

“Informe N° 3 de avance Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad: Avance de proceso participativo temprano y del estudio de evaluación de riesgo climático y adaptación en Biodiversidad”

Enero 2023



Centro UC
Cambio Global



IEB



SECOS



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



**GREEN
CLIMATE
FUND**

“Documento elaborado en el marco del proceso de actualización del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad, financiado por el Fondo Verde para el Clima y ejecutado por el Ministerio de Medio Ambiente”.

- Equipo de redacción:
 1. Centro de Cambio Global UC. Pontificia Universidad Católica de Chile. Av. Vicuña Mackenna 4860 - - Santiago – Chile. Fono: 56-22-354 79 11 - E-mail cambioglobal@uc.cl
- Equipo revisor:
 1. Daniel Álvarez, División Recursos Naturales y Biodiversidad Ministerio de Medio Ambiente Chile
 2. Maritza Jadrijevic, División de Cambio Climático Ministerio de Medio Ambiente Chile.
 3. Priscilla Ulloa, División de Cambio Climático Ministerio de Medio Ambiente Chile.
 4. Rodrigo Vásquez, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
 5. Francisco Riquelme, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Diseño y diagramación: CCG

30 enero 2023

Citar como: CCG, FAO y MMA. (2023). *Informe N° 3 de avance Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad: Avance de proceso participativo temprano y del estudio de evaluación de riesgo climático y adaptación en Biodiversidad*. Santiago, Chile.

Contenido

SIGLAS Y ACRÓNIMOS	2
1. INTRODUCCIÓN	4
2. AVANCES DE LOS PRODUCTOS	5
2.1. EJECUCIÓN DE TALLERES (AVANCE) (2.3).....	5
2.2. REPORTE DEL PROCESO PARTICIPATIVO (AVANCE) (2.4).....	14
2.2.1. <i>Reporte de lo obtenido en las jornadas de talleres</i>	14
2.2.2. <i>Reporte talleres zona norte</i>	15
2.2.3. <i>Reporte talleres zona centro</i>	20
2.2.4. <i>Reporte talleres zona sur</i>	24
2.3. ESTADO DEL ARTE Y METODOLOGÍA DEL ESTUDIO (AVANCE) (3.1)	29
2.3.1. <i>Estado de arte</i>	29
2.4. DESARROLLO DE ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO CLIMÁTICO (AVANCE) (3.2)	46
2.4.1. <i>Análisis de vulnerabilidad a nivel nacional</i>	46
2.5. IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN (AVANCE) (3.3)	49
2.5.1. <i>Identificación de medidas de adaptación al cambio climático del sector biodiversidad en Chile</i>	49
2.5.2. <i>Revisión de Planes Nacionales de Adaptación y Biodiversidad</i>	55
3. REFERENCIAS	61
4. ANEXOS	65

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AbE: Adaptación basada en Ecosistemas

ARClím: Atlas de Riesgos Climáticos

CCG: Centro de Cambio Global Pontificia Universidad Católica de Chile

CDB: Convenio sobre la Diversidad Biológica

CEAZA: Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas

CONAF: Corporación Nacional Forestal

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente

COP: Conferencia de las Partes

COPAS: Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental

CMUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CNULD: Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación

ECLP: Estrategia Climática de Largo Plazo

ENB: Estrategia Nacional de Biodiversidad

ENCCRV: Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FVC: Fondo Verde para el Clima

GEF: Global Environmental Facility

GLORIA: Global Observation Research Initiative in Alpine Environments

IEB: Instituto de Ecología y Biodiversidad

IPBES: Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

IUCN: International Union for Conservation of Nature

LMCC: Ley Marco de Cambio Climático

MINAGRI: Ministerio de Agricultura

MMA: Ministerio de Medio Ambiente Chile

NDC: Contribución Determinada a nivel Nacional

OCC: Observatorio de cambio climático

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

ONGs: Organizaciones no gubernamentales

PANCD: Programa de Acción Nacional contra la Desertificación, la Degradación de las Tierras y la Sequía 2016-2035

PNACC-Bio: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

SBAP: Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas

SbN: Soluciones basadas en Naturaleza

SECOS: Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

SIOOC: Sistema integrado observación del océano

SSEE: Servicios ecosistémicos

UE: Unión Europea

UTA: Universidad de Tarapacá

1. Introducción

Este tercer informe del proceso de actualización del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para el sector de Biodiversidad incluye avances realizados en las diferentes líneas de trabajo en que se enmarca la actualización del Plan. Por un lado, incluyendo la recomendación realizada al plan anterior respecto a participación (en que se señala que es necesario hacer partícipes a más entidades, grupos de acción, y ciudadanía) se procedió a iniciar el proceso participativo temprano, realizando talleres con actores relevantes en cuanto a biodiversidad y cambio climático en Chile, con enfoque de género y comunidades indígenas, para recoger sus visiones y que aporten a la elaboración del diagnóstico de vulnerabilidad y a la identificación de medidas de adaptación al cambio climático en Chile. Por otro lado, dada la necesidad de aumentar el conocimiento que existe sobre biodiversidad y cambio climático en Chile, se recopiló la información existente sobre esta temática, además de analizar métodos científicos para estudiar la vulnerabilidad de diversos grupos de especies y ecosistemas ante el cambio climático.

De esta forma, en este documento se reporta la ejecución de los tres primeros talleres realizados en noviembre y sus resultados, y se presenta el estado del arte sobre cambio climático y biodiversidad en Chile, la metodología del estudio de vulnerabilidad al cambio climático y se realiza la identificación de medidas de adaptación.

2. Avances de los productos

2.1. Ejecución de Talleres (avance) (2.3)

El proceso participativo que se está realizando cuenta con dos objetivos específicos, primero el determinar, a partir de talleres con actores claves, los principales efectos del cambio climático en la biodiversidad en las diferentes zonas geográficas del país, y así mismo, identificar insumos identificados por los actores involucrados para la construcción de cadenas de impacto y/o medidas de adaptación, levantar necesidades, problemas y eventuales propuestas.

Para esto, se definió realizar diez talleres participativos enfocados en distintas áreas del país. En la Tabla 2-1 se puede ver el desglose por zona geográfica y ecorregiones (especificaciones de la división geográfica utilizada para los talleres se puede encontrar en el Informe 2)

Tabla 2-1. Desglose por zona geográfica y ecorregiones

Zona geográfica	Terrestre	Marino-Costera	Dulceacuícola
Norte	Taller Norte Terrestre	Taller Norte Marino-costero	Taller Norte Altiplano y salares
Centro	Taller Centro Terrestre	Taller Centro Marino-costero	Taller Centro Humedales, Ríos y Lagos
Sur	Taller Sur Terrestre	Taller Sur Marino-costero	Taller Sur Humedales, Ríos y Lagos
Islas oceánicas	Taller Islas oceánicas		

Fuente: Elaboración propia.

El trabajo en los talleres participativos comenzó con el desarrollo de las bases de datos de actores invitados a los talleres y luego el desarrollo de la metodología a utilizar en cada taller. La lista de invitados se definió utilizando listas de talleres anteriores realizados por el equipo de trabajo, complementadas por aportes de académicos y un mapeo de actores que fue encargado a la consultora TEPUAL. Además, se integró la participación de pueblos originarios reconocidos por la Ley Indígena N° 19.253, mediante un mapeo de actores indígenas encargado a la consultora TECO, incorporando de esta forma invitación para 10/15 personas de pueblos originarios mínimo por taller. Por último, integramos el enfoque de género, invitando en cada taller un 40% de participantes mujeres. Se adjuntan ambas bases de datos de actores entregadas por las consultoras TEPUAL y TECO para los talleres centro y sur en los Anexos 1 y 2.

A la fecha, se han realizado nueve talleres participativos correspondientes a la zona norte (terrestre, marino-costero y Altiplano y salares), zona centro (terrestre, marino-costero y Humedales, ríos y lagos) y zona sur (terrestre, marino-costero y Humedales, ríos y lagos). Los talleres fueron efectuados de manera virtual los días: martes 22, miércoles 23 y jueves 24 de noviembre 2022, miércoles 4, jueves 5, martes 10, miércoles 11, jueves 12 y martes 17 de enero de 2023, respectivamente, en horario de mañana, entre 09am y 12pm, para favorecer la presencia femenina.

La invitación a los talleres fue realizada por correo electrónico a través del Ministerio del Medio Ambiente y el Centro de Cambio Global UC, y contiene un enlace de inscripción al taller la cual permitió tener la lista de participantes confirmados previo al taller. En la Tabla 2-2 se presenta el programa de las actividades realizadas durante estas tres jornadas de taller, que fueron realizados a través de la plataforma Zoom.

Tabla 2-2 Propuesta de agenda/programa

Hora	Actividad (responsable)
09:00 – 09:05	Palabras de bienvenida (MMA-FAO-CCG-UC).
09:05 – 09:10	Palabras de la ministra de Medio Ambiente
09:10 – 09:25	Presentación "Etapas, productos y definiciones del PNACCBio" (CCG-UC, IEB, SECOS).
09:25 – 09:45	Explicación trabajo grupal. Presentación de facilitadores y apoyos. Explicación general de las preguntas a abordar (CCG-UC).
09:45 – 11:00	Trabajo en grupos. Explicación de la actividad a desarrollar: metodología y preguntas a desarrollar (Facilitador de cada grupo).
11:00 – 11:30	Plenario donde cada grupo entregue las principales ideas obtenidas en el ejercicio del taller.
11:30 – 12:00	Cierre de la jornada (MMA) y Encuesta final.

Fuente: Elaboración propia.

Tal como señala en la Tabla 2-2, en cada taller, luego de las palabras de bienvenida se realizó una presentación que incluyó aspectos conceptuales de la vulnerabilidad del sector de biodiversidad al cambio climático y del estado del arte del tema en Chile, incluyendo, además, el concepto de medidas de adaptación y ejemplos de estos (Figura 2-1), para que los participantes del taller tuviesen más elementos para determinar el impacto del cambio climático en la

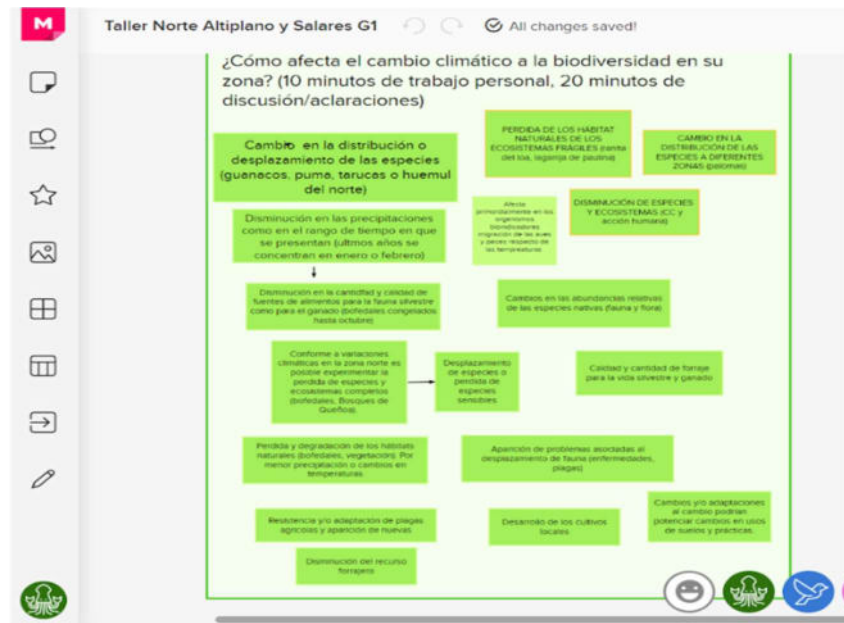
biodiversidad y la definición de medidas de adaptación en sus zonas geográficas respectivas.



Fuente: Elaboración propia

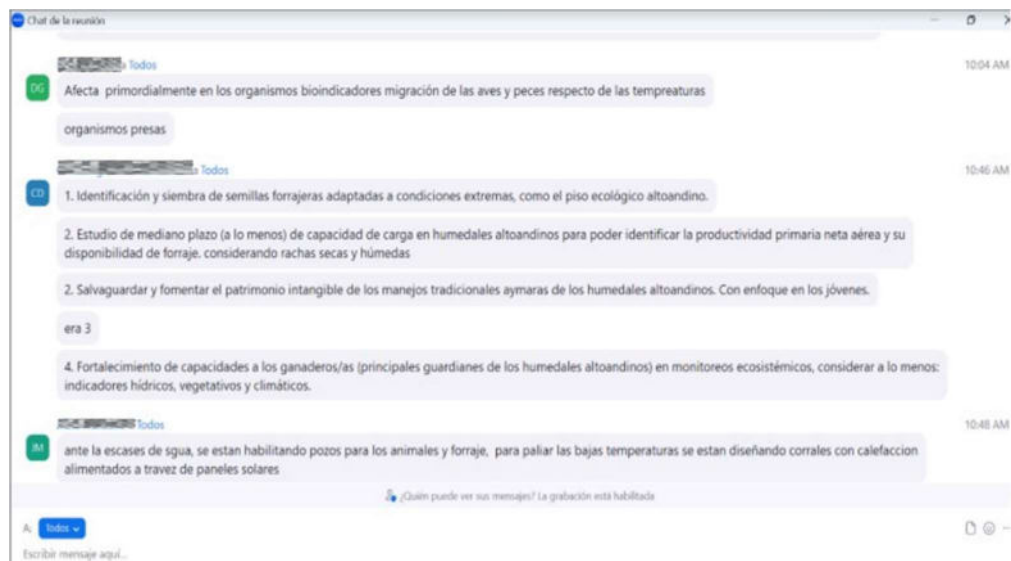
Figura 2-1 Ejemplo de diapositiva de la presentación realizada sobre biodiversidad y cambio climático

Posterior a eso se realizó el trabajo grupal, donde durante cada jornada taller se contó con 4 facilitadores y 4 apoyos (1 facilitador y al menos 1 apoyo por grupo), además de contar durante todo el taller con una persona que se ocupa del apoyo tecnológico. En cada grupo de trabajo se trabajó con dos preguntas; ¿cómo afecta el cambio climático a la biodiversidad en Chile? y ¿qué medidas de adaptación de la biodiversidad al cambio climático podrían implementarse en su territorio? Las respuestas a estas fueron trabajadas en la plataforma MURAL (<https://www.mural.co/>) donde cada invitado pudo plasmar sus ideas en post-it, o pequeñas notas (ejemplo en Figura 2-2), respondiendo al facilitador, quien realizó las preguntas y orientó la discusión, y la persona de apoyo, que recopiló la información que se iba entregando y ayudó a las personas que mostraron dificultades para ingresar a la plataforma o trabajar en ella (Figura 2-3).



Fuente: Elaboración propia a partir de talleres participativos.

Figura 2-2 Ejemplo de plataforma Mural con las notas escritas por cada invitado para el subgrupo 1 del día 24 de noviembre, taller Norte Altiplano y Salares.



Fuente: Elaboración propia a partir de talleres participativos.

Figura 2-3 Ejemplo de chat de subgrupo de trabajo por Zoom del día 24 de noviembre, donde los invitados que no lograron trabajar en la plataforma Mural ingresaron sus respuestas.

En la **Error! Reference source not found.** se presenta al equipo de trabajo de los días 22, 23 y 24 de noviembre de 2022 y de los días 4, 5, 10, 11, 12 y 17 de enero de 2023, principalmente formados por profesionales del CCG UC, pero donde además se incluyen facilitadores externos invitados del IEB, Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), de la Universidad de Tarapacá y de la UC.

Tabla 2-3 Equipo de trabajo por taller realizado, incluyendo facilitador y apoyo por grupo de trabajo.

Profesional	Rol	Identidad de género	Grupo de trabajo	Fecha
Cristian Salas	Facilitador	Masculino	Norte Terrestre 1	22 noviembre 2022
Carolina Julia (TECO)	Facilitadora	Femenino	Norte Terrestre 2	22 noviembre 2022
Eugenia Gayo (IEB)	Facilitadora	Femenino	Norte Terrestre 3	22 noviembre 2022
Claudio Latorre (IEB)	Facilitador	Masculino	Norte Terrestre 4	22 noviembre 2022
Magdalena Bennett	Facilitadora	Femenino	Norte Terrestre 5	22 noviembre 2022
Katherine Duarte	Apoyo técnico	Femenino	Norte Terrestre 1	22 noviembre 2022
David Morales	Apoyo técnico	Masculino	Norte Terrestre 2	22 noviembre 2022
Sebastián Aedo	Apoyo técnico	Masculino	Norte Terrestre 3	22 noviembre 2022
Juan Pablo Herane	Apoyo técnico	Masculino	Norte Terrestre 4	22 noviembre 2022
Javier Vargas	Apoyo técnico	Masculino	Norte Terrestre 5	22 noviembre 2022
Diego González	Maestro Zoom	Masculino	-	22 noviembre 2022
Cristian Salas	Facilitador	Masculino	Norte Marino-costero 1	23 noviembre 2022
Carolina Julia (TECO)	Facilitadora		Norte Marino-costero 2	23 noviembre 2022
Marcelo Rivadeneira (CEAZA)	Facilitador		Norte Marino-costero 3	23 noviembre 2022
Carlos Olavarria (CEAZA)	Facilitador		Norte Marino-costero 4	23 noviembre 2022
Oscar Melo	Facilitador		Norte Marino-costero 5	23 noviembre 2022
Katherine Duarte	Apoyo técnico	Femenino	Norte Marino-costero 1	23 noviembre 2022
David Morales	Apoyo técnico	Masculino	Norte Marino-costero 2	23 noviembre 2022
Sebastián Aedo	Apoyo técnico	Masculino	Norte Marino-costero 3	23 noviembre 2022
Juan Pablo Herane	Apoyo técnico	Masculino	Norte Marino-costero 4	23 noviembre 2022
Javier Vargas	Apoyo técnico	Masculino	Norte Marino-costero 5	23 noviembre 2022
Diego González	Maestro Zoom	Masculino	-	23 noviembre 2022

Profesional	Rol	Identidad de género	Grupo de trabajo	Fecha
Cristian Salas	Facilitador	Masculino	Norte Altiplano y salares 1	24 noviembre 2022
Carolina Julia (TECO)	Facilitadora	Femenino	Norte Altiplano y salares 2	24 noviembre 2022
Magdalena Bennett	Facilitadora	Femenino	Norte Altiplano y salares 3	24 noviembre 2022
Adriana Aranguiz (UTA)	Facilitadora	Femenino	Norte Altiplano y salares 4	24 noviembre 2022
Javier Vargas	Apoyo técnico	Masculino	Norte Altiplano y salares 1	24 noviembre 2022
Juan Pablo Herane	Apoyo técnico	Masculino	Norte Altiplano y salares 2	24 noviembre 2022
Katherine Duarte	Apoyo técnico	Femenino	Norte Altiplano y salares 3	24 noviembre 2022
Sebastián Aedo	Apoyo técnico	Masculino	Norte Altiplano y salares 4	24 noviembre 2022
Diego González	Maestro Zoom	Masculino	-	24 noviembre 2022
Cristian Salas	Facilitador	Masculino	Centro terrestre 1	4 enero 2023
Nelson Guajardo (TECO)	Facilitador	Masculino	Centro terrestre 2	4 enero 2023
Matías Guerrero (IEB)	Facilitador	Masculino	Centro terrestre 3	4 enero 2023
Patricio Pliscoff	Facilitador	Masculino	Centro terrestre 4	4 enero 2023
David Morales	Apoyo técnico	Masculino	Centro terrestre 1	4 enero 2023
Juan Pablo Herane	Apoyo técnico	Masculino	Centro terrestre 2	4 enero 2023
Katherine Duarte	Apoyo técnico	Femenino	Centro terrestre 3	4 enero 2023
Javier Vargas	Apoyo técnico	Masculino	Centro terrestre 4	4 enero 2023
Diego González	Maestro Zoom	Masculino	-	4 enero 2023
Oscar Melo	Facilitador	Masculino	Centro Marino-costero 1	5 enero 2023
Nelson Guajardo (TECO)	Facilitador	Masculino	Centro Marino-costero 2	5 enero 2023
Patricio Ávila	Facilitador	Masculino	Centro Marino-costero 3	5 enero 2023
Cristian Salas	Facilitador	Masculino	Centro Marino-costero 4	5 enero 2023
Catalina Aranguiz	Apoyo técnico	Femenino	Centro Marino-costero 1	5 enero 2023
Javier Vargas	Apoyo técnico	Masculino	Centro Marino-costero 2	5 enero 2023
David Morales	Apoyo técnico	Masculino	Centro Marino-costero 3	5 enero 2023

Profesional	Rol	Identidad de género	Grupo de trabajo	Fecha
Katherine Duarte	Apoyo técnico	Femenino	Centro Marino-costero 4	5 enero 2023
Juan Pablo Herane	Maestro Zoom	Masculino	-	5 enero 2023
Micaela Poutay (UC)	Facilitadora	Femenino	Centro Humedales, ríos y lagos 1	10 enero 2023
Cristian Varela (TECO)	Facilitador	Masculino	Centro Humedales, ríos y lagos 1	10 enero 2023
Cristian Salas	Facilitador	Masculino	Centro Humedales, ríos y lagos 1	10 enero 2023
Oscar Melo	Facilitador	Masculino	Centro Humedales, ríos y lagos 1	10 enero 2023
Katherine Duarte	Apoyo técnico	Femenino	Centro Humedales, ríos y lagos 1	10 enero 2023
Juan Pablo Herane	Apoyo técnico	Masculino	Centro Humedales, ríos y lagos 1	10 enero 2023
Catalina Aranguiz	Apoyo técnico	Femenino	Centro Humedales, ríos y lagos 1	10 enero 2023
David Morales	Apoyo técnico	Masculino	Centro Humedales, ríos y lagos 1	10 enero 2023
Diego González	Maestro Zoom	Masculino		10 enero 2023
Matías Guerrero (IEB)	Facilitador	Masculino	Sur Terrestre 1	11 enero 2023
Cristian Varela (TECO)	Facilitador	Masculino	Sur Terrestre 2	11 enero 2023
Oscar Melo	Facilitador	Masculino	Sur Terrestre 3	11 enero 2023
Cristian Salas	Facilitador	Masculino	Sur Terrestre 4	11 enero 2023
Javier Vargas	Apoyo técnico	Masculino	Sur Terrestre 1	11 enero 2023
Catalina Aranguiz	Apoyo técnico	Femenino	Sur Terrestre 2	11 enero 2023
David Morales	Apoyo técnico	Masculino	Sur Terrestre 3	11 enero 2023
Katherine Duarte	Apoyo técnico	Femenino	Sur Terrestre 4	11 enero 2023
Juan Pablo Herane	Maestro Zoom	Masculino	-	11 enero 2023
Patricio Ávila	Facilitador	Masculino	Sur Marino-costero 1	12 enero 2023
Cristian Varela (TECO)	Facilitador	Masculino	Sur Marino-costero 2	12 enero 2023
Cristian Salas	Facilitador	Masculino	Sur Marino-costero 3	12 enero 2023
Magdalena Bennett	Facilitadora	Femenino	Sur Marino-costero 4	12 enero 2023
Catalina Aranguiz	Apoyo técnico	Femenino	Sur Marino-costero 1	12 enero 2023

Profesional	Rol	Identidad de género	Grupo de trabajo	Fecha
Katherine Duarte	Apoyo técnico	Femenino	Sur Marino-costero 2	12 enero 2023
Javier Vargas	Apoyo técnico	Masculino	Sur Marino-costero 3	12 enero 2023
David Morales	Apoyo técnico	Masculino	Sur Marino-costero 4	12 enero 2023
Diego González	Maestro Zoom	Masculino	-	12 enero 2023
Isabel Rojas (UC)	Facilitadora		Sur Humedales, ríos y lagos 1	17 enero 2023
Nelson Guajardo (TECO)	Facilitador		Sur Humedales, ríos y lagos 2	17 enero 2023
Cristian Salas	Facilitador		Sur Humedales, ríos y lagos 3	17 enero 2023
Patricio Pliscoff	Facilitador		Sur Humedales, ríos y lagos 4	17 enero 2023
Javier Vargas	Apoyo técnico		Sur Humedales, ríos y lagos 1	17 enero 2023
Micaela Poutay (UC)	Apoyo técnico		Sur Humedales, ríos y lagos 2	17 enero 2023
Rosario Chubretovic	Apoyo técnico		Sur Humedales, ríos y lagos 3	17 enero 2023
Juan Pablo Herane	Apoyo técnico		Sur Humedales, ríos y lagos 4	17 enero 2023
Diego González	Maestro Zoom		-	17 enero 2023

Fuente: Elaboración propia.

Por último, posterior al trabajo en subgrupos se procedió a pasar a un plenario donde representantes (elegidos por cada grupo) explicaron sus discusiones y puntos tratados durante la sesión. Y luego a esto se realizó el cierre del taller comentando cómo esta información va alimentando la actualización del plan y las posteriores instancias de participación existentes, además de la realización de una encuesta de satisfacción del taller que nos permitió obtener opiniones y sugerencias de quienes participaron.

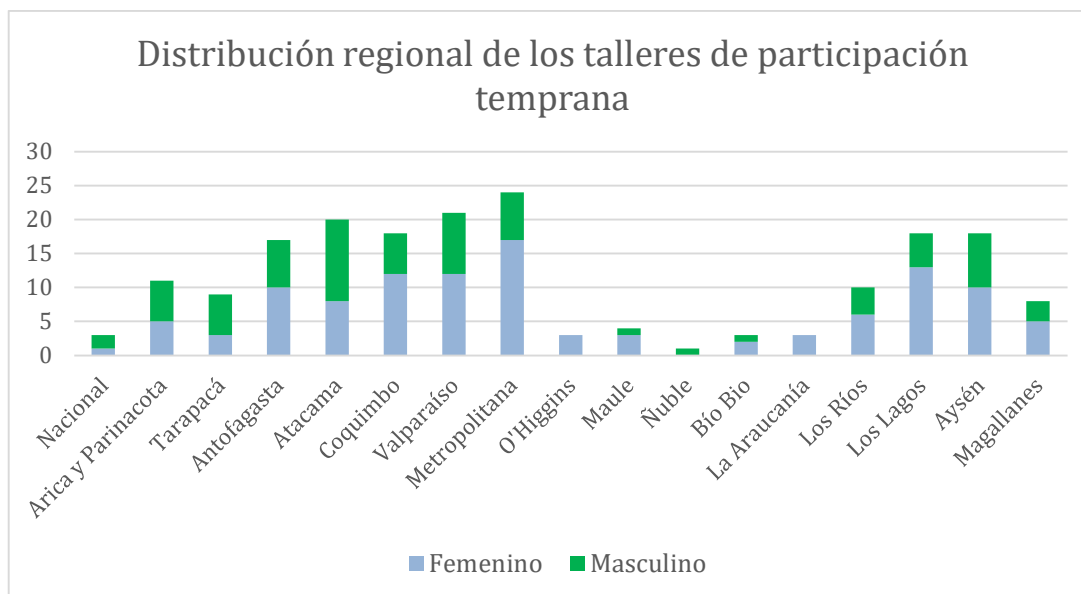
2.2. Reporte del proceso participativo (avance) (2.4)

2.2.1. Reporte de lo obtenido en las jornadas de talleres

En los primeros 9 talleres participaron un total de 186 personas. Teniendo un 59% de participación femenina, con representantes de todas las regiones del país, destacando la participación proveniente de las regiones Metropolitana, Valparaíso y Atacama (Nota: Se puede dar la posibilidad que un o una participante del taller represente más de una región administrativa.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-4).



Nota: Se puede dar la posibilidad que un o una participante del taller represente más de una región administrativa.

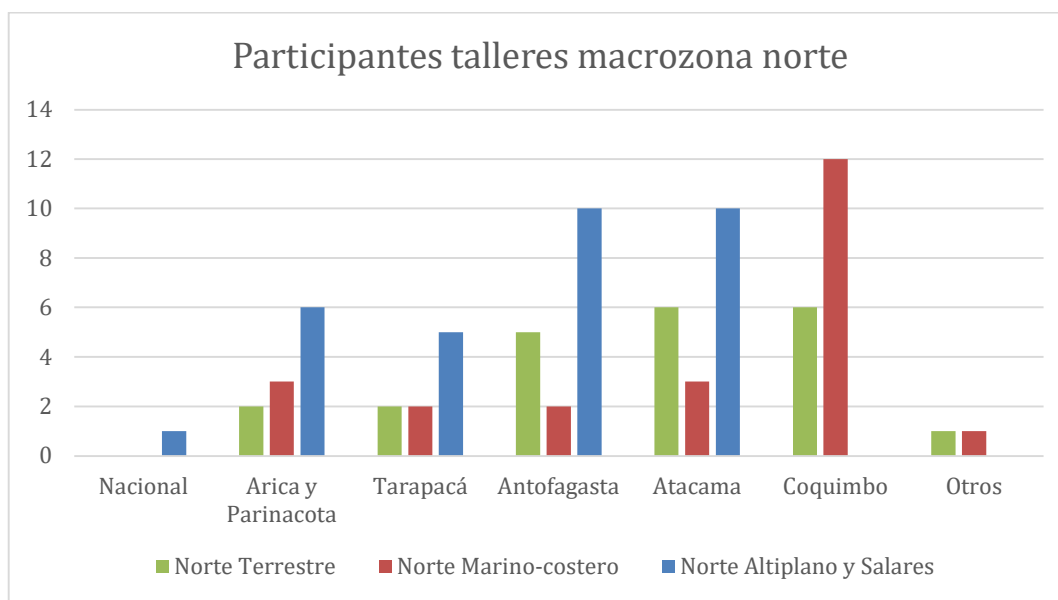
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-4 Distribución regional de los participantes de talleres participativos de las macrozonas norte, centro y sur.

A continuación, se presenta un resumen descriptivo para cada una de las 3 macrozonas geográficas: zona norte, zona centro y zona sur.

2.2.2. Reporte talleres zona norte

Durante las primeras tres sesiones de trabajo (22, 23 y 24 de noviembre de 2022), participaron un total de 74 personas, con un 47% de participación femenina. Los talleres contaron con representantes de todas las regiones de la zona norte desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de Coquimbo, y la región metropolitana. La convocatoria para los tres talleres fue de 368 actores pertenecientes al mundo público, privado, ONG y de la Academia relacionados a temas de biodiversidad. En la Figura 2-5 se visualiza la cantidad de personas que participaron por taller y región administrativa.



Nota: Se puede dar la posibilidad que un o una participante del taller represente más de una región administrativa. En la categoría "Otros" incluye: participantes pertenecientes a la región Metropolitana.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-5 Cantidad de participantes presentes en los talleres de la macrozona norte realizados en noviembre de 2022.

A partir de lo trabajado en las jornadas de los tres talleres realizados, se procede a llevar a escrito las ideas y comentarios que quedaron plasmados a partir de la experiencia y vivencia de los actores locales. De esta forma, en el Anexo 5 se detalla lo obtenido para cada uno de los participantes de los grupos de trabajo de la zona norte abordando la primera y segunda pregunta del taller

En cuanto a las temáticas abordadas en los talleres de la macrozona norte, a continuación, se entrega un resumen preliminar de lo comentado por los y las

participantes a cada pregunta, en cada uno de los talleres realizados, quienes en la plenaria general compartieron lo discutido en su sala de grupos pequeños donde desarrollaron la actividad.

Pregunta 1: ¿Cómo afecta el cambio climático a la biodiversidad en su zona?

a) Norte Terrestre

Alteraciones del hábitat y ciclos reproductivos: descoordinación de la relación polinizador-planta, atribuyendo esto a la menor producción de semillas

Ineficiencia en agricultura: producir a cielo abierto requiere mayor consumo del agua.

Eventos extremos de precipitación durante invierno altiplánico, aumentando riesgo de aluviones. El arrastre de suelo además genera desecación del suelo.

Alteración del ciclo del agua, en donde la falta de acumulación de nieve, falta de lluvia y la disminución de las aguas subterráneas afectan el riego.

Alteración de ecosistemas, debido a alteraciones del ciclo de congelamiento de lagunas alto-andinas, frecuencia e intensidad de precipitaciones y cambios en viento.

Migraciones y modificaciones del hábitat. Cambios en los niveles de radiación, y se ven alteraciones en ríos y humedales. Hoy es difícil encontrar especies vinculadas a la medicina ancestral de comunidades indígenas, teniendo que recorrer trayectos más largos debido al desplazamiento de la flora a consecuencia del cambio climático. También se afecta la resiliencia de la flora y fauna, quedando esta más expuesta a enfermedades y con riesgo a desaparecer.

Aumento de la biocostra como efecto positivo del cambio climático, gracias a la mayor presencia de humedad ambiente, la cual ayuda a prevenir la erosión de suelos.

b) Norte Marino costero

Variaciones de temperatura y del pH del mar afectan a los moluscos y especies locales. Además, pueden provocar la llegada de especies externas a los ecosistemas naturales como la medusa.

Hay afectación principalmente en humedales costeros, en donde el uso de agrotóxicos provoca una alteración del equilibrio completo de la fauna, flora, biodiversidad y vida humana, las cuales se ven aún más afectadas por el cambio climático.

Pérdida de refugios, de alimentos, de recursos y alimentos. En donde el efecto del cambio climático además afecta las condiciones hídricas del mar provocando la pérdida de especies ingenieras como las algas. Sumado a esto, se ve un incremento de microalgas debido al aumento temperatura impactando a las especies de nativas.

Invierno altiplánico durante el periodo estival cada vez más intenso y prolongado a lo largo del año

c) Norte Altiplano y salares

Se ve la pérdida de hábitats y ecosistemas más frágiles. Esto lleva que haya una pérdida de material genético, incrementando la vulnerabilidad de las especies. Además, se ve disminución en la capacidad de regeneración de los ecosistemas.

Hay un desequilibrio en los ecosistemas y producción agrícola, debido a la disminución de las precipitaciones y el aumento de la temperatura. Esto provoca aumento en la evapotranspiración y por lo tanto, cambios en las demandas hídricas. Se ve pérdida en la productividad y en la producción de semillas, lo que afecta tanto a humanos como fauna silvestre.

En el caso de los bofedales, la escasez de agua reduce la productividad de los pastoreos alterando la condición de vida de los ganaderos. Eso se suma a la complejidad de la escasez de recursos que altera la adecuada regeneración de ecosistemas naturales.

Alteración de los ciclos de vida, sobre todo en las etapas reproductivas, provocado por los eventos fuera de las temporadas, como un invierno altiplánico más extenso. Alteraciones en el ciclo del agua como congelamiento de lagunas, cambio de características físico-químicas del agua y disminución de caudales.

Pregunta 2: ¿Qué medidas de adaptación de la biodiversidad al cambio climático debieran implementarse en su zona?

a) Norte Terrestre

Tecnologías: hidroponía, sistemas agrivoltaicos (incorporar a la industria de energía solar), herramientas de hidrogel, el riego por botella, desalinización. Usar agua desalinizada en los procesos productivos y no tocar el agua de las lagunas y de las cordilleras. Teniendo en cuenta que este proceso de desalinización también tiene su complejidad y puede ser mejorada. Ideal no tocar las fuentes de agua existentes que nutren e hidratan todo el desierto. Implementar medidas de eficiencia hídricas en la industria extractiva.

Educación: democratización de las ciencias, integración de actores de la cuenca, educación a los territorios, más informaciones científicas sobre el cambio

climático en lenguaje simple. Dar la capacidad a la gente para conocer y aplicar esas tecnologías nuevas.

Conciencia ambiental por las ciencias naturales y conocimientos ancestrales: "Los pueblos originarios convivieron miles de años en armonía con la naturaleza".

Gobernanza: generación de alianzas público-privada para la protección de los ecosistemas y mayor financiamiento para disponer de más información.

Economía: mayores inversiones para adoptar medidas de adaptación y aumento de presupuesto fiscal para los servicios públicos con pertinencia ambiental.

Territorios: mapa de biodiversidad (conocer: zona de nidificación y la ubicación de hábitat de las especies más vulnerables). Ampliar las áreas protegidas para aumentar la superficie de los ecosistemas protegidos. Incorporar medidas de conservación del hábitat en áreas productivas y generar ciudades más amables para la biodiversidad.

Agricultura: acompañamiento de los agricultores, cultivos de especies locales, generar bancos de semillas (para promover la conservación), plantación de árboles nativos super resistentes en las regiones del norte que consumen poca agua y además generan sombra. Regular el cambio de uso de suelo. Regular la parcelación indiscriminada.

b) Norte Marino costero

Tecnologías: conservación y salvaguarda por criogenización de embriones, larvas, primeras etapas de vida, que permitiría dar pie a un repoblamiento.

Educación: lecciones de los pueblos originarios son fundamentales (principio de reciprocidad en la naturaleza con la Tierra madre y equilibrios de los elementos). Planes de responsabilidad ciudadanas integral, proceso de gobernanza con comunidades originarias, con centro comunitario, con universidad. Que la educación y cuidado del medio ambiente se promueva desde la primera infancia. Sistema educativo que promueva en los sistemas locales las ciencias naturales y la ecología, educación sobre las especies nativas bajo la narrativa "si conocemos, valoramos".

Territorios: la planificación territorial tiene que conllevar responsabilidad, en donde las ciudades vayan creciendo con medidas que cuiden el entorno y disminuyan el efecto del cambio climático. Reforestación del fondo marino y regulación de la pesca en masa.

Gobernanza: regulación de las actividades industriales

Agricultura: re-uso del agua, aducción de agua marina mediante la desalinización, especies nativas adaptadas al cambio y diversificación de la actividad productiva.

c) Norte Altiplano y salares

Tecnologías: generar mejores prácticas agrícolas y un manejo sostenible de los recursos naturales, uso de tecnologías nuevas (hidroponía, agrivoltaica). Implementación de modelos locales para medir temperatura, precipitación, características climáticas, pero más localizadas. Implementar tecnologías de captación de lluvia.

Educación: implementación y la distribución de recursos para poder generar conocimientos. Valorar el conocimiento ancestral de la zona de Altiplano. Programas educativos con pertinencia local. Salvaguardar y fomentar el patrimonio (ganadería), tradiciones, hay mucha información que se puede obtener de comunidades indígenas y de aquellos actores que tienen que ver con la realidad territorial.

Gobernanza: creación de oficinas municipales de cambio climático al nivel comunal con objetivo de educar y apoyar los servicios locales y la toma de decisiones.

Generar acciones concretas: implementar monitoreos, fortalecer el equipo de recurso humano para que las políticas se puedan establecer.

Fortalecer el ministerio del medio ambiente, las entidades de servicio, superintendencia del medio ambiente. Modificación y actualización y mejoramiento de la ley que tiene directa relación con la crisis climática.

Priorización de las políticas, en el rol de la planificación territorial e integración de la política público-privada.

Economía: recurso monetario para poder generar todos estos conocimientos, protección, todo lo que se requiera para visualizar e implementar las medidas de adaptación. Recursos para investigación y aumentar el presupuesto fiscal para fortalecer los servicios públicos que tengan pertinencia ambiental. Financiamiento para reforestar y restaurar nichos ecológicos, hábitat y microclima.

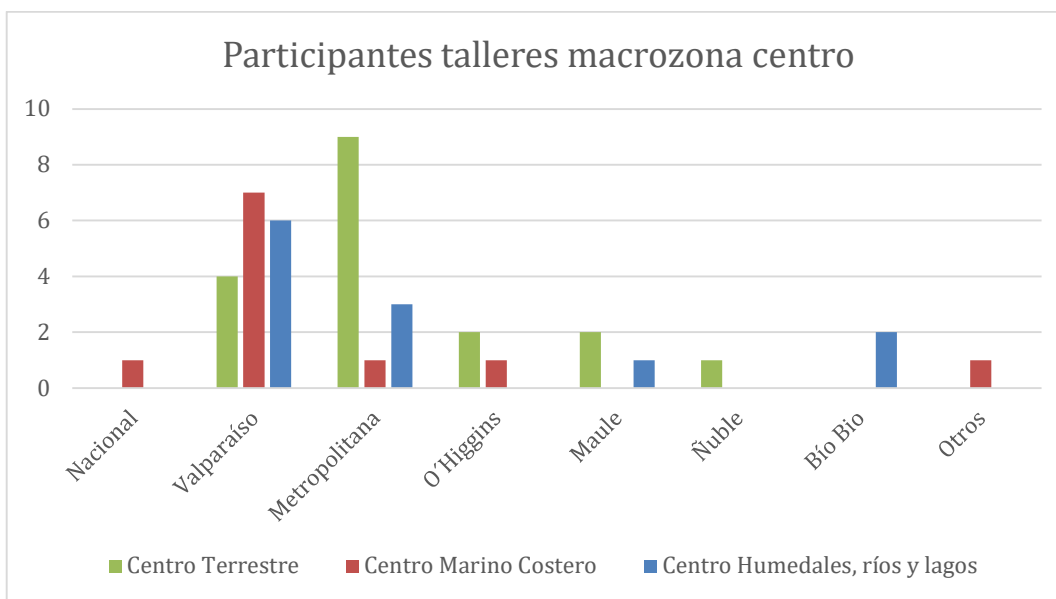
Territorios: permitir la regeneración de ecosistemas, implementación de zonas protegidas (protección de especies y lugar de investigaciones), de refugios para especies amenazadas y creación de áreas protegidas.

Ordenamiento del territorio: diseñar los caminos, por ejemplo, tránsito de camiones para que afecten menos los ecosistemas. Promoviendo la preservación de los servicios ecosistémicos

Agricultura: mejores adaptaciones para las especies cultivadas, potenciar especies nativas en arborización y restricción de especies exóticas, producción de cultivos protegidos tanto en invernaderos, sombreadores, salvaguardar el patrimonio genético, identificación y siembra de semillas adaptada a condiciones extremas.

2.2.3. Reporte talleres zona centro

Durante las tres sesiones de trabajo (4, 5 y 10 de enero de 2023), participaron un total de 42 personas, con un 67% de participación femenina. Participaron representantes de todas las regiones de la zona centro: Valparaíso, Región Metropolitana, del Libertador Bernardo O'Higgins, Maule, Ñuble y Bío bio, además de la región de Magallanes. La convocatoria para los tres talleres fue de 303 actores pertenecientes al mundo público, privado, ONG y de la Academia relacionados a temas de biodiversidad. En la Figura 2-6 se visualiza la cantidad de participantes por taller y región administrativa.



Nota: Se puede dar la posibilidad que un o una participante del taller represente más de una región administrativa. En la categoría "Otros" incluye: participantes pertenecientes a la región de Magallanes.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-6 Cantidad de participantes presentes en los talleres de la macrozona centro realizados en enero de 2023.

En cuanto a las temáticas abordadas en los talleres de la macrozona centro, a continuación, se entrega un resumen de lo comentado por los y las participantes, quienes en la plenaria general compartieron lo discutido en su sala de grupos pequeños donde desarrollaron la actividad.

Pregunta 1: ¿Cómo afecta el cambio climático a la biodiversidad en su zona?

a) Centro Terrestre

Afectación de hábitats y biodiversidad necesarios para la agricultura, el ganado y la alimentación dado el aumento de la frecuencia e intensidad de incendios, sequía y disminución de la cobertura vegetal. Poniendo en riesgo la seguridad alimentaria.

Alteración del equilibrio ecosistémico y su resiliencia ante el aumento de eventos extremos. Provocando la pérdida de la capacidad regenerativa de algunos ecosistemas.

Degradación de hábitats, debido a la escasez hídrica, provocando una alteración en humedales.

Aumento de la vulnerabilidad y pérdida de especies locales más sensibles. Que se ven aún más afectados ante las especies introducidas y las plagas.

b) Centro Marino costero

Se afectan las actividades de producción alimentaria por los cambios en biodiversidad debidos al cambio climático:

La pesca artesanal se ve afectada por la disminución de la biodiversidad.

La variación en la distribución, composición y ubicación de los hábitats y de las especies producen la migración de recursos y por lo tanto, el desplazamiento de las actividades.

Se ven afectados los procesos de crecimiento y regeneración de las plantas.

Se produce el efecto de acidificación de las aguas marinas debido al aumento de las temperaturas, lo cual afecta los ecosistemas marinos muy sensibles, las especies y la pesca.

Se produce un desequilibrio además del aumento del nivel del mar, provocando la erosión del borde costero junto con la destrucción de hábitats. Esto además se ve afectado por la pérdida de fuentes de agua, escasez hídrica y disminución de agua subterránea

Está todo conectado y las repercusiones de los impactos van desde los glaciares hasta los ríos y humedales (de cordillera a mar), impactando en los hábitats rivereños.

Además del cambio climático, existe sobrepoblación, extensión de zonas urbanas, industrialización del borde costero, presión inmobiliaria, cambio del uso de suelo, deficiencia en cuanto a políticas. Esto provoca pérdida de suelos, pérdida de zonas agrícolas y, por lo tanto, un aumento de la vulnerabilidad.

c) Centro Humedales, ríos y lagos

Se produce un adelantamiento de fenómenos naturales como el derretimiento temprano y acelerado de las nieves y glaciares. Esto impacta sobre la desembocadura de los ríos y provocando la alteración del desarrollo de las plantas.

El borde marino cada día está más perjudicado debido al aumento del nivel del mar, afectando el equilibrio natural de los ecosistemas rivereños.

La disminución de la lluvia provoca una menor alimentación o disponibilidad de alimentos para la biodiversidad, disminución de los caudales de los ríos y de la disponibilidad en agua. Se produce escasez hídrica en la cuenca y la desembocadura del río además de la eutroficación provocada por la emisión de contaminantes.

La sequía prolongada provoca la pérdida temprana de hojas, reducción y alteración del ciclo de floración, modificando los ciclos de los cultivos arborícolas.

Las variaciones climáticas y eventos fuera de temporada, como lo son el fenómeno del Niño y de la Niña más prolongados, provocan la modificación y pérdida de hábitats. Un ejemplo corresponde a la modificación de los humedales afectando la nidificación de algunas especies.

Al aumentar los procesos de migraciones de las especies, se produce el aumento y aparición de enfermedades transmitidas por vectores al expandirse la destrucción de su hábitat. Por ejemplo, influenza aviar y enfermedades zoonóticas.

El aumento de la frecuencia e intensidad de incendios generan presión sobre los humedales y lagunas, las cuales son necesarias para apagarlo y enfrentarlo.

Pregunta 2: ¿Qué medidas de adaptación de la biodiversidad al cambio climático debieran implementarse en su zona?

a) Centro Terrestre

Tecnologías: Modelos de proyección que permitan simular los posibles efectos futuros. Mejor reciclaje de algunos materiales que impacten nuestro medio ambiente provenientes de la industria y de la agricultura.

Educación: educación ambiental y mejor compromiso del gobierno con las comunidades locales.

Gobernanza: mayores obligaciones por parte del Estado que obliguen a tener acciones que favorezcan la biodiversidad. Monitoreo constante en la biodiversidad y mayor personal que permitan la fiscalización en general.

Economía: Fiscalización, recurso para protección. Creación de un banco de proyectos para la compensación de impactos del cambio climático.

Territorios: Implementación de corredores biológicos. Restauración de zonas vulnerables y recuperación del bosque nativo. Aumentar la cantidad de espacios verdes en ciudades.

Agricultura: agricultura regenerativa, agroecología, corredores biológicos. Optimización del uso de agua y Priorizar el uso de especies nativas

b) Centro Marino costero

Educación: educación ambiental obligatoria a todos los niveles educativos y priorizado en las zonas de alta presión ambiental. Capacitación y certificación de las personas en cargos de manejos agro-ambientales.

Gobernanza: rediseñar políticas públicas desde una perspectiva ambiental. Desarrollar medidas para catástrofes climáticas. Enfoque sobre la acción comunitaria ambiental, las organizaciones para la protección de humedales costeros, quebradas, protección de ecosistemas marinos y costeros. Incorporación de los ciudadanos dentro de las tomas de decisiones o por lo menos las mesas técnicas que existen sobre estas temáticas. Fomentar y mejorar la aplicación de las leyes que existen ahora. Establecer límites claros respecto a fronteras agrícolas-costero y las zonas de límites de quebradas (para el caso de la presión inmobiliaria).

Agricultura: plantación de árboles nativos. Prohibición de agrotóxicos. Aumentar la eficiencia hídrica. Control de las especies exóticas e invasoras. Silvicultura en las cuencas y manejo adaptativo de las distintas vegetaciones para generar sombras en el suelo.

c) Centro Humedales, ríos y lagos

Tecnologías: Mejorar el sistema de evaluación de impacto ambiental. Tener un monitoreo constante para prevenir enfermedades. Control de especies invasoras.

Agricultura: aumentar la eficiencia del agua, mejorar el manejo de cuencas. Enfoque sobre la producción alimentaria por sobre las otras producciones no esenciales.

Educación: Concientización, educación ambiental sobre el uso del agua, y la visualización de los servicios ecosistémicos: que la población sepa ¿cuáles son? ¿qué nos entregan? Investigación sobre los impactos climáticos (positivos y negativos).

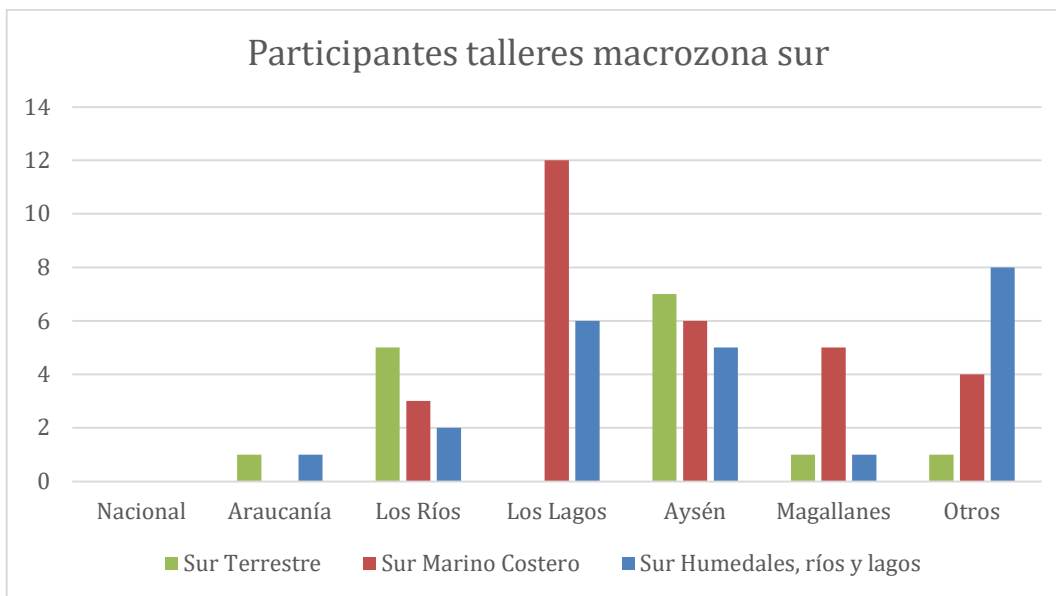
Economía: fiscalizar la emisión de contaminantes, investigar en zonas prioritarias en protección. Financiamiento directo a los territorios que invierten en servicios ecosistémicos.

Gobernanza: regular las emisiones de contaminantes, dar prioridad a la protección de los ecosistemas con soluciones basadas en la naturaleza. Implementación de normas jurídicas que sean efectivas para disminuir el consumo no esencial. Más regulación de la contaminación debida al transporte y la descarga de químicos. Implementación de garantía de protección respecto al derecho a la vida y a la salud de las personas que habitan en las zonas de sacrificio ambiental. Fortalecer el vínculo público-privado. Especialización de tribunales ambientales regionales ya que no son capaces de abarcar todas las problemáticas de un determinado territorio, ni comprender problemas y generar soluciones apropiadas al territorio.

Territorios: Proteger los glaciales y los humedales (incluyendo los humedales urbanos). Aumentar la protección de áreas en la región metropolitana y *hotspot* mediterráneo donde existe alta presión antrópica.

2.2.4. Reporte talleres zona sur

Durante las tres sesiones de trabajo (11, 12 y 17 de enero de 2023), participaron un total de 70 persona, con un 66% de participación femenina. Con representantes de todas las regiones de la zona sur: Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes, además las regiones Atacama, Metropolitana y Valparaíso. La convocatoria para los tres talleres fue de 290 actores pertenecientes al mundo público, privado, ONG y de la academia relacionados a temas de biodiversidad. En la Figura 2-7-7 se visualiza la cantidad de participantes por taller y la región administrativa correspondiente a cada uno.



Nota: Se puede dar la posibilidad que un o una participante del taller represente más de una región administrativa. En la categoría "Otros" incluye: participantes pertenecientes a la región de Atacama, Valparaíso y Metropolitana.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-7 Cantidad de participantes presentes en los talleres de la macrozona sur realizados en enero de 2023.

En cuanto a las temáticas abordadas en los talleres de la macrozona sur, a continuación, se entrega un resumen de lo comentado por los y las participantes, quienes en la plenaria general compartieron lo discutido en su sala de grupos pequeños donde desarrollaron la actividad.

Pregunta 1: ¿Cómo afecta el cambio climático a la biodiversidad en su zona?

a) Sur Terrestre

Afectación a la biodiversidad en diferentes aspectos, principalmente en modificaciones en las estructuras comunitarias, generando un efecto en cadena (migración de especies, disponibilidad de hábitat en diferentes ciclos reproductivos). También se incorporan nuevas especies invasoras.

Se ven impactos a partir de temas como desorden de temperaturas, estrés hídrico. Hay efectos por desastres como inundaciones, sequías, olas de calor, entre otras, en donde la biodiversidad se ve afectada directamente por el caos climático.

Hay cosas que hoy se desconocen, por falta de información para poder tomar decisiones.

La crisis climática lleva a la migración de la especie humana, generando nuevos asentamientos urbanos no planificados, afectando a la biodiversidad. Por ejemplo, se corta bosque nativo, interrupción de corredores biológicos. Además, están las falsas soluciones a la crisis climática, en donde se cree que, por ejemplo, en zonas como la Araucanía se cree que, por el aumento de la temperatura, se pueden introducir monocultivos, lo cual puede provocar un efecto en la biodiversidad local.

b) Sur Marino costero

Genera cambio de patrones y distribución de especies, por eventos extremos, cambios de temperatura, etc, generando cambios en la composición del agua. Esto genera aumento de algas nocivas y pestes en sistemas acuícolas.

Con los eventos extremos, hay preocupación ante posibles escapes de salmón en áreas no concesionadas, que puede afectar a la biodiversidad marina.

Genera cambio, alteración y pérdida de la biodiversidad, desequilibrio ecosistémico a través de aumentos en el mar. Pérdida de humedales y alteraciones meteorológicas.

Cambios observados en el oleaje, cambios directos que se producen en la flora y fauna, cambio de la distribución de las especies. La biodiversidad se refleja en los recursos que hay en las diferentes zonas y cómo las variables ambientales (temperatura, oxígeno, salinidad, entre otras) influyen sobre esta biodiversidad.

Se han observado cambios en la productividad biológica, en los patrones de migración, llegada de especies invasoras. Esto genera modificaciones en regímenes, estructuras y comunidades de especies que tienen efectos sobre las cadenas alimentarias.

c) Sur Humedales, ríos y lagos

Ecosistemas: vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos – sequía, disminución de cantidad de agua dentro de ríos, disminución de caudales, inmediatamente menor cantidad de agua disponible para satisfacer las necesidades de la biodiversidad. Con esto, se genera otro problema como lo es que los contaminantes descargados en las aguas aumentan su concentración debido a la disminución de caudales.

Eutroficación como responsable de pérdida de hábitats en los lagos.

Pregunta 2: ¿Qué medidas de adaptación de la biodiversidad al cambio climático debieran implementarse en su zona?

a) Sur Terrestre

Educación: comunizar los conocimientos, sistematizar la información, transparencia e informaciones a la ciudadanía. Educación desde la temprana infancia hasta los sectores productivos. Esto puede generar mejores prácticas ambientales y de tecnologías.

Gobernanza: tener un mejor sistema de monitoreo. coordinación de la gestión internacional. Modificar la ley de evacuación de agua de lluvia que no permite implementar medidas de adaptación al cambio climático. Gestión del conocimiento y dejar a disposición de la población. Hacer instrumentos alternativos a los que ya existen, por ejemplo, caudales ambientales o ecológicos, que hoy existen tanto en el SEIA como en el código de aguas, para poder resguardar estructura y funcionalidad de los ecosistemas, disminuyendo la vulnerabilidad de la biodiversidad. Es necesario tener estándares de calidad de aguas que sean distintos a las normas secundarias de calidad ambiental.

Tecnologías: Controlar cantidad y calidad de agua con procesos mejorados. Incorporar infraestructura verde.

Territorios: Terminar con la artificialización del suelo. Enfoque sobre la soberanía energética y alimentaria. Tener mapas de zonas de vulnerables. Ordenamiento territorial vinculado a la crisis climática.

b) Sur Marino costero

Investigación, monitoreo, información, mapa de zonas vulnerables, fortalecer incremento de trabajo en áreas de restauración. Generar capacitaciones a quienes hacen uso del borde costero. Estudios de diferentes indicadores podrían ayudar a evaluar la sustentabilidad.

Economía: fiscalización y monitoreo de especies clave.

Gobernanza: Actualizar las decisiones. Políticas medio ambientales para enfocarse en la mitigación y la fiscalización del medio ambiente. Facilitar la autonomía territorial para abordar las problemáticas con perspectiva territorial. Implementación de planes y monitoreo.

Territorios: Mejorar sustancialmente la planificación: investigando y entendiendo sobre la capacidad de carga que se necesitan dentro de las zonas costeras. Mantener áreas de conservación más protegidas. Enfoque local y regional (más que la cuenca) para manejar las interacciones a un nivel más generalizado. Se necesita una zonificación costera que pueda ayudar a la adaptación de medidas.

Tecnologías: Monitoreo de cómo se comportan los ecosistemas, capacidad de recuperación del equilibrio (resiliencia) para mejorar el manejo.

Otro tema relevante, es fiscalizar la pesca ilegal.

c) Sur Humedales, ríos y lagos

Agricultura: orgánica.

Educación: Ciclo hidrológico, biológico, qué beneficios cuando los ecosistemas están al equilibrio, cómo reusar el agua, y cómo tratar el agua gris. Sensibilización sobre las turberas, humedales que no conocemos, que tienen un rol importante en la gestión del cambio climático, mitigación y adaptación. Migración de conocimiento, valorar el conocimiento local y ancestral y que sea tan importante como el conocimiento científico.

Economía: Fiscalización satelital.

Gobernanza: mejorar la Ley de agua lluvia. Leyes intercomunales para coordinar en las tomas de decisiones y para mantener conectividad entre comunidades.

Tecnologías: Buscar estrategia para poder acumular agua. Mejorar procesos de test de estándares en aguas superficiales. Utilizar toda la funcionalidad de la naturaleza para implementar soluciones basadas en la naturaleza (observar la naturaleza e incorporar con soluciones sostenibles, armónicas con nosotros mismo y la naturaleza, generar funciones simples). Incorporación de la sostenibilidad. Elaboración de modelos conceptuales de flujo, por cuenca y cuantificar el impacto.

Territorios: Ordenamiento territorial vinculante – ordenar ciudades adecuadamente frente al cambio con infraestructuras verdes que permitan el manejo de la sombra, de la temperatura en las zonas urbanizadas (áreas de protección y restricción, bosques, quebradas y humedales). Fomentar visión integrada de áreas rural y urbanas.

2.3. Estado del arte y metodología del estudio (avance) (3.1)

2.3.1. Estado de arte

En el siguiente estado del arte del conocimiento respecto a la vulnerabilidad de la biodiversidad frente al cambio climático en Chile se incluyen los principales resultados y conclusiones a partir de los informes del comité científico para la COP25, del proyecto ARClím, de la Cuarta comunicación Nacional ante CMUCC y de la Estrategia Nacional de Biodiversidad.

Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad a escala regional

El cambio climático (CC), es uno de los principales fenómenos ambientales de la sociedad moderna, con consecuencias globales, y que es clasificado como uno de los desafíos más importantes que deben enfrentar todos los países (Castilla et al., 2019). En el sector biodiversidad, el cambio climático es considerado como una de las mayores amenazas, producto de sus múltiples impactos en los diversos ecosistemas (Arroyo et al., 2019). Por ejemplo, en el Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) se concluyen que, los ecosistemas como la selva amazónica y la tundra antártica estarían llegando a umbrales de cambio drástico debido a su calentamiento y a la pérdida de humedad. En ecosistemas forestales, el cambio climático podría acelerar la pérdida y fragmentación de hábitat, aumentando la probabilidad de impactos adversos en la flora y fauna autóctona de los países. El informe conjunto del IPBES y del IPCC, presenta un marco para evaluar conjuntamente los impactos del clima sobre la pérdida de la biodiversidad, estableciendo los elementos que producen un reforzamiento mutuo de los impactos y que derivan en la necesidad de estudiar conjuntamente estos impactos y no de forma aislada, tomando el cambio climático y la biodiversidad como elementos separados (Pörtner et al. 2021).

El último informe del IPCC (IPCC 2022) en su análisis regional de impactos, adaptación y vulnerabilidad identifica dos subregiones que incluyen el ámbito marino, dulceacuícola y terrestre de Chile. Estos son la subregión del suroeste de Sudamérica y la del sur de Sudamérica. La primera incluye todo la extensión norte y centro de Chile, y la segunda la zona del extremo sur de Chile de las regiones de Aysén y Magallanes. A continuación, se describen los principales riesgos, vulnerabilidades e impactos de la biodiversidad en Chile, el análisis completo con las referencias asociadas se presenta en el informe IPCC 2022.

Para la primera subregión en términos de riesgos, lo primero que se destaca es el aumento de los eventos extremos de calor (olas de calor), así como también una disminución de los eventos de frío extremo. Además de una tendencia a la

sequía, que no se puede identificar homogéneamente en toda la subregión, ya que hay zonas que poseen un comportamiento distinto. La disminución de los cuerpos de los glaciares, el aumento del nivel del mar promedio y el incremento de incendios relacionados a los cambios en el régimen de temperaturas principalmente, son otros de los riesgos identificados como consecuencia del cambio climático.

La vulnerabilidad de los ecosistemas terrestres es identificada como alta debido a los cambios en los regímenes térmicos y de precipitación, identificándose a los cambios en el uso del suelo, la deforestación y la urbanización como los principales impulsores para la pérdida de los bosques primarios. Además, los humedales y ecosistemas de la zona costera como dunas y playas muestran un alto deterioro. En el ámbito marino, la vulnerabilidad de los ecosistemas está dado por el calentamiento de la temperatura superficial del mar, la reducción en las precipitaciones, cambios en la intensidad de las surgencias y aumento en los eventos de floración de algas nocivas. Los mayores impactos del cambio climático sobre la biodiversidad son identificados en los ecosistemas de bosques de la zona centro y sur, los primeros principalmente por el aumento del impacto de los incendios y en los segundos por el incremento de las temperaturas. Estos impactos además implican cambios en la productividad, estructura y ciclos biogeoquímicos en los bosques de la zona sur de la subregión. Se esperan cambios en las distribuciones de las especies y pérdida de la cobertura natural en el área del hotspot de lluvias de invierno y bosques valdivianos. En el área marina los mayores impactos en los ecosistemas se relacionan al cambio de la intensidad de las surgencias, lo que se espera que afecte la abundancia, diversidad, fisiología y sobrevivencia de las especies costeras. El aumento de la radiación y temperatura, junto a la reducción de las precipitaciones está aumentando los eventos de floración de algas nocivas afectando directamente la mortalidad de especies de fauna.

Para la subregión del sur de Sudamérica, los riesgos están asociados al aumento en la frecuencia de las sequías, lo que se asocia a un aumento en la frecuencia de incendios. No se identifica un patrón consistente de tendencias de aumento de las temperaturas y disminución de las precipitaciones como en la subregión del suroeste de Sudamérica. La exposición de los ecosistemas de estepa es relevante, ya que sostienen la seguridad alimentaria y son la principal área productiva. Se ha observado un cambio en la productividad de los ecosistemas de estepa debido a la disminución de las precipitaciones. Existen antecedentes de del impacto de los incendios en las especies presentes en el bosque nativo, así como del aumento de las condiciones de estrés y de salud de los bosques, lo cual es muy relevante ya que esta subregión mantiene especies forestales únicas en el planeta. Los impactos del cambio climático se concentran en los ecosistemas de estepas asociados al aumento en los niveles del mar, que puede

destruir las zonas de pastizales húmedos y marismas que son muy comunes y concentran una gran diversidad florística y de aves. Existe una conexión entre el incremento del derretimiento de los glaciales y el cambio en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas ribereños y costero-marinos en la zona de fiordos y canales. Se reconocen además impactos específicos sobre algunas especies forestales producto de eventos extremos de temperatura en verano. El impacto de las especies invasoras puede expandirse en los ecosistemas de estepas, tanto en el caso de especies de flora como de fauna. Ejemplos se identifican en el caso de especies de Pinos que se han transformado en una invasión dentro de estos ecosistemas, haciendo también más sensibles a los impactos de los incendios.

Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad en Chile a escala nacional

Chile es un país con características geográficas que lo dotan de una rica biodiversidad al presentar distintos tipos de climas que favorecen el surgimiento de especies únicas y endémicas. Sin embargo, los estudios de los efectos del cambio climático en esta materia son aún incipientes pese a que se cuenta con evidencia que confirman que el clima en el país ha cambiado en el último siglo. En la literatura está bien documentada, la mayor ocurrencia de fenómenos extremos relacionados al cambio climático (Castilla et al., 2019), tales como, eventos pluviales en la Zona Norte (Rondanelli et al., 2019), marejadas (Iguait et al., 2019), incendios forestales (González et al., 2011) y la actual mega-sequía en Chile Central, que empezó en 2010 (Garreaud et al., 2017). Esta heterogeneidad de impactos, se debe a la diversidad topográfica y características longitudinales que presenta el país (Arroyo et al., 2019; Ludeña & Ryfisch, 2015).

Marquet et al. (2019) realizan una compilación de la evidencia científica disponible sobre los impactos del cambio climático en Chile, y llevan a cabo modelaciones para predecir los cambios en la ubicación geográfica de ecosistemas de Chile a los años 2070-2100 bajo dos escenarios de emisiones de CO₂ (RCP2.5 y 8.5). Los resultados de este estudio dan cuenta que el cambio climático ha generado la paulatina muerte del follaje de muchos árboles del bosque esclerófilo de Chile Central, debilitamiento vegetacional en el desierto costero reflejado en una disminución histórica en la frecuencia de eventos de floración, y mayor mortalidad de cactáceas e incremento de especies exóticas (Arroyo et al., 2019). Se reporta también que, en localidades del sur del país ha disminuido el crecimiento de los árboles de lenga (*Nothofagus pumilio*) producto de condiciones más secas, y se espera un descenso en la línea arbórea producto de la aridez (Arroyo et al., 2019; Marquet, Vianna, et al., 2019). Sumado a lo anterior, se prevé que producto del aumento de las temperaturas y disminución

de las precipitaciones proyectadas se produzcan graves consecuencias en los bosques esclerófilos, lo cual se refleja en una disminución de los SS.EE que brindan (Arroyo et al., 2019). Así mismo, señalan los cambios en los rangos (mayoritariamente en dirección norte a sur) y tiempo de distribución de algunas especies de aves. Pocos estudios, han evaluado el impacto del C.C en mamíferos. (Molina et al., 2018) evalúan a distribución del zorro Darwin (*L. fulvipes*) bajo dos escenarios climáticos futuros (RCP2.6 y RCP8.5) prediciendo un aumento en el rango de distribución para el primer modelo, mientras que el modelo RCP8.5, muestra extinciones locales. (Cuyckens et al., 2015) exponen que las dos subespecies de guiña (*Leopardus guigna tigrillo* y *L. guigna guigna*) se verán afectadas por el cambio climático, pero los efectos sobre *L. guigna tigrillo* serán mayores debido a la reducción prevista de su hábitat potencial.

Es importante destacar la falta de información de los impactos del C.C en los polinizadores, aun cuando la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES por sus siglas en inglés) determinan que más del 75 % de los cultivos (alimentos) dependen de la polinización de animales, y los cultivos que dependen de los polinizadores contribuyen al 35% del volumen de los cultivos globalmente (IPBES, 2016). Estos resultados sugieren la existencia de cambios complejos y sinergias debido a la interacción de factores múltiples, incluyendo cambios en la fenología, desacoples entre polinizadores y las plantas que estos polinizan, y un efecto poco entendido sobre la regeneración de las especies vegetales, lo que en un círculo vicioso que afectará nuevamente a los polinizadores (Marquet et al., 2019).

Adicionalmente, a partir de la iniciativa del Atlas de Riesgos Climáticos (ARCLim). Se identificaron algunos de los principales efectos sobre la biodiversidad del país. En específico para el caso de la flora, los resultados son muy similares tanto para temperaturas como precipitación, concentrándose el mayor riesgo en el altiplano y en la zona centro sur. Donde este riesgo por ejemplo es asociado a una disminución de las precipitaciones, el genera una pérdida de biodiversidad. Por otro lado para el caso de la fauna los patrones de variación son similares, pero menores que para el caso de la flora, donde el mayor riesgo se produce producto de la disminución de las precipitaciones en la zona centro sur del país, los cuales se traducen en pérdidas de diversidad de fauna (ARCLIM, 2020).

Instrumentos legales relacionados a los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad en Chile

En respuesta a los desafíos globales de sustentabilidad y conservación, Chile ha ratificado los compromisos de la Convención sobre los Humedales en 1981, la

Cumbre de la Tierra realizada en Río de Janeiro en el año 1992, la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), el que se compone de las llamadas “20 Metas de Aichi”. Así mismo, en el 2015 el país es signatario de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Consecuentemente y con el propósito de cumplir los compromisos adquiridos en los acuerdos internacionales, Chile elaboró el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, publicado en 2014 por la División de Cambio Climático (actual Oficina de Cambio Climático) perteneciente al Ministerio del Medio Ambiente (MMA), el cual es considerado como el instrumento articulador al entregar el marco conceptual y los lineamientos para la adaptación en Chile para los diferentes sectores, entre ellos Biodiversidad.

El Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad fue elaborado por el MMA, en el marco del PANCC-I (Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012), aprobándose en julio del 2014 por el Consejo de ministros para la Sustentabilidad. El objetivo principal de este plan corresponde a: Fortalecer la capacidad del país en todos sus niveles para responder a los desafíos climáticos y a la creciente presión humana sobre los bienes y servicios de los ecosistemas chilenos, identificando e implementando medidas de relevancia nacional sinérgicas entre conservación de la biodiversidad y su adaptación al cambio climático, que permitan, por una parte, aminorar las consecuencias negativas del cambio climático sobre los ecosistemas y la población y, por otra, asegurar la provisión continua de bienes y servicios ecosistémicos. Paralelamente, entre los años 2015 y 2016, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en conjunto con el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) desarrollaron la Política Forestal 2015-2035, el Programa de Acción Nacional contra la Desertificación, la Degradación de las Tierras y la Sequía 2016-2035 (PANCD) y, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025 (ENCCRV).

La Política Forestal 2015-2035, incorpora el cambio climático al analizar y definir los temas del presente y del futuro del sector forestal bajo un enfoque de sustentabilidad, que promueva un progreso armónico entre lo ambiental, económico, social, laboral, tecnológico y político. Mientras que, el PANCD 2016-2030 se estableció como una alineación técnica y operativa directa con las medidas de acción que contempla la ENCCRV, cuyo objetivo central es identificar, prevenir y controlar las causas que provocan la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía, especialmente en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, así como fomentar el manejo sustentable de tierras en todos los ecosistemas del país, mediante la coordinación y concurrencia ordenada de acciones, programas y recursos de los organismos e instituciones vinculadas a la gestión de los recursos naturales, generando medidas

prácticas que permitan prevenir, detener y revertir dichos procesos de degradación y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.

De esta forma, la ENCCRV busca disminuir la vulnerabilidad social, ambiental y económica que genera el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía sobre los recursos vegetacionales y comunidades humanas que dependen de éstos, a fin de aumentar la resiliencia de los ecosistemas y contribuir a mitigar el cambio climático, fomentando la reducción y captura de emisiones de gases de efecto invernadero en Chile. Por su parte, en el 2018, se aprobó la Estrategia Nacional de Biodiversidad (2017-2030) en el contexto del proyecto "Planificación Nacional de la Biodiversidad para apoyar la implementación del Plan Estratégico de la Convención de Diversidad Biológica (CDB, por sus siglas en inglés), 2011-2020", ejecutado conjuntamente por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés).

Resumen de las principales evaluaciones a escala nacional de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad en Chile

PNACC BIO 2014

En 2010, el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) de Chile desarrolló, encomendado por la CONAMA, el estudio denominado "Vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático". El referido estudio analizó la vulnerabilidad de la biodiversidad de Chile en el contexto del cambio climático a través de la comparación entre la distribución actual de las especies y ecosistemas en relación con la distribución esperada en futuros escenarios climáticos. Como resultado de la modelación del nicho ecológico potencial se observó que las consecuencias esperadas del cambio climático en Chile dependerán fundamentalmente de las capacidades de dispersión o migración a gran escala de las especies estudiadas. Considerando que las especies tienen limitaciones para dispersarse cuando cambian las condiciones ambientales en sus áreas tradicionales, la gran mayoría de las 1447 especies de flora terrestre y 67 especies de fauna analizadas, presentarían reducciones en su área de distribución proyectada. Según estas tendencias y referente al escenario A2 del futuro clima ("escenario severo" según catalogación del IPCC), hay dos especies de plantas que se podrían encontrar en peligro de extinción: *Festuca orthophylla* (nombre común: Paja Brava) que pertenece a la vegetación de tipo xerófila de las zonas andinas y *Nassauvia digitata* de la familia de las Asteráceas (amelos). Los impactos del cambio

climático sobre los 36 ecosistemas evaluados en este estudio muestran un patrón de variación latitudinal en casi todas las unidades presentes en la zona costera e interior del norte y centro de Chile. Así también, las unidades con vegetación esclerófila y espinosa son las que muestran mayor variación en sus rangos de distribución actuales. La mayor cantidad de cambios en las unidades de vegetación estimados hacia fines de siglo ocurriría en la zona central de Chile, área donde los ecosistemas experimentarían mayor dinamismo. Los resultados indican, por ejemplo, que las unidades del bosque espinoso mediterráneo interior en el escenario climático A2 y el matorral bajo desértico andino en el escenario B2 (“escenario moderado” según IPCC), presentarían considerables reducciones en su área de distribución. En este contexto, la vegetación del hotspot de clima mediterráneo y templado sería altamente vulnerable a los fenómenos del cambio climático. Para el caso de los humedales altoandinos, en el extremo norte del país, se seleccionaron 8 sitios correspondientes a las cuencas con mayor cantidad de hábitat de humedal. Para cada una de éstas se realizó un balance hídrico y se evaluó las modificaciones en el ciclo hidrológico producto de los cambios que se anticipan en el clima. Las proyecciones de clima futuro realizadas para todos los puntos evaluados muestran una tendencia de incremento de temperaturas que en la mayoría de los casos está en el rango de 2 a 4.5°C de incremento. En cuanto a las precipitaciones, pese a que los modelos de clima global presentan incertidumbre en cuanto a esta variable, el análisis de los modelos a escala local proyecta consistentemente una disminución de entre un 5% y un 25% de la media de precipitación anual actual. La estimación de caudales futuros para los puntos de modelación mostró para todos los casos una disminución entorno a un 40% en las cuencas altiplánicas y del Río Lluta, donde actualmente existen remanentes de caudal significativos. En el caso de las cuencas del Salar de Atacama y Río Loa, donde los datos hidrológicos muestran una clara condición de aridez con volúmenes de caudales despreciables, claramente las condiciones de clima futuro extremarán esta condición. Los resultados del análisis indican que el balance hídrico futuro se caracterizará por una tendencia a reducir el agua de precipitaciones, caudales y escorrentía superficial, siendo estos los principales sostenedores de los humedales de esta zona, lo que significaría un perjuicio en la estabilidad y funcionalidad ecológica de estos ecosistemas.

Estudio del Centro de Agricultura y Medio Ambiente de la Universidad de Chile (AGRIMED)

Con un enfoque diferente al del IEB, el estudio del grupo de investigadores de la Universidad de Chile analizó los posibles impactos de relevancia ecosistémica del futuro clima sobre cada uno de los 127 pisos vegetacionales de Chile, aplicando, a nivel nacional, una resolución espacial de 1km para la caracterización

climática. El estudio hace un aporte en la evaluación del estrés bioclimático que podrían provocar los nuevos escenarios climáticos en los ecosistemas (pisos vegetacionales), en la primera mitad de este siglo y efectúa también una evaluación de la vulnerabilidad “no climática” de los pisos, considerando: la presencia de especies invasoras, la “huella humana” (Sanderson et al, 2002), el grado de protección en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, la extensión territorial potencial del piso y su superficie remanente actual. El estrés bioclimático se estima como una función de las diferencias entre las condiciones promedios durante 1980-2010 (línea base) y las condiciones esperadas en 2030 y 2050. Como variables del clima se aplica: la temperatura estival (enero), la temperatura invernal (julio) y el grado de aridez. Aplicando este concepto, e incorporando además otras variables no climáticas que inciden en la vulnerabilidad de los ecosistemas, se identifican como especialmente afectados para el escenario 2050 los pisos de vegetación situados en la zona central del país, entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos. Entre ellos, los más vulnerables serían algunos pisos pertenecientes a las formaciones vegetacionales Bosque Esclerófilo, (tales como el Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Azara integrifolia* y el Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*), Bosque Caducifolio (como el Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*, el Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens* y el Bosque caducifolio mediterráneo-templado costero de *Nothofagus obliqua* y *Gomortega keule*) y Bosque Laurifolio (Bosque laurifolio templado interior de *Nothofagus dombeyi* y *Eucryphia cordifolia* y Bosque laurifolio templado costero de *Aextoxicon punctatum* y *Laurelia sempervirens*). Los autores consideran que la velocidad de adaptación de las comunidades de plantas y animales no es compatible con la rapidez con que se prevé que seguirán ocurriendo los cambios climáticos en el mundo. Aunque el territorio chileno posee condiciones particularmente favorables para atenuar la magnitud de los cambios en las temperaturas, esto no es lo mismo en el caso de las precipitaciones, que amenazan con seguir disminuyendo durante varias décadas más, lo que afectaría seriamente a los recursos hídricos y a la vegetación natural, que debería adaptarse en una importante extensión del territorio a una condición algo más árida. Los resultados del estudio señalan que la región central del país podría ser la más afectada por la disminución de las precipitaciones, mientras que el aumento de la temperatura se haría sentir con fuerza en las regiones altas, por sobre los 2000 m. Es claro que, a la luz de los resultados, el cambio climático representa una amenaza para los equilibrios ecosistémicos en toda la extensión territorial chilena. Los mayores riesgos aparecen en la zona central de clima mediterráneo, lo que no significa que los ecosistemas australes, de altura o desérticos estén fuera de riesgo. Particular atención requerirán los ecosistemas de altura, no sólo por la amenaza climática, sino por el importante rol regulador hídrico que ejercen en las partes altas de las cuencas. Los autores plantean que

los bioclimas que sustentan a la mayor parte de los ecosistemas podrían desconfigurarse sin llegar a reconfigurarse en otro lugar del territorio, lo que deja poco lugar a los posibles desplazamientos latitudinales o longitudinales de los ecosistemas. Lo más probable es que esto provoque la emergencia de nuevas combinaciones de especies, las que pueden tardar centenas de años en alcanzar un nuevo equilibrio.

ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2017-2030

De acuerdo con la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Chile es parte de los países especialmente vulnerables al cambio climático, por cumplir con siete de las nueve características de vulnerabilidad. De las características de nuestro país, dos de ellas corresponden al contexto ecosistémico: poseer zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal y poseer ecosistemas frágiles, incluidos los ecosistemas montañosos. Nuestras especies y ecosistemas terrestres, acuáticos continentales y marinos, han evolucionado dentro de ciertos rangos de eficiencia y tolerancia en relación con los parámetros climáticos. No obstante, los cambios acelerados que se están produciendo podrían modificar los patrones de temperatura y precipitaciones, probablemente más allá de los umbrales de tolerancia biológica, que hasta ahora los ecosistemas y especies han enfrentado. De acuerdo con estudios del estrés bioclimático, se identifican como especialmente afectados para el escenario 2050, los ecosistemas terrestres situados en la zona central del país, entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos. Entre ellos, los más vulnerables serían algunos pertenecientes a las formaciones vegetacionales de bosque esclerófilo, bosque caducifolio, y bosque laurifolio. Los ecosistemas del ámbito acuático continental también presentan vulnerabilidad frente al cambio climático, en particular los humedales costeros y altiplánicos. Pese a estos antecedentes, de todos modos, es preciso incrementar el conocimiento sobre los impactos del cambio climático para el ámbito marino, de aguas continentales y terrestre. La velocidad de adaptación de las comunidades de plantas y animales no es compatible con la rapidez con que se prevé seguirá ocurriendo el cambio climático en el mundo. A estos cambios deben sumarse otros factores, como la pérdida de grandes extensiones de cobertura forestal, con la consecuente erosión e incapacidad del suelo de retener el agua y la explotación intensiva de los recursos hídricos, los que crean un escenario aún más incierto ante el cambio climático.

Es evidente que el cambio climático representa un factor de amenaza para los equilibrios ecosistémicos en toda la extensión territorial chilena, comprometiendo

la capacidad de proveer servicios ecosistémicos que se necesitan para el desarrollo del país. Los mayores riesgos aparecen en la zona central de clima mediterráneo, lo que no significa que los ecosistemas australes, de altura o desérticos, estén fuera de riesgo. Particular atención requerirán los ecosistemas de altura, no sólo por la amenaza climática, sino, por el importante rol regulador hídrico que ejercen en las partes altas de las cuencas. Los bioclimas que sustentan la mayor parte de los ecosistemas podrían desconfigurarse, sin llegar necesariamente a reconfigurarse en otro lugar del territorio, lo que deja poco lugar a los posibles desplazamientos latitudinales o longitudinales de los ecosistemas. Lo más probable es que esto provoque la emergencia de nuevas combinaciones de especies, las que pueden tardar centenares de años en alcanzar un nuevo equilibrio.

COMITÉ CIENTIFICO COP25 2019

El cambio climático es considerado la tercera amenaza global a la biodiversidad después del cambio del uso del suelo, del mar y la explotación directa de las especies. En Chile, si bien todavía la investigación sobre sus efectos en los ecosistemas y biodiversidad es escasa, existe evidencia que nos permite concluir que los cambios ya han empezado y contamos con modelos predictivos de los cambios esperados con el correr de este siglo. Por ejemplo, en el desierto costero del extremo norte del país se han registrado largos períodos sin floración y una gran mortalidad de cactáceas. El bosque esclerófilo interior de Chile Central muestra los primeros indicios de desertificación producto de la mega sequía. Para las aves, hay evidencia de cambios de distribución en varias especies y del tiempo de residencia en el sur del país. En la Patagonia argentina que colinda con Chile, se han registrado las primeras señales de un avance de la línea arbórea en la cordillera. El modelamiento bajo diferentes escenarios de emisiones de CO₂ muestra que, si la temperatura global continúa aumentando y las precipitaciones continúan disminuyendo en gran parte del país, el paisaje chileno será muy diferente al actual, con grandes cambios en la distribución de los ecosistemas y las especies nativas y exóticas. Respecto de los polinizadores, los escenarios sugieren cambios complejos y sinérgicos debido a la interacción de factores múltiples, incluyendo cambios en la fenología, desacoples entre polinizadores y las plantas que estos polinizan, y un efecto poco entendido sobre la regeneración de las especies vegetales, lo que en un círculo vicioso afectará nuevamente a los polinizadores. Por otro lado, cambios en el ciclo del carbono, sobre todo en el tiempo de residencia y secuestro, pueden verse potenciados por las interacciones del cambio climático con otros forzantes como el cambio de uso de suelo y la pérdida de biodiversidad. El cambio climático y el cambio de uso de suelo sugieren escenarios preocupantes sobre la dinámica de los incendios,

que, si bien son en su mayoría causados por el ser humano, las condiciones del paisaje promueven que sean cada vez más frecuentes e intensos, lo que tiene impactos ecológicos y socioeconómicos múltiples. En particular, la expansión de las especies invasoras, facilitada por los incendios forestales, podría tener impactos negativos en la biodiversidad y podrían cambiar la dinámica de las comunidades microbianas del suelo, con consecuencias sobre el ciclo del carbono. Por otra parte, el cambio climático podría promover el establecimiento de plagas agrícolas nuevas o aumentar los daños causados por organismos exóticos o nativos ya presentes. El conocimiento del efecto del cambio climático sobre los servicios ecosistémicos todavía es limitado; la mayor parte de la investigación se ha hecho en torno de la regulación del ciclo hidrológico que tiene consecuencias directas para la sociedad, y hay pocos estudios sobre otros efectos menos evidentes, como la disminución del valor de nuestros paisajes para el turismo y la recreación. Si bien existen evidencias de efectos directos e indirectos del cambio climático en los ecosistemas de Chile, hay grandes brechas de conocimiento debido a una falta de estudios de largo plazo y la corta duración de los proyectos de investigación, entre otras. Para completar estas brechas, se recomienda que los científicos del país aborden una serie de preguntas científicas de relevancia para sus regiones respectivas. Las preguntas deben abarcar escalas espaciales distintas e incorporar los avances tecnológicos disponibles. Estas preguntas deben formar la base de un programa de investigación sectorial financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile con un horizonte de tiempo mínimo de quince años. Por otra parte, el país debe contar con un programa de monitoreo y medición tanto sistemática como permanente del estado de los ecosistemas a escala local y regional para anticipar, mitigar o reparar impactos negativos del cambio climático sobre la biodiversidad. Se propone que el Ministerio del Medio Ambiente, con la colaboración del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, cree un observatorio nacional de la biodiversidad y ecosistemas que se relacione con el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas. Dicho observatorio debe ampliar los esfuerzos existentes incorporar diversos actores de la sociedad —como los guardaparques—, incorporar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en el que hay que mejorar el monitoreo, y sistematizar la información en una plataforma disponible al público. Por último, urge la búsqueda de un mecanismo para mejorar el acceso a la información sobre la historia de los ecosistemas del país contenida en las colecciones biológicas, producto del esfuerzo de los primeros naturalistas y numerosas expediciones de los siglos pasados. Evitar grandes efectos del cambio climático en la biodiversidad y los ecosistemas es fundamental para asegurar el bienestar de los chilenos en un mundo altamente impredecible.

ARClim 2020

Las principales conclusiones del análisis realizado en el componente biodiversidad se identifican en los patrones espaciales del riesgo frente al cambio climático y en las respuestas del espacio climático actual ante el cambio futuro del clima. La zona centro sur presenta el mayor riesgo frente a las variaciones futuras en el clima. Este riesgo se podría expresar en una menor capacidad de las especies, tanto de flora y fauna, para permanecer en las áreas donde actualmente reconocemos su distribución y presencia. En el caso del movimiento futuro de las distribuciones de las especies, se observa una respuesta que es dependiente de la zona geográfica y de la amplitud del rango de distribución. Combinando ambos resultados, se prevé que especies, de flora o de fauna, que se distribuyen actualmente en la zona centro sur y que tienen rangos de distribución restringidos serán las más afectadas, en términos negativos, por efecto del cambio climático. En relación con las brechas de información y las limitaciones metodológicas de este análisis, se debe señalar que los resultados representan un nivel de organización de la biodiversidad (especies), dos grupos taxonómicos (flora vascular y animales vertebrados) y en el ámbito terrestre. Se excluyen, por falta de información, niveles de organización clave para la adaptación al cambio climático, como es el genético. También se excluyen grupos taxonómicos como la flora no vascular o los invertebrados y no se incluye ningún análisis en el ámbito marino o dulceacuícola. Existen algunos aspectos que ya se están trabajando y que podrían mejorar los análisis aquí presentados, como la incorporación de bases de datos de ocurrencias geográficas en repositorios abiertos. Todas estas brechas deberían ser incorporadas en próximas evaluaciones, de modo de obtener análisis más exhaustivos y representativos del efecto del cambio climático en la biodiversidad en Chile.

CUARTA COMUNICACIÓN NACIONAL ANTE LA CMNUCC 2021

Los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad en Chile se han estudiado en forma progresiva desde el año 2010, tanto en los impactos a nivel de especies como de ecosistemas. Para especies individuales, la mayoría de los análisis se han orientado en analizar los cambios en los patrones geográficos de distribución bajo escenarios futuros. En términos generales, la mayoría de las especies muestra una disminución en las áreas climáticas potenciales adecuados para su persistencia, independientemente del grupo taxonómico y de la zona del país analizada. Esto se puede identificar en análisis realizados con especies de flora, como de fauna. La extensión de los rangos de distribución históricos hacia el polo (movimiento desde el norte hacia el sur), también se ha identificado en especies de aves, en la zona norte y centro del país, como también en el extremo sur de Chile, como es el caso documentado para algunas especies migratorias en la zona de la

Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos. También se han hecho análisis para casos específicos como la flora para el área de clima tipo mediterráneo. Las proyecciones a nivel nacional identifican la zona centro sur y el altiplano como las con mayores riesgos al cambio climático, producto del aumento en la temperatura promedio anual y de la reducción de las precipitaciones.

En el marco del proyecto ARCLim, se evaluó el riesgo al cambio climático del componente biodiversidad, analizando especies de flora vascular y fauna de vertebrados presentes en Chile continental. Las amenazas fueron definidas como la variación de las temperaturas y precipitaciones entre la situación actual y el escenario futuro. La exposición corresponde a la disponibilidad de superficie remanente de la vegetación natural y la sensibilidad al cambio climático, se basó en un índice de tolerancia climática (margen de seguridad) y la capacidad adaptativa de las especies, definida como la amplitud de su nicho climático. Los resultados, señalan que el mayor riesgo se concentra en la zona centro sur del país, donde se combinan una alta variación climática respecto al escenario futuro, una menor superficie remanente de vegetación natural y la presencia de un mayor número de especies de flora y fauna con menor tolerancia a la variación del clima actual, junto a nichos climáticos restringidos. Estos antecedentes definen que el riesgo al cambio climático sea mayor en la zona centro sur, independiente del grupo analizado (flora o fauna) o de la variable climática (temperatura o precipitación). Otros efectos del cambio climático a nivel de especies se han identificado en la flora de la zona norte del país, con la variación de los eventos de floración del desierto florido, el aumento de la mortalidad de una especie de cactácea y la identificación de nuevas especies, además del cambio en la composición del ensamble de fauna, asociado a eventos extremos asociados al fenómeno del niño. Se ha documentado también el efecto negativo sobre la vegetación de matorral andino presente sobre el límite arbóreo del bosque esclerófilo. Otro efecto que se ha reconocido en los últimos años y por lo tanto existen pocos antecedentes de su impacto y extensión, es el proceso de pérdida del follaje en especies del bosque esclerófilo de Chile central, esto ha sido documentado mediante técnicas de sensores remotos y los primeros análisis indican que el proceso de pérdida del follaje está directamente relacionado a la mega sequía en curso en Chile central, incluso en especies adaptadas a condiciones de sequía. Existen además análisis del impacto del cambio climático, en dos de las mayores amenazas que se reconocen para la biodiversidad, como lo son las invasiones biológicas y los incendios. En el caso de las invasiones biológicas, se han proyectado bajo escenarios futuros las especies vegetales exóticas presentes en Chile y los resultados muestran una ampliación del rango de distribución de las especies. En la actualidad las especies exóticas vegetales se concentran entre las regiones de Valparaíso y la del Biobío, hacia el norte hasta la ciudad de La Serena (Región de Coquimbo) y hacia el sur hasta la ciudad de Puerto Montt (Región de Los Lagos). Además de las especies invasoras

y los incendios, hay que sumar el impacto de las actividades humanas, con la expansión de los centros urbanos y de la frontera agrícola y forestal. La mantención de la biodiversidad de los ecosistemas mediterráneos debe entenderse como la primera prioridad para la protección bajo el escenario del cambio climático. Además, estos ecosistemas son unos de los menos protegidos a nivel nacional, con menos de un 5% de su superficie protegida oficialmente. Los efectos del cambio climático a nivel de ecosistemas se han analizado con menor cantidad de estudios que en el caso de las especies, concentrándose principalmente en la variabilidad espacial de los ecosistemas bajo escenarios climáticos. Los resultados siguen los principales patrones globales de distribución, el movimiento ascendente de los espacios climáticos adecuados actuales, desde zonas costeras e interiores hacia la zona andina y el movimiento hacia los polos desde los ecosistemas del norte hacia el sur en busca de áreas más húmedas. Los cambios en temperatura y disponibilidad de agua ya han generado impactos directos en el funcionamiento de los bosques en el país como la disminución del vigor de los bosques mediterráneos, disminución en el crecimiento en los bosques mediterráneos y templados, en la regeneración de bosques de *Nothofagus*. También se han determinado efectos indirectos, ya que los cambios en el clima pueden interactuar y facilitar la actividad de otros agentes de disturbios tales como incendios, viento, insectos y patógenos. Por ejemplo, se han evidenciado efectos negativos sobre bosques producto de incendios forestales en los climas mediterráneos y templado de Chile centro y centro sur y también incendios en la Región de Aysén asociados a días con registros históricos de temperatura máxima. En general se ha observado una disminución del crecimiento en los bosques en toda su distribución asociado principalmente a la disminución de las precipitaciones. Se señala además que los bosques de *Araucaria* son vulnerables a condiciones más secas y mayores temperaturas por los impactos directos e indirectos del cambio en el clima, reflejados en daño foliar y disminución del crecimiento asociado a la disminución de la actividad fotosintética, haciendo a las poblaciones de esta especie más vulnerable a los patógenos.

Otros documentos relevantes

Existen algunas experiencias prácticas en Chile en que se está estudiando la vulnerabilidad de la biodiversidad frente al cambio climático. Entre estas destaca el proyecto GEF "Protegiendo la Biodiversidad y Múltiples Servicios Ecosistémicos en Corredores Biológicos de Montaña del Ecosistema Mediterráneo de Chile", que instaló en la Cordillera de los Andes de la región metropolitana de Santiago un sitio de monitoreo GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) pasando así a formar parte de la Iniciativa para la Investigación y el seguimiento global de ambientes alpinos, el cual es un proyecto internacional que cuyo objetivo es realizar estudios comparativos de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad, específicamente plantas vasculares y no vasculares de zonas de alta montaña (MMA y ONU Medio Ambiente, 2020).

De la misma forma, en el último año el proyecto GEF "Conservación de Humedales costeros de la zona centro sur de Chile" realizó una evaluación de las reservas de carbono azul (orgánico sedimentario) en los humedales costeros de la desembocadura del río Elqui, Mantagua, Cahuil, Rocuant-Andalién y Queule. De este trabajo se obtienen los cálculos de carbono por humedal, mostrando que existe más carbono en los humedales del sur que los del norte, y, además, se estimaron las emisiones de carbono asociadas a las pérdidas proyectadas de cobertura de estos humedales, siendo la pérdida del humedal Queule la mayor fuente potencial de liberación a la atmósfera del carbono orgánico almacenado en los suelos (Araya y Messuto, en revisión).

Asimismo, consultorías como la desarrollada por el Centro de Cambio Global de la UC denominada "Desarrollo de indicadores para el monitoreo y evaluación del progreso de la adaptación al cambio climático a nivel nacional" (CCG, en revisión) están levantando indicadores relevantes y pertinentes para cuantificar el progreso de la adaptación en Chile en los sectores más vulnerables al cambio climático. En este trabajo, se desarrolló un set de indicadores sectoriales, tales como el Indicador Porcentaje de superficie de área protegida (para la cadena de Impacto Pérdida de fauna por cambios de temperatura perteneciente al sector Biodiversidad). Además, se complementaron y recalcularon 11 cadenas de impacto existentes del Atlas de Riesgos Climáticos, entre ellos la cadena de pérdida de biodiversidad marina por cambios en la temperatura del mar, y se desarrollaron indicadores de vulnerabilidad intersectoriales, como el porcentaje de superficie terrestre protegida por comuna, superficie con proyecto de restauración implementado por región, porcentaje de superficie marina protegida y áreas marinas protegidas con plan de manejo.

Por otro lado, recientemente se han desarrollado nuevos estudios que permitirán un avance en la planificación de conservación de la biodiversidad bajo escenarios de cambio climático. A nivel mundial destaca la clasificación global de ecosistemas global realizada por Keith et al (2022). Esta clasificación integra tanto características funcionales como de composición de los ecosistemas, siendo la primera que incluye todos los ámbitos naturales del planeta (terrestre, marino, dulceacuícola y subterráneo), permitiendo por primera vez, que se evalúe el estado de conservación y establezcan prioridades de protección a escala global bajo una clasificación de ecosistemas unificada. A nivel más local, también se han desarrollado nuevos enfoques conceptuales que permiten evaluar los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad, como es el caso del estudio que determina las áreas que pueden actuar como refugios climáticos terrestres y marinos para la biodiversidad de la Patagonia chilena, lo cual permite tener una nueva aproximación para apoyar la priorización de áreas para la conservación bajo escenarios de cambio climático (Pliscoff P, 2022).

De la misma forma FAO (2022) destaca como la planificación y gestión espacial, en los sectores de la pesca y la acuicultura, es una poderosa base para desarrollar estrategias de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos de acuerdo con las características específicas de cada zona, destacando a Chile por el uso de la herramienta ARClm y sus mapas de los riesgos climático en la acuicultura. Así mismo, con respecto a mitigación al cambio climático, es interesante el fomento al manejo de ecosistemas marinos, especialmente en nuestro país, donde las macroalgas entregan un gran potencial de mitigación. Es así como se ha propuesto una hoja de ruta para el carbono azul que incluye resolver brechas de información en ecosistemas prioritarios, realizar un catastro nacional y un balance periódico de carbono azul, entre otras (Rehbein et al, 2020).

Estado Arte Marino en proceso

El estado del arte marino a nivel nacional incluirá cuatro etapas de desarrollo. La primera etapa consistirá en una recopilación de la información de la vulnerabilidad del cambio climático en la biodiversidad a nivel internacional IPCC IPBES para la región Latinoamérica y la revisión de literatura científica a nivel nacional. La segunda etapa incluirá la actualización del Plan oceanográfico de adaptación, el cual consiste en una actualización de informe SIOCC (Sistema integrado observación del océano) preparado en el marco de COP25 y de sistemas de observación existentes utilizando la plataforma de OCC y otras disponibles. La tercera etapa consiste en la actualización del plan nacional de

pesca y acuicultura (MMA) y, por último, se realizará una integración de los planes de adaptación existentes a nivel nacional y latinoamericanos, analizando las estrategias y señalando las coincidencias a nivel internacional. Mayor detalle sobre el estado del arte marino realizado por expertos será incluido en la próxima entrega (encargado a Camila Fernandez de COPAS).

2.4. Desarrollo de estudio de evaluación de riesgo climático (avance) (3.2)

El proceso de actualización del PNACC Bio incorpora el desarrollo de un estudio de evaluación de riesgo climático, el cual de acuerdo con las definiciones entregadas en el Marco metodológico de ARClím (Pica-Téllez et al. 2020) y las Guías para la evaluación de Riesgo climático (GIZ, EURAC & UNU-EHS 2018 y GIZ y EURAC 2017), ha sido definido como la probabilidad e intensidad esperada de impactos negativos sobre un territorio, los sistemas sociales y comunidades humanas que lo habitan, que resulta de sucesos o tendencias de naturaleza climática y que resulta de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro.

De esta forma, en este estudio se identificarán las principales amenazas y sistemas prioritarios a evaluar respecto a la biodiversidad en Chile, considerando los niveles de ecosistemas y especies nativas, además de especies exóticas invasoras, en ambientes terrestres, marino-costera y aguas continentales. Con esta información se actualizarán las cadenas de impacto ya existentes en ARClím (ecosistemas y especies nativas terrestres) y se integrarán nuevas cadenas de impacto en la evaluación de riesgo climático (privilegiando que cumplan los estándares de ARClím).

El estudio de vulnerabilidad incluirá un análisis de vulnerabilidad de biodiversidad a nivel nacional y un análisis de brechas donde se identificarán las brechas más relevantes en el país respecto a conocimiento e información disponible y posibles soluciones a brechas de observación y predicción

2.4.1. Análisis de vulnerabilidad a nivel nacional

En la siguiente tabla podemos observar, clasificadas por ambiente terrestre, aguas continentales y marino, las diversas cadenas de impacto que serán analizadas en los estudios de evaluación de riesgo y, las correspondientes propuestas metodológicas que serán utilizadas para su estudio. En total, se analizarán 7 cadenas terrestres, dos de las cuales serán actualizadas (distribución de especies, y distribución de ecosistemas), una cadena en ambiente dulceacuícolas y cuatro cadenas de impacto en zonas marinas.

Tabla 2-4. Cuadro explicativo de división de análisis de vulnerabilidad de biodiversidad al Cambio climático.

Ambiente	Cadenas de impacto	Impacto	Metodología
Terrestre	Polinización	Pérdida de especies de insectos/ de aves/ redistribución altitudinal y latitudinal de insectos	Análisis de bases de datos de ocurrencia históricas

Ambiente	Cadenas de impacto	Impacto	Metodología
Terrestre	Verdor de bosques	Desertificación/ reducción biomasa	Cambios en la productividad. Análisis tendencias NDVI obtenido de imágenes MODIS
Terrestre	Invasiones biológicas	Pérdida de especies/ redistribución de especies	Base de datos de ocurrencias de especies de flora invasoras. Modelos de nicho bajo escenarios de CC
Terrestre	Distribución de especies	Pérdida de fauna/pérdida de flora por disminución de hábitat/ cambios altitudinales	Base de datos de ocurrencias de especies de flora y fauna. Modelos de nicho bajo escenarios de CC
Terrestre	Distribución de ecosistemas	Disminución superficie ecosistemas / cambios línea arbórea/ invasión especies exóticas/ cambios composición local de especies	Pisos vegetacionales. Modelos de nicho bajo escenarios de cambio climático
Terrestre	Variación del cuerpo de agua en humedales costeros	Transformación de ecosistema costero/ pérdida de especies de aves, insectos, peces, flora	Análisis y modelación de caudales en cuencas
Terrestre	Variación productividad en humedales costeros	Pérdida de especies de flora, disminución vigor vegetal	Cambios en la productividad de humedales. Análisis de tendencias de NDVI obtenido de imagen satelitales
Dulceacuícola	Distribución de peces dulceacuícolas en cuencas hidrográficas	Pérdida de especies de peces/ invasiones especies exóticas/	Datos presencia de peces. Modelos de nicho basado en regresiones logísticas bajo escenarios de CC
Marino	Cambios de productividad en el océano costero chileno	Pérdida de especies/ cambio estructura comunitaria/ cambio procesos ecosistémicos	Monitoreo de variables físico-químicas en el mar, utilizando los sistemas observación existentes

Ambiente	Cadenas de impacto	Impacto	Metodología
Marino	Eventos extremos y climáticos y su efecto en el ecosistema marino	Cambio en distribuciones de especies/cambio estructura comunitaria/ cambio procesos ecosistémicos	Monitoreo de variables físico-químicas en el mar, utilizando los sistemas observación existentes, proyecto CO2
Marino	Floraciones de Algas Nocivas (FAN): ocurrencia y factores de interés.	Pérdida de especies/ cambio estructura comunitaria/ cambio procesos ecosistémicos	Monitoreo de variables físico-químicas en el mar, utilizando los sistemas observación existentes, proyecto CO2
Marino	Variabilidad ambiental (temperatura, hipoxia)	Cambio en distribuciones de especies/cambio estructura comunitaria/ cambio procesos ecosistémicos	Monitoreo de variables físico-químicas en el mar, utilizando los sistemas observación existentes, proyecto CO2

Fuente: Elaboración propia.

2.5. Identificación de medidas de adaptación (avance) (3.3)

2.5.1. Identificación de medidas de adaptación al cambio climático del sector biodiversidad en Chile

En esta sección se presenta una identificación de las medidas de adaptación al cambio climático del sector biodiversidad en Chile. Esta se basa en una revisión de los planteamientos contenidos en otros instrumentos y estudios sobre la adaptación de la biodiversidad al cambio climático.

La LMCC, la ECLP y la NDC

La LMCC establece que el MMA debe elaborar el plan nacional de adaptación al cambio climático para el sector de Biodiversidad, de acuerdo con los objetivos y metas establecidos en la ECLP. Este plan debe presentar una descripción detallada de las medidas de adaptación, indicando plazos, responsables y prioridad según su costo-efectividad. Adicionalmente la ECLP establece que se debe contribuir al cumplimiento de los compromisos de la NDC: actualización del Plan de Adaptación de Biodiversidad y compromisos en bosques, turberas ecosistemas y océanos.

La ECLP establece 5 objetivos y 36 metas en biodiversidad y 3 objetivos y 24 metas en océanos. Estos objetivos son:

Biodiversidad

- Objetivo 1: Contribuir a la recuperación y conservación de la diversidad de los organismos vivos que forman parte de ecosistemas del país, tanto terrestres como marinos, costeros, de aguas continentales e islas oceánicas.
- Objetivo 2: Promover la protección de los ecosistemas de importancia de biodiversidad para aumentar su representatividad, a través de figuras de protección y otros mecanismos de conservación y restauración.
- Objetivo 3: Promover la restauración a escala de paisajes a fin de recuperar la biodiversidad nativa, la funcionalidad y estructura de los distintos tipos de ecosistemas (terrestres, marinos-costeros y de aguas continentales, tales como bosques nativos, bosques y praderas de algas, turberas, humedales, entre otros) y la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, aumentando la resiliencia de los territorios y comunidades frente al cambio climático y otros factores de degradación.

- Objetivo 4: Proveer y movilizar recursos financieros para cerrar la brecha en financiamiento de conservación y restauración de la biodiversidad en el contexto del cambio climático, para así cumplir los compromisos internacionales y nacionales de Chile en la materia, a través de la puesta en marcha de una estrategia para la movilización de recursos económicos que integre distintas fuentes y mecanismos de financiamiento tanto públicos como privados.
- Objetivo 5: Fortalecer la incorporación de objetivos de biodiversidad y uso de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en políticas, planes y programas de los sectores públicos y privados, incluyendo los instrumentos de gestión y planificación territorial.
- Objetivo 6: Evitar, reducir y revertir la degradación de los ecosistemas mediante la promoción del uso, producción y consumo sustentable de los recursos naturales.

Es importante notar que en los objetivos 1, 2 y 3 hay metas cuya implementación está condicionada por la creación del SBAP.

Océanos

- Objetivo 1: Fortalecer la institucionalidad nacional relativa a los distintos ámbitos de trabajo en materia oceánica, fomentando la coordinación, desarrollo de capacidades, información y toma de decisiones.
- Objetivo 2: Generar acciones, basadas en la mejor ciencia posible en materia oceánica para la preservación del stock y secuestro de carbono en ecosistemas marinos y costeros.
- Objetivo 3: Promover el desarrollo de información para la gestión de impactos del cambio climático de las actividades productivas asociadas al Océano.

PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN BIODIVERSIDAD (2014)

El objetivo que se planteó en este plan fue fortalecer la capacidad del país en todos sus niveles para responder a los desafíos climáticos y a la creciente presión humana sobre los bienes y servicios de los ecosistemas chilenos. Se definieron 50 medidas correspondientes a cuatro objetivos específicos y sus respectivas líneas estratégicas de acción:

OE1. Investigación en biodiversidad y creación de capacidades en gestión, información y conciencia ambiental, a nivel nacional, regional y local.

Líneas estratégicas:

1. Diseño y desarrollo de una red de monitoreo de la biodiversidad terrestre y acuática tanto continental (incluyendo humedales altoandinos y costeros) como marina, dotada de un sistema de alerta temprana.
2. Capacitación, desarrollo de conciencia ambiental y capacidades de gestión en temas de la biodiversidad y del cambio climático y la desertificación para el sector público y privado, a nivel nacional, regional y local.
3. Promover la investigación en biodiversidad y su relación con el cambio climático e integrarla en proyectos financiados por fondos públicos y privados.
4. Elaboración de conceptos de gestión comunal como una herramienta de diagnóstico, planificación y gestión participativa para el desarrollo sustentable, con énfasis en biodiversidad y adaptación al cambio climático.

OE2. Promoción de prácticas productivas sustentables para la adaptación al cambio climático en biodiversidad y la mantención de los servicios ecosistémicos.

Líneas estratégicas:

1. Establecimiento de alianzas público-privadas e intersectoriales.
2. Fomento de buenas prácticas de manejo en los sistemas productivos y de gestión, integrando criterios de protección de la biodiversidad y adaptación al cambio climático.
3. Aplicar el enfoque ecosistémico en el sector de la Pesca y la Acuicultura como un mecanismo de adaptación al cambio climático.

OE3. Consideración de objetivos de biodiversidad en los instrumentos de planificación territorial urbana, planes regionales de ordenamiento territorial (PROT), u otros, como mecanismo de adaptación al cambio climático.

Líneas estratégicas:

1. Inclusión de objetivos de biodiversidad en los planes regionales de ordenamiento territorial (PROT) como mecanismo de adaptación al cambio climático.
2. Consideración de objetivos de protección de la biodiversidad en los instrumentos de planificación territorial urbana como mecanismo de adaptación al cambio climático.

OE4: Fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas e implementación de medidas de adaptación al cambio climático a nivel de ecosistemas y especies, en ambientes tanto terrestres como marinos, costeros, de aguas continentales e islas oceánicas, tanto en espacios rurales como urbanos y periurbanos.

Líneas estratégicas:

In situ:

1. Diseño, fortalecimiento e implementación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, públicas y privadas, terrestres, marinas y acuáticas continentales.
2. Promover la integración de ecosistemas terrestres, marinos y de aguas continentales vulnerables al cambio climático, en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado.
3. Conservación y restauración de ecosistemas degradados o vulnerables.
4. Diseño e implementación de corredores biológicos entre áreas protegidas y gestión de zonas de amortiguación y paisajes de conservación (infraestructura verde).
5. Soluciones de adaptación basadas en servicios ecosistémicos para atenuar los riesgos y amenazas por desastres naturales ocasionados por el cambio climático sobre la biodiversidad y poblaciones locales.
6. Implementación de medidas de control y eventualmente erradicación de especies exóticas invasoras, cuyo impacto podría exacerbarse bajo los efectos del cambio climático, en el marco de la Estrategia Nacional Integrada para la Prevención, el Control y la Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras.
7. Conservación y recuperación de especies y comunidades biológicas en situación de amenaza, estrés ambiental o decaimiento de sus poblaciones.

Ex -situ:

8. Promoción, creación y fortalecimiento de bancos de germoplasma, jardines botánicos, conservatorios botánicos, centros de reproducción de fauna silvestre.
9. Desarrollo de programas de crianza y repoblamiento de especies nativas amenazadas.

La Evaluación final externa del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y del Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad entregó una serie de recomendación para la actualización del PNACCBIO. Entre ellas está la definición con mayor precisión de los objetivos específicos e

indicadores para las medidas, la necesidad de gobernanza, monitoreo y cálculo de necesidad de financiamiento para su priorización. La evaluación valoró la existencia de fichas para las medidas de adaptación, pero criticó la falta de priorización entre ellas. También menciona la falta de un análisis de las medidas que permita conectarlas con el logro de los resultados esperados.

Estudio del Centro de Agricultura y Medio Ambiente de la Universidad de Chile (AGRIMED)

Se recomienda concentrar los esfuerzos en incrementar la capacidad de recuperación (resiliencia) de la biodiversidad ante el futuro cambio climático, para lo cual se proponen como estrategias generales de adaptación:

- La reducción del estrés no climático tal como la contaminación, la sobreexplotación, la pérdida y fragmentación del hábitat y las especies exóticas invasoras.

- Una adopción más generalizada de las prácticas de conservación y uso sostenible en particular mediante el fortalecimiento de redes de áreas protegidas.

- Facilitar el manejo adaptativo a través del monitoreo y el fortalecimiento de los sistemas de evaluación.

- El empleo de un enfoque de adaptación basada en los ecosistemas (AbE) a fin de incorporar los servicios de la biodiversidad y los ecosistemas en una estrategia global de adaptación. Esto incluye la gestión sostenible, la conservación y la restauración de los ecosistemas para proporcionar servicios que ayuden a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático.

Recomendaciones de adaptación al cambio climático en biodiversidad

Las áreas protegidas, por su parte, tienen un rol muy importante en la mitigación y adaptación al cambio climático por cuanto ellas contribuyen a mantener la integridad de los ecosistemas, cumplen un efecto de amortiguación sobre el clima local, reducen los riesgos e impactos derivados de los eventos climáticos extremos tales como tormentas, sequías, elevación del nivel del mar. No obstante, su potencial es sólo parcialmente comprendido y su integridad permanece en riesgo. En ese sentido, los sistemas de áreas protegidas deben ser completados y tener un manejo efectivo para resistir y contribuir positivamente a las estrategias de adaptación frente a los efectos del cambio climático. Aumentar el tamaño de las áreas protegidas, su cobertura y conectividad, restaurar la vegetación, desplegar una gestión inclusiva permitiría ampliar el potencial de los sistemas de áreas protegidas como una solución frente a los desafíos del cambio climático. La biodiversidad se extiende también fuera de las áreas protegidas y, en ese

sentido, es pertinente el establecimiento de la llamada infraestructura verde. Esta última es un mosaico interconectado de áreas naturales algunas de las cuales están dentro del sistema de áreas protegidas y otras no. Esta infraestructura posibilita la conectividad de los ecosistemas a lo largo de gradientes ambientales, proporcionando la continuidad necesaria para los flujos de las poblaciones, la mantención de los procesos ecológicos y la provisión de servicios ecosistémicos a lo largo del territorio. Los programas de translocación asistida, la cría en cautiverio de los animales, el almacenamiento de germoplasma ex situ, pudieran también contribuir a mantener la capacidad de adaptación de las especies.

ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2017-2030

Si bien, se sabe que el cambio climático influye en la conservación de los ecosistemas, puede decirse, a su vez, que la conservación de los ecosistemas contribuye a enfrentar el cambio climático. En tal sentido, el Enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas, se fundamenta en la conservación, restauración y utilización sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que permiten a las personas adaptarse a los efectos adversos del cambio climático, manteniendo o aumentando la resiliencia y reduciendo la vulnerabilidad de los ecosistemas a través de su restauración y protección. La Adaptación basada en Ecosistemas debiera formar parte de una estrategia más amplia de adaptación, constituyendo soluciones naturales y costo-efectivas de adaptación al cambio climático, además de beneficios sociales, económicos, ambientales y culturales. Por lo mismo, la Convención de Diversidad Biológica (CDB) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) promueven este enfoque, instando a los países a incluirlo dentro de sus planes y estrategias de adaptación, de diversidad biológica, de reducción de la pobreza, y de gestión sostenible de la tierra.

2.5.2. Revisión de Planes Nacionales de Adaptación y Biodiversidad

2.5.2.1. Introducción

En la literatura ha existido una extensa discusión de las acciones para la adaptación al cambio climático y la biodiversidad. Estas recomendaciones pueden estar centradas en cambios en el manejo de las áreas protegidas (terrestres, marinas, humedales), manejo de especies, monitoreo y planificación, y modificaciones legales (Mawdsley, O'Malley, & Ojima, 2009).

Uno de los problemas más comunes de los planes nacionales ha sido abordar la pérdida de biodiversidad y los desafíos del cambio climático como problemas separados, sin considerar las profundas interconexiones entre ambos (Terton & Zuñiga. 2022). A nivel internacional el IPCC e IPBES han reconocido la importancia de integrar las estrategias para abordar estas dos amenazas. Adicionalmente también se han identificado interacciones entre las acciones para la mitigación de gases efecto invernadero y para la reducción en las pérdidas de la biodiversidad (Smith et al., 2022), por lo que no solo los planes de adaptación han incluido esta dimensión.

A continuación, se presenta la revisión de algunos planes nacionales de adaptación al cambio climático desde la perspectiva de la biodiversidad. Esta revisión no busca ser exhaustiva si no mostrar algunos ejemplos de cómo se ha abordado esta perspectiva.

2.5.2.2. España

El PNACC 2021-2030 de España plantea objetivos y líneas de acción específicas para los ámbitos Patrimonio Natural, biodiversidad y áreas protegidas, y Costas y medio marino (Gobierno de España, 2020). Para el primero de estos ámbitos los objetivos consisten en la actualización de estudios sobre los efectos del cambio climático, el apoyo de políticas y medidas para la adaptación de especie y ecosistemas, la incorporación de criterios de adaptación al cambio climático en la gestión de áreas protegidas, potenciar infraestructura verde, conectividad ecológica y soluciones basadas en la naturaleza (SbN), así como mitigar los riesgos asociados a las especies invasoras. Para el ámbito de Costas y medio marino los objetivos específicos proponen el desarrollo de herramientas para el análisis de riesgos, SbN en la costa, la incorporación de criterios de adaptación al cambio climático en la gestión de áreas protegidas marinas. Además, el plan plantea líneas de acción para cada ámbito que define responsables, indicadores de cumplimiento, financiamiento y necesidad de instrumentos normativos. Las líneas de acción por ámbito son las siguientes:

Patrimonio Natural, biodiversidad y áreas protegidas

- Incorporación del factor cambio climático en las estrategias nacionales de conservación y en los planes de conservación y recuperación de especies amenazadas
- Planificación y gestión de áreas Protegidas con criterios adaptativos
- Mejora de la capacidad adaptativa de la infraestructura verde
- Control de especies invasoras
- Incorporación del factor cambio climático en la conservación de los tipos de hábitats naturales y seminaturales y en su gestión adaptativa

Costas y medio marino

- Desarrollo de herramientas para el análisis de riesgos y la definición de iniciativas de adaptación en la costa y el mar
- Cambios en el marco normativo para facilitar la adaptación en las costas y el mar
- Integración de los riesgos costeros en planes y programas que incluyen el espacio litoral
- Desarrollo de iniciativas de adaptación en el dominio público marítimo terrestre y espacios conexos
- Impulso a la coordinación insitucional y la participación social para la adaptación en la costa y el mar

2.5.2.3. Costa Rica

Costa Rica desarrollo una estrategia y plan de acción para la adaptación del sector biodiversidad al cambio climático para el periodo 2015 – 2025 (BID-MINAE-SINAC-DDC, 2015). El documento de la estrategia presenta los impactos esperados del cambio climático en la biodiversidad, un contexto jurídico internacional y nacional de instrumentos y normativas relacionadas a biodiversidad y a cambio climático, así como de la institucionalidad para la implementación del plan. Luego presenta los lineamientos estratégicos y medidas de adaptación a nivel nacional, estos son:

1. El sistema de áreas protegidas es ajustado, fortalecido y reconocido como una medida para la adaptación al cambio climático.

2. El sistema de corredores biológicos es ajustado, fortalecido y reconocido como una medida para la adaptación al cambio climático.
3. El manejo y conservación de la biodiversidad se integra a procesos de ordenamiento territorial y a los sectores del desarrollo para la adaptación al cambio climático.
4. El manejo de la biodiversidad es reconocido y aplicado como un mecanismo para la adaptación de la biodiversidad al cambio climático.
5. La gestión del conocimiento, la generación y el manejo de información se integran a los procesos de planificación y toma de decisiones para la adaptación al cambio climático.
6. Los modelos de gobernanza, participación y coordinación institucional son fortalecidos y adecuados para promover comunidades resilientes, así como la adaptación humana y de la biodiversidad al cambio climático.
7. Las amenazas de origen antrópico a la biodiversidad son controladas y abatidas.
8. Las sinergias entre las estrategias y acciones de adaptación al cambio climático y las asociadas con la mitigación de los efectos de gases con efecto invernadero son fortalecidas e integradas en procesos de planificación de la biodiversidad y otros sectores.
9. Las capacidades técnicas e institucionales para internalizar la adaptación al cambio climático son fortalecidas y adecuadas para la planificación e implementación de acciones de adaptación.
10. La comunicación, la concientización e incidencia política fortalecen los procesos de gobernanza y la institucionalidad requeridas para la adaptación al cambio climático.

El documento además presenta el plan de acción para los diez años con tres fases: preparación, consolidación de capacidades e implementación, evaluación y seguimiento. Además, el plan propone un sistema de monitoreo, evaluación comunicación y aprendizaje, que permita ir revisando avances y modificando acciones con el surgimiento de nueva información. Este sistema se basa en el seguimiento de nueve indicadores que permiten evaluar los resultados de cada fase de la estrategia.

2.5.2.4. Canadá

La estrategia nacional de adaptación de Canadá de 2022 distingue cuatro sistemas claves para la resiliencia al cambio climático: Desastres, Salud y

bienestar, Naturaleza y biodiversidad, Infraestructura y economía y trabajadores (Environment and Climate Change Canada, 2022). El sistema Naturaleza y biodiversidad comprende ecosistemas terrestres, dulceacuícolas y costeros y marinos y propone cuatro objetivos:

- Las actividades humanas se transforman para detener y revertir la pérdida de biodiversidad y mejorar la conectividad y resiliencia de los ecosistemas.
- Los pueblos indígenas tienen la oportunidad y los medios para perseguir prioridades autodeterminadas de iniciativas de tutelaje de los ecosistemas.
- El uso de soluciones basadas en la naturaleza se acelera para aumentar la resiliencia y maximizar los co-beneficios, como reducir el estrés en la infraestructura gris y aumentar los beneficios sociales de la naturaleza.
- Los ecosistemas más afectados por el cambio climático son monitoreados, restaurados y manejados para asegurar su viabilidad continua y capacidad de adaptación.

Al igual que otros planes el de Canadá también establece un cronograma para la implementación, monitoreo y evaluación del progreso, a nivel nacional, provincial, territorial, así como en las acciones lideradas por los pueblos indígenas.

2.5.2.5. Europa

En el contexto del Pacto Verde Europeo este conglomerado adoptó la Estrategia de la Unión Europea (UE) sobre la biodiversidad hasta 2030, cuyo objetivo es poner fin a la pérdida de biodiversidad y tomar la senda de la recuperación al 2030 en beneficio de las personas, el clima y el planeta.¹ Entre sus objetivos específicos se buscar reforzar la resiliencia frente a los efectos del cambio climático. Las medidas se agrupan en cuatro categorías. La primera categoría contiene medidas que buscan establecer una red más amplia de espacios terrestres y marítimos protegidos. La segunda busca restaurar los sistemas degradados y gestionarlos de forma sostenible. La tercera busca reforzar la gobernanza para dar mejor seguimiento a los avances, mejorar el conocimiento, y financiamiento, y respetar más la naturaleza en las decisiones públicas y privadas.

¹ Ver https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/metadata/publications/eu-biodiversity-strategy-to-2020?set_language=es y https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_es

Asimismo, en 2021 la UE adoptó una nueva estrategia de adaptación al cambio climático, que busca que esta se convierta en una sociedad resiliente al clima y plenamente adaptada a los impactos inevitables del cambio climático.² La estrategia tiene como objetivos principales lograr una adaptación más inteligente, más sistémica y más rápida. La adaptación inteligente se refiere a mejorar el conocimiento y la gestión de la incertidumbre, por ejemplo, con mejores datos sobre las pérdidas climática. La adaptación más sistémica buscar apoyar el desarrollo de políticas macrofiscales, de soluciones basadas en la naturaleza y de adaptación local. A diferencia de otros países Europa considera parte de su estrategia la acción internacional para la adaptación.

2.5.2.6. Nueva Zelanda

En 2022 Nueva Zelanda publicó su primer plan nacional de adaptación al cambio climático, considerado como el primer paso para lograr la visión y objetivos de largo plazo del Gobierno. Este plan define cuatro prioridades: permitir decisiones mejor informadas de los riesgos, llevar el desarrollo climáticamente resiliente a los lugares correctos, sentar las bases para una variedad de opciones de adaptación, incluida la retirada controlada e incorporar la resiliencia climática en las políticas gubernamentales. Además, el plan distingue distintas áreas para abordar riesgos una para temas transversales y cinco áreas específicas: el ambiente natural; los hogares, edificios y lugares; la infraestructura; comunidades; la economía y el sistema financiero. Para cada una de ellas el plan identifica las agencias de Gobierno con acciones involucradas, la importancia para la resiliencia, los riesgos abordados, los objetivos específicos y las acciones críticas. En el caso del Ambiente Natural los objetivos buscan tener ecosistemas saludables y conectados, bioseguridad robusta y apoyo al trabajo con la naturaleza. Las acciones críticas son:

- Implementar el Plan de Acción de Adaptación al Cambio Climático (CCAAP) del Departamento de Conservación (DOC) para evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas y las especies a los impactos climáticos, y las acciones de adaptación para mejorar su resiliencia.
- Comprometerse con los consejos sobre cómo se pueden reducir los impactos climáticos en los ecosistemas costeros mediante la implementación de la Declaración de política costera de Nueva Zelanda.

² Ver https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/eu-adaptation-policy/strategy/index.html?set_language=es

- Implementar Te Mana o te Taiao – Estrategia de Biodiversidad de Aotearoa Nueva Zelanda para garantizar la protección, restauración y uso sostenible de la biodiversidad en Aotearoa.
- Implementar la Declaración de Política Nacional propuesta sobre Biodiversidad Indígena para proteger, mantener y restaurar la biodiversidad indígena.
- Entregar resultados climáticos, de biodiversidad y ambientales más amplios a través de un programa de trabajo integrado.
- Implementar programas clave de gestión de agua dulce para garantizar la disponibilidad de agua, la seguridad y vías fluviales saludables.
- Implementar la Declaración de Política Nacional sobre Gestión de Agua Dulce 2020 para garantizar el funcionamiento saludable de los ecosistemas de agua dulce y reducir los impactos negativos del uso de la tierra.
- Entregar acciones de bioseguridad para proteger nuestros ecosistemas indígenas y la economía de las especies invasoras.

Cada una de estas acciones tiene definido un horizonte de implementación, una agencia responsable y el objetivo al cual tributa.

3. Referencias

- Araya R y Messuto D. (en revisión) Reporte técnico Humedales costeros como sumideros de carbono azul. Proyecto GEF Humedales Costeros, ONU Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente.
- ARClím. (2020). *ARClím: Atlas de Riesgos Climáticos*. Gerraud, R., Meza, F., Bustos, Susana., Pica, A., Falvey, M., Silva, I. et al. MMA, CR2, CCG-UC. <https://arclim.mma.gob.cl/about/>
- Arroyo, M., Pauchard, A., Alarcón, D., Armesto, J., Bozinovic, F., Bustamante, R., Echeverría, C., Estay, S., García, R., Gaxiola, A., Miranda, M., Pliscoff, P., Rozas, D., Salas-Eljatib, C., & Rozzi, R. (2019). «Impactos del cambio climático en la biodiversidad y las funciones ecosistémicas en Chile». En P. A. Marquet et al. (editores), *Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad*.
- BID-MINAE-SINAC-DDC. (2015). Estrategia y plan de acción para la adaptación del sector biodiversidad de Costa Rica al cambio climático (2015-2025). San José, Costa Rica. Obtenido de [<https://www.sinac.go.cr/ES/docu/coop/proy/Estrategia%20de%20adaptaci%C3%B3n%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico.pdf>]
- Castilla, J., Meza, F., Vicuña, S., & Montero, J. P. (2019). *Cambio climático en Chile : ciencia, mitigación y adaptación*. Santiago, Chile : Ediciones UC.
- CCG (en revisión) Desarrollo de indicadores para el monitoreo y evaluación del progreso de la adaptación al cambio climático a nivel nacional. Desarrollado para el Ministerio del Medio Ambiente
- Cuyckens, G. A. E., Morales, M. M., & Tognelli, M. F. (2015). Assessing the distribution of a Vulnerable felid species: threats from human land use and climate change to the kodkod *Leopardus guigna*. *Oryx*, 49(4), 611–618. <https://doi.org/10.1017/s003060531300135x>
- Environment and Climate Change Canada. (2022). Canada's National Adaptation Strategy. Obtenido de [<https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-plan/national-adaptation-strategy/full-strategy.html>]
- FAO (2022). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- GIZ y EURAC 2017: Suplemento de Riesgo del Libro de la Vulnerabilidad. Guía sobre cómo aplicar el enfoque del Libro de la Vulnerabilidad con el nuevo concepto de riesgo climático del IE5 del IPCC. Bonn: GIZ.
- GIZ, EURAC & UNU-EHS (2018): Evaluación de Riesgo Climático para la Adaptación basada en Ecosistemas –Una guía para planificadores y practicantes, Bonn: GIZ.

- Gobierno de España. (2020). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021- 2030. Obtenido de [<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/>]
- González, Mauro E, Lara, Antonio, Urrutia, Rocío, Bosnich, & Juvenal. (2011). *Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33° - 42° S)*. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002011000300002>
- Garreaud, R. D., Alvarez-Garreton, C., Barichivich, J., Boisier, J. P., Christie, D., Galleguillos, M., Lequesne, C., Mcphee, J., & Zambrano-Bigiarini, M. (2017). The 2010-2015 megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrol. Earth Syst. Sci*, 21, 6307–6327. <https://doi.org/10.5194/hess-21-6307-2017>
- Igualt, F., Breuer, W. A., Contreras-López, M., & Martínez, C. (2019). Effects of climate change on the urban tourist and coastal area of Viña del Mar: Survey of damage for flooding by storm surge and perception of security. *Revista 180*, 44(44), 120–133. [https://doi.org/10.32995/rev180.Num-44.\(2019\).art-626](https://doi.org/10.32995/rev180.Num-44.(2019).art-626)
- IPBES. (2016). *Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*. [Main researchers: S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, H].
- IPCC, 2022: 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 University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
- Keith, D.A., Ferrer-Paris, J.R., Nicholson, E. et al. A function-based typology for Earth's ecosystems. *Nature* 610, 513–518 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05318-4>
- Ludeña, C. E., & Ryfisch, D. (2015). *Chile: Mitigación y adaptación al cambio climático*. Banco Interamericano de Desarrollo, Nota Técnica.
- Mawdsley, J. R., O'Malley, R., & Ojima, D. S. (2009). A Review of Climate-Change Adaptation Strategies for Wildlife Management and Biodiversity Conservation. *Conservation Biology*, 23(5), 1080–1089. Obtenido de [<http://www.jstor.org/pucdechile.idm.oclc.org/stable/40419680>]
- Marquet, P., Fernández, M., Pliscoff, P., Smith-Ramírez, C., Arellano, E., Armesto, J., Bustamante, R., Camus, P., Durán, A. P., Echeverría, C., T.Fuentes-Castillo, Gaxiola, A., Gaymer, C., Gelcich, S., Hucke-Gaete, R., Manuschevich, D.,

- Martínez-Harms, M. J., Naretto, J., Quirici, V., ... Tironi, M. (2019). «Áreas protegidas y restauración en el contexto del cambio climático en Chile». En P. A. Marquet et al. (editores), *Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad*. Santiago:
- MMA y ONU Medio Ambiente. (2020). Reporte 2020 de Estado de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Expresión Regional del SIMBIO Región Metropolitana de Santiago. Desarrollado y financiado por: Proyecto GEFSEC ID 5135 Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente, Santiago, Chile. 110 pp.
- Ministry for the Environment. (2022). Aotearoa New Zealand's first national adaptation plan. Wellington. Ministry for the Environment. Obtenido de [<https://environment.govt.nz/publications/aotearoa-new-zealands-first-national-adaptation-plan/>]
- Molina, J. R., Moreno, R., Castillo, M., & y Silva, F. R. (2018). Economic susceptibility of fire-prone landscapes in natural protected areas of the southern Andean Range. *Science of the Total Environment*, 619, 1557–1565.
- Pauli H. Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., Steinbauer, K., Grabherr, G., Benito Alonso, J.L., Villar, L. (2015). Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básicos, complementarios y adicionales. 5ª edición. 10.2777/37575.
- Pica-Téllez, A.; Garreaud, R.; Meza, F.; Bustos, S.; Falvey, M.; Ibarra, M.; Duarte, K.; Ormazábal, R.; Dittborn, R.; Silva, I. Informe Proyecto ARClím: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC and Meteodata for the Ministerio del Medio Ambiente via La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ): Santiago, Chile, 2020.
- Pliscoff, P. (2022) Identificación de refugios climáticos terrestres y marinos en la Patagonia. Programa Austral Patagonia de Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Pörtner, H.O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W.L., Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P. A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman, E., Pandit, R., Pascual, U., Pires, A. P. F., Popp, A., Reyes-García, V., Sankaran, M., Settele, J., Shin, Y. J., Sintayehu, D. W., Smith, P., Steiner, N., Strassburg, B., Sukumar, R., Trisos, C., Val, A.L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D.C., Rogers, A.D., Díaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N., Ngo, H.T. 2021. IPBES-

IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change; IPBES and IPCC. DOI:10.5281/zenodo.4782538.

Rondanelli, R., Hatchett, B., Rutllant, J., Bozkurt, D., & Garreaud, R. (2019). Strongest MJO on Record Triggers Extreme Atacama Rainfall and Warmth in Antarctica. *Geophysical Research Letters*, 46(6), 3482–3491. <https://doi.org/10.1029/2018GL081475>

Rehbein JA., Encalada G, and Jorge Barbosa (2020) Propuesta de hoja de ruta para el carbono azul en Chile. Washington, DC: World Bank.

Sanderson, E.W., Jaiteh, M., Levy, M.A., Redford, K.H., Wannebo, A.V., Woolmer, G., 2002. The human footprint and the last of the wild. *BioScience* 52 (10), 891.

Smith, P., Arneeth, A., Barnes, D. K. A., Ichii, K., Marquet, P. A., Popp, A., ... Ngo, H. (2022). How do we best synergize climate mitigation actions to co-benefit biodiversity? *Global Change Biology*, 28(8), 2555–2577. <https://doi.org/10.1111/GCB.16056>

Terton, A. & G. Zuñiga. (2022). Promoting Synergies Between Climate Change Adaptation and Biodiversity - Through the National Adaptation Plan and National Biodiversity Strategy and Action Plan Processes. Obtenido de [<https://unfccc.int/documents/619807>]