

***Diagnóstico del Riesgo
Climático de Rapa Nui:
Co-diseño de medidas de adaptación al
cambio climático para el patrimonio
costero, la pesca y el turismo***



Junio 2024

Informe final del proyecto **"Impactos, vulnerabilidad y capacidad de adaptación al cambio climático en Rapa Nui: hacia la identificación de fuentes de resiliencia a través de metodologías colaborativas"**. Financia: Iniciativa Sobre Impactos Climáticos en los Océanos - Chile de Fundación David & Lucile Packard.

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN¹:

Director:

Dr. Carlos F. Gaymer (UCN, ESMOI, CEAZA) cgaymer@ucn.cl

Co-Directora:

Dra. Laura Ramajo (CR2, ESMOI) laura.ramajo@gmail.com

Investigadoras/es coordinadores de líneas:

Dra. Jacinta Arthur (UCN, IIAM, ESMOI)

Dr. Jaime Aburto (UCN, ESMOI)

Dr. Gabriel González (UCN, CIGIDEN)

Dr. Boris Dewitte (CEAZA, ESMOI)

Investigadoras/es:

Tahira Edmunds (TEPUKU)

Gabriela Bórquez (Independiente)

Dr. Luis Bravo (UCN, ESMOI)

Dr. Marcelo Rivadeneira (CEAZA, ESMOI)

Hetereki Huke (TEPUKU)

Ivan Almendra (UdeC)

Dr. (C) Enzo Isola (PUC)

Enerike Carrasco Hotus (PUC)

Tamaru Huke Ainsa (Independiente)

Dr. (C) Jeison Barraza (CEAZA, ULS)

Lya Edmunds (TEPUKU)

Valentina Figueroa (UCN, IIAM, ESMOI)

Hans Gunderman (UCN, IIAM, ESMOI)

Instituciones colaboradoras:



INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES
ARQUEOLÓGICAS
Y MUSEO SP DE ATACAMA



Center for Climate
and Resilience Research



CIGIDEN
Centro de Investigación
para la Gestión Integrada
del Riesgo de Desastres



Agradecimientos:

Para la elaboración de este informe se contó con el trabajo, apoyo y la experiencia de CODEIPA, la Ilustre Municipalidad de Rapa Nui, Koro Nui o te Vaikava, el Centro de Buceo Orca, el Centro de Buceo Mike Rapu, el Centro de Buceo Rapa Nui, el Sindicato de Pescadores Artesanales de Hanga Roa, la Asociación de Pescadores Artesanales de Hanga Piko, la Asociación de Pescadores Artesanales Tere Vaikava, CONAF Isla de Pascua, el Consejo de Ancianos, COREs Rapa Nui, la Delegación Presidencial de Isla de Pascua, Secretaria Técnica de Patrimonio Rapa Nui, Ma'u Henua, Comisión Asesora de Monumentos Nacionales, Asociación de Guías de Rapa Nui, SERNATUR, y la Cámara de Turismo de Rapa Nui.

¹UCN (Universidad Católica del Norte); ESMOI (Centro de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas); CEAZA (Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas); CR2 (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia); IIAM-UCN (Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo, Universidad Católica del Norte); ULS (Universidad de La Serena); PUC (Pontificia Universidad Católica de Chile); UdeC (Universidad de Concepción); CIGIDEN (Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres).

CFG agradece al proyecto Anillo-ANID ATE220044. LR agradece el apoyo del proyecto FONDAP/ANID 1523A0002 (CR2). BD agradece a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (Concurso de Fortalecimiento al Desarrollo Científico de Centros Regionales 2020-R20F0008-CEAZA) y al proyecto CE2COAST financiado por ANR (FR), BELSPO (BE), FCT (PT), IZM (LV), MI (IE), MIUR (IT), Rannis (IS), IRP MAST (Multiscale Adaptive Strategies) y RCN (NO) a través del 2019 "Joint Transnational Call on Next Generation Climate Science in Europe for Oceans" iniciado por JPI Climate and JPI Oceans. CFG, LR, y BD agradecen al proyecto EU H2020 FutureMares (Theme LC-CLA-06-2019, Grant agreement No 869300). GG agradece el apoyo de FONDAP/ANID 1523A0009 (CIGIDEN).

ÍNDICE

Resumen ejecutivo	2
1. Antecedentes	6
2. Percepción del cambio climático en Rapa Nui	9
3. Caracterización del riesgo climático de Rapa Nui	16
3.1 Amenazas climáticas (presente y proyecciones climáticas)	18
3.2 Exposición al cambio climático	25
3.3 Vulnerabilidad al cambio climático de Rapa Nui	37
3.3.1 Sensibilidad del patrimonio costero (natural y cultural), pesca y turismo al cambio climático de Rapa Nui	37
3.3.2 Capacidad adaptativa al cambio climático de Rapa Nui	52
3.4. Cadenas de impacto (estimaciones de riesgo climático)	57
4. Medidas de adaptación al cambio climático propuestas por la comunidad de Rapa Nui para el patrimonio (cultural y natural), la pesca y el turismo	68
4.1. Patrimonio arqueológico	69
4.2. Pesca	74
4.3. Turismo	77
4.4. Medidas transversales	81
5. ANEXOS	83
5.1. Metodologías	83
5.2. Productos de divulgación y educación	89
5.3. Referencias bibliográficas	91
5.4. Biografías del equipo de trabajo	96

RESUMEN EJECUTIVO

- 1. El clima futuro de Rapa Nui depende de la evolución de las grandes estructuras atmosféricas del Pacífico Sudeste, en particular de la posición del anticiclón del Pacífico Sur.** El desplazamiento del anticiclón del Pacífico Sur hacia el sur como consecuencia del cambio climático generará cambios en el régimen de lluvias de Rapa Nui. Las proyecciones indican una reducción de alrededor del 10% de lluvias para el 2034, y un 25% de reducción de precipitaciones para el 2064. En relación al océano, el calentamiento de las aguas superficiales producirá una expansión térmica provocando una subida del nivel del mar, el cual podría incrementar hasta en 30 cm para el año 2064 según el escenario más pesimista de emisiones (SSP585). El calentamiento de las aguas de superficie también se asocia a una marcada desoxigenación del océano.
- 2. Rapa Nui experimentará en el futuro cambios en la aparición de fenómenos extremos de diversa índole.** El aumento de las temperaturas medias superficiales del océano podría favorecer la ocurrencia de olas de calor marinas, estimándose un aumento de frecuencia de estas de hasta un 41% para el año 2064. Por otro lado, los modelos no indican en la frecuencia de los temporales, aunque el aumento de la altura media de las olas asociado a la subida del nivel medio del mar podría tener consecuencias importantes para la zona costera.
- 3. La población de Rapa Nui atribuye los cambios en las condiciones ambientales observados, así como sus impactos en la pesca, el patrimonio arqueológico y el turismo al cambio climático y a las actividades humanas realizadas en la Isla.** Disminución de las precipitaciones, cambios en la temperatura del aire, así como una mayor intensidad de las marejadas, viento y el oleaje son las principales amenazas percibidas en los últimos 10 años. Por otra parte, el aumento de los terrenos dedicados a la agricultura o la construcción de viviendas, el aumento de la población, el incremento de la basura y la ganadería desregulada ponen en riesgo la pesca, el turismo y el patrimonio de la Isla.
- 4. Los elementos arqueológicos de Rapa Nui están en riesgo debido al cambio en las condiciones climáticas, así como por actividades tales como la ganadería no regulada.** La erosión costera, acelerada por el aumento del nivel del mar y eventos climáticos extremos, es una preocupación primordial, ya que desgasta las bases de los recursos arqueológicos costeros tales como los Ahu, poniendo en peligro su estabilidad y permanencia. Los recursos arqueológicos tales como los ahu, moai, rampas y cuevas, entre otros, están expuestos a la erosión continua y a diversos impactos antropogénicos.
- 5. El patrimonio natural de Rapa Nui, representado por ecosistemas marinos únicos, con altos niveles de endemismo y extremadamente frágiles, es considerado de importancia global. Sin embargo, hoy en día los ecosistemas costeros están en riesgo debido al cambio en las condiciones climáticas, pero también por la sobrepesca, la contaminación costera, y la basura flotante que llega a la Isla desde el continente.** Los ecosistemas marinos y la biodiversidad marina de Rapa Nui son elementos claves para el desarrollo de la actividad pesquera local, así como para la actividad turística de buceo y observación. El aumento de la

temperatura del mar, la disminución del oxígeno disuelto, el aumento de la frecuencia e intensidad de eventos extremos como marejadas y el aumento del nivel del mar ponen en riesgo el patrimonio natural de Rapa Nui. Por otra parte, en los últimos 15 años, la contaminación costera producto de la filtración de los pozos de aguas negras y la escorrentía generada por las lluvias que desemboca en el mar frente al poblado de Hanga Roa, ha provocado la muerte de los arrecifes mesofóticos y arrecifes someros. Por otro lado, el aumento de la temperatura del mar ha generado eventos de blanqueamiento parcial de corales, mientras que el mayor número de eventos de marejadas ha generado a su vez la varazón de macroalgas alrededor de la isla.

- 6. La pesca artesanal es una actividad económica y cultural significativa en Rapa Nui, y por lo tanto, altamente expuesta y en riesgo a los efectos de las amenazas climáticas.** La actividad pesquera presenta un alto nivel de riesgo frente a eventos extremos y en particular a los eventos de marejadas que han ido en aumento desde el año 2016. El cambio en las condiciones climáticas está afectando la infraestructura (muelles y fondeaderos) y las embarcaciones artesanales, además de implicar los cierres frecuentes de las caletas para las actividades pesqueras. Si bien al día de hoy las caletas poseen grúas, el análisis de los pescadores es que estas no son adecuadas para responder de manera rápida y efectiva para evitar los daños sobre las embarcaciones. Por otro lado, el aumento de la temperatura del mar y la disminución del oxígeno y de los niveles de pH del agua generarán cambios en la distribución y abundancia de especies de importancia pesquera, afectando directamente la actividad.
- 7. El turismo en Rapa Nui es el sector socioeconómico más desarrollado de la Isla, mostrando crecimiento sostenido desde la década de los 60s. Sin embargo, este sector presenta un alto nivel de riesgo debido al aumento de los eventos extremos climáticos, así como a diversas acciones y actividades antrópicas que se desarrollan en la Isla.** El aumento de la temperatura, así como la mayor presencia de eventos extremos como olas de calor, marejadas o precipitaciones intensas son amenazas que afectan diversos aspectos relacionados con la operatividad de las actividades, el bienestar de los turistas, así como el tipo de actividades a desarrollar. La contaminación costera producto de la filtración de pozos negros o colectores de lluvia que desembarcan directamente la costa, o la presencia de grandes volúmenes de basura flotante, afectan importantemente los ecosistemas marinos de la Isla que son claves para el turismo de buceo. Además, la gran mayoría de la infraestructura costera que incluye comercios o servicios públicos está en riesgo frente a inundaciones. La falta de asociatividad entre los operadores turísticos, así como la alta competencia, y la actual mala calidad de la infraestructura turística pone en riesgo este sector.
- 8. Numerosas especies marinas de Rapa Nui que son importantes tanto ecológica como socio-económicamente están en riesgo de cambiar su distribución para mitad de siglo a raíz del incremento de la temperatura del mar, la acidificación del océano y la pérdida de oxígeno de las aguas.** El pez timón o nanue, la palometa o toremo, el atún de aleta amarilla o kahi tienen niveles altos de riesgo de cambiar su distribución y disminuir su abundancia en las aguas de la región. Por otro lado, las especies de miritoni están en riesgo moderado de desaparecer de la región, lo que podría tener importantes consecuencias para otras especies y recursos pesqueros debido a su significancia ecológica al ser especies

formadoras de hábitat para muchos organismos y reducir los efectos de la acidificación y desoxigenación del océano.

- 9. La distribución de corales de la ecorregión de Rapa Nui se encuentra en una categoría de riesgo moderado a raíz del incremento de la temperatura del mar, su acidificación y la pérdida de oxígeno de las aguas.** La potencial desaparición de ciertas especies de corales a lo largo de la costa de Rapa Nui puede traer importantes consecuencias para la Isla ya que son de gran importancia para la protección de la costa frente a las marejadas. Por otro lado, los corales generan hábitats para muchas especies marinas que son fundamentales para el turismo, la pesca, y el desarrollo social y económico de la ecorregión.
- 10. Son numerosas las brechas y los desafíos actuales presentes en Rapa Nui que limitan y crean barreras para la adaptación al cambio climático, pero que a su vez incrementan los impactos, así como la exposición y la vulnerabilidad del patrimonio costero, la pesca artesanal y el turismo.** En particular, la presencia de un enfoque reactivo frente al preventivo, así como el uso extensivo de infraestructura gris para proteger el patrimonio costero, y la falta de manejo de la ganadería, generan importantes impactos sobre el patrimonio cultural y natural de la Isla afectando de manera indirecta a otros sectores. Por otro lado, la actual sobreexplotación de recursos costeros y marinos denota una actual falta de manejo sustentable de los recursos. La falta de sistemas de alerta y tecnologías frente a eventos extremos como marejadas afectan de manera negativa al sector pesca, y pone en riesgo la vida de las personas.
- 11. La comunidad de Rapa Nui evidencia la presencia de importantes brechas para la adaptación en relación a la infraestructura y las tecnologías presentes en la Isla, así como en relación al financiamiento para la adaptación.** Todos los sectores advierten a su vez que muchas de las brechas actuales son resultados de problemas relacionados con la actual institucionalidad y la gobernanza de la Isla. Los sectores de Pesca y Turismo advierten la falta de infraestructura costera adecuada (caletas, grúas, etc), la mala comunicación por falta de antenas y la falta de capacidad para responder frente a las marejadas. El sector turismo identifica que la falta de acciones preventivas frente a la disminución de la cantidad y calidad del agua pone en riesgo la seguridad hídrica de la Isla y el turismo, mientras que la actual carencia de recursos económicos para la protección del patrimonio, así como el alto costo que supone para los operadores la compra de los materiales de aislación o tecnologías como el aire acondicionado evita abordar los efectos del aumento de la temperatura y la mayor presencia de olas de calor. En relación con el conocimiento e información, la comunidad rapanui menciona que, hoy en día, hay una importante falta de conocimiento e información sobre cuáles podrían ser las potenciales acciones de adaptación frente al cambio climático, así como del estado de conservación de las especies y recursos pesqueros. En relación con la institucionalidad y la gobernanza, destacan las brechas relacionadas con la falta de apoyo e interés de las instituciones y sectores de la comunidad por generar programas de educación sobre la protección del patrimonio, la falta de flexibilidad de las instituciones, o la falta de marcos legales adaptados a la realidad de la Isla y al contexto local, así como la falta de comunicación interinstitucional que genera duplicidad de acciones.

12. La comunidad de Rapa Nui plantea la necesidad de diseñar e implementar urgentemente una serie de medidas de adaptación que aborden los riesgos al cambio climático del patrimonio cultural y natural, la pesca y el turismo.

Las medidas para la protección y conservación del patrimonio arqueológico incorporan acciones que abordan la gestión sustentable y autónoma de los elementos arqueológicos, así como el fortalecimiento de la educación ambiental y espacios de conocimiento que incorporen la temática del cambio climático. Otras acciones están relacionadas con la implementación de medidas basadas en la naturaleza, y la regulación de la actividad ganadera. Para el sector pesca, las medidas y acciones están centradas en el mejoramiento de la infraestructura de las caletas, la incorporación de tecnologías para hacer frente al aumento de marejadas, así como la incorporación de acciones que aseguren el uso sostenible de los recursos marinos. Finalmente, para el sector turismo, las medidas se basan en la búsqueda de nuevas actividades turísticas, la educación ambiental y el mejoramiento de la infraestructura. Ciertas medidas transversales de adaptación al cambio climático se promueven desde la comunidad de Rapa Nui y abordan aspectos de la gobernanza interna de la Isla y la mejora en la coordinación interinstitucional para hacer frente a los riesgos e impactos del cambio climático.

1. Antecedentes

Los recientes reportes de evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) publicados entre el año 2021 y 2023, determinaron que es innegable el impacto de las actividades humanas en el cambio climático que está experimentando el planeta.

Respecto al estado actual del clima, se reporta que el aumento sostenido de gases de efecto invernadero (GEI) ha incrementado en promedio la temperatura del planeta 1,07°C en relación a aquella registrada entre los años 1850 y 1900 (IPCC, 2021). Adicionalmente, el planeta experimenta importantes cambios en los patrones globales de precipitaciones, un incremento del derretimiento de los hielos polares y glaciares, el aumento de la temperatura y la pérdida del oxígeno del océano, así como el incremento del nivel del mar, entre otros. De hecho, las actividades humanas han influido sobre muchos fenómenos meteorológicos y climáticos en todas las regiones del planeta, siendo cada vez más evidente la ocurrencia de eventos extremos como olas de calor y frío, precipitaciones intensas, sequías, ciclones tropicales, entre otros (IPCC, 2021).

Los modelos climáticos predicen un futuro con un mayor calentamiento global resultado de tanto las emisiones pasadas, actuales como futuras. La temperatura del planeta seguirá aumentando hasta mediados de siglo, esperándose una temperatura promedio entre 1,5°C y 2,0°C más a lo largo de este siglo si es que no se toman medidas urgentes en la reducción de GEI. Por lo tanto, es innegable que este continuo aumento de la temperatura global del planeta agravará aquellos episodios y los impactos de calor extremos como olas de calor (tanto terrestres como marinas), fenómenos húmedos y secos (ej. precipitaciones intensas, sequías meteorológicas e hidrológicas), y eventos extremos como ciclones tropicales intensos y huracanes, entre otros (IPCC, 2021).

Los impactos de estos cambios en las condiciones climáticas ya son visibles en muchos sistemas humanos y naturales (ecosistemas terrestres, de agua dulce y marinos), y serán mayores en el futuro cercano. El Sexto Reporte de Evaluación (AR6, por sus siglas en inglés) del Grupo II del IPCC (WGII, por sus siglas en inglés) que se focaliza en la vulnerabilidad, adaptación e impactos del cambio climático, evalúa las numerosas pérdidas y daños que ya se han reportado a raíz del cambio climático, pero también las futuras (IPCC, 2022). En términos generales, el informe reporta que el cambio climático ya ha impactado y ha puesto globalmente en riesgo la seguridad alimentaria e hídrica del planeta, la salud de millones de personas y ha generado y acelerado la pérdida de biodiversidad afectando los servicios ecosistémicos, y exacerbado las desigualdades sociales y económicas que ya afectan millones de mujeres, niñas y niños, personas pertenecientes a Pueblos Originarios (PPOO), personas de bajos recursos, personas mayores de edad y personas con discapacidad, entre otros (IPCC, 2022).

Ninguna región del planeta escapa al cambio climático y sus impactos, sin embargo, la magnitud de estos impactos es desigual entre territorios, y es aquí donde las islas destacan por su alta vulnerabilidad y exposición al cambio en las condiciones climáticas del planeta.

Los territorios y estados insulares son enormemente afectados por el aumento de la temperatura y sus extremos, las marejadas, las sequías, los cambios en los patrones de

precipitación, el aumento del nivel del mar, el blanqueamiento de corales y la llegada de especies invasoras (IPCC, 2022, Mycoo et al. 2022). Los impactos serán incluso mayores debido al aumento de la frecuencia, duración y extensión de las inundaciones costeras por marejadas y aumento del nivel del mar, el incremento de la aridez, el estrés hídrico y el calentamiento de los océanos, entre otros. Todos estos impactos reducirán las áreas habitables incrementando la exposición humana a las amenazas climáticas, y obligarán en muchos casos a desplazamientos forzados y migraciones (IPCC, 2022, Mycoo et al. 2022).

En el contexto nacional, se ha avanzado de manera importante en la consolidación de una Política Climática de Estado que trascienda las administraciones estatales, y donde destaca como su instrumento principal, la **Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) (Ley 21.455)** promulgada el 30 de mayo de 2022. En dicha ley, se establecen los Planes de Acción Regionales de Cambio Climático (PARCC) y los Planes de Acción Comunales de Cambio Climático (PACCC) como instrumentos de gestión del cambio climático que reconocen las particularidades territoriales de los impactos del cambio climático, así como también las soluciones.

Bajo este contexto actual de construcción de políticas climáticas locales en el que se encuentra Chile, se desarrolla el presente informe: **"Diagnóstico del riesgo climático de Rapa Nui: co-diseño de medidas de adaptación al cambio climático para el patrimonio cultural y natural, la pesca y el turismo"**, que pretende aportar con información y evidencia científica al proceso de diseño del PACCC de Rapa Nui y a otros programas y políticas públicas que se desarrollan en la Isla, tanto desde la CODEIPA, como desde la Municipalidad.

Los resultados aquí presentados son parte del proyecto **"Impactos, vulnerabilidad y capacidad de adaptación al cambio climático en Rapa Nui: hacia la identificación de fuentes de resiliencia a través de metodologías colaborativas"** que se centra en dos sectores socioecológicos y económicos de gran importancia para Rapa Nui (Turismo y Pesca), y que aborda de manera transversal su relación con el patrimonio arqueológico y natural presente en la Isla. En términos generales, el proyecto busca: (1) identificar y priorizar junto con la comunidad de RN los riesgos climáticos de este territorio para la pesca, el turismo y el patrimonio, (2) co-diseñar estrategias de adaptación al cambio climático basadas en las comunidades, así como (3) generar capacidades para fortalecer la resiliencia al cambio climático de Rapa Nui a largo plazo.

El proyecto, financiado por la 'Iniciativa Sobre Impactos Climáticos en los Océanos' de la Fundación David and Lucile Packard, ha sido desarrollado por un equipo multidisciplinario de investigadoras e investigadores y de diversas instituciones nacionales y rapanui. Este marco de trabajo ha permitido abordar los objetivos bajo una perspectiva inter y transdisciplinaria donde las ciencias físicas, naturales y sociales y los conocimientos locales, tradicionales e indígenas conversan para construir la narrativa de riesgo climático de Rapa Nui que aporte al desarrollo y la implementación de las futuras acciones de adaptación de la Isla.

Los resultados aquí presentados están generados bajo el marco conceptual metodológico de la *Investigación Acción Participativa (IAP)*, metodología que está orientada a ofrecer soluciones que respondan a prioridades comunitarias, y que se caracteriza por involucrar el trabajo directo de investigadores/as con las comunidades, comunidades que han sido

tradicionalmente conceptualizadas como el sujeto de estudio (Stringer, 2007). En el marco de la IAP, el creciente reconocimiento de la contribución del conocimiento tradicional (TK, por sus siglas en inglés) y el conocimiento local ecológico (LEK, por sus siglas en inglés) aporta a mejorar la resiliencia de las comunidades a través de una resiliencia social empoderada en la diversidad epistemológica.

Múltiples actividades permitieron abordar los objetivos del presente proyecto bajo la perspectiva inter y transdisciplinaria:

- a. Definición conjunta de los objetivos del estudio con actores locales clave, los que incluyeron autoridades y expertos/as locales que colaboraron y/o fueron informados en todas las etapas del estudio
- b. Evaluación de la percepción de la comunidad Rapa Nui sobre cambio climático, sus impactos y causas
- c. Evaluación de los cambios en las condiciones climáticas atmosféricas, terrestres y marino-costeras de Rapa Nui
- d. Evaluación de los cambios futuros de las condiciones climáticas a través del análisis de salidas de modelos climáticos bajo escenarios de altas emisiones para el horizonte temporal comprendido entre 2034 y 2064
- e. Identificación y evaluación de indicadores de exposición y sensibilidad climática para el patrimonio arqueológico y natural, la pesca y el turismo
- f. Identificación de las zonas de mayor vulnerabilidad frente a diversas amenazas climáticas
- g. Identificación y evaluación medidas de adaptación y resiliencia climática ya presentes en Rapa Nui
- h. Generación de una propuesta de medidas de adaptación al cambio climático co-diseñada con la comunidad de Rapa Nui para afrontar los riesgos al cambio climático para el patrimonio arqueológico costero, la pesca y el turismo
- i. Co-creación de material de divulgación sobre riesgos climáticos y adaptación al cambio climático en Rapa Nui
- j. Creación de propuesta didáctica para aplicar en los colegios de Rapa Nui a través de rutas pedagógicas para la enseñanza de las ciencias naturales con un enfoque interdisciplinario

2. Percepción del cambio climático en Rapa Nui

Más allá de la múltiple evidencia acumulada en las últimas décadas sobre el cambio climático, sus causas, efectos y del riesgo que representa para la vida y el bienestar en el planeta de millones de especies incluida la humana, los estudios científicos determinan que existen múltiples factores (experienciales, físicos, psicológicos o socio-culturales) que determinan la percepción humana individual y colectiva de los cambios en las condiciones climáticas que actualmente experimenta el planeta (Lee et al., 2015).

Para evaluar cuál es el estado de percepción del cambio climático, sus impactos, así como los avances en la adaptación a los cambios observados, se aplicó una encuesta a diferentes actores de la Isla. La encuesta tomó la forma de una ficha de registro de entrevista estructurada de diseño multi-caso cualitativo, y constó de un total de 41 preguntas divididas en cinco secciones: dos secciones generales y tres específicas al sector del o la entrevistada (i.e. patrimonio, pesca y turismo). La primera sección general abordaba datos demográficos, la segunda se enfocaba en la identificación de amenazas climáticas, mientras las específicas estaban orientadas a evaluar la afectación del respectivo sector frente a las amenazas identificadas (*ver Anexo 5.1.1*).

La encuesta se focalizó en dos sectores socioproductivos (pesca y turismo) que son importantes económica y culturalmente para Rapa Nui. Adicionalmente, se evaluó la percepción que se tiene sobre la importancia del patrimonio (arqueológico, inmaterial y natural), así como su vulnerabilidad al cambio climático. La encuesta fue aplicada a un total de 123 personas, donde el 64% fueron mujeres, 36% hombres, y donde **el 90% de los y las participantes afirmaron pertenecer al pueblo Rapa Nui**. La edad promedio de los/las encuestados/as fue de 46 años, donde el 62% de las personas encuestadas se encontraban en el rango comprendido entre los 31 y los 60 años de edad.

Del total de personas que participaron del estudio, **el 36% y el 41% afirmaron que el turismo de costa y la pesca o recolección son actividades relevantes para ellos o bien para su hogar, respectivamente**. En relación con el patrimonio, **el 35% de las personas que respondieron la encuesta relevaron la importancia y relevancia del patrimonio arqueológico, el 29% del patrimonio natural, el 25% del patrimonio cultural, y el 12% del patrimonio inmaterial**.

En relación a la profesión de los encuestados, el 33% de los participantes declararon dedicarse a varios oficios (categoría multioficio) donde combinaban actividades relacionadas con el arte, la artesanía, la pesca, la recolección, el buceo, la medicina alternativa, la agricultura, la educación y el turismo. Por otro lado, los participantes que declararon sólo dedicarse a un oficio se distribuyeron en aquellos que se dedican a la artesanía (7%), la ingeniería (7%), la educación (estudiantes) (6%), el buceo (5%), la pesca y la recolección (5%), y la guía de turistas (5%), entre otros. Un 14% de los entrevistados declararon dedicarse a 'Otros' oficios (*ver Fig. 2.1*).

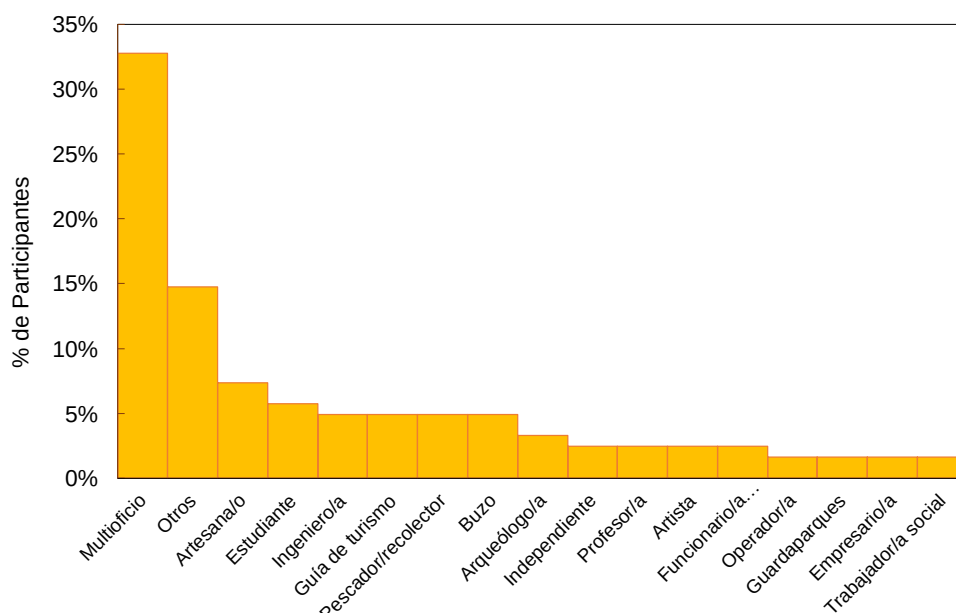


Figura 2.1. Porcentaje de participación en los diferentes oficios a los que se dedican los y las participantes de la encuesta. Fuente: Elaboración propia

En relación a los cambios que se perciben en la isla, tanto climáticos como no climáticos, del análisis de la encuesta se desprende que **el 98% de los encuestados afirman haber percibido cambios en las condiciones climáticas de la Isla.**

Un análisis más detallado indica que la mayoría de los encuestados (mayor al 50%) percibe una **disminución de las precipitaciones** y **cambios en la temperatura del aire** (tanto aumento, como disminución de esta). Por otro lado, en relación con **cambios en los vientos**, los encuestados determinaron que existe una dificultad para predecir su comportamiento ya que este es errático, donde cada vez es más común tanto aumentos y disminuciones atípicas en la velocidad de éste, así como la presencia de vientos más fuertes en épocas del año en donde antes no ocurría. En relación con los **cambios en el nivel del mar**, los participantes indican que esto es más notorio en la zona de los Motu (Islotes) y Hanga Roa, y lo cual asocian principalmente a cambios atípicos de las mareas (ver Fig. 2.2).

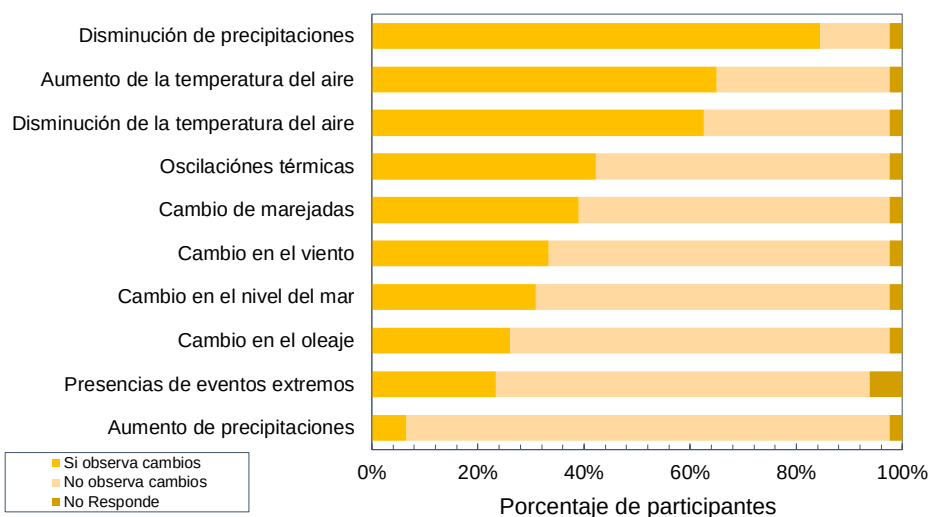


Figura 2.2. Percepción de cambios en las condiciones climáticas de Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, cerca del 80% de los encuestados notificó que se observa un **cambio en las especies** presentes en Rapa Nui, apreciándose una disminución generalizada de peces, y en menor medida de aves, crustáceos, moluscos y algas. Se identifica que especies como el pisci (pez timón pequeño), nanue (pez timón), po o po o (juel de labio grueso), paoa, ruhi, hotumatu'a, koreha, pikea rojo, kahi (atún), ura (langosta), miritoni (macroalgas), auke (alga), fardela de isla de pascua (ave), y moko uri-uri (lagartija negra) han disminuido en abundancia, y algunas especies incluso en tamaño. Por el contrario, especies como insectos o el erizo venenoso (*Diadema savignyi*) presentan un aumento en su abundancia, al igual que especies vegetales exóticas que viene asociado con una disminución de las endémicas como el toromiro.

Por otro lado, y en menor medida, alrededor del 40% de los y las participantes declaran la existencia de significantes **cambios en el uso del suelo** a lo largo de Rapa Nui. Las razones de este cambio están asociadas al aumento de terrenos agrícolas o el aumento de construcción de viviendas. Por otro lado, los participantes indican que, debido a factores climáticos como el aumento de la sequía y la erosión o el aumento del nivel del mar, la Isla está perdiendo suelo.

Por último, alrededor del 40% de los y las participantes de la encuesta determinan que existen **cambios en el recurso hídrico disponible**. Entre las razones destacan la salinización del agua potable, la disminución del nivel del agua en los humedales, el agotamiento de napas subterráneas y la contaminación del agua potable, cambios que son notorios en Ura Uranga de Mahina, Rano Aroi, cráteres de Rano Raraku y Rano Kau (ver Fig. 2.3).

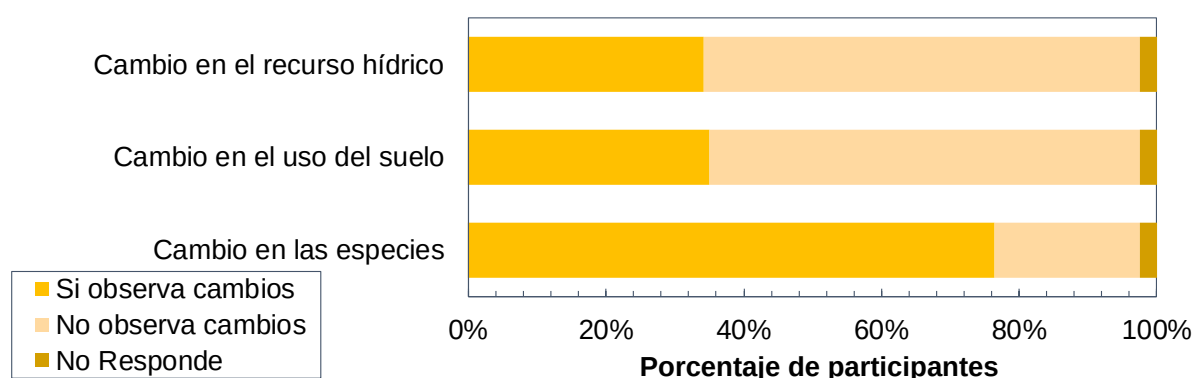


Figura 2.3. Percepción de cambios no climáticos en Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia

El 17% de los/las encuestadas identifican "otros cambios" que afectan a Rapa Nui como el **aumento de la población** y el consecuente **aumento de la demanda por terrenos para construir viviendas, aumento de la basura**, tanto en acantilados como en el mar (en este último microplásticos), y el **aumento en la erosión** de cerros y acantilados afectando a las cuevas.

La percepción sobre **desde cuándo ocurren los cambios** observados en la Isla es variable entre los/las participantes. Sin embargo, el 71% de las personas encuestadas identifican que estos son mayormente perceptibles en los últimos 10 años (ver Fig. 2.4).

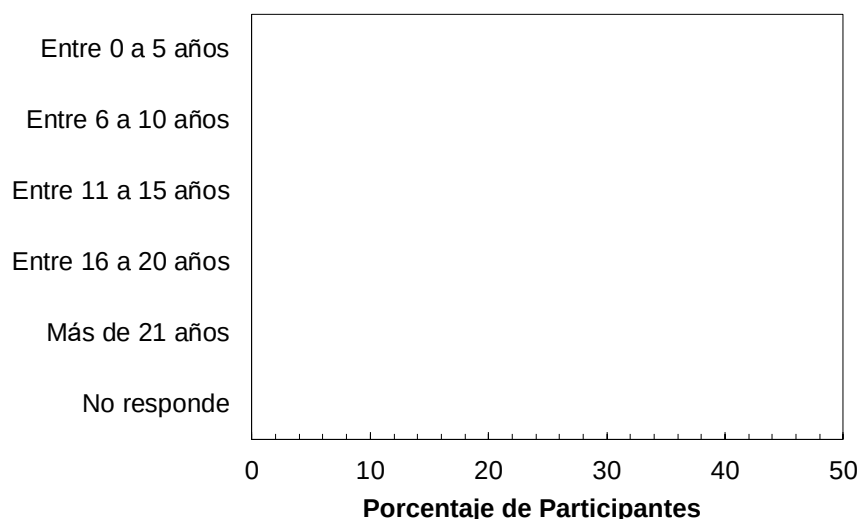


Figura 2.4. Percepción temporal de los cambios (amenazas y sensibilidad) en Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia

Al preguntar sobre las **causas de los cambios observados y percibidos**, estos fueron principalmente atribuidos al cambio climático, pero también a diversos factores antrópicos que incluyen la sobreexplotación de recursos naturales como consecuencia de la presencia de embarcaciones pesqueras de gran tamaño en los alrededores de la isla o incluso a actividades realizadas por la población local. La contaminación principalmente vinculada a microplásticos y basura presente en el mar es otra causa importante reportada por los encuestados (ver Fig. 2.5).

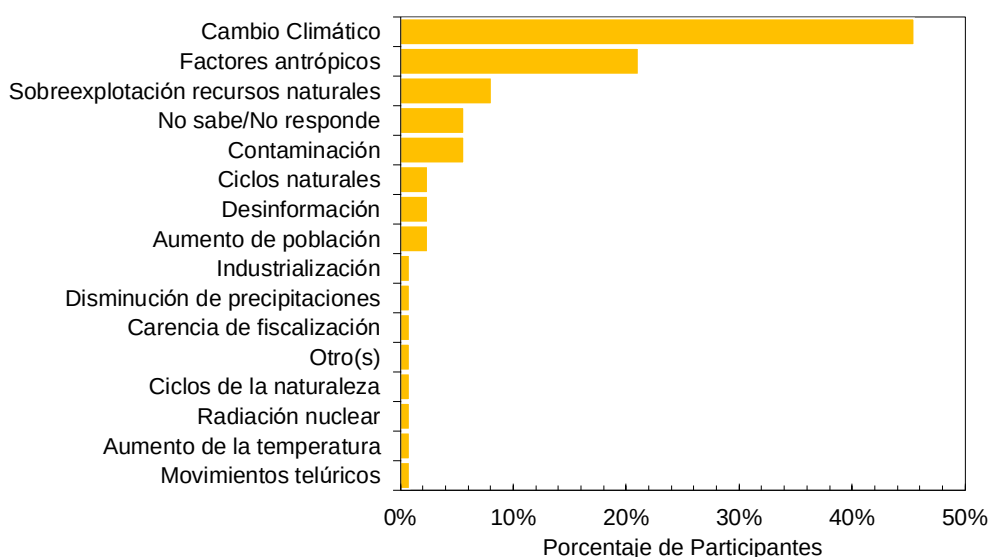


Figura 2.5. Percepción de las causas que han generado los cambios observados en Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia.

En relación a los **impactos personales** tanto de los cambios en las condiciones climáticas como las actividades antrópicas, el 24% de las personas encuestadas aseguraron que la **disminución de las precipitaciones** les está dificultando el cultivo y la crianza de animales, además de generarles una preocupación por el abastecimiento de agua para consumo humano. Por otro lado, un 15% de los y las participantes identificaron que el **cambio de especies** tiene importantes consecuencias sobre actividades como la pesca, la recolección y el buceo relacionado con el turismo (ver Fig. 2.6).

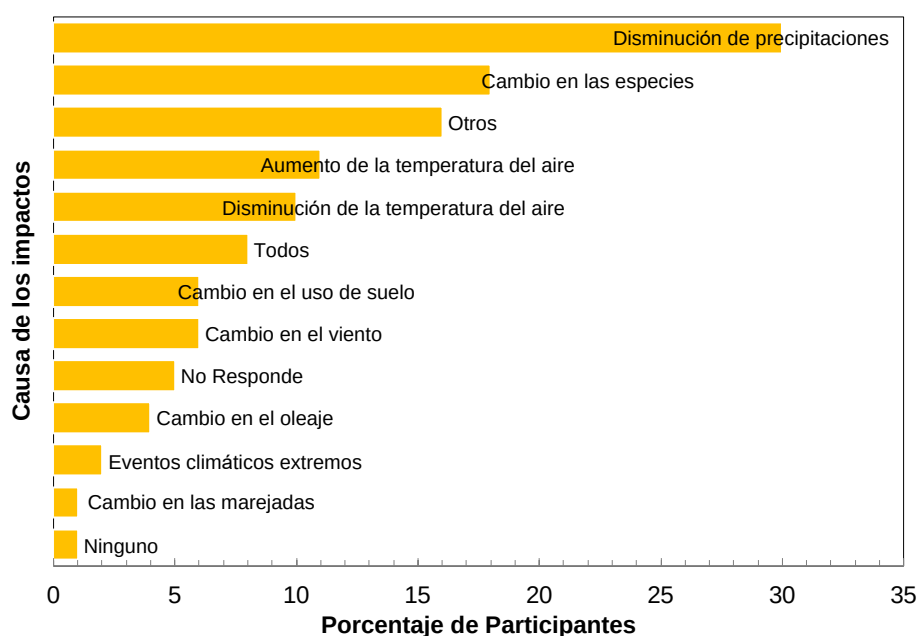


Figura 2.6. Percepción de la atribución de impactos a los cambios percibidos en Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia

Los encuestados aseguraron que el **patrimonio costero** ya se encuentra altamente impactado por el aumento del nivel del mar y la erosión del borde costero, siendo los Ahu (13%), los Moai (13%), la fauna (9%), los Petroglifos (7%) y las Rampas (6%) los más afectados. Por otro lado, sólo un 6% de los encuestados identificó impactos sobre el **patrimonio natural**, específicamente sobre la flora nativa y endémica. Los participantes identificaron que la pérdida del patrimonio tiene consecuencias importantes e impactan negativamente sobre aspectos económicos y el turismo (24%), sin embargo, la gran mayoría de los encuestados (77%) identificaron que la pérdida de patrimonio tiene consecuencias serias para la cultura, el paisaje e identidad de Rapa Nui (ver Fig. 2.7).

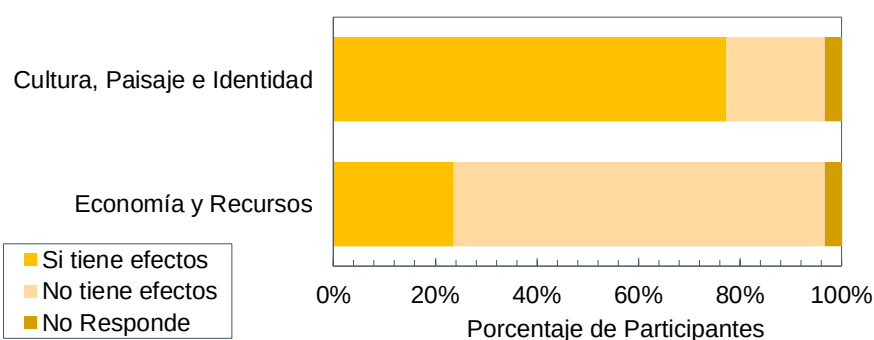


Figura 2.7. Impactos de la pérdida de patrimonio en Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia

En relación al **turismo**, los encuestados declararon que los cambios observados tanto climáticos (aumento de temperatura, sequía o cambios abrupto de las condiciones) como la pérdida de especies marinas como aves, peces, moluscos, crustáceos y algas tienen impactos negativos para el rubro en general y la operación turística.

Al preguntar sobre cuáles eran las actividades turísticas más afectadas por el cambio en las condiciones climáticas, el 30% de los encuestados (considerando solo guías y operadores turísticos) determinaron que eran los tours por el borde costero, seguido por

el snorkeling (25%), el buceo (23%), los tours en bote (20%), las actividades de avistamiento de aves (18%), y la pesca recreativa (10%) (ver Fig. 2.8).

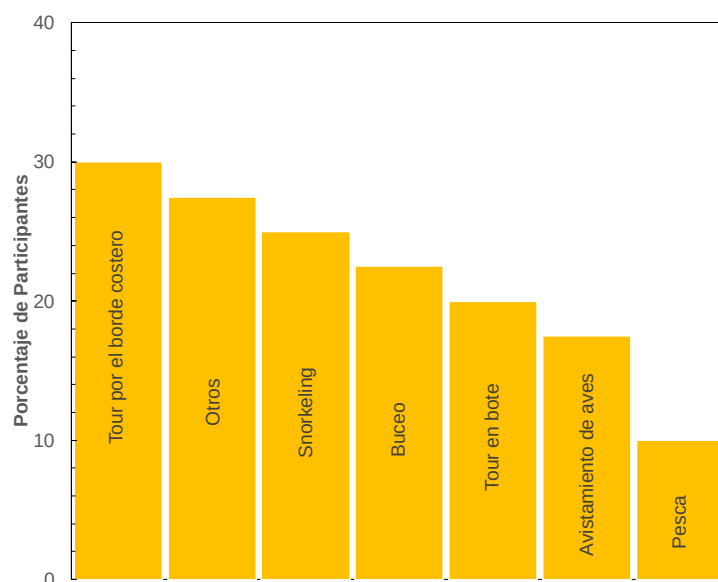


Figura 2.8. Impactos del cambio climático en diferentes actividades del sector turismo. Fuente: Elaboración propia

En relación con la **pesca y recolección**, el 60% de los encuestados afirmó que los cambios en las condiciones climáticas afectan la realización de la actividad, siendo el aumento de la temperatura, el aumento de la radiación solar, la mayor presencia de marejadas y oleaje o vientos más intensos las principales amenazas.

En relación con los impactos observados en los **recursos pesqueros**, el 84% de las personas encuestadas consideró que los cambios en las condiciones climáticas si están afectando los recursos que pescan y/o recolectan. Se percibió que los cambios en la temperatura del mar (más cálido o frío) y la sobreexplotación de las especies marinas estarían vinculadas a la disminución de especies tales como el pipi hotake, pipi anakena, pipi tomato y pure. Particularmente, se sostiene que el aumento en la temperatura del mar estaría generando la migración de estas especies hacia aguas más profundas, alejándolas de la orilla, lo que afecta la abundancia de estas especies en la costa y su pesca o recolección. Finalmente, se destacó el aumento de basura en el mar, especialmente plásticos y microplásticos, que estarían afectando negativamente la salud y la abundancia de las especies marinas.

Por otro lado, el cambio en las condiciones climáticas también impacta sobre la **operación de las embarcaciones pesqueras**. Las tres causas más importantes para no salir a pescar son: la mayor presencia de temporales (50%), el aumento de las marejadas (24%), y la presencia de vientos de gran intensidad (11%).

En relación a la percepción sobre avances actuales en **soluciones y medidas de adaptación** para abordar los cambios observados y sus impactos (capacidad adaptativa), el 65% de los encuestados afirmó que en Rapa Nui “no” se han tomado medidas para **conservar y proteger el patrimonio** de los efectos del cambio en las condiciones climáticas. Las razones que se argumentan para no haber tomado medidas son la carencia de recursos, la falta de interés por parte de las instituciones, así como la presencia de un enfoque reactivo y no preventivo dificulta proteger y conservar los elementos arqueológicos. Por otro lado, un 20% de los encuestados afirmó que “sí” se han tomado

medidas, que incluyen campañas de concientización escolar, actividades de limpieza del borde costero, la firma de compromisos internacionales para enfrentar el cambio climático, y la creación del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos.

En relación con el **turismo**, el 58% de los encuestados que se dedica a esta actividad afirmó que ha tenido que adaptar sus actividades a los cambios en las condiciones climáticas, mientras que un 38% declaró no estar tomando acciones frente a los cambios e impactos. Algunas de las medidas que se están tomando para adaptar la actividad turística al cambio climático y sus impactos destacan aquellas basadas en un aumento de la inversión en mejor equipamiento (por ejemplo, mejores embarcaciones para enfrentar vientos intensos), el desarrollo de presentaciones turísticas audiovisuales antes que en terreno, la adaptación de los tours para lugares de difícil acceso (a esto le llaman “mostrar de lejos”), la adaptación de los horarios y circuitos turísticos para evitar la exposición a la radiación solar y las altas temperaturas, así como la reprogramación de actividades ante malas condiciones climáticas.

En particular, ante el cierre de caletas por parte de la Armada de Chile, el 40% de los encuestados que representan al sector turismo decide no salir, mientras que el 13% cambia de actividad o de caleta, y el 5% evalúa si salir o no salir. Se destaca que la mayoría de las personas encuestadas acatan las determinaciones oficiales.

Sin embargo, los participantes notifican que el empeoramiento de las condiciones climáticas supone, en general, un escenario de extenuación, esfuerzo e incertidumbre, donde la mayoría de las personas estaría dispuesta a generar mecanismos de adaptación tales como cambio de relato en *tours*, tales como comunicando el cambio climático en Rapa Nui y sus efectos a lo largo de la costa con el fin de continuar con la actividad, invertir en equipamiento, disminuir el precio de los tours debido a la dificultad para acceder a lugares de interés y cambio en las especies, así como acotar los circuitos turísticos.

Para la **pesca y recolección**, el 68% de las personas encuestadas afirmó que “no” se han tomado medidas para enfrentar los cambios, mientras que un 30% mencionó que “sí” se han tomado medidas. Entre las acciones que se han tomado, destacan la reducción de la contaminación en el mar, las mejoras en las condiciones tecnológicas para la pesca a partir de la postulación a fondos concursables, la creación del ‘Consejo del Mar’ (Koro Nui o te Vaikava), y el respeto hacia los períodos de vedas. Por otro lado, los encuestados que identifican que no se están tomando medidas sostienen que medidas de limpieza y reducción de basura no son suficientes y enfatizan en los efectos negativos derivados de los grandes barcos pesqueros en lo que respecta a la contaminación y la sobreexplotación de las especies. En particular, las mujeres recolectoras afirmaron que no se están tomando medidas que las benefician a ellas.

Por otro lado, el 73% de los encuestados a pesar del eventual empeoramiento de los cambios en las condiciones climáticas declaró que “sí” podían seguir sus actividades y operaciones relacionadas con la pesca, mientras que el 28% respondió que “no”. Dentro de las adaptaciones, el 29% de los pescadores y/o recolectores participantes del estudio declararon que ante cambios en las condiciones climáticas desfavorables cambian de zona de pesca/extracción, 17% cambia los días de pesca/recolección, el 17% cambia de técnica, y 13% combina la pesca con otra fuente de ingreso.

En relación con el aumento de las condiciones extremas meteorológicas, el 40% de los encuestados afirma no salir cuando su caleta ha sido cerrada por mal tiempo, mientras que 9% cambia su lugar de zarpe o salida de pesca, y el 11% cambia de zona de pesca.

Sin embargo, el 13% de los encuestados declara que igual zarpa desde su caleta cuando esta está cerrada por mal tiempo.

En relación con el **acceso de información frente a alertas meteorológicas**, la mayor parte de las personas encuestadas declararon informarse a través de información oficial publicada por la Armada de Chile o bien en aplicaciones de clima para celulares (56% sector turismo, 49% sector pesca/recolección). En menor medida (25% sector turismo, 36% sector pesca/recolección) se apoyan en su conocimiento local (es decir, conocimiento del lugar y relaciones sociales) o través de redes sociales como Facebook o través de aplicaciones de mensajería como *WhatsApp* (18% sector turismo, 11% sector pesca/recolección)

En relación con la **diversificación de actividades** para hacer frente a los impactos del cambio climático, la mayoría de las personas encuestadas (sector turismo y pesca/recolección) cuentan con otro tipo de ingreso al ya indicado en el respectivo sector. El 80% de los/las personas encuestadas del sector turismo indicó que sus ingresos adicionales vienen del arte, la artesanía, la música, el deporte, la educación tradicional, la nutrición, emprendimientos relacionados con la gastronomía y el alojamiento, el buceo, o el trabajo en el sector público (municipalidad), entre otros. Por otro lado, el 82% de las personas encuestadas que pertenecen al sector pesca/recolección declararon que sus ingresos adicionales provienen de actividades vinculadas al arte, el deporte, la nutrición, emprendimientos relacionados con el alojamiento y principalmente turismo.

En relación con la **acción climática futura** que debería desarrollar Rapa Nui, el 69% de los encuestados considera que se deben tomar medidas urgentes para proteger la herencia de las futuras generaciones. Por otro lado, el 23% de los participantes declaró que urgen medidas para mitigar los impactos en los ecosistemas, especialmente marinos.

Dentro de las medidas que se proponen para **proteger el patrimonio**, destacan la de desarrollar campañas de concientización (24%), aunque no exclusivamente a través de la educación escolar, la implementación de medidas de mantenimiento y protección de sitios patrimoniales (21%), y una mayor fiscalización (22%). En relación con quién debería liderar, promover y generar acciones, el 33% de los/las participantes declaran que deberían ser tanto las Autoridades del Estado (incluidos los servicios públicos locales), así como Instituciones Internacionales, mientras que el 31% determina que debería ser la Comunidad Rapanui (mayormente la comunidad indígena Rapanui, aunque no exclusivamente). El otro 30% considera que todos los actores (Estado, Instituciones Internacionales y Comunidad Rapanui) deberían trabajar conjuntamente.

Por otro lado, el 100% de los encuestados que pertenece al **sector pesca/recolección** considera que puede tomar mejores medidas para enfrentar los cambios que incluyan el mejoramiento tecnológico de la pesca (tanto para las embarcaciones como en las herramientas), el aumento de vigilancia y fiscalización por parte de la Armada y SERNAPESCA, incorporación de vedas, la limpieza del mar, medidas que eviten la sobreexplotación de recursos entre pescadores/recolectores, la realización de campañas de concientización, así como medidas que ayuden a mitigar y fiscalizar el efecto de las embarcaciones pesqueras internacionales (e.g. barcos factorías).

3. Caracterización del riesgo climático de Rapa Nui

Los potenciales impactos negativos que el cambio climático puede generar en sistemas humanos y naturales son denominados **riesgos climáticos**, y estos son el resultado de

las interacciones dinámicas que existen entre los **peligros o amenazas** (posible ocurrencia de eventos climáticos o cambios en las tendencias climáticas que podrían causar daños), la **exposición** y **vulnerabilidad**. Por otro lado, la magnitud del riesgo es desigual entre sistemas debido a las diferencias que estos presentan en la propensión o predisposición a verse afectados (**vulnerabilidad**), así como en la cantidad de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, funciones, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse negativamente afectados (**exposición**) (Fig. 3.1) (IPCC, 2022).

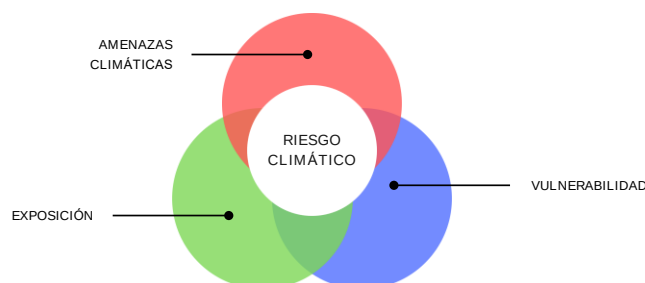


Figura 3.1. Componentes del riesgo climático. Fuente: Elaboración propia modificado de IPCC (2014).

La **adaptación al cambio climático** busca, a través del diseño y la implementación de medidas y acciones, reducir los impactos negativos y los riesgos del cambio climático, focalizándose en la reducción de la exposición y la vulnerabilidad de los sistemas que están en riesgo (IPCC, 2022). En particular, las medidas de adaptación al cambio climático buscan tanto reducir la exposición como la **sensibilidad** de los sistemas tanto naturales como humanos (es decir, disminuir el grado de susceptibilidad del sistema a ser negativamente afectado), así como de aumentar su **capacidad adaptativa** (es decir, incrementar la habilidad que los sistemas, las instituciones, las personas u organismos para ajustarse al cambio, responder o incluso aprovechar las oportunidades) (IPCC, 2022).

Rapa Nui, al igual que muchos territorios insulares del planeta, presenta un alto riesgo al cambio climático debido a múltiples factores. En términos generales, Rapa Nui presenta una alta dependencia del continente para el abastecimiento tanto de alimentos, como de energía, materiales de construcción y salud (BID & SDDRY, 2020), así como del turismo que impacta sobre la cantidad de residentes y la demanda por servicios básicos como la energía, agua y alimentos, así como el patrimonio natural y cultural (BID & SDDRY, 2020; Ilustre Municipalidad de Rapa Nui, 2023). Por otro lado, el abandono de actividades tradicionales como la agricultura y ganadería ha generado graves impactos en el medio ambiente y el patrimonio, donde el libre pastoreo del ganado ha acelerado los procesos de erosión de los suelos a consecuencia de la subida del nivel del mar, las marejadas y las precipitaciones extremas, perjudicando el patrimonio arqueológico (Moba, 2011; BID & SDDRY, 2020). Por otro lado, Rapa Nui experimenta un aumento de eventos extremos como marejadas y olas de calor, así como una disminución sostenida de las precipitaciones lo que ha aumentado la erosión costera y terrestre de la Isla ([ver Secciones 3.1. y 3.3](#)).

En las siguientes secciones, se describen con detalle múltiples factores que forman parte de cada uno de los componentes del riesgo climático (amenazas, vulnerabilidad y

exposición), factores que afectan especialmente el patrimonio cultural y natural, la pesca y el turismo de Rapa Nui.

3.1. Amenazas climáticas (presente y proyecciones futuras)

Rapa Nui ha experimentado un aumento de la temperatura del aire de 0,14 °C por década. Los modelos climáticos indican que para el año 2034 la temperatura incrementará en 0,27°C, siendo este incremento aún mayor (0,51°C) para el año 2064 bajo un escenario de emisiones alto (RCP8.5) en relación con el período 1995 – 2015 (*Fig. 3.2*).

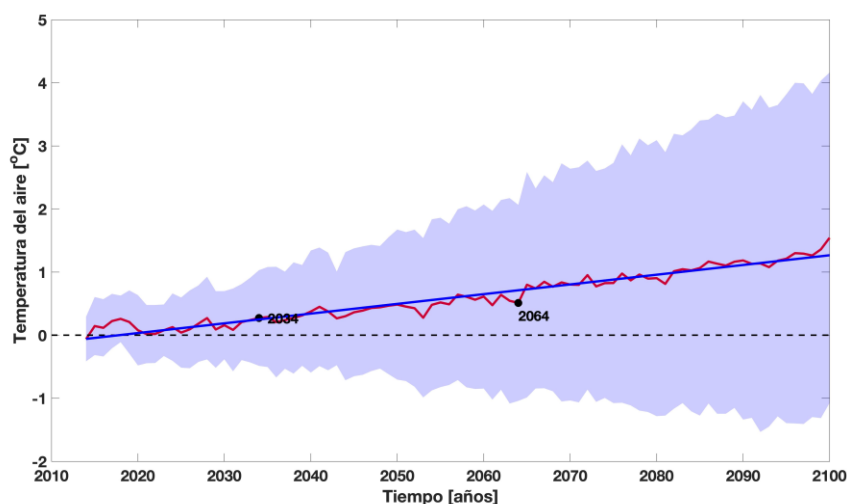


Figura 3.2. Evolución de temperatura del aire (°C) en Rapa Nui desde el año 2015 al 2100. Fuente: Elaboración propia.

Las **precipitaciones** en Rapa Nui han mostrado una disminución sostenida de 0,07 mm/día por década (aunque no significativa, $p = 0.12$) entre 1995 y 2014. Las proyecciones climáticas indican que estos valores serán incluso menores en el futuro, esperándose una reducción de 0,2 mm/día para el año 2034, y de 0,4 mm/día para el año 2064 bajo escenarios de altas emisiones (RCP8.5) (*ver Fig. 3.3*).

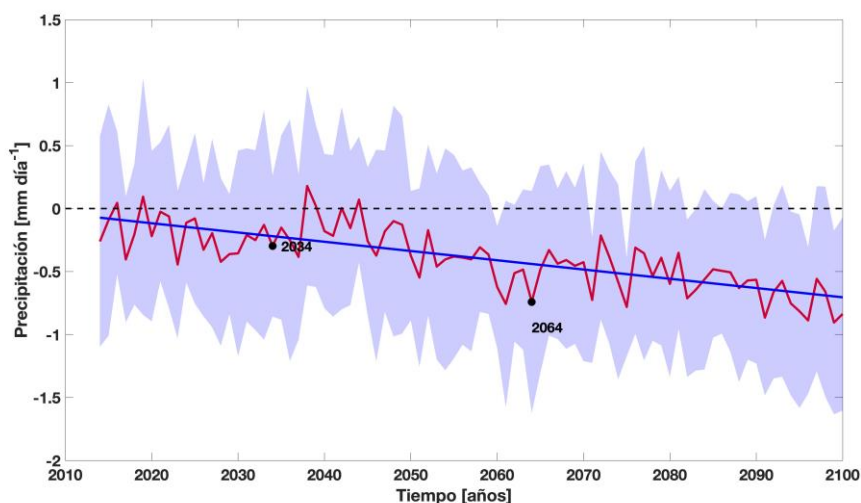


Figura 3.3. Evolución de la precipitación (mm/día) en Rapa Nui desde el año 2015 al 2100. Fuente: Elaboración propia.

La **velocidad del viento superficial** ha experimentado una disminución en las últimas décadas. En promedio, la velocidad del viento superficial ha decrecido $0,007\text{m/s}$ ($0,01$ nudos) por década, aunque esta tendencia no es significativa ($p = 0,18$). En un futuro de altas emisiones de GEI (RCP8.5), se espera que la velocidad promedio del viento superficial siga disminuyendo hasta $0,15\text{m/s}$ ($0,29$ nudos) para el año 2034, y en $0,18\text{ m/s}$ ($0,35$ nudos) para el año 2064 (ver Fig 3.4).

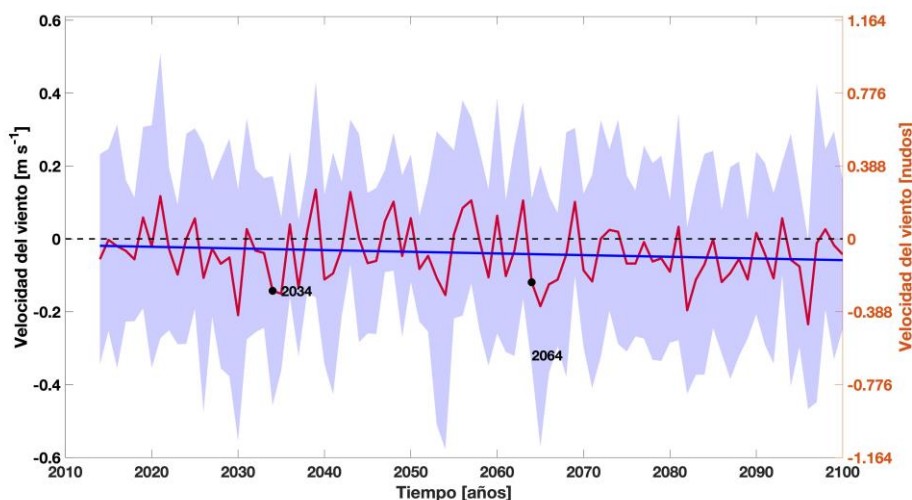


Figura 3.4. Evolución de la velocidad del viento superficial en Rapa Nui (m s^{-1} y nudos) desde el año 2015 al 2100. Fuente: Elaboración propia.

El **océano** también muestra importantes cambios en sus condiciones ambientales. Rapa Nui muestra un incremento significativo de la **temperatura superficial del océano** de $0,2^{\circ}\text{C}$ por década ($p < 0,01$). Los modelos climáticos indican que la Rapa Nui experimentará un incremento de la temperatura del océano de $0,45^{\circ}\text{C}$ en 2034 y de $0,9^{\circ}\text{C}$ para el año 2064 bajo un escenario de altas emisiones (RCP8.5) (ver Fig. 3.5).

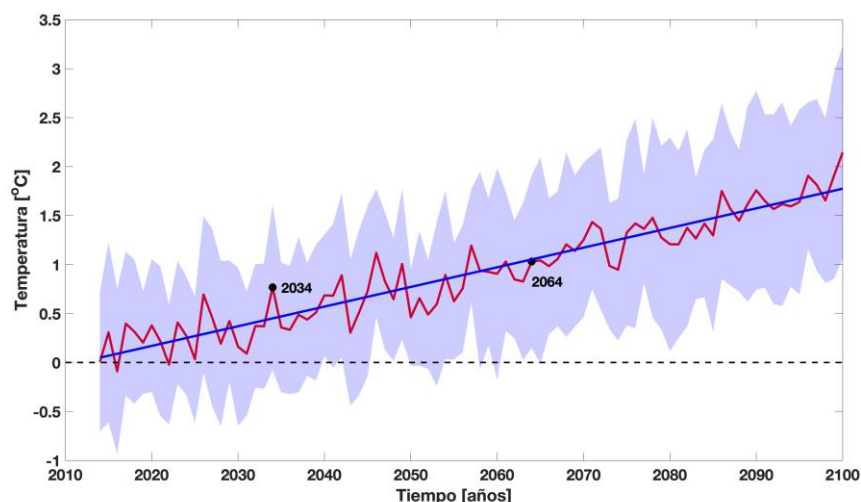


Figura 3.5. Evolución temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) en Rapa Nui desde el año 2015 al 2100. Fuente: Elaboración propia.

A raíz del aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera (motor del calentamiento global), los océanos han absorbido alrededor del 40% de las emisiones de CO_2 generado por el hombre (antropogénico) con consecuencias importantes sobre el ciclo del carbono en el océano (IPCC, 2021). Estos impactos han provocado la **acidificación**

de los océanos disminuyendo los valores de pH, así como la disponibilidad de carbonato de calcio (CaCO_3), molécula clave para la construcción de las conchas y los esqueletos de los organismos marinos como moluscos, peces o crustáceos. Las proyecciones climáticas indican que la ecorregion de Isla de Pascua experimentará una reducción de cerca de 0,33 unidades de pH (desde valores promedio de pH de 8,072 a 7,741) entre los años 2070 y 2099, en comparación con el periodo de referencia comprendido entre 1985 y 2014, bajo un escenario de emisiones alto (RCP8.5)².

Adicionalmente, el aumento de la temperatura de los océanos y del planeta, así como el incremento en los niveles de contaminación y la entrada de nutrientes (eutrofización) entre otras causas ha generado una pérdida en la disponibilidad del oxígeno disuelto en los océanos (**desoxigenación de océano**). Rapa Nui muestra una disminución sostenida y significativa en sus niveles de oxígeno disuelto del océano tanto en superficie como en profundidad (200m) de aproximadamente $0,79$ ($p < 0,01$) y $0,87 \mu\text{mol L}^{-1}$ ($p < 0,01$) por década, respectivamente. Las proyecciones climáticas bajo escenarios de altas emisiones (RCP8.5) indican que Rapa Nui experimentará aún mayores reducciones de oxígeno en la superficie y en la columna de agua (200m) para el año 2034, esperándose disminuciones de $1,6 \mu\text{mol L}^{-1}$ ($\pm 0,5$) y $1,9 \mu\text{mol L}^{-1}$ ($\pm 1,5$), respectivamente. Estos valores podrían duplicarse para el año 2064, con pérdidas de oxígeno disuelto que podrían alcanzar hasta los $3,3 \mu\text{mol L}^{-1}$ (± 1) y los $3,8 \mu\text{mol L}^{-1}$ (± 3) en superficie y en profundidad (200m), respectivamente (ver Fig. 3.6 y 3.7).

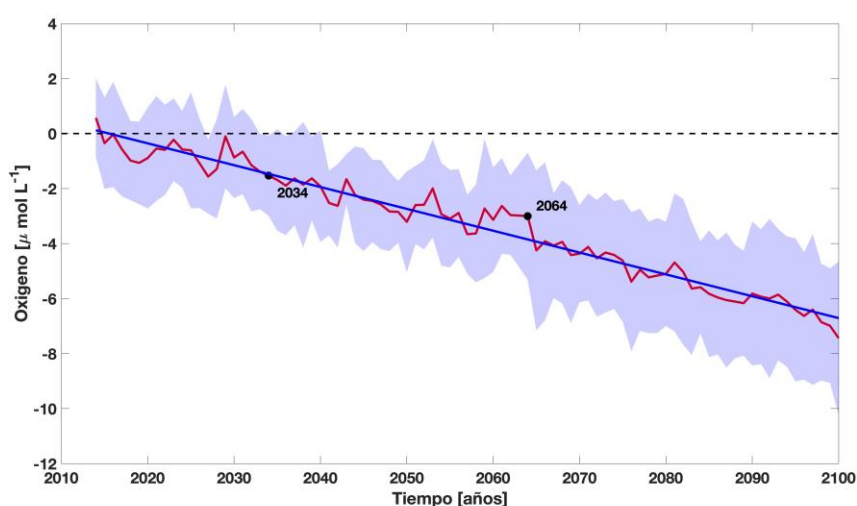


Figura 3.6. Evolución de oxígeno disuelto del océano superficial ($\mu\text{mol L}^{-1}$) en Rapa Nui desde el año 2015 al 2100. Fuente: Elaboración propia.

² Datos provienen de <https://psl.noaa.gov/ipcc/cmip6/>

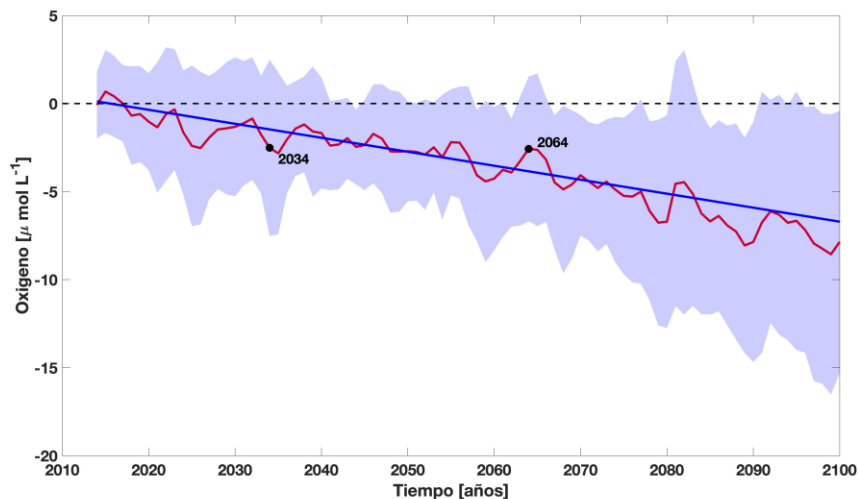


Figura 3.7. Evolución de oxígeno disuelto del océano ($\mu\text{mol L}^{-1}$) en profundidad (200 m) en Rapa Nui desde el año 2015 al 2100. Fuente: Elaboración propia.

Rapa Nui ha experimentado un incremento de **eventos de marejadas y mal tiempo**. Existe un incremento importante en el número de avisos de marejadas, marejadas anormales y avisos de mal tiempo desde el año 2016, dados principalmente por la presencia de sistemas frontales y de olas que superan hasta los 4 m de altura (ver Fig. 3.8).

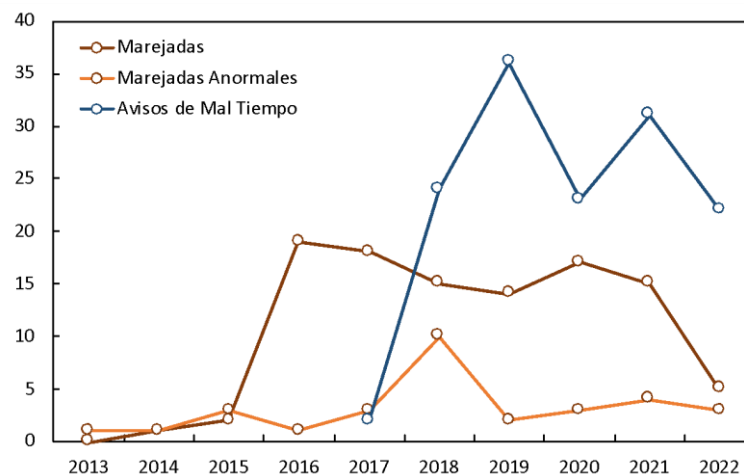


Figura 3.8. Número de avisos emitidos (marejadas, marejadas anormales y avisos de mal tiempo) para Rapa Nui entre el año 2013 y 2022. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Centro Meteorológico Marítimo de Valparaíso.

Los datos indican que Rapa Nui ha experimentado un incremento en la **altura significativa de la ola** de 0,2 cm por década, aunque esta tendencia no es significativa estadísticamente ($p = 0,31$). Las proyecciones climáticas indican que bajo escenarios de altas emisiones (RCP 8.5), la altura significativa de la ola podría incrementarse hasta 0,5 cm para el año 2034, y 0,8 cm para el año 2064 (ver Fig. 3.9).

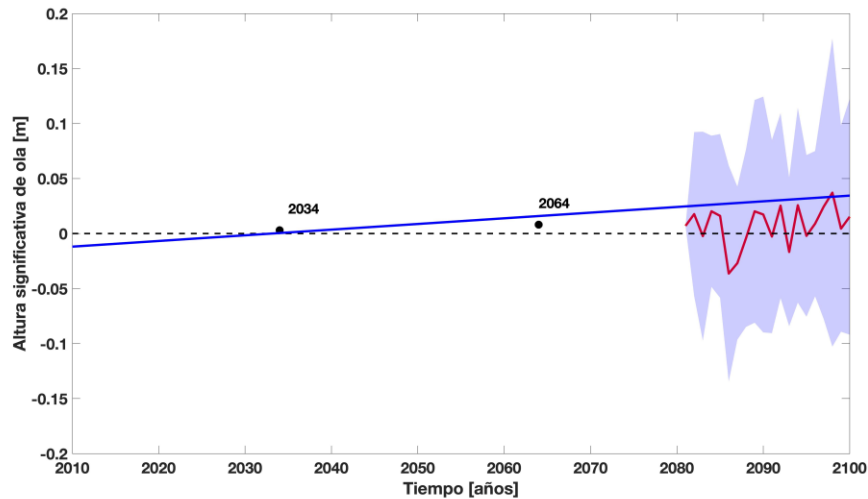


Figura 3.9. Evolución de la altura significativa de la ola en Rapa Nui desde el año 2015 al 2100. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, las proyecciones climáticas indican que el **nivel del mar** en Rapa Nui incrementará 8 cm por década ($p < 0,01$), considerando el periodo 2015-2100 (SSP-585). Los modelos también indican que, dependiendo del escenario, el nivel del mar podría aumentar entre 15 cm (SSP-126) hasta 20 cm (SSP-585) para el año 2034, y entre 25 cm (SSP-126) a 40 cm (SSP-585) para el año 2064 (ver Fig. 3.10).

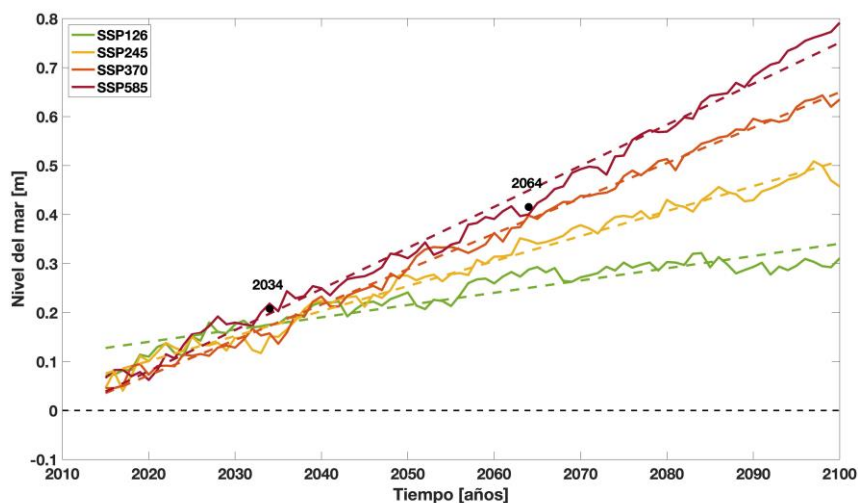


Figura 3.10. Evolución del nivel del mar en Rapa Nui desde el año 2015 al 2100 bajo diferentes escenarios de emisiones de GEI. Fuente: Elaboración propia.

La subida del nivel del mar en Rapa Nui generará, independiente del escenario de emisiones, una importante **pérdida de territorio** en diversos puntos de interés, incluidas caletas y playas (ver Fig. 3.11)

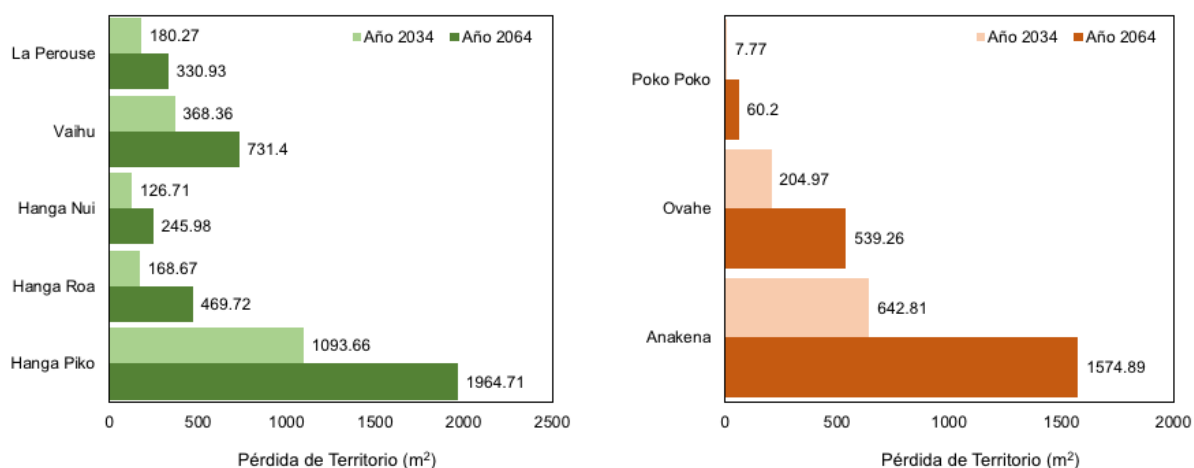


Figura 3.11. Pérdida de territorio (en m²) en diferentes caletas y playas de Rapa Nui para el año 2034 y 2064 bajo un escenario de altas emisiones de GEI (RCP8.5). Para más información sobre los impactos de la subida del nivel del mar bajo otros escenarios de emisiones, ver Anexo 5.1. Fuente: Elaboración propia.

En particular, para las **5 caletas** (Hanga Piko, Hanga Nui, Hanga Roa, La Pérouse, Vaihu), se esperan pérdidas de territorio que van entre los 126,71m² hasta los 1.093,66m² para el año 2034, mientras que para el año 2064, bajo un escenario de altas emisiones, se esperan pérdidas aún mayores de territorio que podrían alcanzar entre los 245,98m² hasta los 1.964,71 m² (ver Fig. 3.11 y 3.12). Este incremento en el nivel del mar puede causar daños en la infraestructura en todas las caletas de Rapa Nui, pero en particular en Hanga Piko y Hanga Roa, que albergan más pescadores, y donde se prevén impactos en los sectores de atraque de embarcaciones y en la infraestructura que permite desembarcar la pesca y sacar los botes del agua.

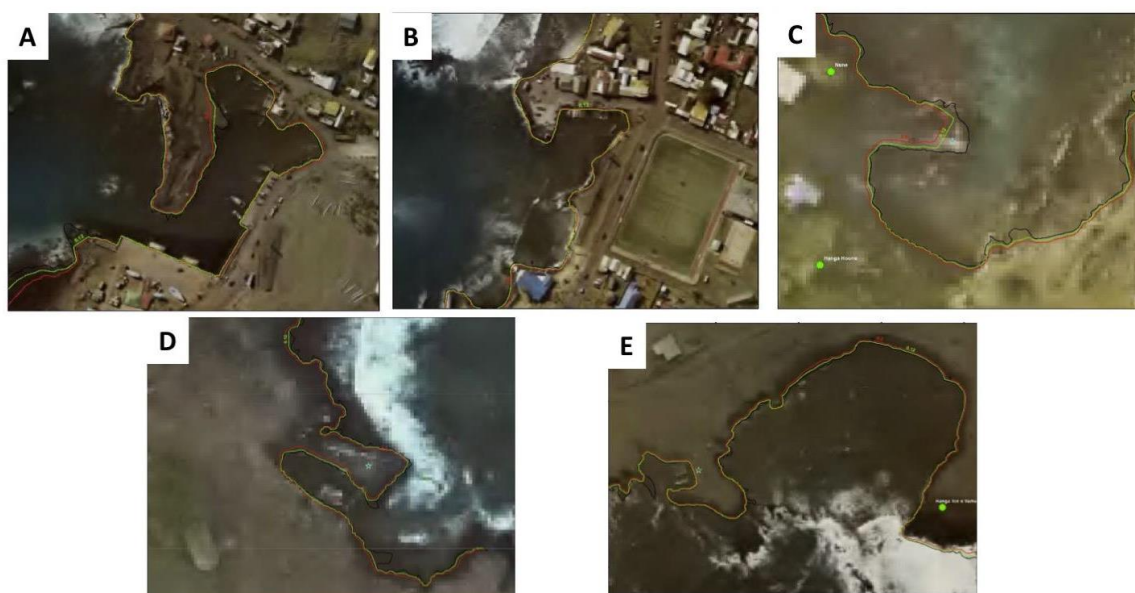


Figura 3.12. Impacto de la subida del nivel del mar en el territorio para las 5 caletas de Rapa Nui. La línea verde indica la subida del nivel del mar para el año 2034, mientras que la línea roja indica la subida del nivel del mar para el año 2064. Escenario usado RCP8.5 (altas emisiones de GEI). (A) Caleta Hanga Piko; (B) Caleta Hanga Roa; (C) Caleta La Pérouse; (D) Caleta Hanga Nui; (E) Caleta Vaihu. Fuente: Elaboración propia.

En relación con las **playas** (Anakena, Ovahe y Hanga Vare Vare), se esperan pérdidas de territorio que van entre los 7,77m² hasta los 642,81m² para el año 2034, mientras que para el año 2064, bajo un escenario de altas emisiones, se esperan pérdidas de territorio que van entre los 60,20m² hasta los 1.574,89 m² (ver Fig 3.11 y Fig. 3.13). Si bien aquí no habría pérdida de infraestructura, el pequeño tamaño de las playas implicaría una disminución significativa de la superficie útil para las actividades de turismo de sol y playa. Las pérdidas serían mucho mayores en Ovahe, dado su mínima área de arena disponible.

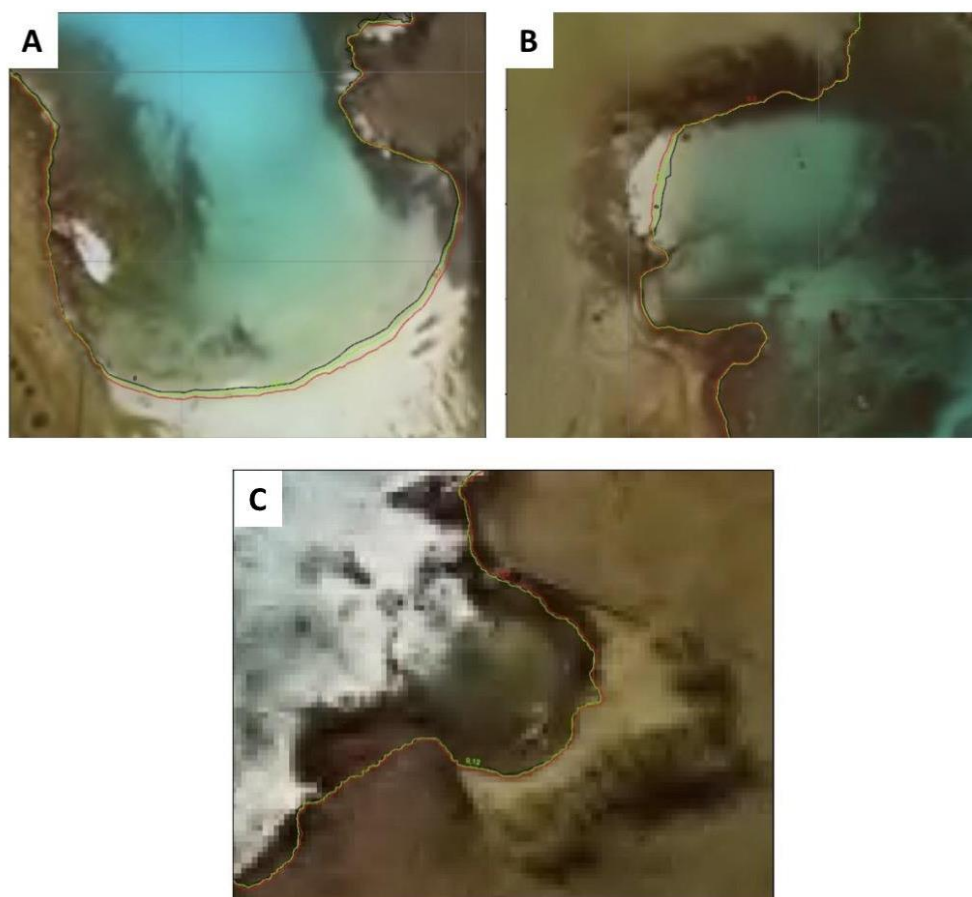


Figura 3.13. Impacto de la subida del nivel del mar en el territorio para 3 playas de Rapa Nui. La línea verde indica la subida del nivel del mar para el año 2034, mientras que la línea roja indica la subida del nivel del mar para el año 2064. Escenario usado RCP8.5 (altas emisiones de GEI). (A) Playa Anakena; (B) Playa Ovahe; (C) Hanga Vare Vare. Fuente: Elaboración propia.

La presencia de **eventos extremos climáticos** como olas de calor terrestres y marinas, precipitaciones y vientos intensos que impactan de manera importante a las personas, los ecosistemas y la biodiversidad, el patrimonio, y los sectores socioeconómicos han incrementado en frecuencia y severidad en todas las regiones del planeta (IPCC, 2021, 2022).

Se espera que en Rapa Nui incrementen el número de **eventos de olas de calor** terrestre un 8% para el 2034, y cerca de un 9% para el 2064 con respecto al clima presente. Por otro lado, Rapa Nui experimentará un incremento de eventos de **olas de calor marinas** de hasta un 35% para el 2034, y un 41% para el 2064.

Respecto a las precipitaciones, la ligera disminución del promedio a largo plazo ([ver Fig. 3.3](#)) está asociada a una pequeña disminución ($\sim 1\%$) en la frecuencia de **eventos con precipitaciones extremas** (sobre el percentil 90). No obstante, el valor del percentil 10 de precipitaciones disminuye en un 8% para el 2034 y en hasta un 17% para el 2064 con respecto al clima presente, indicando una mayor cantidad de "días secos".

Por último, se espera que Rapa Nui experimente una disminución en la **frecuencia de ráfagas de viento de 20 nudos** de un 5% para el año 2034, y de hasta un 12% para el año 2064.

3.2. Exposición al cambio climático en Rapa Nui

Rapa Nui tiene un **patrimonio arqueológico** único que por su densidad, excepcionalidad e innegable valor científico han dotado a la Isla de una especial importancia a nivel nacional e internacional (Vargas, 1990). Este patrimonio, sin embargo, se encuentra altamente expuesto al cambio climático.

Con base en una cosmovisión distintiva, el Pueblo Rapanui mantiene complejas relaciones ontológicas con su patrimonio, al que le consigna un valor ante nada espiritual, en tanto obra y legado de los ancestros, y muchas veces los ancestros en sí mismos. El '*Ono Tupuna* (patrimonio) es entonces repositorio directo, tangible o intangible, del *mana* de los antepasados, de sus conocimientos y experiencia vital que domesticaron un paisaje extremo para transformarlo en la tierra madre, *kāiŋa* (Arthur, 2018). En este sentido, la exposición del patrimonio rapanui al cambio climático debe evaluarse en virtud de la misma integralidad que le connota la filosofía y cosmovisión rapanui, suponiendo así riesgos que exceden lo meramente material.

Rapa Nui alberga una amplia variedad de estructuras y elementos arqueológicos que reflejan su profundo legado cultural y megalítico, destacándose especialmente por sus impresionantes estatuas *Moai* y las plataformas ceremoniales *Ahu*, ubicadas principalmente a lo largo de la costa ([ver Tabla 3.1, Fig.3.14](#)). Además de estas estructuras, en la isla se encuentran variadas otras estructuras, algunas de menor tamaño, que las hacen menos notorias, pero no menos importantes. Entre ellas se encuentran las cuevas o Ana, petroglifos, rampas, estructuras de crematorio o entierro como los *avaŋa* o cistas, pozos de agua, entre otros.

Estos elementos situados en zonas vulnerables al cambio climático y la erosión costera son cruciales para entender la relación histórica entre los rapanui y su entorno marítimo y su sobrevivencia, resaltando aún más la importancia de la conservación ante los desafíos ambientales actuales.

Tabla 3.1. Listado de estructuras y elementos arqueológicos costeros presentes en Rapa Nui.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la Secretaría Técnica de Patrimonio Rapa Nui (STP).

Estructuras/elementos arqueológicos	
Estatuaria	Moai
	Pukao
Plataformas ceremoniales	Ahu
Otras Estructuras Ceremoniales	Crematorio
	Avaŋa
	Cista
Hare/Viviendas	Hare Paŋa
Ana/Cueva	Ana / 'Ana Kionga/ Karava
Arte rupestre	Petroglifos
Rampa de canoa	Rampas
Corral de pesca	Corrales
Estructura hidráulica	Vai
	Pū vai
Estructura hidráulica	Conjunto de taheta
	Puna vai
	Pozo
	Canal
	Taheta

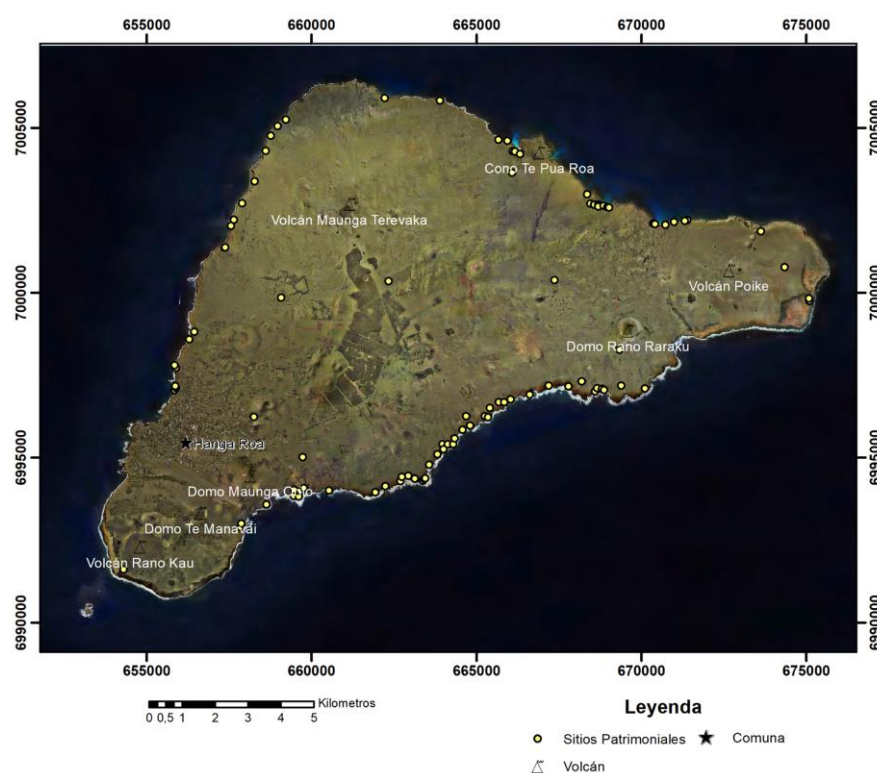


Figura 3.14. Localización de los sitios patrimoniales a lo largo de la zona costera de Rapa Nui.
Fuente: Elaboración propia.

El **patrimonio natural** de Rapa Nui, representado por su **biodiversidad y ecosistemas** es de gran valor, entre otros por el extremo aislamiento geográfico, que se ha traducido en altos niveles de endemismo y en ecosistemas únicos e irremplazables (Friedlander et al., 2013). Por esto, Rapa Nui es considerada un **hotspot de biodiversidad marino**.

En relación a la biodiversidad marina, para Rapa Nui se han registrado un total de 605 especies de invertebrados, de las cuales 400 son moluscos y crustáceos, y 216 especies de peces (Fernandez et al., 2014). Los ambientes someros, hasta 40 m de profundidad, están dominados por comunidades de corales pétreos que cubren un alrededor del 55% del fondo marino, y constituyen el hábitat de los numerosos invertebrados y vertebrados que ahí se encuentran (Friedlander et al., 2013; Easton et al., 2018).

Rapa Nui destaca por su alto nivel de **endemismo** marino, donde el 34% de las especies de moluscos, el 33% de las especies de esponjas, el 12% de las especies de briozoos, y el 22% de las especies de peces costeros son especies que solo pueden ser encontradas en aguas de Rapa Nui (Fernandez et al., 2014) y en términos de abundancia, el 77% de los peces son endémicos o endémicos regionales (Friedlander et al., 2013). En particular, la comunidad de corales está compuesta por 13 especies, pero es dominada por dos especies, *Porites lobata* y *Pocillopora verrucosa* (Hubbard & Garcia, 2003; Glynn et al., 2003, 2007; Wieters et al., 2014), la primera siendo más abundante en las costas protegidas y semiprotegidas de Rapa Nui (Fig. 3.15). La fauna bentónica móvil está dominada por el erizo *Diadema savignyi* y el caracol *Coralliophila violacea* (Friedlander et al., 2013).

Gracias a la extrema claridad de las aguas de Rapa Nui, los arrecifes de corales mesofóticos formados por *Leptoseris solida* y *Cycloseris vaughani* son comunes entre 70 y 120 m alrededor de Rapa Nui (Sellanes et al., 2021; Wagner et al., 2021), donde se encuentra la mayor riqueza de especies alrededor de la isla (Fig. 3.15).

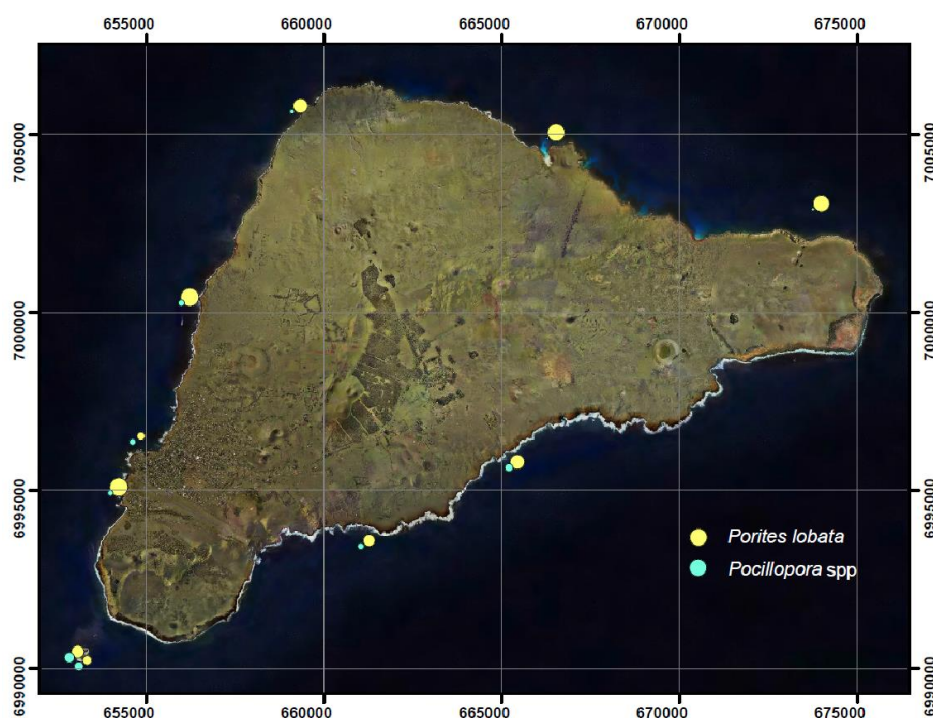


Figura 3.15. Abundancia (% de cobertura 0.25m²) de los corales *Porites lobata* y *Pocillopora spp.* alrededor de Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la cobertura de macroalgas es baja alrededor de la Isla, aun cuando la riqueza reportada ha sido de 143 especies (Santelices & Abbott, 1987). Friendlander et al. (2013) indican que el alga *Lobophora variegata* es la especie más abundante entre los 10 y los 20 m de profundidad, mientras que las algas crustosas calcáreas cubren alrededor del 5% del fondo. Pequeñas praderas de *Sargassum obtusifolium* y *Spatoglossum stipitatum* se encuentran en sectores protegidos de la costa norte y noreste de la Isla, siendo importantes hábitats para numerosas especies (Fig. 3.16; Easton et al., 2018).



Figura 3.16. Abundancia (% de cobertura 0.25m²) de las macroalgas *Sargassum obtusifolium* y *Spatoglossum stipitatum* alrededor de Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia.

Estudios recientes indican que existe evidencia que desde la década de los 80s el submareal de Rapa Nui ha experimentado un cambio ecosistémico desde ambientes dominados por macroalgas (*Sargassum obtusifolium*) hacia un hábitat dominado por corales (Hubbard & García, 2003), aunque durante el último año (2023), los buceadores locales informan de un aumento sostenido de *Sargassum obtusifolium* en diferentes áreas alrededor de la Isla, donde era abundante en el pasado.

El **turismo** es el sector socioeconómico más desarrollado de Rapa Nui, y presenta un crecimiento sostenido desde finales de la década de los 60s. La procedencia, estadía y patrones de visita han cambiado profundamente en el tiempo y actualmente se encuentra bajo un proceso de reestructuración dado por la apertura post crisis sanitaria, el escenario económico global, el cambio de administración del Parque Nacional y la oferta turística disponible que fue profundamente afectada durante la pandemia.

Las dos fuentes principales para determinar la conformación del grupo de visitantes y sus patrones de visitación son SERNATUR (Servicio Nacional de Turismo) y las estadísticas de Ingreso al Parque recogidas por la Comunidad Indígena Mau Henua, que administra el Parque Nacional Rapa Nui. En el período comprendido entre agosto de 2022 (mes cuando la isla se abre nuevamente al turismo después de la crisis sanitaria) y diciembre de 2023, las estadísticas del Parque Nacional indican que el 55% de los visitantes fueron nacionales, mientras que el 45% fueron extranjeros (no identifica nacionalidades).

Por su parte, los registros de SERNATUR obtenidos del proceso de ingreso al territorio, informa que durante el período comprendido entre el primero de agosto al 31 de octubre del 2023 (3 meses), se registraron 22.348 ingresos calificados como “turistas”, cuya procedencia es principalmente de Chile (62,18%), y seguido por Estados Unidos (9,87%), Francia (3,58%), España (3,19%) y China (2,30%). En menor medida, los turistas provienen de países como Reino Unido, Italia, Alemania, Brasil y Canadá. Sin embargo, los datos señalados entregan una idea sobre el volumen y procedencia de los visitantes. Es necesario tener dos elementos en cuenta; las fuentes son parciales y los patrones de visitación actualmente son inciertos dependiendo de factores globales y locales.

La industria del turismo en Rapa Nui genera un importante volumen de empleo directo (servicios, comercio y administración). En 2018, más del 80% de los establecimientos dedicados al turismo empleaban entre 1 y 5 trabajadores, mientras que solo 10 establecimientos tenían entre 11 a más de 21 empleados, pero que representaban el 26% de la fuerza laboral en turismo en la Isla (*Fig. 3.17*).

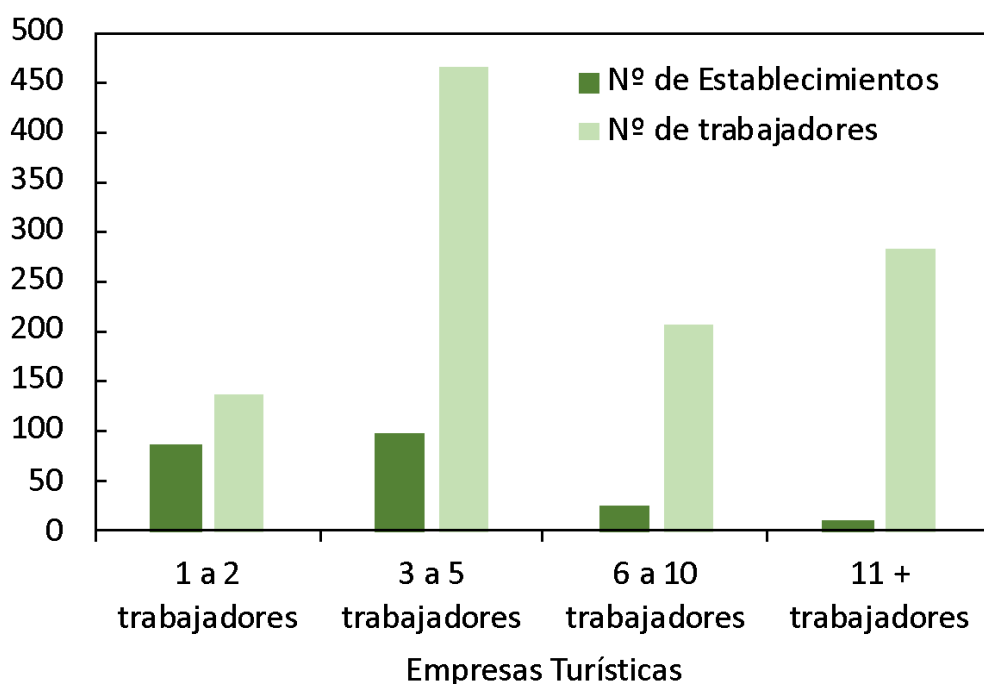


Figura 3.17. Número de trabajadores por establecimiento en la industria del turismo de Rapa Nui en el año 2018. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Gundermann & Rojas (2021).

El empleo en turismo es continental y extranjero (79%), mientras que el 21% de la fuerza laboral de este sector es rapanui, siendo principalmente femenina (más del 66%). En 2017, Rapa Nui tenía un total de 264 prestadores de servicios turísticos, donde casi el 60% eran del tipo “alojamiento y hotelería”, y el 16% correspondía a servicios dedicados a la guía de turistas (*Fig. 3.18*). La mayoría de los prestadores son de procedencia rapanui (Gundermann & Rojas, 2021).

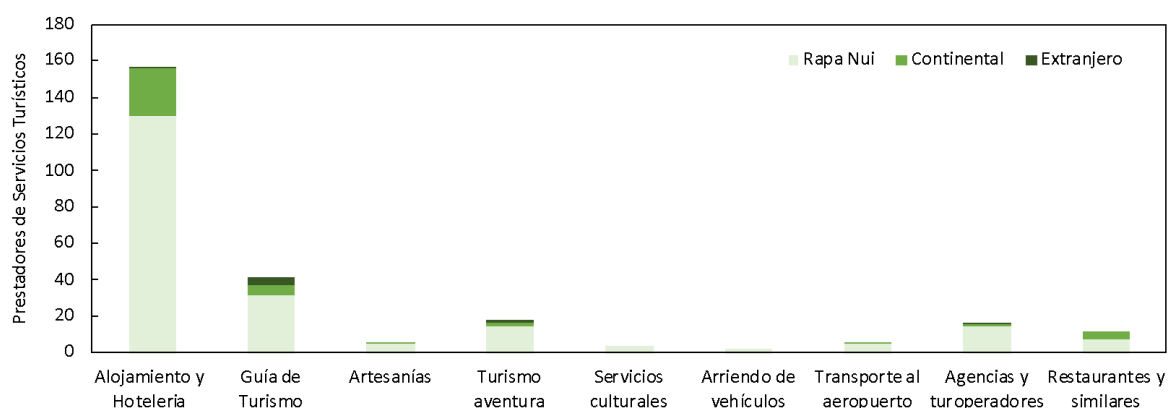


Figura 3.18. Número de prestadores turísticos de Rapa Nui en el año 2017. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Gundermann & Rojas (2021).

La **pesca artesanal** es un sector de vital importancia para Rapa Nui y su pueblo. Al día de hoy, las aguas costeras de Rapa Nui sustentan un gran número de especies que son sujetas a la pesca artesanal y la recolección (Aburto et al., 2015). Si bien las aguas de la ecorregión se definen como oligotróficas, con baja concentración de Clorofila-a (Chl-a), la topografía asociada a montes submarinos del sector genera un incremento de Chl-a, lo que permite sostener la productividad biológica con implicaciones positivas para la pesca local (Andrade et al., 2014). Los desembarques artesanales en Rapa Nui para los principales recursos pesqueros mostraron un fuerte aumento después de 1977, sin embargo, a partir del año 2000 se registró una disminución general de los desembarques (Zylich et al., 2014).

La pesca artesanal en Rapa Nui puede dividirse entre aquella que se realiza desde embarcaciones y que está orientada a grandes especies pelágicas (no enfocada a recursos costeros), así como aquella que está orientada a recursos costeros. En particular, la pesca focalizada a recursos costeros se realiza mediante el uso de distintas artes y aparejos de pesca y buceo. Adicionalmente, la pesca realizada mediante línea de mano y/o caña de pescar, desde el borde costero, es considerada como cultural por el pueblo rapanui.

En la actualidad, en Rapa Nui, la mayor actividad de pesca de tipo comercial está orientada a grandes pelágicos, en particular sobre el atún aleta amarilla (kahi ave ave) (Fig. 3.19A), que constituye por lejos el recurso con más desembarques declarados en la Isla, seguido por la sierra y el kana kana. Un caso particular lo constituye el matahuira, nombre vernacular bajo el cual se desembarca más de una especie como el *Heteropriacanthus cruentatus* y *Beryx splendens*. Esta última especie corresponde al *Alfonsino*, especie que cuenta con veda hasta el año 2025 (Decreto Exento N° 202100003 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2021). En términos de recursos costeros (Fig. 3.19B), el más importante es el nanue, *Kyphosus sandwicensis*, que recibe una variada cantidad de nombre vernaculares asociados a cambios en tamaño y color.

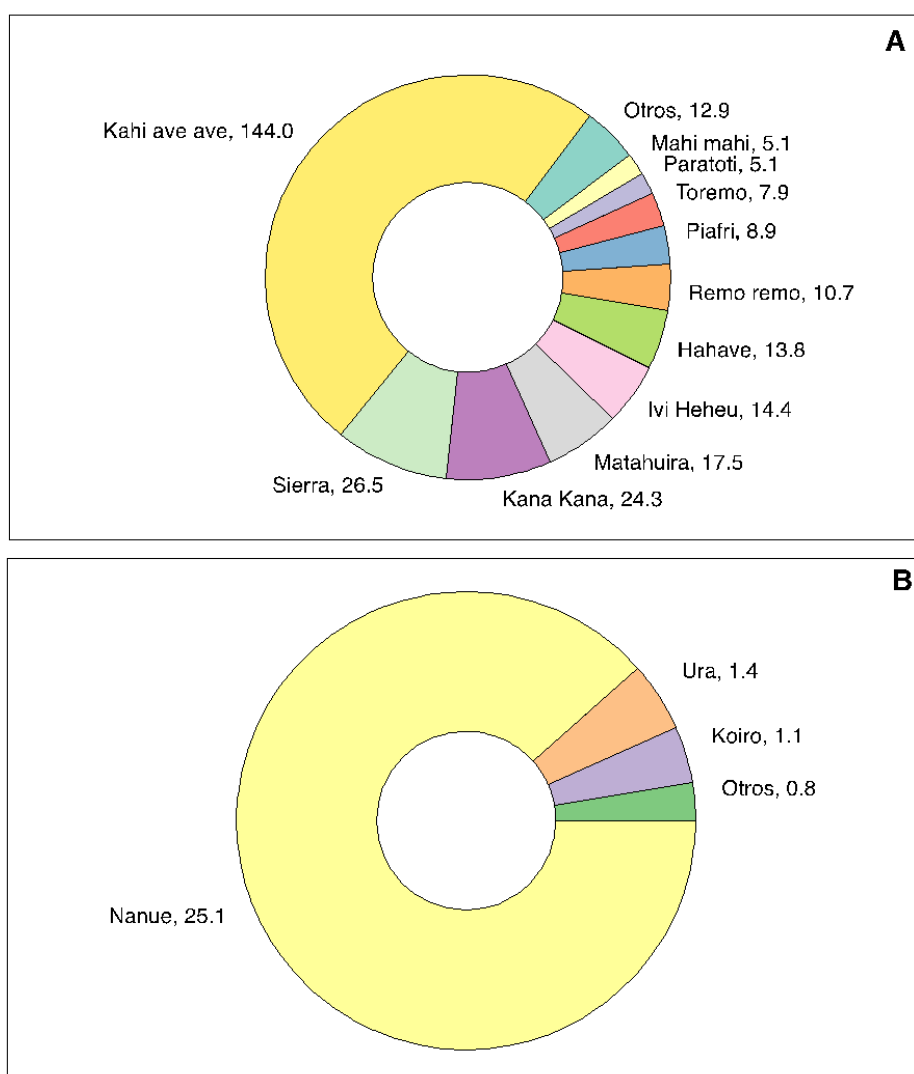


Figura 3.19. Desembarques acumulados asociados a pesca desde embarcaciones que realizan pesca de altura o de alta mar (A) y desembarques de recursos costeros (B) expresados en toneladas, para el periodo comprendido entre los años 2016 y 2022. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos desde SERNAPESCA (transparencia).

En Rapa Nui existen cinco caletas base, de las cuales las más importantes en términos de usuarios registrados en el Registro de Pesca Artesanal (RPA) son Hanga Piko y Hanga Roa (ver Fig. 3.20), mientras que Vaihu es la caleta que presenta menos usuarios registrados, siendo considerada como caleta de abrigo en caso de recaladas de emergencia por eventos meteorológicos o climáticos extremos como marejadas.

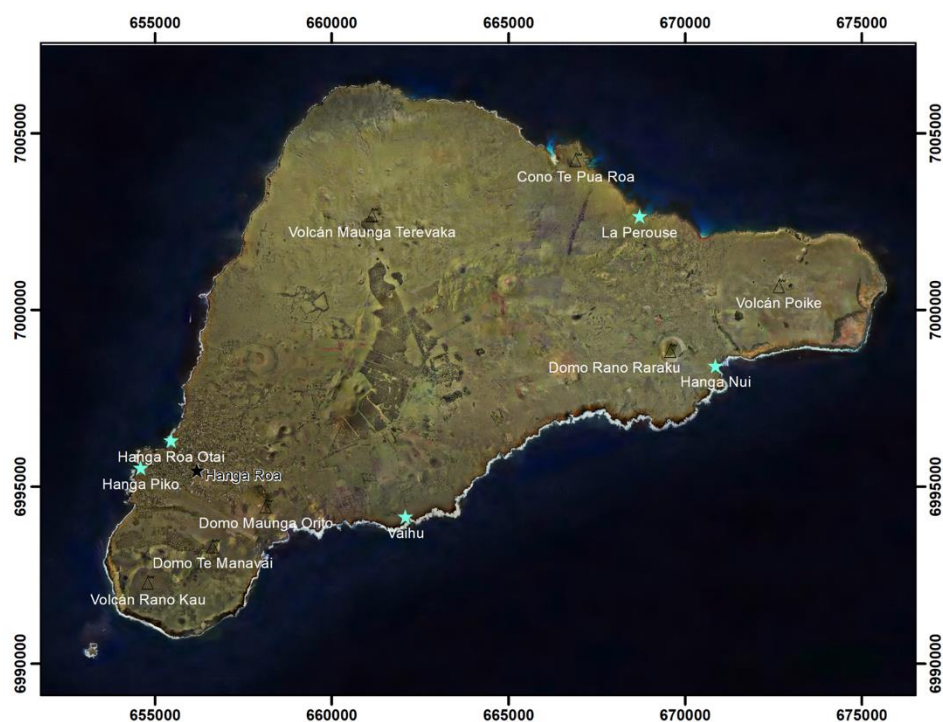


Figura 3.20. Principales caletas de pescadores en Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia.

La mayor cantidad de personas inscritas en los registros de SERNAPESCA se encuentra en la categoría *pescador artesanal y armador* (Fig. 3.21), sin embargo, Hotu Iti (Hanga Nui) y Vaihu registran una mayor cantidad de usuarios como *buzo/recolector*³ (ver Fig. 3.21).

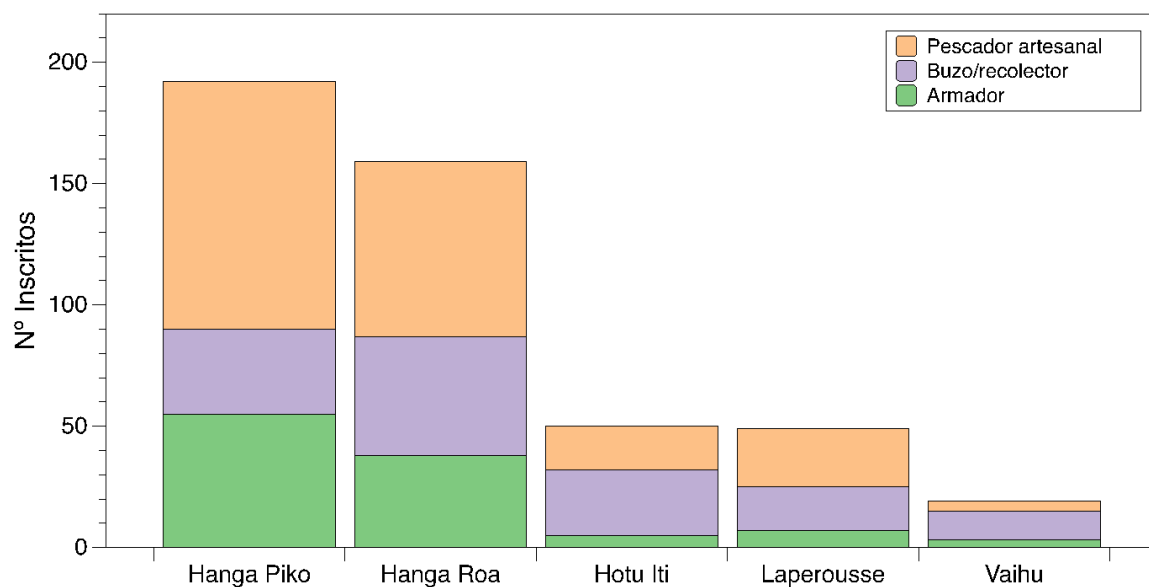


Figura 3.21. Usuarios(as) inscritos en cada categoría en el Registro Pesquero Artesanal de SERNAPESCA en Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos desde SERNAPESCA http://prod.registropublico.sernapesca.cl/principal_publico.php.

³ Se debe señalar que las inscripciones en distintas categorías no son excluyentes, por lo que una persona puede estar en más de una categoría.

Al analizar temporalmente el número y tipo de inscripciones se observaron importantes cambios. En el año 2011, se produjo un incremento dramático de inscripciones (por partes iguales) de *pescadores* y *armadores*, mientras que en el año 2014 se produjo una inscripción masiva en la categoría *buzo/recolector* (ver Fig. 3.22). A partir del año 2020, se observa una inscripción constante de personas en la categoría *buzo/recolector* (ver Fig. 3.22).

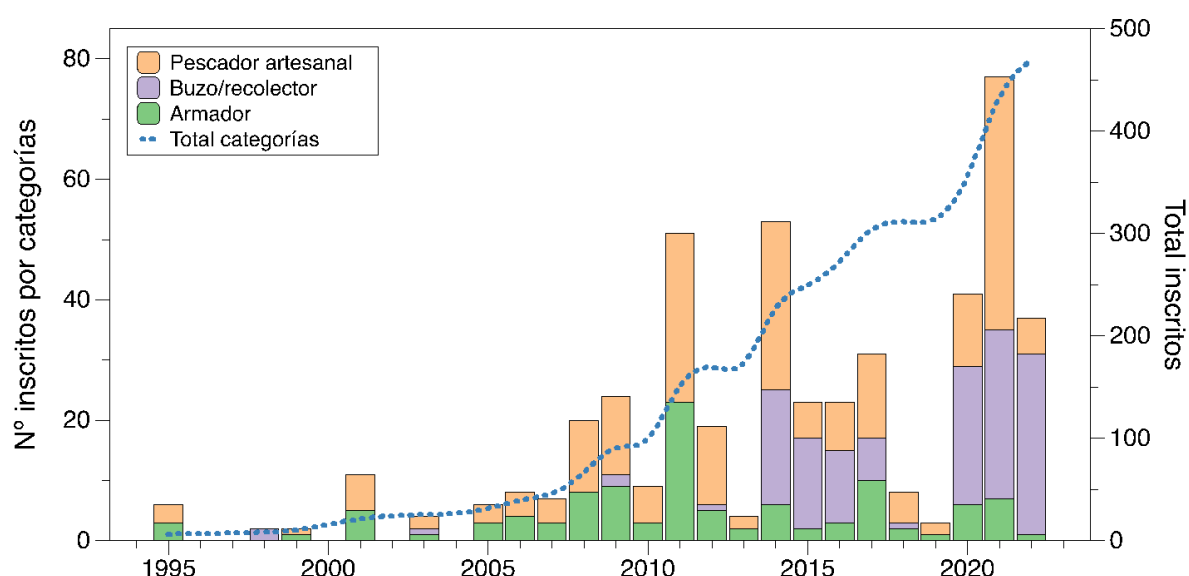


Figura 3.22. Número de inscritos en el Registro de Pesca Artesanal por categorías y acumulado para el periodo 1995-2022. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos desde SERNAPESCA http://prod.registropublico.sernapesca.cl/principal_publico.php.

Respecto de las **embarcaciones**, en Rapa Nui hay un total de 83 embarcaciones artesanales registradas, estando en mayor número en las caletas Hanga Piko y Hanga Roa (ver Fig. 3.23). Las embarcaciones presentes en RN tienen una eslora promedio de $7\pm 0,6$ con motores fuera de borda con una potencia promedio de 60Hp.

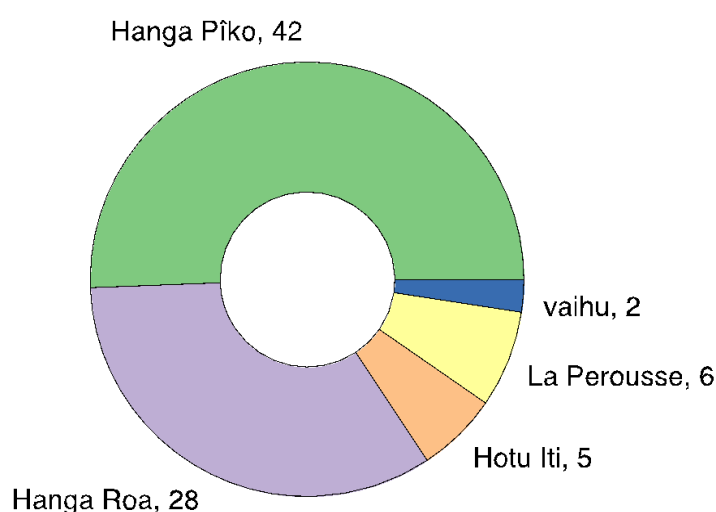


Figura 3.23. Número de embarcaciones artesanales registradas en cada una de las caletas de Rapa Nui. Elaboración propia con datos obtenidos desde SERNAPESCA http://prod.registropublico.sernapesca.cl/principal_publico.php.

Los **desembarques** anuales han registrado incrementos importantes en el tiempo, habiendo un incremento importante de hasta 30 toneladas entre el año 2020 y 2021 (ver Fig. 3.24). La caída observada en el año 2022 obedece a que los registros para ese año se encuentran incompletos.

Hasta el año 2020, la caleta que más declaraba desembarques era Hanga Roa, sin embargo, a partir del año 2021, Hanga Piko ha liderado los desembarques declarados. Este incremento es posible que se deba a una mayor declaración por parte de los pescadores de Hanga Piko, ya que esta caleta es la que presenta la mayor cantidad de embarcaciones inscritas (ver Fig. 3.24).

La tendencia mensual de los desembarques acumulados muestra un claro patrón estacional, siendo los meses de invierno cuando menos desembarques se notifican (ver Fig. 3.25). Sin embargo, al comparar desembarques mensuales por especies, es el atún de aleta amarilla (kahi ave ave) el que menos reducciones en desembarque presenta en época invernal. Por otro lado, la especie que muestra una mayor variabilidad estacional es la albacora o Ivi he heu, que presenta sus mayores desembarques en los meses de enero a marzo (verano), para luego decaer a partir del mes de abril.

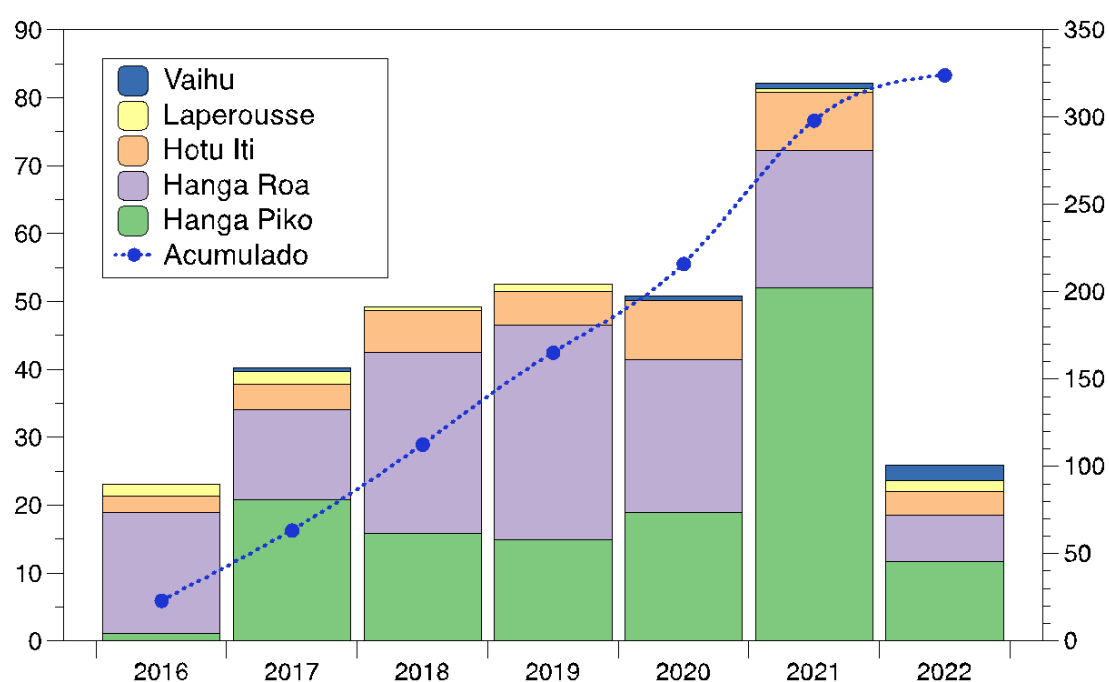


Figura 3.24. Desembarques anuales (barras) y acumulados (línea) declarados en Rapa Nui para el periodo 2016-2022. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos desde SERNAPESCA por transparencia.

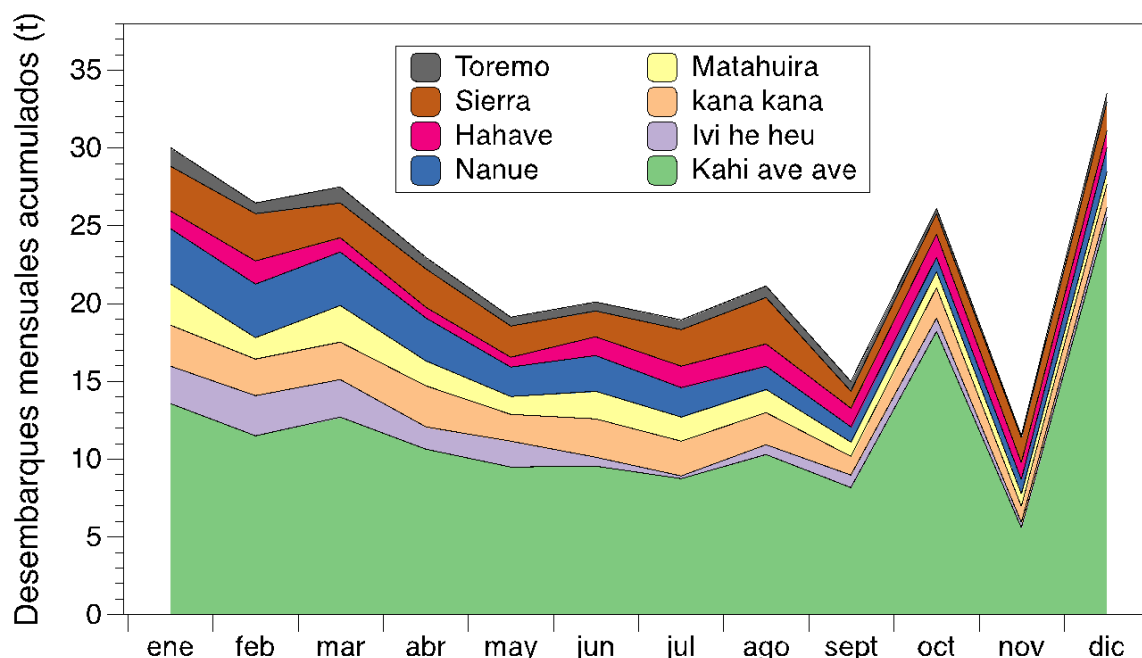


Figura 3.25. Desembarques mensuales acumulados para el periodo 2016-2022 para las principales especies declaradas. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos desde SERNAPESCA por transparencia.

En términos de **género**, al día de hoy los registros de pescadores están dominados por hombres (Fig. 3.26), aunque en las caletas Hotu Iti, La Perousse y Vaihu tiende a existir un equilibrio en la inscripción entre hombres y mujeres (Fig. 3.27). Un análisis más detallado muestra que la presencia de mujeres en los registros es bajó hasta el año 2008, destacándose que desde el año 2020 se apreció un número importante de mujeres inscritas cada año (Fig. 3.26).

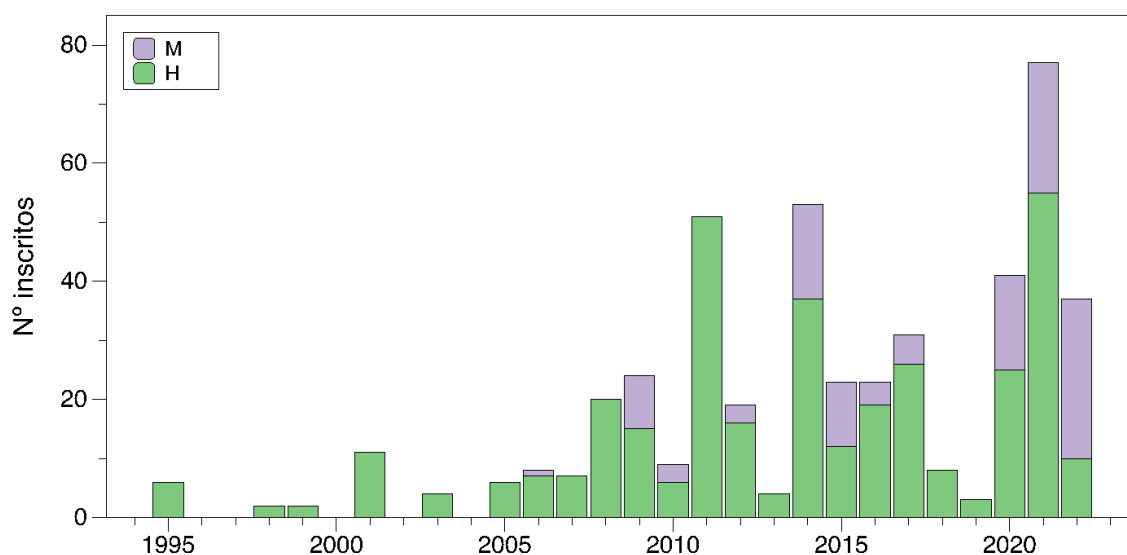


Figura 3.26. Inscripciones en RPA por género en el periodo comprendido entre 1995 y 2022. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos desde SERNAPESCA (http://prod.registropublico.sernapesca.cl/principal_publico.php)

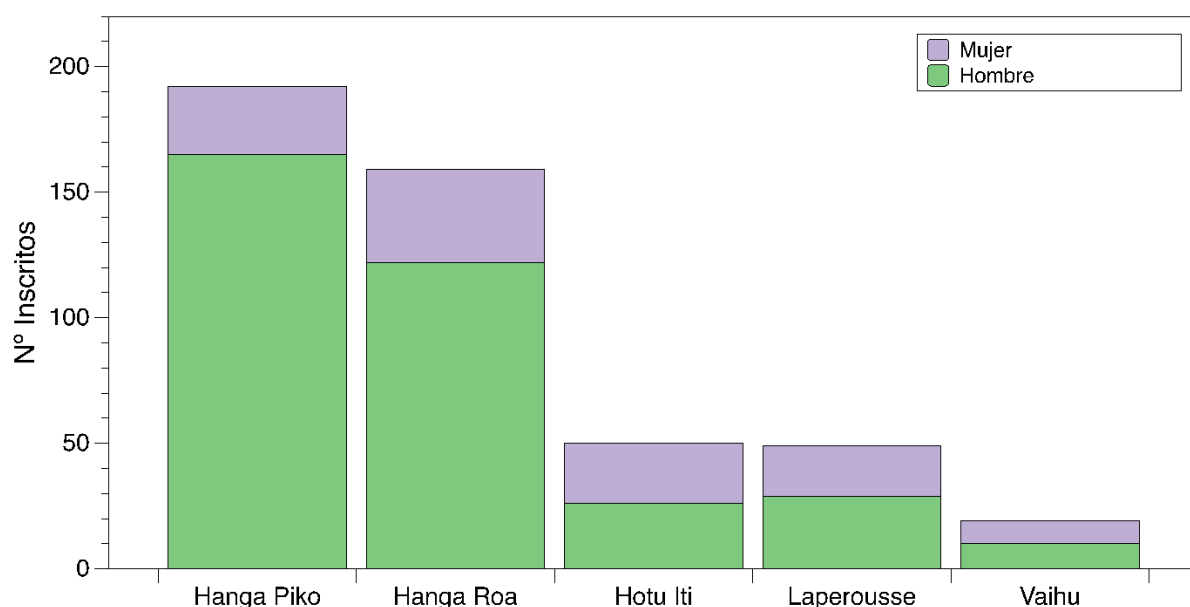


Figura 3.27. Inscripciones en RPA de acuerdo al género. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos desde SERNAPESCA http://prod.registropublico.sernapesca.cl/principal_publico.php.

Por otro lado, al analizar las categorías de inscripción por género se observa que la mayor cantidad de inscritos en la categoría *pescador artesanal* son hombres, mientras que en el caso de las mujeres la mayor parte de ellas figura en la categoría *buzo/recolector* (ver Fig. 3.28). Si bien los registros no permiten indagar en el tipo de actividad, es probable que la mayor parte de las mujeres sean efectivamente recolectoras y no buzos propiamente tal, ya que la actividad de “recolección de conchitas” es una labor que en su mayoría es ejecutada por mujeres.

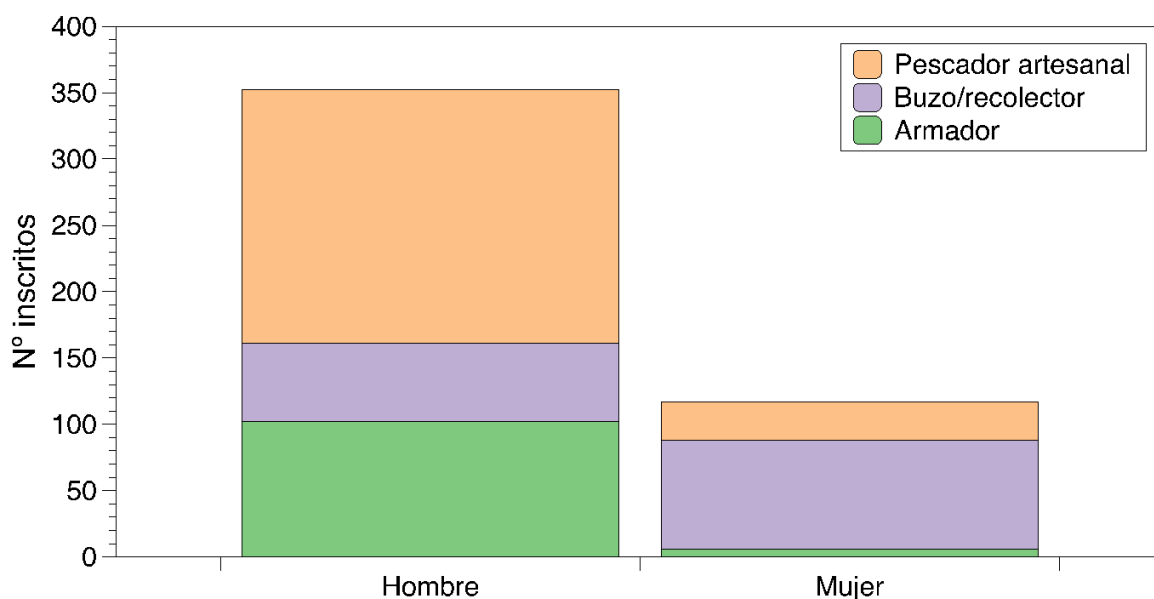


Figura 3.28. Número de hombres y mujeres inscritos en cada una de las categorías. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos desde SERNAPESCA (http://prod.registropublico.sernapesca.cl/principal_publico.php).

3.3. Vulnerabilidad al cambio climático de Rapa Nui

A través de una revisión de informes, reportes y publicaciones existentes, así como información levantada durante este proyecto, a continuación, se presenta un detalle de aquellas fuentes que generan sensibilidad al cambio climático (es decir, factores que hacen que un determinado sistema sea potencialmente afectado de manera negativa por el cambio climático) para el patrimonio, la pesca y el turismo. Por otro lado, la **sección 3.3.2** presenta un detalle de las medidas de adaptación ya implementadas (o en proceso de implementarse) en Rapa Nui que hace cuenta de la capacidad adaptativa al cambio climático potencial ya presente en la Isla.

3.3.1 Sensibilidad del patrimonio costero (natural y cultural), pesca y turismo al cambio climático de Rapa Nui

Rapa Nui cuenta con múltiples áreas urbanas y rurales, caletas y numerosas estructuras patrimoniales arqueológicas susceptibles a los efectos de **inundaciones, deslizamientos de suelos y erosión costera**, debido tanto a eventos climáticos (lluvias extremas, marejadas o aumento del nivel del mar) cómo también a procesos de **cambio de uso de suelo** que impactan las capacidades de retención acelerando en algunos casos los procesos de erosión del suelo y escorrentía.

Las **inundaciones** corresponden a desbordamientos de agua más allá de sus límites normales y estas pueden tanto fluviales (desbordamiento de ríos) como pluviales (precipitaciones intensas). Rapa Nui presenta ciertos factores que aumentan la propensión (susceptibilidad) a sufrir inundaciones tales como la *pendiente, densidad de drenajes, la acumulación de flujo*, la distancia a drenajes, la elevación topográfica, curva número, y la litología de terreno (*ver Anexo para más detalle sobre variables*). El análisis del mapa de sensibilidad(susceptibilidad) a la inundación en la isla de Rapa Nui se clasificó en cinco grados de sensibilidad (es decir, muy bajo, bajo, moderado, alto, muy alto).

Se concluye que **existen 9 sectores con sensibilidad “alta” a “muy alta” que corresponden a Mataverí, Hanga Piko y Hanga Roa en la costa oeste, Vaihu, Vinapu, Akahanga y Hanga Nui en la costa sureste, y La Perouse y Ovahe en la costa norte**. La alta sensibilidad en estos lugares se atribuye principalmente a la presencia de acumulaciones significativas de flujo, una densidad elevada de drenajes, cortas distancias entre drenajes, baja elevación topográfica y pendientes suaves, que permiten la acumulación de agua (*ver Fig. 3.29*).

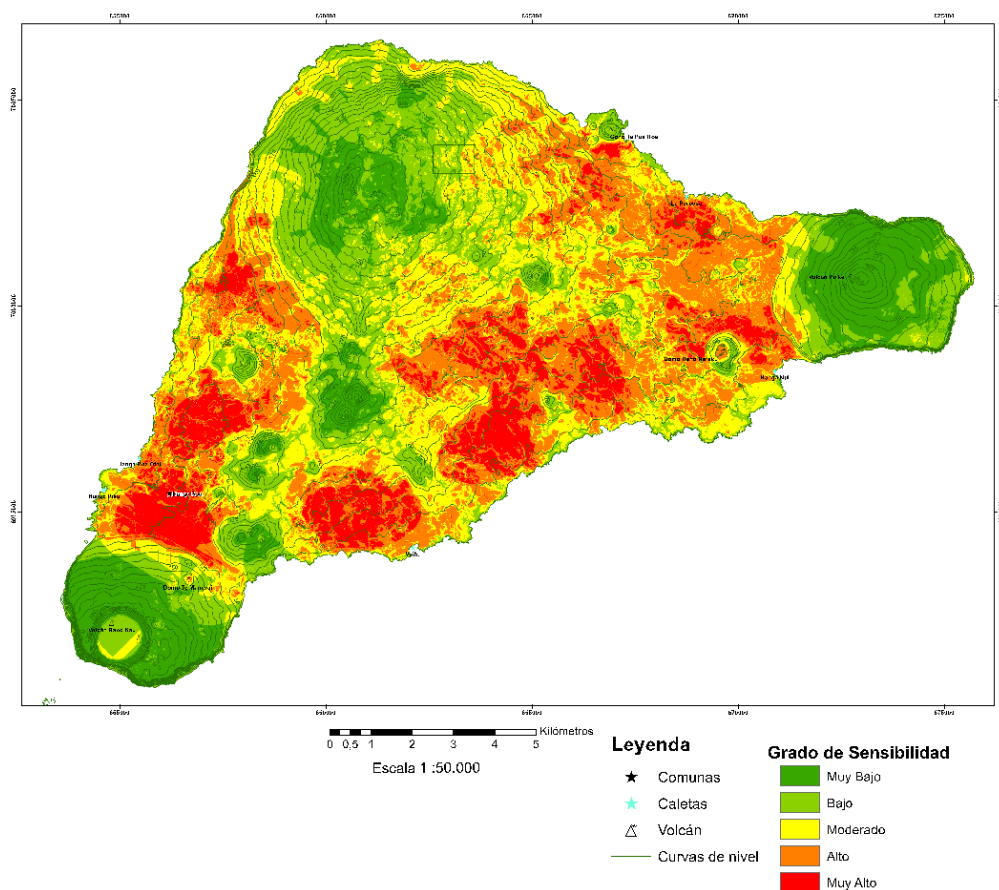


Figura 3.29. Sensibilidad de Rapa Nui inundaciones de carácter fluvial o pluvial. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, Rapa Nui presenta zonas propensas a sufrir **deslizamientos de suelos** que consisten en movimientos de deformación constante y desplazamiento a largo de una o más superficies que son visibles o que pueden ser razonablemente inferidas, dentro de una zona. Debido al clima subtropical que se presenta en Rapa Nui, los suelos se encuentran permanentemente húmedos, lo que proporciona las condiciones apropiadas para que ocurran deslizamientos. La identificación de las zonas susceptibles a sufrir deslizamientos de suelos depende de factores como la *pendiente de terreno*, las *geoformas*, la *litología*, la *distancia a los drenajes*, la presencia de *fallas y caminos*, la *humedad*, la *cobertura de suelo* y el *NDMI* (Índice de Humedad de Diferencia Normalizada) (*ver Anexo para más detalle sobre variables*). El análisis del mapa de deslizamiento de suelo se clasificó en cinco grados de sensibilidad (muy bajo, bajo, moderado, alto, muy alto). Como resultado, **se identificaron sectores con una sensibilidad “alta” a “muy alta”, específicamente en los acantilados al pie del volcán Poike en el sector noreste, en los acantilados oeste al pie del volcán Maunga Terevaka, en la ladera norte del volcán Maunga Terevaka, en los acantilados y cráter del volcán Rano Kau, en la franja costera de la zona de Roiho al norte de Hanga Roa, y en los conos piroclásticos cercanos a Hanga Roa.** La elevada sensibilidad(susceptibilidad) en estos lugares se atribuye principalmente a las pronunciadas pendientes (superiores al 60°), geoformas escarpadas o cónicas, la exposición de rocas porosas y permeables con escasa cobertura vegetal, así como a un alto nivel de humedad que facilita posibles movimientos de deformación constante y desplazamiento de la superficie en el futuro (*ver Fig. 3.30*).

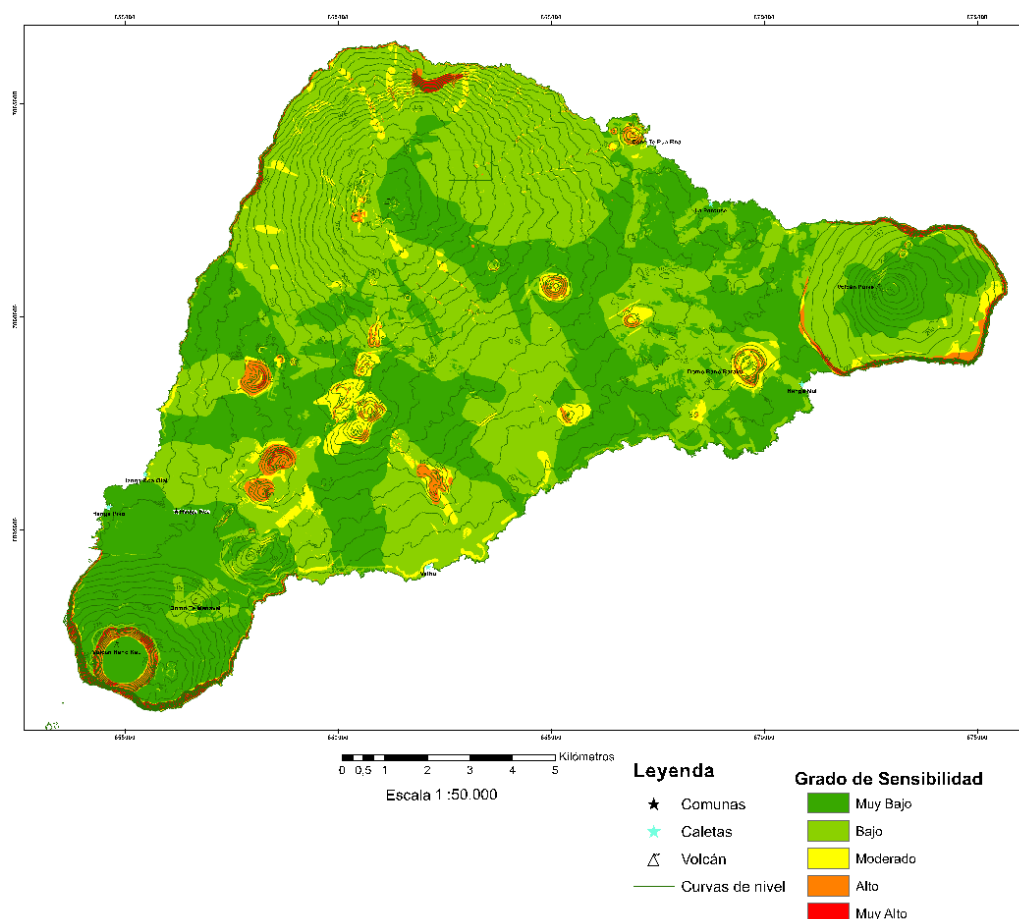


Figura 3.30. Sensibilidad de Rapa Nui al deslizamiento de suelos. Fuente: Elaboración propia.

La **erosión costera** es un fenómeno natural que se origina por la interacción de los procesos climáticos, sedimentarios y erosivos que tiene como resultado un retroceso de la línea de costa. La propensión a sufrir eventos de erosión costera depende de factores tales como la *cercanía a la línea de costa actual*, el *grado de erodabilidad de suelo*, las *características geológicas – geotécnicas del sustrato rocoso*, la *pendiente* y la presencia de derrumbes previos (*ver Anexo para más detalle sobre variables*). El análisis del mapa de erosión costera en la isla de Rapa Nui se clasificó en cinco grados de sensibilidad (muy bajo, bajo, moderado, alto, muy alto). **Se identificaron tres sectores con un nivel “alto” de sensibilidad, ubicados en los acantilados al pie del volcán Maunga Terevaka en el sector noroeste, en los acantilados al pie del volcán Poike en el sector noreste y en los acantilados del volcán Rano Kau en el sector suroeste.** La elevada sensibilidad en estos lugares se atribuye principalmente a su proximidad a la línea de costa, el alto grado de erodabilidad del suelo y a la pronunciada pendiente (superior al 40°), factores que favorecen el desarrollo de una extensa área de erosión en el futuro (*ver Fig. 3.31*).

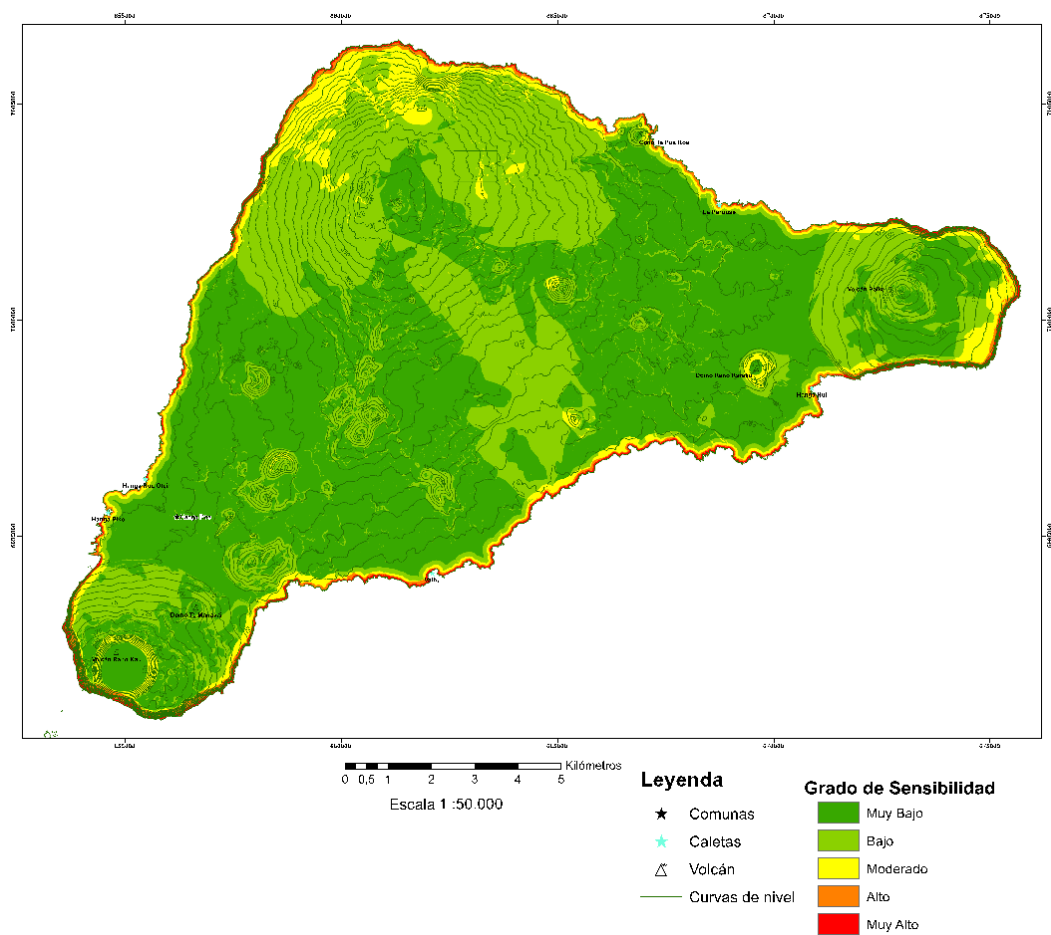


Figura 3.31. Susceptibilidad de Rapa Nui a la erosión costera. Fuente: Elaboración propia.

Al día de hoy, Rapa Nui ya cuenta con importantes daños en su **patrimonio arqueológico costero**. El diagnóstico técnico STP/CAMN (Secretaría Técnica de Patrimonio Rapa Nui) del año 2019 determinó que el Parque Nacional Rapa Nui (PNRN) tiene 10 *crematorios* en “mal estado de conservación”, en su mayoría por **derrumbes y pérdida de material**; 9 de los *ahu* evidencian derrumbe de muro posterior, muro de contención y alas de plataforma; y 9 *moai* y *pukao* cuentan con gran cantidad de líquenes y están expuestos a factores erosivos. En menor cantidad, los *petroglifos* se califican como en “estado de emergencia” ya que sufren **desplazamiento y grave erosión** en los paneles, mientras que las *cuevas* muestran desprendimiento e inestabilidad y las *rampas* presentan erosión natural y procesos de derrumbe. Por otro lado, los *hare moa* presentan una alta probabilidad de derrumbe por presencia de pandeo en sus muros exteriores (STP/CAMN, 2019).

En relación a los sitios priorizados en este informe, y en base a mesas de trabajo con Ma’u Henua y STP/CAMN ([ver Anexo para más detalles](#)), se describe el estado actual de conservación de estos sitios, donde muchos de ellos presentan al día de hoy ya daños importantes, y, por lo tanto, son altamente sensibles al cambio climático:

- **Ahu Akahanga:** Sitio de visitación arqueológica ubicado en la costa SE de la Isla. Posee un *ahu* con 15 *moai* y 8 *pukao* (Ahu Akahanga) el cual se encuentra no reconstruido y en la línea de costa. Los *moai* se encuentran caídos sobre el *ahu* y hacia atrás ([ver Fig. 3.32](#)). Sin embargo, los *pukao* al ser menos pesados y de

forma cilíndrica han rodado en diferentes direcciones. Dos de ellos están muy próximos a caer al mar; no obstante, durante el mes de noviembre de 2023 se realizó el salvataje de estos dos *pukao*, siendo trasladados con una grúa y colocados frente al Ahu Akahanga. Este *ahu* presenta peligro de derrumbe en su extremo suroeste de la plataforma, los moai se encuentran en un mal estado de conservación debido a la fragilidad de la toba y su cercanía al mar, así también lo sufren otros rasgos con alteraciones graves provocados por agentes geo-climáticos y bio-antrópicos tales como los *avanga* y *petroglifos* (STP, 2022).



Figura 3.32. Daños presentes en **Akahanga**. Fuente: Lya Edmunds.

- **Ahu Haja Hahave:** El área se localiza en la zona sur de la Isla y el *ahu* se encuentra aproximadamente a 180 m de la línea de costa y a 40 m del camino costero. Se caracteriza por tener un muro posterior con grandes bloques canteados y *moai* en su plataforma (ver Fig. 3.33). En la parte posterior del *ahu* hay un crematorio, el cual presenta desprendimientos de su estructura, alta presencia de osamentas humanas, fragmentos de obsidiana y escoria roja en su interior. Este crematorio es uno de los de mayor tamaño y complejidad en la isla y presenta evidencias excepcionales en términos de su formación y contenido. Se trata de una estructura monumental con distintos niveles y episodios discretos de cremación, protegida por un gran muro, y con cámaras -cistas- en la superficie que sirvieron hasta tiempos tardíos como enterratorios secundarios (Ramirez, 2006).



Figura 3.33. Daños presentes en el Ahu Haja Hahave. Fuente: Lya Edmunds.

- **Ahu O Nune (Haja Ho'onu):** Ahu localizado en la zona norte de la Isla específicamente dentro de una de las caletas principales de la zona (Caleta de Hanga Ho'onu / Hohonu o La Perousse). Este *ahu* se encuentra con gran deterioro debido principalmente a que parte de su estructura del muro está siendo utilizado para el amarre de los botes de la caleta (*ver Fig. 3.34*). Debido también a la pendiente pronunciada en que se encuentra, ha perdido parte de las piedras del muro posterior.



Figura 3.34. Daños presentes en el Ahu O Nune (Haja Ho'onu). Fuente: Lya Edmunds.

- **Avaja de Ovahe:** Estructura ceremonial de entierro, el cual se caracteriza por ser de forma rectangular con piedras apiladas en forma de montículo sobre el afloramiento rocoso de la costa (*ver Fig. 3.35*). Posee osamentas humanas, las

cuales han sido vandalizadas a lo largo del último tiempo. Este *ava* en particular se encuentra en la línea costera y actualmente es afectado por las marejadas y olas mayores. Se observa desprendimiento en partes de la estructura. Se identifica en la estructura profundas grietas, disgregación de material y desplazamiento activo (STP, 2022)



Figura 3.35. Daños presentes en el *Ava* de Ovahe. Fuente: Lya Edmunds.

Existen numerosas causas que pueden generar (y han generado al presente) la pérdida o daño del patrimonio identificado como prioritario por STP/CAMN en su diagnóstico técnico. Los eventos climáticos o meteorológicos extremos como **lluvias intensas** producen la activación de quebradas o *ava* que erosionan la tierra por remoción de sedimento y rocas (Velasco, 2012; STP/CAMN 2019), produciendo derrumbes que generan caídas y deslizamiento de recursos arqueológicos (STP/CAMN, 2019). Por otro lado, las **marejadas (y tsunamis)** provocan pérdida de sedimento mediante socavación y, por ende, desestabilización de estructuras y pérdida de material y disgregación de la evidencia cultural (STP/CAMN, 2019). Los **incendios** generan un cambio químico de la materia y alteran mayormente estructuras que contienen evidencia cultural como petroglifos, material bio-antropológico, arqueobotánico y zoo-arqueológico, así como termofracturas, desprendimiento de pátina, costra de hollín, grietas y decoloración de rocas (STP/CAMN, 2019). En particular, aunque el fenómeno de **erosión** está presente en toda la isla debido a las precipitaciones y vientos intensos y marejadas, es especialmente dañino en la zona costera donde existe una pérdida de una gran cantidad de componente arqueológico, como los *ahu* ubicados en el límite costero y en el borde de acantilados (STP/CAMN, 2019). La [Tabla 3.2](#) muestra un resumen sobre los impactos que las diferentes amenazas climáticas tienen sobre el patrimonio arqueológico costero de la Isla.

Tabla 3.2. Impactos en el patrimonio arqueológico asociados a algunas de las principales amenazas climáticas.

Amenaza Climática	Impacto al Patrimonio Arqueológico
Erosión Costera	• Desestabilización • colapso potencial • pérdida de material en estructuras • Degradación de la calidad del suelo y del entorno acuático
Aumento del Nivel del Mar	• Inundación de sitios arqueológicos costeros • Pérdida de suelos
Eventos Climáticos Extremos	• Daños físicos directos a estructuras • Erosión acelerada de estructuras • Remoción de sedimentos, rocas y basura

Sin embargo, son numerosas las **actividades y acciones humanas** que han generado importantes impactos, y que ponen en riesgo el patrimonio arqueológico de Rapa Nui frente al cambio climático. La **falta de manejo de animales y control ganadero**, y la gran cantidad de caballares y vacunos que existe en Rapa Nui, han producido el desgaste en el patrimonio material como consecuencia del pisoteo, rasqueteo y el ácido del guano (STP/CAMN, 2019). El **crecimiento urbano sin planificación adecuada** y la **alta demanda por el uso de la tierra** ha potenciado la descontextualización de sitios, la remoción de estructuras, la imposibilidad de realizar estudios científicos a futuro y la subsecuente pérdida del conocimiento local y científico asociado al territorio intervenido (STP/CAMN, 2019). De igual forma, el **tránsito regular de personas, animales y vehículos**, así como la **construcción de caminos rurales** por maquinaria pesada ya ha impactado fuertemente al patrimonio arqueológico (STP/CAMN, 2019). La **agricultura no regulada**, aún siendo una actividad muy frecuente y necesaria para la comunidad local, puede ocasionar daños a estructuras que se encuentren en el subsuelo, la alteración de sitios arqueológicos y remoción de sedimentos (STP/CAMN, 2019). A su vez, la **limpieza y/o despeje de terrenos** producto del crecimiento urbano y actividades agrícolas implica quemar, talar y remover rocas y sedimentos poniendo en riesgo el patrimonio arqueológico (STP/CAMN, 2019). Asimismo, **procesos extractivos no regulados**, principalmente asociados a actividades relacionadas con la construcción, la artesanía y la pesca, entre otros, generan condiciones para el desarme de estructuras o la intervención del subsuelo. En su conjunto, todos estos factores arriesgan la subsecuente descontextualización de sitios y cambios en el paisaje cultural, siendo particularmente dañina la **extracción no regulada de la roca**, el *ki'ea* o tierra de color, así como especies nativas o endémicas vegetales como helechos, totora, mahute, distintos tipos de pastos, musgos y plantas medicinales que son ampliamente utilizados con fines culturales, educativos y curativos (STP/CAMN, 2019). Las **ocupaciones territoriales irregulares** que abarcan espacios de posible uso comunitario sobre terrenos fiscales en desuso o pertenecientes al PNRN, pero también de cuevas o aleros para fines ceremoniales y recreativos de la comunidad, siguiendo una tradición propia de Rapa Nui, han transgredido, en algunas ocasiones, las características de los lugares patrimoniales (STP/CAMN, 2019). Por último, el **turismo no acompañado** permite la modificación o remoción de elementos pertenecientes a sitios arqueológicos, incluidos actos de vandalismo, saqueos, y contaminación por basura (STP/CAMN, 2019). Sumado a todo esto, las autoridades locales, entes técnicos y comunidad en general muestran especial preocupación por la situación de riesgo de los *ivi tupuna*, ancestros directos del Pueblo Rapa Nui, debido a su dispersión, fragilidad y falta de resguardo. Hoy en día, muchos de los *ivi tupuna* identificados se encuentran descontextualizados, producto de su **remoción**

y traslado, por causas antrópicas y climáticas y/o meteorológicas (STP/CAMN, 2019). La [Tabla 3.3](#) muestra un resumen sobre los impactos que las actividades antrópicas tienen sobre el patrimonio arqueológico costero de la Isla.

Tabla 3.3. Impactos en el patrimonio arqueológico asociados a algunas de las principales actividades humanas realizadas en la isla (es decir, fuentes de sensibilidad).

Actividades humanas	Impacto al Patrimonio Arqueológico
Ganadería no regulada	Degradación de la calidad del suelo y del patrimonio material por pisoteo, rasqueteo y ácidos del guano
Turismo no regulado	- Modificación o remoción de elementos arqueológicos - Vandalismo - Saqueos - Contaminación por basura
Contaminación ambiental	Degradación de la calidad del suelo y del entorno acuático, afectando la integridad de los sitios
Procesos extractivos no regulados	- Desarme de estructuras y alteración del subsuelo - Extracción no regulada de recursos naturales con impactos en el paisaje cultural
Uso de Suelo no regulado (ej., quemas, talas, remoción rocas, sedimentos, ...)	- Modificación del paisaje, destrucción, intervención y descontextualización de sitios arqueológicos - Impedimento de estudios futuros - Pérdida de conocimiento local y científico

Por otro lado, el patrimonio natural, y en particular los **ecosistemas marinos** de Rapa Nui, así como su biodiversidad también son altamente sensibles a los efectos del cambio climático por diversas razones y actividades como la pesca, la contaminación costera y la basura flotante que proviene de los continentes y de la pesca industrial en alta mar (Zylich et al., 2014; Thiel et al., 2018). La **contaminación costera** producto de la filtración de los pozos de aguas negras y los colectores de aguas lluvia que desembocan en el mar frente al poblado de Hanga Roa, han generado un proceso de eutrofización durante los últimos 15 años, que se ha traducido en la muerte de los arrecifes de corales mesofóticos y el sobrecrecimiento de tapices de cianobacterias y algas filamentosas (Sellanes et al., 2021; Zapata et al., 2022).

Las particularidades de los ecosistemas marinos de Rapa Nui, que incluyen el **extremo aislamiento geográfico y los altos niveles de endemismo** (Friedlander et al., 2013), sumado a las **condiciones ultra-oligotróficas** del ambiente hacen que estos sean altamente sensibles a ciertas amenazas del cambio climático (Wagner et al., 2021).

Eventos de **blanqueamiento parcial de corales** ya han sido recientemente observados en Rapa Nui, a raíz de una ola de calor marina ocurrida durante el verano de 2023, que mantuvo temperaturas de 27°C en los primeros 12-15 metros de profundidad durante todo el verano ([ver Fig. 3.36](#), Orca Diving Center, com. pers.).

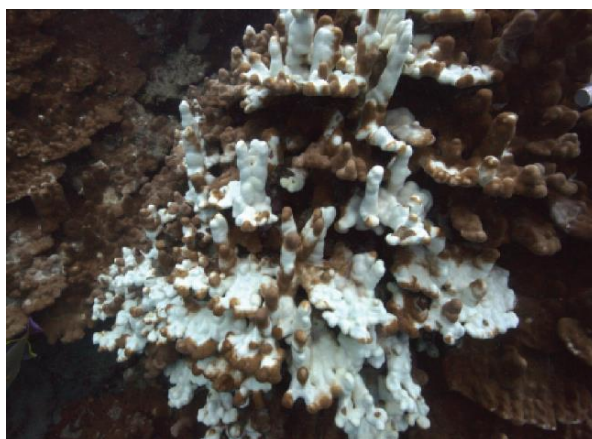


Figura 3.36. Ejemplar de *Porites lobata* parcialmente blanqueado producto de las altas temperaturas en las aguas someras de Rapa Nui. Fuente: J. Herlan.

Muchos de los ecosistemas marinos de Rapa Nui ya se encuentran deteriorados lo que los hace más sensibles al cambio climático y sus amenazas. Las **marejadas** han afectado los arrecifes someros y destruido parcialmente las praderas de algas, que terminan varadas en la costa, lo que tiene un impacto directo sobre la estructura de comunidades bentónicas someras, que a la vez impacta a gran parte de los invertebrados y peces costeros típicos de Rapa Nui (Easton et al., 2018). Por otro lado, los eventos de **precipitaciones extremas**, se han observado con mayor frecuencia en los últimos 5 años en Rapa Nui y generan grandes **escorrentías** que terminan en el mar, generando una gran **pluma de sedimentos** que terminan depositados sobre los arrecifes someros y mesofóticos (ver Fig. 3.37). Estos sedimentos tienen altos niveles de silicatos, y son en parte responsables por la muerte actual de corales mesofóticos observados frente a Hanga Roa (ver Fig. 3.38) (Sellanes et al., 2021; Carvajal et al., 2021).



Figura 3.37. Vistas de la pluma generada por la escorrentía en el sector costero de Hanga Roa otai luego de una lluvia extrema en marzo de 2023. Fuente: Fotografías cedidas por P. Averill.



Figura 3.38. Arrecife muerto de *Leptoseris solida* a 80 metros de profundidad frente a Hanga Roa otai. Fuente: M. Gorny, OCEANA.

Durante los 2 últimos años, este fenómeno de mortalidad se ha trasladado a los arrecifes someros (C.F. Gaymer, obs. pers.), y efectos similares podrían observarse en el futuro en las áreas con fuerte escorrentía alrededor de la isla. De hecho, las áreas de mayor escorrentía de Rapa Nui coinciden además con las mayores abundancias actuales de los corales someros dominantes (*Porites lobata* y *Pocillopora* spp.) (ver Fig. 3.39), así como con las mayores abundancias del alga *Spatoglossum stipitatum* (ver Fig. 3.40). al., 2020).

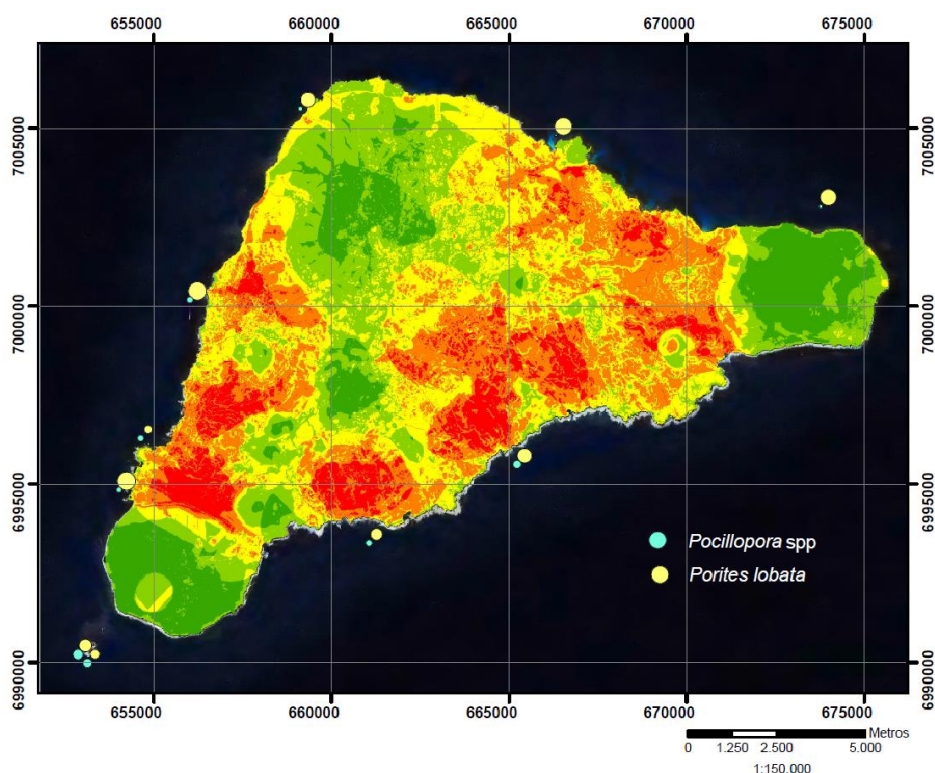


Figura 3.39. Abundancia (% de cobertura 0.25m²) de los corales *Porites lobata* y *Pocillopora* spp. respecto a zonas de susceptibilidad de inundación fluvial y pluvial alrededor de Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia.

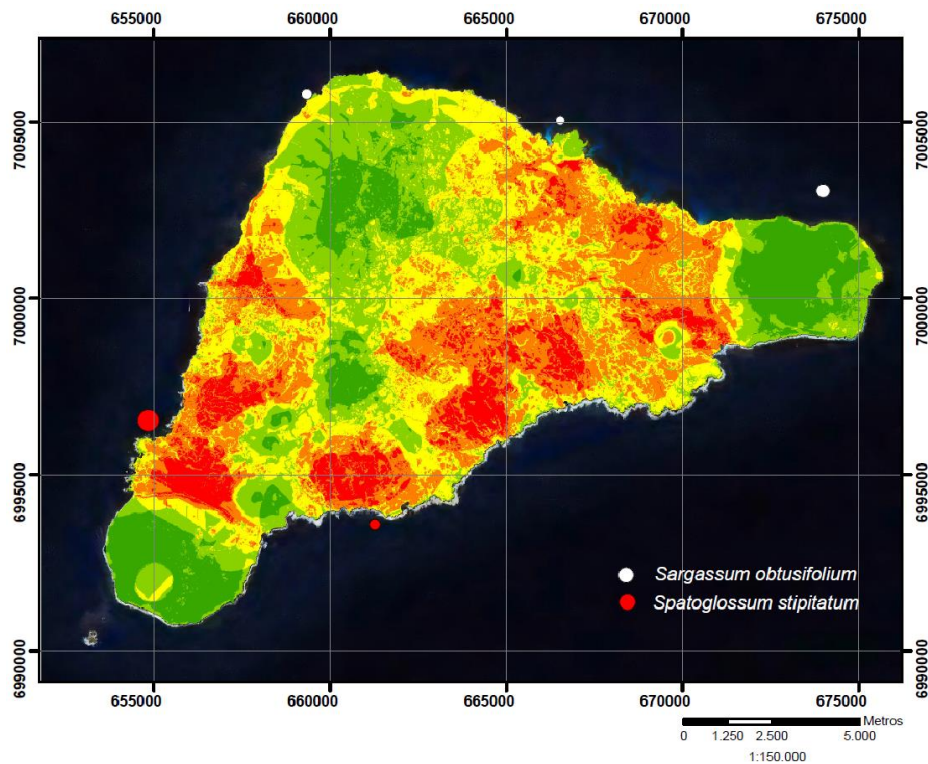


Figura 3.40. Abundancia (% de cobertura 0.25m²) de las macroalgas *Sargassum obtusifolium* y *Spatoglossum stipitatum* respecto a zonas de susceptibilidad de inundación fluvial y pluvial alrededor de Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia.

Más allá de conocimiento actual acumulado en las últimas décadas sobre la biodiversidad marina de Rapa Nui, al día de hoy todavía existe **poca información sobre las especies que conforman la fauna nocturna marina, la ecología de las comunidades submareales y el comportamiento y hábitos de las especies endémicas** (Wieters et al., 2014; DiSalvo et al., 1988; Hinojosa et al., 2021; Zapata-Hernandez et al. 2021).

En relación a los recursos pesqueros, en una serie de talleres participativos con la comunidad local, los rapanui asociados a la pesca y la recolección identificaron la falta de recursos de las zonas de pesca, tanto costeras como de aguas abiertas, como un problema severo en el ambiente marino (Gaymer et al., 2013). Existe la percepción de una **drástica reducción de los recursos marinos** más importantes de la isla, donde según la población local, la langosta (ura), el atún (kahi) y los peces costeros están disminuyendo en abundancia con el paso del tiempo y notablemente durante las tres últimas décadas (Aburto et al., 2015).

Alrededor de 14% de la **infraestructura** presente alrededor de la costa tiene un riesgo “alto-medio” a ser afectados por inundaciones debido a tsunamis, mientras que el 50% de la infraestructura de servicios como comercios, establecimientos educacionales y servicios públicos tiene un riesgo medio-bajo a ser afectados por tsunamis.

Por otro lado, hoy en día no existe infraestructura adecuada en las **caletas de pescadores**, donde la falta de incentivos al sector pesca ha resultado en un desinterés de los pescadores artesanales por contar con espacios exclusivos para la venta directa de pescado a la población.

Aunque el sector **turismo** es el más desarrollado en Rapa Nui, la calidad de los servicios entregados no se encuentra estandarizada debido principalmente a la falta de asociatividad y coordinación estratégica entre los emprendedores locales, a lo que hay que sumar que existe una alta competencia y desconfianza. Por otro lado, la calidad de la **infraestructura turística**, salvo hoteles de lujo, es deficiente y se encuentra por debajo del estándar internacional.

En resumen, Rapa Nui cuenta actualmente con importantes impactos y condiciones que predisponen a la ocurrencia de impactos futuros generados el cambio en las condiciones climáticas. Adicionalmente, la comunidad rapanui (*ver Anexo para metodología*) identifica que en la Isla existen numerosas **brechas y limitaciones** que generan o favorecen la ocurrencia de estos impactos, aumentan la sensibilidad al cambio climático, y además limitan o impiden la implementación de medidas y acciones de adaptación al cambio climático (*ver Tabla 3.4*).

Tabla 3.4. *Análisis y categorización de brechas y limitaciones para la adaptación al cambio climático. Fuente: Elaboración propia con información obtenida de las encuestas de percepción¹ e instancias participativas² (ver Anexo). Fuente: Elaboración propia.*

Patrimonio arqueológico y cultural	
○ Financiamiento	▪ Carencia de recursos económicos para la protección del patrimonio
○ Institucionales y gobernanza	▪ Falta de interés y apoyo de las instituciones y la comunidad rapanui para generar programas de educación y protección del patrimonio ▪ Falta de flexibilidad de las instituciones para intervenir mallas curriculares de acuerdo con la realidad y pertinencia cultural local¹ ▪ Institucionalidad y marco legal actual no adecuados al contexto local (ej., salvataje arqueológico)
○ Conocimiento e Información	▪ Falta de conocimiento sobre las funciones de las estructuras patrimoniales, tecnologías o saberes ancestrales para hacer frente a eventos extremos ▪ Falta de información sobre potenciales acciones y medidas de adaptación al cambio climático
○ Manejo y planificación	▪ Uso extensivo de infraestructura gris (tetrápodos) y materiales como el concreto para proteger el patrimonio costero ▪ Presencia de un enfoque reactivo y no preventivo para abordar los impactos y protección del patrimonio ▪ Presencia de ganadería no regulada que impacta los sitios patrimoniales ▪ Presencia de una alta erosión terrestre y suelos poco fértiles
Pesca artesanal y recolección	
○ Manejo y planificación	▪ Sobreexplotación de recursos costeros y marinos ▪ Falta de un manejo sustentable de los recursos² ▪ Bajo nivel de antelación para emitir avisos de mal tiempo ▪ Información de avisos de mal tiempo no llega a todos los usuarios y personas ▪ Falta de la declaración de la pesca para consumo personal (pesca de subsistencia/cultural)
○ Conductuales y sociales	▪ Falta de respeto por periodos de vedas y sitios de pesca/recolección

- Ausencia de aviso de zarpe por parte de pescadores a la Armada
- Falta de respeto por alertas y avisos de cierre de puertos
- Falta de experiencia en el mar de las generaciones jóvenes
- Falta de percepción de peligro/alerta frente a eventos extremos y sus impactos
- **Conocimiento e información**
 - Falta de disponibilidad de información sobre la batimetría de la Isla
 - Incertidumbre sobre la operatividad de la pesca
 - No existe información sobre el estado actual de conservación de los recursos pesqueros
- **Infraestructura y tecnologías**
 - Falta de embarcaciones de mayor eslora para incrementar la distancia de pesca
 - Falta de espacio en las caletas para embarcaciones más grandes
 - Actual grúa no es eficiente para poder sacar los botes del agua
 - Falta de antenas de comunicación y baja cobertura radial
 - No existen capacidades para refrigeración en los botes
 - Baja capacidad de logística para movilizar las embarcaciones frente a marejadas
 - Falta de terrenos para crear un centro de cultivo o planta de proceso
- **Financiamiento**
 - Falta de financiamiento para implementar medidas de adaptación para el sector
- **Institucionales y gobernanza**
 - Instituciones débiles (alcaldes de mar no fiscalizan la salida de embarcaciones ante eventos extremos como marejadas)
 - Falta de apoyo del Estado (e.g. entrega de datos de batimetría)

Turismo

- **Institucionales y gobernanza**
 - Prioridades del Estado están en otros temas (Mesa del Mar de Rapa Nui es financiada por ONGs)
 - Municipalidad no tiene jurisdicción en el mar por lo que no puede financiar acciones para proteger/restaurar el fondo marino
 - Mala gobernanza y liderazgo local para la toma de decisiones
 - Falta de reconocimiento nacional de la excepcionalidad de la Isla en materia de turismo
- **Conocimiento e información**
 - Falta de capacitación en la atención al cliente
- **Manejo y planificación**
 - Falta de acciones preventivas frente a la inseguridad hídrica
 - Presencia de ganadería no regulada
- **Financiamiento**
 - Alto costo de implementar medidas de mitigación frente a los impactos del cambio climático (temperatura)
 - Alto costo del envío de materiales de calidad desde el continente y su descarga
 - Falta de financiamiento por parte de estado para implementar medidas de adaptación en el sector
- **Infraestructura**
 - Mala calidad de los materiales disponibles para la construcción y aislamiento de infraestructura hotelera
 - Alta dependencia del aeropuerto y transporte aéreo para la llegada de turistas
 - Falta de funcionamiento de medidas aplicadas (paneles solares en el Parque)
- **Conocimiento e Información**
 - Falta de estudios que determinan cuales son las causas de los impactos que causan el deterioro observado en los corales
 - Falta de conocimiento sobre las causas de los impactos del cambio climático sobre el sector
 - Aumento/presencia de la población humana en Rapa Nui
 - Falta de profesionales y recursos para abordar temáticas del cambio climático

Transversales

- **Institucionalidad y gobernanza**
 - Ingobernabilidad a nivel general en la Isla
 - Falta de comunicación y coordinación inter-institucional
 - Falta de la participación y representación de instituciones en instancias de toma de decisiones en relación con el medio ambiente
 - Falta de terrenos fiscales para implementar medidas o proyectos para la adaptación y mitigación al cambio climático
 - Falta de interés de la Municipalidad en tomar acciones y trabajar con el borde costero
 - Desconocimiento por parte de las instituciones (DOP) sobre la dinámica costera a la hora de construir infraestructura costera
 - Falta de comunicación sobre medidas implementadas por las diferentes instituciones locales²
 - Falta de equidad de género
 - Conflictos entre los diferentes usuarios del territorio
 - Duplicidad de acciones y programas entre instituciones
- **Leyes, normativas y fiscalización**
 - Normativas y leyes diseñadas sin el contexto de las particularidades insulares de la Isla (ej., LMCC)

- Falta de normativas y fiscalización sobre producción de carne (certificación, presencia de un matadero)
- Falta de fiscalización y multas ante acciones generadas por habitantes de la isla (ej., incendios)
- Presencia de maltrato animal (ganadería)
- Salud deteriorada de la población por consumo de agua contaminada y salobre
- Mala calidad del trabajo del MOP en la construcción de infraestructura de caminos
- Falta de responsabilidad frente a trabajos o acciones mal hechos (caminos, pavimentación)
- Uso permitido de actividades no sustentables del territorio (ej., vivienda, ganadería)
- **Manejo y preparación**
 - Falta de un plan de preparación para afrontar los impactos del cambio climático
 - Falta de un plan y una autoridad sobre el uso del territorio
 - Presencia de monocultivos que homogeneizan el paisaje
- **Financiamiento**
 - Alto precio de materiales y tecnologías agrícolas
- **Conductuales y sociales**
 - Costumbres ganaderas no sustentables
 - Percepción de mala calidad de agua
 - Generación de una alta cantidad de residuos
- **Infraestructura y tecnología**
 - Infraestructura hídrica (tuberías) con materiales dañinos para la salud (asbesto)
 - Falta de alcantarillado
 - Infraestructura no considera la construcción de canales de evacuación de aguas lluvias
 - Falta de tecnologías de comunicación (celulares)
 - Baja cobertura de red móvil y señal de internet
 - Incertidumbre sobre la operatividad del buque por las condiciones climáticas
- **Conocimiento e información**
 - Falta de conocimiento por parte de los ganaderos para implementar un sistema de ganadería sustentable
 - Falta de conocimiento y educación sobre el uso sustentable del recurso agua
 - Falta de conocimiento por parte de los organismos públicos a la hora de construir obras costeras
 - Falta de información para aplicar y desarrollar proyectos de soluciones basadas en la naturaleza
 - Falta de conocimiento sobre técnicas y tecnologías agrarias que favorecen la erosión y la pérdida de calidad del suelo (ej., fertilizantes)

3.3.2. Capacidad adaptativa al cambio climático de Rapa Nui

Rapa Nui presenta un importante número de iniciativas, en diferentes estados de avance, que aportan o han aportado a incrementar la capacidad de respuesta frente a las amenazas del cambio climático y otros factores humanos. A continuación, se entrega información de cuáles son estas iniciativas para el patrimonio, la pesca y el turismo ([ver Tabla 3.5](#)).

En particular, la Municipalidad de Rapa Nui a través de su Oficina de Medio Ambiente ha estado capacitándose en temas de cambio climático, asistiendo a reuniones internacionales, incluidas las COPs de cambio climático, e incluso organizando actividades como la Primera Cumbre de Gobiernos locales por el Cambio Climático (ej., año 2018 donde asistieron autoridades de Gobierno, parlamentarios, embajadores, representantes

de organizaciones nacionales e internacionales, empresarios, consultores, y los miembros de la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático para estudiar la toma de acciones locales y alcanzar acuerdos que fueron presentados en la COP24 realizada en Polonia). Adicionalmente, la Municipalidad de Rapa Nui ejecuta el programa medioambiental definido en el **plan AMOR** que apunta a la autosustentabilidad y los ODS de Naciones Unidas, incluyendo entre otros elementos la carbono neutralidad y una ordenanza municipal basura cero. Entre otras iniciativas destacan el desarrollo de programas de sensibilización al empresariado local para adquirir buenas prácticas de cuidado medio ambiental dentro de su empresa, de reciclaje de textiles, de huertos familiares, y de reforestación tradicional (*ver Tabla 3.5*).

Por otro lado, CONADI desarrolla iniciativas para **educar** en temas medioambientales (partiendo por los menores de edad), para acumular y utilizar las aguas lluvias para fines agrícolas, y para **conservar los humedales** de la Isla. CONAF desarrolla iniciativas de **mejoramiento de suelos, reforestación y conservación de flora nativa**, mientras que la Secretaría Técnica de Patrimonio (STP) de Rapa Nui ha desarrollado iniciativas de **educación, diagnóstico y salvataje arqueológico** (*ver Tabla 3.5*).

En relación a la **conservación del patrimonio natural, la biodiversidad y de los ecosistemas que la albergan**, las aguas alrededor de Rapa Nui se encuentran protegidas desde el 2018 a través de la creación del área marina costera protegida de múltiples usos (AMCP-MU) Rapa Nui, que con 579.000 km² es la más grande de Latinoamérica (Friedlander & Gaymer, 2021). Este hito fue parte de un proceso de 7 años que incluyó un programa de generación de capacidades para la comunidad rapanui, ejecutada por el centro ESMOI, un proceso de educación informal llevado a cabo por miembros de la comunidad Indígena Tapu y un proceso de negociación entre el pueblo rapanui y el Estado de Chile (Aburto et al. 2020). El **AMCP-MU** apunta a proteger ecosistemas marinos únicos, extremadamente frágiles y amenazados por la sobrepesca, la contaminación y el cambio climático (Friedlander & Gaymer, 2021), prohibiendo la pesca industrial y la minería submarina y permitiendo solo la pesca de los habitantes de la isla, a través de artes y aparejos tradicionales (Aburto et al., 2020). El AMCP-MU Rapa Nui es administrada por un Consejo Directivo del Mar con 11 miembros, 5 representando al Estado y 6 representantes electos del pueblo rapanui. Para implementar el AMCP-MU, ESMOI, en conjunto con el Consejo Directivo del Mar, desarrolló una propuesta de Plan de Administración Integrado de las áreas marinas protegidas de Rapa Nui (Gaymer et al., 2021), que actualmente está en proceso de consulta indígena para su aprobación.

Finalmente, existe una serie de iniciativas individuales o comunitarias como la incorporación de tecnologías y nuevas técnicas para la pesca, el turismo y la protección del patrimonio que se reportan por parte de los y las participantes de los talleres realizados (*ver Tabla 3.5*).

Cabe destacar que desde el levantamiento de información se desprende que, hoy en día, para el sector pesca y sector turismo el número de acciones presentes en la Isla para disminuir los impactos tanto a los cambios en las condiciones ambientales actuales como futuros y las acciones antrópicas es bajo, lo que pone en riesgo elevado a estos dos sectores tan relevantes para la Isla.

Tabla 3.5. Listado de programas, acciones y/o actividades lideradas desde las diferentes instituciones de Rapa Nui, así como acciones individuales y comunitarias informadas que aportan a la adaptación al cambio climático. Se identifica para cada programa, actividad o acción el objetivo de esta, el(los) sector(es) de adaptación a los que aportan según LMCC, así como el estado actual de esta medida. Fuente: Elaboración propia con información obtenida del proceso participativo (entrevistas, reuniones y focus groups).

Programa/Actividad	Objetivo(s)	Sector(es) de Adaptación/Mitigación	Estado actual
Municipalidad de Rapa Nui – Oficina de Medio Ambiente			
Tapa 'o Ritomata	Programa que tiene como objetivo sensibilizar al empresario local para adquirir buenas prácticas de cuidado medio ambiental dentro de su empresa. Los impactos asociados son: (1) Eficiencia hídrica y tratamiento de aguas residuales, (2) Separación de residuos, (3) Venta y puesta en valor del producto local y, (4) Eficiencia energética y uso de energías alternativas.	Recursos hídricos, Energía, Residuos	En Ejecución
Programa de Reutilización y Reciclaje Textil	Programa que tiene como objetivo la reutilización y reciclaje de ropa en desuso. Consiste en la separación de la ropa según la calidad de ésta para así utilizarla como relleno para cojines o asientos, como nuevo material para creaciones que han resultado ser donaciones para distintas entidades sin fines de lucro de la comunidad, y también rescatando aquellas prendas que aún tienen una vida útil la cual queda disponible para los habitantes de la Isla de forma completamente gratuita.	Residuos	En Ejecución
E Tahi Poki, E Tahi Tumu (Un niño/a, un árbol)	Programa que consiste en la entrega de un árbol frutal, ornamental, melífero o medicinal para que cada recién nacido en la comuna, con la finalidad de ser plantado en conjunto con la placenta uterina del bebé y el trasfondo cultural que esta costumbre sostiene. Surge de la necesidad de reintegrar en las familias costumbres culturales respecto a la plantación de la placenta, reforestar de manera gradual y paulatina los espacios privados y comunes de esta isla, y así generar acciones frente a los efectos del cambio climático local y mundial.	Transversal	En Ejecución
Huertos familiares	Programa que tiene como objetivo apoyar a las familias en el sustento alimenticio durante la pandemia, fomentar la alimentación saludable al interior de los hogares, reducir los residuos que terminan en el vertedero de Vai a Ori, y así tender a la seguridad y soberanía alimentaria del territorio. Existe una prioridad para los grupos más vulnerables del territorio.	Silvoagropecuario, Residuos.	En Ejecución
Primera Cumbre de Gobiernos locales por el Cambio Climático	Organización de una cumbre realizada en Rapa Nui con asistencia de autoridades de Gobierno, parlamentarios, embajadores, representantes de organizaciones nacionales e internacionales, empresarios, consultores, y los miembros de la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático,	Transversal	Ejecutado

	para estudiar la toma de acciones locales y alcanzar acuerdos que fueron presentados en la COP 24 realizada en Polonia		
CONADI			
Programa "Ngapoki Henua", con Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad.	Creación de aulas verdes que funcionan como extensión de la sala de clases para acercar a los niños, niñas y jóvenes a la naturaleza y el cuidado del medio ambiente, integrando la sabiduría cultural ancestral y valores de la cosmovisión Rapa Nui junto con la metodología TiNi (Tierra de Niños(as) y Jóvenes)	Transversal	En Ejecución
Rapa Nui Maitaki	Cápsulas televisivas e infografía sobre educación medio ambiental	Transversal	Por ejecutar
Concurso Público de Obras de Riego y Drenaje "Vai Tupu Umanga". (Concurso anual)	Aumentar la superficie bajo riego en la isla, promoviendo el desarrollo de la auto-sustentabilidad agroalimentaria, así como la acumulación y utilización de las aguas lluvias para fines agrícolas.	Silvoagropecuario	En Ejecución
Vai Ua, Convenio Municipal	Contribuir a la eficiencia hídrica local, a partir de la captación y recuperación de aguas lluvias en techos públicos (establecimientos educacionales y otras edificaciones municipales) con fines de riego.	Silvoagropecuario	En Ejecución
Estudio Humedales (Convenio CONAF-CONADI)	Realizar un estudio completo e integral de los humedales de Rapa Nui que conduzca a un Plan de Gestión Territorial, organizando acciones de resguardo necesarias para la conservación de estos ecosistemas.	Biodiversidad	En Ejecución
CONAF			
Programas de educación para la prevención	<i>Programa de educación dirigido a la comunidad, a través de actividades y talleres.</i>	Transversal	En ejecución
Programas de arborización para la recuperación suelos	<i>Programa permanente, con plantaciones en parcelas privadas.</i>	Biodiversidad	En ejecución
Programa de biodiversidad	Conservación de plantas nativas y que están en peligro crítico de extinción		En ejecución
Programa de reforestación para el cambio Climático	<i>Programa de reforestación en áreas vulnerables para enfrentar los efectos del cambio climático</i>	Biodiversidad	En ejecución
Proyecto Manavai: Jardín demostrativo de plantas nativas	Creación de un espacio de conservación botánica demostrativo en estructuras arqueológicas agrícolas de piedra llamados "manavai", usadas para adaptarse a crisis ambientales y proteger la flora nativa.	Biodiversidad	En ejecución
Secretaría Técnica del Patrimonio de Rapa Nui (STP)			
Creación de listas de emergencia	Listado de estructuras de patrimonio arqueológico que se consideran en peligro.	Transversal	
Manuiri: guardianes por el patrimonio	Generar pensamiento crítico sobre el cuidado del patrimonio en niños y niñas	Transversal	Congelado
Programas formativos para educadores y educadoras	<i>Programa de capacitación en materia de patrimonio dirigido a educadores.</i>	Transversal	En ejecución

Programas formativos para niños de la aldea	<i>Programa de capacitación en materia de patrimonio dirigido a estudiantes.</i>	Transversal	En ejecución
Salvataje arqueológico	<i>Ejecución de acciones de emergencia en sitios o estructuras arqueológicas en riesgo.</i>	Patrimonio	En ejecución
Acciones individuales y comunitarias ejecutadas o en ejecución reportadas en talleres y actividades participativas			
Incorporación de nuevas tecnologías para la pesca (ej. radares)			
Incorporación de nuevas técnicas de pesca (ej. uso de adoquines y no piedras)			
Reposición de material lítico en estructuras arqueológicas patrimoniales que han sufrido algún nivel de intervención o derrumbe por factores climáticos y meteorológicos			
Construcción de límites perimetrales para la protección de componente arqueológico			
Inversiones personales como el pago de aplicaciones meteorológicas y climáticas para tomar acciones frente a eventos extremos en la costa			
Cambio de sitios de buceo ante el cierre de puertos			
Tirar piedras para evitar el impacto de las marejadas			

3.4. Cadenas de impacto (estimaciones de riesgo climático)

Chile cuenta con un [Atlas de Riesgos Climáticos \(ARClím\)](#), un proyecto del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile que fue desarrollado por el Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2) y el Centro de Cambio Global (CCG-Universidad Católica de Chile) con la colaboración de otras instituciones nacionales e internacionales.

La plataforma *ARClím* entrega información sobre los riesgos climáticos para el horizonte 2034-2064 a través de la construcción de cadenas de impacto⁴ para 12 sectores a diferentes escalas espaciales (comunas, caletas, entre otros). A la fecha, *ARClím* solo cuenta con 1 cadena de impacto con información de riesgo climático para Rapa Nui, cadena de impacto que evalúa el **riesgo de cierre de operaciones (downtime) de las caletas de por aumento del oleaje**⁵.

Los resultados, que consideran un total de cinco (5) caletas (Laperouse, Hanga Nui, Hanga Roa, Hanga Piko y Vaihu), indican que el nivel de amenaza (incremento en la frecuencia de oleaje) es “alto” para las cinco caletas, mientras que el nivel de exposición (una combinación del número de recolectores, pescadores, armadores y buzos, así como embarcaciones con menos de 18 m de eslora que están en riesgo de sufrir un impacto negativo por aumento en la frecuencia de oleaje) es “muy bajo” (Laperouse, Hanga Nui, Vaihu) y “bajo” (Hanga Roa, Hanga Piko) en comparación con el resto de caletas del país. Por otro lado, el nivel de vulnerabilidad, medido como una combinación de la sensibilidad operacional y la sensibilidad estructural de cada caleta⁶, es “alto” y “muy alto” para las caletas de pescadores de Rapa Nui. La cadena de impacto no considera ningún indicador de capacidad adaptativa.

Finalmente, al combinar todos estos componentes del riesgo, el análisis identifica que comparando a nivel nacional **las caletas de Hanga Roa y Hanga Piko tienen un riesgo “muy alto” a permanecer cerradas y al cese de sus actividades por el incremento del oleaje, mientras que el resto de las caletas de Rapa Nui tienen un riesgo “moderado” o “bajo”**. Como se indica más arriba, estos resultados deben ser interpretados pensando en una escala nacional ya que indican el nivel de riesgo relativo que tienen las caletas de pescadores de Rapa Nui en comparación con el resto de caletas de Chile (ver Fig. 3.41).

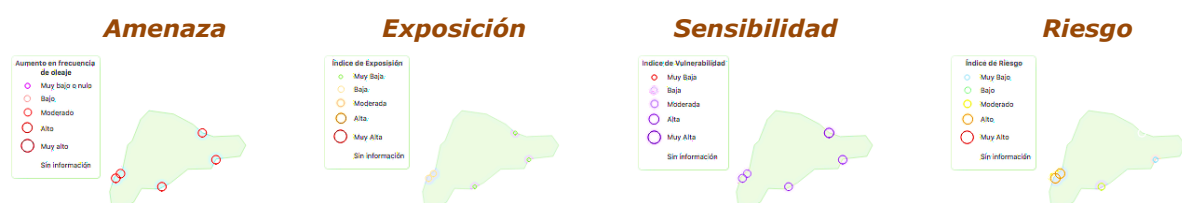


Figura 3.41. Riesgo de incremento del downtime (cierre de operación de caletas de pescadores) por aumento en la frecuencia de marejadas en Rapa Nui. Fuente: ARClím

⁴ Modelos conceptuales basados en causa-efecto que incluyen todos los factores y procesos principales que conducen a riesgos climáticos específicos en un contexto específico

⁵ https://arclim.mma.gob.cl/atlas/view/caletas_pescadores/

⁶ La sensibilidad operacional se define a través de un índice que pondera variables de exposición relativas al tipo de pescador artesanal presente en la caleta y sus embarcaciones, mientras que la sensibilidad estructural se define a través de un índice que pondera variables que definen el grado de protección y servicios con que cuenta la caleta)

Como parte de los productos generados en el presente estudio, aquí se presentan nuevas cadenas de impacto (estimaciones de riesgo climático) en tres sectores de adaptación al cambio climático (según la LMCC); sector Biodiversidad, sector Pesca y sector Turismo. Estas cadenas de impacto específicamente abordan el **riesgo de pérdida de habitabilidad de especies y/o recursos importantes para el turismo, la biodiversidad y la pesca por el aumento conjunto de la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano**.

Las especies seleccionadas para evaluar su riesgo (ver Fig. 3.42) poseen una gran importancia biológica y ecológica en relación con su naturaleza endémica, abundancia y rol como estructuradoras de comunidades marinas, pero además tienen una importancia social y económica para los sectores pesca y turismo al ser recursos pesqueros, pero también sujeto de visitas por parte de turistas que bucean en la Isla. En más detalle, tres especies están actualmente sujetas a la pesquería artesanal (kahi ave ave, toremo y nanue o pisi) en Rapa Nui, recursos que son usados para el autoconsumo, así como para su venta a restaurantes y hoteles de la Isla. El resto de las especies son miritoni (macroalgas pardas) y corales, especies de vital importancia para el turismo, pero también por su significativa importancia ecológica en el contexto del cambio climático (ej. mitigan los impactos de las marejadas en playas y roqueríos y son zonas de alimentación, reproducción, protección y retención de estadios tempranos y adultos de una gran diversidad de especies de vertebrados e invertebrados).

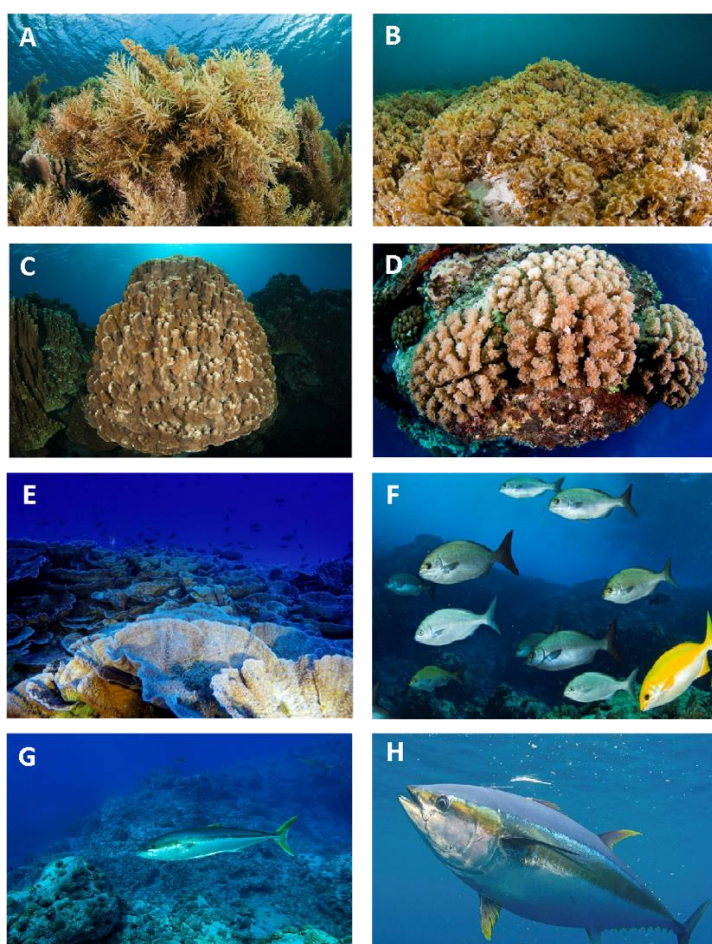


Figura 3.42. Especies representativas de Rapa Nui sometidas a estudios de riesgo frente al calentamiento, acidificación y desoxigenación del océano (A) *Sargassum obtusifolium*, (B) *Spatoglossum stipitatum*, (C) *Porites lobata*, (D) *Pocillopora verrucosa*, (E) *Leptoseris solida*, (F) *Kyphosus sandwicensis*, (G) *Seriola lalandi*, (H) *Thunnus albacares*. Créditos: A, B, C, D, F, G (Eduardo Sorensen/OCEANA); E (Matthias Gorny/OCEANA); H, (FECOP). Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar, que, hoy en día, estas especies se encuentran en diferentes estatus de conservación según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (ver Tabla 3.6).

Tabla 3.6. Especies sometidas a estimaciones de riesgo de pérdida de habitabilidad por aumento de la temperatura del océano, acidificación y desoxigenación del océano. Fuente: Elaboración propia

Grupo	Especie	Estatus IUCN ⁷
Kahi ave ave	<i>Thunnus albacares</i>	Preocupación menor (LC)
Toremo	<i>Seriola lalandi</i>	Preocupación menor (LC)
Nanue o pisi	<i>Kyphosus sandwicensis</i>	No evaluado (NE)
Miritoni	<i>Sargassum obtusifolium</i>	No evaluado (NE)
Miritoni	<i>Spatoglossum stipitatum</i>	No evaluado (NE)
Coral	<i>Pocillopora verrucosa</i>	Preocupación menor (LC)
Coral	<i>Porites lobata</i>	Casi amenazado (NT)
Coral	<i>Leptoseris solida</i>	Preocupación menor (LC)

Para la determinación del componente ‘amenazas climáticas’, se emplearon capas *rasters* oceanográficas globales que contienen información de valores promedio históricos (1955-1984) de la temperatura superficial del mar, concentración de oxígeno y niveles de pH. Las condiciones futuras, para el horizonte comprendido entre 2020 y 2049, fueron obtenidas de un conjunto de seis modelos CMIP6⁸ bajo un escenario de altas emisiones de CO₂ (SSP5-8.5). La resolución de todos los parámetros climáticos (históricos y futuros) corresponde a 1° de latitud. **En términos generales, mayores índices de amenaza (valores cercanos a '1') indican un mayor incremento en la temperatura superficial del mar, una mayor pérdida de oxígeno y una mayor reducción en la acidez del océano, mientras que valores más cercanos '0' indican menores incrementos en la temperatura superficial del mar, y menores reducciones en las concentraciones de oxígeno y valores de pH en el período comprendido entre 2020 y 2049 para la ecorregión de Isla de Pascua.**

El componente ‘exposición’, se estimó en base a registros de presencia y ausencia de cada una de las especies de interés. Para cada especie se obtuvo información de su distribución geográfica a escala global empleando *shapefiles* que reflejan la ocurrencia potencial de las especies⁹. En tres especies, solo fue posible conseguir información de ocurrencias espaciales o coordenadas geográficas (*Sargassum obtusifolium*, *Spatoglossum stipitatum* y *Kyphosus sandwicensis*), las que fueron descargadas desde la base de datos de libre acceso de la Global Biodiversity Information Facility (GBIF, <https://www.gbif.org/>). Dichas ocurrencias fueron filtradas para evitar “outliers” y valores repetidos, y posteriormente convertidas a *shapefiles* empleando un “buffer” espacial de cerca de 250 km en torno a cada ocurrencia geoespacial. **En términos generales, mayores índices de exposición (valores cercanos a '1') indican una alta presencia de las especies de interés en la ecorregión de IP, mientras que valores más cercanos '0' indican una baja presencia de estas especies en la ecorregión.**

⁷ Acorde al estatus de conservación de las especies estudiadas en este proyecto solo la especie *Porites lobata* se encuentra en una categoría de peligro como “Casi amenazado” lo que significa que es un taxón que ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano (IUCN 2012). El resto de las especies se encuentran agrupadas en dos categorías inferiores de peligro, agrupándose las mismas en su mayoría en el grupo de preocupación menor (LC), lo que significa que, no cumplen ninguno de los criterios que definen a las especies en categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado por lo que pueden ser taxones abundantes y de amplia distribución y no evaluado (NE), que significa que todavía no ha sido clasificado con relación a estos criterios (IUCN 2012)

⁸ <https://psl.noaa.gov/ipcc/cmip6/>

⁹ <https://www.iucnredlist.org/>

Para estimar el componente '**sensibilidad**', se asumió que las condiciones oceanográficas encontradas en cada celda de la cuadrícula reflejan el nicho multidimensional de tolerancias fisiológicas (potencial hábitat) para cada una de estas especies. En este sentido, se evaluó la sensibilidad de cada especie a las condiciones climáticas futuras utilizando un análisis factorial de nicho climático (CNFA) que, basado en datos de ocurrencia y variables bioclimáticas, infiere la sensibilidad de las especies a cambios en las condiciones climáticas, en este caso aumento de temperatura del mar, pérdida de oxígeno y reducción en las condiciones de pH (Rinnan & Lawler, 2019; Wang et al., 2022). **En términos generales, mayores índices de sensibilidad (valores cercanos a '1') indican una baja tolerancia de las especies a cambios en las condiciones ambientales, mientras que valores más cercanos '0' indican una alta tolerancia fisiológica de estas especies a potenciales cambios futuros en las condiciones de temperatura, oxígeno y pH del océano.**

Para estimar el componente '**capacidad adaptativa**', se usaron dos indicadores que brindan información sobre el estado actual de las poblaciones de las especies de interés, así como sus posibles respuestas frente a las amenazas del cambio climático consideradas en este análisis. El primer indicador de capacidad adaptativa estima *la distancia relativa de los individuos al centroide del nicho o de su distribución actual*. Este indicador es importante ya que espera que la reproducción y la sobrevivencia sean altas en localidades ubicadas al interior del nicho de una especie y, por ende, se alcancen abundancias poblacionales relativamente altas, siendo lo contrario en localidades periféricas (Martínez-Meyer et al., 2013; Osorio-Olvera, 2016). Este concepto se basa en la idea del nicho multidimensional planteada por Hutchinson (1957) quien expresa la posibilidad de que exista una región «óptima» dentro del nicho, es decir, con condiciones óptimas para la sobrevivencia de la especie, y regiones con condiciones menos favorables en la periferia. El segundo indicador de capacidad adaptativa considerado es la *distancia al Área Marina Protegida (AMP) más cercana*.

En Chile, las AMPs son uno de los instrumentos de gestión de la biodiversidad más importantes y comúnmente empleados para asegurar la conservación del patrimonio natural y sus valores asociados (Guarderas et al., 2008; Tognelli et al., 2009), al estar destinadas a conservar y proteger ecosistemas naturales, actuar como refugios para biodiversidad y mantener procesos ecológicos incapaces de sobrevivir en los entornos terrestres y marítimos con un mayor nivel de intervención (Simonetti-Grez et al., 2016). Aunque la efectividad de las AMPs ha sido cuestionada (Petit et al., 2018), recientes estudios han demostrado que las mismas actúan como un elemento clave para la protección para las especies de importancia ecológica y socioeconómica frente al cambio climático (IPCC, 2022). En este sentido, mientras más cercana se encuentre una especie a un AMP, mayor serán los niveles de protección frente a los cambios climáticos que se puedan presentar. **En términos generales, mayores índices de capacidad adaptativa (valores cercano a '1') indican mayor cercanía de las especies al centroide de su distribución (indicador 1) y mayor cercanía al AMP (indicador 2), por ende, mejores condiciones para el desarrollo de esta especie (indicador 1), así como mejores condiciones de conservación (indicador 2), mientras que valores más cercanos '0' indican una ubicación dispersa de las especies con respecto a su centroide de distribución (indicador 1), y por ende, organismos más susceptibles a cambios ambientales producto del cambio climático, así como una mayor lejanía al AMP (indicador 2).**

La integración de las estimaciones para los componentes del riesgo climático (amenazas, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa) determina el potencial impacto o riesgo que podría tener sobre la habitabilidad de estas especies con el aumento de la temperatura superficial del océano, la acidificación del océano y la pérdida de oxígeno (desoxigenación del océano) en RN para el periodo comprendido entre 2020-2049. **En términos generales, mayores índices de riesgo (valores cercanos a '1') indican una potencial pérdida de hábitat para asegurar la presencia de estas especies en la ecorregión de Rapa Nui, mientras que valores más cercanos '0' indican un riesgo menor de pérdida de hábitat.**

El análisis de riesgo de la pérdida de habitabilidad del **kahi ave ave** (*Thunnus albacares*) por aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano determina que el componente **exposición es "alto"** frente a las amenazas evaluadas en la ecorregión de Rapa Nui. En este sentido, dado que este componente relaciona la distribución actual con la proyección futura de la presencia de la especie en el área de estudio, la misma establece la disminución de la presencia de esta especie para la ecorregión. Estos resultados pueden estar ligados a la alta actividad de extracción que ha tenido esta especie durante las últimas décadas en la ecorregión ya que los atunes son unos de los más emblemáticos peces de Rapa Nui, por lo que han alimentado al pueblo Rapa Nui durante siglos. Sin embargo, ancestralmente estos eran pescados principalmente con línea de mano, una técnica de pesca tradicional, la cual fue usada por siglos en Rapa Nui. Este arte de pesca es físicamente exigente y necesita un conocimiento perfecto de la ecología y comportamiento alimenticio de los peces; es la razón por la cual la pesca artesanal de atunes ha sido sustentable por siglos en Rapa Nui. Sin embargo, la pesca intensiva de atunes por barcos industriales en el océano abierto pone en peligro la sustentabilidad de las poblaciones naturales de atunes en el Pacífico del sur y, consecuentemente, la ecología y economía de Rapa Nui, lo que se ve reflejado en las cantidades de extracción del medio marino con aproximadamente 1400 toneladas de pesca solo en el periodo comprendido entre 1950 al 2010 (Zylich et al., 2014; Moe Varua, 2019) (ver Fig. 3.43).

El análisis de riesgo de la pérdida de habitabilidad del **toremo** (*Seriola lalandi*) por aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano determina que el componente **sensibilidad** presenta niveles **muy bajos** (ver Fig. 3.44). Este resultado, si bien implica un bajo riesgo de la especie frente a los cambios ambientales presupuestados, pueden deberse a la característica de "depredador tope" de la misma. Por lo que, son los grandes depredadores de los hábitats que habitan y en general, no tienen depredadores naturales (ESMOI 2016). Dado esto, sus poblaciones naturales pueden no verse afectadas por los cambios climáticos previstos para la ecorregión al menos en el corto plazo. Sin embargo, esta es una especie que en los últimos años ha empezado a ser altamente apetecida en el mercado para el consumo humano dadas sus características culinarias y propiedades nutricionales, destacando su alto contenido de proteínas, calcio y omega 3 (AQUA 2022). En particular, el mercado japonés consume cerca de 150 mil toneladas al año y tiene un valor en el mercado internacional por pescado entero que fluctúa entre los US\$16 y los US\$18/kg, superior al del salmón, que se comercializa entre US\$10 y US\$12/kg. Dado esto, ha aumentado el interés no solo por la cría, levante y exportación de esta especie sino por el aumento de la demanda de la pesca artesanal sobre esta especie llegando a cantidades de extracción de aproximadamente 585 toneladas al año provenientes de la región de Valparaíso (DF 2022). Dado este nuevo escenario y la importancia ecológica de la misma como depredador tope, deben

establecerse mecanismos para el manejo y extracción de esta especie para la ecorregión con el fin de evitar catástrofes ecológicas, ya que las mismas representan un componente principal en la regulación de los ecosistemas marinos (top-down). Por lo cual, la reducción o desaparición de “depredadores topos”, como el toremo, desencadenaría una serie de cambios o efecto cascada sobre la composición y diversidad de especies en el ecosistema (ESMOI, 2016) (*ver Fig. 3.44*).

Para la especie **nanue o pisi** (*Kyphosus sandwicensis*), los resultados del componente **sensibilidad** frente al cambio climático proyectado para la ecorregión se reportan en la categoría de **alto** (*ver Fig. 3.45*). En este sentido, dado que este componente involucra características fisiológicas de la especie, esto indica que la misma tendría problemas a nivel biológico para poder enfrentar los eventuales cambios ambientales producto del cambio climático. Esto, dada la especialización que posee por las condiciones climáticas actuales de su hábitat, sumado a que es un pez costero que no realiza grandes migraciones, no le permitiría dispersarse de manera eficaz en caso de eventuales cambios ambientales. Teniendo esto en cuenta, el nanue sería una de las especies a considerar en los próximos planes de protección o conservación. Esto, dada su importancia ecológica y como alimento para los habitantes de Rapa Nui, y donde, debido a la escasez de atún y otros grandes peces pelágicos en la ecorregión se ha convertido en un importante ítem dentro de la dieta local, aumentando su extracción en aproximadamente 1870 toneladas solo para el periodo comprendido entre 1950 y 2010 (Hunt & Lipo 2006; Friedlander et al., 2013; Zyllich et al., 2014) (*ver Fig. 3.45*).

El análisis de riesgo de la pérdida de habitabilidad en cuanto a las especies de **miritoni o macroalgas** pardas (*Sargassum obtusifolium* y *Spatoglossum stipitatum*) por aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano determina niveles de **sensibilidad muy bajo y bajo** respectivamente. En este sentido, a pesar de estos buenos resultados debe diferenciarse que para el conjunto de la ecorregión de Rapa Nui, la distribución de estas dos especies de algas no es uniforme, siendo más abundantes en Isla de Pascua que en la Isla Salas y Gómez por varias razones: (1) una menor diversidad de hábitats debido al pequeño tamaño de la isla Salas y Gómez, (2) la alta presión por herbivoría a la que están sometidas las algas en Salas y Gómez, y (3) la ubicación más remota de Salas y Gómez que dificulta la colonización por los propágulos de algas (National Geographic Society 2011). Adicionalmente, la relevancia de las algas es también mayor en Rapa Nui, con las pozas intermareales cubiertas por frondosas comunidades algales dominadas entre otras especies por *Sargassum obtusifolium*, las cuales son las de mayor tamaño y más abundantes de todas las macroalgas presentes en Isla de Pascua (Sandoval-Manquian, 2017). Dado lo anterior, y que los niveles de riesgo a nivel transversal para las dos especies están en el nivel **moderado**, recomendamos el constante monitoreo de estas dos especies en cuanto a su distribución y cobertura. Esto, dada la importancia ecológica de las algas, las cuales cumplen un rol extremadamente importante en las tramas tróficas marinas al ser el alimento principal para muchos organismos, además, de producir el oxígeno que permite la respiración de muchos de los organismos que viven en los ambientes acuáticos, absorber dióxido de carbono (CO₂) y servir como zonas de refugio y hábitat para miles de especies marinas (MHNC, 2022) (*ver Fig. 3.46 y 3.47*).

Con respecto al grupo de los **corales**, en la ecorregión de Rapa Nui existen alrededor de 13 especies de corales reportadas con predominio en las zonas costeras de dos especies llamadas por los locales como “Kore” (*Pocillopora verrucosa* y *Porites lobata*), que cubren cerca de un 80% de sus fondos marinos (Wieters et al., 2014; Buck-Wiese et al., 2018).

Para estas dos especies junto a *Leptoseris solida*, se reportan mejores resultados o respuestas frente al cambio climático para cada uno de los componentes evaluados de lo reportado para las anteriores especies. Sin embargo, a pesar de estos buenos resultados, estas especies son altamente sensibles ante los cambios ambientales y para la ecorregión se reportó un blanqueamiento masivo de corales en el año 2000 que causó una alta mortalidad sobre *Pocillopora verrucosa* con efectos notables en esta y en la cobertura total de coral en la mayoría de los sitios (Wellington et al., 2001, Wieters et al., 2014). Lo anterior generó un recambio en la composición relativa de los corales, por medio de una respuesta compensatoria por parte de *Porites lobata*, que había sufrido un blanqueamiento generalizado, pero con una baja mortalidad en general (Glynn et al., 2003; Wieters et al., 2014) (ver Fig. 3.48, 3.49 y 3.50).

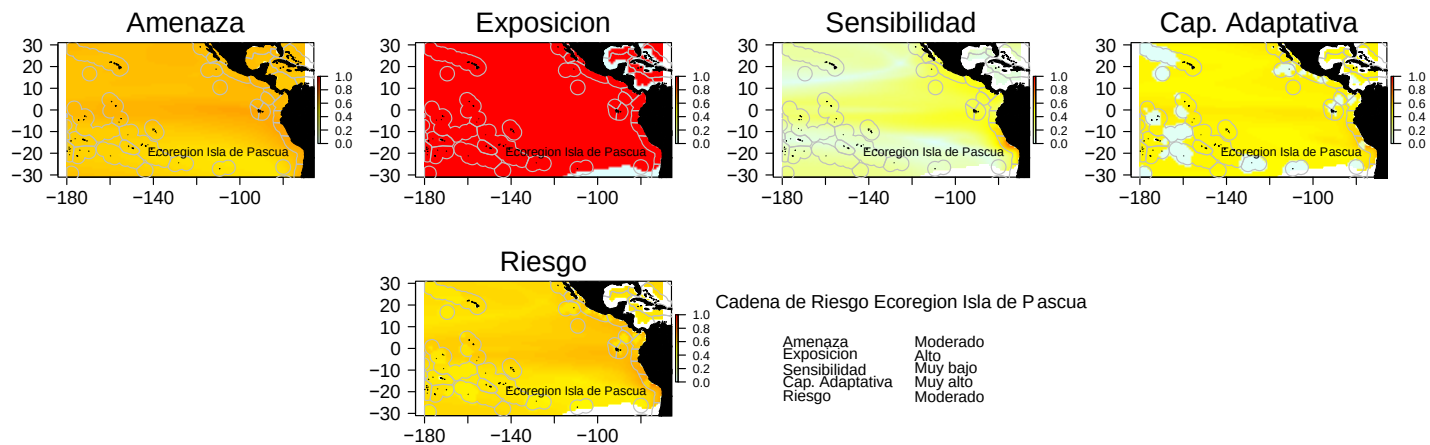


Figura 3.43. Riesgo de la pérdida de habitabilidad del kahi ave ave (*Thunnus albacares*) por aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano. Fuente: Elaboración propia.

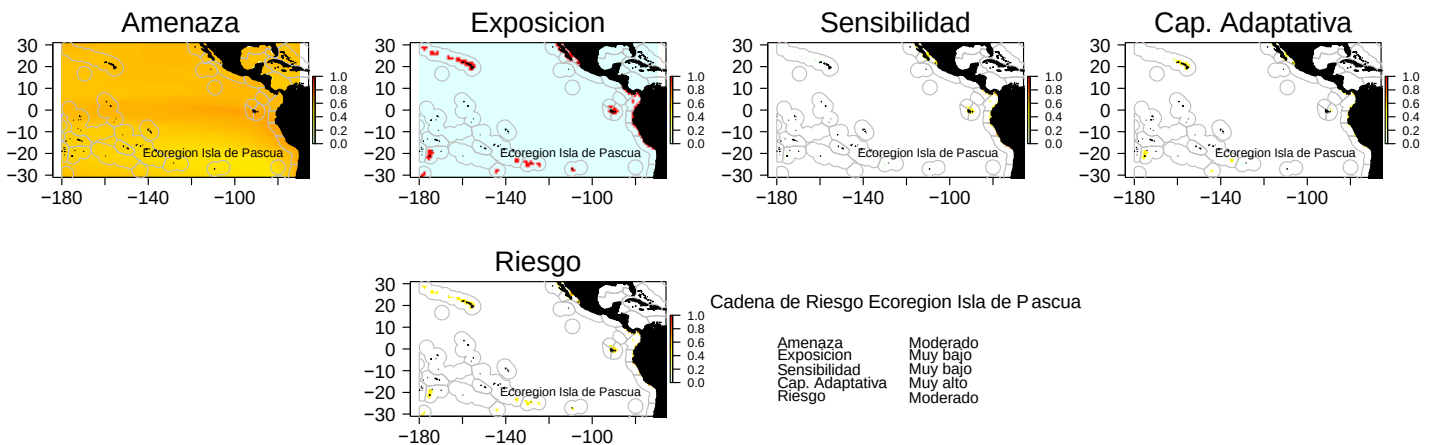


Figura 3.44. Riesgo de la pérdida de habitabilidad del toremo (*Seriola lalandi*) por aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano. Fuente: Elaboración propia.

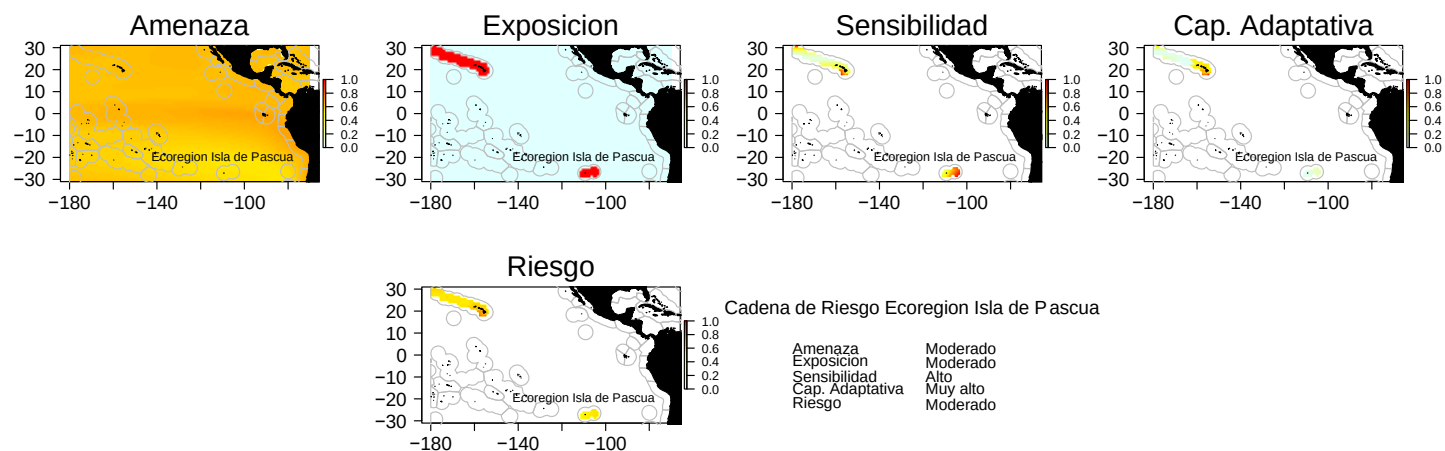


Figura 3.45. Riesgo de la pérdida de habitabilidad del nanue o pisi (*Kyphosus sandwicensis*) por aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano. Fuente: Elaboración propia.

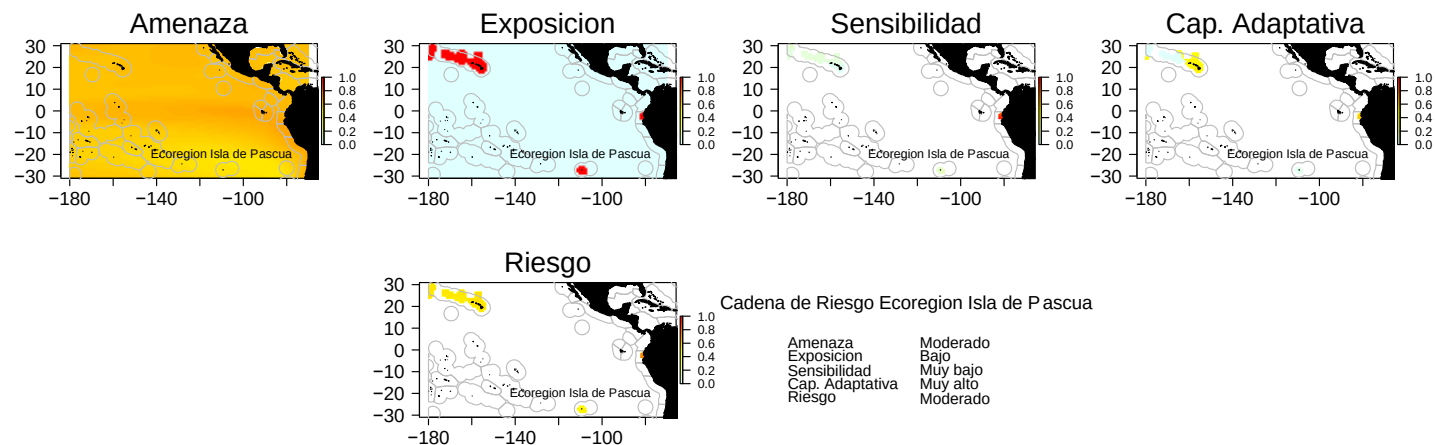


Figura 3.46. Riesgo de la pérdida de habitabilidad del miritoni (*Sargassum obtusifolium*) por aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano. Fuente: Elaboración propia.

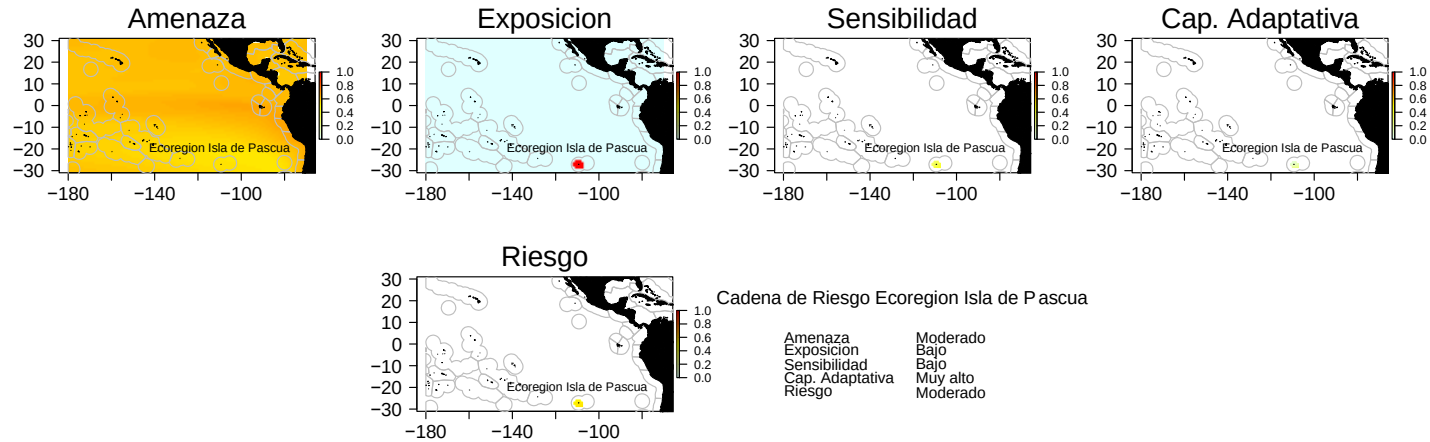


Figura 3.47. Riesgo de la pérdida de habitabilidad del miritoni (*Spatoglossum stipitatum*) por aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano. Fuente: Elaboración propia.

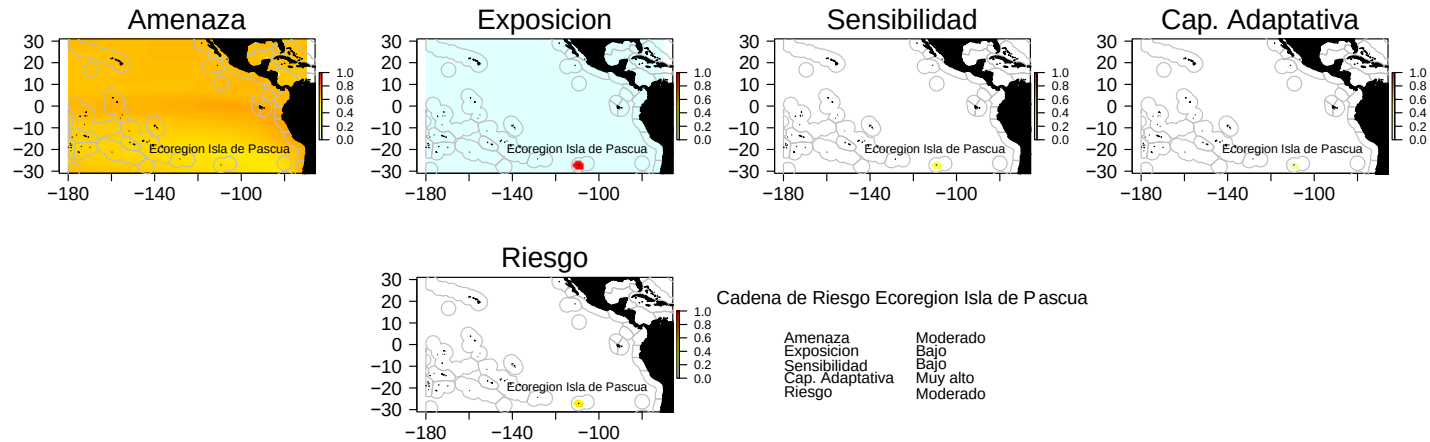


Figura 3.48. Riesgo de la pérdida de habitabilidad del coral (*Porites lobata*) por aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano. Fuente: Elaboración propia.

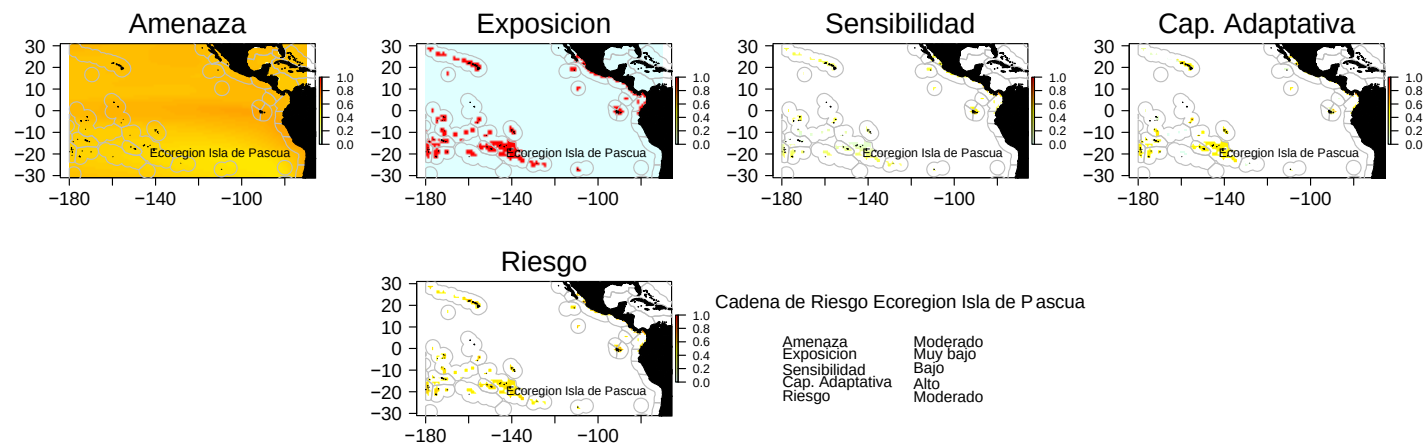


Figura 3.49. Riesgo de la pérdida de habitabilidad del coral (*Pocillopora verrucosa*) por aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano. Fuente: Elaboración propia.

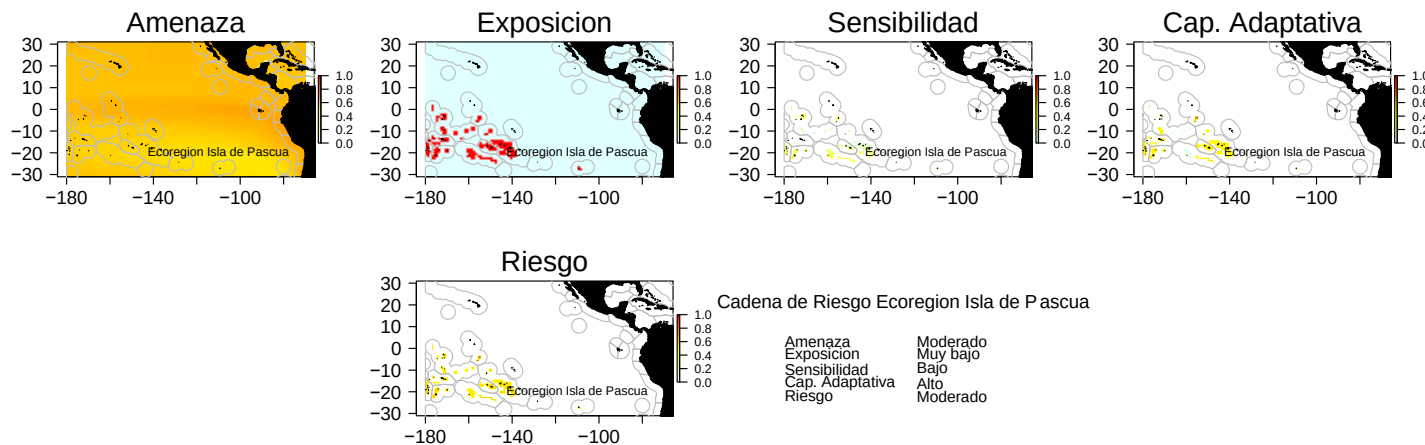


Figura 3.50. Riesgo de la pérdida de habitabilidad del coral (*Leptoseris solida*) por aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación y desoxigenación del océano. Fuente: Elaboración propia.

4. Medidas de adaptación al cambio climático

Diversas actividades participativas, que incluyen tanto la realización de encuestas y entrevistas, la realización de talleres, reuniones y *focus groups*, permitió generar un portafolio de medidas y acciones de adaptación al cambio climático (ver Fig. 3.51). Las medidas y sus acciones fueron validadas y priorizadas por parte de los diferentes actores clave (instituciones, sectores y personas) y la comunidad rapanui a través de un cuestionario *online* donde se preguntó por el nivel de prioridad (alta, media, bajo), y el nivel de acuerdo (de acuerdo, en desacuerdo) (ver Anexo para más información).



Figura 3.51. Actividades participativas realizadas en el contexto del presente proyecto. (A) Sector Turismo; (B) STP; (C) SERNAPESCA, SASIPA, Armada y Consejeros Regionales; (D) CONAF; (E) Público general. Fuente: Elaboración propia.

4.1. Patrimonio arqueológico

Medidas y Acciones Específicas		Nivel de Acuerdo		Nivel de Prioridad		
		De acuerdo	En desacuerdo	Alta	Media	Baja
Medida 1. Avanzar hacia la gestión sustentable y culturalmente pertinente del patrimonio en Rapa Nui frente al cambio climático <i>El cambio en las condiciones climáticas, como el aumento de eventos extremos como las marejadas, pero también actividades que se desarrollan en la Isla de manera no regulada o el aumento sostenido del turismo generan importantes impactos para el patrimonio costero en general.</i> <i>La comunidad de Rapa Nui propone las siguientes acciones para hacer frente para avanzar en la adaptación y la gestión sustentable del patrimonio de la Isla:</i>						
ACCIÓN 1.1	Generar medidas de mantenimiento y protección de sitios patrimoniales expuestos a las amenazas del cambio climático	100%	0%	100%	0%	0%
ACCIÓN 1.2	Crear programas permanentes de protección del patrimonio no dependientes del financiamiento	100%	0%	100%	0%	0%
ACCIÓN 1.3	Generar nuevas formas de visitación de sitios patrimoniales que por su afectación ya no seguros para su visitación (ej., nuevas tecnologías 3D)	100%	0%	75%	25%	0%
ACCIÓN 1.4	Crear sitios interpretativos para patrimonio arqueológico en peligro o no apto para visitación	100%	0%	75%	25%	0%
ACCIÓN 1.5	Reubicar el patrimonio en riesgo en museos de sitio	75%	25%	88%	0%	12%
ACCIÓN 1.6	Trasladar o reubicar el patrimonio vulnerable a otros lugares más seguros, siempre dependiendo de la singularidad del sitio (ej. no reubicación de sitios o estructuras ceremoniales)	87%	13%	62%	25%	13%
ACCIÓN 1.7	Cierre de sitios arqueológicos para la visitación turística por tiempos establecidos para su recuperación ecológica y acciones de conservación	100%	0%	75%	25%	0%

ACCIÓN 1.8	Construir muros de contención para proteger el patrimonio arqueológico (ej. ahu)	87%	13%	87%	0%	13%
ACCIÓN 1.9	Restaurar el patrimonio dañado	100%	0%	63%	37%	0%

Medidas y Acciones Específicas		Nivel de Acuerdo		Nivel de Prioridad		
		De acuerdo	En desacuerdo	Alta	Media	Baja
Medida 2. Gestión autónoma e intersectorial de las amenazas al patrimonio rapa nui producto del cambio climático <i>Por las distintas declaratorias y categorías de protección patrimonial que aplican en Rapa Nui, existe una yuxtaposición de institucionalidades y regulaciones que dificultan la toma de decisiones para hacer frente al impacto del cambio climático en el patrimonio rapa nui. Esta yuxtaposición resulta en una proliferación de acciones, muchas veces descoordinadas y dependientes de tomadores de decisiones que operan desde el nivel central desconociendo la realidad local.</i> <i>Para avanzar en esta línea, la comunidad de Rapa Nui propone las siguientes acciones:</i>						
ACCIÓN 2.1	Consideración de exposición de Rapa Nui al cambio climático en el Estatuto Especial	100%	0%	87%	13%	0%
ACCIÓN 2.2	Mayor fiscalización asociada a sanciones y sistemas de vigilancia	87%	13%	75%	12.5%	12.5%
ACCIÓN 2.3	Modificación de marcos legales para avanzar en la protección del patrimonio	87%	13%	87%	0%	13%
ACCIÓN 2.4	Coordinación intersectorial mandatada por ley (ej. Rex Conformación Mesa Patrimonio CODEIPA)	100%	0%	87%	13%	0%
ACCIÓN 2.5	Contar con financiamiento específico insular para la protección y puesta en valor del patrimonio rapa nui (ej. Glosa insular para patrimonio)	100%	0%	87%	13%	0%

Medidas y Acciones Específicas		Nivel de Acuerdo		Nivel de Prioridad		
		De acuerdo	En desacuerdo	Alta	Media	Baja
Medida 3. Fortalecimiento de la educación patrimonial y espacios para el conocimiento en temáticas de cambio climático, impactos y riesgos en el patrimonio de Rapa Nui basada en conocimiento local						
<i>La educación patrimonial, basada en el conocimiento rapanui y el conocimiento científico, son claves para poder abordar los desafíos que plantea el cambio climático. Más allá del conocimiento que se tiene sobre la vulnerabilidad de Rapa Nui al cambio climático, todavía existen importantes vacíos de conocimiento y concientización sobre el impacto del cambio climático en el patrimonio que aseguren la búsqueda de medidas con perspectiva local.</i>						
<i>Para hacer frente a estos desafíos, la comunidad de Rapa Nui propone las siguientes acciones:</i>						
ACCIÓN 3.1	Desarrollo de campañas de concientización y sensibilización sobre la vulnerabilidad del patrimonio y la necesidad de protegerlo	100%	0%	100%	0%	0%
ACCIÓN 3.2	Educar sobre la integralidad del patrimonio con la naturaleza (descolonizar el pensamiento cultural)	100%	0%	50%	50%	0%
ACCIÓN 3.3	Desarrollo de encuentros comunitarios asociados al Proyecto Indicador con koro/nua y jóvenes para discusión y educación sobre temas patrimoniales	75%	25%	50%	38%	13%
ACCIÓN 3.4	Desarrollo de programa de formación para guías y muto'i para unificación de discurso y concientización sobre vulnerabilidad del patrimonio	100%	0%	100%	0%	0%
ACCIÓN 3.5	Continuidad Programa de Educación Patrimonial Manu Iri	75%	25%	50%	25%	25%
ACCIÓN 3.6	Desarrollo de salida TP Liceo Técnico en Patrimonio	100%	0%	75%	25%	0%
ACCIÓN 3.7	Intervenir currículum TP Agro con contenido patrimonial por el impacto/relación directa de la ganadería y agricultura en/con el patrimonio	100%	0%	75%	25%	0%

ACCIÓN 3.8	Incorporar a “sabios” (nua o koro) en establecimientos educativos que trasmitan conocimientos locales y tradicionales	75%	25%	62.5%	25%	12.5%
ACCIÓN 3.9	Incorporar el conocimiento local y tradicional en el currículo formal de los establecimientos educativos rapanui	100%	0%	100%	0%	0%
ACCIÓN 3.10	Rescatar el conocimiento local a través de la generación de instancias de discusión para abordar el rol del cambio usos/actividades ancestrales (ej. pesca con piedras) en el contexto de la protección del patrimonio	100%	0%	75%	25%	0%

Medidas y Acciones Específicas		Nivel de Acuerdo		Nivel de Prioridad		
		De acuerdo	En desacuerdo	Alta	Media	Baja
Medida 4. Mejoramiento de la infraestructura e incorporación de nuevas tecnologías para la protección y puesta en valor del patrimonio en riesgo frente al cambio climático en Rapa Nui <i>Rapa Nui ha experimentado un incremento importante de marejadas y otras amenazas climáticas que han impactado directamente en el patrimonio costero. A la fecha, las medidas que se han tomado para hacer frente a estas amenazas están basadas principalmente en infraestructura gris; sin embargo, se requieren el diseño y la aplicación de más y diferentes medidas.</i> <i>Por lo anterior, la comunidad de Rapa Nui propone las siguientes acciones:</i>						
ACCIÓN 4.1	Identificación de sitios arqueológicos costeros que poseen remanentes de sistemas de contención frente a eventos extremos como marejadas, como rampas o muros de contención	87%	13%	75%	12.5%	12.5%
ACCIÓN 4.2	Utilizar tecnologías e infraestructuras desarrolladas en la época antigua para mitigar impacto de olas u otros en estructuras arqueológicas costeras (ej. Pavimentos, muros de contención, etc.)	100%	0%	75%	25%	0%
ACCIÓN 4.3	Construir muros de contención para proteger el patrimonio arqueológico (ej. ahu)	87%	13%	88%	0%	12%

ACCIÓN 4.4	Desarrollo de infraestructura verde para mitigar impacto de amenazas en estructuras costeras (ej. Manglares, bosques de macroalgas, arrecifes de corales)	75%	25%	62.5%	25%	12.5%
-------------------	--	-----	-----	-------	-----	-------

Medidas y Acciones Específicas		Nivel de Acuerdo		Nivel de Prioridad		
		De acuerdo	En desacuerdo	Alta	Media	Baja
Medida 5. Regulación de actividad ganadera por su impacto directo en el patrimonio de Rapa Nui <i>Además de las amenazas climáticas, existen amenazas que provienen de la acción humana y que tienen un impacto directo en el patrimonio de Rapa Nui. Entre ellas, la comunidad ha relevado especialmente el impacto de la actividad ganadera, la cual hoy en día no se encuentra regulado y genera una amenaza directa que supone en la destrucción del patrimonio como por su impacto en la erosión de suelo, entre otros impactos.</i> <i>Para hacer frente a estos problemas, presentes y futuros, la comunidad de Rapa Nui propone las siguientes acciones:</i>						
ACCIÓN 5.1	Implementar un plan para cercar ganado	87%	13%	87%	13%	0%
ACCIÓN 5.2	Cercar el perímetro de los sitios patrimoniales para evitar el impacto del ganado	63%	37%	50%	25%	25%
ACCIÓN 5.3	Generar un plan de ordenamiento territorial para control del ganado	100%	0%	100%	0%	0%
ACCIÓN 5.4	Crear e implementar un programa de control y monitoreo de ganado	100%	0%	100%	0%	0%
ACCIÓN 5.5	Construcción de un matadero	100%	0%	100%	0%	0%
ACCIÓN 5.6	Crear e implementar un programa de certificación de carne local	100%	0%	100%	0%	0%

4.2. Pesca

Medidas y Acciones Específicas		Nivel de Acuerdo			Nivel de Prioridad			
		De acuerdo	En desacuerdo	No Responde	Alta	Media	Baja	No Responde
Medida 1: Mejorar la infraestructura de las caletas para hacer frente a los efectos de las marejadas y otros eventos extremos costeros. <i>Rapa Nui ha experimentado un incremento importante en el número de avisos de marejadas, marejadas anormales y avisos de mal tiempo en los últimos años, dado principalmente por la presencia de sistemas frontales y de olas que superan hasta los 4 m de altura. Las proyecciones climáticas indican que este incremento será incluso mayor en un futuro cercano. Al día de hoy, la comunidad de Rapa Nui reporta la no existencia de infraestructura adecuada en las caletas para poder hacer frente al clima actual, pero tampoco futuro que proteja a las embarcaciones, y que apoye en la movilización de embarcaciones de manera rápida y efectiva frente a eventos de marejadas y mal tiempo. A todo esto, se suma que, hoy en día, el sistema de alerta frente a eventos extremos no avisa con suficiente antelación para tomar decisiones.</i> <i>Para hacer frente a estos problemas actuales y también futuros, la comunidad de Rapa Nui propone las siguientes acciones:</i>								
ACCIÓN 1.1	Incrementar la protección del muelle con la construcción de rompeolas o elevando su estructura	82%	18%	0	64%	18%	18%	0
ACCIÓN 1.2	Mejorar la infraestructura de las caletas para albergar embarcaciones más grandes	82%	18%	0	64%	18%	18%	0
ACCIÓN 1.3	Construcción de una rampa para poder movilizar los botes en caso de marejadas destructivas	91%	9%	0	82%	9%	9%	0
ACCIÓN 1.4	Adquisición de camiones grúas para poder movilizar las embarcaciones	91%	9%	0	82%	9%	9%	0
ACCIÓN 1.5	Mejorar/cambiar plumas (grúas) para sacar embarcaciones del agua	100%	0	0	100%	0	0	0

Medidas y Acciones Específicas		Nivel de Acuerdo			Nivel de Prioridad			
		De acuerdo	En desacuerdo	No Responde	Alta	Media	Baja	No Responde
Medida 2: Incorporación y mejoramiento de tecnologías e infraestructura para la pesca y recolección en Rapa Nui. <i>Al día de hoy, los/las pescadores/as y recolectores/as de Rapa Nui enfrentan un nivel de bajo de seguridad para poder realizar sus actividades debido tanto al incremento de las malas condiciones climáticas como marejadas o vientos intensos, así como a la baja cobertura radial, el número insuficiente de antenas de comunicación que imposibilitan la comunicación con la ARMADA y otros pescadores/as en caso de eventos como accidentes u otros, lo que a su vez incrementa la incertidumbre sobre la operatividad del sector.</i> <i>Para hacer frente a estos problemas actuales y también futuros, la comunidad de Rapa Nui propone las siguientes acciones:</i>								
ACCIÓN 2.1	Mejorar el sistema de telecomunicaciones en Rapa Nui (señal de internet, señal de celular, señal de radio, telefonía satelital etc.)	91%	9%	0%	91%	0%	9%	0%
ACCIÓN 2.2	Adquisición de un buque de resguardo/avión para control pesquero, seguridad, fiscalización, etc.	91%	0%	9%	73%	18%	0%	9%
ACCIÓN 2.3	Adquisición de embarcaciones más grandes con mejor equipamiento para aumentar la distancia de pesca y la seguridad de los pescadores	64%	27%	9%	36%	36%	9%	18%
ACCIÓN 2.4	Campañas educativas para respetar señales que indiquen riesgo o imposibilidad de zarpe	91%	9%	0%	64%	36%	0%	0%
ACCIÓN 2.5	Promover entre los pescadores la solicitud de zarpe y aviso de recalada	91%	9%	0%	64%	36%	0%	0%

Medidas y Acciones Específicas	Nivel de Acuerdo			Nivel de Prioridad				
	De acuerdo	En desacuerdo	No Responde	Alta	Media	Baja	No Responde	
Medida 3: Mejorar la resiliencia de la pesca y recolección en Rapa Nui a través de la promoción del uso sostenible de recursos marinos y la reducción de riesgo.								
El estado de conservación de los recursos pesqueros de Rapa Nui es de preocupación para la comunidad local. Varias de las especies de peces e invertebrados costeros han presentado un descenso en su abundancia a lo largo del tiempo. Por su parte, los grandes peces pelágicos migratorios presentan variabilidad en el tiempo y a juicio de la comunidad local hay una sobrepesca por parte de la flota extranjera fuera de los límites de la Zona Económica Exclusiva (ZEE). Las principales limitaciones actuales que enfrenta la Isla para poder incrementar la resiliencia de la pesca y recolección, así como el uso sostenible de sus recursos en el contexto del cambio climático recae en la falta de programas relacionados a educación y divulgación de aspectos importantes acerca del manejo y conservación de recursos marinos, así como financiamiento que permita la implementación de programas de fiscalización y vigilancia, tanto para evitar la sobreexplotación de recursos costeros, como para el control de medidas como cierre de puerto por mal tiempo o marejadas.								
La comunidad de Rapa Nui propone las siguientes acciones:								
ACCIÓN 3.1	Aumentar la vigilancia y fiscalización por parte de la Armada y SERNAPESCA	100%	0%	0%	91%	9%	0%	0%
ACCIÓN 3.2	Implementar y aplicar sanciones más fuertes frente a la negativa de adoptar normas (ej. cierre de puerto por mal tiempo o marejada)	73%	9%	18%	64%	18%	0%	18%
ACCIÓN 3.3	Generar instancias o convenios de cooperación para la vigilancia de los recursos pesqueros (atún)	73%	9%	0%	73%	18%	0%	9%
ACCIÓN 3.4	Establecer un sistema de vigilancia para evitar la sobreexplotación de los sitios dedicados a la pesca/recolección (similar al programa de extinción de incendios con drones)	91%	9%	0%	64%	27%	9%	0%
ACCIÓN 3.5	Aplicación de vedas para especies en mal estado de conservación	91%	9%	0%	82%	18%	0%	0%

4.3. Turismo

Medidas y Acciones Específicas		Nivel de Acuerdo			Nivel de Prioridad			
		De acuerdo	En desacuerdo	No Responde	Alta	Media	Baja	No Responde
Medida 1: Avanzar hacia la adaptación, diversificación y gestión sustentable del sector turismo en Rapa Nui frente al cambio climático. <i>El cambio en las condiciones climáticas como es el caso del aumento de eventos extremos como las marejadas, pero también actividades que se desarrollan en la Isla de manera no regulada o el aumento sostenido de turistas generan importantes impactos para Rapa Nui, sus ecosistemas, su patrimonio arqueológico así como para el sector turismo en general.</i> <i>La comunidad de Rapa Nui propone las siguientes acciones para hacer frente a estos problemas:</i>								
ACCIÓN 1.1	Generar estudios de capacidad de carga en términos de consumo del turismo (agua, residuos, electricidad)	92%	0%	8%	92%	8%	0%	0%
ACCIÓN 1.2	Avanzar hacia una ganadería sustentable mediante la intervención de la matriz ganadera actual para evitar impactos negativos sobre el patrimonio arqueológico y natural de RN	100%	0%	0%	85%	8%	8%	0%
ACCIÓN 1.3	Disminuir el número de turistas y vuelos que entran a la Isla	54%	46%	0%	46%	23%	31%	0%
ACCIÓN 1.4	Implementar programas de reforestación que incorporen a los turistas	92%	8%	0%	54%	23%	23%	0%
ACCIÓN 1.5	Restauración de ecosistemas como arrecifes de corales o praderas de <i>miritoni</i> para disminuir los efectos de las marejadas y oleaje (solución basada en la naturaleza)	92%	8%	0%	92%	0%	8%	0%

ACCIÓN 1.6	Diseño de nuevas estrategias y programas turísticos para los centros de buceo (diversificación de actividades)	92%	8%	0%	62%	31%	8%	0%
ACCIÓN 1.7	Generar alianzas con organizaciones internacionales (ONGs) para poder diseñar e implementar acciones de adaptación	92%	8%	0%	77%	23%	0%	0%
ACCIÓN 1.8	Fomentar el aporte financiero del sector privado (turismo) para medidas de adaptación en el sector	100%	0%	0%	92%	8%	0%	0%

Medidas y Acciones Específicas		Nivel de Acuerdo			Nivel de Prioridad			
		De acuerdo	En desacuerdo	No Responde	Alta	Media	Baja	No Responde
Medida 2: Promover la educación ambiental y espacios para el conocimiento en temáticas de cambio climático, impactos y riesgos en el Sector Turismo.								
<i>La educación ambiental y el conocimiento científico son claves para poder abordar los desafíos que plantea el cambio climático. Más allá del conocimiento que se tiene sobre lo vulnerable que es Rapa Nui al cambio climático, todavía existen importantes vacíos de conocimiento que aseguren que tanto operadores turísticos como turistas, y la comunidad en general, desarrollen sus actividades de manera sustentable con el fin de asegurar los recursos y la actividad turística a largo plazo.</i>								
<i>Para hacer frente a estos desafíos, la comunidad de Rapa Nui propone las siguientes acciones:</i>								
ACCIÓN 2.1	Generar campañas comunicacionales y educativas sobre el uso del agua tanto para turistas como operadores turísticos	100%	0%	0%	92%	8%	0%	0%
ACCIÓN 2.2	Creación de campañas de información para educar sobre la vida en Rapa Nui, el uso de recursos, uso del agua, mosquitos, zika, etc. (ej., campañas en el avión o previo a la reserva)	92%	0%	8%	85%	15%	0%	0%

ACCIÓN 2.3	Crear y desarrollar programas de capacitación para el mejoramiento de técnicas/tecnologías agrícolas (ej., arado)	100%	0%	0%	92%	8%	0%	0%
ACCIÓN 2.4	Incrementar la investigación sobre reproducción de plantas nativas en peligro de extinción	100%	0%	0%	69%	23%	8%	0%

Medidas y Acciones Específicas		Nivel de Acuerdo			Nivel de Prioridad			
		De acuerdo	En desacuerdo	No Responde	Alta	Media	Baja	No Responde
Medida 3: Mejoramiento de la infraestructura y tecnología turística en Rapa Nui.								
El aumento de las temperaturas, así como la mayor presencia de eventos como olas de calor pone en riesgo el bienestar de los turistas. Por otro lado, la mayor presencia de eventos extremos como marejadas o lluvias extremas afecta la calidad de las aguas de Rapa Nui afectando actividades como el buceo.								
Para hacer frente a estos desafíos, la comunidad de Rapa Nui propone las siguientes acciones:								
ACCIÓN 3.1	Mejora de las prácticas ganaderas a través de programas de capacitación y educación a los dueños del ganado	100%	0%	0%	85%	0%	15%	0%
ACCIÓN 3.2	Mejorar la infraestructura de aislación de los hoteles para hacer frente al aumento de las temperaturas y reducir el consumo eléctrico por parte de los aires acondicionados	100%	0%	0%	77%	15%	8%	0%
ACCIÓN 3.3	Construcción de un muelle para no depender del transporte aéreo para la llegada de turistas	69%	31%	0%	38%	38%	23%	0%

ACCIÓN 3.4	Mejorar la tecnología de los hoteles (aire acondicionado) para hacer frente al aumento de las temperaturas, olas de calor o incremento de humedad	77%	23%	0%	46%	38%	15%	0%
ACCIÓN 3.5	Gestionar la recolección y canalización de aguas lluvias para evitar que los sedimentos y otros compuestos como contaminantes lleguen a la costa e impacten a las especies y recursos costeros, así como la visibilidad	100%	0%	0%	77%	23%	0%	0%

4.4. Medidas Transversales

Acciones		Nivel de Acuerdo			Nivel de Prioridad			
		De acuerdo	En desacuerdo	No Responde	Alta	Media	Baja	No Responde
Adicionalmente, la comunidad de Rapa Nui sugiere un portafolio de medidas que son transversales, y que aportarían a la adaptación al cambio climático de otros sectores, y que abordan problemáticas en la institucionalidad, la gobernanza, la educación o el financiamiento.								
En relación a esto, la comunidad rapanui propone las siguientes acciones:								
ACCIÓN T.1.	Autonomía administrativa a través de la implementación de un estatuto especial	95%	0%	5%	84%	11%	0%	5%
ACCIÓN T.2.	Avanzar en la implementación de cambios normativos en leyes que no son aplicables a la isla	84%	11%	5%	74%	11%	11%	5%
ACCIÓN T.3.	Creación de normativa local con pertinencia cultural	95%	0%	5%	84%	5%	5%	5%
ACCIÓN T.4.	Mejorar la coordinación interinstitucional para evitar duplicidad en la implementación de medidas y programas	95%	0%	5%	89%	5%	0%	5%
ACCIÓN T.5.	Creación de una institucionalidad permanente de cambio climático en la Isla	89%	5%	5%	84%	5%	5%	5%
ACCIÓN T.6.	Incrementar el número de profesionales e investigadores científicos que aborden la temática del cambio climático y soluciones en la Isla	79%	11%	11%	63%	21%	5%	11%

ACCIÓN T.7.	Generar instancias de transferencia de conocimiento local ancestral a todo el pueblo rapanui, con especial interés en el rol de las mujeres	95%	0%	5%	63%	26%	5%	5%
ACCIÓN T.8.	Generar programas para la sensibilización al cambio climático para la comunidad rapanui	95%	0%	5%	68%	26%	0%	5%
ACCIÓN T.9.	Creación de fondos permanentes para implementar medidas de adaptación al cambio climático	95%	0%	5%	79%	16%	0%	5%

5. ANEXOS

5.1. METODOLOGÍAS

5.1.1. Actividades participativas y encuestas percepción del cambio climático

El presente estudio se apoyó en metodologías de la Investigación Acción (IA), orientada a ofrecer soluciones que respondan a prioridades comunitarias. La IA se caracteriza por involucrar trabajo directo de investigadores *con* comunidades que han sido tradicionalmente conceptualizadas como el sujeto de estudio. En un abordaje crítico de la IA, la metodología empleada avanzó desde el trabajo con grupos de interés clave a su incorporación en el equipo de investigación y en roles de investigación claves. De este modo, los objetivos y metodologías fueron definidas juntamente con autoridades locales e investigadores rapanui, quienes participaron en todas las etapas del estudio, incluido su diseño, el levantamiento y análisis de datos, y la producción de sus resultados. El equipo de investigación, por su parte, se conformó tanto de académicos UCN como de investigadores rapanui del Centro de Investigaciones Aplicadas en Rapa Nui TEPUKU, todos quienes colaboraron de manera sistemática con autoridades y tomadores de decisiones, además de otros actores locales clave en los sectores priorizados, de manera de asegurar un enfoque que avanzara desde la interdisciplina hacia la transdisciplina efectiva. En este mismo sentido, nuestro abordaje de la IA se realizó en diálogo con las metodologías de la investigación indígena situada (Smith 1999). Estas metodologías reconocen el poder transformador de los conocimientos indígenas para intervenir en situaciones de crisis (Smith, G. 2009; Smith, L. 2009), como la crisis climática. Lo anterior, sumado al creciente reconocimiento de la contribución de TK (*traditional knowledges*) y LEK (*local ecological knowledges*) para mejorar la resiliencia de las comunidades (IPCC 2022) a través de una resiliencia social empoderada en la diversidad epistemológica, transforman la investigación indígena situada en una metodología especialmente efectiva para los objetivos que se propuso este estudio.

Desde esta aproximación, se trabajó en base a dos enfoques metodológicos: la **investigación colaborativa** y la **investigación participativa**. El **enfoque colaborativo** se basó en el trabajo en colaboración con el Centro de Investigaciones Aplicadas TEPUKU, autoridades locales y actores clave en los tres sectores priorizados: patrimonio, pesca y turismo, siempre en relación con el área marino-costera, de acuerdo con la solicitud inicial por parte de autoridades rapanui y que dio origen a este estudio. Estos actores clave consideraron para el Sector Patrimonio: la Comunidad Indígena Ma'u Henua (administradora del Parque Nacional Rapa Nui), la Secretaría Técnica del Patrimonio Rapa Nui (STP, oficina local del Consejo de Monumentos Nacionales), la Comisión Asesora de Monumentos Nacionales (CAMN, ente asesor del CMN en Rapa Nui), el equipo del Proyecto Indicador (a cargo de la evaluación del estado de conservación del patrimonio rapa nui en relación a la capacidad de carga) y CONAF; para el Sector Pesca: Koro Nui o te Vaikava (Consejo del Mar, autoridad local que administra el AMPCMU Rapa Nui), organizaciones de pescadores, la oficina local de SERNAPESCA y la Armada de Chile; para el Sector Turismo: centros de buceo, asociación de guías, oficina local de SERNATUR, Cámara de Turismo y empresarios turísticos. Asimismo, se trabajó con actores locales transversales a los tres sectores, principalmente autoridades y tomadores de decisiones locales: CODEIPA, Consejeros Regionales Rapanui y Municipalidad de Rapa Nui ([ver Tabla A1](#)).

Mientras el trabajo colaborativo con TEPUKU se extendió a lo largo de todas las etapas del proyecto (i.e. definición de objetivos y metodologías, levantamiento y análisis de datos, discusión del análisis y producción de resultados), el trabajo colaborativo con actores clave se concentró en el levantamiento de información, análisis y discusión colectiva, y producción de resultados. Para este fin, se desarrollaron grupos focales y talleres. Los

grupos focales se enfocaron en los tomadores de decisiones locales (por sector y transversales) y tuvieron entre sus objetivos la priorización de áreas por sector, la revisión de objetivos y metodologías para el trabajo en las áreas priorizadas, la revisión y análisis de datos levantados, y la revisión de resultados parciales y finales. Por su parte, los talleres fueron organizados por sector y ampliados a otros actores clave, teniendo como objetivo el levantamiento de información y análisis colectivo. Para este fin, se desarrollaron dos talleres por sector: uno orientado a la identificación de amenazas, exposición y sensibilidad del sector frente al cambio climático, y otro dirigido a la identificación de medidas de adaptación en curso y propuestas, de manera de determinar la capacidad adaptativa de cada sector (*ver Tabla A1*).

El enfoque participativo se basó en un estudio de percepción en el que participaron 123 personas, además de un taller ampliado a la comunidad para la presentación de resultados del diagnóstico de riesgo climático y levantamiento de información sobre capacidad adaptativa. El estudio de percepción se realizó en base a una encuesta de diseño multi-caso cualitativo y que tomó la forma de una ficha de registro de entrevista estructurada. La encuesta consideró un total de 41 preguntas organizadas en cinco secciones: una primera sección de Identificación, para el levantamiento de datos demográficos; una segunda sección sobre Cambio Climático, para la identificación de amenazas y sensibilidad, transversales a los tres sectores; una tercera, cuarta y quinta sección sobre Patrimonio Costero, Turismo y Pesca, orientadas a la identificación de amenazas, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa del sector frente al cambio climático de cada sector. La muestra fue seleccionada en base a una combinación de estrategias dirigida y aleatoria para asegurar su representatividad. La encuesta puede ser descargada de <https://esmoi.ucn.cl/investigacion/cambio-clim%C3%A1tico-en-rapa-nui>

Tabla A1. Actividades participativas realizadas en Rapa Nui. Fuente: Elaboración propia.

Fecha	Sector(es)	Participantes
Objetivo: Levantar información sobre las amenazas del cambio climático, factores que aportan a la sensibilidad y exposición y cambio climático, así como potenciales medidas de adaptación		
16/05/2023	Transversal	Comisión de Desarrollo de Isla de Pascua (CODEIPA)
18/05/2023	Patrimonio	Secretaría Técnica de Patrimonio (STP) y Comisión Asesora de Monumentos Nacionales (CAMN)
22/05/2023	Pesca	Sector Pesca
23/05/2023	Patrimonio	Secretaría Técnica de Patrimonio (STP) y Comisión Asesora de Monumentos Nacionales (CAMN)
23/05/2023	Turismo	Operadores turísticos, SERNATUR, GORE, ...
24/05/2023	Patrimonio y turismo	CONAF
24/05/2023	Transversal	Público general
25/05/2023	Transversal	Servicios públicos (SERNAPESCA, SASIPA ARMADA) y Consejeros Regionales (COREs)
25/05/2023	Patrimonio y turismo	Mau Henua
26/05/2023	Transversal	Departamento de Medio Ambiente - Municipalidad Rapa Nui
26/05/2023	Turismo	Centros de buceo y operadores turísticos dedicados al buceo
Objetivo: Validación y priorización de medidas de adaptación, así como de las brechas y limitaciones para tomar medidas frente al cambio climático levantadas por la comunidad de Rapa Nui		
12/09/2023	Transversal	Comisión de Desarrollo de Isla de Pascua (CODEIPA)
13/09/2023	Pesca	Consejo del Mar
13/09/2023	Patrimonio y turismo	Mau Henua
13/09/2023	Turismo	Taller Sector Turismo
14/09/2023	Transversal	CONAF
14/09/2023	Transversal	Medio Ambiente - Municipalidad Rapa Nui
14/09/2023	Transversal	Gobernación

28/09/2023	Patrimonio	Secretaría Técnica de Patrimonio (STP) y Comisión Asesora de Monumentos Nacionales (CAMN)
Objetivo: <i>Presentación de resultados finales del proyecto y entrega de productos de divulgación y educación.</i>		
8/04/2024	Patrimonio y turismo	Mau Henua
8/04/2024	Pesca	Sector pesca
9/04/2024	Transversal	Concejo Municipal de Rapa Nui
9/04/2024	Transversal	Comisión de Desarrollo de Isla de Pascua (CODEIPA)
9/04/2024	Turismo	Sector turismo (Sernatur, empresarios, operadores, centros de buceo)
10/04/2024	Pesca y turismo	Koro Nui o te Vaikava
10/04/2024	Transversal	Público general
11/04/2024	Patrimonio	Secretaría Técnica de Patrimonio (STP) y Comisión Asesora de Monumentos Nacionales (CAMN)

Adicionalmente, para validar y determinar el nivel de acuerdo y prioridad de las medidas de adaptación y las acciones sugeridas por la comunidad de Rapa Nui en diversos talleres y grupos focales, se diseñaron cinco cuestionarios en línea. Estos cuestionarios fueron respondidos por diferentes tipos de actores (públicos y privados) de Rapa Nui. Los cinco cuestionarios abordaban los siguientes sectores:

- Medidas y acciones del Sector Pesca y Acciones Transversales
- Medidas y acciones del Sector Turismo y Acciones Transversales
- Medidas y acciones para el Patrimonio Arqueológico y Acciones Transversales
- Medidas y acciones para el Patrimonio Arqueológico, el Sector Turismo y Acciones Transversales
- Medidas y acciones para el Patrimonio Arqueológico, el Sector Turismo, el Sector Pesca y Acciones Transversales

Para cada medida y acción propuesta por la comunidad de Rapa Nui, se solicitó a los participantes que indicaran su nivel de acuerdo (de acuerdo o en desacuerdo) y su percepción sobre la urgencia de implementar dicha medida (alta, media o baja).

Las instituciones que respondieron los cuestionarios para priorizar las medidas y acciones de adaptación fueron:

- Comisión de Desarrollo de Isla de Pascua (CODEIPA)
- Ilustre Municipalidad de Rapa Nui
- Koro Nui o te Vaikava
- Consejo de Ancianos
- Comunidad indígena Ma'u Henua
- Gobernación Marítima de Hanga Roa
- SERNAPESCA Rapa Nui
- Secretaría Técnica del Patrimonio (STP)
- Comisión Asesora de Monumentos Nacionales (CAMN)
- Asociación de Pescadores Artesanales Tere Vaikava Hanga Piko
- Asociación de pescadores artesanales de Hanga o Honu /La Perousse
- Gobernación Marítima de Hanga Roa

- SERNATUR oficina Isla de Pascua
- Consejero Regional de Valparaíso/Provincia de Rapa Nui
- Cámara de Turismo de Isla de Pascua
- Asociación Gremial de Guías Turísticos de Isla de Pascua
- ORCA Diving Center
- Rapa Nui Dive Center

5.1.2. Amenazas Climáticas

5.1.2.1. Modelos climáticos y variables usadas.

Se usaron datos de modelos que participan tanto en la quinta como en la sexta fase del CMIP. El número de modelos utilizados dependió de la variable de interés. Por ejemplo, para la dirección media de las olas y la altura promedio de las olas significativas, nos basamos en la base de datos COWCLIP (<https://cowclip.org/>) que proporciona los resultados de los modelos de olas forzadas con vientos de 11 modelos globales. Para las variables oxígeno, temperatura, corrientes superficiales y precipitación se utilizaron 18 modelos globales, mientras que para el aumento del nivel del mar se utilizaron 9 modelos (ver Tabla A2).

Tabla A2. Lista de modelos con indicación de las variables que se utilizaron y su resolución (o tamaño grid). Todas las salidas del modelo, excepto las relacionadas con ACS, se organizaron en una cuadrícula horizontal de 0,5°x0,5°. Para algunos modelos se indica entre paréntesis la resolución nominal en km que sigue la definición CMIP6 (ver anexo 2 en Taylor et al., 2018). Las variables que terminan con una 'd' representan conjuntos de datos de resolución diaria.

Modelo	Variables	Tamaño Grilla
CESM1-BGC	O2, T, U, V, PP, Td, PPd	320x284
CMCC-CESM	O2, T, U, V, PP, Ud, Vd, Td, PPd	182x149
GFDL-ESM2G	O2, T, U, V, PP, SHW, SHD, Ud, Vd, Td, PPd	360x210
GFDL-ESM2M	O2, T, U, V, PP, SHW, SHD, Ud, Vd, Td, PPd	360x200
HadGEM2-CC	O2, T, U, V, PP, Ud, Vd	360x216
IPSL-CM5A-LR	O2, T, U, V, PP, Ud, Vd, Td, PPd	182x149
MPI-ESM-LR	O2, T, U, V, PP, Ud, Vd, Td, PPd	192x96
MRI-ESM1	O2, T, U, V, PP, Ud, Vd, Td, PPd	320x160
NorESM1-MR	O2, T, U, V, PP	320x384
ACCESS1-0	SHW, SHD	360x181
BCC-CSM1	SHW, SHD	360x232
CNRM-CM5	SHW, SHD	362x292
GFDL-CM3	SHW, SHD	144x90
INM-CM4	SHW, SHD	360x181
MIROC5	SHW, SHD	256x128
MRI-CGMC3	SHW, SHD	320x160
Mk3-6-0	SHW, SHD	360x181
ACCESS1-3	SHW, SHD	360x181
ACCESS-ESM1-5	O2, T, U, V, PP, SLR, Ud, Vd, Td, PPd	360x300 (250)
CanESM5	O2, T, U, V, PP, SLR, Ud, Vd, Td, PPd	260x291 (100)
GFDL-ESM4	O2, T, U, V, PP, Ud, Vd, Td, PPd	720x526 (50)
IPSL-CM6A-LR	O2, T, U, V, PP, SLR, Ud, Vd, Td, PPd	362x332 (100)
KIOST-ESM	O2, T, U, V, PP, Ud, Vd, Td, PPd	360x200 (250)

MPI-ESM1-2-HR	O2, T, U, V, PP, Ud, Vd, Td, PPd	802x404 (50)
NorESM2-LM	O2, T, U, V, PP, Td, PPd	360x385 (100)
NorESM2-MM	O2, T, U, V, PP, Td, PPd	360x385 (100)
CESM-CAM5	O2, T, U, V, PP, Ud, Vd, Td, PPd	320x384
K-ACE	SLR	360x200 (250)
UKESM1-LL	SLR	360x330 (100)
EC-Earth3-Veq	SLR	362x292 (100)
INM-CM5-0	SLR	360x180 (100)
MRI-ESM2-0	SLR	360x363 (100)
MPI-ESM1-2-LR	SLR	256x220 (250)

Para todas las variables, excepto el aumento del nivel del mar, solo se consideró un escenario (RCP8.5 para CMIP5 o SSP-585 para CMIP6). Para el aumento del nivel del mar, consideramos 4 escenarios: SSP-126, SSP-245, SSP-370 y SSP-585. El periodo de referencia para estimar anomalías en el clima futuro fue de 1995-2014 y se utilizó el escenario histórico. Para todas las variables se tuvo acceso al período 1920-2100 excepto para la altura significativa de olas, para las cuales los datos sólo estaban disponibles para los períodos 1980-2005 para el escenario histórico y 2080-2100 para el escenario RCP8.5. En ese caso estimamos las anomalías asumiendo una tendencia lineal entre el período histórico y el período 2080-2100. Los errores se estimaron como la desviación estándar entre el conjunto.

5.1.2.2. Observaciones

- *Anomalía del nivel del mar:* el producto de la anomalía del nivel del mar se obtuvo de la altimetría satelital proporcionada por *Copernicus Marine Service*. Los datos utilizados fueron de cobertura global, cuadrículados y de Nivel 4 con una resolución espacial de 25 km y una resolución temporal diaria. Se utilizaron series temporales desde 2000 hasta 2021. <https://data.marine.copernicus.eu>
- *Temperatura de la superficie del mar:* Los análisis de temperatura de la superficie del mar (SST) de resolución ultra-alta (MUR) a múltiples escalas son un producto obtenido de diferentes bases de datos de SST. Los datos están cuadrículados, Nivel-4, con una resolución espacial de 0,01° y una resolución temporal diaria. Se utilizaron series temporales del año 2000 al 2021. <https://podaac.jpl.nasa.gov/MEaSURES-MUR>
- *Oxígeno, Temperatura (CARS):* CARS es un producto climatológico derivado de un archivo de calidad controlada de mediciones históricas del subsuelo del océano, la mayoría de las cuales se recopilaron durante los últimos 50 años (se puede encontrar información adicional en el sitio web del proyecto: <http://www.marine.csiro.au/~dunn/cars2009/>). Para el presente estudio, utilizamos la versión CARS2009 del producto CARS (Ridgway et al., 2002), que tiene una resolución horizontal de 0,5x0,5° y 79 niveles verticales, con una resolución de 10 m cerca de la capa superficial.
- *Vientos:* Se trabajó con datos de velocidad y dirección del viento obtenidos del dispersómetro satelital ASCAT. Los datos cuadrículados tienen una resolución espacial de 25 km y una resolución temporal de un día. Se utilizaron series temporales de 2007 a 2021. <https://www.eumetsat.int>
- *Altura de la ola:* utilizamos una altura y dirección de ola significativas obtenidas de ERA5 (es el reanálisis de quinta generación del ECMWF para el clima y el tiempo global). Los datos del modelo utilizado tienen una resolución espacial de 50 km y una

resolución diaria, cubriendo el período de 2000 a 2021.
<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>.

- *Precipitación*: Utilizamos datos de precipitación obtenidos del Análisis de Precipitación Multisatélite (TMPA) del TRMM. Los datos corresponden a precipitación diaria (mm), con una grilla de 0,25° grados, abarcando el periodo 1998 - 2019

5.1.2.3. Corrección del sesgo de los resultados de los modelos.

Se aplicó el llamado "método delta", que consiste en sumar al estado contemporáneo observado los cambios entre el clima futuro y el actual simulados por los ESM mundiales. Este método supone que el estado climático medio y el cambio previsto no están muy correlacionados, es decir, que el sesgo no depende en gran medida del estado climático medio. Aquí, los valores delta (D) se obtuvieron restando los valores medios durante 1976-2005, donde el periodo futuro se simula basándose en el RCP8.5, que representa el escenario "*business as usual*" que supone una estabilización escasa o nula de las emisiones de gases de efecto invernadero para 2100. Nos hemos centrado en dos fechas 2034 y 2064.

5.1.2.4. Estimación del cambio del nivel del mar

La estimación del nivel total del mar tiene en cuenta el aumento del nivel del mar debido a la expansión térmica (cambio estérico del nivel del mar) y debido a los cambios en la masa de hielo terrestre (fusión de glaciares y capas de hielo) y al almacenamiento de aguas subterráneas (véase Sung et al., 2021 para más detalles sobre el método).

5.1.3. Sensibilidad

5.1.3.1. Cálculo de área de pérdida

Para el cálculo del área de pérdida se utilizó las cotas promedio de aumento del nivel medio del mar, considerando las trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP): SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5, y la línea de costa, fue determinada mediante un levantamiento LIDAR en Rapa Nui el año 2016. Con estas alturas se generaron polígonos con el software ArcGIS v10.8 y se calcularon las áreas para cada polígono con la herramienta de cálculo de geometrías del mismo Software. Se seleccionaron 8 puntos de interés para mostrar en detalle el área de pérdida, que corresponden a 5 caletas y 3 playas. Se calcularon ocho áreas de pérdida para cada punto de interés, considerando las diferentes trayectorias socioeconómicas, lo que corresponde a cuatro áreas de pérdida para el año 2034 y cuatro para el año 2064.

5.1.3.2. Elaboración de mapas de susceptibilidad (sensibilidad)

Este estudio está basado en la metodología de los procesos de jerarquía analítica (AHP), en donde los factores condicionantes distribuidos en el área de estudio, se les atribuye una combinación lineal de pesos para obtener una ponderación del factor. Para el análisis los vectores de los factores condicionantes fueron convertidos a formato Raster con un tamaño de píxel de 5 x 5m. Conjuntamente, para poder comparar los factores se reclasificaron los píxeles de las imágenes Raster con pesos de 0 a 100, basados en su contribución a las zonas de riesgo. Todos los factores fueron procesados en el software ArcGIS v10.8 usando el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM 12S. Una vez obtenidos los factores de ponderación se realiza una suma ponderada de estos. Para la creación de la mayoría de los Raster de los factores condicionantes para este trabajo se elaboró y utilizó una imagen DEM de 5m de resolución, generadas a través de curvas de nivel de

1m. Las curvas de nivel (isolíneas cada 25m) de todos los mapas fueron creadas por el proyecto LIDAR (2016).

5.2. Productos de divulgación y educación

5.2.1. Productos de divulgación.

Se generaron diferentes productos de divulgación para comunicar los resultados del proyecto a las autoridades, organizaciones y la comunidad insular, así como también, al público general. Estos productos fueron entregados en diferentes reuniones realizadas en Rapa Nui durante abril de 2024.

- *Afiches:* Se generaron 2 afiches: el primero muestra las principales amenazas climáticas y no climáticas que afectan a Rapa Nui, indicando los principales impactos de estas amenazas sobre el patrimonio natural marino, el patrimonio arqueológico costero y la actividad pesquera y turística. Además, indica las principales medidas de adaptación propuestas por los sectores pesca, turismo y patrimonio arqueológico de la comunidad de Rapa Nui. Este afiche fue producido en 4 idiomas: Español, Inglés, Francés y Rapanui. El segundo afiche correspondió a un mapa de los riesgos del cambio climático en Rapa Nui, mostrando la ubicación de los principales impactos de amenazas al patrimonio natural y arqueológico costero, y las zonas más susceptibles al deslizamiento costero, inundaciones y erosión costera alrededor de la isla. En este mapa todos los textos están en 4 idiomas: Español, Inglés, Francés y Rapanui. Los afiches pueden ser descargados desde el enlace <https://esmoi.ucn.cl/investigacion/cambio-clim%C3%A1tico-en-rapa-nui>
- *Videos:*
Se produjo un video de casi 6 minutos para divulgar las principales actividades y resultados del proyecto. Este video fue compartido ampliamente en Rapa Nui con los actores relevantes y también fue reproducido por el canal de televisión local Mata o te Rapa Nui, que llega a toda la comunidad insular. Se generaron dos versiones del video, una con subtítulos en Español y otra con subtítulos en Inglés. El video puede ser descargados desde el enlace <https://esmoi.ucn.cl/investigacion/cambio-clim%C3%A1tico-en-rapa-nui>
- *Cápsulas:* Se produjeron 6 cápsulas en formato para compartir por redes sociales. Estas cápsulas muestran las principales amenazas climáticas y no climáticas, y el impacto que estas tienen sobre el patrimonio natural marino, el patrimonio arqueológico costero y la actividad pesquera y turística. Estas cápsulas se generaron en Español y Rapanui, y pueden ser descargadas desde el enlace <https://esmoi.ucn.cl/investigacion/cambio-clim%C3%A1tico-en-rapa-nui>

5.2.2. Educación.

Como una manera de integrar los conocimientos de riesgo y adaptación al cambio climático en los establecimientos escolares de Rapa Nui, se elaboró una propuesta didáctica titulada **"Explorando la Resiliencia en Rapa Nui: Rutas Pedagógicas para Riesgos y Medidas de Adaptación al Cambio Climático en el Patrimonio, la Pesca y el Turismo"** (ver Fig. A1), que fue preparada por una educadora con especialización en ciencias naturales y en currículum escolar. La propuesta fue revisada por una profesora especialista de la Academia de la Lengua Rapanui, para asegurar su pertinencia lingüística y cultural.

El objetivo general de dicha propuesta es facilitar que los docentes y estudiantes en Rapa Nui experimenten y se sensibilicen frente a las amenazas del cambio climático en la isla. Por otro lado, los objetivos específicos son:

1. Conocer y aplicar las rutas pedagógicas como estrategia didáctica para el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales en estudiantes de 5º básico y 1º medio, con el propósito de fortalecer la capacidad de adaptación al cambio climático en la comunidad.
2. Comprender la importancia de la resiliencia frente a las amenazas del cambio climático, especialmente en los sectores de la pesca y el turismo, en el contexto y en el patrimonio de manera transversal identificando valores trascendentales que fortalezcan la adaptación.
3. Aplicar las rutas pedagógicas propuestas en la enseñanza de las ciencias naturales, partiendo de los objetivos de aprendizaje establecidos en el currículo, pero centrados en contribuir a la adaptación al cambio climático.

La propuesta puede ser descargada en el siguiente link:
<https://esmoi.ucn.cl/investigacion/cambio-clim%C3%A1tico-en-rapa-nui>

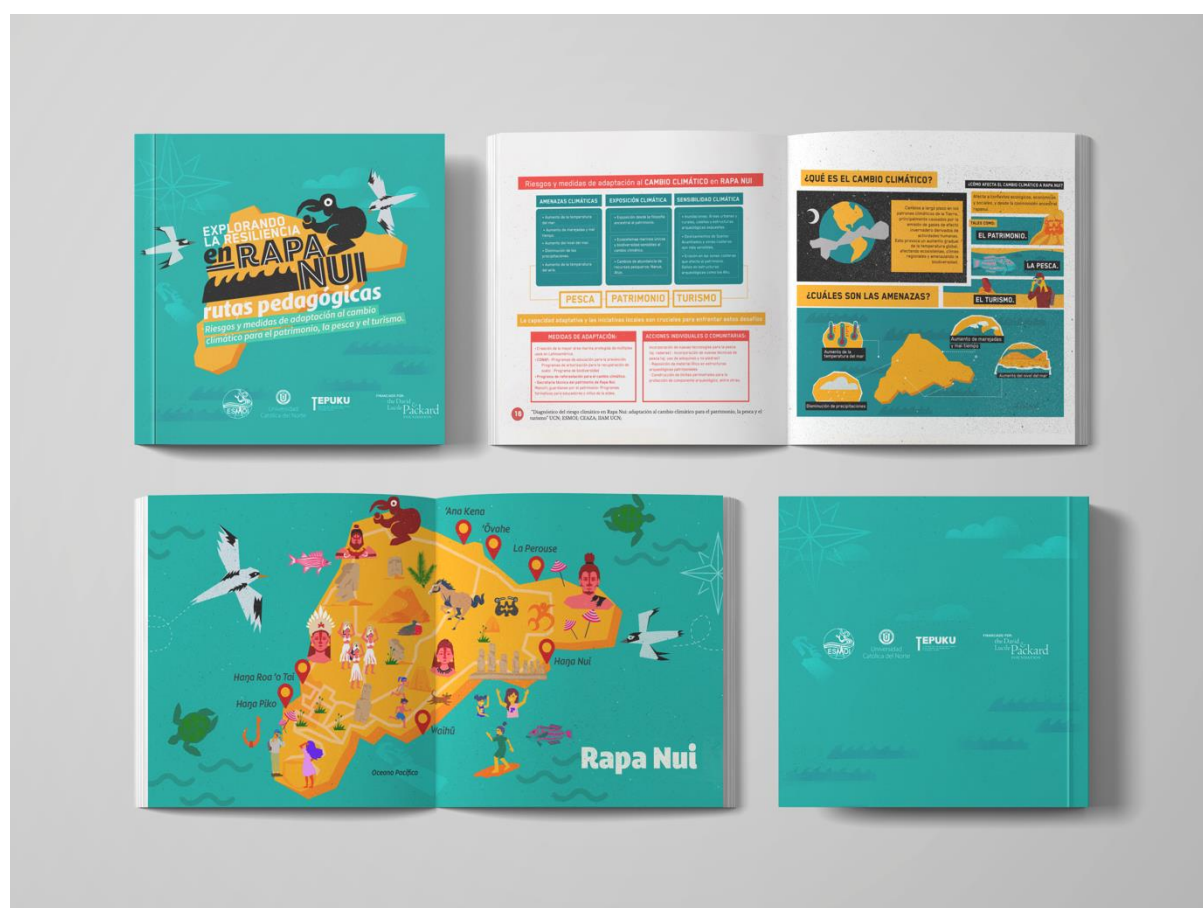


Figura A1. Propuesta didáctica "Explorando la Resiliencia en Rapa Nui: Rutas Pedagógicas para Riesgos y Medidas de Adaptación al Cambio Climático en el Patrimonio, la Pesca y el Turismo"

5.3. Referencias bibliográficas

Aburto JA, Gaymer CF, Haoa S, González L. 2015. Management of marine resources through a local governance perspective: Re-implementation of traditions for marine resource recovery on Easter Island. *Ocean Coastal Management* 116: 108-115

Aburto JA, Gaymer CF, Govan H. 2020. A large-scale marine protected area for the sea of Rapa Nui: From ocean grabbing to legitimacy? *Ocean Coastal Management* 198: 105327.

AQUA 2022. *Seriola lalandi*: En vías de convertirse en una de las grandes alternativas de la acuicultura en Chile. AQUA, Acuicultura + pesca. <http://www.aqua.cl/2022/09/21/seriola-lalandi-en-vias-de-convertirse-en-una-de-las-grandes-alternativas-de-la-acuicultura-en-chile/>

Andrade I, Sangrà P, Hormazábal SE, Correa-Ramírez MA. 2014. Island mass effect in the Juan Fernández Archipelago (33°S), Southeastern Pacific. *Deep-Sea Research I* 84: 86-99

Arthur J, 2018. Informe Final, Estudio Base de Articulación y Validación Inicial de Lineamientos Culturales para Iniciativas e Intervenciones Patrimoniales (Plan Maestro del Patrimonio Rapa Nui). CMN, ID 4650-13-LE17.

B.I. de Desarrollo, S. D. D. R. Y. 2020. Agenda de inversiones para el desarrollo sostenible de Rapa Nui. 338 pp.

Buck-Wiese H, Burgués I, Medrano A, Navarrete-Fernandez T, Garcia M, Wieters EA. 2018. Patterns in sexual reproduction of the dominant scleractinian corals at Rapa Nui (Easter Island): *Pocillopora verrucosa* and *Porites lobata*. *Aquatic Biology* 27: 1-11.

Carvajal M, Winckler P, Garreaud R, et al. 2021. Extreme sea levels at Rapa Nui (Easter Island) during intense atmospheric rivers. *Natural Hazards* 106: 1619-1637.

Diario Financiero (DF). 2022. El pez dorado que busca revolucionar la industria acuícola chilena. Diario Financiero. <https://dfmas.df.cl/df-mas/por-dentro/el-pez-dorado-que-busca-revolucionar-la-industria-acuicola-chilena>

DiSalvo LH, Randall JE, Cea A. 1988. Ecological reconnaissance of the Easter Island sublittoral marine environment. *National Geographic Research* 4: 451-473.

Easton EE, Gaymer CF, Friedlander AM, Herlan JJ. 2018. Effects of herbivores, wave exposure and depth on benthic coral communities of the Easter Island ecoregion. *Marine and Freshwater Research* 69: 997-1006.

ESMOI 2016. Grandes Depredadores del Mar de Rapa Nui. The Center for Ecology and Sustainable Management of Oceanic Islands. <https://moevarua.com/depredadores-rapa-nui/>

Fernández M, Pappalardo P, Rodríguez-Ruiz MC, Castilla JC. 2014. Synthesis of the state of knowledge about species richness of macroinvertebrates in the oceanic waters of Easter and Salas y Gómez islands. *Latin. American Journal of Aquatic Research* 42: 760-802.

Friedlander AM, Ballesteros E, Beets J, Berkenpas E, Gaymer CF, Gorny M, Sala E. 2013. Effects of isolation and fishing on the marine ecosystems of Easter Island and Salas y Gómez, Chile. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23: 515-531.

Friedlander AM, Gaymer CF. 2021. Progress, opportunities and challenges for marine conservation in the Pacific Islands. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 31: 221-231.

Gaymer CF, Aburto J, Acuña E, Bodini A, Cárcamo F, Tapia C, Stotz W. 2013. Base de conocimiento y construcción de capacidades para el uso sustentable de los ecosistemas y recursos marinos de la ecorregión de Isla de Pascua. Informe Final Licitación 4728-33le12. Subsecretaría Pesca. 191 pp.

Gaymer CF, Garay-Flühmann R, Sfeir R, Aburto J, Petit R, Wilhelm A, Friedlander A. 2021. Propuesta valorizada de Plan General de Administración Áreas Marinas Protegidas de Rapa Nui: Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Rapa Nui. Informe Final Proyecto "Elaboración de propuesta de plan de administración del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Rapa Nui". Ministerio del Medioambiente. 207 p.

Glynn PW, Wellington GM, Wieters EA, Navarrete SA. 2003. Reef-building coral communities of Easter Island (Rapa Nui), Chile. In *Latin American coral reefs* (pp. 473-494). Elsevier Science.

Glynn PW, Wellington GM, Riegl B, Olson DB, Borneman E, Wieters EA. 2007. Diversity and Biogeography of the Scleractinian Coral Fauna of Easter Island (Rapa Nui). *Pacific Science* 61: 67-90.

Guarderas AP, Hacker SD, Lubchenco J. 2008. Current status of marine protected areas in Latin America and the Caribbean. *Conservation Biology* 22: 1630-1640.

Gundermann H, Rojas R. 2021. Economía del Turismo y Etnicidad en Rapa Nui. *Diálogo Andino*, (64), 199-214.

Hinojosa IA, Zapata-Hernández G, Fowles AE, Gaymer CF, Stuart-Smith RD. 2021. The awakening of invertebrates: The daily dynamics of fishes and mobile invertebrates at Rapa Nui's multiple use marine protected area. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 31: 290-303.

Hubbard DK, Garcia M. 2003. The corals and coral reefs of Easter Island: a preliminary look. In 'Easter Island: scientific exploration into the world's environmental problems in a microcosm'. (Eds. J Loret and JT Tanacredi) pp. 53-77. (Springer Science and Business Media: New York)

Hunt TL, Lipo CP. 2006. Late colonization of Easter Island. *Science* 311: 1603-1606.

Hutchinson GE. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22: 415-427.

Ilustre Municipalidad de Isla de Pascua. 2023. Informe local voluntario Rapa Nui 2023. Rapa Nui. 37 p.

IPCC. 2021. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3-32.

IPCC. 2022. Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33.

Lee T, Markowitz E, Howe P, et al. 2015. Predictors of public climate change awareness and risk perception around the world. *Nature Climate Change* 5: 1014–1020.

Martínez-Meyer E, Díaz-Porras D, Townsend P, Yáñez-Arenas C. 2013. Ecological niche structure and range wide abundance patterns of species. *Biology Letters* 9: 1–5.

MOBA 2011. Diagnóstico técnico y social de las prácticas ganaderas en Isla de Pascua. Une ethnographie historique de la mobilité dans une société transnationale. CONADI, CONAF, ONF Internacional y Parque Nacional Rapa Nui, Santiago.

Moe Varua 2019. Plásticos en Atunes y en sus presas en la costa de Rapa Nui. [Plásticos en Atunes y en sus presas en la costa de Rapa Nui - moeVarua Rapa Nui](#)

Museo de Historia Natural de Concepción (MHNC). 2022. Las algas y su importancia social, ecológica y económica. Archivo digital: [Las algas y su importancia social, ecológica y económica | Museo de Historia Natural de Concepción \(mhnconcepcion.gob.cl\)](#)

Mycoo M, Wairiu M, Campbell D, Duvat V, Golbuu Y, Maharaj S, Nalau J, Nunn P, Pinnegar J, Warrick O. 2022. Small Islands. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2043–2121.

National Geographic Society, Oceana Chile, Armada de Chile. 2011. Expedición a la Isla de Pascua y Salas y Gómez. Informe Científico, febrero-marzo 2011. Disponible en: http://oceana.org/sites/default/files/reports/Informe_IPySG_final.pdf

Osorio-Olvera LA, Falconi M, Soberón J. 2016. Sobre la relación entre idoneidad del hábitat y la abundancia poblacional bajo diferentes escenarios de dispersión. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(3), 1080-1088.

Petit IJ, Campoy AN, Hevia MJ, Gaymer CF, Squeo FA. 2018. Protected areas in Chile: are we managing them? *Revista Chilena de Historia Natural* 91: 1.

Ramírez JM. 2006. El Crematorio de Hanga Hahave, Rapa Nui. Proyecto UNESCO- Japan.

Ridgway KR, Dunn JR, Wilkin JL. 2002. Ocean interpolation by four-dimensional weighted least squares—Application to the waters around Australasia. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 19: 1357-1375.

Rinnan DS, Lawler J. 2019. Climate-niche factor analysis: a spatial approach to quantifying species vulnerability to climate change. *Ecography* 42: 1494-1503.

Santelices B, Abbott IA. 1987. Geographic and marine isolation: an assessment of the marine algae of Easter Island. *Pacific Science* 41:1–20.

Sandoval-Manquian CA. 2017. Flora marina de Isla de Pascua Diversidad y efecto de la exposición al oleaje como factor determinante de sus comunidades. Tesis de Magister. Universidad de Concepción.

Secretaría Técnica de Patrimonio Rapa Nui (STP). 2022. Informe Preliminar del Proyecto para la Implementación del Indicador de Sustentabilidad del Recurso Arqueológico Patrimonial de Rapa Nui.

Sellanes J, Gorny M, Zapata-Hernández G, Alvarez G, Muñoz P, Tala F. 2021. A new threat to local marine biodiversity: filamentous mats proliferating at mesophotic depths off Rapa Nui. PeerJ 9: e12052.

Simonetti-Grez G, Simonetti JA, Espinoza G. 2016. Conservando el patrimonio natural de Chile. El aporte de las áreas protegidas. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/abcce679-7fda-43b4-92a4-4db40f445d7e>

Smith G. 2009. Protecting and Respecting Indigenous Knowledges, in Reclaiming Indigenous Voice and Vision. Ed. Maria Battiste. Vancouver: UBC Press. 209-225.

Smith LT. 1999. Decolonizing Methodologies. Research and Indigenous Peoples. London and New York: Zed Books y Dunedin: University of Otago Press.

Smith LT. 2009. Kaupapa Maori Research, in Reclaiming Indigenous Voice and Vision. Ed. Maria Battiste. Vancouver: UBC Press. 225-48.

STP-CAMN Rapa Nui. 2019. Diagnóstico técnico del patrimonio rapa nui. Documento de trabajo.

Stringer E. 2007. Action Research. A Handbook for Practitioners. Newbury Park: Sage Books.

Thiel M, Luna-Jorquera G, Álvarez-Varas R, Gallardo C, Hinojosa IA, Luna N, et al. 2018. Impacts of marine plastic pollution from continental coasts to subtropical gyres—fish, seabirds, and other vertebrates in the SE Pacific. Frontiers in Marine Science 5: 238.

Tognelli MF, Fernández M, Marquet PA. 2009. Assessing the performance of the existing and proposed network of marine protected areas to conserve marine biodiversity in Chile. Biological Conservation 142: 3147-3153.

Vargas P. 1990. Estudios del asentamiento en Isla de Pascua. Prospección arqueológica en la Península del Poike y Sector de Mahatua. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y urbanismo.

Velasco H. 2012. Las amenazas y riesgos del Patrimonio Mundial y del Patrimonio Cultural Inmaterial. Anales del Museo Nacional de Antropología XIV: 10-19.

Wang W-T, Guo W-Y, Jarvie S, Serra-Diaz JM, Svenning J-C. 2022. Anthropogenic climate change increases the vulnerability of Magnolia species more in Asia than in the Americas. Biological Conservation 265: 109425.

Wellington GM, Glynn PW, Strong AE, Navarrete SA, Wieters E, Hubbard D. 2001. Crisis on coral reefs linked to climate change. Eos, Transactions American Geophysical Union 82: 1-5.

Wieters EA, Medrano A, Pérez-Matus A. 2014. Functional community structure of shallow hard bottom communities at Easter Island (Rapa Nui): Estructura funcional de comunidades que habitan sobre los fondos duros de Isla de Pascua (Rapa Nui). *Latin American Journal of Aquatic Research* 42: 827-844.

Zapata-Hernández G, Sellanes J, Letourneur Y, Harrod C, Morales NA, Plaza P,...Gaymer CF. 2021. Tracing trophic pathways through the marine ecosystem of Rapa Nui (Easter Island). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 31: 304-323.

Zapata-Hernández G, Sellanes J, Muñoz P. 2022. Stable isotopes reveal overlooked incorporation of diffuse land-based sources of nutrients and organic matter by intertidal communities at Rapa Nui (Easter Island). *Marine Pollution Bulletin* 176: 113415.

Zylich K, Harper S, Licandeo R, Vega R, Zeller D, Pauly D. 2014. Fishing in Easter Island, a recent history (1950-2010). *Latin American Journal of Aquatic Research* 42: 845-856.

Wagner D, van der Meer L, Gorny M, Sellanes J, Gaymer CF, Soto EH,...Morgan LE. 2021. The Salas y Gómez and Nazca ridges: A review of the importance, opportunities and challenges for protecting a global diversity hotspot on the high seas. *Marine Policy* 126: 104377.

5.4. Biografías del equipo de investigación

Dr. Carlos F. Gaymer. Biólogo Marino de la Universidad Católica del Norte y Dr. en Biología de la Université Laval Profesor Titular del Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte y Director del Centro de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas (ESMOI). Especialista en ecología y conservación marina. Miembro del Equipo de Planificación de la red Big Ocean. Científico líder de la Coral Reefs of the High Seas Coalition. Con 20 años dedicado a desarrollar investigación en conservación marina. Autor de más de 80 publicaciones científicas, muchas de ellas claves para los avances en conservación que presenta Chile.

Dra. Laura Ramajo. Licenciada en Ciencias con mención en Biología, Máster en Ecología y Doctora en Cambio Global. Investigadora del Centro de Ciencia y Resiliencia (CR2) con experiencia en riesgos y adaptación al cambio climático. Autora líder del Sexto Reporte de Evaluación de Cambio Climático del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), y miembro del Comité Asesor Científico (SAC, por sus siglas en inglés) del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global.

Dra. Jacinta Arthur. Doctora en Estudios Culturales de la University of California, Los Angeles (UCLA). Profesora Asistente del Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo (IIAM) de la Universidad Católica del Norte, San Pedro de Atacama, Chile. Sus principales líneas de investigación se relacionan con los estudios críticos patrimoniales, la antropología lingüística y las metodologías críticas, desde donde investiga las construcciones sociales del patrimonio indígena y su intersección con las políticas de reconocimiento. Actualmente es Encargada de Vinculación con el Medio del Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo y co-editora del área de educación de Qillqa Ediciones.

Dr. Jaime Aburto. Biólogo Marino, profesor Asociado de la Universidad Católica del Norte. Posee más de 25 años de experiencia en pesquerías de pequeña escala, trabajando tanto como profesional prestando asistencia técnica a las comunidades como también directamente involucrado en la investigación científica de estas pesquerías. Durante más de 12 años ha trabajado con la comunidad local de Rapa Nui, especialmente con pescadores artesanales, recopilando conocimientos ecológicos tradicionales y reconstruyendo la historia y el desarrollo de las principales pesquerías de la isla. El Dr. Aburto también ha investigado los desajustes entre los sistemas socioecológicos de Rapa Nui y Chile continental, identificando lagunas en la aplicación de las políticas de gestión y conservación de la pesca.

Dr. Boris Dewitte. Oceanógrafo físico, Doctor por la Universidad de Toulouse Paul Sabatier, actualmente está afiliado al CEAZA. Sus campos de investigación incluyen la variabilidad del clima tropical, el océano y el clima, el cambio climático, la interacción aire-mar, el análisis multimodelo y el desarrollo de modelos biogeoquímicos regionales acoplados. En los últimos 20 años, ha participado en varios proyectos dedicados al estudio del sistema de corrientes de Humboldt (Perú/Chile), que tratan de las interacciones regionales aire-mar y del forzamiento físico de la Zona Mínima de Oxígeno.

Dr. Luis Bravo. Oceanógrafo de formación, Doctor en Oceanografía de la Universidad de Concepción. Profesor asistente en la Facultad de Ciencia del Mar, Universidad Católica del Norte. El área de interés de investigación son los procesos de surgencia costera y ondas internas de baja frecuencia que ocurren sobre la plataforma continental.

Dr. Gabriel González. Geólogo de formación, Dr. rer Natur Universidad Libre de Berlín. Profesor Titular de la Universidad Católica del Norte e Investigador Principal de Centro FONDAP CIGIDEN. Tiene más de 30 años de experiencia académica e investigación en sismotectónica, geología estructural y 10 años liderando proyectos para caracterización de amenazas naturales en Chile. Ha liderado proyectos FONDECYT y FONDEF y escrito más de 60 publicaciones científicas.

Gabriela Bórquez. Geóloga de la Universidad Católica del Norte.

Dr. Marcelo Rivadeneira. Biólogo marino de formación, Doctor en Ciencias. Investigador Titular del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), quien posee vasta experiencia académica en el estudio de patrones y procesos en biodiversidad en múltiples taxa y sistemas marinos y terrestres de Chile y otras partes del mundo. Posee más de 20 años de experiencia y más de 70 artículos publicados en revistas internacionales.

Dr. (C) Jeison Barraza. Biólogo de formación con Maestría en Ciencias mencion Ecología, actualmente cursa sus estudios de Doctorado en Ciencias mencion Ecología de Zonas Áridas en la Universidad de La Serena y se encuentra vinculado al Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), posee un amplio recorrido en estudios tendientes a descubrir los mecanismos detrás de los procesos ecológicos y patrones de distribución de diversas comunidades a nivel Neotropical. Lo que se ve reflejado en sus aportes en diversos proyectos científicos tanto para el trópico americano como para Chile continental e insular.

M.Sc. Hetereki Huke. Arquitecto, Magíster en Desarrollo Urbano y M.Sc.(c) en Estudios de las Islas del Pacífico. Actualmente ejerce como Director del Centro de Estudios Aplicados Tepuku. Posee extensa experiencia en el estudio de arquitectura y patrones de asentamiento pre-Europeos en Rapa Nui, y ha tenido un rol activo en la creación e implementación de distintas iniciativas conducentes a políticas públicas en Rapa Nui, entre ellas el Plan de Acción para el Cambio Climático.

M. Sc. Tahira Edmunds. Licenciada en Ciencias Ambientales con mención en Química, Máster en Planificación Territorial y Gestión Ambiental.

M.Sc Ivan Almendra. Geofísico egresado de la Universidad de Concepción, Máster en Geofísica, actualmente cursa sus estudios de Doctorado en Energía, Agua y Medio Ambiente en la Universidad de La Serena. Durante su trayectoria se ha dedicado al estudio de modos climáticos como El Niño Oscilación del Sur, efectos del cambio climático y ha estudiado el efecto de estos dos a las concentraciones de oxígeno disuelto en la Zona de Mínimo Oxígeno del Pacífico Sur Oriental.

Dra. Valentina Figueroa. Doctora en Arqueología (Université de Paris 1 Panthéon Sorbonne. Profesora Asociada del Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo (IIAM) de la Universidad Católica del Norte, San Pedro de Atacama, Chile. Sus principales líneas de investigación se relacionan con la minería y metalurgia del cobre en el norte de Chile, a partir del estudio de la construcción social de los paisajes mineros del Desierto de Atacama y la arqueología contemporánea del extractivismo minero en Atacama. Actualmente es Directora del Programa de Doctorado en Antropología que imparte la Universidad Católica del Norte y la Universidad de Tarapacá y co-editora del área de arqueología de Qillqa Ediciones.

Dr. Hans Gundermann. Antropólogo de la Universidad de Chile y Doctor en Ciencia Social con especialidad en Sociología por El Colegio de México. Profesor Asociado del Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo (IIAM) de la Universidad Católica del Norte, San Pedro de Atacama, Chile. Investiga ya por más de tres décadas en temas relativos a los pueblos originarios de Chile. Recientemente trabaja en el estudio de procesos de conformación étnica en Chile, la violencia estatal moderna hacia los pueblos indígenas, y la relación entre minería y pueblos originarios en el norte del país.

Enerike Carrasco Hotus. Estudiante de Arqueología de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Lya Edmunds. Arquitecta de la Universidad de Chile e Investigadora de TEPUKU Centro de Investigaciones Aplicadas en Rapa Nui.

Enzo Isola. Sociólogo, Candidato a Doctor en Sociología de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Tamaru Huke Ainsa. Bioquímico, Pontificia Universidad Católica de Chile.