

Propuesta

PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Centro de Cambio Global UC
Santiago, Enero 2013

Centro Cambio Global UC
Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Santiago - Chile
Fono: 56-02- 354 4137 - E-mail cambioglobal@uc.cl
www.uc.cl

PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Equipo de trabajo Centro de Cambio Global UC

COORDINADOR GENERAL

SEBASTIÁN VICUÑA

EXPERTOS SILVOAGROPECUARIO

FRANCISCO MEZA

OSCAR MELO

HORACIO GILABERT

EXPERTOS RECURSOS HÍDRICOS

SEBASTIÁN VICUÑA

GUILLERMO DONOSO

EXPERTOS INFRAESTRUCTURA

JORGE GIRONÁS

EXPERTO SALUD

LUIS CIFUENTES

EXPERTO PESCA/ACUICULTURA

JUAN CARLOS CASTILLA

EXPERTO BIODIVERSIDAD/ECOSISTEMAS

PABLO MARQUET

JUAN CARLOS CASTILLA

EXPERTO TURISMO

PABLO OSSES

EXPERTO ENERGÍA

SEBASTIÁN VICUÑA

ENZO SAUMA

EXPERTOS IMPLEMENTACION TERRITORIAL

JONATHAN BARTON

CRISTIÁN HENRÍQUEZ

PABLO OSSES

INGENIEROS DE PROYECTO

SEBASTIAN BONELLI Y ROCIO BESOAIN

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
PARTE I: LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	4
1. MARCO CONCEPTUAL DEL PLAN DE ADAPTACIÓN NACIONAL:	4
Introducción.....	4
Definiciones y conceptos claves	4
Escenarios de proyección climática	6
Incertidumbres	7
Cambio climático y eventos extremos:.....	8
Potenciales efectos positivos del cambio climático.....	9
Relación entre el desarrollo, protección de ecosistemas y la adaptación al cambio climático: los otros factores de cambio	10
La adaptación como un proceso y no un resultado	10
2. ROL DEL ESTADO EN LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO:	11
3. OBJETIVOS DEL PLAN DE ADAPTACIÓN NACIONAL	13
Objetivo General:.....	13
Objetivos Específicos:	13
PARTE II: PROYECCIONES, IMPACTOS Y VULNERABILIDAD EN CHILE.....	14
1. CAMBIOS CLIMÁTICOS ESPERADOS PARA CHILE	14
2. IMPACTOS ESPERADOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE:	18
PARTE III: PLAN DE ADAPTACION NACIONAL.....	21
1. LOS PILARES DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN	21
2. LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE PLANES DE ADAPTACIÓN SECTORIALES	22
3. LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN TERRITORIAL DE PLANES DE ADAPTACIÓN	31
4. GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN: INVESTIGACIÓN, OBSERVACIÓN, COMUNICACIÓN, FORMACIÓN Y DIFUSIÓN:.....	34
5. ARQUITECTURA INSTITUCIONAL DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN	38
6. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN:	44
7. EVALUACIÓN Y MONITOREO DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN	47
<i>DURACIÓN DEL PLAN:</i>	47
<i>MONITOREO DEL PAN:</i>	47
<i>INSTRUMENTOS DE MONITOREO</i>	48
<i>EVALUACIÓN DEL PAN</i>	48
<i>INDICADORES:</i>	48
ANEXO. FICHAS SECTORIALES	50

INTRODUCCIÓN	50
A. SECTOR SILVOAGROPECUARIO:.....	52
Impactos Sector Silvoagropecuario:	52
Institucionalidad Sector Silvoagropecuario	55
B. SECTOR RECURSOS HÍDRICOS:.....	57
Impactos Recursos Hídricos:	57
Institucionalidad Recursos Hídricos:	60
C. SECTOR ENERGÍA:	62
Impactos Energía:	62
Institucionalidad Energía:	65
D. SALUD:.....	67
Impactos Salud:	67
Institucionalidad Salud:	69
E. TURISMO:.....	71
Impactos Turismo	71
Institucionalidad Turismo:	73
F. PESCA Y ACUICULTURA	75
Impactos Pesca y Acuicultura:	75
Institucionalidad Pesca y Acuicultura:	78
G. INFRAESTRUCTURA	80
Impactos infraestructura	80
Institucionalidad Infraestructura:	83
H. ECOSISTEMAS	85
Impactos Ecosistema	85
Institucionalidad Ecosistemas.....	88

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: REPRESENTACIÓN CONCEPTUAL DE PROCESO DE OBTENCIÓN DE PROYECCIONES CLIMÁTICAS.	7
FIGURA 2: REPRESENTACIÓN DE LA “CASCADA DE INCERTIDUMBRES” EN LAS PROYECCIONES CLIMÁTICAS.	8
FIGURA 3: ILUSTRACIÓN DE LOS CONCEPTOS PRINCIPALES DEL INFORME SREX	8
FIGURA 4: PROYECCIONES DE TEMPERATURA EN EL ESCENARIO HADCM3-A2, CAMBIO EN GRADOS CELSIUS SOBRE BASE HISTÓRICA.	15
FIGURA 5: PROYECCIONES DE PRECIPITACIONES EN EL ESCENARIO HADCM3-A2, CAMBIOS PORCENTUALES SOBRE BASE HISTÓRICA.	16
FIGURA 6: CONDICIONES HIDROLÓGICAS PROMEDIO MENSUALES EN MAULE EN LAGUNA MAULE. SITUACIÓN BASE HISTÓRICA CON TRES PERIODOS FUTUROS ESCENARIO HADCM3-A2.	18
FIGURA 7: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU RELACIÓN CON LAS PROYECCIONES CLIMÁTICAS FUTURAS.	19
FIGURA 8: PILARES PLAN ADAPTACIÓN NACIONAL AL CAMBIO CLIMÁTICO.	21
FIGURA 9: RELACIÓN ENTRE SECTORES Y SISTEMAS QUE COMPONEN UN SISTEMA SOCIOECOLÓGICO EN RELACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO. LAS LÍNEAS ROJAS REPRESENTAN LOS IMPACTOS DIRECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO MIENTRAS QUE LAS LÍNEAS AMARILLAS REPRESENTAN LOS IMPACTOS INDIRECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO. LA LÍNEA AZUL REPRESENTA LAS EMISIONES NETAS DE GEI.	23
FIGURA 10: TIPOS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS GENERADOS POR LOS ECOSISTEMAS (ADAPTADO DE MEA, 2003).	24
FIGURA 11: COMPONENTES DEL BIENESTAR (ADAPTADO DE MEA, 2003).	24
FIGURA 12: INTERRELACIONES DEL SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS CON EL RESTO DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS EN RELACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO. LAS LÍNEAS ROJAS REPRESENTAN IMPACTOS DIRECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO MIENTRAS QUE LAS LÍNEAS AMARILLAS REPRESENTAN IMPACTOS INDIRECTOS. LA LÍNEA AZUL REPRESENTA LAS EMISIONES DE GEI DE LOS SECTORES ECONÓMICOS.	28
FIGURA 13: INTERACCIONES INTER-SECTORIALES. LAS FLECHAS REPRESENTAN LA DEPENDENCIA ENTRE LOS SECTORES. LAS FLECHAS SIMPLES COMIENZAN DESDE EL SECTOR QUE SIRVE DE SOPORTE AL SECTOR INDICADO POR EL FINAL DE LA FLECHA. LAS FLECHAS CON DOBLE SENTIDO REPRESENTAN UNA DEPENDENCIA ENTRE AMBOS SECTORES.	30
FIGURA 14: UNIDADES DE GESTIÓN TERRITORIAL.	31
FIGURA 15: ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS (ESQUINA SUPERIOR DERECHA), METEOROLÓGICAS (ESQUINA INFERIOR IZQUIERDA) Y NIVALES (ESQUINA INFERIOR DERECHA) QUE MANEJAN LA DGA Y LA DMC.	37
FIGURA 16: ARQUITECTURA INSTITUCIONAL PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.	40
FIGURA 17: ORGANIZACIONES ADMINISTRATIVAS RESPONSABLES DE LOS DISTINTOS ASPECTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PAN PARA EL SECTOR RECURSOS HÍDRICOS.	43

INDICE FIGURAS ANEXOS

FIGURA A. 1: INTERRELACIONES DEL SECTOR SILVOAGROPECUARIO CON EL RESTO DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS EN RELACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO. LAS LÍNEAS ROJAS REPRESENTAN IMPACTOS DIRECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO MIENTRAS QUE LAS LÍNEAS AMARILLAS REPRESENTAN IMPACTOS INDIRECTOS.	52
FIGURA A. 2. INSTITUCIONALIDAD RELACIONADA CON EL SECTOR SILVOAGROPECUARIO.	55
FIGURA B. 1: INTERRELACIONES DEL SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS CON EL RESTO DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS EN RELACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.	57
FIGURA B. 2: INSTITUCIONALIDAD RELACIONADA A LOS RECURSOS HÍDRICOS.	60

FIGURA C. 1: INTERRELACIONES DEL SECTOR ENERGÍA CON EL RESTO DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS EN RELACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	62
FIGURA C. 2: INSTITUCIONALIDAD RELACIONADA AL SECTOR ENERGÍA.....	65
FIGURA D. 1: INTERRELACIONES DEL SECTOR SALUD CON EL RESTO DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS EN RELACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	67
FIGURA D. 2: INSTITUCIONALIDAD RELACIONADA AL SECTOR SALUD.	69
FIGURA E. 1: INTERRELACIONES DEL SECTOR TURISMO CON EL RESTO DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS EN RELACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	71
FIGURA E. 2: INSTITUCIONALIDAD RELACIONADA AL TURISMO.....	73
FIGURA F. 1: INTERRELACIONES DEL SECTOR PESCA Y ACUICULTURA CON EL RESTO DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS EN RELACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.	75
FIGURA F. 2: INSTITUCIONALIDAD RELACIONADA CON EL SECTOR PESCA Y ACUICULTURA.	78
FIGURA G. 1: INTERRELACIONES DEL SISTEMA INFRAESTRUCTURA CON EL RESTO DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS EN RELACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.	80
FIGURA G. 2: INSTITUCIONALIDAD RELACIONADA A INFRAESTRUCTURA.	83
FIGURA H. 1: INTERRELACIONES DE LOS ECOSISTEMAS CON EL RESTO DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS EN RELACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	85
FIGURA H. 2: INSTITUCIONALIDAD RELACIONADA AL TEMA AMBIENTAL	88

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA PROYECTAR LA SITUACIÓN FUTURA DE DIFERENTES SISTEMAS Y SECTORES.	46
TABLA 2: PROPUESTA DE INSTITUCIONES RESPONSABLES DEL MONITOREO DE LOS PLANES DE ADAPTACIÓN SECTORIALES.....	48

PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN

INTRODUCCIÓN

La conclusión del último informe presentado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático es clara y unánime: el Calentamiento Global es un fenómeno evidente y distinguible de la variabilidad natural que tiene el clima, en el cual el aporte del hombre es fundamental (IPCC, 2007¹). Los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar son solo algunos de los efectos que ya se han dejado sentir a nivel mundial. De esta manera a medida que la evidencia de los impactos del cambio climático crece, el debate sobre la manera de reducir sus consecuencias, a través de la adaptación está evolucionando desde la comunidad científica a la arena política. El tema del cambio climático deja de ser un tema lejano e incierto para convertirse en un tema de actualidad, concerniente a las políticas públicas del país.

Esta transición desde el conocimiento sobre los impactos del cambio climático y la vulnerabilidad (históricamente un proceso de orientación científica) a la acción sobre la adaptación (donde los responsables políticos y administradores de recursos tienen una mayor influencia) toma tiempo y surgiendo la necesidad de recurrir a diferentes tipos de herramientas para lograr el proceso de la manera más eficiente y en armonía a los objetivos de desarrollo de los países.

Tomando en cuenta el carácter multidisciplinario, de largo plazo y con múltiples incertidumbres asociadas al cambio climático, las herramientas de planificación surgen como un elemento clave dentro del proceso de adaptación. Esta planificación puede ir adquiriendo diferentes características dependiendo de la escala espacial y sector de foco. Es así como empiezan a surgir Planes de Adaptación a nivel sectorial como por ejemplo el sector silvoagropecuario o también Planes de Adaptación a distintas escalas espaciales como por ejemplo asociado a ciudades o cuencas hidrográficas. El Plan Nacional de Adaptación (PAN) surge en este contexto como una oportunidad de poder coordinar y delinear algunos de los aspectos multisectoriales o multiespaciales asociados a estos procesos de adaptación.

Chile hace 20 años que participa de manera firme y constante en temas relacionados al Cambio Climático, principalmente relacionados a la mitigación. A pesar de que Chile no es considerado, a nivel mundial, un emisor relevante de Gases de Efecto Invernadero (GEI), ha ratificado acuerdos internacionales como la Convención Marco de las Naciones Unidas por el Cambio Climático (CMNUCC) el año 1994 y el Protocolo de Kioto el año 2006 en los que se ha comprometido a realizar inventarios y seguimientos de las emisiones para evitar su aumento. Con respecto a los impactos del cambio climático, Chile, según el art. 4.8 de la CMNUCC, se considera un país

¹IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

altamente vulnerable frente al fenómeno de cambio climático ya que cuenta con áreas de borde costero de baja altura, áreas áridas, semiáridas y de bosques, susceptibilidad a desastres naturales, áreas propensas a sequía y desertificación, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos como las cordilleras de la Costa y de los Andes. A lo anterior, se le suma la fuerte dependencia que tienen las principales actividades socioeconómicas del país al clima.

En los últimos cinco años, Chile ha desarrollado avances importantes en la comprensión de los impactos del cambio climático mejorando la información frente a la cual se asocia su vulnerabilidad frente al cambio climático. Sin embargo, el progreso en la aplicación de este conocimiento sobre el terreno las políticas y estrategias de adaptación para reducir las vulnerabilidades actuales y futuras ha sido limitada.

El proceso para evaluar la adaptación al cambio climático en Chile se inició formalmente con un estudio encargado por la CONAMA, a la Universidad de Chile, (2007²), que desarrolló el primer conjunto de escenarios de cambio climático para el país. Como era típico de los estudios que formaron parte del cuarto Informe de Evaluación del IPCC (Christensen et al., 2007³), el enfoque de trabajo inicial en Chile consistió en evaluar los posibles efectos del cambio climático a largo plazo (escenarios de fines de siglo) que son de poca utilidad para el proceso de adaptación al cambio climático (Pielke et al. 2007⁴). Rápidamente surge un esfuerzo hacia la comprensión de los impactos futuros con mayor profundidad incluyendo un conjunto de estudios que consideraron los escenarios climáticos más inmediatos y estudios de impacto en algunos sectores económicos clave, como los recursos hídricos y la agricultura.

En paralelo a este proceso de generación de información de base con respecto a condiciones climáticas e impactos, en relación a la adaptación al cambio climático, el 2008 el gobierno presentó su Plan de Acción Nacional al Cambio Climático (PANCC) en el cual se establecieron las principales líneas de acción en materia de vulnerabilidad y adaptación, entre las que se destaca la elaboración de Planes de Adaptación Sectoriales al Cambio Climático y un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático que funcione como una estructura global en la cual se inserten, coordinen y den coherencia las acciones propuestas en los planes sectoriales. En la actualidad, Chile ya cuenta con una propuesta de Plan de Adaptación para el sector silvoagropecuario, la cual está siendo consultada públicamente, y están desarrollándose o en proceso de desarrollo Planes de Adaptación para otros cinco sectores adicionales (biodiversidad, pesca y acuicultura, recursos hídricos, infraestructura y salud).

El presente documento, realizado de manera paralela a los planes antes mencionados, constituye una primera propuesta del Plan de Adaptación Nacional (PAN) al Cambio Climático y busca

²CONAMA-U de Chile. 2007. Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el siglo XXI.

³Christensen JH, Hewitson B, Busuioc A, Chen A, Gao X, Held I, Jones R, Kolli RK, Kwon RT, Laprise R, Magaña V, Mearns CG, Menendez CG, Raisanen J, Rinde A, Sarr A, Whetton P. 2007. Regional climate projections'. In: Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, New York

⁴Pielke R Jr, Prins G, Rayner S, Sarewitz D. 2007. Lifting the taboo on adaptation. Nature 445:597--98

presentar los elementos constitutivos de un plan de adaptación nacional y fijar los lineamientos generales para cada uno de estos elementos.

El PAN está compuesto de tres partes. La primera parte tiene un carácter genérico y conceptual en el cual se busca aclarar conceptos básicos relacionados a la adaptación y al cambio climático y presentar el rol que tiene el gobierno en la tarea de adaptación. En la segunda parte se entrega información de contexto con respecto a los posibles cambios climáticos esperados para el país al igual que los posibles impactos y vulnerabilidades de los distintos sectores. Finalmente, la tercera parte presenta la estructura del PAN propiamente tal, incluyendo la institucionalidad de la adaptación al cambio climático desde el Estado, lineamientos sectoriales, y de implementación del PAN entre otros aspectos claves.

PARTE I: LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

1. MARCO CONCEPTUAL DEL PLAN DE ADAPTACIÓN NACIONAL:

Introducción

Se entrega en esta sección una definición y articulación de los conceptos claves que deberían regir la adaptación al cambio climático así como el desarrollo de planificación para la adaptación a diferentes niveles temáticos y territoriales.

Definiciones y conceptos claves

Para poder concebir de manera correcta el Plan de Adaptación Nacional es indispensable primero revisar las definiciones básicas que sirven de marco conceptual para entender el proceso de adaptación y su relación con otros procesos complementarios.

Pese a que todavía no existe una experiencia muy extensa con respecto a las prácticas de adaptación, la literatura científica y conceptualización del problema ha estado constantemente evolucionando en particular de manera posterior a la entrega del Cuarto Informe del IPCC (IPCC, 2007) momento en que el interés por la adaptación al cambio climático ha crecido de manera muy relevante. En este sentido ha existido una constante evolución en los términos de base que reflejan el carácter dinámico de este tema. Para los propósitos del desarrollo de este PAN se utilizan las definiciones que emanan del Informe IPCC Special Report on Managing the Risk of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation” (SREX)(IPCC, 2012⁵). En el **Recuadro 1** se entrega un extracto de este informe que contiene una definición de los principales conceptos.

La adaptación al cambio climático puede ocurrir de manera autónoma, como ocurre en los sistemas naturales, o puede ser planificada a través de la elaboración de estrategias de anticipación y de reacción en función de los impactos esperados. En el caso de la adaptación planificada, esta involucra tanto el diseño e implementación directa de medidas, como también la creación de capacidades de adaptación por la vía de un mayor nivel de conocimiento sobre los riesgos, impactos y medidas disponibles para enfrentar el cambio climático (Adger et al., 2005⁶).

⁵ IPCC, 2012: Summary for Policymakers. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 1-19.

⁶Adger, W. N., Arnella, N. W., Tompkins, E. 2005. Successful adaptation to climate change across scales. Global Environmental Change 15: 77-86.

Recuadro 1: Definiciones básicas de conceptos asociados a la adaptación al cambio climático (IPCC, 2012).

Clima. El clima en un sentido estricto se define generalmente como el tiempo promedio, o más rigurosamente, como la descripción estadística en términos de la media y variabilidad de variables relevantes durante un período de tiempo que puede ir de meses a miles o millones de años. El período clásico para promediar estas variables es de 30 años, tal como se define por la Organización Meteorológica Organización.

Cambio climático. Un cambio en el estado del clima que puede ser identificado (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) por cambios en el valor medio de sus propiedades y/o por la variabilidad de las mismas, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra.

Fenómenos climáticos extremos. La ocurrencia de un valor de una variable meteorológica o climática por encima (o por debajo) de un valor de umbral cercano al extremo superior (o inferior) de la distribución de valores observados de la variable.

Adaptación. En los sistemas humanos, el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, el proceso de ajuste al clima real y sus efectos; la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado.

Exposición. La presencia de personas, medios de subsistencia, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados negativamente.

Vulnerabilidad. La propensión o predisposición a verse afectado negativamente.

Resiliencia. La habilidad de un sistema y sus componentes para anticipar, absorber, adaptarse o recuperarse de los efectos de un fenómeno peligroso, de forma oportuna y eficiente, incluso velando por la conservación, restauración o mejora de sus estructuras y funciones básicas esenciales.

Capacidad adaptativa. Corresponde a la combinación de fortalezas, atributos y recursos disponibles para un individuo, comunidad, sociedad u organización que se pueden utilizar para preparar y realizar acciones para reducirlos impactos adversos, moderar dañoso explotarlas oportunidades beneficiosas.

La adaptación al cambio climático ocurre a distintos niveles organizacionales. Según Adger et al. (2005), la adaptación está constituida por distintas acciones de la sociedad, desde individuos, comunidades y gobierno, que están motivadas por distintos factores tales como la protección del patrimonio ambiental y/o económico y el aumento en el nivel de seguridad. De esta manera existen serie de estrategias o maneras de abordar la adaptación al cambio climático. Por una parte se puede considerar estrategias enfocadas a reducir la vulnerabilidad (o reducción de la exposición frente a un impacto), estrategias enfocadas a aumentar la resiliencia (la habilidad de un sistema a absorber un impacto), estrategias enfocadas a aumentar la capacidad de adaptación o finalmente estrategias destinadas a reducir el riesgo del impacto (reducir su probabilidad de ocurrencia) (Few et al., 2007⁷). La definición de cualquier medida de adaptación debe ser capaz de representar estrategias en alguno de los frentes recién mencionados.

⁷Few, R., Brown, K., and Tompkins, E. 2007. Public participation and climate change adaptation: Avoiding the illusion of inclusion. *Climate Policy* 7(1): 46-59.

Por otra parte al reconocer estos distintos niveles organizacionales donde ocurre la adaptación se plantean dos perspectivas complementarias desde donde se genera la información o el proceso de adaptación. Una perspectiva de tipo *bottom up* reconoce el proceso de adaptación ocurriendo al nivel del individuo, sociedad o elemento natural que se ve expuesto o amenazado a cierta condición climática. En esta perspectiva las condiciones intrínsecas de vulnerabilidad (vulnerabilidad de contexto, O'Brien et al, 2007⁸) cobran relevancia así como las condiciones de entorno (incluido la variabilidad climática y otros factores de estrés). Una segunda perspectiva es la llamada *top down* que parte desde la visión global del sistema climático cambiante para a partir de esta visión lograr un entendimiento de los posibles impactos (vulnerabilidad de resultado, O'Brien, 2007) del cambio climático en diferentes sectores de la sociedad o regiones específicas.

Escenarios de proyección climática

La revisión de la experiencia y literatura indica que la perspectiva de tipo *top down* ha sido la prevalente a la fecha en especial hasta el Cuarto Informe del IPCC (2007). El proceso *top down* se basa en la generación de escenarios de proyección climática. La herramienta de base utilizada para este proceso son los modelos de circulación general o modelos de clima global (GCM, por sus siglas en inglés) que corresponden a herramientas computacionales sofisticadas capaces de representar los procesos físicos que ocurren en la atmósfera, océanos, criósfera y superficie terrestre, y la forma en que estos se ven afectados por concentraciones cambiantes de gases de efecto invernadero (GEI). Los GCMs simulan el sistema climático en base a las leyes y principios de la Física que gobiernan los procesos que ocurren en cada componente del sistema y los intercambios de energía y masa entre sí. Los modelos son capaces de simular con razonable confiabilidad la evolución futura del clima, forzados por diversos escenarios de emisiones de GEI, los cuales se asocian a posibles escenarios de desarrollo contruidos en base a criterios y supuestos socio-económicos. La **figura 1** muestra una representación conceptual de este proceso. Los escenarios de emisión (a) son tomados como información de entrada por los GCMs (b), los cuales entregan resultados de proyección respecto a variables climáticas, como la temperatura (c).

⁸O'Brien K, Eriksen S, Nygaard LP, Schjolden A. 2007. Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, 7(1), 73-88.

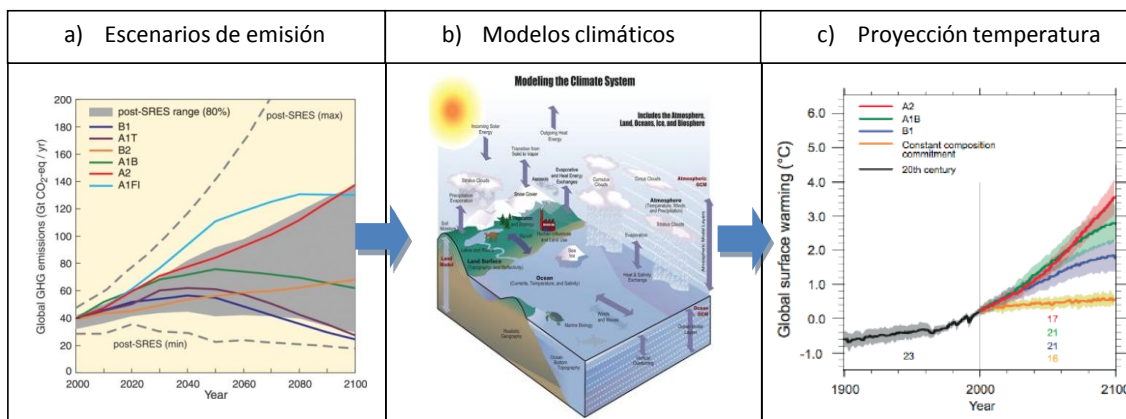


Figura 1: Representación conceptual de proceso de obtención de proyecciones climáticas.
Recreada a partir de IPCC (2007).

Incertidumbres

Es importante tener en cuenta, al momento de elaborar planes o acciones de adaptación, que en todos los aspectos claves asociados a las diferentes perspectivas e la adaptación existen importantes niveles de incertidumbre. Esta incertidumbre puede ser reducida pero nunca es posible eliminarla del todo. Tomando en cuenta el proceso en base la generación de escenarios climáticos podemos reconocer diferentes tipos de incertidumbre (ver **figura 2**). Por una parte no es posible saber de manera exacta como el planeta se va a desarrollar en el futuro lo que incide en los posibles escenarios de emisión de GEI. Nuestra capacidad (vía GCMs) de representar el sistema climático a distintas escalas de tiempo y espacio también es limitada (por consideraciones computacionales o incapacidad de representar ciertos fenómenos climáticos). De esta manera existe una cascada de incertidumbre con las cuales hay que convivir al momento de plantear el proceso de adaptación. Esto explica por qué las proyecciones climáticas no deben ser consideradas como un pronóstico certero de lo que va a ocurrir en el futuro, sino que deben ser tratadas como aproximaciones/proyecciones, construidas en base a una serie de supuestos.

Para trabajar con esta incertidumbre es importante reconocer aquellas señales de cambio que son robustas, y que indican los caminos de proyección más probables, para proyectar los futuros cambios. Por otro lado, la misma existencia de esta incertidumbre lleva a priorizar estrategias del tipo “no regret (sin arrepentimiento)” o “win-win” con los cuales se logran obtener beneficios independientemente de los escenarios.

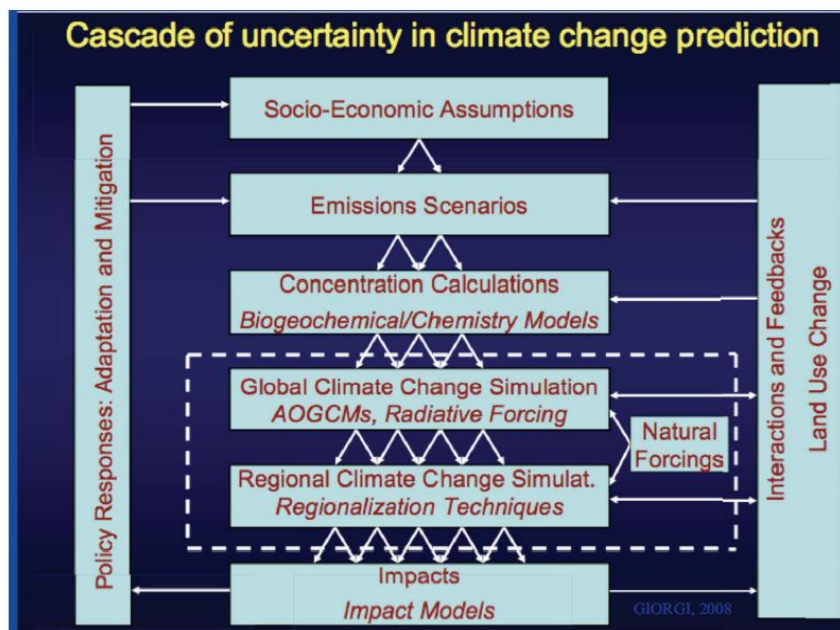


Figura 2: Representación de la “cascada de incertidumbres” en las proyecciones climáticas.

Fuente: IPCC, 2007.

Cambio climático y eventos extremos:

Uno de los objetivos del Informe Especial SREX (IPCC, 2012) fue la de desarrollar el marco conceptual que distinguiera los elementos comunes y compartidos de la adaptación al cambio climático y la gestión de reducción de desastres de origen hidrometeorológico. Uno de los productos de dicho informe es la siguiente **figura 3** que desarrolla las relaciones básicas entre ambos temas. Algunos de los nuevos conceptos que aparecen en esta relación se definen en el **Recuadro 2**.

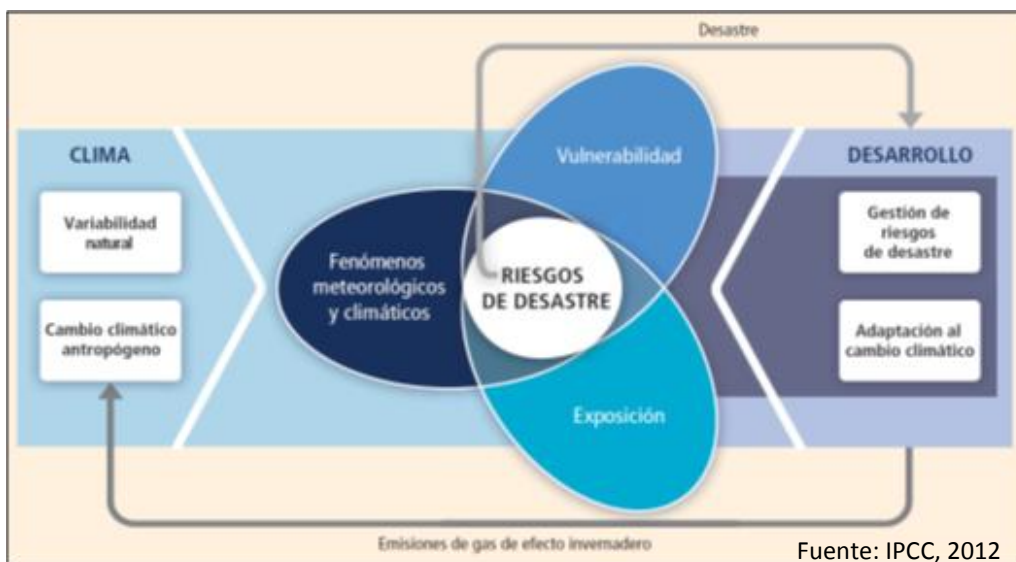


Figura 3: Ilustración de los conceptos principales del Informe SREX

Recuadro 2: Definiciones básicas de conceptos asociados a la gestión de desastres (IPCC, 2012).

Desastre. Alteraciones graves del funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a los fenómenos físicos peligrosos que interactúan con las condiciones sociales vulnerables, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos generalizados que requieren una respuesta inmediata a la emergencia para satisfacer las necesidades humanas esenciales, y que puede requerir apoyo externo para la recuperación.

Riesgos de desastre. La probabilidad de que, durante un período específico de tiempo, se produzcan alteraciones graves del funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a los fenómenos físicos peligrosos que interactúan con condiciones sociales vulnerables, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos generalizados que requieren una respuesta inmediata a la emergencia para satisfacer las necesidades humanas esenciales, y que pueden requerir apoyo externo para la recuperación.

Gestión de riesgos de desastre. Procesos para diseñar, aplicar y evaluar estrategias, políticas y medidas destinadas a mejorar la comprensión de los riesgos de desastre, fomentar la reducción y la transferencia de riesgos de desastre, y promover la mejora continua en las prácticas de preparación, respuesta y recuperación para casos de desastre, con el objetivo explícito de aumentar la seguridad humana, el bienestar, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible.

De acuerdo al marco conceptual presentado en dicha figura un desastre ocurre cuando existe la concurrencia de tres factores de base: la existencia de una amenaza de tipo climático, un sistema natural o humano que se ve expuesto a dicha amenaza y que a la vez es vulnerable a la misma. Si no ocurren estos tres factores no existe el riesgo ni su manifestación que corresponde al desastre. Con respecto a la amenaza climática se puede distinguir aquella parte que corresponde a la variabilidad natural intrínseca al sistema climático. Pero ésta puede verse exacerbada o disminuida producto del cambio climático de origen antropogénico.

De esta manera es posible definir dos cambios para reducir la magnitud del desastre. Uno es a través de la mitigación de emisión de GEI que permite disminuir la influencia antropogénica del cambio climático en la variabilidad climática natural (lado izquierdo de la **figura 3**). El otro es a través de la disminución de la vulnerabilidad y la exposición mediante la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático, que es lo que busca este Plan de Adaptación Nacional, (lado derecho de la **figura 3**). Pese a que el objetivo de ambas estrategias es el mismo, la adaptación al cambio climático se puede reconocer como un complemento a la gestión de desastres concebido para amenazas que se manifiestan en el largo plazo.

Potenciales efectos positivos del cambio climático

La relación básica anterior muy centrada en desastres o eventos extremos puede ser extendida para considerar condiciones climáticas de largo plazo o climatología de base (ver **Recuadro 1**). En este marco de tiempo cobra más relevancia en términos relativos la adaptación al cambio climático. Bajo esta perspectiva es también posible reconocer aspectos no solo negativos sino que también positivos que pueden manifestarse con nuevos escenarios climáticos. Una nueva

condición climática de base puede ofrecer nuevas oportunidades en una región determinada. Un ejemplo de esta situación podría asociarse a cambios positivos en la productividad de ciertos cultivos. Sin perjuicio de lo anterior, es importante reconocer que pueden existir una serie de complejidades a la hora de implementar medidas de adaptación incluso en estas situaciones positivas.

Relación entre el desarrollo, protección de ecosistemas y la adaptación al cambio climático: los otros factores de cambio

La estrecha relación entre desarrollo y adaptación al cambio climático queda de manifiesto en una serie de documentos que nacen desde las organizaciones multilaterales (OECD, 2009⁹; World Bank, 2010¹⁰). El desarrollo sustentable y equitativo reduce las condiciones de vulnerabilidad intrínseca de los grupos humanos potencialmente afectados por el cambio climático. Por otra parte, el desarrollo productivo de los países ha provocado diversos cambios como la expansión de las fronteras productivas o a la sobreexplotación de algunos de los recursos naturales existentes. Desde esta perspectiva el desarrollo y algunas de sus consecuencias generan una serie de factores de estrés no climáticos que pueden estar impactando a distintos sectores y/o grupos humanos. En el desarrollo de medidas y planes de adaptación es importante siempre reconocer estos otros factores de cambio, tanto positivos como negativos. Por otra parte, así como existen estrategias *winwin* enfocadas a reducir la vulnerabilidad de los grupos humanos (*Community Based Adaptation*), estrategias destinadas a aumentar la resiliencia de los ecosistemas (*Ecosystem Based Adaptation*) son también mecanismos que sirven para mejorar la resiliencia de las comunidades que se nutren de sus servicios ecosistémicos y por ende son también potenciales estrategias de adaptación *winwin*.

La adaptación como un proceso y no un resultado

Finalmente es importante considerar que dadas las múltiples interrelaciones, incertidumbres y dinanismos propios del desarrollo la adaptación, más que como un resultado, debe ser considerado como un proceso en el cual el aprendizaje y el monitoreo son elementos fundamentales. La planificación surge como una herramienta clave para orientar el aprendizaje. En este contexto, la adaptación requiere de una estrategia a medio o largo plazo (tanto a nivel nacional como sectorial), de forma sostenida, que permita ir evaluando los resultados obtenidos y en base a esto sea capaz de redefinir sus objetivos a medida que se adquiere experiencia. El monitoreo aparece también como un elemento clave no solamente con respecto a los avances de lo “planificado” sino que también con respecto a la evolución de las distintas variables que moldean el desarrollo de los sistemas humanos y naturales (variables climáticas y no climáticas).

⁹OECD, 2009: Policy Guidance on Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation. 28-29.

¹⁰World Bank, 2010: Adapting to Climate Change in Europe and Central Asia. TheWorld Bank, June 1.

2. ROL DEL ESTADO EN LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO:

La Constitución chilena de 1980 en su artículo 1º define el rol del Estado indicándose que “está al servicio de la persona humana y su finalidad es promover el bien común”. Para alcanzar el objetivo de bien común el Estado “debe contribuir a crear las condiciones sociales que permitan a todos y a cada uno de los integrantes de la comunidad nacional su mayor realización espiritual y material posible”, con pleno respeto a los derechos y garantías constitucionales. Siendo una de estas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

Como se presenta en la introducción del este Plan Nacional de Adaptación y las secciones a continuación, el cambio climático tiene el potencial de afectar la posibilidad de los integrantes de la comunidad nacional de tener su mayor realización espiritual y material posible. Esta realización espiritual y material que corresponde en definitiva al bienestar de la población puede verse afectado por el cambio climático ya sea por que falten los recursos o materiales necesarios, porque falte la salud adecuada, porque falte la seguridad o el empleo o porque en términos genéricos falten de aquellos bienes y servicios, incluidos de manera importante los servicios del ecosistema, que componen nuestro bienestar. Y de manera también muy relevante del bienestar de las futuras generaciones.

Bajo esta definición queda muy claro cuál es el rol que debe tener el Estado en relación a la adaptación al cambio climático. Debe procurar que las condiciones de bienestar no se vean afectadas.

En términos institucionales Chile hace 20 años que participa de manera firme y constante, a nivel internacional, en las discusiones y procesos que han ido evolucionando en torno al problema del cambio climático. Debido a la relevancia que fue adquiriendo este tema para el país tanto a nivel del proceso de negociación internacional, como por el inicio de proyectos de cooperación en esta materia, se decide crear una instancia interinstitucional que funcione de lugar de diálogo y toma de decisiones sobre estos temas. De esta manera, en 1996 la creación del Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global marca un punto de partida en relación a las acciones del gobierno en temas de Cambio Climático a nivel nacional.

Luego de diez años de trabajo, el Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global lanza la primera “Estrategia Nacional de Cambio Climático” la cual se traduce, dos años más tarde, en la publicación de un “Plan de Acción Nacional al Cambio Climático” (PANCC). Dicho plan se construye en base a tres ejes acción: adaptación a los impactos del cambio climático, mitigación de las emisiones de GEI y creación y fomento de capacidades en cambio climático. De esta manera, luego de años en los que la mitigación era considerada por los gobiernos como la solución para enfrentar el cambio climático, la adaptación comienza a aparecer como una herramienta igualmente necesaria. De esta manera a partir de este Plan se desprende la elaboración de Planes de Adaptación Sectoriales al Cambio Climático y un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

De manera paralela al proceso de elaboración del “Plan de Acción Nacional al Cambio Climático”, han ocurrido varias modificaciones dentro del aparato público, las que han servido de plataforma para fortalecer diversas acciones ligadas con las temáticas asociadas al cambio climático en el país. Entre estos cambios se destaca la creación, el año 2010, del Ministerio del Medio Ambiente que trajo consigo el establecimiento de la Oficina de Cambio Climático. Desde su creación, la oficina de cambio climático ha sido fundamental durante el proceso de implementación del Plan de Acción Nacional.

Actualmente el Estado de Chile, coordinado a través del Ministerio del Medio Ambiente, se encuentra preparando una serie de Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático en proceso paralelo al desarrollo del Plan Nacional de Adaptación cuya propuesta se presenta en este documento.

El Ministerio de Ambiente a través de la Oficina de Cambio Climático ha estado liderando y coordinando los procesos institucionales asociados al cambio climático. Sin embargo, dado el contexto transversal de este fenómeno y su relación con otras políticas de desarrollo es absolutamente necesario que la ejecución e implementación de estos procesos (especialmente de adaptación) ocurra a nivel de diferentes sectores de la sociedad y regiones del país. En este sentido el rol de Estado en el marco del cambio climático atraviesa múltiples sectores (no solo en su rol de asegurar la calidad ambiental). Esto implica un desafío de coordinación intersectorial que difícilmente se ven enfrentado otros tipos de problemas.

Este Plan Nacional de Adaptación entrega algunos lineamientos que puedan ayudar desde el rol del Estado a la implementación del proceso de la adaptación al cambio climático. Es importante reconocer que la implementación real de la adaptación al cambio climático no se puede desarrollar sin la participación del sector privado y la sociedad civil. El rol del estado, sin embargo, ya sea a través de incentivos o regulaciones el propiciar que se desarrollen estas etapas del proceso de adaptación.

3. OBJETIVOS DEL PLAN DE ADAPTACIÓN NACIONAL

En la siguiente sección se plantean los objetivos generales y específicos del Plan de Adaptación Nacional.

Objetivo General:

Mejorar la capacidad en el país para hacer frente a los impactos y oportunidades del Cambio climático para diferentes sectores y regiones del país.

Esta capacidad se desarrolla en parte a través del Plan mismo pero principalmente a través de las iniciativas de adaptación que ocurran a nivel de diferentes sectores de apoyo o sectores productivos o a nivel de diferentes regiones del país.

Objetivos Específicos:

- *Desarrollar y mantener información climática de base para el uso de estudio de impactos, vulnerabilidad y adaptación a nivel sectorial y regional.*
- *Entregar lineamientos para el desarrollo de Planes de Adaptación sectoriales y/o regionales.*
- *Coordinar el proceso de generación y difusión de información procesada a la sociedad así como también el proceso de monitoreo de variables que indiquen la evolución de los sistemas naturales (sistema climático y no climático) y humanos.*
- *Entregar las estructuras de organización inter e intrasectorial (institucionalidad) que permitan la correcta implementación del Plan de Adaptación Nacional así como también los Planes de Adaptación Sectoriales.*

Pese que estos objetivos no tienen una relación “directa” con el proceso de adaptación en términos de reducir las condiciones de vulnerabilidad, o exposición, o aumentar resiliencia su correcto desarrollo permite llegar a través de otros mecanismos e instrumentos a obtener ese tipo de resultados. En este sentido actividades concretas que se desprendan de la ejecución del Plan pueden ser consideradas como parte de las medidas de adaptación que el país se compromete a ejecutar.

PARTE II: PROYECCIONES, IMPACTOS Y VULNERABILIDAD EN CHILE.

1. CAMBIOS CLIMÁTICOS ESPERADOS PARA CHILE

Existen más de 20 modelos GCM reconocidos por el IPCC para desarrollar proyecciones climáticas futuras. Estos pueden diferir en distintos aspectos, como la forma en que los procesos son representados y la resolución horizontal y vertical a la que entregan sus resultados. En consecuencia, los modelos pueden presentar distinta sensibilidad a cambios en las concentraciones de GEI (variable forzante), como también pueden presentar diferencias en la climatología simulada. En general, los modelos logran una buena representación de muchas características importantes del clima medio, como la distribución espacial y temporal de variables como la temperatura media, la precipitación, las radiaciones y los vientos. Esto ha permitido un uso aplicado de los modelos en relación a diversos temas, como la cuantificación efecto de las actividades humanas sobre el cambio climático, la sensibilidad del sistema climático ante distintos forzamientos, y la evaluación de posibles medidas de mitigación. Sin embargo, la baja resolución espacial a la que estos modelos funcionan -típicamente del orden de los 50 km², representa una gran limitante para el análisis de impactos a menor escala, los que son fundamentales para la evaluación de alternativas de adaptación. Esta limitación es particularmente importante en el caso de regiones costeras o con importantes variaciones de relieve como Chile (Ministerio del Medio Ambiente, 2011¹¹).

Para subsanar esta limitante, el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, encomendada por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), desarrolló el “Estudio de la variabilidad climática en Chile para el Siglo XXI” (CONAMA/U de Chile, 2007). Este estudio permitió obtener una resolución espacial de 25 km², mediante el uso del modelo climático regional PRECIS, y representó el primer esfuerzo en Chile en relación a la obtención de proyecciones regionales. La modelación regional fue realizada para el periodo 2071-2100, utilizando los escenarios de emisión A2 y B2¹².

Los resultados obtenidos en el estudio “La economía del cambio climático en Chile” (CEPAL, 2012)¹³ complementaron los esfuerzos desarrollados por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. Mediante la evaluación de proyecciones climáticas del modelo de clima global HadCM3¹⁴ se evaluó el impacto potencial que el cambio climático puede tener en un gran número de sectores productivos, incluyendo periodos de evaluación más tempranos en el análisis. De acuerdo a este estudio, las proyecciones de cambio climático para Chile indican disminución en las precipitaciones y un alza en la temperatura.

¹¹Ministerio del Medio Ambiente, 2011. Segunda comunicación nacional de Chile ante la convención marco de las naciones unidas sobre cambio climático.

¹² El escenario A2 implica un nivel alto de emisión de GEI, mientras que el escenario B2 considera un futuro más moderado en este sentido.

¹³CEPAL, 2012. La Economía del Cambio Climático en Chile. Documento de proyecto. Santiago: CEPAL

¹⁴ Modelo de clima global HadCM3 del Hadley Center de la Oficina meteorológica de Inglaterra.

En relación a la temperatura, se proyecta que los mayores aumentos sean del orden de 2 a 4° C, asociándose estos mayores aumentos a la zona central de Chile, y siendo más marcados en la zona del valle central y la zona cordillerana (**Figura 4**).

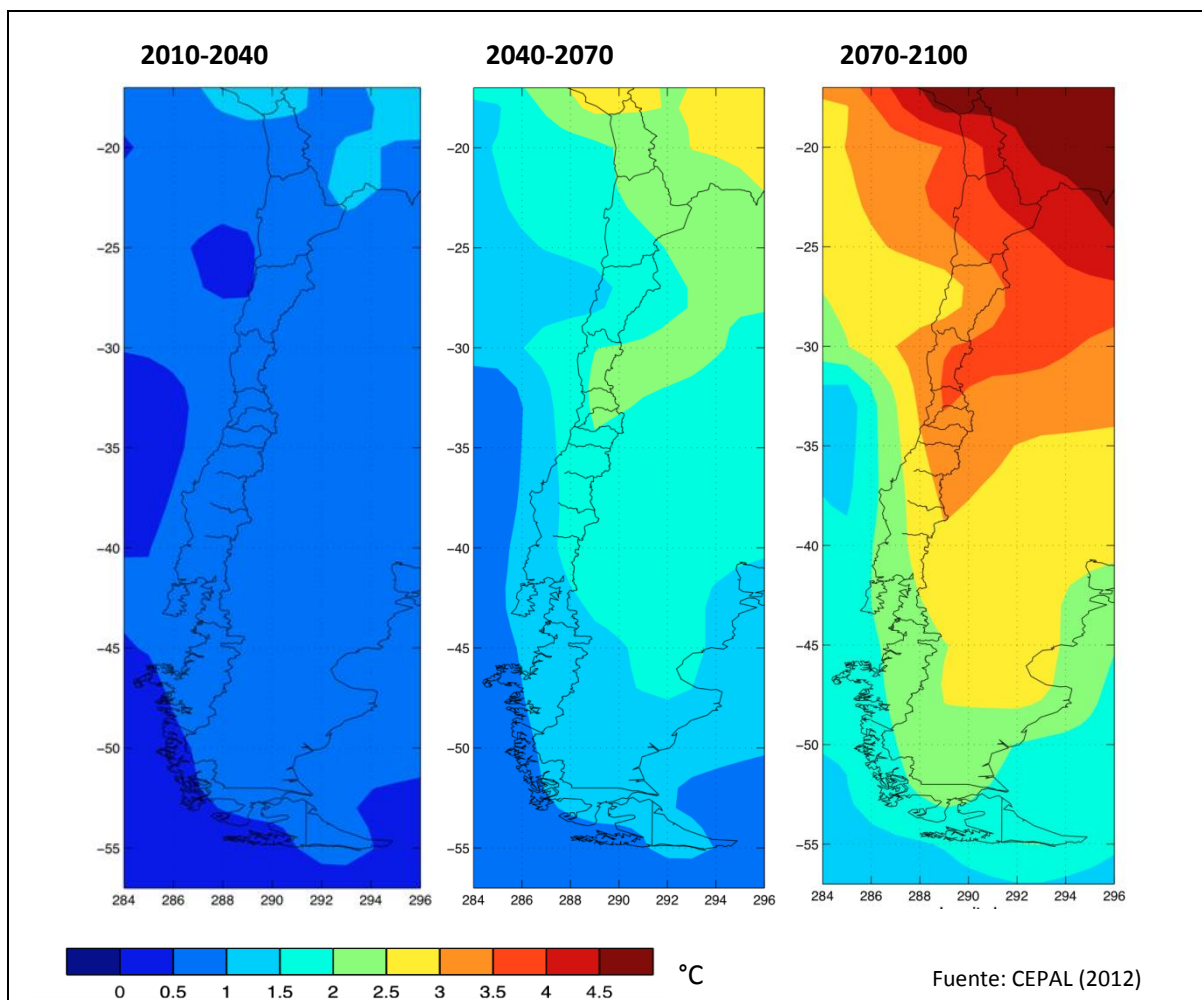


Figura 4: Proyecciones de temperatura en el escenario HadCM3-A2, cambio en grados Celsius sobre base histórica.

En relación a las precipitaciones, se ha detectado un descenso bastante marcado al menos para la zona central del país, existiendo mayor incertidumbre para las regiones extremas (**Figura 5**).

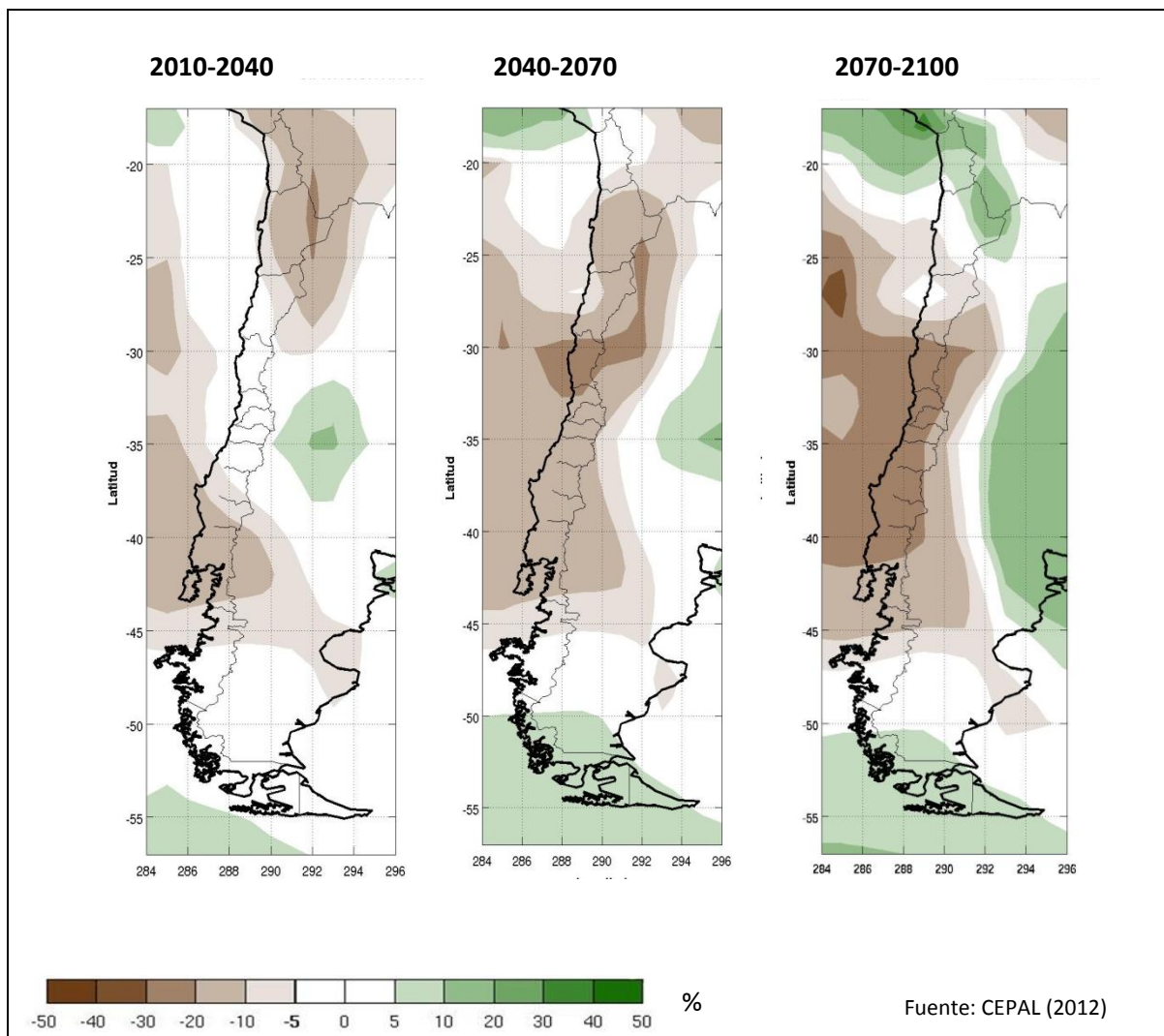


Figura 5: Proyecciones de precipitaciones en el escenario HadCM3-A2, cambios porcentuales sobre base histórica.

Estas proyecciones son consistentes con las tendencias históricas estudiadas. Falvey y Garreaud (2009)¹⁵ estudiaron las tendencias de la temperatura media monitoreada por distintas estaciones meteorológicas, detectando un alza significativa en la zona cordillerana y en el valle central del país. Respecto a las precipitaciones, Quintana y Aceituno (2006)¹⁶ identificaron una disminución en la tendencia histórica, mostrando también un decrecimiento más marcado en la zona central de Chile.

¹⁵Falvey M, Garreaud RD (2009) Regional cooling in a warming world: Recent temperature trends in the southeast Pacific and along the west coast of subtropical South America (1979–2006). *Journal of Geophysical Research* 114: D04102

¹⁶ Quintana JM, Aceituno P (2012) Changes in the rainfall regime along the extratropical west coast of south america (Chile): 30-43° S. *Atmósfera*, 25(1): 1-12

Se espera que el tipo de proyecciones aquí descrito pueda asociarse a cambios en la frecuencia y magnitud de eventos extremos, tales como sequías, inundaciones fluviales e inundaciones costeras.

El estudio de CEPAL (2012) estimó la probabilidad de eventos de sequía en base a los escenarios climatológicos obtenidos. Habiendo definido un evento de sequía como aquel periodo de 2 años seguidos en que las precipitaciones caen por debajo del percentil 20, se evaluó el número de eventos proyectados para periodos futuros de 30 años (temprano, medio y tardío). La proyección general fue de un alza en el número probable de sequías, identificándose incluso sequías permanentes hacia fines de siglo, sobre todo para la zona centro y centro norte del país.

En relación a crecidas e inundaciones fluviales, el mismo estudio (CEPAL, 2012), proyecta un decrecimiento de eventos de precipitación de alta intensidad. Sin embargo, la ocurrencia de una crecida puede también ser consecuencia de eventos de precipitación asociados a temperaturas mayores, donde el volumen de precipitación líquida es mayor. En este sentido, se proyecta que la frecuencia de estos eventos cálidos aumente como consecuencia del cambio climático.

Por último, la evaluación de climas de oleaje bajo escenarios de clima futuros, indica que la tendencia general en la costa del Pacífico de América del Sur es al aumento en el extremo sur de Chile. Los cambios esperados a nivel de climas de oleaje podrían también afectar otras variables importantes como son el periodo y dirección de olas (CEPAL 2011).

2. IMPACTOS ESPERADOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE:

Prácticamente todas las actividades productivas que se desarrollan en Chile tienen un grado menor o mayor de conexión directa o indirectamente con el clima. Así también, existe un vínculo directo con el medio ambiente y la biodiversidad, y cualquier cambio potencial en el clima repercutirá en la condición de estos últimos. Un análisis específico de los impactos esperados para distintos sectores del país se presenta posteriormente en el marco del análisis del lineamiento de Planes de Adaptación sectorial. A continuación se presenta un resumen de la información que se cuenta a la fecha con los principales impactos esperados para el país.

Los recursos hídricos son un área de máxima prioridad, debido a que múltiples actividades dependen de ellos. Un ejemplo del impacto esperado del cambio climático sobre los recursos hídricos se presenta en la **Figura 6**. Se puede observar cómo, en la medida que se evalúan periodos más tardíos, el volumen de agua disponible tiende a ser menor. Se ha detectado que existe una correlación directa entre esta disponibilidad y la acumulación de nieve en el manto nival (Masiokas et al., 2006)¹⁷. Esto último coincide con el retroceso observado en distintos glaciares del país. Por otro lado, estudios recientes han identificado que los caudales máximos tienden a suceder más temprano durante el año (cambio en estacionalidad), lo que se ha visto altamente correlacionado a altas temperaturas proyectadas y el consecuente derretimiento anticipado de nieve acumulada. En general, se espera que este tipo de efectos se hagan sentir en algunas cuencas.

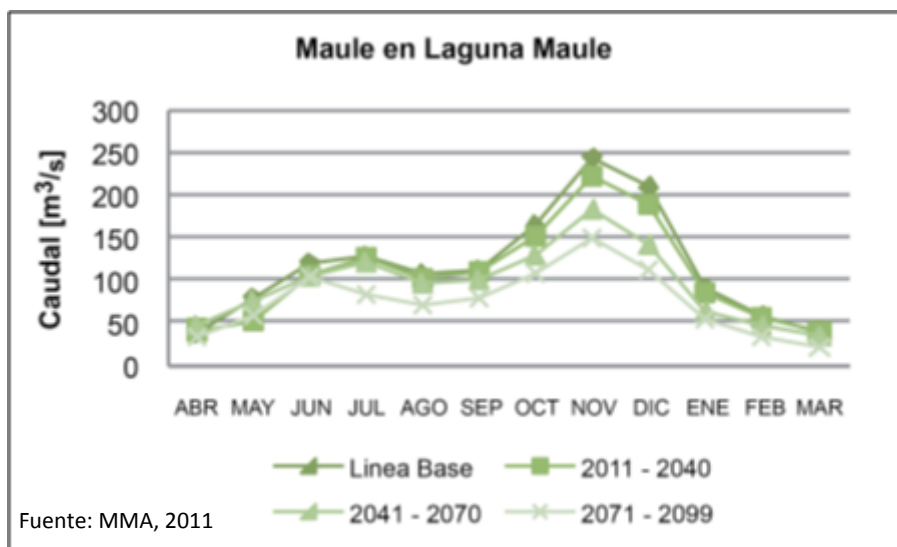


Figura 6: Condiciones hidrológicas promedio mensuales en Maule en Laguna Maule. Situación base histórica con tres periodos futuros escenario HadCM3-A2.

¹⁷Masiokas MH, Villalba R, Luckman BH, Le Quesne C, Aravena JC (2006) Snowpack Variations in the Central Andes of Argentina and Chile, 1951– 2005 : Large-Scale Atmospheric Influences and Implications for Water Resources in the Region. Society: 6334-6352

Escenarios de este tipo afectarían varios sectores relevantes para el país. Algunos de estos casos son la generación de electricidad, la provisión de agua para riego en el sector silvoagropecuario y de agua potable, como también las actividades industriales, entre las que destaca la minería, que hace gran uso de este recurso en sus procesos productivos. La Figura 7 sintetiza los impactos potenciales del cambio climático sobre diversos sectores. Cabe señalar posibles efectos sobre la recarga de aguas subterráneas y embalses, lo que significaría una presión adicional para estos sectores (MMA, 2011).

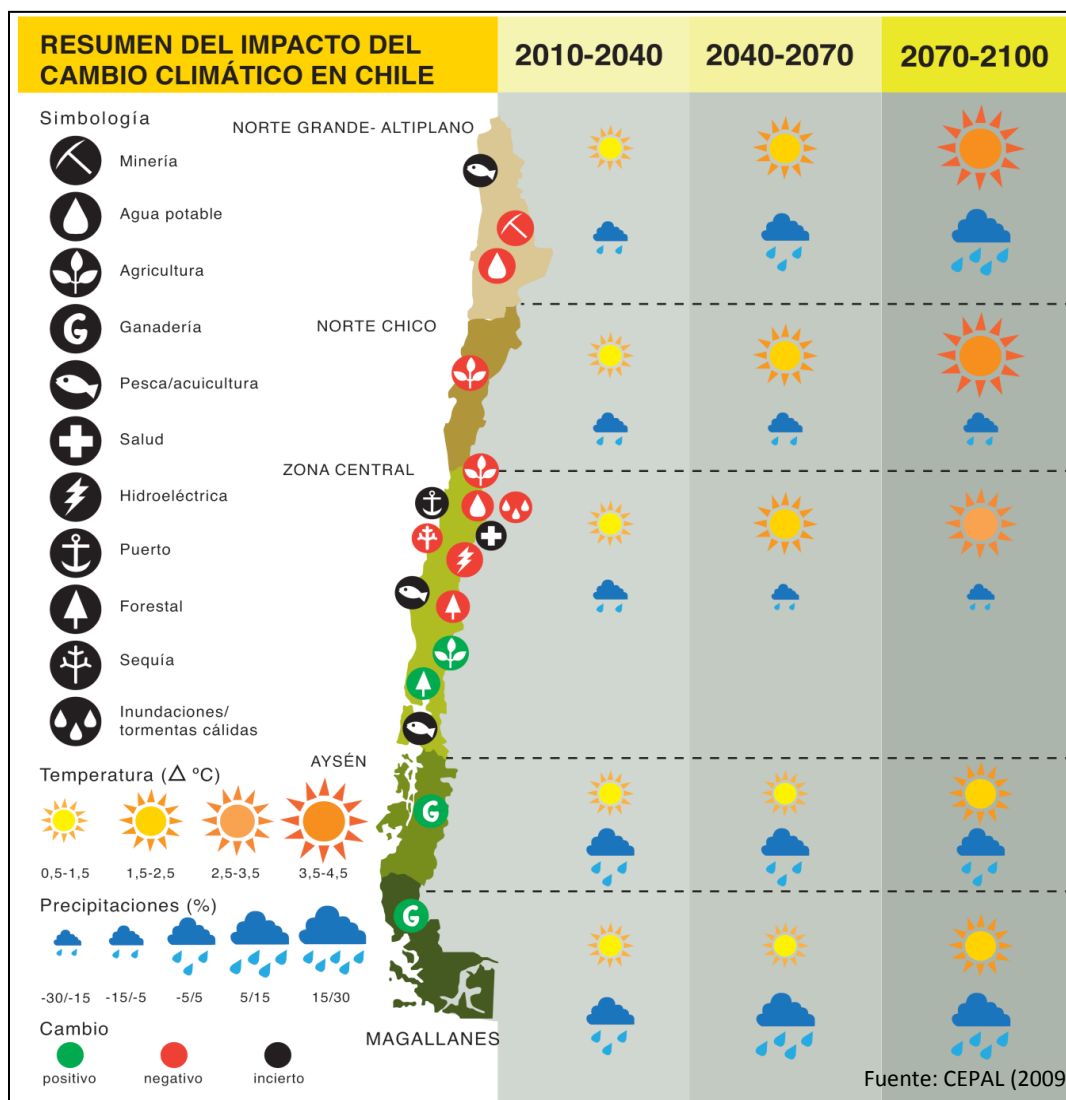


Figura 7: Representación esquemática de los impactos del cambio climático y su relación con las proyecciones climáticas futuras¹⁸.

Además de los potenciales efectos sobre la disponibilidad de recursos hídricos y sus consecuentes impactos, el posible aumento en frecuencia y magnitud de otros eventos extremos se levantan como altamente relevante para diferentes sectores. Futuros climas de oleaje de mayor intensidad

¹⁸ CEPAL 2009. La Economía del Cambio Climático en Chile. Informe de Síntesis. Santiago: CEPAL

tal como indican los estudios realizados (BID-CEPAL, 2011)¹⁹ son importantes para efectos de planificación, diseño y operación de puertos. Un potencial aumento en crecidas fluviales asociadas a eventos cálidos de precipitación pueden por su parte afectar la infraestructura y seguridad de asentamientos urbanos y rurales localizados en la cercanía de cuencas de río, situación muy frecuente en Chile. Adicionalmente, olas de calor y frío han demostrado provocando un aumento en la mortalidad y morbilidad, afectando la salud de la población.

Es importante destacar que no sólo las actividades productivas del país podrían verse afectadas. La biodiversidad presenta también una condición de alta vulnerabilidad. Impactos asociados al cambio climático podrían afectar el rol fundamental que cumplen los servicios ecosistémicos sobre estos mismos sectores (aprovisionamiento, regulación), como también sobre componentes del bienestar social (seguridad, salud). Por otro lado, hay sectores tales como el turismo que han sido poco estudiados y que requieren de mayor investigación. Este es un sector donde el clima es determinante, hecho que se ve reflejado en diversos ejemplos. El turismo asociado a deportes de montaña es potencialmente vulnerable bajo escenarios de menor acumulación de nieves. Así también, la presencia de plagas cuyo ciclo biológico y dispersión dependen del clima dominante es un tema que debe ser estudiado.

Por otro lado, es importante a su vez reconocer posibles oportunidades asociadas al cambio climático. Un ejemplo de esto es el aumento en superficie de terreno en que las condiciones climáticas pueden ser apropiadas para diversos cultivos en el país. La identificación de este tipo de oportunidades debe estar siempre acompañado de un análisis profundo en relación a posibles efectos indirectos (como por ejemplo la escasez de recursos hídrico para su desarrollo).

¹⁹ Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, 2011. Efectos del Cambio Climático en la Costa de América Latina y el Caribe: Dinámicas, Tendencias y Variabilidad Climática. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas.

PARTE III: PLAN DE ADAPTACION NACIONAL.

1. LOS PILARES DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN

Esta propuesta de Plan Nacional de Adaptación ha sido desarrollada en base a cinco pilares que se presentan la **Figura 8** y se explican a continuación:

- El primer pilar de este plan busca representar de manera explícita las distintas interrelaciones entre los sectores y sistemas con el objetivo de asegurar el dialogo y coherencia entre ellos.
- Como complemento del primer pilar, el segundo pilar plantea la manera de llevar a cabo, a nivel territorial, las distintas acciones de adaptación propuestas por los planes sectoriales. Este punto es fundamental para asegurar que las distintas medidas y acciones sean ejecutadas de manera eficiente.
- El tercer pilar aborda el tema de la generación y difusión de información. Esto es fundamental para facilitar el desarrollo de las acciones de adaptación a nivel local. Por un lado, permite que los tomadores de decisión dispongan de información clave sobre temas de cambio climático. Mientras que por otro lado, permite sensibilizar a la gente en estos temas para que tomen conciencia y sean partícipes del proceso de adaptación del país.
- El cuarto pilar aborda el tema de la institucionalidad necesaria para llevar a cabo, de manera exitosa, un PAN. De esta manera, en esta sección se presentan las organizaciones administrativas responsables de los distintos aspectos de la implementación PAN a nivel global, sectorial y transversal.
- El quinto pilar de este PAN abarca la implementación del Plan. En esta sección del Plan se analizan aquellos aspectos prácticos necesarios para la implementación del Plan. Entre estos se encuentra: la elaboración de Plan, el financiamiento de las acciones y la coordinación general.
- Finalmente, el sexto pilar entrega lineamientos para evaluar y monitorear las distintas acciones del PAN.

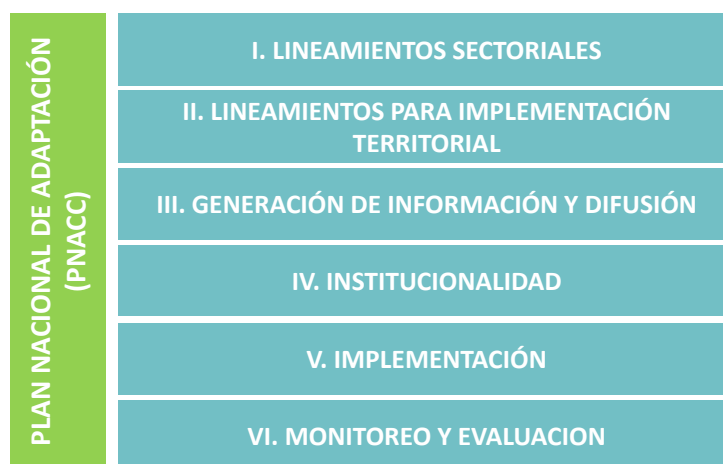


Figura 8: Pilares Plan Adaptación Nacional al Cambio Climático.

2. LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE PLANES DE ADAPTACIÓN SECTORIALES

Uno de los objetivos centrales del Plan de Adaptación Nacional es el de entregar la estructura global en la cual se inserten, coordinen y den coherencia las acciones propuestas en los planes de adaptación sectoriales. Para que esto ocurra de manera eficiente resulta fundamental el poder identificar de manera sistemática y clara como los diferentes sectores y sistemas se interrelacionan entre sí y en relación a las causas y consecuencias del cambio climático. En este sentido se ha realizado un esfuerzo especial en la estructuración de este PAN para poder entregar una visión orgánica y jerárquica de lo que se entiende por sector para así poder reconocer y diferenciar sectores específicos que pueden ser impactados (sector agrícola por ejemplo) de aquellos sectores transversales cuyos impactos redundan en impactos en múltiples sectores (recursos hídricos o ecosistemas por ejemplo) e incluso poder reconocer temas que no son afectados por el cambio climático sino que más bien entregan herramientas para poder abordar el proceso de adaptación al cambio climático (investigación, monitoreo, planificación territorial por ejemplo).

La base de la estructura orgánica de presentación de sectores y sistemas en el PAN se presenta en la **Figura 9**. Esta figura representa el conjunto de sistemas naturales y humanos que coexisten al interior de un territorio determinado que se ve enfrentado al cambio climático como uno de una serie de factores de cambio (estrés) de origen externo al territorio²⁰. Diversas actividades del territorio también son parte de las causas del cambio climático en este caso representado por las emisiones netas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que surgen al interior del territorio.

Al conjunto de sistemas naturales y humanos al interior del territorio se le conoce como los sistemas socioecológico. Un sistema socioecológico consiste en una unidad bio-geo-física y sus actores e instituciones asociadas. Los sistemas socioecológicos son complejos, adaptables y están delimitados por fronteras espaciales o funcionales que rodean ecosistemas particulares y sus contextos (Glaser et al., 2008)²¹. En la **Figura 9** se representa como los posibles impactos del cambio climático pueden afectar a los distintos componentes de un sistema socioecológico. Los impactos del cambio climático quedan definidos en esta exposición en un sentido amplio ya que involucran no solo el sistema climático sino que otras condiciones geofísicas que entregan las condiciones de borde (frontera de estos sistemas) como por ejemplo el nivel medio del mar, superficie cubierta por glaciares o niveles de acidez en océanos.

²⁰ Otros factores de cambio (estrés) podría estar relacionado con procesos migratorios, oferta y demanda de productos, entre otros.

²¹ Glaser, M., Gesche, K., Beate, R., Martin, W. 2008. Human-Nature-Interaction in the Anthropocene. Potential of Social-Ecological Systems. GAIA, 1/08: 77-80.

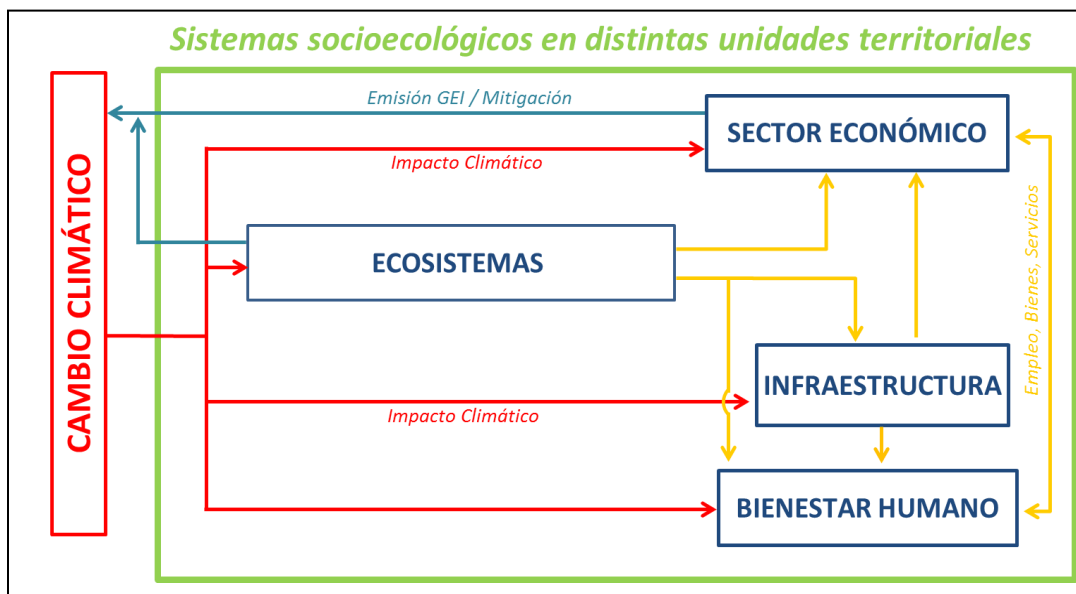


Figura 9: Relación entre sectores y sistemas que componen un sistema socioecológico en relación a los impactos del cambio climático. Las líneas rojas representan los impactos directos del cambio climático mientras que las líneas amarillas representan los impactos indirectos del cambio climático. La línea azul representa las emisiones netas de GEI.

Dependiendo de la manera en que afecten a un determinado sector los impactos del cambio climático pueden ser clasificados en **impactos directos** (*líneas rojas*) e **indirectos** (*líneas amarillas*). El impacto directo ocurre como consecuencia directa del cambio climático sobre un sector o sistema. Mientras que el impacto indirecto, es producto de los cambios de un sector o sistema, provocado por un impacto directo, que repercuten sobre otros sectores o sistemas que dependen de él.

Dentro de un sistema socioecológicos son tres los sectores o sistemas de interés que pueden ser impactados por el Cambio Climático. En primer lugar se encuentran los **sectores económicos** conformados por aquellos sectores que entregan las bases productivas del país (producto económico) además de tener una alta relevancia social, económica y cultural. Se destacan en este sentido en relación a los potenciales impactos del cambio climático los sectores silvoagropecuario, turismo, energía, pesca y acuicultura.

En segundo lugar están los **sistemas naturales o ecosistemas** los cuales se relacionan con otros componentes a través de los servicios ecosistémicos que estos aportan. El Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2003²²) reconoce cuatro tipo de servicios ecosistémicos (ver **Figura 10**) en función del tipo de beneficio que generan: servicios de provisión (comida, agua dulce, combustibles, fibra, recursos genéticos y otros), de regulación (climática, de enfermedades, purificación del agua y otros), culturales (espiritual, recreacional, educacional y otros) y de

²²MEA, 2003. Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Wellbeing: A Framework for Assessment (Island Press, Washington, DC, 2003)

soporte (suelo, ciclo de nutrientes, producción primaria etc.). En el **Recuadro 3** se entrega una definición de estos servicios. Es importante destacar que estos cuatro tipos de uso se encuentran interrelacionados por lo que cualquier variación en alguna de estas afecta a las otras.



Figura 10: Tipos de servicios ecosistémicos generados por los ecosistemas (adaptado de MEA, 2003).

En tercer lugar se encuentran los sistemas humanos a través de la representación del **bienestar humano**. El bienestar humano es definido como el conjunto de las cosas necesarias para vivir bien. El Millennium Ecosystem Assessment reconoce cinco componentes del bienestar (ver **Figura 11**): la salud, seguridad, el acceso a materiales esenciales, las buenas relaciones sociales y la libertad de elección y acción. En el **Recuadro 3** se entrega una definición de cada uno de los componentes del bienestar. Por último, de igual manera que los servicios ecosistémicos, estas cinco dimensiones se encuentran interrelacionadas por lo que cualquier variación en alguna de estas afecta a las otras.



Figura 11: Componentes del Bienestar (adaptado de MEA, 2003).

Además de los tres sistemas y sectores antes mencionados, los sistemas socioecológicos que se presentan en la **Figura 9** incluyen también de manera explícita e independiente a la **infraestructura**. En este caso el concepto infraestructura considera a toda aquella estructura artificial que hace posible el aprovechamiento y control del medio físico y natural y sus recursos. De esta manera, la infraestructura tiene el riesgo de verse impactada y alterar a otros sectores o

sistemas, sin embargo, esta tiene también la potencialidad de servir de herramienta para la adaptación.

A través de la conceptualización del problema de la adaptación al cambio climático a través de los distintos componentes de los sistemas socioecológicos que puedan verse afectados ayuda a elaborar de una manera coherente y sistemática los Planes Sectoriales de Adaptación. El lograr reconocer, ya sea por sector o sistema, como los distintos componentes del sistema socioecológico se podrían ver impactados frente al cambio climático facilita la evaluación de posibles medidas de adaptación que actúen ya sea a través de mejorar la resiliencia del sistema natural y humano (medidas en los servicios ecosistémicos o directamente en los componentes de bienestar), reducir la exposición de grupos humanos a diferentes impactos (medidas por ejemplo a través de infraestructura o manejo territorial), mejorar la productividad e innovación en los diferentes sectores económicos. Este análisis permite también reconocer aquellos vacíos de información existentes.

Se consideran de manera explícita en este PAN ocho sectores/sistemas correspondientes a algunos de los elementos que forman parte de los sistemas socioecológicos. La selección de sectores/sistemas se ha realizado tomando en cuenta la experiencia en el desarrollo de planes y estrategias de adaptación en otros países y consideraciones previas con respecto a la sensibilidad de estos sectores y potenciales impactos asociados al cambio climático.

Desde el punto de vista de los sectores productivos se consideran los siguientes grupos:

- SILVOAGROPECUARIO
- TURISMO
- ENERGIA
- PESCA/ACUICULTURA

Desde el punto de vista de los componentes del bienestar se considera el sistema de SALUD. Dentro de sistemas transversales de apoyo se consideran los ECOSISTEMAS, y algunos de los servicios ecosistémicos que de ahí se derivan como por ejemplo los RECURSOS HIDRICOS. Finalmente se considera también el sistema de INFRAESTRUCTURA del país.

Existen distintos niveles de avance en relación a los Planes de Adaptación Sectorial de estos sectores/sistemas. El sector silvoagropecuario es el que está con mayor nivel de avance estando el Plan en una etapa de consulta pública. Se están desarrollando de manera paralela las bases de los Planes de Adaptación para los sectores Biodiversidad, Salud y Pesca/Acuicultura. No se han comenzado aún los planes de adaptación sectoriales de los otros cuatro sectores.

Recuadro 3: Definiciones básicas de conceptos asociados al Millenium Ecosystem Assesment (MEA, 2003).

Ecosistema. Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y el medio ambiente inorgánico que interactúan como una unidad funcional.

Servicios ecosistémicos. Corresponden a los beneficios que las personas obtienen de ellos. Estos beneficios contemplan servicios de suministro, como los alimentos y el agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, las sequías, la degradación del suelo y las enfermedades; servicios de base, como la formación del suelo y los ciclos de los nutrientes; y servicios culturales, como los beneficios recreacionales, espirituales, religiosos y otros beneficios intangibles.

Servicios de Base/Soporte: Servicios necesarios para la producción de los demás servicios de los ecosistemas.

Servicios de suministro: Productos que se obtienen de los ecosistemas.

Servicios de regulación: Beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos de los ecosistemas

Servicios Culturales: Beneficios intangibles que se obtienen de los ecosistemas.

Bienestar. El bienestar humano tiene múltiples constituyentes, entre los que se incluyen los materiales básicos para el buen vivir, la libertad y las opciones, la salud, las buenas relaciones sociales y la seguridad. El bienestar es uno de los extremos de un continuo cuyo opuesto es la pobreza, que se define como una “privación ostensible del bienestar”.

Seguridad: se ve afectada, en primer lugar, a raíz de los cambios que se producen en los servicios de suministro – que afectan los abastecimientos de alimentos y otros bienes, y que posibilitan los conflictos en torno a los recursos escasos – y, en segundo término, producto de los cambios en los servicios de regulación, que pueden influir en la frecuencia y magnitud de las inundaciones, las sequías, los desprendimientos de tierra y otras catástrofes. Puede, también, verse afectada por cambios en los servicios culturales, como en casos en que la pérdida de importantes rasgos ceremoniales o espirituales de los ecosistemas contribuye al debilitamiento de las relaciones sociales al interior de una comunidad. Estos cambios, a su vez, afectan el bienestar material, la salud, la libertad y las opciones, la seguridad y las buenas relaciones sociales.

Acceso a bienes materiales básicos: se relaciona estrechamente con los servicios de suministro, como la producción de alimentos y fibras, y los servicios de regulación, incluyendo la purificación del agua.

Salud: se relaciona estrechamente con los servicios de suministro, como la producción de alimentos, y los servicios de regulación, incluyendo aquellos que influyen en la distribución de insectos transmisores de enfermedades y de sustancias irritantes y patógenas a través del agua y el aire. La salud también puede relacionarse con los servicios culturales a través de los beneficios recreacionales y espirituales.

Relaciones sociales: se ven afectadas por los cambios en los servicios culturales, que afectan la calidad de la experiencia de vida de las personas.

Libertad y las opciones se apoyan ampliamente en la existencia de los demás componentes del bienestar y, por ende, se ven influenciadas por los cambios en los servicios de suministro, de regulación y culturales que prestan los ecosistemas.

Para apoyar el desarrollo de los planes sectoriales de adaptación y siguiendo con el esquema conceptual presentando en la **Figura 9** se han desarrollado análisis de los impactos del cambio climático para los distintos sectores reconocidos en este PAN. Los impactos se presentan en dos grandes grupos: impactos ya estudiados e impactos previstos sobre los cuales se pueden establecer ciertas conjeturas en base a la literatura internacional pero que aún no han sido estudiados para la situación específica de Chile. Separar el análisis de impactos en estos dos grupos permite tener una idea de la brecha de información existente en cada sector que permita dirigir de mejor manera el desarrollo de medidas de adaptación. Cada una de estas fichas se presenta en el Anexo I de este Plan de Adaptación Nacional. A modo de ejemplo se presenta en el **Recuadro 4** un ejemplo de estas fichas a partir del sector de RECURSOS HÍDRICOS.

Otro de los objetivos esperados del PAN es que se puedan representar las interrelaciones existentes entre los distintos sectores o sistemas considerados en los Planes de Adaptación a nivel sectorial. En base al trabajo de revisión de potenciales impactos en diferentes sectores que se introduce en la sección anterior y se detalla en el **Anexo 1** se ha preparado la **Figura 13** que sintetiza las interrelaciones entre los sectores abordados por el PAN. Estas interrelaciones se conciben con una cierta dirección tomando en cuenta el sentido del impacto del cambio climático y sus repercusiones. Ciertas relaciones existen en ambos sentidos. A partir de esta figura es posible concluir que recursos hídricos, infraestructura y ecosistemas son los principales sectores/sistemas al servir de soportes para varios de los otros sectores y sistemas considerados. Cabe destacar que de manera transversal a todos los sectores y sistemas representados en la figura se encuentran los distintos componentes del bienestar humano (empleo, seguridad...) que no son representados por Planes de Adaptación Sectorial pero que se considera quedan razonablemente representados en otros Planes. Lo anterior ponen en evidencia que cualquiera sea el impacto producido por el Cambio Climático este va a tener una repercusión en el bienestar humano.

A modo de ejemplo, la Figura 12 representa los impactos directos e indirectos del Cambio Climático sobre el sistema de recursos hídricos y su relación con otros componentes de los sistemas socioecológicos en una unidad territorial determinada.

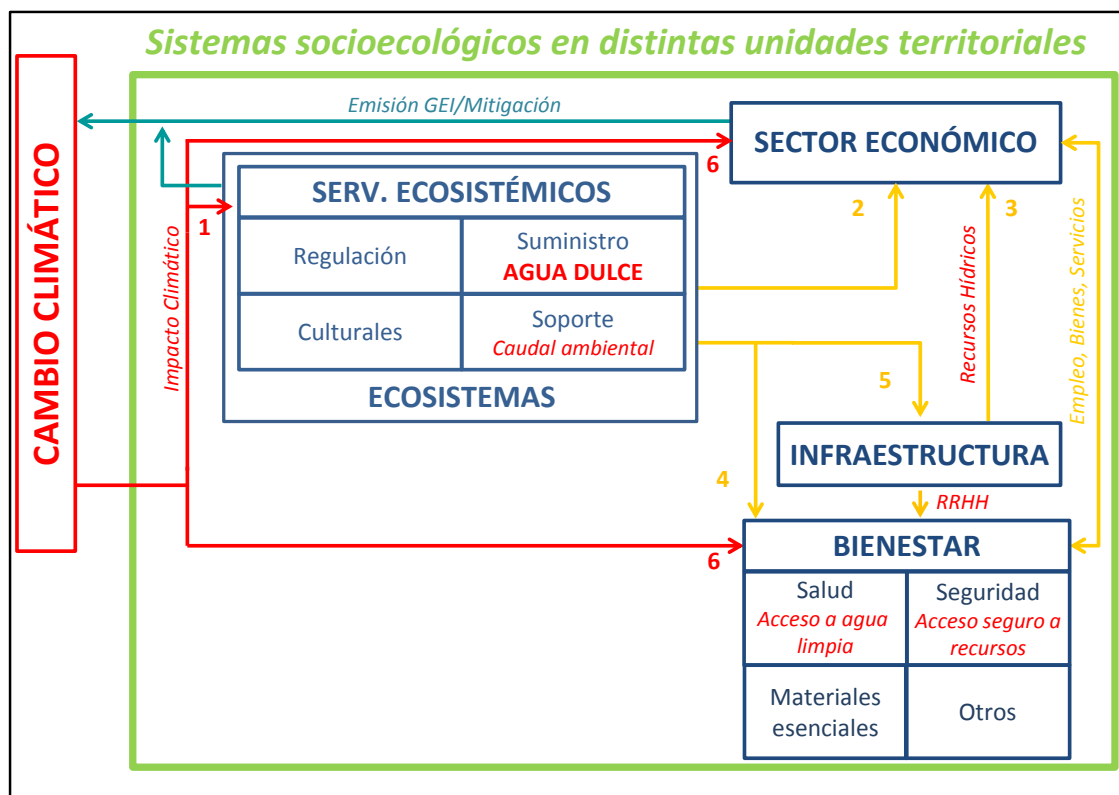


Figura 12: Interrelaciones del sistema de Recursos Hídricos con el resto de los sistemas socioecológicos en relación a los impactos del cambio climático. Las líneas rojas representan impactos directos del Cambio Climático mientras que las líneas amarillas representan impactos indirectos. La línea azul representa las emisiones de GEI de los sectores económicos.

La **flecha 1** representa el impacto directo del cambio climático sobre el aprovisionamiento de agua dulce en una determinada unidad territorial. El tipo de impacto esperado no es homogéneo a lo largo del país y es función de los cambios esperados tanto en precipitaciones como en las temperaturas.

De manera general, en las cuencas ubicadas entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos, se espera una disminución en los caudales disponibles producto de la disminución en las precipitaciones y a pérdidas en la acumulación de nieve debido al alza de la isoterma 0°C. Esta alza en la isoterma 0°C, producto de las alzas en las temperaturas, reduciría la capacidad de almacenar nieve a lo largo del año, además de alterar la fecha en que los caudales se manifiestan en las cuencas especialmente aquellas de influencia nival (CEPAL 2009, Segunda Comunicación Nacional, 2011). Para aquellas cuencas ubicadas en el extremo sur del país se esperara un aumento en los caudales disponibles y un cambio en la extensión de las masas de hielo cuyo sentido va a depender de los cambios relativos de radiación, temperatura, precipitación y de otras variables

que influyen en la evolución de estos (CEPAL 2009, Segunda Comunicación Nacional, 2011). Existen altos niveles de incertidumbre con respecto a los impactos esperados en la zona norte del país en especial la zona altiplánica (CEPAL, 2011). Cabe destacar que sea cual sea el cambio que ocurra en el aprovisionamiento de agua dulce este va a tener influencia sobre el resto de los servicios ecosistémicos y por ende de la biodiversidad.

Los cambios antes mencionados en la disponibilidad de agua y en la temporalidad de los caudales tendrán importantes consecuencias en la utilización del agua dulce para los diferentes sectores económicos (**flecha 3**). La **flecha 3**, representa aquellos sectores que dependen de la utilización del agua dulce mediada por el uso de infraestructura. El sector silvoagropecuario y el sector energía son los sectores económicos que han sido más estudiados en relación al impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos (CEPAL, 2009, Segunda Comunicación Nacional, 2011, otros).

II. Impactos previsibles:

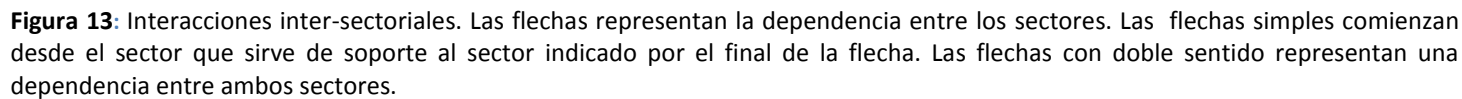
Uno de los impactos directos sobre los Recursos Hídricos previsibles del cambio climático que ha sido poco estudiado a la fecha es el impacto del retroceso de glaciares (**flecha 1**). Este impacto podría llegar a ser significativo especialmente en aquellas cuencas con altos porcentajes de cobertura de glaciares y altas demanda de recursos hídricos (ej cuencas entre el Aconcagua y Cachapoal). Tampoco ha sido estudiado el efecto en el cambio en la disponibilidad de agua dulce y condición en acuíferos de aguas subterráneas (**flecha 1**).

La **flecha 2**, representa el impacto en aquellos sectores económicos que se basan en la utilización del agua dulce de manera natural (precipitación, ríos, lagos). Un ejemplo de esto son los sistemas agrícolas de secano y el turismo (en el caso del turismo se considera en el caudal disponible en ríos por razones recreativas). En el caso de estos sectores aún existen enormes vacíos en relación a como el cambio climático puede afectarlos.

Si bien, los impactos relacionados a la **flecha 3** han sido más estudiados, que los de la **flecha 2**, aún quedan sectores por estudiar. Es el caso por ejemplo de sectores como el Turismo (ej. cambios en caudales para actividades recreativas) y la Minería.

El acceso a agua limpia (componente de salud del bienestar de la población) y su relación con los posibles impactos del cambio climático (a través de cambios en la cantidad y calidad de recursos hídricos) es un tema poco estudiado a la fecha (**flecha 4 y 5**). Muy poco se sabe sobre cómo la disponibilidad de agua dulce va a afectar el bienestar humano (salud y seguridad), sobre todo en ciudades fuera de Santiago. De manera similar al caso del sector económico este aprovisionamiento puede ocurrir de manera natural a través de las lluvias, los ríos, lagos, etc. (**flecha 4**). O puede estar mediada por infraestructura como son la red de agua potable etc. (**flecha 5**). En ambos casos el agua cumple un rol fundamental en los distintos aspectos del bienestar sobre todo en temas de salud y seguridad.

Finalmente, tanto los sistemas humanos como los sectores económicos, en relación a su demanda de agua pueden ser impactos de manera directa por el cambio climático (**flecha 6**). Este impacto puede provocar un cambio en las demandas y necesidades de recursos hídricos por parte de estos, cambios que no han sido estudiados.



3. LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN TERRITORIAL DE PLANES DE ADAPTACIÓN

Los impactos al cambio climático y por ende el proceso de adaptación a ellos ocurren en el territorio. Es por esto que es sumamente relevante para desarrollar un proceso de adaptación eficiente que se logre una correcta articulación entre las políticas de adaptación nacionales y sectoriales en relación a las políticas de desarrollo del territorio. En la sección anterior del PAN se establecieron los lineamientos que deben regir el desarrollo de los Planes de Adaptación Sectoriales destacando como base conceptual la existencia de diferentes elementos que forman la base de un sistema socioecológico que coexiste en el territorio. La **Figura 14** ilustra los distintos niveles territoriales sobre los cuales es posible concebir la existencia de estos sistemas socioecológicos. En cada uno de ellos coexisten temas asociados a infraestructura, sectores productivos, ecosistemas y poblaciones sobre los cuales pueden existir diferentes impactos del cambio climático y por ende puedan requerir de la implementación de medidas y acciones de adaptación. Queda en evidencia también a partir de la figura, es que existe un considerable traslape entre las distintas unidades territoriales. Esta interrelación entre unidades requiere de coordinación especial en el marco de la adaptación al cambio climático entre los instrumentos e instituciones que rigen distintos elementos del territorio.

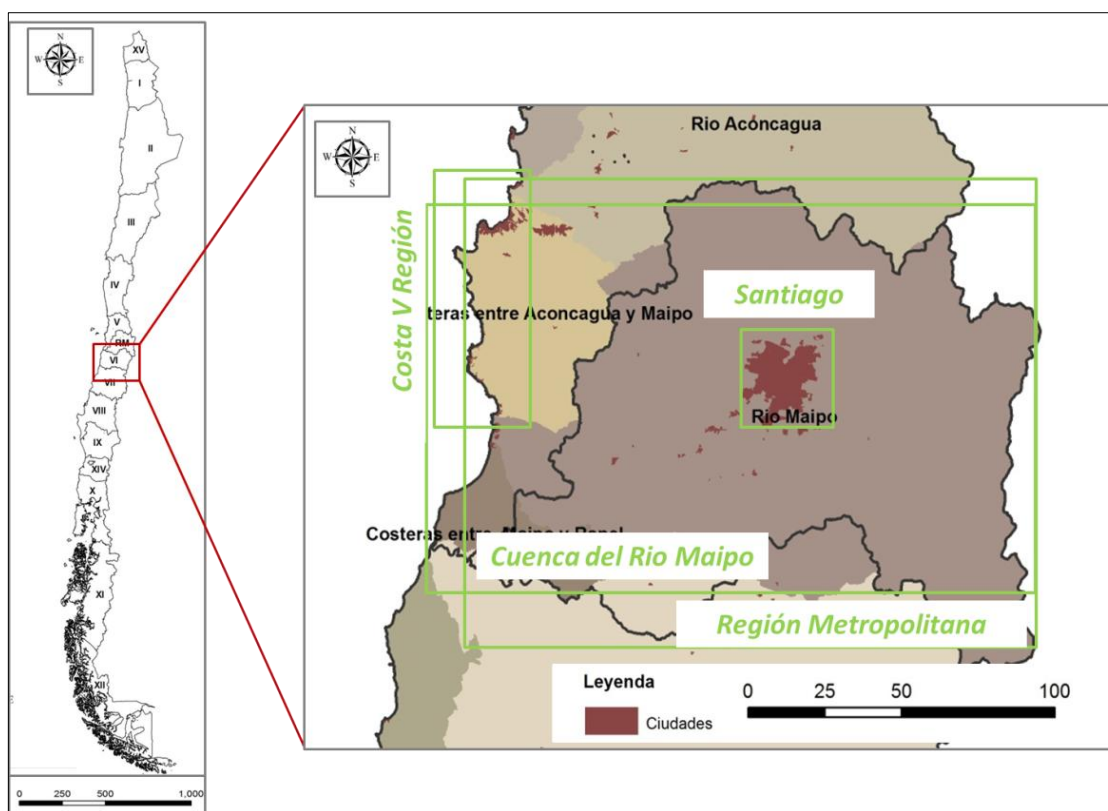


Figura 14: Unidades de gestión territorial.

Para poder abordar los distintos instrumentos e instituciones que se relacionan con el territorio es importante mencionar que el Estado de Chile se organiza de manera centralizada a través de sus Ministerios y Servicios para abordar los problemas sectoriales²³. Sin embargo para desafíos transversales o integrados como corresponde a la gobernanza territorial del cambio climático, no hay un responsable único que permita gestionar y administrar estos complejos problemas, sin embargo, existen una serie de instrumentos que pueden aplicarse, especialmente a nivel regional y local, los cuales se corresponden con los niveles político-administrativos de la organización del Estado. A nivel regional se cuenta con la Ley Orgánica Constitucional de Gobierno y Administración, que le asigna a los Gobiernos Regionales la tarea de establecer políticas y objetivos para el desarrollo integral y armónico del sistema de asentamientos humanos y fomentar y propender al desarrollo de áreas rurales y localidades aisladas. En este marco operan instrumentos de planificación territorial que en la actualidad están en proceso de implementación como los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT). Este es un instrumento orientador que posibilita la espacialización de los objetivos económicos, sociales, culturales y ecológicos de la sociedad, todos los cuales están contenidos en las Estrategias de Desarrollo Regional (ERD). En este sentido es un instrumento que identifica limitantes y potencialidades del territorio regional lo cual lo transforma en un marco adecuado para incluir orientaciones y medidas de adaptación.

La población que vive en ciudades es cada vez más importante a nivel nacional, se espera que al 2020 supere el 87% (Instituto Nacional de Estadística 2004), siendo su capital Santiago el centro, por lejos, más aglutinador. Sin embargo muchas ciudades grandes y medias también siguen creciendo a tasas muy altas, todo lo cual es de crucial importancia para la evolución de la vulnerabilidad ante el cambio climático y estrategias de mitigación y adaptación. El acelerado crecimiento experimentado en las últimas décadas ha traído consigo una serie de conflictos socio-ambientales en el sistema de ciudades, como la extensión de las infraestructuras de transporte, ocupación de áreas frágiles y de riesgo, emisión de contaminantes y basuras, e inequidad en la distribución de áreas verdes, entre otros. La vulnerabilidad a escala urbana depende de varios factores como planificación urbana, existencia de infraestructura de defensa, ingresos de hogares, elementos donde las autoridades locales y las políticas urbanas pueden intervenir o jugar un rol relevante para la generación de estrategias de adaptación.

En este marco territorial (a nivel se local) se cuenta con la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades que le atribuye a las municipalidades, dirigidas por el Alcalde y Concejo Municipal, la misión de satisfacer las necesidades de la comunidad local y asegurar su participación en el progreso económico, social y cultural. Para ello se definen una serie de atribuciones propias y otras de carácter compartido con servicios sectoriales desconcentrados del Estado. Dentro de estas se incluyen la planificación urbana; la confección del PLADECO; la promoción del desarrollo comunitario; la aplicación de las disposiciones sobre transporte y

²³ Arenas, F. 2001. El Ordenamiento Territorial: Un nuevo tema para la Planificación. En Arenas, F. y Cáceres, G. Ordenamiento del Territorio en Chile. Desafíos y Urgencias para el Tercer Milenio. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago 201-214.

tránsito; la aplicación de las disposiciones sobre construcción y urbanización; y la gestión del aseo y ornato de la comuna. En este sentido la aplicación de instrumentos de carácter vinculante, por ejemplo de los Planes Reguladores Comunales e Intercomunales, en espacios urbanos, constituye una gran oportunidad para proponer e implementar medidas de adaptación en conjunto con otros servicios del Estado, como es la definición de áreas de restricción natural, espacios verdes y condiciones de edificación, entre otros.

En el caso de la planificación y gestión del borde costero, la institución encargada corresponde a la Comisión Nacional de Borde Costero (CNBC). Actualmente la CNBC está en proceso de cambio desde Ministerio de Defensa a Ministerio de Bienes Nacionales. En ella participan una serie de actores, tales como: Ministerio de Defensa, Subsecretaría de Marina, Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Desarrollo Social, Dirección de Obras Portuarias (MOP), Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Bienes Nacionales, Armada de Chile, Servicio Nacional de Turismo y Ministerio de Medio Ambiente. Por cierto es un instrumento muy estratégico para engarzar medidas de adaptación estructurales y no estructurales de Ministerios y Servicios específicos con el territorio, sin embargo también es de carácter indicativo.

Otras iniciativas como la Estrategia de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas integrada por los Ministerios de Agricultura, Desarrollo Social, Vivienda, Economía, Obras Públicas, Minería, Energía, Defensa, Relaciones Exteriores y Hacienda, también presentan la dificultad mencionada anteriormente, en términos que no pueden proponer zonificaciones o condiciones de ocupación normativas sobre el territorio. Además existen muchos otros instrumentos de ordenamiento territorial que además se superponen con los mencionados anteriormente (SNASPE, Zonas y Centros de Interés Turísticos, Áreas de Desarrollo Indígena, etc.) que son administrados por organismos sectoriales y que deben ser coordinados para la implementación de medidas de adaptación. El Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental también juega un rol importante en la regulación de actividades y proyectos sobre el territorio, a lo cual debe sumarse el nuevo sistema de Evaluación Ambiental Estratégica de políticas y planes, especialmente los del ámbito territorial.

Finalmente, luego de lo presentado es imperativo que las mismas entidades territoriales asuman las responsabilidades para integrar el tema de la adaptación en sus estrategias locales bajo un enfoque participativo. Debido a su capacidad de gestión más integral y sus herramientas de planificación estratégica, los gobiernos regionales tienen un rol central, para asegurar una colaboración eficaz con los municipios y la integración de los temas relevantes en planes y programas de inversión. Instrumentos como las Estrategias de Desarrollo Regional, Planes Reguladores Inter-comunales o Metropolitanos y los nuevos Planes de Ordenamiento Territorial son esenciales para este propósito, mientras a nivel comunal, los Planes Reguladores y Planes de Desarrollo Comunal también deben hacer referencia a estas consideraciones.

4. GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN: INVESTIGACIÓN, OBSERVACIÓN, COMUNICACIÓN, FORMACIÓN Y DIFUSIÓN:

Existe un continuo entre el proceso de generación de información básica (observación y experimentación) hasta el traspaso de esta información hacia la sociedad siguiendo los canales de la formación y difusión. En cada uno de estos aspectos existen medidas específicas que pueden ser abordadas desde la perspectiva del Plan de Adaptación Nacional al cambio climático.

La adaptación al cambio climático es un proceso heterogéneo que no solo depende del desarrollo económico y tecnológico de un país. La investigación es el medio para desarrollar información respecto a las vulnerabilidades, potenciales impactos y las consecuentes alternativas de adaptación, y como tal se torna particularmente importante identificar los organismos que deben desarrollarla. Asimismo, los factores culturales tienen un rol fundamental al momento de la elaboración e implementación de medidas de adaptación a nivel local²⁴. En este sentido, la formación y la difusión de la información que se desarrolla cobran una importancia vital. La falta de conciencia y conocimiento sobre el cambio climático y sus posibles impactos sigue siendo una de las principales barreras a la adaptación²⁵.

En Chile existen diversas instituciones cuyo rol puede abordar las diferentes aristas de la generación y transferencia de información. Por un lado, están los Centros Científicos de Excelencia, quienes cumplen con generar la información de base necesaria para evaluar la adaptación al cambio climático. En este ámbito se encuentran los Centros de Investigación tanto estatales (INIA, INFOR, CIREN, Universidades) como privado.

El **financiamiento de la investigación** que desarrollan estos organismos proviene de programas asociados a distintos Ministerios. Algunos ejemplos son los programas de CONICYT anidados en el Ministerio de Educación, o los de Iniciativa Científica Milenio del Ministerio de Desarrollo Social. En este mismo grupo es posible incorporar al Ministerio de Economía con los programas de CORFO que tengan relación con la investigación. En el camino correcto de desarrollar programas específicos de investigación en el marco del cambio climático es relevante destacar el reciente llamado especial del concurso FONDAP adjudicado por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia de la Universidad de Chile.

A nivel sectorial diferentes ministerios o servicios también desarrollan programas de investigación en diferentes temas. Es así como el Ministerio del Medio Ambiente por ejemplo tiene entre sus responsabilidades elaborar y ejecutar estudios y programas de investigación, protección y conservación de la biodiversidad, como también la generación de líneas de base. De la misma

²⁴ Nielsen, JO, Reenberg, A. 2010. Cultural barriers to climate change adaptation: A case study from Northern Burkina Faso. *Glob Environ Change*, 20, 142–152.

²⁵ Lorenzoni, I., Nicholson-Cole, S., Whitmarsh, L. 2007. Barriers perceived to engaging with climate change among the UK public and their policy implications *Global Environmental Change*, 17, 445–459.

manera lo hace el Ministerio de Agricultura en temas silvoagropecuarios y el MOP en relación a los recursos hídricos. Fundamentalmente estos organismos tienen la misión de incentivar y dar las líneas de investigación que el país necesita en el ámbito de la adaptación.

En relación a la labor de transferencia de información y educación sobre los impactos del cambio climático, existen organismos como el Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Municipios y ONEMI, que tienen una gran injerencia, y por ende también deben ser considerados junto con el sector privado y comunidad. En este escenario se podrían dar cabida a planes o programas público-privado frente a la adaptación al cambio climático.

Es necesario destacar que el **monitoreo, observación y registro de variables** asociadas a los sistemas naturales es imprescindible para lograr resultados confiables en el desarrollo de la investigación y la observación de los procesos de cambio que permitan inferir atribución al cambio climático u otros procesos de cambio global. En particular es necesario mejorar la cobertura y la infraestructura del sistema de monitoreo climático e hidrológico en Chile actualmente a cargo de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y de la Dirección General de Aguas (DGA). Actualmente los procesos de monitoreo son insuficientes, en relación tanto a cobertura espacial como temporal de variables. Un desafío claramente identificado por la comunidad científica es la de contar con un observatorio de condiciones climáticas e hidrológicas que permita un mejor análisis de las tendencias de estas variables y comportamiento del sistema climático. En el **Recuadro 5**, cuya información se extrae de CCG-UC y Centro de Políticas Públicas UC (2010²⁶), se comenta con mayor profundidad otros desafíos relacionados con el monitoreo en particular de las variables hidrológicas y climáticas. Asociado a este proceso es necesario contar de manera coordinada a través del PAN de **proyecciones futuras de escenarios cambio climático** a escalas espaciales y temporales que permitan el análisis de impactos en diferentes sectores, sistemas y territorios.

Es importante considerar no solo el monitoreo de las variables climáticas o hidrológicas. Es importante impulsar la creación de una Red de Monitoreo de Largo plazo que permita evaluar el estado de los ecosistemas y en particular los servicios ecosistémicos. En particular es importante monitorear los servicios ecosistémicos en los siguientes componentes esenciales: ciclo hidrológico, ciclo de carbono, ciclo de nutrientes, plagas y vectores de enfermedades. Para llevar a cabo este monitoreo es importante revisar cual es el estado de avance en sitios ya establecidos, generar un plan de monitoreo para el futuro en estos sitios e identificar nuevos sitios relevantes. Uno de los productos esperados de este trabajo sería asociar los estados de estos balances con las condiciones climáticas imperantes.

El monitoreo de los servicios ecosistémicos debe complementarse con el monitoreo de otros componentes del sistema humano como el estado de la infraestructura, condiciones de salud, seguridad y bienestar en general. Se sugiere en este sentido la creación de una Red Nacional de

²⁶CCG-UC y Centro de Políticas Públicas UC, 2010. Diagnóstico de los desafíos planteados por el cambio climático en Chile. Trabajo realizado para el BID

Monitoreo Socio-ecológico de Largo Plazo que expanda la que actualmente existe (<http://www.ieb-chile.cl/ltser/>).

En la creación de este sistema coordinado de monitoreo deben participar centros de investigación, el sector privado y el sector público. Es importante mencionar en relación a esto último que a nivel sectorial existen diferentes organismos con atribuciones relevantes en materia de monitoreo de variables críticas. En las fichas sectoriales incluidas en **Anexo 1** se incorpora también la institucionalidad que está a cargo del monitoreo y observación aquí mencionado.

En relación a la **difusión y comunicación** de información, la revisión de experiencias internacionales indica que este tipo de tareas son desarrolladas por los organismos de gobierno relacionados al tema ambiental y educación. En España, por ejemplo, existe el “Centro Nacional de Educación Ambiental”, CENEAM, perteneciente al Ministerio del Medio Ambiente, encargado de coordinar las acciones educativas. En Australia existe el sitio de internet “Climate Change in Australia”, desarrollado por el centro de investigación CSIRO y el Centro de Meteorología Australiano y patrocinado por el Departamento de Cambio Climático y Eficiencia Energética. De esta manera Ministerios relacionados al Medio Ambiente y a la Educación son los principales protagonistas. Esto podría ser extrapolable a la situación de Chile, donde el Ministerio de Educación es un organismo habilitado para lograr este tipo de tareas, complementando este trabajo con responsabilidades que puede asumir el recientemente creado Ministerio del Medio Ambiente. En este contexto un desafío importante es fortalecer programas de difusión que eduquen ambientalmente a la población incluyendo la adaptación al cambio climático. En esta misma línea, se considera que el cambio climático debería ser incorporado en los programas de educación escolar, función relacionada con el Ministerio de Educación.

Recuadro 5: Calidad del sistema de monitoreo de variables hidrometeorológicas en Chile (CCG-UC y Centro de Políticas Públicas UC, 2010)

En la **Figura 15** se observan las estaciones fluviométricas (esquina superior derecha), meteorológicas (esquina inferior izquierda) y nivales (esquina inferior derecha) que manejan la DGA y la DMC. Es posible apreciar en estas figuras que la medición de las variables hidrometeorológicas en Chile se concentra en la zona central y centro-sur del país. Es interesante apreciar que existe muy poco monitoreo de condiciones hidroclimáticas en la Cordillera de Los Andes en zonas de altura mayor a los 1.000 metros.

Fuente: Elaboración propia con datos de la DMC, DGA y Agroclima.

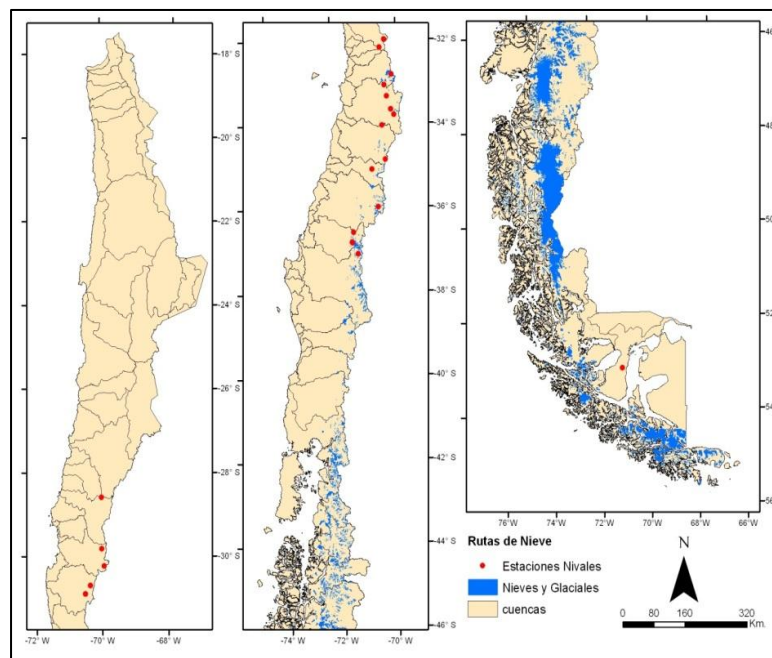
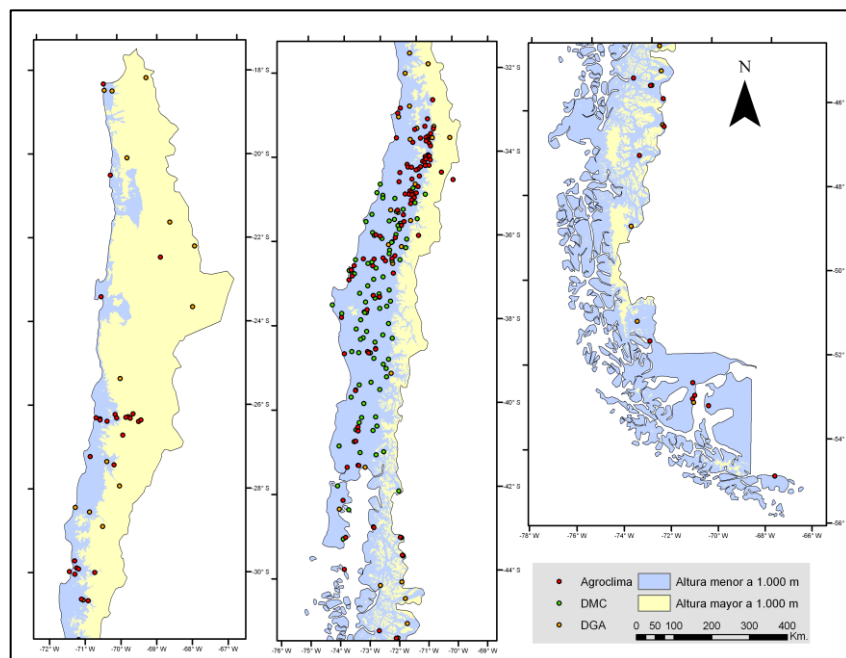
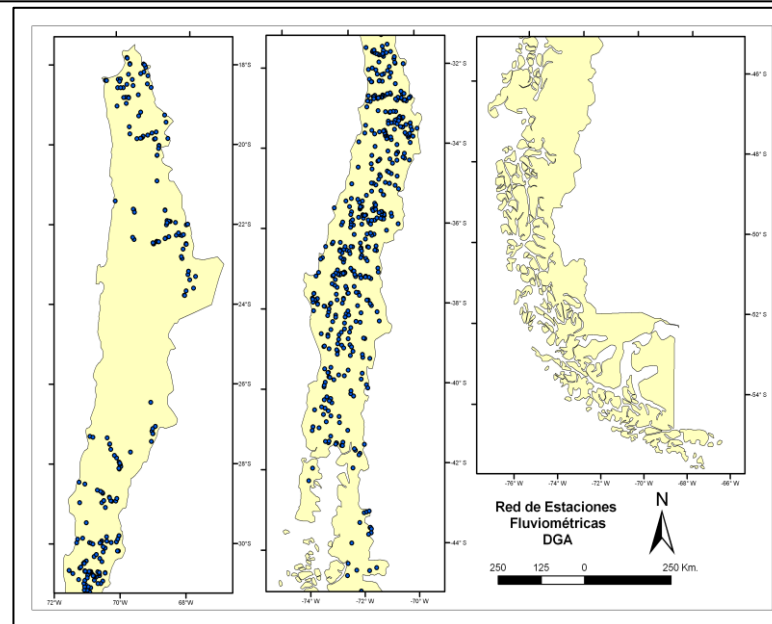


Figura 15: Estaciones fluviométricas (esquina superior derecha), meteorológicas (esquina inferior izquierda) y nivales (esquina inferior derecha) que manejan la DGA y la DMC.

5. ARQUITECTURA INSTITUCIONAL DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN

Un proceso de adaptación es un tema complejo, transversal a diversos sectores, y que requiere desarrollar programas adecuados de intervención, por lo que es fundamental contar con una institucionalidad acorde a los desafíos que presentará el cambio climático en Chile. En particular, la institucionalidad del sector público cumple un papel muy importante en garantizar buenos resultados en los seis elementos que la OCDE define como fundamentales para que un país logre niveles altos de gobernabilidad. Estos son: participación y *accountability*; estabilidad política; efectividad gubernamental; calidad regulatoria; estado de derecho y control de la corrupción. Para que estos aspectos sean considerados en un tema tan complejo como el cambio climático, la deben ser definidos los principios y objetivos que se quieren alcanzar, y la administración debe originar una estructura institucional pública conformada por órganos y servicios públicos que cumplan con funciones determinadas, apoyados por la legislación existente para alcanzar esos objetivos²⁷.

Además de la transversalidad del cambio climático y la relevancia de reconocer las interrelaciones sectoriales, cosa que ya se ha mencionado anteriormente en el presente estudio, existen otros puntos importantes a considerar. La coordinación es uno de ellos. La multiplicidad de sectores, organismos y actores involucrados plantea como desafío coordinar el trabajo de cada uno, para generar una estrategia institucional eficiente, que por un lado tome en cuenta los efectos en cadena del cambio climático, y por otro evite duplicidad de esfuerzos. En este mismo sentido, una clara definición de responsabilidades en la ejecución y fiscalización debe quedar bien establecida en el diseño institucional. Es fundamental que la implementación de acciones ligadas a estas responsabilidades considere estratégicamente la realidad geográfica del país, dado el desafío que impone un territorio extenso y variado como el de Chile. Por último, se considera relevante incorporar en esta arquitectura un sistema efectivo de generación y transmisión de conocimiento. Es necesario además complementar las acciones y esfuerzos relacionados con la adaptación con aquellos vinculados a la mitigación, integrando ambos temas en una misma línea de trabajo.

A partir de las experiencias internacionales revisadas en la preparación del presente PAN, fue posible identificar estrategias diversas en relación al diseño de la arquitectura institucional asociada a la puesta en marcha de un Plan de Adaptación. En la mayoría de los casos, las responsabilidades relacionadas con el PAN son atribuidas a organismos gubernamentales vigentes, creando en algunos casos organismos nuevos en función de los vacíos identificados. Por lo general, la creación de estos organismos se relaciona con comités interministeriales que permiten abordar el carácter intersectorial requerido en los planes. Un caso particular es el de Colombia, que a pesar de no tener a la fecha un Plan oficial, ha incorporado en su Plan Nacional de Desarrollo (2010-2014) una propuesta institucional para abordar la adaptación al cambio climático, compuesto por organismos creados especialmente para el caso.

²⁷ CCG-UC y Centro Políticas Públicas, 2010. Diagnóstico de los desafíos planteados por el cambio climático en Chile. Trabajo realizado para el BID

Las responsabilidades más comunes que los organismos ligados al desarrollo de un plan deben cumplir se asocian a las evaluaciones y acciones asociadas a los distintos sectores y sistemas y la evaluación y generación de escenarios. Otros temas que deben ser abordados tienen que ver con la propia implementación del Plan en el territorio, así como el monitoreo de las acciones declaradas. Es posible afirmar que, asociados a los distintos ministerios, existen hoy en Chile organismos habilitados para asumir este tipo de responsabilidades, considerando además todos los aspectos relevantes antes mencionados. De hecho, a partir del decreto 466, existe en nuestro país desde el año 1996 el Comité Nacional Asesor de Cambio Global (CNACG), conformado por representantes de distintas instituciones, tales como el Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, el servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, la Comisión Nacional de Energía y la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante. Las responsabilidades de este comité son entre otra las de asesorar al Ministerio de Relaciones Exteriores respecto a la posición nacional en materias de Cambio Global, asesorar al Ministerio del Medio Ambiente en la implementación de planes y programas, asesorar a instituciones dedicadas a la investigación en materias de cambio global y servir de mecanismo articulador entre diversas entidades vinculadas al cambio global. Si bien la creación de este Comité fue en su momento un gran avance, los requerimientos actuales en relación al cambio climático han evolucionado, y el mismo Plan de Acción Nacional al cambio climático (CONAMA, 2008) establece entre sus líneas prioritarias el “fortalecimiento de la institucionalidad nacional para abordar el cambio climático”, línea que se asocia directamente con la revisión de la orgánica actual de este Comité, y cuyo proceso de reformulación está tomando lugar actualmente de manera coordinada por el Ministerio del Medio Ambiente. El presente estudio propone trabajar en esta misma línea, fortaleciendo la arquitectura vigente del CNACG. La **Figura 16** presenta una propuesta de la arquitectura institucional que permitiría abordar los desafíos actuales relativos a la adaptación.

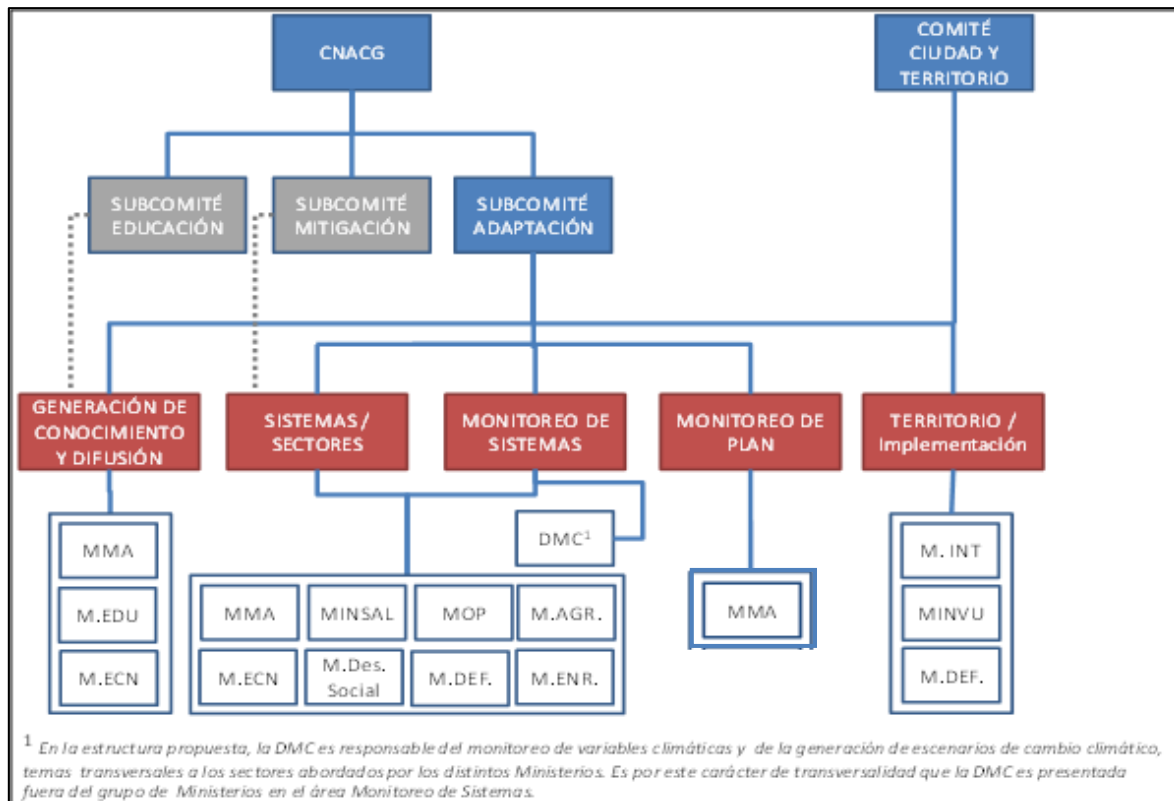


Figura 16: Arquitectura institucional propuesta para desarrollar el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

La propuesta se basa en la desagregación del CNACG en 3 subcomités, para abordar líneas de evaluación y acción relacionadas con educación, mitigación y adaptación. El Subcomité de adaptación tiene responsabilidad sobre 5 áreas fundamentales, cuyo desarrollo se atribuye a organismos que se asocian a los distintos ministerios identificados en la figura. Estas 5 áreas se explican a continuación:

1. **Sistemas/sectores:** Se refiere a los distintos sectores humanos (bienestar, sector económico e infraestructura) y a los sistemas naturales o ecosistemas. Los distintos Ministerios cuentan hoy con organismos habilitados para abordar la evaluación y planificación de la adaptación en cada sector. La interacción entre estos organismos es esencial para la comprensión de las interrelaciones sectoriales y la búsqueda de alternativas de adaptación que considere estas interrelaciones (**ver sección III.2 Lineamientos para el desarrollo de Planes de Adaptación Sectorial**).
2. **Territorio:** Hoy en día las instituciones dedicadas al desarrollo de políticas y su relación con el territorio se circunscriben principalmente a los Ministerios de Interior (a través de la SUBDERE y el desarrollo de políticas rurales y regionales), de Vivienda y Urbanismo (a través del desarrollo de políticas urbana) y un grupo amplio de actores donde domina el

Ministerio de Defensa y las Fuerzas Armadas (a través del desarrollo de políticas de uso del borde costero). Existe hoy un Comité Interministerial de Ciudad y Territorio (CCT), compuesto por representantes de algunos de los ministerios mencionados (Vivienda y Urbanismo), el cual podría de alguna manera relacionarse con la dinámica del Subcomité de Adaptación del PAN. Para que esto ocurra de manera eficiente sería importante destacar que el CCT tendría que reformular el enfoque altamente urbano que tiene hoy día **(ver sección III.3 Lineamientos para la implementación territorial de Planes de Adaptación)**.

3. Generación de conocimiento y difusión: la sensibilización de la población respecto a potenciales impactos y posibles estrategias a tomar para enfrentar el cambio climático facilita iniciativas de adaptación autónoma, y potencia las capacidades del país para lograr un proceso adaptativo exitoso. Esta área se alinea a uno de los objetivos específicos de este PAN, cual es *coordinar el proceso de generación y difusión de información procesada a la sociedad*. Se propone que el Ministerio del Medio Ambiente centralice la información generada. Los programas asociados al Ministerio de Educación debieran a su vez considerar esta información, tanto en programas educativos de difusión como en programas de becas (ej. Conicyt). Por último, el cambio climático debería ser considerado en los programas de apoyo y financiamiento a la investigación en Chile hoy dependientes del Ministerio de Economía (ej. Corfo) **(ver sección III.4 Generación y transferencia de información: Investigación, Observación, Comunicación, Formación y Difusión y sección III. 6 Implementación del Plan Nacional de Adaptación)**.
4. Monitoreo de Sistemas: Por un lado es sumamente relevante el monitoreo de variables climáticas y la identificación de brechas asociadas (ej. mejorar redes de estaciones meteorológicas) y la generación de escenarios de proyección climática. De acuerdo al esquema propuesto, esta responsabilidad recae sobre la Dirección Meteorológica de Chile (DMC). Este tipo de información es transversal a todos los sectores, los que a su vez deben también ser monitoreados para permitir la identificación de impactos. Esta área se vincula con el primer objetivo específico de este PAN, *Desarrollar y mantener información climática de base para el uso de estudio de impactos, vulnerabilidad y adaptación a nivel sectorial y regional*.

Es importante reconocer que la información climática es solo una de las muchas variables que indican la evolución de un sistema en cuanto a su vulnerabilidad, resiliencia o capacidad adaptativa que también deben ser incorporadas al interior de este proceso de monitoreo continuo **(ver sección III.4 Generación y transferencia de información: Investigación, Observación, Comunicación, Formación y Difusión)**

5. Monitoreo del Plan: La forma de medir el éxito del PAN es mediante el monitoreo de aquellas líneas de acción que se propongan. Por otro lado, tal como se ha indicado anteriormente, la adaptación es un proceso, y como tal, está sujeto a un constante

aprendizaje y por lo mismo, a posibles reformulaciones. Se considera adecuado que el Ministerio del Medio Ambiente, mediante la Oficina de Cambio Climático, sea la institución responsable de este monitoreo **(ver sección III.7 Generación y transferencia de información: Investigación, Observación, Comunicación, Formación y Difusión)**.

Para cada área, existirán distintos organismos vinculados a diversas responsabilidades, los que pueden estar asociados a un sistema/ sector específico, o bien a temas transversales como la bajada territorial o la generación de conocimiento. En el marco del presente estudio, la discusión se centra en la institucionalidad asociada al subcomité de adaptación, reconociendo que un subcomité de educación y un subcomité de mitigación son esenciales para abordar los requerimientos que exige una institucionalidad para el cambio climático.

A nivel sectorial o temático **(ver sección III.2 Lineamientos para el desarrollo de Planes de Adaptación Sectorial)** se espera que existan distintos arreglos institucionales en los que intervengan en muchos casos muchos ministerios y servicios. Un análisis específico de la institucionalidad asociada a cada uno de los sectores se presenta en el **Anexo 1**. A modo de ejemplo se presenta el análisis de la institucionalidad del sector RECURSOS HÍDRICOS en el **Recuadro 6**.

Al reconocer la posibilidad de que ciertos impactos traspasen el área de influencia de un sector a otro es importante que este traspaso (y por ende necesidad de coordinación) ocurre también a nivel de las instituciones que ven temas sectoriales específicos.

Recuadro 6: Ejemplo de ficha de análisis de institucionalidad asociada al sector Recursos Hídricos.

A partir de la figura de impactos para el sector Recursos Hídricos (ver **Recuadro 4 y Anexo 1**), se han identificado los organismos correspondientes a distintos Ministerios que deben estar vinculados a la evaluación y acción de este sector.

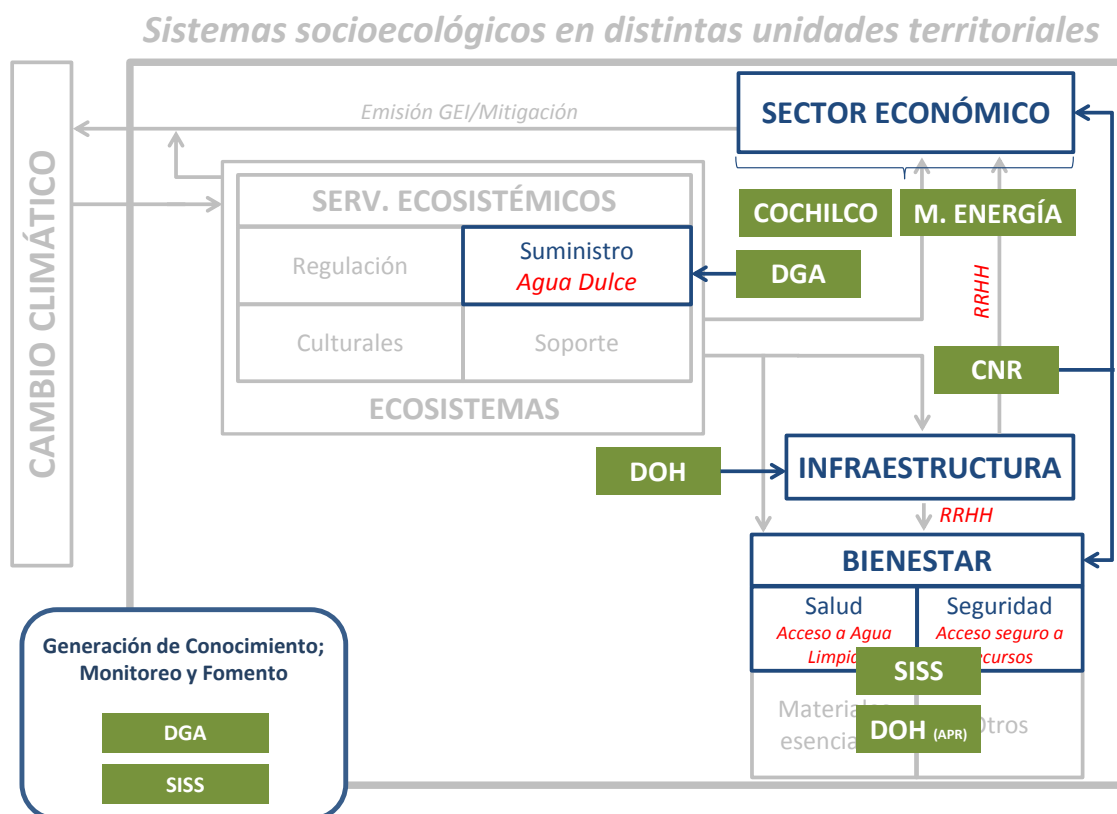


Figura 17: Organizaciones administrativas responsables de los distintos aspectos de la implementación del PAN para el sector Recursos Hídricos.

En la **Figura 17** se presentan las instituciones que están involucradas en la gestión, control y resguardo del recurso hídrico. En primer lugar se encuentra la Dirección General de Aguas (DGA) el cual está encargado de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente.

Relacionados a la infraestructura hídrica se encuentra la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del MOP y la Comisión Nacional de Riego (CNR). La DOH, como organismo encargado de proveer la infraestructura necesaria para manejar el recurso hídrico así como de gestionar y controlar la planificación de obras hidráulicas, cumple un rol netamente ligado a la infraestructura. La CNR, en cambio, además de su función en infraestructura tiene un rol en el sector silvoagropecuario.

Otras instituciones ligadas al sector económico tales como el Ministerio de Energía (ME) y la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) deben preocuparse por el abastecimiento de suministro hídrico para el funcionamiento de sus operaciones. Finalmente la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y la DOH (APR) ambos del MOP se encargan de asegurar el acceso seguro de suministro hídrico a la población (en términos de calidad y cantidad).

6. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN:

La presente sección busca abordar aspectos prácticos necesarios de tomar en cuenta al momento de implementar este Plan de Adaptación Nacional, de manera de dar coherencia a los distintos planes Sectoriales y Territoriales. Se plantean elementos que se consideran relevantes, pero que sin duda una mayor definición de estos debe estar sujeto a procesos de discusión más amplios. En este sentido, se presentan estos elementos de forma preliminar, de la siguiente manera:

- El primer elemento esencial en este sentido es definir la entidad a cargo de la implementación del PAN. Se considera apropiado que la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente cumpla este rol, siguiendo el rol que sostuvo al desarrollar esta propuesta de PAN.
- Como tal, se propone que el Ministerio del Medio Ambiente lidere un proceso de consulta interministerial (análogo al esquema que se propone en el marco de una Evaluación Ambiental Estratégica) para discutir los elementos críticos planteados en este PAN. Este proceso de consulta permitirá identificar y definir elementos de coordinación y llenar posibles vacíos. Entre otros, debe discutirse en este proceso de consulta las fuentes de financiamiento que permitirán avanzar con el PAN. En casos en que ya existan Planes Sectoriales encaminados es necesario discutir la manera en que éstos (ya sea en su versión actual o en futuras actualizaciones) puedan alinearse a los conceptos establecidos en el PAN.
- De forma paralela se propone que el Ministerio del Medio Ambiente lidere y promueva una consulta pública ciudadana.
- Es además sumamente necesario integrar los esfuerzos que se han realizado hasta ahora y aquellos que están en vías de realizarse en relación a la adaptación al cambio climático en diferentes unidades territoriales. Esto para evitar duplicidad de esfuerzos y coordinarlos en función de un Plan país eficiente y efectivo²⁸.
- Por otro lado se propone que se promueva la participación público privada en el proceso de la adaptación mediante consorcios de innovación, y que se promueva el proceso de inserción de entidades financieras asociado al desarrollo de herramientas críticas en el traspaso de riesgos y costos tales como seguros u otros.
- Por último, se plantea que el PAN se convierta en la instancia integradora de políticas públicas de largo plazo, incluyendo las políticas de medio ambiente, e incorporando distintos procesos necesarios para el PAN, tales como el desarrollo de escenarios de proyección y los esfuerzos asociados a la reducción de la incertidumbre.

En este sentido es importante mencionar que diferentes sectores cuentan con instrumentos o protocolos que permiten llevar a cabo una proyección del sector hacia el futuro. Es a través de

²⁸ Para el caso por ejemplo de la Región Metropolitana se pueden mencionar proyectos como el Climate Adaptation Santiago (CAS), finalizado recientemente y que trasciende a la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) para la región recientemente aprobada, y el proyecto MAPA que propone desarrollar un Plan de Adaptación para la cuenca del Río Maipo.

estos instrumentos donde sería el lugar apropiado para ir incorporando elementos básicos que se desprendan de los lineamientos de este PAN. En la Tabla 1 se identifican estos instrumentos para los distintos sectores/sistemas identificados en el PAN.

Es interesante resaltar de esta tabla las diferentes posiciones que adoptan distintos sectores y sistemas con respecto a la manera de proyectarse hacia el futuro. En un número importante de casos no existe ningún tipo de instrumento de proyección. En otros se plantean lineamientos o estrategias generales. Finalmente en un par de casos donde destaca el caso de Salud existen programas con métricas y protocolos de evaluación claros que se repiten en el tiempo.

En ninguno de los instrumentos considerados existe mención con respecto a los desafíos u oportunidades que puede significar el cambio climático para el logro de los objetivos del sector. Es importante que al interior de cada sector/sistema se lleve a cabo esa revisión introspectiva con respecto a las posibles implicancias del cambio climático para posteriormente incorporarlas en el documento del instrumento. Claramente esto resulta simple en aquellos casos con instrumentos de proyección ya institucionalizados. En otros casos una primera etapa podría consistir en el desarrollo de tal instrumento.

Es importante mencionar también que para el caso de la implementación territorial existen instrumentos de proyección futura que han sido reconocidos en la respectiva sección.

Tabla 1: Instrumentos utilizados para proyectar la situación futura de diferentes sistemas y sectores.

Sistema/ Sector	Instrumento* de proyección**	Nivel de proyección***	Horizonte de proyección	Seguimiento
Recursos Hídricos	A nivel general existe la Política Nacional de Recursos Hídricos (vigente desde 1998). Actualmente se encuentra en desarrollo la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos. En términos de usos subsectoriales, para el caso del riego existe una Política Nacional de Riego y Drenaje (2005). El otro subsector usuario que tiene una política es el sector energía que se analiza después. No existen instrumentos similares para otros subsectores como las sanitarias, mineras e incluso los usos ambientales (en el entendido del caudal ambiental). DGA llevo a cabo una proyección de demanda (periodo 1992-2017)	Lineamientos o estrategia	No existen	No hay protocolos.
Silvoagro- pecuario	Existe un objetivo de crecimiento futuro asociado al proyecto “Chile Potencia Alimentario y Forestal” desarrollado en 2006 por ODEPA y la Unidad de Inteligencia Competitiva de Fundación Chile (Novairis). Objetivo también aplica al sector forestal. Se está desarrollando la Política de Desarrollo Rural	Objetivo	2020	No hay protocolos.
Ecosistemas	Actualmente en desarrollo Política de Desarrollo Sustentable. Discusión en Congreso de Proyecto de Ley de Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Biodiversidad	N/A	N/A	N/A
Pesca y acuicultura	No existe ningún instrumento de proyección.	N/A	N/A	N/A
Turismo	No existe ningún instrumento de proyección.	N/A	N/A	N/A
Energía	Estrategia Nacional de Energía (2012). Por otra parte en ese sector se hacen periódicamente análisis de escenarios de generación futuros en el marco del análisis de precio nudo.	Lineamientos o estrategia	Hasta- 2030 Horizonte de 20 años aprox.	No contempla
Infraestruct.	Existe el Plan Nacional de Infraestructura. Periódicamente se actualiza a través de Planes Regionales de Infraestructura que enmarcan en procesos como el PROT o ERD.	Programa	Hasta 2020 Horizontes variables en regiones.	En constante evaluación
Salud	Estrategia Nacional de Salud 2011	Programa	10 años	Métricas

* Se define instrumento en un sentido amplio pudiendo significar una política, estrategia o lineamiento; ** Proyección implica la idea de proyectar el sector hacia el futuro. *** La proyección en un sector/sistema determinado puede ocurrir de distintas maneras crecientes en cuanto a su complejidad desde aspiraciones/objetivos, lineamientos o estratégicas y programas de desarrollo futuro.

7. EVALUACIÓN Y MONITOREO DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN

Adaptarse al Cambio Climático más que como un resultado, debe ser considerado como un proceso en el cual el aprendizaje y el monitoreo son elementos fundamentales. De esta manera este PAN marca el comienzo de un largo proceso que debe estar en constante revisión, evaluación y transformación.

Duración del Plan

Si bien el proceso de adaptación ocurre en el largo plazo, un PAN debe pensarse para un periodo de tiempo que asegure su correcta actualización, implementación y evaluación. Por un lado, tanto a nivel internacional como nacional existe un trabajo constante en relación a la generación de escenarios climáticos. Esto obliga a que las acciones propuestas sean evaluadas y reestructuradas cada cierto tiempo para asegurar la pertinencia de estas. Por otro lado, proponer acciones para periodos de más de diez años dificulta la ejecución y continuidad de estas, producto de su fuerte sensibilidad a los cambios políticos que puedan ocurrir. **Se propone que este PAN sea elaborado con un horizonte de cinco años.**

Monitoreo del PAN

Monitorear un plan es un proceso continuo que consiste en la revisión de actividades, resultados y del contexto en el que estos se insertan. En un contexto de adaptación al cambio climático el monitoreo tanto del Plan Nacional como de los Planes Sectoriales es fundamental. El monitoreo cumple con dos roles necesarios para lograr una adaptación exitosa. Por un lado, permite asegurar el cumplimiento de las acciones en el plazo que corresponde, y por otro, participa en el proceso de aprendizaje al lograr identificar y conocer los facilitadores y las barreras a la implementación de acciones.

Para monitorear el PAN se propone que durante los cinco años de duración de cada PAN se realicen informes de seguimiento cada 2 años. La elaboración de estos informes queda en manos del Ministerio del Medio Ambiente, institución a la cual la ley 19.300 le entrega la competencia de “proponer las políticas ambientales e informar periódicamente sobre sus avances y cumplimientos”.

De la misma manera en que se plantea monitorear el plan de adaptación a nivel nacional es importante que los planes sectoriales consideren dentro de su implementación este tipo de actividades. En el caso de los sectores, la **Tabla 2** presenta una propuesta de las instituciones responsables de realizar el monitoreo de sus planes de adaptación. En relación a las acciones sectoriales el monitoreo aparece también como un elemento clave no solamente con respecto a los avances de lo “planificado” sino que también con respecto a la evolución de las distintas variables que moldean el desarrollo de los sistemas humanos y naturales (variables climáticas y no

climáticas). Los encargados de monitorear dichas variables serán definidos en los planes sectoriales.

Tabla 2: Propuesta de instituciones responsables del monitoreo de los planes de adaptación sectoriales.

Sector/Sistema	Organismo a cargo de monitoreo
Silvoagropecuario	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias / Corporación Nacional Forestal de Chile
Recursos hídricos	Dirección General de Aguas
Pesca y acuicultura	Servicio Nacional de Pesca
Turismo	Subsecretaría de Turismo
Energía	Ministerio de Energía
Salud	Ministerio de Salud
Infraestructura	Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio

Instrumentos de monitoreo

Se recomienda que como instrumentos de monitoreo se utilicen políticas existentes o que se desarrollen nuevas en función de las necesidades.

Evaluación del PAN

Al finalizar los cinco años el plan será evaluado, para revisar cual ha sido su eficacia en el cumplimiento de objetivos que se relacionan con los cinco pilares presentados al comienzo de esta parte del PAN. Esta evaluación, al igual que el monitoreo del Plan queda en manos del Ministerio del Medio Ambiente.

Indicadores:

Lograr evaluar la efectividad de los planes de adaptación, tanto nacional como sectorial, es un proceso muy complejo. De manera general existen dos grandes grupos de indicadores de adaptación:

- Indicadores basados en procesos (Harley et al., 2008)²⁹: buscan definir y medir el progreso de la implementación.
- Indicadores basados en resultados: miden la efectividad de la intervención.

La adaptación al ser un proceso con un alto grado de incertidumbre aún existe mucha incertidumbre sobre cómo definir los indicadores a monitorear o evaluar. Sin perjuicio de lo anterior se propone que se inicie un proceso en paralelo que, acomodándose a la estructura propuesta en este PAN sea capaz de generar los indicadores temáticos y territoriales que permitan evaluar el avance en la capacidad adaptativa, resiliencia y baja en vulnerabilidad de los distintos componentes afectados por el cambio climático.

²⁹Harley, M., Horrocks, L., Hodgson, N. 2008. Climate change vulnerability and adaptation indicators. European Topic Centre on Air and Climate Change Technical Paper 2008/9.

ANEXO: FICHAS SECTORIALES.

INTRODUCCIÓN:

La base de la estructura orgánica de presentación de sectores y sistemas en el PAN se presenta en la Sección III.2 del documento central. Esta presentación se basa en la existencia del conjunto de sistemas naturales y humanos (sistemas socioecológicos) que coexisten al interior de un territorio determinado que se ven enfrentado al cambio climático. Dependiendo de la manera en que afecten a un determinado sector los impactos del cambio climático pueden ser clasificados en **impactos directos** (*líneas rojas*) e **indirectos** (*líneas amarillas*). El impacto directo ocurre como consecuencia directa del cambio climático sobre un sector o sistema. Mientras que el impacto indirecto, es producto de los cambios de un sector o sistema, provocado por un impacto directo, que repercuten sobre otros sectores o sistemas que dependen de él.

Dentro de un sistema socioecológicos son tres los sectores o sistemas de interés que pueden ser impactados por el Cambio Climático. En primer lugar se encuentran los **sectores económicos** conformados por aquellos sectores que entregan las bases productivas del país (producto económico) además de tener una alta relevancia social, económica y cultural. Se destacan en este sentido en relación a los potenciales impactos del cambio climático los sectores silvoagropecuario, turismo, energía, pesca y acuicultura. En segundo lugar están los **sistemas naturales o ecosistemas** los cuales se relacionan con otros componentes a través de los servicios ecosistémicos que estos aportan: servicios de provisión, de regulación, culturales y de soporte. En tercer lugar se encuentran los sistemas humanos a través de la representación del **bienestar humano**. El bienestar humano es definido como el conjunto de las cosas necesarias para vivir bien. Además de los tres sistemas y sectores antes mencionados, los sistemas socioecológicos incluyen también de manera explícita e independiente a la **infraestructura**. En este caso el concepto infraestructura considera a toda aquella estructura artificial que hace posible el aprovechamiento y control del medio físico y natural y sus recursos.

Se consideran de manera explícita en este PAN ocho sectores/sistemas correspondientes a algunas de los elementos que forman parte de los sistemas socioecológicos. Desde el punto de vista de los sectores productivos se consideran los siguientes grupos: **silvoagropecuario, turismo, energía, pesca y acuicultura**. Desde el punto de vista de los componentes del bienestar se considera el sistema de **salud**. Dentro de sistemas transversales de apoyo se consideran los **ecosistemas**, y algunos de los servicios ecosistémicos que de ahí se derivan como por ejemplo los **recursos hídricos**. Finalmente se considera también el sistema de **infraestructura** del país.

La información existente y la previsible con respecto a los impactos directos e indirectos del cambio climático sobre cada uno de estos sectores/sistemas se explican en este Anexo. Cada uno de estos impactos se representa en una figura a través de una flecha numerada que después es

explicada en el texto. En una segunda figura se presentan las diferentes instituciones que tienen algún rol en relación a los impactos analizados en la figura inicial.

A. Sector Silvoagropecuario:

Impactos Sector Silvoagropecuario:

La **Figura A.1** representa los impactos directos e indirectos del Cambio Climático sobre el sector silvoagropecuario y su relación con otros componentes de los sistemas socioecológicos en una unidad territorial determinada.

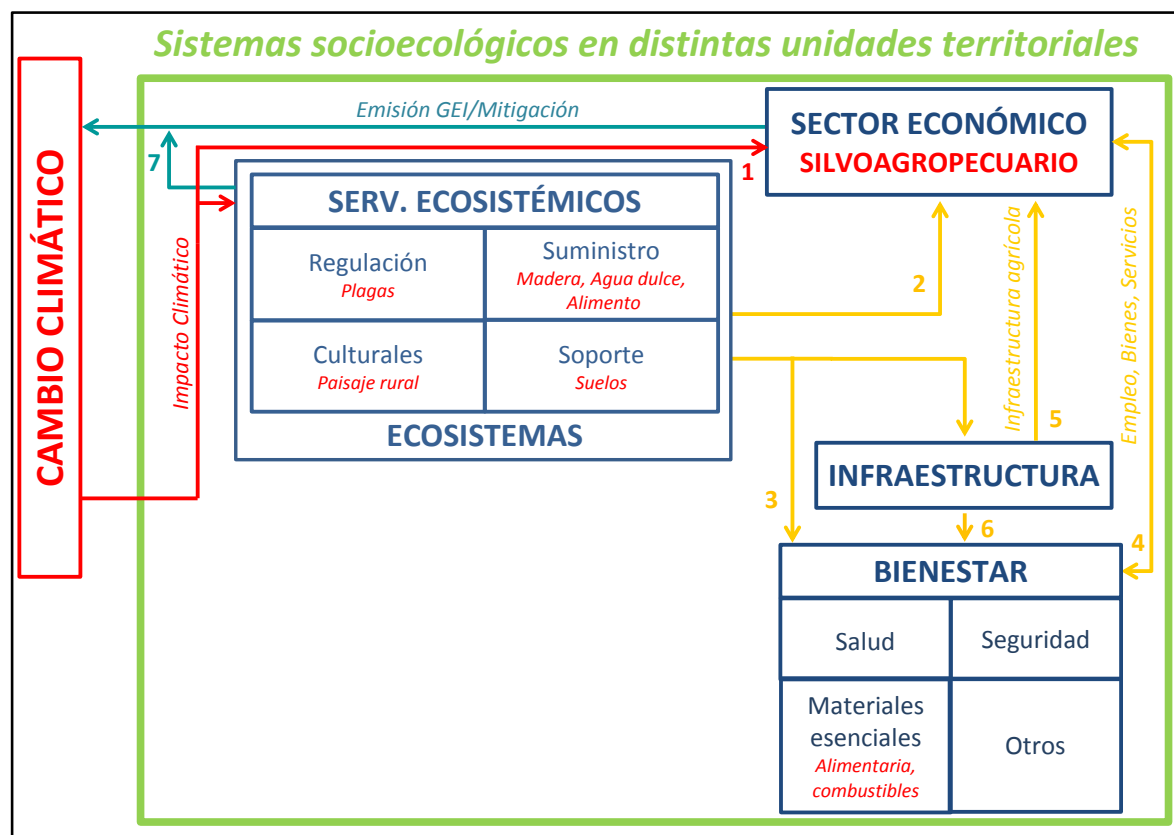


Figura A. 1: Interrelaciones del sector Silvoagropecuario con el resto de los sistemas socioecológicos en relación a los impactos del cambio climático. Las líneas rojas representan impactos directos del cambio climático mientras que las líneas amarillas representan impactos indirectos. La línea azul representa las emisiones de GEI desde el sector.

Impactos estudiados

- La **flecha 1** representa el impacto directo del cambio climático sobre la productividad del sector silvoagropecuario en una determinada unidad territorial. El tipo de impacto esperado no es homogéneo a lo largo del país y es función de los cambios esperados tanto en precipitaciones como en temperaturas así como también en la concentración de CO₂ en la atmósfera (este último aspecto no ha sido estudiado aun con detalle para la situación particular de cultivos en Chile). Este impacto se podría resumir de la siguiente forma:

- Se espera que la agricultura de secano reciba el impacto de cambios en temperatura y precipitación, mientras que la agricultura de riego, sólo se verá afectada por el alza en la temperatura en aquellos lugares donde no se proyecten cambios en la disponibilidad de agua para riego.
 - Los cultivos anuales de invierno, podrían incrementar su productividad en zonas en que la limitación para el desarrollo lo constituyen las bajas temperatura y heladas (Sur de Chile).
 - La fruticultura podría cambiar su distribución geográfica. Los frutales de hoja caduca podrían penetrar en zonas más al sur. En la zona central y centro norte, las mejoras en las temperaturas invernales favorecerían a las especies subtropicales. Todas las especies frutales podrían verse beneficiadas por el cambio en el régimen de heladas.
 - El sector ganadero presenta impactos del cambio climático que dependen de la región de producción y del tipo de explotación. Los impactos dependen de cambios en la producción de las praderas.
 - En el caso de la productividad forestal los estudios muestran que en las plantaciones de pino radiata se deterioran considerablemente en el centro-norte (regiones entre Coquimbo y Metropolitana) como consecuencia del aumento del déficit hídrico. Igual situación se verifica para el caso de eucaliptos. No obstante, a partir de la región de la Araucanía, se proyecta un aumento del potencial productivo de estas especies, como consecuencia del mejoramiento de las temperaturas invernales y de la disminución del número e intensidad de las heladas. (CEPAL 2009³⁰, Segunda Comunicación Nacional, 2011³¹).
- Uno de los impactos indirectos más importantes corresponde a los cambios en la disponibilidad de agua y en la estacionalidad de los caudales (**flecha 2**) (ver **Anexo Sistema Recursos Hídricos**). Se sabe que al disminuir la oferta de agua superficial se pone en riesgo la satisfacción de la demanda agrícola (Vicuña et al., 2012³²) y la confiabilidad de los derechos de aprovisionamiento de agua (Meza et al., 2012³³). Numerosos estudios sectoriales (CEPAL, 2009, Segunda Comunicación Nacional, 2011, otros), confirman que la productividad de cultivos decrece sustancialmente al reducirse la cantidad de agua aplicada como riego.
 - Otros servicios ecosistémicos de soporte (**flecha 2**), como es el suelo, se vería afectado ya que el cambio climático contribuye a la desertificación y degradación de tierras, especialmente en la zona Norte de Chile (Segunda Comunicación Nacional, 2011).

³⁰ CEPAL 2009. La Economía del Cambio Climático en Chile. Informe de Síntesis. Santiago: CEPAL.

³¹ Ministerio del Medio Ambiente, 2011. Segunda comunicación nacional de Chile ante la convención marco de las naciones unidas sobre cambio climático.

³² Vicuna, S., J. McPhee, R. Garreaud, (2012). Agriculture Vulnerability to Climate Change in a Snowmelt Driven Basin in Semiarid Chile. Journal of Water Resources Planning and Management 138(5), 431-441.

³³ Meza, F. J., D. S. Wilks, L. Gurovich, and N. Bambach. 2012. Impacts of Climate Change on Irrigated Agriculture in the Maipo Basin, Chile: Reliability of Water Rights and Changes in the Demand for Irrigation. Journal of Water Resources Planning and Management. 138(5), 421-430.

Asimismo se espera que un cambio climático afecte la distribución y el número de generaciones de plagas (Ej. Jara et al., 2012³⁴).

- En términos de empleo y de potenciales migraciones, hay estudios que confirman el vínculo entre impactos productivos en el sector y la distribución regional de la demanda por mano de obra desde el sector (**flecha 4**) (CEPAL, 2009, Segunda Comunicación Nacional, 2011).
- La **flecha 7**, representa el flujo neto de emisiones de gases de efecto invernadero desde el sector. Es interesante destacar que el sector tiene emisiones provenientes fundamentalmente desde el sector pecuario y del uso de fertilizantes. Por otra parte el sector forestal (plantaciones) tiene un potencial de captura que contribuiría a balancear las emisiones netas del sector y hacerlo carbono neutro. Dado que la forestación tiene potenciales efectos benéficos en términos de mejorar servicios ecosistémicos y favorecer el proceso de adaptación, es interesante explorarlo en forma detallada y generar acciones que redunden positivamente en el proceso de mitigación como en el de adaptación.

Impactos previsibles:

- Uno de los impactos indirectos sobre el sector silvoagropecuario previsible del cambio climático que ha sido poco estudiado a la fecha es el impacto en la disponibilidad de recursos de agua subterráneos (ver **Anexo Sistema Recursos Hídricos**). Sobre este servicio ecosistémico (aprovisionamiento de agua) mediaría la infraestructura (profundidad y capacidad de bombeo) impactando al sector que sea dependiente (**flecha 5**) como también al bienestar de las comunidades (**flecha 6**). Por una parte, es previsible que la recarga de los acuíferos sea menor por el impacto que tiene el cambio climático sobre el ciclo hidrológico. Adicionalmente la mayor extracción de agua por el sector como medida de adaptación a una reducción de oferta superficial actuaría agravando este efecto e impactando en el sector silvoagropecuario.
- Otro impacto indirecto del efecto del cambio climático sobre los servicios ecosistémicos proviene de los efectos que puede tener sobre la distribución y comportamiento del bosque y matorral nativo. Estudios de nicho ecológico de la vegetación nativa (Segunda Comunicación Nacional, 2011 Bambach et al., 2012³⁵) muestran que la distribución de la vegetación podría verse severamente afectada. En el caso del matorral esclerófilo este tendería a desplazarse hacia los sectores de precordillera. Con esto se afecta el bienestar de la población que disminuyen servicios claves como aprovisionamiento de leña y de productos de uso medicinal y de alimentación, así como también se afectaría servicios de soporte, regulación. (**flecha 3**).

³⁴ Jara V., F. J. Meza, T. Zaviezo, R. Chordbajian. 2012. Climate change impacts on invasive potential of pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), in Chile. Climatic Change (Accepted).

³⁵ Bambach, N.E., Meza, F.J., Miranda, M., Gilabert, H. 2012. Impacts of climate change on the distribution of species and communities in the Chilean Mediterranean ecosystem. Regional Environmental Change. Reviewed and Resubmitted.

Institucionalidad Sector Silvoagropecuario

En la **Figura A.2** se presentan las instituciones que están involucradas en la planificación, fortalecimiento, regulación, monitoreo y gestión del sector silvoagropecuario.

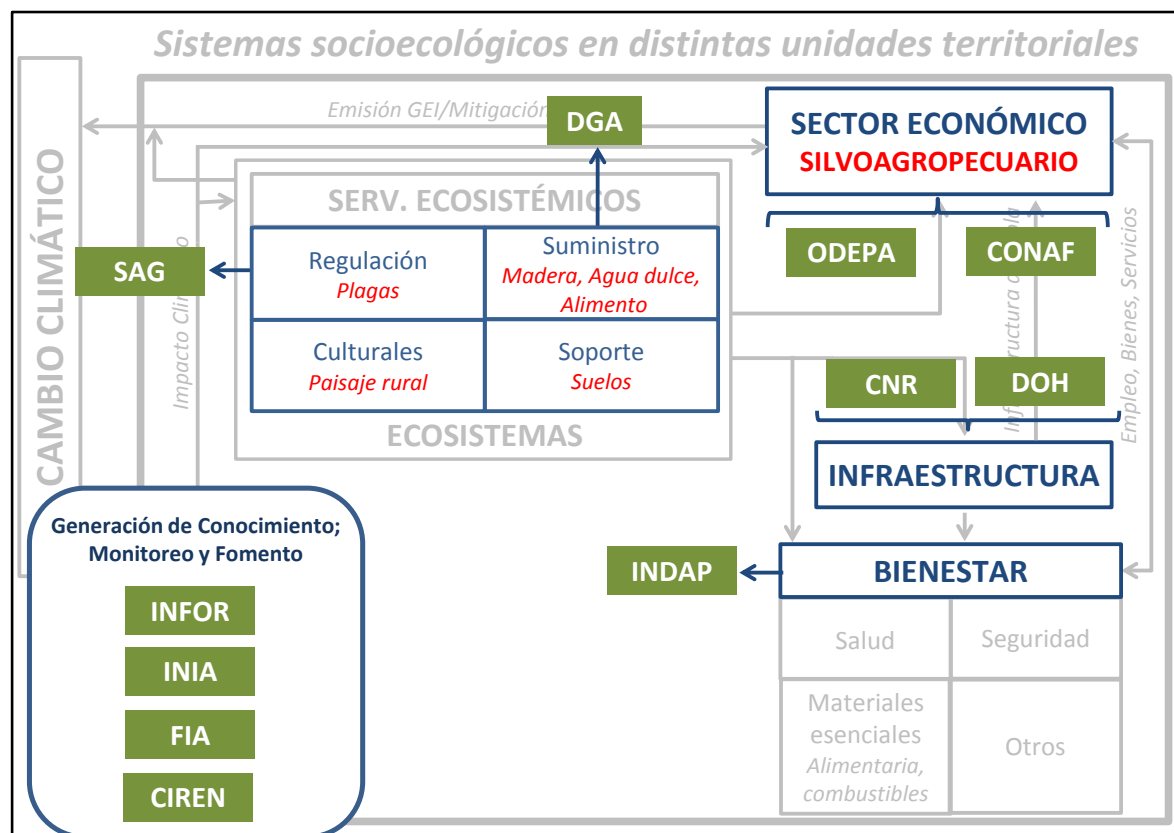


Figura A. 2. Institucionalidad relacionada con el sector Silvoagropecuario.

En primer lugar se encuentra la **Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)** y la **Corporación Nacional Forestal (CONAF)** quienes generan y proporcionan información para que los distintos agentes involucrados en la actividad silvoagropecuaria adopten sus decisiones y se fortalezca la posición del sector como un eje de desarrollo socioeconómico.

Relacionados a la infraestructura hídrica se encuentra la **Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)** del MOP y la **Comisión Nacional de Riego (CNR)**. La DOH, como organismo encargado de proveer la infraestructura necesaria para manejar el recurso hídrico así como de gestionar y controlar la planificación de obras hidráulicas, cumple un rol netamente ligado a la infraestructura. La CNR, en cambio, además de su función en infraestructura tiene un rol en el sector silvoagropecuario.

El **Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)** tiene por objetivo apoyar el desarrollo de la agricultura, los bosques y la ganadería, a través de la protección y mejoramiento de la salud de los animales y vegetales. Asimismo este organismo ha desempeñado un rol importante en la protección de suelos, por lo que estaría actuando al nivel de garantizar los servicios ecosistémicos.

A nivel de generación de conocimiento y de innovación para facilitar el proceso de adaptación destaca el rol que cumplen instituciones como la **Fundación para la Innovación Agraria (FIA)**, el **Instituto Forestal (INFOR)**, el **Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA)**, el **Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)**. Junto con el rol que cumplen las Universidades e Institutos de Investigación, estas organizaciones sectoriales tienen un rol clave en la generación y adaptación de alternativas para enfrentar el cambio climático a nivel del sector como también en los servicios ecosistémicos que la impactan directamente.

El **Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)** actuaría a nivel de apoyar el desarrollo de pequeños productores, fortaleciendo sus capacidades y apoyando su sustentabilidad. Más allá de todos los programas de desarrollo social que fortalecen el bienestar comunitario, el INDAP tiene un rol distintivo en este ámbito operando al nivel del bienestar comunitario y ayudando a reducir los efectos adversos del cambio climático.

B. Sector Recursos Hídricos:

Impactos Recursos Hídricos:

La **Figura B.1** representa los impactos directos e indirectos del Cambio Climático sobre el sistema de recursos hídricos y su relación con otros componentes de los sistemas socioecológicos en una unidad territorial determinada.

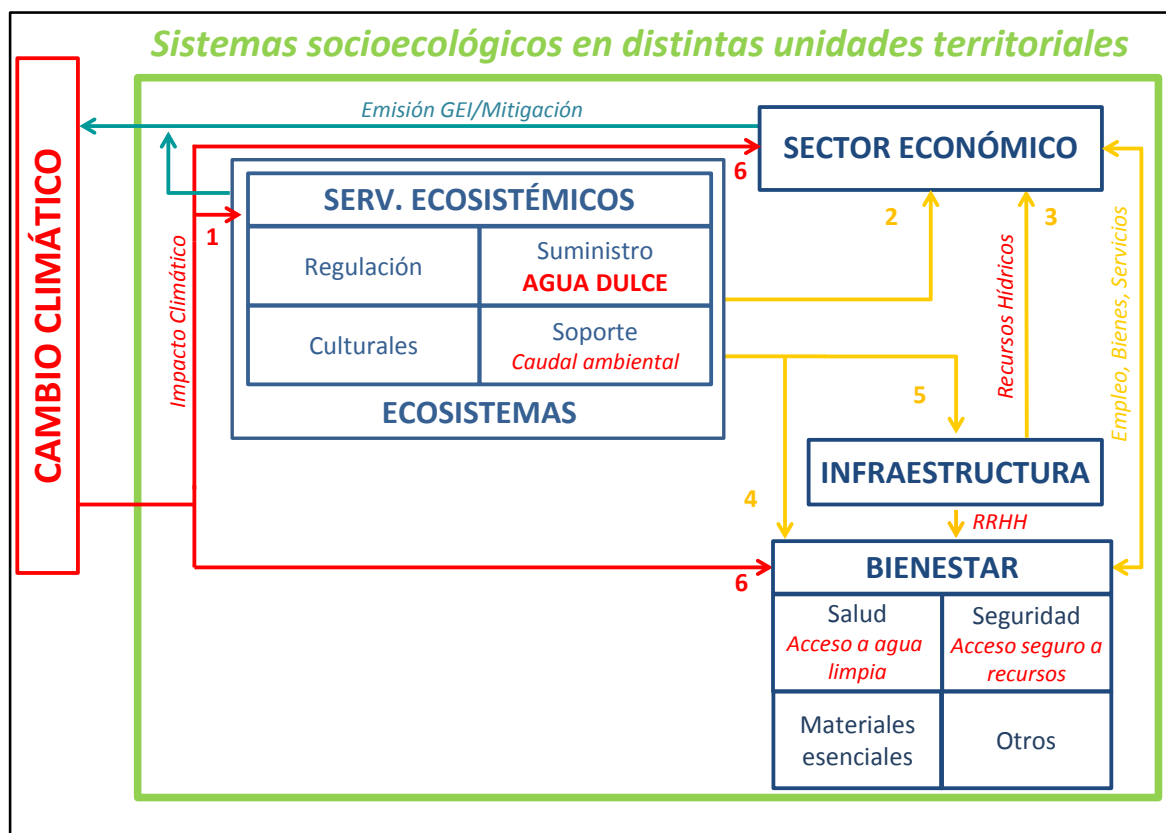


Figura B. 1: Interrelaciones del sistema de Recursos Hídricos con el resto de los sistemas socioecológicos en relación a los impactos del cambio climático. Las líneas rojas representan impactos directos del Cambio Climático mientras que las líneas amarillas representan impactos indirectos. La línea azul representa las emisiones de GEI de los sectores económicos.

Impactos estudiados:

- La **flecha 1** representa el impacto directo del cambio climático sobre el aprovisionamiento de agua dulce en una determinada unidad territorial. El tipo de impacto esperado no es homogéneo a lo largo del país y es función de los cambios esperados tanto en precipitaciones como en las temperaturas.

De manera general, en las cuencas ubicadas entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos, se espera una disminución en los caudales disponibles producto de la disminución en las precipitaciones y a pérdidas en la acumulación de nieve debido al alza de la isoterma 0°C.

Esta alza en la isoterma 0°C, producto de las alzas en las temperaturas, reduciría la capacidad de almacenar nieve a lo largo del año, además de alterar la fecha en que los caudales se manifiestan en las cuencas especialmente aquellas de influencia nival (CEPAL 2009, Segunda Comunicación Nacional, 2011). Para aquellas cuencas ubicadas en el extremo sur del país se esperara un aumento en los caudales disponibles y un cambio en la extensión de las masas de hielo cuyo sentido va a depender de los cambios relativos de radiación, temperatura, precipitación y de otras variables que influyen en la evolución de estos (CEPAL 2009, Segunda Comunicación Nacional, 2011). Existen altos niveles de incertidumbre con respecto a los impactos esperados en la zona norte del país en especial la zona altiplánica (CEPAL, 2011).

Cabe destacar que sea cual sea el cambio que ocurra en el aprovisionamiento de agua dulce este va a tener influencia sobre el resto de los servicios ecosistémicos y por ende de la biodiversidad.

- Los cambios antes mencionados en la disponibilidad de agua y en la temporalidad de los caudales tendrán importantes consecuencias en la utilización del agua dulce para los diferentes sectores económicos (**flecha 3**). La **flecha 3**, representa aquellos sectores que dependen de la utilización del agua dulce mediada por el uso de infraestructura. El sector silvoagropecuario y el sector energía son los sectores económicos que han sido más estudiados en relación al impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos (CEPAL, 2009, Segunda Comunicación Nacional, 2011, otros).

Impactos previsibles:

- Uno de los impactos directos sobre los Recursos Hídricos previsibles del cambio climático que ha sido poco estudiado a la fecha es el impacto del retroceso de glaciares (**flecha 1**). Este impacto podría llegar a ser significativo especialmente en aquellas cuencas con altos porcentajes de cobertura de glaciares y altas demanda de recursos hídricos (Ej. cuencas entre el Aconcagua y Cachapoal). Tampoco ha sido estudiado el efecto en el cambio en la disponibilidad de agua dulce y condición en acuíferos de aguas subterráneas (**flecha 1**).
- La **flecha 2**, representa el impacto en aquellos sectores económicos que se basan en la utilización del agua dulce de manera natural (precipitación, ríos, lagos). Un ejemplo de esto son los sistemas agrícolas de secano y el turismo (en el caso del turismo se considera en el caudal disponible en ríos por razones recreativas). En el caso de estos sectores aún existen enorme vacíos en relación a como el cambio climático puede afectarlos.
- Si bien, los impactos relacionados a la **flecha 3** han sido más estudiados, que los de la flecha 2, aún quedan sectores por estudiar. Es el caso por ejemplo de sectores como el Turismo (ej. cambios en caudales para actividades recreativas) y la Minería.

- El acceso a agua limpia (componente de salud del bienestar de la población) y su relación con los posibles impactos del cambio climático (a través de cambios en la cantidad y calidad de recursos hídricos) es un tema poco estudiado a la fecha (**flecha 4 y 5**). Muy poco se sabe sobre cómo la disponibilidad de agua dulce va a afectar el bienestar humano (salud y seguridad), sobre todo en ciudades fuera de Santiago. De manera similar al caso del sector económico este aprovisionamiento puede ocurrir de manera natural a través de las lluvias, los ríos, lagos, etc. (**flecha 4**). O puede estar mediada por infraestructura como son la red de agua potable etc. (**flecha 5**). En ambos casos el agua cumple un rol fundamental en los distintos aspectos del bienestar sobre todo en temas de salud y seguridad.
- Finalmente, tanto los sistemas humanos como los sectores económicos, en relación a su demanda de agua pueden ser impactos de manera directa por el cambio climático (**flecha 6**). Este impacto puede provocar un cambio en las demandas y necesidades de recursos hídricos por parte de estos, cambios que no han sido estudiados.

Institucionalidad Recursos Hídricos:

En la **Figura B.2** se presentan las instituciones que están involucradas en la planificación, gestión, control, monitoreo y resguardo de los recursos hídricos.

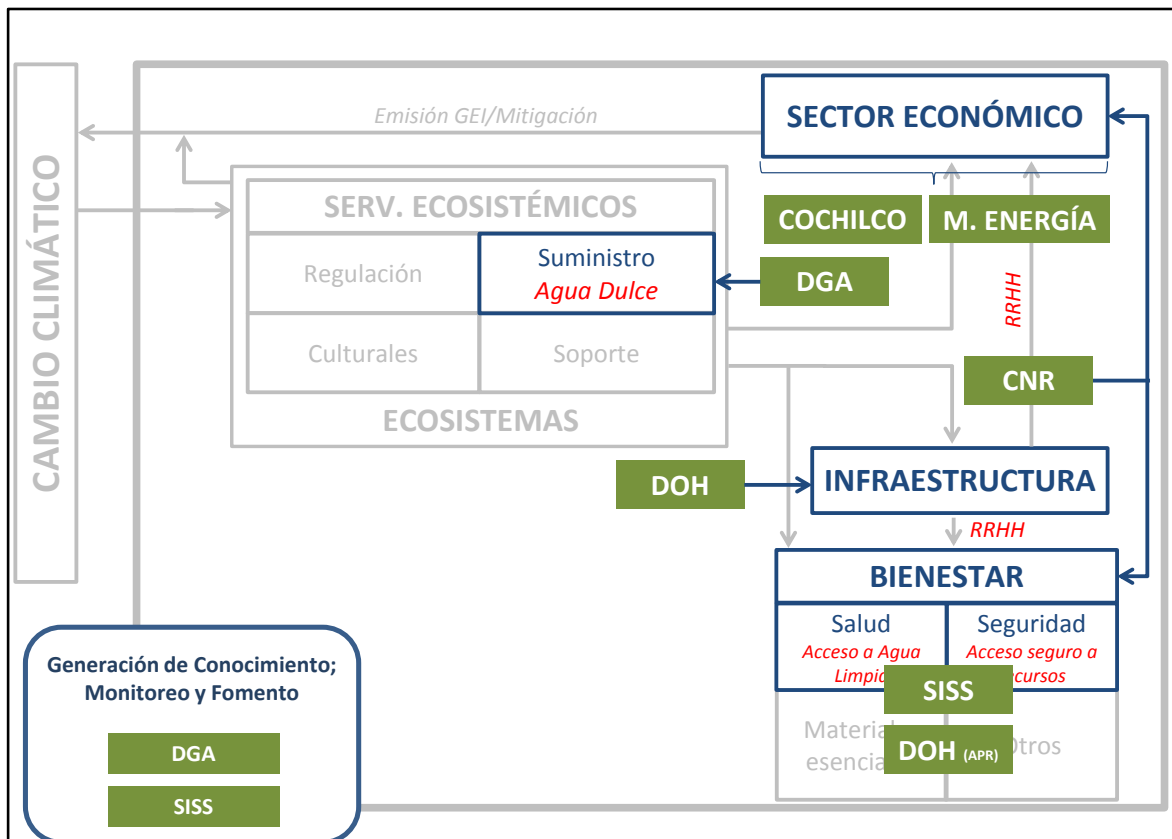


Figura B. 2: Institucionalidad relacionada a los Recursos Hídricos.

En primer lugar se encuentra la **Dirección General de Aguas (DGA)** el cual está encargado de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente.

Relacionados a la infraestructura hídrica se encuentra la **Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)** del **Ministerio de Obras Públicas (MOP)** y la **Comisión Nacional de Riego (CNR)**. La DOH es el organismo encargado de proveer la infraestructura necesaria para manejar el recurso hídrico así como de gestionar y controlar la planificación de obras hidráulicas dentro de las cuales se encuentran obras asociadas a riego. Su función la cumple con estrecha relación con la CNR quien por otra parte tiene el rol de evaluar las necesidades de obras de infraestructura para riego desde el punto de vista del estado así como también fomentar su desarrollo desde la perspectiva privada.

Otras instituciones ligadas al sector económico tales como el **Ministerio de Energía (ME)** y la **Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO)** deben preocuparse por el abastecimiento de suministro

hídrico para el funcionamiento de sus operaciones. Para el caso del abastecimiento de suministro hídrico a la población (calidad y cantidad) los organismos encargados son la **Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)** en el caso de las grandes ciudades y la Dirección de **Agua Potable Rural (APR)** de la DOH del MOP.

C. Sector Energía:

Impactos Energía:

La **Figura C.1** representa los impactos directos e indirectos del Cambio Climático sobre el sistema de recursos hídricos y su relación con otros componentes de los sistemas socioecológicos en una unidad territorial determinada.

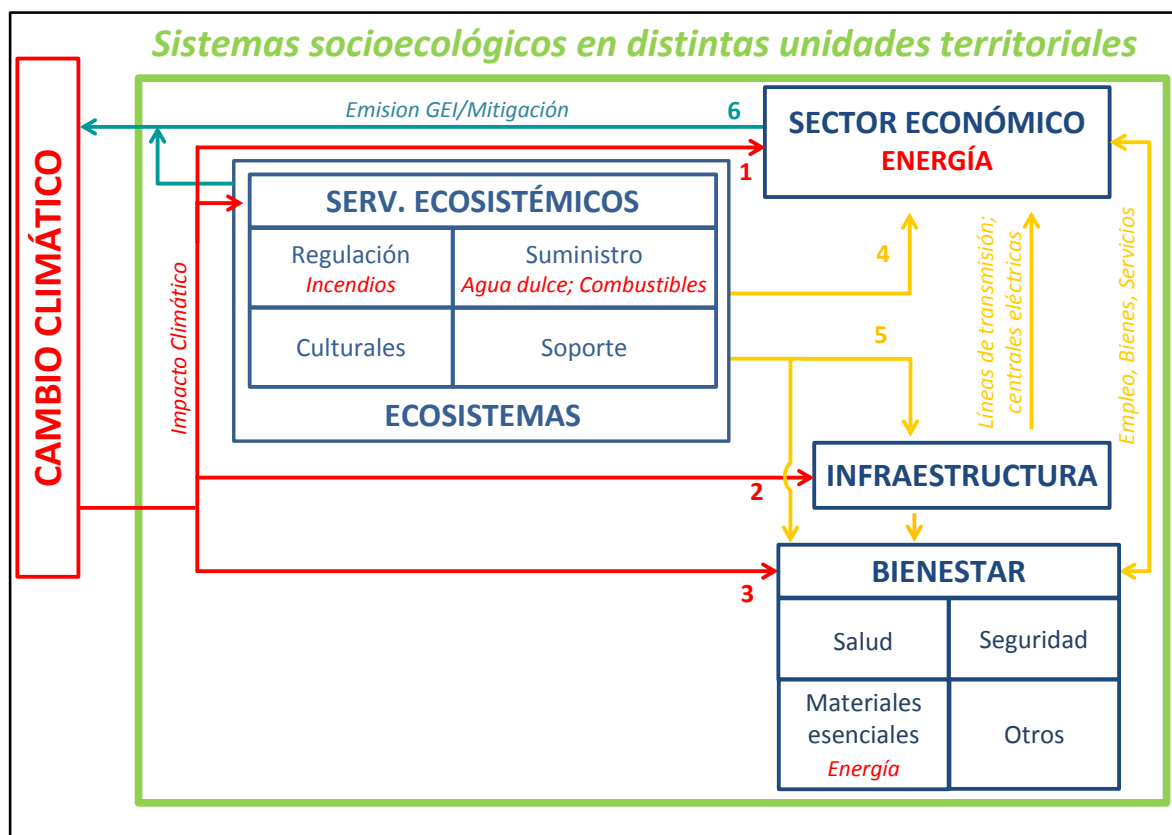


Figura C. 1: Interrelaciones del sector Energía con el resto de los sistemas socioecológicos en relación a los impactos del cambio climático. Las líneas rojas representan impactos directos del Cambio Climático mientras que las líneas amarillas representan impactos indirectos. La línea azul representa las emisiones de GEI de los sectores económicos.

Impactos estudiados:

- La **flecha 1** representa el impacto directo del cambio climático sobre la calidad de los distintos energéticos y por ende en la posibilidad de generación de electricidad. Los cambios en la disponibilidad de agua y en la temporalidad de los caudales (ver Anexo de **Sistema de Recursos Hídricos**) tendrán importantes consecuencias en la utilización del agua dulce para los diferentes sectores económicos (**flecha 4**). Uno de los sectores económicos afectados en este sentido corresponde a la generación de electricidad vía generación hidroeléctrica (CEPAL, 2009, Segunda Comunicación Nacional, 2011, otros) o la generación termoeléctrica cuando existen problemas para abastecer agua para

enfriamiento. Este tipo de impacto requerirá una adaptación del despacho eléctrico para abastecer la creciente demanda eléctrica, la que requerirá, a su vez, de proveer la infraestructura del sistema de transmisión eléctrica adecuada para soportar el nuevo mix del despacho eléctrico. Esto tendría efectos claves en el patrón de emisiones de GEI (**flecha 6**)

Impactos previsibles:

- Existen potenciales impactos del cambio climático en la disponibilidad de otros recursos energéticos (más allá de hidroelectricidad) que no han sido estudiados a la fecha tales como posibles efectos en la disponibilidad de vientos para la generación eólica (**flecha 1**) o en la disponibilidad de biomasa (**flecha 4**, ver Anexo **Sector Silvoagropecuario**).
- Uno de los impactos directos sobre la energía previsible del cambio climático que ha sido poco estudiado a la fecha es el impacto sobre el consumo eléctrico, tanto industrial (**flecha 1**) como residencial (**flecha 3**). A nivel industrial, los distintos sectores productivos deberán adaptarse al cambio climático, lo que provocará un cambio en el consumo energético de las industrias. Este cambio es fundamental de ser estudiado debido a que las inversiones en el sector energético presentan importantes economías de escala y toman tiempos prolongados de construcción. A nivel residencial, también podrían ocurrir cambios significativos en los hábitos de consumo energético de las personas. Por ejemplo, en los últimos años se ha observado un creciente nivel de importaciones de equipos de aire acondicionado. Si esta tendencia no sólo se mantiene, sino que se acelera en los próximos años, podría poner un estrés adicional al sistema eléctrico nacional, que unido a una potencial menor disponibilidad de agua en la zona central podría requerir de medidas drásticas y rápidas.
- La **flecha 2** representa los posibles impactos directos que puede tener el Cambio Climático sobre la infraestructura eléctrica. Algunos ejemplos provienen de estudios en otras regiones como California donde se ha demostrado que un aumento en la temperatura podría afectar la eficiencia en la transmisión eléctrica o el impacto que inundaciones costeras podría tener en la ubicación de centrales termoeléctricas en la costa (**ref**).
- También resulta interesante tener información sobre cómo indirectamente afectaría a la disponibilidad de energía un cambio en el número de incendios forestales (**flecha 5**). Ya se mencionó que un potencial aumento del consumo energético, unido a una potencial disminución del agua disponible para la producción hidroeléctrica en la zona centro-sur, puede estresar el sistema eléctrico y requerir de mayor infraestructura del sistema de transmisión eléctrica. Los incendios forestales pueden afectar el sistema de transmisión eléctrica de dos maneras: (i) los incendios podrían provocar la interrupción del funcionamiento de una línea de transmisión, provocando una falla del sistema o, a lo menos, provocando un riesgo en la seguridad del sistema (que hoy aún no se rige

completamente por una seguridad bajo el criterio N-1); y (ii) los incendios forestales generan calor que reduce la capacidad efectiva de transmisión de que puede disponer el despachador del sistema (CDEC-SIC y CDEC-SING), lo que podría alterar la forma de despacho eléctrico que se realiza.

Institucionalidad Energía:

En la **Figura C.2** se presentan las instituciones que están involucradas en la planificación, regulación, operación y control del sector energía.

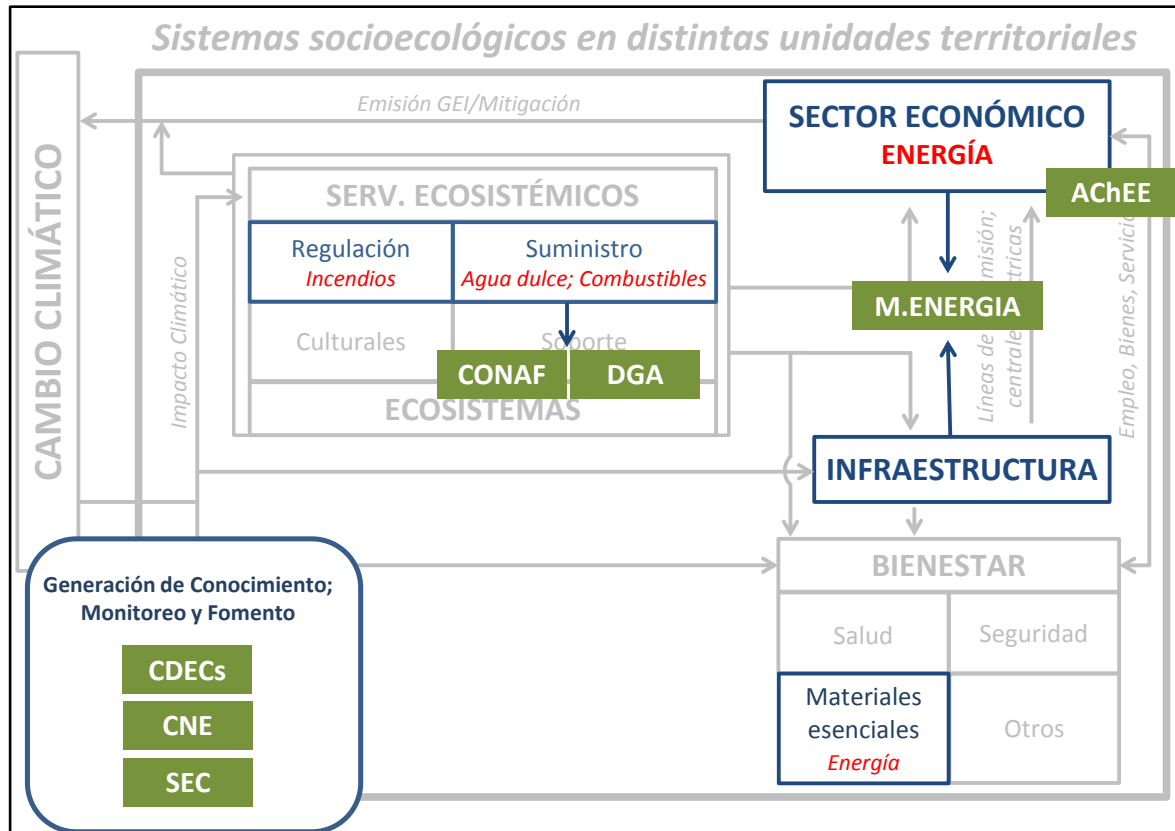


Figura C. 2: Institucionalidad relacionada al sector Energía.

En primer lugar se encuentra el **Ministerio de Energía**, quien regula el sector energético y dicta las normas y directrices a seguir, en un marco de sustentabilidad, seguridad y asignación eficiente.

La **Comisión Nacional de Energía (CNE)** juega un rol fundamental en el plan de adaptación al cambio climático, puesto que es la CNE quien dictamina el plan de obras (generación eléctrica por los próximos 10 años) y aprueba el plan de expansión del sistema de transmisión cada cuatro años. Ya se mencionó que uno de los potenciales impactos del cambio climático es el aumento del consumo energético, unido a una potencial disminución del agua disponible para la producción hidroeléctrica en la zona centro-sur. Esto puede estresar el sistema eléctrico y requerir de mayor infraestructura del sistema de transmisión eléctrica, aspectos que deben ser considerados por la CNE a la hora de definir la infraestructura que necesita el país en el futuro.

Otro organismo ejecutor de las políticas que define el Ministerio de Energía es la **Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE)**, quien sólo ejecuta, monitorea y controla los proyectos que tienen relación con la eficiencia energética. Dado que un impacto potencial del cambio climático

es el aumento del consumo energético debido a los cambios de hábitos de los consumidores, toma mayor importancia el estudio de cómo hacer más eficiente dicho consumo y cómo poder utilizar un cierto grado de flexibilidad del lado de la demanda en una mejor manera de adaptarse al cambio climático.

Los **Centros de Despacho Económico y Carga (CDEC-SIC y CDEC-SING)** son instituciones encargadas de la operación de los sistemas eléctricos chilenos. Por ende, juega un importante rol en proveer la información necesaria para que la CNE y el Ministerio de Energía puedan tomar las medidas más adecuadas al sector y la sociedad entera. En este sentido, es probable que un cambio de hábitos de consumo inducido por el cambio climático, altere la manera como se realiza el despacho eléctrico, alterando la forma en que operan los CDECs. Es por ello, que los CDECs también son instituciones importantes en el plan de adaptación del cambio climático.

Asimismo, la **Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)** juega un rol importante en la supervisión de todas las normas y regulaciones que dictamina el Ministerio de Energía.

Dada la interrelación que existe con los recursos hídricos, también debe interactuar en forma importante con la **Dirección General de Aguas (DGA)**, para asegurar la adecuada gestión y administración del recurso hídrico. También se debe interactuar con **CONAF** por el impacto que pueden tener los incendios forestales en el sistema de transmisión eléctrica, tal como se mencionó en la ficha de los posibles impactos del cambio climático.

D. Salud:

Impactos Salud:

La **Figura D.1** representa los impactos directos e indirectos del cambio climático sobre el sistema salud y su relación con otros componentes de los sistemas socioecológicos en una unidad territorial determinada.

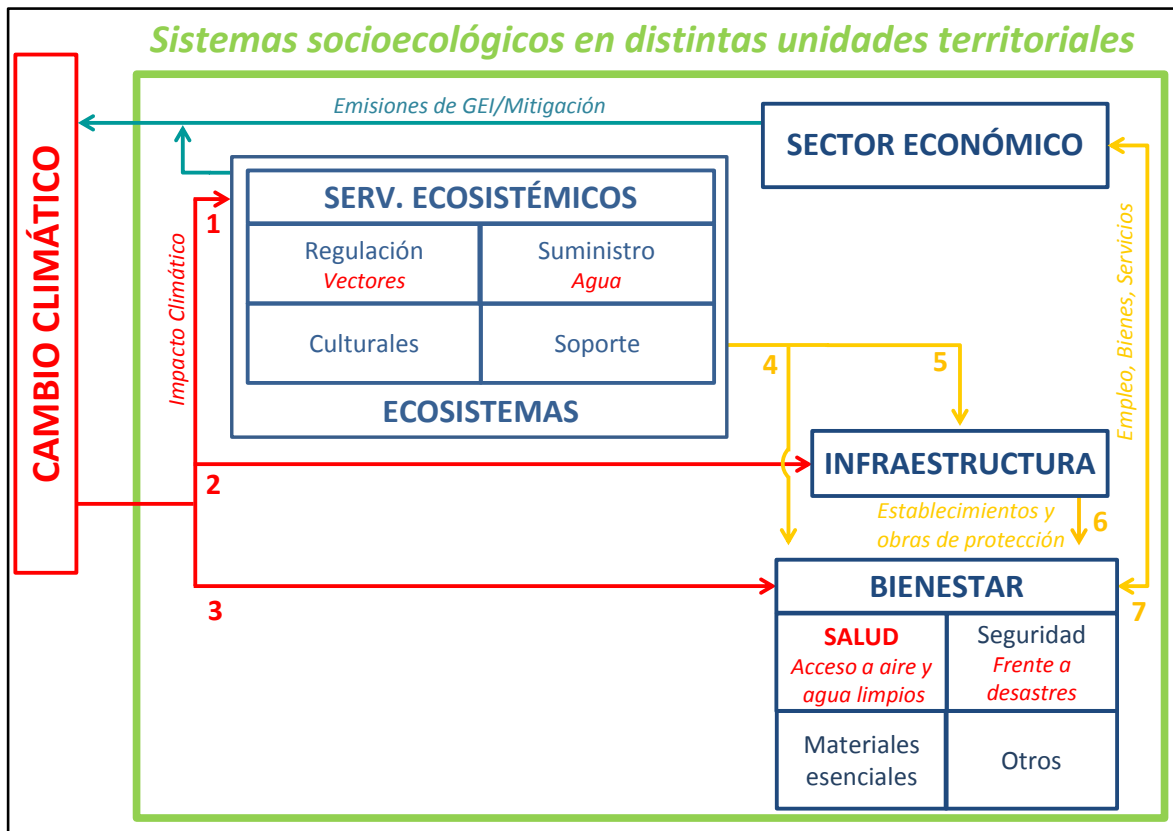


Figura D. 1: Interrelaciones del sistema Salud con el resto de los sistemas socioecológicos en relación a los impactos del cambio climático. Las líneas rojas representan impactos directos del Cambio Climático mientras que las líneas amarillas representan impactos indirectos. La línea azul representa las emisiones de GEI de los sectores económicos.

En el caso del sector salud todos los impactos son previsibles y no estudiados, ya que a pesar de que los cambios en las variables climáticas ya han sido estudiados en Chile, las relaciones de causalidad específicas para el país, tanto de los impactos directos como indirectos no han sido aún estudiados.

Impactos previsibles:

- La **flecha 1** representa el impacto directo del Cambio Climático sobre diferentes servicios ecosistémicos que pueden afectar la salud de la población ya sea de manera directa (**flecha 4**) o intermediando infraestructura (**flecha 5**). Algunos de los impactos más claros

en este sentido se asocia a la disponibilidad de agua (ver **Anexo Sistema de Recursos Hídricos**) y disponibilidad y calidad de los alimentos (ver **Anexo Sector Silvoagropecuario**). La mayor frecuencia de periodos de sequía podría afectar ambas necesidades básicas para el bienestar de las personas.

Otro servicio ecosistémico que podría verse alterado producto del cambio climático es la regulación de vectores portadores de enfermedades infecciosas (**flecha 4**). El cambio climático podría generar condiciones aptas para el aumento o aparición de estos vectores. Sin embargo, este tipo de impactos no ha sido estudiado en Chile.

Finalmente se puede mencionar la regulación que tienen los ecosistemas en la ocurrencia de eventos extremos como inundaciones que también podrían verse alterados en un escenario de cambio climático si existen poblaciones vulnerables y expuestas a estos eventos (**flecha 4 y 6**).

- La **flecha 2** representa el impacto directo del cambio climático a la infraestructura a través de eventos extremos que puedan dañar la infraestructura de soporte para el bienestar de la población (ver **Anexo Sistema Infraestructura**).
- La **flecha 3** representa tanto un impacto directo en el bienestar de la población ante la ocurrencia de eventos extremos como olas de calor. En cuanto a los impactos directos en la salud de la población, en Chile aún no ha sido estudiado el aumento en la frecuencia de estos eventos extremos ni tampoco sus efectos a la salud.
- Por último, la **flecha 7**, representa una doble relación entre los sectores económicos y el bienestar de la población. El bienestar de la población modificado por el cambio climático generaría un impacto en los sectores económicos, como también la modificación de los sectores económicos generarán un impacto en el empleo, seguridad laboral y posibles migraciones que podrían gatillar efectos en la salud mental de la población.

Institucionalidad Salud:

En la **Figura D.2** se presentan las instituciones que están involucradas en la planificación, gestión, control, monitoreo y resguardo de la salud de la población.

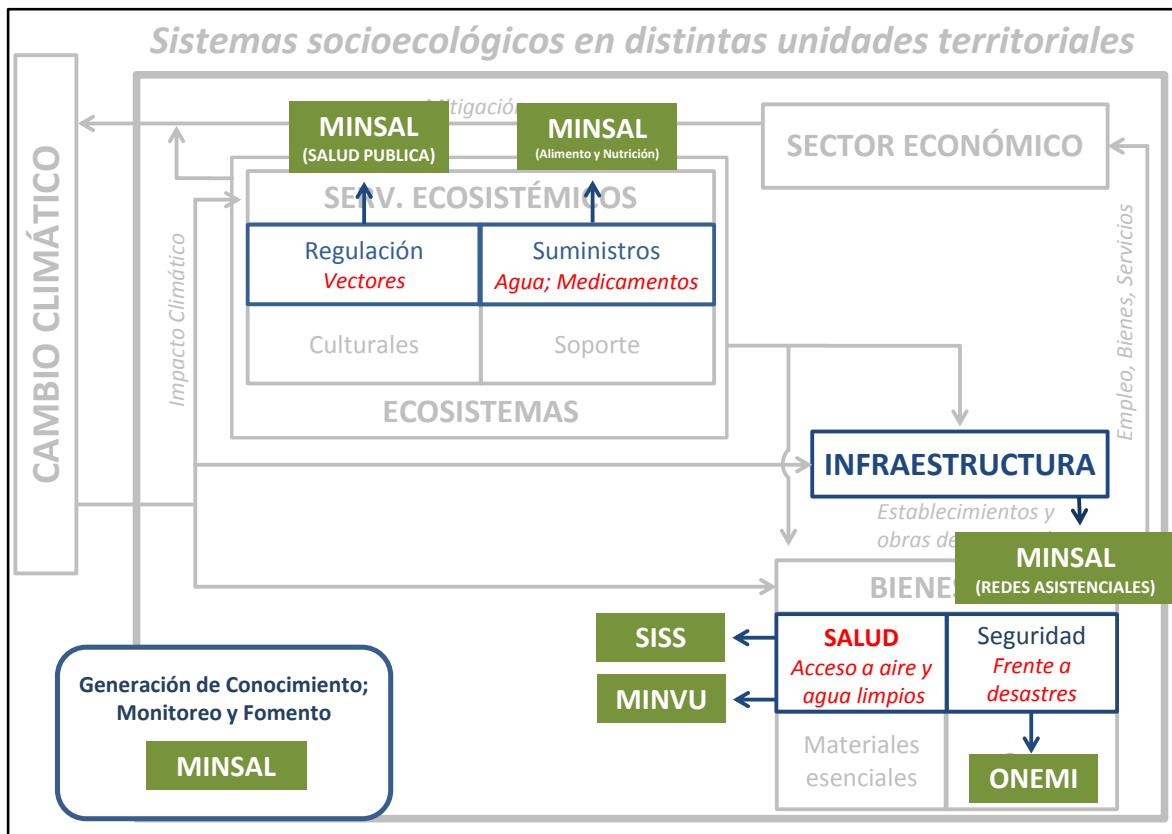


Figura D. 2: Institucionalidad relacionada al sector Salud.

Como organismo central se encuentra el **Ministerio de Salud (MINSAL)** el cual debe estar encargado de la promoción de la salud, creación de infraestructura, capacidades y conocimientos, reducción de factores de riesgo, responsable del monitoreo y vigilancia de patologías asociadas al cambio climático y del fomento a la participación ciudadana. Además, a través de su Departamento de Alimentos y Nutrición, debe velar por la disponibilidad y calidad de los alimentos (en particular de aquellos que provienen de la agricultura).

Relacionado con la calidad y disponibilidad del agua potable se encuentra la **Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)** la cual está encargada del monitoreo de esta. El **Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)**, está encargado de promover el refaccionamiento de viviendas, el diseño urbano para el control de las islas de calor, (estacionamientos y carreteras), la planificación urbana, y mediante medidas específicas, disminuir el riesgo ante inundaciones permitiendo una mayor permeabilidad de los suelos.

Por último, y relacionado con la seguridad frente a desastres naturales, la institución a cargo es la **Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI)** la cual debe proveer la planificación y ejecución de acciones de prevención, respuesta y rehabilitación frente a situaciones de desastres naturales.

E. Turismo:

Impactos Turismo

La **Figura E.1** representa los impactos directos e indirectos del Cambio Climático sobre el sector turismo y su relación con otros componentes de los sistemas socioecológicos en una unidad territorial determinada.

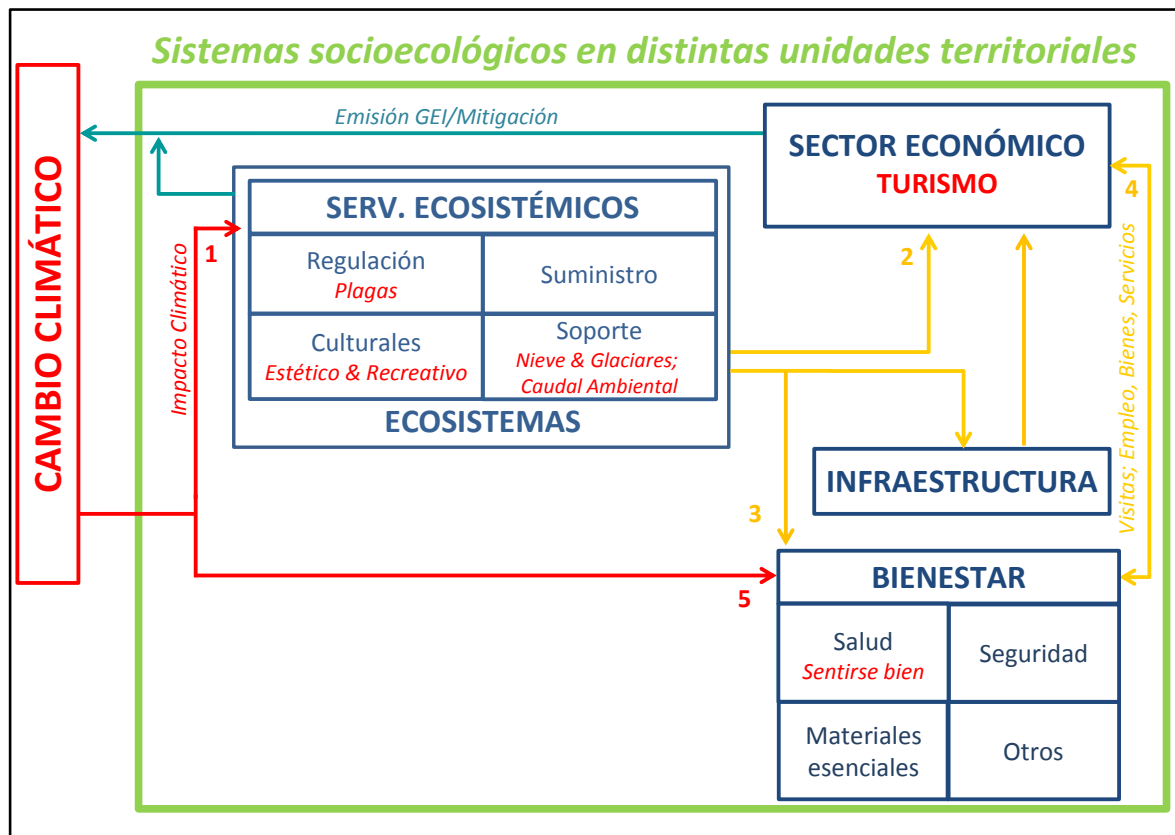


Figura E. 1: Interrelaciones del sector Turismo con el resto de los sistemas socioecológicos en relación a los impactos del cambio climático. Las líneas rojas representan impactos directos del Cambio Climático mientras que las líneas amarillas representan impactos indirectos. La línea azul representa las emisiones de GEI de los sectores económicos.

En el caso del sector turismo todos los impactos son previsibles y no estudiados, ya que a pesar de que los cambios en las variables climáticas ya han sido estudiados en Chile, las relaciones de causalidad específicas para el país, tanto de los impactos directos como indirectos no han sido aún estudiados.

Impactos previsibles:

- La **flecha 1** representa el impacto directo del Cambio Climático sobre diferentes componentes de los servicios ecosistémicos relevantes para el desarrollo de la actividad turística. El tipo de impacto esperado no es en absoluto homogéneo a lo largo del país y es

función de los cambios esperados tanto en precipitaciones como en las temperaturas, así como de las características de la actividad turística local.

Lo anterior repercute tanto positiva como negativamente sobre el turismo (**flecha 2**). En términos generales se espera un cambio hacia una condición más tropical en el sector norte del país, lo que puede tener una incidencia positiva en el turismo de sol y playas, pero asimismo podrían haber cambios en las precipitaciones en los sectores cordilleranos con consecuencias en términos de riesgos naturales.

Por otro lado se debe poner atención al ascenso altitudinal en la línea de nieves invernales en la zona central, especialmente dado la inversión y volumen de visitantes asociado a turismo de nieve y cordillera, donde Chile, junto a Argentina y Nueva Zelandia, es de los pocos países que ofrece este producto durante el período estival del hemisferio septentrional (**flecha 2**). En el sector sur del país podrían existir impactos asociados a cambios en los caudales en ríos (ver **Anexo Sistema Recursos Hídricos**) o en la calidad paisajística de ciertos ecosistemas producto de la disminución esperada en los niveles de precipitación (**flecha 2**).

Los impactos directos del cambio climático pueden también alterar los ciclos reproductivos de distintas plagas aumentando la cantidad y variedad de plagas estacionales como mosquitos en el norte grande, tábanos y coliguachos en el sector centro sur. Algas como el Dídimo en la zona sur y austral entre otros. Esto altera el bienestar humano (**flecha 3**) repercutiendo en la cantidad de visitas (**flecha 4**). Este tipo de impactos ha sido poco estudiado.

- Finalmente el Cambio Climático afecta de manera directa el estado de bienestar de las personas (**flecha 5**). Fenómenos extremos como las olas de calor o frío desincentivan el turismo en determinadas zonas, afectando de manera negativa el turismo. De manera general el impacto de las olas de calor y frío no ha sido ligado al tema turismo.

Institucionalidad Turismo:

En la **Figura E.2** se presentan las instituciones que están involucradas en la planificación, gestión, control, monitoreo y resguardo de la salud de la población.

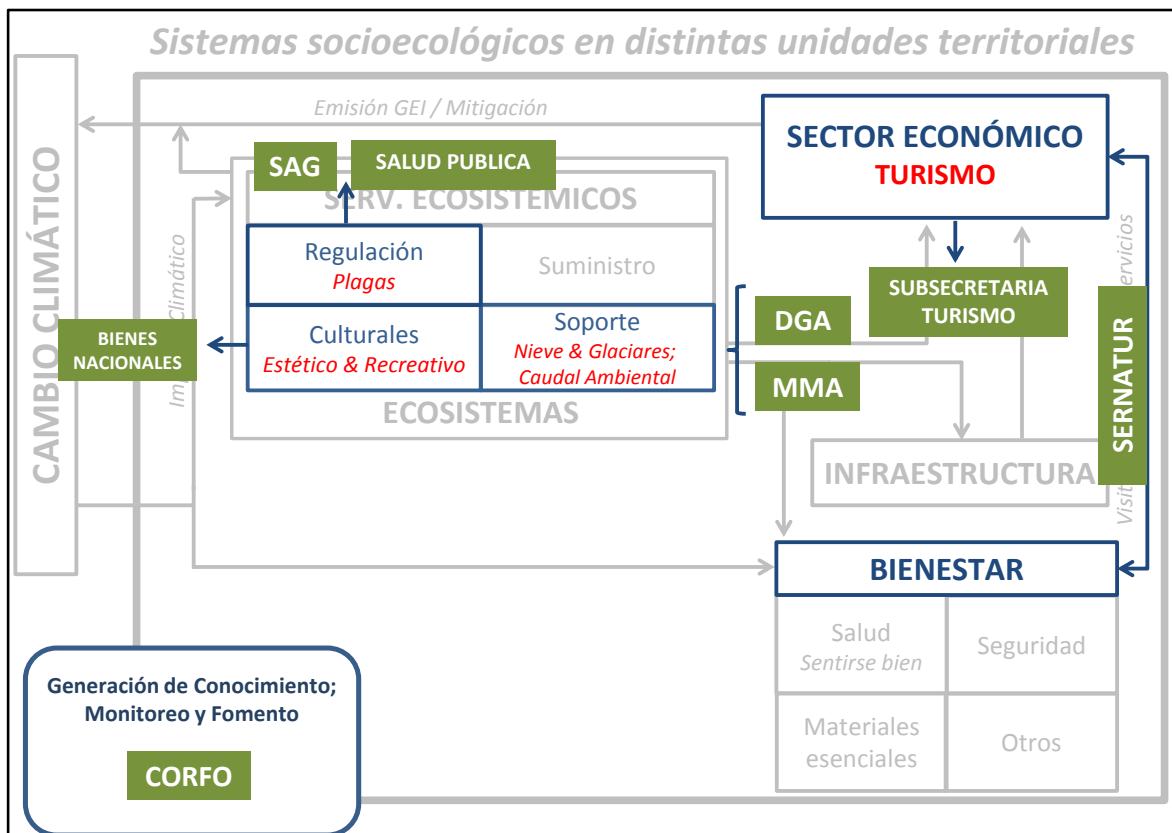


Figura E. 2: Institucionalidad relacionada al Turismo.

En primer lugar se encuentra la **Subsecretaría de Turismo** dependiente del Ministerio de Economía, la cual se encarga del diseño de políticas adecuadas al sector. El órgano executor de la política nacional de turismo es el **Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)**, dependientes de la subsecretaría antes mencionada. Es el Sernatur quien vela por la promoción del turismo. Ambos organismos son las únicas instancias institucionales directamente vinculadas con el sector turístico en el país.

Dadas las características de este sector productivo, que puede ser considerado como una exportación, y que requiere de un sinnúmero de soportes, es que involucra un grupo amplio de servicios públicos tales como:

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) en el ámbito de control y manejo de plagas que pudieran afectar la actividad, en este ámbito entran elementos como el Didimo, Dengue, tábanos, etc.

En un marco similar se inscriben los servicios de **Salud Pública**, donde existe una doble función tal como proveer de servicios de atención a lo largo del territorio y por otra el seguimiento y manejo de los eventuales efectos de las plagas antes señaladas en la población y en los turistas.

Como un soporte podemos mencionar el rol de la **Dirección de Aguas (DGA)** y el **Ministerio de Medio Ambiente (MMA)** como organismos encargados de velar por la adecuada calidad ambiental del país, requisito fundamental para la sustentabilidad de la actividad turística. El **Ministerios de Bienes Nacionales** vía SNASPE cumple un rol en el desarrollo sustentable y planificación de territorios naturales donde se desarrolla actual y potencialmente la actividad turística.

Se destaca la participación de la **Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)** en relación al fomento de la actividad turística gracias a sus programas de apoyo al emprendimiento y a la innovación.

F. Pesca y Acuicultura

Impactos Pesca y Acuicultura:

La **Figura F.1** representa los impactos directos e indirectos del cambio climático sobre el sector pesca y acuicultura y su relación con otros componentes de los sistemas socioecológicos en una unidad territorial determinada.

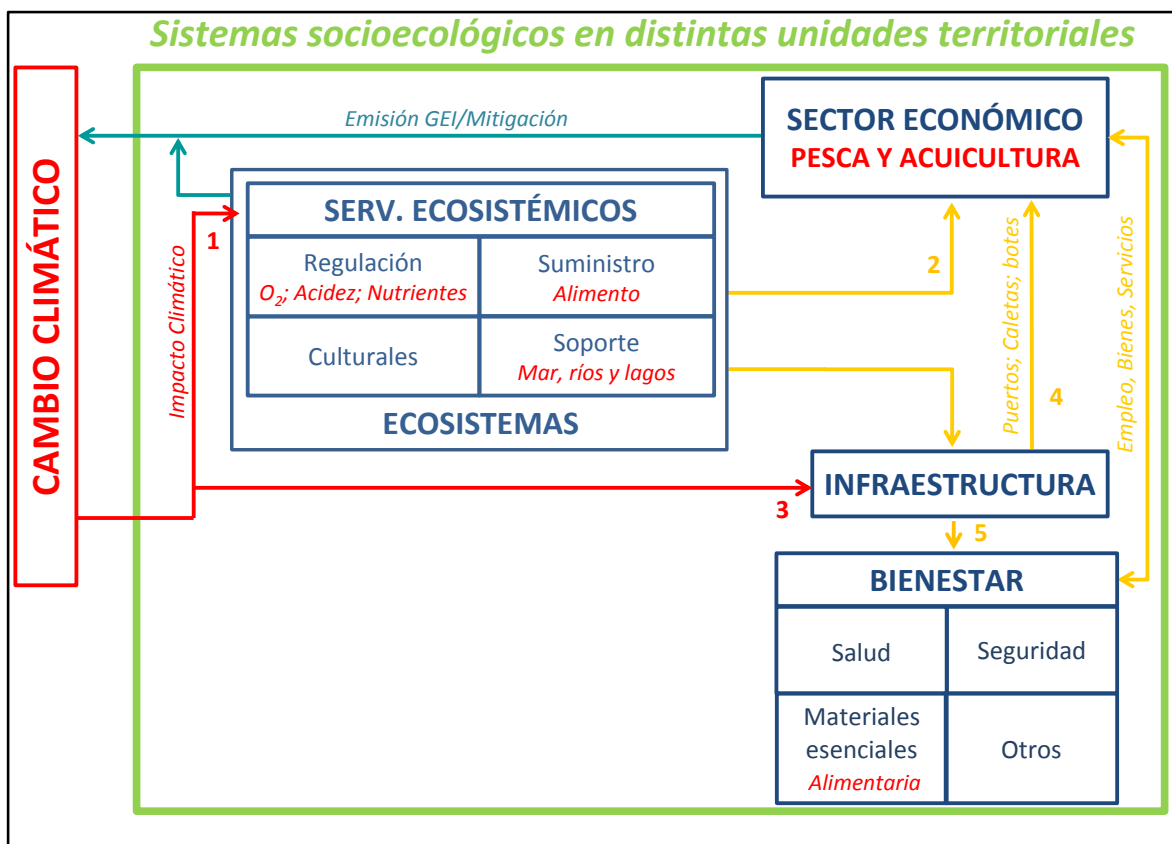


Figura F. 1: Interrelaciones del sector Pesca y Acuicultura con el resto de los sistemas socioecológicos en relación a los impactos del cambio climático. Las líneas rojas representan impactos directos del Cambio Climático mientras que las líneas amarillas representan impactos indirectos. La línea azul representa las emisiones de GEI de los sectores económicos.

Al igual que en el caso del sector salud y turismo, para el sector Pesca y Acuicultura todos los impactos son previsibles y no estudiados. En este caso la situación es incluso más compleja ya que las proyecciones en términos de cambios en precipitación y temperatura no sirven en este sector siendo necesario generar proyecciones con respecto a otras variables físicas de relevancia como son las corrientes, niveles de acidez y concentración de oxígeno entre otras. Es posible sin perjuicio de lo anterior plantear conjeturas con respecto a una serie de impactos previsibles que se presentan a continuación.

Impactos previsibles:

- En este sector en particular, los impactos producto del Cambio Climático son consecuencia del impacto de este en los servicios ecosistémicos. Principalmente aquellos que tienen relación con la regulación del sistema (**flecha 1**). Estos cambios se pueden clasificar en:
 - Incrementos de las “masas de aguas muertas”, hipóxicas o anóxicas que podrían afectar la composición de la biodiversidad marina (Vaquer-Sunyer y Duarte, 2009³⁶) y de los recursos pesqueros.
 - Modificaciones en los patrones de vientos, tanto en dirección, persistencia como intensidad y sus impactos en procesos oceánicos/costeros como intensificación de las surgencias (Bakun, 1990³⁷) y en otros procesos oceánicos (Falvey y Garreaud, 2009³⁸).
 - Reducciones o en algunos casos incrementos, de la salinidad del agua de mar en sitios por derretimientos masas de hielos polares, con especial impacto sobre ecosistemas y stocks pesqueros en zonas marinas.
 - Aumento de la temperatura promedio del agua de mar y variaciones de los extremos, provocando incrementos en los desplazamientos de especies invasoras, impactos sobre las fisiologías y reproducción de las especies, modificaciones de stocks pesqueros y desequilibrios comunitarios.
 - Impactos en las interacciones Tierra-Océano y aumento del nivel del mar
- Las alteraciones de los servicios ecosistémicos, antes mencionadas, traen repercusiones en la producción pesquera (**flecha 2**). Un ejemplo son las consecuencias producto de las modificaciones en la química del Océano y acidificación del agua de mar antes mencionadas. Estas pueden tener alterar las tasas de fertilización de larvas o esporas, modificar las morfologías de estadios tempranos, reducir la producción de huevos, todo lo anterior puede provocar impactos de más largo plazo o crónicos, tales como la reducción en la sobrevivencia de adultos y retardos en el crecimiento (Ishimatsu et al. 2004, 2008³⁹).
- Cambios en la ocurrencia de tormentas costeras podrían provocar grandes daños a la infraestructura portuaria (puertos, caletas) fundamental para el buen desempeño de la actividad pesquera (ver **Anexo Sistema Infraestructura**) (**flecha 3**). Este impacto traería

³⁶Vaquer-Sunyer, R & Duarte, C (2009) Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. PNAS 105: 15452-15457.

³⁷Bakun, A (1990) Global climate change and intensification of coastal upwelling. Science 247: 198-201.

³⁸Falvey, M & Garreaud, R (2009) Regional cooling in a warming world: Recent temperature trends in the southeast Pacific and along the west coast of subtropical South America (1979-2006). J. Geophys. Res. 114:DO4102, doi: 10.1029/2008JD010519.

³⁹Ishimatsu, A; Hayashi, M & Kikkawa, T (2008). Fishes in high-CO₂, acidified oceans. Mar Ecol Prog Ser 373: 295-302.

Ishimatsu, A; Kikkawa, T; Hayashi, M; Lee, KS & Kita, J (2004). Effects of CO₂ on Marine Fish: Larvae and Adults. Journal of Oceanography 60: 731-741.

repercusiones tanto para el sector productivo (**flecha 4**), al limitar su desarrollo, como para el bienestar humano, relacionado con el suministro alimentario (**flecha 5**).

Institucionalidad Pesca y Acuicultura:

En la **Figura F.2** se presentan las instituciones que están involucradas en la planificación, gestión, control, monitoreo y resguardo del sector pesca y acuicultura.

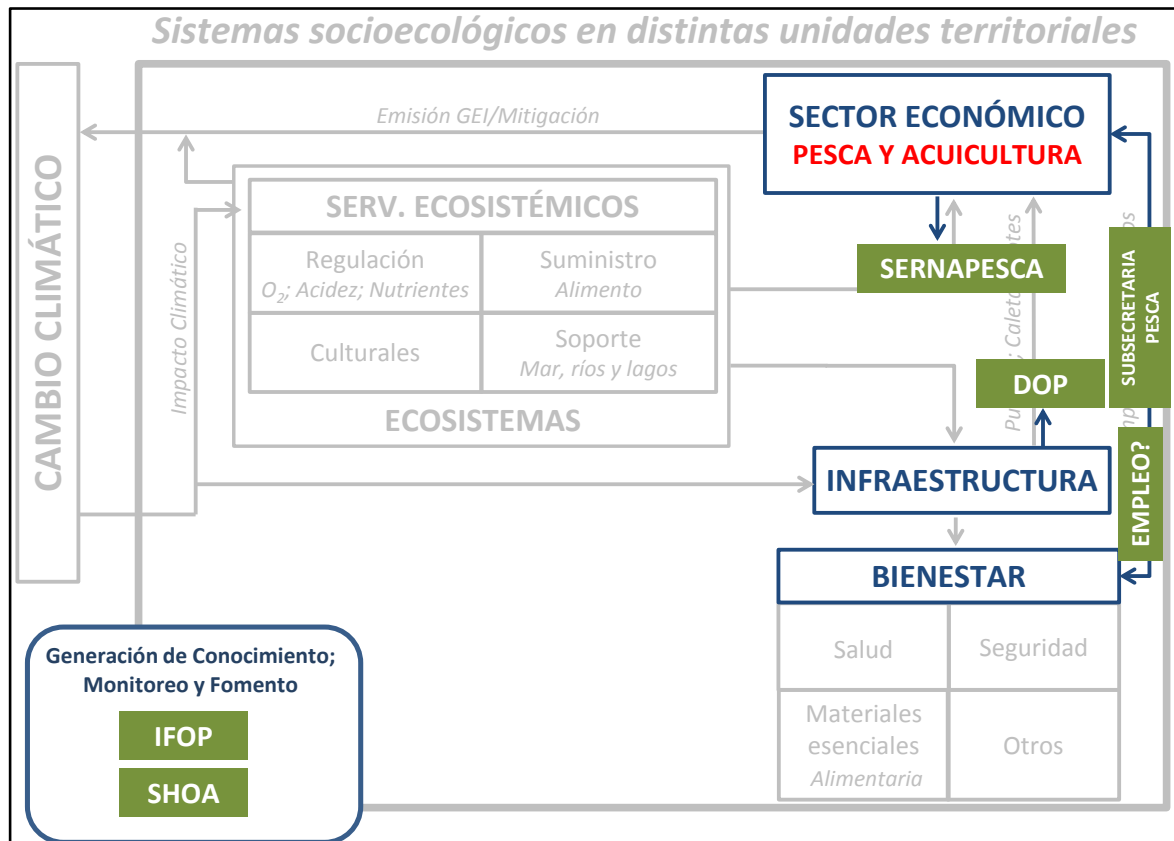


Figura F. 2: Institucionalidad relacionada con el sector Pesca y Acuicultura.

En primer lugar se encuentra el **Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)** dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, quien tiene como misión principal asegurar el desarrollo sustentable del sector pesquero.

Por su parte, la **Subsecretaría de Pesca** cumple una doble función. Por un lado es el organismo encargado de proponer políticas pesqueras y sus formas de aplicación velando por la protección y el aprovechamiento racional de los recursos. Por otro lado, es el organismo más cercano a los pescadores por lo que se vincula con el bienestar de ellos. En la figura se plantea la falta de un organismo encargado de apoyar y fomentar el empleo en este sector. En el caso pesquero no existe un organismo equivalente al INDAP agrícola.

La infraestructura portuaria está en manos de la **Dirección de Obras Portuarias (DOP)**, del MOP. El DOP es el organismo encargado de proveer la infraestructura necesaria para asegurar el correcto desarrollo socioeconómico del país y su integración física nacional e internacional.

Para los temas de monitoreo y fomento se destaca el rol del **Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)** en el desarrollo sustentable del sector acuícola y del **Servicio Hidrográfico y Oceanográfico (SHOA)** de la Armada de Chile en el monitoreo de las variables destinadas a dar seguridad a la navegación.

G. Infraestructura

Impactos infraestructura

La **Figura G.1** representa los impactos directos e indirectos del cambio climático sobre el sistema de infraestructura y su relación con otros componentes de los sistemas socioecológicos en una unidad territorial determinada.

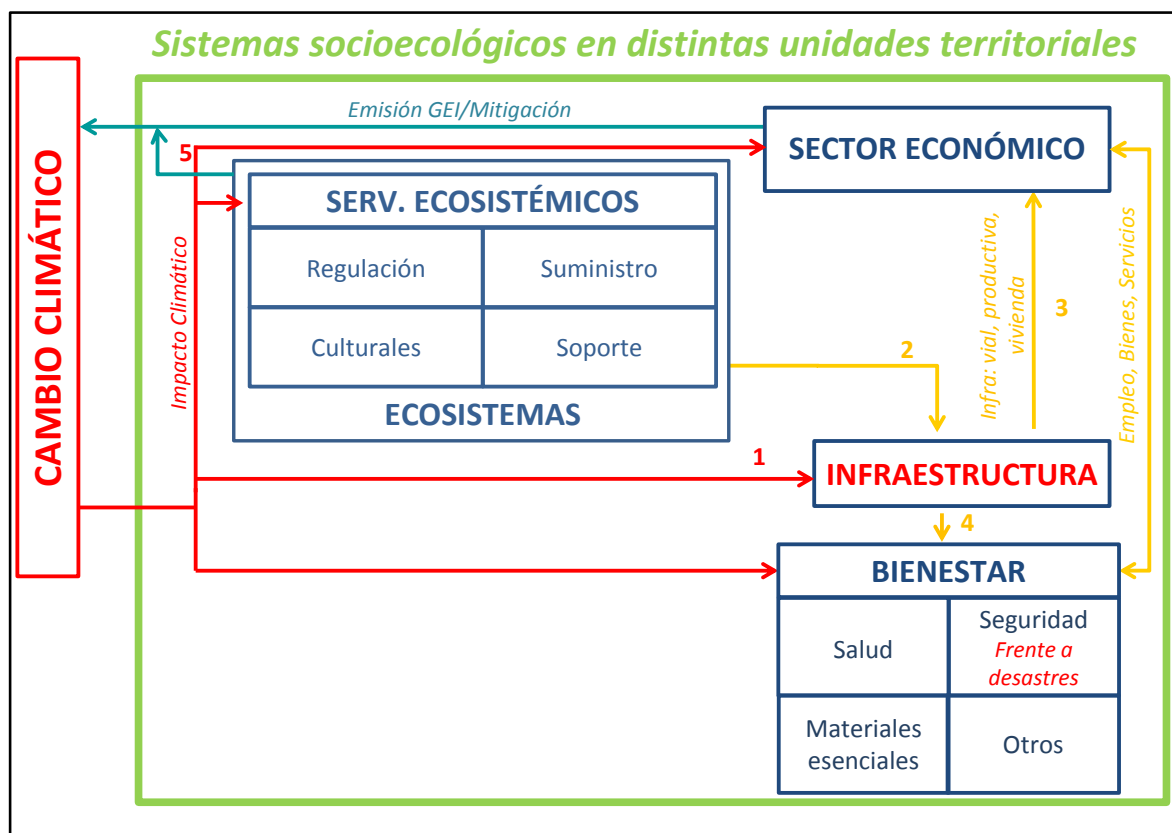


Figura G. 1: Interrelaciones del sistema Infraestructura con el resto de los sistemas socioecológicos en relación a los impactos del cambio climático. Las líneas rojas representan impactos directos del Cambio Climático mientras que las líneas amarillas representan impactos indirectos. La línea azul representa las emisiones de GEI de los sectores económicos.

Impactos estudiados:

La **flecha 1** representa el impacto directo del Cambio Climático sobre la infraestructura en una determinada unidad territorial. Este impacto por lo general se asociaría a daño directo sobre la infraestructura, como consecuencia de cambios en magnitud y frecuencia de eventos extremos, lo que se podría resumir de la siguiente forma:

- Respecto a crecidas e inundaciones, CEPAL (2012) proyecta un decrecimiento en gran parte del país de los eventos más intensos de precipitaciones. Sin embargo también se proyecta un aumento en la ocurrencia de eventos de alta precipitación en días con

temperaturas elevadas. Tendencias de este tipo pueden tener un gran impacto en la frecuencia de crecidas e inundaciones fluviales causadas por las tormentas cálidas previamente descritas. Una gran cantidad de asentamientos urbanos y actividades económicas en nuestro país, asociados a todo tipo de infraestructura urbana, se ubican cercanos a los ríos, y en muchas ocasiones han llegado a ocupar parte de su zona inundable. Ciudades como Copiapó, Santiago, Talca y Concepción se ven atravesadas por ríos con hoyas contribuyentes significativas, y han sufrido en más de una ocasión de inundaciones. Similares eventos ocurren en múltiples cauces de menor envergadura, muchos de ellos de carácter efímero, los cuales pueden llevar grandes caudales frente a eventos intensos de precipitación y generar problemas de inundación. Por lo general este tipo de eventos extremos trae consigo un daño económico importante (**flecha 3**), y por ende sobre el bienestar (**flecha 4**)

- Por otro lado, en relación a los escenarios futuros de climas de oleaje medio mensual, que son importantes para la operación portuaria, el estudio de la CEPAL (2011) indica que la tendencia general en la costa del Pacífico de América del Sur es al aumento (Figura 11). En el extremo sur de Chile, con un aumento importante que puede llegar a 1 cm/año. En las costas norte y centro-sur de Chile, estas variaciones serían menores, del orden de 2 a 3 mm/año. Los cambios esperados a nivel de climas de oleaje podrían también afectar otras variables importantes como son el periodo y dirección. Infraestructura portuaria y costera en general se vería afectado por estos cambios, lo que sería considerado un impacto directo (**flecha 1**).
- El cambio climático juega un rol fundamental sobre el ciclo hidrológico y en los patrones de disponibilidad de agua (ver **Anexo de Sistema de Recursos Hídricos**). Estudios (CEPAL, 2012) revelan que los volúmenes de precipitación en la región de Los Andes se correlacionan de forma importante con la acumulación de nieves. Esta acumulación es a su vez determinante en los volúmenes de descarga de los ríos (Masiokas et al., 2006). Por otro lado, se ha visto que la temperatura está muy relacionada con los momentos en que se dan los máximos caudales de descarga. De esta forma, cambios como los que se han mencionado respecto a temperatura y precipitación afectarían directamente la magnitud y estacionalidad de los caudales. Esto provocaría un impacto indirecto (**flecha 2**), la infraestructura como las Obras de Riego y los embalses utilizados para el abastecimiento humano. Estas obras se ven amenazadas en el cumplimiento de su objetivo (disponibilidad de agua), siendo vulnerables al cambio climático. De no cumplirse este objetivo, se ve mermado inmediatamente el bienestar de las personas (**flecha 2**), y también la economía (**flecha 4**), en relación a los diversos sectores que dependen de infraestructura para obtener recursos hídricos que permiten desarrollar sus actividades.

Impactos previsibles:

- Las obras de drenaje y evacuación de aguas lluvia podrían verse afectadas por eventos de precipitación de mayor intensidad. Este sería un impacto directo (**flecha 1**). Los efectos del

cambio climático son actualmente difíciles de estimar para las escalas espaciales y temporales relevantes en el drenaje urbano. Las estimaciones futuras de precipitaciones y temperaturas aplican más bien a escalas espaciales y temporales mayores a las utilizadas en el dimensionamiento de obras de drenaje (escalas temporales del orden de minutos u horas, y escalas espaciales de cientos de m² o pocos km²).

- Dependiendo de la región y el nivel de impacto, la infraestructura asociada a los sistemas de agua potable rural puede no cumplir con el objetivo para el cuál ha sido desarrollada, debido a un agotamiento de las fuentes en las cuales se basa. Muchas veces estos sistemas se abastecen gracias al bombeo de aguas subterráneas. Menores precipitaciones sumadas a una explotación no sustentable pueden llevar a un agotamiento de acuíferos necesarios para sistemas de este tipo, con lo que la infraestructura queda inutilizable (**flecha 1**). Los asentamientos dependientes de esta infraestructura ven mermado su bienestar (**flecha 2**) y la necesidad de soluciones de emergencia suele asociarse a costos elevados y afectar negativamente aspectos del sector económico).
- Es importante también considerar en los procesos de planificación de infraestructura las posibles necesidades que diferentes sectores económicos podrían tener producto de los desafíos u oportunidades del cambio climático. Un ejemplo de este tipo puede ser por ejemplo necesidades de infraestructura de riego para el sur del país (**flecha 5**).

Institucionalidad Infraestructura:

En la **Figura G.2** se presentan las instituciones que están involucradas en la planificación, gestión, control, monitoreo y resguardo del sistema de infraestructura.

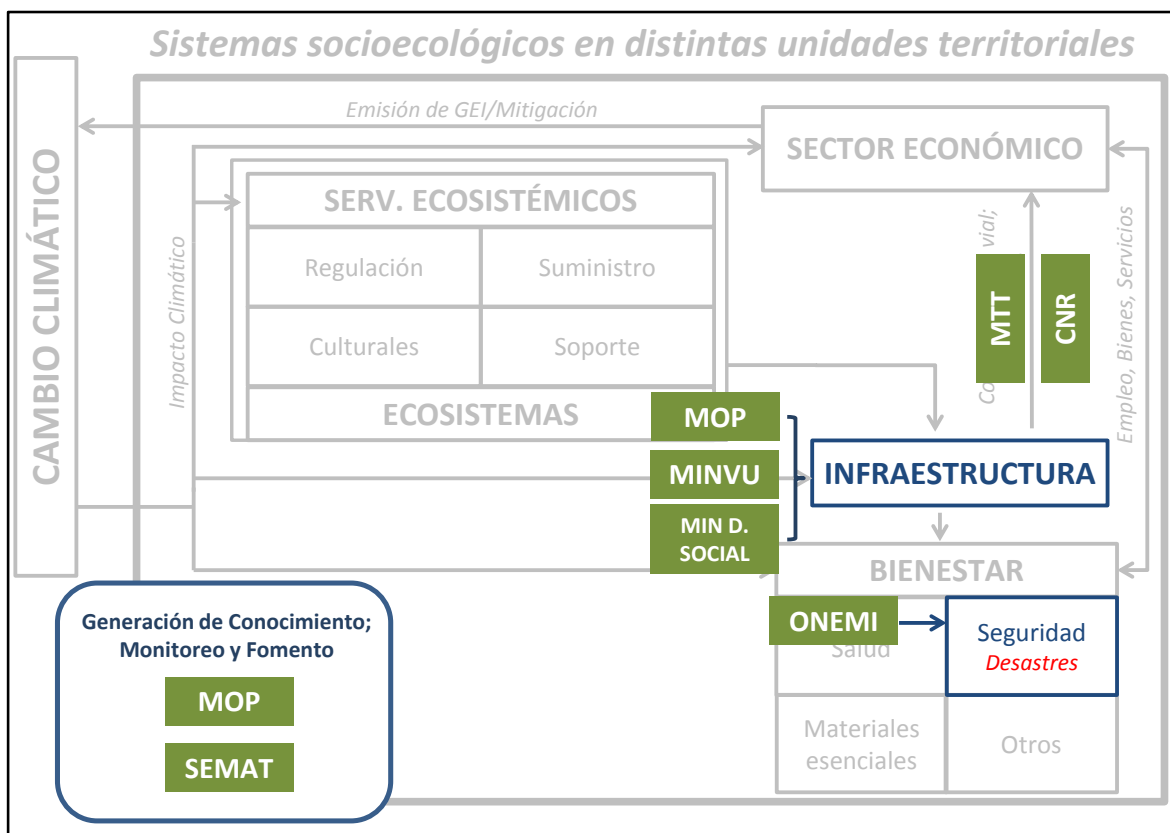


Figura G. 2: Institucionalidad relacionada a Infraestructura.

Relacionados a la infraestructura se encuentra el **MOP**, que mediante sus distintas divisiones está a cargo de la ejecución de proyectos viales (carreteras, caminos, puentes), obras hidráulicas y obras portuarias y costeras. Por su parte, el **MINVU** tiene responsabilidad respecto a concretar la política nacional de vivienda, urbanismo y equipamiento en regiones, y tiene roles de planificación en el desarrollo urbano regional y en la actividad a nivel de regiones sobre materia habitacional. El **Ministerio de Desarrollo Social** cumple un papel fundamental mediante su Sistema Nacional de Inversiones, estableciendo las metodologías de evaluación de proyectos, donde se definen los criterios de corte para que un proyecto de infraestructura sea o no viable.

La generación de conocimiento y el monitoreo y fomento para el sector infraestructura recae en las funciones del MOP. Por su parte, la **SEMAT** establece políticas internas que aseguran su cumplimiento y control a través de la determinación de guías, manuales, estándares, procedimientos e instrucciones a las direcciones, que apoyen la implementación de las políticas nacionales (www.dgop.cl, 2012).

Existen una serie de instituciones cuyo desarrollo depende muchas veces del desarrollo de infraestructura. El **Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones** por ejemplo requiere de infraestructura vial. En esta misma línea, la **CNR** hace su aporte en relación al sector Silvoagropecuario y los requerimientos de infraestructura asociada sobre todo a obras de riego o grandes obras hidráulicas.

Por último la **ONEMI** está a cargo de planificar, coordinar y ejecutar las actividades destinadas a prevenir o solucionar los problemas derivados de sismos o catástrofes, por lo que su rol tiene relación tanto con infraestructura (protección) y bienestar.

H. Ecosistemas

Impactos Ecosistema

La **Figura H.1** representa los impactos directos e indirectos del cambio climático sobre los ecosistemas y su relación con otros componentes de los sistemas socioecológicos en una unidad territorial determinada.

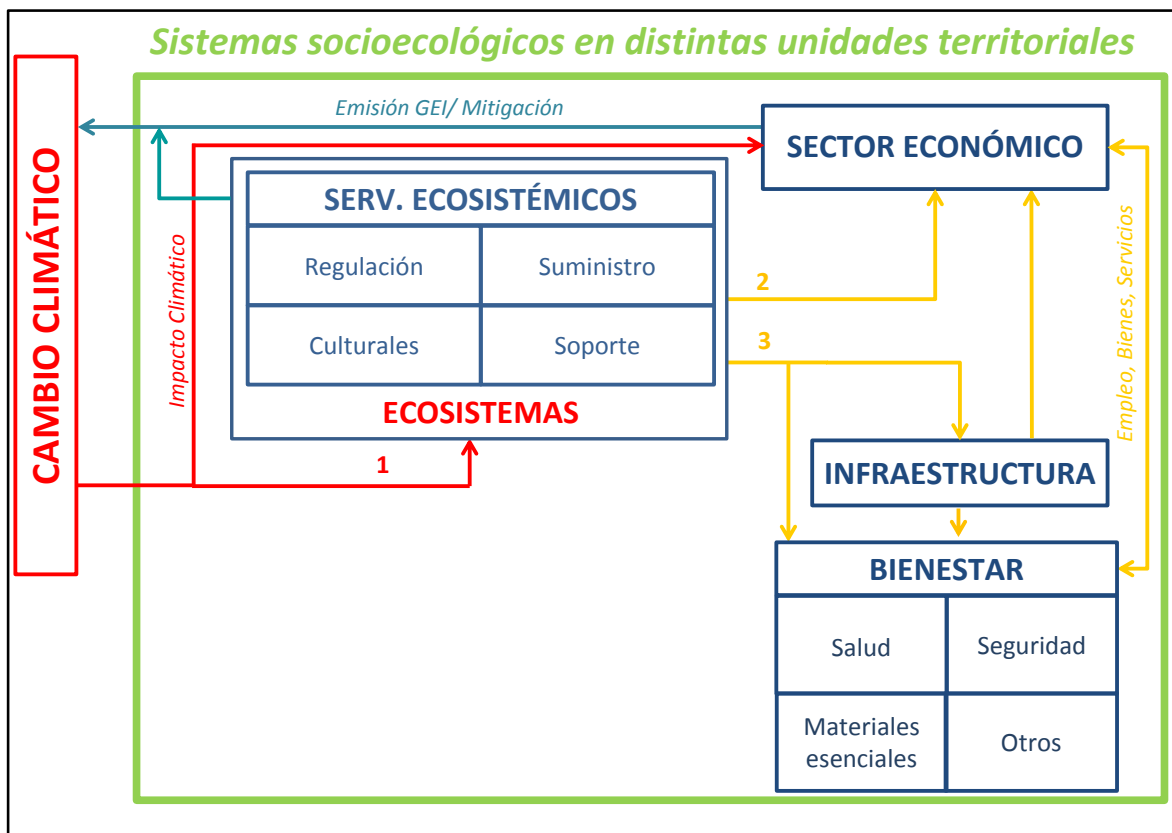


Figura H. 1: Interrelaciones de los Ecosistemas con el resto de los sistemas socioecológicos en relación a los impactos del cambio climático. Las líneas rojas representan impactos directos del Cambio Climático mientras que las líneas amarillas representan impactos indirectos. La línea azul representa las emisiones de GEI de los sectores económicos.

Impactos estudiados:

- La **flecha 1** representa el impacto directo del Cambio Climático sobre la biodiversidad en una determinada unidad territorial. El tipo de impacto esperado no es homogéneo a lo largo del país y es función de los cambios esperados tanto en precipitaciones como en las temperaturas.

De acuerdo al estudio realizado por Marquet y colaboradores (Marquet et al. 2010⁴⁰) donde se analizó la respuesta de la biodiversidad al cambio climático en base al análisis de los cambios en la extensión geográfica de 36 ecosistemas y de 15 especies de anfibios, 16 de reptiles, 36 mamíferos y 1447 especies de plantas vasculares terrestres se señala que en general los impactos sobre la biodiversidad serán más aparentes en los ecosistemas mediterráneos entre los 30 y los 40 S. Para estos ecosistemas se espera que una alta proporción de las especies que contienen se desplacen en sentido altitudinal y hacia el sur producto de los cambios en el clima. En este contexto, es de vital importancia fortalecer e incrementar la presencia de áreas protegidas en el área (actualmente es menor al 5%), ya que éstas serán de vital importancia para permitir la movilidad de las especies a través de paisajes altamente fragmentados y con diversos usos antrópicos (e.g. agricultura, ganadería, forestal, minería), alta vulnerabilidad derivada de la presencia de especies exóticas y perturbaciones de origen antrópico (e.g. fuego) (e.g. Marquet et al. 2004⁴¹, Tognelli et al. 2009⁴², Wilson et al. 2007⁴³). Finalmente, y considerando que los remanentes de vegetación natural se encuentran altamente desconectados, es importante restaurar aquellas áreas que pudieran ser importantes en proveer conectividad.

Independientemente de la zona del país, Marquet et al (2010) señalan en general las especies reduzcan sus distribuciones hasta un valor extremo de un 55% para el caso más extremo de la existencia de Fuertes barreras a la movilidad de las especies (Dispersión Limitada). En relación a las especies en categorías de conservación se observa que en general estas decrecerían en sus rangos de distribución tanto para los escenarios A2 como B2 cuando se considera Dispersión Limitada (Marquet et al 2010). Estos decrecimientos pueden llegar hasta un 41% del rango para el caso de especies como *Irenomys tarsalis* y *Telmatobufo australis* catalogadas como En Peligro y Vulnerable respectivamente. Una situación similar se observa para el caso de plantas, donde los decrecimientos predominan para el caso de Dispersión Limitada alcanzando valores máximos de un -92% para el caso de *Orites myrtoidea* especie catalogada como En Peligro. Algo similar ocurre con la especie *Pitavia punctata* (-47.79%, En Peligro), *Ancrumia cuspidata* (-47.21, Vulnerable), *Haplopappus taeda* (-59.11, Vulnerable), *Tillandsia capilaris*, *T. landbeckii* y *T.usneoides* (-

⁴⁰ Marquet et al. (2010) Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático.

⁴¹ Marquet, P.A., M.F. Tognelli, I. Barria, M. Escobar, C. Garin & P. Soublette (2004). How well are Mediterranean ecosystems protected in Chile? Insights from gaps in the conservation of Chilean vertebrates. Proceedings of the 10th Medecos Conference, Arionoustsu and Papaniastasis (eds) pp. 1-4.

⁴² Tognelli, M.F., P.I. Ramirez de Arellano & P. A. Marquet (2009) How well do the existing and proposed reserve networks represent vertebrate species in Chile? *Diversity and Distributions* 14:148–158.

⁴³ Wilson, K. A., E. C. Underwood, S. A. Morrison, K. R. Klausmeyer, W. W. Murdoch, B. Reyers, G. Wardell-Johnson, P. A. Marquet, P. W. Rundel, M. F. McBride, R. L. Pressey, M. Bode, J. M. Hoekstra, S. J. Andelman, M. Looker, C. Rondinini, P. Kareiva, M. R. Shaw, and H. P. Possingham. (2007). Conserving Biodiversity Efficiently: What to do, Where and When. *PLoS Biol* 5(9): 1850-1861.

34.51, -36.06, -39.79 %, Vulnerable). Es importante destacar que en el escenario más optimista, donde no existen impedimentos a la migración de las especies (i.e. Dispersión Ilimitada) varias especies muestran decrecimientos importantes de más de un 30%, tales como *Hippocamelus bisulcus* (En Peligro) y *Liolaemus magellanicus* (Vulnerable) entre los vertebrados y *Berberidopsis corallina* (En Peligro), *Orites myrtoidea* (En Peligro) y *Haplopappus taeda* (Vulnerable) entre las plantas.

Para el caso de los ecosistemas marinos, existe un vacío importante de información. No obstante, el trabajo reciente de Aiken et al. (2011⁴⁴) sugiere que los cambios previstos en el patrón de vientos llevará a un incremento en la surgencia que afectará de manera diferencial a los organismos intermareales con fases de vida larval, lo que potencialmente puede llevar a una re-estructuración de las comunidades intermareales, algunas de cuyas especies son de alta importancia económica.

Impactos previsibles:

- Es importante destacar que otros componentes de la biodiversidad no han sido evaluados (Ej. nivel genético, nivel de las interacciones entre las especies y en los servicios que las especies proveen) pero se esperan efectos que podrían ser importantes. Por ejemplo, servicios como polinización de cultivos se podrían ver muy afectados (y por ende el sector económico) ya sea por los cambios que ocurran en los polinizadores o en las plantas y también debido a la interacción con otros componentes del cambio global, como ser el uso de la tierra o el uso de insecticidas neonicotínidos. De manera similar, servicios como los de provisión de agua dulce podrían verse afectados por las especies y sus respuestas al cambio en el clima, lo que podría redundar en impactos económicos y sobre la infraestructura. Lo mismo ocurre con servicios de provisión y regulación. Este tipo de impactos indirectos son analizados para diferentes sectores y sistemas (flecha 2 y 3) (ver **Anexo de Sistema de Recursos Hídricos, Anexo de Sector Silvoagropecuario, Anexo de Sector Turismo, Anexo de Sector Pesca y Acuicultura**).

Un caso importante mediado por la biodiversidad es la aparición de especies que transmiten enfermedades infecciosas como dengue, fiebre amarilla y la posible incremento de otras zoonosis (Ej. Hanta) (ver **Anexo de Sistema de Salud y Sector Turismo**). En general, se esperan impactos indirectos del cambio en el clima, mediados por cambios en la abundancia y distribución de las especies, en los servicios ecosistémicos e impactos indirectos que impactarán al sector económico y al Bienestar, principalmente en la salud (**flecha 2 y 3**).

⁴⁴ Aiken, C. M., S. A. Navarrete, and J. L. Pelegrí (2011), Potential changes in larval dispersal and alongshore connectivity on the central Chilean coast due to an altered wind climate, J. Geophys. Res., 116, G04026, doi:10.1029/2011JG001731.

Institucionalidad Ecosistemas

En la **Figura H.2** se presentan las instituciones que están involucradas en la gestión, control, monitoreo y resguardo de los ecosistemas.

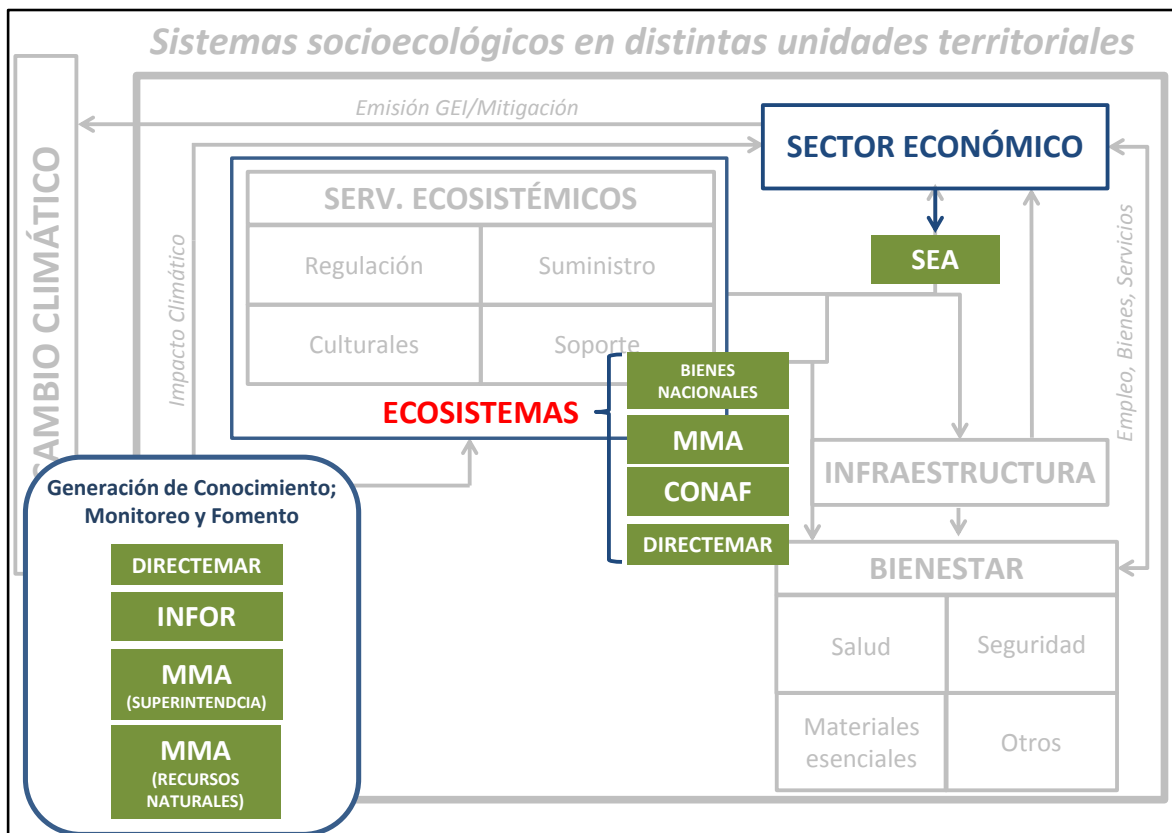


Figura H. 2: Institucionalidad relacionada al tema Ambiental.

El peso institucional de velar por la regulación ambiental y definir las políticas asociadas a la protección y conservación de la biodiversidad y de los recursos naturales renovables es el Ministerio del Medio Ambiente. Este a través del consejo de Ministros para la Sustentabilidad, del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), de la División de Recursos Naturales y Biodiversidad y del del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (actualmente en trámite) es el encargado de generar los marcos jurídicos y de regulación de las actividades que impactan los ecosistemas y que podrían afectar la adaptación de las especies a los cambios en el clima, así como estimular la generación de conocimiento, que propendan a identificar las políticas y acciones que permitan mitigar los efectos del Cambio Climático sobre los recursos naturales y los ecosistemas. Lo anterior en el marco de los convenios internacionales suscritos por Chile.

Por otro lado, en el contexto del actual marco legal vigente reside en la Corporación Nacional Forestal (CONAF) la misión de administrar la política forestal de Chile, administrar el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas y proteger los ecosistemas forestales. Por otro lado el

Servicio Agrícola y Ganadero desempeña un papel fundamental en relación con la adaptación al cambio climático, en tanto que tienen directa injerencia en la protección de la flora y fauna silvestres de Chile, regular la actividad agropecuaria en un contexto de desarrollo sostenible y más específicamente velar por el desarrollo de las actividades agrícolas en un contexto de manejo ambiental que sea compatible con la biodiversidad y los efectos que sobre este componente puedan tener futuros escenarios climáticos y productivos (de allí su injerencia en los procesos de evaluación de proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el cual es administrado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). El Consejo de Monumentos Nacionales, por otro lado, tiene un rol importante en la conservación del patrimonio natural a través de su injerencia en la designación de Santuarios de la Naturaleza, o áreas de alto valor para la biodiversidad y el patrimonio ambiental del país.

Entre los actores relevantes en generar información para la adecuada gestión y protección de la biodiversidad está el Instituto de Fomento Forestal, ente que a través de su programa de inventario forestal genera información clave que podría alimentar la implementación de políticas de adaptación de los ecosistemas forestales de Chile.

De manera similar la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR) es la encargada de velar por el uso de los recursos marinos y sus ecosistemas.