



Adaptación al cambio climático en Australia, México y Chile

Tesis presentada por

Elis Gómez Garibay

para obtener el grado de

**MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DEL
AMBIENTE**

Tijuana, B. C., México
2020

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Director de Tesis:

Dr. Roberto Alejandro Sánchez Rodríguez

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. Dr. Oscar Peláez Herreros, lector interno
2. Dr. Stuart Mark Howden, lector externo

Dedicatoria

A mi tía Ceci, en donde quiera que estés...
love survives death into eternity

A Liz e Ile, por el amor más incondicional que existe

A Fersita y Ale, por ser todas mis razones

A Max y Abril, por su apoyo en esta carrera de resistencia

To Mark, Kirsten, Wilson, Mimi and Marguerite;
because you made me feel at home far away from home

A mi mejor amigo Armando Daniel y a Chris

Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico recibido durante los dos años de mi formación. Agradezco a El Colegio de la Frontera Norte por permitirme ser parte de esta institución, por la preparación recibida durante mis estudios y por el apoyo para realizar mis metas académicas.

Al Doctor Roberto Sánchez por su tiempo y guía en el proceso de investigación, por inspirarme a dedicar mi trabajo actual (y futuro) al cambio climático. Por ampliar mi visión en temas de desarrollo, por animarme a ver más allá de la economía y por todo lo que aprendí trabajando a su lado. Le agradezco en particular por apoyar mi solicitud de estancia de investigación en el Instituto de Cambio Climático en la Universidad Nacional de Australia.

Al Doctor Oscar Peláez Herreros por sus siempre acertados comentarios, su apoyo siempre oportuno y su dedicada atención al componente de análisis económico en este trabajo.

Al Profesor Mark Howden por su dedicación a mi trabajo, por compartir su amplia experiencia en temas de cambio climático, por su amistad, atención y apoyo incondicional, que han marcado positivamente mi trayectoria académica y mis horizontes profesionales. Le agradezco en particular por apoyar mi solicitud de estancia de investigación en el Instituto de Cambio Climático en la Universidad Nacional de Australia y por mostrarme un nuevo mundo; en toda la extensión de ésta frase.

Al Doctor Steven Crimp por su contribución en la construcción del marco teórico de este trabajo, en la recopilación de datos sobre temperatura y precipitación en Australia y su apoyo en el análisis de estrategias de adaptación en este trabajo. También le agradezco por impulsarme a seguir adelante en los momentos en que todo parecía más difícil y por apoyar mis estudios en toda forma posible.

A todo el equipo del Instituto de Cambio Climático en la Universidad Nacional de Australia; en particular a Steve Crimp, Juliet Meyer, Mona Mahani, Ruth O'Connor y Clare de Castella por su apoyo académico y personal, antes y durante mi estancia de investigación. A la Dra. Daniela Inés Ejsmentewicz Cáceres en la Universidad de Chile por esa aventura académica en Canberra, por su apoyo y amistad y por una nueva aventura muy pronto en Santiago o en Estambul.

A los buenos amigos que pude hacer durante mi estancia en Tijuana, en particular a Karla Nayeli, Diana y Polet, a Daniel y Chris, a María Fernanda y Jesús Miguel y a Memo y Paloma. A la Maestra en Economía Araceli Guadalupe Sánchez en el Centro de Investigación y Docencia Económicas, por ser una amiga incondicional y una excelente profesora de matemáticas.

A mis profesores en el Colegio de la Frontera Norte por compartir su conocimiento y experiencia, a la Dra. Patricia Rivera por su gestión para que todo siempre funcionara bien; a mis compañeros en la Maestría en Administración Integral del Ambiente, así como al personal administrativo y asistentes de la coordinación por su eficiente gestión.

A mis padres, a mis hermanas y a mis sobrinos.

Resumen

El efecto invernadero es el proceso natural en el que ciertos compuestos, conocidos como gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono, el óxido nitroso, el vapor de agua y el metano, son transparentes a la radiación solar de onda corta entrante, pero parcialmente opacos a la radiación terrestre de onda larga saliente, lo cual resulta en que la Tierra sea más cálida de lo que sería de otro modo. Este proceso es fundamental para la vida y debido a fluctuaciones en la concentración de estos gases, es causa de variabilidad en temperaturas globales a largo plazo. La actividad humana ha acelerado este proceso al introducir grandes cantidades de GEI por la quema de combustibles fósiles, la fabricación de cemento, la agricultura y los cambios en usos de suelo. Los incrementos en temperatura están relacionados con eventos de clima extremo como tormentas, sequías y lluvias; menos predecibles, pero más frecuentes y destructivos, que generan costos económicos a los individuos y las naciones. Las estrategias de adaptación pueden disminuir este impacto económico, sin embargo, la inversión en sectores estratégicos no ha tenido un efecto significativo sobre costos de desastres, lo que indica que los recursos financieros por sí solos no garantizarían una adaptación efectiva. A través de la metodología de planificación de escenarios, este trabajo analiza estrategias nacionales de adaptación en Australia, México y Chile y su relación con el costo económico de eventos extremos.

Palabras clave: Cambio Climático, adaptación, desastres, Australia, estrategias nacionales

ABSTRACT

The greenhouse effect refers to the natural process in which certain compounds, known as greenhouse gases (GHG), such as carbon dioxide, nitrous oxide, water vapor and methane are transparent to incoming solar short-wave radiation but are partly opaque to outgoing terrestrial long-wave radiation resulting in the earth being warmer than it would otherwise be. This process is fundamental to sustain life on earth and because these gases fluctuate in concentrations, causes natural variability in global temperatures on long-timescales. However, human activity has accelerated this process by introducing in the atmosphere high amounts of GHG mainly due to the burning of fossil fuels, cement manufacture, land-use change and agriculture. Increases in global temperatures (i.e. energy) are linked directly to climate extremes which appear to be coming more frequent and more destructive: for example, hurricanes, droughts and rains which result in economic cost to individuals and governments. Adaptation strategies may ameliorate or diminish the economic impact of these extreme events; however, investment in strategic sectors has not had a significant effect on disaster costs indicating that financial resources alone would not guarantee effective adaptation as financing decisions do not follow temperature and precipitation trends. Through the methodology of scenario planning this work analyses adaptation strategies in Australia, Mexico and Chile; and their relation with economic cost of extreme events.

Keywords: Climate change, adaptation, climatic disasters, Australia, national adaptation strategies

Índice

Introducción	1
I. MARCO CONCEPTUAL	6
1.1 El concepto de Adaptación	7
1.2 Tipos de Adaptación	8
1.3 Planes Nacionales de Adaptación.....	10
1.4 Gestión de riesgos, vulnerabilidad y adaptación.....	12
II. ESTADO DE LA ADAPTACIÓN A EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN AUSTRALIA, MEXICO Y CHILE.....	16
2.1 Contexto Australia.....	16
2.1.1 Vulnerabilidad a desastres climáticos en Australia.....	18
2.1.2 Adaptación a desastres climáticos en Australia.....	21
2.1.3 Financiamiento a la Adaptación en Australia	24
2.2 Contexto México	26
2.2.1 México: vulnerabilidad ante desastres climáticos.....	28
2.2.2 Desastres climáticos en México	29
2.2.3 Adaptación al cambio climático en México.....	32
2.3 Contexto Chile	35
2.3.1 Estado de la Adaptación en Chile	39
III. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	44
3.1 Definición de sectores estratégicos y recopilación de datos	45
3.2 Modelo econométrico y especificación empírica.....	47
3.3 Contenido de las estrategias nacionales de adaptación y planificación de escenarios	48
IV. Resultados	51
4.1 Modelo de Datos Panel.....	57
4.2 Contenido de las Estrategias de Adaptación.....	60
4.3 Estado de la adaptación en Australia, Chile y México.....	71
V. Escenarios	74
VI. Discusión.....	81
6.1 Conclusiones	84
Bibliografía... ..	87

Índice de Gráficas

Gráfica 2.1 Montos de inversión en sectores estratégicos adaptación al cambio climático en miles de dólares australianos de 2000-2019	17
Gráfica 2.2 Precipitación (mm) promedio anual en Australia 1975 a 2019	19
Gráfica 2.3 Costos económicos por desastres climáticos en Australia de 1990 a 2019 (millones de USD)	21
Gráfica 2.4 Niveles de precipitación por año (mm) México 2000-2019.....	29
Gráfica 2.5 Recursos asignados a la Coordinación Nacional del Sistema Nacional de Protección Civil	30
Gráfica 2.6 Daños en dólares reportados por EMDAT para desastres climáticos en México	32
Gráfica 2.7 Recursos etiquetados como Programa Especial de Cambio Climático	33
Gráfica 2.8 Niveles de precipitación promedio en Chile entre 2000 y 2019 (mm).....	37
Gráfica 2.9 Inversión en adaptación como porcentaje del PIB de Chile 2000-2018.....	40
Gráfica 4.1 Costos de desastres climáticos e inversión en adaptación como porcentaje del PIB de Australia de 2000 a 2018	53
Gráfica 4.2 Costos de desastres climáticos e inversión como porcentaje del PIB de Chile de 2000 a 2018	54
Gráfica 4.3 Costos de desastres climáticos e inversión en adaptación como porcentaje del PIB de México de 2000 a 2018	55
Gráfica 4.4 Comparativo costos de desastres climáticos en México, Chile y Australia de 2000 a 2018	56
Gráfica 4.5 Inversión en sectores y programas estratégicos de adaptación al cambio climático en Chile, México y Australia como porcentaje del PIB 2000-2018	57
Gráfica 4.6 Evolución de la inversión en Australia 2000-2019	66
Gráfica 4.7 Inversión por sectores en México.....	69
Gráfica 4.8 Inversión por sectores en Chile	71

Índice de Tablas

Tabla 1.1 algunos tipos de adaptación	9
Tabla 2.1 Sectores estratégicos en adaptación al cambio climático	22
Tabla 2.2 Programas de adaptación al Cambio Climático apoyados por Australia	26
Tabla 2.3 Recursos asignados a la Coordinación Nacional del Sistema Nacional de Protección Civil.....	30
Tabla 2.4 Recursos etiquetados como Programa Especial de Cambio Climático (MXN).....	33

Tabla 2.5 Sectores prioritarios en adaptación en México.....	34
Tabla 2.6 Regiones Naturales de Chile.....	36
Tabla 2.7 Sectores estratégicos en adaptación al cambio climático en Chile	40
Tabla 2.8 Planes de y proyectos de adaptación a efectos del cambio climático adoptados en Chile	43
Tabla 3.1 Partidas presupuestales asignadas a sectores estratégicos Australia, Chile y México	45
Tabla 3.2 Nombre y signo esperado de las variables utilizadas en el modelo.....	48
Tabla 4.1 Estadísticos descriptivos de variables utilizadas en el modelo.....	52
Tabla 4.2 Años más costosos por desastres climáticos en Australia.....	52
Tabla 4.3 Años más costosos por desastres climáticos en Chile.....	54
Tabla 4.4 Años más costosos por desastres climáticos en México.....	55
Tabla 4.5 Comparativo años más costos en desastres climáticos entre países	55
Tabla 4.6 Correlación entre costo y otras variables	57
Tabla 4.7 Resumen de estimaciones.	59
Tabla 4.8 Contenido de las Estrategias Nacionales de Adaptación.....	61

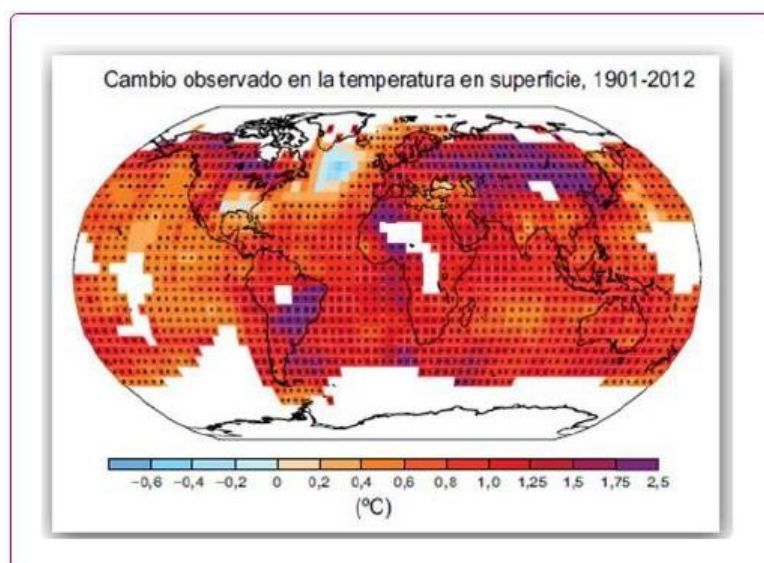
Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Cambio observado en la temperatura global entre 1902 y 2012.....	1
Ilustración 1.1 Elementos que conforman el concepto de vulnerabilidad.....	7
Ilustración 1.2 Economía de la adaptación al cambio climático	15
Ilustración 2.1 Variaciones de temperatura en Chile bajo los escenarios RCP 2.6 y 8.5	38
Ilustración 5.1 Costos económicos en escenario de inacción-aplicación de estrategias a 2100.	74
Ilustración 5.2 Escenarios Chile.....	75
Ilustración 5.3 Escenarios Australia	77
Ilustración 5.4 Escenarios México.....	78

Introducción

Los incrementos en las temperaturas globales (Ilustración 1) están vinculados directamente a condiciones climáticas extremas: ondas de calor, lluvias extremas en algunas regiones y sequías en otras, aumentos en el número de días cálidos y la temperatura en noches frías, que podrían ser hasta 4.5°C más calurosas que la media registrada en el último siglo (IPCC, 2018; Richardson, 2011). Los eventos de clima extremo pueden derivar en muertes, enfermedades y costos económicos como: pérdida de cosechas, casas e infraestructura urbana dañadas o destruidas e interrupciones en actividades productivas. Las estrategias de adaptación podrían atenuar estos costos, del mismo modo que la inacción podría significar, pérdidas irreversibles para algunas naciones. Por esta razón, es necesario analizar el avance en el proceso de adaptación, que en este trabajo se enfoca en las estrategias nacionales de adaptación al cambio climático en Australia, México y Chile.

Ilustración 1. Cambio observado en la temperatura global entre 1902 y 2012



Tomado IPCC, 2013: Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Pág. 4.

La pregunta más importante respecto a eventos de clima extremo no es si sucederán o no, sino ¿Qué nivel de riesgo es aceptable para cada individuo, sociedad y nación en el objetivo de continuar con actividades que podrían conducir a condiciones climáticas extremas? (Richardson, 2011) en los países en desarrollo, además se debe considerar ¿cuál es la capacidad

de adaptación de las comunidades y las sociedades? Aún si un ciclón, un incendio o una inundación no puede ser directamente atribuible a las emisiones de un año en particular, analizar el comportamiento de fenómenos meteorológicos extremos proporciona información acerca de lo que puede considerarse un riesgo inaceptable derivado de una trayectoria de emisiones (Dessai *et al.*, 2004).

Para los países en desarrollo adaptarse a un incremento de 2°C podría costar entre setenta y cien billones de dólares entre 2010 y 2050; y entre trescientos y quinientos billones en transferencias desde países desarrollados para apoyar la adaptación; sin embargo, los costos de no adaptarse al cambio climático serían aún mayores (World Bank, 2010; CEPAL, 2014; UNEP, 2017). Los costos del cambio climático se estiman entre 1.5 y 5 % del PIB de América Latina para 2050 (World Bank, 2010). En algunos países de ingreso medio y bajo, se registra un promedio de doscientas muertes y pérdidas económicas directas por más de 0.5% del PIB por cada evento extremo, lo cual resulta devastador comparado con las veinticinco muertes y pérdidas de 0.2% del ingreso nacional por evento en países ricos (Hochrainer-Stigler, Mechler, Pflug y Williges, 2014; Richardson, 2011).

La inversión en acciones de mitigación, para reducir futuras emisiones de GEI, y adaptación, para enfrentar el cambio climático que es inevitable dado el nivel actual de emisiones en la atmósfera, es una estrategia que puede evitar a los países del mundo costos de hasta el 2.5% de su producto nacional durante los próximos 100 años (Wang y McCarl, 2013).

Hasta los años 90 el estudio del cambio climático estaba más centrado en mitigación (bases físicas, modelos climáticos y proyección de emisiones), sin embargo, la ocurrencia de eventos extremos como inundaciones, olas de calor y el derretimiento de los glaciares motivaron a que se diera atención al tema de adaptación en la literatura y en la agenda política (Biesbroek *et al.*, 2010).

Desde hace más de una década se reconoce lo importante que es generar capacidad de respuesta ante efectos adversos del clima, es decir adaptarse, pues cuanto más se retrase la implementación

de acciones de adaptación más costosas resultaran a largo plazo (Ash, Nelson, Howden y Crimp, 2008; Noble *et al.*, 2014; Steffen, Mallon, Kompas, Dean y Rice, 2019). Además, la inacción de los gobiernos nacionales y locales pone en riesgo la vida y el bienestar de las personas (Sanchez-Rodríguez y Morales-Santos, 2018; Steffen *et al.*, 2019).

La atención a la vulnerabilidad a nivel mundial ha avanzado y muchas naciones cuentan con leyes o estrategias nacionales para abordar el cambio climático, sin embargo; pocos planes han sido monitoreados y evaluados, por lo cual es necesario avanzar en el análisis del proceso de adaptación a nivel nacional (Aldunce, Beilin, Handmer y Howden, 2016^a). Los costos de acciones de adaptación y la forma en que serán financiadas, casi nunca se incluye en estos planes; tampoco se establecen mecanismos que aseguren su continuidad, ni indicadores de efectividad o instrumentos para su implementación (Biesbroek *et al.*, 2010).

En este trabajo se analizan las estrategias nacionales de adaptación en Australia, Chile y México de forma paralela, de modo que puedan identificarse puntos comunes, así como enfoques innovadores que pueden aplicarse o mejorarse en contextos de otras naciones y compartir así, conocimientos de manera internacional (Biesbroek *et al.*, 2010; Mullan, Kingsmill, Kramer y Agrawala, 2013). Para determinar la trayectoria que tomará la adaptación al cambio climático en estas tres naciones se analiza en primer lugar la evolución de costos relacionados con desastres climáticos y la inversión en sectores estratégicos para evaluar la evolución de estas variables. Seguido de un análisis cualitativo de las estrategias de adaptación para formular escenarios desde la inacción hasta la transformación profunda.

Estos países se han elegido por haber publicado planes y estrategias nacionales y considerarse vulnerables ante desastres climáticos debido a condiciones geográficas, climáticas o socio-económicas. Estas naciones basan su economía en sectores sensibles a variaciones de temperatura y precipitación (como la agricultura) y tienen opciones de adaptación limitadas por falta de recursos, de capacidades o de consenso político. Las diferencias en contextos nacionales y niveles de ingreso, enriquecen el análisis para entender cómo se da el proceso de adaptación

al cambio climático bajo enfoques diversos y responder a la pregunta ¿Cuál es el costo de la falta de acciones en adaptación al cambio climático en estos 3 países?

México lanzó en 2013 la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40 y en 2014 el Programa Especial de Cambio Climático que señalan la visión y principios que deberán integrarse en planes y programas de sectores estratégicos. Sin embargo, el plan Nacional de adaptación aún sigue pendiente y no se ha avanzado en objetivos como la generación de empleos y la transición a energías renovables. Chile publicó en 2015 su Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático que ha impulsado la creación de programas transversales en diversos sectores, aunque no se ha logrado la ley de protección a los glaciares y el acceso al agua para toda la población. Esto en medio del descontento de la sociedad chilena que ha salido a las calles a exigir más equidad y acceso a servicios básicos, lo cual llevó a la reubicación en Madrid de La Conferencia de la ONU sobre el Cambio Climático que se llevaría a cabo en Santiago en 2019.

Australia cuenta con recursos técnicos y financieros y una sociedad altamente consciente y participativa para hacer frente a los efectos del cambio climático y generar un proceso de adaptación, además de ayudar en países vecinos vulnerables de la zona del Pacífico sur, a través de transferencia de tecnología y conocimientos (Commonwealth of Australia, 2015). En 2015 el gobierno de Australia publicó la Estrategia Nacional de Adaptación y Resiliencia al Clima, sin embargo, recientemente eliminó al ministerio de Medio Ambiente que es ahora dependencia del Ministerio de Agricultura y Agua y ha sido uno de los gobiernos más reacios a reducir sus emisiones de GEI y modificar su economía basada en la explotación de combustibles fósiles.

Las estrategias nacionales de adaptación caracterizan este proceso como un asunto de corte local, con rasgos territoriales, físicos, sociales y culturales particulares, siguiendo claramente pautas establecidas en la literatura. En la redacción de los planes se promueve la participación y vínculos entre diferentes niveles de gobierno, aunque en términos prácticos, las acciones de adaptación podrían limitarse por ser consideradas de competencia federal o no contar con

recursos a nivel local, llevando finalmente a la inacción si las bondades de la adaptación mencionadas en la literatura no logran hacerse operativas.

Este trabajo se compone de seis capítulos. En el capítulo I, se desarrolla el marco conceptual en el que se revisa el concepto de adaptación, tipos de adaptación, planes nacionales de adaptación, así como costos y gestión de desastres. El capítulo II presenta un análisis del estado de la adaptación en estos 3 países. Seguido de un capítulo en cual se desarrolla la metodología de planificación de escenarios basado en un modelo de datos panel para estudiar las variaciones en inversión y costos entre e intra países. El capítulo IV presenta los datos obtenidos a través del modelo econométrico y el análisis cualitativo de las estrategias. Resultado de estos análisis se construye un capítulo denominado Escenarios en el cual se presentan las posibles trayectorias y opciones futuras de adaptación en estos países. Finalmente se presenta un capítulo de discusión y conclusiones.

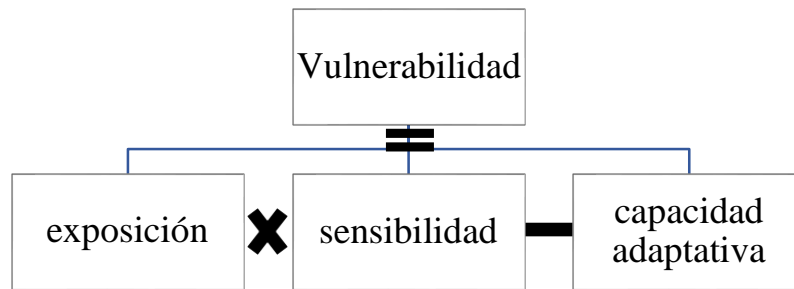
I. MARCO CONCEPTUAL

Los seres humanos han modificado su entorno desde la época preindustrial generando perturbaciones en ciclos biofísicos como aquellos relacionados con el clima; sin embargo; la rapidez e intensidad de los cambios ocurridos en las últimas décadas dificulta la recuperación de los sistemas naturales causando impactos adversos de gran magnitud (Mass, 2018). La emisión de GEI no ha seguido una tendencia histórica regular, pues se asocia a descensos y picos de emisiones en épocas de desaceleración y auge económico: la caída de la Unión Soviética y la crisis de 2008 o la etapa de post guerra en 1950 respectivamente (Richardson, 2011). Se considera que una tendencia creciente de emisiones de GEI puede afectar la frecuencia de lluvias extremas, olas de calor, sequías, incendios y ciclones (IPCC, 2018).

Las condiciones del clima son extremas cuando se desvían de una línea base histórica en más de dos desviaciones estándar; el riesgo de desastre es la probabilidad de ocurrencia de un evento de clima extremo que requeriría atención inmediata en una fase de emergencia y fondos nacionales o internacionales para su recuperación en la fase de reconstrucción (IPCC, 2012).

Cuando un evento de clima extremo ocurre, la vulnerabilidad es resultado de la combinación de elementos físicos (duración, intensidad, extensión geográfica) que pudieran resultar en muertes, heridos, daños económicos y ambientales o alteraciones importantes en las actividades normales de una comunidad (impacto), la capacidad de la sociedad para resistir y recuperarse del evento físico y las condiciones socioeconómicas de cada sociedad que definen su sensibilidad a sufrir daños causados por los eventos climáticos y que condicionan la capacidad de resistir y recuperarse. (IPCC, 2012). La capacidad adaptativa se expresa como la capacidad de un sistema afectado por el cambio a reconfigurarse a sí mismo, sin embargo, aún es difícil generar métricas operativas para su medición (Nelson, Kokic, Crimp, Meinke y Howden, 2010). A su vez, el impacto potencial resulta del nivel de exposición (definido por variables climáticas) que un sistema presenta y la sensibilidad de este a sufrir un daño o perturbación, que es determinado por elementos socio-económicos (Ilustración 1.1).

Ilustración 1.1 Elementos que conforman el concepto de vulnerabilidad



*Elaboración propia

Se considera que más del 75 % de las pérdidas económicas derivadas de desastres se relacionan con el clima: tormentas, inundaciones, sequías e incendios (UNISDR, 2007; citado en Richardson, 2011). Aunque una parte de estos costos se atribuye a un mayor grado de urbanización y valor de las propiedades; (McAneney, *et al.*, 2019) es innegable que el cambio climático puede exacerbar los impactos de estos eventos. Considerando este hecho, los gobiernos nacionales invierten en sectores que pueden ser afectados por eventos climáticos extremos, para adaptarse y reducir la vulnerabilidad (Chen, Hellmann, Berrang-Ford, Noble y Regan, 2018).

1.1 El concepto de adaptación

La adaptación al cambio climático se refiere, al proceso de ajuste ante variaciones climáticas observadas y esperadas y a sus efectos, con la finalidad de evitar o aminorar los daños provocados por eventos climáticos como lluvias atípicas e incremento en las temperaturas, así como aprovechar oportunidades benéficas (Berrang-Ford, Ford y Patterson, 2011; IPCC, 2014, Moser and Ekstrom, 2010; Wang & McCarl, 2013). Las modificaciones en comportamientos como una respuesta al cambio climático registrado o esperado son en esencia adaptación, y son el complemento de acciones de reducción en emisiones de GEI (Mullan *et al.*, 2013). Las acciones de adaptación se definen como aquellas iniciativas y medidas encaminadas a reducir

la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos, observados o esperados, de variaciones en el clima (Noble *et al.*, 2014).

Las personas, hogares, comunidades y naciones se adaptan a condiciones cambiantes (en el clima) a través de procesos o acciones que permitan un mejor resultado en el manejo del riesgo (Smit y Wandel, 2006). Las acciones de adaptación involucran cambios a corto o largo plazo, como respuesta a impactos esperados de variaciones en el clima que, en combinación con elementos económicos, culturales y políticos pueden moderar los daños u optimizar los beneficios (Moser y Ekstrom, 2010).

La adaptación es típicamente vista como una variable de respuesta binaria: adaptación o no adaptación (Wang y McCarl, 2013) o como una medida de protección climática de una sola vez. Es por ello que caracterizar o medir los avances en adaptación resulta complejo ¿Cómo se sabe que se ha avanzado? ¿Es por costos menores o un menor número de víctimas fatales en un evento de clima extremo? ¿Mejoras en indicadores de desarrollo? Es decir, ¿cómo se visualiza y caracteriza la adaptación? La adaptación es un concepto amplio ya que no es el fin de un proceso de inversión pública sino el proceso en sí mismo.

1.2 Tipos de Adaptación

La adaptación, puede ser planificada, si es un ejercicio deliberado cuyo fin es generar capacidad adaptativa (Wang y McCarl, 2013) o autónoma si se lleva a cabo por cuenta de las comunidades ante la percepción de peligro (Dessai *et al.*, 2004; Noble *et al.*, 2014). La adaptación puede definirse como física si las estrategias se enfocan en la construcción de estructuras, diseño e ingeniería; adaptación social si se basa en el hecho de educar y crear conciencia sobre los posibles efectos del clima; y se llama adaptación institucional a aquella que se fundamenta en leyes, incentivos económicos y política monetaria (Hochrainer-Stigler *et al.*, 2014; Noble *et al.*, 2014). Las estrategias de adaptación institucionales tienen como objetivo generar capacidad de adaptación en la población y conservar recursos ecológicos, aprovechando el aprendizaje que se

puede obtener en la fase posterior al desastre, es decir, en la reorganización del sistema (IPCC, 2012; Walker, Holling, Carpenter y Kinzig, 2004).

Con base en la magnitud de los ajustes y la escala de los planes, la adaptación puede definirse como incremental, sistémica o transformativa (Fedele, Donatti, Harvey, Hannah, y Hole, 2019). La adaptación es incremental si se trata de adiciones lineales en instituciones y acciones ya existentes con el fin de mantener el statu quo; por otro lado, la adaptación es transformativa si conlleva acciones que generen cambios profundos en ubicaciones (migración) y actividades que son realmente innovadoras en una localidad específica (Ash *et al.*, 2008; Collins e Ison, 2009; Eriksen y Brown, 2011; Kates, Travis y Wilbanks, 2012; Moser y Ekstrom, 2010; Noble *et al.*, 2014). Si las estrategias individuales de adaptación se combinan, este efecto se denomina adaptación sistémica y se busca crear sinergias y aumentar la efectividad que tendrían opciones aplicadas por separado (Ghahramani y Moore, 2015). Finalmente, las estrategias de adaptación transformativa pueden hacerse necesarias una vez que las estrategias incrementales, y sistémicas, resultan insuficientes ante riesgos de desastres climáticos (Klein *et al.*, 2014; Noble *et al.*, 2014). En la tabla 1.1 se mencionan algunos tipos de estrategias de adaptación (citados en la literatura internacional sobre este tema).

Tabla 1.1 algunos tipos de adaptación

ADAPTACIÓN	PLANIFICADA	Ejercicio deliberado cuyo fin es generar capacidad adaptativa
	AUTÓNOMA	Se lleva a cabo por cuenta de las comunidades o individuos ante cambios ambientales o de mercado o frente a la percepción de peligro
	FÍSICA	Se basa en el espacio construido, diseño de estructuras y soluciones de ingeniería
	SOCIAL	Educación para generar un sentido de conciencia colectiva sobre los posibles efectos del clima que deriven en cambios de comportamiento
	INSTITUCIONAL	Se fundamenta en leyes, regulación, instrumentos económicos y políticas públicas
	INCREMENTAL	Adiciones lineales en instituciones y acciones ya existentes con el fin de mantener el <i>statu quo</i>
	SISTÉMICA	Combinación de diferentes tipos de adaptación o adaptación completa (unión de opciones viables)

TRANSFORMATIVA	Conlleva acciones que generen cambios profundos y actividades innovadoras o que nunca se habían probado antes en una localidad específica, generalmente implica montos de inversión mayores
----------------	---

*Elaboración propia con base en (Ash *et al.*, 2008; Collins & Ison, 2009; Dessai *et al.*, 2004; ERIKSEN & BROWN, 2011; Hochrainer-Stigler *et al.*, 2014; Kates *et al.*, 2012; Moser & Ekstrom, 2010; Noble *et al.*, 2014; Stern, 2006; Wang & McCarl, 2013).

1.3 Planes Nacionales de Adaptación

Los países enfrentan no sólo el reto de la adaptación al cambio climático sino muchos otros relacionados con el bienestar inmediato de sus poblaciones que a menudo son prioridad sobre riesgos a largo plazo (Conway y Mustelin, 2014). Con base en evidencias sobre el comportamiento del clima, los gobiernos nacionales deciden adaptarse o no, a probables variaciones climáticas; estas decisiones son vitales en la definición de cómo las sociedades responderán a los efectos del clima y se reflejan en planes y estrategias nacionales de adaptación (Mullan *et al.*, 2013).

Diversos países han desarrollado estrategias y planes de adaptación al cambio climático; sin embargo, el verdadero reto es hacerlos operativos a nivel sub nacional para su implementación e integrarlos no solo como acciones ambientales sino de desarrollo nacional (Mullan *et al.*, 2013, Mimura *et al.*, 2014). El nivel de vulnerabilidad al cambio climático puede ser resultado de inequidades dentro y entre naciones; las disparidades económicas, sociales, institucionales y de poder se expresan como impactos diferenciados derivados de desastres climáticos (Richardson, 2011).

Es importante considerar que no cualquier tipo de adaptación es beneficiosa, equitativa y eficaz y tampoco es un proceso fácil, neutral o libre de complicaciones (Eriksen *et al.*, 2011; Stern, 2006). La acción que beneficie a un grupo podría afectar los intereses de otro, los costos podrían ser distribuidos de manera desigual e incluso incrementar la vulnerabilidad de los grupos a quienes se intenta beneficiar o de agentes externos (maladaptación) o simplemente transferir el

riesgo de una comunidad a otra o de un sector de la población a otro (Eriksen et al., 2011; Mimura, 2014; Atteridge & Remling, 2018).

Ante la incertidumbre sobre los impactos del cambio climático, un gobierno o un agente con capacidad de acción podría usar la información sobre riesgo de inundación para desalojar a un grupo de población marginada de un área específica (Conway and Mustelin, 2014). Una estrategia de adaptación transformativa como la migración, puede significar el traslado de vulnerabilidades preexistentes a un nuevo lugar y tener impactos ambientales por el uso de recursos en una nueva ubicación (Atteridge and Remling, 2018). La maladaptación reduce la vulnerabilidad en un sitio mientras la incrementa en otra ubicación o en algún momento futuro, por ejemplo, grandes proyectos de ingeniería para extraer agua subterránea, que podrían resolver el problema inmediato, pero agotar los recursos en corto tiempo (Noble *et al.*, 2014).

Algunas otras acciones de adaptación pueden generar efectos positivos sobre la reducción de vulnerabilidad, pero enfrentar obstáculos. La adaptación puede ser restringida por incrementos en los costos o reducciones en la eficiencia de alguna estrategia determinada, y podría ser limitada del todo por actividades que sean insostenibles en un entorno de clima cambiante (Klein *et al.*, 2014).

El desarrollo de programas de adaptación a largo plazo, como la construcción de infraestructura dependen en gran medida del gasto público, es por esto que el análisis económico se reconoce como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones respecto a diversas alternativas de acción (Chambwera *et al.*, 2014, Conway y Mustelin, 2014). El costo de la adaptación puede definirse como el costo marginal de la inversión dirigida a acciones adicionales de adaptación (Chambwera *et al.*, 2014) mientras la no adaptación tendría como consecuencia desastres con mayor número de pérdidas humanas, económicas y de desarrollo futuro (Hertel, Burke y Lobell, 2010; Kompas, Pham, & Che, 2018). Evaluar los progresos gubernamentales a través de un seguimiento sistemático y consistente de los mecanismos de adaptación es crucial para determinar si la condición de vulnerabilidad ha sido modificada como producto de acciones de adaptación planificada (Berrang-Ford *et al.*, 2011).

La literatura menciona la planificación a corto plazo como un obstáculo en la construcción de opciones de desarrollo sostenible (Conway y Mustelin, 2014; Klein *et al.*, 2014), pero en la mayoría de las estrategias nacionales los planes se determinan más por períodos administrativos y es difícil que se empaten con escalas temporales de un fenómeno como el cambio climático. Si este es un fenómeno de largo plazo con impactos inmediatos; ¿deberían entonces existir acciones en diferentes escalas de tiempo? en una administración, en una década y en cincuenta o cien años, por ejemplo. Es decir, poner en marcha acciones en este momento que generen beneficios en diferentes momentos futuros.

Aunque es cierto que la falta de recursos puede limitar las acciones de adaptación (Chambwera *et al.*, 2014; Conway y Mustelin, 2014) la sola asignación de fondos no garantiza en sí misma un proceso de adaptación exitoso, pues aún quedan pendientes otras limitantes como: corrupción, voluntad política, aceptación de los pobladores, protección de intereses económicos de ciertos grupos, entre otras. Las estrategias nacionales tratan de emular los principios enumerados de manera normativa en la literatura: participación ciudadana, transversalidad, equidad, adaptación basada en ecosistemas, estrategias *no regret*; sin embargo, la aplicación práctica de estos principios resulta un tanto más compleja de lo que parece en los textos académicos. En la redacción de las estrategias se mencionan todas las bondades de las acciones de adaptación vistas desde un enfoque académico más que político, económico o práctico.

1.4 Gestión de riesgos y adaptación

Los desastres climáticos han sido abordados desde diferentes visiones a lo largo del tiempo: preparación ante emergencias, respuesta y recuperación ante desastres naturales, protección civil, manejo y reducción de riesgo y, recientemente, estrategias de adaptación (Dettmer, 1996; Aldunce, Beilin, Howden y Handmer, 2015). Existe una evolución de conceptos y prácticas en adaptación a través del aprendizaje, ya que enfocarse sólo en la fase de respuesta y reconstrucción rápida provoca vacíos en la preparación hacia un evento climático posterior lo

cual puede reproducir o incrementar la vulnerabilidad preexistente (IPCC,2012; Aldunce *et al.*, 2015).

En la literatura sobre desastres se suelen identificar dos aproximaciones complementarias: riesgo-impacto, que se enfoca en calcular la probabilidad de sufrir un daño futuro debido a la variabilidad climática, y la vulnerabilidad que se enfoca en las condiciones sociales preexistentes y la potencial amenaza que el cambio climático representa (Nelson *et al.*, 2010^a). El manejo de riesgos se enfoca en soluciones técnicas ante peligros específicos que pueden cuantificarse y anticiparse como niveles de probabilidad; la vulnerabilidad (susceptibilidad de un sistema a sufrir un daño) puede ser un enfoque complementario a la gestión de riesgos si se le considera como el punto de inicio del análisis (Nelson *et al.*, 2010^a).

Antes de que la gestión de riesgos incluyera la perspectiva de desastres sociales, se consideraba que la población desempeñaba un papel de simple receptora de fuerzas climáticas, por lo que no se hacía necesario un plan de adaptación, prevención o respuesta (Dettmer, 1996). Recientemente, el marco Sendai para reducción de riesgo de desastres 2015-2030 reconoce que no existe disociación de elementos sociales y naturales y que el cambio climático puede detonar desastres (UNISDR, 2015). Resulta imprescindible entonces, adaptarse al cambio, para tomar la fase de recuperación de un desastre climático como una oportunidad de mejora e innovación (Aldunce *et al.*, 2015).

Para manejar el riesgo asociado a desastres climáticos, resulta útil estimar los costos asociados a sus impactos negativos. De Bruin, Dellink y Tol (2009) han incluido la adaptación como una variable de decisión de política en modelos que integran funciones geofísicas y de crecimiento económico: DICE (Dynamic Integrated Model of Climate and the Economy); abandonando el supuesto de que la economía está en un nivel óptimo de adaptación. Los costos económicos de eventos de clima extremo, pueden asumirse como una función decreciente de incrementos en adaptación y mitigación al cambio climático (Wang & Mc Carl, 2013).

Las acciones de adaptación pueden ayudar a disminuir los impactos económicos actuales de emisiones de GEI pasadas, en tanto que la mitigación ayuda a disminuir costos potenciales de emisiones futuras (de Bruin *et al.*, 2009).

La magnitud de respuesta ante variaciones climáticas tendrá un efecto específico sobre el costo económico derivado de lluvias extremas, sequías, huracanes y olas de calor; en ese sentido, el escenario más costoso sería la inacción; este costo puede ser atenuado por estrategias de adaptación (Fedele *et al.*, 2019; Rickards y Howden, 2012). Un enfoque de adaptación sólo incremental puede derivar en sobre-inversión en soluciones técnicas y no en transformaciones sociales que aumenten la capacidad adaptativa; una visión más holística permite una mayor incidencia en la toma de decisiones al centrarse en los factores relacionados con el cambio climático que si pueden ser modificados por políticas públicas (Nelson, *et al.*, 2010^b).

Los estudios sobre economía del CC usualmente se enfocan en costos de abatimiento de emisiones como fracción del PIB, sin embargo, la definición de costos y variables en términos de adaptación no son tan fácilmente medibles. La economía de la adaptación (*economics of adaptation*) definida así en los reportes del IPCC consideran rangos amplios de variables más allá del costo-beneficio, para evitar la maladaptación: medidas no monetarias o de no mercado, riesgo, desigualdad, política, desarrollo y educación (Chambwera *et al.*, 2014) además de costos de desastres, seguros, financiamiento, construcción y mejora urbana y diversificación económica.

Ilustración 1.2 Economía de la adaptación al cambio climático



*Elaboración propia

Las condiciones del clima se están alejando de los parámetros de variabilidad natural, es difícil identificar qué actividad humana y cuándo ha influido directamente sobre el clima mientras que el beneficio económico derivado de esas actividades es más fácil de cuantificar y por lo tanto se sobreestiman los beneficios y se minimizan los impactos sobre el clima. Cuando las naciones eligen opciones de adaptación para la redacción de sus leyes, planes y estrategias nacionales no se considera si estas metas son realistas o implica concesiones con actividades económicas prioritarias. No se aborda en los textos académicos que existirá resistencia en la protección de ciertos intereses y que las negociaciones no siempre serán exitosas, la adaptación se vuelve sólo discursiva sin una visión amplia de economía no convencional.

II. ESTADO DE LA ADAPTACIÓN A EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN AUSTRALIA, MÉXICO Y CHILE.

2.1 Contexto Australia

Australia es la isla más grande del planeta, el continente habitado más seco (70% de su extensión con menos de 350 mm de precipitación anual) y el sexto país más grande del mundo en un territorio de 7,692,000 km²; su población hasta septiembre de 2019 era de 25,464,116 habitantes (Commonwealth of Australia, 2017; Australian Bureau of Statistics, 2020). Australia se ubica entre los océanos Pacífico e Índico y su costa cubre un perímetro de 36,735 km.; su zona marítima económica es la tercera mayor del mundo con 10 millones de km² (Commonwealth of Australia, 2017). Además del gobierno federal, Australia se divide en 8 estados y territorios: Queensland, Nueva Galés del Sur, el Territorio del Sur de Australia, Tasmania, Victoria, Australia Occidental, el Territorio de la Capital de Australia y el Territorio del Norte. Las principales ciudades de Australia se localizan en los estados más poblados¹: Sydney en Nueva Gales del Sur y Melbourne en el estado de Victoria.

El gobierno federal otorga un alto grado de autonomía a los Estados y Territorios para determinar acciones de adaptación necesarias, sin embargo, la coordinación es fundamental para que las acciones efectivas de adaptación de gobiernos locales no se detengan por recursos humanos y financieros insuficientes (Noble *et al.*, 2014). En Australia, el plan de manejo de la cuenca hidrográfica del Murray-Darling requiere la coordinación de los tres niveles de gobierno en 5 estados debido a la magnitud e importancia de los recursos hídricos que proporciona.

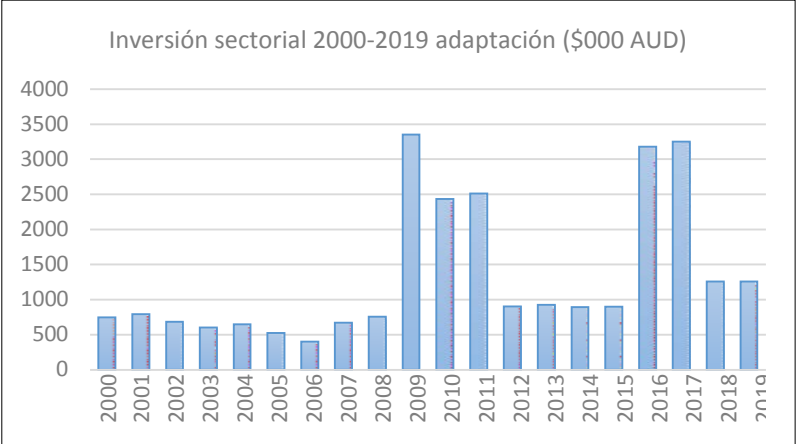
Australia es uno de los mayores productores de energía del mundo, exporta un volumen tres veces mayor que su consumo doméstico y es un importante productor agrícola (Commonwealth of Australia, 2017). Los países desarrollados (Australia entre ellos) eran los principales emisores

¹<https://www.australia.gov.au/about-australia/our-country>

de GEI hasta que en 2007 y 2008 los países en desarrollo aportaron 55% de las emisiones mundiales, principalmente por la generación de electricidad a partir de carbón, en países como India y China (Canadell y Raupach, 2011). A pesar de esto, Australia, es junto a los Estados Unidos de América, uno de los principales consumidores per cápita de energía con un uso cercano a cinco kilogramos de petróleo equivalente por persona al año sólo por debajo de Qatar, Kuwait y Los Emiratos Árabes Unidos que consumen nueve kilogramos por persona al año (Canadell y Raupach, 2011: 78).

Australia es considerada una nación rica con una sociedad liberal-demócrata en la cual existe amplio conocimiento, aceptación y conciencia social respecto al cambio climático y, por lo tanto, se destinan más recursos a la investigación y acciones de adaptación específicas (Palutikof et al. 2014, citado en Barnett et al., 2015). El gobierno australiano se ha comprometido a aportar 126 millones de dólares australianos, para establecer una agencia nacional de investigación en adaptación al cambio climático (Nelson, *et al.*, 2010^b) y la inversión en sectores y acciones de adaptación particulares en Australia ha seguido una tendencia estable con algunos años de inversión extraordinaria de 2009 a 2011 y en 2016 y 2017 (Gráfica 2.1).

Gráfica 2.1 Montos de inversión en sectores estratégicos adaptación al cambio climático en miles de dólares australianos de 2000-2019.



*Elaboración propia con datos del archivo de presupuesto del gobierno de Australia

Aunque el gobierno australiano ha invertido en promedio 0.103 de su PIB en acciones de adaptación al cambio climático durante los últimos 20 años, hasta junio de 2017, cerca de 22 programas, principalmente de reducción de emisiones, ya no estaban en ejecución incluyendo: el programa de alta eficiencia de ventilación y aire acondicionado, el fondo indígena de captura de carbono y el programa de eficiencia energética para sectores de bajos ingresos (Commonwealth of Australia, 2017).

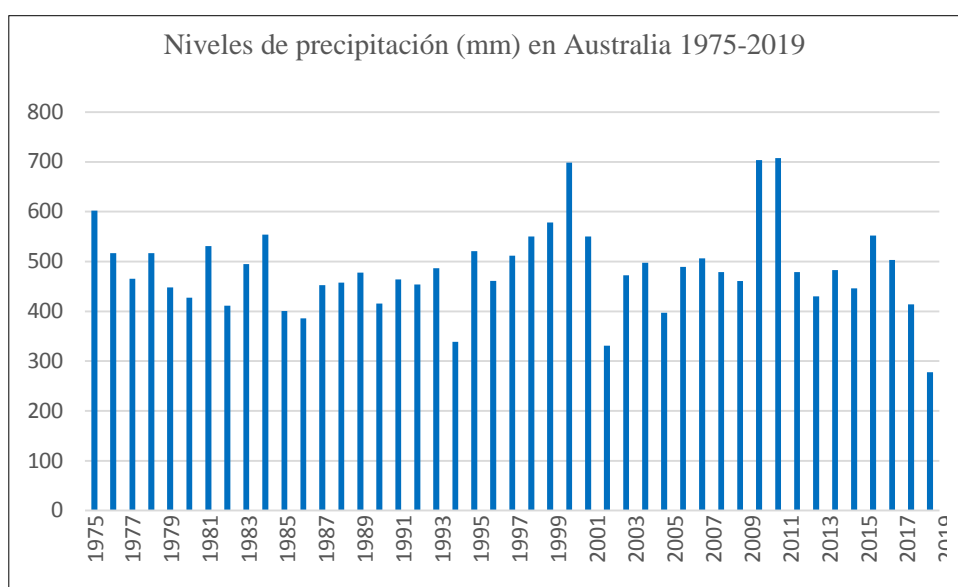
2.1.1 Vulnerabilidad a desastres climáticos en Australia

Australia es uno de los países desarrollados más vulnerables a los efectos del cambio climático, debido a su extensión territorial (7,692,000 km²) y variedad de climas, su economía basada en agricultura y explotación de recursos para la generación de energía y que la mayoría de sus habitantes se concentra en extensiones urbanas cercanas a la costa (Commonwealth of Australia, 2017). En el siglo XX, la temperatura promedio en Australia se incrementó en un grado centígrado; desde 1950 cada década ha sido más cálida que la anterior con temperaturas record en 2013, 2014 (2.47° C más que la media desde 1960) y 2016; y los eventos de clima extremo son cada vez más frecuentes e intensos, por ejemplo, temporadas de incendios más largas (Commonwealth of Australia, 2017).

Hasta los años noventa, la sequía se percibía como un evento aleatorio de un solo año para el que se destinaban fondos de emergencia, reduciendo los incentivos para que los agricultores internalizaran el riesgo y se adaptaran a largo plazo; actualmente se reconoce que la sequía es característica del clima en Australia y que será profundizada por el cambio climático (Nelson *et al.*, 2010^b). Las comunidades rurales hacia el interior del territorio australiano son vulnerables a la variabilidad climática debido, además de los factores ambientales, a las complejas interacciones entre estos y elementos económicos y sociales, por ejemplo, la falta de opciones productivas o medios alternativos de vida (Nelson *et al.*, 2010^a).

La vulnerabilidad en Australia también se debe a la gran variabilidad natural en niveles de precipitación, tanto interanual como entre décadas, (gráfica 2.2) influenciada principalmente por los eventos de El Niño y la Niña, así como por aumentos de presión atmosférica; que se intensifican debido al cambio climático (Commonwealth of Australia, 2017). A partir de los años setenta se ha reducido el nivel de precipitación en alrededor de un 19% en el período de mayo a julio en la parte sur-oeste de Australia, pero se ha incrementado para la parte norte en el mismo período (Commonwealth of Australia, 2017).

Gráfica 2.2 Precipitación (mm) promedio anual en Australia 1975 a 2019



*Elaboración propia con datos del Australian Bureau of Meteorology

En 2016 después de un verano particularmente seco, el área de conservación patrimonio mundial del desierto de Tasmania sufrió incendios que impactaron de manera significativa la infraestructura de energía, además de amenazar los valores culturales y los bienes naturales del área (Commonwealth of Australia, 2017).

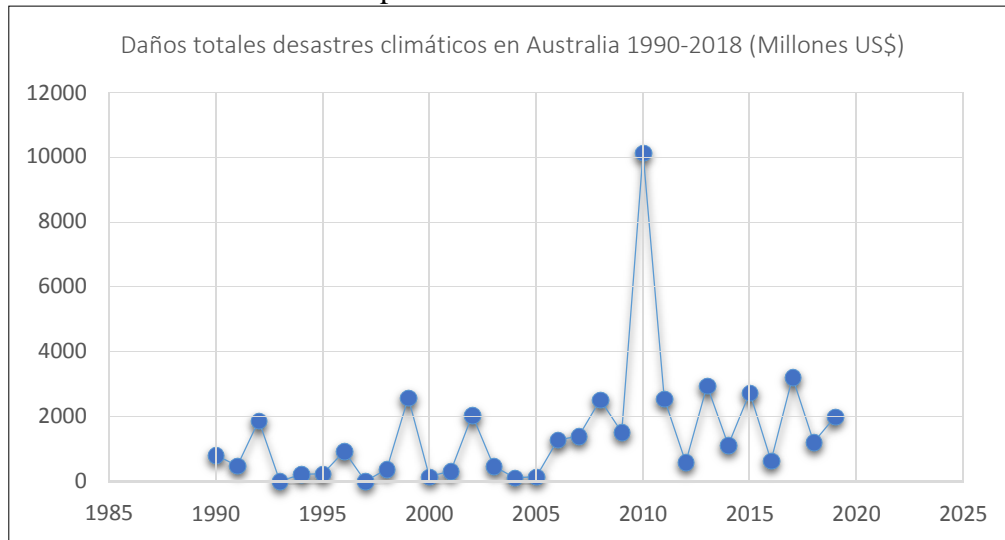
La flora en Tasmania es vulnerable a cambios en la frecuencia de incendios forestales; lo que llevó al gobierno a invertir 250 mil dólares australianos en investigación sobre riesgo de incendios y cambio climático como estrategia preventiva y de respuesta (Commonwealth of Australia, 2017).

Además de precipitaciones extremas, inundaciones, incendios y sequías, Australia se enfrenta al blanqueamiento de corales y los ciclones tropicales, cerca de diez ciclones severos han golpeado a la gran barrera de coral desde 2005 (Commonwealth of Australia, 2017). En marzo de 2017 el ciclón tropical Debbie atravesó la gran barrera de coral en la región de Whitsunday afectando el 28% del área, la cual se declaró zona de catástrofe; *los modelos de pronóstico climático, anticipan un descenso en el número de ciclones tropicales en Australia, pero un aumento en intensidad de aquellos que ocurran* (Commonwealth of Australia, 2017:120).

En 2011 las precipitaciones extremas causaron pérdidas por 5000 millones de dólares (Commonwealth of Australia, 2017) y un año anterior en 2010, sólo los desastres relacionados con el clima representaron costos por el 0.78 del PIB de Australia (gráfica 2.3); los costos relacionados con desastres climáticos han costado en promedio 0.1441% del PIB entre 2000 y 2018².

²Cálculos propios con base en información de EMDAT y el Insurance Council of Australia

Gráfica 2.3 Costos económicos por desastres climáticos en Australia de 1990 a 2019



*Elaboración propia con datos de Elaboración propia con datos de EMDAT e Insurance Council of Australia

2.1.2 Adaptación a desastres climáticos en Australia

En diciembre de 2015 el gobierno federal de Australia publicó la Estrategia Nacional de Resiliencia y Adaptación al Clima (National Climate Resilience and Adaptation Strategy); una serie de principios y lineamientos hacia objetivos nacionales que guían acciones de adaptación. Para cumplir con la visión expresada en la estrategia, se creó el grupo de referencia del gobierno australiano sobre desastres climáticos y resiliencia (El equivalente en México podría ser la comisión intersecretarial de cambio climático). Las funciones del grupo cubren entre otras: proporcionar información a las agencias de gobierno sobre desastres climáticos y resiliencia, así como sobre políticas y programas que ayuden en la toma de decisiones (Commonwealth of Australia, 2017).

De acuerdo con la séptima comunicación nacional de Australia ante la UNFCCC (2017), la adaptación es *un ajuste en sistemas naturales o humanos; sociales o económicos en respuesta a un cambio observado o esperado en el clima con la intención de reducir los impactos dañinos o buscar oportunidades benéficas derivados del cambio climático* (Commonwealth of Australia, 2017:6). El gobierno australiano y la Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth (CSIRO) han colaborado desde julio de 2016, en la plataforma de información y servicios sobre riesgo climático (Climate Risk Information and Services Platform), creada con el fin de integrar información sobre prácticas efectivas de adaptación y proyecciones climáticas³, sin embargo, esta herramienta en línea aún se encuentra en construcción.

La mayoría de los Estados y Territorios en Australia tienen planes y estrategias de adaptación establecidos en sectores estratégicos; los gobiernos de Queensland, Tasmania y Victoria implementaron en 2017 estrategias estatales de Adaptación (Commonwealth of Australia, 2017). Entre los sectores críticos, impactos y estrategias se pueden nombrar los siguientes (Tabla 2.1):

Tabla 2.1 Sectores estratégicos en adaptación al cambio climático

Sector	Impactos del cambio climático	Estrategias de adaptación
Ciudades medio construido y	Tormentas, ciclones e inundaciones, ondas de calor e incendios pueden dañar edificios, infraestructura, afectar la provisión de servicios y transporte. Aumentar el riesgo de personas heridas y enfermas y causar interrupciones en la cadena productiva por ausencias laborales. Se pueden dañar ecosistemas que proporcionan aire limpio y protección ante desastres. Crecimiento urbano en áreas de mayor riesgo.	El Sistema Nacional de información sobre exposición (NEXIS). La estrategia de resiliencia de infraestructura crítica. La integración de información y legislación en los mapas de ruta para fortalecer la resiliencia ante desastres en el entorno construido. Códigos de construcción, estándares y sistemas de evaluación de nuevas construcciones, guías técnicas de ingeniería. Planeación urbana a nivel local y uso de infraestructura verde.
Agricultura, recursos forestales y pesca	Incrementos en la temperatura y en la frecuencia de sequías y ondas de calor, así como la disminución de precipitación pueden afectar el volumen de producción agrícola, ganadera y forestal. Cambios en la	Manejo adaptativo incluyendo nuevas variedades de cultivos y semillas mejoradas, Sistemas de información geográfica para identificación de zonas agrícolas aptas. Compromiso de inversión de \$200 millones adicionales entre 2021-22, a través del programa de investigación y desarrollo rural (Rural Research and Development for Profit

³http://www.crisp.csiro.au/scan_audit, revisado el 12 de abril de 2020

	temporada de cosechas. Olas de calor y tormentas más frecuentes e intensas. El cambio climático, así como los cambios en uso de suelo y los patrones de viaje pueden afectar la bioseguridad del sector por plagas y enfermedades.	Programme). Acuerdos e intercambio de información con Estados y territorios en bioseguridad. Investigación en sistemas de riego y eficiencia hídrica. Apoyos fiscales para agricultores y fondos por \$2.97 billones para apoyos en emergencias por sequía.
Recursos Hídricos	Incrementos en la variabilidad y distribución de la precipitación, así como aumento en la frecuencia de lluvias extremas en el norte y sequías en el sur, reducción de los afluentes de ríos y arroyos. Inundaciones y lluvias más impredecibles pueden causar afectaciones en el suministro de agua potable.	Desarrollo de un mercado de derechos de agua a través de la <i>National Water Initiative, 2004</i> ; para generar un uso eficiente del agua y un mayor valor de uso. Herramientas de análisis costo-beneficio que guíen la planeación e inversión en acciones de adaptación. Programas de largo plazo en el manejo de recursos de la cuenca Murray-Darling, formada por el afluente de 23 ríos y de la cual dependen 4 millones de personas en 5 estados. Inversión de 10 billones en el programa de infraestructura y uso de agua rural sustentable.
Ecosistemas	El cambio climático puede exacerbar presiones como el blanqueamiento de los corales, los cambios en uso de suelo, la fragmentación del hábitat, modificar ciclos de reproducción y patrones de distribución de especies incluyendo plagas y especies invasoras.	Plan de sustentabilidad de largo plazo (2050) en la gran barrera de coral, con inversiones por 2 billones de dólares. La ley de protección al ambiente y conservación de la biodiversidad 1999 (EPBC Act) que reconoce que el cambio climático podría restringir el hábitat de especies y ecosistemas. La estrategia de conservación de la biodiversidad de Australia 2010–2030. Inversión de \$145 millones en el Programa Nacional de Ciencias ambientales y la iniciativa nacional AdaptNRM que reúne a científicos y profesionales para incluir al cambio climático en esquemas de manejo de recursos naturales. Inclusión de saberes tradicionales y comunidades indígenas en protección de biodiversidad
Salud y bienestar	Las ondas de calor han causado más muertes que cualquier otro evento natural en Australia en los últimos 100 años y el cambio climático podría volverlas más frecuentes. Heridas, enfermedades, muertes, destrucción de infraestructura hospitalaria e interrupción de servicios de salud por desastres climáticos. Daños a la salud mental en comunidades rurales como resultado de la sequía. .	La única estrategia contemplada es el fortalecimiento en la provisión de servicios de salud en general, así como el acceso a alimentos y agua limpia. El servicio meteorológico proporciona servicios de alerta por ondas de calor, sin embargo; no existen programas de salud dirigidos en particular a los efectos del cambio climático.
Manejo de Riesgo de Desastres	Impactos ambientales y financieros para gobiernos y empresas, así como físicos y psicológicos para las personas derivados de inundaciones, ciclones, incendios, sequías más intensos y frecuentes. Aumentos en las primas de seguros por un aumento en el riesgo de	Incorporación del marco Sendai 2015-2030 para la reducción de riesgo de desastres. La creación de un fondo de ayuda a estados y territorios ante desastres a través de la iniciativa <i>Natural Disaster Relief and Recovery Arrangements initiative</i> . Estrategia nacional de resiliencia ante desastres (NDRP 2011) con un compromiso de \$26 millones anuales, además de apoyos en

desastres. Desastres más frecuentes reducirán el tiempo disponible para la reconstrucción y recuperación económica.

investigación en geo ciencia, manejo de incendios, el ejército verde de Australia presta apoyo para limpieza y recuperación post desastre. también se otorgan fondos al servicio meteorológico para tener pronósticos oportunos. La reducción de la pobreza en países de zona Asia-Pacífico y transferencia de tecnología

*Elaboración propia con información de la 7^o comunicación Nacional de Australia ante la UNFCCC (2017) y la National Climate Resilience and Adaptation Strategy (2015).

2.1.3 Financiamiento a la Adaptación en Australia

Australia proporciona fondos para financiar la adaptación al cambio climático fuera de sus fronteras; con inversiones dirigidas en acciones de mitigación y adaptación que el gobierno australiano elige de acuerdo a su visión y sus prioridades, aunque se consideran las prioridades de los países socios y sus necesidades de financiamiento climático (Commonwealth of Australia, 2017). El apoyo financiero de Australia al extranjero está enfocado en la zona del Indo-Pacífico y se maneja por agencias administradoras, por ejemplo, becas y apoyos de la Agencia Australiana de Energías Renovables. Los apoyos, préstamos y transferencias de recursos se dan en 4 modalidades:

1. Contribuciones básicas a fondos multilaterales de cambio climático: 100% si el enfoque principal del instrumento es cambio climático como el Fondo de Clima Verde y un porcentaje en proyectos del Banco Mundial o el Banco Asiático de desarrollo.
2. Contribuciones básicas en apoyos binacionales y regionales: Si la adaptación o mitigación al cambio climático es el objetivo, Australia aporta el 100% de la contribución básica, si no, se realiza una evaluación proyecto a proyecto para aportar un componente climático de aproximadamente 30% de los fondos requeridos.
3. Movilización de inversión desde el sector privado: Hasta 2017 no se contaba con proyectos de financiamiento público-privados en cambio climático.
4. Otros canales oficiales

Las contribuciones de Australia para afrontar el cambio climático en naciones en desarrollo alcanzaron aproximadamente 200 millones de dólares australianos en el año 2010, 262 millones en 2014 y 200 millones en 2016; existe, además, el compromiso de proporcionar un billón para reducir emisiones y la vulnerabilidad al cambio climático (Commonwealth of Australia, 2017). Las aportaciones bilaterales del gobierno australiano hasta su séptima comunicación ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC) en 2017 fueron basadas en subvenciones, enfocadas en pequeños estados insulares del Pacífico y balanceadas entre acciones de mitigación y adaptación, aumentando la proporción de financiamiento a sectores estratégicos y preparación ante desastres (Commonwealth of Australia, 2017).

Australia también hace aportaciones importantes a organismos como el Global Green Growth Institute (28.3 millones AUD en 4 años y 25 países en desarrollo) el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) a la cual ha aportado un promedio de 2 millones y medio de dólares australianos entre 2013 y 2016 (Commonwealth of Australia, 2017). Se ha comprometido a aportar 200 millones AUD al fondo verde por el clima (Green Climate Fund) para apoyar programas y proyectos de la iniciativa privada (en reducción de emisiones) en países en desarrollo (Commonwealth of Australia, 2017).

Finalmente, el gobierno australiano ha apoyado al Panel Intergubernamental sobre cambio Climático (IPCC), principal organismo internacional de evaluación sobre conocimiento científico en temas de cambio climático. Aportó aproximadamente 900 mil dólares australianos entre 2013 y 2017 al IPCC, como apoyo a la participación de autores australianos en reportes del panel, incluyendo el Quinto Informe de Evaluación y la asistencia de autores de países en desarrollo a las reuniones del IPCC (Commonwealth of Australia, 2017).

Tabla 2.2 Programas de adaptación al Cambio Climático apoyados por Australia

Programas de adaptación al Cambio Climático apoyados por Australia en países en desarrollo	<p>Caminos para el desarrollo en Vanatu. Compromiso de \$28.5 millones AUD para mejorar caminos en riesgo por lluvias extremas e inundaciones</p>
	<p>La iniciativa de medio ambiente y cambio climático en Tuvalu, \$2.5 millones AUD para apoyar la implementación de Plan Nacional de Adaptación al cambio climático en Tuvalu, con enfoque en particular en agricultura y recursos hídricos.</p>
	<p>\$31.4 AUD en la iniciativa de manejo de desastres y riesgo climático en Filipinas</p>
	<p>\$8 millones AUD desde 2011 en inversión en el programa integral de manejo costero, apoyo técnico y financiero en desarrollo resiliente al clima en el delta del río Mekong en Vietnam.</p>
	<p>Memorandos de entendimiento sobre conservación y gestión de la biodiversidad marina, a partir de 2017 como apoyo a Malasia y Filipinas para manejar sus ecosistemas marinos.</p>
	<p>La iniciativa del triángulo de coral (2014) \$13.4 millones AUD para el uso sustentable de los bancos de coral en el Pacífico y el sureste asiático.</p>
	<p>Programa de apoyo al clima y los océanos en el Pacífico: compromiso por \$38 millones, entre 2012 y 2018, para monitoreo y reportes de clima y nivel del mar.</p>
	<p>Programa de adaptación basada en comunidades para pequeños estados insulares: 12 millones AUD desde 2009 en subvenciones para financiar actividades prioritarias de adaptación a nivel local.</p>

2.2 Contexto México

A partir de las elecciones presidenciales en México, en julio de 2018, accedió al poder el recién creado partido Morena, cuyo fundador y figura más prominente, Andrés Manuel López Obrador, se convirtió en el primer presidente de tendencia izquierdista en asumir ese cargo, teniendo como punto de impulso de su oferta política de campaña, un conjunto de propuestas de carácter esencialmente social, al que se dio en llamar Cuarta Transformación (4T).

Privilegiando el papel del Estado como agente dinamizador del desarrollo, la 4T ha basado su programa de gobierno en la ejecución de planes estratégicos, comenzando por la asistencia social en favor de los más pobres y la realización de grandes obras de infraestructura, detonadoras del crecimiento económico, como el Tren Maya, la refinería de Dos Bocas en

Tabasco, y el nuevo aeropuerto de la Ciudad de México, entre otras. Ha sido un asunto de primer orden el rescate de PEMEX, la empresa petrolera estatal, cuya viabilidad financiera constituye para la administración federal un símbolo de la soberanía energética del país.

Uno de los pilares del discurso presidencial es la denominada “austeridad republicana”, que se ha traducido –entre otras medidas– en la reducción de salarios de la alta burocracia, en el recorte de la plantilla laboral gubernamental en un buen número de Secretarías de Estado no estratégicas, y disminuyendo considerablemente el presupuesto de las mismas, apelando a la premisa del ejercicio racional de los recursos públicos. Sin embargo, tal política de austeridad ha incidido de manera importante en la operación de algunos programas, como es el referido al cambio climático. Es, por tanto, deseable que se analice con todo detenimiento y sensibilidad, el impacto que tales decisiones pudieran tener sobre un aspecto de la mayor trascendencia.

Desde la óptica de su situación geográfica y de las características generales de su territorio, México se encuentra entre los meridianos 118°22'00" y 86°42'36" de longitud Oeste, y entre las latitudes 14°32'27" y 32°43'06" Norte, a una altitud media de 1000 msnm. Tiene una superficie de 1.96 millones de *km*², lo que lo ubica en el decimotercer lugar del mundo por extensión y cuenta con 11,122 km de costa (Semarnat-INECC, 2018). Limita al norte con Estados Unidos de América y con la República de Guatemala y Belice, al sur.

De acuerdo con datos de la encuesta intercensal, la población de México es de 119,530,753 habitantes (INEGI, 2015)⁴. En 2019 el PIB de México fue de 18,506,693 millones de pesos (INEGI, 2020)⁵. En 2018 registró un PIB per cápita de 9,673.40 USD (World Bank, 2020)⁶. México cubre alrededor de 1.4% de la demanda de energía mundial, es el decimotercer exportador de petróleo, con 2.8% de la producción mundial y su estrategia para afrontar el reto que significa el cambio climático es la reducción de emisiones de GEI sin comprometer el desarrollo nacional y la creación de empleo (Semarnat-INECC, 2018).

⁴ Consultado en <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/default.aspx?tema=P> el 3 de abril de 2020

⁵ <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>

⁶ <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD>

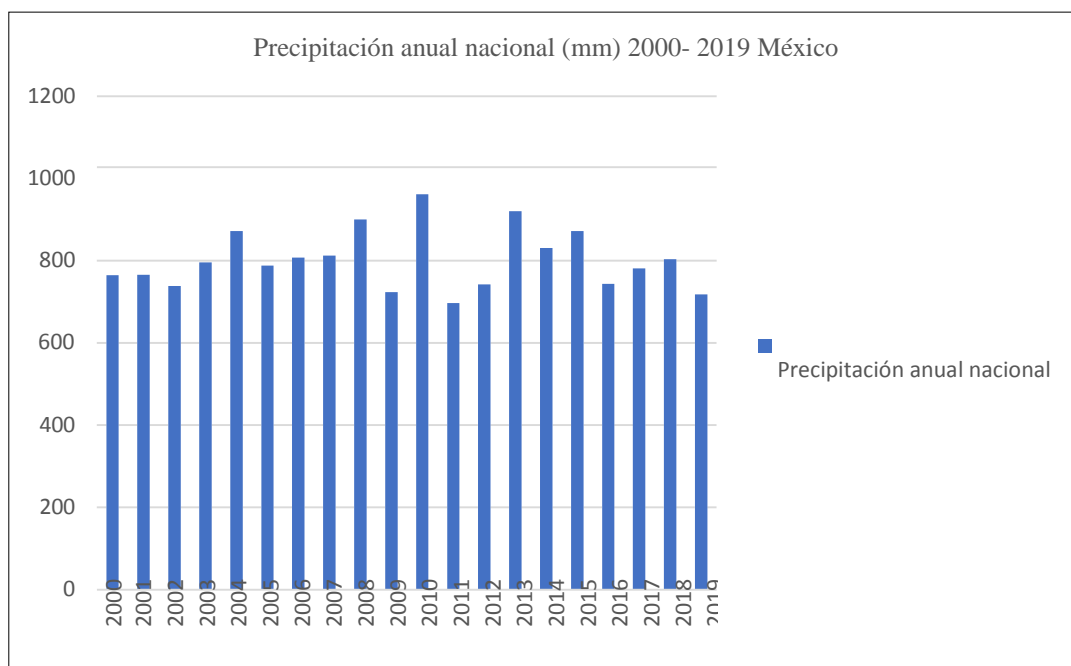
México fue sede de la Conferencia de las Partes, de la UNFCCC que se llevó a cabo en Cancún en 2010, durante la cual se establecieron: el Marco de adaptación de Cancún, el Comité de Adaptación y un programa de trabajo sobre pérdidas y daños. Con la publicación de su Estrategia Nacional de Cambio Climático visión 10-20-40, el gobierno federal ha instaurado tres ejes estratégicos para acciones de adaptación orientados a aumentar la resiliencia y disminuir la vulnerabilidad en infraestructura y ecosistemas (Gobierno de la República, 2013).

2.2.1 México: vulnerabilidad ante desastres climáticos

La Ley general de cambio climático (DOF, 2012:4) define la vulnerabilidad como el *nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos*. México es un país particularmente vulnerable a los impactos de la variabilidad climática como el incremento en la ocurrencia de desastres (huracanes, sequías e incendios) debido a su geografía y topografía y características socioeconómicas, así como por su dependencia en el sector agropecuario (Semarnat-INECC, 2018).

Los escenarios de cambio climático para el período que va de 2015 a 2039 anticipan un aumento en temperaturas anuales de hasta en dos grados centígrados en el norte del país y de entre un grado y un grado y medio en el centro y sur, así como una disminución de entre diez y veinte por ciento en los niveles de precipitación sobretodo en el sureste (Semarnat-INECC, 2018). En los últimos 20 años no se ha registrado una disminución significativa en los patrones de precipitación a nivel nacional (gráfica 2.4), pero si en su distribución y estacionalidad

Gráfica 2.4 Niveles de precipitación por año (mm) México 2000-2019



*Elaboración propia con datos de Servicio Meteorológico Nacional-CONAGUA

El Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (Semarnat-INECC, 2018) considera la vulnerabilidad a eventos particulares y en grupos específicos:

- Vulnerabilidad de asentamientos humanos y producción ganadera a inundaciones
- Vulnerabilidad de la producción ganadera y forrajera a estrés hídrico
- Cambio en la distribución potencial de especies prioritarias y en riesgo de extinción
- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves
- Vulnerabilidad de la población al incremento en la distribución del dengue

2.2.2 Desastres climáticos en México

La Ley General de Cambio Climático (DOF, 2012, última reforma 2018) establece herramientas para monitorear el comportamiento de eventos hidrometeorológicos extremos y mantener a la población informada sobre vulnerabilidad y riesgo: los sistemas de alerta temprana y el Sistema

Nacional de Protección Civil (Sinaproc). Además, se han generado mapas de riesgo por inundación, redes de monitoreo del nivel del mar, un sistema nacional de alerta de tsunamis y los Atlas de Riesgos Estatales (Semarnat-INECC,2018). Los montos asignados al Sinaproc en el Ramo 04 (Secretaria de Gobernación) del presupuesto de egresos de la federación durante las últimas 2 décadas muestran un máximo en 2012 y una tendencia a la baja desde entonces (gráfica 2.5).

Gráfica 2.5 Recursos asignados a la Coordinación Nacional del Sistema Nacional de Protección Civil



*Elaboración propia con información de Secretaria de Hacienda y Crédito Público, México

Tabla 2.3 Recursos asignados a la Coordinación Nacional del Sistema Nacional de Protección Civil

RAMO 04 SEGOB	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Coordinación del Sistema Nacional de Protección Civil (\$,000 USD)	\$ 9,665.68	\$14,739.46	\$ 6,231.35	\$ 7,313.20	\$ 7,518.38	\$ 6,730.08	\$10,593.24	\$12,106.57	\$16,611.21	\$ 9,847.18
	\$10,003.39	\$10,930.18	\$27,882.22	\$15,826.56	\$18,311.25	\$15,227.67	\$11,058.17	\$12,110.81	\$11,778.19	\$10,030.81

*Elaboración propia con información de Secretaria de Hacienda y Crédito Público, México

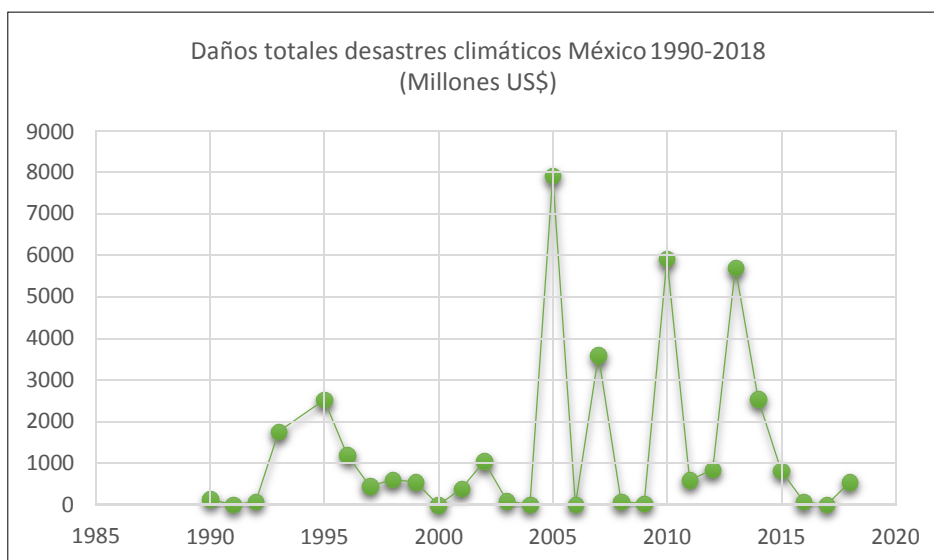
De acuerdo con información de Semarnat-INECC (2018), existe una relación de trece a uno en ocurrencia de desastres climáticos frente a geológicos con un costo diez veces mayor. En 2013,

los huracanes Ingrid en el Golfo de México, y Manuel en el Pacífico, impactaron de manera simultánea y costaron 34,829.2 millones de pesos, en 2014 el huracán Odile causó el peor daño eléctrico del que se tenga registro y costó más de 24,000 millones de pesos y en 2015 el huracán Patricia llegó a categoría cinco en sólo 18 horas y afectó 22 de los 32 estados de la República (Semarnat- INECC, 2018).

La Estrategia Nacional de Cambio Climático: visión 10-20-40 (ENCC, 2013) señala que los costos anuales relacionados con desastres climáticos se han triplicado y han pasado de un costo anual de 730 millones de pesos entre 1980 y 1999 a 21,950 millones de pesos anuales entre 2000 y 2012. En ese sentido, México cuenta con el Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), el cual recibió 1,874 millones de pesos entre 2005 y 2011 (1,538 mdp de 2012 a 2015) y un instrumento reactivo, el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) orientado a reconstrucción y que recibió 69,628 millones de pesos durante el mismo período es decir un monto 37 veces mayor (OCDE, 2013, Citado en PECC, 2014-2018). Del total de desastres atendidos con recursos del Fonden entre 1999 y 2017, 91% están relacionados con el clima; sin embargo, los efectos de estos eventos dependen también de la vulnerabilidad de los lugares y sistemas que son impactados (Semarnat-INECC, 2018).

De acuerdo con la base de datos internacional de desastres EM-DAT, entre 1990 y 2018 en México se han registrado 154 desastres climáticos, que han afectado en conjunto a aproximadamente 14,304,901 personas y han causado daños por más de \$37,566 millones de dólares (gráfica 2.6).

Gráfica 2.6 Daños en dólares reportados por EMDAT para desastres climáticos en México



*Elaboración propia con datos de emdat.be

2.2.3 Adaptación al cambio climático en México

El plan nacional de desarrollo 2012-2018 incluía dos objetivos relacionados de manera indirecta con el cambio climático: salvaguardar a la población ante un desastre e impulsar el crecimiento verde (Gobierno de la República, 2013). En México, como en otros países en desarrollo, existen recursos limitados y se hace necesario jerarquizar el gasto y establecer prioridades.

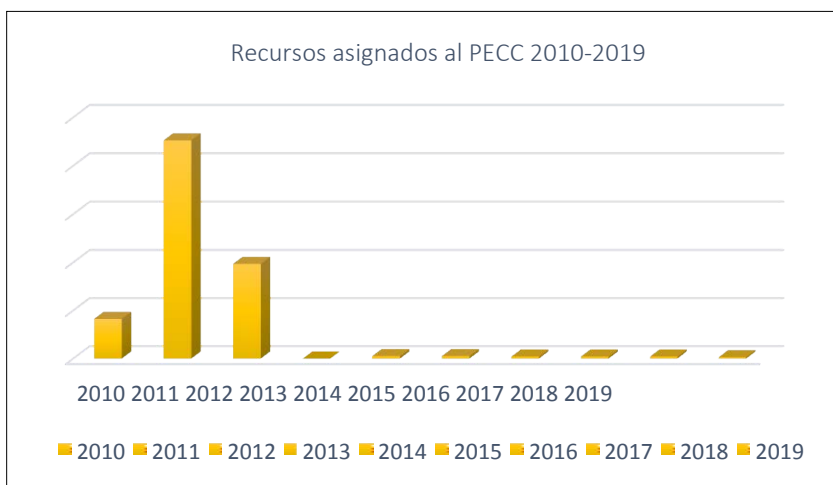
La mitad de las iniciativas institucionales de adaptación se implementan y reciben recursos a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y el resto por las 13 secretarías que integran la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (Semarnat-INECC, 2018). Los fondos públicos etiquetados como recursos para mitigación y adaptación a efectos del cambio climático se registran, en el anexo transversal en materia de cambio climático del presupuesto de egresos de la federación. En 2013, el monto asignado a este rubro fue de 2,173 millones de dólares que incrementaron hasta 2,483 millones de dólares en 2016 y disminuyeron a 2,076 millones de dólares para 2018 (Semarnat-INECC, 2018).

Las acciones contenidas en el PECC 2014-2018 tienen recursos asignados por las dependencias responsables de su cumplimiento.

Tabla 2.4 Recursos etiquetados como Programa Especial de Cambio Climático (MXN)

	2010	2011	2012	2013	2014
Recursos etiquetados como programa especial de cambio climático (2010-2019)	\$ 82,514,916.00	\$ 452,700,000.00	\$ 197,200,946.00	NA	\$ 5,185,413.00
	2015	2016	2017	2018	2019
	\$ 5,226,620.00	\$ 4,171,757.00	\$ 4,144,198.00	\$ 4,130,173.00	\$ 3,022,005.00

Gráfica 2.7 Recursos etiquetados como Programa Especial de Cambio Climático



*Elaboración propia con datos de SCHP

Además de los recursos públicos asignados en el presupuesto de egresos de la federación las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en México dependen de fondos internacionales. Entre 2012 y 2017 México recibió 27,075 millones de dólares para financiar proyectos, principalmente en eficiencia energética y energías renovables (INECC, 2014). Aunque los sectores con financiamiento ante el cambio climático son específicos, es difícil cuantificar su magnitud y efecto debido a la poca disponibilidad de datos oficiales y confiables y a los múltiples y variados instrumentos y definiciones para hacer operativo este concepto (INECC, 2014). En la sexta comunicación nacional de México ante la UNFCCC se establece que, hasta el primer semestre de 2018, en México, como en el resto del mundo, se carece de una

sistematización adecuada de información sobre los montos reales de la participación de flujos financieros para el clima que se monitorean y recolectan (Semarnat-INECC, 2018:556).

En México se han financiado proyectos por 109,311 millones de pesos con recursos transferidos a través del Banco Mundial y otras agencias de desarrollo y cooperación internacional⁷; el 93 % de estos fondos son préstamos que el gobierno mexicano o las empresas deberán devolver, y el resto corresponde a donativos y transferencias no reembolsables (INECC, 2014).

Si bien las transferencias internacionales son necesarias para financiar la adaptación en México, estos recursos son dirigidos a sectores, regiones y proyectos específicos determinados por el gobierno que otorga los fondos, pero que no siempre corresponden a la realidad y prioridades de México con respecto al cambio climático. En México se ha adoptado la adaptación basada en ecosistemas y en mejoras de la infraestructura para reducir el riesgo de desastres (adaptación física) y la adaptación basada en comunidades (adaptación social) y la forma en que se implementan acciones de adaptación es mediante la adición de elementos que consideran los efectos del cambio climático en instituciones y acciones ya existentes (adaptación incremental) (Semarnat-INECC, 2018). Los sectores prioritarios para la adaptación a efectos del cambio climático en México (Tabla 2.5) establecidos en el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, (PECC) son:

Tabla 2.5 Sectores prioritarios en adaptación en México

Sectores Prioritarios PECC 2014-2018	Impactos esperados
AGRICULTURA	Disminución de la productividad del maíz para 2050, pérdida en la fertilidad de suelos. La mayoría de los cultivos resultarán menos adecuados para la producción en México hacia 2030. Sequías más frecuentes, aumento en la demanda de agua en zonas urbanas y en la región norte del país. Precipitación más intensa y frecuente,

⁷principalmente a través de organismos del Banco Mundial, la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), el Fondo de Tecnología Limpia, el Fondo Global para el Medio Ambiente, la Agencia Alemana de Cooperación (GIZ) y la Agencia de Cooperación de los Estados Unidos de América del Norte (USAID) así como el gobierno de Canadá, Japón y Noruega

RECURSOS HIDRICOS	aumento del riesgo para alrededor de 2 millones de personas que son actualmente vulnerables a inundaciones.
COSTAS	Aumento en el nivel del mar, afectaciones a los sectores hídrico y agrícola por efecto de intrusión salina. Cambios en número e intensidad de huracanes y tormentas con consecuencias sociales y económicas.
ECOSISTEMAS Y BIODIVERSIDAD	Reducción del área cubierta de bosques de coníferas, especies de zonas áridas y especies forestales de zonas templadas, baja productividad para las pesquerías, reducción de la mitad de especies de mamíferos hacia 2050 y pérdida de su rango de distribución histórica en más del 80%.
INFRAESTRUCTURA	Aumento en número e intensidad de ciclones tropicales y tormentas que afecten infraestructura turística, portuaria, de energía, comunicaciones y transportes.

*Adaptado de Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (Gobierno de la República, 2014:10).

La sexta comunicación de México ante la UNFCCC (Semarnat-INECC, 2018) menciona como conclusión a la evaluación respecto al estado de la adaptación en México que aún son necesarios estudios de costo-beneficio y costo-efectividad para una exitosa implementación de estrategias de adaptación. Resulta crucial incorporar criterios de cambio climático en los instrumentos de planeación y fortalecer los sectores prioritarios en adaptación como seguridad hídrica y alimentaria y salud humana. En lo que concierne a desastres climáticos, se requiere una visión de largo plazo orientada a la prevención y no a la atención post-desastre, que es el enfoque actual en México, y generar conocimientos sobre impactos de desastres asociados al clima que tomen en cuenta variaciones y cambios inevitables en el clima (Semarnat-INECC, 2018).

2.3 Contexto Chile

El territorio de Chile se extiende en 2,006,096 km^2 y en tres continentes: la parte occidental y meridional de América del Sur entre las coordenadas 17°30' y 56°30' LS (latitud sur), la Isla de Pascua, en Oceanía y la Antártida o continente antártico. Limita al norte con Perú, al este con Bolivia y Argentina y al oeste con el océano Pacífico. Chile posee una zona económica exclusiva de 200 millas náuticas que lo posiciona como uno de los diez países pesqueros más importantes del mundo; en 2012 este sector empleaba cerca de 90 mil personas y producía casi 3.8 millones

de toneladas en 2014 por un valor mayor a cuatro mil millones de dólares (FAO, 2014: citado en la tercera comunicación nacional Chile UNFCCC, 2016).

Chile es una República unitaria dividida en 15 regiones administrativas, que comparten características geográficas y condiciones socio-económicas y culturales; además existen 54 provincias y 346 comunas y se reconocen cinco regiones naturales (tabla 2.6) con características climáticas comunes (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). El producto interno bruto de Chile en 2018, fue de 298.23 billones de USD y su población casi de 19 millones de personas; es considerado uno de los países en Latinoamérica con mejores resultados macro económicos y en control de la inflación, resultado de una política estabilizadora del ciclo económico (World Bank, 2020). Chile posee un modelo económico abierto y estable, que favorece el comercio y la inversión; liderado por la actividad minera, en particular la industria del cobre, que es el principal sector de exportaciones (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). El consumo energético de la población chilena es de 2.006 kg de petróleo equivalente per cápita (World Bank, 2020).

Tabla 2.6 Regiones Naturales de Chile

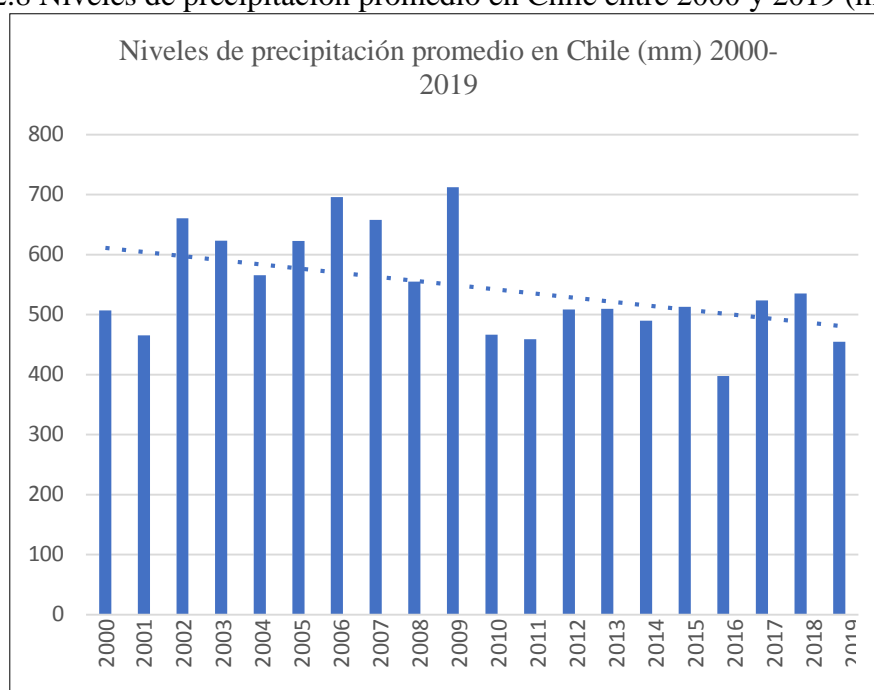
Norte grande	Predominio de condiciones de desierto en las regiones administrativas de Arica, Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.
Norte chico	Clima subhúmedo en la costa y semiárido hacia el interior en las regiones Atacama, Coquimbo y norte de Valparaíso (hasta el río Aconcagua).
Zona central	Climas templados cálidos y precipitación estacional de invierno, Sur de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O'Higgins, Maule y norte de Biobío (hasta el río del mismo nombre).
Zona sur	Frecuente nubosidad y abundantes precipitaciones, comprende la zona sur de la región del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.
Zona Austral	Climas fríos y lluviosos, comprende las regiones administrativas de Aisén y de Magallanes.

*Tomado de la 3ra comunicación nacional de Chile ante la UNFCCC, Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile, 2016 p. 118.

En la costa chilena se da la presencia del anticiclón del Pacífico sur oriental (APSO) y de la corriente marina fría de Humboldt; además, el fenómeno del Niño, modifica las condiciones climáticas interanuales, la temperatura del océano, el patrón de precipitación y la temperatura

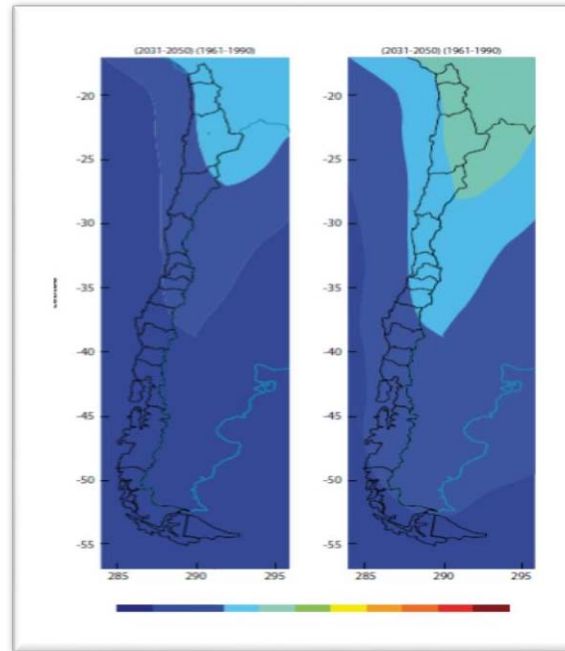
del aire (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). La temperatura promedio y la precipitación en Chile van desde los 6°C con un clima húmedo en el extremo austral, hasta condiciones desérticas y 17° C en el norte; el nivel de precipitación en los últimos veinte años muestra una tendencia decreciente (gráfica 2.6). Las condiciones de sequía y aridez en Chile no son extrañas; sin embargo, eventos particularmente prolongados y severos como la mega sequía en el centro del país entre 2010 y 2015 (cuando las condiciones en el Pacífico son normales) pueden relacionarse con el cambio climático antropogénico.

Gráfica 2.8 Niveles de precipitación promedio en Chile entre 2000 y 2019 (mm)



*Elaboración propia con datos de Meteochile

Ilustración 2.1 Variaciones de temperatura en Chile bajo los escenarios RCP 2.6 y 8.5



*Tomado de Plan Nacional de Adaptación Chile (2015:16)

Chile es vulnerable ante lluvias extremas que serán más frecuentes como consecuencia del cambio climático; las costas bajas, archipiélagos e islas son vulnerables a incrementos de entre veinte y treinta centímetros en el nivel del mar hacia el año 2100 y existen, además ecosistemas montañosos en riesgo (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). Las ciudades son vulnerables a la contaminación atmosférica y a interrupciones en el suministro de agua potable debido a tormentas cálidas o tormentas de nieve (Vicuña *et al.*, 2013). La pesca artesanal es vulnerable a episodios de marea roja, como los acontecidos en 2016 que provocaron una crisis socio ambiental sin precedentes (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

El país es propenso a la sequía y a la desertificación, la migración y el desplazamiento de personas, también se asocia a un incremento en el número e intensidad de desastres climáticos (OIM, 2017). Uno de los desiertos más áridos del mundo, el Atacama, se encuentra en Chile y podría aumentar su aridez como consecuencia del cambio climático debido a mayores

variaciones de la temporada de lluvias y el 20% de reducción ya observado en la precipitación. (OIM, 2017). Se esperan reducciones de entre el 5% y 15% en las Cuencas de los ríos Copiapó y Aysén para el período 2031-2050 (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). Otro cambio significativo en Chile es la reducción de los glaciares y el agua disponible para las principales actividades económicas como agricultura, minería y generación de energía eléctrica (OIM,2017).

2.3.1 Estado de la Adaptación en Chile

La Estrategia Nacional de Cambio Climático, publicada en 2006, establece los lineamientos para afrontar el reto del cambio climático, 2 años más tarde se aprobó el instrumento para su operacionalización: el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012. A pesar de la estabilidad económica en Chile y las aportaciones de la Comunidad Europea al MMA desde 2011, el proceso de adaptación se ve limitado por recursos financieros insuficientes, cambios en las instituciones públicas que tienen un alto nivel de rotación de personal y una corta visión política que se traduce en un bajo nivel de compromiso (Aldunce *et al.*; 2014).

La inversión que en Chile se destina a reducción de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático ha sido heterogénea entre años y entre instituciones y no hay certidumbre acerca de que un programa específico cuente con recursos dentro del presupuesto nacional para su ejecución (Ministerio de Medio Ambiente, 2016). Entre el año 2000 y 2018, la inversión en adaptación al cambio climático ha representado el 0.18% del PIB en promedio; sin embargo, muestra una tendencia decreciente, aunque estable durante los últimos diez años (Gráfica 2.9).

Gráfica 2.9 Inversión en adaptación como porcentaje del PIB de Chile 2000-2018



*Elaboración propia con datos de La Dirección de Presupuestos; Gobierno de Chile

En general se consideran algunos sectores estratégicos que serán impactados por los efectos del cambio y la variabilidad además de los desastres climáticos y en los cuales se centran acciones de adaptación particulares (Tabla 2.7)

Tabla 2.7 Sectores estratégicos en adaptación al cambio climático en Chile

Sector	Impactos del Cambio Climático	Estrategias de Adaptación
Recursos Hídricos	Afectaciones en la disponibilidad de agua por variaciones en la acumulación de nieve y hielo en la cordillera de los Andes y reducción de los caudales de los ríos Limarí e Illapel. El derretimiento de glaciares también puede generar inundaciones.	Gestión sustentable de los recursos hídricos a nivel institucional y usuarios: fortalecimiento y capacitación de las Organizaciones de Usuarios del Agua (OUAs); gestión local de los recursos hídricos, a nivel de cuencas hidrográficas. Obtención de recursos desde nuevas fuentes, como plantas desalinizadoras y otra infraestructura hídrica. Sistemas de monitoreo y desarrollo de una Ley de conservación de glaciares. Mejora en la provisión de agua potable en comunidades rurales. Reutilización y cultura de conservación del agua en la comunidad y en todos los niveles educativos..

Bio- diversidad y ecosistemas	Cambios en la vegetación hacia matorrales desérticos, ecosistemas y especies serán afectados por variaciones en temperatura y precipitación. La velocidad de adaptación de las comunidades de plantas y animales, no es compatible con la rapidez con que se prevé seguirán ocurriendo los cambios climáticos.	Investigación en biodiversidad y creación de capacidades en gestión, información y conciencia ambiental, a nivel nacional, regional y local. Planificación territorial urbana, fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas e implementación de medidas de adaptación en ambientes tanto terrestres como marinos e islas oceánicas; en espacios rurales, urbanos y periurbanos.
Sector Agricultura, Silvicultura	Impactos en las dinámicas de empleo rural y de migración, derivados de desastres climáticos, el potencial de producción se expandiría en el sur y se reduciría en el norte entre el 10% y el 20%. Redistribución de tierras aptas para el cultivo de vid y una reducción de 25 % del área total. Cambios en la productividad agrícola, en los requerimientos de riego y en las fechas óptimas de siembra. Modificación en la composición química y las características organolépticas de las uvas, variaciones en las fechas de maduración, en la presión de plagas, enfermedades y malezas.	Potenciar la producción forestal y agrícola sustentable (social, económica y ambiental) a través del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Fomento a la investigación e innovación. Generación de mercados para productos del sector. Modernización del Ministerio de Agricultura y sus servicios. Mejorar la competitividad de la agricultura.
Sector Pesca y Acuicultura (Ecosistemas marinos)	Efectos sobre la abundancia y en la distribución de las especies. Afectaciones a la intensidad y frecuencia de El Niño, además de generar otras condiciones ambientales propicias para eventos de marea roja. Cambios en características físicas (temperatura, patrones de corriente oceánica) y biogeoquímicas (grado de acidez, contenido de oxígeno, concentración de nutrientes).	Enfoque precautorio y ecosistémico en la pesca y acuicultura como una forma de mejorar la resiliencia. Investigación y difusión acerca de efectos del cambio climático sobre el sector. Educación y capacitación a usuarios y actores relevantes del sector pesca y acuicultura. Mejorar el marco normativo, político y administrativo.
Sector Infraestructura (Manejo de Desastres)	Infraestructura estratégica como puentes y caminos, así como obras de drenaje y almacenamiento de agua directamente expuesta a desastres hidrometeorológicos más frecuentes e intensos. Aumento de lluvias de mayor intensidad y a la ocurrencia de tormentas cálidas	Construcción de protecciones fluviales, piscinas decantadoras y estabilización de taludes. Desarrollo de una metodología para la Identificación y Evaluación de Riesgos de Desastres en Proyectos de Inversión Pública que incorpora el cambio climático. Acción conjunta del ministerio de medioambiente y la Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI) a través de la Plataforma Nacional de Reducción del Riesgo de Desastre. Planes regionales de contingencia y mapas de vulnerabilidad y zonas de riesgo. Desarrollo de infraestructura de riego, regulación (recarga de acuíferos), conducción, nuevas fuentes y tecnificación.

Ciudades	Pérdidas humanas y materiales debido a la concentración de población e infraestructura. Olas de calor intenso que pueden verse acentuadas por las características del suelo en la ciudad. Presión adicional sobre los sistemas de alcantarillado y el suministro de agua potable, demanda creciente de energía y servicios de transporte. También se espera una mayor presión sobre los servicios de salud.	Planificación y ordenamiento territorial para enfrentar adecuadamente las olas de calor, inundaciones o sequías y nuevas condiciones climáticas. Desarrollo de mapas de vulnerabilidad de la ciudad e identificación de zonas de riesgo por eventos meteorológicos. Plan de contingencia y capacidad de respuesta de los servicios de la ciudad frente a emergencias y comunicación sobre riesgo y planes de contingencia.
Sector Salud	Impactos en la salud producto de las olas de calor y frío; aumento en enfermedades infecciosas, lesiones y defunciones, enfermedades mentales y migración, enfermedades alérgicas y asociadas a las altas temperaturas, tales como la malaria y el dengue las cuales no se encuentran presentes en Chile actualmente, y enfermedades transmitidas por garrapatas.	Levantamiento de información y monitoreo para generar planes ante desastres climáticos, brotes de enfermedades, contaminación de agua y alimentos. Creación de capacidades en el sistema de salud (profesionales, política pública y academia). Disminución de vulnerabilidad ante enfermedades infecciosas entre personas de estratos socioeconómicos más bajos. Promoción e información a la población sobre los impactos del cambio climático en la salud para generar medidas de auto cuidado y organización en comunidad para disminuir su vulnerabilidad.

*Elaboración propia con información del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático Chile, 2014 y La Tercera comunicación Nacional de Chile ante la UNFCCC, 2016.

La capacidad adaptativa de Chile es insuficiente ante los impactos esperados del cambio climático, por lo que la ejecución del proceso de adaptación en políticas de desarrollo del Estado resulta imprescindible (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). La participación de la sociedad civil y la iniciativa privada deben contribuir al esfuerzo por adaptarse efectivamente al cambio climático en todos los sectores, algunos planes de y proyectos de adaptación a efectos del cambio climático adoptados en Chile se mencionan en la tabla 2.8:

Tabla 2.8 Planes de y proyectos de adaptación a efectos del cambio climático adoptados en Chile

	<p>Sistema Nacional de Gestión del Riesgo y Emergencia Agrícola, que tiene un fuerte componente de monitoreo y gestión de información de variables agrometeorológicas.</p> <p>“Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del Ministerio Obra Pública” (Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012).</p>
<p>Programas de adaptación al Cambio Climático implementados en Chile</p>	<p>“Adaptación urbana al cambio climático” (MMA, 2014)</p> <p>Vulnerabilidad y Adaptación a la Variabilidad y al Cambio Climático en la Cuenca del Río Maipo en Chile Central, más conocido como Maipo Plan de Adaptación (MAPA), proyecto financiado por el International Development Research Center (IDRC) y coordinado por el Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile</p> <p>El CR2, Centre for Climate and Resilience Research de Chile ha identificado 236 acciones publicas, privadas y organizadas por la sociedad civil de adapatación alcambio climático, cmo incentivos económicos, obrasde infraestructura, mecanismoslegales y fondos de recuperación de desastres (Aldunce, 2016^b).</p>

*Elaboración propia con datos de Aldunce et al., 2016^b: Base de datos de prácticas de adaptación a la variabilidad y cambio climático

III. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

El objetivo principal de esta investigación es estudiar el efecto que tiene la inversión en sectores específicos ante los costos económicos de eventos relacionados con el clima, como lluvias extremas, ciclones, sequías y olas de calor en Australia, Chile y México para determinar qué costos asumirían los gobiernos de estas naciones de no implementar acciones de adaptación.

La estrategia metodológica se compone de tres apartados. En primer lugar, una revisión de: la Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático México 10-20-40; El Plan Nacional de Adaptación de Chile (PNACC) y la Estrategia Nacional de Adaptación y Resiliencia al Clima de Australia 2015 con el objetivo de definir sectores estratégicos y recopilar datos sobre inversión y clima. En segundo lugar, se presenta un modelo de análisis de datos panel con el fin de analizar la relación entre inversión en sectores estratégicos, variables climáticas y los costos asociados con desastres climáticos. Finalmente, la combinación de los dos apartados previos para la elaboración de escenarios denominados inacción, manejo y transformación.

Biesbroek *et al.* (2010) mencionan que los acuerdos voluntarios, incentivos financieros, compensaciones o apoyos gubernamentales e incluso las sanciones y la regulación pueden ser instrumentos de adaptación efectivas. Siguiendo esta idea, para hacer operativo el concepto *estrategia de adaptación*, se consideran los recursos efectivamente asignados en sectores y programas estratégicos en los presupuestos de egresos nacionales de 3 países.

Para este análisis se eligieron países que cuentan con una estrategia nacional de adaptación al cambio climático, diferentes niveles de capacidad adaptiva, es decir, ingresos y nivel de desarrollo. En estos países, se identifican diferentes tipos de clima debido a su ubicación geográfica y los tres son vulnerables a los efectos del cambio y la variabilidad climática. Los países seleccionados para este trabajo son casos ilustrativos y no representativos de alguna región específica, pero se han seleccionado para entender cómo se da respuesta al reto de la adaptación al cambio climático en diferentes contextos.

3.1 Definición de sectores estratégicos y recopilación de datos

Los sectores estratégicos en materia de adaptación al cambio climático se definieron a partir de la revisión de las Estrategias Nacionales de Adaptación, las comunicaciones nacionales ante la UNFCCC y El Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC) de México. Se eligieron programas y sectores que se encontraran en las tres estrategias y atendieran objetivos similares, de modo que pudieran ser comparables (Tabla 3.1). La inversión en estos sectores se obtuvo de los presupuestos de egresos de cada uno de los 3 países, bajo las partidas presupuestarias asignadas a dichos sectores.

Tabla 3.1 Partidas presupuestales asignadas a sectores estratégicos Australia, Chile y México.

Sector	Partida especial o programa específico		
	AUSTRALIA	MEXICO	CHILE
Costas	Australian Institute of Marine Science Great Barrier Reef Marine Park	Dirección General de Zona Federal marítimo-terrestre y ambientes costeros	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile
Agricultura, pesca y recursos forestales	Grains Research and Development Corporation	Programa de aseguramiento agropecuario (AGROASEMEX)	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias Instituto de Desarrollo agropecuario
Recursos hídricos (water resources)	Murray-Darling Basin Authority Outcome 3 - More efficient and sustainable use of Australia's water resources	Sistemas Meteorológicos e Hidrológicos- CONAGUA manejo sustentable del agua y prevención de inundaciones	Dirección General de Aguas
Manejo de riesgo de desastres (disaster risk management)	Emergency response fund/drought relief fund Meteorological and related science service	Coordinación del Sistema Nacional de Protección Civil	Oficina Nacional de Emergencia
*Recursos etiquetados bajo el rubro "cambio climático"	Climate Solutions Fund Department of the Environment and Energy (National Adaptation Response)	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático Programa Especial de Cambio Climático	Instituto Antártico Chileno Comisión Nacional/ Ministerio del Medio Ambiente
Ecosistemas	Director of National Parks	Comisión Nacional Forestal	Corporación Nacional Forestal

Con la finalidad de recopilar información necesaria se revisó en primer lugar la base de datos de EM-DAT, para obtener información sobre costos asociados a desastres clasificados únicamente como: sequías, inundaciones, huracanes, ciclones, incendios forestales, ondas de calor o lluvias torrenciales. Se obtuvieron registros desde 1990 hasta 2018 para los tres países, aunque se encontraron observaciones sin datos de estimación económica de daños para algunos eventos y años específicos. Los datos faltantes se complementaron con información del Insurance Council of Australia y el Centro Nacional para la Prevención de Desastres en México, revisando detenidamente la fecha y el tipo de evento para evitar duplicidades.

Los datos sobre inversión se consultaron en los archivos históricos en línea de los presupuestos de egresos año por año de los tres países. La información sobre costos se redujo al período 2000-2018, debido a que es el período que se encuentra disponible para consulta en línea en el sitio web de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en México. Las cifras acerca del PIB en moneda local de cada país se obtuvieron del Banco mundial. Los datos sobre temperaturas y precipitación se tomaron del Servicio Meteorológico Nacional de México de la Comisión Nacional del Agua; el Australian Bureau of Meteorology y El Servicio Meteorológico Chileno (Meteochile).

Las variables incluidas en los modelos reflejan dos fuerzas que ejercen influencia sobre los costos asociados con desastres climáticos: a) La inversión en sectores considerados prioritarios en estrategias de adaptación, a través de la revisión año por año para identificar el surgimiento, desaparición o modificación de políticas de adaptación a través del tiempo (Berrang-Ford, *et al.*, 2011), b) aquellas que capturan la variabilidad climática (Crimp *et al.*, 2019).

Finalmente, se consideró importante incluir una variable relacionada con el efecto derivado de la disparidad en los ingresos, pues un grado mayor de urbanización se asocia con un aumento en los costos de desastres (McAneney *et al.*, 2019). Esta variable, sin embargo, se dejó de lado debido a que no se obtuvo suficiente información de calidad para los tres países.

3.2 Modelo econométrico y especificación empírica

La estructura de datos panel se conforma por observaciones sobre las mismas unidades a través de varios períodos, pueden ser series de tiempo individuales sobre países (industrias, hogares o individuos) que se agrupan y se analizan de manera simultánea (Verbeek, 2012). Los modelos de datos panel se utilizan para estudiar principalmente la variabilidad intra y entre grupos. La disponibilidad de observaciones repetidas en la misma unidad de tiempo y de variables explicativas en 2 dimensiones (individuos y tiempo) permite estimar modelos más realistas y complejos, aunque en tal caso no puede asumirse independencia entre las observaciones, y esto puede resultar una limitación en la práctica, (Verbeek, 2012).

Un modelo de datos panel no sólo es adecuado para explicar por qué las unidades individuales se comportan de manera distinta sino también para explicar el comportamiento de una unidad específica en diferentes momentos, sin embargo, una desventaja del modelo es que tener los mismos individuos en diferentes momentos podría implicar menor variación en las variables explicativas y llevar a estimadores ineficientes (Verbeek, 2012).

El modelo econométrico para datos de panel o pool, inicia con el planteamiento de la hipótesis de trabajo: En México, Australia y Chile las variaciones en la temperatura y precipitación, así como las estrategias de adaptación al cambio climático tienen un impacto estadísticamente significativo en los incrementos que registran los costos de desastres climáticos. Esa hipótesis se expresa de la siguiente manera:

$$C_{it} = \alpha + \beta_0 INV_{it} + \beta_1 RAIN_{it} + \beta_2 MAX_{it} + \beta_3 MIN_{it} + \beta_4 GLOBAL_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde i = nacional, países seleccionados, t = 2000-2019, C_{it} costo asociado con eventos de clima extremo como porcentaje del PIB para cada país en cada año, INV inversión en estrategias de adaptación al cambio climático como porcentaje del PIB en el año t en país i en este modelo las pendientes β son idénticas para todas las observaciones o países en este caso.

Tabla 3.2 Nombre y signo esperado de las variables utilizadas en el modelo

Variable	Unidades	Signo esperado
Costo (C_{it})	Porcentaje del PIB	
Inversión en estrategias de adaptación (INV)	Porcentaje del PIB	Negativo (-)
Precipitación (RAIN)	mm de agua	Positivo (+)
Temperatura Máxima (MAX)	Grados celsius	Positivo(+)
Temperatura Mínima (MIN)	Grados celsius	Positivo(+)

Donde C_{it} son los costos económicos definidos en la base de datos sobre catástrofes EM-DAT del CRED (centre for research on the epidemiology of disasters) de la Universidad de Lovaina, Bélgica. Estos datos se compararon y complementaron con los reportados en el reporte de *Impacto socioeconómico provocado por los desastres naturales entre 2000 y 2015* de Cenapred que se calculan como costo de reposición por daños en bienes de sectores público, privado y social según el precio de mercado e incorpora el gasto que ejercen las autoridades federales y estatales en la atención de la emergencia y los operativos de salud y con los costos de reposición de bienes asegurados reportados por el Insurance Council of Australia.

En este modelo, α representa un costo inevitable para cada evento extremo y país, en caso de que la inversión en estrategias de adaptación fuera igual a cero en el año t y sin considerar el efecto de variaciones y cambio climático. Los parámetros β representan la contribución de cada variable en las variaciones del costo total (permaneciendo el resto de las variables constantes). El último componente del modelo ε_i es la perturbación aleatoria la cual representa aquellos factores que afectan los costos asociado con un desastre climático, pero no se incluyen de manera explícita en la ecuación.

3.3 Contenido de las estrategias nacionales de adaptación y planificación de escenarios

Para este estudio se eligió el método de análisis de estrategias nacionales de adaptación propuesto por Biesbroek *et al.*, (2010) para países europeos y que consiste en la evaluación de

seis puntos: (1) motivaciones (2) interacción entre ciencia y toma de decisiones (3) comunicación y transferencia de conocimiento (4) responsabilidades asignadas a diferentes niveles (5) transversalidad y criterios de priorización (6) mecanismos de revisión y evaluación. Deliberadamente se ha dejado fuera el punto tres, respecto a comunicación y transferencia de conocimiento por estar más allá del alcance e interés de este trabajo.

El uso de un análisis de datos panel y una aproximación descriptiva de las estrategias nacionales de adaptación al cambio climático, se utilizan como un complemento a los perfiles de vulnerabilidad de cada país para construir escenarios futuros en los cuales se pueda ver reflejado el costo de la inacción. El análisis de documentos en conjunto con los resultados de un modelo de regresión multivariado, así la información contenida en los escenarios de emisiones del IPCC (2018) se utilizaron para generar escenarios denominados adaptación- inacción.

Las proyecciones realizadas para estudiar las consecuencias del cambio climático antropogénico se denominan escenarios y tienen objetivos, características e interpretación distintos de aquellos derivados de un pronóstico (Semarnat, 2016:458). La planificación de escenarios consiste en la creación y contraste de futuros plausibles con el objetivo de explorar las posibles consecuencias de una decisión. Esta metodología, toma en cuenta la incertidumbre más que enfocarse en la predicción precisa de un solo resultado y evalúa posibles futuros y transformaciones probables (Peterson, Cumming y Carpenter, 2003; Walker *et al.*, 2004). En esencia, los escenarios son historias dinámicas que contienen elementos esenciales acerca del futuro de un sistema incorporando fuerzas externas y respuestas de actores clave que resulten creíbles.

La planeación de escenarios empieza con la identificación de un problema central y los factores ecológicos o sociales que influyen en las dinámicas del sistema y en la capacidad de las personas para enfrentar y aprovechar los cambios, de este modo se pueden tomar decisiones orientadas hacia un futuro más deseable en un panorama de incertidumbre (Peterson *et al.*, 2003). Las alternativas de acción se convierten entonces en escenarios que necesitan revisarse para revelar elementos no considerados en la pregunta inicial. Se distinguen 6 fases en la construcción de escenarios (Peterson *et al.*, 2003):

(1) Identificación del problema central: los costos económicos relacionados con desastres climáticos.

(2) Evaluación sobre impactos, relaciones e interacciones con elementos del sistema: se parte de los supuestos analizados por el IPCC en su Informe especial sobre los impactos del calentamiento global de 1.5°C con respecto a los niveles preindustriales; y el comportamiento de la inversión en combinación con variables climáticas.

(3) Identificación de alternativas: en este punto se considera la metodología propuesta por Biesbroek *et al.*, (2010), para el análisis de las NAS en Europa, relacionado con motivaciones, visiones y vínculo ciencia-decisiones.

(4) Construcción de escenarios: Se construyen con base en las propuestas presentadas en las NAS en Australia, México y Chile para responder a probables impactos de un aumento de temperatura de entre 1.5° y 2°C. Se consideran también las proyecciones hechas en cada una de las comunicaciones nacionales de cada país y el análisis de datos inversión y estrategias de adaptación. En cada uno se revisa qué tan novedosa es la propuesta de cada país, si no existe una estrategia específica se considerará inacción para ese sector o impacto particular.

(5) Validación

(6) Selección de políticas

En este trabajo se consideran los primeros 4 pasos de la planificación de escenarios. En la identificación del problema central se toma en cuenta el tipo de desastres más costosos y frecuentes para cada país y la tendencia que siguen.

IV. RESULTADOS

Los costos relacionados con desastres climáticos durante los últimos veinte años han representado para México un promedio de 0.2736% de su PIB anual, aproximadamente 1,591,647 miles de dólares, mientras que en Australia el costo se aproxima a 1,889,054 miles de dólares, monto que representa sólo un 0.1441% de su PIB (debido al tamaño mayor de la economía australiana). En el peor año, los desastres climáticos, significaron para México el 1.183% de su PIB que es también el mayor valor para cualquiera de los tres países en cualquier año, al menos hasta antes de los devastadores incendios de 2019 y 2020 en Australia. En Chile, durante este período, el costo de los desastres ha sido un 0.1513 % de su PIB, aproximadamente 351,750 miles de dólares, aunque esto puede ser explicado por la falta de estimaciones de desastres registrados.

En la Tabla 4.1 podemos ver las diferencias entre países respecto a costos de desastres climáticos y elementos como temperaturas y precipitación. El país que otorga un mayor porcentaje de su PIB a sectores estratégicos en adaptación es Chile con un 0.16% seguido por Australia con un 0.10% del PIB en promedio de forma anual y por último México que ha asignado en promedio 0.079% de su PIB en las 2 décadas recientes. La mayor variabilidad en costos de desastres se da en México y en cuanto a la inversión los datos más dispersos están en Australia, lo que puede significar algunos años de altos montos de inversión y años de montos muy bajos, respecto a Chile, por ejemplo, en donde la inversión se mantiene relativamente estable a través del tiempo sin grandes picos o disminuciones.

Analizando variables climáticas como temperatura y precipitación Australia es el país más seco de los 3 mostrando mayores temperaturas y menor precipitación y también el que presenta mayor variabilidad en estas variables, por lo tanto, la sequía y los incendios serán un reto en los años próximos. México es el país con mayor cantidad promedio de precipitación anual y en realidad, los desastres más costosos para México son los relacionados con huracanes e inundaciones. Finalmente, Chile es un país seco y frío con las temperaturas promedio más bajas,

pero un bajo nivel de precipitación, aunque con alta variabilidad en el cual son frecuentes fenómenos como la sequía.

Tabla 4.1 Estadísticos descriptivos de variables utilizadas en el modelo

Variable	País	Media	Desviación estándar	Valor Máximo	Valor Mínimo
Costo Desastres % PIB	México	0.2736	0.3296	1.1830	0.0002
	Australia	0.1441	0.1653	0.7784	0.0131
	Chile	0.1513	0.1836	0.6151	0.0020
Inversión % PIB	México	0.0791	0.0533	0.2253	0.0049
	Australia	0.1050	0.0624	0.2661	0.0404
	Chile	0.1697	0.0249	0.2201	0.1404
Precipitación	México	806.59	69.27	962.10	697.20
	Australia	505.27	99.05	707.73	331.24
	Chile	551.01	85.63	712.58	397.48
Temperatura máxima	México	29.09	0.48	30.10	28.30
	Australia	29.40	0.57	30.19	28.27
	Chile	17.77	0.33	18.48	17.15
Temperatura mínima	México	14.14	0.72	15.10	12.90
	Australia	15.64	0.37	16.26	14.93
	Chile	10.08	0.19	10.40	9.62

*Elaboración propia con base en fuentes de información secundaria.

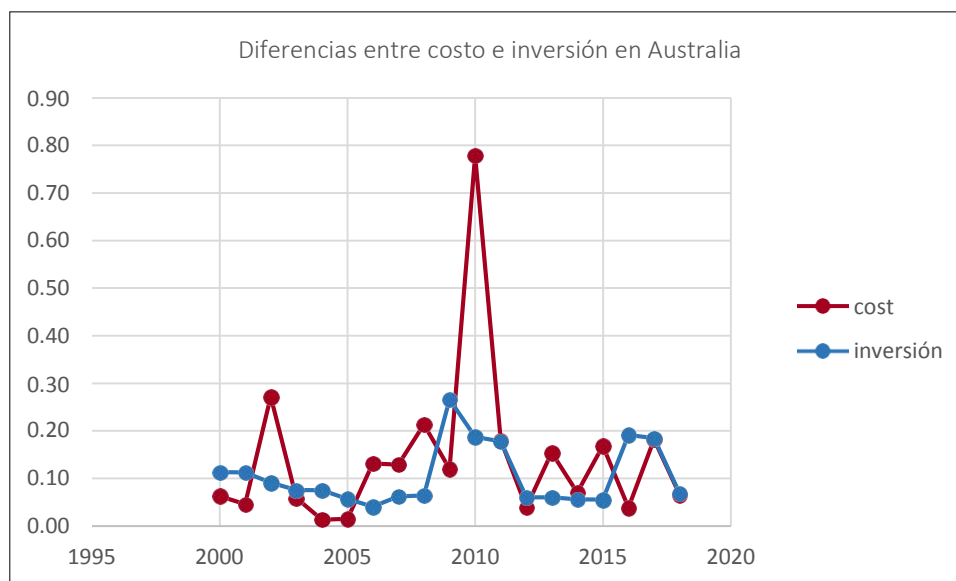
Los años más costosos para Australia se muestran en la tabla 4.2. Al momento de la elaboración de este trabajo no se tenía una cifra definitiva sobre el costo de los recientes incendios en Australia en 2019 y 2020, sin embargo, se estima que han sido los más costosos desde 1850 con un área de casi 8 millones de hectáreas perdidas.

Tabla 4.2 Años más costosos por desastres climáticos en Australia

Australia							
Año y % PIB	Evento	Inversión % PIB	En el año previo	El año siguiente	Temperatura máx. °C	Precipitación (anomalías)	Anomalia global °C
2010 0.78%	Inundaciones	0.1872	0.2661	0.1775	28.51°	238.16 mm	0.57°
2002 0.27%	Sequía, incendios y tormentas	0.0908	0.1127	0.0753	29.93°	-133.96 mm	0.50°

2008 0.21%	Tormenta e inundaciones	0.0641	0.0617	0.2661	29.17°	13.49 mm	0.410°
2017 0.182%	Incendios y tormentas	0.1843	0.1914	0.0681	30.02°	37.91 mm	0.70°
2011 0.1803%	Inundaciones	0.1775	0.1872	0.0601	28.5°	242.53 mm	0.440°

Gráfica 4.1 Costos de desastres climáticos e inversión en adaptación como porcentaje del PIB de Australia de 2000 a 2018



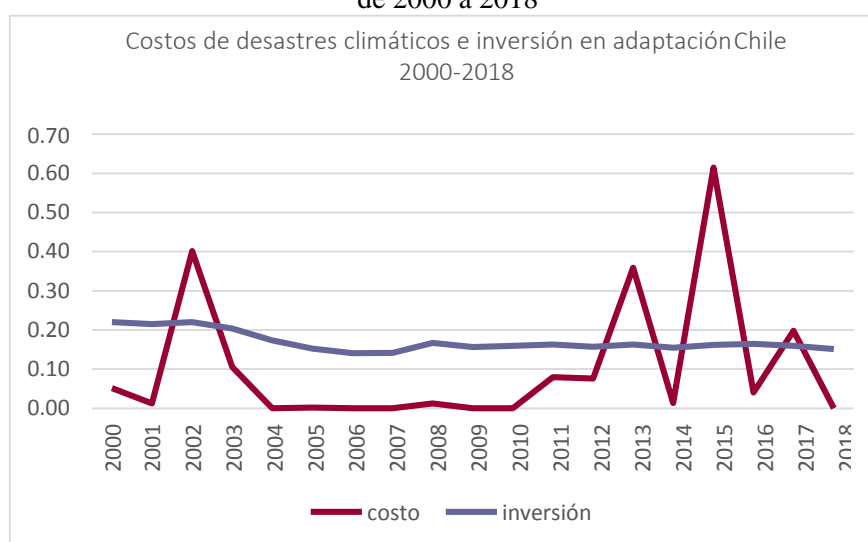
*Elaboración propia con datos de EM-DAT, Insurance Council of Australia y el archivo de presupuesto del gobierno de Australia

El verano del año 2015 fue uno de los más cálidos registrados en Chile, durante este año las inundaciones costaron al país el 0.62% de su producto interno bruto (tabla 4.3). La gráfica 4.2 muestra que la inversión en Chile se ha mantenido estable, mientras los eventos extremos se comportan de forma aleatoria, pero son más frecuentes a partir de 2013. El gobierno chileno identifica que el cambio climático está asociado a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos; la Plataforma Nacional de Reducción del Riesgo de Desastre cuenta con las contribuciones conjuntas del Ministerio del Medio Ambiente y la Oficina Nacional de Emergencias.

Tabla 4.3 Años más costosos por desastres climáticos en Chile

Chile							
Año y %PIB	Evento	Inversión %PIB	En el año previo	El año siguiente	Temperatura máxima °C	Precipitación (anomalía)	Anomalía global °C
2015 0.62%	Tormentas, Inundaciones, incendios	0.1620%	0.1547%	0.1642%	18.17°	-88.38 mm	0.78°
2002 0.402%	Temperaturas extremas, incendios, inundaciones	0.2201%	0.2150%	0.2041%	17.38°	59.1 mm	0.5°
2013 0.359%	Temperaturas extremas	0.1627%	0.1571%	0.1547%	18.02 °	-91.5 mm	0.53°
2017 0.198%	Incendios, inundaciones	0.1592%	0.1642%	0.1513%	17.95°	-77.7 mm	0.7°
2003 0.106%	Incendios	0.2041%	0.2201%	0.1738%	17.87°	22.06 mm	0.52°

Gráfica 4.2 Costos de desastres climáticos e inversión en adaptación como porcentaje del PIB de Chile de 2000 a 2018



*Elaboración propia con información de EM-DAT y la dirección de presupuestos del gobierno de Chile

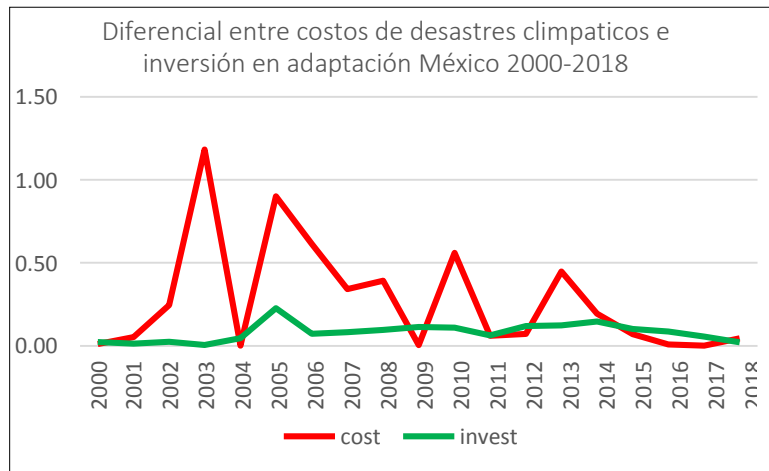
En México los desastres climáticos más costosos se registraron en 2013, 2006 y 2003, en los tres años posteriores a estos eventos, la inversión incrementó (Tabla 4.4), es decir, la atención a desastres pudo motivar inversiones en sectores estratégicos, aunque esto no siempre se cumple.

Tabla 4.4 Años más costosos por desastres climáticos en México

México							
Año	Evento	Inversión % PIB	En el año previo	El año siguiente	Temp. máx. °C	Precipitación (anomalía)	Anomalía global °C
2003 1.183%	Temperaturas extremas, Inundaciones, incendios	0.0049%	0.0238%	0.0444%	28.6°	23.08 mm	0.52°
2005 0.901%	Huracán, inundaciones	0.2253%	0.0444%	0.0722%	29°	15.08 mm	0.56°
2006 0.613%	Temperaturas extremas, Inundaciones, incendios	0.0722%	0.2253%	0.0802%	29.2°	34.98 mm	0.52°
2010 0.559%	Huracán, inundaciones	0.1088%	0.1111%	0.0611%	28.5°	189.08 mm	0.57°
2013 0.447%	Huracanes Ingrid y Manuel	0.1215%	0.1177%	0.1455%	29.2°	147.48 mm	0.53°

*Elaboración propia con base en fuentes de información secundaria

Gráfica 4.3 Costos de desastres climáticos e inversión en adaptación como porcentaje del PIB de México de 2000 a 2018



*Elaboración propia con datos de CENAPRED, EM-DAT y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público

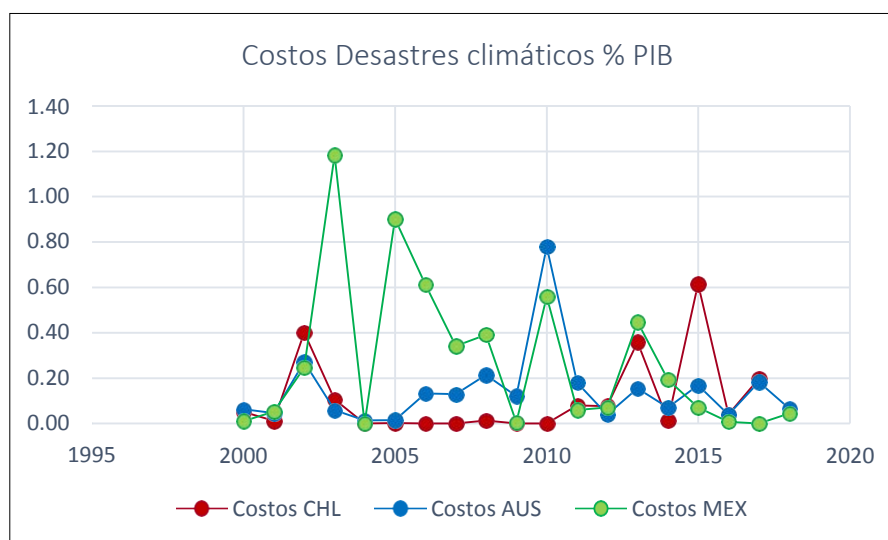
Tabla 4.5 Comparativo años más costos en desastres climáticos entre países.

Australia		México		Chile	
Costo % PIB	Inversión %	Costo % PIB	Inversión	Costo % PIB	Inversión
2010 (0.78)	0.187%	2003 (1.1830)	0.0049%	2015 (0.62)	0.1620%
2002 (0.27)	0.0908%	2005 (0.9015)	0.2253%	2002 (0.402)	0.2201%

2008 (0.21)	0.0641%	2006 (0.6130)	0.0722%	2013 (0.359)	0.1627%
2017 (0.1820)	0.1843%	2010 (0.5593)	0.1088%	2017 (0.198)	0.1592%
2011 (0.18)	0.1775%	2013 (0.4474)	0.1215%	2003 (0.106)	0.2041%

*Elaboración propia con información de EM-DAT, Insurance Council of Australia y Cenapred.

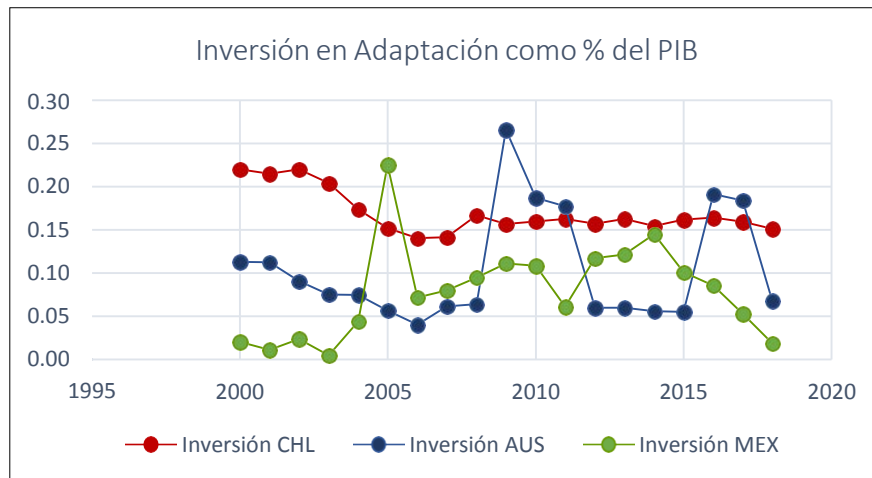
Gráfica 4.4 Comparativo costos de desastres climáticos en México, Chile y Australia de 2000 a 2018.



*Elaboración propia con información de EM-DAT, Insurance Council of Australia y Cenapred.

Al parecer en Chile, los desastres se están sub-reportando o no existen estimaciones confiables de daños en unidades monetarias, los costos son similares a México y Australia, superando incluso a estos dos en el año 2015. No podemos anticipar en qué momento llegará un evento climático de gran magnitud, sólo saber qué nivel de riesgo puede ser aceptable y qué condiciones subyacentes de vulnerabilidad son inaceptables aún sin desastres. La gráfica 4.5 nos muestra la inversión en adaptación como porcentaje del PIB, esto puede aproximar una idea sobre el nivel de prioridad que se asigna a la adaptación al cambio climático en cada país; Sin embargo; existe gran variabilidad en la asignación de presupuestos que no parece responder a un factor específico.

Gráfica 4.5 Inversión en sectores y programas estratégicos de adaptación al cambio climático en Chile, México y Australia como porcentaje del PIB 2000-2018



*Elaboración propia con presupuestos de egresos de los tres países

4.1 Modelo de Datos Panel

En primer lugar, se revisaron las correlaciones entre costos de desastres climáticos y la inversión, temperatura máxima, precipitación, temperatura mínima y anomalías en temperatura global. En la tabla 4.6 se puede notar una baja correlación entre costos y las variables elegidas para el modelo, así como un signo contraintuitivo en inversión sugiriendo que conforme se incrementa la inversión también crecen los costos lo cual podría significar que la inversión crece como respuesta a la atención a emergencias y una visión de adaptación reactiva ante el cambio climático.

Tabla 4.6 Correlación entre costo y otras variables

Variables	Costo	Signo esperado
Inversión en estrategias de adaptación (INV)	0.0754	Negativo (-)
Precipitación (RAIN)	0.3428	Positivo (+)
Temperatura Máxima (MAX)	0.0739	Positivo(+)
Temperatura Mínima (MIN)	-0.0031	Positivo(+)
Anomalías en temperatura global (GLOBAL)	0.0533	Positivo(+)

En la tabla 4.7 podemos ver un resumen de los modelos estimados para relacionar los costos de desastres climáticos con la variable inversión y las variables biofísicas: Temperatura máxima, temperatura mínima, nivel de precipitación anual y anomalías en temperatura global. En primer lugar, se estimó un modelo de regresión lineal por el método de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) para el conjunto de datos de los tres países sin encontrar coeficientes significativos a un nivel de confianza de 95%. Se utilizó una estimación por OLS incluyendo una variable dummy para cada país y así estimar un intercepto específico para cada nación, sin encontrar coeficientes significativos a un nivel de confianza de 95%.

En la estimación del modelo de datos panel por efectos fijos y aleatorios se considera que:

- 1) El modelo de efectos fijos, es un modelo de regresión lineal en el cual el intercepto varía para las unidades individuales y en el cual se asume que cada observación x_{it} es independiente de e_{it} por lo que se obtiene un estimador insesgado (Baum, 2006)
- 2) En el caso de efectos aleatorios no se considera un intercepto individual como un efecto fijo de cada unidad, en lugar de eso se considera que efectos individuales son eventos aleatorios no correlacionados con los regresores y el término de error (Baum, 2006)

El modelo de efectos fijos muestra un mayor valor de R^2 debido a variaciones al interior de los países pero no entre ellos. Finalmente se realizó una estimación de datos panel por efectos aleatorios sin encontrar coeficientes significativos a un nivel de confianza de 95%. Las cuatro estimaciones mostraron un coeficiente positivo para inversión, sugiriendo que conforme la inversión crece también crecen los costos, aunque no hay una correlación significativa, lo cual indica que las variaciones en inversión no están relacionadas con los costos de desastres climáticos.

Tabla 4.7 Resumen de estimaciones

VARIABLES	OLS	OLS país	Efectos Fijos	Efectos Aleatorios
Constante	-0.340027 (*0.386)	1.4461 (*0.678) AUS	1.125506 (*0.725)	-0.2921611 (*0.382)
		-0.77507 (*0.560) CHL		
		-0.33035 (*0.247) MEX		
Inversión	0.9886 (*0.179)	0.91074 (*0.213)	0.9107427 (*0.213)	0.9886327 (*0.172)
Temperatura máxima	.034412 (*0.339)	.0251311 (*0.858)	.0251311 (*0.858)	0.0344121 (*0.333)
Precipitación	.0003797 (*0.205)	.0007394 (*0.253)	.0007394 (*0.253)	.0003797 (*0.199)
Temperatura mínima	-.06417 (*0.318)	-.1789026 (*0.102)	-.1789026 (*0.115)	-.0641704 (*0.304)
Anomalia global	.200276 (*0.490)	.533245 (*0.137)	Omitida	.2002762 (*0.487)
R²	0.1619	0.2184	within = 0.1689 between = 0.0225 overall = 0.0336	within = 0.1234 between = 0.9775 overall = 0.1619

* P>|t|95% Conf. Interval

Variables	Coeficientes		Diferencia
	(b) Efectos fijos	(B) e. aleatorios	b-B
Inversión	.9107427	0.9886327	-0.07789
Temperatura máxima	.0251311	0.3441221	-0.0092811
Precipitación	0.0007394	0.0003797	0.0003596
Temperatura mínima	-0.1789026	-0.0641704	-0.1147321

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\chi^2(4) = (b-B)'[(V_b - V_B)^{-1}](b-B) = 3.12$$

$$\text{Prob} > \chi^2 = 0.6815$$

Para comparar el valor de los coeficientes en las estimaciones por método de panel se realizó la prueba de Hausman. La prueba muestra que no existe una diferencia sistemática entre ambas estimaciones. Con el valor del estadístico (3.12) y el p-valor (0.6815) mostrados en la prueba, no se rechaza la hipótesis nula: la diferencia en coeficientes no es sistemática, y se prefiere el modelo de efectos aleatorios frente al de efectos fijos. Sin embargo, en ninguno se encuentran variables significativas en un intervalo de confianza al 95%. Los resultados de las estimaciones no muestran un efecto directo de la inversión sobre los costos de eventos climáticos extremos.

4.2 Contenido de las Estrategias de Adaptación

El proceso de adaptación a efectos del cambio climático se mueve desde una fase de reconocimiento social hacia la formulación e implementación de estrategias, leyes, planes y programas (IPCC, 2014). En este apartado se estudian de manera paralela los discursos formales sobre adaptación reflejados en las diversas motivaciones, propósitos y visiones de las estrategias nacionales en Australia, Chile y México. Esta revisión profundiza en el análisis de los estudios de caso, para entender la relación entre las estrategias de adaptación al cambio climático y el incremento (o disminución) en costos de desastres climáticos en estos tres países. Los instrumentos que guían la política nacional de adaptación al cambio climático y se analizan en este apartado son:

- National Climate Resilient and Adaptation Strategy, Australia 2015
- Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40, México 2013; elaborada por Semarnat con la colaboración de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), la Embajada del Reino Unido, y la Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ)
- El plan Nacional de Adaptación, Chile 2015 elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente con la colaboración de la Agencia de cooperación alemana para el desarrollo (GIZ)

El análisis cualitativo del proceso de adaptación al cambio climático en estos tres países identifica similitudes, puntos comunes y diferencias de cada proceso en cada nación. Con base en la metodología propuesta por Biesbroek et al. (2010), se revisan ocho puntos en cada uno de estos documentos: motivaciones, relación entre ciencia y toma de decisiones, asignación clara de responsabilidades, criterios de priorización en la selección de las acciones de adaptación y criterios de evaluación; además de la visión, alcance y principios rectores. La tabla 4.8 muestra los resultados de la evaluación de estos puntos para los tres países.

Tabla 4.8 Contenido de las Estrategias Nacionales de Adaptación

Crterios	Australia	México	Chile
Motivaciones	La estrategia surge a partir del Marco de Adaptación al Cambio Climático, 2007 (NCCAF), para reducir la vulnerabilidad en regiones y sectores estratégicos y el riesgo asociado a desastres climáticos y cumplir con el compromiso del marco de acción de Hyogo 2005-2015 e implementar el marco Sendai de reducción de desastres 2015-2030 en Australia y países adheridos a la UNISDR, así como cumplir con su compromiso de reducción de 5% en nivel de emisiones del año 2000.	El mandato derivado de la Ley General de Cambio Climático (LGCC, 2012), compromisos internacionales, con el fin de acceder a tecnología y fondos internacionales e implementar un protocolo con fuerza legal a más tardar en 2020 (a mayo de 2020 no se había logrado). Mantener y aumentar el reconocimiento de México como líder en la región de Latinoamérica, actor clave en acuerdos globales y puente con otros países en desarrollo.	Chile se adhirió a la UNFCCC en 1994 y en 2002 ratificó el protocolo de Kyoto. En 2006 se publica la Estrategia Nacional de Cambio Climático y 2 años después el “Plan de Acción Nacional de Cambio Climático: 2008-2012” (PANCC), durante el primer mandato de la Presidenta Bachelet. El cumplimiento de acuerdos por parte del gobierno chileno le permite acceder a financiamiento a través del Fondo Verde del Clima y el Fondo Especial de Cambio Climático entre otros.
Visión y Alcance y propósito	Actuamos juntos para apoyar la prosperidad y el bienestar en Australia y más allá mediante la construcción de la resiliencia de las comunidades, la economía y el medio ambiente a un clima variable y cambiante	Manejo sustentable, eficiente y equitativo de los recursos naturales, uso de energías limpias y renovables, desarrollo con bajas emisiones de GEI. Ser un país próspero, competitivo, socialmente incluyente y con responsabilidad global, que genera empleos suficientes y bien remunerados para toda su población, en particular, para la más vulnerable.	Fortalecer la capacidad de Chile para adaptarse al cambio climático profundizando los conocimientos de sus impactos y de la vulnerabilidad del país y generando acciones planificadas que permitan minimizar los efectos negativos y aprovechar los efectos positivos, para su desarrollo económico y social y asegurando su sustentabilidad.
Relación entre ciencia y toma de decisiones	Destacar la creación de resiliencia por parte de gobiernos, empresas y comunidades en Australia y nuestra región; guiar la adaptación efectiva al cambio climático con un conjunto de principios; y establecer áreas prioritarias para futuras consultas y acciones.	Enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Atender las prioridades nacionales y alcanzar el horizonte deseable para el país en el largo plazo.	Establecer el marco conceptual e institucional para la adaptación en Chile, Establecer y actualizar los sectores que requieren planes de adaptación y los lineamientos para su implementación. Definir las acciones transversales a los sectores, necesarias para la adaptación al cambio climático.
	El NCCAF tenía como objetivo la generación de capacidad adaptativa con base en la investigación. La estrategia anticipa una inversión de 126 millones AUD en 5 años para trabajar con la Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth (CSIRO) en un programa de adaptación climática que incluya estándares de construcción y el establecimiento del Servicio Nacional de Investigación sobre Adaptación al Cambio Climático. El Instituto del Medio Ambiente de Australia y Nueva Zelanda	El consejo de Cambio Climático o C3 asesora a la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático y recomienda la realización de estudios, políticas y acciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. La investigación sobre cambio climático es relativamente nueva en México, la estrategia menciona que se requieren planes y programas universitarios, sin embargo, no se menciona ninguna universidad o plan superior específico. La Red Mexicana de Modelación del Clima ha desarrollado escenarios de cambio	En Chile, se han realizado estudios de impacto (U. de Chile, 2006; CEPAL, 2012a.), con proyecciones del modelo de clima global HadCM3, de la Oficina Meteorológica del Reino Unido. Se promueve la investigación científica en CC, el monitoreo de las variables climáticas y no climáticas, de las vulnerabilidades y de los potenciales impactos, para la identificación e implementación de las medidas de adaptación adecuadas. Se toman en cuenta los escenarios publicados por el IPCC (“Special Report on Emissions Scenarios”, A2 y B2) y por Universidades y centros de

	<p>promueve un curso de tres días para formar profesionales en adaptación al CC. Autores australianos participan en reuniones y publicaciones del IPCC, el gobierno financia la adquisición de tecnología para la oficina del servicio meteorológico nacional y numerosos proyectos estatales cuentan con asesoría de universidades y centros de investigación.</p>	<p>climático y algunos centros de investigación han asesorado a gobiernos en planes estatales, sin embargo, no se refleja una clara incidencia del conocimiento científico en la toma de decisiones.</p>	<p>investigación del país en colaboración con Meteochile además de información generada por la Alianza del Pacífico Sur, Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global, Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC), Red Global de Adaptación, entre otras y, El financiamiento de la investigación proviene del Ministerio de Educación, Desarrollo y Economía. Se incentiva la creación de carreras profesionales y técnicas en áreas de adaptación al cambio climático.</p>
Principios rectores	<p>Responsabilidad compartida Integrar el enfoque climático en la toma de decisiones (estrategias no-regret). Enfoque en los más vulnerables. Decisiones colaborativas basadas en valores (estrategias bottom-up) Revisión de resultados y decisiones en el tiempo (enfoque de manejo adaptativo).</p>	<p>Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social, la infraestructura estratégica y los sistemas productivos ante los efectos del cambio climático. Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen</p>	<p>1. Considerar a los más vulnerables. 2. Uso del conocimiento científico disponible 3. Generación de alianzas entre todos los sectores y niveles administrativos 4. Participación ciudadana y difusión de información a la sociedad considerando género y etnia. 5. Sinergia entre las medidas de adaptación y evitar la mala adaptación 6. Simplicidad y costo efectividad, claro establecimiento de responsables y recursos. 7. Flexibilidad 8. Transversalidad 9. Reconocimiento del valor de los ecosistemas y de la biodiversidad,</p>
Criterios de priorización en la selección de las acciones de adaptación	<p>No hay una mención específica sobre cómo priorizar proyectos, salvo el criterio Costo-Beneficio y la base científica en la implementación de acciones. Sin embargo, en los proyectos que se financian en otros países se considera el componente climático o si el propósito último de la agencia a quien se otorgan los fondos es el cambio climático.</p>	<p>Atención a poblaciones más vulnerables. Transversalidad, un enfoque preventivo más que reactivo. Sustentabilidad, conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad. Se promueve la participación de la población y el fortalecimiento de las capacidades Factibilidad a nivel institucional, financiero, político, normativo, técnico y social. Costo-efectividad o Costo-beneficio, Coordinación entre actores y sectores, Flexibilidad y beneficios bajo cualquier escenario de cambio climático y si la medida presenta una propuesta para su monitoreo y evaluación con indicadores estratégicos de impacto enfocados en su cumplimiento y efectividad.</p>	<p>En 2012 se crea el Comité Asesor de la Autoridad Designada del Fondo de Adaptación, entre cuyas funciones se encuentra la de seleccionar medidas concretas de adaptación al cambio climático y dar prioridad a aquellas acciones: dirigidas a los grupos más vulnerables y los sectores más pobres de la población; que son urgentes en sectores en que el cambio climático ha provocado ya efectos adversos o son inminentes, que son transversales a más de un sector o que pueden tener efectos positivos o co-beneficios para otros sectores o para la mitigación, Medidas 'no regret', que aumentan la resiliencia al CC, reducen el riesgo a sus efectos esperados o aumentan la capacidad adaptativa, sean factibles y flexibles y criterio Costo/Beneficio.</p>
responsa bilidades	<p>La función primordial del gobierno australiano en términos de adaptación al CC es informar, invertir y regular y busca que hogares y empresas internalicen parte</p>	<p>En la estrategia se reconoce la importancia de participación de la sociedad civil y la colaboración de los 3 órdenes de gobierno. El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 establecía el desarrollo del</p>	<p>El estado chileno propicia la construcción de capacidades privadas y asegura espacios de participación social, sobre él recae la mayor carga de inversión, sobretudo en infraestructura, y en sectores que</p>

Criterios de evaluación

del riesgo por efectos del cambio climático. Reconoce la importancia de la participación conjunta de sociedad civil, empresas, y gobiernos estatales, otorgando a estos últimos un nivel alto de autonomía. Hay un alto involucramiento de la iniciativa privada. La aseguradora Suncorp se ha asociado con la universidad James Cook para atender la vulnerabilidad y el Insurance Council of Australia está promoviendo el desarrollo de materiales de construcción resilientes al clima y la adaptación en comunidades. El acuerdo nacional de ayuda y recuperación de desastres (NDRRA) se usa para reembolsar a gobiernos estatales por ayuda en pequeños negocios y comunidades afectadas con un monto de 13.7 billones AUD entre 2005 y 2015 (su equivalente en México es el FONDEN).

Programa Especial y los programas estatales de cambio climático (El plan nacional de desarrollo actual no contempla acciones de adaptación al CC). El sistema nacional de cambio climático está integrado por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC); el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC); el Consejo de Cambio Climático. La LGCC asigna al gobierno federal la responsabilidad de: diseñar y conducir la política en cambio climático, los acuerdos internacionales y el mercado de emisiones. A los gobiernos estatales corresponde generar planes estatales de adaptación y atlas de riesgo, promover la participación de la sociedad civil y del sector privado y reportar a la federación avances y desviaciones de las metas y proyecciones en adaptación a efectos del clima.

se consideren prioritarios y cuenta con el Comité Nacional Asesor sobre cambio climático. Los Planes Sectoriales de Adaptación son una tarea interinstitucional, coordinada por el Ministerio del Medio Ambiente, la Oficina de Cambio Climático (OCC) es la encargada de la implementación del PANCC. La participación ciudadana será representada en el Consejo Consultivo a nivel central y por las consultas ciudadanas regionales. El Departamento de Cambio Climático diseña la política ambiental en materia de cambio climático y asigna el presupuesto necesario y gestiona financiamiento a través de fuentes internacionales. El Comité Regional de Cambio Climático” (CORECC) coordina las acciones regionales del plan nacional y de los planes sectoriales. La participación de los municipios en este comité es voluntaria de acuerdo a los intereses y singularidades de cada comuna.

El programa de la cuenca hidrográfica Murray-Darlin contempla un enfoque de manejo adaptativo y una evaluación cada 10 años para el plan general y cada 5 años para programas complementarios de calidad del agua.

El INECC está encargado de coordinar y realizar estudios y proyectos; su titular y seis consejeros sociales (u organismos independientes) evaluarán acciones El INECC empezó a evaluar acciones nacionales de CC en 2018, pero con muy limitado avance a nivel estatal y municipal. No se plantea la actualización de la estrategia nacional de cambio climático y el plan nacional de adaptación sigue pendiente. La LGCC menciona que la estrategia deberá revisarse cada 6 años en materia de adaptación y comunicar acerca de incongruencias en las proyecciones y los resultados evaluados

La dirección Meteorológica de Chile evalúa y genera informes periódicos de tendencias del clima. En programas sectoriales se incluyen índices de capacidad adaptativa, resiliencia y disminución de la vulnerabilidad. Los proyectos piloto y modelo, de ser exitosos, se aplican a nivel nacional. Todas las acciones del Plan Nacional y sectoriales deben someterse a un proceso de monitoreo y evaluación. El PNACC es actualizado cada cinco años, con el fin de conocer la eficacia de los programas e incorporar nuevos conocimientos con la participación de los potenciales beneficiarios de las medidas de adaptación a través de una consulta ciudadana.

*Elaboración propia con base en las estrategias nacionales de adaptación de los tres países

Australia

La Estrategia de Adaptación y Resiliencia al Clima de Australia busca aprovechar efectos benéficos y responder a efectos adversos derivados de la variabilidad del clima, además de proporcionar información a la sociedad para la toma de decisiones. Se reconoce que la exposición ante desastres crecerá en función del cambio climático en combinación con el crecimiento poblacional y la expansión urbana hacia zonas de mayor riesgo y se orienta a recuperarse de impactos potenciales. La principal estrategia de adaptación del gobierno nacional es el fortalecimiento de capacidades adaptativas individuales, además de propiciar prosperidad más allá de sus fronteras y es la única de las tres estrategias que incluye un enfoque supranacional.

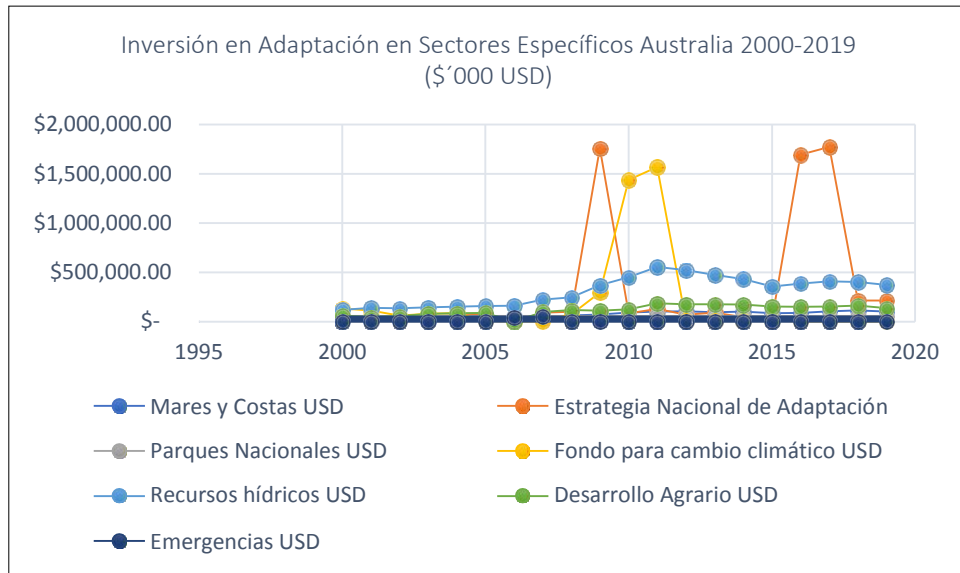
Este documento contempla financiamiento a la investigación científica en cambio climático, promueve la conservación y el manejo de recursos naturales. Propone soluciones técnicas basadas en ecosistemas como reforestación con especies nativas, sugiere esquemas de etiquetado de eficiencia de uso de agua y programas de ahorro de agua y mediciones inteligentes para reducir el uso doméstico en un 15%. Del mismo modo, se buscan fuentes alternas para suministrar agua como la desalinización y soluciones técnicas como reciclaje de agua y la restauración de fuentes subterráneas (Commonwealth of Australia, 2015).

Los subsidios gubernamentales se aplican como deducciones de impuestos para los negocios agrícolas por inversión en sistemas de riego, un manejo adaptativo en el sector agrícola, la adopción de nuevas variedades de semilla y la reubicación de granjas. La estrategia enumera proyectos en marcha o futuros, sin embargo, no se incluyen los criterios de medición de resultados ni planes de diversificación económica del sector agrícola. Los instrumentos adoptados por el gobierno como subsidios y regulación no deben afectar la inversión privada ni la autonomía estatal, y es de hecho, sobre los gobiernos estatales que recae la responsabilidad mayor en generación de planes de adaptación locales.

El gobierno federal y el gobierno estatal de Queensland han formado un fondo de mejoramiento por ochenta millones de AUD en 2013 para reconstruir activos gubernamentales con estándares más resistentes a desastres (bouncing forward), en oposición a la visión tradicional de gobiernos y aseguradoras de reconstruir exactamente lo que existía antes del desastre (bouncing back). La carretera Gayndah Mundubbera Road recibió daños en 2011 debido a las inundaciones, fue reconstruida por 800,000 dólares australianos y destruída en 2013 por el paso del ciclón tropical Oswald con un costo de 6.8 millones (Commonwealth of Australia, 2015). El Proyecto de mejoramiento, reubicó la carretera a 11 metros de su ubicación original, además se instalaron canales forrados de hormigón, alcantarillas y protección contra la abrasión. Aunque en 2015 el camino recibió los impactos del ciclón Marcia, reabrió después de obras simples de limpieza y remoción de escombros, sin daños mayores a los 1,500 dólares australianos (Commonwealth of Australia, 2015).

La gráfica 4.6 muestra la evolución de la inversión en sectores estratégicos en adaptación en Australia. Los picos podrían ser momentos en que un monto de inversión grande aparece en los presupuestos para financiar programas a varios años, por ejemplo, en 2015 justo después de la publicación de su estrategia nacional. Fuera de esos picos, la inversión se comporta estable y con un crecimiento uniforme a través del tiempo. Algunos elementos como adopción de patrones de producción y consumo sustentables no se incluyen de manera explícita; tampoco instrumentos de transparencia y acceso a la información, tal vez se asumen como dados a diferencia de México donde el componente de rendición de cuentas aparece como una obligación de las autoridades en los tres órdenes de gobierno.

Gráfica 4.6 Evolución de la inversión en Australia 2000-2019



*Elaboración propia con base en datos del Archivo de presupuesto del gobierno de Australia

En Australia, el partido verde, opositor al gobierno de Scott Morrison, exige transformaciones profundas o ningún acuerdo, por lo cual, y a pesar de contar con los recursos y el conocimiento científico, no se anticipan cambios radicales a corto plazo, ante la falta de acuerdo político. Por el momento, existen recursos humanos, financieros y tecnológicos suficientes para sostener el estado actual de adaptación y tener algunos avances, aunque con un riesgo alto por incendios forestales, pérdida de corales y graves daños en el sector agrícola.

Las acciones enlistadas en la estrategia nacional de adaptación de Australia en general un enfoque incremental y sistémico sobretudo en sistemas agrícolas y recursos hídricos, que si se adoptan de manera generalizada podrían representar ahorros en costos económicos y menor número de enfermos y muertes derivados de eventos de clima extremo.

México

En México el propósito de la estrategia de cambio climático es enfrentar y resistir los impactos del clima y mejorar el desempeño de la economía, aunque no es claro cómo desacoplar los resultados económicos y ambientales. Esta estrategia se visualiza a 40 años, sin embargo, no se enumeran los mecanismos para asegurar su cumplimiento y no desmantelamiento. *La Estrategia no es exhaustiva y no pretende definir acciones concretas de corto plazo ni con entidades responsables de su cumplimiento* (Gobierno de la República, 2013:19). Se menciona como instrumento de su ejecución al Programa Especial de Cambio Climático que definirá los objetivos sexenales y acciones específicas de adaptación cada seis años. Los otros instrumentos operativos de la estrategia son los programas estatales y municipales de cambio climático.

La estrategia en México (de forma similar a algunas naciones de Europa) no refleja una respuesta directamente relacionada con evidencia científica, sino una visión general de cómo la adaptación debería abordarse, por ello se puede delegar responsabilidad a gobiernos locales y no necesariamente se asignan recursos específicos a un objetivo (Biesbroek *et al.*, 2010). Sólo cuatro de cincuenta y tres programas del anexo transversal sobre cambio climático incluido en el presupuesto de egresos de la federación muestran indicadores de resultados con relación al cambio climático y se considera positivo en la evaluación que exista un anexo específico para acciones de cambio climático, aunque no se pueda conocer su efecto (Semarnat-INECC, 2018).

Del mismo modo que en Australia, en México se deja a cada gobierno estatal diseñar sus propios planes de adaptación y la colaboración federal-estatal se da sobre todo de manera reactiva ante desastres. El sector de recursos hídricos es el que mayor inversión ha recibido en los últimos 20 años (gráfica 4.7) y se considera prioritario para la adaptación pues contempla monitoreo del clima, prevención de inundaciones y suministro de agua potable.

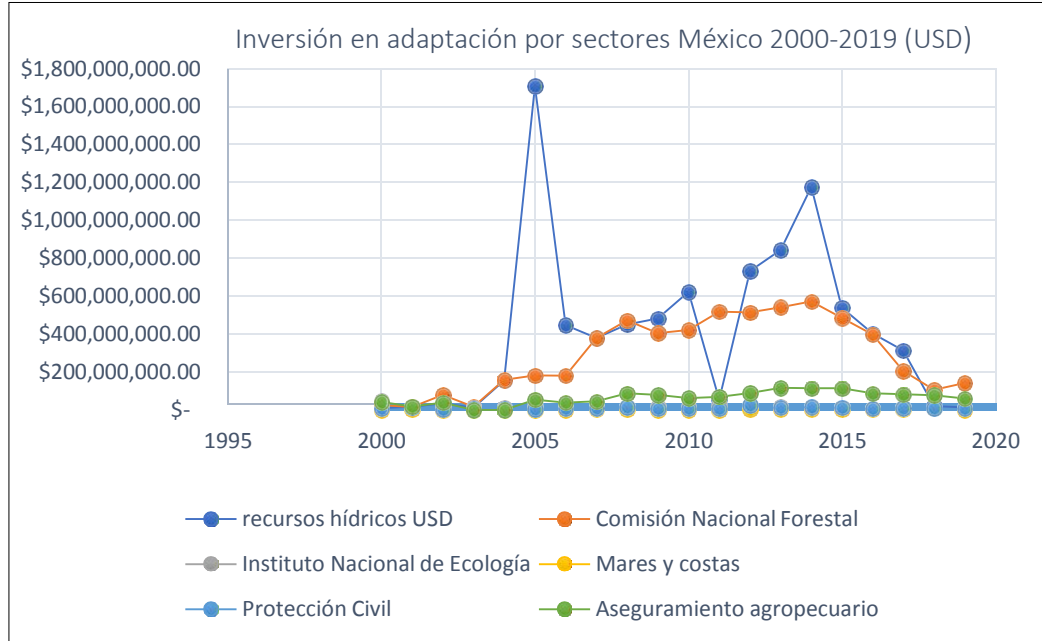
En el sector agrícola, la estrategia en México busca *rescatar y mantener la cultura milenaria como una opción para reforzar y proteger la agrobiodiversidad originaria para la adaptación al*

cambio climático (Gobierno de la República, 2013:39), da importancia a valores y conocimientos tradicionales (también mencionados en la estrategia de Australia). Sin embargo, no se mencionan un mecanismo claro para su inclusión, ni canales de distribución para productos de agricultura tradicional de pequeña escala, ni planes para incrementar su capacidad de cubrir la demanda, o para ser competitivos frente a cultivos industriales.

En realidad, la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40 es un documento menos acabado que la estrategia de Australia y el Plan de Adaptación de Chile, que son estrategias específicamente orientadas en adaptación. Dejar todo a los planes sexenales y estatales resulta en metas de muy corto plazo que no responden a información climática de largo plazo al ser escalas incompatibles. La visión de este documento es menos flexible que la australiana y no se perciben posibilidades de apertura de nuevos sectores económicos o actividades productivas derivadas del cambio climático.

Algunos temas como las tendencias climáticas históricas y las sinergias entre políticas y acciones de adaptación se discuten con más profundidad en la comunicación nacional de México en comparación con las comunicaciones nacionales de Australia y Chile, además los mapas de riesgo, el atlas nacional de vulnerabilidad al cambio climático y los planes estatales se ven como un avance en el proceso de adaptación (Mullan *et al.* 2013).

Gráfica 4. 7 Inversión por sectores en México



*Elaboración propia con datos de SHCP

En México no se desarrolla aún una estrategia nacional de adaptación, salvo 77 líneas de adaptación en el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, no parece posible que se desarrolle esta estrategia dirigida específicamente a adaptación al menos en los próximos 5 años. Es en este país donde hay mayor oportunidad de implementar acciones, pues cualquier estrategia de adaptación incremental o basada en ecosistemas, estándares de construcción, acciones sistemáticas o transformativas; serán un avance con respecto a la situación actual.

La estrategia de México muestra algunas acciones novedosas que muestran todas las características presentes en la literatura académica sobre adaptación: visión y metas a diferentes plazos, reducción de la pobreza, transversalidad, generación de empleos, visión de género. Se debe considerar sin embargo que la mayoría de los textos científicos se generan desde países desarrollados que incluso otorgan fondos para la elaboración de esta estrategia (al igual que la

estrategia chilena) con lo cual pueden darse planes muy bien redactados, pero poco realistas ante las limitaciones en recursos y las condiciones estructurales en países como México y Chile.

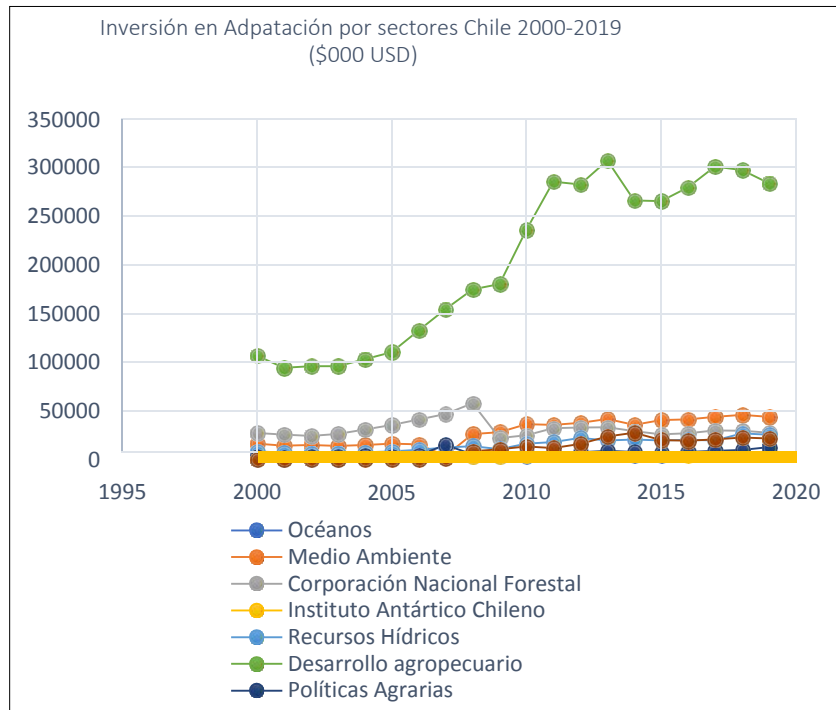
Chile

En Chile, de la misma forma que en Australia, el cambio climático se ve como un reto y como un espacio de oportunidades benéficas, el propósito de la estrategia es establecer programas efectivos en sectores necesarios y transitar a un modelo de desarrollo sustentable. La estrategia en Chile es generar capacidad institucional para complementar los fondos de gobiernos regionales, municipales y ministerios con financiamiento de programas de cooperación binacional y del sector privado.

La adaptación ante el cambio climático se aborda el tema de adaptación de manera transversal y menciona en cada uno de sus programas de acción a los ministerios involucrados en la implementación como un trabajo conjunto de todos ellos. El Ministerio de Medio Ambiente y la Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI) desarrollan de manera conjunta la Plataforma Nacional de Reducción del Riesgo de Desastre con lo cual hay una oportunidad mayor de superar barreras y traducir conocimiento en acciones; en Australia y México estas son responsabilidades de agencias separadas. El plan de Chile cuenta con un cronograma de actividades y responsables específicos lo cual ayuda a tener claros los plazos de evaluación y revisión de resultados.

Los montos de inversión de los últimos 20 años (gráfica 4.8) reflejan que el sector agrícola y el desarrollo agropecuario son prioridad en la estrategia chilena de adaptación y a medida que las temperaturas se incrementen, la frontera agrícola podría expandirse hacia zonas montañosas.

Gráfica 4.8 Inversión por sectores en Chile



*Elaboración propia con datos de la Dirección de presupuestos del gobierno de Chile

El PNACC de Chile es el documento que más profundiza en los criterios de evaluación con indicadores de vulnerabilidad, y la aplicación de proyectos piloto. Sin embargo, tanto la elaboración como la evaluación de los programas se realiza por órganos del ministerio de medio ambiente. La evaluación y actualización del Plan de adaptación chileno se establece para el año 2020, después de que las protestas sociales en el país resultaran en la cancelación de la 25 Conferencia de las Partes de la Convención de Naciones Unidas para el Cambio Climático a realizarse en la ciudad de Santiago en 2019.

4.3 Estado de la adaptación en Australia, Chile y México

En el PNACC de Chile se menciona el financiamiento internacional, fondos bilaterales y recursos asignados por el gobierno federal para garantizar la continuidad de programas de investigación, e incluso inversión privada en programas sectoriales estratégicos. México sólo

hace mención al Fondo Internacional para el Cambio Climático e instrumentos económicos en mitigación como mercados de emisiones, pero refleja mucha mayor cautela en incluir al sector privado en financiamiento a la adaptación (Mullan *et al.*, 2013). Cabe recordar que el gobierno de Australia proporciona financiamiento a proyectos en el exterior con base en el componente climático de cada proyecto o agencia, por lo que resulta relevante la inclusión de un rubro “Cambio Climático” en los programas sectoriales para facilitar el acceso a fondos internacionales.

Los criterios para priorizar la asignación de recursos son similares en México y Chile: flexibilidad, atención a comunidades vulnerables, medidas *no regret*, factibilidad, programas transversales que puedan empatarse con programas sub nacionales o sectoriales (añadir a planes que ya existen un componente climático). En Chile existe el criterio adicional de urgencia, es decir, acciones que es necesario implementar de inmediato en sectores que ya muestran impactos del cambio y la variación climática.

Los tres países desean cumplir sus compromisos internacionales y presentar una buena imagen hacia el exterior; Chile y México con el objetivo de obtener financiamiento de organismos internacionales y Australia para mantener su posición como líder de la región del Pacífico sur. Australia y Chile mencionan en sus comunicaciones nacionales ante la UNFCCC que han podido cumplir con sus compromisos internacionales en materia de cambio climático debido a su estabilidad económica, crecimiento sostenido y alto ingreso nacional basado, de manera importante, en la explotación de recursos, cobre en el caso de Chile y carbón en Australia.

El Ministerio de Medio Ambiente se encarga del desarrollo de las leyes, estrategias, planes y programas de adaptación en los tres países, sin embargo, el cambio climático no es sólo un asunto de medioambiente, sino de desarrollo nacional. A pesar del reconocimiento de oportunidades a nuevas actividades económicas o la reconfiguración geográfica de algunas ya existentes, ninguna de las 3 estrategias menciona el desarrollo de impuestos ambientales o algún nuevo instrumento financiero dirigido a acciones de adaptación. En Europa ninguna de las estrategias nacionales elaboradas hasta 2010 consideraba cómo la adaptación debía financiarse,

en particular porque existía poca información acerca de costos y efectividad de mecanismos e instrumentos (Biesbroek *et al.*, 2010).

En Australia y Chile, el Estado fortalece capacidades individuales mientras en México la visión es un Estado rector del proceso de adaptación, más centralizado y con una burocracia más robusta que en los otros 2 países, que busca la integración de los gobiernos sub nacionales antes que el sector privado o la sociedad civil. En los tres países se habla de construir capacidad adaptativa y un enfoque participativo en la forma de consulta ciudadana (México) o junta municipal (Chile), en la estrategia australiana se menciona que se buscará la participación de las comunidades afectadas siempre que esto sea posible.

Es el gobierno en Australia el que tiene mayores capacidades de acción, pero es Chile el país que pudiera hacer cambios de forma más inmediata, pues la crisis económica y el malestar social obligan a una reconfiguración en muchos sectores.

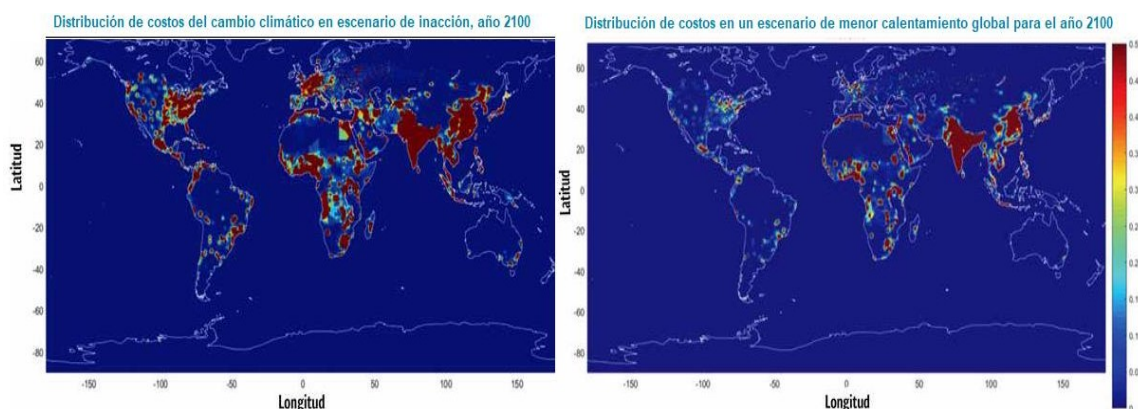
El agro diversidad originaria y agricultura tradicional se aplican en México como acciones de adaptación y existen proyectos de asistencia social y ecoturismo, economía de traspasos y microcréditos orientados a mujeres indígenas pobres; la participación comunitaria se da a través de juntas intermunicipales. En Chile los comités regionales de cambio climático, protección y gestión ambiental de comunidades originarias aseguran la participación social y se otorga financiamiento a proyectos postulados por comunidades indígenas relacionados con energías no convencionales. En Australia, el manejo participativo de incendios forestales, reforestación y recuperación de ecosistemas permite la inclusión de saberes tradicionales, además del *Plan regional de adaptación y resiliencia del estrecho de Torres* contempla el reconocimiento a los pobladores originales de la tierra. El vínculo entre conocimiento tradicional y adaptación al cambio climático es un elemento presente en las tres estrategias, aunque es el apartado más reducido en cualquiera de ellas.

V. ESCENARIOS

En la formación de escenarios se toman en cuenta las acciones de adaptación que los países están implementando y si estas acciones los acercan a la visión que plantean en sus estrategias y comunicaciones nacionales. *Un escenario es una descripción plausible de un futuro verosímil, basada en un conjunto consistente y coherente de supuestos acerca de sus fuerzas motrices (por ejemplo, el ritmo de la evolución tecnológica y los precios) y de sus relaciones más importantes* (Semarnat-INECC, 2018:456).

Puede formarse un número infinito de escenarios, generando múltiples modificaciones en las variables estudiadas. Se anticipan condiciones impactos, riesgos y costos diferenciados entre e intra países. En un escenario de inacción hacia el año 2100, se reconocen mayores costos en el centro y sur de México y en las zonas costeras del Pacífico en Chile y en Australia (Ilustración 5.1 tomada de la Sexta Comunicación Nacional de México ante la CMNUCC, Semarnat).

Ilustración 5.1 Costos económicos en escenario de inacción-aplicación de estrategias a 2100.

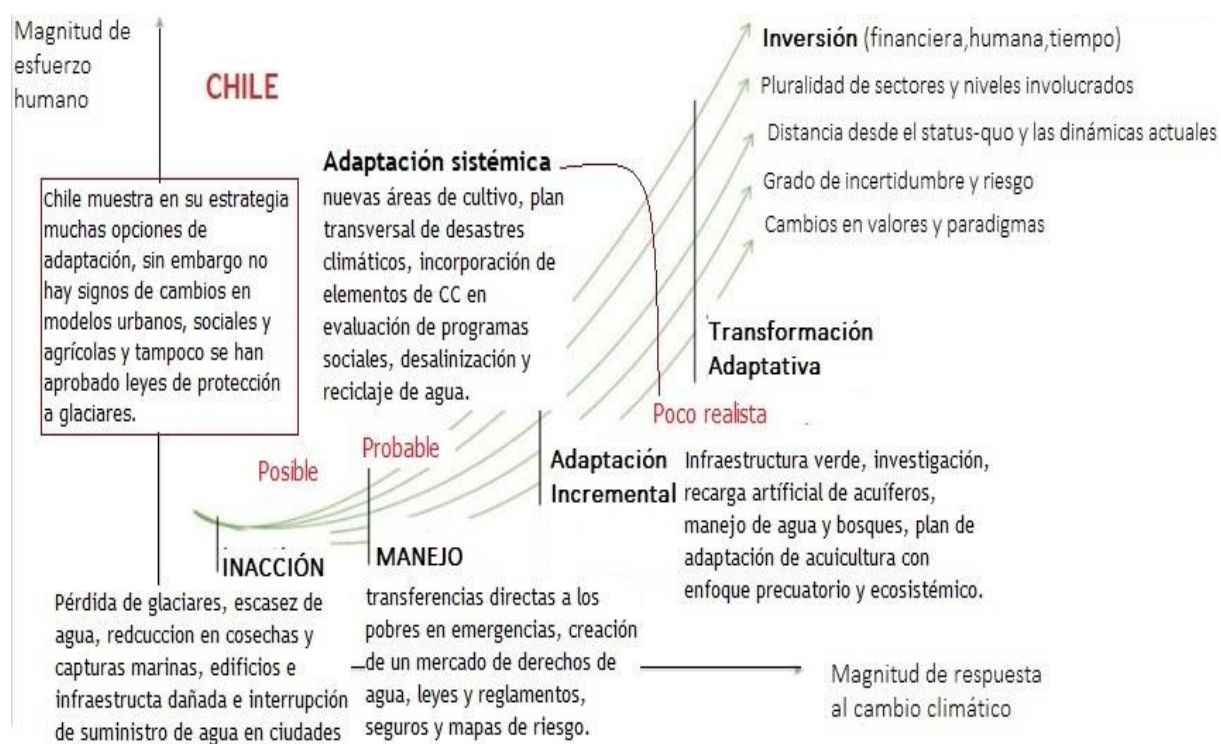


*Tomado de la Sexta Comunicación Nacional de México ante la CMNUCC, Semarnat, 2018: 340-341)

Bloomberg Economics pronostica una caída en el producto global de hasta 4% para 2020, y parece probable una reducción en financiamiento público, privado e internacional orientado al

cambio climático. Debido a la contracción mundial de la economía⁸, los países podrían reactivar sus actividades productivas tan a prisa como sea posible, sin embargo; el regreso y la recuperación económica podrían sean lentas y paulatinas, dando oportunidad para la reducción de emisiones y la contención del calentamiento global en 1.5° C de temperatura. Ante estas posibilidades, Australia, México y Chile, al igual que otros países, pueden decidir no actuar, hacer cambios incrementales o bien, optar por estrategias de transformación más profunda.

Ilustración 5.2 Escenarios Chile

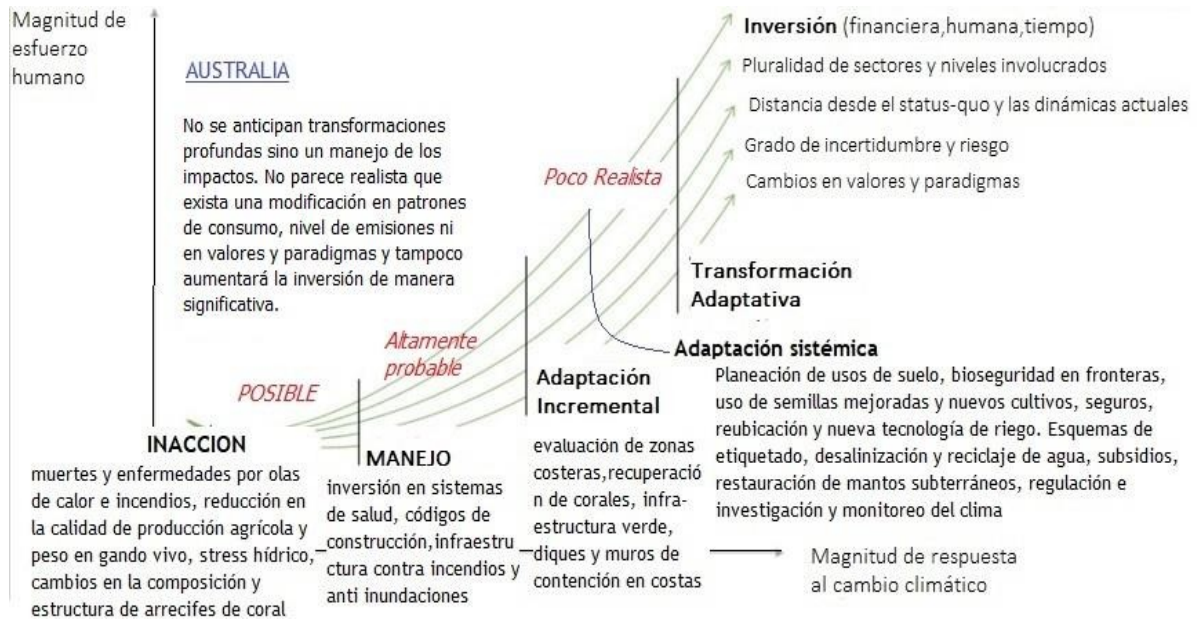


*Modificado de Fedele et al., 2019 p. 117 con información del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático Chile.

⁸Debido a la pandemia de la enfermedad provocada por el coronavirus COVID-19, Goldman Sachs y la CEPAL (2020) anticipan caídas de 3.8% en el PIB en los Estados Unidos de América, 9% in la zona Euro, 2.1% en Japón y una reducción de 10.7 % en el valor de las exportaciones de América Latina.

- **INACCIÓN:** Si la recuperación económica es lenta y se da prioridad a la minería, la pesca y agricultura intensivas es posible que la inversión en acciones de adaptación disminuya. La crisis sanitaria y económica además de la inestabilidad social hacen posible que Chile retroceda hacia un escenario de inacción en el cual no podrán proveerse con agua a las crecientes ciudades. Las tasas de mortalidad y los cierres de las actividades económicas, debido a incendios, olas de calor, inundaciones, sequía y lluvias extremas igualan las del Covid-19 en este escenario.
- **MANEJO:** este es el escenario más probable para Chile, la estabilidad macroeconómica a pesar de la crisis, le ha permitido mantener un nivel inflacionario y de inversión constante en el tiempo y proteger el nivel de ingreso a pesar de la inequidad. Sin embargo; es probable que exista expansión urbana no regulada y enfoque reactivo en eventos de clima extremo. Las estrategias en manejo de agua y bosques y la transición al desarrollo sustentable parecen poco realistas.
- **TRANSFORMACIÓN:** La sociedad civil podría presionar al gobierno del presidente Sebastián Piñera para realizar transformaciones profundas en el modelo económico y social, con lo cual se pueden reducir brechas en ingreso y acceso a servicios y desacoplar el resultado económico de los impactos ambientales. Sin embargo, también existe la posibilidad de que un cambio radical en el modelo chileno deje de lado la inversión en adaptación dando prioridad a la reconfiguración institucional. Si se percibe inestabilidad social, esto también podría desviar recursos internacionales en adaptación hacia otros países u objetivos.

Ilustración 5.3 Escenarios Australia



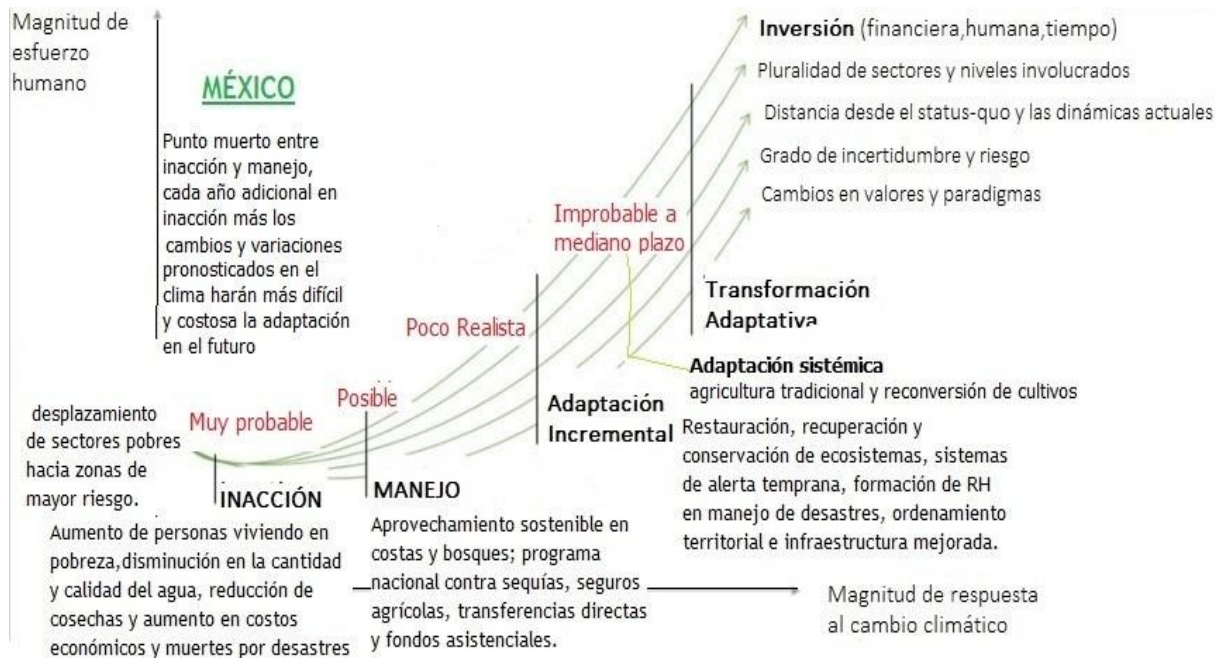
*Modificado de Fedele et al., 2019 p. 117 con información de la Estrategia Nacional de Adaptación y Resiliencia al Clima, Commonwealth of Australia, 2015.

- **INACCIÓN:** no es probable (pero es posible) que Australia quede en completa inacción pues los esfuerzos de una sociedad civil informada e instituciones fuertes como las universidades, CSIRO y el Instituto de Cambio Climático de la Universidad Nacional mantendrán su inercia, aunque es probable que algunas acciones no reciban apoyo gubernamental. La recuperación económica también podría servir para dejar en un punto muerto (temporal) los temas de adaptación al cambio climático y reducción de emisiones.
- **MANEJO:** este parece ser el escenario más probable para Australia con la información actual, pues se requerirá un manejo (aún si es reactivo) de los incendios y otros eventos de clima extremo, como las muertes por ondas de calor. No parece realista que exista una modificación en patrones de consumo ni en valores y paradigmas y tampoco aumentará la inversión de manera significativa. Los sistemas de salud han mostrado eficiencia, podrán ser fortalecidos sin cambios mayores. Aunque se reduzcan las inversiones en países extranjeros, Australia mantendrá su posición de hegemonía en la

región sur del Pacífico y las energías renovables podrían tener un crecimiento positivo pero lento.

- **TRANSFORMACIÓN:** a pesar de que en su estrategia se promueve la investigación y la creación de programas universitarios, se está retirando inversión en investigación y desarrollo, con lo cual se retrocede hacia el escenario inacción. Menos probable aún resulta que se cambien políticas hacia fronteras abiertas para recibir refugiados climáticos. Hay pasos simples o saltos cortos que se pueden dar desde el manejo a la adaptación sistémica, por ejemplo, el reciclaje de agua, la disminución en el uso energético y el rediseño urbano pero el freno mayor parece la protección de intereses económicos a través de decisiones políticas.

Ilustración 5.4 Escenarios México



*Modificado de Fedele et al., 2019 p. 117 con información de la ENACC 2013, visión 10-20-40 México y el Programa Especial de Cambio Climático México.

- **INACCIÓN:** para continuar en el escenario *inacción* México sólo debe hacer lo que ha hecho hasta ahora. Parece probable que el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (que hasta la realización de este trabajo seguía en proceso de elaboración) no se complete durante los próximos cuatro años y que se reduzcan los recursos para el Instituto Nacional de Ecología y cambio Climático y la Comisión Nacional Forestal. En este escenario se continuará con un enfoque reactivo de atención a emergencias sanitarias y por incendios, sequías, lluvias extremas y huracanes, no es probable que la economía crezca más que los costos por desastres climáticos que podrían llegar a 1.5% del PIB de México en los próximos años.
- **MANEJO** En el mejor de los casos, la situación actual de México se encuentra en un Punto muerto entre inacción y manejo, cada año adicional en inacción sumado a los incrementos pronosticados en el clima harán más difícil y costosa la adaptación en el futuro. Se apostará al petróleo como sector principal fuente de ingreso nacional y la atención a los impactos del cambio climático serán sólo reactivas.
- **TRANSFORMACIÓN** las acciones que se proponen en la estrategia mexicana en términos de modificaciones incrementales como reconversión de cultivos, restauración de ecosistemas y aprovechamiento sustentable en costas y recursos forestales, no han tenido avances (acciones de adaptación transformativa como nuevos impuestos, fuentes de agua o migración no se mencionan). En este escenario el gobierno mexicano debería hacer crecer la economía en más de 2% del PIB o disminuir los costos de eventos extremos con mejoras sociales o técnicas, ninguna de las dos opciones parece probable.

Después de analizar las acciones que estas las estrategias proponen y los avances que se han mostrado, México tiene la oportunidad (más que los otros 2 países que podrán resistir con sus actuales modelos económicos) de generar un nuevo modelo desarrollo resiliente al clima. El proceso de adaptación se ve limitado por fallas en la estructura burocrática y la corrupción (problema presente en muchos países en desarrollo) quedando en inacción debido a que las leyes no se aplican de forma práctica.

Australia por su parte, podría endurecer sus medidas en las fronteras para evitar plagas agrícolas, migración de países en desarrollo o una crisis sanitaria, La agencia CSIRO, propone un desacoplamiento entre la economía y el deterioro ambiental, bajo la premisa de que las presiones ecológicas pueden revertirse al mismo tiempo que se incrementan los estándares de vida y la población crece. ¿Cómo entiende el modelo australiano el bienestar? ¿por un estado placentero en condiciones de clima y un alto consumo de energía? ¿Es este modelo el adecuado? Ante el hecho de que no es deseable sacrificar empleos ni crecimiento económico en el proceso de adaptación se puede reducir el uso de energía u obtener energía de fuentes no convencionales o redefinir el concepto de estándar de vida.

En Chile se ve un mayor avance en medidas transversales y han tenido mayor avance en algunos sectores como agricultura y menores en recursos hídricos. Las exportaciones chilenas de minerales hacia China tendrían un descenso y pérdida de valor en 2020 (CEPAL, 2020); esto podría significar para la oportunidad de recuperación de zonas agrícolas y costeras y un menor costo asociado con desastres, aunque también una reducción del producto nacional. Si los beneficios derivados del crecimiento económico no reducen la desigualdad continuaría la movilización social.

Existen presiones comunes a los 3 países: población en aumento, la obsolescencia de la infraestructura hídrica, competencia entre diversos usuarios, incremento en la demanda de recursos y en los precios de la energía. Al interior de Australia y Chile se fortalecerá el sistema de salud para hacerlo accesible y de alta calidad para que esto reduzca la desigualdad.

Las respectivas visiones de Australia, México y Chile son resiliencia, economías de bajo carbono y sustentabilidad y se llegará a estos objetivos a través de conocimiento, transformación y transversalidad respectivamente, a su vez, las principales debilidades en estas estrategias es que resultan en Australia, inflexible en México incompleta y poco realista y en Chile insuficiente.

VI. Discusión

El objetivo principal de ésta investigación es identificar el efecto de la inversión en sectores estratégicos sobre los costos de eventos de clima extremo. El modelo de datos panel utilizado para éste fin, no mostró una relación estadísticamente significativa entre inversión y costos, lo cual puede resultar contra intuitivo. La pregunta que surge de este análisis es ¿Por qué a pesar de que se han implementado estrategias y asignado recursos a la adaptación al cambio y la variabilidad en el clima, los costos de desastres siguen creciendo? ¿Se debe a barreras y limitaciones durante la implementación de las estrategias y acciones? o ¿al hecho de que la magnitud de los eventos climáticos crece a una tasa más veloz que el crecimiento en inversión en adaptación?

Se considera que las acciones de adaptación reducirán los costos económicos de eventos de clima extremo y el cambio climático los incrementará (de Bruin *et al.*, 2009; Rickards y Howden, 2012; Wang y McCarl, 2013; Fedele *et al.*, 2019). Las acciones de adaptación al cambio climático pueden limitar (aunque no evitar) pérdidas por efectos de clima extremo (Boyd e Ibarrarán, 2008); existe además cierta dificultad para cuantificar el beneficio derivado de una acción específica y especificar escalas temporales adecuadas. Esto no significa que la inversión en acciones de adaptación sea irrelevante; en realidad el cambio climático adiciona un elemento de incertidumbre, por lo que sus efectos deben considerarse en cada decisión de inversión.

Autores como McAneney *et al.* (2019) afirman que no son las variaciones de temperatura, los principales detonantes de costos asociados con eventos extremos, sin embargo; también se acepta que es probable que eventos como los ciclones, huracanes y las lluvias extremas sean más frecuentes e intensos y estos eventos sí podrían tener un efecto sobre el ingreso de naciones y personas. Si se anticipan menos ciclones, pero más intensos para Australia, México y Chile entonces todos los esfuerzos y recursos destinados a varios eventos podrían requerirse en un solo evento de gran magnitud, por lo que debería considerarse que el cambio climático provocaría por lo menos una redistribución importante de la inversión. Los montos asignados

del presupuesto de egresos de una nación podrían no tener efecto porque las decisiones de inversión no están necesariamente informadas por evidencia científica (*evidence-informed*).

La literatura sobre manejo de desastres reconoce que el enfoque de riesgo-impacto se complementa con análisis de vulnerabilidad (Nelson *et al.*, 2010^a), sin embargo; parece que las estrategias toman este enfoque sólo de manera discursiva. La tabla 4.8 muestra la visión de la estrategia en México: prosperidad, competitividad, responsabilidad social y global y generación de empleos. Si bien, la reducción de la pobreza es deseable, las metas pueden ser poco realistas si no se considera que en la actualidad la mitad de la población es pobre y que es este grupo poblacional las que reciben impactos más graves de inundaciones, huracanes y sequías. En México no se ha logrado ninguno de los dos objetivos: ni reducir la pobreza, ni reducir los costos de desastres y tampoco se plantea un modelo que lo haga posible.

La visión de manejo de riesgo puede considerar que la prevención inicia con sistemas de alerta temprana y preparar refugios ante inundaciones, estas acciones son necesarias pero insuficientes; la reducción en carencias socio económicas preexistentes, y las condiciones que garanticen que el ingreso y bienestar de las personas no empeore como resultado de eventos relacionados con el clima no se han considerado. En manejo de desastres las agendas de prevención de desastres y adaptación al cambio climático, deberían empatarse con la agenda de economía para asegurar que esas metas sean alcanzables. Tener agendas separadas no significa desacoplar resultados ambientales sino generar objetivos antagónicos.

Los tres países hablan de planes de contingencia en sus estrategias (tabla 2.7) mostrando un carácter reactivo ante eventos de clima extremo, según los datos mostrados en la tabla 4.4, en México la inversión crece en los años posteriores a los eventos más costosos, es decir, los fondos se asignan una vez ocurrido el desastre. Es importante hacer notar que, a partir de 2010 los picos de eventos extremos ocurren con más frecuencia (gráfica 4.4)

Se puede ver en la tabla 4.1 que la mayor variabilidad en costos de desastres se da en México y en cuanto a la inversión los datos más dispersos están en Australia, lo que puede significar

algunos años de altos montos de inversión y años de montos muy bajos, respecto a Chile, por ejemplo, en donde la inversión se mantiene relativamente estable a través del tiempo sin grandes picos o disminuciones, sobre todo porque en Chile la inflación no ha sido un problema. Aun así en Chile, al igual que en otros países cada administración, cada nuevo gobernante tendrá un visión sobre lo que es relevante, por lo que las acciones de adaptación pueden cambiar, modificarse o desaparecer y la estrategia se puede volver sólo discursiva si refleja la visión del momento en que se elabora.

En Australia, la investigación sobre cambio climático ha declinado en la última década y esta nación se ha rezagado como líder en la generación de conocimiento sobre el tema (Howden, 2020 en prensa) a pesar de que en su estrategia se promueve la generación de conocimiento y que este documento contempla financiamiento a la investigación científica en cambio climático, promueve la conservación (tabla 4.8). Por otra parte, el gobierno australiano cuenta con recursos suficientes para financiar y (por lo tanto, guiar) el proceso de adaptación y tomar las decisiones a nivel regional, no se puede pensar que el financiamiento exterior es completamente neutral, la estabilidad regional beneficia a Australia en una menor para proteger a sus propios ciudadanos.

Al interior del territorio australiano, los programas que se han dejado sin efecto son en general aquellos orientados a sectores de bajos recursos y población originaria; en la tabla 2.1 se puede notar que la estrategia en Australia se basa en soluciones de ingeniería y códigos de construcción, lo cual podría dejar de lado la construcción de capacidad adaptativa a nivel de cambios sociales. Tal parece que el rubro de comunidades indígenas y pueblos originarios únicamente se enlista en las estrategias, sin que se desarrolle en profundidad la forma en que las comunidades podrán participar en la toma de decisiones sobre los territorios que habitan y cómo serán beneficiados por acciones de adaptación

Las pérdidas económicas derivadas de desastres climáticos (incluyendo aseguradoras) son mayores en países desarrollados debido al nivel de riqueza, pero en países en desarrollo el número de muertes y la pérdida como porcentaje del PIB son mucho más significativas, en

adición a que el número de personas que cuentan con seguros para sus casas es mucho más bajo (IPCC, 2018). Si reducir los costos asociados a desastres es un avance en el proceso de adaptación ¿Cuál es el mayor costo económico derivado de un desastre? ¿Es la infraestructura pública destruida, las casas dañadas, las cosechas o cabezas de ganado pérdidas? ¿La interrupción en cadenas productivas? Identificar este elemento podría redirigir la inversión en un punto particular para una mayor efectividad. Los recursos que se otorgan en la fase de reconstrucción no pueden definirse como adaptación porque no previenen impactos negativos de un evento futuro (Aakre y Rübhelke, 2010) a menos que se usen en un tipo de reconstrucción mejorada. Enfocarse sólo en la fase post desastre para reconstruir exactamente del mismo modo reproduce la vulnerabilidad previa al evento de clima extremo (IPCC, 2012; Aldunce et al., 2015).

La adaptación es una vía para disminuir impactos económicos actuales de emisiones de GHG pasadas (de Bruin *et al.*, 2009), pero se requiere de una definición más amplia de costos y acciones de adaptación y también más concreta. En general, adaptación significa que debemos prepararnos para enfrentar temperaturas más cercanas a los extremos, a las colas de la distribución, estaciones frías que serán aún más frías y épocas cálidas mucho más calurosas, pero también menos predecibles. La inversión en adaptación a efectos del cambio climático no previene el evento de clima extremo sino las pérdidas derivadas de él, el esfuerzo en inversión debería ser mayor en este punto que en la etapa posterior pues aun si la suma del gasto en ambas fases no varía, la etapa post-desastre suele tener costos sociales mayores.

6.1 Conclusiones

La adaptación es el instrumento que permite ajustarse a nuevas condiciones de vida y reducir el riesgo, ante desastres que ocurrirán en cualquier momento. Las inundaciones, así como la sequía y los incendios son parte de la cotidianidad y adaptarse a ellos es un proceso permanente. Se puede generar capacidad adaptativa y reducir impactos negativos de eventos extremos si las decisiones de inversión consideran las implicaciones del cambio climático en escaleras

temporales diversas: acciones urgentes, en un año, en 10 o más, pero todas deben implementarse ahora.

Cuando las naciones eligen opciones de adaptación para la redacción de sus leyes, planes y estrategias nacionales no se considera si estas metas son realistas o implica concesiones con actividades económicas prioritarias. Se intenta incluir elementos presentes en la literatura que es generada principalmente en países desarrollados, sin considerar limitaciones como la pobreza, no se aborda en los textos académicos que existirá resistencia en la protección de ciertos intereses y que las negociaciones no siempre serán exitosas. Los escenarios dan cuenta de una muy probable reducción en inversión y un retroceso en el proceso de adaptación que está comprometido por falta de recursos financieros, voluntad política e información. Para permitir la continuidad del proceso de adaptación al cambio climático, ésta podría surgir como una forma de impulsar la economía del país, como un nuevo sector económico: construcción de diques, rediseño urbano, diversificación de medios de vida en el campo, reubicación y planes de manejo de desastres en zonas costeras y desarrollo de energías no convencionales.

El estudio de estrategias en paralelo intenta ser un primer paso en la construcción de conocimiento y colaboración entre países. A pesar de que el estudio estuvo limitado por la falta de registros confiables y suficientes sobre costos de desastres y niveles de desigualdad, que habrían dado mayor información acerca de por qué los costos económicos y sociales de desastres climáticos sigue creciendo, representa un avance en el conocimiento de este importante tema para el desarrollo de las sociedades. En esta investigación se utilizó el PIB como indicador de costos económicos derivados de eventos de clima extremo debido a la disponibilidad de información; sin embargo, los resultados sugieren que el crecimiento lineal de la economía, es decir el PIB, es un indicador apropiado para mediciones de acciones de mitigación, pero insuficiente para el proceso de adaptación.

En general, los tres países parecen estar en una fase intermedia entre inacción y manejo, no parece probable que la inversión se modifique de manera significativa pero más importante es que pueden modificarse otros rubros como: los niveles de consumo, desigualdad y pobreza. La

contribución realizada por esta investigación consiste en el análisis cualitativo de las estrategias y planes de adaptación, el cual permitió la construcción de escenarios en el proceso de adaptación que puedan dar cuenta de un rango amplio de posibilidades para las que los países deberían estar preparados. A partir de estos elementos se concluye la presencia de un efecto neutro en este nivel de inversión pública sobre los desastres, pero también que el proceso de adaptación está condicionado por otro tipo de factores y que contar con recursos es necesario, pero no suficiente para garantizar efectos sobre los costos relacionados con desastres.

Existe evidencia suficiente de que los eventos de clima extremo serán más frecuentes y que los costos se están incrementando, analizar las estrategias nacionales de adaptación a efectos del cambio climático y la inversión en sectores estratégicos permite apreciar una visión de cada país sobre cómo será su senda de desarrollo en consideración del clima, cuáles son las prioridades nacionales y qué opciones futuras existen. Las acciones de adaptación no son un instrumento de gestión del riesgo, un requisito para construir opciones de desarrollo sostenibles en el corto, mediano y largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aakre, S., y Rübhelke, D. T. G. (2010). Objectives of public economic policy and the adaptation to climate change. *Journal of Environmental Planning and Management*, 53(6), 767-791
- Aldunce, P., Bello, F., Bórquez, R., Farah, M. L., Echeverría, I., Indvik, K., y otros (2014). Evaluación de término del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, PANCC 2008-2016. Licitación N° 608897-101-LE14 del Ministerio del Medio Ambiente.
- Aldunce, P., Beilin, R., Howden, M., & Handmer, J. (2015). Resilience for disaster risk management in a changing climate: Practitioners' frames and practices. *Global Environmental Change*, 30, 1-11.
- Aldunce, P., Beilin, R., Handmer, J., y Howden, M. (2016)^a. "Stakeholder participation in building resilience to disasters in a changing climate". *Environmental Hazards*.
- Aldunce, P., Lillo, G., Vidal, M., Maldonado, P. (2016)^b. Base de datos de prácticas de adaptación a la variabilidad y cambio climático
- Archivo de presupuesto del gobierno de Australia <https://archive.budget.gov.au/>
- Ash, A., Nelson, R., Howden, M., & Crimp, S. (2008). Australian agriculture adapting to climate change: balancing incremental innovation and transformational change.
- Atteridge, A. and Remling, E. (2018) 'Is adaptation reducing vulnerability or redistributing it?', 9(1), pp. 1–48. doi: 10.1002/wcc.500.
- Australian Bureau of statistics (2020) <https://www.abs.gov.au/AUSSTATS/abs@.nsf/mf/3101.0>
- Barnett, J., Evans, L. S., Gross, C., Kiem, A. S., Kingsford, R. T., Palutikof, J. P., Pickering C. M.; Smithers, S. G. (2015). From barriers to limits to climate change adaptation: Path dependency and the speed of change. *Ecology and Society*, 20(3), 5
- Base de Datos Internacional sobre Desastres EM-DAT consultado en febrero 2020 <https://www.emdat.be/about>
- Baum, C. F. (2006). An introduction to modern econometrics using stata. College Station, Stata Press.
- Berrang-Ford, L., Ford, J. D. and Paterson, J. (2011) 'Are we adapting to climate change?', *Global Environmental Change*. Elsevier Ltd, 21(1), pp. 25–33. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2010.09.012.
- Biesbroek, G. R., Swart, R. J., Carter, T. R., Cowan, C., Henrichs, T., Mela, H., Rey, D. (2010). Europe adapts to climate change: Comparing national adaptation strategies. *Global Environmental Change*, 20(3), 440-450. doi:10.1016/j.gloenvcha.2010.03.005
- Boyd, R. and Ibararán, M. E. (2009) 'Extreme climate events and adaptation: An exploratory analysis of drought in Mexico', *Environment and Development Economics*, 14(3), pp. 371–395. doi: 10.1017/S1355770X08004956.

- de Bruin, K. C., Dellink, R. B., & Tol, R. S. J. (2009). AD-DICE: An implementation of adaptation in the DICE model. *Climatic Change*, 95(1/2), 63-81. doi:10.1007/s10584-008-9535-5
- Canadell and Raupach, 2011 en Richardson, K., 2011, *Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions*, Cambridge University Press, GB.
- CENAPRED Impacto socio económico de desastres 2000 a 2015.
<https://datos.gob.mx/busca/dataset/impacto-socioeconomico-de-desastres-de-2000-a-2015/resource/38c991e8-3fa1-4b4b-8aad-27a791d546f3>
- Centre for Climate and Resilience Research, Chile <http://www.cr2.cl/eng/>
- CEPAL (2014) 'Procesos de adaptación al cambio climático. Análisis de América Latina', 31.
- CEPAL (2020). Latin America and the Caribbean and the COVID-19 pandemic Economic and social effects. Special Report COVID-19, 1-14.
- Chambwera, M., G. Heal, C. Dubeux, S. Hallegatte, L. Leclerc, A. Markandya, B.A. McCarl, R. Mechler, and J.E. Neumann, (2014) Economics of adaptation. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 945-977.
- Chen, C., Hellmann, J., Berrang-Ford, L., Noble I., Regan, P. (2018). A global assessment of adaptation investment from the perspectives of equity and efficiency. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 23(1), 101-122. doi:10.1007/s11027-016-9731-y
- Collins, K. e Ison, R. (2009) 'Editorial: living with environmental change: adaptation as social learning', *Environmental Policy and Governance*, 19(6), pp. 351–357. doi: 10.1002/eet.520.
- Commonwealth of Australia (2015) *National Climate Resilience and Adaptation Strategy*, 5-71.
- Commonwealth of Australia Commonwealth of Australia (Department of the Environment and Energy) (2017) *AUSTRALIA'S SEVENTH NATIONAL COMMUNICATION ON CLIMATE CHANGE*, 14-158
- Conway, D. y Mustelin, J. (2014) 'Strategies for improving adaptation practice in developing countries', *Nature Publishing Group. Nature Publishing Group*, 4(May), pp. 339–342. doi: 10.1038/nclimate2199.
- Crimp, S., Jin, H., Kokic, P., Bakar S., Nicholls, N. (2019). Possible future changes in south east Australian frost frequency: An inter-comparison of statistical downscaling approaches. *Climate Dynamics*, 52(1), 1247-1262. doi:10.1007/s00382-018-4188-1
- Dessai, S.; Adger, W.N.; Hulme, M.; Turnpenny, J.; Köhler, J.; Warren, R. (2004) 'An Editorial Essay 1 . External Definitions of Danger The Delhi Declaration on Climate Change and Sustainable

Development , which emerged in October 2002 from the Eighth Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change’, *Climatic Change*, 64, pp. 11–25.

Dettmer, J. (1996) ‘Algunas contribuciones de las Ciencias Sociales al conocimiento y prevención de los desastres naturales: el caso de México’, *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 41(165). doi: 10.22201/fcpys.2448492xe.1996.165.49516.

Diario Oficial de la Federación (2012) *Ley General de Cambio Climático (última reforma publicada DOF 13-07-2018)*, México

DIPRES. Dirección de Presupuestos gobierno de Chile, consultada entre enero y marzo 2020 <https://www.dipres.gob.cl/598/w3-propertyvalue-2129.html>

Dirección Meteorológica de Chile- Servicios Climáticos <https://climatologia.meteochile.gob.cl/>

EM-DAT (Emergency Events Database): The OFDA/CRED (USAID Office for Foreign Disaster Assistance/ Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) International Disaster Database - www.em-dat.net - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, Catholic University of Louvain, Brussels, Belgium

Eriksen, S., Aldunce, P., Bahinipati, C. S., Martins, R. D. A., Molefe, J. I., Nhemachena, C., O’Brien K., Olorunfemi F., Park J. Sygna L., & Ulsrud, K., (2011). When not every response to climate change is a good one: Identifying principles for sustainable adaptation. *Climate and Development*, 3(1), 7–20.

ERIKSEN, S. y BROWN, K. (2011) ‘Sustainable adaptation to climate change’, *Climate and Development*, 3(1), pp. 3–6. doi: 10.3763/cdev.2010.0064.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2014). *The State of the World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and challenges*. Recuperado de www.fao.org/3/a-i3720e.pdf.

Fedele, G., Donatti, C. I., Harvey, C. A., Hannah, L., y Hole, D. G. (2019). Transformative adaptation to climate change for sustainable social-ecological systems. *Environmental Science and Policy*, 101, 116-125.

Ghahramani, A. and Moore, A. D. (2015) ‘Systemic adaptations to climate change in southern Australian grasslands and livestock: Production , profitability , methane emission and ecosystem function’, *Agricultural Systems*. Elsevier Ltd, 133, pp. 158–166. doi: 10.1016/j.agsy.2014.11.003.

Gobierno de la República ENCC (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40*. México 8-41

Gobierno de la República (2014). *Versión de difusión del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018*, México

Hertel, T. W., Burke, M. B., & Lobell, D. B. (2010). The poverty implications of climate-induced crop yield changes by 2030. *Global Environmental Change*, 20(4), 577-585.

- Hochrainer-Stigler, S.; Mechler, R.; Pflug, G.; Williges, K. (2014) 'Funding public adaptation to climate-related disasters. Estimates for a global fund', *Global Environmental Change*. Elsevier Ltd, 25(1), pp. 87–96. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.01.011.
- Howden, M. (2020) en prensa: Burgess, K. (29 de julio, 2020) Climate research has 'plummeted' over last decade. *The Canberra Times*. Retrieved from <https://www.canberratimes.com.au/story/6854647/climate-research-has-plummeted-over-last-decade/?cspt=1596065847/923f22b06e5bf8a240e9dc61c20467d8>
- INEGI, PIB México 2018, consultado en marzo de 2020 <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, (2014). *Identificación y análisis de los flujos financieros internacionales para acciones de cambio climático en México. Informe final de actividades*. Ciudad De México, México: INECC
- Insurance Council of Australia
<http://www.insurancecouncil.com.au/assets/files/current%20and%20historical%20disaster%20statistics%20aug%202012.pdf>
- IPCC (2007) *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104.
- IPCC (2012) *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [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.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp
- IPCC (2013) “Resumen para responsables de políticas. En: *Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*” [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América
- IPCC (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- IPCC (2018) *Resumen para responsables de políticas. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza* [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)].

- Kates, R. W., Travis, W. R. and Wilbanks, T. J. (2012) 'Transformational adaptation when incremental adaptations to climate change are insufficient.', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(19), pp. 7156–61. doi: 10.1073/pnas.1115521109.
- Klein, R.J.T., G.F. Midgley, B.L. Preston, M. Alam, F.G.H. Berkhout, K. Dow, y M.R. Shaw, (2014) Adaptation opportunities, constraints, and limits. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 899-943.
- Kompas, T., Pham, V. H. and Che, T. N. (2018) 'The Effects of Climate Change on GDP by Country and the Global Economic Gains From Complying With the Paris Climate Accord', *Earth's Future*, 6(8), pp. 1153–1173. doi: 10.1029/2018EF000922.
- Mass, M. (2018). Los sistemas socioecológicos desde el enfoque socioecosistémico en Ávila Foucat, S., & Perevochtchikova, M. (Eds.). (2018). *Sistemas socio-ecológicos: marcos analíticos y estudios de caso en Oaxaca, México* (pp. 29-78). Ciudad De México, México: UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas.
- McAneney, J., Sandercock, B., Crompton, R., Mortlock, T., Musulin, R., Pielke, R. & Gissing, A. (2019), "Normalised insurance losses from Australian natural disasters: 1966-2017", *Environmental Hazards*, vol. 18, no. 5, pp. 414-433.
- Mimura, N., R.S. Pulwarty, D.M. Duc, I. Elshinnawy, M.H. Redsteer, H.Q. Huang, J.N. Nkem, and R.A. Sanchez Rodriguez, 2014: Adaptation planning and implementation. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 869-898.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Gobierno de Chile, (2015). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*, (9-77).
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Gobierno de Chile, (2016). *Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (118-309).
- Moser, S. C. y Ekstrom, J. A. (2010) 'A framework to diagnose barriers to climate change adaptation', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(51), pp. 22026–22031. doi: 10.1073/pnas.1007887107.

- Mullan, M., Kingsmill, N., Kramer, A.M. & Agrawala, S. 2013, "National Adaptation Planning: LESSONS FROM OECD COUNTRIES", OECD environment working papers, no. 54. pp. 1–17
- Nelson, R., Kokic, P., Crimp, S., Meinke, H.; Howden S.M. (2010)^a ‘The vulnerability of Australian rural communities to climate variability and change: Part I — Conceptualising and measuring vulnerability’, 13, pp. 8–17. doi: 10.1016/j.envsci.2009.09.006.
- Nelson, R., Kokic, P., Crimp, S., Martin, P., Meinke, H; Howden, S.M; de Voil, P; Nidumolu, U (2010)^b ‘The vulnerability of Australian rural communities to climate variability and change : Part II — Integrating impacts with adaptive capacity’, 13, pp. 18–27. doi: 10.1016/j.envsci.2009.09.007.
- Noble, I.R., S. Huq, Y.A. Anokhin, J. Carmin, D. Goudou, F.P. Lansigan, B. Osman-Elasha, and A. Villamizar, 2014: Adaptation needs and options. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 833-868.
- Organización Internacional para las Migraciones (OIM), (2017). *Migraciones, ambiente y cambio climático: estudios de caso en América del Sur* (pp. 60-84). Buenos Aires, Argentina: Organización Internacional para las Migraciones
- Palutikof, J. P., Barnett J., Boulter S, y Rissik D. (2014). Adaptation as a field of research and practice: notes from the frontier of adaptation. 6-20 en J. P. Palutikof, S. L. Boulter, J. Barnett, and D. Rissik, (ed) Applied studies in climate adaptation. Wiley, Chichester, UK.
- Peterson, G. D., Cumming, G. S. and Carpenter, S. R. (2003) ‘Scenario Planning: a Tool for Conservation in an Uncertain World Planificación de un Escenario: una Herramienta para la Conservación en un Mundo Incierto’, *Conservation Biology*, 17(2), pp. 358–366. Available at: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01491.x>.
- Presupuestos de egresos de la federación 2000-2019. Consultado en febrero 2020. http://www.hacienda.gob.mx/EGRESOS/PEF/pef/pef_08/index.html index.html
- Richardson, K. (2011). *Climate change: Global risks, challenges and decisions*. New York;Cambridge;; Cambridge University Press.
- Rickards, L., & Howden, S. M. (2012). Transformational adaptation: Agriculture and climate change. *Crop and Pasture Science*, 63(3), 240-250
- Sánchez Rodríguez, R., & Morales Santos, A. (2018). Vulnerability assessment to climate variability and climate change in Tijuana, Mexico. *Sustainability*, 10(7), 2352.
- Secretaria de Hacienda y Crédito Público <http://www.hacienda.gob.mx/>

- Semarnat-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2018) Sexta Comunicación Nacional ante la CMNUCC.
- Servicio Meteorológico Australia (Australian Government, Bureau of Meteorology) <http://www.bom.gov.au/>
- Servicio Meteorológico Nacional, México <https://smn.conagua.gob.mx/es/>
- Smit, B., y Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282-292. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008
- Steffen, W., Mallon, K., Kompas, T., Dean, A., & Rice, M. (2019). Compound Costs: How climate change is damaging Australia's economy Climate Council of Australia Limited (pp. 1-26).
- Stern, N., (2006), *Stern review on the economics of climate change*, Cambridge, 712.
- UNISDR (2007) United Nations Disaster Risk Reduction Global Review 2007, Geneva, Switzerland.
- UNISDR, Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, (2015) A/CONF 224. Geneva, Switzerland; 1-35.
- UNFCCC (2015) Paris Agreement at the COP21, English Version <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- United Nations Environment Programme (2017). Publication: UN Environment 2016 Annual Report <https://www.unenvironment.org/annualreport/2016/index.php?page=4&lang=en>
- Verbeek, M. (2012). A guide to modern econometrics (4th ed.). Hoboken, NJ: J. Wiley.
- Vicuña, S, Gironás, J., Meza, F. J., Cruzat, M. L., Jelinek, Bustos, E., Poblete, D.; Bambach, N., (2013). "Exploring possible connections between hydrological extreme events and climate change in central south Chile". *Hydrological Sciences Journal*, 58, pp. 1598-1619
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2).
- Wang, W. and McCarl, B. A. (2013) 'Temporal investment in climate change adaptation and mitigation', *Climate Change Economics*, 4(2), pp. 1–18. doi: 10.1142/S2010007813500097.
- World Bank (2010) 'Economics of Adaptation to Climate Change', The World Bank Group, p. 84. doi: 10.1080/02699930341000338.
- World Bank (2019), "PIB per cápita (US\$ a precios actuales)" consultado 09 de noviembre 2019 en https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD?name_desc=false
- World Bank (2020) Country Profile <https://data.worldbank.org/country/>

