

MARCO ANALÍTICO INTEGRADO Y PROPUESTA DE ÍNDICE PARA LA RESILIENCIA URBANA AL CLIMA

EQUIPO



Marco Billi, Javiera Rauld, Nicolás Álamos, Catalina Amigo, Rubén Calvo,
C. Ignacio Neira, Anahí Urquiza, equipo NEST-R3

Septiembre 2021.

MARCO ANALÍTICO INTEGRADO
Y PROPUESTA DE ÍNDICE PARA LA
RESILIENCIA URBANA AL CLIMA

Documento de trabajo NEST-R3 N°1

DOI: 10.17605/OSF.IO/YUNRV

Citar este documento como: Billi, M.; Rauld, J.; Álamos, N.; Amigo, C.; Calvo, R.; Neira, C; Urquiza, A. (2021). Marco analítico integrado y propuesta de índice para la resiliencia urbana al clima. Documento de trabajo NEST-R3 N°1. Santiago, Chile.




<https://www.doi.org/10.17605/OSF.IO/YUNRV>

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo surge de la colaboración interdisciplinaria de numerosos integrantes del equipo NEST-R3, de la línea de Ciudades Resilientes del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 y de la Red de Pobreza Energética (RedPE). Agradecemos en particular los aportes de Ángel Allendes, María Paz Cárdenas, Matías Guerrero, José Navea y Guillermo Palacios en varias etapas del análisis y redacción de este documento.

FINANCIAMIENTO

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por:

-  Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 (ANID/ FONDAP 15110009)
-  proyecto Atlas de Riesgo Climático impulsado por el Ministerio de Medio Ambiente y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GIZ)
-  proyecto ANID/Fondecyt n° 11180824

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
Presentación.....	5
I. PARTE 1: UN MARCO ANALÍTICO INTEGRADO PARA LA RESILIENCIA URBANA AL CLIMA.....	8
I.1 ANTECEDENTES.....	8
I.2 PRINCIPALES DEBATES Y DESAFÍOS ANALÍTICOS.....	11
I.3 DEFINICIONES CLAVE.....	13
SISTEMA URBANO	13
RIESGO URBANO	14
ADAPTACIÓN	15
RESILIENCIA URBANA	16
DIMENSIONES DE RESILIENCIA	17
INDICADORES DE RESILIENCIA	19
II. ÍNDICE DE RESILIENCIA GENÉRICA AL CLIMA PARA CHILE.....	21
II.1 INDICADORES Y FUENTES CONTEMPLADAS.....	21
FLEXIBILIDAD	21
MEMORIA	23
AUTO-TRANSFORMACIÓN	25
II.2 PROCESAMIENTO DE INDICADORES.....	27
FLEXIBILIDAD	28
MEMORIA	28
AUTO-TRANSFORMACIÓN	30
RESILIENCIA	31
II.3 RESULTADOS DE LOS INDICADORES.....	32
CONSIDERACIONES FINALES.....	37
REFERENCIAS.....	39
ANEXO A.1: PERSPECTIVA SOCIO-ECOLÓGICA SOBRE LA RESILIENCIA.....	50
ANEXO A.2: PRINCIPALES INICIATIVAS POLÍTICAS SOBRE RESILIENCIA Y SUSTENTABILIDAD URBANA.....	55
ANEXO A.3: PRINCIPALES DEBATES Y DESAFÍOS PARA UN MARCO ANALÍTICO INTEGRADO DE RESILIENCIA URBANA.....	60
ANEXO A.4: RESILIENCIA URBANA Y POLÍTICAS PÚBLICAS: ADAPTACIÓN URBANA AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Complejo Adaptativo (Urquiza et al. 2021).....	13
Figura 2. Marco conceptual del riesgo (CR2, 2018b).	15
Figura 3. Resiliencia específica y genérica (Urquiza et al., 2021).	17
Figura 4. Tipos de Resiliencia (Urquiza et al., 2021).	18
Figura 5. Dimensiones de la resiliencia expresiva y predictiva (Urquiza et al., 2021).	19
Figura 6. Mapa de distribución de la dimensión de flexibilidad por comuna	33
Figura 7. Mapa de distribución de la dimensión de memoria por comuna	34
Figura 8. Mapa de distribución de la dimensión de auto-transformación por comuna	35
Figura 9. Mapa de distribución de resiliencia genérica al clima por comuna	36
Figura 10. Ciudad como sistema de sistemas (Urquiza et al., 2021).	54
Figura 11. Tensiones y trade-offs implícitos en la noción de resiliencia.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de la resiliencia. Adaptado de: (Red de pobreza energética, 2020).	20
Tabla 2. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión diversidad.....	22
Tabla 3. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión redundancia	23
Tabla 4. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión conectividad.....	23
Tabla 5. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión registro.....	24
Tabla 6. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión reflexividad.....	24
Tabla 7. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión aprendizaje.....	25
Tabla 8. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión coordinación	26
Tabla 9. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión anticipación	26
Tabla 10. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión decisión	27
Tabla 11. Reglas de agregación dimensión flexibilidad.....	28
Tabla 12. Reglas de agregación dimensión memoria.....	29
Tabla 13. Reglas de agregación dimensión auto-transformación	30
Tabla 14. Reglas de agregación índice de resiliencia genérica al clima	31

PRESENTACIÓN

El objetivo del presente documento es ofrecer un marco conceptual, analítico y metodológico integrado, sistémico e interdisciplinario respecto del concepto de ‘resiliencia urbana’, con el fin de guiar los esfuerzos del CR², y especialmente de la Línea Ciudades.

Las consecuencias socioambientales asociadas al creciente proceso de urbanización (Ritchie & Roser, 2018), junto con el rol que las ciudades juegan tanto en la mitigación del cambio climático (Moran et al., 2018), como en sus consecuencias y posibilidades de adaptación (McCarthy, Best, & Betts, 2010), sugiere la relevancia de adoptar nuevos enfoques, más integrales, interdisciplinarios, proactivos y transformativos, para comprender y gobernar la relación entre las ciudades y el cambio climático (Bai, 2018; Brondizio et al., 2016; Grimm et al., 2008).

La noción de resiliencia urbana se sitúa como altamente prometedora para propiciar este tipo de integración, y superar la actual fragmentación epistémica de los estudios sobre ciudades y gobernanza urbana (Wolfram, Frantzeskaki, & Maschmeyer, 2017). Sin embargo, vista la heterogeneidad de significados y enfoques asociados con el concepto de resiliencia, y el carácter relativamente incipiente de sus aplicaciones concretas, es pertinente y urgente desarrollar una reflexión teórica y metodológica que permita diseñar e implementar enfoques articulados en esta materia. En particular, algunos desafíos centrales de este esfuerzo se relacionan con:

especificar y organizar diferentes significados e interpretaciones del concepto de resiliencia, propuestas por distintos abordajes y disciplinas, particularmente integrando tanto las preocupaciones propias de las ciencias naturales y de la ingeniería con aquellas características de las ciencias sociales -que a menudo han mostrado sospecha en relación con la adopción de este tipo de conceptos (L. Olsson et al., 2015);

clarificar la relación entre la resiliencia y otros conceptos asociados, tales como riesgo, vulnerabilidad y adaptación, entre otros; y particularmente, conectar explícitamente la propuesta analítica con los desarrollos avanzados en la materia por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y otros esfuerzos internacionales;

identificar y poner a prueba operacionalizaciones concretas del concepto resiliencia en la forma de indicadores y metodologías de medición adecuadas al contexto urbano, utilizando los datos actualmente disponibles, guiando a la vez la identificación de brechas de información y el diseño de futuros instrumentos de levantamiento.

Para este fin, el documento se basa en la sistematización de literatura científica y ‘gris’, así como de experiencias nacionales e internacionales, y de propuestas anteriores llevadas a cabo por el propio CR². En particular, el documento construye de manera significativa sobre:

- el paper científico “An Integrated Framework to Streamline Resilience in the Context of Urban Climate Risk Assessment”, de A. Urquiza, M. Billi, C. Amigo, R. Calvo, L. Gallardo, C.I. Neira y M. Rojas, actualmente aceptado en la revista *Earth’s Future* (Urquiza et al., 2021).
- los avances logrados en el marco del Atlas de Riesgo Climático (ARClím)¹, especialmente por el equipo de Asentamientos Humanos liderado por A. Urquiza y M. Billi, en materia de la construcción de un ‘Índice de Resiliencia Genérica’ al Cambio Climático.
- otros trabajos previos de los autores sobre resiliencia socio-ecológica en materia hídrica (Urquiza & Billi, 2020) y energética (Valencia et al., 2021), además que sobre pobreza energética (RedPE, 2020)

El documento se estructura en 2 partes: en la primera, se revisan brevemente los antecedentes más importantes en la materia (I.1), ilustrando los principales debates y desafíos asociados con un abordaje integrado a la resiliencia urbana (I.2), para luego ofrecer un conjunto de definiciones fundamentales (I.3). En la segunda parte, se examina una propuesta de índice de resiliencia para el caso de Chile, refinando el índice anteriormente propuesto en el marco del proyecto ARClím, examinando las fuentes e indicadores contemplados para cada una de las subdimensiones de la resiliencia (II.1), estableciendo el procedimiento utilizado para procesarlos, a través de mecanismos de lógica difusa (II.2), y finalmente presentando los resultados, graficando la distribución de las dimensiones de resiliencia y del indicador agregado en las comunas del país (II.3).

Se concluye con algunas reflexiones finales, identificando ventajas y límites de la presente propuesta, futuras líneas de trabajo y los principales desafíos que se derivan de ella en relación con una gobernanza resiliente de las ciudades. El documento cuenta además con 4 Anexos: el primero (A.1) profundiza en los desarrollos en materia de resiliencia socio-ecológica, una de las principales

¹ Proyecto llevado a cabo entre 2019 y 2020 como fruto de una colaboración entre el CR² y el Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica, por mandato del Ministerio de Medio Ambiente y con patrocinio del GIZ de Alemania.

https://arclim.mma.gob.cl/atlas/work_package/asentamientos_humanos/

corrientes que informan la presente propuesta; el segundo y el tercero sintetizan, respectivamente, las principales iniciativas públicas y privadas en la materia (A.2), así como algunos de los mayores debates y controversias que marcan la literatura científica alrededor del concepto (A.3). El cuarto anexo (A.4) ofrece, a modo de ejemplificación de las implicancias de la propuesta en materia de política pública, una revisión crítica del Anteproyecto del Plan de Adaptación de Ciudades al Cambio Climático y de la Propuesta de Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago de Chile.

Los datos y resultados presentados en este informe estarán disponibles en el siguiente enlace:

<https://www.doi.org/10.17605/OSF.IO/6XQTZ>

I. PARTE 1: UN MARCO ANALÍTICO INTEGRADO PARA LA RESILIENCIA URBANA AL CLIMA

I.1 ANTECEDENTES

El concepto de resiliencia, del latín resilio, ‘rebotar’, ha ido ganando una creciente relevancia en la literatura científica desde la segunda mitad del siglo XX (Alexander, 2013) e incrementándose de manera exponencial particularmente a partir de mitad de los años ’90 (Meerow & Newell, 2015), hasta alcanzar, a la fecha², Web of Science cuenta con más de 130.000 publicaciones que lleven en el título, abstract o palabras clave ‘resilience’, ‘resilient’ u otros análogos. A lo largo de este recorrido, el término fue siendo apropiado por una variedad de disciplinas y dominios científicos, en cada uno de los cuales la noción fue tomando tintas y atribuciones específicas (L. Olsson et al., 2015; Xue, Wang, & Yang, 2018). En la ciencia de materiales, resiliencia suele asociarse de manera general a la capacidad de un material de recuperar su función tras cierto disturbio y, más específicamente, al tiempo que eso requiere (Núñez, 2014; Siang, Wijeyesekera, Mei, & Zainorabidin, 2013). En la psicología, empezó a emplearse desde los años ’70 para indicar ya sea un trato personal, un proceso o un conjunto de factores psicológicos y sociales, relacionado con la capacidad de un individuo lograr un crecimiento ‘normal’ pese a los eventos traumáticos y adversidades que puedan afectarle (Almedom, 2005; Bonanno, 2004; Masten et al., 2004). De una manera parecida, ha sido usado para indicar la capacidad de una comunidad, organización o incluso de un entero sistema económico de ‘rebotar’, recuperarse o reducir las consecuencias adversas tras cierta contingencia que pueda haber afectado su funcionamiento (Comfort, 1994; Rose, 2007). En el campo de la gestión y reducción del riesgo de desastre, resiliencia suele hacer referencia a la capacidad de cierto grupo o comunidad humana de anticipar, resistir, absorber, mitigar, recuperarse y aprender de las específicas perturbaciones y catástrofes que las puedan afectar (Ayyub, 2014; Blaikie, Cannon, Davis, & Wisner, 2014; Bruneau et al., 2003). Sin embargo, una de las interpretaciones a la fecha más sofisticadas, y una de las más relevantes por el propósito que se pone este documento, viene de la ecología, donde el término se va desarrollando desde los años ’70 hasta volverse uno

² Búsqueda realizada el 23 de Agosto de 2021 en WoS Core Collection (1975-presente)

de los conceptos centrales de la branca de la disciplina centrada en el estudio de sistemas complejos adaptativos, o sistemas socio-ecológicos (Folke, 2016; Thoren, 2014). En el Anexo A.1 se ofrece una revisión más detallada de los desarrollos del concepto en este último campo.

La heterogeneidad de campos en los que el concepto de resiliencia ha encontrado su aplicación se encuentra fuertemente ligado al carácter polisémico y fundamentalmente ambiguo del término. Por un lado, esta ambigüedad la convierte en un concepto particularmente fértil para promover esfuerzos de integración interdisciplinaria, permitiéndole funcionar como ‘puente’ entre distintas ramas, campos y disciplinas de investigación (Baggio, Brown, & Hellebrandt, 2015), de manera parecida a lo que anteriormente fue sucediendo con la noción de sustentabilidad (Billi, Mascareño, & Edwards, 2020; Jordan, 2008; Pereira & Curvelo, 2015). Al mismo tiempo, sin embargo, esta polivalencia puede hacer particularmente compleja su operacionalización en indicadores y recomendaciones concretas, reduciendo la comparabilidad entre distintos estudios y enfoques (Hosseini, Barker, & Ramirez-Marquez, 2016; Linkov & Trump, 2019) o prestándose a propuestas excesivamente simples e irreflexivas que pueden hacerla problemática desde un punto de vista normativo y social (Brand y Jax 2007, Olsson et al. 2015, Pizzo 2015, Vale 2014). En particular, su empleo como objetivo de planificación -y más en general, de política pública- obliga a considerar con mucho cuidado las elecciones que se toman en aplicarla al contexto urbano, y los trade-offs e implicancias normativas y controversiales que aquello puede conllevar (Kimber, 2019; Pizzo, 2015; Vale, 2014).

Si bien hayan habido intentos tempranos de asociar la resiliencia a las ciudades desde el final de los años '70, la literatura sobre resiliencia urbana ha tomado fuerza sobre todo desde la mitad de los 2000, creciendo exponencialmente tanto en número como en variedad, y dando lugar a un campo de estudios altamente interdisciplinario e inspirado en el ideal de planificar ciudades más ‘sustentables’ y promover la adaptación de las mismas frente al cambio climático (Carmin, Nadkarni, & Rhie, 2012; Eraydin & Tasan-Kok, 2013; Fu & Zhang, 2017; Leichenko, 2011; Meerow, Newell, & Stults, 2016). Esta literatura ofrece una variedad de enfoques y perspectivas sobre la resiliencia, indagando sus manifestaciones en relación con una variedad de disturbios y peligros, con respecto a distintos tipos de territorios, sistemas y sectores, e identificando distintos factores y estrategias para promover ciudades más resilientes, incluyendo elementos estructurales (Kouroussis, Pauwels, Brux, Conti, & Verlinden, 2014; Weerheijm, Mediavilla, & Van Doormaal, 2009), de planificación (Kärrholm, Nylund, & de la Fuente, 2014; Novak & Sullivan, 2014; Ouyang, Dueñas-Osorio, & Min, 2012) y socioculturales (Horowitz, 2013; Jakes & Langer, 2012; Wolf, Adger, Lorenzoni, Abrahamson, & Raine, 2010). Cabe notar que mientras algunos artículos se centran en comprender la conducta de sistemas específicos (ecosistemas, sistemas económicos, comunidades etc.) frente a disturbios (Jabeen, Johnson, & Allen, 2010; Martin & Sunley, 2015; Pickett,

Cadenasso, & Grove, 2004), otros se abogan a comprender la resiliencia de las ciudades en su conjunto (Cutter, Burton & Emrich, 2010), y otros aun la abordan en el marco de otros factores dedicados a comprender el riesgo y la vulnerabilidad en ciudades (Balica, Wright, & der Meulen, 2012), o como un principio para el diseño y gobernanza urbana (Ahern, 2011; Wardekker, de Jong, Knoop, & van der Sluijs, 2010) o la gestión de desastres (Berke & Campanella, 2006).

Para una síntesis más detallada de esta literatura, se sugiere consultar el paper de Urquiza et al. (A.5). También existen algunos interesantes intentos, análogos al presente documento, para proveer aproximaciones integradas respecto de la resiliencia y su medición (por ejemplo, ver: Desouza & Flanery, 2013; Galaitsi, Keisler, Trump, & Linkov, 2021; Linkov & Trump, 2019; Meerow et al., 2016). Respecto de estos últimos, la presente propuesta busca contribuir ofreciendo, entre otras cosas: una mejor integración de las preocupaciones propias de las ciencias sociales, particularmente asociadas a las dimensiones agencial y normativa de la resiliencia; ofreciendo un marco metodológico detallado y un conjunto de indicadores adecuados para aplicar el concepto en estudios concretos, con particular mirada al caso chileno; así como una explícita articulación con las conceptualizaciones avanzadas por el IPCC en materia (para una discusión más detallada de estas innovaciones, ver A.5).

En este último aspecto, cabe destacar que el concepto de ‘resiliencia’ ha ido logrando un paulatino reconocimiento en el marco del discurso oficial del IPCC, y de las Naciones Unidas en particular. En el caso del IPCC, en contraste con las menciones esporádicas que el concepto había recibido hasta el 4^a Informe de Avance (IPCC, 2007), se le fue asignando una mucho mayor fuerza especialmente desde el 5^o Informe de Avance (IPCC, 2014), en asociación con la idea de ‘Climate-resilient development pathways’) y aún más en los Informes Especiales y documentos preparatorios para el 6^o Informe de Avance. En particular, el Informe Especial de Océano y Criósfera el concepto hace una explícita mención del concepto en asociación con el análisis de Riesgo y Vulnerabilidad (Abram et al., 2019). Sin embargo, hasta la fecha carece una conceptualización exhaustiva respecto del rol concreta que este viene a jugar en dicha evaluación concreta del riesgo, así como su relación y diferenciación con el concepto de vulnerabilidad. De una manera parecida, el concepto de resiliencia ha sido tomado como uno de los pilares clave de acción por la Oficina de las Naciones Unidas por la Reducción del Riesgo de Desastre (UNDRR), aunque también en ese caso se advierte cierta tendencia a mantener un halo de ambigüedad alrededor del concepto en lugar que proceder a su operacionalización concreta (Kimber, 2019). De todos modos, una variedad de iniciativas y programas concretos han surgido con el fin de implementar el concepto de resiliencia en análisis y planificaciones urbanas, tanto por el parte de UNDRR, como por otras entidades supranacionales (ONU-Habitat y el Banco Interamericano de Desarrollo), redes de municipios (C40 y Cities Alliance) y organizaciones de la sociedad civil

(Fundación Rockefeller, LEDS-LAC). Para más detalle en estas iniciativas, se puede consultar el Anexo A.2.

1.2 PRINCIPALES DEBATES Y DESAFÍOS ANALÍTICOS

A lo largo de la literatura y antecedentes presentados anteriormente, se evidencia una variedad de debates y controversias respecto de la comprensión de la resiliencia (en general, y resiliencia urbana en particular), los que redundan en desafíos a la hora de operacionalizar el concepto. A continuación, se resumen las principales directrices de estos debates. Para un tratamiento más exhaustivo, se ruega consultar el anexo A.4.

- ‘Sujeto’ de la resiliencia: se requiere definir la resiliencia en relación con una variedad de procesos y funciones (ecológicas, técnicas y socio-culturales) que constituyen una ciudad. Por ejemplo, estos pueden incluir a recursos hídricos (Astaraié-Imani, Kapelan, Fu, & Butler, 2012; Ferguson, Brown, Frantzeskaki, de Haan, & Deletic, 2013), biodiversidad y ecosistemas (Gomez-Baggethun & Barton, 2013), infraestructura eléctrica (Kammen & Sunter, 2016), sistemas de transporte (Ganin et al., 2017) y alimenticios (Barthel, Parker, & Ernstson, 2015), así como estilos de vida y patrones socio-demográficos asociados (Eakin, Lerner, & Murtinho, 2010; Fu Keung Wong & Song, 2008).
- ‘Objeto’ de la resiliencia, asociada al tipo de amenazas y disturbios a los que esta puede buscar responder, incluyendo, por ejemplo, olas de calor (Bobb, Peng, Bell, & Dominici, 2014), inundaciones (Djordjević, Butler, Gourbesville, Mark, & Pasche, 2011), subidas del nivel del mar (Neumann, Vafeidis, Zimmermann, & Nicholls, 2015), incendios (Fernandes, 2013), terremotos (Ainuddin & Routray, 2012), así como efectos transversales asociados al cambio climático (Hunt & Watkiss, 2011). Asimismo, es importante distinguir entre aquellas formas de resiliencia que dicen relación solo con un tipo de disturbio, a veces entendidas en la literatura como formas de resiliencia ‘específica’ o ‘local’, y aquellas que refieren a múltiples disturbios a la vez, a menudo denominadas ‘genérica’ o ‘global’ (Cutter et al., 2008; Miller et al., 2010; Thoren, 2014). En este sentido, cabe destacar la creciente relevancia que la literatura otorga a la interacción, combinación o solapamiento entre múltiples riesgos sobre un mismo sistema y/o territorio, o entre sistemas y territorios acoplados entre sí, poniendo incrementado énfasis sobre procesos y mecanismos que permiten hacerse cargo de todas estas amenazas a la vez (Simpson et al., 2021).

- ‘Escala’ y ‘temporalidad’ de la resiliencia: se requiere diferencia la resiliencia de sistemas situados en distinta escala a la vez enfatizando las principales interdependencias entre escalas (Lance Gunderson et al., 2017; Liu, 2017). Asimismo, es importante distinguir entre la resiliencia entendida, de acuerdo con la etimología original del término, como la habilidad de ‘rebotar’ al equilibrio inicial después de un disturbio (Alexander, 2013) y la capacidad de ‘transitar’ entre un equilibrio y otros adaptándose a cambios en el entorno (Chapin, Folke, & Kofinas, 2009; Carl Folke, 2016; Scheffer, Westley, Brock, & Holmgren, 2002; Sietz & Feola, 2016). A veces la literatura hace referencia en este caso a una diferencia entre resiliencia ‘ingenieril’ y ecológica’ (Holling, 1996), ‘persistencia’ y ‘adaptabilidad’ (Walker, Holling, Carpenter, & Kinzig, 2004), o ‘agilidad’ versus ‘robustez’ (Galaitzi et al., 2021). Otros aun proponen una comprensión casi ‘simbólica’ de la resiliencia, como una predisposición de la gobernanza a mantenerse siempre atenta y maleable frente a la incierta dinámica naturaleza de la sociedad moderna (Eraydin & Tasan-Kok, 2013; Pickett et al., 2004).
- ‘Intencionalidad’ y ‘deseabilidad’ de la resiliencia, distinguiendo entre la capacidad relativamente ‘espontánea’ (y a menudo reactiva) de un sistema de absorber y/o adaptarse a disturbios cuando estos ocurren, y la búsqueda deliberada y proactivas de mecanismos que permitan hacer frente a posibles disturbios del futuro (CR2, 2018b; Linkov & Trump, 2019; Westley, Carpenter, Brock, Holling, & Gunderson, 2002). Asimismo, si bien parte de la literatura representa a la resiliencia como una propiedad inherentemente positiva (Meerow et al., 2016; L. Olsson et al., 2015), otros notan que esta a menudo implica complejas disyuntivas, donde lo que es resiliencia para una población, territorio o sistema puede ser fuente de riesgo para otros (Hahn & Nykvist, 2017; Hodge, 2013), o incluso, puede suponer la persistencia de situaciones o equilibrios inequitativos, no deseables o insustentables en el largo plazo (Chaffin et al., 2016). Lo previo se relaciona también con el creciente énfasis que en el seno de IPCC se ha venido dando, por un lado, a la noción de maladaptación (Chen, Doherty, Coffee, Wong, & Hellmann, 2016), es decir a formas de gobernanza o intervención que incrementan, en lugar que reducir, los riesgos sufridos por un sistema, territorio o comunidad, o bien reducen sus posibilidades de adaptación futura; así como la idea de transformación como camino para superar los límites de adaptación que condicionan las posibilidades de un

sistema, territorio o comunidad de hacer frente de manera exitosa a las amenazas que lo acechan (O'Brien, 2018; von Storch, 2018).

La propuesta contenida en este documento busca explícitamente hacerse cargo de estas tensiones y desafíos, proveyendo una definición de resiliencia que, por un lado, es aplicable en relación con distintos tipos de sistemas, disturbios y escalas; y por el otro, que distingue de manera explícita entre distintas facetas o dimensiones de la resiliencia, en relación con su temporalidad, intencionalidad y deseabilidad.

I.3 DEFINICIONES CLAVE

Para los fines del presente documento, se emplearán las siguientes definiciones clave. Para una justificación exhaustiva de estas definiciones, se ruega hacer referencia al anexo A.5.

SISTEMA URBANO

Los sistemas urbanos son sistemas complejos adaptativos (SCA), es decir conjuntos estructurados de elementos y procesos de variada naturaleza con propiedades emergentes y capacidad de auto-organización (Urquiza et al., 2021). Se denominan componentes de un sistema los distintos elementos y procesos que intervienen en sus operaciones, y estructuras el conjunto de interacciones entre componentes permitidas al interior del sistema, y que determinan sus conductas y prestaciones, así como sus respuestas frente a los distintos disturbios que proceden de su entorno. Las estructuras de los SCA suelen ser dinámicas, es decir que pueden cambiar en el tiempo, tanto como consecuencia de disturbios externos como de las propias operaciones del sistema.

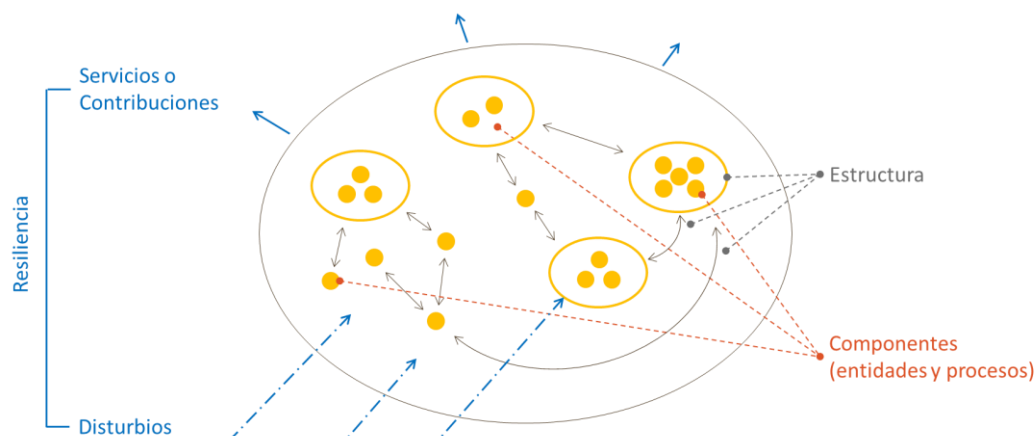


Figura 1. Sistema Complejo Adaptativo (Urquiza et al. 2021).

Se denominan servicios o contribuciones el conjunto de conductas y prestaciones de un sistema consideradas relevantes para el análisis de resiliencia o su gobernanza. Usualmente, los servicios o contribuciones son positivas o deseables; sin embargo, los sistemas también pueden generar impactos indeseables desde el punto de vista humano, los que se suelen llamar disservicios o contribuciones negativas (Kadykalo et al., 2019). Es posible distinguir entre distintos tipos de servicios o contribuciones ofrecidas por una ciudad, incluyendo: servicios ecológicos (provisión de recursos, regulación atmosférica e hídrica, biodiversidad...), servicios técnicos (distribución de energía y agua, transporte y telecomunicaciones, establecimientos de salud y educación...), y servicios socioculturales (funcionamiento de los mercados, de la política, el derecho y la ciencia; convivencia y cohesión social...).

Una ciudad puede comprenderse como un sistema-de-sistemas (Ernstson et al., 2010), es decir como un meta-sistema, con características y dinámicas emergentes, derivado de la combinación de múltiples sistemas (ecológicos, técnicos, socioculturales), cada uno parcialmente independiente de los demás, de manera que incluso su 'normal' funcionamiento puede convertirse en causa de estrés o disturbio para los demás.

RIESGO URBANO

Siguiendo a IPCC (Abram et al., 2019; IPCC, 2018), se define riesgo(o más precisamente 'riesgo climático'), el potencial de consecuencias adversas relacionadas con procesos hidroclimáticos, o de las respuestas de adaptación o mitigación frente a dichos procesos, en la vida, los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los ecosistemas y las especies, los bienes económicos, sociales y culturales, los servicios (incluidos los servicios ecosistémicos), y la infraestructura. Más precisamente, hablaremos de riesgo urbano en relación con los posibles efectos del clima en afectar a servicios o contribuciones positivas, o en amplificar 'disservicios' o contribuciones negativas asociadas a sistemas urbanos. Los riesgos se derivan de la interacción de la amenaza o peligro (probabilidad de ocurrencia o intensidad esperada de determinados sucesos de origen hidroclimático), exposición (presencia en el territorio interesado por la amenaza o peligro de sistemas o componentes pasibles de ser afectados) y vulnerabilidad (predisposición de un determinado sistema a sufrir consecuencias negativas a raíz de las amenazas o peligros a los que se encuentra expuesto). A su vez, la vulnerabilidad dice relación con la sensibilidad de específicos componentes del sistema afectado, y de la capacidad transversal del sistema de responder a las amenazas a las que está expuesto (CR2, 2018b).

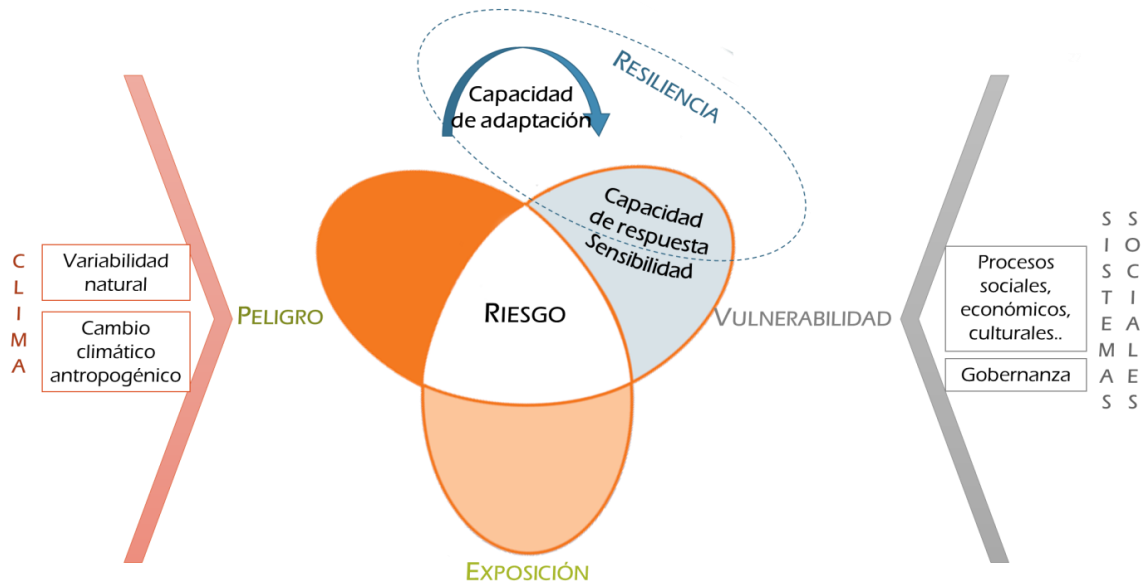


Figura 2. Marco conceptual del riesgo (CR2, 2018b)

El riesgo, por lo tanto, es un potencial latente, cuya manifestación concreta se conoce como impacto. El concepto de cadena de impacto (GIZ, 2017a, 2017b) recoge la posibilidad que los impactos finales de amenazas climáticas sobre un determinado servicio o contribución pueda verse mediada por los impactos (intermedios) que esta tiene sobre otros servicios o contribuciones de los que aquellos dependen. En este caso, puede hablarse de riesgo nidificado o en cascada. Por otro lado, se habla de riesgo compuesto (Simpson et al., 2021) en presencia de la concurrencia de múltiples amenazas, y más en general de riesgo combinado para referir a las distintas consecuencias de la interacción entre riesgos entre múltiples territorios y escalas, horizontes temporales, y sectores, así como entre múltiples respuestas y/o adaptaciones (ver adaptación).

ADAPTACIÓN

La posibilidad que los riesgos se traduzcan en impactos futuros puede verse reducida por la adaptación, entendida como el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En particular, en contraste con la mitigación, que refiere de manera dominante a reducir las futuras amenazas climáticas, la adaptación opera de manera predominante en los componentes de exposición y vulnerabilidad del riesgo. Cabe destacar que la adaptación puede ser tanto gradual (cuando mantiene la esencia y la integridad de un sistema o proceso a una escala determinada) o transformativa

(cuando cambia los atributos fundamentales de un sistema socio-ecológico en previsión del cambio climático y sus impactos) (P. Aldunce et al., 2021).

En conjunto, las posibilidades de intervención disponibles en la amenaza, exposición o vulnerabilidad conforman lo que se conoce como espacio de soluciones del cambio climático, y la capacidad de adaptación (o capacidad adaptativa) es una importante medida de la entidad de dicho espacio de soluciones, y estrechamente vinculada con el concepto de resiliencia (Abram et al., 2019; IPCC, 2018). Al converso, se habla de límites de adaptación (Chen et al., 2016) para describir umbrales físicos (límites de adaptación ‘duros’) o socioculturales (límites de adaptación ‘blandos’) que limitan la capacidad de ajuste de un sistema. La adaptación transformativa puede superar los límites blandos pero no los duros.

En contraste con la adaptación, la maladaptación (von Storch, 2018) dice relación con los efectos (usualmente no esperados y no intencionados) de políticas, acciones o intervenciones que resultan en un aumento (en lugar que una reducción) del riesgo. Esto incluye lo efecto indeseado que eventuales medidas de adaptación tomadas para hacer frente a un riesgo específico respecto de otros riesgos, o respecto del riesgo combinado. Asimismo, puede hablarse de maladaptación cuando las medidas adoptadas resultan en una reproducción de desigualdades o injusticias existentes, o en trayectorias de desarrollo poco sostenibles que dañen a las generaciones futuras (por ejemplo, cuando la adaptación resulta en un aumento de Gases Efecto Invernadero). Por el contrario, se habla de co-beneficios cuando la adaptación también genera impactos positivos en términos de mitigación y/o desarrollo sostenible, o viceversa.

RESILIENCIA URBANA

En general, la resiliencia se define como la habilidad estructural de un sistema a complejo adaptativo (ej. ecológico, económico, social...) de anticipar, absorber, adaptarse y/o recuperarse de un suceso, tendencia o perturbación peligrosa, asociada al cambio climático, manteniendo su función y organización, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, de aprendizaje y transformación. En particular, definimos como resiliencia urbana la capacidad de un sistema urbano de mantener un determinado nivel de servicio o contribución pese a los disturbios que pueden afectar sus componentes o estructuras (Urquiza et al., 2021).

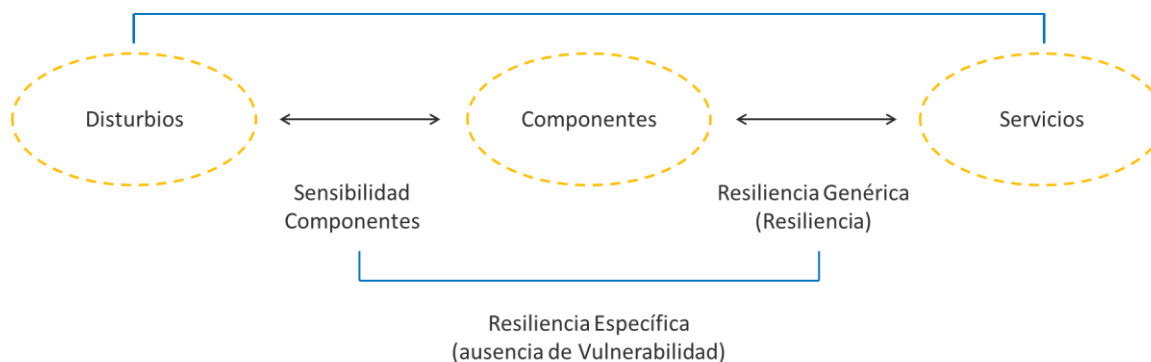


Figura 3. Resiliencia específica y genérica (Urquiza et al., 2021).

A este respecto, cabe distinguir entre dos tipos de resiliencia (Miller et al., 2010; Urquiza et al., 2021): la resiliencia específica refiere a la conducta de un sistema frente a un particular tipo de amenaza o disturbio, mientras que la resiliencia genérica dice relación con capacidad transversal de responder y/o adaptarse a todo el abanico de disturbios actuales o potenciales que podría sufrir. La resiliencia específica se encuentra estrechamente relacionada con el concepto de vulnerabilidad (ver ‘riesgo urbano’), es decir que usualmente un sistema con elevada resiliencia específica frente a una determinada amenaza puede considerarse poco vulnerable frente a la misma y viceversa. Por contraste, un sistema con elevada resiliencia genérica puede ser a la vez vulnerable (cuando presenta un grado de sensibilidad de sus componentes tan elevado que, si bien en condiciones normales el sistema es capaz de compensar, podría verse afectado por disturbios anormalmente intensos o duraderos: ver límites de adaptación en ‘adaptación’). Al revés, un sistema puede ser simultáneamente no resiliente y no vulnerable (cuando goza de una muy reducida capacidad de soportar, reaccionar y/o adaptarse a disturbios pero, por lo menos en el breve plazo, no presenta sensibilidad a las amenazas climáticas a las que podría encontrarse expuesto).

DIMENSIONES DE RESILIENCIA

En tanto propiedad de sistemas complejos adaptativos, la resiliencia puede adoptar distintas manifestaciones, siendo fundamental distinguir tres de estas. En términos de sus mecanismos explicativos, estas pueden denominarse respectivamente flexibilidad, memoria y auto-transformación (Urquiza et al., 2021; Urquiza & Billi, 2020; Valencia, Billi, & Urquiza, 2021). Asimismo, en términos de sus consecuencias, pueden denominarse persistencia, adaptabilidad y transformabilidad. La flexibilidad refiere a la habilidad de un sistema de reorganizar sus componentes, o sustituir un componente por otro, manteniendo una determinada función, servicio o contribución, sin cambios significativos en su estructura. La memoria dice relación con su propensión a ‘aprender’ de disturbios pasados, modificando sus estructuras

y/o transitando hacia nuevos regímenes de estabilidad para ajustarse a las mutadas condiciones del entorno. Finalmente, la auto-transformación se asocia con la posibilidad que el sistema (usualmente, un sistema de carácter antrópico) se oriente de manera proactiva e intencional a prevenir y/o ajustarse de manera anticipatoria a amenazas futuras, más o menos previsibles.

Estas tres dimensiones de la resiliencia conllevan distintas perspectivas temporales: mientras la flexibilidad (persistencia) refiere a la conducta del sistema frente a amenazas presentes, la memoria (adaptabilidad) y la auto-transformación (transformabilidad) dicen relación respectivamente con cómo el sistema incorpora los disturbios del pasado o se anticipa a los futuros. Pese a aquello, cabe destacar que la relación entre estas tres dimensiones de la resiliencia no debe entenderse de manera lineal ni sumativa. En particular, en un determinado momento, un sistema puede gozar de elevada flexibilidad sin contar con una fuerte capacidad de memoria o auto-transformación, y viceversa.

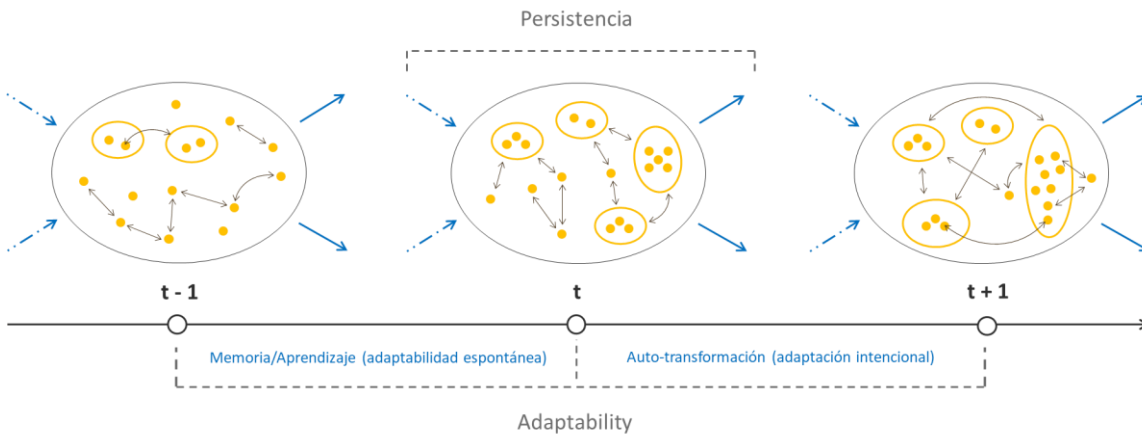


Figura 4. Tipos de Resiliencia (Urquiza et al., 2021).

INDICADORES DE RESILIENCIA

Los indicadores de resiliencia pueden clasificarse en dos grupos (Urquiza et al., 2021; Urquiza & Billi, 2020; Valencia et al., 2021): expresivos y predictivos.

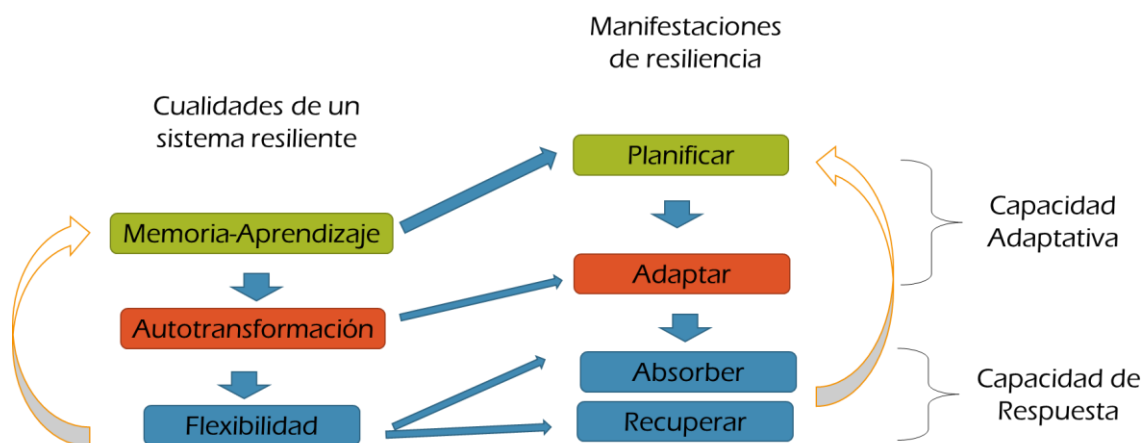


Figura 5. Dimensiones de la resiliencia expresiva y predictiva (Urquiza et al., 2021).

Los indicadores expresivos (lado derecho de la figura), se centran en la conducta demostrada por el sistema frente a disturbios pasados, y particularmente, su capacidad de mantener su conducta y performance pese a dichos disturbios. En particular, los indicadores expresivos pueden relacionarse con las distintas etapas de la gestión de riesgo de desastre, estando relacionados, por un lado, con la capacidad del sistema de reaccionar frente a disturbios o eventos que experimentan, absorbiendo sus impactos con consecuencias mínimas sobre los servicios o contribuciones, y recuperándose de manera rápida y efectiva una vez que estos hayan pasado (en conjunto, la capacidad de absorber y de recuperarse conforman la capacidad de respuesta). Por el otro, en su habilidad para anticiparse frente a amenazas futuras posibles, tanto planificando futuras respuestas como adaptándose tempranamente frente a sus efectos esperados (conjuntamente, la capacidad de planificar y de adaptarse constituyen la capacidad adaptativa).

Por su parte, los indicadores predictivos (lado izquierdo de la figura) se enfocan en atributos estructurales del sistema (flexibilidad, memoria y auto-transformación) que permiten presumir o anticipar como este se conducirá (y en qué grado logrará mantener su nivel de servicio o contribución) frente a posibles disturbios futuros. En particular, en la tabla a continuación se muestra el desglose de las dimensiones de la resiliencia en un total de 9 conjuntos de indicadores: siguiendo la evidencia presentada en la literatura existente, la flexibilidad se asocia a la diversidad de componentes, a su redundancia, y conectividad; la memoria a la capacidad de registrar información, procesarla de manera reflexiva, y aprender de aquella; y la auto-transformación se relaciona tanto con la capacidad de anticipar posibles

estados futuros del sistema (deseables o no), como aquella de tomar e implementar decisiones, y coordinar distintos actores y procesos.

Tabla 1. Dimensiones de la resiliencia. Adaptado de: (Red de pobreza energética, 2020).

Resiliencia Sistemas socio-ecológicos y sociotécnicos				
Expresiva	Predictiva			
Capacidad de respuesta	Flexibilidad	Diversidad: existencia de componentes cualitativamente distintos.	Redundancia: existencia de distintos componentes que cumplen funciones asimilables.	Conectividad: cantidad de elementos comunicados respecto del total de comunicaciones totales.
	Memoria	Registro: capacidad del sistema para generar, mantener y disponibilizar información sobre su funcionamiento y su relación con el entorno.	Reflexividad: capacidad del sistema para procesar información y generar distinciones sobre su relación con el entorno.	Aprendizaje: capacidad del sistema para integrar nueva información e interpretaciones alternativas desde el registro y reflexividad.
Capacidad de adaptación	Auto transformación	Coordinación: grado de participación y coordinación (público, privada, sociedad civil) en las decisiones públicas.	Anticipación: capacidad de definir una alternativa que dirige la acción sobre los componentes y estructura del sistema.	Decisión: capacidad del sector privado (inversión, confianza) y atribuciones del sector público (regulación, fiscalización, políticas públicas) para tomar decisiones sobre estructura y funcionamiento del sistema.

La figura muestra también cómo ambos tipos de atributos se relaciona entre sí, entendiendo que debe haber un ciclo de retroalimentaciones entre ambos tipos de indicadores: las predicciones de resiliencia realizadas por medio de indicadores predictivos se construyen a partir de evidencia generada y constantemente puesta a prueba por medio de indicadores de tipo expresivo.

II. ÍNDICE DE RESILIENCIA GENÉRICA AL CLIMA PARA CHILE

El Índice de Resiliencia Genérica al Clima IRGC se construyó a partir de un total de 43 indicadores, cuya selección se realizó en consideración tanto de la discusión bibliográfica en torno a las dimensiones e indicadores de resiliencia (ver subapartado 1.3), como también de su factibilidad técnica, es decir, atendiendo a que fuesen fuentes de información oficial, disponibles a nivel comunal o subcomunal, actualmente vigentes y que tuviesen la potencialidad de ser actualizados en el tiempo, además de ser accesibles de manera pública y sin costo.

El análisis de factibilidad técnica de indicadores implicó la revisión de al menos 40 Bases de datos provenientes de distintas fuentes de información, entre ellas: censos de población, vivienda y agropecuarios, encuestas de hogar, encuestas especializadas, registros administrativos, imágenes satelitales, entre otras. De ellas, se seleccionaron aquellas que tuvieran un mayor aporte en la búsqueda de una aproximación a la capacidad de adaptación y de respuesta de los territorios comunales.

Posterior a esta selección, se realizaron pruebas exploratorias en torno a la calidad del dato disponible con el objetivo de identificar inconsistencias, presencia de datos ausentes y valores atípicos. Asimismo, se evaluó el nivel de desagregación de estos datos y su potencial de actualización periódica. Como resultado de este proceso, se clasificaron los indicadores que cumplían dichos requisitos en las tres dimensiones de resiliencia discutidas en la Parte I: Flexibilidad, Memoria y Auto-transformación.

II.1 INDICADORES Y FUENTES CONTEMPLADAS

FLEXIBILIDAD

Para medir la capacidad que tienen los territorios de responder ante potenciales eventos de origen climático, se consideraron un total de 16 indicadores organizados en 3 subdimensiones: diversidad, redundancia y conectividad.

La diversidad refiere a la variedad de herramientas institucionales, tecnológicas, productivas o biológicas disponibles en el corto o mediano plazo para enfrentar un amplio espectro de amenazas climáticas. Como se aprecia en la Tabla 1, en base a la información disponible se consideraron 5 indicadores que abordan la variedad de los servicios ecosistémicos disponibles y del emplazamiento de infraestructura crítica y productiva de los territorios.

Tabla 2. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión diversidad

Indicadores	Fuente y base de datos
Riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía	Corporación Nacional Forestal (CONAF) 2016
Existencia de actividades económicas productivas emplazadas en zonas de amenaza	Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI) - Factores subyacentes del riesgo comunal 2019 (FSRC)
Proporción de áreas protegidas por el Estado	Elaboración propia a partir de datos de CONAF 2016(SNASPE)
Nivel de emplazamiento de infraestructura crítica en zonas de amenaza	ONEMI – FSRC 2019
Índice de decretos de escasez hídrica dictados	Elaboración propia a partir de Dirección General de Aguas 2020 (DGA)

La redundancia refiere a la capacidad del sistema para asegurar el funcionamiento de una misma herramienta de respuesta en diferentes instancias paralelas o equivalentes, con el fin de evitar la falta de disponibilidad de alguna en caso de fallar. Como se muestra en la Tabla 2, fueron seleccionados 8 indicadores para esta subdimensión que dan cuenta de la capacidad de los sistemas de emergencia y del nivel de dependencia socioeconómica y demográfica de la población de los territorios.

Tabla 3. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión redundancia

Indicadores	Fuente y base de datos
Tasa de establecimientos de salud (primario, secundario y terciario) cada 100.000 habitantes	Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Salud (MINSAL) en Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE)
Tasa de compañías de bomberos cada 100.000 habitantes	Elaboración propia a partir de datos de la Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos de Chile en IDE
Tasa de unidades o destacamentos de carabineros cada 100.000 habitantes	Elaboración propia a partir de datos de Carabineros de Chile en IDE
Tasa de pobreza por ingresos	Ministerio de Desarrollo Social (MDS) – Encuesta de Caracterización Socioeconómica 2017 (CASEN)
Tasa de pobreza multidimensional	MDS – CASEN 2017
Calificación Socioeconómica	ONEMI – FSRC 2019
Déficit habitacional cuantitativo	Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) – Censo de Población y Vivienda 2017
Índice de dependencia demográfica	Elaboración propia a partir del Censo de Población y Vivienda 2017

Finalmente, la subdimensión de conectividad refiere a las oportunidades para la interacción, al acceso a recursos institucionales, sociales y naturales, como también al acceso y fortalecimiento de redes de apoyo. Como se aprecia en la Tabla 3, para esta subdimensión se consideraron 3 indicadores:

Tabla 4. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión conectividad

Indicadores	Fuente y base de datos
Cantidad de localidades aisladas	Elaboración propia a partir de datos de Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo 2019 (SUBDERE)
Porcentaje de población en situación de aislamiento	Elaboración propia a partir de datos de SUBDERE 2019 y Censo de Población y Vivienda 2017
Tasa de habitantes con conexión fija a internet	Subsecretaría de telecomunicaciones 2019 (SUBTEL) y Censo de Población y Vivienda 2017

MEMORIA

La memoria alude a la capacidad que tienen los territorios de registrar información, procesarla de manera reflexiva, y aprender de ella, lo cual es un elemento

indispensable tanto para favorecer la capacidad de responder a las amenazas que ya se estén manifestando, como a adaptarse a las que podrían acontecer en el futuro. Para medirla se consideraron 12 indicadores estructurados en tres subdimensiones: registro, reflexividad y aprendizaje.

Para la subdimensión de Registro se seleccionaron 6 indicadores que dan cuenta de la capacidad que tienen los territorios de acceder a información actualizada sobre amenazas y sensibilidad de la población y que se presentan en la Tabla 4, a continuación.

Tabla 5. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión registro

Indicadores	Fuente y base de datos
Acceso a información actualizada sobre impacto del cambio climático	ONEMI – FSRC 2019
Caracterización actualizada de población en situación de discapacidad	
Caracterización actualizada de población en situación de calle	
Caracterización actualizada de población inmigrante internacional	
Identificación y actualización de asentamientos humanos en zona de amenaza	
Identificación y actualización de asentamientos humanos irregulares	

La Reflexividad es entendida como la cualidad de procesar la información registrada y generar distinciones sobre su relación con el entorno. Como muestra la Tabla 5, se seleccionaron 3 indicadores para esta subdimensión que abordan la capacidad que tienen las comunas de gestionar información relevante para las amenazas climáticas.

Tabla 6. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión reflexividad

Indicadores	Fuente y base de datos
Municipio cuenta con Perfil Climático Municipal (PCM) actualizado	Elaboración propia a partir de datos de la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático
Municipio cuenta con Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM)	Elaboración propia a partir de datos del MMA
Municipio cuenta con Estrategia de Comunicación de Cambio Climático (ECC)	Elaboración propia a partir de datos de la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático

Como última subdimensión de memoria, el Aprendizaje es entendido como la cualidad de integrar nueva información, las capacidades instaladas para convertir el conocimiento en ideas y soluciones para adaptar los componentes del territorio en vista de las amenazas establecidas. Como muestra la Tabla 6, se seleccionaron 3 indicadores para esta subdimensión.

Tabla 7. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión aprendizaje

Indicadores	Fuente y base de datos
Capacitación equipo municipal en GRD	ONEMI – FSRC 2019
Población de 25 años y más que accede a la educación superior	Elaboración propia a partir de Censo de Población y Vivienda 2017
Ejecución de proyectos financiados por Programa de prevención y mitigación de riesgos (PREMIR)	Elaboración propia a partir de Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM)

AUTO-TRANSFORMACIÓN

La auto-transformación se asocia a la capacidad de orientarse de manera intencional y proactiva a la prevención y de organizarse de manera de anticiparse a amenazas futuras que están identificadas previamente. Para medirla se consideraron 15 indicadores estructurados en tres subdimensiones: coordinación, anticipación y decisión.

La Coordinación alude al grado de participación y de acoplamiento organizativo de los distintos actores implicados en un territorio con el objetivo de generar decisiones vinculantes en él. Como muestra la Tabla 7, se seleccionaron 7 indicadores para esta subdimensión que abordan los niveles de participación ciudadana, integración social y transparencia municipal.

Tabla 8. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión coordinación

Indicadores	Fuente y base de datos
Nivel de conformación Consejo de la Sociedad Civil (COSOC)	ONEMI – FSRC 2019
Grado de articulación de las organizaciones de la sociedad civil con el municipio	
Realización de procesos de consulta ciudadana	
Estrategias y políticas de promoción de la inclusión y multiculturalidad	
Enfoque inclusivo en ámbitos de la gestión municipal	
Difusión de la oferta de programas sociales	
Mecanismos de Rendición de Cuentas	

La Anticipación se entiende como la capacidad de planificar la adaptación y desarrollo en consideración de los riesgos y amenazas que enfrenta el territorio. Como muestra la Tabla 8, se seleccionaron 5 indicadores para esta subdimensión que abordan la gestión y el desarrollo espacial con enfoque preventivo.

Tabla 9. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión anticipación

Indicadores	Fuente y base de datos
Existencia de Instrumentos locales que apunten a anticipar y responder eficazmente ante emergencias	ONEMI – FSRC 2019
Presencia de Instrumentos de planificación territorial que consideren estudios de riesgo	
Nivel de planificación de seguridad pública en situaciones de emergencias	
Gestión local y adaptación al cambio climático	
Municipio cuenta con plan de inversión en obras de mitigación	

La Decisión se entiende como la capacidad efectiva de resolver de manera vinculante sobre la estructura y funcionamiento del territorio. Como muestra la Tabla 9, se seleccionaron 3 indicadores para esta subdimensión que abordan la presencia en la estructura municipal de algún encargado de gestión de desastres y de la autonomía financiera municipal.

Tabla 10. Indicadores utilizados para la medición de la subdimensión decisión

Indicadores	Fuente y base de datos
Estructura municipal cuenta con Unidad de Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) y/o Protección Civil	ONEMI – FSRC 2019
Ingresos propios permanentes municipales per cápita	Elaboración propia en base al Sistema Nacional de Información Municipal 2019 (SINIM)
Autonomía financiera y de toma de decisiones para gestión de riesgo de desastres	ONEMI – FSRC 2019

II.2 PROCESAMIENTO DE INDICADORES

Estos 43 indicadores fueron agregados en cada una de las dimensiones de resiliencia: flexibilidad, memoria y auto-transformación, además del IRGC, para ello se usó la metodología fuzzylogic. El principal supuesto de la técnica es que existe información limitada respecto a los umbrales de riesgos de cada variable, dificultando el modelamiento cuantitativo. Ante esta situación, la metodología propone partir de la base de un procesamiento semi-cualitativo de la información, en función de la generación de reglas lógicas de agregación (Urquiza et al 2020: 7).

Cada dimensión (flexibilidad, memoria y auto-transformación) y el IRGC, cuenta con 5 niveles: “alta”, “media alta”, “media”, “media baja” y “baja”. Cada nivel es determinado por un conjunto de ‘reglas’, que da cuenta de todas las posibles combinaciones entre valores ‘altos’ y ‘bajos’ al interior de cada subdimensión de resiliencia. El valor específico del índice se calcula a través de la lógica difusa que tiene en cuenta el grado en que cada comuna cumple con las condiciones establecidas en estas reglas, resultando un valor con rango entre 0 y 1.

Estas reglas están determinadas por el rol y relevancia que juega cada una de las dimensiones y subdimensiones mencionadas en términos de resiliencia, lo cual permite caracterizar de forma explícita las consecuencias asociadas a distintas configuraciones de estas dimensiones. La ponderación de las dimensiones para organizar las reglas con las cuales se puede o no alcanzar un cierto nivel de resiliencia se determinó a partir de dos criterios: ‘suficiencia’ y ‘necesidad’. Es importante señalar, que la definición de estas reglas, responde a un primer esfuerzo analítico de realizar asociaciones entre las subdimensiones y dimensiones, considerando tanto las definiciones, usos y relaciones planteadas en la literatura científica y gris, como de la especificidad de los indicadores utilizados de diferentes fuentes.

A continuación, se detallan los resultados posibles en cada uno de los algoritmos, además de las reglas de agregación establecidos para cada uno, listando las

dimensiones y subdimensiones según relevancia, a partir de los criterios de suficiencia y necesidad.

FLEXIBILIDAD

El procesamiento incluyó las subdimensiones de flexibilidad: diversidad, redundancia y conectividad, como se puede apreciar en la Tabla 10:

Tabla 11. Reglas de agregación dimensión flexibilidad

casos	diversidad	redundancia	conectividad	nivel de flexibilidad
1	alta	alta	alta	alta
2	alta	alta	baja	media alta
3	alta	baja	alta	media
4	alta	baja	baja	media baja
5	baja	alta	alta	media alta
6	baja	alta	baja	media
7	baja	baja	alta	media baja
8	baja	baja	baja	baja

Ordenados según la relevancia de la dimensión en la agregación, los criterios de suficiencia y necesidad son los siguientes:

- **Redundancia:** Los valores elevados en esta dimensión son suficientes por sí solos para garantizar flexibilidad a lo menos media. A su vez, es una subdimensión que se ve potenciada por la presencia alta de conectividad. Por otra parte, valores elevados en redundancia son condición necesaria para lograr flexibilidad alta.
- **Diversidad:** Si sus valores son elevados es suficiente por sí sola para garantizar flexibilidad media baja. Por otra parte, valores elevados son condición necesaria para lograr flexibilidad alta.
- **Conectividad:** Los valores elevados en esta dimensión son suficientes para garantizar flexibilidad media baja. Por otra parte, potencia la subdimensión de redundancia.

MEMORIA

Como se aprecia en la Tabla 11 el procesamiento incluyó las subdimensiones de memoria: registro, reflexividad y aprendizaje, asimismo el índice de educación superior juega un rol complementario en la dimensión de aprendizaje, mas no

suficiente. Todas las interacciones posibles entre cada subdimensión generó 16 casos de estudio:

Tabla 12. Reglas de agregación dimensión memoria

casos	registro	reflexividad	aprendizaje	educación superior	nivel de memoria
1	alta	alta	alta	alta	alta
2	alta	alta	alta	baja	media alta
3	alta	alta	baja	alta	media
4	alta	alta	baja	baja	media
5	alta	baja	alta	alta	media alta
6	alta	baja	alta	baja	media
7	alta	baja	baja	alta	baja
8	alta	baja	baja	baja	baja
9	baja	alta	alta	alta	alta
10	baja	alta	alta	baja	media alta
11	baja	alta	baja	alta	media baja
12	baja	alta	baja	baja	media baja
13	baja	baja	alta	alta	media
14	baja	baja	alta	baja	media baja
15	baja	baja	baja	alta	baja
16	baja	baja	baja	baja	baja

Ordenados según la relevancia de la dimensión en la agregación, los criterios de suficiencia y necesidad son los siguientes:

- **Aprendizaje:** Los valores elevados en esta dimensión son suficientes por sí solos para garantizar memoria a lo menos media. A su vez, es una subdimensión que se ve potenciada por la presencia alta de Educación Superior, esto quiere decir que aumenta el nivel de memoria por su complementariedad. Por otra parte, valores elevados en aprendizaje son condición necesaria para lograr memoria media alta.
- **Reflexividad:** Si sus valores son elevados, se considera condición suficiente para garantizar memoria media baja, a su vez es una subdimensión que se ve potenciada por la presencia alta de registro. Valores elevados en reflexividad son condición necesaria para obtener memoria media.
- **Registro y educación superior:** por si solas no son condiciones suficientes para garantizar algún nivel de memoria, sin embargo, si registro presenta valores elevados, potencia la subdimensión

reflexividad y en el caso de educación superior, un valor elevado potencia la subdimensión de aprendizaje.

AUTO-TRANSFORMACIÓN

El procesamiento incluyó las 3 subdimensiones de auto-transformación: diversidad, redundancia y conectividad, generándose 8 casos posibles modelando cada interacción posible, como se puede apreciar en la Tabla 12:

Tabla 13. Reglas de agregación dimensión auto-transformación

casos	coordinación	anticipación	decisión	nivel de auto-transformación
1	alta	alta	alta	alta
2	alta	alta	baja	media
3	alta	baja	alta	media
4	alta	baja	baja	media baja
5	baja	alta	alta	media alta
6	baja	alta	baja	media baja
7	baja	baja	alta	media baja
8	baja	baja	baja	baja

Ordenados según la relevancia de la dimensión en la agregación, los criterios de suficiencia y necesidad son los siguientes:

- **Anticipación:** Los valores elevados en esta dimensión son suficientes por sí solos para garantizar auto-transformación a lo menos media baja, a su vez se ve potenciada por valores altos de coordinación. Al mismo tiempo, valores elevados en Anticipación son condición necesaria para lograr resiliencia alta.
- **Decisión:** Si presenta valores elevados es suficiente para garantizar auto-transformación media baja. Valores elevados en Decisión son condición necesaria para lograr resiliencia media alta.
- **Coordinación:** Si presenta valores elevados es suficiente para garantizar auto-transformación media baja. Valores elevados en coordinación, potencian la subdimensión de anticipación.

RESILIENCIA

Para el procesamiento final del indicador de resiliencia genérica al clima (IRGC) se consideraron los algoritmos de agregación mediante lógica difusa para la dimensión de memoria, auto-transformación y flexibilidad, detallados anteriormente. En la Tabla 13 se presentan los 8 casos que emergen de todas las interacciones posibles entre las dimensiones:

Tabla 14. Reglas de agregación índice de resiliencia genérica al clima

Casos	memoria	auto-transformacion	flexibilidad	nivel de resiliencia
1	alta	alta	alta	alta
2	alta	alta	baja	media
3	alta	baja	alta	media
4	alta	baja	baja	baja
5	baja	alta	alta	media alta
6	baja	alta	baja	media
7	baja	baja	alta	media baja
8	baja	baja	baja	baja

Ordenados según la relevancia de la dimensión en la agregación, los criterios de suficiencia y necesidad son los siguientes:

- Auto-transformación: Los valores elevados en esta dimensión son suficientes por sí solos para garantizar resiliencia a lo menos media. A su vez, es una subdimensión que se ve potenciada por la presencia alta de memoria, siempre que haya una presencia alta de flexibilidad. Por otra parte, valores elevados en Auto-transformación son condición necesaria para lograr resiliencia media alta o alta.
- Flexibilidad: Si sus valores son elevados, se considera condición suficiente para resiliencia media baja. A su vez, presencia alta de flexibilidad permite que memoria potencie la subdimensión auto-transformación. Valores elevados en flexibilidad son condición necesaria para obtener resiliencia media alta o alta.
- Memoria: Los valores elevados en esta dimensión son necesarios para garantizar resiliencia alta. Por otra parte, potencia la subdimensión de auto-transformación siempre que hayan valores elevados de flexibilidad.

II.3 RESULTADOS DE LOS INDICADORES

Las Figuras que se presentan en esta sección, son el producto del procesamiento de los indicadores descritos en la sección II.1, a partir de algoritmos de lógica difusa, siguiendo las reglas de agregación especificadas en la sección II.2. Consisten en mapas que muestran la distribución de los distintos niveles de resiliencia genérica al clima y de sus dimensiones, en las 345 comunas³ del país.

En términos gráficos, los colores más oscuros representan una mayor presencia del atributo (ya sea del indicador agregado o de la dimensión), mientras que, por el contrario, los colores más claros representan una menor presencia del atributo. Cabe puntualizar, que la tonalidad de los colores está determinada por un valor numérico que oscila en un rango entre 0 y 1, donde 0 representa una muy baja presencia y 1 una muy alta.

La Figura 7 muestra cómo se distribuye los niveles de flexibilidad en las comunas del país. Como se aprecia en el mapa, los mayores niveles de flexibilidad se concentran en las capitales regionales, siendo Concepción (Región del Biobío) la comuna con mayor presencia de flexibilidad, seguida por Antofagasta (Región de Antofagasta).

Acorde a cómo se definió la construcción de las reglas de agregación, los indicadores que tienen un mayor peso en determinar el nivel de flexibilidad de una comuna, son los que dan cuenta de la capacidad de los sistemas de emergencia y del nivel de dependencia socioeconómica y demográfica de la población de los territorios, de esta manera las comunas con elevados niveles de flexibilidad cuentan, relativamente al resto de las comunas, con mayores valores en dichos indicadores.

De manera complementaria, al realizar un análisis de los indicadores que tienen mayor capacidad predictiva para dar cuenta de altos niveles de flexibilidad, acorde a modelos de regresión lineal, son: en primer lugar, la tasa de conexión a internet por habitante, en segundo lugar la proporción de áreas protegidas por el Estado y en tercer lugar la calificación socioeconómica de la población. Las que presentan una relación estadísticamente significativa con el índice de flexibilidad de las comunas. Así, el comportamiento de la tasa de conexión a internet por habitante, tiene una relación directa con el indicador de flexibilidad de las comunas, al igual que la proporción de áreas protegidas por el Estado y tiene una relación inversa con el indicador de calificación socioeconómica de la población.

³ Se excluye de este análisis la comuna Antártica de la Región de Magallanes. Debido a que la mayoría de las fuentes consultadas no contaban con información para esta comuna.

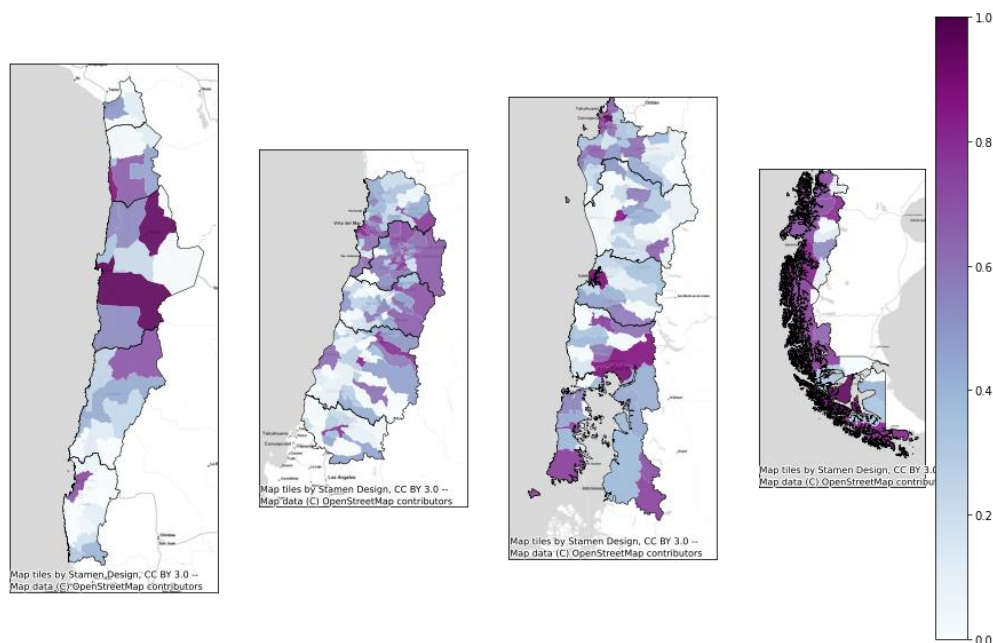


Figura 6. Mapa de distribución de la dimensión de flexibilidad por comuna

La Figura 8 por otro lado, aborda el comportamiento de los niveles de memoria en las comunas del país. Las comunas que presentan niveles altos de memoria, se concentran principalmente en la zona centro y sur del país, siendo las comunas de San Pedro de la Paz (Región del Biobío) y de Temuco (Región de la Araucanía) las que presentan la mayor presencia de memoria.

Acorde a cómo se definió la construcción de las reglas de agregación, los indicadores que tienen un mayor peso en determinar el nivel de memoria de una comuna, son los que dan cuenta de las capacidades instaladas en la comuna para transformar la información disponible en ideas y soluciones creativas ante las amenazas, así las comunas con elevados niveles de memoria cuentan con altos valores en dichos indicadores, en comparación al resto de las comunas.

Asimismo, los indicadores que prestan una relación estadísticamente significativa con el índice de memoria de las comunas y que tienen mayor capacidad de predicción de niveles relativamente más altos de memoria, son: la proporción de población de 25 años y más que accede a la educación superior, si el Municipio cuenta con Perfil Climático Municipal (PCM) actualizado o con Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) y la ejecución de proyectos financiados por Programa de prevención y mitigación de riesgos (PREMIR). Asimismo, estos indicadores presentan una relación positiva con el indicador de memoria a nivel comunal.

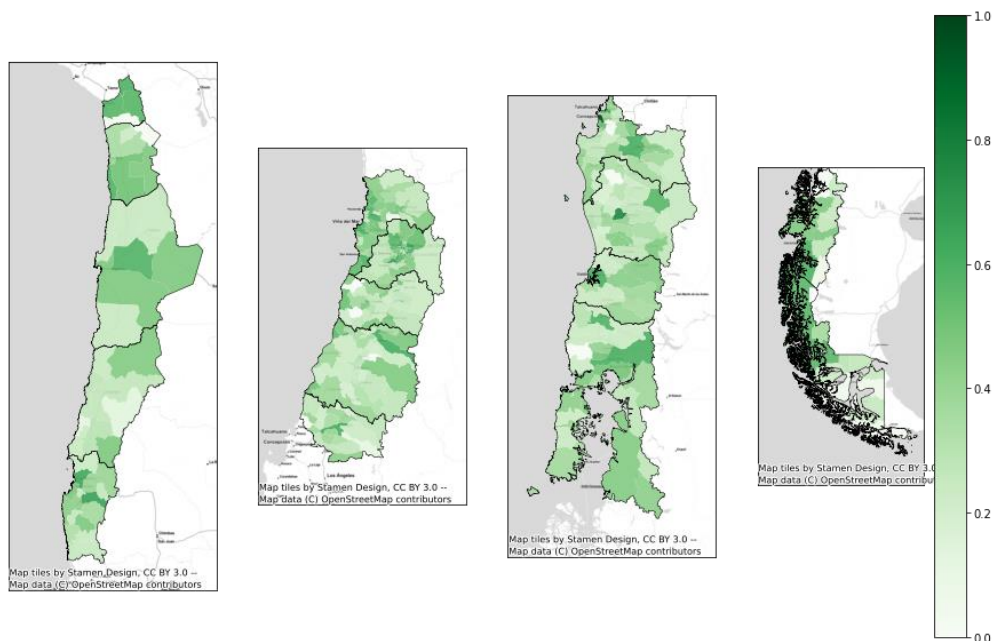


Figura 7. Mapa de distribución de la dimensión de memoria por comuna

La Figura 9 representa la distribución de los niveles de auto-transformación a lo largo del país. Los niveles elevados de auto-transformación se concentran en la zona centro y sur, siendo Temuco (Región de la Araucanía) y San Antonio (Región de Valparaíso) las comunas que presentan los más altos niveles.

Acorde a cómo se definió la construcción de las reglas de agregación, los indicadores que tienen un mayor peso en determinar el nivel de auto-transformación son aquellos que abordan la gestión y desarrollo espacial de la comuna, con un enfoque preventivo. De esta manera, las comunas que presentan mayor capacidad de auto-transformación, contemplan altos índices en dichos indicadores, en comparación al resto de las comunas.

De manera complementaria, al realizar un análisis de los indicadores que tienen mayor capacidad predictiva para dar cuenta de altos niveles de auto-transformación, acorde a modelos de regresión lineal, son: en primer lugar, la presencia en la estructura municipal de Unidad de Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) y/o Protección Civil y en segundo lugar el nivel de autonomía financiera y de toma de decisiones para gestión de riesgo de desastres. Ambos indicadores presentan una relación estadísticamente significativa con el índice de auto-transformación de las comunas. De esta manera, a mayor presencia de una unidad de GRD y/o Protección civil mayor es el indicador de auto-transformación, misma relación directa presenta con el nivel de autonomía financiera y de toma de decisiones.

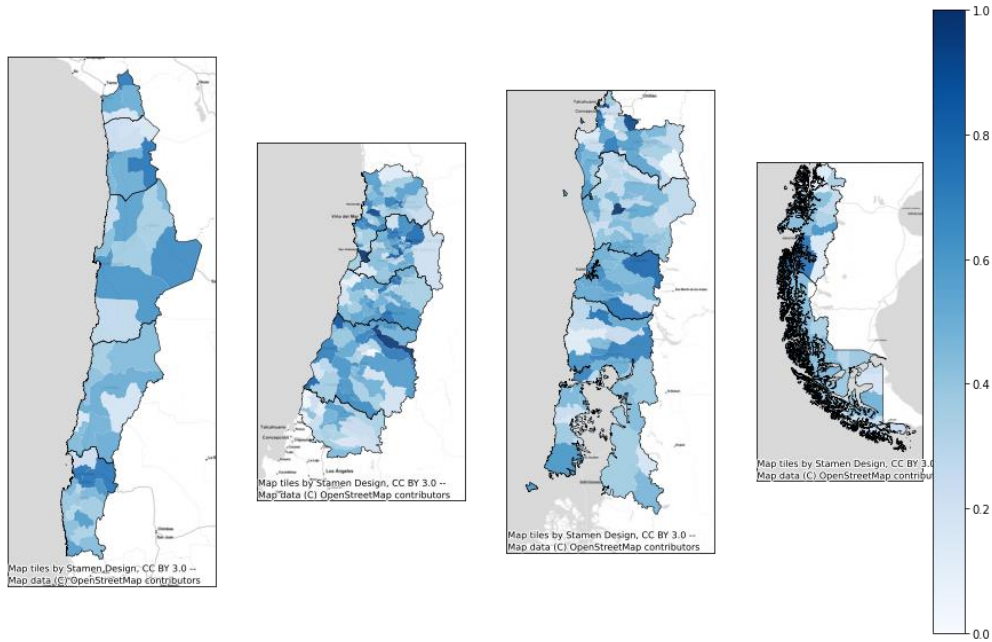


Figura 8. Mapa de distribución de la dimensión de auto-transformación por comuna

La Figura 10 muestra los distintos niveles de resiliencia genérica al clima distribuidos en las comunas. Como se aprecia en el mapa, los niveles de resiliencia se distribuyen de manera equitativa en el país, es decir, no se observan patrones de concentración de ciertos niveles en alguna zona o región del país. Sin embargo, destacan Temuco (Región de la Araucanía) y Curicó (Región del Maule) como las comunas que presentan el mayor IRGC del país.

Al realizar un análisis de los indicadores que tienen mayor capacidad predictiva para dar cuenta de altos niveles de resiliencia genérica al clima, acorde a modelos de regresión lineal, son: la autonomía financiera y de toma de decisiones para gestión de riesgo de desastres y la tasa de conexión a internet por habitante. Ambos indicadores presentan una relación estadísticamente significativa y directa con el índice de resiliencia genérica al clima de las comunas.

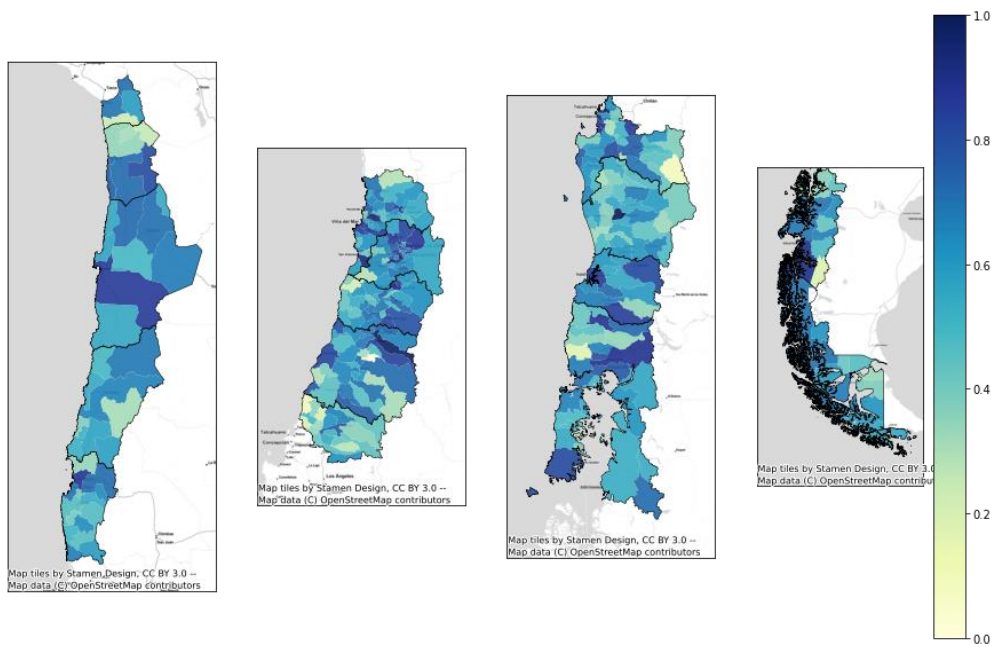


Figura 9. Mapa de distribución de resiliencia genérica al clima por comuna

CONSIDERACIONES FINALES

La noción de resiliencia urbana está adquiriendo una relevancia creciente como una forma de comprender y abordar el carácter dinámico de las ciudades, entendidas como sistemas complejos resultado del acoplamiento de elementos y procesos sociales, naturales y tecnológicos, y de la forma con la cual estas reaccionan, se transforman y mantienen su identidad y función esencial frente a los cambios que puedan experimentar sus componentes. Así, esta noción cobra especial importancia como herramienta analítica para diseñar, guiar y evaluar la planificación urbana y la adaptación al cambio climático. Sin embargo, el carácter polisémico de la noción de resiliencia y los distintos usos e interpretaciones que se le han asociado dentro de distintos ámbitos disciplinarios y epistémicos, podrían transformarla en un término vacío, inadecuado para funcionar realmente como guía para la investigación y la política pública.

Por eso, el presente documento de trabajo propone un marco analítico integrado para la resiliencia urbana, que articule su aplicación en distintos tipos de procesos, disturbios y sistemas, su interpretación ya sea en términos específicos o genéricos, en función de la estabilidad o del cambio, y desde una postura expresiva o predictiva; a la vez manteniendo separado el análisis de la resiliencia de la evaluación normativa de su deseabilidad. Para construir ese marco analítico realizamos en la Parte 1 una revisión exhaustiva de literatura (que se encuentra resumida con más detalle en Urquiza et al. 2021 y en los Anexos A.1 y A.3 de este documento) sobre cuya base avanzamos definiciones clave y un proceso metodológico para describir resiliencia en sistemas urbanos.

Esta propuesta conceptual y analítica puede tener dos tipos de aplicación: por un lado, puede servir para cuantificar la resiliencia de diferentes ciudades, tanto con el fin de identificar zonas y áreas de acción prioritarias como de comprender los principales patrones y determinantes que explican la distribución espacial de esta propiedad sistémica. En la Parte 2, ilustramos una aplicación de este enfoque para describir la resiliencia genérica al cambio climático de los distintos asentamientos humanos de Chile, en función de un conjunto de 43 indicadores de diferentes fuentes de información. Estos indicadores fueron procesados aplicando lógica difusa, a partir de lo cual se presentan 4 mapas de distribución de niveles de flexibilidad, memoria, auto-transformación y, finalmente de forma integrada, de resiliencia genérica al clima.

Paralelamente, esta propuesta puede servir como referencia para diseñar, guiar y evaluar políticas públicas orientadas a la planificación urbana y adaptación de ciudades al cambio climático. Para ejemplificar esta función, presentamos en el Anexo A.4 una breve reseña crítica del Anteproyecto del Plan de Adaptación de Ciudades al Cambio Climático y de la Propuesta de Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago de Chile. Dicha reseña permite

observar que, si bien estos documentos avanzan hacia una comprensión más integrada y proactiva de la gestión y prevención del riesgo de desastre (frente al cambio climático) su excesivo foco en términos de amenazas y exposiciones, y su comprensión estática y no sistémica de las ciudades, les impide prestar la debida atención no sólo a las sensibilidades específicas de distintos componentes de las ciudades y de sus sistemas constitutivos, sino por sobre todo a los procesos estructurales y evolutivos por medio de los cuales aquellas construyen y mantienen su propia resiliencia frente a los distintos disturbios que las afectan. Desde el punto de vista de planificación urbana y adaptación al cambio climático, lo previo tiene como consecuencia pasar por alto oportunidades y desafíos clave que la resiliencia implica en términos de una gobernanza integrada, reflexiva y adaptativa (o transformativa) de las ciudades frente al cambio climático.

Finalmente, consideramos que este marco analítico puede servir como base para construir una interfaz ciencia-política en relación con la resiliencia urbana, ya que:

- Promueve un marco analítico/de acción común respecto de la resiliencia urbana (al clima principalmente, pero extensible a otras amenazas);
- Fomenta el análisis interdisciplinario e integrado de los problemas que dicha resiliencia implica;
- Promueve un abordaje intersectorial e interinstitucional de la resiliencia urbana en las políticas públicas;
- Estimula la reflexión sobre los aspectos tanto analíticos como normativos asociados a la resiliencia; y
- Ofrece ‘traducibilidad’ entre distintas perspectivas disciplinarias, sectoriales y epistémicas.

De todos modos, este marco analítico es sólo un punto de partida, que espera estimular adaptaciones y desarrollos ulteriores dirigidos a ponerlo a prueba en distintos contextos, adaptarlo en ámbitos y aplicaciones específicas, y estimular el desarrollo de nuevos datos, metodologías y protocolos que aprovechen su potencial para fomentar un diálogo participativo entre expertos científicos y tomadores de decisión que nos permita avanzar hacia ciudades más resilientes.

REFERENCIAS

*Nota: esta lista incluye las referencias de los Anexos

- 100 Resilient Cities & ARUP. (2016). *Casos de estudio de gobernanza metropolitana. Reporte de profundización temática.*
- Abram, N., Gattuso, J.-P., Prakash, A., Cheng, L., Chidichimo, M. P., Crate, S., ... Schuckmann, K. von. (2019). Chapter I: Framing and Context of the Report. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, ... N. M. Weyer (Eds.), *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. IPCC.
- Adger, W.N., Brown, K., Nelson, D. R., Berkes, F., Eakin, H., Folke, C., ... Tompkins, E. L. (2011). Resilience implications of policy responses to climate change. *WIREs Climate Change*, 2, 757–766.
- Adger, W Neil, Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15, 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005>
- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341–343.
- Ainuddin, S., & Routray, J. K. (2012). Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2, 25–36.
- Aldunce, P., Rojas, M., Guevara, G., Álvarez, C., Billi, M., Ibarra, C., & Sapiains, R. (2021). *Enfoque Transformación: Adaptación*. Santiago, Chile.
- Aldunce, Paulina, B??rquez, R., Adler, C., Blanco, G., & Garreaud, R. (2016). Unpacking resilience for adaptation: Incorporating practitioners' experiences through a transdisciplinary approach to the case of drought in Chile. *Sustainability (Switzerland)*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/su8090905>
- Alexander, D. E. (2013). Resilience and disaster risk reduction: An etymological journey. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(11), 2707–2716. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-2707-2013>
- Allen, C. R., Angeler, D. G., Garmestani, A. S., Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (2014). Panarchy: Theory and Application. *Ecosystems*, 17(4), 578–589. <https://doi.org/10.1007/s10021-013-9744-2>
- Almedom, A. M. (2005). Social capital and mental health: An interdisciplinary review of primary evidence. *Soc. Sci. Med.*, 61, 943–964.
- Astaraie-Imani, M., Kapelan, Z., Fu, G., & Butler, D. (2012). Assessing the combined effects of urbanisation and climate change on the river water quality in an integrated urban wastewater system in the UK. *Journal of Environmental Management*, 112, 1–9.
- Ayyub, B. M. (2014). Systems resilience for multihazard environments: definition, metrics, and valuation for decision making. *Risk Anal*, 34, 340–355. <https://doi.org/10.1111/risa.12093>

- Baggio, J. A., Brown, K., & Hellebrandt, D. (2015). Boundary object or bridging concept? A citation network analysis of. *Ecology and Society*, 20(2), 2. <https://doi.org/10.5751/ES-07484-200202>
- Bai, X. (2018). Six research priorities for cities and climate change. *Nature Climate Change*, 555, 23–25. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-02409-z>
- Balica, S. F., Wright, N. G., & der Meulen, F. (2012). A flood vulnerability index for coastal cities and its use in assessing climate change impacts. *Natural Hazards*, 64(1), 73–105.
- Barnes, M. L., Guerrero, A. M., Mcallister, R. R. J., Alexander, S. M., & Robins, G. (2017). The social structural foundations of adaptation and transformation in social – ecological systems. *Ecology and Society*, 22(4), 16. <https://doi.org/10.5751/ES-09769-220416> Research,
- Barthel, S., Parker, J., & Ernstson, H. (2015). Food and green space in cities: A resilience lens on gardens and urban environmental movements. *Urban Studies*, 52(7), 1321–1338.
- Berke, P. R., & Campanella, T. J. (2006). Planning for postdisaster resiliency. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 604(1), 192–207.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2001). *Linking Social-Ecological Systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Billi, M., Mascareño, A., & Edwards, J. (2020). Governing Sustainability or Sustainable Governance. Semantic constellations on the sustainability-governance intersection in academic literature. *Journal of Cleaner Production*.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. (2014). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. London: Routledge.
- Bobb, J. F., Peng, R. D., Bell, M. L., & Dominici, F. (2014). Heat-related mortality and adaptation to heat in the United States. *Environmental Health Perspectives*, 122(8), 811–816.
- Bonanno, G. A. (2004). Loss, trauma, and human resilience: Have we underestimated the human capacity to thrive after extremely aversive events? *Am. Psychol.*, 59, 20–28.
- Brand, F. S., & Jax, K. (2007). Focusing the Meaning(s) of Resilience: Resilience as a Descriptive Concept and a Boundary Object. *Ecology and Society*, 12(1), 23.
- Brien, K. O., Hayward, B., & Berkes, F. (2009). Rethinking Social Contracts: Building Resilience in a Changing Climate. *Ecology and Society*, 14(2), 12.
- Brondizio, E. S., O'brien, K., Bai, X., Biermann, F., Steffen, W., Berkhout, F., ... Chen, C. T. A. (2016). Re-conceptualizing the Anthropocene: A call for collaboration. *Global Environmental Change*, 39, 318–327.
- Bruneau, M., Chang, S. E., Eguchi, R. T., Lee, G. C., O'Rourke, T. D., Reinhorn, A. M., & ... (2003). A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthq Spectra*, 19, 733–752. <https://doi.org/10.1193/1.1623497>
- Carmin, J., Nadkarni, N., & Rhie, C. (2012). *Progress and Challenges in Urban Climate Adaptation Planning. Results of a Global Survey*. Retrieved from http://resilient-cities.iclei.org/fileadmin/sites/resilient-cities/files/Resilient_Cities_2012/Urban_Adaptation_Report_23May2012.pdf

- Cavalcante, E., Cacho, N., Lopes, F., Batista, T., & Oquendo, F. (2016). Thinking Smart Cities as Systems-of-Systems: A Perspective Study. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Smart Cities (SmartCities 2016) at ACM/IFIP/USENIX Middleware 2016* (pp. 9:1-9:4). Trento, Italia: ACM.
- CEPAL, ONU-Habitat, & MINURVI. (2018). *Plan de Acción Regional Nueva Agenda Urbana en América Latina y el Caribe. 2016-2036*. Santiago de Chile.
- Chaffin, B.C., Gosnell, H., & Cosens, B. A. (2014). A decade of adaptive governance scholarship: synthesis and future directions. *Ecology and Society*, 19(3), 56. <https://doi.org/10.5751/ES-06824-190356>
- Chaffin, Brian C, Garmestani, A. S., Gunderson, L. H., Benson, M. H., Angeler, D. G., Anthony, C., ... Allen, C. R. (2016). Transformative Environmental Governance. *Annual Review of Environment and Resources*, 41(12), 1–25. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085817>
- Chaffin, Brian C, & Gunderson, L. H. (2016). Emergence, institutionalization and renewal: rhythms of adaptive governance in complex social-ecological systems. *Journal of Environmental Management*, 165, 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.09.003>
- Chapin, F. S., Folke, C., & Kofinas, G. P. (2009). A Framework for Understanding Change. In F. S. Chapin, G. P. Kofinas, & C. Folke (Eds.), *Principles of Ecosystem Stewardship Resilience-based Natural Resource Management in a Changing World* (pp. 3–28). New York: Springer.
- Chen, C., Doherty, M., Coffee, J., Wong, T., & Hellmann, J. (2016). Measuring the adaptation gap: A framework for evaluating climate hazards and opportunities in urban areas. *Environmental Science & Policy*, 66, 403–419.
- Clarvis, M. H., & Allan, A. (2014). Adaptive capacity in a chilean context: A questionable model for latin america. *Environmental Science and Policy*, 43, 78–90. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.10.014>
- Comfort, L. K. (1994). Risk and resilience: inter-organizational learning following the northridge earthquake of 17 January 1994. *J Conting Crisis Manag*, 42, 157–170. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5973.1994.tb00038.x>
- Cosens, B. A., Gunderson, L., & Chaffin, B. C. (2018). Introduction to the Special Feature Practicing Panarchy: Assessing legal flexibility, ecological resilience, and adaptive governance in regional water systems experiencing rapid environmental change. *Ecology and Society*, 23(1), 4. <https://doi.org/10.5751/ES-09524-230104>
- CR2. (2018a). *Informe Final Proyecto 'Simulaciones Climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad.'* Santiago.
- CR2. (2018b). Marco de evaluación de la vulnerabilidad, 2(Fondap 1511009), 1–30.
- CREDEN. (2016). *Hacia un Chile resiliente frente a desastres: Estrategia Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación para un Chile resiliente frente a desastres de origen natural*. Santiago.
- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & ... (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global*

- Environmental Change*, 18(4), 598–606. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013>
- DeCaro, D. A., Chaffin, B. C., Schlager, E., Garmestani, A. S., & Ruhl, J. B. (2017). Legal and institutional foundations of adaptive environmental governance. *Ecology and Society*, 22(1), 32. <https://doi.org/10.5751/ES-09036-220132>
- Desouza, K. C., & Flanery, T. H. (2013). Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework. *Cities*, 35, 89–99. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.06.003>
- Djordjević, S., Butler, D., Gourbesville, P., Mark, O., & Pasche, E. (2011). New policies to deal with climate change and other drivers impacting on resilience to flooding in urban areas: the CORFU approach. *Environmental Science & Policy*, 14(7), 864–873.
- Duit, A., & Galaz, V. (2008). Governance and Complexity—Emerging Issues for Governance Theory. *Governance*, 21(3), 311–335. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0491.2008.00402.x>
- Eakin, H., Lerner, A. M., & Murtinho, F. (2010). Adaptive capacity in evolving peri-urban spaces: Responses to flood risk in the Upper Lerma River Valley, Mexico. *Global Environmental Change*, 20(1), 14–22.
- Engle, N. (2011). Adaptive Capacity and its Assessment. *Global Environmental Change*, 21(2), 647–656. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.019>
- Eraydin, A., & Tasan-Kok, T. (Eds.). (2013). *Resilience Thinking in Urban Planning*. Dordrecht, Heidelberg, New York & London: Springer.
- Ernstson, H., Leeuw, S. E. Van Der, Redman, C. L., Meffert, D. J., Davis, G., Alfsen, C., ... Town, Á. C. (2010). Urban Transitions: On Urban Resilience and Human-Dominated Ecosystems. *Ambio*, 39, 531–545. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0081-9>
- Ferguson, B. C., Brown, R. R., Frantzeskaki, N., de Haan, F. J., & Deletic, A. (2013). The enabling institutional context for integrated water management: Lessons from Melbourne. *Water Research*, 47(20), 7300–7314.
- Fernandes, P. M. (2013). Fire-smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change. *Landscape and Urban Planning*, 110, 175–182.
- Folke, C. (2006). Resilience: The Emergence of a Perspective for Social–Ecological Systems. *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive Governance of Social-ecological Systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 441–473. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>
- Folke, Carl. (2016). Resilience. In *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. Online: Oxford University Press USA. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.8>
- Fu Keung Wong, D., & Song, H. X. (2008). The resilience of migrant workers in Shanghai China: the roles of migration stress and meaning of migration. *International Journal of Social Psychiatry*, 54(2), 131–143.

- Fu, Y., & Zhang, X. (2017). Trajectory of urban sustainability concepts: A 35-year bibliometric analysis. *Cities*, 60, 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.08.003>
- Galaitis, S. E., Keisler, J. M., Trump, B. D., & Linkov, I. (2021). The need to reconcile concepts that characterize systems facing threats. *Risk Analysis*, 41(1), 3–15.
- Gallopín, G. (2006). Linkages between Vulnerability, Resilience, and Adaptive Capacity. *Global Environmental Change*, 16(3), 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>
- Ganin, A. A., Kitsak, M., Marchese, D., Keisler, J. M., Seager, T., & Linkov, I. (2017). Resilience and efficiency in transportation networks. *Science Advances*, 3(12), e1701079.
- Garmestani, A. S., Allen, C. R., & Gunderson, L. (2009). Panarchy: Discontinuities Reveal Similarities in the Dynamic System. *Ecology and Society*, 14(1), 15.
- GIZ. (2017a). El Libro de la Vulnerabilidad. Concepto y lineamientos para la evaluación.
- GIZ. (2017b). *Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook*. GIZ (Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo), Adephi y EURAC. Retrieved from http://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2017/10/GIZ-2017_Risk-Supplement-to-the-Vulnerability-Sourcebook.pdf
- Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. (2017a). Santiago Humano y Resiliente. Estrategia de Resiliencia.
- Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. (2017b). *Santiago Humano y Resiliente. Una Mirada desde la Academia*.
- Gomez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235–245. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
- Gotts, N. (2007). Resilience, Panarchy, and World-Systems Analysis. *Ecology and Society*, 12(1), 24–37.
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756–760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>
- Gunderson, L., & Holling, C. (2002). *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Washington, DC: Island Press.
- Gunderson, L., & Folke, C. (2005). Resilience - Now more than ever. *Ecology and Society*, 10(2), 22. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>
- Gunderson, Lance, Cosens, B. A., Chaffin, B. C., Arnold, C. A. T., Fremier, A. K., Ahjond, S., ... Ryan, R. (2017). Regime shifts and panarchies in regional scale social-ecological water systems. *Ecology and Society*, 22(1), 31. <https://doi.org/10.5751/ES-08879-220131>
- Hahn, T., & Nykvist, B. (2017). Are adaptations self-organized, autonomous , and harmonious? Assessing the social – ecological resilience literature. *Ecology and Society*, 22(1), 12. <https://doi.org/10.5751/ES-09026-220112>
- Harrison, N. (2014). *Global Good Practice Analysis on LEDS, NAMAs and MRV*.

- Hodge, B. (2013). The Hydra Paradox: Global Disaster Management in a World of Crises. *Globalizations*, 10(3), 355–366. <https://doi.org/10.1080/14747731.2013.787781>
- Holling, C. S. (1996). Engineering resilience versus ecological resilience. In P. Schulze (Ed.), *Engineering within ecological constraints*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Holling, C. S. (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems*, 4(5), 390–405. <https://doi.org/10.1007/s10021-00>
- Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1–23.
- Horowitz, L. S. (2013). Toward empathic agonism: Conflicting vulnerabilities in urban wetland governance. *Environment and Planning A*, 45(10), 2344–2361.
- Hosseini, S., Barker, K., & Ramirez-Marquez, J. E. (2016). A review of definitions and measures of system resilience. *Reliability Engineering & System Safety*, 145, 47–61.
- Hunt, A., & Watkiss, P. (2011). Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. *Climatic Change*, 104(1), 13–49.
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability: contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (P. J. van der L. and C. E. H. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, Ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1256/004316502320517344>
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Geneva, Suiza.
- IPCC. (2018). *Special Report. Global Warming of 1.5°C*. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Jabeen, H., Johnson, C., & Allen, A. (2010). Built-in resilience: learning from grassroots coping strategies for climate variability. *Environment and Urbanization*, 22(2), 415–431.
- Jakes, P. J., & Langer, E. R. L. (2012). The adaptive capacity of New Zealand communities to wildfire. *International Journal of Wildland Fire*, 21(6), 764–772.
- Jordan, A. (2008). The governance of sustainable development: Taking stock and looking forwards. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 26(1), 17–33. <https://doi.org/10.1068/cav6>
- Kadykalo, A. N., López-Rodríguez, M. D., Ainscough, J., Droste, N., Ryu, H., Ávila-Flores, G., ... Harmáčková, Z. V. (2019). Disentangling ‘ecosystem services’ and ‘nature’s contributions to people.’ *Ecosystems and People*, 15(1), 269–287. <https://doi.org/10.1080/26395916.2019.1669713>
- Kammen, D. M., & Sunter, D. A. (2016). City-integrated renewable energy for urban sustainability. *Science*, 352(6288), 922–928.
- Kärrholm, M., Nylund, K., & de la Fuente, P. P. (2014). Spatial resilience and urban planning: Addressing the interdependence of urban retail areas. *Cities*, 36, 121–130.

- Kimber, L. R. (2019). Resilience from the United Nations Standpoint: The Challenges of “Vagueness.” In *Exploring Resilience* (pp. 89–96). Springer, Cham.
- Kouroussis, G., Pauwels, N., Brux, P., Conti, C., & Verlinden, O. (2014). A numerical analysis of the influence of tram characteristics and rail profile on railway traffic ground-borne noise and vibration in the Brussels Region. *Science of the Total Environment*, 482, 452–460.
- Krellenberg, K., & Welz, J. (2016). Assessing Urban Vulnerability in the Context of Flood and Heat Hazard: Pathways and Challenges for Indicator-Based Analysis. *Social Indicators Research*, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11205-016-1324-3>
- Lebel, L., Anderies, J. M., Campbell, B., Folke, C., Hatfield-Dodds, S., Hughes, T. P., & Wilson, J. (2006). Governance and the capacity to manage resilience in regional social-ecological systems. *Ecology and Society*, 11(1), 19. <https://doi.org/10.1890/1089-1631-2005-019>
- LEDSLac. (2017). *Mecanismos de Coordinación Interinstitucional para una Política Climática Efectiva en Latinoamérica y el Caribe Documento de trabajo*.
- Leichenko, R. (2011). Climate change and urban resilience. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3, 164–168. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.12.014>
- Linkov, I., Fox-Lent, C., Read, L., Allen, C. R., Arnott, J. C., Bellini, E., ... others. (2018). Tiered approach to resilience assessment. *Risk Analysis*, 38(9), 1772–1780.
- Linkov, I., & Trump, B. D. (2019). *The science and practice of resilience*. Springer.
- Liu, J. (2017). Integration across a metacoupled world. *Ecology and Society*, 22(4), 29. <https://doi.org/10.5751/ES-09830-220429> Synthesis,
- Luhmann, N. (2007). *La Sociedad de la Sociedad*. Mexico, DF: Herder & Universidad Iberoamericana. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Martin-Breen, P., & Anderies, J. M. (2011). *Resilience: A literature review*. New York City. Retrieved from <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/123456789/3692>
- Martin, R., & Sunley, P. (2015). On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation. *Journal of Economic Geography*, 15(1), 1–42.
- Masten, A. S., Burt, K. B., Roisman, G. I., Obradović, J., Long, J. D., & Tellegen, A. (2004). Resources and resilience in the transition to adulthood: Continuity and change. *Dev. Psychopathol.*, 16, 1071–1094.
- McCarthy, M. P., Best, M. J., & Betts, R. A. (2010). Climate change in cities due to global warming and urban effects. *Geophysical Research Letters*, 37, L09705. <https://doi.org/10.1029/2010GL042845>
- Meerow, S., & Newell, J. P. (2015). Resilience and Complexity: A Bibliometric Review and Prospects for Industrial Ecology. *Journal of Industrial Ecology*, 19(2), 236–251. <https://doi.org/10.1111/jiec.12252>
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38–49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
- Miller, F., Osbahr, H., Boyd, E., Thomalla, F., Bharwani, S., Ziervogel, G., & ... (2010). Resilience and vulnerability: Complementary or conflicting concepts? *Ecology and Society*, 15(3), 11.

- Ministerio de Medio Ambiente. (2016). *Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Moran, D., ..., ..., ..., ..., ..., ... (2018). Carbon Footprints of 13,000 Cities. *Environmental Research Letters*, *13*(6), 064041.
- Neumann, B., Vafeidis, A. T., Zimmermann, J., & Nicholls, R. J. (2015). Future coastal population growth and exposure to sea-level rise and coastal flooding-a global assessment. *PloS One*, *10*(3), e0118571.
- Norberg, J., & Cumming, G. S. (2008). *Complexity Theory for a Sustainable Future*. New York: Columbia University Press.
- Novak, D. C., & Sullivan, J. L. (2014). A link-focused methodology for evaluating accessibility to emergency services. *Decision Support Systems*, *57*, 309–319.
- Núñez, O. F. (2014). *Metodología para el monitoreo de microrredes por medio de indicadores de resiliencia*. Universidad de Chile.
- Nykvist, B. (2012). *Social Learning in the Anthropocene. Governance of Natural Resources in Human Dominated Systems*. Stockholm University.
- O'Brien, K. (2018). Is the 1.5 C target possible? Exploring the three spheres of transformation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *31*, 153–160.
- Olsson, L., Jerneck, A., Thoren, H., Persson, J., & O'Byrne, D. (2015). Why resilience is unappealing to social science: Theoretical and empirical investigations of the scientific use of resilience. *Science Advances*, *1*(4), 1–11. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400217>
- Olsson, P., Folke, C., & Hahn, T. (2004). Social–Ecological Transformation for Ecosystem Management: The Development of Adaptive Co–Management of a Wetland Landscape in Southern Sweden. *Ecology and Society*, *9*(4), 2.
- Olsson, P., Gunderson, L., Carpenter, S., Ryan, P., Lebel, L., Folke, C., & Holling, C. (2006). Shooting the rapids: navigating transitions to adaptive governance of social-ecological systems. *Ecology and Society*, *11*(1), 18.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Ostrom, E. (2009). *A Polycentric Approach for Coping with Climate Change. Background Paper to the 2010 World Development Report* (Policy Research Working Paper No. 5095).
- Ouyang, M., Dueñas-Osorio, L., & Min, X. (2012). A three-stage resilience analysis framework for urban infrastructure systems. *Structural Safety*, (36–37), 23–31.
- Pereira, A. G., & Curvelo, P. (2015). Editorial: In the name of sustainability. *International Journal of Sustainable Development*, *18*(4), 247–260. <https://doi.org/10.1504/IJSD.2015.073695>
- Perrow, C. (1984). *Normal Accidents. Living with High-Risk Technologies*. US: BasicBooks.
- Pickett, S., Cadenasso, M., & Grove, J. (2004). Resilient cities: Meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms.

- Landscape and Urban Planning*, 69(4), 369–384.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.035>
- Pickett, S., Cadenasso, M. L., & McGrath, B. (Eds.). (2013). *Resilience in ecology and urban design: Linking theory and practice for sustainable cities*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Pike, A., Dawley, S., & Tomaney, J. (2010). Resilience, adaptation and adaptability. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3, 59–70.
<https://doi.org/10.1093/cjres/rsq001>
- Pizzo, B. (2015). Problematizing resilience: Implications for planning theory and practice. *Cities*, 43, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.11.015>
- Prieto Barboza, E. A. (2013). Resiliencia y panarquía: claves para enfrentar la adversidad en sistemas sociales. *Multiciencias*, 13(1), 23–29. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/904/90428348007.pdf>
- RedPE (2020). Vulnerabilidad energética territorial: desigualdad más allá del hogar. Santiago, Chile: Red de Pobreza Energética. Disponible en www.pobrezaenergetica.cl
- Ritchie, H., & Roser, M. (2018). Urban Population (%) Long-Run With 2050 Projections (OWID). Retrieved October 28, 2019, from [https://ourworldindata.org/urbanization#targetText=Since the crossing point in, and 3.4 billion in rural.](https://ourworldindata.org/urbanization#targetText=Since%20the%20crossing%20point%20in,%20and%203.4%20billion%20in%20rural.)
- Rockefeller Foundation, & ARUP. (2015). *City Resilience Framework*.
- Romero-Lankao, P., Qin, H., & Borbor-Cordova, M. (2013). Exploration of health risks related to air pollution and temperature in three Latin American cities. *Social Science and Medicine*, 83, 110–118.
<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2013.01.009>
- Romero-Lankao, P., Qin, H., Hughes, S., Haeffner, M., & Borbon-Cordova, M. (2012). Chapter 10. Urban Vulnerability and Adaptation to the health impacts of air pollution and climate extremes in Latin American cities. In *Urban Areas and Global Climate Change* (pp. 247–275). Online. [https://doi.org/10.1108/S1047-0042\(2012\)12](https://doi.org/10.1108/S1047-0042(2012)12)
- Rose, A. (2007). Economic resilience to natural and man-made disasters: multidisciplinary origins and contextual dimensions. *Environ Hazards*, 7, 383–398.
<https://doi.org/10.1016/j.envhaz.2007.10.001>
- Sapountzaki, K. (2007). Social resilience to environmental risks. A mechanism of vulnerability transfer? *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 18(3), 274–297. <https://doi.org/10.1108/14777830710731743>
- Saterfiel, T., Gregory, R., Klain, S., Roberts, M., & Chan, K. (2013). Culture, Intangibles and Metrics in Environmental Management. *Journal of Environmental Management*, 117(15), 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.11.033>
- Scheffer, M., Westley, F., Brock, W. A., & Holmgren, M. (2002). Dynamic Interactions of Societies and Ecosystems. In L.H. Gunderson & C. S. Holling (Eds.), *Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems* (pp. 195–239). Washington, Covelo, London: Island Press.

- Siang, A. J. L. M., Wijeyesekera, D. C., Mei, L. S., & Zainorabidin, A. (2013). Innovative Laboratory Assessment of the Resilient Behaviour of Materials (Rigid, Elastic and Particulates). *Procedia Engineering*, 53, 156–166.
- Sietz, D., & Feola, G. (2016). Resilience in the rural Andes: critical dynamics, constraints and emerging opportunities. *Regional Environmental Change*, 16(8), 2163–2169. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1053-9>
- Simpson, N. P., Mach, K. J., Constable, A., Hess, J., Hogarth, R., Howden, M., ... others. (2021). A framework for complex climate change risk assessment. *One Earth*, 4(4), 489–501.
- Smith, A., & Stirling, A. (2010). The politics of social-ecological resilience and sustainable socio-technical transitions. *Ecol. Soc.*, 15, 13.
- Stockholm Resilience Center. (2015). Applying resilience thinking. Seven principles for building resilience in social-ecological systems. Retrieved from <http://applyingresilience.org/en/start-en/>
- Thoren, H. (2014). Resilience as a unifying concept. *International Studies in the Philosophy of Science*, 28(3), 303–324. <https://doi.org/10.1080/02698595.2014.953343>
- United Nations. (2017). *Nueva Agenda Urbana*. <https://doi.org/ISBN:978-92-1-132736-6>
- Urquiza, A., Amigo, C., Billi, M., Calvo, R., Gallardo, L., Neira, C. I., & Rojas, M. (2021). An Integrated Framework to Streamline Urban Resilience in the context of Climate Risk Assessment. *Earth's Future (Aceptado)*. <https://doi.org/10.1029/2020EF001508>
- Urquiza, A., & Billi, M. (2020). Water markets and social-ecological resilience to water stress in the context of climate change: an analysis of the Limarí basin, Chile. *Environment, Development and Sustainability*, 22(3), 1929–1951.
- Urquiza, A., Billi, M., Amigo, C., Calvo, R., Navea, J., Monsalve, T., ... Winckler, P. (2020). Informe Atlas de Riesgo Climático. Asentamientos Humanos. Retrieved from https://arclim.mma.gob.cl/media/informes_consolidados/04_AsentamientosHumanos_B.pdf
- Urquiza Gómez, A., & Cadenas, H. (2015). Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica. *L'Ordinaire Des Amériques*, 218(2015), online. <https://doi.org/10.4000/orda.1774> Haut de page Auteurs
- Vaas, J., Driessen, P. P. J., Giezen, M., Laerhoven, F. Van, & Wassen, M. J. (2017). Who's in charge here anyway? Polycentric governance configurations and the development of policy on invasive alien species in the semisovereign. *Ecology and Society*, 22(4), 1. <https://doi.org/10.5751/ES-09487-220401>
- Vale, L. J. (2014). The politics of resilient cities: Whose resilience and whose city? *Building Research and Information*, 42(2), 191–201. <https://doi.org/10.1080/09613218.2014.850602>
- Valencia, F., Billi, M., & Urquiza, A. (2021). Overcoming energy poverty through micro-grids: An integrated framework for resilient, participatory sociotechnical transitions. *Energy Research & Social Science*, 75, 102030.

- von Storch, H. (2018). The temporal dimension of coastal adaptation to climate change.
- Walker, B., Holling, C., Carpenter, S., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5.
- Wardekker, J. A., de Jong, A., Knoop, J. M., & van der Sluijs, J. P. (2010). Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(6), 987–998.
- Weerheijm, J., Mediavilla, J., & Van Doormaal, J. (2009). Explosive loading of multi storey RC buildings: Dynamic response and progressive collapse. *Structural Engineering and Mechanics: An International Journal*, 32(2), 193–212.
- Welz, J., & Krellenberg, K. (2016). Vulnerabilidad frente al cambio climático en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: Posiciones teóricas versus evidencias empíricas. *Eure*, 42(125), 251–272. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612016000100011>
- Westley, F., Carpenter, S. R., Brock, W. A., Holling, C. S., & Gunderson, L. H. (2002). Why Systems of People and Nature Are Not Just Social and Ecological Systems. In Lance H. Gunderson & C. S. Holling (Eds.), *Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems* (pp. 103–120). Washington, Covelo, London: Island Press.
- Wolf, J., Adger, W. N., Lorenzoni, I., Abrahamson, V., & Raine, R. (2010). Social capital, individual responses to heat waves and climate change adaptation: An empirical study of two UK cities. *Global Environmental Change*, 20(1), 44–52.
- Wolfram, M., Frantzeskaki, N., & Maschmeyer, S. (2017). Cities, systems and sustainability: status and perspectives of research on urban transformations. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 22, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.01.014>
- Xue, X., Wang, L., & Yang, R. J. (2018). Exploring the science of resilience: critical review and bibliometric analysis. *Natural Hazards*, 90(1), 477–510. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-3040-y>
- Young, G., Zavala, H., Wandel, J., Smit, B., Salas, S., Jimenez, E., ... Cepeda, J. (2009). Vulnerability and adaptation in a dryland community of the Elqui Valley, Chile. *Climatic Change*, 98(1–2), 245–276. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9665-4>

ANEXO A.1: PERSPECTIVA SOCIO-ECOLÓGICA SOBRE LA RESILIENCIA

En ecología, la noción de resiliencia es uno de los ejes centrales de aquella rama de la disciplina que se dedica al estudio de los sistemas complejos adaptativos: sistemas compuestos por el acoplamiento de distintos procesos y elementos de naturaleza tanto ecológica como social (de ahí la popular denominación de estos sistemas como ‘socio-ecológicos’), con propiedades emergentes y capacidades de auto-organización (Folke et al. 2005, Norberg y Cumming 2008, Urquiza y Cadenas 2015). En este contexto, a principio de los ’70 la noción de resiliencia se incorpora a partir de los ’70 C.S. Holling (1973) propone incorporar la noción de resiliencia como una forma de describir la habilidad de dichos sistemas de absorber los disturbios que acontecen en sus alrededores, y de esa manera describir las dinámicas complejas de cambio en sistemas ecológicos y socioecológicos (Holling, 2001).

Esta tradición de estudios de resiliencia se aleja tempranamente de una concepción de la misma como ‘rebote’ (bounce-back), que de acuerdo con lo mencionado previamente es todavía popular en la ingeniería, en la ciencia de materiales y, hasta cierto punto, en los estudios económico-organizacionales y de reducción del riesgo de desastre. Si en aquellos suele concebirse la existencia de un solo equilibrio estable, por lo cual la resiliencia tiende a indicar la persistencia de dicho equilibrio o rapidez con la cual este se recupera tras una perturbación, la postura (socio)ecológica sostiene que los sistemas poseen múltiples equilibrios, por lo cual, el efecto de una perturbación puede ser justamente el empujar el sistema hacia otro régimen de estabilidad o ‘cuenca de atracción’ (Gunderson y Folke 2005, Holling 1996, Walker et al. 2004).

Consecuentemente, dentro de esta tradición la noción de resiliencia viene a indicar dos cosas a la vez: por un lado, refiere el grado de estabilidad de la estructura de un sistema frente a disturbios de origen interno o externo (Gallopín, 2006), lo cual incluye la identificación de aquellos umbrales al superar los cuales el sistema entraría dentro de otro régimen de estabilidad, con efectos radicales y no lineales sobre sus características (Scheffer et al., 2002); por el otro, indica la habilidad de un sistema de cambiar rápida y fluidamente de un régimen al otro (Gotts, 2007), reorganizándose frente a los cambios en su contexto (Adger et al. 2011, Chapin, Folke, y Kofinas 2009, Clarvis y Allan 2014). De esta manera, la resiliencia viene a definirse como “la capacidad de un sistema de absorber disturbios y reorganizarse mientras experimenta un proceso de cambio, de manera de preservar esencialmente la misma función, estructura y retroalimentaciones, y por ende la misma identidad” (Folke, 2016, p. 8). En otras palabras, la resiliencia incorpora tanto la noción de adaptabilidad (acciones que sostienen el desarrollo de un sistema a lo largo de su presente trayectoria) como aquella de transformabilidad (modificar dicha trayectoria o crear una nueva).

Concorde con aquello, en el seno de esta corriente se han propuesto dos distintos enfoques -a veces señalados como complementarios y otras como alternativos- respecto del rol y orientación que debieran tomar las estructuras institucionales y de gobernanza encargadas de gestionar los sistemas socio-ecológicos y los esenciales insumos que estos proporcionan para el mantenimiento de las sociedades humanas. En la postura 'adaptativa', lo esencial es que estas estructuras reconozcan el carácter dinámico y cambiante de los sistemas socio-ecológicos y se configuren a sí mismas en un estado de constante mutación que les permita aprender y adaptarse a dichas transformaciones (Chaffin y Gunderson 2016). En la postura 'transformativa', por otro lado, estas estructuras debieran hacerse sensible a los ciclos transformativos de los sistemas socio-ecológicos que intentan gestionar, con el fin de hacerse responsables de la tarea de alterar activamente la estructura y procesos de dichos sistemas para conducirlo hacia estados alternativos y más deseables (Chaffin et al. 2016).

Tanto adaptación como transformación, por un lado, demandan incrementar nuestra comprensión de los factores que influyen sobre la trayectoria de los sistemas socio-ecológicos y su resiliencia, así como de las interdependencias que existen entre múltiples de estos sistemas (Gunderson et al. 2017, Liu 2017); por el otro, implican hacerse cargo del carácter política y éticamente cargado tanto de la adaptación como de la transformación (Hahn & Nykvist, 2017; Lebel et al., 2006).

Respecto de la primera línea, la literatura ha ido identificando a lo largo de los años una variedad de características que pueden potenciar la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos, tales como la redundancia, diversidad y flexibilidad de sus procesos y recursos (Folke et al. 2005, Olsson, Folke, y Hahn 2004), la capacidad del sistema y de sus miembros de recordar impactos (Olsson et al. 2006), incorporar diversos tipos de conocimientos formales e informales (Saterfiel, Gregory, Klain, Roberts, & Chan, 2013) y promover un aprendizaje compartido (Nykvist, 2012), así como la capacidad de auto-organización y auto-transformación del sistema (Engle 2011, Folke 2006) y la existencia de arreglos de gobernanza capaces de combinar una explotación eficiente de los potenciales del sistema con una exploración continua de configuraciones alternativas (Duit & Galaz, 2008).

La segunda línea, por otro lado, ha producido un llamado por formas participativas, distribuidas y transparentes de toma de decisión y organización social (Barnes et al., 2017; DeCaro et al., 2017) así como una búsqueda por enfoques que permitieran la emergencia de formas de acción colectiva entre actores, redes, organizaciones e instituciones situadas a distinta escala, unidas por el intento de perseguir la consecución o mantención de estados de los sistemas socio-ecológicos colectivamente deseables (Chaffin, Gosnell, y Cosens 2014).

El tema de la escala ha ido adquiriendo creciente relevancia dentro de esta literatura: una creciente evidencia -inicialmente limitada al ámbito ecológico pero gradualmente extendida también al dominio social (Garmestani, Allen, & Gunderson,

2009), ha ido identificando discontinuidades en la forma en que los sistemas complejos adaptativos se organizan en sus distintas escalas, lo que a la vez, ha inspirado el desarrollado de la teoría denominada de la ‘panarquía’ (Allen et al. 2014, Gunderson y Holling 2002, Holing 2001). De acuerdo con esta teoría, cada escala de un sistema socio-ecológico seguiría por lo general trayectorias y ciclos de renovación autónomos respecto de las demás, aunque a la vez, los sistemas situados en escala distinta pueden interactuar entre sí de manera emergente y potencialmente dramática, a lo largo de dos directrices: por un lado, los regímenes de equilibrio vigentes en escalas mayores de la ‘panarquía’ tenderían a jugar un rol estabilizador respecto de las dinámicas y transformaciones que acontecen en los niveles inferiores; por el otro, cambios de régimen que ocurran en sistemas situados a escala menor podrían lograr, bajo ciertas condiciones, transmitirse a cascada entre escalas, produciendo incluso el colapso o la generación de nuevos sistemas socio-ecológicos.

La creciente popularidad de esta propuesta teórica, junto con las ya citadas preocupaciones respecto de la dimensión normativa de la gobernanza de sistemas socio-ecológicos, ha llevado a muchos autores dentro de esta corriente a siguiendo la senda trazada por la premio Nobel de economía Elinor Ostrom (1990, 2009)⁴ en promover la adopción de configuraciones ‘policéntricas’ para dicha gobernanza. Es decir, configuraciones en las cuales distintas escalas institucionales quedan dotadas de un amplio grado de economía, que les permite experimentar, tomar decisiones y construir conocimiento de manera independiente, aunque a la vez, se fomentan feedbacks constantes entre las distintas escalas, con el fin de transferir los buenos resultados, conocimientos y buenas prácticas generadas, aislando a la vez el sistema en su conjunto de los efectos potencialmente catastróficos de los errores que puedan ocurrir en alguno de sus niveles. De esta forma, se promueven a la vez la capacidad de auto-organización de las comunidades locales, como la creación de confianza, coordinación y aprendizajes compartidos para la sociedad en su conjunto (Prieto Barboza, 2013).

De acuerdo con muchos autores, precisamente por estas razones, este modelo podría poner las bases para una forma de gobernanza adaptativa que permita, a la vez, mayor adaptabilidad y flexibilidad respecto de la regulación centralizada,

⁴Ostrom’s polycentric governance fosters the acknowledgement of high degrees of operational autonomy to each distinct scale of a political system, allowing for independent decision-making, knowledge creation and experimentation, coupled with continuous feedback systems across scales: thus, negative results would be prevented from cascading, while positive ones may be efficiently transferred among scales, generating more efficient learning, flexibility and resilience to changes for the whole system.

evitando al mismo tiempo los fracasos y consecuencias externas de la coordinación de mercado: condiciones necesarias para promover la resiliencia de sistemas complejos, especialmente cuando enfrentan contextos cargados de altos niveles de incertidumbre o cuando se acercan a umbrales que marquen potenciales cambios en sus regímenes de estabilidad (Cosens, Gunderson, & Chaffin, 2018; Vaas, Driessen, Giezen, Laerhoven, & Wassen, 2017).

El enfoque propuesto en este documento también reconoce que la resiliencia puede, y a menudo es, objeto de gobernanza (Urquiza et al., 2021). La gobernanza de la resiliencia puede tomar como objeto cada una de las tres distintas dimensiones de la resiliencia ilustradas anteriormente: puede concentrarse en incrementar la capacidad del sistema a hacer frente a amenazas presentes; puede potenciar la capacidad del sistema de ir aprendiendo de y ajustándose a los disturbios que enfrenta; o puede fortalecer su habilidad de anticiparse a, y transformarse para, posibles amenazas futuras. Asimismo, la gobernanza puede adoptar distintas perspectivas respecto de la resiliencia de un sistema, considerándola según el caso como un atributo positivo o deseable, o uno negativo e indeseable. Cabe entonces diferenciar entre gobernanza adaptativa (Brian C Chaffin & Gunderson, 2016), que busca sostener y reforzar las actuales trayectorias o caminos de desarrollo, y la gobernanza transformativa (Brian C Chaffin et al., 2016), que supone modificar dichas trayectorias o crear nuevas. A lo previo subyace una disyuntiva temporal que opone la estabilidad de un determinado sistema (ej. un sistema urbano) a la sostenibilidad del régimen mayor en el que dicho sistema se inserta (ej. la ciudad en su conjunto).

Asimismo, cabe considerar que aquello que puede considerarse como ‘resiliente’ o ‘deseable’ para un determinado territorio o población puede no serlo por otro. Por lo tanto, es importante recordar que la gobernanza de la resiliencia es un ejercicio inevitablemente político y ético (Barnes, Guerrero, Mcallister, Alexander, & Robins, 2017; B.C. Chaffin, Gosnell, & Cosens, 2014; DeCaro, Chaffin, Schlager, Garmestani, & Ruhl, 2017; Hahn & Nykvist, 2017), lo que empuja muchos autores a sugerir la adopción de formas más participativas, distribuidas y transparentes de toma de decisiones y organización social (Barnes et al., 2017; DeCaro et al., 2017).

Por otro lado, la gobernanza de la resiliencia requiere a menudo operar en múltiples escalas a la vez, y entre escalas (Lance Gunderson et al., 2017; Linkov et al., 2018; Liu, 2017), por ejemplo, como es el caso entre los sistemas constitutivos de una ciudad, y la ciudad como sistema-de-sistemas. En este último nivel, la resiliencia no puede lograrse sin arreglos de gobernanza que logren coordinar los distintos sistemas y sus trayectorias, balanceando la autonomía necesaria para que cada sistema constitutivo goce de flexibilidad y adaptabilidad, con la promoción de soluciones coherentes que promuevan el bien común de la ciudad como un todo.

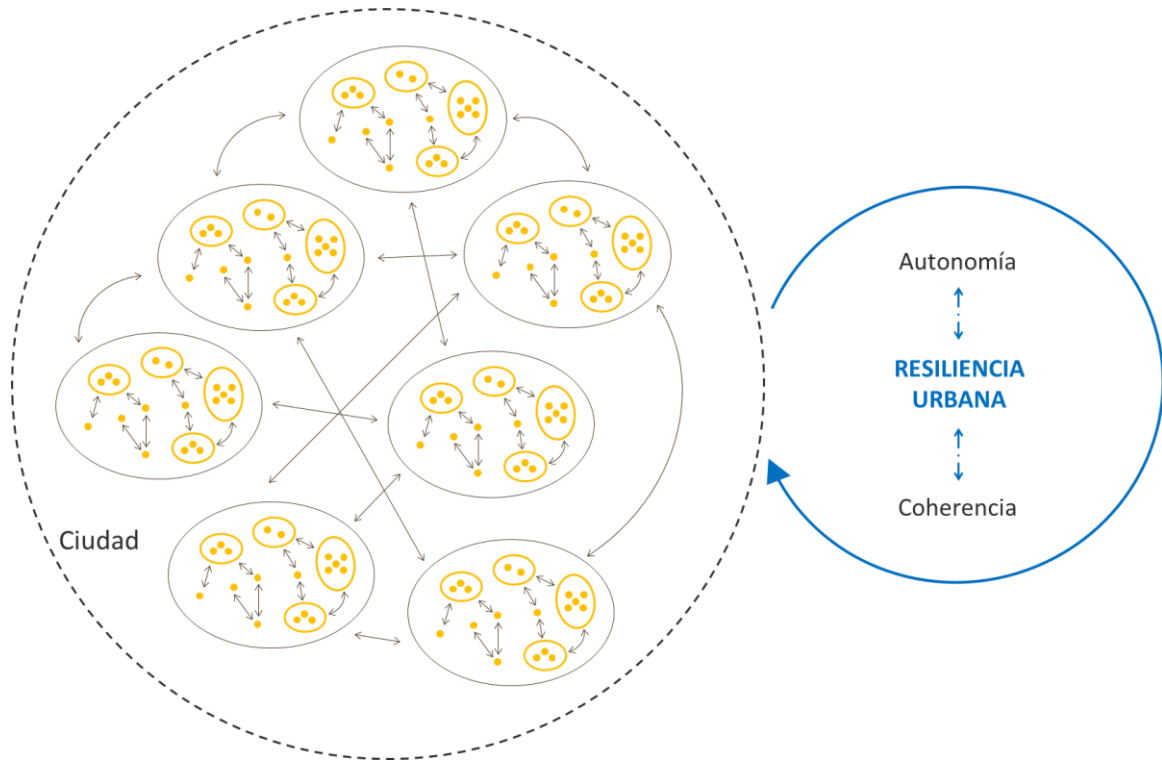


Figura 10. Ciudad como sistema de sistemas (Urquiza et al., 2021).

ANEXO A.2: PRINCIPALES INICIATIVAS POLÍTICAS SOBRE RESILIENCIA Y SUSTENTABILIDAD URBANA

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) que se tuvo en Quito, Ecuador, en Octubre 2016, se lanzó la Nueva Agenda Urbana(United Nations, 2017), explícitamente dirigida a servir como complemento y especificación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la promoción de procesos de urbanización más sostenibles y resilientes. Su foco principal se centra, tal como ocurre con los otros mecanismos analizados a continuación, en empoderar las autoridades locales en hacer más sustentables el diseño de regulaciones y normas, planificación urbana, y gestión de las finanzas municipales. Numerosas agendas complementarias se lanzaron desde entonces con el objetivo de territorializar dicha agenda general a los distintos contextos regionales y nacionales, especialmente en América Latina(CEPAL, ONU-Habitat, & MINURVI, 2018).

Adicionalmente, ONU-Habitat lanzó en 2012 un Programa de Perfiles de Ciudades Resilientes (CRPP)⁵ finalizado a desarrollar un enfoque integrado de planificación y gestión urbana con el fin de perfilar, promover y monitorear la resiliencia de cada ciudad a distintos tipos de impactos, incluidos los asociados al cambio climático. En este marco, en 2018 el programa ha lanzado el City Resilience Profiling Tool (CRPT), una herramienta de auto-diagnóstico compuesta por 5 dimensiones (atributos físicos, funcionales, espaciales y organizacionales, más el factor tiempo), cuyo fin es apoyar la producción de datos robustos, comparables y multidimensionales que sirvan como líneas guías para el sucesivo desarrollo de un Plan de Acción de Resiliencia. Chile cuenta con dos ciudades participantes: Concepción y Talcahuano.

En colaboración con ONU-Habitat, también la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre (UNISDR) ha lanzado en mayo 2010 su Campaña Mundial ‘Desarrollando Ciudades Resilientes’⁶, sucesivamente incorporada bajo el alero del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastre 2015-2030. La primera fase de dicha campaña, finalizada en 2015, ha trabajado con más de 3.000 ciudades a nivel global con el fin de generar una red global de gobiernos locales comprometidos en la reducción del riesgo de desastre, en la producción de insumos como principios de resiliencia, herramientas de auto-evaluación y manuales para líderes locales, además de fomentar el entrenamiento y creación de capacidades en

⁵ <https://es.unhabitat.org/iniciativas-urbanas/iniciativas-programas/perfiles-ciudades-resilientes/>

⁶ <http://www.eird.org/camp-10-15/index.html>

las municipalidades participantes. En su segunda fase, actualmente en curso, la campaña ofrece apoyo técnico, oportunidades de cooperación, partnership, financiamiento y monitoreo para fomentar la construcción de resiliencia en las ciudades participantes. Chile cuenta con más de 30 comunas participantes al programa, en varias partes de su territorio.

También desde el 2012 se lanzó el programa ‘Ciudades Emergentes y Sostenibles’ (ICES)⁷ del Banco Interamericano de Desarrollo ofrece asistencia técnica y financiera a gobiernos centrales y locales para desarrollar y ejecutar planes de sostenibilidad urbana, incluyendo la realización de un diagnóstico multidimensional, el diseño de iniciativas y preparación de estudios de pre-inversión, y la facilitación y monitoreo de inversiones no reembolsables a las instituciones participantes. Uno de los puntos de fuerza del programa es su herramienta de diagnóstico y evaluación, que cuenta con una variedad de indicadores para las dimensiones de sustentabilidad ambiental y al cambio climático, sustentabilidad urbana y sostenibilidad económica, fiscal y gobernabilidad, y se va constantemente enriqueciendo en función de los aprendizajes logrados. En Chile, la primera ciudad interesada por el programa fue Valdivia, seguida desde 2015 por las dos conurbaciones de La Serena – Coquimbo y Puerto Montt- Puerto Varas.

El programa 100 Ciudades Resilientes (100RC)⁸ fue lanzado en 2013 por la Fundación Rockefeller con el doble fin de apoyar a las ciudades participantes a mejorar su resiliencia frente a condiciones de shocks agudo y estrés crónico de origen tanto natural como social, y de facilitar la construcción de redes y buenas prácticas de resiliencia a nivel transnacional. El programa se enfoca en la construcción participativa de una Hoja de Ruta de resiliencia para cada una de las ciudades participantes, así como la creación local de capacidad (en la figura de un ‘Chief Resilience Officer’ y su equipo) y el apoyo en la puesta en acto de la estrategia de resiliencia. Para ello, ofrece asistencia financiera y logística, asesoría experta, acceso a soluciones, servicios y partnerships y membrecía en una red mundial de colaboración entre ciudades. A la fecha el programa cuenta con un total de 98 ciudades participantes: Chile cuenta a la fecha con una de estas, Santiago, cuya estrategia ‘Santiago Humana y Resiliente’(Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, 2017a) fue lanzada en 2017, incluyendo un diagnóstico del contexto local y una visión general articulada en 6 pilares (Movilidad Urbana, Medio Ambiente, Seguridad Humana, Gestión de Riesgo, Desarrollo Económico y Competitividad, Equidad Social), cada uno de los cuales cuenta con una batería de propuestas

⁷<https://www.iadb.org/es/ciudades>

⁸<https://www.100resilientcities.org/>

legislativas y programática. Adicionalmente, la estrategia fue acompañada por un Libro Académico (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, 2017b) que provee una reflexión más acabada sobre la situación y necesidades relacionadas con cada uno de estos pilares.

Por su parte, la Iniciativa de Ciudades Resilientes al Clima en América Latina (CRC-Latam)⁹, promovida por el Climate & Development Knowledge Network (CDKN), en conjunto con Fundación Futuro Latinoamericano e IDRC – International Development Research Center (Canada), estuvo en ejecución desde 2016 con el fin de apoyar proyectos de investigación mirados a la resiliencia climática en contexto de urbanización, transferir la evidencia producida y contribuir a desarrollar soluciones y fomentar la acción en estos ámbitos. La iniciativa cubrió 13 ciudades en 7 países, Chile no quedó incluido. La mayoría de estas iniciativas se han finalizado recientemente, proveyendo una interesante base de insumos, evidencia y reflexiones para apoyar el diseño e implementación de proyectos de resiliencia (climática) urbana.

Finalmente, el Banco Mundial ha lanzado recientemente un Programa de Ciudades Resilientes (CRP)¹⁰, respaldado por el Fondo Mundial para la Reducción de los Desastres y la Recuperación (GFDRR), con el fin de facilitar inversiones estratégicas para abordar las vulnerabilidades y riesgos que enfrentan actualmente las ciudades fortaleciendo sus capacidades y catalizando una cartera transparente de oportunidades de inversión ‘climáticamente inteligentes’.

Es de notar que este último programa participa con varias de las iniciativas anteriormente mencionadas y diversas otras del JointWorkProgramme on Resilient Cities¹¹, una iniciativa patrocinada por Cities Alliance y C40 Cities Climate Leadership Group, bajo el alero de la denominada ‘Colaboración de Medellín, con el fin de promover la colaboración internacional e interinstitucional sobre resiliencia urbana en sus dimensiones económicas, ambientales y sociales.

Aunque este programa de colaboración fomente la colaboración y el intercambio de conocimientos y recursos entre las distintas instituciones participantes, no cuenta con una propuesta conceptual unificada y exhaustiva respecto de la noción de resiliencia urbana, tal como aquella que busca desarrollar este documento. Asimismo, si bien varias de las propuestas examinadas cuentan con algún tipo de

⁹<https://crclatam.net/>

¹⁰ <https://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/resilient-cities>

¹¹ <http://www.citiesalliance.org/JWP-ResilientCities>

conceptualización sobre resiliencia, ninguna de ellas, con la excepción de RC100, propone un verdadero marco teórico para analizar la misma.

En cuanto a esta última, el marco analítico que propone, basado en la articulación de 12 funciones societales (agrupadas en 4 macro-categorías) que la resiliencia debiera permitir lograr, y 7 atributos clave que caracterizan ciudades resilientes (Rockefeller Foundation & ARUP, 2015), sin duda ofrece una interesante guía para la construcción de un marco analítico integrado sobre resiliencia urbana. Adicionalmente, dicho marco, que se construye a partir de una exhaustiva revisión de literatura previa (Martin-Breen & Anderies, 2011) se hace heredero de varios conceptos y términos derivados de la literatura sobre sistemas socio-ecológicos y, particularmente, del trabajo del Stockholm Resilience Center, uno de los mayores referentes internacionales en la materia. En esta guisa, aparecerá como inspirador de varias de las ideas presentadas en este documento. Sin embargo, dicha propuesta falta de una reflexión más acabada sobre los desafíos conceptuales y las controversias normativas asociadas con la noción de resiliencia, que se discutirán más adelante, y por eso, requiere ser complementada de un análisis más profundo. Por lo tanto, a continuación, nos volcamos a revisar la literatura científica al respecto.

Antes de eso, sin embargo, vale la pena considerar que en la literatura ‘gris’ se encuentran también distintos estudios y reflexiones sobre formas de gobernanza que serían adecuados para implementar la resiliencia urbana. Por ejemplo, el mismo RC100 propone un estudio comparativo de los modelos de gobernanza a escala metropolitana más exitosos en la gestión de la movilidad urbana, seguridad ciudadana, gestión de riesgo, recolección de residuos sólidos, gestión hídrica y control ambiental y desarrollo económico, entre otros. Sus principales resultados incluyen la promoción de una gobernanza transversal y multiescalar, la integración de múltiples actores, sectores y perspectivas, aprovechando los planes existentes, el fomento de capacidad en términos de capital humano y colaboración interinstitucional, y una administración transparente y eficiente (100 Resilient Cities & ARUP, 2016).

Otro estudio (Harrison, 2014) destaca la importancia de un compromiso del liderazgo a máximo nivel de cada país, el empleo de procesos participativos y multi-stakeholder, así como análisis científicos robustos y complejos, la articulación con las prioridades estratégicas nacionales, el intercambio internacional de buenas prácticas y la adopción de visiones de largo plazo.

De una manera similar, la red LEDS-LAC para el intercambio de conocimientos y buenas prácticas en términos de sustentabilidad en América Latina revisó los principales mecanismos de coordinación interinstitucional para la política climática en distintos países de la región. El estudio releva que, aunque todos los 14 países analizados tuvieran mecanismos de ese tipo, la mayoría de aquellos son de reciente creación y, aunque gozan de buena robustez institucional y representatividad, faltan de una mayor articulación con los gobiernos subnacionales y el sector privado,

además que de adecuados instrumentos para el monitoreo y evaluación. El informe destaca la creciente relevancia de la coordinación institucional “multinivel” para la gobernanza climática, centrada en cuatro pilares: construcción de capacidad estratégica; integración del cambio climático en la toma de decisiones en temas de desarrollo; movilización social; y aprendizaje continuo acerca de la propia gobernanza del cambio climático (LEDSLac, 2017).

Por lo general, este tipo de recomendaciones y las experiencias en las cuales estas se fundan resuenan con aquella que a continuación se describirá como una comprensión policéntrica/panárquica de gobernanza.

ANEXO A.3: PRINCIPALES DEBATES Y DESAFÍOS PARA UN MARCO ANALÍTICO INTEGRADO DE RESILIENCIA URBANA

El concepto de resiliencia se presta a muchas posibles interpretaciones de acuerdo con las decisiones que se toman al operacionalizarla en función del específico problema que se considere relevante (en nuestro caso, la planificación y adaptación urbana frente al cambio climático). Sintetizando los agudos análisis ofrecidos recientemente por autores como Lennart Olsson (2015), Sara Meerow (Meerow et al., 2016) o Lawrence Vale (2014), podemos resumir estas decisiones por lo menos en una serie de tres preguntas inter-relacionadas entre sí, que trataremos una por una a continuación:

¿Cómo comprender lo ‘urbano’ como sistema auto-organizado?

La definición de lo que debe entenderse por ‘urbano’ es un problema controversial, que ha recibido distintas respuestas de acuerdo con específicas corrientes disciplinarias y epistémicas (Meerow et al., 2016). En primer lugar, se trata de una noción que puede evidentemente aplicarse a entidades de distinta escala -desde pequeñas aldeas hasta enormes metrópolis- e interpenetrados entre sí -piénsese a como la ciudad interactúa con lo rural, a como distintas ciudades se interrelacionan en áreas metropolitanas, y así sucesivamente.

Además, una ciudad puede difícilmente observarse como una entidad unitaria, sino por el contrario, se configura como el conjunto de una variedad de procesos de naturaleza tanto ecológica, como tecnológica y social, y de las complejas interacciones entre estos. Es, por decirlo de otra forma, un ‘sistema de sistemas’ (Ernstson et al., 2010): un sistema con características y dinámicas emergentes, cuyos sistemas constitutivos son, por lo menos en parte, independientes entre sí, de manera que la performance ‘normal’ de cada uno de ellos puede constantemente transformarse en causa de estrés o disturbio para todos los demás (Cavalcante, Cacho, Lopes, Batista, & Oquendo, 2016).

Pero adicionalmente, la noción de sistemas -imprescindible para la resiliencia- requiere necesariamente trazar un límite entre el propio sistema y su entorno: a menudo, incluso en el caso de los sistemas ecológicos, dicha decisión se hace en términos pragmáticos, arbitrarios y contingentes (L. Olsson et al., 2015). Términos que, además siempre tienen una dimensión intrínsecamente política (Smith & Stirling, 2010; Vale, 2014), ya que involucran definir cómo priorizar la sustentabilidad, resiliencia y -más en general- intereses y valores de distintos grupos.

Finalmente, en el caso de sistemas sociales, se agrega un nivel de complejidad ulterior debido a que para estos sistemas la definición de sus propios límites es un resultado de su propio operar, por lo cual, se hace imposible separar la observación del sistema, de sus límites y resiliencia, de las observaciones que ocurren en el propio sistema respecto de dichos límites (Luhmann, 2007).

¿Cómo definir los disturbios relevantes para la resiliencia de dicho sistema?

En el 5º Informe del IPCC, grupo de trabajo Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad (IPCC, 2014)¹², se evidencia el carácter especialmente crítico de los asentamientos urbanos por lo que refiere a las posibles consecuencias del cambio climático. También se nota la transversalidad del problema, es decir, el hecho de que los riesgos, vulnerabilidades e impactos del cambio climáticos están incrementando en centros urbanos de todas las dimensiones, condiciones económicas, y características geo-morfológicas. Entre los impactos principales que se notan están: el probable aumento de desastres y climáticos extremos, tales como inundaciones y deslizamientos de tierra, olas de calor marejadas (en ciudades costeras); los posibles efectos derivados de daños que puedan sufrir infraestructuras y servicios esenciales a consecuencia de dichos eventos (tales como la provisión de agua, la infraestructura vial etc.) y la pérdida o daños materiales a la vivienda; el aumento de demanda de servicios energéticos (debido al cambio en temperaturas por ejemplo), contextualmente con la vulnerabilidad sufrida por la generación eléctrica -sobre todo en términos de hidroelectricidad; la posible escasez de recursos hídricos potables; la demanda de servicios recreativos y de turismo, el aumento de plagas etc.

El informe otorga especial atención a las necesidades especiales de las poblaciones más vulnerables, a las necesidades de sistemas de gobernanza y liderazgo robustos y eficaces -además que inclusivos- y al especial carácter de las ciudades como entidades compuestas por una multiplicidad de sistemas afectados por distintos tipos de impactos.

La información recolectada en nuestro país por el Ministerio de Medio Ambiente (2016) y (CR)2 (2018a) confirma estas tendencias, notando además la fuerte variabilidad de distintas ciudades de Chile, así como de distintas zonas y grupos humanos al interior de cada ciudad, en términos de su exposición a cambios de temperatura, precipitación o subida del nivel del mar, sensibilidad y capacidad de responder o adaptarse a cada una de estas amenazas. Se nota adicionalmente: el carácter heterogéneo pero interdependiente de distintos tipos de amenaza relacionadas con el cambio climático; la articulación entre estas y las situaciones de riesgo ya existentes en las ciudades y derivadas de procesos y tendencias no climáticas (un ejemplo clave es la contaminación atmosférica, derivadas de procesos endógenos de las ciudades pero potenciada por los efectos del cambio climático y

¹²Los impactos en ciudades se encuentran detallados especialmente en dos partes del informe: el capítulo 8, especialmente dedicado a las áreas urbanas; y el capítulo 10, dedicado a impactos sectoriales, muchos de los cuales tienen implicancias relevantes para ciudades.

eventos extremos); la importancia de servicios ecosistémicos -tales como aquellos ofrecidos por las 'infraestructuras verdes'- como factores a la vez de protección contra y mitigación del cambio climático; y, la relevancia de incorporar las percepciones y valoraciones de los afectados y de las poblaciones en el análisis de riesgo, vulnerabilidad y adaptación climática.

Pero el cambio climático es sólo uno de los muchos factores de estrés o shock que una ciudad puede tener que enfrentar, y a menudo, suele ocurrir en el contexto de otras amenazas de origen tanto ambiental, como económico y socio-político, por lo cual, apunta a la necesidad de manejar de manera integrada una variedad de riesgos o disturbios que se entrecruzan y sobreponen entre sí (Leichenko, 2011). Precisamente al carácter de 'boundaryobject' de la noción de resiliencia, discutido en la introducción, la idea de 'ciudades resilientes' se ha aplicado en distintos casos para hablar de seguridad urbana, economía, infraestructura y arquitectura, terrorismo, capital social de las comunidades, gestión de desastres naturales, servicios de transporte etc. (Vale, 2014).

La noción de sistemas socio-ecológicos, de hecho, apunta justamente a deshacer las tradicionales delimitaciones entre riesgos de origen 'natural' y 'antrópica', en favor de una comprensión orientada más bien a dar cuenta de cómo procesos sociales y ecológicos interactúan entre sí (Berkes, Colding, & Folke, 2001). Pero adicionalmente, la noción de resiliencia parece poder asociarse tanto a amenazas identificables con eventos puntuales -'desastres' externos al normal funcionamiento de un sistema- como con aquellas que se incuban lentamente dentro del propio sistema y a consecuencia de su propio operar: 100 ResilientCities, por ejemplo, distingue entre 'shocks agudos' y 'estreses crónicos' y puntualiza que una ciudad resiliente debiera ser capaz de hacer frente a ambos tipos de amenazas (Rockefeller Foundation & ARUP, 2015).

¿Cómo se articulan resiliencia, cambio y estabilidad?

La resiliencia puede referir a la capacidad de un sistema (tal como una ciudad) de hacer frente a una amenaza específica, pero también a su general adaptabilidad frente a todas las posibles amenazas que las puedan afectar. Esta distinción se ha indicado a menudo como diferencia entre resiliencia 'específica' y 'genérica' (Miller et al., 2010) o 'inherente' y 'adaptativa' (Cutter et al., 2008). Aunque la literatura existente ofrece ambas interpretaciones para hablar de resiliencia urbana (Meerow et al., 2016), estudios han destacado como un foco excesivo sobre la primera podría producir consecuencias negativas para la segunda (Pickett, Cadenasso, & McGrath, 2013). Esta intuición no es nueva: ya Charles Perrow (1984) notaba como la elevada capacidad de un sistema de controlar los efectos de pequeñas variaciones de su entorno en su rendimiento, podría implicar una escasa flexibilidad y capacidad de reacción frente a cambios inesperados y potencialmente catastróficos. De una manera parecida, la teoría de la 'panarquía' en sistemas socio-ecológicos (Gunderson y Holling 2002) postula una relación inversa entre la capacidad de un

sistema de controlar o auto-determinar sus procesos internos frente a potenciales disturbios, y su resiliencia respecto de aquellos disturbios que superen el umbral de tolerancia del sistema.

Esta tensión conceptual se asocia estrechamente a otra que tiene por objeto la noción de 'equilibrio' implícita en la noción de resiliencia. Tal como se ha discutido al principio, en su comprensión originaria, la idea de resiliencia significa 'rebotar' y apunta por lo tanto a la idea de una vuelta a un estado de equilibrio tras un disturbio. Frente a esto, una de las grandes innovaciones de la literatura en sistemas socio-ecológicos ha sido justamente el paso hacia una comprensión fundada en la presencia de múltiples equilibrios (Holling, 1996) y la posibilidad del sistema de transitar del uno al otro. Últimamente, se ha introducido una tercera alternativa orientada a la ausencia de equilibrio (Pickett et al., 2004) y, por lo tanto, a la necesidad de generar formas de planificación y gestión urbana adecuadas a ciudades siempre cambiantes y en ausencia de un claro punto de equilibrio (Eraydin & Tasan-Kok, 2013).

Tanto esta interpretación de la resiliencia en términos de múltiples equilibrios (o incluso, no-equilibrio) como la creciente atención para la resiliencia 'genérica' (en lugar que específica) apuntan a promover una gobernanza más integrada y proactiva de los sistemas naturales y humanos (y, de manera específica, las ciudades) frente a la diversidad de amenazas que estas enfrentan o pueden llegar a enfrentar.

Sin embargo, transversalmente a las consideraciones previas, se hace necesario preguntarse, por un lado, hasta qué punto la resiliencia implique mantención de cierto estado del sistema y hasta qué punto implique su modificación o transformación; y por el otro, hasta qué punto la resiliencia deba considerarse una propiedad necesariamente positiva y deseable (Olsson et al. 2015). Tal como se ha mencionado, las definiciones actuales de resiliencia suelen incorporar tanto la estabilidad como la transformación (Folke 2016) o, por decirlo de otra manera, tanto adaptabilidad como transformabilidad (Walker et al., 2004), y por lo tanto, abocan tanto para una gobernanza adaptativa (Chaffin y Gunderson 2016) como para una transformativa (Chaffin et al. 2016). Lo cual, sin embargo, pone un particular énfasis sobre la definición de cuándo sea adecuado o deseable implementar la primera política más bien que la segunda. Adicionalmente, aun de tomar una postura integradora en términos de resiliencia tal como las reflexiones anteriormente citadas sugieren, ciertos trade-offs podrían ser inevitables, ya que la promoción de resiliencia en ciertos lugares o a ciertos niveles podría resultar en perjudicar inevitablemente la resiliencia de otros lugares y/o niveles (Adger, Arnell, y Tompkins 2005, Brien, Hayward, y Berkes 2009, Pike, Dawley, y Tomaney 2010, Sapountzaki 2007). Es precisamente en la consciencia de estos trade-offs y sus implicaciones normativas que ha empujado a poner un incrementado énfasis sobre cómo diseñar formas participativas, inclusivas y equitativas de toma de decisión, organización social y acción colectiva en el ámbito de la gestión adaptativa/transformativa de

sistemas socio-ecológicos (Barnes et al. 2017, Chaffin, Gosnell, y Cosens 2014, DeCaro et al. 2017).

En términos más generales, aunque la asociación de la noción de resiliencia con una propiedad positiva y deseable sea casi ubicua en la literatura sobre resiliencia -y particularmente resiliencia urbana- (Meerow, Newell, y Stults 2016, Olsson et al. 2015), una reflexión más profunda nos obligaría a separar la evaluación factual de la resiliencia (¿es o no resiliente un sistema?) de la evaluación normativa de su deseabilidad (¿queremos potenciar o superar la resiliencia de un sistema?). Al fin y al cabo, como nota brillantemente Bob Hodge (2013), la ‘Hydra’, con sus muchas cabezas de cada una de las cuales surgen dos cada vez que es cortada, ofrece una de las mejores representaciones mitológicas de lo que hoy podríamos llamar ‘resiliencia’. Desde el punto de vista de la Hydra, claramente, esta es una propiedad deseable, pero no podría decirse lo mismo desde el punto de vista de Hércules (que, por ejemplo, podría ser la agencia pública encargada de gestionar una ciudad).

Finalmente, al hablar de resiliencia podemos posicionarnos en dos distintas posturas, según el específico objetivo que no pongamos. Una posibilidad es describir la resiliencia de un sistema, lo que típicamente implica observar, ex-post, como varía su conducta o su desempeño de acuerdo con alguna variable o función crítica frente a una serie de potenciales disturbios que hubieran podido afectar a las mismas. Por ejemplo, puede tener que ver con su capacidad de “anticiparse, resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz” (CREDEN, 2016, p. 4). Llamaremos a aquella ‘postura expresiva’.

Alternativamente, podemos buscar identificar, ex-antes, aquellos factores, procesos o propiedades del sistema que podríamos razonablemente esperar, en función de la evidencia disponible, aumentar o reducir el efecto que futuros disturbios tendrán sobre la conducta o desempeño del sistema. Así, por ejemplo, la resiliencia se ha asociado con características tales como flexibilidad o redundancia, conectividad, memoria y aprendizaje, capacidad de auto-transformación de un sistema, reflexividad, presencia de variables estabilizadoras, enfoques integrados, policéntricos y participativos de gobernanza etc. (Aldunce, Bórquez, Adler, Blanco, & Garreaud, 2016; Stockholm Resilience Center, s. f.; Urquiza & Billi, 2020)

Esta distinción es análoga a aquella a menudo utilizada en relación con la noción de vulnerabilidad al entenderla, respectivamente, como un ‘resultado’ (el efecto medible o punto final de una secuencia de relaciones causales), o como una propiedad ‘contextual’ de un sistema (aquella características, recursos, relaciones y procesos, pre-existentes al gatillante) que lo hace más o menos susceptible a un daño, o más o menos capaz de responder a aquel (Krellenberg & Welz, 2016; Romero-Lankao, Qin, & Borbor-Cordova, 2013; Romero-Lankao, Qin, Hughes, Haefner, & Borbor-Cordova, 2012; Welz & Krellenberg, 2016; Young et al., 2009).

De manera paralela a lo que ocurre en el debate sobre vulnerabilidad, podemos observar que la adopción de una mirada ‘predictiva’ (o contextual) respecto de la

resiliencia, implica un abordaje más ‘holístico’ e integrado respecto de distintos tipos de disturbios y sus efectos sobre diferentes tipos de servicios ofrecidos por un sistema (por lo cual, es más adecuada para una comprensión ‘genérica’ en lugar que ‘específica’ de la resiliencia), además que una mirada proactiva (en lugar que reactiva) respecto de dichos disturbios y efectos y cómo estos pueden gobernarse. Sin embargo, una perspectiva ‘expresiva’ permite una mejor comparabilidad entre la performance de un sistema (y su resiliencia) en distintos momentos temporales, y entre la resiliencia de distintos sistemas, además de separar explícitamente el análisis de la resiliencia de la evaluación normativa de su deseabilidad (ya que dicha deseabilidad depende del específico desempeño que se esté considerando en cada caso).

La siguiente figura resume las principales tensiones y trade-offs implícitos en la noción de resiliencia:

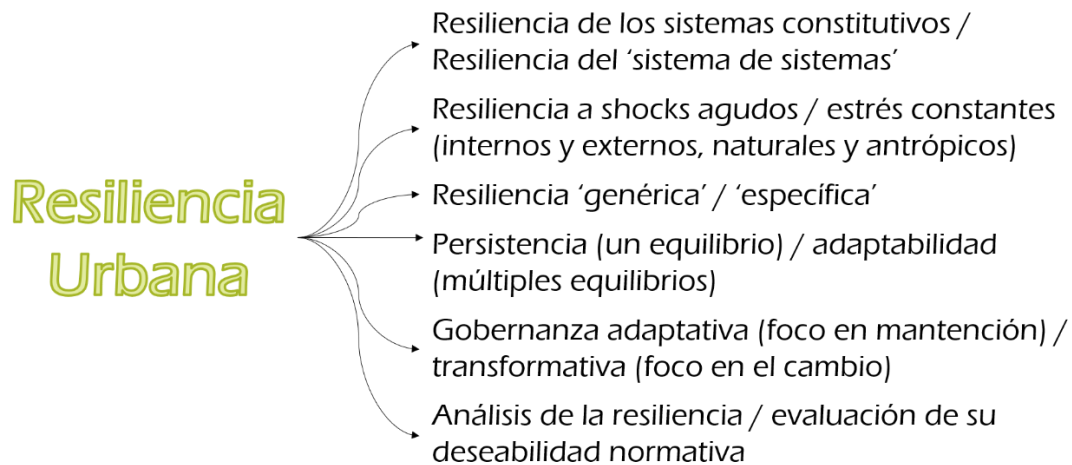


Figura 11. Tensiones y trade-offs implícitos en la noción de resiliencia

ANEXO A.4: RESILIENCIA URBANA Y POLÍTICAS PÚBLICAS: ADAPTACIÓN URBANA AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE

Para ejemplificar la relevancia del marco analítico presentado anteriormente, en esta última sección ofrecemos una breve reseña crítica del Anteproyecto del Plan de Adaptación de Ciudades al Cambio Climático (PACCC) y de la Propuesta de Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago de Chile (PACCRM).

Ambos documentos representan esfuerzos relevantes dentro del propósito de promover una mayor adaptación de los sistemas urbanos de Chile frente a las amenazas representadas por el cambio climático.

Entre los puntos de fuerza principales que comparten ambos documentos vale la pena destacar:

El explícito reconocimiento del carácter transversal del cambio climático y de las consecuencias que esto implica y, por lo tanto, la necesidad de promover una mayor coordinación intersectorial, interinstitucional e internacional al respecto.

La adopción de un enfoque proactivo e integrado a la gestión del cambio climático y de los riesgos y necesidades de planificación de largo plazo que ello implica.

El abandono de la tradicional dicotomía entre mitigación del y adaptación al cambio climático en favor de una comprensión más integrada de la forma en la que ambos problemas se articulan y de las iniciativas que podrían permitir avanzar en ambas directrices de manera integrada.

Una atención prioritaria hacia la creación y fomento de capacidad local -ya sea a nivel de comuna o de ciudad- ante el cambio climático.

Todos estos aspectos, que están presente en ambos planes, adquieren particular valencia dentro del PACCC, en el cual de hecho surgen hasta el nivel de los objetivos centrales de dicho Plan. Adicionalmente, este último también reconoce la necesidad de dar importancia: a la distribución desigual de los riesgos climáticos (y las inequidades que esto conlleva); a la interconexión entre determinantes climáticos y no climáticos en la definición de amenazas y vulnerabilidades; a la producción y disseminación de información actualizada y transparente respecto de las tendencias de cambio climático y sus consecuencias para distintos ámbitos societales; así como a las interacciones e interdependencias entre varios niveles de gobierno, desde lo local a lo nacional e incluso lo global.

Pese a lo previo, un análisis en profundidad de ambos planes revela que en estos la resiliencia (urbana) recibe una atención secundaria, superficial y limitada.

La atención de ambos documentos, en efecto, se centra especialmente en:

describir las tendencias climáticas que se esperan para distintas zonas del país durante los próximos años incluyendo variaciones de temperatura, precipitaciones y estacionalidad, frecuencia e intensidad de olas de calor y de frío, sequías,

inundaciones y otros eventos climáticos extremos, derretimiento de glaciares, aumento del nivel del mar y oleaje, acidificación de las aguas etc.;

identificar variable y dimensiones potencialmente afectadas por las mismas, incluyendo calidad y disponibilidad del agua, suelos y aire, distintos ecosistemas terrestres y marinos, infraestructuras y otros elementos esenciales para el funcionamiento de los sectores productivos y la salud, empleabilidad y cohesión social de la población;

destacar los impactos esperados sobre dichas variables y dimensiones a raíz de las tendencias climáticas y exposiciones identificadas.

En otras palabras, el foco central del documento es en aquello que el presente documento, siguiendo a IPCC (2014), ha denominado “amenazas/peligros” y “exposiciones”, mientras que la “vulnerabilidad” recibe un tratamiento más reducido y menos claro. Por ejemplo, aunque en varias partes del documento y en los estudios que este cita se mencione la noción de ‘vulnerabilidad’, esta se suele presentar de manera:

homogénea, es decir, sin especificar a qué sistemas, componentes y sensibilidades se esté haciendo referencia en cada caso;

estática, es decir, como una propiedad que no cambia en el tiempo, lo que contrasta con el carácter dinámico que por el contrario se atribuye a amenazas y exposiciones;

y
sin desagregar entre sensibilidades y resiliencia de los sistemas.

A menudo, de hecho, el análisis de vulnerabilidad parece limitado a ofrecer una mirada comparativa entre distintos individuos y grupos humanos en pro de destacar las desigualdades sociales a las cuales el cambio climático se sobrepone. Sin perjuicio de la relevancia de dar cuenta de la dimensión de equidad del cambio climático y la adaptación, reducir el análisis de vulnerabilidad a la identificación de grupos y personas vulnerables y prioritarias reduce su potencial como herramienta analítica.

En otras palabras, el análisis se limita a observar a posibles disturbios, es decir, cambios y variaciones en los componentes del sistema; aun en ese caso, tiende a limitarse a observar su posible exposición a peligros/amenazas esperadas, con mucha menos profundidad en el tratamiento de su sensibilidad. Por el contrario, queda ausente un análisis profundo de aquellas características estructurales y evolutivas que median entre los disturbios y sus efectivas consecuencias en términos de variación/mantenimiento de las performances/servicios de los mismos (en una palabra, de la resiliencia).

Lo previo traiciona una comprensión todavía fragmentaria y no sistémica de los efectos del cambio climático en las ciudades y de su adaptación frente al mismo. Las ciudades y los sistemas que las componen son implícitamente tratados como sistemas triviales, incapaces de toda respuesta o evolución frente al cambio

climático y sus efectos. En lugar que destacar el carácter sistémico, emergente y adaptativo de las ciudades y los sistemas socio-culturales, socio-técnicos y socio-ecológicos que las constituyen, aquellas se tratan como meros receptores pasivos frente a los cambios climáticos y las amenazas/exposiciones que este conlleva: no se le asocia ni capacidad de respuesta, ni tanto menos potencial reflexivo y de auto-transformación. Con esto, no sólo se pierde de vista una importante dimensión de adaptabilidad de las ciudades frente al cambio climático -una dimensión que sería importante y provechoso desarrollar y promover- sino además, se corre el riesgo de pasar por alto las consecuencias que la interacción cruzada de las distintas trayectorias espontáneas e intencionadas de estos sistemas pueden producir sobre la resiliencia de la ciudad como un todo.

La propia noción de ‘resiliencia’, cuando se menciona, se concibe primariamente con un foco en la capacidad de recuperación (bounce-back) post-desastre (es decir como ‘persistencia’, sin observar su dimensión proactiva (como ‘adaptabilidad’, y menos aún como ‘transformabilidad’), y sin detenerse sobre sus determinantes estructurales y de gobernanza. Otras veces, la noción de resiliencia se trata como un sinónimo de ‘adaptación’: a su vez, esta última parece tomar sobre todos los tintes de una reducción puntual en amenazas, exposiciones o, cuando más, sensibilidades, en lugar que apreciarse como una propiedad global de los sistemas de responder, aprender y adaptarse frente a los cambios que los afecten o puedan afectarlos.

Lo previo, como es de esperarse, se refleja en las medidas propuestas para hacer frente al cambio climático a nivel urbano y regional, medidas que son por lo general o reactivas, o limitadas en reducir amenazas, exposiciones y sensibilidades; o de forma aún más general, en avanzar hacia formas más ‘sustentables’ de desarrollo (por ejemplo, promoviendo una reducción en los consumos hídricos o energéticos, descarbonización en la matriz energética y de transporte, etc. Por el contrario, escasean medidas específicamente orientadas a promover la capacidad de respuesta o adaptación. Si esto es cierto por ambos planes, se hace aún más marcado en el caso del PACCRM donde incluso la terminología, al hablar explícitamente de reducción de amenazas y exposiciones, refleja esta disposición.

Con todo, algunas medidas merecen ser destacadas por su potencial en términos de promoción de la resiliencia. Estas incluyen, por un lado, aquellas iniciativas orientadas a incluir formas de infraestructura verde o, conversamente, a proteger áreas naturales ambientalmente valiosas. En la medida en que dichos recursos naturales sean capaces de activar procesos de resiliencia socio-ecológica propios, pueden no sólo hacerse resilientes ellos mismos frente al cambio climático y las otras amenazas de origen antrópica asociadas a los espacios urbanos, sino incluso, en ciertos casos, pueden proporcionar servicios de regulación o protección para las propias ciudades en las que se ubican. Sin embargo, en este contexto, y con toda la importancia que reviste el proceso de planificación y ordenamiento territorial para un desarrollo urbano sustentable y resiliente, debería cuidarse que un excesivo énfasis sobre la organización racional del espacio no termine mermando el


desarrollo de aquellos mismos procesos espontáneo de creación y evolución de estructuras de los cuales la resiliencia depende.

Por otro lado, cabe mencionar la importancia que ambos planes asignan a la construcción y fomento de capacidades a nivel local y metropolitano, tanto en términos de la producción de conocimiento, como de la formación de personal y creación de institucionalidades adecuadas y formas de colaboración y cooperación interinstitucional, intersectorial e internacional. Numerosas medidas -sobre todo en el PACCC- van orientadas justamente en esta dimensión.

Si bien una evaluación acabada de estas medidas requeriría contar con información más precisa respecto de sus objetivos y formas de implementación, una mirada general permite destacar dos aspectos críticos a los cuales, sostenemos, se requeriría dar más importancia: primero, el carácter normativo y controversial de la resiliencia urbana -cuya importancia subrayamos en varias partes del presente documento- parece casi completamente ausente de las medidas mencionadas -y más en general, de la perspectiva propuesta por PACCC y PACCRM. Más bien, justamente al centrarse sobre amenazas y exposiciones, y al tratar la vulnerabilidad más bien como un problema de equidad, estos últimos sugieren un rol automáticamente emancipatorio y normativamente aporoblemático para los procesos de adaptación, que no se condice con los trade-offs e implicancias políticas que estos enfrentan en sus aplicaciones reales. En este sentido, aunque los documentos indiquen la necesidad de llevar a cabo procesos participativos como apoyo a los procesos de adaptación climática, estos reciben una atención más bien periférica y sin una real reflexión sobre por qué estos sean necesarios ni cómo sea posible implementarlos de manera efectiva y legítima.

Segundo, el énfasis sobre el fortalecimiento de la gobernanza local y metropolitana no va de la mano con una reflexión acabada sobre la relación que aquella debiera tener con los otros niveles y ámbitos de gobierno e institucionalidad. La importancia otorgada a la colaboración entre sectores e instituciones, entonces, no parece ir de la mano con un real compromiso con pensar modalidades por medio de las cuales aquella podría llevarse a cabo. La gobernanza local y metropolitana, en este contexto, parece interpretarse más bien como medio de ejecución de planes de adaptación que como actor en su diseño. Mientras que el énfasis -sin duda importante- sobre la utilidad que las ciudades constituyan redes de colaboración e intercambio de experiencias en mérito a la adaptación climática, no va de la mano con mecanismos específicos dedicados a fomentar -o financiar- dichas redes, lo cual por el contrario se delega en gran parte a instituciones no gubernamentales como Adapt-Chile. En este contexto, una reflexión más acabada sobre las oportunidades e implicancias de formas policéntricas de gobernanza vendría al caso y permitiría el diseño de medidas más eficaces y sensibles a la diversidad y autonomía de contextos de gobernanza y a su necesaria integración.

En síntesis, ambos documentos -y de manera más evidente el PACCRM- se basan en promover un enfoque integrado de prevención y reducción de riesgos, en el cual, justamente, son la categoría de riesgo y sus dimensiones de amenaza y exposición -y secundariamente vulnerabilidad- aquellas que se privilegian. Si bien se releva la adopción de un abordaje integrado y proactivo frente al diagnóstico e intervención de riesgos asociados al cambio climático, a la vez se lamenta que dicho enfoque no se articule con una atención más profunda a las sensibilidades y, sobre todo, a la resiliencia, que son dimensiones esenciales para fomentar y mantener la adaptabilidad de sistemas humanos (y de las ciudades, en su especial complejidad como sistemas de sistemas) frente al cambio climático. En particular, tal como lo destacamos, lo previo lleva a ignorar justamente la capacidad de los sistemas socio-ecológicos, socio-técnicos y socio-culturales que constituyen las ciudades de responder y adaptarse de manera autónoma frente a las consecuencias presentes y futuras del cambio climático, y a ignorar las consecuencias que estos procesos de respuesta y adaptación autónoma implican tanto en términos de oportunidades como de desafíos para una gobernanza realmente integrada, reflexiva y adaptativa (o transformativa) de las ciudades.

 www.nest-r3.com

 nest | riesgo
reflexividad
resiliencia