciones de animales domésticos y el lobo que permitan cuantificar esta interacción como es, al menos en parte, cubierto por nuestro objetivo 3.

Salvo un enmalle registrado para la temporada 2021-22 y reportado posterior a nuestro censo, no se registraron enmalles en esta investigación. Sin embargo, durante la redacción de este reporte (2022) tres enmalles fueron reportados a los autores por personas del archipiélago. En contraste, Osman (2007) reporta 20 enmalles en diferentes islas del archipiélago. Esta disminución puede deberse a las medidas hoy existentes en el archipiélago que no permiten que embarcaciones pesqueras de alto calibre operen en las cercanías del archipiélago (ver detalle en la sección 9.4.7.1). Sin embargo, las hembras aún se alimentan en zonas de alta actividad pesquera (Osman, 2007) lo que podría implicar un aumento en la mortalidad de la especie en áreas lejanas al archipiélago.

Otro punto importante es la expansión vertical (hacia las montañas) de la lobera "Los Alelices" en Santa Clara, aunque positivo para el lobo fino, este crecimiento podría ir en desmedro de otras especies endémicas que habitan la zona. Una de las problemáticas que ha advertido la ONG Oikonos a CONAF respecto al crecimiento de esta población y su expansión, es el uso de espacio de los lobos sobre el terreno donde nidifica la fardela de Juan Fernández (*Pterodroma externa*). Gracias al proyecto que permitió la remoción de depredadores de la isla (ratas y conejos) la Fardela se ha recuperado exitosamente los últimos años, al mismo tiempo que el LFJF ha mostrado un importante crecimiento. Las fardelas nidifican en el suelo, en agujeros en la tierra que han sido afectados debido al avance vertical de los lobos hacia las colinas. El conflicto que genera la interacción de dos especies endémicas producto de la recuperación de una u otra no es fácil de abordar y escapa a los objetivos del presente proyecto. Sin embargo, vale la pena hacer notar estas interacciones ecológicas ya que es una preocupación

latente de quienes trabajan en la conservación de especies icónicas del archipiélago. Finalmente, es sumamente importante comenzar a realizar estimaciones del número de animales eliminados por pesca incidental industrial en regiones lejanas al archipiélago ya que la ausencia de interacciones con pesquerías artesanales locales (objetivo 3) sugieren que, de haber hoy interacciones, estas probablemente ocurren en áreas lejanas al archipiélago (asociadas a la corriente de Humboldt). Por la urgencia mencionada, los autores han aportado con estos datos a colegas que se encuentran realizando estimaciones de bycatch de este y otros otáridos en las costas Chilenas.

Ecología de Forrajeo

El éxito reproductivo y el éxito en la obtención del alimento es determinado por la ocurrencia espacio-temporal de productividad primaria y de la habilidad de los depredadores para efectivamente encontrar y explotar los recursos (Guinet et al, 1997, Lea & Dubroca, 2003). En el periodo de lactancia del LFJF (7 meses; Francis et al, 1998), las hembras realizan “viajes de forrajeo” (viajes de alimentación) los que han sido reportados como los más extensos entre todas las especies de lobo fino y lobos marinos existentes (Francis et al, 1998, Osman, 2007). Francis et al (1998), reporta un promedio de duración de viajes de ~11,3 días, mientras que Osman (2007), reporta un promedio de 28 días, con algunas de las hembras instrumentadas superando los 35 días de viaje. Una de las generalidades más importantes que se puede extraer de los trabajos de Francis et al (1998) y Osman (2007), es que pareciera que un importante grupo de animales no se alimenta en las cercanías de las islas y en contraste, recorren importantes distancias para adquirir su alimento. Francis et al (1998), reporta que los animales tienden a dirigirse al sur oeste de la isla Alejandro Selkirk, en ocasiones a distancias mayores a los 880 km desde el lugar de origen. Todas las hembras se desplazaron al menos 550 km desde sus playas reproductivas. Similar a estos datos, Osman (2007) también reporta que la mayoría de sus hembras instrumentadas, se retiran a largas distancias desde el sitio de origen, en ocasiones superando los 1.500 km en dirección a Concepción y los 2.900 km en dirección a aguas cercanas a Chiloé y Corcovado. En ambos casos la explicación más consistente es que estos animales prefieren alimentarse en las ricas aguas de la corriente de Humboldt, supuesto que se reafirma con los análisis de dieta existentes (Francis et al, 1998; Acuña & Francis, 1995 y este estudio). La conducta de buceo es consistente con los patrones de migración vertical de las presas (Diaz, 2007) y en ambos casos, esta ocurre prácticamente en su

totalidad durante la noche (Francis et al, 1998; Osman, 2007). Uno de los problemas es que ambos estudios tienen un n muestreal muy bajo de animales instrumentados, lo que es natural considerando el elevado costo de estos instrumentos en aquel entonces. Hoy, la miniaturización de estos instrumentos permite optar por incrementar estos números. Volver a realizar un estudio de esta índole permitiría explorar de mejor manera las zonas en las que la especie se alimenta y si existen diferencias en estas zonas entre las islas. Esto es particularmente importante si, comparativamente, se desean evaluar cambios en las zonas de alimentación producto de factores asociados al cambio global o al impacto de este sobre las especies de presa más importantes para el LFJF (Mictófidos y Calamares). Indicios antiguos y actuales como avistamientos en aguas tan lejanas como el archipiélago de las islas Galápago (Paez-Rosa et al, 2020, Alava et al, 2022) podrían sugerir hoy una más amplia distribución alimenticia de la especie que la descrita o, como sugieren los autores, que más individuos estén respondiendo a la intensificación de fenómenos atmosféricos como el ENSO con viajes hacia latitudes tropicales. Entender los sitios en los que estos animales se alimentan, considerando que, en gran parte, esta alimentación no ocurre en las cercanías del archipiélago, permitiría entender los procesos oceanográficos que afectan las áreas de alimentación lo que tiene directa relación con la sobrevivencia de juveniles y el consecuente éxito reproductivo de estas especies. Adicionalmente, conocer en mayor detalle las características de estos viajes durante la temporada reproductiva, permitiría calcular las tasas de retorno de hembras a lo largo de la temporada y con esto mejorar las estimaciones de los animales que no se encentran presentes en la isla durante los conteos.

Por todo esto, se sugiere para el futuro, implementar un seguimiento de los lobos y una caracterización oceanográfica de sus zonas de alimentación, sobre todo tomando en cuenta su explosión demográfica, la cual podría estar generando modificaciones en sus patrones alimenticios. De todos modos, aunque estas aproximaciones pudiesen ser complejas de llevar a cabo, nuevas aproximaciones para identificar su dieta menos invasivas (análisis de isótopos estables o ácidos grasos) podrían develar también las áreas en las que estos animales se alimentan lo que constituye el siguiente paso de este proyecto con las muestras colectadas de tejido.

Estimaciones de abundancia y Distribución

Quizás la mejor revisión histórica de la situación del LFJF previo a 1972 y los datos

históricos compilados antes de la reaparición de la especie corresponde al documento de Hubbs & Norris (1971). En él, se detallan los siglos de explotación del LFJF (XVIII y XIX), la consecuente extinción comercial de la especie en el archipiélago y su posterior reaparición. Además, registra los trabajos tempranos de los naturalistas y científicos Chilenos don Anelio Aguayo y don Daniel Torres quienes, entre otros, documentan la reaparición de la especie en el archipiélago y realizaron los primeros conteos junto a otros investigadores (véase Aguayo, 1971; Torres, 1987).

Desde entonces, la mejor referencia del crecimiento de la especie y las primeras mediciones de dinámica de poblaciones pueden explorarse en la tesis de la Dr. Layla Osman (Osman, 2007) y luego un par de ejercicios estimativos y predictivos son realizados bajo la tesis de pregrado de Álvarez (2019) quien también reúne la invaluable información obtenida por CONAF durante las décadas del 90 y 2000. Todas las estimaciones desde la reaparición de la especie se han basado en conteos en tierra (estimaciones absolutas) y, por lo tanto, no reflejan un estimado aproximado completo de la especie (sino solo de animales presentes). En la sección 9.2.3 de este proyecto, se realiza un ejercicio estimativo de la población completa, pero basándonos en supuestos importantes tomados de otras especies similares. Esto responde a la ausencia de información basal fundamental del LFJF. Aquí, se entrega un listado de aspectos científicos que permitirían obtener mejores estimaciones de abundancia relativa y que además podrían ser costo-efectivos:

- Estimaciones de diferencias temporales de abundancia: (horario y mes) Como se menciona en la metodología, no existen trabajos asociados a esta especie que evalúen claramente las horas peak en las que los individuos están en la costa y las diferencias numéricas que pueden encontrarse en la costa mes a mes producto de las hembras que se encuentran forrajeando. Es evidente que la mayoría de los animales se encuentra en la mañana en tierra (hasta las 10 am se ve poco movimiento de los animales al agua independiente de la temperatura, Borras-Chavez obs pers) pero se hace necesaria una estandarización como la presentada en Sepúlveda et al (2012) para el lobo marino sudamericano (*Otaria flavescens*). Determinar los horarios de mayor presencia en las costas y las diferencias numéricas a lo largo de los meses reproductivos mejoraría el factor de corrección sobre los números contados en función al horario y fecha, lo que se hace especialmente importante sobre un territorio tan extenso de abarcar.

- Estimaciones de la proporción de animales subestimados en función a la metodología. Quiñones et al (2011) presenta correcciones para el lobo marino sudamericano en función a la metodología (conteos marítimos) y al rango etario siendo contabilizado. La obtención de fotografías por drones del mismo lugar y al mismo tiempo que se llevan a cabo conteos marítimos o terrestres podría permitir correcciones de este tipo para los diferentes sustratos en los que se encuentra el LFJF. Estos ejercicios no son complejos de llevar a cabo e implicarían mejorar las estimaciones de los animales. Adicionalmente, el uso de drones para conteo de animales también puede ser corregido en función de los animales no presentes en la costa (Huber et al, 2001). Para calcular este número, el siguiente punto permitiría obtener valores para construir estas correcciones o, alternativamente una metodología similar a la propuesta por Huber et al (2001).

- Programa de Marcaje y Recaptura: Los programas de marcaje y recaptura permiten a quienes monitorean una especie entender cuan estable es una población en el tiempo y potencialmente otorgan información que realmente permite predecir si la especie incrementará su número o disminuirá en el futuro. La capacidad de estimar, proporcionalmente, cuántos juveniles retornan año a año al archipiélago, permitiría realmente entender si la población está creciendo o decreciendo. Si el LFJF es similar a otros meso-predadores, es probable que presente pulsos de reclutamiento bien marcados. Cuando los recursos alimenticios son cercanos a las colonias reproductivas, uno esperaría un reclutamiento menos variable y más estable el cual se vería impactado por eventos atmosféricos locales. Sin embargo, este no es el caso de la población de LFJF y debido a sus largos viajes de forrajeo (Francis et al, 1998; Ochoa-Acuña et al, 1999) y las enormes distancias recorridas por las madres (Osman, 2007) para llegar a los sitios donde se alimentan, uno esperaría ver reclutamiento en pulsos, lo que significa que en algunos años, un alto porcentajes de cachorros destetados sobrevive su primer año mientras que en otros, cuando las presas en las regiones donde se alimentan se ven perjudicadas durante un año (efecto regional de eventos atmosféricos, que probablemente para el LFJF afecte varios de los años) la sobrevivencia durante el primer año y la tasa de retorno de

juveniles puede reducirse y probablemente se verán menos animales reclutando a la fase adulta reproductiva de la población. Estos programas no necesariamente tienen que incluir todas las loberas reproductivas ya que los lobos finos son altamente filopátricos (alta probabilidad de que regresen al sitio donde nacieron) y el supuesto de que se comportan similar en ese contexto, es suficiente para establecer que la dinámica de viajes en un sitio es muy similar a la del otro dentro de la misma especie. Si las colonias seleccionadas para un programa de este tipo son cuidadosamente elegidas en función a la accesibilidad a los sitios y con una buena probabilidad de re-avistamiento (por ejemplo, sitios que escondan al observador y que permitan con binoculares poder divisar las marcas en los animales desde no muy lejos), se podrían estimar parámetros vitales demográficos para el archipiélago completo basados solo en los animales marcados que retornan en lugares con mejor acceso. Las colonias escogidas deben tener una alta producción de cachorros de al menos algunos cientos de cachorros nacidos anualmente ("Tierras Blancas", por ejemplo). Dependiendo del tamaño de la colonia entre el 10-25% de los cachorros deberían ser marcados para que estadísticamente sea significativa la estimación de sobrevivencia y mortalidad. En palabras más simples, un programa de marcaje y recaptura requerirá marcajes anuales que luego puedan ser re-avistados desde acantilados bajos, colinas cercanas o mediante el uso de sobrevuelos a baja altura. Estos datos compilados durante algunos años, permitirían realizar tablas de historia de vida como las realizadas para otras especies (Lander, 1981; Goebel, 2006) las que permiten estimaciones futuras más cercanas a los números reales de la especie.

- Mejora de estimaciones de tasas Nacimientos y Mortalidad de cachorros. El cálculo de la fecha media de nacimiento de cachorros permite saber hasta qué fecha nacen cachorros y por ende la mejor fecha para los conteos que implique la mayor cantidad de cachorros y madres. Si bien calcularlo implica al menos la observación y conteos de cachorros en ciertas loberas durante toda la temporada de nacimientos, este esfuerzo durante un par de años, ya permitiría establecer cuándo ocurre el peak de nacimientos y a su vez, registrar la tasa de mortalidad de cachorros la cual es determinante para comprender la sobrevivencia de los animales al primer año, sobre todo por la alta variabilidad en la tasa de mortalidad que esta clase etaria presenta (Fowler, 1990; Harcourt, 1992). Con estos índices

se puede determinar cuándo debe llevarse a cabo la estimación de abundancia para que esta sea representativa de la mayor cantidad de animales posible. El cálculo de estos índices demográficos es estándar y puede ser revisado en una serie de trabajos (Ejemplos: Bester, 1987; Shaughnessy & Goldsworthy, 1990; Radzilani et al, 2007, entre otros).

Como los ejemplos mencionados, otros parámetros demográficos esenciales para mejorar las estimaciones de lobos finos pueden ser revisados en las revisiones comparativas de Croxall & Gentry (1987) y en Wickens & York (1997).

9.4.6. Propuesta de mejora monitoreos futuros

9.4.6.1. Metodología de censo actual

El censo de la población del LFJF se intenta realizar con una frecuencia anual. La metodología de CONAF consiste en lo siguiente: Un grupo de dos o tres guardaparques acuden a las loberías, considerando como variables las condiciones climáticas y el horario, ya que ambas pueden incidir sobre la presencia de lobos en la playa.

Generalmente acuden en bote, por lo que primero se cuentan los ejemplares que están en el mar y luego se contabiliza a los ejemplares en tierra. Para el caso de aquellos ejemplares que están en el agua, el conteo no distingue entre machos/hembras, ni tampoco adulto/cría debido a la complejidad de discernir entre estos grupos cuando están en el agua. En tierra, sí se distingue entre adulto/cría, pero no entre macho y hembra. Para contabilizar se hace uso de contadores manuales. El número que se registra es el promedio del conteo realizado por los dos o tres guardaparques. Debido al aumento de individuos, hoy se acepta un 30-40% de diferencia entre observadores desde donde se saca el promedio.

Al entrevistar a dos guardaparques (Objetivo 3) se encontraron algunas diferencias en torno a la metodología empleada entre ambos: mientras uno hace mención a que hacen una estimación de las hembras a partir de las crías que se encuentran en la playa, el otro guardaparque entrevistado menciona que, en su experiencia, una o dos personas cuentan las crías y otra (u otras dos) persona(s) cuentan a los adultos. También, uno de los guardaparques señala que define transectas imaginarias, en las que contabiliza el número de lobos por superficie y luego hace una extrapolación sobre toda una

extensión. Agrega que hace un registro fotográfico, lo que le permite contrastar el conteo que hace en el lugar con el conteo que hace en la fotografía. Con eso en cuenta, pareciera ser que la metodología es, hasta cierto punto, flexible y no se encuentra estandarizada en un protocolo específico.

Cabe mencionar que, debido al exceso de tareas encomendadas a CONAF sobre el extenso territorio sumado al bajo número de personal, la mantención de estimaciones en el tiempo de la manera en que hoy se registra, ya de por si es invaluables y el valor de sostener lo más posible estos conteos en el tiempo, independiente de estas diferencias, es crucial para la mejora de los futuros análisis demográficos. Sin embargo, es necesario revisar algunas metodologías al momento de llevar a cabo los conteos que puedan mejorar futuras estimaciones.

1.- Como bien menciona uno de los guardaparques, el número más importante a estimar es el de cachorros, ya que de este se podrían eventualmente realizar correcciones y utilizar supuestos para el cálculo del resto de los individuos por isla. Por ende, los monitoreos siempre debiesen enfocarse en afinar lo más posible la estimación del número de cachorros de cada lobera.

2.- La separación entre machos y subadultos/juveniles se hace sumamente compleja en terreno, sobre todo en agregaciones donde se encuentran cachorros no necesariamente junto a sus madres y por ende no se puede realizar la asociación entre un individuo hembra a partir de si está junto a un cachorro o no. En territorios con presencia de machos territoriales, uno puede asumir con cierta certeza que los adultos encontrados alrededor son hembras, ya que, de existir presencia de otros machos subadultos o juveniles machos cercana a los machos territoriales, estos probablemente los ahuyentarían del área. Por lo tanto, para los territorios claramente reproductivos, los adultos alrededor de un macho pueden contabilizarse, con cierto grado de certeza, como hembras.

3.- Hay que reconocer que el conteo manual sobre ciertas áreas extremadamente abundantes no es realista y el uso de fotografías y posterior conteo en las oficinas puede ser una solución. Si el servicio contara con uno o dos drones, el sobrevuelo sobre las colonias claves y la adquisición de fotografías y videos no sería una tarea compleja de llevar a cabo, sobre todo, tomando en cuenta las consideraciones de este proyecto para la mejora de su uso en terreno (esta tarea fue realizada con los guardaparques precisamente para que vieran que su implementación no es complicada). Aquí, el apoyo del gobierno en la adquisición de estas herramientas es fundamental, ya que CONAF

no cuenta con una partida presupuestaria anual que permita adquirir estos equipos. La inversión no es grande (drones con la capacidad de realizar el trabajo para conteo o monitoreo de fauna y que se muevan en un radio de 5 kilómetros, no tienen necesariamente que superar los 2 millones de pesos). Si bien los guardaparques requerirían entrenarse en el manejo de drones con la DGAC, este proceso tampoco es costoso y existen organizaciones locales que, tomando este reporte como insumo, podrían entrenar o apoyar a los guardaparques en el apropiado manejo de estas herramientas para el correcto monitoreo. Además, los drones como herramienta no solo servirían para el monitoreo de los lobos, si no también, para otras tareas importantes (por ejemplo, el cálculo de la propagación de especies invasoras, Beloev, 2016). De todas maneras, de no contar con drones para esta tarea, el registro fotográfico desde altura o embarcaciones y el posterior conteo de los animales que se ven en las fotografías con uso de software simples como itag, sigue siendo una herramienta que permitiría estimar abundancias de manera mucho más confiable que los conteos manuales, sobre todo si se implementan factores de corrección a los estimados.

4.- Factores de corrección a las estimaciones: En las secciones anteriores se abordó la necesidad de implementar factores de corrección a las estimaciones (brechas de conocimiento) para corregir las estimaciones de terreno, y sumar la proporción de animales no contados producto de la metodología y del horario del censo. Por ejemplo, si el censo se lleva a cabo durante todo un día, los números contados en la tarde no representarán el número máximo real presente en esos sitios como si se contaran los animales durante la mañana. Una rápida manera de corregir esto es, si se eligen tres o cuatro sitios y se cuentan a distintos horarios los mismos sitios, entonces se podría extrapolar la diferencia a las otras áreas contabilizadas según el horario en el que ocurre el conteo y el factor de corrección que se debe aplicar. De igual manera, se hace sumamente importante realizar el mismo ejercicio en función a la temporada del mes reproductivo en la que se cuentan los individuos. Según nuestro cálculo en terreno, el tiempo en el que el presente proyecto llevó a cabo el conteo en Selkirk, pareciera ser el tiempo más representativo del máximo número de animales presente, al menos cachorros (Mediados de diciembre) ya que, tras intensas jornadas de búsqueda, no se observaron nacimientos y se encontraron pocas placentas en el área lo que sugiere que durante esa semana ya estaban dejando de nacer cachorros y por ende estábamos al final de los nacimientos. No así en RC donde algunos de los sectores fueron muestreados a comienzos de febrero con una ausencia importante de animales. Estos

sencillos ejercicios permitirían realizar largas jornadas de conteos en vez de múltiples salidas y posterior a estas, corregir las estimaciones por los horarios y fechas para obtener de igual manera un número representativo de animales por sector.

5-. Finalmente, es sumamente importante definir una temporalidad de los conteos permanente. Si las condiciones no permiten realizar conteos completos del archipiélago todos los años, al menos estos debiesen ocurrir, fijo, cada dos años e incorporarse, obligatoriamente, en los protocolos gubernamentales. Esta es la única opción de mejorar los análisis de dinámica poblacional en el futuro y la confianza en los modelos para posteriormente crear herramientas que permitan predecir el crecimiento de la población.

9.4.6.2. Paquete R: “JFFS”

El presente proyecto creó el paquete para el software “R” denominado “JFFS” con el objetivo de facilitar el reporte anual del número de animales para CONAF o cualquier entidad encargada del conteo de LFJF. Este paquete genera estadísticos descriptivos y algunos de los análisis reportados en el presente informe, utilizando los datos históricos y actuales de monitoreo de lobo fino. Si el usuario ya posee “R” y “R Studio” El paquete puede ser descargado directamente desde R, copiando y ejecutando el siguiente código en la consola de comandos:

```
install.packages("remotes")
remotes::install_github(
  repo = "mammal-proj/jffs",
  auth_token = "ghp_CSqWbCbHMlfQXhDazLz4gUz8t2efGI3IIbxf",
  dependencies = TRUE, upgrade = "always")
```

El código de acceso entregado en el parámetro `auth_token` para poder instalar el paquete se confeccionó para que los revisores de este informe tengan acceso hasta que el informe final sea aprobado, que será cuando el paquete se haga público.

La descripción del paquete, el detalle del objetivo de cada función[7] implementada y los comandos que llaman cada función puede revisarse en detalle en:

[7] Los paquetes de R son dinámicos en el tiempo- Aquí se presentan las funciones ya construidas, pero se espera construir algunas adicionales. Estas funciones adicionales serán incorporadas en el tiempo y su uso indicado en la página web entregada en esta sección.

https://jffs.netlify.app/reference/

Adicionalmente, JFFS, entrega la posibilidad de generar y guardar automáticamente, un reporte con los datos de conteo recopilados año a año (por ejemplo, futuros conteos del, 2022, 2023, etc.), los que se compilan y reanalizan contra los números históricos de la población estandarizados en el objetivo 1 del proyecto. Para esto, el usuario debe ingresar los datos de conteo en una "planilla online" que se encuentra en el siguiente link: Planilla. El archivo resultante, es verificado por expertos donde, entre otras cosas, se verifica la veracidad del conteo con personal de CONAF y se valida el conteo como "oficial". Tras un par de días, el conteo ingresado pasa a ser parte de la base de datos, el usuario es informado y la base de datos actualizada puede ser analizada utilizando JFFS. Luego, el usuario solo debe utilizar las funciones incorporadas, las que son cargadas automáticamente. El paquete requiere un sin número de otros paquetes y funciones para poder operar (paquetes que realizan las tablas, que generan los gráficos, o que permiten la funcionalidad de ciertos análisis), sin embargo, JFFS está codificado para no requerir que estos paquetes sean cargados por el usuario y, automáticamente, carga todo lo necesario para la ejecución de los análisis. Una de las funciones más importantes es el uso del comando "reporte()". Con este, JFFS crea un reporte que cotejar los nuevos datos de conteo obtenidos con los datos históricos y genera tablas resumen y gráficos que son automáticamente guardados en el formato deseado por el usuario (PDF, HTML o WORD). Para utilizar esta función, debe cargarse el paquete una vez instalado (usar comando: library(jffs) o seguir instrucciones en https://jffs.netlify.app/articles/jffs.html).

Para el apropiado análisis utilizando JFFS, es necesario que el usuario ingrese los datos en la planilla online de manera muy precisa y a partir de los nombres de las playas y categorías de conteo señalados en la planilla online, ya que estas categorías fueron construidas en fusión a la estandarización histórica realizada bajo el objetivo 1. En el caso de existir nuevas playas que no se encuentran incluidas en el registro histórico, debe agregarse por separado en la planilla online.

Así, por ejemplo, para generar un reporte anual del número de individuos el usuario deberá seguir las siguientes instrucciones:

Ingresar los datos obtenidos en terreno a la planilla online: Planilla según las definiciones de cada columna y concepto entregadas en el sitio web https://jffs.netlify.app/

Descargar e instalar R y R estudio (puede seguir un tutorial en el siguiente link: https://www.youtube.com/watch?v=gSDsQO6IHOA).
Descargar el paquete "JFFS" desde R en la consola y seguir los pasos desde https://jffs.netlify.app/articles/jffs.html
Elegir un directorio en su computador donde los archivos sean guardados.
Generar el reporte en el formato deseado siguiendo las instrucciones de la función: https://jffs.netlify.app/reference/reporte.html
El código y los algoritmos utilizados en las funciones pueden revisarse en el repositorio privado del paquete alojado en GitHub. Para revisar el contenido del repositorio puede ingresar con el usuario de "revisor-proyecto", y la contraseña 12zHxvEtYY5Ew2T a GitHub donde se encuentran almacenadas todas las funciones.
La creación de esta herramienta es una manera de estandarizar, automatizar y facilitar el monitoreo futuro del lobo fino tomando en cuenta la importante carga de trabajo de quienes administran el parque y la necesidad de un seguimiento a largo plazo. Para esto y, como se menciona en la metodología, la detallada información entregada en esta sección para el uso de esta herramienta será complementada con un taller básico de entrenamiento para el personal de CONAF el cual se desarrollará durante marzo 2023 en el archipiélago.

9.4.7. Propuesta de Manejo

Cuando se formula el presente proyecto se desconocían, por los autores y por las autoridades, las posibles interacciones que podían existir entre el LFJF y la población humana del Archipiélago y cuan problemático podía estar siendo el aumento en la abundancia de la especie para las actividades pesqueras de la región. Experiencias en el continente sugieren que estas interacciones pueden impactar negativamente a la especie que interactúa (Reeves et al, 2013, Goetz et al, 2008) y viceversa, a la industria que realiza las actividades, por ejemplo: acuicultura local (Sepulveda & Oliva, 2005) o pesquería artesanal (Oliva et al, 2016). Los resultados del objetivo 3 nos señalan que rara vez existen interacciones que impacten las actividades pesqueras o viceversa, que las actividades pesqueras perjudiquen a la población de LFJF. Por esto, un diagnóstico de las actuales interacciones se reduce a la única interacción registrada- el robo de carnada- la cual es muy baja (menos de una vez al mes) y a lo más, debiese ser monitoreada en el futuro.

Una alternativa para el monitoreo futuro de interacciones es un trabajo conjunto con quienes realizan los monitoreos de desembarque de langosta, principal recurso obtenido en la región (Proyecto: “Monitoreo de las pesquerías de crustáceos del archipiélago de Juan Fernández” proyecto de IFOP en conjunto a la universidad de Concepción). En este monitoreo, durante el registro de desembarques se llena una “bitácora de Muestreo pesquería de Langosta” en la cual se pregunta si existió o no interacción con mamíferos marinos, pero principalmente asociado a captura incidental. La ficha contiene un dibujo de especies probables capturadas y el mamífero que figura en los dibujos es un delfín (Figura 68). Si bien su intención es representar a los mamíferos en general en el registro, este dibujo podría mal interpretarse y no estar registrando las interacciones con lobo fino (y solo, de haberlas, aquellas con delfín). Modificaciones conjuntas a esta sección de las fichas tanto para Robinson Crusoe como Alejandro Selkirk, que incluyan preguntas más detalladas y que describan, por ejemplo, el tipo de interacción, podrían permitir cuantificar si las interacciones aumentan en el tiempo tomando como punto inicial los datos entregados en este FIPA.

CAPTURA INCIDENTAL

N° Lance	Especie	N°	Peso (g)	Destino
				[ ]
				[ ]
				[ ]
				[ ]
				[ ]
				[ ]

Destino: [1] Carnada LANGOSTA [2] Carnada CANGREJO [3] Carnada ANGUILA [4] Carnada PECES [5] Venta/Consumo [6] Al agua VIVA [7] Al agua MUERTA.

Coral
Blanqueado
Longitud

Figura 68. Parte de la bitácora de muestreo de la pesquería de langosta del monitoreo de las pesquerías de crustáceos del archipiélago de Juan Fernández donde se registra la captura incidental de animales.

Un posible factor que podría explicar el bajo registro de interacciones es que acciones de manejo direccionadas al archipiélago en general, las cuales fueron formuladas en conjunto a las instituciones locales y grupos sociales locales, hayan, indirectamente, evitado conflictos mayores entre la especie y la comunidad humana. Por lo mismo, revisamos algunas de las acciones particularmente asociadas a la conservación de

recursos del archipiélago, que, a nuestro criterio, podrían haber evitado conflictos a la fecha y cuyas proyecciones ya incorporan instancias formales para la protección del LFJF. Estos esfuerzos conjuntos resaltan la ausencia de una percepción de conflicto con la especie por parte de la comunidad.

9.4.7.1. Acciones de manejo e institucionalidad en torno al LFJF:

Además del Decreto Nº 225 de 9 de noviembre de 1995 que decreta la veda del Lobo Fino de Juan Fernández, existen dos instrumentos que contribuyen a la conservación del LFJF:

- El Plan Operativo Anual (POA) del Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández que contempla la realización de un censo de la población del LFJF anualmente. A ello se suma la prohibición de caza al interior de Parques Nacionales, contenido en la Ley Nº 19.47 y el apoyo que ofrece CONAF a las investigaciones.
- Plan de Manejo AMCP-MU: este instrumento todavía está en proceso de construcción y aprobación. Contempla al LFJF como un objeto de conservación.
- Instrumentos de conservación del ecosistema de Juan Fernández: El mar de Juan Fernández está protegido por un Área Marina Costera Protegida de Múltiple Uso (AMCP-MU) y por parques marinos. Según relatan las y los entrevistados (Objetivo 3), el proceso de declaración del AMCP-MU y de los parques marinos se inicia en 2002, cuando el único sindicato de pescadores de aquel entonces impulsa la creación del primer instrumento de conservación marina en el archipiélago de Juan Fernández en el contexto del Programa Senderos de Chile. En 2014 se declara la primera AMCP-MU, cuya extensión se amplió recientemente. En 2018 se declararon los Parques Marinos. Entre ambos, la diferencia es que, mientras el AMCP-MU es una figura en cuya gestión se permiten usos como la pesca y el turismo (SUBPESCA, s.f.), los Parques Marinos constituyen zonas de exclusión (o "*no take")*.

En la encuesta (objetivo 3) se incorporaron dos preguntas dirigidas a los pescadores acerca de si a partir de la creación del AMCP-MU perciben impactos sobre la biomasa, en particular, sobre el stock de peces y crustáceos. Estas preguntas fueron "*En su opinión, desde la creación del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos,*

¿Siente que la disponibilidad de peces/crustáceos se ha mantenido estable, ha aumentado o ha disminuido?" (
Figura 69 y Figura 70).

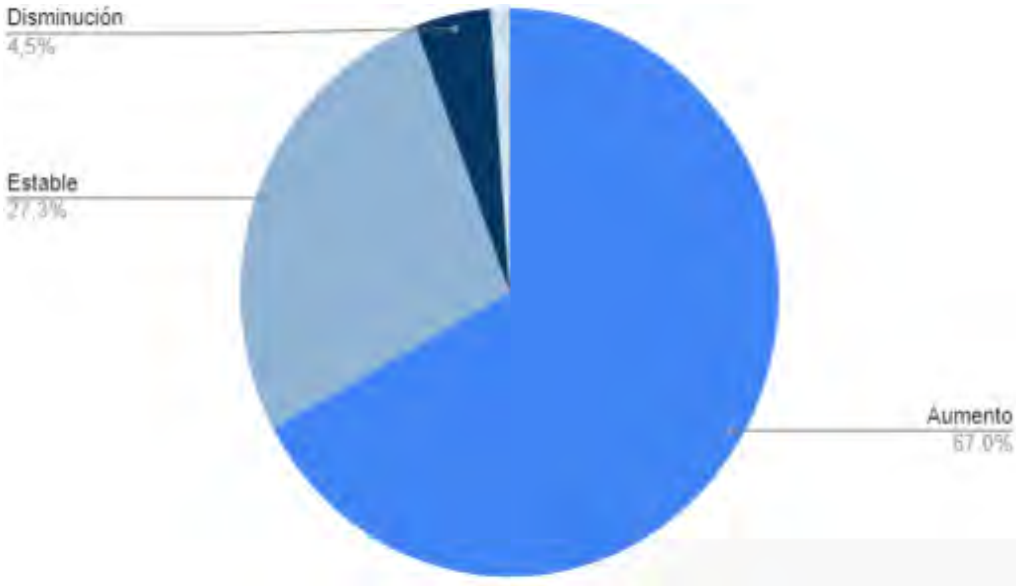


Figura 69. Percepciones acerca de la variación en la disponibilidad de peces desde la creación del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos

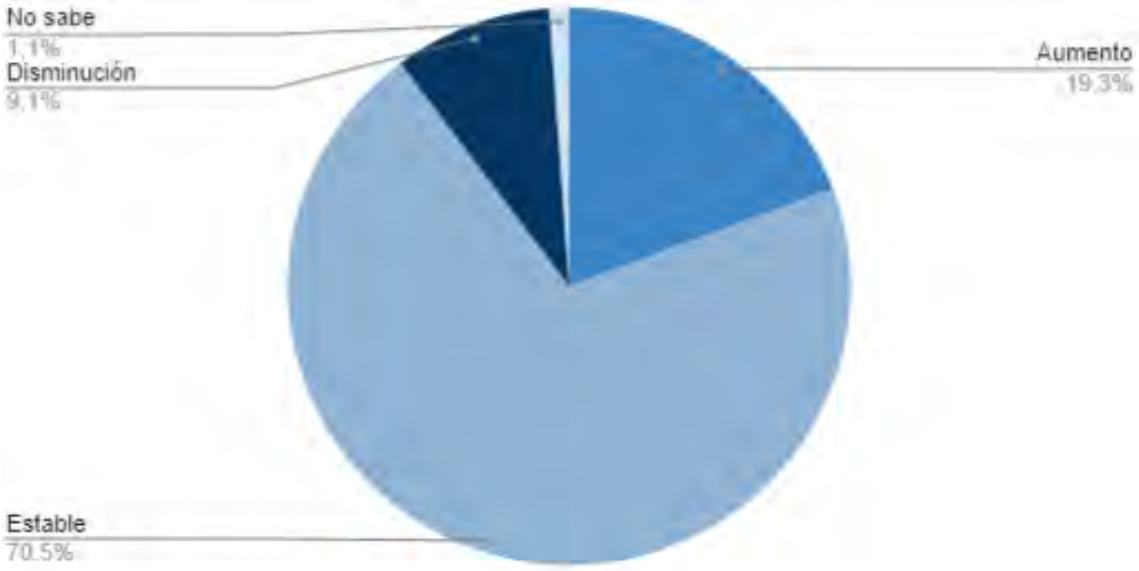


Figura 70. Percepciones acerca de la variación en la disponibilidad de crustáceos desde la creación del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos

La opinión mayoritaria de los pescadores encuestados es que, a partir de la creación del AMCP-MU ha habido un aumento en la disponibilidad de peces (67%). No así en el caso de los crustáceos, donde el 70% de los pescadores encuestados señala que se ha mantenido estable la disponibilidad. Aquellos peces en los que se observa este aumento en la disponibilidad son principalmente el Bacalao, seguido por Vidriola, Atún y Jurel. Independiente de la especie, la amplia mayoría cree que los recursos han aumentado o se mantienen lo que también ha impedido generar una percepción de competencia con el lobo sobre todo en aquellos pescadores que sostienen que el lobo podría comenzar a comer los recursos locales (de lo cual hay poca evidencia hasta hoy, Francis et al, 1998; Acuña & Francis, 1995; Osman, 2007; Sección 9.3.4).
La definición de las áreas de exclusión es resultado de un trabajo colectivo en que algunos pescadores desisten de usar marcas ubicadas en los sitios definidos como parques marinos. En relación con el AMCP-MU, actualmente se está trabajando en el Plan de Manejo del área protegida, proceso que ha contado con amplia participación de los distintos actores -pescadores, organismos especializados en pesca, organizaciones de la sociedad civil dedicadas a la conservación y municipio- de la Mesa local de gobernanza. Allí, el LFJF aparece como un objeto de conservación.

La iniciativa de conservación estuvo especialmente motivada por la necesidad de

proteger el mar y los recursos pesqueros ante la pesca industrial, según señalan las y los entrevistados. Junto con ello, en los esfuerzos de conservación del mar, pescadores, trabajadores del sector público, operarios turísticos y organizaciones de la sociedad civil, ven una continuidad con los esfuerzos de gestión y manejo que definidos por los pescadores en décadas anteriores para garantizar la sustentabilidad de la pesca artesanal, tal como se observa en esta cita:

"acá los pescadores son orgullosos de su pesquería, pero una pesquería heredada. Acá, todo lo que hacemos los pescadores hoy en día a ninguno de esta generación se le ocurrió. A nadie, a excepción del área marina protegida, pero todos hablaban que somos pescadores sustentables, que la mar, que la trampa de madera y todo eso. Y esa we la inventaron de 1914. Lo que hacemos nosotros como generación 'ya po, ¿qué hacemos?' hasta que salió el tema de las certificaciones, que ahí como que te confirma que si eres un pescador sustentable y quién lo dice, la MSC, ya es otra respuesta y el tema de las Áreas marinas protegidas. Entonces hubo un acuerdo unánime de todos los pescadores que este era el legado que nos tocaba a nosotros y fuimos ambiciosos. Ahora los mapas están recortados, pero nosotros íbamos por las 200 millas. Tanto Desventuradas como Juan Fernández. Y lo más probable es que este sea un camino largo. Queremos unir Desventuradas con Juan Fernández, el pasillo. Sabemos que son aguas internacionales y todo, pero, put*, si uno no sueña, hay que hacerlo"* (trabajador de un programa ligado a la pesca artesanal, isleño)

De las medidas de manejo específicas a las pesquerías de la región que podrían explicar parte de las bajas interacciones presentes, estas se registran durante las entrevistas (objetivo 3). Para esto, se planteó la pregunta "¿Qué formas han acordado como pescadores para cuidar los recursos marinos?". Se mencionan las características de las artes de pesca -artes selectivos-, la definición de vedas, tallas y restricciones para que se sumen nuevos pescadores a la pesquería del principal recurso, la langosta. Además, los pescadores mencionan que durante décadas muchas de estas prácticas funcionaron como acuerdos tácitos que fueron respetados y que, recién con la ley de pesca se formalizan mediante el Comité de Manejo de Crustáceos y Especies Asociadas del Archipiélago de Juan Fernández.

Tabla 44. Acuerdos para el manejo de las pesquerías del Archipiélago de Juan Fernández

Artes de pesca	Prohibición de uso de redes para reducir la pesca incidental.
	Trampas que evitan la captura de ejemplares de langosta o cangrejo de baja talla: las varillas están separadas por un mínimo de tres dedos, para permitir que ejemplares pequeños logren escapar.
	Uso de artes selectivos como línea de mano, espineles y trampas diseñadas para la captura de la especie objetivo.
Talla	Se fijó una talla mínima de 11,5 cm para la langosta. También se ha fijado una talla mínima para el cangrejo dorado. Junto con ello, en años recientes se ha promovido fijar una talla máxima para la langosta, o sea, que aquellos ejemplares más grandes no sean extraídos.
	Peces de menor tamaño son liberados y devueltos al mar. Este criterio es flexible para el caso de la pesca del jurel, donde está aceptada la pesca de ejemplares menores que llaman “jurelillos”.
Veda	Se impuso una veda a la langosta. Con esta veda se formalizan las limitaciones que impone el clima durante el invierno. Así, la veda va desde mayo a septiembre.
	Veda de hembras ovadas para el caso de la langosta.
Restricciones en el acceso	El Registro Pesquero Artesanal de la Langosta (RPA) de la pesquería de la langosta en SERNAPESCA está cerrado, lo que significa que ningún pescador puede inscribir la langosta como un recurso que puede pescar de manera legal.
	Sistema de tenencia tradicional llamado marcas. Éste consiste en una suerte de microzonificación con sitios sobre los cuales un pescador tiene derechos consuetudinarios de uso. El sistema de marcas restringe que se sumen nuevos pescadores a la pesquería de la langosta.

Así, para la protección del mar del Archipiélago de Juan Fernández se han propuesto instrumentos de conservación y medidas de manejo de las pesquerías que indirectamente benefician a otras especies del archipiélago incluyendo al LFJF y, que en un amplio porcentaje, han sido iniciativas que han nacido desde el archipiélago. Producto de esto, hoy se hace difícil proponer mayores medidas necesarias a implementar que pudiesen favorecer a la especie, y tampoco se observa la necesidad de realizar manejo sobre la especie para evitar conflictos porque prácticamente no se reportan conflictos a diferencia de otras especies en otras localidades del continente donde se señalan opciones de manejo y recomendaciones para reducir estas interacciones (Oliva et al, 2016; Goetz et al, 2008).
Los pocos pescadores que consideran la existencia de un conflicto y algunos de los que temen por un futuro conflicto proponen un permiso de caza para isleños, basando su propuesta en el derecho histórico de caza ("nuestros antepasados cazaban"). Aunque esta propuesta no es una opción bajo la actual ley (Decreto Nº 225), casos en otras partes del mundo han definido cuotas para la caza de otras especies de pinnípedos (Rossi et al, 2021). Sin embargo, para llegar a esto, el nivel de conocimiento que se debe tener de la dinámica histórica de una población dista del actual conocimiento que se tiene sobre el LFJF. Primero, todos los puntos tratados en la sección "Brechas de conocimiento" debiesen ser cubiertos antes de considerar este tipo de propuestas. Además, la aparente estabilidad de crecimiento de la población descrita para los últimos 60 años no asegura una futura estabilidad en especies como el LFJF, donde los efectos regionales tienen una mayor influencia sobre la fluctuación poblacional que los locales. En otras palabras, ver un comportamiento estable durante largos periodos de tiempo sin evidencia de reclutamiento bajo, no necesariamente sugiere estabilidad de la población para el futuro, ya que, en poblaciones con pulsos de crecimiento, bastan algunos años de mal reclutamiento producto de factores regionales ajenos al archipiélago, para conducir a la población a un rápido colapso, independiente que los números actuales sugieran una recuperación de la especie.

Aunque la propuesta local anterior no debiese ser considerada sin antes entender mucho mejor importantes aspectos ecológicos y demográficos de la especie, de requerir futuros planes o estudios para el manejo del LFJF, estos debiesen considerar el componente socioecológico local usando investigación participativa para facilitar el co-

manejo (De María et al, 2014) sobre todo considerando el éxito histórico que otras propuestas locales han tenido sobre la conservación de los recursos del archipiélago.

Finalmente, otro de los potenciales de las colonias del archipiélago identificado bajo el objetivo 3 y que requerirían un adecuado manejo, es el turismo. Actores del gobierno y de las empresas de turismo destacaron el potencial de las colonias para la realización de turismo. En este contexto, el manejo efectivo para mitigar cualquier efecto negativo que el turismo pudiese tener sobre el LFJF requiere de un entendimiento de la especie particularmente en su conducta y reacción a los turistas (Boren et al, 2002).
Debe evitarse la habituación de los lobos a los turistas, como ha ocurrido con otras especies similares cuando los turistas visitan los mismos lugares recurrentemente. Se deben estimar las distancias apropiadas entre turistas y lobos y establecer, por ejemplo, lo que se denomina “aproximación controlada” una herramienta útil para el manejo efectivo de este tipo de turismo. La aproximación controlada establece, experimentalmente, una distancia máxima del turista a la especie donde los animales no reaccionan a la presencia humana, la cual es específica a cada especie (Boren et al, 2002). Estas distancias probablemente deben ser más grandes aún en colonias reproductivas donde, a toda costa, debe evitarse cualquier posibilidad de que los animales reaccionen en estampida.

9.4.8. Conclusiones y discusión Objetivo 4

Es evidente que la abundancia poblacional de la especie tanto en el Archipiélago como en las tres Islas ha aumentado desde sus primeros registros (Figura 56 y Figura 59). En aquellas loberas donde existía registro histórico suficiente, también se observó un aumento de la población (

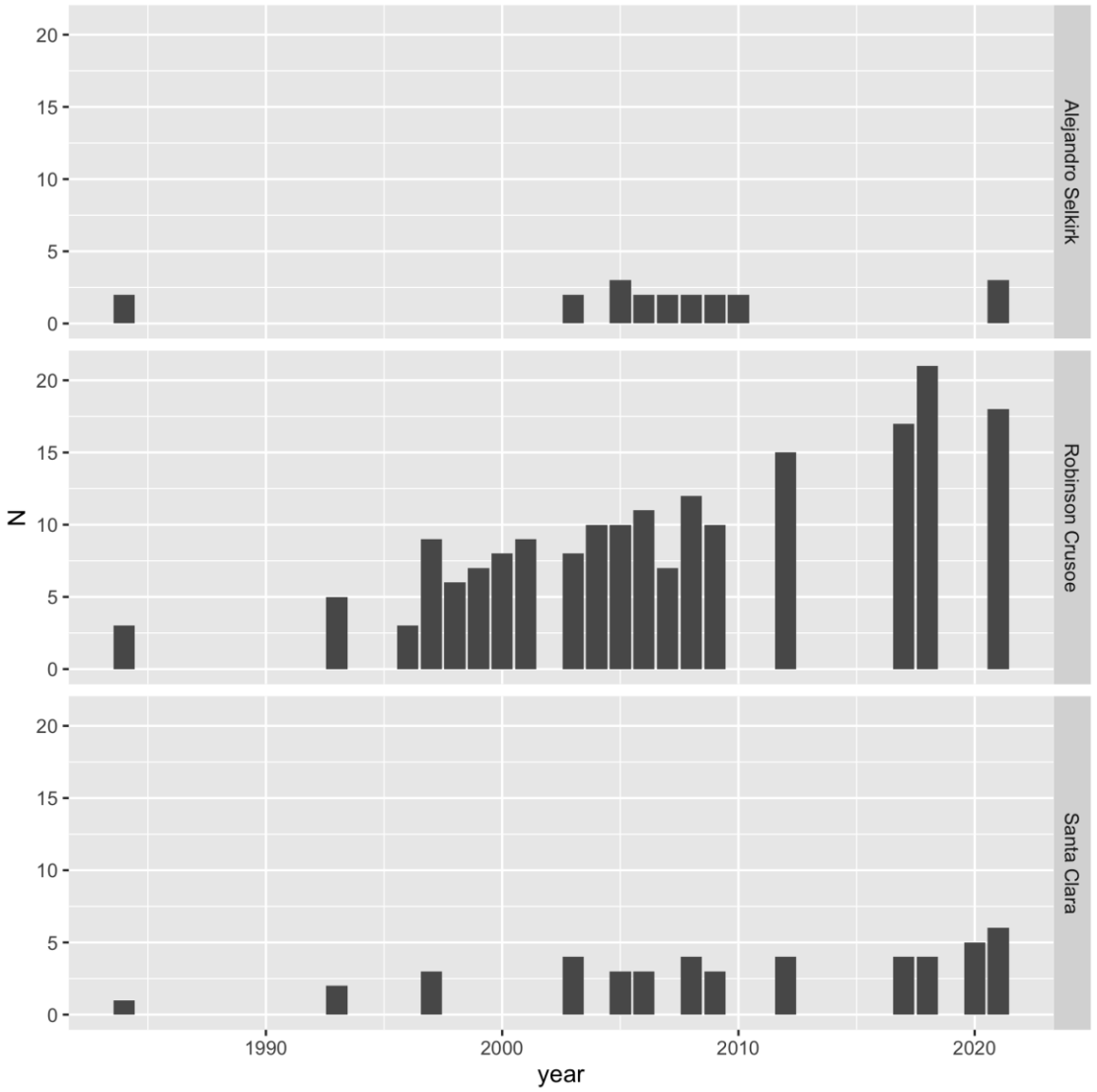


Figura 62). De la población inicial de ~200 individuos contabilizada por Nibaldo Bahamonde en el año 1965 (Aguayo et al, 1971) a la que actualmente existe (183.446 individuos en todo el Archipiélago, 109.006, 50.409 y 24.031 individuos en Alejandro Selkirik, Robinson Crusoe y Santa Clara respectivamente) la especie pareciera aumentar y recuperarse sin mayores factores que impidan su crecimiento. Podemos señalar que el recurso más importante que ha permitido esta recuperación es el espacio y la ausencia de depredadores que controlen su crecimiento. Sin embargo, el análisis a partir de la función-R da cuenta de que la tasa de cambio de la población, en cada una de las Islas, está declinando. Es decir, la tasa de crecimiento está disminuyendo, con oscilaciones positivas y negativas en torno al valor de la capacidad de carga (Figura 63). En este sentido se espera que la dinámica poblacional sea modulada por mecanismos de competencia. Si bien esto resultó para las Islas de Robinson Crusoe y Santa Clara, no fue así para Alejandro Selkirk.

Dependiendo de la isla evaluada, los resultados sugieren procesos de cooperación o competencia. En el caso de Alejandro Selkirk, el modelo de mayor ajuste fue de cooperación. En este sentido, la regulación de la población se da por procesos de retroalimentación positiva donde la tasa de crecimiento aumenta a medida que crece la población. Es importante aclarar que, en este caso, no se habla de una cooperación directa entre individuos como su definición evolutiva (proceso donde grupos de organismos trabajan o actúan en conjunto por un beneficio mutuo o común; Gardner et al, 2016); sino que se refiere a la ausencia de competencia por recursos, en este caso, dada por la enorme cantidad de espacio aún disponible para la reproducción, sitios seguros de crianza y disponibilidad de hembras. Es decir, en A. Selkirk, se observa un período de crecimiento poblacional provocado por la abundancia del recurso espacio.

Este aumento del uso espacial no se refleja en nuevas loberas, pero si en una expansión progresiva de las ya establecidas lo que queda claro al revisar material fotográfico de otros años (ejemplo: Figura 23). En general el área de “Lobería”, aún presenta suficiente espacio para que la colonia siga expandiéndose (de hecho, los lobos ya llegan a la altura del refugio, el cual se encuentra a aproximadamente 300 metros desde la línea de costa y a una altura de 30 metros). Existe un aumento importante de subadultos y machos adultos sin harenes que se refleja en una ocupación continua del lado Sur-Sureste de la isla. Dialogando con los pescadores de la zona, todos coinciden que este aumento a explotado en los últimos 10 años y concuerdan no solo con lo impactante que es el crecimiento del sector de lobera sino también con la importante presencia de machos en el lado sureste donde antes, el registro solo se limitaba a tres lugares de ese sector: “La Piedra del Lobo”, una porción de “Playa Ancha” y desde el sector de “Porras” hasta “La Lobería” (ver referencias fotográficas en Supl. 2). Así, la enorme cantidad de individuos en estas áreas facilita la sobrevivencia y reproducción de las agregaciones (Berryman, 1999). Osman (2007) ya anticipaba que a esta isla aún le quedaba mucho por crecer mientras la disponibilidad de su alimento no se viera afectada. El presente estudio aún sugiere que seguirá creciendo mucho más.

Contrario a Selkirk, de la dinámica poblacional de las Islas Robinson Crusoe y Santa Clara se observa un mecanismo de competencia operando en ellas; el bienestar individual disminuye a medida que el tamaño poblacional crece producto de la existencia de recursos limitantes (Berryman, 1999). La hipótesis más evidente es la poca disponibilidad de hábitat reproductivo que va quedando, hipótesis que también barajaba Osman (2007). Un claro ejemplo ocurre en los Alelices, donde machos, subadultos y

hembras con sus crías se expanden en ambas direcciones a lo largo de la porción rocosa de la costa. De hecho, una interesante observación es que la población de lobo fino continua su ascenso por las montañas que rodean esta lobera (Figura 25), y producto de este avance se ha evidenciado un impacto negativo sobre los nidos de fardelas (*Pterodroma defilippiana*; actualmente categorizada como vulnerable) encontrados en sitios ya relativamente altos de la isla, lo que mantiene en alerta a ONGs que velan por su conservación (Oikonos com. Pers.). Adicionalmente, al ser escaso el espacio, las madres tienen que dejar a sus crías en sitios de mayor vulnerabilidad, como zonas más rocosas, cercanas a rompientes de las olas o sitios expuestos al tránsito de individuos adultos donde las crías pueden morir aplastadas. Considerando que los lobos presentan como rasgos de historia de vida, sistemas de apareamiento polígamos, con machos que comienzan a defender territorios en colonias de cría, que las hembras solo tienen una cría por año y realizan viajes de búsqueda de alimento que bordean los 25 días en promedio (Osman, 2007), tanto el territorio como las hembras son un recurso importante para la sobrevivencia y descendencia de los individuos y la escases de al menos uno de estos elementos (en este caso espacio) ya activa mecanismos de competencia entre individuos como es el caso de estas dos islas.

La capacidad de carga del sistema da cuenta de cuando la población se encuentra en equilibrio, es decir cuando llega a un punto de equilibrio estable donde el tamaño poblacional no crece ni decrece. En las Islas Robinson Crusoe y Santa Clara la población ha sobrepasado su capacidad de carga. Osman, (2007) ya sugería que ambas islas estaban, en aquel entonces, alcanzando su equilibrio y mostrando un crecimiento desacelerado. Esto da cuenta de que la tasa de nacimientos es mayor a la de muertes. Por este motivo, el crecimiento de la población está decreciendo a medida que la población crece. Mientras que la Isla Alejandro Selkirk, y al igual que el 2005 (Osman, 2007) la población local aún no alcanza su capacidad de carga, lo cual da cuenta de una retroalimentación positiva a medida que la población crece. Esto se traduce en que el sistema todavía puede sostener una mayor cantidad de individuos. Los registros de Selkirk del período de explotación comercial de la especie así lo sugieren. El Capitán Fanning (Fanning, 1924) y Delano (1817) confirman que todos los barcos se iban llenos de pieles solo desde *Más Afuera* (Alejandra Selkirk) en 1798. Esto constituía al menos 100.000 pieles por embarcación. Si consideramos que 14 embarcaciones operaban al mismo tiempo y que, según Fanning, en aquel entonces

solo quedaban alrededor de 500.000 a 700.000 animales en la zona una vez que los 14 barcos se retiraban, estamos hablando que para esa fecha en una temporada reproductiva y solo en A. Selkirk, podrían haber existido alrededor de 1.9-2.1 millones de animales. Si estos números son correctos, la isla fácilmente podría sostener 5 veces más animales que los descritos en este estudio.

Los valores observados de R_{max} (0,121-0,218) se encuentran dentro del rango registrado para otras especies de Pinnípedos (0,02-0,2). Por ejemplo, 0,03 (A. pusillus: Wickens & York, 1997), 0,14 (*A. tropicalis*, Wickens & York, 1997), 0,20 (*A. gazella*, Hucke-Gaete et al, 2004), 0,02 (*A. australis* en Uruguay, Lima & Páez, 1997), 0,20 (*A. australis* en Perú, Cárdenas-Alayza, 2012). Estos valores exhiben el tamaño de crecimiento potencial máximo de la población. Un valor de 0,121 se traduce en que la población crece como máximo un 12% de su tamaño poblacional.

Es importante enfatizar que el ajuste de los modelos matemáticos seleccionados es bajo, entre un 13% y un 22%, cuando un valor bueno de ajuste debería ser superior al 70%. Esto quiere decir que los valores son poco confiables para realizar predicciones (https://ladal.edu.au/regression.html) y, por lo mismo, el presente proyecto no se aventura a efectuar predicciones. El bajo ajuste se puede explicar por la ausencia de datos, la heterogeneidad en la toma de datos o por como los datos estaban espaciados en el tiempo. Los datos de los censos no han sido realizados todos los años ni tampoco con los mismos intervalos de tiempo entre los censos. Es decir, los datos no tienen una frecuencia constante ni continua. Por ejemplo, el último conteo de CONAF en la isla de Alejandro Selkirk, sin contar el realizado bajo este proyecto, fue en el año 2010. Además, los datos son adquiridos por diferentes personas y sin un protocolo estandarizado (ver sección 9.4.6.1), lo cual inminentemente implica un sesgo en los conteos. Es entendible, con los pocos recursos direccionados para esta labor por parte del gobierno, que la mantención de un monitoreo de este tipo tenga estas falencias, pero, por lo mismo, es necesario recalcar la relevancia de tener muestreos sistemáticos utilizando las mismas metodologías para poder realizar un seguimiento adecuado de la población y establecer políticas de manejo acertadas. Otro motivo del bajo ajuste de los modelos a los números históricos, puede ser que los modelos elegidos únicamente evalúan variables endógenas dando cuenta que la densidad poblacional no es suficiente para explicar la tasa de cambio. En este sentido, existen otros modelos matemáticos que complementan las variables demográficas. Estos son llamados modelos de efecto

vertical o efecto lateral, y consideran variables exógenas como el clima o factores ambientales (Royama, 1992). Por ejemplo, el clima puede alterar tanto la capacidad de reproducción (efecto vertical) o la capacidad de carga del sistema (efecto lateral). Este último, se ve cuando el clima influye sobre la disponibilidad de recursos (comida, espacio, hembras). En este sentido, el clima puede aumentar o disminuir la capacidad de carga del sistema y cambiar la intensidad de competencia entre los individuos si es que favorece o no la disponibilidad de recursos limitantes (Royama 1992). La combinación de las variables endógenas y exógenas podría mejorar el ajuste de los modelos y por lo tanto su capacidad predictiva (Berryman & Lima, 2006), sin embargo, la inclusión de estas variables a los modelos escapa a los objetivos del presente proyecto.

En conclusión, la población continua su recuperación significativa luego de la explotación comercial que tuvo en el pasado independiente de la isla en la que se evalúa. Actualmente, la población de la Isla de Alejandro Selkirk está creciendo de manera desacelerada y aún no alcanza la capacidad de carga del sistema. En cambio, las Islas Robinson Crusoe y Santa Clara han alcanzado su capacidad de carga y se encuentran decreciendo por mecanismo de competencia donde el recurso limitante podría se principalmente el espacio. El valor de R_{max} observado en cada Isla coincide dentro del rango observado para otras especies de Pinnípedos, esta coherencia en el valor significa que la especie no difiere en términos reproductivos de otras especies emparentadas lo que también nos entrega confianza en los valores calculados para los PBR utilizando estos valores de R_{max}. El bajo ajuste de los modelos pone de manifiesto la toma de datos poco sistematizada a lo largo del tiempo y la necesidad de establecer censos continuos. El bajo ajuste también sugiere explorar otras variables no dependientes del tamaño poblacional, como el clima, que puedan explicar la dinámica. Esto último, es también la razón de que las dinámicas propuestas tras el mecanismo regulatorio de esta población (cooperación o competencia) deben interpretarse con cautela dado que faltan datos en el tiempo que permitan mejorar los índices que respaldan las dinámicas observadas. Con la mejora sistemática de los monitoreos, el nuevo cálculo de estos índices, permitirá establecer con certeza la dinámica poblacional y a su vez, nos otorgará la capacidad de realizar predicciones futuras para un manejo adecuado de la especie y su conservación con el ecosistema donde habita. Todos los datos históricos pueden ser explorados en la plataforma de visualización realizada bajo el presente proyecto: https://labgrs.shinyapps.io/lobofino_jf/.

10. Talleres

Durante el trabajo en el archipiélago, se realizaron múltiples talleres y actividades de difusión científica y acercamiento a la comunidad.

10.1.1. Talleres de expertos e información a la comunidad

El 10 de diciembre, se realizó la primera presentación del proyecto a la comunidad de Juan Bautista en la biblioteca Pública titulada "¿Qué conocemos del lobo Fino de Juan Fernández?". En esta, se presentó el proyecto y se entregó información de la ecología de la especie a la comunidad (Figura 71). La idea fue mostrar lo que no se sabe de esta especie para luego entregar la información preliminar compilada por el presente FIPA en una charla con expertos de cierre de la temporada de terreno y presentar cómo la información generada por el FIPA N°2021-19 llena algunos de aquellos vacíos informativos presentados en la charla inicial y enseñar algunas herramientas específicas de monitoreo a los asistentes de CONAF y otras ONGs. La charla de cierre se llevó a cabo el día 28 de enero del 2022 (Figura 71). Se utilizaron los canales oficiales de difusión de información en la isla, realizando afiches publicitarios que fueron enviados a la comunidad gracias al apoyo de la alcaldía y CONAF (Figura 71). El número total de asistentes rodeó las 20 personas por instancia donde gran parte de los asistentes trabajaba en temáticas relacionadas a la conservación de la biodiversidad del archipiélago (ONGs, Entidades Públicas, etc.).

Figura 71. Presentaciones a la comunidad de Juan Bautista, isla Robinson Crusoe. Las imágenes de la derecha corresponden a ambos afiches promocionales de la charla inicial (superior) y final (inferior) realizadas en la biblioteca municipal. Las flechas conducen a un registro de cada una de las charlas. La fotografía inferior derecha muestra la donación de una impresora a la biblioteca municipal y el libro de invasiones biológicas donado por CAPES.

En isla Alejandro Selkirk, se realizó un taller informativo con la comunidad local presentado a los residentes de la isla el día 28 de diciembre 2021 (Figura 72). En esta, también se agradeció el compromiso y la ayuda de la comunidad, entendiendo que, la obtención de los datos no habría sido posible sin su apoyo tanto en el diario vivir como también en los aspectos logísticos asociados a nuestros muestreos, y el ingreso y salida de la isla. Por lo mismo, y en coordinación con el presidente del sindicato de Pescadores

don Reinaldo Rojas y el representante del comité de Adelanto Alejandro Selkirk, don Osvaldo Salas se hizo llegar desde el continente un apoyo al sindicato de pescadores traducido en el envió de 1.- 200 litros de combustible para el huinche que se utiliza para las embarcaciones y 2.-mangueras específicas para la construcción de un sistema de almacenamiento de agua de lluvia, necesario para suplir a la comunidad de agua dulce en tiempos de sequía entendiendo que la isla no tiene fuentes importantes de agua dulce (Figura 72). Es importante destacar que estos gestos fueron muy valorados por la comunidad ya que, logísticamente, no es fácil coordinar la llegada de materiales a la isla Alejandro Selkirk. La comunidad nos expresaba su incomodidad cuando grupos científicos venían a realizar estudios buscando apoyo en ellos para adquirir los datos, pero sin entregar ayuda tangible posterior a la comunidad que los apoyaba. Si bien, el apoyo de CONAF en el sector es indispensable para poder operar en la isla, se hace sumamente importante el apoyo de quienes residen en la Rada para este tipo de proyectos.

Figura 72.Charla del proyecto a la comunidad de Selkirk y ayuda entregada. La foto de la esquina superior izquierda corresponde al afiche publicitario realizado a la comunidad. Ambas fotos inferiores corresponden a la charla realizada. Las fotos superiores derechas corresponden a la recepción de las mangueras y combustible entregado al sindicato de pescadores de Selkirk en agradecimiento por su apoyo.

10.1.2. Actividades para Adolescentes y niños

Como parte de nuestros objetivos de difusión científica, se apoyaron dos actividades de difusión para niños y adolescentes en la isla Robinson Crusoe: 1.- el tradicional nado con lobos y 2.- los talleres de flora y fauna organizados por la municipalidad.

10.1.3. Nado con lobos

El nado con lobos es una actividad tradicional de la isla que la comunidad ha realizado anualmente por más de 10 años (Figura 73). Esta no se había realizado desde el año previo a la pandemia y su organización fue retomada este año por el centro de buceo “Marenostrum”. Embarcaciones locales de turismo, la armada de Chile y CONAF, apoyan la actividad prestando apoyo con sus embarcaciones. Estimamos que esta era una muy buena oportunidad para realizar difusión científica sobre la ecología del LFJF a los niños. El FIPA N°2021-19 participó de esta actividad realizando charlas informativas para los adolescentes que participaron y enseñando en terreno particularidades de las loberas que se avistaban a la distancia (Figura 73). Cabe destacar que el nado no se realiza en loberas reproductivas y tampoco implica la interacción de los adolescentes con los lobos sino de nadar en las cercanías donde, en ocasiones, los lobos se acercan a los nadadores, situación que ocurre en gran parte de la isla sin la necesidad de coordinar una actividad.

Figura 73. Actividad tradicional "nado con lobos", Isla Robinson Crusoe. La foto superior izquierda es el afiche extendido a la comunidad. Las fotos superiores derecha muestran la charla del proyecto FIPA N°2021-19. La foto inferior representa el grupo completo de asistentes a la actividad.

10.1.4. Taller Flora y Fauna

Cada año la dirección de desarrollo comunitario de la municipalidad financia talleres de fin de año de múltiples temáticas dirigidos a niños de todas las edades. En este caso, la Instructora Kelia Alanis Solís organizó el "Taller de Flora y Fauna" apoyado por CONAF (Figura 74). El día 3 de febrero del 2022 se realizó el taller de expertos del Lobo Fino de Juan Fernández donde se les enseñó ecología de la especie a los niños que participaban del taller en una dinámica participativa dirigida por la instructora, el jefe de proyecto y el coordinador general del presente FIPA (Figura 74).

Figura 74. Taller Flora y Fauna, Municipalidad de Juan Fernández. La foto de la izquierda muestra el aviso realizado a niños del taller Flora y Fauna. La foto superior derecha muestra la charla con los niños y las de abajo la totalidad de los asistentes junto a "loby", un corpóreo de lobo fino de Juan Fernández.

10.1.5. Donaciones de material informativo y productos de difusión

Se realizaron donaciones de libros a la biblioteca pública en agradecimiento y apoyo a la comunidad por entregar incondicional ayuda al proyecto permitiéndonos utilizar sus computadoras, oficinas y su conexión a internet durante todo el tiempo que estuvimos trabajando en Juan Bautista. Las donaciones contemplaron una nueva impresora junto a un libro didáctico del ecosistema Antártico (Figura 71). Además, se realizó una importante donación de libros liderada por nuestro colaborador CAPES a través del presente proyecto FIPA. Se enviaron 10 ejemplares del libro para niños titulado "Invasión en la isla" de la autora Luz Valeria Oppliger y la ilustradora Antonia Berger. El libro trata sobre los efectos de las invasiones biológicas en los ecosistemas, tema muy atingente a la realidad actual del ecosistema isleño (Figura 71). Los libros se encuentran actualmente en camino a la biblioteca y serán entregados por el administrador de CONAF en nombre del FIPA N°2021-19. Adicionalmente, se diseñó un logo del proyecto con el cual se realizaron diferentes productos de merchandizing para entregar a la

comunidad y a quienes prestaron apoyo relevante al proyecto tanto de las diferentes ONGs locales, sindicatos de pescadores, Municipio y CONAF, como otras personas que apoyaron desinteresadamente el proyecto. El logo fue confeccionado por una diseñadora local, María Fernanda Ibarra Ríos, y los productos producidos en la isla (Figura 75).

Figura 75. Logo y productos FIPA N°2021-19. La parte superior de la figura muestra los logos creados por la diseñadora María Fernanda Ibarra Ríos. Las fotos inferiores muestran los productos diseñados para generar conexión con la ciudadanía además de agradecer el compromiso de actores claves para la ejecución del proyecto (de izquierda a derecha, autoadhesivos y magnetos, gorros y tazones).

10.1.6. Investigación

Aunque el proyecto aún se encuentra en etapas tempranas para la ejecución de productos científicos como publicaciones, bajo previa autorización del director de FIPA, aprovechamos la instancia del "24th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals" realizado entre el 1 y el 5 de agosto del presente año para discutir nuestras aproximaciones con colegas que se encuentran realizando trabajos similares en otras partes del mundo. La instancia nos permitió obtener retroalimentación de la comunidad internacional para afinar nuestras metodologías y proponer mejor las mejoras a los monitoreos futuros recomendadas. Se presentarán resultados preliminares bajo dos trabajos aceptados en el congreso: uno en formato video y otro una speed talk. Los

trabajos fueron titulados: "**Sharing is caring: Social perception of the interactions between human activities and the Juan Fernandez fur seal (*Arctocephalus philippii*)**" video liderado por la socióloga del equipo, Valentina Vergara y "**Census of the Juan Fernandez fur seal (*Arctocephalus philippii*) using unmanned Aerial Vehicles (UAVs): Preliminary results on the assessment of animal disturbance and limitations when using different UAVs models**" presentado por nuestro coordinador general, Víctor Castillo-González. Nuestra participación fue todo un éxito al punto de que, el video realizado fue adjudicatario del premio al "mejor video de la conferencia internacional". El video podrá ser visualizado en youtube una vez aprobado el informe final. Los resúmenes y certificados de participación pueden encontrarse en el Anexo 19. Finalmente, se informó a la comunidad científica respecto a los trabajos que se estuvieron realizando en el archipiélago mediante la nota en el boletín CAPES y página web de nuestros colaboradores: https://capes.cl/2022/08/una-temporada-con-los-lobos/. Esta nota no devela resultados del proyecto ya que no pueden ser difundidos sin previa aprobación del informe final, por lo que solo se mencionan hitos de terreno que permiten aumentar el interés del público para cuando las publicaciones técnicas y científicas se publiquen oficialmente. De igual manera, se realizó una nota de difusión sobre la colaboración realizada con "deepomatic", la empresa de computer visión que desinteresadamente apoyó los objetivos de nuestro proyecto. Esta puede leerse en el siguiente link: https://deepomatic.com/harnessing-the-power-of-computer-vision-for-monitoring-biodiversity.

10.1.7. Cierre del proyecto

Cada una de las actividades coordinadas durante el terreno del proyecto FIPA N°2021-19 fueron expuestas de manera abierta a las autoridades correspondientes, instituciones privadas y gubernamentales respectivas, organizaciones de acción social y ambiental y público en general. Lamentablemente, la contingencia sanitaria impidió que durante noviembre lográramos viajar al archipiélago a realizar un cierre del proyecto presencial. Se barajó realizar un cierre online pero la conectividad de la isla y el reciente paro de guardaparques de CONAF (Figura 76) no nos permitió desarrollar el taller que estaba específicamente dirigido a los guardaparques ya que son ellas y ellos quienes realizan los censos del lobo fino. La solución a estos problemas fue confeccionar tutoriales online escritos mucho más detallados del Paquete "JFFS" online (links que

son entregados en la sección 9.4.6.2) y profundizar en el detalle “paso a paso” de la instalación de estas herramientas en las secciones correspondientes de este reporte y los recursos online. De todas maneras, Costa Humboldt se comprometió con la comunidad a realizar las gestiones necesarias para una segunda visita y llevar a cabo un cierre presencial durante Marzo-Abril 2023 con el objetivo principal de entregar los resultados obtenidos mediante una presentación abierta y reforzar la información entregada en el informe con los insumos online descritos en la sección 8.5.2 para su uso abierto.

Isla Robinson Crusoe, 15 noviembre del 2022

COMUNICADO PÚBLICO CUERPO DE GUARDAPARQUES

Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández

El Cuerpo de Guardaparques y transitorios del Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández, informan lo siguiente:

Como es de conocimiento público, los trabajadores de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) se encuentran en paro nacional exigiendo una pronta solución a sus condiciones laborales y presupuestarias, las cuales dificultan el cumplimiento de las labores en la gestión de las Areas Silvestres Protegidas (ASP).

En ese sentido, como cuerpo de Guardaparques y transitorios del Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández, consideramos que los reconocimientos y relevancia de este territorio para la conservación a nivel nacional y mundial, no son retribuidos en la asignación presupuestaria de esta unidad. Así mismo, gran parte de las actividades operativas ligadas al monitoreo y conservación, no brindan los estándares de seguridad necesarios a su personal, ya que las líneas de comunicación y bienes materiales no se encuentran operativos para realizar una buena labor. Sin embargo, a pesar de estas falencias, se ha llevado un buen trabajo y se han logrado avances en la conservación de este ecosistema, redescubriendo 2 especies consideradas como extintas y la descripción de una nueva especie para la ciencia.

Por lo cual, solidarizamos con todos los Guardaparques de Chile y brindamos nuestro apoyo a esta movilización, dado que las demandas exigidas son justas, necesarias y transversales para todas las unidades pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).

Por lo anterior, hacemos un llamado a la comunidad y nuestros visitantes a solidarizar con nuestra causa, así como también les pedimos las disculpas correspondientes, por los inconvenientes que esta determinación les pueda ocasionar, teniendo en cuenta que si son atendidas estas demandas, podremos brindar un mejor servicio a todos.

Atentamente, Cuerpo de Guardaparques y transitorios del Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández.

Figura 76. Comunicado de los guardaparques sobre su adherencia al paro nacional de guardaparques (izq). Foto actual del ingreso a las oficinas de CONAF (der.).

Independiente de no haber logrado viajar al archipiélago para la difusión de los resultados, se construyó un folleto informativo didáctico con los principales resultados del proyecto FIPA 2021-19 (Supl. 8). Para resaltar el trabajo conjunto realizado con las organizaciones locales del archipiélago. Quisimos confeccionar el folleto en el archipiélago con una diseñadora local, lo que permitió realizar un producto hecho en el archipiélago y con mayor cercanía a quienes lo habitan. El folleto será repartido por la diseñadora y CONAF en cuanto el paro de guardaparques haya terminado.

Finalmente, como lo estipula el contrato, se adjunta material audiovisual compilado en terreno el cual se encuentra disponible en el archivo Supl. 9. Las bases de datos, encuestas, ortomosaicos, y todos los archivos finales se encuentran en el mismo Drive adjunto para su revisión:
(https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1qtYebRgbhJcHGusUsl5Y84m6TVmmtZ_M)

11. Agradecimientos

Quisiéramos dedicar este párrafo a todas aquellas personas que de una u otra manera nos brindaron su desinteresado apoyo en esta primera etapa de ejecución del proyecto FIPA N°2021-19. Sin duda alguna, los resultados y el aprendizaje obtenido no hubiesen sido posible sin su ayuda.
En primer lugar, queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a CONAF, principalmente al administrador del Parque Sr. Guillermo Araya, quien en conjunto con su gran equipo de guardaparques fueron y seguirán siendo un pilar fundamental en el desarrollo y ejecución de los objetivos trazados.
Agradecer además al alcalde de la comuna de Juan Fernández sr. Pablo Manríquez por el apoyo entregado desde el inicio de nuestra gestión para ingresar a la Isla Robinson Crusoe. A la Armada de Chile y en especial al Capitán de Puerto Teniente 1° LT René Rojas por su apoyo y gestión en nuestro traslado a la Isla Alejandro Selkirk. A la Dra. Pamela Olivares, encargada del plan retorno seguro que en tiempos de pandemia nos ayudó a el traslado al archipiélago. Un agradecimiento afectuoso a los funcionarios del centro de interpretación y educación ambiental Biblioredes en especial Joseline Santander por su gran apoyo cada vez que lo requerimos. A Germán y Gloria del centro de buceo Marenostrum y a la comunidad en general e instituciones que nos permitieron resolver con su apoyo nuestras dudas o requerimientos en la Isla Robinson Crusoe: DGCA, SERNAPESCA, Transmarko, al Sr. Daniel Paredes de la embarcación Tio Lalo, ONG Oikonos, ONG Endémica y, especialmente, a la ONG Island Conservation quien nos brindó un apoyo fundamental para nuestra salida de la isla. Agradecer a Daniel González presidente del Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales de Juan Fernández STIPA y a cada uno de sus miembros activos por su activa participación en las encuestas. Agradecer a Julio Chamorro, profesional y encargado científico del monitoreo de largo plazo de la langosta de Juan Fernández.

Agradecemos también a Florencia Olivares por su ayuda en la ejecución de las encuestas y a don Andrés Cádiz representante local del ministerio de Medio Ambiente. Gracias a toda la comunidad de pescadores artesanales y familias del poblado de la Rada la Colonia en la Isla Alejandro Selkirk. Comunidad que siempre nos apoyó y cobijó desde nuestro ingreso a la isla. En representación de ellos hacemos especial mención de don Reinaldo Rojas presidente Sindicato de pescadores Alejandro Selkirk, Osvaldo Salas presidente del comité de Adelanto Alejandro Selkirk y Ronald Contreras alcalde de mar Alejandro Selkirk. Sinceramente nuestro eterno agradecimiento y esperamos seguir conociendo y compartiendo con quienes amablemente abrieron las puertas de su hogar-el archipiélago- y permitieron el desarrollo de esta investigación. Junto a ellos y ellas, esperamos seguir trabajando en beneficio de este ecosistema y las especies que lo habitan.

12. Referencias bibliográficas

Acuña E., López V. & Cabrera M. T. (2009). Identificación, distribución y abundancia del ictioplancton y masas de agua asociadas en el Archipiélago de Juan Fernández e Islas San Félix y San Ambrosio. Ciencia y Tecnología del Mar, *32*(2), 5-25.

Acuña H. O. & Francis J. M. (1995). Spring and summer prey of the Juan Fernandez fur seal, *Arctocephalus philippii*. *Canadian Journal of Zoology*, *73*(8), 1444-1452.

Aguayo A. (1971). El Lobo fino de Juan Fernández. Rev. Biol. mar., Valparaíso, 14 (3): 135-149.

Akcakaya H. R., Burgman M. A. & Ginzburg, L. R. (1997). Applied population Ecology. Applied Biomathematics, Setauket, New York. 255 pp.

Álvarez D. (2019). Cambios en la abundancia poblacional de *Arctocephalus philippii* en el Archipiélago de Juan Fernández. Facultad de Ciencias. Programa de Licenciatura en Ciencias mención en Biología o Química. Universidad de Valparaíso. Tesis.

Alava, J. J., Merlen, G., Rosero, P., Avila, I. C., & Salazar, S. (2022). A Juan Fernández Fur Seal (Arctocephalus philippii, Peters, 1866) in the Galápagos Islands: Insights from the First Anecdotal Observation in the Last Century. Aquatic Mammals, 48(6), 559-564.

Anderson K. & Gaston K. (2013). Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. Ecol. Environ. doi:10.1890/120150

Arias M., Hinsley A. & Milner-Gulland E. J. (2020). Implementing the Ballot Box Method to reduce social desirability bias when researching sensitive behaviours in conservation.

Aurioles-Gamboa D. (2015). *Actocephalus philippii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015.

Ballesteros H. M. & Rodríguez-Rodríguez G. (2018). How much in the clan are you? The community as an explanatory factor of the acceptance of poaching in small-scale fisheries.

Marine Policy, 97, 188-196.

Batavia C., Bruskotter J., Jones J. & Nelson M. (2020). Exploring the ins and outs of biodiversity in the moral community. Biological Conservation, Volume 245.

Beloev, I. H. (2016). A review on current and emerging application possibilities for unmanned aerial vehicles. Acta technologica agriculturae, 19(3), 70-76.

Bennett N.J. (2016). Use of perceptions to improve conservation and environmental management. Conservation Biology 30.

Bergseth B. J. & Roscher M. (2018). Discerning the culture of compliance through recreational fisher's perceptions of poaching. Marine Policy, 89, 132–141.

Berninsone L. G., Bordino P., Gnecco M., Foutel M., Mackay A. I. & Werner T. B. (2020). Switching gillnets to longlines: an alternative to mitigate the bycatch of Franciscana Dolphins (*Pontoporia blainvillei*) in Argentina. Frontiers in Marine Science, 7, 699.

Berryman A. A. (1999). Principles of population dynamics and their application. Garland Science. 1st Edition.

Berryman A. A. (2003). On principles, laws and theory in population ecology. Oikos, 103(3), 695-701.

Berryman A., & Lima M. (2006). Deciphering the effects of climate on animal populations: diagnostic analysis provides new interpretation of Soay sheep dynamics. *The American Naturalist*, *168*(6), 784-795.

Bester M.N. (1987). Subantarctic fur seal *Arctocephalus tropicalis* at Gough Island (Tristan da Cunha Group). In: J.P. Croxall & R.L. Gentry (Eds), Status, biology and ecology of fur seals. NOAA Tech. Rep. NMFS 51: 57–60.

Boness D. J. & Francis J. M. (1991). The effect of thermoregulatory behaviour on the mating system of the Juan Fernandez fur seal, *Arctocephalus philippii*. *Behaviour*, *119*(1-2), 104-126.

Boren L. J., Gemmell N. J. & Barton K. J. (2002). Tourist disturbance on New Zealand fur seals (Arctophalus forsteri). Australian Mammalogy, 24(1), 85-96.

Bourne W. R. P., de Brooke M. L., Clark G. S. & Stone T. (1992). Wildlife conservation problems in the Juan Fernández archipelago, Chile. Oryx, 26(1), 43-51.

Bradshaw C. J., Thompson C.M., Davis L.S. & Lalas C. (1999). Pup density related to terrestrial habitat use by New Zealand fur seals. Can J Zool 77: 1579-1586.

Bradshaw C. J., Harcourt R. G. & Davis L. S. (2003). Male-biased sex ratios in New Zealand fur seal pups relative to environmental variation. Behavioral Ecology and Sociobiology, 53(5), 297-307.

Burnham K. P. & Anderson D. R. (2002). Model selection and multimodel inference. A practical information-theoretic approach. 2nd Edition.

Cárdenas-Alayza, S. (2012). Prey abundance and population dynamics of South American fur seals (*Arctocephalus australis*) in Peru (Doctoral dissertation, University of British Columbia).

Cassini M. H., Szteren D. & Fernández-Juricic E. (2004). Fence effects on the behavioural responses of South American fur seals to tourist approaches. Journal of Ethology, 22(2), 127-133.

Chabot D. & Bird D. (2015). Wildlife research and management methods in the 21st century: Where do unmanned aircraft fit in? Journal of Unmanned Vehicle Systems 3:137–155.

Chang W., Cheng J., Allaire J., Xie Y., McPherson J. Shiny: Web Application Framework for R. Boston, MA: RStudio; (2021). Retrieved from https://CRAN.R-project.org/package=shiny

Cockburn A., Legge S. & Double M.C. (2002). Sex ratios in birds and mammals: can the hypotheses be disentangled? In: Hardy ICW (ed) Sex ratios: concepts and research methods. Cambridge University Press, Cambridge, pp 267–286.

Collins C., Letessier T. B., Broderick A., Wijesundara I. & Nuno A. (2020). Using perceptions to examine human responses to blanket bans: The case of the thresher shark landing-ban in Sri Lanka. Marine Policy, 121, 104198.

Croxall J. P. & Gentry R. L. (Eds.). (1987). Status, Biology, and Ecology of Fur Seals: Proceedings of an International Symposium and Workshop, Cambridge, England, 23-27 April 1984 (Vol. 51). United States Department of Commerce, National Marine Fisheries Service.

Cuevas J. & Van Leersum G. (2001). Project "Conservation, Restoration, and Development of the Juan Fernández island, Chile". Revista Chilena de Historia Natural 74:899-910.

Davis E. O., Crudge B., Lim T., O'Connor D., Roth V., Hunt M. & Glikman J. A. (2019). Understanding the prevalence of bear part consumption in Cambodia: A comparison of specialised questioning techniques. Plos One, 14(2).

De María M., Barboza F. R. & Szteren D. (2014). Predation of South American sea lions (*Otaria flavescens*) on artisanal fisheries in the Rio de la Plata estuary. Fisheries Research, 149, 69-73.

De Pinho J. R., Grilo C., Boone R. B., Galvin K. A. & Snodgrass J. G. (2014). Influence of aesthetic appreciation of wildlife species on attitudes towards their conservation in Kenyan agropastoralist communities. Plos one, 9(2).

Delano A. (1817). Narrative of Voyages and Travels in the Northern and Southern Hemispheres: Comprising Three Voyages Round the World; Together with a Voyage of Survey and Discovery, in the Pacific Ocean and Oriental Islands. By Amasa Delano (No. 40635). EG House.

Diaz M.P. (2007). Dieta de las hembras de *Arctocephalus philippii* (Peters, 1866) durante la temporada reproductiva en el Archipiélago de Juan Fernández. Marine Biology Thesis, Universidad Austral de Chile.

Estévez R. A., Anderson C. B., Pizarro J. C. & Burgman M. A. (2015). Clarifying values, risk perceptions, and attitudes to resolve or avoid social conflicts in invasive species management. Conservation Biology, 29(1), 19-30.

Fanning E. (1924). Voyages and discoveries in the South Seas 1792-1832. xvi -4- 335 pp., illus. Marine Research Society, Salem, Mass.

Fiori L., Doshi A., Martinez E., Orams M. & Bollard-Breen B. (2017). The use of unmanned aerial systems in marine mammals research. Remote Sens. 9, 543; doi:10.3390/rs9060543

Fisher R.A. (1930). The genetical theory of natural selection. Oxford University Press, Oxford.

Fowler C.W. (1990). Density dependence in norther fur seals (*Callorinus ursinus*). Mar. Mamm. Sci. 6:171-195.

Francis J., Boness D. & Ochoa-Acuña H. (1998). A protracted foraging and attendance cycle in female Juan Fernández fur seals. Marine Mammal Science, 14(3), 552-574.

Frank S.A. (1990). Sex allocation theory for birds and mammals. Annu Rev Ecol Syst 21:13–55.

Friedlander A., Ballesteros E., Caselle J., Gaymer C., Palma A., Petit I., Varas E., Muñoz A. & Sala E. (2016). Marine Biodiversity in Juan Fernández and Desventuradas Islands, Chile: Global Endemism Hotspots. PLoS ONE 11(1): e0145059. doi:10.1371/journal

Gardner A., Griffin A. S. & West S. A. (2016). Theory of cooperation. *eLS*, 1-8.

Gelcich S. & O'Keeffe J. (2016). Emerging frontiers in perceptions research for aquatic conservation. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 26(5), 986-994.

Gentry R.L. & Kooyman G.L. (1986). Fur seals maternal strategies on land at sea. Princeton University Press.

Goebel M. E., McDonald B. I., Lipsky J. D., Vallejos V. I., Vargas R. A., Blank O., ... & Gales N. J. (2006). A life table for female Antarctic fur seals. WG-EMM-06/P7 CCAMLR.

Goebel M. E., Perryman W. L., Hinke J. T., Krause D. J., Hann N. A., Gardner S. & LeRoi D. J. (2015). A small unmanned aerial system for estimating abundance and size of Antarctic predators. Polar Biology, 38(5), 619-630.

Goetz, S., Wolff, M., Stotz, W., & Villegas, M. J. (2008). Interactions between the South American sea lion (Otaria flavescens) and the artisanal fishery off Coquimbo, northern Chile. ICES Journal of Marine Science, 65(9), 1739-1746.

Goldsworthy S., Francis J., Boness D. & Fleischer R. (2000). Variation in the mitochondrial control region in the Juan Fernandez fur seal (Arctocephalus philippii). *Journal of Heredity*, *91*(5), 371-377.

Gonçalves B. C., Spitzbart B. & Lynch H. J. (2020). SealNet: A fully-automated pack-ice seal detection pipeline for sub-meter satellite imagery. Remote Sensing of Environment, 239, 111617.

Grandi M. F., Dans S. L. & Crespo E. A. (2008). Social composition and spatial distribution of colonies in an expanding population of South American sea lions. *Journal of Mammalogy*, *89*(5), 1218-1228.

Guinet C., Koudil M., Bost CA., Durbec JP., Georges JY., Mouchot M. & Jouventin P. (1997). Foraging behaviour of satellite-tracked king penguins in relation to sea-surface temperatures obtained by satellite telemetry at Crozet Archipelago, a study during three austral summers. Mar Ecol Prog Ser 150: 11-20.

Harcourt R. (1992). Factors affecting early mortality in the South American fur seal (Arctocephalus australis) in Perú: density-related effectand predation. J. Zool., Lond. 226: 259-270.

Huber H. R., Jeffries S. J., Brown R. F., Delong R. L. & Vanblaricom G. (2001). Correcting aerial survey counts of harbor seals (Phoca vitulina richardsi) in Washington and Oregon. Marine Mammal Science, 17(2), 276-293.

Hubbs C. & Norris K. (1971). Original Teeming Abundance, Supposed Extinction, and Survival of the Juan Fernández Fur Seal. Antarctic Research Series Vol 18. Antarctic Pinnipedia. Ed. By William Burt. American Geophysical Union.

Hucke-Gaete R., Osman L. P., Moreno C. A. & Torres D. (2004). Examining natural population growth from near extinction: the case of the Antarctic fur seal at the South Shetlands, Antarctica. Polar Biology, 27(5), 304-311.

Hodgson J. & Koh L. (2016). Best practice for minimizing unmanned aerial vehicle disturbance to wildlife in biological field research. Current biology 26: R386-R404.

Iknayan K., Morgan T., Furnas B. & Beissinger S. (2014). Detecting diversity: emerging methods to estimate species diversity. Trends in Ecology & Evolution Vol. 29 N°2 97-106.

Johnston D. W., Dale J., Murray K. T., Josephson E., Newton E. & Wood S. (2017). Comparing occupied and unoccupied aircraft surveys of wildlife populations: assessing the gray seal (*Halichoerus grypus*) breeding colony on Muskeget Island, USA. Journal of Unmanned Vehicle Systems, 5(4), 178-191.

King D. M. & Sutinen J. Gll. (2010). Rational noncompliance and the liquidation of Northeast groundfish resources. Marine Policy, 34(1), 7-21.

King J. E. (1954). The otariid seals of the Pacific Coast of America. Brit Mus (Nat Hist) Zool Publ, 2, 309-337.

Klebl C., Luo Y., Tan N. P. J., Ern J. T. P. & Bastian B. (2021). Beauty of the Beast: Beauty as an important dimension in the moral standing of animals. Journal of Environmental Psychology, 75, 101624.

König H. J., Kiffner C., Kramer-Schadt S., Fürst C., Keuling O. & Ford A. T. (2020). Human–wildlife coexistence in a changing world. Conservation Biology, 34(4), 786-794.

Landaeta M. & Castro L. (2004). “Zonas de concentración de ictioplancton en el archipiélago de Juan Fernandez” Cienc. Tecnol. Mar, 27 (2): 43-53.

Lander R. H. (1981). Reexamination of the life table and biomase for Alaskan fur seals. Fisheries research, 1, 55-70.

LaRue M. A., Rotella J. J., Garrott R. A., Siniff D. B., Ainley D. G., Stauffer G. E., ... & Morin P. J. (2011). Satellite imagery can be used to detect variation in abundance of Weddell seals (*Leptonychotes weddellii*) in Erebus Bay, Antarctica. Polar Biology, 34(11), 1727-1737.

Lea M. A. & Dubroca L. (2003). Fine-scale linkages between the diving behaviour of Antarctic fur seal and oceanographic features in the southern Indian Ocean. ICES J mar Sci 60: 990-1200.

Lima M. & Páez E. (1997). Demography and population dynamics of South American fur seals. Journal of Mammalogy, 78(3), 914-920.

Lima M. (2001). The dynamics of natural populations: feedback structures in fluctuating environments. Revista Chilena de Historia Natural, 74(2), 317-329.

Limberger D., Trillmich F., Biebach H., Stevenson R.D. (1986). Temperature regulation and microhábitat choice by free-ranging Galapagos fur seal pups (Arctocephalus galapagoensis). Oecologia 69: 53-59.

Linchant J., Lisein J., Semeki J., Lejeune P. & Vermeulen C. (2015). Are unmanned aircraft systems (UAS s) the future of wildlife monitoring? A review of accomplishments and challenges. Mammal Review, 45(4), 239-252.

Lombarte A., Chic A., Parisi-Baradad V., Olivella R., Piera J. & Garca-Ladona. (2006). A web-based environmental from shape analysis of fish otolihs. The AFORO database. Scientia Marina 70:147-52.

McIntosh R., Holmberg R. & Dann P. (2018). Looking without landing-using remote piloted aircraft to monitor fur seal population without disturbance. Front. Mar. Sci. 5:202. doi: 10.3389/fmars.2018.00202

MMPA, https://www.mmc.gov/wp-content/uploads/MMPA_March2019.pdf

Moreland E. E., Cameron M. F., Angliss, R. P. & Boveng P. L. (2015). Evaluation of a ship-based unoccupied aircraft system (UAS) for surveys of spotted and ribbon seals in the Bering Sea pack ice. Journal of Unmanned Vehicle Systems, 3(3), 114-122.

Norris K. S. & Watkins W. A. (1971). Underwater sounds of Arctocephalus philippii, the Juan Fernandez fur seal. Antarctic pinnipedia, *18*, 169-171.

Nuno A. & John F. A. S. (2015). How to ask sensitive questions in conservation: A review of specialized questioning techniques. Biological Conservation, 189, 5-15.

Ochoa H. & Francis J. (1995). “Spring and summer prey of the Juan Fernandez fur seal, *Arcocephalus philippii*” Can. J. Zool. 73: 1444- 1452.

Ochoa-Acuña H., Francis J. M. & Boness D. J. (1998). Interannual variation in birth mass and postnatal growth rate of Juan Fernández fur seals. *Canadian Journal of Zoology*, *76*(5), 978-983.

Ochoa-Acuña H., Francis J. M. & Oftedal O. T. (1999). Influence of long intersuckling interval on composition of milk in the Juan Fernandez fur seal, *Arctocephalus philippii*. Journal of mammalogy, 80(3), 758-767.

Oliva D., Duran L.R., Couve P., Sepulveda M., Carrasco P., Urra., Muñoz L., Páves G. & Pizarro M. (2016). Estimación poblacional de lobos marinos en la V, VI, VII y VII regions. Informe Proyecto NºFIP Nº2014-29

Oliva D., Durán L.R., Cárcamo D., Pizarro M., Sepulveda M., Canto A., Herrera P., Muñoz L., Orellana M., Santos M. & Vásquez P. (2020). Estimación poblacional de lobos marinos e impacto de la captura incidental. Informe Proyecto FIPA Nª2018-54.

Osman L. P. (2007). “Population status distribution and foraging ecology *Arctocephalis philippii*

(Peterns 1866) at Juan Fernandez Archipelago". Tesis. Universidad Austral de Chile.

Osman L. P., Hucke-Gaete R., Hückstädt L. A., Sepúlveda M. & Pavés H. (2007). Interacción operacional entre otáridos, pesquerías y salmonicultura en ecosistemas marinos de Chile: un caso que necesita evaluación. Comisión Permanente del Pacífico Sur-CPPS, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-PNUMA, 38-43.

Osman L. P., Moreno C. A. & Trites A. W. (2010). Growth rates and differential investment in male and female Juan Fernández fur seal pups. Journal of Mammalogy, 91(5), 1188-1196.

Osman L. P. & Pavés H. (2007). Conflictos entre animales domésticos, el lobo fino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippii*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*). Comisión permanente del Pacífico Sur-CPPS Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-PNUMA, 65.

Oyanedel R., Gelcich S. & Milner-Gulland E. J. (2021). Motivations for (non-) compliance with conservation rules by small-scale resource users. Conservation Letters, 13(5), e12725.

Padubidri C., Kamilaris A., Karatsiolis S. & Kamminga J. (2021). Counting sea lions and elephants from aerial photography using deep learning with density maps. Animal Biotelemetry, 9(1), 1-10.

Paez-Rosas, D., Pazmino, D. A., & Riofrio-Lazo, M. (2020). Unprecedented records of Guadalupe and Juan Fernández fur seals in the Galapagos Archipelago. Aquatic Mammals, 46(6), 549-555.

Palomino-González A., Kovacs K. M., Lydersen C., Ims R. A. & Lowther A. D. (2021). Drones and marine mammals in Svalbard, Norway. Marine Mammal Science, 37(4), 1212-1229.

Panagopoulou A., Meletis Z. A., Margaritoulis D. & Spotila J. R. (2017). Caught in the same net? Small-scale fishermen's perceptions of fisheries interactions with sea turtles and other protected species. Frontiers in Marine Science, 4, 180.

Pérez-Matus A., Ramirez F., Eddy D. & Cole R. (2014). Subtidal reef fish and macrobenthic community structure at the temperate Juan Fernández Archipielago, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 42(4):814-826.

Pérez-Venegas D. J., Toro-Valdivieso C., Ayala F., Brito B., Iturra L., Arriagada M., ... & Galbán-Malagón C. (2020). Monitoring the occurrence of microplastic ingestion in Otariids along the Peruvian and Chilean coasts. Marine Pollution Bulletin, 153, 110966.

Peterson M. J. & Carothers C. (2013). Whale interactions with Alaskan sablefish and Pacific halibut fisheries: surveying fishermen perception, changing fishing practices and mitigation. Marine Policy, 42, 315-324.

Pomeroy P., O'connor L. & Davies P. (2015). Assessing use of and reaction to unmanned aerial systems in gray and harbor seals during breeding and molt in the UK. Journal of Unmanned Vehicle Systems, 3(3), 102-113.

Quiñones R.A., Sepúlveda M., Carrasco P., Pérez-Álvarez M.J., Moraga R., Hückstädt L. & Pedreros E. (2011). Ecología y biología del lobo marino común, *Otaria flavescens*, en el Santuario Islote Lobería de Cobquecura. Informe Mayo 2008-Diciembre 2011. Programa

de Investigación Marina de Excelencia (PIMEX), Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción.

R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/

Radzilani P. M., McIntyre T., Tshithabane H. N., Ramunasi J. A., De Bruyn P. N., Mulaudzi T. W., ... & Hofmeyr G. G. (2007). Median pupping date, pup mortality and sex ratio of fur seals at Marion Island. South African Journal of Wildlife Research-24-month delayed open access, 37(1), 1-8.

Reeves R. R., McClellan K. & Werner T. B. (2013). Marine mammal bycatch in gillnet and other entangling net fisheries, 1990 to 2011. Endangered Species Research, 20(1), 71-97.

Repenning C. A., Peterson R. S. & Hubbs C. L. (1971). Contributions to the systematics of the southern fur seals, with particular reference to the Juan Fernández and Guadalupe species. Antarctic pinnipedia, 18, 1-34.

Reyes P & Hüne M. (2015). “Mi guía de especies marinas chilenas: guías de reconocimiento de especies objetivo, fauna acompañante y especies incidentales capturadas en las pesquerías industriales de arrastre de merluza común, merluza de cola y crustáceos bento-demersales, en la pesquería artesanal de merluza común t en la pesquería de cerco de sardina común y anchoveta. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 128 pp.

Riedman M. (1990). The pinnipeds: Seals, Sea lions and Walruses. University of California Press, Ltda. London, England.

Rossi S. P., Cox S. P., Hammill M. O., den Heyer C. E., Swain D. P., Mosnier A. & Benoît H. P. (2021). Forecasting the response of a recovered pinniped population to sustainable harvest strategies that reduce their impact as predators. ICES Journal of Marine Science, 78(5), 1804-1814.

Royama, T. (1992). Analytical population dynamics.Chapmanand Hall.

Salberg A. B. (2015, July). Detection of seals in remote sensing images using features extracted from deep convolutional neural networks. In 2015 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) (pp. 1893-1896). IEEE.

Salinas P. & Cárdenas M. (2009) Métodos de investigación social. Ecuador. CIESPAL.

Sanhueza C. & Valderrama L. (2016). Un lobo marino en controversia: materialidad, taxonomía y disputa científica (segunda mitad del siglo XIX). Historia (Santiago), 49(2), 579-594.

Sasse D. B. (2003). Job-related mortality of wildlife workers in the United States, 1937-2000. Wildlife society bulletin, 1015-1020.

Sautu R., Boniolo P., Dalle P. & Elbert R. (2005). Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología.

Sepúlveda, M. S., Ochoa-Acuña, H., & McLaughlin, G. S. (1994). Immobilization of Juan Fernandez fur seals, Arctocephalus philippii, with ketamine hydrochloride and diazepam. Journal of Wildlife Diseases, 30(4), 536-540.

Sepúlveda M. S., Ochoa-Acuña H., & Sundlof S. F. (1997). Heavy metal concentrations in Juan Fernández fur seals (*Arctocephalus philippii*). Marine pollution bulletin, 34(8), 663-665.

Sepúlveda, M., & Oliva, D. (2005). Interactions between South American sea lions Otaria flavescens (Shaw) and salmon farms in southern Chile. Aquaculture Research, 36(11), 1062-1068.

Sepúlveda M., Quiñones R.A., Carrasco P. & Pérez-Álvarez M.J. (2012). Daily and seasonal variation in the haul-out behavior of the Southern sea lion. Mammalian Biology 77: 288-292.

Seymour A. C., Dale J., Hammill M., Halpin P. N. & Johnston D. W. (2017). Automated detection and enumeration of marine wildlife using unmanned aircraft systems (UAS) and thermal imagery. Scientific reports, 7(1), 1-10.

Shackleton R. T., Richardson D. M., Shackleton C. M., Bennett B., Crowley S. L., Dehnen-Schmutz K. & Larson B. M. (2019). Explaining people's perceptions of invasive alien species: A conceptual framework. Journal of environmental management, 229, 10-26.

Shaughnessy P.D. & Goldsworthy S.D. (1990). Population size and breeding season of the Antarctic fur seal *Arctocephalus gazella* at Heard Island – 1987/88. Mar. Mamm. Sci. 6: 292–304

Sielfeld W. & Kawagushi A. (2004). Peces mesopelágicos capturados durante el crucero Cimar 6-Islas Oceánicas. Ciencia y Tecnología del Mar, 27(2), 87-97.

Smith T. & Polacheck T. (1981). Reexamination of the life table for northern fur seals with implication about population regulatory mechanisms. Dinamics of large mammal population, 99-120.

Taylor B. L., Martinez M., Gerrodette T., Barlow J. & Hrovat Y. N. (2007). Lessons from monitoring trends in abundance of marine mammals. Marine Mammal Science, 23(1), 157-175.

Thomas A. S., Milfont T. L. & Gavin M. C. (2016). A new approach to identifying the drivers of regulation compliance using multivariate behavioural models. Plos One, 11(10), 1–12.

Toro-Valdivieso C., Toro F., Stubbs S., Castro-Nallar E. & Blacklaws B. (2021). Patterns of the fecal microbiota in the Juan Fernández fur seal (*Arctocephalus philippii*). MicrobiologyOpen, 10(4), e1215.

Toro-Valdivieso C. (2022). Potential of faeces for non-invasive assessment of Juan Fernandez fur seals and their environment (Doctoral dissertation, University of Cambridge).

Torres D. (1987). Juan Fernández fur seal, *Arctocephalus philippii*. In: Status, biology, and ecology of fur seals (Croxall JP, Gentry RL Eds); Proceedings of an International Symposium and Workshop, Cambrigde, England, 23-27 April 1984. NOAA Tech. Rep. NMFS 51.

Torres J.P. (2005). Diferencias en la tasa de crecimiento de dos especies de lobo fino que habitan en diferentes latitudes: *Arctocephalus gazella* (Peters, 1875) y *Arctocephalus philippii* (Peters, 1866). Tesis.

Trites A.W. & Antonelis G. A. (1994). The influence of climatic seasonanality of the life cycle of

the Pribilof northern fur seal. Mar Mamm Sci 10: 301-324.

Trites A.W. & Joy R. (2005). Dietary analysis from fecal simples: how many scats are enough?. Journal of Mammalogy, 86(4), 704-712.

Vargas C. (2012). Hábitos alimentarios del lobo fino austral (*Arctocephalus australis*) en la Isla Guafo durante las temporadas reproductivas de 2010 y 2012 (Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile).

Vargas R., Smith-Ramírez C., González C. & Fernández M. (2014). Reserva de la Biosfera Archipiélago de Juan Fernández: endemismo para conservar. En A Moreira-Muñoz & Borsdorf (eds) Reservas de la Biosferas en Chile: Laboratorios para la Sustentabilidad. Academia de Ciencias Austriaca, Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía, Santiago serie Geolibros 17:126-143.

Vermeulen C., Lejeune P., Lisein J., Sawadogo P. & Bouché P. (2013). Unmanned aerial survey of elephants. PloS one, 8(2), e54700.

Vieytes R. (2004). Metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad. Argentina. BA: De las Ciencias.

Volpedo A.V. & Echeverria D.D. (2003). Ecomorphological patterns of the sagitta in fish on the continental shelf off Argentine. Fisheries Research 60: 551-560.

Wade P. R. & Angliss R. P. (1997). Guidelines for assessing marine mammal stocks: Report of the GAMMS Workshop, April 3-5, 1996, Seattle, Washington.

Wade P. R. (1998). Calculating limits to the allowable human-caused mortality of cetaceans and pinnipeds. Marine Mammal Science, 14(1), 1-37.

Wickens P. & York A. E. (1997). Comparative population dynamics of fur seals. Marine mammal science, 13(2), 241-292.

FIPA 2021 - 19
CENSO DE LOBO FINO
JUAN FERNANDEZ 2021

.

13. Anexos

Anexo N° 1. Coordinación previa a la obtención de datos.

Reuniones internas

El día 6 de agosto 2021 se realiza la primera reunión de coordinación de proyecto tras el aviso de adjudicación del FIPA N°2021-19 ocurrido el día 30 Julio 2021 mediante de la Resolución Exenta RE-N°2143. Esta ocurre entre el director de la ONG de Desarrollo Costa Humboldt Luciano Hiriart-Bertrand, el jefe de proyecto Renato Borrás-Chávez y el coordinador de proyecto Víctor Castillo-González. El objetivo específico fue recopilar y exponer información, explorar opciones y tomar decisiones de los diferentes escenarios dispuestos para la ejecución del proyecto y las vías de apoyo económico que nos permitirían resolver la primera etapa de desarrollo logístico antes de realizar el trabajo de terreno. Se crea una plataforma de correo electrónico lobofinojf@gmail.com para la transferencia de información de todo lo relacionado al proyecto FIPA N°2021-19 (Anexo 2 acta 1). Desde esta, un total de 18 reuniones internas fueron realizadas antes de iniciar los trabajos de terreno.

Firma de contrato de proyecto (Res ex N°2705)

La notificación formal se realizó el día 6 agosto 2021 mediante una Carta FIPA N°133 dirigida al jefe de proyecto Renato Borras-Chávez y firmada por el director ejecutivo del Fondo de Investigación Pesquera el Sr. Rafael Hernández Vidal. Sin embargo, es recién en Valparaíso, el día 5 de octubre 2021 y mediante la Resolución Exenta N°2705 la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) que se aprueba el contrato de investigación al proyecto FIPA N°2021-19 entre la Concejo de Investigación Pesquera y de Acuicultura y el Consultor Organización no Gubernamental de Desarrollo Costa Humboldt.

Solicitud de Permisos

El día 30 de agosto 2021 Javiera Mesa, jefa de la Sección de Conservación de la Diversidad Biológica CONAF Valparaíso y previa solicitud formal, nos comunica las directrices necesarias para elevar una autorización de investigación científica en las unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas SNASPE, esto incluyó a) Carta de Compromiso y b) Formulario de Solicitud de Investigación Científica dentro de un Área Silvestre Protegida. Con fecha 5 de octubre 2021, se envía la documentación anteriormente señalada. Esta documentación fue revisada, aprobada y notificada por FIPA el día 14 de diciembre 2021 (certificado N°004-2021).

Complementariamente, el día 10 de septiembre 2021 se realiza la solicitud del permiso de Pesca de Investigación que autorice vía resolución de la SUBPESCA la captura de especies hidrobiológicas o parte de ellas con fines de investigación. Para esto se requiere presentar un documento de términos técnicos de referencia, una Carta Conductora, Formulario Solicitud de Pesca de Investigación y los antecedentes legales según corresponda. Los datos e información entregados en el documento describen la solicitud para la obtención de muestras de animales muertos (piel, pelo, bigote, grasa, musculatura y dientes) con el objetivo de determinar la abundancia, distribución dieta del lobo fino de Juan Fernández en el litoral del archipiélago.

Con fecha 1 de diciembre 2021, se notificó al director ejecutivo la Costa Humboldt Luciano Hiriart-Bertrand la autorización de la solicitud de Pesca de Investigación con N° de ingreso E-PINV-2021-672 firmada por la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura (S) Sra. Mónica Orellana Valdés.

Compras de equipamiento, materiales y coordinación equipo de trabajo en terreno.

Este apartado se ocupa de exponer los elementos básicos de la organización del Proyecto FIPA N°2021-19 respecto a toda actividad de costos en línea con los objetivos expresados en la Carta Gantt presentada en la Oferta Técnica. Esto se llevó a cabo los meses 1 y 2 desde la adjudicación del proyecto hasta el viaje al archipiélago de Juan Fernández.

Se analizaron los costos de operación como disponibilidad de herramientas en el mercado, evaluación de costos y factibilidad de uso. De acuerdo con esto se formuló la siguiente Tabla de Costos de Operación.

Insumos de oficina	Insumos de uso general de oficina
Insumos y equipos computacionales	Insumos de almacenamiento de información
Pasajes	Gastos de pasajes y traslado del grupo de trabajo
Alojamiento y alimentación	Del equipo profesional asociado a terrenos, talleres y reuniones
Combustible	De traslado en terreno y para embarcaciones
Arriendo de embarcación	Para instalación de equipos y actividades de muestreo
EPP COVID	Equipo de protección personal frente a COVID para la realización de talleres y reuniones
Fungible	Insumos de laboratorio y terreno
Equipos de muestreo	Equipos necesarios para el muestreo en terreno
Prospección satelital	Costos de imágenes satelitales
Seguros	Seguros de vida en terreno
Imprevistos menores	Gastos menores no contemplados

Las mayores limitaciones encontradas en esta etapa fueron la escasez de herramientas, lentitud en la gestión de las cotizaciones y restricciones en periodo de pandemia. Sin embargo, la coordinación logró realizar compras a nivel nacional e internacional alcanzando en tiempo récord gestionar y adquirir todas las herramientas necesarias para la ejecución del proyecto. Gracias a esto, una buena ejecución de nuestros objetivos planteados.

Ingreso al archipiélago (Programa retorno seguro, COVID y cuarentenas)

El ingreso de la totalidad del grupo de trabajo al archipiélago de Juan Fernández se realiza en tres etapas debido a la capacidad y cupos disponibles de vuelo para personas no residentes del archipiélago.

Gracias a la gestión de la alcaldía municipal de Juan Fernández, el día 14 de octubre 2021 se contacta a la Dra. Pamela Olivares encargada de coordinar el Plan Retorno Seguro establecido por la Secretaría Regional Ministerial de Valparaíso para la comuna de Juan Fernández

Como primera medida, todo el grupo de trabajo realizó una cuarentena preventiva de 7 días dentro de la V Región.

Grupo n°1, conformado por 3 investigadores entró a cuarentena preventiva en la ciudad de Viña del Mar el día 15 de noviembre 2021 hasta el día 21 noviembre a las 24:00. El vuelo programado fue el día 22 de noviembre sin embargo las condiciones climáticas no permitieron que el vuelo se efectuara sino hasta el día 24 de noviembre.

Grupo n°2, conformado por 1 investigador entró a cuarentena preventiva en Viña del Mar el día 18 de noviembre 2021 a las 00:00 hasta el día 25 de noviembre a las 24:00 con vuelo programado para el día 26 de noviembre.

Grupo n°3, conformado por 1 investigador entró a cuarentena preventiva en Viña del Mar el día 21 de noviembre a las 00:00 hasta el día 28 a las 24:00 con vuelo programado para el día 29 de noviembre.

Las restricciones implementadas para el normal cumplimiento de la segunda etapa de cuarentena preventiva en el archipiélago estaban sujetas a evaluación de signos vitales por parte del equipo de salud del Centro General de Salud Rural (CGR) en dependencias del aeródromo Robinson Crusoe. Posteriormente el mismo grupo de salud traslada los pasajeros vía marítima hasta bahía Cumberland y posteriormente vía terrestre al domicilio anteriormente registrado, en nuestro caso corresponde a la casa n°1 de CONAF. Esta segunda etapa de cuarentena preventiva fue de tres días y el alta médica fue otorgada posterior al resultado negativo a un examen PCR.

Coordinación General en la isla

Reuniones de trabajo iniciales CONAF

La administración del Parque Nacional Juan Fernández a cargo de la entidad de derecho privado CONAF, gestiona dentro de su Programa de Operativo Anual (POA), el censo del lobo fino de Juan Fernández *Arctocephalus philippii*. Es por eso por lo que nuestro primer objetivo como grupo de trabajo fue la establecer alianzas estratégicas con su administrador el Sr. Guillermo Araya.

El día 16 de agosto 2021 se establecen canales de comunicación para la ejecución de reuniones al menos una vez por semana con el Sr. Araya hasta nuestro arribo a la Isla Robinson Crusoe el día 24 octubre.

La presentación del proyecto FIPA N°2021-19, fue realizada vía correo electrónico con una gentil recepción por parte del Sr. Araya manifestando inmediatamente interés en ayudar y brindar apoyo logístico para la organización en conjunto de ítems como habitabilidad, traslado marítimo y/o terrestre a través de todo el Archipiélago de Juan Fernández, descripción de localidades a visitar, entrega de información de censos históricos, facilitación de herramientas y espacio de las bases y refugios que dispone CONAF para el desarrollo de investigación en terreno, además de la total y necesaria ayuda entregada de su equipo de guardaparques.

Importante es destacar que durante estas reuniones el Sr. Araya nos hace entrega de la información georreferenciada de los lugares identificados de ocupación del lobo fino de Juan Fernández, proporcionando además la información actualizada con respecto a la ubicación de nuevos sitios que han ampliado el rango de distribución de la especie de estudio en las tres grandes islas que conforman el Archipiélago de Juan Fernández.

El día 29 de noviembre 2021 se realiza la primera reunión con la administración de CONAF y se coordina un plan de terreno para abordar las tres Islas del archipiélago con un mínimo de dos reuniones por semana incluyendo recomendaciones y programación de los objetivos planteados para una optimización del tiempo. Se dimensiona la complejidad logística de los muestreos en la isla Alejandro Selkirk por lo que se vierte, inicialmente, todo el esfuerzo en la llegada a esa isla.

Sindicato de Pescadores Artesanales

Se contactaron los sindicatos de pescadores artesanales correspondientes a las islas Robinson Crusoe e Isla Alejandro Selkirk.

El día 8 de diciembre 2021, se realiza una reunión entre el grupo de trabajo y el presidente del Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales del Archipiélago de Juan Fernández (STIPA) Daniel González con el fin de exponer el proyecto y establecer lazos en el archipiélago particularmente para el fiel cumplimiento del objetivo 3 (Percepción de interacciones lobo fino-humano).

El Sr. González nos entrega su apreciación sobre la interacción del lobo fino de Juan Fernández con la pesquería artesanal desarrollada en el archipiélago, nos instruye en las localidades donde se ubican las loberas históricas y nos entrega datos actuales sobre lo nuevos sitios de colonización de esta especie. Por último, y entendiendo la

importancia de nuestros objetivos amablemente nos realiza una invitación a participar en la asamblea general de socios y socias del sindicato de pescadores correspondiente al mes de diciembre.

El día 10 de diciembre 2021, participamos de la reunión de concejo de los socios y socias adheridos al sindicato instancia en donde fue presentado el grupo de trabajo y expuestos los objetivos del proyecto (fotografía 1). Adicionalmente Valentina Vergara, socióloga del proyecto FIPA, solicita la participación voluntaria de cada uno de los asistentes para la ejecución del objetivo 3 del proyecto: "determinar la magnitud de la interacción entre el lobo fino de Juan Fernández y las pesquerías artesanales, así como la percepción de los pescadores en el área de estudio".

Fotografía 1. Reunión con el sindicato de Pescadores de Robinson Crusoe.

Alcalde y concejales de Juan Fernández

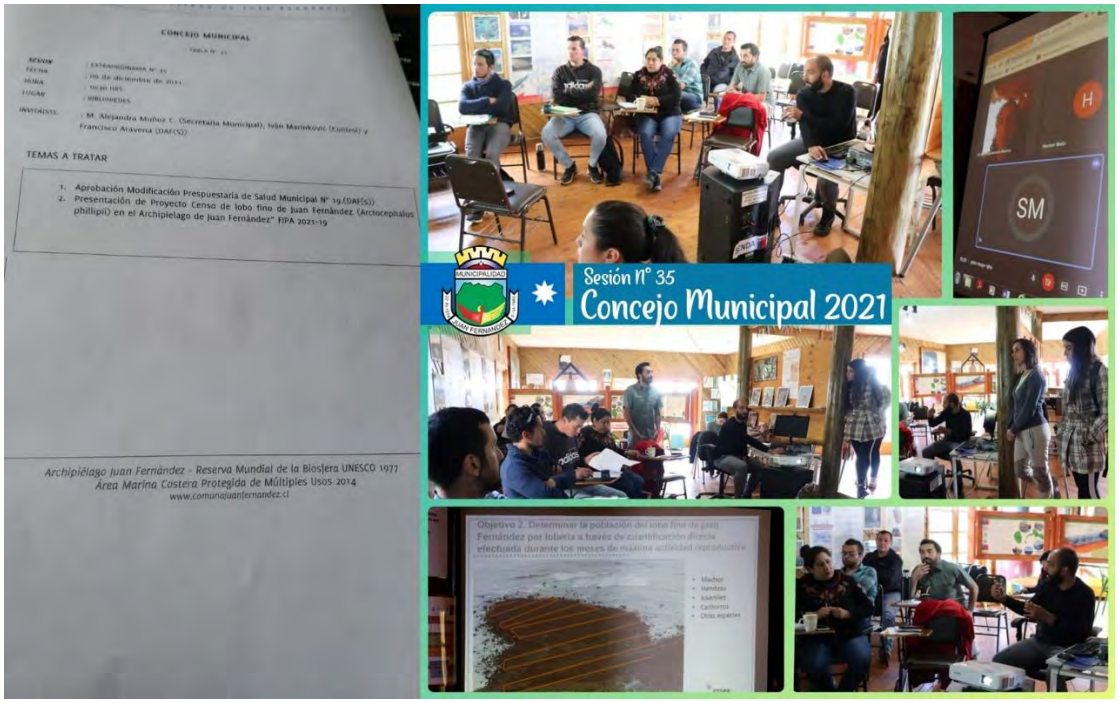
El día 26 agosto 2021, se establece el primer contacto vía correo electrónico con el alcalde de la comuna de Juan Fernández el Sr. Pablo Manríquez con el objetivo de presentar el proyecto, su importancia y la necesidad de formar alianzas que nos permitan el ingreso a la Isla Robinson Crusoe en tiempos de pandemia.

El día 7 de diciembre de 2021, se realizó una reunión con el Sr. Manríquez, utilizando esta instancia para presentar formalmente el proyecto y generar retroalimentación de gran ayuda para entender cómo mejorar el desarrollo de nuestros objetivos en el archipiélago (Fotografía 2).

Al igual que CONAF, la gestión de Sr. Manríquez fue fundamental en el traslado del grupo de trabajo desde el continente al archipiélago y el traslado hacia la Isla Alejandro Selkirk.

Fotografía 2. Reunión del equipo en terreno con el alcalde de Juan Fernández Don Pablo Manríquez.

El día 9 de diciembre 2021, participamos en la sesión extraordinaria N°35 del Concejo Municipal en dependencias del centro de interpretación y educación ambiental, instancia en donde se presentó el proyecto y el grupo de trabajo, los objetivos a desarrollar y la importancia de generar alianzas de cooperación al cuerpo de concejales del archipiélago. El jefe de proyecto contestó todas las preguntas de los honorables quienes mostraron su apoyo al proyecto mientas este procure hacer llegar la información a la isla. Esta reunión contó con la presencia de Alcalde de la comuna, Concejales Srta. Elizabeth Celedón de Rodt, Sr. Pedro Calderón Soto, Sr. Andrés Salas Burgos, Secretaria Municipal Sra. Alejandra Muñoz, Director de la Dirección de Control Sr. Iván Marinkovic y Director (S) de la Dirección de Administración y Finanzas Sr. Francisco Aravena y la participación a través de la plataforma Zoom dese la isla Alejandro Selkirk la concejal Srta. Jaritza Rivadeneira Muena. (Fotografía 3).



Fotografía 3. Sesión Extraordinaria N° 35 del Consejo Municipal. A la izquierda el documento del acta de la reunión y a la derecha un compilado de fotografías de la reunión.

Otras reuniones de trabajo

Una serie de reuniones con Organizaciones no Gubernamentales (ONGs) que operan de manera activa en el archipiélago se desarrollaron con el objetivo de formar alianzas de trabajo.

El día 8 de noviembre 2021 nos reunimos junto al equipo de trabajo de la ONG Oikonos en sus oficinas de la Isla Robinson Crusoe. Entidad cuya misión es estudiar y proteger ecosistemas amenazados involucrando a diversas comunidades a través de la ciencia y el arte (www.oikonos.org). El objetivo de esta reunión fue dar a conocer nuestro proyecto y establecer lazos de cooperación.

El día 18 de enero 2022 tuvimos la oportunidad de realizar una reunión de carácter formal con directora de la ONG Endémica la Sra. Carola Bustamante. Esta ONG busca generar una nueva relación entre las personas y su territorio (@ong_endemica). El objetivo nuestro fue presentar nuestro proyecto y generar alianzas que nos permitan abordar temas logísticos de trabajo en conjunto para una segunda etapa de investigación. Endémica se destaca por su importante red apoyo logístico interno en el archipiélago lo que los convierte en aliados importantes para objetivos futuros.

El día 28 de enero 2022, tuvimos la oportunidad de realizar una reunión con José Cabello, jefe de Operaciones para Latinoamérica de la ONG Island Conservation.

Entidad cuya misión es prevenir extinciones mediante la remoción de especies invasoras en islas (www.islandconservation.org). El objetivo fue presentar nuestro proyecto y generar alianzas que nos permitan abordar temas logísticos de trabajo en conjunto.

Apoyo Armada de Chile para ingreso a Selkirk

De acuerdo con nuestra planificación inicial, la ejecución de la toma de datos tenía como punto de partida la isla Alejandro Selkirk desde la segunda semana de diciembre 2021. La Armada de Chile en conjunto con la Municipalidad de Juan Fernández y CONAF programaron una reunión de Concejo a celebrar con la comunidad de la isla Alejandro Selkirk el día 14 de diciembre 2021 en el poblado de la Rada la Colonia. Gracias a esta, el día 10 de diciembre de 2021 fue presentado de manera formal el proyecto FIPA N°2021-19 al capitán de Puerto Teniente 1° LT René Rojas Contreras en la capitanía de puerto de la comuna de Juan Fernández, instancia en la cual se expone los objetivos del trabajo y la importancia de desarrollar nuestra investigación en cada una de las islas del archipiélago. Se expone además la complejidad implicada en el traslado de personas no residentes entre islas por lo que se solicita formalmente su colaboración para el traslado del equipo de trabajo, herramientas y equipaje personal a bordo de la barcaza LST Chacabuco. Nuestra petición fue amablemente recibida y transmitida al comandante Alfonso Torres quién autorizó nuestra incorporación a la navegación el día 13 de diciembre fecha en que la embarcación zarpa con rumbo hacia la Isla Alejandro Selkirk.

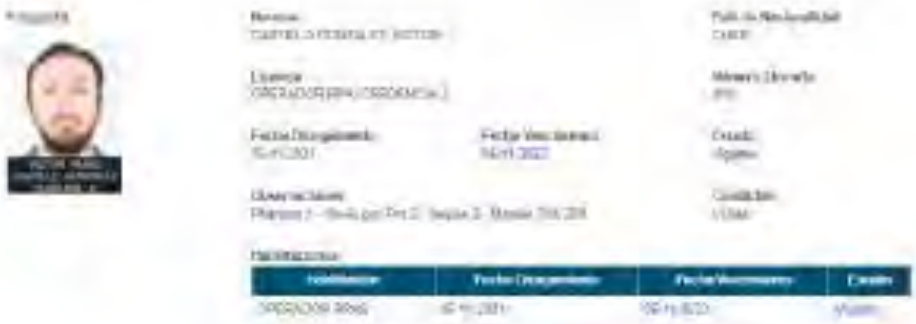
Cabe destacar lo indispensable que fueron las gestiones realizadas por el alcalde de la comuna Sr. Pablo Manríquez y el Administrador de CONAF el Sr. Guillermo Araya para que nuestro grupo de trabajo pudiese obtener un cupo a bordo.

Licencias de vuelo drones DGAC obtenidas durante Octubre 2021 para el proyecto FIPA 2021-19

LICENCIA DE OPERADOR RPAS

- RENATO BORRAS-CHÁVEZ

- VICTOR CASTILLO-GONZÁLEZ



Anexo N° 2. Actas.

ACTA N° 1. PRIMERA REUNIÓN

REUNIÓN GRUPO DE TRABAJO ONG COSTA HUMBOLDT.
FIPA-2021-19: "CENSO LOBO FINO DE JUAN FERNÁNDEZ ARCTOCEPHALUS PHILIPPII EN EL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ"

ASISTEN:
- Luciano Hiriart-Bertrand. Director Ejecutivo, Costa Humboldt
- Renato Borras-Chávez. Director de Proyecto
- Victor Castillo-González. Coordinador de Proyecto

Siendo las 10:00 h. del día 06 agosto del presente año se reúnen, de forma telemática (https://us02web.zoom.us/j/83329336807?pwd=VGxnc3pvS1h2SCtQWERzTUNva2VEdz09), las personas arribas citadas en sesión ordinaria del proyecto FIPA 2021-19, sin orden del día establecido:

1.- Presentación formal de la adjudicación del proyecto

Luciano Hiriart-Bertrand, director de la ONG Costa Humboldt comunica de manera formal la adjudicación del proyecto FIPA 2021-19 al grupo de trabajo y anuncia las directrices a abordar de acuerdo con experiencias anteriores en el desarrollo de este tipo de proyectos. Propone además, la inmediata iniciación de actividades planteadas en las Bases Técnicas.

2.- Modalidad de desarrollo de objetivos del proyecto

Lectura de objetivos planteados para el desarrollo del proyecto FIPA N°2021-19 y eventuales tiempos de trabajo de coordinación y logística antes de iniciar el terreno.

3.- Modalidad de desarrollo del Carta Gantt

Lectura de la Carta Gantt propuesta en las Bases Técnicas. Debido a los objetivos planteados y conforme a los tiempos disponibles antes de iniciar el terreno, se dividen las actividades en tres tópicos: Administración de recursos financieros, logística

de terreno y solicitud de información institucional. El seguimiento y cumplimiento de las actividades se harán de manera online y vía telefónica presentando avances semanales.

3.1.- Actividades de administración financiera

- Administración financiera. (Luciano H-B)
- Generar Rut para compras. (Luciano H-B)
- Protocolo Covid-19: Elaborar documento conforme a las directrices del Ministerio de Salud de Chile que abarquen la salida (Aérea o marítima) del continente y arribo a la Isla Robinson Crusoe. (Luciano H-B)

3.2.- Actividades de logística de terreno

- Cotización pasajes de integrantes del grupo de trabajo (Movilidad de traslado desde el lugar de residencia hacia el punto de reunión). (Victor C-G)
- Cotización pasajes (Aéreo o marítimo) desde y hacia la Isla Robinson Crusoe desde el continente. (Victor C-G)
- Cotización traslado de materiales, herramientas y víveres desde el continente a la Isla Robinson Crusoe. (Victor C-G)
- Capacitación en uso de herramientas de terreno. (Victor C-G)
- Arriendo o convenio de alojamiento en Isla Robinson Crusoe. (Victor C-G)
- Sistema y disponibilidad de conectividad. (Victor C-G)
- Lista de herramientas. (Victor C-G)
- Preparación de contenido para reunión. (Renato B-C y Victor C-G)

3.3.- Solicitud de información

- Solicitud de información CONAF.
- Cartas presentación a entidades y adjudicación de proyecto (español e inglés). (Renato B-C)

4.- Se establece una plataforma online vía correo electrónico lobofinojf@costahumboldt.org, para efectos de consultas, transmisión de información o lo que requiera.

5.- Se establece como primera medida respaldar la información bibliográfica y consultas

vía correo electrónico realizadas en preparación de la Propuesta Técnica.

6.- Fecha próxima reunión

Se establece una dinámica de al menos una reunión semanal para presentar adelantos, revisión y organización de nuevas actividades.

Se acuerda celebrar la segunda reunión vía telemática el jueves 12 de agosto a las 10:00 hora de Chile.

Sin más asuntos a tratar, se da por término la primera reunión de trabajo Proyecto FIPA N°2021-19 siendo las 11:15 h del día citado.

6 agosto, 2021

ACTA N° 2

ACTA N° 2 REUNIÓN INICIAL FIPA N° 2021-19

"Censo del lobo fino de Juan Fernández, Arctocephalus philippii en el archipiélago de Juan Fernández"
Fecha: 26-10-2021

Asistentes: Malú Zavando (MZ, FIPA-SUBPESCA), Jorge Guerra (Unidad de Biodiversidad y Gestión Ecosistémica-SUBPESCA), Renato Borras (RB, Jefe de Proyecto, Costa Humboldt), Víctor Castillo (VC, Coordinador General de Proyecto, Costa Humboldt), Valentina Vergara (Socióloga, Costa Humboldt).

Hora de inicio: 15:00

Hora de término: 16:40

Objetivo de la reunión: Reunión inicial FIPA 2021-19, presentar las directrices generales del proyecto y recibir e incorporar las sugerencias propuestas por SUBPESCA.

Redacta: Valentina Vergara

Revisa: Renato Borrás

Desarrollo

Se presentaron las directrices generales del proyecto *Censo de Lobo Fino del Archipiélago de Juan Fernández, Arctocephalus Philippi*, *en el Archipiélago de Juan Fernández*. Se discutió sobre las potenciales modificaciones teniendo como referencia las bases técnicas y el contrato firmado, planteando inquietudes y propuestas para el logro de los objetivos. A continuación, se describe la presentación hecha y las intervenciones realizadas por las partes.

- *Marco teórico*

La categoría de conservación del Lobo Fino de Juan Fernández (LFJF), según UICN es de baja preocupación. No obstante, está clasificado en el Apéndice II de CITES dado que, cambios sutiles podrían poner en riesgo a la especie.
Estimar la abundancia de las poblaciones es necesario para estudiar la dinámica de poblaciones y así proponer medidas de conservación. Modelar la dinámica de una población sólo es posible con datos de largo plazo. Afortunadamente, existen datos históricos de CONAF y de investigadores.

- *Objetivos General*

Determinar la abundancia y distribución del LFJF con el objetivo de proponer medidas de manejo que concilien su conservación y la disminución de las interacciones con la pesca artesanal. Cabe aclarar que este objetivo se plantea en las bases, pero se pone duda la posibilidad de proponer medidas de manejo con la información generada (RB). Se reestructura el presente objetivo sin asumir *a priori* que la interacción existe: El objetivo es evaluar en

términos diagnósticos la interacción del LFJF con las pesquerías artesanales, de modo que las medidas de manejo quedes supeditadas a su existencia. Las dudas respecto al alcance de las propuestas de medida quedan esclarecidas en la reunión (medidas a sugerir en función a la información levantada (JG).

- *Objetivo Específico (OE) 1: identificar y caracterizar las loberías existentes en el Archipiélago de Juan Fernández.*

- Primero, se caracterizarán las loberas en terreno. Esta categorización es en base a Proyectos FIPA previos, para así tener metodologías comparables (a. Parideros: sobre 15 crías, b. de paso: menos de 15 crías, c. antropogénica).
- Se realizará un registro digital de la base de datos de CONAF y de los datos que se recolectarán en terreno. Para eso se han solicitado los datos a CONAF. Por el momento no los han enviado, pero sí han enviado la ubicación de las loberías. A grandes rasgos, la población es de aprox, 230.000 individuos y se distribuye en 2 grandes sectores.

- *OE 2: Determinar la población del LFJF a través de cuantificación directa efectuada durante los meses de máxima actividad reproductiva.*

Las bases estipulan que esto debe desarrollarse en etapa reproductiva (entre oct-nov), pero los tiempos en los que el contrato fue firmado dejan un tiempo muy acotado para realizar el muestreo. Por eso, se realizará en la última etapa de la temporada reproductiva. Afortunadamente, la fecha coincide con la fecha en que se han realizado censos anteriores (Osman et al 2017).

Los conteos suelen realizarse mediante un conteo manual en playa, pero, dado el tamaño de la población, va a ser necesario buscar otras alternativas. Se propone un conteo automatizado:
- Conteo con drones (RPA): el uso de RPA se valida con un conteo manual. Se espera, a partir de las fotografías reconocer machos, los machos subadultos, hembras, juveniles, cachorros y otras especies presentes.
Mediante un software de fotogrametría, como Pix4d el resultado de las imágenes de drones es una fotografía gigante de cada sector de playa (colonias). Ésta permite entregar análisis altimétrico de la playa que permitiría analizar otros aspectos de la distribución.
Para la automatización del conteo, se logró un convenio de colaboración con *depoomatic,* quiénes van a proveer de un algoritmo. Al algoritmo se le entrena mediante una sucesión de fotos, que permitan el reconocimiento fotográfico. O sea, el sistema machine learning reconocerá al LFJF en sus estadíos tras haberlo entrenado manualmente y de esa forma, los contabilizará.
- Conteo mediante prospección satelital. Esto se propone, particularmente para lugares de difícil acceso. Se contratará un profesional del Laboratorio de Geo-información y Percepción Remota de la PUCV. Y se espera que las imágenes satelitales permitan un conteo automatizado (con la capacidad de discernir entre los estadios de los LFJF) mediante el mismo mecanismo descrito anteriormente.

Todos los datos van a quedar disponibles.

- *OE 3: Determinar la magnitud del lobo fino de Juan Fernández y las pesquerías artesanales, así como la percepción de los pescadores en el área de estudio.*

Se propone una aproximación socio-ecológica:

Primero, para caracterizar las percepciones, se usarán dos instrumentos:
- cualitativo: entrevistas semiestructuradas
- cuantitativo: mediante el ballot box method, que permite la evaluación de comportamiento sensible al garantizar el anonimato. Se aplicará un cuestionario con preguntas sensibles, como si se atenta contra la especie.

La recolección de datos se hará entre los subgrupos de interés: pescadores artesanales, pescadores recreacionales, guardaparques, operadores turísticos, representantes de organizaciones de la sociedad civil, representantes gubernamentales residentes en el territorio, público general.

Segundo, se va a explorar la dieta actual del LFJF. Cabe aclarar que esta parte del proyecto no está contemplada en las bases.
Si bien, la bibliografía señala que el LFJF se alimenta de mictófidos, estudiando la dieta del LFJF se espera conocer si se alimenta de especies que tienen un valor de mercado (capturadas por la pesca artesanal) para luego contrastarlo con las percepciones de los pescadores.
Para ello se espera obtener muestras de ejemplares muertos como por ejemplo:
- a partir de los dientes se puede evaluar la edad de la población y de qué se han alimentado.
- a partir de los tejidos se pueden hacer análisis de grasas (isótopos estables).

Esto se desarrollará gracias a un convenio de colaboración realizado con el doctor José Miguel Fariña de la Universidad Católica y CAPES.

- *OE 4: Evaluar la situación poblacional del lobo fino de Juan Fernández y su proyección en el tiempo e identificar brechas de conocimiento para el manejo y conservación de especies, así como un plan de trabajo y monitoreo futuro.*

Se va a construir una plataforma interactiva y open-source. Ahí quedarán registrados los datos (los datos históricos y los que se van a recolectar en este proyecto) en un mapa interactivo (georreferenciados) y podrán ser observados ajustando rangos de tiempo, ver los datos acumulativos, etc.
Para los datos históricos, el proyecto contempla la estandarización de los datos de CONAF. Esta plataforma permitirá que CONAF, con un código relativamente simple, sólo tenga que ingresar datos para que se vaya actualizando.

- *Requerimientos previos*

- capacitación y certificación ante DGAC como operadores de RPA y curso de fotogrametría
- permisos: ya se hizo la solicitud de pesca de investigación a SUBPESCA y de trabajo en terreno a CONAF. Queda la duda si SERNAPESCA debe extender un permiso. La institución ha señalado que basta con los permisos de las otras dos instituciones y que SERNAPESCA sólo debe ser notificado.
- memorándum de entendimiento: CAPES y Deepomatic (en ejecución).

- *Equipo de trabajo*

Luciano Hiriart-Bertrand, director ejecutivo Costa Humboldt
Víctor Castillo-González, Coordinador general FIPA 2021-19

Renato Borras-Chávez, Jefe de proyecto
Michael Goebel, Investigador asesor
Carla Rivera, alumna de doctorado. Dinámica de poblaciones
Valentina Vergara, profesional cs. Sociales
José Lastra, Geógrafo (a cargo de prospección satelital)
Asesores científicos adicionales:
José Miguel Fariña, Investigador CAPES (isótopos estables)
Rodrigo Estévez, socio-ecólogo costero (percepción)

- *Cronograma*

2021 octubre-noviembre: Coordinación general (permisos, compras, capacitaciones)
diciembre 21'-enero 22': Terrenos: Censo, encuestas
2022 febrero-julio: compilar registro histórico, prospección satelital (marzo: informe avance)
agosto septiembre: capacitaciones (agosto: pre-informe final)
octubre-noviembre: cierre del proyecto

- *Modificaciones, discusión y acuerdos*

- Propuesta de manejo local: En el contrato se pide una propuesta de manejo local de la especie a partir de la información generada. No se entiende el alcance o la aproximación necesaria de una propuesta de manejo con la información resultante y se enfatiza que se dará prioridad a la estandarización de un apropiado monitoreo a largo plazo (RB). Se discute con la contraparte técnica una aproximación jerárquica para la implementación de propuestas de manejo a partir de los datos recopilados: desde los censos y las entrevistas generar un diagnóstico de interacciones y tomar en cuenta propuestas de los pescadores en el caso que las interacciones sean importantes para luego evaluar su viabilidad técnico-jurídica y su posterior implementación (JG).

- Publicaciones: La contraparte aclara que los hallazgos se pueden publicar, siempre y cuando se haga referencia al financiamiento, nombre del proyecto y código (JG) y que las publicaciones sean enviadas a las revistas una vez que SUBPESCA ya haya comunicado los datos (MZ)

- Método conteo: Se aclara las diferencias técnicas de los términos censo y estimación poblacional (JG).

- Construcción y entrenamiento del algoritmo de identificación y automatización del conteo: el algoritmo no va a quedar disponible ya que se determinó que la mejor forma de abordar esta parte del proyecto en función al tiempo que se tiene para la ejecución del proyecto es a partir del uso de algoritmos ya desarrollados (acuerdo de colaboración con Deepomatic). Sin embargo, se espera entregar una plataforma interactiva con los datos actuales e histórico que contiene un código sobre el cual CONAF podrá seguir incorporando los datos (RB) No hay inconveniente con esa modificación, ya que, lo que se busca es que el proyecto ofrezca una propuesta para mejorar censos, determinar loberas claves, entrenar al personal en estimaciones poblacionales y manejo de los datos, dejando una capacidad instalada (JG). Todas las partes están de acuerdo con este punto.

- Automatización: Sobre la automatización, la contraparte recomienda tener en cuenta el trabajo

de Doris Oliva, que contrastó el conteo manual con el conteo por prospección aérea, lo que permitió advertir el subregistro del número de individuos. Como este ejemplo se espera que se revise más literatura sobre metodologías que permitan el cálculo de la sub-o-sobre estimación de individuos (ejemplo, correcciones en la hora del día de los muestreos, comparación de metodologías utilizadas por otros registros de censo, etc.) (JG).
Se plantea la duda sobre cómo el conteo automatizado va a tener la sensibilidad de diferenciar entre machos sub-adultos y hembras (JG), ambos muy similares físicamente. Es posible, dependiendo de la capacidad en terreno de diferenciarlos, las condiciones geográficas y el tamaño de la población (VC). Lo más probable es que sólo se logre parcialmente la diferenciación entre hembras y juveniles. Que los machos sub-adultos sean categorizados como juveniles es algo super aceptado en la bibliografía (RB).
En cuanto a la prospección satelital, es muy probable que ofrezca un total de animales que a lo más diferencie entre machos, hembras/machos subadultos y cachorros (RB) pero no se espera de él una diferenciación más específica. Lo que se se pretende es desarrollar una herramienta que permita el conteo general en lugares remotos y con compleja accesibilidad y que el proyecto se compromete solo a evaluar esta posibilidad y no así a ofrecer esta metodología como alternativa al censo cuantificando, de ser posible, la incertidumbre asociada a la metodología.
Tal vez se puede proyectar la dinámica poblacional a partir de un proxi (JG). Asumiendo que el conteo de 2007 está bien, se puede hacer modelaje a partir de la tendencia para así lograr diferenciación entre macho subadulto y hembra (RB). Esto se refiere a poder realizar proyecciones a partir de los datos ya obtenidos previamente (modelamiento posdictivo) y los actuales. La plataforma interactiva dinámica permitirá proyectar diversas alternativas predictivas de la población tomando en cuenta la incertidumbre de los muestreos y la diferenciación de machos y hembras.
Va a ser necesario conocer cómo CONAF clasificó anteriormente los ejemplares de las colonias y, tal vez, tomar la decisión de monitorear con menos detalle (por ejemplo, distinguiendo juvenil de no juvenil, únicamente) (RB).
Sobre la automatización se aclara que es un proceso de entrenamiento, validación e implementación. Tanto los observadores como el dron permitirán la obtención de fotografías. A partir de esas fotos se entrena el algoritmo, para eso, se corre un set de fotografías donde se sabe con claridad cuántos lobos y de que sexo/rango etario son. Una vez entrenado el algoritmo, se corre el resto de las fotos (RB).

- Monitoreo: Se espera que de aquí emerja una propuesta para mejorar la forma mediante la cual CONAF hace el monitoreo (JG).
Sobre la base de experiencias anteriores con especies similares como el lobo marino común, una contribución importante ha sido reconocer un patrón histórico de dinámica de abundancia parejo entre lobera y lobera, donde un número x de loberas sobre un total x suele explicar el 80% de la población. Éstas “loberas clave” permiten, a partir del conteo de tales loberas, estimar la población total. Se incluye la sugerencia dentro de las loberas a establecer.

- Expectativas del estudio de percepciones: el manejo de la población vía remoción de ejemplares no es una opción (JG). Por el contrario, se busca garantizar la conservación de la especie, más aún, teniendo en cuenta la importancia de estos depredadores para aumentar la productividad de recursos pesqueros. Con eso en cuenta, se espera tratar de entender las motivaciones y percepciones de los pescadores en torno al LFJF ¿cuál es el nivel de conflictividad y de apreciación respecto a la interacción? (JG)
Con esa información se debiese generar una propuesta sobre: a. cómo transmitir a los usuarios

esta información y b. medidas de mitigación de captura incidental y de interacción (por ejemplo, cambiar el diseño de las artes de pesca, diversificar los recursos pesqueros, etc) (JG).

- Cambio de profesionales: las bases permiten el cambio de profesionales siempre y cuando sea un profesional equivalente. Para notificar se debe enviar una carta dirigida al director ejecutivo de FIPA, adjuntando el CV y título (MZ).
- Estudio de la dieta: Si bien, los estimadores de dieta no son uno de los objetivos específicos del FIPA, se ha trabajado para lograr colaboración de investigadores y financiamientos adicionales. La única preocupación es que las muestras no estén listas en el período de duración del proyecto (RB). Esta dimensión es importante ya que permite hacer un contraste con la percepción que, se supone, van a tener los pescadores (JG), sin embargo, se establece que no es responsabilidad del presente proyecto que este punto deba ser cubierto ya que no es parte de las bases de la licitación.

- Seguridad: Es importante resguardar la seguridad del equipo (JG). Para ello, el equipo contempla
dos personas entrenadas en 1ros auxilio, una de ellas además entrenada en montañismo. Además, se espera disponer del teléfono satelital de CONAF cuando sea necesario, además de contar con seguros de accidentes y de vida para todo el equipo (RB).

- Informes: La contraparte aclara que los informes van a ser evaluados por un evaluador externo y que se debe respetar la fecha de los informes explicitados en el contrato. De existir la necesidad de cambio estos deben solicitarte con el tiempo previo establecidos en el contrato. Además, cualquier alteración de la carta gantt debe ser formalizado y solicitado al FIPA (MZ)

- Colaboración entre las partes: Sobre la solicitud de pesca de investigación, se recomienda revisar si es que existe una distancia entre lo que se va a pedir y lo que se solicitó, para realizar correcciones. Se ofrece una reunión para trabajar en ello. También, se ofrece acompañamiento en la coordinación interinstitucional (por ejemplo, para la solicitud de información) (JG).

ACTA N° 3. REUNIÓN CONSTRUCCIÓN DE ENCUESTA FIPA N° 2021-19

Asistentes: Rodrigo Estévez (RE), Luciano Hiriart-Bertrand (LHB), Renato Borras (RB) y Valentina Vergara (VV)
Fecha: 03 de noviembre de 2021
Hora de inicio: 09:00

Objetivo: Reunión inicial para definir las dimensiones que debiese abordar la encuesta y acordar una dinámica de trabajo entre Rodrigo y Valentina.

Se hizo una breve presentación del proyecto y el objetivo al que se espera responder: *Determinar la magnitud de la interacción entre el lobo fino y las pesquerías artesanales mediante estudios de dieta, así como de percepción de los pescadores artesanales.* Para esto último, se utilizarán metodologías cualitativas y cuantitativas. Los subgrupos de interés definidos son: pescadores artesanales, pescadores recreacionales, operadores turísticos, representantes gubernamentales residentes en el territorio, guardaparques, representantes de organizaciones de la sociedad civil y público general.

Teniendo en cuenta que es probable hacer preguntas sobre comportamiento sensible, se propuso usar el Ballot Box Method. Al respecto, RB aclara que no podemos preguntar directamente sobre comportamiento sensible ya que eso puede generar conflicto con los pescadores que incluso puede tener implicancias legales.

RE hace la aclaración que la encuesta, como herramienta, puede evaluar las percepciones, sin embargo, no es el mejor instrumento para evaluar los impactos más específicos de la interacción. Comparte la experiencia de los Talleres de Expertos realizados para estimar la interacción de la pesca con delfines, donde los expertos -los pescadores- hicieron estimaciones individuales y grupales, obteniendo estimaciones con mayor certeza.

RE señala que se debe definir a qué nos referimos con interacción (avistamiento, interferencia en la pesca, captura) y describió la encuesta elaborada para estudiar la interacción de la pesca con el delfín chileno: la actividad pesquera (por ejemplo, artes de pesca, zonas de pescan), conocimiento del delfín (presentando imágenes de distintos delfines y ver si logran identificar), acompañado por un mapa para identificar dónde se está capturando el delfín. A partir de eso y otros aportes, se definen las variables que debiese contener la encuesta: Características de la actividad pesquera, Conocimiento de la especie, Interacción (avistamiento, interferencia como “ataque” a la pesca, destrucción de artes de pesca, etc.) y Valoración (o apreciación) de la especie.

Acuerdos:

- A partir de las variables definidas, VV se compromete a elaborar una tabla que contenga las Variables, Dimensiones e Indicadores, que luego se traducirán en las preguntas a plantear en la encuesta.
- VV y RE sostendrán reuniones frecuentemente para acompañar y revisar la construcción del instrumento y luego, una vez validado, para realizar ajustes y mejor

ACTA N° 4. REUNIÓN STIPA FIPA N° 2021-19

Fecha: 3 de diciembre de 2021
Participantes: Daniel González (Presidente STIPA, DG), Víctor Castillo-González (FIPA N°2021-19, VC), Renato Borrás (FIPA N°2021-19, RB), Valentina Vergara (FIPA N°2021-19, VV)
Hora de inicio: 11:00
Redacta: Valentina Vergara

Objetivo de la reunión: Presentar el proyecto FIPA N°2021-19, Censo del Lobo Fino ante el Sindicato de Trabajadores independientes Pescadores Artesanales del Archipiélago de Juan Fernández (STIPA)

Desarrollo:
Se presentó el proyecto y sus etapas:

- El censo del Lobo fino, que está orientado a conocer el número de lobos y los sitios donde habitan. Además, se presentaron las metodologías usadas (conteo manual y fotografía aérea y satelital)
- El estudio de la interacción del lobo con la pesca artesanal, mediante:
    - el estudio de la dieta del Lobo (mediante estudio de grasas y fecas)
    - el estudio de las percepciones que tienen las y los habitantes de Juan Fernández en torno al Lobo fino.
- El proyecto debe finalizar en 2022, ocasión en la que se hará una presentación de resultados en la isla.

Por su parte, DG manifestó su disposición a colaborar con el proyecto, pero con solicitando el compromiso por parte del equipo, de hacer una devolución de la información recabada al sindicato y de ser cauteloso con la difusión del trabajo. Estos compromisos se solicitan ya que, por un lado, la información recogida puede servir para nutrir iniciativas levantadas por el sindicato, o bien, porque la información difundida podría tener algún impacto sobre la exportación de productos pesqueros.

Acuerdos:

- RB expresa el compromiso de entregar los resultados de la investigación al sindicato.
- DG manifiesta su disposición y la del sindicato a cooperar ya sea, para coordinar la recolección de muestras, lanchas para salir a muestrear, entre otras.
- Se hará una presentación del proyecto en la reunión del sindicato que se realizará el martes 07/12. VV solicitará contactos de los pescadores para aplicar la encuesta.

Anexo N° 3. Datos Georreferenciales de localidades de puntos de referencia con potenciales loberas (CONAF).

Loberías en Isla Robinson Crusoe (Mas a Tierra)				
Nombre	Sector	Coordenadas UTM		
		Zona	Norte	Este
a) El Pangal.	1	17H	6275641	702751
b) El Cementerio.	1	17H	6276433	701372
c) Punta San Carlos.	1	17H	6276734	701328
d) El Viudo.	1	17H	6279317	697577
e) Punta de Riñones.	1	17H	6278528	695789
f) Juanango.	1	17H	6278226	695990
g) Boca de Sapo.	1	17H	6277272	696547
h) Tres Puntas Norte.	1	17H	6275683	695925
i) Tres Puntas Sur.	1	17H	6274582	696632
j) Varadero.	1	17H	6274881	696934
k) Gualpon.	1	17H	6275038	697235
l) Bahía Villagra.	1	17H	6275118	697937
m) Los Ramplones.	1	17H	6273139	698324
n) Cruz del Sur.	1	17H	6273137	700348

Loberías en Isla Robinson Crusoe (Mas a Tierra)				
Nombre	Sector	Coordenadas UTM		
		Zona	Norte	Este
a) Zapatilla.	2	17H	6275103	693796
b) Piedra Horacio.	2	17H	6274318	692666
c) El pito.	2	17H	6273584	691619
d) Bahía el Padre.	2	17H	6272112	691238
e) El Espolon.	2	17H	6271710	690175
f) Las 400.	2	17H	6271610	690578
g) Bahía O'Higgins.	2	17H	6271265	690921
h) Carvajal.	2	17H	6271408	691102
i) El Arenal.	2	17H	6272266	691686
j) El Guano.	2	17H	6272301	692377
k) Punta Truenos.	2	17H	6272529	692494
l) Tierras Blancas.	2	17H	6273448	692671
m) La Barraca.	2	17H	6273946	693487
n) Chupones.	2	17H	6273241	6273241
o) Tierras Amarillas.	2	17H	6273996	694507
p) Punta Larga.	2	17H	6273363	695465

Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández – Loberías – 2021 1

Figura 1: *Ubicación geográfica de las lobertas en Isla Robinson Crusoe (IRC).*

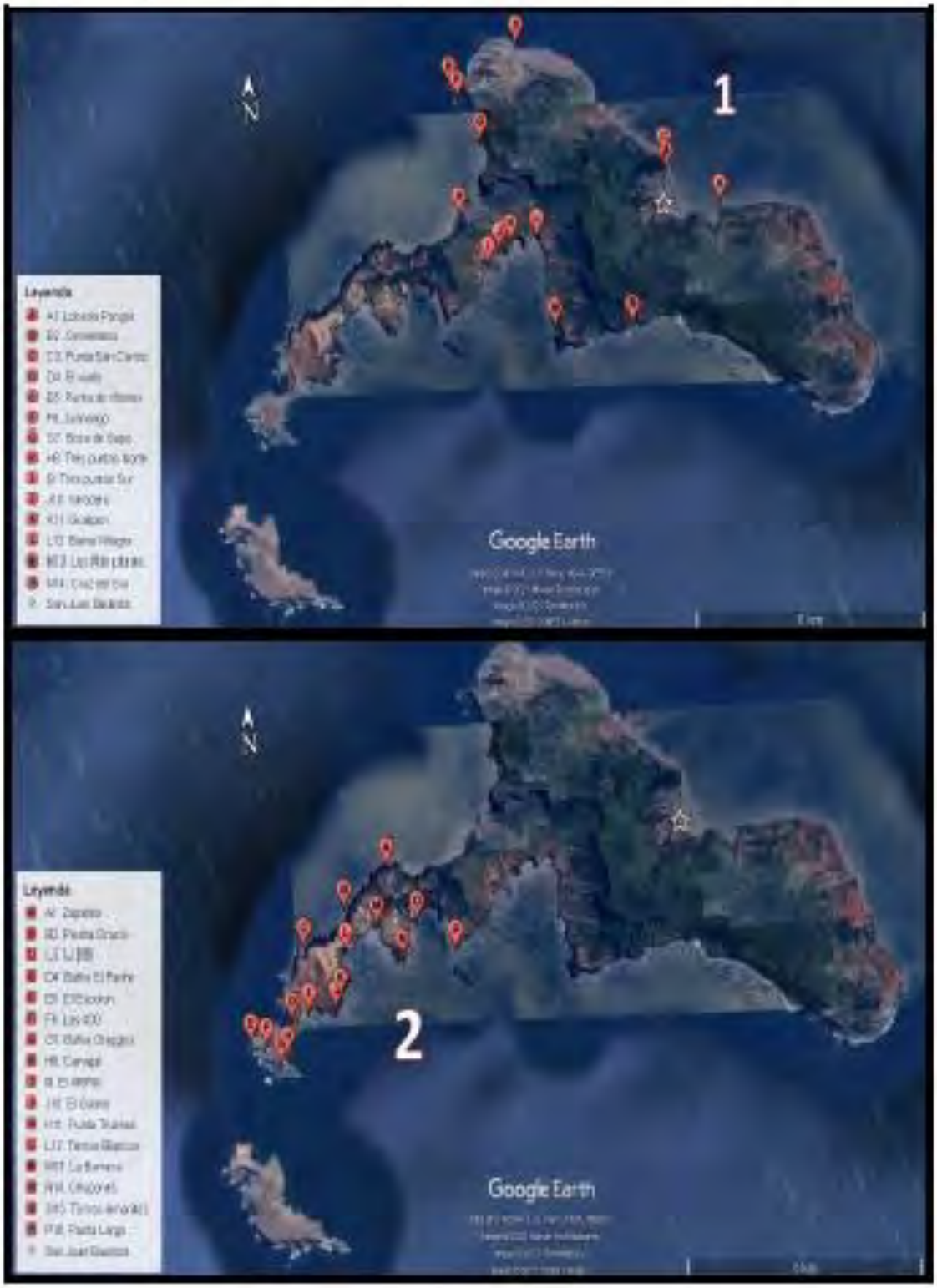
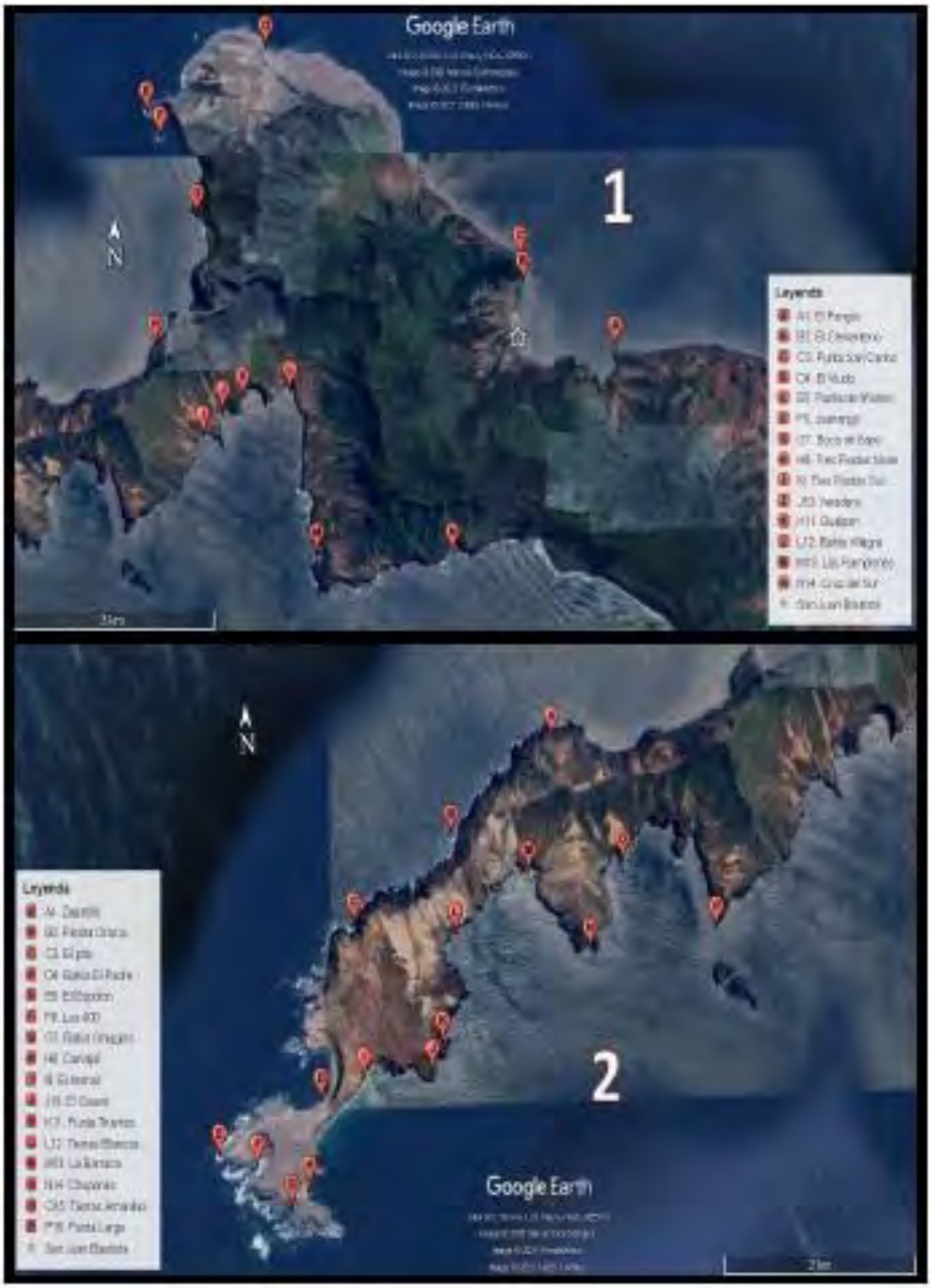


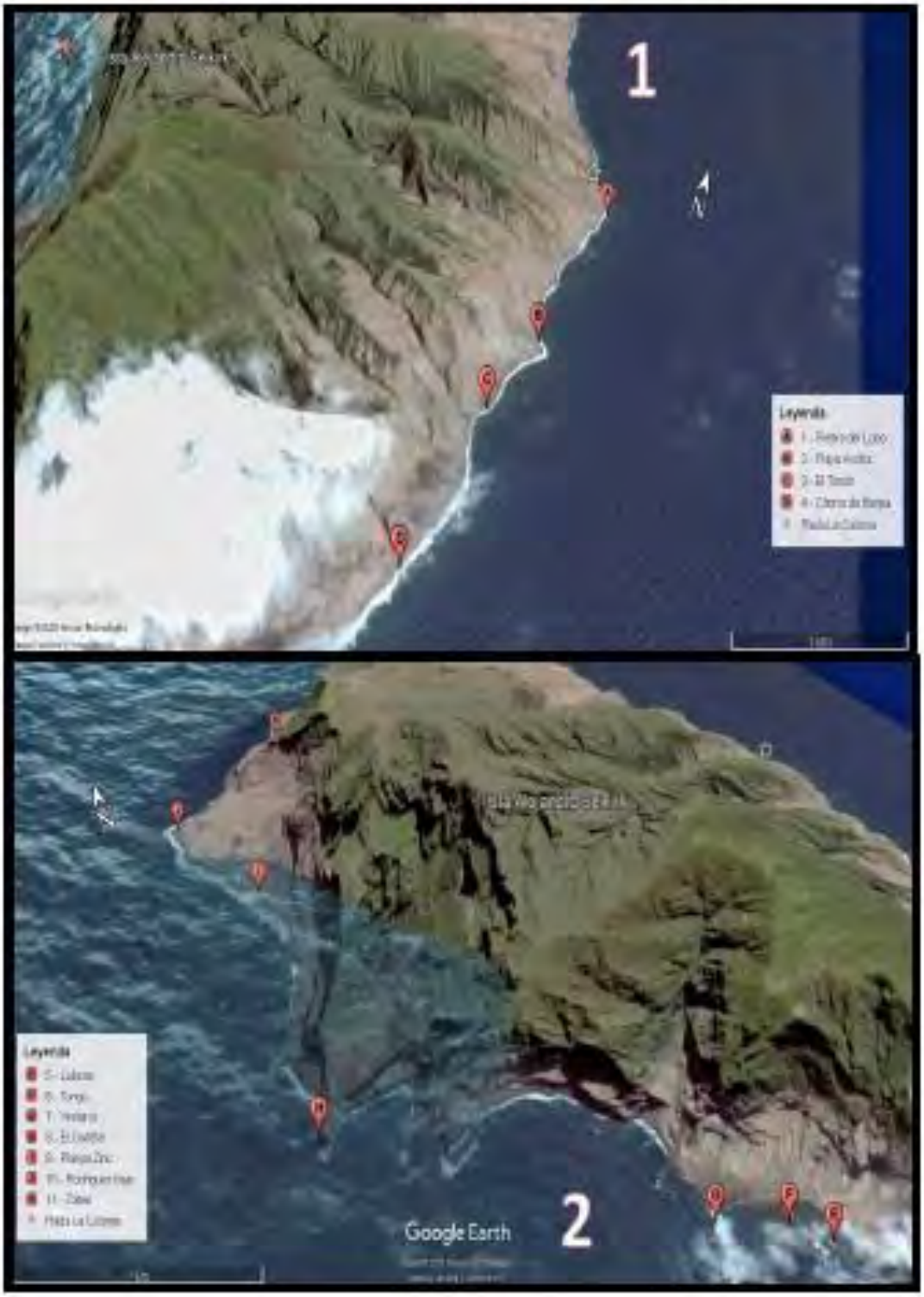
Figura 2: *Mapa sectorizado de las loberías en isla Robinson Crusoe (IRC).*



Loberías en Isla Alejandro Selkirk (Mas Afuera)				
Nombre	Sector	Coordenadas UTM		
		Zona	Norte	Este
a) Piedra del Lobo.	1	17H	6263666	522739
b) Playa Ancha.	1	17H	6261940	522616
c) El Timon.	1	17H	6261209	522468
d) Chorro de Floripa.	1	17H	6259946	522395
e) Loberia.	2	17H	6258780	518905
f) Tongo.	2	17H	6259001	518707
g) Ventana.	2	17H	6259179	518222
h) El Guaton.	2	17H	6261838	516467
i) Playa Zinc.	2	17H	6263824	515830
j) Rodriguez bajo.	2	17H	6265266	515127
k) Toltén.	2	17H	6266864	516584

Figura 3: *Ubicación geográfica de las loberías en Isla Alejandro Selkirk (IAS).*

Figura 4: Mapa sectorizado de las loberías en Isla Alejandro Selkirk (IAS).



Loberías en Isla Santa Clara				
Nombre	Sector	Coordenadas UTM		
		Zona	Norte	Este
a) Los Negros.	-	17H	6267549	692423
b) Cerro Alto.	-	17H	6268081	691748
c) El Corcel.	-	17H	6268296	691138
d) Morro Spartan.	-	17H	6268556	690871
e) Bahía los Alelices.	-	17H	6268704	690884
f) Bahía el Weste.	-	17H	6269387	690183
g) Mancha Blanca.	-	17H	6269595	689629
h) Bahía La Matriz	-	17H	6268988	689963

***Figura** 5: Ubicación geográfica de las loberías en Isla Santa Clara (ISC).*

Anexo 4. Resultados sobre la evaluación de la perturbación animal y limitaciones al utilizar diferentes modelos de UAV.

En este anexo se muestran los resultados del primer estudio del impacto sobre el lobo fino de Juan Fernández del uso de drones Se evaluó la respuesta conductual de la especie a diferentes alturas de vuelo y modelos de drones sobre las colonias (sección 8.3.1.4). Tres modelos diferentes de drones fueron utilizados: Mavic 2 pro (M); DJI Phantom 4 (P4) y DJI Phantom 4 pro V2.0 (P4V2). Las reacciones conductuales se clasificaron en tres categorías modificadas de Pomeroy et al, (2015) y Palomino-González et al, 2021. Estas fueron: a) Sin respuesta, b) Vigilante y c) Locomoción (Figura 1). Una cuarta categoría "Estampida" no fue incluida en la evaluación estadística ya que, debido al gran impacto sobre los cachorros que esta reación puede tener, solo se indujo en loberas **no** reproductivas quedando el modelo final desbalanceado si se incluía.

Figura 1. Muestra los tres tipos de reacción de comportamiento de los animales

Cada uno de los vuelos (desde el despegue al aterrizaje) se realizó de forma manual fuera del rango de perturbación de los grupos de animales y con buenas condiciones ambientales (sin viento). Los perfiles de vuelos del experimento variaron desde los 50 m con descensos cada 5 m hasta obtener algún tipo de reacción, momento en que finalizaba la prueba. Paralelamente, un observador registró las conductas usando binoculares y se grabó video de cada prueba realizadas que da cuenta del comportamiento del grupo de animales.

Inicialmente, se ajustó un modelo general lineal binomial con dos opciones: sin respuesta y con respuesta a las altitudes y diferentes modelos de dron que serían utilizados calculando la probabilidad de que los animales presentaran alguna de las respuestas para cada modelo de dron. Tanto el modelo de dron como la altitud presentaron influencia significativa en

gatillar respuesta reactiva de los animales (modelo del dron: p value= 0,003, altitud; p.value= < 0,001, Figura 2). Como vemos en el gráfico 1, la probabilidad de respuesta en presencia de cualquier modelo de dron aumenta a medida que la altitud disminuye sobre los grupos de animales y tanto la altitud como el modelo de dron explican de manera importante la reactividad de los animales (R^2: 0,603). Se encontró una alta probabilidad de respuesta a los modelos a: 5, 10 y 15 (Figura 2). Además, se observa que el modelo Phantom 4 es el que produce una mayor probabilidad de reacción a menor altura comparado a los otros dos modelos a una misma altura. (Post-hoc contrastes: M-P4: p value < 0,001; M-P4V2: p value= 0,17; P4-P4V2: p value < 0,001, Figura 2).

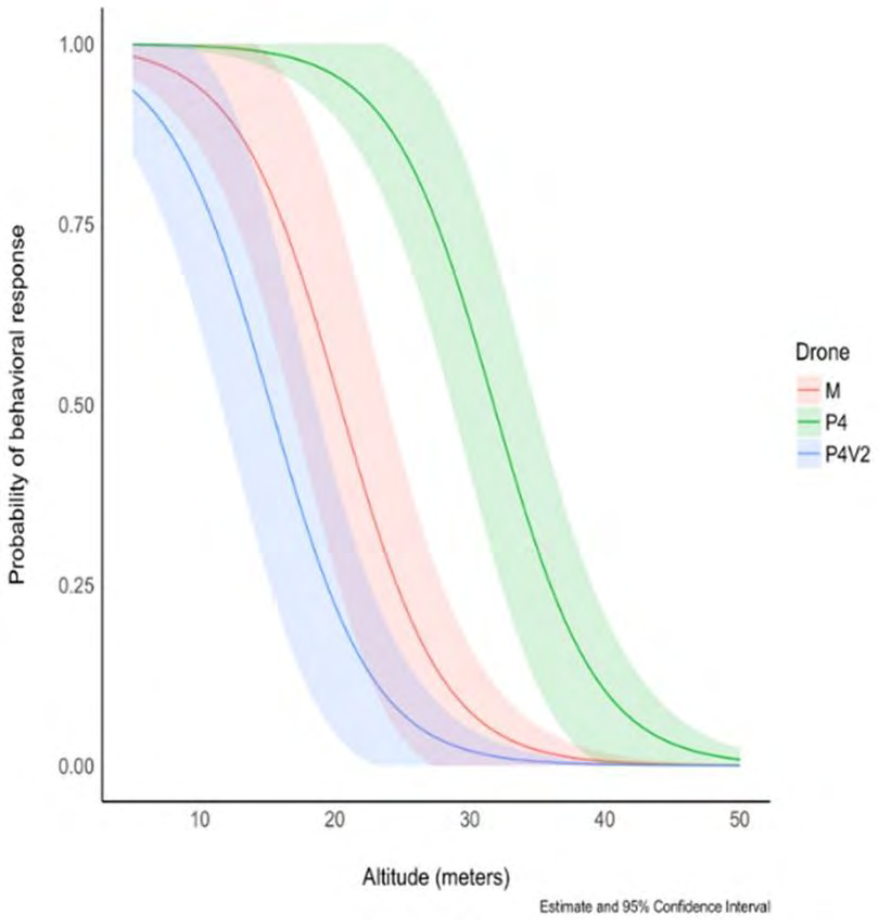


Figura 2. Muestra probabilidad de reacción conductual en presencia de los tres modelos

Posteriormente, se calculó la probabilidad de reacción para cada una de las respuestas posibles (Sin Respuesta, Vigilante y locomoción) pero ajustando un modelo de regresión logarítmica ordinal binomial con las variables fijas “modelo de dron”, “altitud” y la interacción entre las dos variables para evaluar la variable respuesta “probabilidad de respuesta

conductual" (Figura 3). Como era de esperar, debido a que diferentes modelos de dron mantienen diferentes niveles de sonido, la probabilidad de respuesta era explicada por la altura de vuelo y el dron utilizado (R^2: 0,687) y la altura a la que reaccionaban dependía del dron utilizado, siendo nuevamente el modelo Phantom 4 el que generaba mayor reactividad a menor altura (Post-hoc contrastes: M-P4: p value < 0,0; M-P4V2: p value= 0,2; P4-P4V2: p value < 0,001, Figura 3).

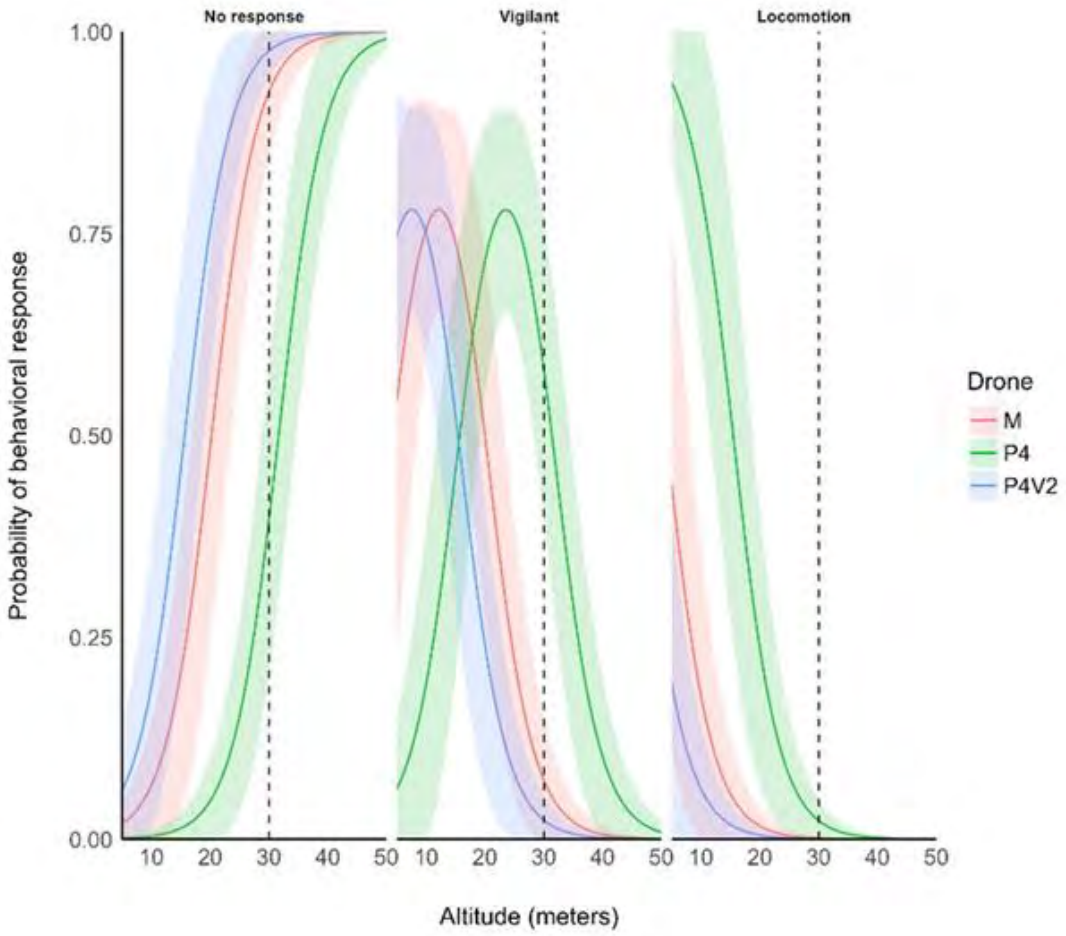


Figura 3. Probabilidad de reacción asociada al uso de cada dron a diferentes alturas de vuelo. La línea punteada marca los 30 metros de altura para cada tipo de reacción.

El grado de sensibilidad en la respuesta de los animales que implica el uso de esta herramienta en la vida silvestre es sumamente importante de evaluar, no solo entre temporadas, sino que también para la evaluación de otras variables no incluidas en este estudio preliminar y que requieren diseños experimentales más complejos.

Nuestros resultados sugieren que todos los vuelos sobre las agregaciones de lobos finos de Juan Fernández deben llevarse a cabo a una altitud mínima (entendiendo mínima como la más cercana a los individuos) que oscile entre 25 y 30 metros para inducir poca o ninguna reacción. Esta recomendación debe tenerse en cuenta únicamente cuando se utilicen modelos de drones similares al nuestro. Nuestras altitudes recomendadas son similares a aquellas en las que las focas grises (*Halichoerus grypus*) cuando solo reaccionan con movimiento de la cabeza (25-30 metros, Pomeroy et al, 2015). Sin embargo, las planificaciones de vuelo utilizadas en los vuelos automatizados de nuestro trabajo (objetivo 2) fueron mucho más conservadora, y están más cercanas a las altitudes recomendadas para las morsas (*Odobenus rosmarus*; 50 metros) y la foca de harbor (*Phoca vitulina*, 80 m, Palomino-González et al, 2021) utilizando modelos de drones similares (Figura 4).

Figura 4. Ejemplos de alturas reactivas de otras especies de pinnípedos comparado con la de este estudio.

Anexo 5. Factibilidad técnica de obtener imágenes adecuadas para el área WV3 Imagine-IT.

luis.apraiz@imagine-it.cl lun, 29 nov 2021, 18:32
para mí, Renato

Estimado José Antonio
Mis disculpas por la tardanza en responder, adjunto encontraras documento de cotización por imágenes Pleiades NEO con 30 cm de resolución, hago llegar esta nueva alternativa mientras espero el informe de factibilidad de WorldView 3 para actualizar la cotización inicial.

El estudio de factibilidad de Airbus indica que la posibilidad de obtener una imagen con ángulo < 20° y una cobertura nubosa de <10% para esa zona de estudio es difícil, considerando que tu requerimiento es de una imagen mensual, las posibilidades concretas están más cerca de 1 imagen cada 60 días.

	Feasibility Study Diagnostic			
Requested Area	Area Applied	AOI Coverage Rate	Feasibility Study Diagnostic	Classification
100 km²	100 km²(minimum area applied)	50%	Difficult	OnePlan
Comment				
Your quotation has been established based on your initial settings. If you choose an option, please refuse the quotation, a new one will be submitted.	**OPTION 01 :** If the original settings are flexible, your tasking request can be made feasible with : Acquisition period End date = 2022/03/01 with 5% of cloud cover >>> Coverage Rate: 100% >>> Classification: OnePlan Standard.	**OPTION 02 :** If the original settings are flexible, your tasking request can be made feasible with : Acquisition period End date = 2022/02/01 with 10% of cloud cover >>> Coverage Rate: 100% >>> Classification: OnePlan Standard.	**OPTION 03 :** With your original settings, it is implicitly acknowledged that complete coverage may not occur >>> Coverage Rate: 50% >>> Classification: OnePlan Standard.	

Anexo 6. Cotización captura programada WV3 Imagine-IT.

COTIZACIÓN N° IMG2179-A

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

IMAGEN SENSOR WORLDVIEW03 PROGRAMACIÓN

Fecha de emisión 19/04/2021

EN ATENCION:

Empresa:	**UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO**
Solicitante:	José Lastra Muñoz
Mail de contacto:	jose.lastra@pucv.cl
Teléfono de Contacto:	56 32 2274090
Dirección de Contacto:	Av. Brasil 2241, Valparaíso

DE:

Empresa:	**IMAGINE –IT Ltda.**
RUT:	**76.089.484-2**
Mail de contacto:	luis.apraiz@imagine-it.cl
Teléfono de Contacto:	(56 9) 82884802
Dirección comercial:	Av.Providencia 1208, oficina 1603 Providencia, Chile.

www.imagine-it.cl
imagine-info@imagine-it.cl
Fono: (56 9) 56193918
Av. Providencia 1208. OF 1603, Providencia

I.- SENSOR WORLDVIEW-2

Introducción:

El satélite WorldView-2, lanzado en octubre de 2009, es el primer satélite de alta resolución, comercial de 8 bandas multiespectrales con 1,9 m de resolución y adquiere imágenes blanco y negro con 50 cm de resolución. Una característica importante de este satélite es que ofrece dos productos a color ya sea en 4 u 8 bandas. Y si usted desea la calidad espectral del producto multiespectral y la alta precisión del producto pancromático existen los productos denominados PanSharpened a 4 u 8 bandas.

SENSOR WorldView-3

Introducción

Es el primer satélite comercial de alta resolución, con carga múltiple y superespectral, que opera a una altura prevista de 617 km, proporcionando una resolución pancromática de 30 cm, una resolución multiespectral de 1,24 m y una resolución infrarroja de onda corta de 3,7 m. Tiene un tiempo de revisita promedio <1 día y puede obtener hasta 680,000 km2 por día, lo cual mejora aún más la capacidad de recolección de imágenes de DigitalGlobe para una obtención más rápida y confiable.

.**Característica de las imágenes:**

Resolución Espacial: 0,31 metros Pancromático

1.24 metros Multiespectral

3.7 metros en infrarrojo de onda corta

30 metros CAVIS

www.imagine-it.cl
imagine-info@imagine-it.cl
Fono: (56 9) 56193918
Av. Providencia 1208. OF 1603, Providencia

1.- Áreas de Interés: (Área mínima de adquisición, 100km² en programación)

Nota: La imagen es solo referencial, no representa la calidad ni la resolución del producto original.

Programación WV02- WV03

Periodos:

- Start Date Oct 1, 2021 End date Oct 31, 2021
- Start Date Nov1, 2021 End date Nov 30, 2021
- Start Date Dec 1,2021 End date Dec 31, 2021

A considerar: En esta modalidad y de acuerdo a las fechas solicitadas, es requerido un informe de factibilidad, que es entregado por MAXAR para cada uno de los periodos, dependiendo de los resultados del informe eventualmente la fecha de adquisición podría variar, esto no incide en el valor cotizado.

www.imagine-it.cl
imagine-info@imagine-it.cl
Fono: (56 9) 56193918
Av. Providencia 1208. OF 1603, Providencia

- Formato de Entrega.

.- Las imágenes serán entregadas en DVD o via FTP como el cliente lo indique.

.- Formato Geotiff.

.- Datum WGS84

.- Coordenadas Geográficas

II.- COSTOS IMÁGENES SENSOR WORLDVIEW 02 PROGRAMACIÓN

KM2	PRODUCTO	TOTAL NETO $
100	3 Imagenes monoscopicas WorldView 02, standard product **Map-Ready (Orto)**, con **50 cm** de resolución espacial **Select new collection**	$ 8.402.100.-
	Neto	$ 8.402.100.-
	19% IVA	$ 1.596.399.-
	TOTAL	**$ 9.998.499.-**

Nota: Los valores se entregan en pesos chilenos netos, incluyen el IVA respectivo

COSTOS IMÁGENES SENSOR WORLDVIEW 03 PROGRAMACIÓN

KM2	PRODUCTO	TOTAL NETO $
100	3 Imagenes monoscopicas WorldView 03, standard product **Map-Ready (Orto)**, con **30 cm** de resolución espacial **Select new collection**	$ 9.826.200.-
	Neto	$ 9.826.200.-
	19% IVA	$ 1.866.978.-
	TOTAL	**$11.693.178.**

Nota: Los valores se entregan en pesos chilenos netos, incluyen el IVA respectivo

www.imagine-it.cl
imagine-info@imagine-it.cl
Fono: (56 9) 56193918
Av. Providencia 1208. OF 1603, Providencia

Cotización captura programada WV3 Imagine-it

COTIZACIÓN N° IMG2179

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

IMAGEN SENSOR PLEIADES PROGRAMACIÓN

Fecha de emisión: 29/11/2021

EN ATENCION:

Empresa:	**UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO**
Solicitante:	José Lastra Muñoz
Mail de contacto:	jose.lastra@pucv.cl
Teléfono de Contacto:	56 32 2274090
Dirección de Contacto:	Av. Brasil 2241, Valparaíso

DE:

Empresa:	**IMAGINE –IT Ltda.**
RUT:	**76.089.484-2**
Mail de contacto:	luis.apraiz@imagine-it.cl
Teléfono de Contacto:	(56 9)82884802
Dirección comercial:	AV. Providencia 1208, oficina 1603, Providencia, Chile.

www.imagine-it.cl
imagine-info@imagine-it.cl
Fono: (56 9) 56193918
Av. Providencia 1208. OF 1603, Providencia

COTIZACIÓN N° IMG2179

I.-SENSOR PLÉIADES NEO

1.- Características.

Es la constelación óptica más avanzada, con cuatro satélites idénticos de resolución de **30 cm** con una franja de imágenes de 14 km, la más amplia de su categoría con la máxima reactividad. Totalmente financiado, fabricado, propiedad y operado por Airbus, Pléiades Neo es un gran avance en el dominio de la Observación de la Tierra.

Gracias a estos satélites de última generación, la constelación podrá cubrir toda la masa terrestre de la Tierra cinco veces al año, optimizamos cada paso del ciclo de adquisición y entrega para ofrecerle servicios de observación de la Tierra de primer nivel ahora y en las próximas décadas.

- 30cm de resolución
- 4 ágiles satélites idénticos en constelación
- Órbita síncrona con el sol, 10:30 a. M., Nodo descendente, 620 km de altitud
- Arquitectura innovadora de segmento terrestre basada en la nube para producción masiva
- Adquisiciones mono, estéreo y tri-estéreo
- Rango dinámico de adquisición 12 bit
- Cobertura hasta 2 millones de Km² por día.
- Precisión horizontal georreferenciada: <5 m CE90 (promedio global, dependiendo del terreno); CE90 esperado de 3,5 m con datos de órbita refinados.

2.- Características de las imágenes

Bandas Espectrales / rango de longitud de onda

- Deep Blue | 450 a 450
- Blue | 450 a 520
- Green | 530 a 590
- Red | 620 a 690
- Red Edge | 700 a 750
- Near-infrared | 770 a 880
- Panchromatic | 450 a 800

- **Período de Revisita**: Diariamente en cualquier lugar (30 ° fuera del Nadir)
  Dos veces al día en cualquier lugar (46 ° fuera del Nadir)

www.imagine-it.cl
imagine-info@imagine-it.cl
Fono: (56 9) 56193918
Av. Providencia 1208. OF 1603, Providencia

Ancho de toma: En el nadir: 14 km

Porcentaje de Nubes: Para las imágenes de programación el % máximo de nubes alcanza el 10%.

3.- Área de Interés (Área mínima de adquisición 100km² en programación)

A considerar: En esta modalidad de programación y de acuerdo a los periodos de adquisición solicitados, es requerido un informe de factibilidad, que es entregado por Airbus para cada una de las imágenes, dependiendo de los resultados del informe eventualmente la fecha de adquisición podría variar, esto no incide en el valor cotizado.

4.- Formato de Entrega.

.- Las imágenes serán entregadas en DVD o via FTP como el cliente lo indique.

.- Formato Geotiff.

.- Datum WGS84 y PSAD 56

.- Coordenadas Geográficas/proyección UTM.

5.- Tiempo de Entrega:

Imágenes de Programación: Depende del estudio de factibilidad.

www.imagine-it.cl
imagine-info@imagine-it.cl
Fono: (56 9) 56193918
Av. Providencia 1208. OF 1603, Providencia

6.- COSTOS IMÁGENES SENSOR PLEIADES NEO

PROGRAMACIÓN ONE PLAN

KM2	PRODUCTO	VALOR $ km2	TOTAL $
100	**3** Imágenes Pleiades de programación One Plan, 0.30 metros de resolución, Bundle Ortho. **Isla Alejandro Selkirk**	**$ 32.301**	$ 9.690.300.-
100	**3** Imágenes Pleiades de programación One Plan, 0.30 metros de resolución, Bundle Ortho. **Isla Santa Clara**	**$ 32.301**	$ 9.690.300.-
		TOTAL NETO	$19.380.600.-
		IVA	$ 3.682.314.-
		TOTAL	**$23.062.914.-**

Nota: Los valores hacen referencia a la adquisición de **seis (6) imágenes** en diferentes periodos de tiempo, si esto varia aumentando o disminuyendo el numero tomas es necesario actualizar la cotización, el documento se entregan en pesos chilenos, oferta valida por 15 días.

De acuerdo al informe de factibilidad entregado por Airbus para estas zonas de estudio, den el mejor de los casos se podría adquirir imágenes cada 2 meses. (ver cuadro a continuación, opción 2)

www.imagine-it.cl
imagine-info@imagine-it.cl
Fono: (56 9) 56193918
Av. Providencia 1208. OF 1603, Providencia

Anexo 7. Invoice y comprobante de pago imagen WV2 Apollo Mapping

Apollo Mapping, LLC
PO Box 1219
Boulder, CO 80306 US
sales@apollomapping.com
www.apollomapping.com

INVOICE 21736

DATE 05/09/2022 **TERMS** Net 30

DUE DATE 06/08/2022

BILL TO
Roberto Chávez Oyanadel
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
Avenida Brasil 2950, Valparaiso
81.669.200-8

ESTIMATE
A10458

ITEM	DESCRIPTION	QTY	RATE	AMOUNT
N90 50cm 8-Band EDU	Bands:8-Band Bundle Resolution: 50cm/2m Kernel: MTF Coordinate System: UTM Datum: WGS84 Tiling: None Bit Depth: 16-Bit File Format: GeoTiff Product: OR2A Media: FTP-Pull DRA: Off License: Internal Use, Perpetual Use Case: Rural Planning Customer Type: EDU	28	20.30	568.40
Value-Add	Orthorectification and Color Balance	28	6.00	168.00

TOTAL DUE **$736.40**

Anexo 8. Variables y dimensiones de instrumentos de recolección de datos.

Variables	Dimensiones
Pesca	Tripulación
	Especies capturadas
	Temporada de pesca
	Arte de pesca
	Carnada usada
	Percepción de cambios en la actividad pesquera
Interacción operacional	Interferencia con faena: consumo de captura
	Interferencia con artes de pesca y daño a materiales
	Interferencia con embarcaciones
	Pesca incidental
	Avistamiento de la especie
Conocimiento del LFJF	Dieta de la especie
	Rol ecosistémico
	Cambios observados en la especie
Medidas de manejo	Acciones para evitar interacción entre la pesca y la especie
	Conocimiento de medidas de protección de la especie
	Valoración de Prohibición de caza
Apreciación LFJF	Características de la especie
	Especie e identidad

Anexo 9. Encuesta Final.

folio _____

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN SOBRE EL LOBO FINO DE JUAN FERNÁNDEZ

Fecha _____ Nombre encuestador _____

Antecedentes demográficos

Edad _____ Ocupación _____

Isla _____ Organización _____

Años en la isla _____ Sexo M _____ F ___

[Encuesta dirigida a diversos grupos de interés]

A continuación, le voy a leer una serie de afirmaciones, le pido me señale su grado de acuerdo con ellas.
Tenga en cuenta que las respuestas van desde De acuerdo, Ni acuerdo ni desacuerdo y En desacuerdo.

	De acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo
Me siento afortunado de compartir la isla con especies como el Lobo fino			
Los lobos finos son animales inteligentes			
El lobo fino de Juan Fernández es representativo del archipiélago			
A mis amigos y familia no les parecería bien que yo hiriera un Lobo			
Me sentiría culpable si le hiciera daño a un lobo			
Las personas de la isla cumplen con la regulación que prohíbe la caza del lobo			
Es probable que la autoridad me sancione si le hiciera daño a un lobo fino			
Pondría en riesgo mi actividad laboral si es que entro en conflicto con lobos finos			
La exportación de langosta se dificultaría si es que dañamos a los lobos finos			

La prohibición de caza del Lobo Fino es una regulación justa			
Las autoridades que dictan la prohibición de caza del lobo son competentes			
La regulación que prohíbe la caza del lobo tiene en cuenta el cuidado de los recursos del archipiélago			
El lobo fino impacta negativamente sobre mi economía y la de mi hogar			
Obtendría beneficios económicos si disminuye la cantidad de lobos finos en el archipiélago			
La pesca compite con los lobos por los mismos recursos			
Para mantener la abundancia de peces y otros animales marinos, es importante que el lobo fino siga presente en el archipiélago			
El aumento de la población del lobo fino es señal de la buena salud del mar del archipiélago			
Los animales que son originarios del archipiélago, o sea, endémicos o nativos, deben ser conservados			
Los perros son una amenaza para los Lobos finos			
Se necesitan iniciativas para evitar que los perros ataquen a los lobos			
Se debe excluir a los lobos de sitios recreativos de la isla			
Hoy, los lobos alteran el día a día de los habitantes de Juan Fernández			
En el futuro los lobos podrían alterar el día a día de los habitantes de Juan Fernández			

[Segunda parte dirigida a pescadores artesanales]

1. ¿Cuantos metros de largo tiene la embarcación en que sale a pescar? _____

2. ¿Con qué motor cuenta su embarcación? 2 tiempos _____ 4 tiempos _____

3. ¿Cuántas personas van en la embarcación? _____

4. ¿Qué función desempeña usted? Armador _____ Patrón _____ Tripulante _____

5. En su opinión, desde la creación del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos, ¿Siente que la disponibilidad de **peces** se ha mantenido estable, ha aumentado o ha disminuido?

   Estable _____ Aumento _____ Disminución _____ No sabe _____

6. En su opinión, desde la creación del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos, ¿Siente que la disponibilidad de **crustáceos** se ha mantenido estable, ha aumentado o ha disminuido?

   Estable _____ Aumento _____ Disminución _____ No sabe _____

7. ¿Cuáles son las principales especies que usted captura? Por favor indicar los nombres de cada una, señalar el arte de pesca usado por cada especie, la carnada usada y los meses en que se pesca *(completar tabla)*

	Nombre	**Arte de pesca**	**Carnada**	**Meses**
ej.	*Langosta Jn Fernandez*	*Trampa*	*anguila, bacalao, jurel*	*octubre-mayo*
1				
2				
3				
4				
5				

6				

8. Por favor, señale en el mapa los lugares donde pesca cada especie (*marcar las iniciales de cada especie)*

9. Por favor, mencione las especies de las que se alimenta el Lobo Fino, en caso de que las conozca

_____

10. En su opinión, en los últimos 10 años, ¿La cantidad de Lobos Finos se ha mantenido estable, ha aumentado o ha disminuido?

Estable _____ Aumentado _____ Disminuido _____ No Sabe _____

11. Si entendemos la interferencia entre los Lobos y la pesca como dificultar las actividades pesqueras, ¿el lobo marino interfiere en la pesca?

Siempre _____ A veces _____ Nunca _____ No sabe _____

11.1. Por favor, describa cómo ocurre la interferencia

_____

11.2. En su opinión, en los últimos 10 años, la interferencia entre los Lobos Finos y la pesca, ¿se ha mantenido estable, ha aumentado o ha disminuido?

Estable _____ Aumentado _____ Disminuido _____ No Sabe _____

11.3. Como pescadores, ¿han ideado formas para evitar la interferencia de los lobos con la pesca? Describa

_____

12. En el futuro, ¿Cree usted que la interferencia entre el Lobo fino y la pesca se va a mantener estable, va a aumentar o va a disminuir?

Estable _____ Aumentará _____ Disminuirá _____ No Sabe _____

12.1. Por favor, explique cómo

_____

13. ¿Le ha pasado que el Lobo coma o intente comer lo que ustedes pescan?

Sí _____ No _____

(Si la respuesta a 13 es sí) Conteste,

14.1. ¿qué especie/s estaban pescando?

_____

14.2. ¿qué arte de pesca estaban usando la mayor parte de los casos?
_____

14.3. ¿Con qué frecuencia le ha ocurrido?
_____

14.4. Señale qué tipo de lobo participa en la mayoría de estos episodios

Machos adultos ____ Hembras adultas____ Juveniles____ No pudo identificar ____

14.5. Por favor, señalar en el mapa en dónde suelen ocurrir esos episodios *(marcar con lápiz rojo)*

14. ¿Le ha pasado que el Lobo coma la carnada que usted puso en los anzuelos?

Sí _____ No _____

14.1. *(Si la respuesta a 14 es sí)* ¿Con qué frecuencia le ha ocurrido? _____

15. ¿Tiene usted conocimiento de episodios en que Lobos se accidentan con motores?

Si _____ No _____

15.1. *(si la respuesta a 15 es sí)* En la mayor parte de los casos, ¿con qué tipo de motor suelen ocurrir los accidentes?
_____

15.2. *(si la respuesta a 15 es sí)* Aproximadamente, ¿Cuántos lobos cree que sufrieron accidentes con motores durante 2021 en el archipiélago?_____

16. ¿Tiene usted conocimiento sobre captura accidental del Lobo en las faenas de pesca artesanal?

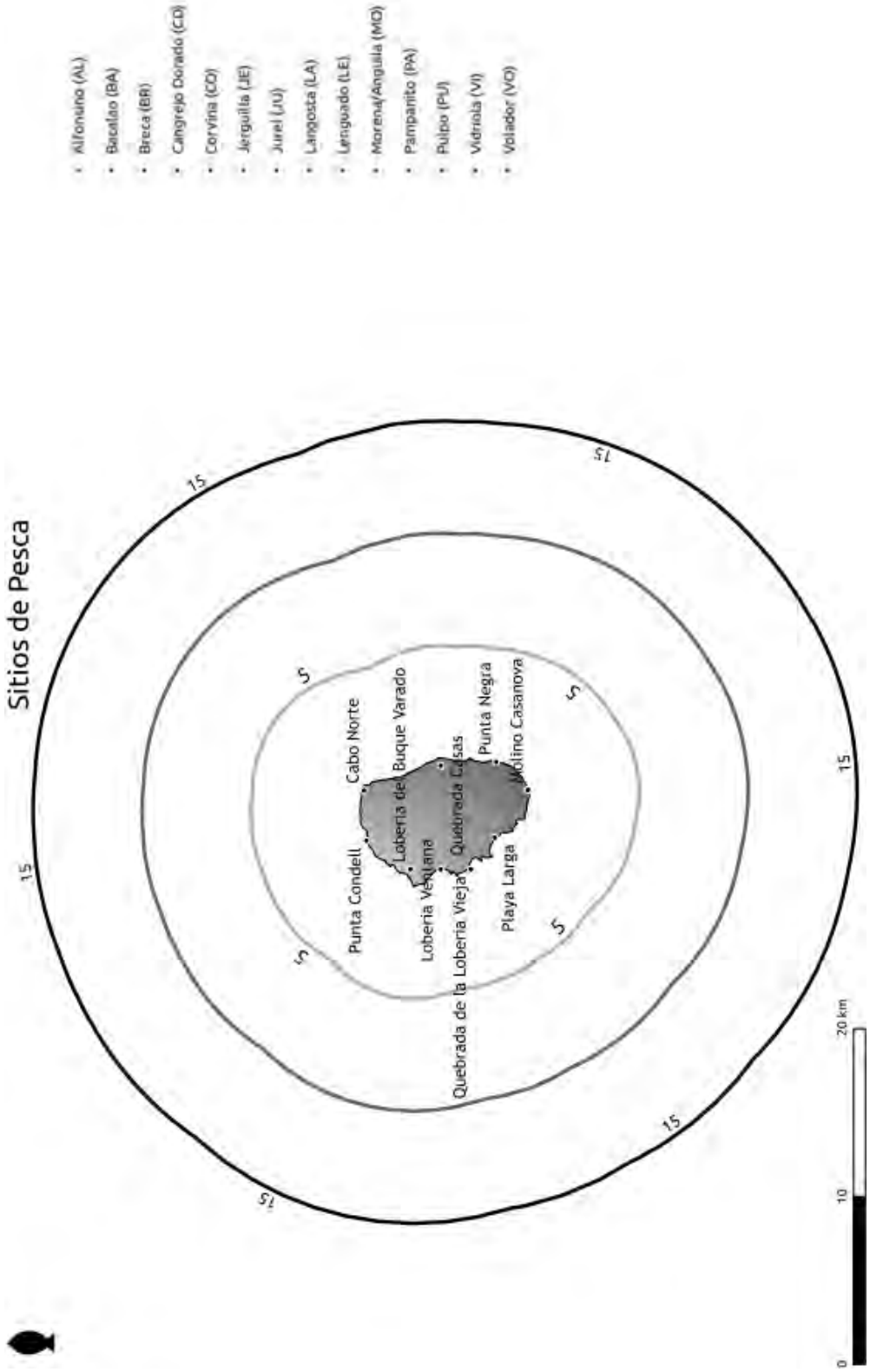
Sí _____ No _____

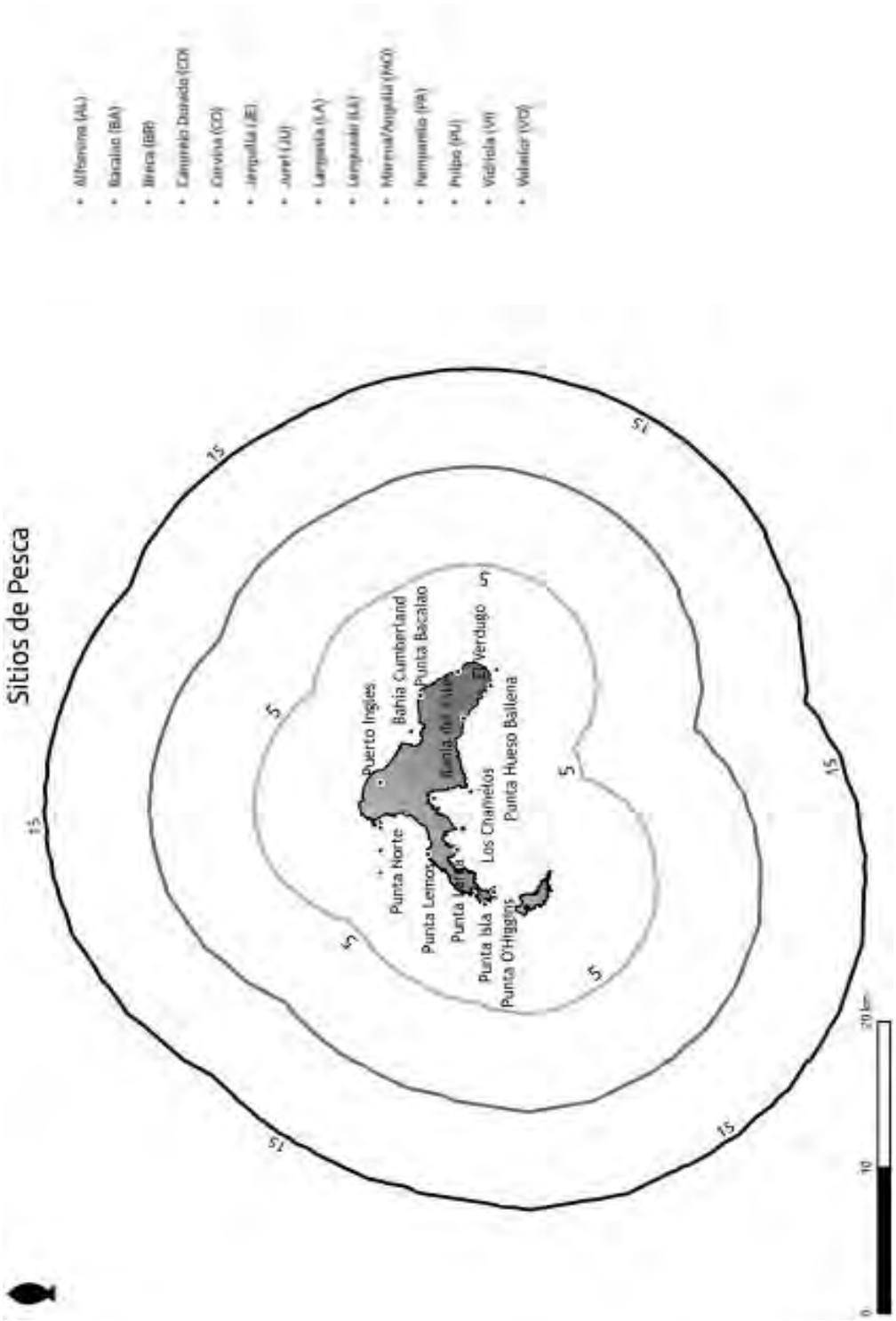
(*si la respuesta a 16 es sí)* Cuando ocurre la captura accidental,

17.1. ¿Con qué frecuencia ocurre?
_____

17.2. ¿Con qué arte de pesca suele ocurrir?
_____

17.3. ¿qué especies suelen estar pescando?
_____


Sitios de Pesca
Alfonsino (AL)
Bacalao (BA)
Breca (BR)
Cangrejo Dorado (CD)
Corvina (CO)
Jerguilla (JE)
Jurel (JU)
Langosta (LA)
Lenguado (LE)
Morena/Anguila (MO)
Pampanito (PA)
Pulpo (PU)
Vidriola (VI)
Volador (VO)
Cabo Norte
Buque Varado
Loberia de
Punta Condell
Loberia Vieja
Quebrada Casas
Punta Negra
Molino Casanova
Quebrada de la Loberia Vieja
Playa Larga
5
15
0
10
20 km


Sitios de Pesca
Alfonsina (AL)
Bacalao (BA)
Blanca (BB)
Camarejo Dorado (CD)
Corvina (CO)
Jerguilla (JE)
Jurel (JU)
Langosta (LA)
Lenguado (LE)
Merluza/Anguila (MO)
Nanqueta (NA)
Pulpo (PU)
Vidriola (VI)
Volador (VO)
Puerto Inglés
Bahía Cumberland
Punta Bacalao
Bahía del Villa
Verdugo
Punta Norte
Punta Leonos
Los Chanelos
Punta Hueso Ballena
Punta Isla
Punta O'Higgins
15
5
0
10
20 km

Anexo 10. Pautas de entrevista.

PAUTA ENTREVISTA PESCADORES

¿Hace cuánto vive en Juan Fernández?, ¿Hace cuántos años es pescador?
¿Qué formas han acordado como pescadores para cuidar los recursos marinos?
¿Cómo y cuándo se definieron esos mecanismos? ¿y cuándo fue?
¿Hay algún animal que interfiera con la pesca, o sea, que represente un conflicto con su trabajo?
¿Le ha pasado que el lobo interfiera con la pesca?
¿El lobo ha aparecido como un tema en sus reuniones del sindicato o del comité de manejo?
¿Está usted de acuerdo con la prohibición de caza del lobo?
La regulación que prohíbe la caza del lobo caduca en 2025, ¿qué crees que deba pasar?
¿Qué siente la gente de Juan Fernández en relación al lobo fino?
¿Existe algún mito, leyenda o dicho sobre el lobo?
¿Qué le han contado sobre los tiempos en que se cazaban los lobos?
¿Cómo se creó el Área Marina Protegida? ¿Cómo nace la iniciativa?
¿Qué impactos ha tenido la creación del AMCP-MU?
¿Cómo se definieron las zonas de exclusión?
Actualmente, ¿los pescadores participan de la toma de decisiones sobre el AMP?

PAUTA ENTREVISTA INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES

¿Hace cuánto vive en Juan Fernández?
¿Qué cargo cumple? ¿Hace cuánto tiempo se desempeña en ese cargo?
El lobo, ¿aparece como una preocupación en las tareas de la institución?
La institución, ¿articula con otras instituciones en torno al lobo?
Se suele hablar de la pesca de Juan Fernández como una pesca más sustentable, ¿es así? ¿por qué crees que es así?
A su juicio, ¿el lobo interfiere con la pesca?
¿El lobo ha aparecido como un tema en las reuniones entre los pescadores y las autoridades?
¿Qué especies son representativas de Juan Fernández?
¿Qué siente la gente de Juan Fernández hacia el Lobo fino?
En Juan Fernández, ¿Hay algo que ponga en riesgo a los lobos o que represente una amenaza?
La regulación que prohíbe la caza del lobo caduca en 2025, ¿qué cree que deba pasar?
¿Cómo nace la propuesta de un área protegida? ¿qué rol cumplieron los pescadores, el sindicato, las ONG, CONAF, el Municipio?
Actualmente, ¿existen instancias de participación donde se encuentre la comunidad y el municipio para la toma de decisiones sobre el AMP?

PAUTA ENTREVISTA CONAF

¿Hace cuánto vive en Juan Fernández?
¿Qué cargo cumple? ¿Hace cuánto tiempo se desempeña en ese cargo?
¿Cuáles son las especies más representativas de Juan Fernández?
¿Qué siente la gente de Juan Fernández en relación al lobo fino?
¿Cuáles son las principales amenazas que enfrentan los lobos?
¿Qué medidas desarrollan como CONAF para proteger a los lobos? ¿cómo articulan con otras instituciones?
¿Cómo aparece mencionado el lobo en el plan de manejo y en el POA?
¿Cómo desarrollan los censos? ¿con qué frecuencia, cuál es la metodología? ¿Qué dificultades enfrentan?
¿Cree que se cumple con la medida de prohibición de caza del lobo?
La regulación que prohíbe la caza del lobo caduca en 2025, ¿qué crees que deba pasar?
Se suele hablar de la pesca de Juan Fernández como una pesca más sustentable, ¿cree usted que es así? ¿por qué?
¿Cómo nace la propuesta de un área marina protegida?

PAUTA ENTREVISTA ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL

¿Hace cuánto vive en Juan Fernández?
¿De qué organización participa? ¿Qué función cumple?
¿Cuáles, diría, que son las especies más representativas de Juan Fernández?
¿Qué siente la gente de Juan Fernández en relación al lobo fino?
¿Qué instancias o iniciativas existen en Juan Fernández en torno a la protección del medio ambiente?
El lobo, ¿aparece como una preocupación o un tema en esas instancias?
En Juan Fernández, ¿Hay algo que ponga en riesgo a los lobos o que represente una amenaza? Como organización, ¿han participado de iniciativas para la protección de lobo?
La regulación que prohíbe la caza del lobo caduca en 2025, ¿qué crees que deba pasar?
Se suele hablar de la pesca de Juan Fernández como una pesca más sustentable, ¿cree usted que es así? ¿por qué?
¿Cómo nace la propuesta de un área marina protegida?
¿Qué rol cumplió el sindicato, las ONG, CONAF, el Municipio?
¿Existen instancias de participación donde se encuentre la comunidad y las organizaciones de la sociedad civil para tomar decisiones sobre el AMP?

PAUTA TURISMO

¿Hace cuánto vive en Juan Fernández?
¿Qué actividad desarrolla ligada al turismo?
¿Cuáles, diría usted, que son las especies más representativas de Juan Fernández?
¿Qué siente la gente de Juan Fernández en relación al LFJF?
¿De qué forma han usado al lobo en términos turísticos?
Como trabajadores o empresarios del turismo, ¿han pensado en darle algún otro valor al LFJF?
En Juan Fernández, ¿Hay algo que ponga en riesgo a los lobos o que represente una amenaza?
¿han participado de iniciativas para la protección de LFJF?
La regulación que prohíbe la caza del lobo caduca en 2025, ¿qué crees que deba pasar?
Se suele hablar de la pesca de Juan Fernández como una pesca más sustentable, ¿cree usted que es así? ¿por qué?
¿Cómo nace la propuesta de un área marina protegida?
Como trabajadores del turismo, ¿participaron de esa iniciativa?

Anexo 11. Compromiso de confidencialidad.

Archipiélago de Juan Fernández, _____ de _____ de 2022

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ RUT _____, declaro que se me ha informado que la ONG Costa Humboldt se encuentra realizando una investigación en el marco del Proyecto FIPA 2021-19 Censo del lobo fino de Juan Fernández, *Arctocephalus philippii* en el archipiélago de Juan Fernández, financiado por el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura perteneciente a SUBPESCA (Subsecretaría Nacional de Pesca).

El objetivo de esta investigación es conocer el número de Lobos Finos de Juan Fernández (en adelante, el Lobo) y los sitios donde habita el Lobo e indagar en la interacción entre el Lobo y pesca artesanal. Para responder a éste último objetivo, se espera recoger las percepciones que las y los habitantes tienen en torno al Lobo. El entendimiento de las percepciones ayudaría a proponer medidas de manejo del Lobo que sean adecuadas a la población que convive con ellos.

También, declaro que se me ha explicado que para responder a este último objetivo se van a realizar encuestas y entrevistas entre las y los habitantes de Juan Fernández. Las entrevistas serán grabadas. La participación es de carácter voluntaria, pudiendo interrumpir la realización de las encuestas o entrevistas si es que así estimo.

El equipo de investigación se ha comprometido a resguardar la confidencialidad de la información. Para ello, las encuestas serán anónimas y las entrevistas serán presentadas con nombres ficticios y se evitará acompañarlas por información que permita la identificación de el o la participante.

Mediante la firma de este documento, doy mi consentimiento para participar de esta investigación.

_____

Juan Fernández, _____ de _____ de 202___

COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD

Yo, _____ RUT _____, en tanto parte del equipo de investigación del Proyecto FIPA 2021-19 Censo del lobo fino de Juan Fernández, *Arctocephalus philippii* en el archipiélago de Juan Fernández, financiado por SUBPESCA (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura) y llevado a cabo por ONG Costa Humboldt garantizo la confidencialidad de la información que usted entregue en esta encuesta o entrevista.

Además, me comprometo a responder a las dudas y preguntas que surjan por parte de el o la participante y garantizar que la participación sea voluntaria, respetando el deseo de el o la participante de interrumpir su participación en caso que así lo estime.

_____

Anexo 12. Personas entrevistadas según su adhesión a subgrupos de interés.

Entrevistado	PA	PR	GP	OT	OSC	RG	PG
A. Selkirk 1	X				X		
A. Selkirk 2	X						
A. Selkirk 3			X				
A. Selkirk 4	X				X		
A. Selkirk 5	X						
A. Selkirk 6						X	
A. Selkirk 7	X				X		
A. Selkirk 8							X
Juan Bautista 9							x
Juan Bautista 10	x						
Juan Bautista 11	x					x	
Juan Bautista 12	x				x		
Juan Bautista 13						x	
Juan Bautista 14				x			
Juan Bautista 15			x				
Juan Bautista 16					x		
Juan Bautista 17					x	x	
Juan Bautista 18						x	
Juan Bautista 19		x		x			
Juan Bautista					x		

20							
Juan Bautista 21						**x**	

PA: Pescador artesanal
PR: Pescador recreacional
GP: Guardaparque
OT: Operador turístico
OSC: Miembro de Organización de la sociedad civil
RG: Representante gubernamental
PG: Público general

Anexo 13. Matriz de categorización Inicial.

Isla	Fuente documento	Fecha Temporada Reproductiva	Presencia base datos geográfica	Presencia ficha metadatos	Datum registro	Número total loberas	Número total individuos	Número total individuos machos	Número total individuos hembras	Número total individuos machos subadultos	Número total individuos juveniles	Número total cachorros	Número total otras especies	Número total indeterminados
Robinson Crusoe	Aguayo et al 1971; Torres 1987	1968	1	1	WGS 84	6	192	0	0	0	0	0	0	0
	Aguayo et al 1971; Torres 1987	1969	1	1	WGS 84	5	246	0	0	0	0	0	0	0
	Torres 1987	1978	1	1	WGS 84	1	512	0	0	0	0	0	0	0
	Torres 1987	1983	1	1	WGS 84	1	1544	0	0	0	0	0	0	0
	Cardenas J.	1984	1	1	WGS 84	15	0	46	146	0	599	175	0	200
	CONAF	1993	1	1	WGS 84	12	5537	0	0	0	0	606	0	0
	CONAF	1996	1	1	WGS 84	8	4406	0	0	0	0	1388	0	0
	CONAF	1997	1	1	WGS 84	16	5555	0	0	0	0	1843	0	0
	CONAF	1998	1	1	WGS 84	13	2249	0	0	0	3117	1182	0	0
	CONAF	1999	1	1	WGS 84	16	5922	0	0	0	0	1220	0	0
	CONAF	2000	1	1	WGS 84	19	6320	0	0	0	0	2230	0	0
	CONAF	2001	1	1	WGS 84	18	6296	0	0	0	0	2377	0	0
	Osman 2007	2003	1	1	WGS 84	19	6710	0	0	0	0	2881	0	0
	Osman 2007	2004	1	1	WGS 84	20	5567	0	0	0	0	3502	0	0
	Osman 2007; CONAF	2005	1	1	WGS 84	19	3455	1729	2088	0	633	2733	0	78
	CONAF	2006	1	1	WGS 84	20	8825	0	0	0	0	3623	0	0
	CONAF	2007	1	1	WGS 84	17	8095	0	0	0	0	3403	0	0
	CONAF	2008	1	1	WGS 84	21	13365	0	0	0	0	2562	0	0
	CONAF	2009	1	1	WGS 84	22	19894	0	0	0	0	4869	0	0
	CONAF	2012	1	1	WGS 84	22	28579	0	0	0	0	6481	0	0
	CONAF	2017	1	1	WGS 84	23	49735	0	0	0	0	12096	0	0

	CONAF	2018	1	1	WGS 84	23	22203	0	0	0	0	10539	0	0
	FIPA N°2021-19	2021	1	1	WGS 84	24	1195	8007	17714	0	524	17571	0	5398
Santa Clara	Torres 1987	1965	1	1	WGS 84	1	8	0	0	0	0	0	0	0
	Aguayo et al 1971; Torres 1987	1969	1	1	WGS 84	1	4	0	0	0	0	0	0	0
	Torres 1987	1978	1	1	WGS 84	1	84	0	0	0	0	0	0	0
	Torres 1987	1983	1	1	WGS 84	1	497	0	0	0	0	0	0	0
	Cardenas J.	1984	1	1	WGS 84	5	0	8	34	0	120	26	0	115
	CONAF	1993	1	1	WGS 84	4	1702	0	0	0	0	216	0	0
	CONAF	1996	1	1	WGS 84	1	1134	0	0	0	0	396	0	0
	CONAF	1997	1	1	WGS 84	3	1739	0	0	0	0	784	0	0
	CONAF	1998	1	1	WGS 84	1	1425	0	0	0	898	575	0	0
	CONAF	1999	1	1	WGS 84	1	4420	0	0	0	0	1065	0	0
	CONAF	2001	1	1	WGS 84	1	3606	0	0	0	0	508	0	0
	Osman 2007	2003	1	1	WGS 84	5	4872	0	0	0	0	1177	0	0
	Osman 2007; CONAF	2005	1	1	WGS 84	4	1065	1542	1579	0	1482	1325	0	116
	CONAF	2006	1	1	WGS 84	3	5375	0	0	0	0	2296	0	0
	CONAF	2008	1	1	WGS 84	4	7109	0	0	0	0	1523	0	0
	CONAF	2009	1	1	WGS 84	4	9502	0	0	0	0	2390	0	0
	CONAF	2012	1	1	WGS 84	5	12574	0	0	0	0	4743	0	0
	CONAF	2017	1	1	WGS 84	5	21919	0	0	0	0	2278	0	0
	CONAF	2018	1	1	WGS 84	5	8619	0	0	0	0	5218	0	0
	CONAF	2020	1	1	WGS 84	5	15363	0	0	0	0	5268	0	0
	FIPA N°2021-19	2021	1	1	WGS 84	6	666	2195	6699	0	0	11449	0	3022
Alejandro Selkirk	Aguayo et al 1971; Torres 1987	1965	1	1	WGS 84	1	200	0	0	0	0	0	0	0
	Aguayo et al 1971; Torres 1987	1968	1	1	WGS 84	3	267	0	0	0	0	0	0	0

	Aguayo et al 1971; Torres 1987	1969	1	1	WGS 84	3	510	0	0	0	0	0	0	0
	Torres 1987	1974	1	1	WGS 84	1	130	0	0	0	0	0	0	0
	Torres 1987	1978	1	1	WGS 84	1	1820	0	0	0	0	0	0	0
	Torres 1987	1982	1	1	WGS 84	1	3480	0	0	0	0	0	0	0
	Torres 1987	1983	1	1	WGS 84	1	4544	0	0	0	0	0	0	0
	Cardenas J.	1984	1	1	WGS 84	2	2030	0	0	0	0	995	0	0
	Osman	2003	1	1	WGS 84	2	9120	0	0	0	0	4844	0	0
	Osman	2004	1	1	WGS 84	1	0	93	798	0	0	1737	0	0
	Osman	2005	1	1	WGS 84	3	0	1700	3601	0	532	6941	0	0
	CONAF	2006	1	1	WGS 84	2	18700	0	0	0	0	9200	0	0
	CONAF	2007	1	1	WGS 84	2	25454	0	0	0	0	11040	0	0
	CONAF	2008	1	1	WGS 84	5	15457	286	12	0	0	12704	0	0
	CONAF	2009	1	1	WGS 84	3	31629	0	0	0	0	21366	0	0
	CONAF	2010	1	1	WGS 84	2	38699	0	0	0	0	23210	0	0
	CONAF	2012	1	1	WGS 84	1	80000	0	0	0	0	0	0	0
	FIPA N°2021-19	2021	1	1	WGS 84	11	162	15110	39076	0	1603	42128	0	10927

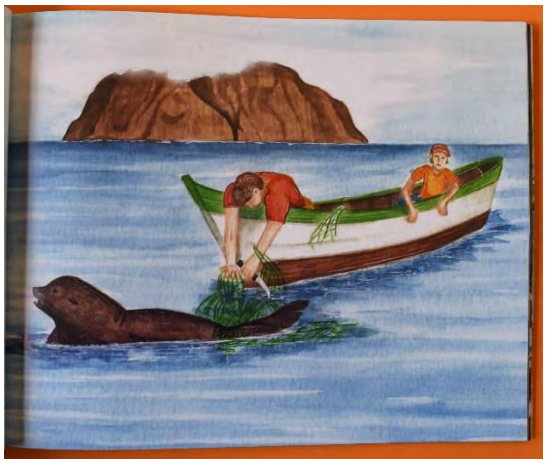
Anexo 14. Fotografías que ejemplifican la identidad de los isleños con el LFJF.

Foto 1: carteles elaborada por funcionarios de salud en protesta

Foto 2: Cartelería de la infraestructura pública

Foto 3: Mural junto al muelle de Juan Bautista, Robinson Crusoe

Foto 4 y 5: Libro de cuentos locales elaborado con participación ciudadana



Anexo 15. Tabla de especies más capturadas por la pesca en Juan Fernández.

Especie	Número de veces mencionadas	Porcentaje (%)
Langosta	82	20,4
Vidriola	79	19,7
Bacalao	61	15,2
Breca	59	14,7
Jurel	33	8,2
Pulpo	28	7,0
Cangrejo Dorado	16	4,0
Corvina	15	3,7
Anguila	11	2,7
Jerguilla	8	2,0
Pampanito	5	1,2
Lenguado	4	1,0
Atún	3	0,7
Total	401	100,0

Anexo 16. Artes de pesca usados en la pesca de Juan Fernández.

Arte de pesca	Descripción
Trampa (langostera, cangrejera, anguillera y pulpera)	Trampa Las trampas para langostas *(jasus frontalis)* y cangrejo dorado (*Chaceon chilensis)* son muy similares entre sí. La principal diferencia está dada en el tamaño, ya que las cangrejeras suelen ser más grandes que las langosteras. Ambas consisten en cajas construidas con varillas de madera. Los orificios de cada trampa son específicos para cada especie, por ejemplo, la anguillera que está dirigida a la captura de anguila o morena *(Gymnothorax porphyreus)* tiene el orificio por el costado, mientras que la pulpera, que está dirigida a la captura de pulpo, tiene el orificio en la parte superior de la jaula de manera que el pulpo que suele desplazarse sobre el fondo marino, entre a la trampa.
Línea de mano	Puede usarse carnada*, jigging* (fierro con forma de pez) o *popper* (artículo con forma de pez caracterizado por una boca grande que permite el ingreso de agua para así darle peso. Se usa para pescar en superficie)
Espinel	El espinel suele estar compuesto por 25 anzuelos. Se extiende tanto de manera vertical como horizontal.
Curricán	Es un arte cuya principal característica es que el bote no está al garete (detenido), sino que en movimiento. Para pescar con curricán, antes que carnada, suele usarse chispa o chispero (pequeño pulpo de goma) o rapala (pez pequeño de fibra de vidrio o madera).

Anexo 17. Base de datos de otolitos analizados

Base de datos otolitos cotejados. El ID indica la sigla de la isla (RC=Robinson Crusoe, IAS= Alejandro Selkirk, SC=Santa clara), seguido de la fecha de muestreo. El aumento corresponde al seleccionado para cada imagen obtenida con la lupa para referenciar de mejor manera la barra de referencia. Además, se entrega el número de la fotografía ubicada en el supl. 4.

ID	Lugar recolección	Aumento	fotografía
S3_211221_1	Porras, IAS	20X	Figura 12
S3_211221_2	Porras, IAS	20X	Figura 13
S3_211221_3	Porras, IAS	16X	Figura 14
S3_211221_4	Porras, IAS	20X	Figura 15
S3_211221_5	Porras, IAS	20X	Figura 16
S3_211221_6	Porras, IAS	20X	Figura 17
S3_211221_7	Porras, IAS	25X	Figura 18
S3_211221_8	Porras, IAS	20X	Figura 19
S3_211221_9	Porras, IAS	20X	Figura 20
S3_211221_10	Porras, IAS	20X	Figura 21
S3_211221_11	Porras, IAS	20X	Figura 22
S3_211221_12	Porras, IAS	16X	Figura 23
S3_211221_13	Porras, IAS	20X	Figura 24
S3_211221_14	Porras, IAS	20X	Figura 25
S3_211221_15	Porras, IAS	20X	Figura 26
S3_211221_16	Porras, IAS	20X	Figura 27
S3_211221_17	Porras, IAS	30X	Figura 28
S3_211221_NN	Porras, IAS	10X	Figura 29
S2_211221_1	Porras, IAS	20X	Figura 30
S2_211221_2	Porras, IAS	20X	Figura 31
S2_211221_3	Porras, IAS	25X	Figura 32
S2_211221_4	Porras, IAS	25X	Figura 33
S2_211221_5	Porras, IAS	30X	Figura 34
S2_211221_6	Porras, IAS	35X	Figura 35
S2_211221_7	Porras, IAS	30X	Figura 36
S2_211221_8	Porras, IAS	30X	Figura 37
S2_211221_9	Porras, IAS	35X	Figura 38
S2_211221_10	Porras, IAS	30X	Figura 39
S2_211221_11	Porras, IAS	30X	Figura 40
S2_211221_12	Porras, IAS	35X	Figura 41
S2_211221_NN	Porras, IAS	10X	Figura 42
S4_291221_1	Loberia, IAS	10X	Figura 43
RC1_130122_1	Arenal, RC	10X	Figura 44
RC1_130122_2	Arenal, RC	20X	Figura 45
RC1_130122_3	Arenal, RC	30X	Figura 46
SC1_210122_1	Alelies, SC	35X	Figura 47
SC3_210122_1	Alelies, SC	12.5X	Figura 48
SC3_210122_2	Alelies, SC	16X	Figura 49
SC4_210122_1	Alelies, SC	12.5X	Figura 50
SC4_210122_2	Alelies, SC		Figura 51
SC5_210122_1	Alelies, SC	16X	Figura 52

Anexo 18. Parámetros estimados de los modelos.

Parámetros estimados del modelo de dinámica poblacional seleccionado para la Isla de Alejandro Selkirk. R_{max} es la tasa de crecimiento *per cápita* máxima de la población, k es la capacidad de carga del sistema y A es la relación entre H (barreras o defensas que existen para acceder a un nuevo recurso). Ninguno de los parámetros dio significativo.

Modelo Cooperación
Alejandro Selkirk

parametros	valores	p_valor
Rmax	0.1211326	0.2242661
A	-887.2136875	0.4575069

Parámetros estimados del modelo de dinámica poblacional seleccionado para la Isla de Robinson Crusoe. R_{max} es la tasa de crecimiento *per cápita* máxima de la población y k es la capacidad de carga del sistema. Ambos parámetros son significativos. Código de significancia: '*' = p < 0.01; '**' = p < 0.001.

Modelo Competencia
Robinson Crusoe

parametros	valores	p_valor
Rmax *	0.161912	0.01073357
k**	22369.660784	0.00557120

Parámetros estimados del modelo de dinámica poblacional seleccionado para la Isla de Santa Clara. R_{max} es la tasa de crecimiento *per cápita* máxima de la población, k es la capacidad de carga del sistema y k (dificultad o esfuerzo *per cápita* que imponen dichas barreras o defensas del recurso). Ambos parámetros son significativos. Código de significancia: '*' = p < 0.01; '*' = p < 0.01.

Modelo Competencia
Santa Clara

parametros	valores	p_valor
Rmax*	0.21839	0.02923730
k*	15128.05653	0.03725277

Anexo 19. Resúmenes y certificados 24th Congreso Bianual Mundial de Mamíferos Marinos

Resúmenes:

Sharing is caring: Social perception of the interactions between human activities and the Juan Fernandez fur seal (*Arctocephalus philippii*)

Vergara-Caro V, Borras-Chavez R, Castillo-González V, Hiriart-Bertrand L, Esteves R, Rivera-Rebella C & Goebel ME

The Juan Fernandez fur seal (JFFS) was heavily hunted during the XVIII and XIX centuries driving the population almost to extinction. From the first 200 individuals observed in 1965, a steady and arguably exponential growth of the population has been suggested. Our team is currently estimating total abundance for the archipelago after 15 years since the last complete estimation. However, recent theoretical estimations suggest that numbers could be ~200,000. The archipelago's most important economic activities are associated with artisanal fisheries and the increasing numbers of JFFS are resulting in human-fur seal interactions never registered before. We present preliminary socioecological data on the assessment of these interactions for the two islands with active fishing communities: Robinson Crusoe and Selkirk. 90 Surveys (54 questions each) and 22 interviews were conducted to fishermen. Of this number, ~76% perceived that the JFFS do not interfere in fishing activity (i.e. when placing bait in lobster pots or fishing hooks or when capturing bait or target species). In addition, no accidents were registered with onboard motors or with daily routine activities associated with fishing. This was consistent with our findings while conducting the JFFS census, where no entangled or animals caught by anthropogenic artifacts were observed. No adverse interactions with artisanal fisheries have been recorded. However, ~98% of surveyed people agree that JFFS have increased and are occurring in areas previously unoccupied. Most importantly, if the complete human-population is considered (total sample size: 282 surveys), 51% perceive that increasing numbers of JFFS, would alter the future everyday activities of the local people. Differences between islands are discussed. The present work represents the first attempt at recording human-JFFS interactions and is the first step toward long-term monitoring of future interactions of a relationship that has exist for centuries.

24th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals
Palm Beach, Florida · August 1-5, 2022

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

This is to certify participation in the SMM2022 conference by:

Name: Valentina Vergara-Caro
Affiliation: NGO Costa Humboldt
Presentation Title: Sharing is caring: Social perception of the interactions between human activities and the Juan Fernandez fur seal (Arctocephalus philippii)
Authors: Valentina Vergara-Caro, *NGO Costa Humboldt*; Renato Borras-Chavez, *Center of Applied Ecology and Sustainability-CAPES, Pontificia Universidad Catolica de Chile*; Victor Castillo, *NGO Costa Humboldt*; Luciano Hiriart, *NGO Costa Humboldt*; MICHAEL E GOEBEL, *University of California Santa Cruz*; Carla Rivera, *Center of Applied Ecology and Sustainability-CAPES, Pontificia Universidad Católica de Chile*; Rodrigo A Estévez, *Centro de Investigación e Innovación en Cambio Climático (CIIC) - Universidad Santo Tomás*

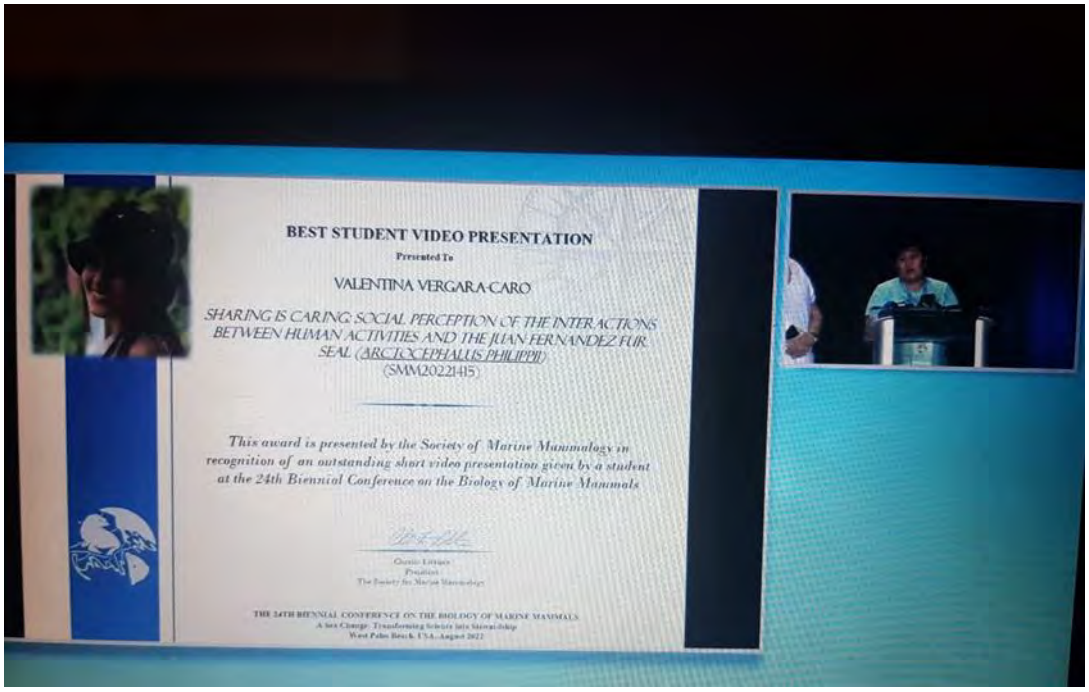
Please note that accommodation and travel were not made as part of participation in the

Charlee Littman
SMM President
5084 Helela Street
Kailua, HI
USA 96734
+1 808-220-3801
president@marinemammalscience.org

Amy C. Hirons
Conference Chair
Associate Professor
Halmos College of Arts and Sciences
and Oceanography
Nova Southeastern University
Dania Beach, FL 33004, USA
(o) 954-262-3820
conferencechair@marinemammalscience.org

Jeremy Kiszka
Conference Co-Chair
Assistant Professor
College of Arts, Science, and Education
Florida International University
North Miami, FL 33181, USA
(o) 305-919-4104
conferencechair2@marinemammalscience.org

Certificado de participación Valentina Vergara-Caro, miembro del equipo FIPA 2021-19 en el congreso SMM2022.



Premio Mejor presentación de video para estudiantes: Valentina Vergara-Caro y nuestro trabajo.

Census of the Juan Fernandez fur seal (Arctocephalus philippii) using unmanned Aerial Vehicles (UAVs): Preliminary results on the assessment of animal disturbance and limitations when using different UAVs models

Castillo-González V, Borras-Chavez R, Hiriart-Bertrand L, Michael Goebel, Vergara V, Rivera-Rebella C & Farina JM

The Juan Fernandez fur seal is the least known fur seal species of the world. Distributed in the Juan Fernandez archipelago, the distances between islands, the geographical complexity and the reactivity of animals makes data collection very challenging. Here, we present preliminary results on the assessment of animal disturbance using three different unmanned Aerial Vehicles (UAVs) models (Mavic pro (M), Phantom 4 (P4) and Phantom 4 pro V2 (P4V2) when obtaining census data. We tested animal response behavior in both reproductive (R) and non-reproductive (NR) aggregations when no wind was present. We defined four behavioral categories: Resting (REST), Vigilance (VIG, heads moving), Locomotion (LOC, animals standing and moving) and Stamping (STAM, animals running to the water). STAM was not trigger at the R aggregations for the safety of pups. Initial state of the animals was REST at all testing sessions. UAVs altitude started at 50 meters (m) and every 5 m until STAM was observed for NR aggregations, or LOC was observed for R aggregations. VIG reaction was triggered at 25 m in both R and NR aggregations using UAVs M and P4V2. In contrast, V reaction was triggered at 35 m using P4. STAMP occurred at 10 m altitude for NR aggregations using M or P4V2 and at 15 m when P4 was used. In R aggregations LOC was achieved between 10-20 m despite the model. If sudden acceleration noises are considered, we recommend an altitude of 25 m or above in any UAV activity to avoid disturbance when operating over NR and R aggregation. Finally, although P4 may not be the best alternative based on these results, GPS connection stability, Independency from phone apps when mapping colonies, and other technical differences between UAVs models when they are used in isolated areas are discussed. Future studies using UAVs should always assess operation altitudes to reduce the impact over animals especially in highly sensitive colonies such as the Juan Fernandez fur seal.

24th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals
Palm Beach, Florida · August 1-5, 2022

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

This is to certify participation in the SMM2022 conference by:

Name: Victor Castillo
Affiliation: NGO Costa Humboldt
Presentation Title: Census of the Juan Fernandez fur seal (Arctocephalus philippii) using unmanned Aerial Vehicles (UAVs): Preliminary results on the assessment of animal disturbance and limitations when using different UAVs models
Authors: Victor Castillo, *NGO Costa Humboldt*; Renato Borras-Chavez, *Center of Applied Ecology and Sustainability-CAPES, Pontificia Universidad Catolica de Chile*; MICHAEL E GOEBEL, *University of California Santa Cruz*; Carla Rivera, *Center of Applied Ecology and Sustainability-CAPES, Pontificia Universidad Católica de Chile*; José Miguel Fariña, *Center of Applied Ecology and Sustainability-CAPES, Pontificia Universidad Católica de Chile*; Valentina Vergara-Caro, *NGO Costa Humboldt*; Luciano Hiriart, *NGO Costa Humboldt*

Charles Littnan
SMM President
Kailua, HI
USA 96734
president@marinemammalscience.org

Amy C. Hirons
Conference Chair
Associate Professor
Halmos College of Arts and Sciences
and Oceanography
Nova Southeastern University
Dania Beach, FL 33004, USA
(o) 954-262-3620
conferencechairs@marinemammalscience.org

Jeremy Kiszka
Conference Co-Chair
Assistant Professor
College of Arts, Science, and Education
Florida International University
North Miami, FL 33181, USA
(o) 305-919-4104
conferencechairs@marinemammalscience.org

Certificado de participación Victor Castillo, miembro equipo FIPA 2021-19 en el congreso SMM2022.

Anexo 20. Personal participante por actividad.

Objetivo 1. Caracterización de loberas y registro histórico

Obtención de los registros históricos y estandarización:

Víctor Castillo: 310 Horas

Renato Borrás Chávez: 30 Horas

Formalidades administrativas:

Víctor Castillo: 30 Horas

Renato Borrás Chávez: 30 Horas

Luciano Hiriart-Bertrand: 100 Horas

Registro de las loberas y su caracterización

Víctor Castillo: 350 Horas

Renato Borrás Chávez: 100 Horas

Carla Rivera Rebella: 40 Horas

Michael Goebel: 60 Horas

Objetivo 2. Conteo de individuos

Formalidades administrativas:

Luciano Hiriart-Bertrand: 110 Horas

Víctor Castillo: 50 Horas

Renato Borrás Chávez: 50 Horas

Planificación Terrenos:

Luciano Hiriart-Bertrand: 70 Horas

Víctor Castillo: 250 Horas

Renato Borrás Chávez: 85 Horas

Obtención registros visuales (Drones) incluyendo capacitaciones DGAC:

Víctor Castillo González: 180 Horas

Renato Borrás Chávez: 200 Horas

Entrenamiento, creación de algoritmo y Estimaciones de Abundancia

Víctor Castillo González: 410 Horas

Renato Borrás Chávez: 330 Horas

Michael Goebel: 10 Horas

Prospección Satelital

José Lastra: 280 Horas

Renato Borrás Chávez: 20 Horas

Víctor Castillo González: 20 Horas

Objetivo 3. Percepción de las interacciones LFJF-Humanos

Formalidades administrativas:

Víctor Castillo González: 40 Horas

Renato Borrás Chávez: 20 Horas

Luciano Hiriart-Bertrand: 70 Horas

Confección y ejecución de las Encuestas

Víctor Castillo González: 15 Horas

Renato Borrás Chávez: 15 Horas

Luciano Hiriart-Bertrand: 60 Horas

Valentina Vergara: 200 Horas

Carla Rivera-Rebella: 100 Horas

Transcripción de Encuestas

Valentina Vergara: 50 Horas

Obtención y análisis de muestras para análisis de dieta

Víctor Castillo González: 50 Horas

Renato Borrás Chávez: 50 Horas

Michael Goebel: 100 Horas

Carla Rivera-Rebella: 80 Horas

Caracterización Otolitos

Renato Borrás Chávez: 20 Horas

Monserratt González: 100 Horas

Objetivo 4. Dinámica poblacional, planes de monitoreo futuro y recomendaciones de manejo.

Análisis Dinámica Poblacional

Carla Rivera-Rebella: 70 Horas

Renato Borrás Chávez: 30 Horas

Visualización de Datos Históricos

Carla Rivera-Rebella: 30 Horas

Matías Castillo: 20 Horas

Elaboración Plataforma Shiny

José Lastra: 120 Horas

Renato Borrás Chávez: 30 Horas

Construcción Paquete JFFS

Matías Castillo: 100 Horas

Renato Borrás Chávez: 20 Horas

Carla Rivera-Rebella: 30 Horas

Revisión Sistemática y Brechas de conocimiento

Renato Borrás Chávez: 40 Horas

Plan de monitoreo y recomendaciones de Manejo

Renato Borrás Chávez: 20 Horas

Valentina Vergara: 20 Horas

Elaboración Informe de Avance

Víctor Castillo González: 180 Horas

Renato Borrás Chávez: 200 Horas

Luciano Hiriart-Bertrand: 80 Horas

Valentina Vergara: 80 Horas

Carla Rivera-Rebella: 60 Horas

Planificación cierre de proyecto y talleres

Víctor Castillo González: 50 Horas

Renato Borrás Chávez: 50 Horas

Matías Castillo: 10 Horas

Elaboración Pre-informe Final

Víctor Castillo González: 370 Horas

Renato Borrás Chávez: 260 Horas

Luciano Hiriart-Bertrand: 80 Horas

Valentina Vergara: 100 Horas

Carla Rivera-Rebella: 20 Horas

Matías Castillo: 50 Horas

José Lastra: 20 Horas

Monserratt González: 60 Horas

Elaboración Informe y coordinación actividades finales

Victor Castillo González: 95 Horas

Renato Borrás Chávez: 50 Horas

Luciano Hiriart-Bertrand: 50 Horas