

Documento Testimonial y de Análisis Efectos del Cambio Climático en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado



ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Y RECURSOS VEGETACIONALES



Foto portada: Parque Nacional Isla Magdalena



Documento Testimonial y de Análisis

**Efectos del Cambio Climático en el
Sistema Nacional de Áreas Silvestres
Protegidas del Estado**

Como citar este documento

Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2018. Documento Testimonial y de Análisis de los Efectos del Cambio Climático en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Santiago. Chile. 76 pp.



Documento Testimonial y de Análisis

**Efectos del Cambio Climático en el Sistema
Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado**



Gobierno de Chile
Ministerio de Agricultura (MINAGRI)
Corporación Nacional Forestal (CONAF)



Autores

Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal (GEDEFF). Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA)

Mattar, César. Médico Veterinario. Magíster en Medio Ambiente; Doctor en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias.

Soto, Gabriela. Médico Veterinario. Master of Science; Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza.

Gerencia de Áreas Silvestres Protegidas (GASP). Departamento de Conservación de la Diversidad Biológica

Díaz, Miguel. Médico Veterinario. Magíster en Conservación de la Naturaleza y Áreas Silvestres Protegidas. Departamento de Conservación de la Diversidad Biológica.

Colaboradores

Medina, Paula. Alumno en Práctica, egresada de Geografía.

Se agradece a la Gerencia de Áreas Silvestres Protegidas de CONAF por posibilitar el trabajo conjunto y facilitar las fotografías utilizadas en el documento.

Además se agradece a la Secretaría de Comunicaciones y a los profesionales a cargo del archivo fotográfico de CONAF por facilitar las fotografías de los guardaparques utilizadas en el documento.

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) agradece la incalculable colaboración de los guardaparques del SNASPE que participaron otorgando insumos para la elaboración de este documento:

Aintzane Cariñanos	Parque Nacional Torres del Paine
Aldo Reyes Muñoz	Parque Nacional Radal Siete Tazas
Álvaro D'Amico Najum	Parque Nacional Queulat
Álvaro Palma	Monumento Natural Salar de Surire
Álvaro Tralma Norambuena	Reserva Nacional Vicuñas
Benito Millalén	Reserva Nacional Villarica
Carlos Hernández Valderrama	Parque Nacional Puyehue
Carlos Reyes González	Reserva Nacional los Queules
Catalina Parra Loyola	Reserva Nacional Río Clarillo
Cesar Bastias	Parque Nacional Vicente Pérez Rosales
Christopher Sepúlveda	Reserva Nacional Ñuble
Claudio Correa Morales	Monumento Natural Cerro Ñielol
Cristian Alegría Aravena	Reserva Nacional Los Bellotos del Melado
Cristian Céspedes	Reserva Nacional Pingüino de Humboldt
Darío Salas Salinas	Reserva Nacional Mocho Choshuenco
Eduardo Mora	Parque Nacional Corcovado; Reserva Nacional Lago Palena
Efraín Gutiérrez Flores	Monumento Natural Salar de Surire
Eleodoro Gutiérrez Ibáñez	Parque Nacional Conguillio
Equipo de guardaparque	Monumento Natural la Portada
Eric Díaz Vergara	Parque Nacional Nevado de Tres Cruces
Fernando Campos	Reserva Nacional Federico Albert
Fernando Mansilla	Reserva Nacional Río Simpson
Francisco Astete	Reserva Nacional isla Mocha
Francisco Gascogne	Parque Nacional Bosque Fray Jorge
Gina Michea Anfossi	Monumento Natural Morado
Guillermo Araya Arredondo	Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández
Guillermo Reyes Cabrera	Reserva Nacional Isla Mocha
Héctor Carrasco Carrasco	Reserva Nacional Altos de Lircay
Hernán Amado Ojeda	Reserva Nacional Coyhaique
Hernán Velásquez Sandoval	Parque Nacional Cerro Castillo
Ignacio Miranda Flores	Santuario de La Naturaleza Laguna El Peral
Iván Bolívar	Reserva Nacional las Nalcas; Reserva Nacional Malalcahuello
Iván Castro	Parque Nacional Vicente Pérez Rosales
Jaime Hernández	Monumento Natural Lahuén Ñadi
Jaime Herrera	Reserva Nacional Isla Mocha
John Ruminot Vallejos	Parque Nacional Huerquehue
Jorge Hernández	Parque Nacional Vicente Pérez Rosales
Jorge Panichine Millacura	Parque Nacional Chiloé
Jorge Paredes Reyes	Parque Nacional Villarica
Jorge Vega	Parque Nacional Lullaillaco



Parque Nacional Corcovado

José Antonio Gayozo Riquelme	Parque Nacional Puyehue
José Gallegos Paredes	Parque Nacional Vicente Pérez Rosales
José Luis Gutiérrez	Parque Nacional Pan de Azúcar
José Mercado	Parque Nacional Alerce Andino
Jovita Ruiz	Reserva Nacional Magallanes
Juan Carlos Caticura Almonacid	Parque Nacional Vicente Pérez Rosales
Juan Carlos Correa Sanzana	Monumento Natural Contulmo
Juan Hidalgo	Parque Nacional Nahuelbuta
Juan Ignacio Olguín	Parque Nacional Morro Moreno
Juan León Silva	Reserva Nacional Altos de Pemehue
Leonardo Choque Quispe	Reserva Nacional las Vicuña
Luis Amado Vargas	Parque Nacional Hornopirén
Luis Borquez Borquez	Parque Nacional Villarrica Sur
Luis González Badilla	Reserva Nacional Laguna Torca
Luis Miranda Herrera	Monumento Nacional Santuario de la Naturaleza Río Cruces y Chorocamayo-Sitio Ramsar Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter
Luis Montecinos	Reserva Nacional Rio Simpson, Cerro huemules
Luisa Cortés Olea	Reserva Nacional Altos de Pemehue
Marcelo Martínez	Reserva Nacional Magallanes
Marco Carrillo Sánchez	Parque Nacional Vicente Pérez Rosales
Marcos Díaz Paredes	Parque Nacional Tolhuaca
Mario Higuera Feliú	Reserva Nacional Malleco
Mario Ortiz Lafferte	Reserva Nacional Las Chinchillas
Mario Vigores González	Parque Nacional Vicente Pérez Rosales
Miguel Infante Seguel	Parque Nacional Laguna del Laja
Nicolás Pacheco	Parque Nacional Puyehue
Oscar Sepúlveda Sandoval	Reserva Nacional Nonguén
Patricio Contreras Bravo	Parque Nacional Alerce Costero
Paula Herrera	Parque Nacional Chiloé
Paulina Correa	Reserva Nacional Pingüino de Humboldt
Pedro Jara	Reserva Nacional Los Ruiles
Raúl Caqueo Castillo	Reserva Nacional Pampa del Tamarugal
Ricardo Cid	Monumento Natural los Pinguinos
Ricardo Oyarzun Vargas	Reserva Nacional Laguna Parrillar
Roberto Cerda Rojas	Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha
Roberto Coz Saavedra	Reserva Nacional Trapananda
Roberto Cruz	Reserva Nacional los Flamencos
Roberto Garrido	Reserva Nacional Futaleufú
Rodrigo Rodríguez	Monumento Natural Cueva del Milodón, Parque Nacional Bernardo O'higgins, Reserva Nacional Alacalufes
Sandro Maldonado	Monumento Natural Quebrada de Cardones
Sebastián García	Parque Nacional Volcán Isluga
Tomas Ormeño	Parque Nacional Laguna San Rafael (sector exploradores)
Vicente Luis Sotomayor Muñoz	Reserva Nacional Ralco
Víctor Cariman	Monumento Natural Lahuén Ñadi
Walter Calle	Parque Nacional Lauca
	Parque Nacional Laguna San Rafael (área laguna)
	Reserva Nacional Rio de los Cipreses



Índice

Huemul (*Hippocamelus bisulcus*), Parque Nacional Bernardo O'Higgins

1. Resumen Ejecutivo	16
2. Introducción	20
2.1. Contexto Internacional	22
2.2. Contexto Nacional	24
2.3. Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)	27
3. Metodología	32
3.1. Recopilación de información para análisis de percepción de los guardaparques	34
3.2. Escenarios de proyección de cambio climático al 2050 en las áreas silvestres protegidas	36
4. Resultados	38
4.1. Análisis sobre la percepción de los guardaparques a los cambios ambientales ocurridos en las ASP	40
4.1.1. Impactos relacionados con cambios observados en la disponibilidad de agua	40
4.1.2. Impactos relacionados con cambios observados en las temperaturas, sequía y degradación de las tierras y erosión	43
4.1.3. Impactos relacionados a la ocurrencia de fenómenos extremos	44
4.1.4. Impactos percibidos sobre la flora, líquenes y hongos	46
4.1.5. Impactos percibidos sobre la fauna	46
4.2. Análisis sobre los cambios en la pluviometría y temperaturas proyectadas al año 2050	48
4.2.1. Comparación entre la pluviometría anual actual y la proyectada a 2050	48
4.2.2. Comparación entre la temperatura máxima del mes de enero actual respecto a la proyectada a 2050	49
4.3. Agrupación de las ASP a través de las variables de cambios en la pluviometría y temperaturas proyectadas al 2050	50
5. Conclusiones y Recomendaciones	56
6. Bibliografía	62
7. Anexos	66



Siglas

Siglas

ASP	Áreas Silvestres Protegidas
AV	Análisis de Vulnerabilidad
CDB	Convenio de Diversidad Biológica
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNULD	Convención de Lucha Contra la Desertificación
CO₂	Dióxido de Carbono
CONAF	Corporación Nacional Forestal
CoP	Conferencia de las Partes
DDTS	Desertificación, la degradación de las tierras y la sequía
DMC	Dirección Meteorológica de Chile
ENCCRV	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales
GASP	Gerencia de Áreas Silvestres Protegidas
GEDEFF	Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MINAGRI	Ministerio de Agricultura
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
NDC	Contribución Nacional Determinada
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OC	Objetos de Conservación
OCB	Objetos de Conservación de Biodiversidad
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PANCC	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPA	Precipitaciones anuales
RCP	Representative Concentration Pathways
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal, la Conservación, el Manejo Sustentable y el Aumento de las Existencias de Carbono.
SNASPE	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
TXE	Exposición a probables aumentos de temperaturas máximas durante el mes de enero
TNJ	Temperaturas mínimas durante el mes de julio
UCCSA	Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales
UNESCO	Organización de Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura.
UTCUTS	Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
Vu	Vulnerable

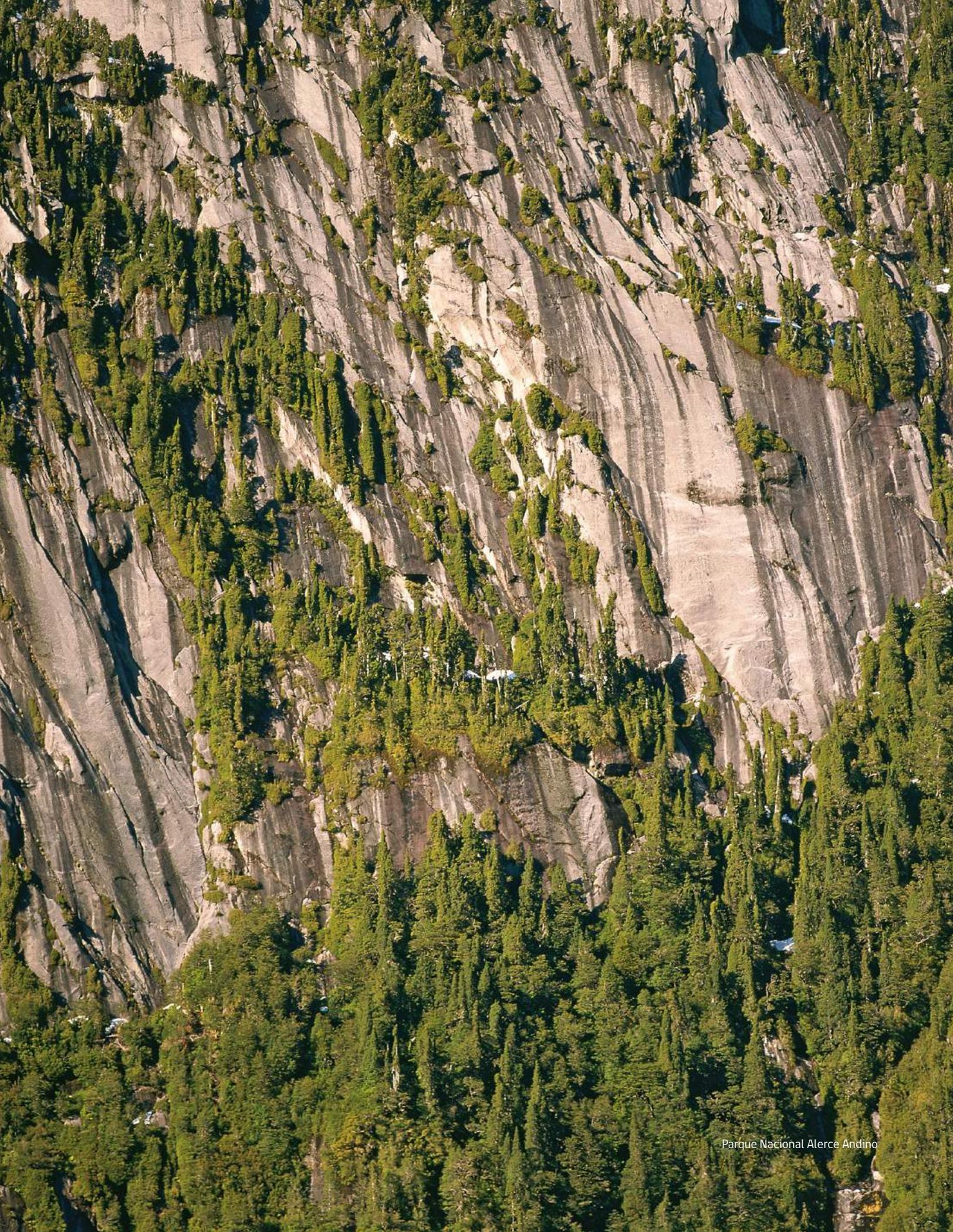
A close-up photograph of a hummingbird's beak and feathers. The beak is long, thin, and dark blue, pointing towards the left. The feathers are a mix of brown, orange, and yellow, with some iridescent blue and green. The background is a soft, out-of-focus green.

Resumen Ejecutivo

1



Picaflor de Juan Fernández (*Sephanooides fernandensis*), Parque Nacional Juan Fernández



Resumen Ejecutivo

El presente documento tiene como objetivo general recopilar en un escrito testimonial las percepciones de los guardaparques del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), dependiente de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), sobre los efectos del cambio climático observados en las áreas del SNASPE, además se presenta un análisis y proyecciones de los efectos de este fenómeno sobre las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) del Estado de Chile con base a datos nacionales.

El documento testimonial, es acompañado con resultados del cruce de esta información con antecedentes científicos de los efectos del cambio climático a través de una revisión bibliográfica de artículos elaborados tanto por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), así como otras publicaciones y antecedentes generados en el marco del desarrollo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) que lidera CONAF, además del juicio técnico de algunos profesionales de la Gerencia de Áreas Silvestres Protegidas (GASP) y de la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA) de CONAF.

La información se recopiló por medio de una ficha enviada durante diciembre de 2017 por GASP a todas las zonas del SNASPE con administración permanente, donde se consultó a los

guardaparques por cambios cualitativos detectados en variables de tipo físicas y biológicas. Cabe señalar que algunas ASP no cuentan con personal establecido todo el año debido a sus a veces inhóspitas características geográficas y de accesibilidad por lo cual no se obtuvo información específica para estas zonas. En total se recibieron respuestas de 70 ASP, lo que corresponde al 69,3% del total de las unidades ubicadas desde el Altiplano hasta el Cabo de Hornos.

Cabe señalar que algunos de los resultados muestran que actualmente hay importantes cambios ocurriendo en las ASP, además en relación a los pronósticos sobre los efectos del cambio climático en estas zonas, se obtuvieron resultados que indican que para el año 2050 algunas áreas presentarán importantes disminuciones de lluvias y alzas de temperatura. Por consiguiente, se debiese dar prioridad al diseño e implementación de estrategias que consideren medidas de mitigación y adaptación tanto operativas como de gestión a través de un sistema de priorización, empleando análisis de costo-beneficio y de viabilidad de implementación, además de considerar un monitoreo y evaluación de la efectividad de las medidas aplicadas por medio de sistemas existentes en la Corporación.

El documento ha sido desarrollado en conjunto por profesionales de la UCCSA perteneciente a la Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal (GEDEFF) y por profesionales de la GASP.



Introducción

2





Introducción

2.1. Contexto Internacional

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) define al Cambio Climático como un **cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables¹ (IPCC, 2014c)**, este cambio corresponde a una variación significativa y duradera de los patrones climáticos a nivel global y local, que entre sus causas destacan principalmente la quema de combustibles fósiles y la deforestación. Estas actividades generan un aumento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), siendo el dióxido de carbono (CO₂) uno de los más relevantes. Estos gases impiden que el calor se irradie fuera de la atmósfera provocando el calentamiento de la superficie terrestre, fenómeno que a la luz de las evidencias científicas se ha transformado en uno de los mayores retos que hoy enfrenta la humanidad. Como consecuencia del calentamiento de la superficie de la tierra se produce el calentamiento del océano, decrecimiento de los volúmenes de nieve y hielo a nivel global, elevación del nivel del mar, entre otros.

El cambio climático plantea diversos retos para la seguridad humana, debido a los problemas que las modificaciones en los patrones climáticos pueden representar para los sistemas de sustento, de por sí vulnerables y con dificultades para la adaptación. Desde el punto de vista social, este fenómeno puede generar dificultades que incluyen posibles conflictos por temas de disponibilidad de alimento y agua, salud, inequidad social y desplazamientos de asentamientos humanos por aumento del nivel del mar, sequías prolongadas, entre otros. Sin embargo, el cambio climático también ofrece oportunidades para el desarrollo sostenible, generación de nuevas tecnologías y acuerdos internacionales.

En respuesta a los desafíos que presenta el cambio climático a nivel global, en 1994 entró en vigencia la CMNUCC² cuyo objetivo fundamental es **estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Además, se declara que ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.**

En este contexto, el IPCC ha establecido una serie de informes que dan cuenta de los efectos del cambio climático en todo el planeta, las posibles medidas de mitigación y adaptación ante este. Estos informes se basan en datos científicos robustos con conclusiones relevantes sobre este fenómeno entre las cuales destaca que existe un 95% de seguridad de que las actividades realizadas por el hombre son la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo pasado (IPCC, 2013), confirmando que la mayoría de los cambios observados a nivel planetario no tienen precedente alguno.

¹ <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

² <http://unfccc.int/2860.php>



Estos antecedentes dejan de manifiesto que es apremiante que las autoridades, los tomadores de decisión, los actores sociales, académicos y todos los seres humanos en general, tomen un rol preponderante tanto en las acciones de mitigación como de adaptación a estos cambios.

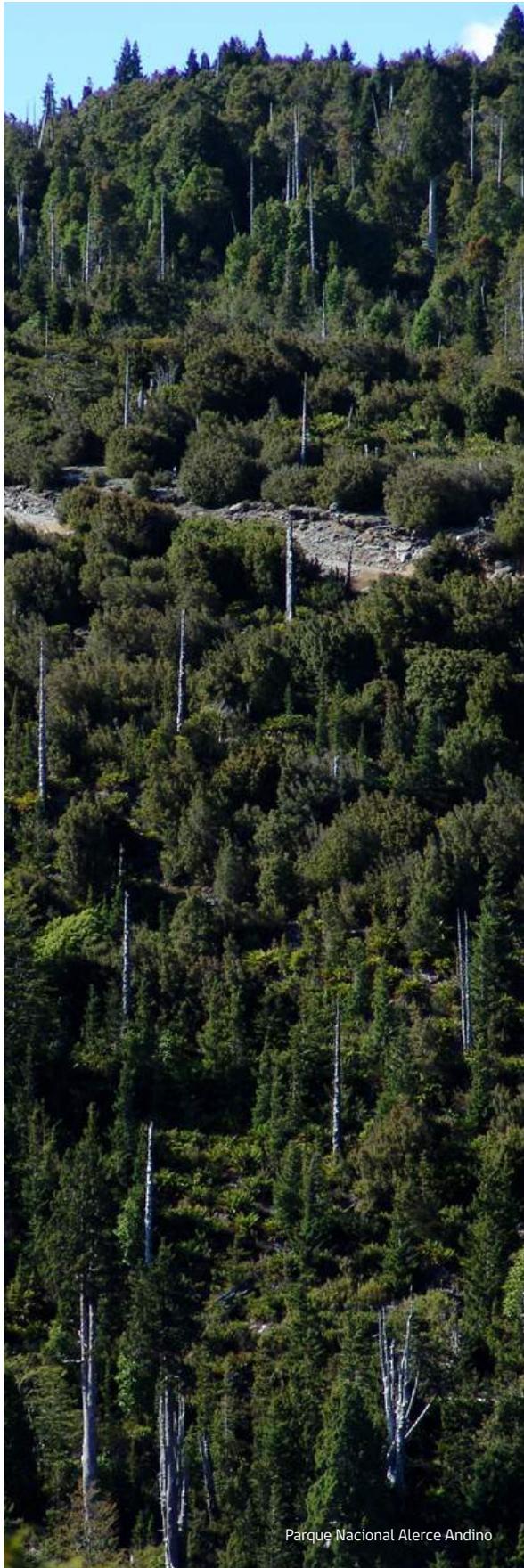
Existen dos conceptos importantes para entender esta temática, uno es **vulnerabilidad** frente al cambio climático, la cual se define como el nivel al que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar, los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación (IPCC, 2001). El segundo concepto es **adaptación**, definida por el IPCC (2001) como el ajuste en los sistemas naturales o humanos como respuesta a estímulos climáticos actuales o esperados, o sus impactos, que reduce el daño causado y que potencia las oportunidades benéficas.

En referencia a la vulnerabilidad, la **exposición** es un elemento a considerar y se refiere en general a la geografía, por ejemplo, las poblaciones que residen en zonas costeras tienen mayor probabilidad de ser afectadas por los cambios en el nivel del mar y patrones de las mareas que aquellas comunidades que no habitan en estas áreas. Así también, la **sensibilidad** es un concepto importante que representa el grado en el cual un ecosistema o localidad es afectada por el estrés climático, por ejemplo, un ecosistema que depende del agua lluvia para la subsistencia de las comunidades vegetales y animales que lo habitan podría ser más sensible a los cambios en los patrones de precipitación que un sistema que depende de la humedad en una zona costera.



Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)

Organismo establecido en el año 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) hoy denominado ONU Medio Ambiente. El IPCC realiza la evaluación formal de la información científica sobre el cambio climático, sus posibles consecuencias a nivel medioambiental, social y económico, así como la evaluación de las consecuencias de estos cambios y de las posibilidades de mitigación y adaptación.



Parque Nacional Alerce Andino

Cabe destacar que los principales indicadores utilizados para determinar la reducción de la vulnerabilidad y aumento de la capacidad de adaptación de los recursos vegetacionales al cambio climático son la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, incluyendo el suministro y regulación de los caudales, calidad de agua y la potencialidad productiva de los suelos.

De acuerdo con la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, el cambio climático puede convertirse en uno de los impulsores más importantes de pérdida de biodiversidad antes de finales de siglo. Algunos estudios sugieren una posible pérdida en la diversidad de especies, entre un 15 y 37% al año 2050, como consecuencia de este fenómeno (MMA, 2014), estas cifras serían mayores si se consideran otras perturbaciones como la sobreexplotación, fragmentación del hábitat, acidificación de los océanos, por lo cual el disminuir la vulnerabilidad de los ecosistemas es primordial.

Cabe señalar que a la fecha, sólo unas pocas extinciones de especies han sido atribuidas con alta confiabilidad al cambio climático, sin embargo se ha determinado que cambios climáticos globales naturales ocurridos en los últimos millones de años a tasas muchísimo más lentas que el actual cambio climático de origen antropogénico, han causado cambios significativos en los ecosistemas y extinciones de especies por lo que muchas de ellas especialmente las más vulnerables, podrían extinguirse (IPCC 2014a).

En tenor de lo anterior, tanto a nivel internacional como nacional se ha determinado que el sector forestal y los recursos vegetacionales en general, son sumamente relevantes tanto para el logro de las metas globales asociadas a mitigación como de adaptación al cambio climático y lucha contra la Desertificación, la Degradación de las Tierras y la Sequía (DDTS). En este contexto es que en la Conferencia de las Partes (CoP) 13 en el año 2007, adoptó la primera decisión sustancial sobre el enfoque de políticas de [Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal, la Conservación, el Manejo Sustentable y el Aumento de las Existencias de Carbono, conocido como REDD+](#) a través del [Plan de Acción de Bali](#)³, donde se establecieron las cinco actividades elegibles para este enfoque.

2.2. Contexto Nacional

A nivel nacional, el Estado de Chile promulgó el 31 de enero de 1995 el Decreto de Ley N°123 que ratificó la CMNUCC, entrando en vigencia como Ley de la República el 13 de abril del mismo año. Posteriormente, como consecuencia de diversos compromisos voluntarios asociados a la reducción de emisiones de GEI los cuales incluían el ámbito forestal e iniciados por la adhesión de Chile al denominado Acuerdo de Copenhague el 29 de enero de 2010, la postura del país se ha fortalecido en términos del rol que cumplen los recursos vegetacionales en materia de mitigación y adaptación al cambio climático⁴.

³ <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/spa/06a01s.pdf>

⁴ Para mayor información de los compromisos forestales asumidos en Chile en materia de cambio climático ver Nota Informativa N°1 disponible en <http://www.encrv-chile.cl/index.php/capacitate/publicaciones-encrv/item/323-nota-informativa-n-1>



Contribución asociada al Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS)

“Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 100.000 hectáreas de bosque, principalmente nativo, que representará capturas y reducción de Gases de Efecto Invernadero en alrededor de 600.000 toneladas de CO₂ equivalente anuales, a partir del 2030. Este compromiso está condicionado a la aprobación de modificaciones de la Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal”.

Sumado a lo anterior, “Chile se compromete a forestar 100.000 hectáreas, en su mayoría con especies nativas, que representarán capturas de entre 900.000 y 1.200.000 toneladas de CO₂ equivalente anuales, a partir del 2030. Este compromiso está condicionado a la prórroga del Decreto Ley N°701 y a la aprobación de una nueva Ley de Fomento Forestal”.

Más recientemente, en septiembre del año 2015, destaca la consignación oficial de la Contribución Nacional Determinada (NDC) de Chile ante la Secretaría de la CMNUCC, la que cobró mayor fuerza tras la adopción del Acuerdo de París en la Conferencia de las Partes número 21 (CoP 21), en diciembre de 2015.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, es tarea de todos los países fomentar la promulgación de leyes y reglamentos que regulen las acciones que contribuyen al cumplimiento de los compromisos del NDC, desarrollar lineamientos que impulsen medidas para poder mitigar y propiciar la adaptación al cambio climático en todos los ámbitos, impulsar y ejecutar planes y estrategias bajo las cuales se desarrollen acciones concretas a nivel territorial, educar y apoyar técnica y monetariamente a los ciudadanos para que tomen conciencia sobre esta temática y ejecuten ellos mismos acciones a nivel local.

En referencia a estos desafíos que incluyen al sector forestal, el Estado de Chile a través del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) y específicamente de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) ha formulado la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) 2017- 2025, con el objetivo general de *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 (CONAF, 2016).*

La ENCCRV ha sido diseñada para dar cumplimiento a las tres convenciones de Río: CMNUCC, Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y el Convenio

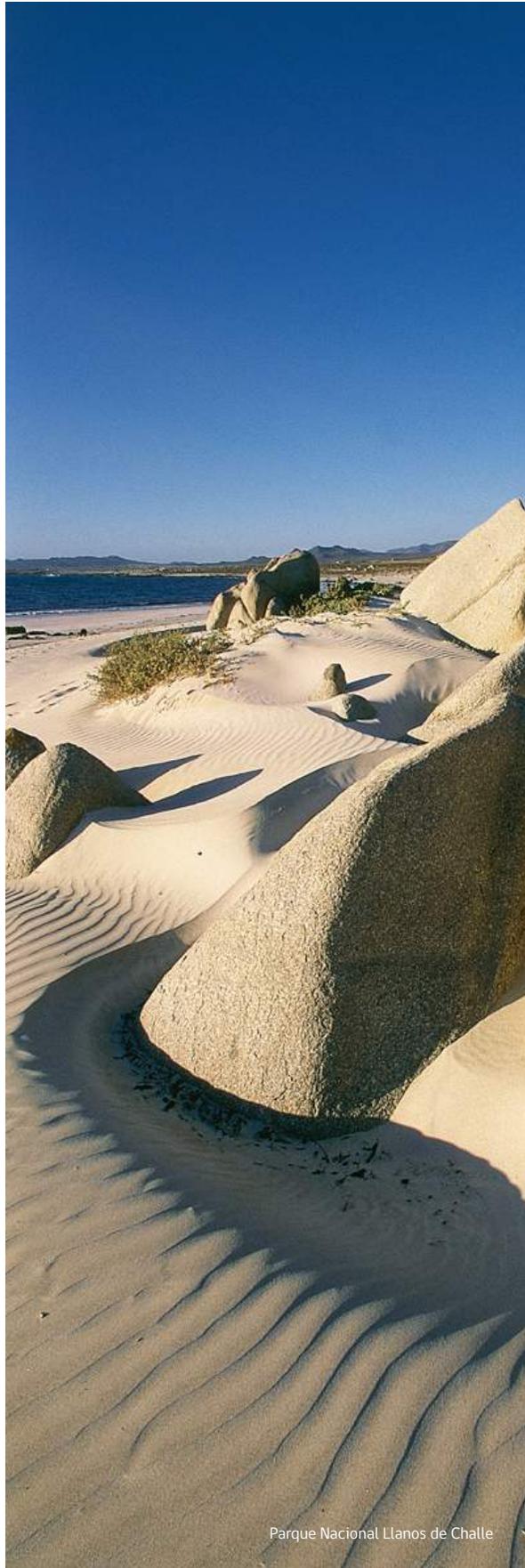
sobre la Diversidad Biológica (CDB). Además de contribuir con el alcance de otros compromisos, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, las Metas de Aichi para la biodiversidad, el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC), el Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario, la Política Forestal, entre otros. Cabe destacar que por las características del país también se han considerado a otros recursos vegetacionales como las formaciones xerofíticas, lo que es complementario a lo que se ha establecido en REDD+. La ENCCRV se operativiza mediante un conjunto de [medidas de acción⁵ directas⁶ y facilitadoras⁷](#) que se centran en enfrentar el cambio climático y la DDTS cumpliendo los objetivos y compromisos ya señalados.

En relación a los efectos del cambio climático en el país, Chile se encuentra entre las zonas más vulnerables, con impactos que se intensificarían en el futuro. En las proyecciones de escenarios de temperatura en base a las [Trayectorias de Concentración Representativas](#) (RCP, sigla en inglés) las cuales se centran sólo en emisiones generadas por el hombre y no incluyen cambios en impulsores naturales como la coacción solar o volcánico o las emisiones naturales de GEI, estos escenarios prevén un aumento de la temperatura proyectando cuatro escenarios distintos (Tabla 1).

⁵ Definición concreta de las acciones que conforman una actividad. Estas medidas de acción pueden ser de impacto específico sobre una de las causales, o pueden ser de carácter transversal como aquellas que de forma simultánea abordan dos o más causales.

⁶ Medidas que generan beneficios ambientales, sociales y económicos de forma concreta en el territorio dado su carácter operacional, implicando la ejecución de labores operativas en un área determinada, con lo cual reducen y capturan emisiones de GEI y a su vez atenúan la vulnerabilidad social, ambiental y económica en las zonas donde se implementen.

⁷ Medidas que gatillan o potencian la implementación de las medidas directas, entre éstas se destacan la formulación o propuestas de ajustes a políticas públicas y leyes sectoriales, programas de educación y difusión ambiental, entre otras.



Parque Nacional Llanos de Challe

Tabla 1. Proyecciones de escenarios RCP, fuente IPCC 2013.

Escenario	Temperatura Mínima	Temperatura Máxima
RCP2,6	0,3 °C	1,7 °C
RCP4,5	1,1 °C	2,6 °C
RCP6,0	1,4 °C	3,1 °C
RCP8,5	2,6 °C	4,8 °C

Considerando los datos de la Tabla 1, la determinación temprana de acciones para disminuir la vulnerabilidad y fomentar la adaptación a los cambios en las temperaturas medias es muy relevante para todos los países de la región.

En base a datos expuestos en el PANCC 2008–2012 (MMA, 2008), Chile es vulnerable al cambio climático, por cumplir con siete de las nueve características de vulnerabilidad:

- 01. Posee áreas costeras de baja altura
- 02. Zonas áridas y semiáridas
- 03. Zonas de bosques
- 04. Territorio susceptible a desastres naturales
- 05. Áreas propensas a sequía y desertificación
- 06. Zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica
- 07. Ecosistemas montañosos

De estas siete características, cuatro se vinculan directamente los recursos vegetacionales y los objetivos de la ENCCRV:

- 

01. Posee zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal.
- 

02. Posee zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los ecosistemas montañosos.
- 

03. Posee zonas propensas a los desastres naturales.
- 

04. Posee zonas expuestas a la sequía y la desertificación.



Parque Nacional Lluillailaco

En estudios del Centro de Agricultura y Medio Ambiente de la Universidad de Chile (AGRIMED), se evaluó el estrés bioclimático que podrían inducir los nuevos escenarios de cambio climático en los pisos vegetacionales de Chile y la vulnerabilidad “no climática” de éstos. 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, por lo cual concluyen que el cambio climático representa una amenaza para los equilibrios ecosistémicos en toda la extensión territorial chilena (Centro AGRIMED, 2012).

Al analizar la vulnerabilidad de la biodiversidad de Chile a través de la comparación de la distribución actual de las especies y ecosistemas contrastándola con la distribución esperada en tres escenarios de proyección, la gran mayoría de las especies de flora terrestre y de fauna analizadas presentarían reducciones en su área de distribución (IEB, 2010). Por lo cual es un punto muy importante a considerar en las planificaciones futuras respecto a biodiversidad.

2.3. Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)

El SNASPE de Chile está regulado mediante la Ley N°18.362⁸ de 1984, que crea el *Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado*, cuya administración está a cargo de CONAF, a lo anterior se suma la Ley N°17.288 para Santuarios de la Naturaleza. El Sistema contempla cuatro categorías:

Parque Nacional:

Área generalmente extensa, con ambientes únicos o representativos de la diversidad ecológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, capaces de auto perpetuarse, y en que las especies de flora y fauna o las formaciones geológicas son de especial interés educativo, científico o recreativo.

Reserva Nacional:

Área cuyos recursos naturales es necesario conservar y utilizar con especial cuidado por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación o por su importancia relevante en el resguardo del bienestar de la comunidad.

Monumento Natural:

Área generalmente reducida, caracterizada por la presencia de especies nativas o por la existencia de sitios geológicos relevantes desde el punto de vista escénico, cultural, educativo o científico.

Santuario de la Naturaleza:

Son sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

⁸ <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=29777>



Guardaparques SNASPE

Objetivos de conservación del SNASPE (Ley N°18.362)

- Mantener áreas de carácter único o representativas de la diversidad ecológica natural del país o lugar con comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente.
- Mantener y mejorar recursos de la flora y la fauna silvestres y racionalizar su utilización.
- Mantener la capacidad productiva de los suelos y restaurar aquellos que se encuentren en peligro o en estado de erosión.
- Mantener y mejorar los sistemas hidrológicos naturales.
- Preservar y mejorar los recursos escénicos naturales y los elementos culturales ligados a un ambiente natural.

Actualmente Chile cuenta con 101 áreas silvestres protegidas declaradas formalmente por decreto, distribuidas en 36 Parques Nacionales, 49 Reservas Nacionales y 16 Monumentos Naturales (Figura 1), que en total cubren una superficie aproximada de 14,6 millones de hectáreas, equivalentes al 20% del territorio nacional.

Dentro de las ASP el **guardaparque** cumple una serie de roles fundamentales, siendo el encargado de la protección y conservación de la biodiversidad del área, hacer cumplir con las políticas y planes de manejo para la administración integral del SNASPE. Así también, cumple un rol trascendental como el nexo directo entre la comunidad y CONAF, contribuyendo al resguardo efectivo de los valores naturales y culturales que contienen las ASP a través de informar y educar a la sociedad sobre los bienes y servicios que entregan las áreas naturales. También ejerce el rol de vigilancia y control de visitantes, apoyo a la investigación aplicada, prospecciones básicas (censo, inventario y monitoreo) y, mantenimiento y control de los bienes muebles e inmuebles que contienen las unidades, entre otras.

Un hito relevante de resaltar fue la creación del **Cuerpo de guardaparques**⁹ el 18 de octubre de 1999, el cual es un órgano formal conformado por el personal que cumple labores de guardaparques en las unidades que conforman el SNASPE.

En relación con los efectos del cambio climático en las áreas SNASPE, la mayoría de las ASP a nivel mundial han sido diseñadas para representar (y en teoría, proteger a perpetuidad) zonas naturales, especies y comunidades características, y en general no se han tomado en cuenta los posibles cambios en la distribución de los ecosistemas y composición que podría ser inducida por el cambio climático global en su planificación actual (Scott y Lemieux, 2005). Considerando lo anterior, es importante que se colecten datos tanto cualitativos como cuantitativos de los cambios y efectos que se han observado en las áreas protegidas, con la finalidad de identificar los posibles escenarios que se estén estructurando en estas áreas y poder monitorear estos cambios en el futuro con respecto a una línea de base general.

⁹ Resolución de la Dirección Ejecutiva de CONAF N°244.

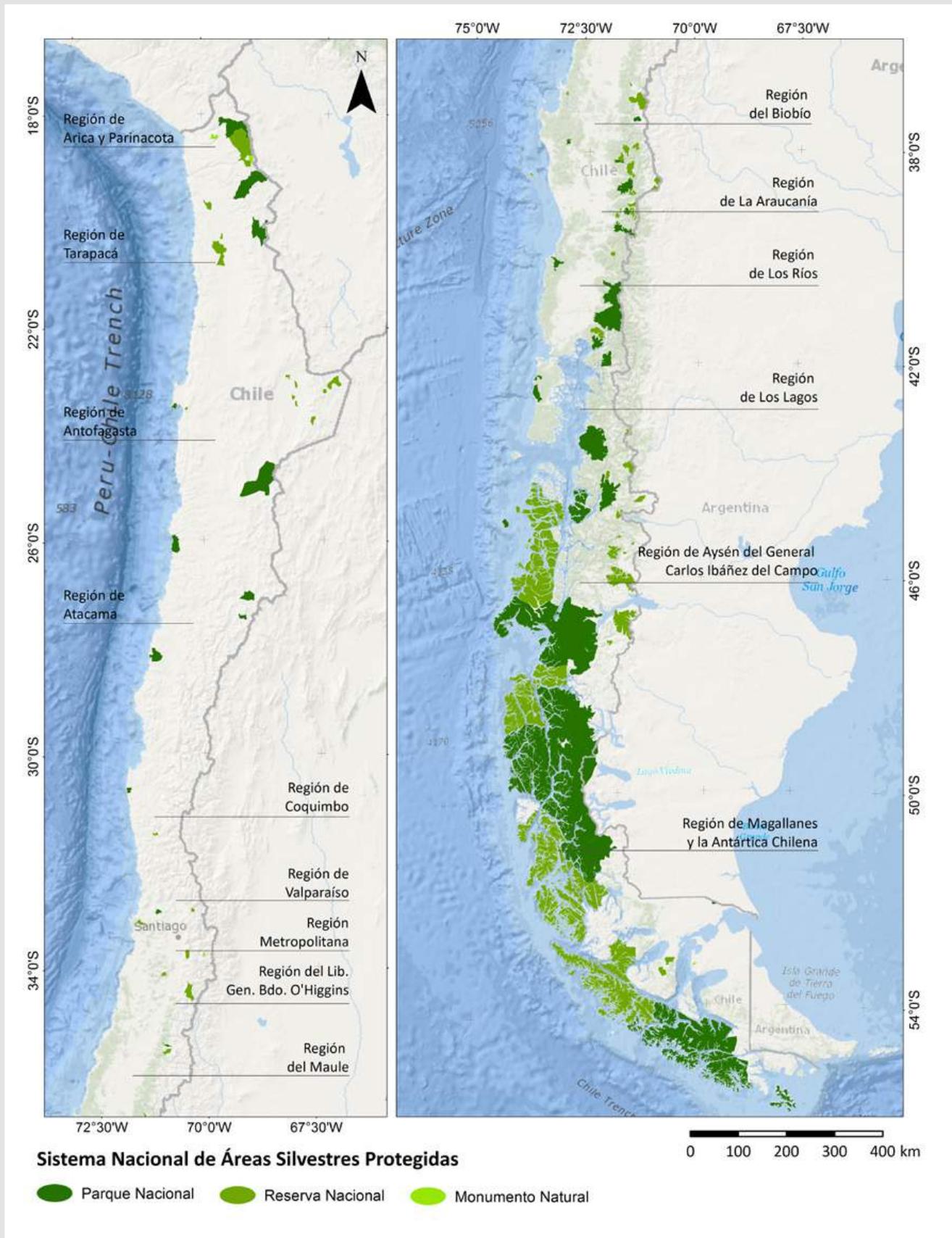


Figura 1. Mapa áreas del SNASPE.

En relación a lo anterior, desde el año 2010 la GASP ha diagnosticado de manera no sistemática los efectos de cambio climático sobre el SNASPE y ha desarrollado algunos lineamientos para favorecer la mitigación y mejorar la adaptación de estas áreas. Durante el año 2016 se comenzó un trabajo en conjunto con la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA) de CONAF en el marco de la ENCCRV. Previamente, durante el año 2015 se incluyó el diagnóstico de efectos del cambio climático en el [Programa de Control de Amenazas de CONAF¹⁰](#), que permitió obtener los primeros datos en doce ASP.

El año 2016 se presentaron estos lineamientos en el [Primer Congreso Nacional de Áreas Silvestres Protegidas](#) donde profesionales del Departamento de Conservación de la Diversidad Biológica de CONAF sugirieron algunas medidas que la Corporación debería incluir entre sus actividades para enfrentar el cambio climático en el SNASPE, dentro de estas medidas se puede mencionar el fortalecimiento de la red de ASP tanto pública como privada y los sitios de conectividad, mejora de la conectividad entre unidades del SNASPE y predios privados a través de corredores biológicos, aumentar la presencia de ecosistemas no representados en el SNASPE, entre ellos el Mediterráneo, entre otras (Díaz, 2016). Adicionalmente ese mismo año se vinculó este trabajo con el Programa Hidrológico

Internacional de Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y se diseñó un proyecto de adaptación y mitigación de efectos del cambio climático en el Archipiélago de Juan Fernández.

Durante el 2017 GASP, con el apoyo de las diversas gerencias técnicas de CONAF, desarrolló el [Manual para la Planificación del Manejo de Áreas Silvestres Protegidas¹¹](#) en este manual, que representa un gran progreso en la planificación de las ASP, se incorporó un análisis de vulnerabilidad (AV) el cual identifica a los objetos de conservación (OC), concepto definido en los siguientes párrafos, expuestos y que son sensibles al cambio climático además de exponer cuáles son sus posibles opciones de adaptación (CONAF, 2017). La inclusión de un AV representa un adelanto muy relevante respecto a la planificación e implementación de prácticas de manejo adaptativo para el cambio de las ASP (Glick *et al.*, 2011).

El presente documento presenta la percepción de los guardaparques sobre los efectos actuales del cambio climático en las ASP y expone un primer diagnóstico sobre efectos de cambio climático en el SNASPE y que servirá de base al diseño de intervenciones más profundas.

► ¿Cuál es la relevancia de los guardaparques en la detección de cambios atribuibles al cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía en las ASP?



A mi juicio son los primeros ojos que ven y evidencian cambios en los ecosistemas que están dentro de las ASP, por lo cual es clave poder instruir e incorporar competencias relacionadas al monitoreo de esta temática en este grupo humano, así ellos podrán informar con certeza los cambios que evidencien de manera sistemática y en lo posible correlacionando datos históricos, que permitan entender que efectivamente son efectos del cambio climático y no variabilidad climática, o en su defecto eventos aislados.

En el caso de mi región, el rol de identificar bioindicadores de cambio, como lo son algunas especies de aves acuáticas es clave, y justamente son los guardaparques los que avisan y realizan las campañas de estimaciones poblacionales de avifauna, por ejemplo en

*el emblemático lago Chungará, donde sistemáticamente los últimos 5 años los guardaparques han informado y reportado la disminución de una especie zambullidora como el blanquillo (*Podiceps occipitalis*), la relación de la disminución de esta especie con el cambio climático ha sido reportada en otras zonas de la macro región andina como es el caso del Lago Junín en Perú.*

Para el caso de pérdida de materia vegetal y productividad de bofedales, nuestros guardaparques han monitoreado bofedales por años, corroborando que el estado de calidad y productividad de los mismos se ha visto mermado. Lo anterior como ejemplos del trabajo que realizan los guardaparques de CONAF y que su rol cobra un valor fundamental en el control y monitoreo de variables ambientales.

► ¿Cómo se podría potenciar y mejorar este rol a nivel institucional?



Me parece que en el marco de la ENCCRV, específicamente en la medida MT.8 que dice relación a la actualización de los planes de manejo de las ASP, cuyo sentido es fortalecer el rol del SNASPE en la adaptación y mitigación del cambio climático, es fundamental considerar la capacitación periódica para que los guardaparques estén preparados en técnicas de monitoreo y reportes ambientales. El rol que representan sus unidades en esta lucha contra el cambio climático, vale decir desde la óptica de los servicios ambientales que las ASP aportan

y como resumideros de carbono para cumplimiento de las metas país. Me parece fundamental incorporar nuevas prácticas en las unidades a partir de la instalación de instrumentos (pequeñas estaciones) que permitan que los guardaparque diariamente generen información in situ y así generar informes mensuales que finalmente permitan tener datos duros de la situación tanto negativa como los aportes de las ASP en esta materia.

Sandro Maldonado, Administrador Monumento Natural Quebrada de Cardones. Arica y Parinacota.

¹⁰ <http://www.conaf.cl/parques-nacionales/conservacion-de-especies/control-de-amenazas-y-restauracion/>

¹¹ http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1515526054CONAF_2017_MANUALPARALAPLANIFICACIONDELASAREASPROTEGIDASDELSNASPE_BajaResoluci%C3%B3n.pdf



Parque Nacional Corcovado



Metodología



3





Metodología

3.1. Recopilación de información para análisis de percepción de los guardaparques

La información fue recopilada por medio de una ficha enviada a todas las ASP que cuentan con una administración permanente, singularizando inicialmente:

- ✔ Tipo y nombre ASP de referencia
- ✔ Fecha de la obtención de información
- ✔ Nombre, correo y teléfono de contacto

Cada guardaparque que participó debía establecer según su percepción cómo se han visto afectadas (disminución, aumento, sin cambios observados) las variables nombradas en la tabla. Las variables específicas evaluadas fueron (mayor detalle en Anexo 1):

Físicas

- Volumen Agua (aguadas, lagunas, ríos, lagos).
- Volumen de nieves y glaciares.
- Frecuencia de lluvia¹².
- Intensidad de lluvia¹³.
- Sequía meteorológica global.
- Temperaturas terrestres máximas.
- Temperaturas terrestres mínimas.
- Ola de frío.
- Ola de calor.
- Desecamiento de porciones de superficie ASP.
- Caída de nieve.
- Erosión¹⁴.
- Eutroficación de humedales.
- Aluviones.
- Tormentas eléctricas y caída de rayos.
- Cambios en el régimen de mareas (ASP insulares).
- Cambios nidificación aves.
- Cambios en el largo de estaciones del año.

Biológicas

- Cobertura vegetal nativa (bosque o formación xerofítica).
- Cambios en cantidad de forraje animal natural.
- Cambios en época de floración de algunas especies.
- Cambios en rango espacial de distribución de fauna.
- Abundancia de fauna vertebrada e insectos.
- Abundancia de líquenes.
- Abundancia de hongos.
- Enfermedades de fauna vertebrada.
- Aparecimiento de nuevas especies de fauna.

¹² Número de días con lluvia durante un año.

¹³ Cantidad de agua caída en un día

¹⁴ Emitiéndose por erosión presencia de cárcavas, disminución en la cobertura vegetal, etc.



En una segunda parte de la ficha, los guardaparques debían responder dos preguntas específicas una referente a los OC y la otra sobre alguna zona del parque más afectada:

- ?** ¿Existe algún Objeto de Conservación (especie o ecosistema) particular que se observe afectado por alguno de los factores señalados en la tabla?
- ?** ¿Existe alguna área de la zonificación establecida en el Plan de Manejo más afectada?

Cabe señalar que los OC son un número limitado de especies, comunidades naturales o sistemas ecológicos que constituyen la biodiversidad de un paisaje o de un área protegida y que pueden ser utilizados para determinar la efectividad de las medidas de conservación implementadas. Estos, sirven como un filtro o “sombrija” que, al ser determinados y conservados, pueden asegurar la permanencia del resto de los componentes del ecosistema (Parrish *et al.* 2003). En el caso de los Objetos de Conservación de Biodiversidad (OCB) CONAF los define como especies, conjuntos de especies o ecosistemas seleccionados para representar, englobar y conservar la biodiversidad en un área silvestre protegida (CONAF 2017).

Los OC seleccionados en las diferentes áreas se deben evaluar de forma adaptativa considerando nuevos y mayores antecedentes sobre los patrones, procesos y posibles cambios que ocurren en las áreas. En tenor de lo anterior, con el paso del tiempo los OC pueden variar a medida que éstos se adaptan y/o las amenazas sobre ellos cambian o se eliminan.

Para el desarrollo de este documento se obtuvo información de un número importante de ASP con un total de 70, de las cuales 28 son Parques Nacionales, 33 Reservas Nacionales y 9 Monumentos Naturales.

Una vez recabada toda la información, ésta fue analizada considerando los cambios sufridos por diferentes variables del ámbito físico y biológico en las 70 ASP evaluadas a lo largo de Chile. Estas percepciones fueron agrupadas en función a su impacto en recursos hídricos, temperatura, indicadores respecto a la degradación de las tierras, frecuencia de fenómenos climáticos extremos e impactos sobre la flora y fauna. Cabe señalar que se utilizaron estas variables ya que se consideró eran las que se podían comparar en mayor medida con datos científicos tanto nacionales como internacionales.

3.2. Escenarios de proyección de cambio climático al 2050 en las áreas silvestres protegidas

Para analizar el impacto del cambio climático proyectado al año 2050, se utilizó la información publicada por el Centro AGRIMED (2017), donde se utiliza el escenario de rango más alto propuesto por el IPCC, el escenario RCP 8.5¹⁵. Este escenario ha demostrado ser el de mayor probabilidad de ocurrencia al considerar las tendencias actuales de emisiones de gases de efecto invernadero en el planeta (Centro AGRIMED, 2017). El promedio de temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones anuales estimadas para las 101 ASP presentes en Chile se expone en el Anexo 3¹⁶.

Para el análisis las ASP fueron abordadas en base a tres variables:

- Exposición a probables aumentos de temperaturas máximas durante el mes de enero (txe)
- Temperaturas mínimas durante el mes de julio (tnj)
- Precipitaciones anuales (ppa)

Estas variables fueron clasificadas estimando las diferencias entre el valor promedio presente de la variable y el valor proyectado a 2050. Para el caso de las temperaturas, ya sea máxima o mínima, la clasificación utilizada fue respecto a aumentos hasta de 1°C, de 1°C a 2°C y mayor a 2°C. De esta forma es más fácil comprender la clasificación al ser analizada para cada una de las ASP. Para el caso de la precipitación anual, dada la gran versatilidad de estas variables, la clasificación fue construida en base a los percentiles 25, 50, 75, 95 y mayor 95. Cada una de estas las clasificaciones para las variables se expone en la Tabla 2.

Finalmente, se realizó un análisis de conglomerado con el cual se caracterizaron, en función de los cambios sobre las variables de temperaturas máxima del mes de enero, mínima del mes de julio y pluviometría anual, la similitud de las ASP, caracterizando cuatro grupos respecto a estas tres variables, los grupos fueron reunidos considerando un porcentaje de similitud mayor a un 57%.

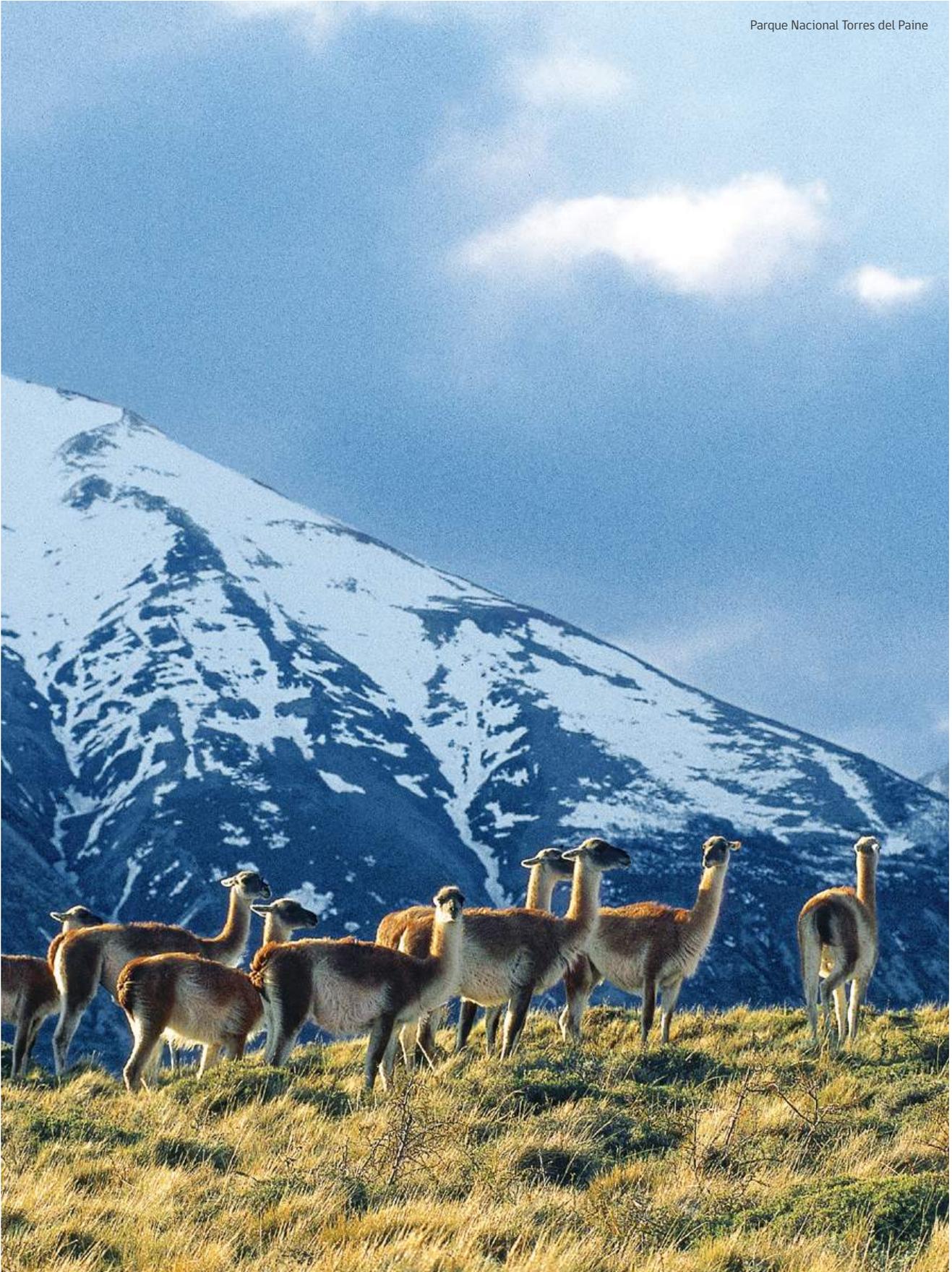
Tabla 2. Clasificación de los parámetros de temperaturas máximas durante el mes de enero (txe), temperaturas mínimas durante el mes de julio (tnj) y precipitaciones anuales (ppa).

Δt_{xe} (°C)	Clasificación	Δt_{nj} (°C)	Clasificación	Δp_{pa} (mm)	Clasificación	Percentil
0 < 1,0	1	0 < 1,0	1	≤ -210,1	5	P25
1,0 < 2,0	2	1,0 < 2,0	2	-210,1 ≤ -76,5	4	P50
≥ 2,0	3	≥ 2,0	3	-76,5 ≤ -4,8	3	P75
				-4,8 ≤ 18,5	2	P95
				> 18,5	1	> P95

¹⁵ Esta sigla significa que para ese entonces la atmósfera terrestre absorberá y convertirá en calor 8,5 watts/m² en promedio.

¹⁶ Cabe señalar que son 101 ASP pero algunas de ellas, como la Reserva Nacional los Flamencos están divididas administrativamente, por lo cual en el análisis son 109 áreas.

Parque Nacional Torres del Paine



An aerial photograph of a vast, dense forest covering a steep mountain slope. The trees are a deep green color, and the terrain is rugged with some rocky outcrops visible. The lighting suggests a bright day, with shadows cast across the forest canopy.

Resultados

4





Resultados

4.1. Análisis sobre la percepción de los guardaparques a los cambios ambientales ocurridos en las ASP

4.1.1. Impactos relacionados con cambios observados en la disponibilidad de agua

La evidencia que entrega esta encuesta de percepción es que de acuerdo a la opinión de los guardaparques en un 46% de las ASP hay disminución de la frecuencia de lluvias y en un 34% de disminución en la intensidad de éstas. Contrariamente, en un 38% de las ASP se percibe aumento en la frecuencia respecto a un 46% donde se hace notar un aumento en la intensidad (Figura 2). Lo anterior se confirmaría con lo detallado en los reportes del IPCC que muestran que en la actualidad ocurren cambios en la cantidad, intensidad, frecuencia y tipo de precipitación, cabe señalar que las precipitaciones generalmente tienen alta variabilidad natural por fenómenos como El Niño y la Niña. De forma general, se han observado aumentos en la intensidad de las precipitaciones, incluso en lugares donde estas son menores que en el pasado (IPCC, 2007).

Específicamente en Chile un estudio desarrollado por ODEPA (2016) se detalla que la precipitación promedio anual, en áreas de la costa, ha disminuido entre un 15 y 30% en los últimos 100 años, lo que confirmaría lo señalado por los guardaparques. Por ejemplo, en La Serena la precipitación anual en 1960 fue de 111 mm, mientras que en 2002 fue de 88 mm (ODEPA, 2016).

Durante las siguientes décadas es probable que haya una disminución del número de días de lluvia, debido al efecto del anticiclón, especialmente si este se desplaza más al sur. Modelos regionales proyectan para este un descenso en la precipitación entre Valparaíso y Biobío, lo que podría afectar negativamente a la agricultura de estas regiones (ODEPA, 2016). En un estudio desarrollado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2016) se detalla que a nivel macro existirá una declinación de las precipitaciones en toda la zona central durante lo que resta del siglo, en particular entre Valparaíso y Biobío.

Respecto a este punto, se debe señalar que el aumento en las temperaturas genera un cambio en el tipo de precipitación, donde hay una modificación desde precipitación en forma de nieve a lluvia, sobre todo al inicio y al final de la temporada de nevadas, y en zonas donde las temperaturas se acercan a la congelación. El registro mundial a largo plazo subraya que los patrones de precipitación varían de año en año y que, años de sequías prolongadas se ven interrumpidas por intensas lluvias. No obstante, los patrones de cambios observados son muy complejos y variables, por lo que requieren de varios análisis (IPCC, 2007).

Con respecto a los cuerpos de agua superficiales presentes en las ASP, la percepción general de los guardaparques es que hay una disminución en los volúmenes de éstos, siendo observado en un 73% de las ASP encuestadas, contrariamente sólo en un 11% se ha observado un aumento. Lo anterior podría explicarse



Parque Nacional Hornopirén

en zonas cuyos cuerpos de agua dependen principalmente de las lluvias, ya que la disminución de éstas afecta directamente el volumen de los cuerpos de agua.

En relación a lo anterior, durante el siglo pasado se generaron estudios que examinaron las tendencias de los caudales fluviales a nivel mundial y de cuenca, los cuales entregan diversas conclusiones con tendencias que relacionan a la temperatura y las precipitaciones, contrariamente, otros estudios no han advertido tendencia alguna, por lo cual es difícil hacer correlaciones específicas y aseverar con certeza estos efectos. Sin embargo, hay evidencia de la alteración en la cronología de los caudales en regiones en que las precipitaciones invernales son de nieve, donde el incremento de la temperatura genera un mayor porcentaje de las precipitaciones en forma de lluvia y disminuye las precipitaciones en forma de nieve (Bates, *et al.*, 2008).

En Chile se ha determinado que en general los ríos presentan indicadores de estrés a partir de la Región Metropolitana al norte, este estrés se debe principalmente a la estacionalidad de la demanda de agua en esta zona, siendo la agricultura el principal consumidor de este recurso. Si se analizan las cifras globales anuales pareciera que no hay cambios significativos, pero se debe considerar que estas cifras no muestran el déficit de agua estival, el cual está siendo recurrente al menos hasta el río Maule (Universidad de Chile, 2012).

Considerando lo anterior, las alteraciones de los caudales de los ríos, lagos y humedales por efecto del cambio climático dependen principalmente de los cambios respecto a la magnitud y cronología de las precipitaciones y, muy especialmente, de si las precipitaciones son de nieve o de lluvia. Cabe señalar, que estudios realizados con modelos hidrológicos a escala global, muestran que la escorrentía aumentaría en latitudes altas y en los trópicos húmedos, y disminuiría en latitudes medias y en ciertas partes de los trópicos secos (Bates, *et al.*, 2008).

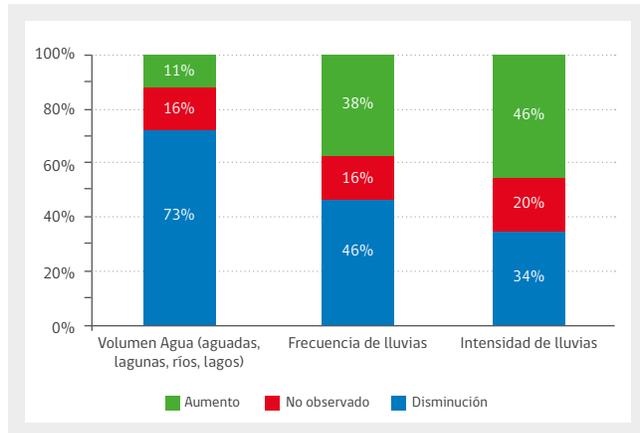


Figura 2. Percepción de los guardaparques en diferentes ASP a lo largo de Chile, respecto a la disponibilidad de agua.

Con respecto a los volúmenes de nieve y glaciares, se ha percibido una disminución de los depósitos de nieve y del tamaño de los glaciares en un 58% de las ASP y un aumento en un 15% de éstas (Figura 3). Esta percepción de los guardaparques es coincidente con evidencia relacionada a una reducción del área y el volumen de los glaciares, fenómeno apreciable en Chile en algunas zonas como el volcán Villarrica y explicado como producto de la disminución de las precipitaciones en el último siglo, además

del alza en las temperaturas (Rivera *et al.*, 2015). Se destaca un aumento en la caída de nieve en un 29% de las ASP y, por el contrario, en el 50% de las ASP se ha percibido una disminución en la caída de nieve. Cabe señalar que este fenómeno no se ha observado en un 21% de las ASP encuestadas.

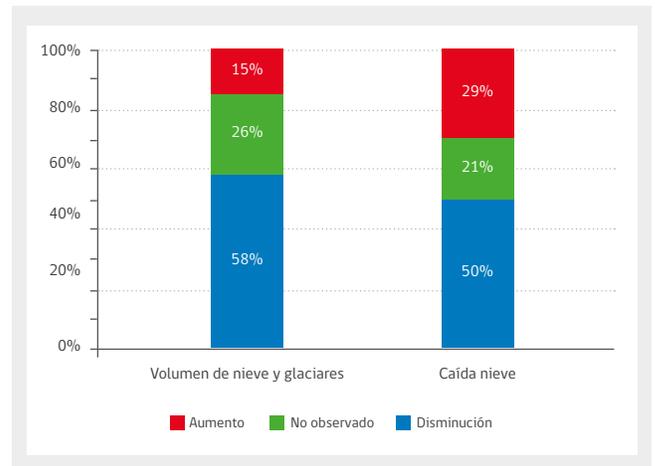


Figura 3. Percepción de los guardaparques en diferentes ASP a lo largo de Chile, respecto a la disponibilidad de agua en forma de nieve y tamaño de glaciares.

► **¿Cuál consideras que es el rol más importante de los guardaparques en las ASP?**



El rol de los guardaparques en las ASP es ser un testigo en terreno de lo que sucede en la naturaleza, un investigador, que observa, registra y analiza situaciones y cambios de estado tanto de los componentes bióticos, como abióticos que conforman el territorio en el cual trabaja. Se transforma en un actor relevante en la conservación, al tener una visión en el tiempo de las diversas variables, ya sea, temperatura, precipitación, agua, flora, fauna, etc., los cuales van relacionados

con diversos procesos como la sequía, la disminución de hábitat, la contaminación, las enfermedades infecciosas de la fauna nativa, entre otras amenazas. Participa en la planificación de estrategias que permiten proteger, recuperar y mantener las áreas que actualmente se encuentran bajo alguna categoría de conservación. Educa y difunde su labor.

► **¿Cómo percibes la relación de las comunidades aledañas con las ASP? ¿Crees que las comunidades han percibido los impactos en la degradación de las tierras y efectos del cambio climático en las ASP?**



A lo largo del tiempo la relación ha ido cambiando, pienso que hoy el trabajo es más cooperativo tanto en la planificación como en el manejo de las ASP. Si existe un trabajo en conjunto permanente y dedicado, la comunidad se transforma en un aliado, un pilar fundamental en la conservación del área y del territorio circundante, lleva el trabajo a nivel de paisaje y sociedad, ya que el concepto de conservación a puertas cerradas ya está obsoleto. La comunidad aledaña se alinea y persigue los mismos objetivos, es un trabajo en conjunto.

Pienso que las comunidades si han percibido los impactos de la degradación de las tierras y el efecto del cambio climático, ya que relacionan el bosque, las vegas, los bofedales, los glaciares, que están protegidos en un ASP, con la provisión de agua, y si estos se ven amenazados el agua también lo está, un servicio ecosistémico muy valorado que regula los procesos básicos de vida.

Catalina Parra Loyola, Guardaparque Reserva Nacional Río Clarillo, Región Metropolitana.

4.1.2. Impactos relacionados con cambios observados en las temperaturas, sequía, degradación de las tierras y erosión

La encuesta realizada entrega información que coincide con lo planteado anteriormente, en un 58% de las ASP de Chile se han percibido aumentos en las temperaturas máximas, en un 37% de las ASP encuestadas no se ha observado cambios respecto a esta variable y sólo en un 5% una disminución. Respecto a las temperaturas mínimas la percepción de que han aumentado alcanza un 36% y la disminución a un 19% de éstas (Figura 4).

Respecto a la pregunta sobre eventos de olas de calor y frío, éstas presentan una consistencia con la percepción de aumentos en las temperaturas máximas y mínimas, donde en un 58% de las ASP se perciben aumentos en la frecuencia de olas de calor. Además, en un 38% de las ASP existe la percepción de aumentos en la frecuencia de olas de frío.

Lo anterior se corrobora con datos de documentos científicos donde, a juicio de expertos el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y sin precedentes, la atmósfera terrestre y el océano han aumentado su temperatura, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar se ha elevado. Los datos de temperatura¹⁷ de la superficie terrestre y oceánica muestran un calentamiento de 0,85°C (0,65 a 1,06 °C). En base a varias líneas de evidencia, y asumiendo que no habrán erupciones volcánicas importantes ni alteraciones persistentes en la irradiación solar total, se pronostica con un nivel de confianza medio, que el cambio en la temperatura promedio global en superficie para el período 2016-2035¹⁸ sea entre 0,3°C a 0,7°C. Así también, con un alto nivel de confianza, se pronostica que los aumentos a corto plazo en las temperaturas promedio estacionales y anuales serán

más altas en los trópicos que en las latitudes medias (IPCC 2014a).

En la actualidad el régimen térmico de Chile ha mostrado cambios que se han manifestado de forma disímil en la costa y el interior. En zonas costeras las temperaturas máximas han presentado una tendencia a la baja con veranos más frescos, mientras que las mínimas han aumentado. En áreas interiores, hay una tendencia al alza en las mínimas y máximas. Por otro lado, se tienen registros de aumento en los requerimientos de riego y se espera que las demandas de agua se incrementen (ODEPA, 2016).

En relación a predicciones basadas en estudios técnicos, se afirma que a futuro en todo el país se experimentaría un aumento de las temperaturas de forma general, con un mayor incremento en la zona norte. Más específicamente, según el escenario de menores emisiones (RCP 2.5), se ha determinado que al 2030, habría un aumento de al menos 0,5°C para las zonas sur y austral y de 1,5°C para el norte grande y el altiplano, estos valores aumentarían para el período 2031-2050 (MMA, 2017).

Con respecto a las olas de calor, a nivel global, éstas han aumentado en frecuencia e intensidad con episodios descritos en gran parte de Europa, Asia y Australia (IPCC, 2013). Se ha detallado por parte del IPCC (2013) que en el futuro es prácticamente seguro que en la mayoría de las zonas continentales se produzcan temperaturas extremas altas más frecuentemente, por lo cual es probable que las olas de calor se presenten con mayor frecuencia y de manera más duradera.

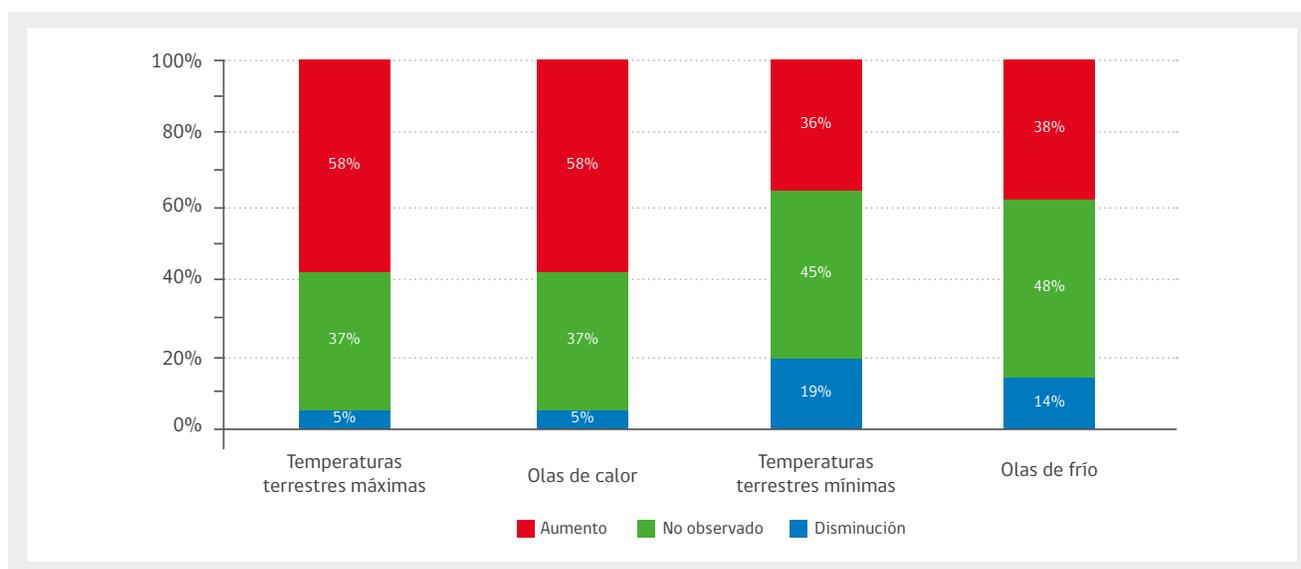


Figura 4. Percepción de los guardaparques de diferentes ASP a lo largo de Chile, respecto a las temperaturas máximas y mínimas y de la presencia de olas de calor y frío.

¹⁷ Combinados y promediados globalmente.

¹⁸ Comparándolo con el período 1986-2005.

En Chile, hay un aumento del número de las noches cálidas desde el Norte Grande a Coyhaique, con disminución de las noches frías. Además, se registra un aumento en la frecuencia e intensidad de las olas de calor, con 7 eventos de esta índole registrados en Santiago entre noviembre del 2016 y marzo del 2017 con una máxima de 37,4°C la cual representa la temperatura más alta en 104 años, paralelamente Curicó presentó 6 eventos y Antofagasta y Valparaíso 5 durante estos meses. En este sentido, la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) afirma que es difícil determinar aporte real del Cambio Climático a estos fenómenos, pero que existe una alta probabilidad de que sea un contribuyente importante en conjunto con otros factores (DMC, 2017).

En relación a la sequía, en términos globales se percibe con aumento en un 43% de las ASP, el 57% restante se descompone en un 40% sin cambios observados y un 17% de disminución de la sequía. Respecto a la erosión, sólo un 8% señala que existe una disminución, el 69% no observa cambios al comparar con la situación actual y un 24% considera que ha habido un aumento de la erosión en sus ASP (Figura 5).

Lo percibido por los guardaparques, se correlaciona positivamente con datos expuestos por CONAF el 2016¹⁹, donde se documenta que la sequía en sus diferentes categorías (leve, moderado, grave) y expresada en términos de superficie, afecta el 72% de las tierras a nivel nacional. Estas cifras corresponden aproximadamente a 55 millones de hectáreas. Las regiones que poseen las mayores superficies de tierras afectadas por sequía grave son la

Región de Coquimbo con aproximadamente 3,9 millones de hectáreas, seguido por la región de Atacama con 1,8 millones de hectáreas (CONAF, 2016a).

La degradación de la tierra también muestra el mismo patrón donde el riesgo de degradación a nivel nacional, expresado en términos de superficie, refleja que aproximadamente el 79,1% del país tiene algún grado de riesgo en sus categorías leve, moderado y grave. Estas cifras corresponden aproximadamente a 59,9 millones de hectáreas. La categoría grave de degradación de las tierras ubica en primer lugar a la Región de Coquimbo (2,2 millones de hectáreas) y abarca un 50% de la superficie nacional con esta condición (CONAF 2016a).

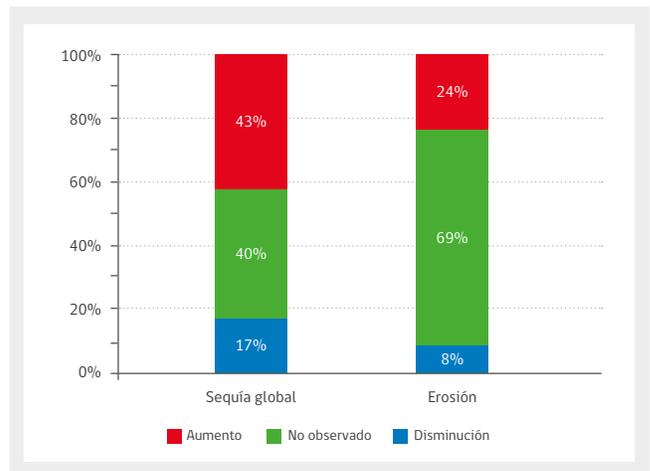


Figura 5. Percepción de los guardaparques de diferentes ASP a lo largo de Chile, respecto a la sequía y la erosión.

4.1.3. Impactos relacionados a la ocurrencia de fenómenos extremos

Los fenómenos extremos como aluviones, huracanes y tormentas eléctricas son cada vez más frecuentes e intensos. En las ASP se ha percibido un aumento en la ocurrencia de aluviones en un 22% de éstas, en un 78% no se han observados cambios, es decir, que son eventos que están comenzando a ser percibidos y que todo apunta a que podrían ir en aumento. No se reconocen disminuciones de aluviones en ninguna de las ASP encuestadas a lo largo de Chile.

Respecto a las tormentas eléctricas, hay una percepción de aumento en un 40%, un alto porcentaje al considerar que un 51% de las ASP no han observado cambios y sólo un 9% señala que ha habido disminución de estos eventos naturales (Figura 6). Lo anterior es muy relevante de sopesar, ya que las tormentas eléctricas en Chile se consideran como una posible nueva causa de incendios forestales, con

algunos casos que afectaron a ASP emblemáticas como el ocurrido el año 2015 en la Reserva Nacional Malleco, Reserva Nacional China Muerta y que también afectó al Parque Nacional Tolhuaca en la región de la Araucanía.

Con respecto a los aluviones e inundaciones, aun cuando el riesgo de estos eventos se cita frecuentemente como uno de los efectos potenciales del cambio climático, pocos estudios han logrado correlacionarlos efectivamente (IPCC, 2014). Lo anterior refleja las dificultades para definir escenarios de cambio creíbles para los eventos de grandes precipitaciones (o deshielo) que desencadenan las inundaciones y aluviones. En base a lo descrito, en el PANCC 2017-2022 de Chile se ha detectado como una necesidad el contar con información para la toma de decisiones sobre la ocurrencia, magnitud e impactos de eventos hidrometeorológicos extremos ocurridos, como también información georreferenciada de áreas de inundación, desbordes y aluviones producto de precipitación extrema, por lo cual este punto se presenta como un desafío a nivel país.

¹⁹ Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación, la Degradación de las tierras y la Sequía (PANCD) <https://www.enccrv-chile.cl/descargas/publicaciones/86-pancd-2016-2030/file>



De un total de 35 ASP que respondieron a la pregunta sobre cambios en las mareas, un 86% no reconoce observar cambios de esta variable, sólo un 14% percibe cambios en las mareas de las ASP. Lo anterior se diferencia notoriamente respecto a la respuesta sobre cambios en las estaciones, donde en un 63% de las ASP se identifican aumentos en los cambios de los patrones normales de las estaciones (Figura 6).

Los humedales son ecosistemas vulnerables a los cambios en la cantidad y calidad del agua que ingresa al sistema,

por lo que se espera que el cambio climático tenga un efecto pronunciado en éstos a través de alteraciones en los regímenes hidrológicos (Erwin, 2009). Con respecto a los humedales presentes en las ASP, la percepción de los guardaparques es que la eutrofización ha aumentado en un 22%. Si bien este fenómeno es un proceso natural hacia el cual se dirigen los humedales, es un proceso lento, lo normal sería que la eutrofización sea un fenómeno en el cual no se observen cambios en escalas temporales de diez años, que es justamente lo ocurrido con el 78% de las ASP.

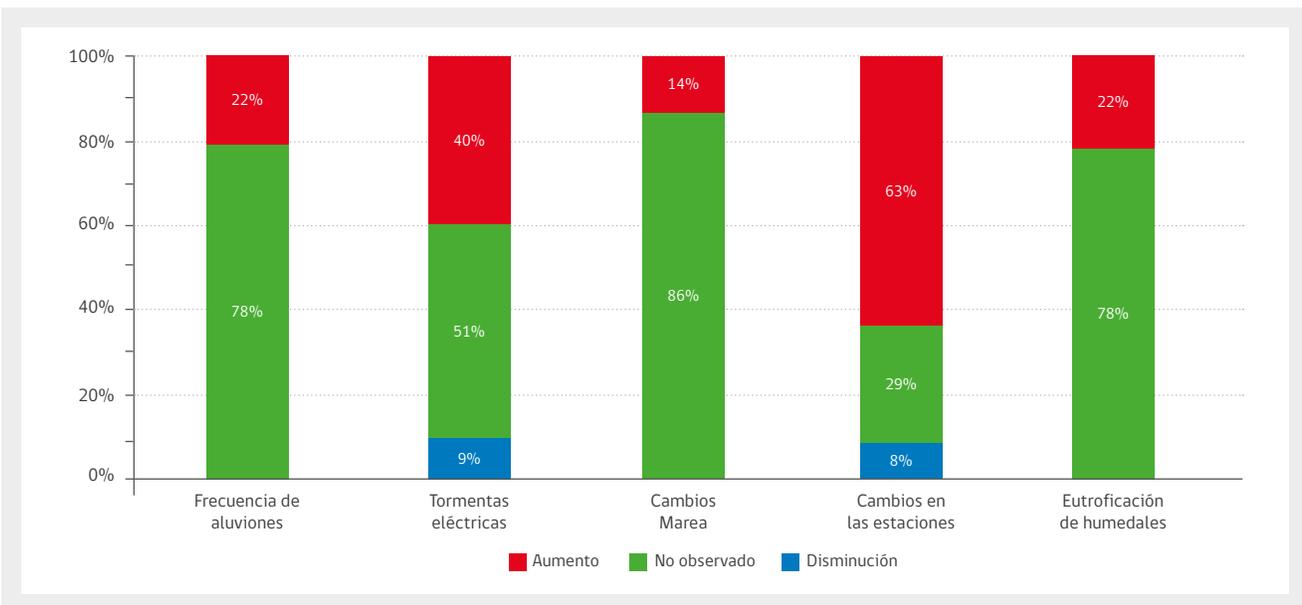


Figura 6. Percepción de los guardaparques de diferentes ASP a lo largo de Chile, respecto a fenómenos extremos, incluida la eutrofización de los humedales.

4.1.4. Impactos percibidos sobre la flora, líquenes y hongos

En general los porcentajes de ASP donde no se ha observado cambio en la cobertura de vegetación nativa son bastante altos, alcanzando un 60%, lo mismo sucede con los cambios en la cobertura del forraje (56%), en los períodos de floración (58%), en la abundancia de líquenes (79%) y abundancia de hongos (65%) (Figura 7). Sin embargo, es importante destacar que, en un 22% de las ASP se percibe un aumento en la cobertura de vegetación nativa, frente a un 18% de las ASP donde se perciben disminuciones en dicha cobertura, ejemplos de ASP para ambas condiciones corresponden a Parque Nacional Morro Moreno y Parque Nacional Huerquehue, respectivamente. Igual situación se presenta para el caso de cambios en la cobertura del forraje. Con lo anterior, habría que indagar más las causas de estas disminuciones y aumentos de cobertura vegetal.

Un aspecto importante de destacar es el cambio en la floración, el cual fue observada en un 35% de las ASP, lo que corresponde a 20 ASP, es el caso de algunas ASP

emblemáticas como el Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández, Reserva Nacional Río de los Cipreses, Parque Nacional Radal Siete Tazas y Parque Nacional Torres del Paine, entre otras. Esta alteración en la fenología de la flora nativa tiene implicancias en las cadenas tróficas como también en servicios ambientales producidos por insectos.

La disminución de líquenes y hongos también es un indicador para estar en alerta, donde se mencionó una disminución entre un 10% y 17%, respectivamente. Las ASP donde se levanta esta alerta corresponden a Parque Nacional Bosque Fray Jorge, Parque Nacional Conguillío, Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, Reserva Nacional Río Clarillo y Parque Nacional Radal Siete Tazas, entre otras. En lo que concierne a la abundancia de hongos hay 6 ASP donde destaca una disminución, entre ellas está el Parque Nacional Queulat, Reserva Nacional Nonguén y Parque Nacional Bosque Fray Jorge.

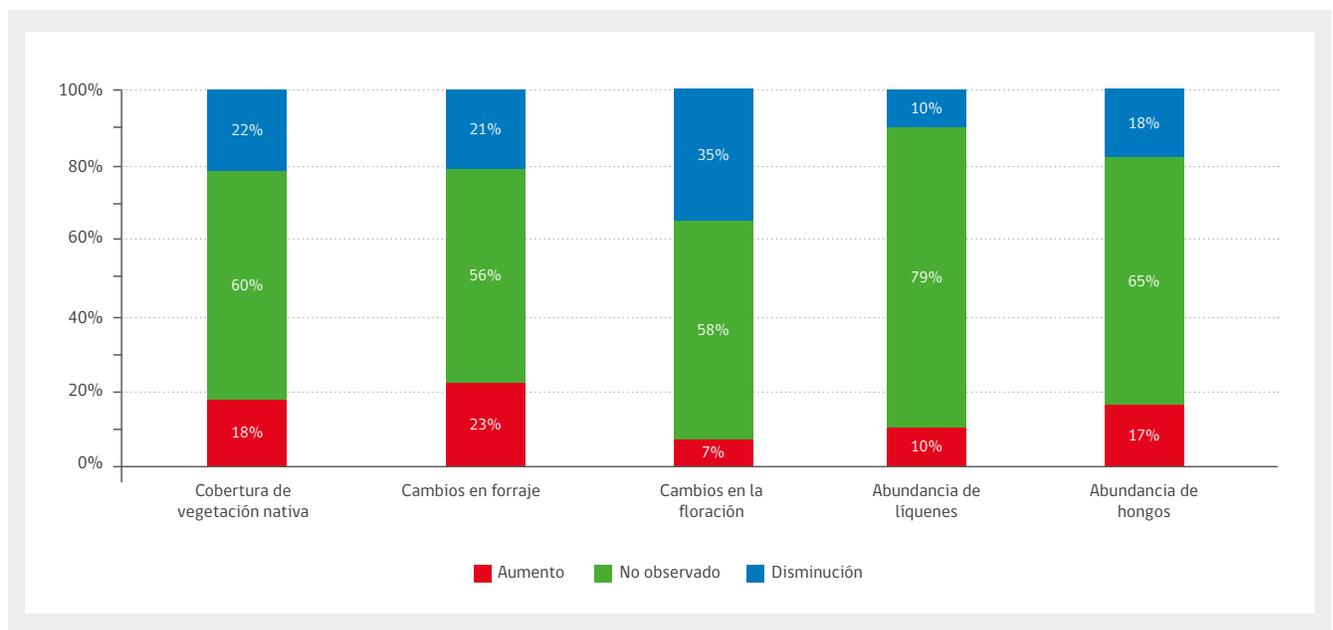


Figura 7. Percepción de los guardaparques de diferentes ASP a lo largo de Chile, respecto a la flora, líquenes y hongos.

4.1.5. Impactos percibidos sobre la fauna

En diversos estudios se ha documentado que los efectos más evidentes del cambio climático sobre la fauna son la modificación en la distribución de algunas especies principalmente migratorias y cambios en los períodos de nidificación aumentando incluso en ocasiones el número de posturas durante una temporada. En definitiva se describen modificaciones en su fenología sin que exista claridad sobre

la plasticidad evolutiva para responder a estos cambios (Charmantier y Gienapp, 2013). Al respecto se puede mencionar que en un 20% de las ASP se ha percibido un aumento en los cambios de nidificación de las especies y en un 29% aumento en la distribución de la fauna en general (Figura 8).

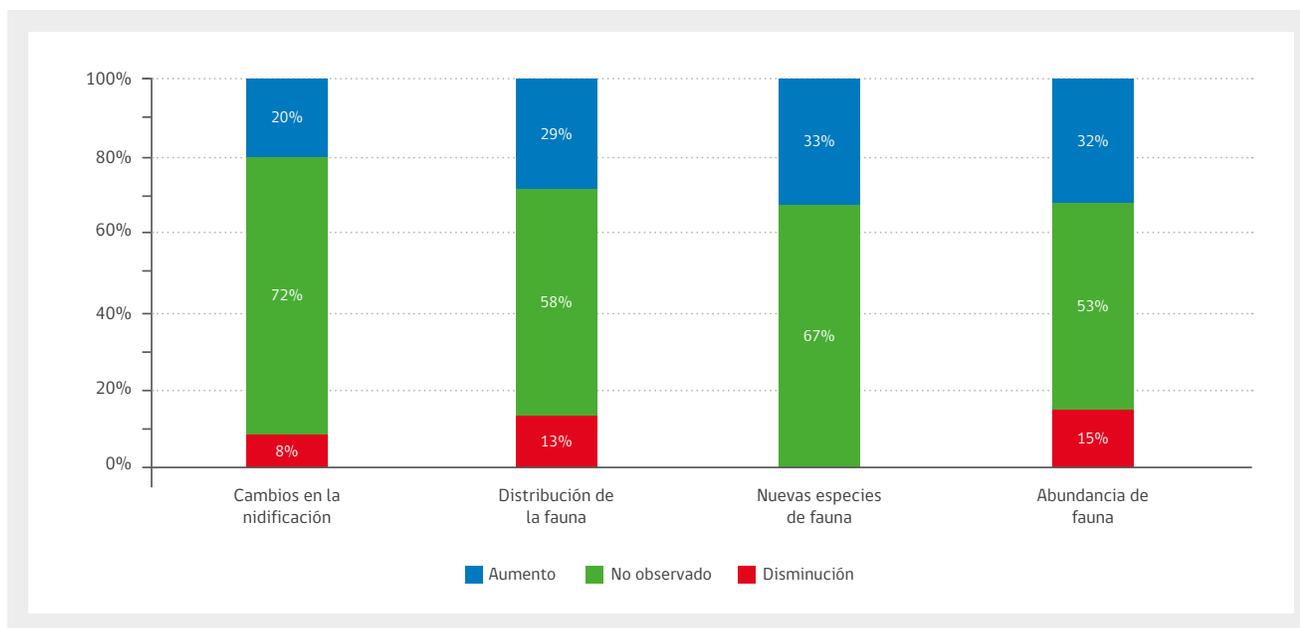


Figura 8. Percepción de los guardaparques de diferentes ASP a lo largo de Chile, respecto a la a fauna.

Se considera importante el poder profundizar sobre la disminución en la abundancia de algunas especies, ya que fue reportado en un 15% de las ASP, entre ellas el Monumento Natural Salar de Surire, Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y Parque Nacional Nahuelbuta, en total se señalan 9 ASP en las cuales hay disminución en la abundancia de sus especies. Además, se reporta la existencia de especies que no se habían registrado con anterioridad en algunas unidades.

Lo expuesto anteriormente se sustenta en diversos estudios que han determinado que existe un mayor riesgo de extinción de especies debido al cambio climático y a otras amenazas como, la pérdida de hábitat y el sobreuso representando un peligro importante para la biodiversidad. Hay especies que se encuentran en especial riesgo, y sobre las cuales se debe tener un mayor cuidado, dentro de éstas se incluyen aquellas con una tasa de dispersión baja, especialmente cuando ocupan zonas donde la velocidad de cambios proyectados es alta además de especies en hábitats aislados (IPCC, 2014b).

Al analizar la vulnerabilidad de la biodiversidad de Chile a través de la comparación de la distribución actual de las especies y ecosistemas, se destaca que las consecuencias esperadas del cambio climático dependerán en gran medida de la capacidad de dispersión o migración de las especies, considerando que éstas tienen limitaciones para dispersarse cuando cambian las condiciones ambientales en sus áreas tradicionales. La gran mayoría de las 1.447 especies de flora terrestre y 67 especies de fauna analizadas presentarían reducciones en su área de distribución (IEB, 2010).

Entre las opciones de adaptación generales que se han determinado figuran la mantención y mejora de los ecosistemas actuales, ya que cada vez hay más evidencia de que los ecosistemas grandes, saludables e intactos son más capaces de soportar los efectos del cambio climático. Lo anterior se puede favorecer a través de la ampliación de áreas protegidas, protección de glaciares y humedales, disminución de la fragmentación de los hábitats y la reducción de la contaminación. Además, se pueden generar otras medidas como la disminución de la sobreexplotación y la eliminación de las especies invasoras, la dispersión asistida y la conservación *ex situ* (Morecroft *et al.*, 2012).

El SNASPE debe seguir cumpliendo su función de proteger y manejar las ASP para lograr la conservación de aquellos ambientes naturales, terrestres o acuáticos que albergan hábitat para las especies nativas y proveen de diversos servicios ecosistémicos. Para ello, se deben generar estrategias que apunten a concientizar a la población del importante rol que cumple la CONAF en este ámbito y a su vez, el Estado deberá adoptar medidas que faciliten la adaptación a los cambios, a través de por ejemplo, de aumentar el tamaño de las ASP, proporcionar áreas de amortiguación, mejorar la conectividad funcional entre sitios, proteger/crear microclimas y posibles refugios para las especies (Morecroft *et al.*, 2012) y restringir el acceso del público a las áreas donde se localizan las especies más amenazadas, en épocas reproductivas, entre otras.



4.2. Análisis sobre los cambios en la pluviometría y temperaturas proyectadas al año 2050

4.2.1. Comparación entre la pluviometría anual actual y la proyectada a 2050

Los primeros resultados de este análisis con los datos de pluviometría proyectados al 2050, nos permiten identificar que para la clasificación 1 (Tabla 3), el 6% de las ASP (6 ASP) presentarán aumentos en la pluviometría anual con volúmenes de cambio promedio anuales superiores a 41,8 mm. Ejemplos de lo anterior son el Parque Nacional Alberto Agostini, que aumentaría de un promedio de 2075,6 a 2150,2 mm anuales; el Parque Nacional Torres del Paine de 1173,6 a 1195,6 mm anuales o el Parque Nacional Cabo de Hornos con aumentos de 570,0 a 590,5 mm.

Para contrastar con la situación anteriormente descrita, en la clasificación 5, en 26 ASP (25%) se proyectan disminuciones sobre la pluviometría promedio de 272,6 mm, entre las ASP en esta categoría destacan Reserva Nacional y el Parque Nacional Villarrica con -338,7 mm y -313 mm anuales respectivamente, y el Parque Nacional Huerquehue -325 mm. La ASP con menor disminución de pluviometría proyectada en esta categoría, corresponde al Parque Nacional Radal Siete Tazas, con -219,2 mm anuales.

Tabla 3. Disminuciones en la pluviometría promedio anual (ppa) de las ASP a nivel nacional para cada una de las categorías conformadas.

Clasificación	Cantidad de ASP	Delta ppa (prom.)	% de ASP en la categoría
1	6	41,8	5,8%
2	20	-1,6	19,4%
3	26	-40,4	25,2%
4	25	-141,7	24,3%
5	26	-272,6	25,2%
Total	103 ²⁰	-111,3	100%

²⁰ El número de ASP es de 103 ya que como se mencionó anteriormente hay ASP que están separadas en más de un área geográfica. A lo anterior se aclara que para este análisis no se consideraron las ASP insulares.

Pudú (*Pudu Puda*), Parque Nacional Chiloé

Estos datos evidencian una disminución en las pluviometrías anuales, donde las categorías 3, 4, 5 concentran al 74% de las ASP con riesgo de disponibilidad de agua y cambios en sus ciclos hidrológicos con todas las consecuencias que esto puede implicar tanto para la biodiversidad como para las comunidades humanas que dependen de estas áreas. Además, se debe considerar que aumentos en los niveles de lluvia pueden generar crecidas en los cursos de agua, inundaciones y aluviones, si estos no responden a los patrones considerados normales en cada uno de los ecosistemas del país.

4.2.2. Comparación entre la temperatura máxima del mes de enero actual respecto a la proyectada a 2050

Los cambios en la temperatura máxima proyectados al año 2050 para el mes de enero, respecto a los promedios actuales de temperatura para el mismo mes, muestran que un 11% de las ASP presentarán aumentos de hasta 1°C; un 75%, aumentos de hasta 2°C y un 15% de las ASP estarán expuestas a temperaturas mayores a 2°C (Tabla 4). Las implicancias de estos aumentos sobre la distribución y abundancia de las especies de flora y fauna, es un análisis imprescindible que actualmente se está generando en la academia, pero el mayor impacto que afrontarán estos ecosistemas será el evidente riesgo de aumento en la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales de gran magnitud, en especial si se combinan con disminución en la pluviometría.

CONAF, frente a estos eventos, tendrá un papel primordial en planificar cómo podrían ser enfrentados, en especial al considerar la experiencia adquirida durante el megaincendio ocurrido en el mes de enero de 2017 que generó una pérdida total de 518.174,2 ha, de las cuales 89.347 ha correspondieron a bosque nativo, 15.790,5 ha a bosque mixto, 283.659,4 ha a plantaciones forestales, 93.774,9 ha a praderas y matorrales, 33.578,8 ha a terrenos agrícolas y el resto a zonas sin vegetación, humedales y áreas urbanas (CONAF, 2017b).

Adicionalmente, el aumento en las temperaturas máximas podría generar un cambio del hábitat óptimo de algunas especies, escasez de recursos hídricos y alimenticios además de la aparición de enfermedades y colonización por especies invasoras más generalistas.

Tabla 4. Cantidad de ASP expuestas a diferentes rangos de cambios de temperatura máxima de enero (txe) para el año 2050.

Clasificación	Cantidad de ASP	Delta Txe °C (prom.)	% de ASP en la categoría
1	11	0,79	11%
2	77	1,61	75%
3	15	2,23	15%
Total	103	1,61	100%

La temperatura mínima para el mes de julio proyectada al año 2050 respecto de la actual tendrá una tendencia al aumento en todas las ASP, donde un 32% de éstas presentarán un aumento promedio de 0,91 °C, un 54% de 1,24 °C y un 14% con aumentos en la temperatura mínima de 2,04°C (Tabla 5).

Tabla 5. Cantidad de ASP expuestas a diferentes rangos de cambios de temperatura mínima de julio (tnj) para el año 2050.

Clasificación	Cantidad de ASP	Delta Tnj (prom.)	% de ASP en la categoría
1	33	0,91	32%
2	56	1,24	54%
3	14	2,07	14%
Total	103	1,25	100%

4.3. Agrupación de las ASP a través de las variables de cambios en la pluviometría y temperaturas proyectadas al 2050

Producto del análisis de conglomerado realizado se caracterizaron 102 zonas espacialmente diferentes²¹, resultando cuatro grupos conformados por los siguientes porcentajes respecto al total de sitios analizados (Figura 9):

- Grupo 1: 10%
- Grupo 2: 32%
- Grupo 3: 24%
- Grupo 4: 34%

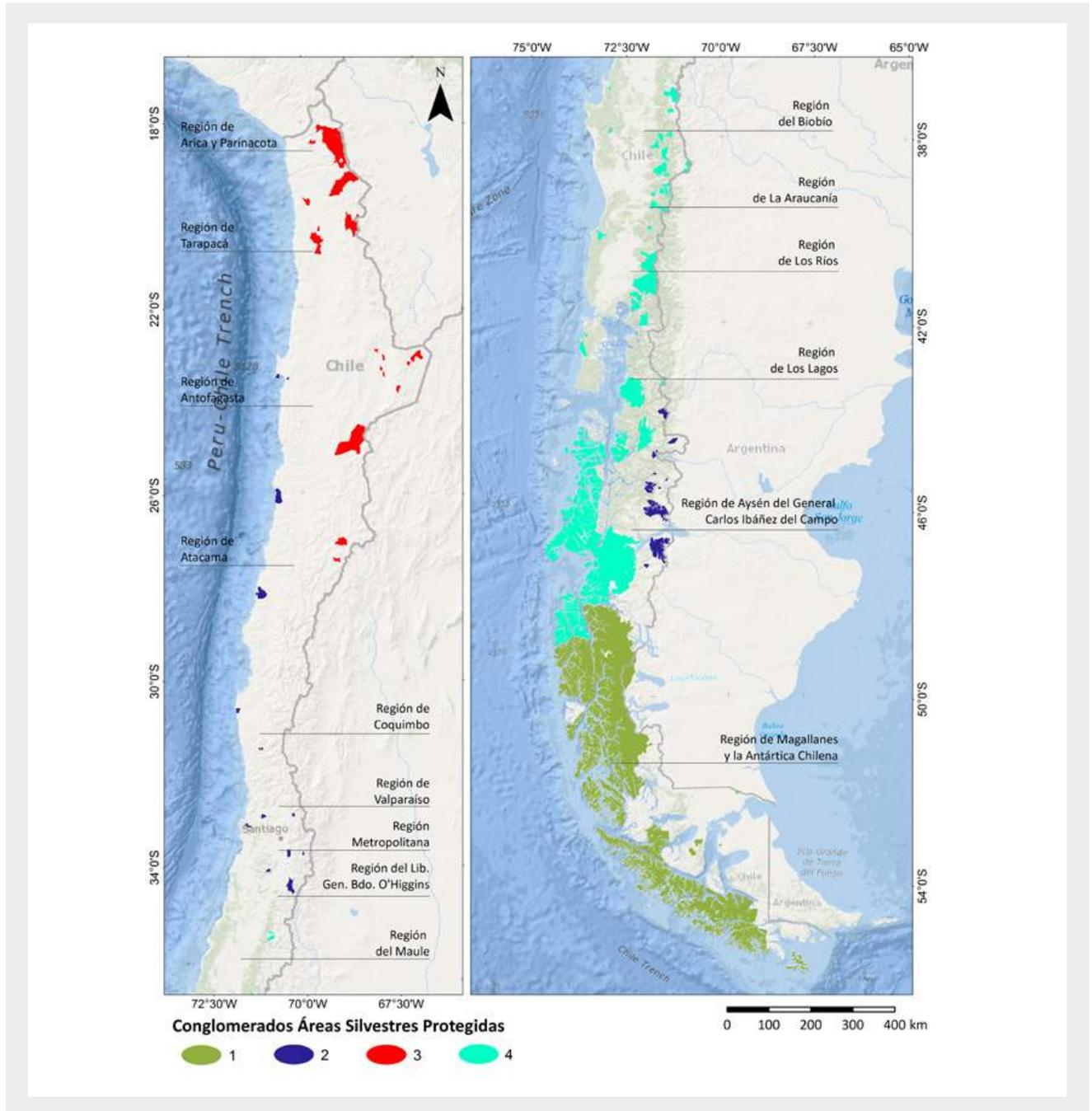


Figura 9. Mapa ASP pertenecientes a los conglomerados 1, 2, 3 y 4.

²¹ El número de ASP varía ya que como se mencionó anteriormente, hay ASP que están separadas en más de un área geográfica. Además, para este análisis no se consideraron las ASP insulares.

Es importante considerar que la similitud para el análisis de conglomerado es estimada en función de la magnitud de los cambios que sufre un ASP en el escenario de cambio climático, por lo tanto, ASP ubicadas en áreas relativamente distantes (Figura 9, Anexo 2), con cambios en la magnitud de las variables similares, son agrupadas bajo el mismo criterio de clasificación. Para este análisis en particular se diferencian dos conjuntos donde se separa claramente el grupo 3 de los grupos 1, 2 y 4.

De esta forma, el grupo 1 (Figura 10) presenta predicciones con un promedio de temperaturas máximas de cambio de 0,77°C,

mínimas de 1,17°C y un aumento promedio en la pluviometría de 17,82 mm anuales (Tabla 6). En este conglomerado se agrupa el 100% de las ASP que se sitúan en la Región de Magallanes y sólo una ASP que se ubica en la Región de Aysén, que corresponde al Parque Nacional Bernardo O'Higgins, considerando que esta ASP abarca ambas regiones (Figura 14). Este grupo, en función de los datos proyectados, sería el con menor impacto frente al cambio climático, siendo conformado por el Parque Nacional Torres del Paine, Parque Nacional Bernardo O'Higgins, Parque Nacional Alberto de Agostini, entre otras ASP (Figura 9, Figura 10, Anexo 2).

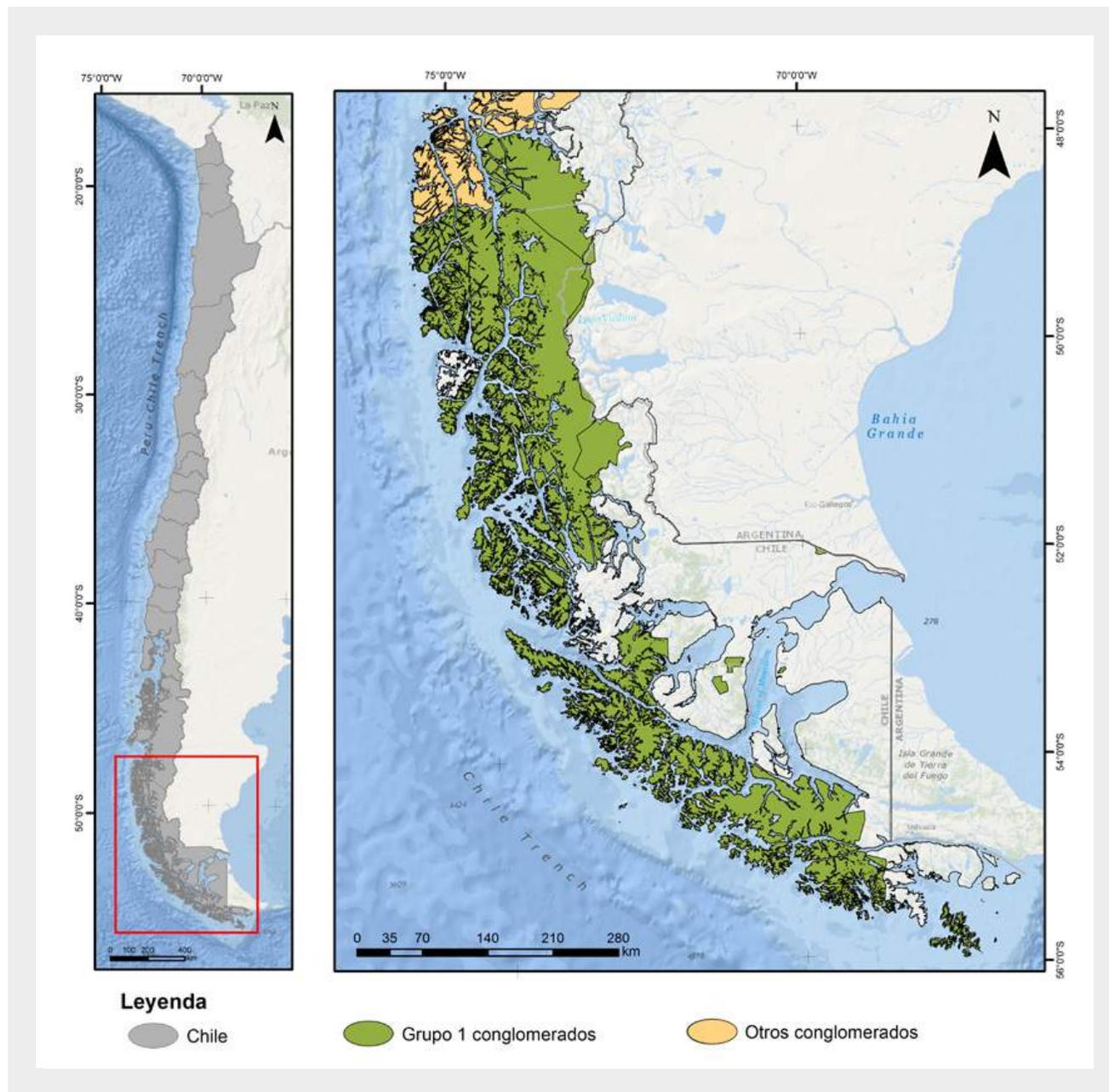


Figura 10. Grupo 1, donde se agrupan las ASP que estarían expuestas a cambios climáticos menos extremos, en comparación a otras áreas, caracterizándose por un aumento promedio de la pluviometría de 17,82 mm anuales.

Al analizar las predicciones de cambio promedio para el resto de los grupos, no se pronostica un buen escenario, ya que se caracterizan por aumentos de temperatura e importantes disminuciones de la pluviometría como en el grupo 2 (Figura 11, Tabla 6), fuertes aumentos de temperatura ($> 2^{\circ}\text{C}$) sin cambios profundos en la pluviometría en el grupo 3 (Figura 12, Tabla 6) y por altísimas disminuciones en la pluviometría e importantes aumentos en las temperaturas en el grupo 4 (Figura 13, Tabla 6).

Tabla 6. Valores promedio de los Grupos de similitud formados mediante análisis de conglomerado con método de encadenamiento promedio ponderado y la distancia Euclídea.

Grupos de similitud	Delta Txe (prom.)	Delta Tnj (prom.)	Delta ppa (prom.)
1	0,77	1,17	17,82
2	1,55	1,25	-54,94
3	2,19	2,04	-3,51
4	1,63	0,96	-229,04
Promedio Total	1,61	1,25	-110,92

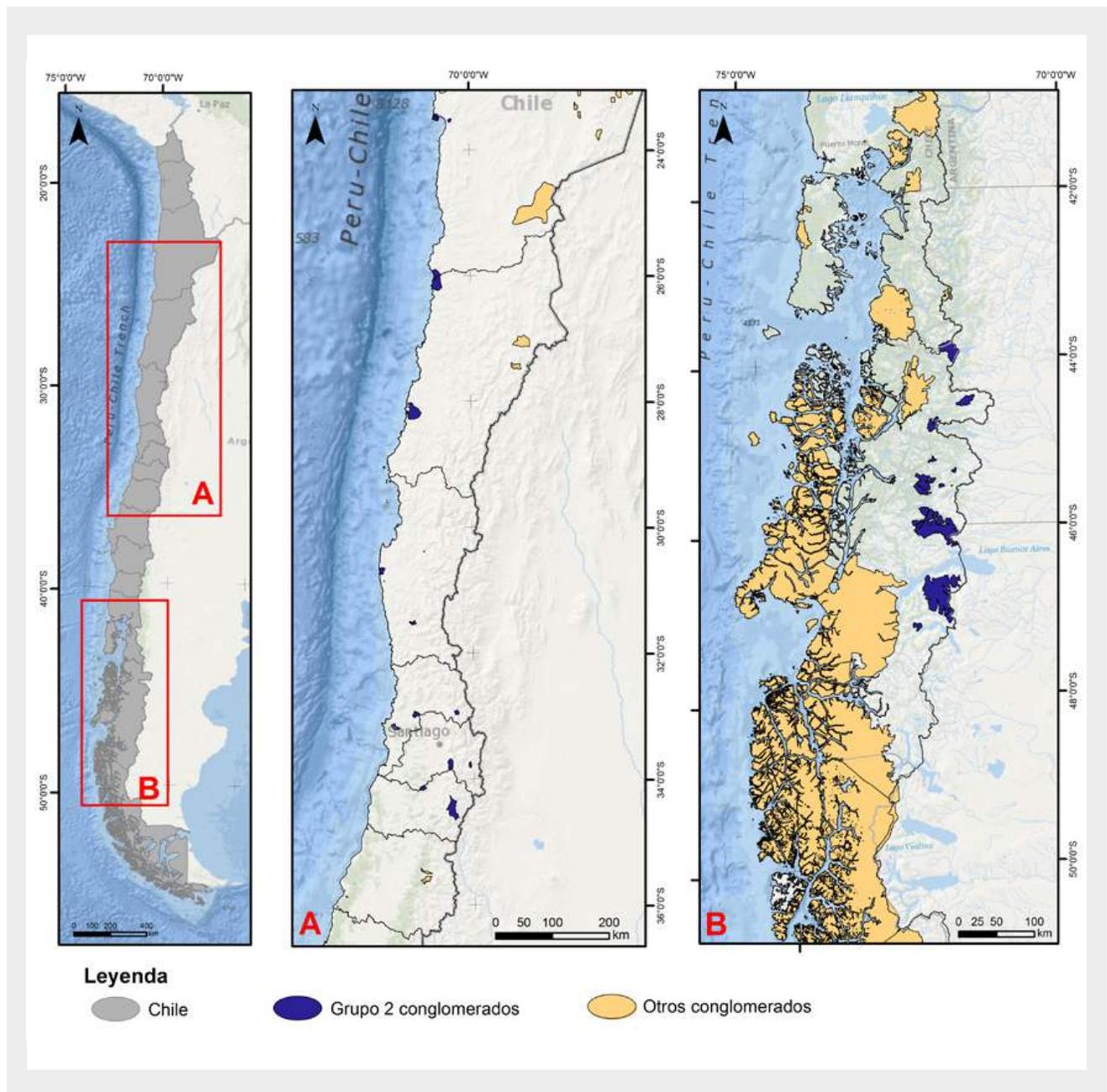


Figura 11. Grupo 2, donde se agrupan las ASP que estarían expuestas a cambios climáticos caracterizados por aumentos promedio de las temperaturas de hasta $1,55^{\circ}\text{C}$ y disminuciones en la pluviometría de $54,94\text{ mm}$ anuales.

El grupo 3 (Figura 12) tiene un comportamiento caracterizado por aumentos en las temperaturas máximas y mínimas, en promedio, superiores a los 2°C y bajas disminuciones en la pluviometría. Los grupos 1, 2 y 4 poseen cambios importantes en la temperatura, pero inferiores al grupo 3. Adicionalmente, el grupo 1 (Figura 10) se caracteriza por ser el único que en promedio se evidencia aumento en la pluviometría, no obstante dentro de este, existen ASP con proyecciones de disminución de la pluviometría de hasta -57,4°C como es el caso de Parque Nacional Bernardo O'Higgins, en la Región de Aysén. El grupo 4 (Figura 13) se caracteriza por fuertes disminuciones en la pluviometría, en promedio, -229,04 mm (Tabla 6), siendo -71,25 mm el cambio menor en este grupo y corresponde a la Reserva Nacional Katalalixar, Región de Aysén.

Podemos identificar como aquel grupo de ASP más vulnerables a los efectos del cambio climático a aquellas ASP relacionadas al grupo 4 (Figura 13), donde el impacto de las altas temperaturas puede verse agravado por altas disminuciones en la pluviometría, aproximadamente -229 mm anuales en promedio. En este grupo podemos encontrar 42 ASP donde destacan el Parque Nacional Radal Siete Tazas (-201 mm de lluvia), Reserva Nacional Ralco (-271 mm), Reserva Nacional Mocho Choshuenco (-266,2 mm), Parque Nacional Alerce Andino (-219,2 mm) y Reserva Nacional Las Guaitecas (-102 mm). Por lo tanto, se agrupan ASP ubicadas en las regiones de Los Ríos, Biobío, Maule, Los Lagos y La Araucanía (Figura 14).

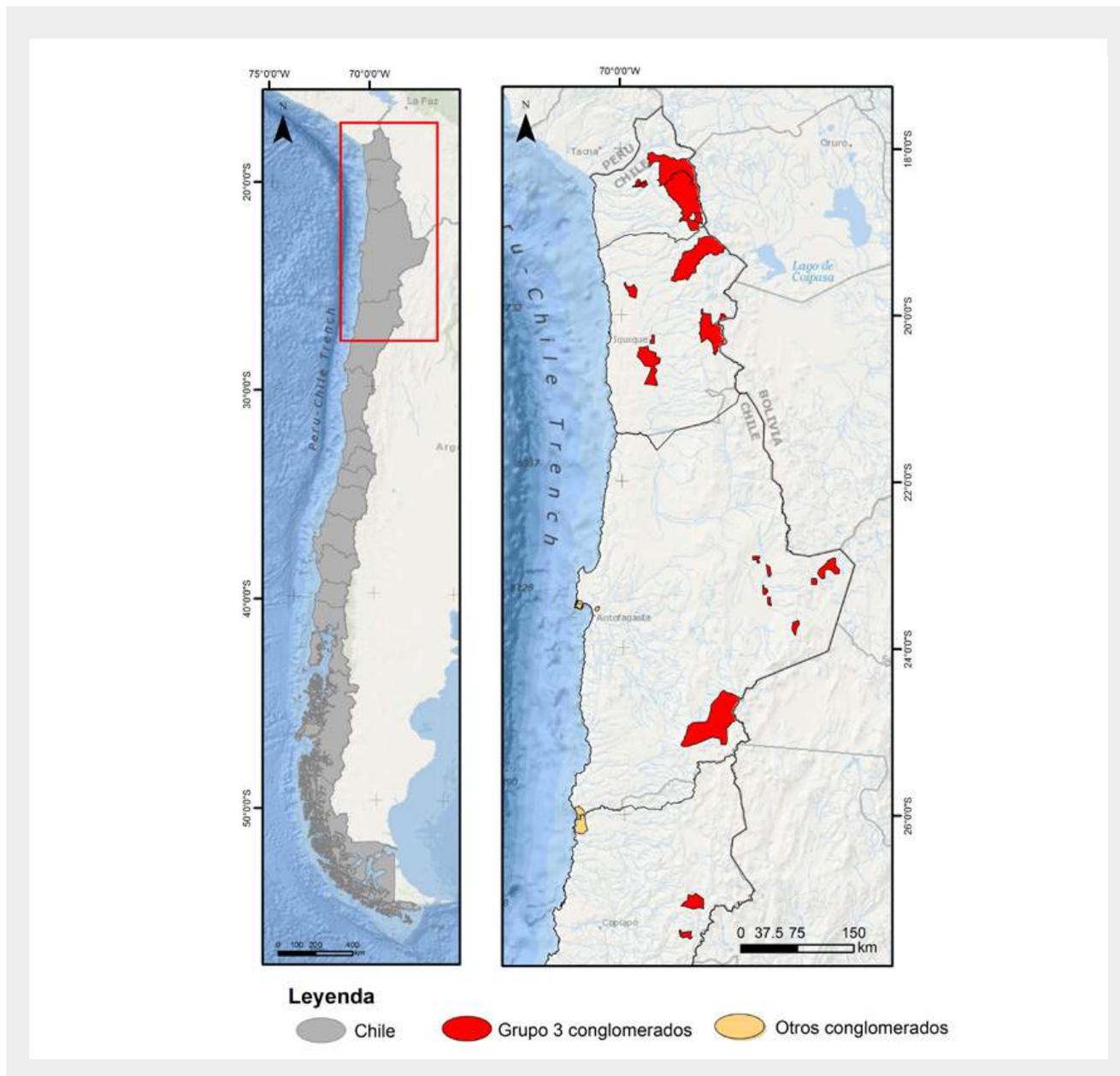


Figura 12. Grupo 3, donde se agrupan las ASP que estarían expuestas a cambios climáticos caracterizados por aumentos promedio de las temperaturas mayores a 2°C y disminuciones en la pluviometría promedio de 3,5 mm anuales.

Zonas del altiplano y cordillera chilena, específicamente de las regiones de Atacama, Arica y Parinacota, Antofagasta y Tarapacá están agrupadas en el grupo 3 (Figura 12, Figura 14), sumando además a la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal. Se estima que las disminuciones de pluviometría alcanzan a $-10,5$ mm en el Parque Nacional Lauca y que las temperaturas aumentarían hasta $1,9^{\circ}\text{C}$, tanto para máxima de enero como la temperatura

mínima de julio. ASP de estas mismas regiones, pero situadas en la costa se agrupan en el grupo 2 con estimaciones de disminución en la pluviometría de hasta $2,5$ mm. En este grupo podemos encontrar las ASP Monumento Natural La Portada, Parque Nacional Morro Moreno, Parque Nacional Pan de Azúcar, Reserva Nacional La Chimba y Parque Nacional Llanos de Challes.

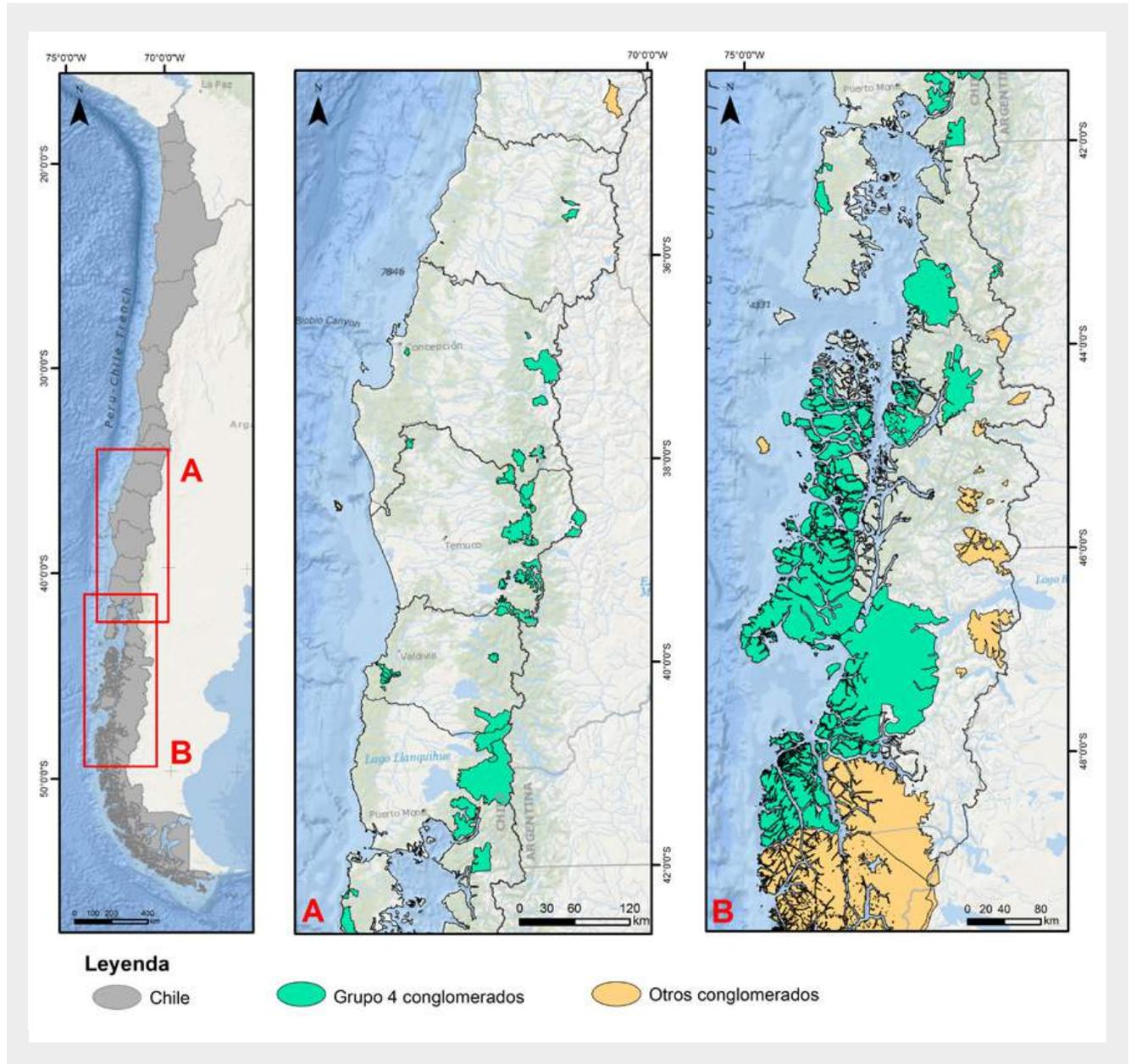


Figura 13. Grupo 4, donde se agrupan las ASP que estarían expuestas a cambios climáticos caracterizados por disminuciones promedio de la pluviometría de 229 mm anuales.



La Región de Coquimbo también se ubica en el grupo 2, con la totalidad de sus ASP, el Monumento Natural Pichasca, Parque Nacional Fray Jorge y la Reserva Nacional Las Chinchillas. Para esta última se proyecta una disminución en la pluviometría de hasta 19,1 mm anuales. El mayor aumento de temperatura máxima de enero es de 1,6 °C en el Monumento Natural Pichasca. En este conglomerado, también se encuentran las ASP distribuidas en las regiones Metropolitana, Valparaíso y O'Higgins, junto a algunas de las ASP de las regiones del Maule, Los Lagos y Aysén (Figura 11, Figura 14).

Así también, la totalidad de las ASP presentes en las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y el 90% de las ASP de la Región de Los Lagos han sido agrupadas en el grupo 4, grupo que presenta las mayores disminuciones de pluviometría. La excepción en esta última región, que es agrupada en el grupo 2, corresponde a la Reserva Nacional Lago Palena (Figura 14).

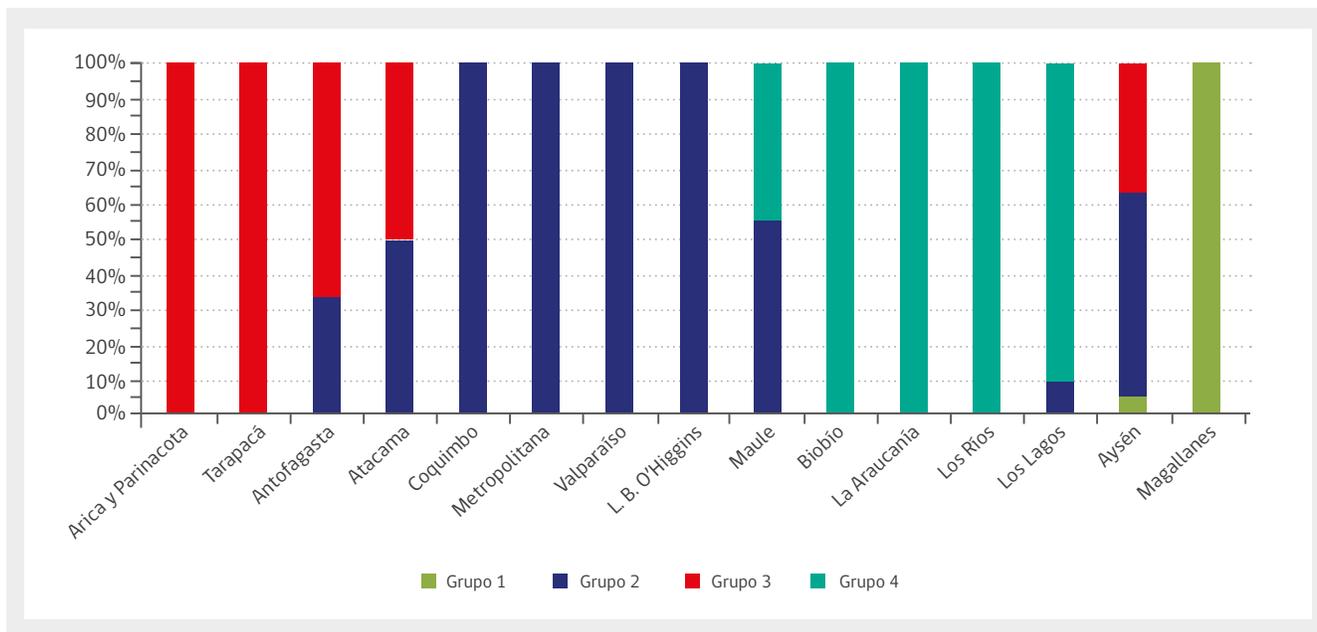


Figura 14. Distribución porcentual de las ASP a escala regional y considerando los grupos generados con el análisis de conglomerado.



Conclusiones y Recomendaciones

5





Conclusiones y Recomendaciones

La disponibilidad de agua se ha determinado como un riesgo clave para América del sur en las regiones semiráridas y dependientes del deshielo de los glaciares (IPCC 2014b). Por lo cual resulta importante que se tomen medidas necesarias para fomentar la resiliencia y capacidad de adaptación a esta situación por medio de distintas acciones que pueden ser implementadas en las ASP como por ejemplo aumentar el tamaño, las zonas de protección y las áreas buffer de los sitios protegidos, mejorar la conectividad funcional entre sitios, mantener y mejorar el estado de humedales, forestación costera, gestión de cuencas fluviales, mantención de la diversidad genética, gestión hídrica global a nivel de unidad, construcción de embalses naturales, abrevaderos para fauna, manejo de escorrentías, recarga de acuíferos, protección de glaciares, protección privilegiada de paleorefugios de vida, reducción de la intensidad de otros factores de estrés sobre los ecosistemas como especies invasoras, la fragmentación de los hábitats, entre otros.

En relación a las impresiones recogidas de los guardaparques, queda claro que estos conocen en profundidad la realidad de las ASP ya que poseen información relevante y precisa sobre los cambios que han ocurrido y que ocurren actualmente en el terreno. En referencia a las percepciones entregadas se destaca la relación entre los cambios en las variables físicas y biológicas, con los resultados recopilados en diversos estudios sobre los efectos del cambio climático a nivel mundial, regional y local. A razón de lo anterior, es fundamental que se considere a los guardaparques como una fuente de información válida y sólida en lo referente a los cambios en las diversas áreas SNASPE, por lo cual CONAF debe enfatizar su rol como funcionarios que pueden suministrar valiosos datos de campo sobre las modificaciones que ocurren en las ASP a modo de obtener una base de datos que permita predecir e identificar las ASP y zonas más vulnerables.

Respecto a los resultados del análisis de escenarios de proyección sobre cambio climático al año 2050 en las ASP, es importante señalar que esta información está basada en aproximaciones bajo el escenario RCP 8.5 y que puede variar en el transcurso del tiempo, sin embargo representan antecedentes importantes en relación a las consecuencias del cambio climático en el SNASPE. Tomando en cuenta lo anterior, a través de los resultados obtenidos se pueden priorizar áreas y generar acciones de adaptación de las ASP considerando la magnitud de cambio de las variables analizadas.

Considerando la magnitud de los cambios proyectados, las autoridades deben comenzar a desarrollar, en conjunto con los actores interesados, una estrategia que integre los avances a la fecha con los análisis de vulnerabilidad para las ASP que permitan enfrentar el cambio climático en las áreas SNASPE, además de incorporar monitoreos en forma permanente y continua de los OC y áreas más susceptibles. Lo anterior permitirá obtener información para poder tomar determinaciones a tiempo de las acciones a implementar tanto a nivel territorial como normativo con una base de datos sólida.

La planificación de las ASP debe considerar la protección de "un objetivo móvil" de representatividad ecológica, por lo que será clave establecer nuevas ASP en áreas estratégicas, para lo cual



Ñandú (*Rhea pennata pennata*), Reserva Nacional Pali Aike

los datos expuestos contribuyen en la toma de decisión sobre las áreas para la ubicación de nuevas ASP o extensiones de las ya existentes.

En este ámbito es importante señalar que existen algunos lineamientos a nivel internacional para preparar el accionar de las administraciones de las ASP, organizada en cuatro tópicos principales: planificación y política de sistemas; gestión, investigación y monitoreo; desarrollo de capacidades y toma de conciencia tanto de autoridades, visitantes y administradores de que los cambios están ocurriendo y seguirán sucediendo. Con estos lineamientos claros se puede ayudar hacer los ecosistemas más resilientes, disminuir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de adaptación de los diversos ecosistemas.

Así también, Chile a través de CONAF podría tomar experiencias como la ejecutada en México (Score, 2010), donde se desarrolló un proyecto piloto para crear opciones de adaptación al cambio climático en áreas protegidas (bosques siempre verdes, arrecifes de coral, manglares y bosques nublados), considerando cuatro aspectos: determinación de impactos del cambio climático en la biodiversidad de los sistemas, diseño de distintas estrategias de adaptación para apoyar la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas; integración y priorización de estas en los planes de manejo donde las estrategias de adaptación se clasificaron a través de un análisis de costo-beneficio y viabilidad de implementación; y finalmente se realizaría el monitoreo y evaluación de la efectividad.



Reserva Nacional Alerce Costero

En la actualidad CONAF trabaja en algunas actividades como la eliminación de especies invasoras y producción de plantas para revegetación, entre otras. Como ejemplo de estas actividades se puede mencionar la eliminación de individuos de conejos europeos en dos islas de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, los que estaban destruyendo el hábitat de nidificación de especies relevantes como el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), especie catalogada como vulnerable por la UICN y el pato yunco (*Pelecanoides garnotii*), catalogada como en peligro de extinción, por la UICN. En relación a la producción de plantas para revegetación y reforestación se está desarrollando un proyecto en la región de Arica y Parinacota donde se están produciendo llaretas (*Azorella compacta*) en vivero, especie categorizada como vulnerable (Vu) por el MMA y regulada por la Ley N° 20.283 de Bosque Nativo y Fomento Forestal, siendo esta la única experiencia masiva de producción de este tipo que considera objetivos de conservación y uso ancestral.

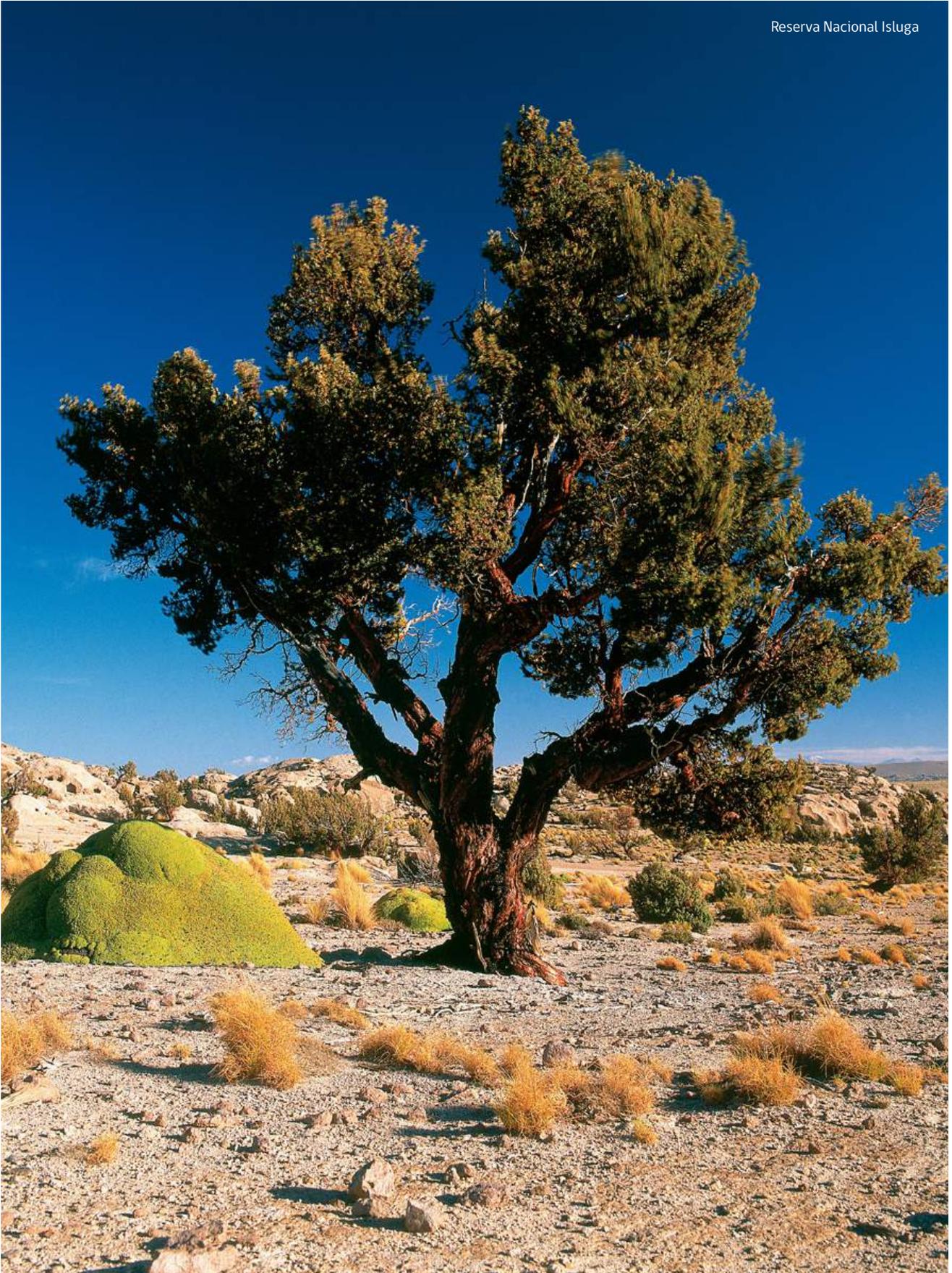
También CONAF, a través de la ENCCRV, ha apalancado recursos y trabaja en el desarrollo e implementación de las medidas de acción que contribuyen a las labores generales de la corporación referentes al manejo sustentable de los bosques nativos y las formaciones xerofíticas. Dentro de estas medidas se pueden mencionar MT.4 programa de forestación y revegetación en comunas/áreas priorizadas, MT.5 fortalecimiento programa de restauración ecológica, IF.3 desarrollo e implementación del programa de silvicultura preventiva con énfasis en la interfaz urbana rural, GA.1 desarrollo de un programa de adaptación para la gestión de los recursos vegetacionales en el marco del cambio climático, desertificación, degradación de las tierras y sequía, MT.6 difusión y educación ambiental a través de la generación de un programa de educación en temáticas de cambio climático y recursos vegetacionales, entre otras (CONAF 2016).

Lo anterior ya ha sido considerado a través de un análisis de vulnerabilidad y algunos aspectos de la ENCCRV en el nuevo Manual para la Planificación del Manejo de Áreas Silvestres Protegidas, desarrollado participativamente durante el 2017²². Pese a lo expuesto, CONAF debe seguir trabajando en la planeación e implementación de más actividades a nivel nacional que apunten a disminuir la vulnerabilidad y fomenten la resiliencia y adaptación de las ASP, tomando en cuenta el difícil escenario actual en materia de cambio climático.

Finalmente, en vista de los resultados obtenidos, se requiere tomar acciones tempranas tanto a nivel de normativa como operativo en el territorio y reforzar las labores de los guardaparques con la finalidad de conservar y resguardar el patrimonio natural del país con foco en mantener la biodiversidad y las poblaciones humanas que dependen de estos recursos.

²² http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1515526054CONAF_2017_MANUALPARALPLANIFICACIONDELASAREASPROTEGIDASDELSNASPE_BajaResoluci%C3%B3n.pdf

Reserva Nacional Isluga





Bibliografía

6



Lago Pehoé, Parque Nacional Torres del Paine

Bibliografía

AGRIMED, 2012. Plan de acción para la protección y conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al cambio climático. Centro de Agricultura y Medio Ambiente de la Universidad de Chile.

AGRIMED. 2017. Atlas Agroclimático de Chile: Estado Actual y Tendencias del Clima. Tomos 1 al 6. Información basada en el marco del proyecto "Elaboración de un Atlas Agroclimático de Chile para la Sustentabilidad de la Agricultura en un contexto de Cambio Climático", código PYT-2016-0072 con el apoyo financiero de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Disponible en <http://www.agrimed.cl/>

Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof, Eds., 2008: El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 págs.

Chan, Nathan Y., Kristie L. Ebi, Fraser Smith, Thomas F. Wilson, Anne A. Smith (1999) "An Integrated Assessment Framework for Climate Change Infectious Diseases", Environmental Health Perspectives Vol. 107, nº 5.

Charmantier A; Gienapp P. 2013. Evolutionary Applications published by John Wiley & Sons Ltd 7 (2014) 15-28. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/eva.12126/pdf>

CONAF, 2016. Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2016- 2025. ENCCRV Chile <https://www.enccrv-chile.cl/descargas/publicaciones/87-enccrv-2017-2025-v2/file>

CONAF, 2016a. Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía PANCD-Chile 2016-2030. Alineado con la Estrategia Decenal de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), la iniciativa de degradación neutral de la tierra y los Objetivos del Desarrollo Sostenible, en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) de Chile. <https://www.enccrv-chile.cl/descargas/publicaciones/86-pancd-2016-2030/file>

CONAF 2017. Manual para la planificación del manejo de las áreas protegidas del SNASPE. Santiago de Chile, Chile. 230 pp.

CONAF, 2017b. Análisis de la Afectación y Severidad de los Incendios Forestales ocurridos en enero y febrero de 2017 sobre los usos de suelo y los ecosistemas naturales presentes entre las regiones de Coquimbo y Los Ríos de Chile.

Díaz, M. 2016. Una perspectiva de adaptación y mitigación al cambio climático en el SNASPE de Chile. In: I Congreso Nacional de Áreas Silvestres Protegidas. Temuco, Chile. 22 noviembre 2016. Universidad Católica de Temuco - Corporación Nacional Forestal (CONAF). pp: 1-21.

Dirección Meteorológica de Chile, 2017. Informe Técnico. 56 p. Santiago, Chile. Enero 2017: un mes de récords. Sección Meteorología Agrícola - Sección Climatología Subdepartamento de Climatología Aplicada.

Erwin, K.L. 2009 Wetlands Ecology Manage () 17: 71. <https://doi.org/10.1007/s11273-008-9119-1>

Glick, P., Stein, B. A., Edelson, N. A., 2011. Scanning the conservation horizon: a guide to climate change vulnerability assessment. National Wildlife Federation, Washington, D.C., USA.

IEB, 2010. Vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la ecoregión mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. Instituto de Ecología y Biodiversidad de Chile.

IPCC, 2001. Anexo B. Glosario. <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

Ministerio de Agricultura, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, 2016. El cambio climático y los recursos hídricos de Chile La transición hacia la gestión del agua en los nuevos escenarios climáticos de Chile

Ministerio de Medio Ambiente, 2014. Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad.

IPCC 2007. Cambio climático 2007. Informe de síntesis

IPCC, 2013. Cambio climático 2013. Bases físicas

IPCC 2014a. Cambio climático 2014 Informe de síntesis Resumen para responsables de políticas.

IPCC 2014b, Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad

IPCC, 2014c: Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the

Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 117-130. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_Glossary.pdf

Ministerio de Medio Ambiente, 2016. Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050.

Ministerio de Medio Ambiente 2008. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012.

Ministerio de Medio Ambiente 2017. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022.

Morecroft, M; Crick, P; Duffield, S; Macgregor, N. 2012. Resilience to climate change: translating principles into practice. Journal of applied ecology View issue TOC Volume 49, Issue 3 Pages 547-551

Rivera A, Zamora R, Uribe J, Wendt A, Oberreuter J, Cisternas S, Gimeno F, Clavero J. 2015. Recent changes in total ice volume on Volcán Villarrica, Southern Chile. Nat Hazards (2015) 75:33-55.

Score, A. 2010. Climate Change Adaptation in Protected Areas in Mexico for the Conservation of Biodiversity, Ecosystems, and Ecosystem Services [Case study on a project of The Nature Conservancy - Baja California, National Commission of Natural Protected Areas Mexico, and Mexican Fund for Nature Conservation]. Product of EcoAdapt's State of Adaptation Program.

Scott, D; Lemieux, C. 2005. Climate change and protected area policy and planning in Canada. The forestry chronicle Septiembre/Octubre 2005, VOL. 81, No. 5

Universidad de Chile 2012, Informe País: estado del medio ambiente, Instituto de Asuntos Públicos, 296 pp.

Villarroel, C. 2013. Eventos extremos de precipitación y temperatura en Chile: proyecciones para fines del siglo XXI. Tesis para optar al grado de Magíster en meteorología y climatología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

An aerial photograph of a dense tropical forest. The scene is dominated by tall palm trees with light-colored trunks and dark green fronds. The forest floor is a thick carpet of various green plants and shrubs. The lighting is bright, suggesting a sunny day, with some shadows cast by the trees.

Anexos

7



Anexos

Anexo 1. Ficha de Observaciones de los efectos de Cambio Climático por parte de guardaparques del SNASPE

Objetivo: la información solicitada se utilizará para el desarrollo de un documento de los efectos de cambio climático observados en el terreno del SNASPE por guardaparques citando un ASP de referencia donde ocurre el efecto

Fecha: _____ Nombre ASP de referencia: _____ Código: _____

Informante: _____ Correo electrónico: _____

Teléfono: _____

1

- En este ítem usted primeramente deberá determinar según su percepción cómo se han visto afectadas (disminuido, aumento, sin cambio) las variables nombradas en la tabla marcando con una X.
- Seguidamente, usted deberá determinar el nivel de aumento o disminución de la variable siendo, si según su percepción no hay cambios debe dejar esta parte en blanco:
Bajo: 0%-25%;
Medio: 25%-50%;
Alto: 50%-75%;
Muy Alto: 75%-100%
- Detallar si usted tiene alguna observación relevante que reportar

Ámbito	Efecto de Cambio climático	Caracterización del cambio observado			Nivel de disminución o aumento				Observación
		Disminución	No observado	Aumento	Bajo 0%-25%	Medio 25%-50%	Alto 50%-75%	Muy alto 75%-100%	
	Volumen Agua (aguadas, lagunas, ríos, lagos)								
	Volumen de nieves y glaciares								
	Lluvia (frecuencia ¹)								
	Lluvia (intensidad ²)								
	Sequía meteorológica global								
	Temperaturas terrestres máximas (frecuencia)								
	Temperaturas terrestres mínimas (frecuencia)								
	Ola de frío								
	Ola de calor								
	Desecamiento de porciones de superficie ASP								
	Caída de nieve								
	Erosión ³								
	Eutroficación de humedales								
	Aluviones								
	Tormentas eléctricas y caída de rayos								
	Cambios en el régimen de mareas (ASP insulares)								
	Cambios nidificación aves								
	Cambios en el largo de estaciones del año								
	Cobertura vegetación nativa								
	Cambios en cantidad de forraje animal natural								
	Cambios en época de floración de algunas especies								
	Cambios en rango espacial de distribución de fauna								
	Abundancia ⁴ de fauna vertebrada e insectos								
	Abundancia ⁴ de líquenes								
	Abundancia ⁴ de hongos								
	Enfermedades de fauna vertebrada								
	Aparecimiento de nuevas especies de fauna								

¹ Frecuencia, se refiere al número de días con lluvia durante un año;

² Intensidad, se refiere a la cantidad de agua caída en un día

³ Entiéndase por erosión cárcavas, disminución en la cobertura vegetal, etc.

⁴ Abundancia, se refiere a la cantidad

Anexo 2. Grupos 1, 2, 3 y 4 resultantes del análisis de conglomerado

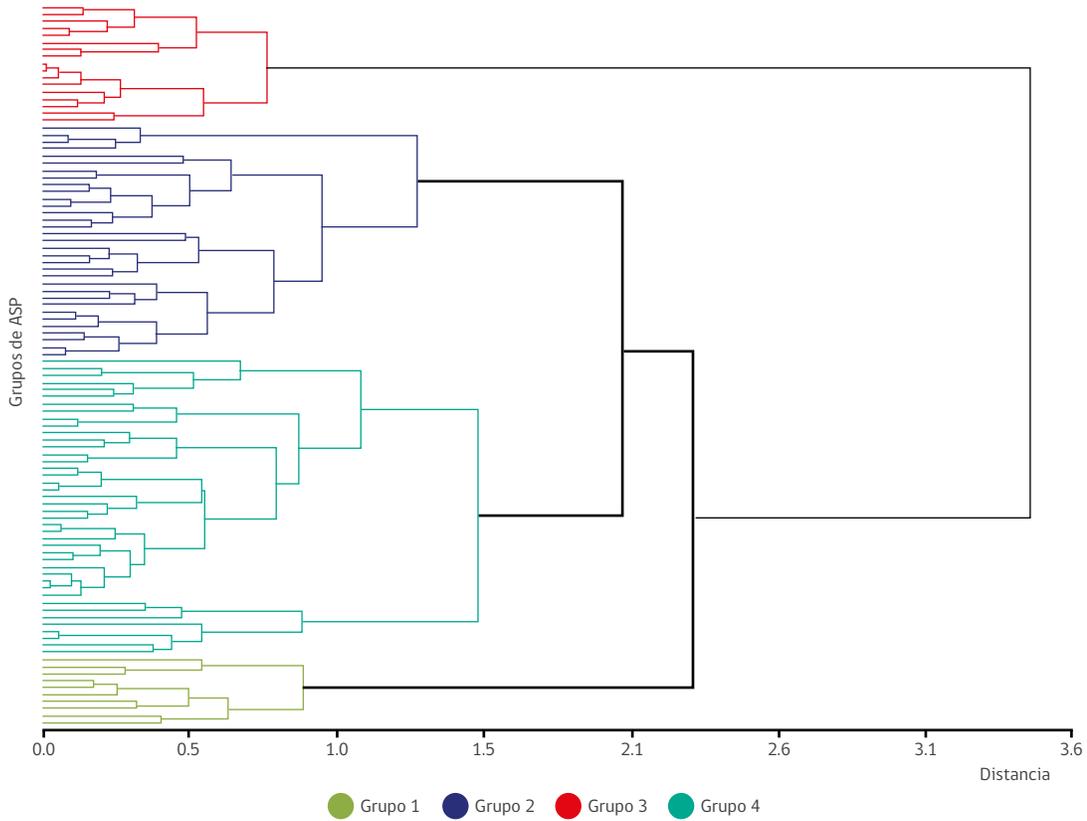


Figura 15. ASP que conforman el los grupos del análisis de conglomerado.

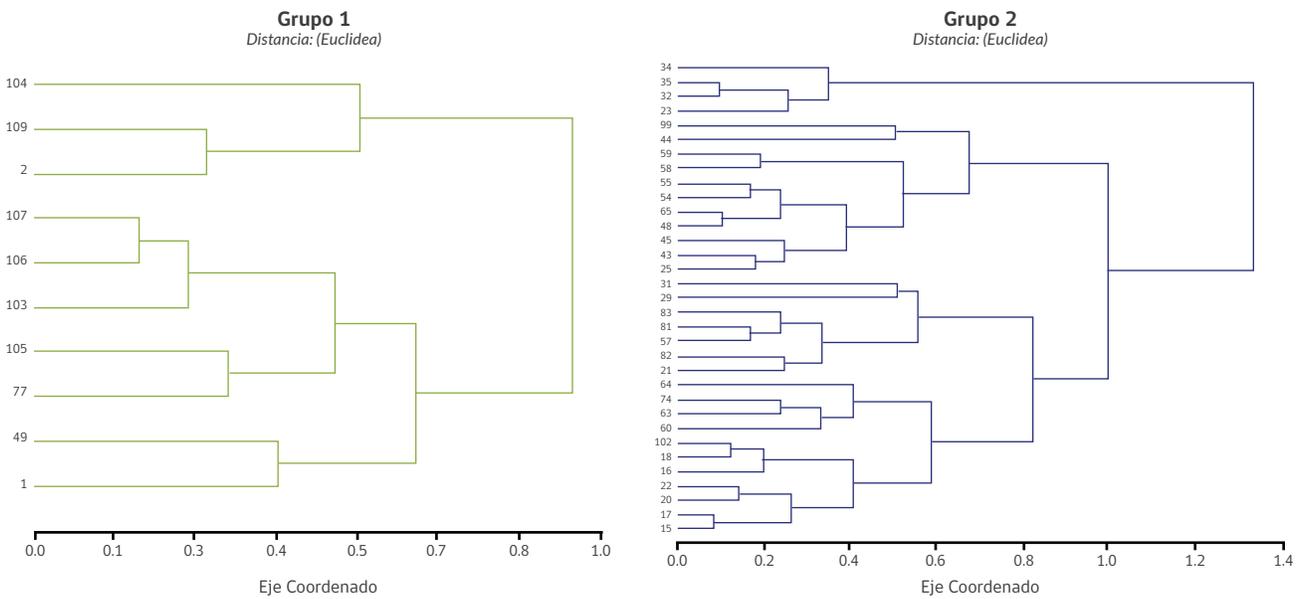


Figura 16. Grupo 1 y 2 conglomerados.

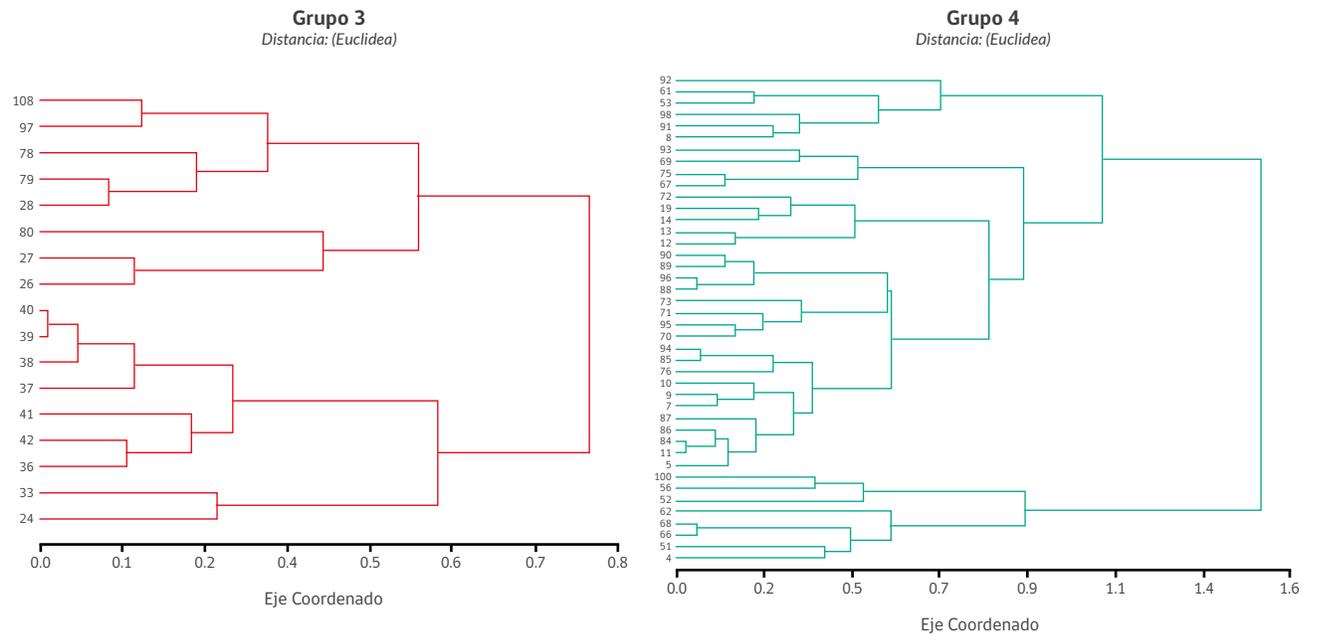


Figura 17. Grupo 3 y 4 conglomerados.

Anexo 3. Codificación que reciben las ASP en los análisis realizados.

Código ASP	Región	Nombre ASP	Grupo análisis conglomerado
1	Magallanes	Parque Nacional Bernardo O'Higgins (A)	1
2	Magallanes	Parque Nacional Alberto de Agostini	1
49	Aysén	Parque Nacional Bernardo O'Higgins(B)	1
77	Magallanes	Parque Nacional Torres del Paine	1
103	Magallanes	Monumento Natural Laguna de los Cisnes	1
104	Magallanes	Parque Nacional Cabo de Hornos	1
105	Magallanes	Parque Nacional Pali Aike	1
106	Magallanes	Reserva Nacional Laguna Parrillar	1
107	Magallanes	Reserva Nacional Magallanes	1
109	Magallanes	Reserva Nacional Alacalufes	1
15	Maule	Reserva Nacional Los Ruyiles (A)	2
16	Maule	Reserva Nacional Los Queules	2
17	Maule	Reserva Nacional Laguna Torca	2
18	Maule	Reserva Nacional Federico Albert	2
20	Valparaíso	Reserva Nacional El Yali	2
21	Valparaíso	Parque Nacional La Campana	2
22	Valparaíso	Reserva Nacional Peñuelas	2
23	Antofagasta	Parque Nacional Pan de Azúcar	2
25	Atacama	Parque Nacional Llanos de Challes	2
29	O'Higgins	Reserva Nacional Río de los Cipreses	2
31	Valparaíso	Reserva Nacional Río Blanco	2
32	Antofagasta	Monumento Natural La Portada	2
34	Antofagasta	Parque Nacional Morro Moreno	2
35	Antofagasta	Reserva Nacional La Chimba	2
43	Coquimbo	Monumento Natural Pichasca	2
44	Coquimbo	Parque Nacional Fray Jorge	2
45	Coquimbo	Reserva Nacional Las Chinchillas	2
48	Aysén	Monumento Natural Dos Lagunas	2
54	Aysén	Reserva Nacional Cerro Castillo	2
55	Aysén	Reserva Nacional Coyhaique	2
57	Aysén	Reserva Nacional Lago Carlota	2
58	Aysén	Reserva Nacional Lago Cochrane	2
59	Aysén	Reserva Nacional Lago Jeinimeni	2
60	Aysén	Reserva Nacional Lago Las Torres	2
63	Aysén	Reserva Nacional Mañihuales	2
64	Aysén	Reserva Nacional Río Simpson	2
65	Aysén	Reserva Nacional Trapananda	2

Código ASP	Región	Nombre ASP	Grupo análisis conglomerado
74	Los Lagos	Reserva Nacional Lago Palena	2
81	Metropolitana	Monumento Natural El Morado	2
82	O'Higgins	Reserva Nacional Roblería del Cobre Loncha	2
83	Metropolitana	Reserva Nacional Río Clarillo	2
99	Aysén	Reserva Nacional Katalalixar	2
102	Maule	Reserva Nacional Los Ruiles (B)	2
24	Atacama	Parque Nacional Nevado de Tres Cruces	3
26	Arica y Parinacota	Monumento Natural Quebrada de Cardones (A)	3
27	Arica y Parinacota	Monumento Natural Quebrada de Cardones (B)	3
28	Arica y Parinacota	Monumento Natural Salar de Surire	3
33	Antofagasta	Parque Nacional Lullaillo	3
36	Antofagasta	Reserva Nacional Los Flamencos (A)	3
37	Antofagasta	Reserva Nacional Los Flamencos (B)	3
38	Antofagasta	Reserva Nacional Los Flamencos (C)	3
39	Antofagasta	Reserva Nacional Los Flamencos (D)	3
40	Antofagasta	Reserva Nacional Los Flamencos (E)	3
41	Antofagasta	Reserva Nacional Los Flamencos (F)	3
42	Antofagasta	Reserva Nacional Los Flamencos (G)	3
78	Tarapacá	Parque Nacional Salar de Huasco	3
79	Tarapacá	Parque Nacional Volcán Isluga	3
80	Tarapacá	Reserva Nacional Pampa del Tamarugal	3
97	Arica y Parinacota	Reserva Nacional Las Vicuñas	3
108	Arica y Parinacota	Parque Nacional Lauca	3
4	Los Ríos	Parque Nacional Alerce Costero	4
5	Biobío	Reserva Nacional Ralco	4
7	Biobío	Reserva Nacional Huemules de Niblinto	4
8	Biobío	Reserva Nacional Fundo Nonguen	4
9	Biobío	Reserva Nacional Ñuble	4
10	Biobío	Parque Nacional Laguna de la Laja	4
11	Biobío	Reserva Nacional Altos de Pemehue	4
12	Maule	Parque Nacional Radal Siete Tazas (B)	4
13	Maule	Reserva Nacional Radal Siete Tazas	4
14	Maule	Parque Nacional Radal Siete Tazas (A)	4
19	Maule	Reserva Nacional Altos de Lircay	4
51	Aysén	Parque Nacional Isla Magdalena	4
52	Aysén	Parque Nacional Laguna San Rafael	4
53	Aysén	Parque Nacional Queulat	4
56	Aysén	Reserva Nacional Katalalixar	4
61	Aysén	Reserva Nacional Lago Rossetot	4

Código ASP	Región	Nombre ASP	Grupo análisis conglomerado
62	Aysén	Reserva Nacional Las Guaitecas	4
66	Los Lagos	Monumento Natural Islote Puñihuil	4
67	Los Lagos	Parque Nacional Alerce Andino	4
68	Los Lagos	Parque Nacional Chiloé	4
69	Los Lagos	Parque Nacional Corcovado	4
70	Los Lagos	Parque Nacional Puyehue	4
71	Los Lagos	Parque Nacional Vicente Pérez Rosales	4
72	Los Lagos	Reserva Nacional Futaleufu	4
73	Los Lagos	Parque Nacional Hornopirén	4
75	Los Lagos	Reserva Nacional Llanquihue	4
76	Los Ríos	Reserva Nacional Mocho Choshuenco	4
84	La Araucanía	Reserva Nacional Malalcahuello	4
85	La Araucanía	Reserva Nacional China Muerta	4
86	La Araucanía	Reserva Nacional Las Nalcas	4
87	La Araucanía	Reserva Nacional Alto Biobío	4
88	La Araucanía	Reserva Nacional Malleco	4
89	La Araucanía	Reserva Nacional Villarrica	4
90	La Araucanía	Parque Nacional Huerquehue	4
91	La Araucanía	Monumento Natural Contulmo	4
92	La Araucanía	Monumento Natural Cerro Ñielol	4
93	La Araucanía	Parque Nacional Nahuelbuta	4
94	La Araucanía	Parque Nacional Conguillío	4
95	La Araucanía	Parque Nacional Tolhuaca	4
96	La Araucanía	Parque Nacional Villarrica	4
98	Los Lagos	Monumento Natural Lahuen Ñadi	4
100	Aysén	Reserva Nacional Las Guaitecas	4







Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA)
Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal (GEDEFF)
Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Ministerio de Agricultura de Chile

Paseo Bulnes 377, Oficina 207
Santiago de Chile

www.enccrv-chile.cl | www.conaf.cl