



Itrend

Instituto para la
Resiliencia ante Desastres

CREACIÓN DE BIENES PÚBLICOS
Y ARTICULACIÓN DE LA I+D+i+e
PARA UN CHILE RESILIENTE

REPORTE

Una visión sistémica para afrontar el desafío de la continuidad operativa frente a desastres en Chile

Agosto 2020

REPORTE

Una visión sistémica para afrontar el desafío de la continuidad operativa frente a desastres en Chile

2010 fue el año que marcó un antes y un después en la consideración de los desastres en Chile. El terremoto y tsunami del 27 de febrero de ese año produjo pérdidas por 30.000 millones de dólares —equivalente al 18% del PIB (SVS, 2012)— y se convirtió en el desastre más costoso en la historia de la industria de seguros en el mundo en relación con el tamaño del mercado chileno. Para ese entonces, las compañías de seguros recibían primas anuales totales de seguros generales del orden de 2.500 millones de dólares y tuvieron que pagar 6.500 millones de dólares por indemnizaciones después del terremoto. Es decir, alrededor de un 220% del total de la prima anual. Como comparación, el evento natural extremo más costoso para las compañías de seguro hasta ese entonces había sido el desastre provocado por el huracán Katrina en Nueva Orleans, en 2005, que costó alrededor del 30% del total de las primas (Claude, 2020, entrevista personal).

En 2016, la Presidenta de la República Michelle Bachelet convocó a más de 80 expertos provenientes de la academia, el Estado, la industria y la sociedad civil para conformar una comisión que propusiera una estrategia de I+D+i para hacer de Chile un país más resiliente antes desastres. La comisión, que sería conocida como Comisión de I+D+i en Resiliencia frente a Desastres de Origen Natural (Creden), organizó una mesa redonda ampliada con diversos sectores productivos: sus objetivos eran profundizar en el rol del sector privado en la resiliencia ante desastres, reflexionar sobre las lecciones aprendidas en los últimos grandes eventos entre 2010 y 2015, y discutir criterios para las inversiones en I+D+i para la resiliencia ante desastres socionaturales.

Además, en esta instancia se llevó a cabo una encuesta a once dirigentes gremiales representantes de distintos rubros de la economía. Los resultados de la encuesta le permitieron a Creden llegar a algunas conclusiones importantes para el sector:

- A partir de 2010, la industria asumió que los desastres socionaturales son un tema relevante para sus operaciones: el 50% de los encuestados consideró que el 27F ha sido el evento más destructivo en la historia reciente del país, debido al enorme daño en la infraestructura y a la interrupción de operaciones de distintos sectores, muchas veces de manera prolongada.

- La industria no se siente preparada para otro desastre de esas características: solo el 36% de los entrevistados consideró que su rubro estuviese bien preparado para enfrentar otro evento natural extremo.
- Entre los temas más relevantes para la industria, está la necesidad de contar con **planes de continuidad operativa**. Si bien dos tercios de los rubros encuestados contaban con planes de continuidad operativa, solo la mitad de ellos presentaba consideraciones para eventos naturales extremos y solo el 36% tenía la certeza de que esos planes funcionaran adecuadamente.

Como dato adicional, el 100% de los participantes de la encuesta considera que su organización estaría dispuesta a formar parte de una alianza público-privada para abordar el tema de resiliencia a desastres, considerando al Estado como un aliado estratégico.

Para este documento, **consideraremos la continuidad operativa como un plan de acción probado y efectivo que le permita a un sistema continuar brindando sus servicios en caso de un evento natural extremo que dañe o limite sus capacidades**. Debe entenderse que la interrupción de un sistema por un desastre no es solo un inconveniente para los usuarios del servicio. Un incendio, un aluvión, un tsunami u otros eventos que impidan la continuidad del servicio pueden provocar severas pérdidas financieras, dañar la imagen de la compañía o de la institución responsable del servicio y, en el peor de los casos, provocar severos daños a la salud humana y el cierre de negocios de forma permanente.

En el caso de servicios críticos como redes viales, servicios sanitarios, energía eléctrica y telecomunicaciones, la interrupción del servicio puede generar un efecto cascada que impida la continuidad operativa de otros sistemas esenciales como la salud, las redes de abastecimiento, la refrigeración de alimentos y el transporte, entre otros. Esto sin considerar los graves efectos para la salud pública que puede tener el corte de servicio del agua potable y del procesamiento de aguas servidas, así como el grave daño económico a otras empresas y negocios que dependen de los servicios esenciales para funcionar.

Este documento busca mostrar los avances, fortalezas y desafíos de la continuidad operativa en algunos de los sistemas críticos de Chile, en particular en los sistemas sanitarios, la red de energía eléctrica y las redes viales. Para comprender bien este panorama, se debe entender que la continuidad operativa de servicios críticos es responsabilidad de múltiples actores (tanto del sector público como privado) y afecta a la sociedad en su conjunto, no a sectores parcelados. Es por ello que para enfrentar esta situación y asegurar la continuidad operativa de servicios críticos durante un desastre se necesita una mirada a nivel de sistema, donde el mundo privado, el Estado y la sociedad civil tienen roles importantes y complementarios.

1.

Contexto: la importancia de la infraestructura resiliente

En el marco de la resiliencia ante desastres y de adaptación al cambio climático, se ha vuelto cada vez más relevante incorporar los conceptos de **infraestructura resiliente** o **infraestructura sostenible** en las líneas vitales y en el desarrollo sostenible de ciudades y países, esto por el rol trascendental de la continuidad operativa. El tema ha sido ampliamente documentado por instituciones como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial, entre otras.

El Banco Mundial ha cuantificado las consecuencias de la interrupción de servicios críticos sobre las personas y las empresas. No es solo que la energía, el transporte, las telecomunicaciones, el agua potable y el saneamiento sean esenciales para el bienestar de las personas: la continuidad de estos servicios es crítica para mantener la productividad de las empresas y, por lo tanto, para la salud de la economía en su conjunto. Es decir, la eficiencia, confiabilidad y continuidad operativa de los servicios críticos son factores clave para el desarrollo económico.

En 2019, el equipo de cambio climático del Banco Mundial publicó el libro *Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity* (Hallegatte et al., 2019) con el objetivo de realizar un diagnóstico global sobre la resiliencia de los sistemas críticos (energía, agua y saneamiento, transporte y telecomunicaciones), con énfasis en países de ingresos bajos y medios. En el documento se analizan los resultados de diversos estudios realizados o impulsados por el Banco Mundial, que utilizan diversas metodologías como análisis de riesgo, análisis costo beneficio, encuestas a empresas, modelos de transporte y cadenas de abastecimiento.

Las conclusiones centrales del estudio son las siguientes:

- **La falta de infraestructura resiliente afecta a personas y empresas.** A nivel global, la infraestructura de energía y transporte sufre pérdidas directas por 30.000 millones de dólares al año en promedio. Del total de pérdidas, 18.000 millones de dólares son asumidos por países de ingreso bajo y medio. Pero el costo de los daños indirectos que causa la interrupción de la infraestructura de energía y transporte es mucho mayor: se estima que estas pérdidas fluctúan entre 391.000 y 647.000 millones de dólares anuales para hogares y empresas de países en desarrollo (Hallegatte et al., 2019).
- **Invertir en infraestructura es costo eficiente, rentable y urgente.** La inversión en infraestructura resiliente genera beneficios en el 96% de los miles de escenarios que analizan posibles futuras tendencias socioeconómicas y climáticas. En el escenario promedio, el **beneficio neto** de invertir en una infraestructura más resiliente en los países de ingreso bajo y medio es de **4,2 billones** (millones de millones) **de dólares**. En promedio, se obtienen 4 dólares en beneficio por cada dólar invertido en infraestructura resiliente. Además, las conse-

cuencias del cambio climático vuelve aún más necesaria y atractiva la inversión en resiliencia: en promedio, si se consideran los efectos del cambio climático, los beneficios netos derivados de la resiliencia se duplican. En cambio, el costo de **cada año de inacción es de 100.000 millones de dólares** (Hallegatte et al., 2019).

- **Una buena gestión es la base para la infraestructura resiliente, pero se necesitan medidas específicas.** Por ello, el Banco Mundial entrega un conjunto de recomendaciones y accionables para los gobiernos y tomadores de decisión (Hallegatte et al., 2019).

Estas conclusiones nos llevan a una pregunta fundamental: ¿qué es una infraestructura resiliente?

El Banco Mundial define infraestructura resiliente como aquella que es menos costosa de mantener y reparar, y que es capaz de resistir los embates externos de una amenaza natural (Hallegatte et al., 2019). Estas características facilitan una adecuada y rápida respuesta y recuperación de personas, empresas e instituciones después de una crisis (Hallegatte et al., 2019). Esta definición no se centra exclusivamente en los activos: el Banco Mundial concibe la infraestructura resiliente como un sistema de varios niveles que se traslapan y complementan. En este sistema interactúan activos resilientes, servicios confiables y los usuarios que se benefician de ellos (ver Figura 1). Este enfoque de sistema es lo que permite abarcar todas las dimensiones del problema.

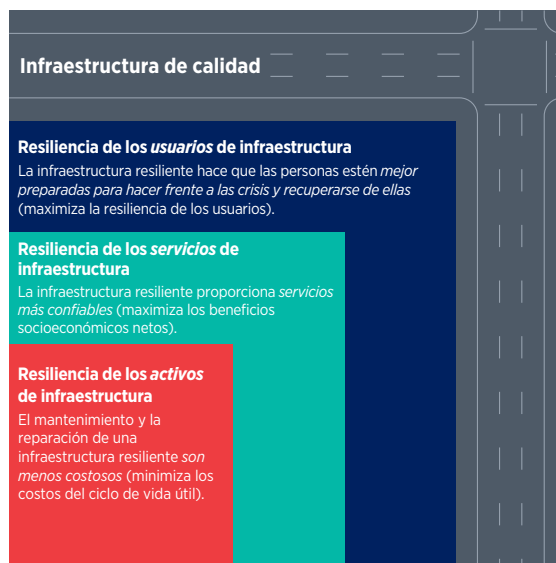


Figura 1:

Este diagrama del libro publicado por el Banco Mundial grafica cómo se superponen y complementan los diversos niveles de la infraestructura resiliente (Hallegatte et al., 2019).

La Cámara Chilena de la Construcción (CChC) también concibe la infraestructura resiliente como sistema. Para este gremio, la infraestructura resiliente «no es necesariamente una duplicación de lo que existe, sino su protección, y la generación de capacidades en las personas y autoridades para reaccionar coordinadamente, anticiparse a los eventos de alto impacto, construir las redes de apoyo en forma oportuna e implementar las medidas que ayudan a los ciudadanos a su recuperación» (CChC, 2016).

El BID sostiene que cerrar la brecha de la infraestructura requiere no solo invertir más en activos: el gasto «debe ser diferente y transformar la forma en cómo se planifica y opera la infraestructura» (BID, 2018). Considerando la estrecha relación entre la resiliencia y la sostenibilidad, el BID postula que en la definición de proyectos de infraestructura sostenible se debe incluir la resiliencia: eso significa que el diseño de dichos proyectos debe asegurar su resiliencia ante riesgos climáticos y amenazas de origen natural (BID, 2018).

2. Continuidad operativa en Chile

Según un estudio del BID, de las pérdidas estimadas por el terremoto de febrero de 2010 —30.000 millones de dólares en total—, 20.900 millones (equivalentes a 12,7% del PIB) corresponden a daños directos en infraestructura (Fisher y Gamper, 2017). El terremoto y tsunami afectó entre el 30% y el 40% de la capacidad manufacturera del país, suspendió las actividades económicas durante varios días o varios meses para industrias como la producción de papel, vinos y la refinación de petróleo (Fisher y Gamper, 2017).

Las pérdidas indirectas por este desastre no han sido calculadas, pero están estrechamente relacionadas con la interrupción de las líneas vitales y de los servicios críticos. De hecho, los informes y estudios consultados reconocen que la vulnerabilidad de las líneas vitales y servicios críticos aún no ha sido dimensionada en su totalidad. La Unesco afirma que hay iniciativas por parte del Ministerio de Obras Públicas y del Ministerio de Salud para evaluar esta vulnerabilidad (Unesco, 2012) y el Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (Cigiden) está realizando estudios sobre la resiliencia de la red eléctrica (Ferrario, entrevista personal, 2020) y de la red vial (Chamorro, entrevista personal, 2020). Sin embargo, aún no existen análisis completos y accesibles sobre la vulnerabilidad de los servicios críticos, lo que dificulta la toma de acciones para mejorar la resiliencia de los sistemas.



2.1 Servicios sanitarios

Después del terremoto del Maule de 2010, la Asociación Chilena de Organismos No Gubernamentales (ACCION) analizó algunas vulnerabilidades en los sectores de agua potable y en el sector energético. En el caso de los sistemas de agua potable, destacaba la inexistencia de planes de emergencia a nivel nacional y local, la excesiva dependencia de la red troncal de energía y la deficiente calidad de la infraestructura de almacenamiento del agua potable rural (ACCION, 2010).

Las vulnerabilidades de los sistemas sanitarios han quedado en evidencia con episodios como los nueve cortes de agua que experimentó Aguas Andinas entre 2008 y 2017 (Marín, 2017), la contaminación con petróleo que dejó a Osorno sin agua por 10 días en 2019 (Villarroel, 2019; Gironás et al., 2019), la contaminación con diluyente que tuvo por semanas sin agua potable a Puerto Octay (Vivanco, 2019) o la recurrente rotura de matrices de agua en la capital (Silva, 2019; CNN Chile, 2020; La Tercera, 2020). Si bien algunos de estos problemas han sido enfrentados con nueva infraestructura que le da mayor autonomía y resiliencia al suministro de agua potable (Pizarro y Cabello, 2020), aún queda mucho trabajo por hacer en este ámbito.

Nuevamente, fue el terremoto del 27 de febrero de 2010 lo que desveló el hecho de que, en el área de las sanitarias, ni el sector público ni el privado estaban preparados para desastres de esa magnitud. Por ello, la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) contrató a la consultora Deloitte y generó una guía de planes de emergencia: «Construimos un manual de cortapalos, el cual iba desde identificar a la empresa hasta detallar el plan de suministros alternativos, pasando por continuidad operacional y una serie de recomendaciones», explica Sergio Barbera, jefe de la unidad de gestión de riesgo de desastres de la SISS (Barbera, 2020, entrevista personal).

La guía de planes de emergencia fue entregada a todas las empresas sanitarias como una herramienta de apoyo: «Cada dos años, la superintendencia les pedía esta herramienta completada. Ya avanzados los años vimos cómo las empresas iban avanzando y fueron más allá del plan que la superintendencia les pedía», afirma Barbera (Barbera, 2020, entrevista personal).

Barbera considera que, en la actualidad, Chile está mucho mejor preparado para entregar agua potable en situaciones de emergencia. Previo a los aluviones de 2015, casi no había conexión entre las sanitarias y el Sistema de Protección Civil: «Las empresas sanitarias conocían a la Onemi cuando venía el desastre. Es imposible hacer nada cuando recién te estás conociendo en el momento del desastre», dice Barbera. Por ello, a partir de 2016, se construyeron planes para enfrentar los eventos de gran impacto a través de un trabajo conjunto entre las sanitarias, la Onemi y las municipalidades (Barbera, 2020, entrevista personal). En casos de corte de servicio, estas tres entidades se rigen a través de la pauta del plan de emergencia para coordinarse e instalar sistemas de suministro alternativo: «Aquí siempre el foco es en las personas, que tienen que tener agua de una manera u otra» (Barbera, 2020, entrevista personal).

La SISS continuó trabajando con la Onemi en un plan de continuidad operacional que incorpora 15 ítemes. Al evaluarlas a partir de esa herramienta, la SISS determinó que las empresas sanitarias sí cuentan con planes para afrontar una emergencia mayor, pero con debilidades en la divulgación del plan y en el entrenamiento del personal responsable de aplicarlo (Barbera, 2020, entrevista personal).

Sin embargo, aún hay barreras legales en este ámbito: la ley de la SISS solo le otorga facultades fiscalizadoras en situaciones de fuerza mayor y funcionamiento normal, lo que significa que los planes de continuidad operacional y de emergencia no pueden exigirse legalmente (Barbera, 2020, entrevista personal). No obstante, el marco legal del sector sanitario está en revisión: Barbera sostiene que se está trabajando en un cambio de la ley para incorporar la gestión del riesgo y planes de emergencia obligatorios, entre otras modificaciones (Barbera, 2020, entrevista personal).

Tanto investigadores del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (Cedeus) como Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia ((CR)²) plantean que para evitar nuevas crisis, es prioritario modificar el código de aguas para consagrar el acceso agua potable como un derecho humano y un servicio básico para la ciudadanía (Gironás et al., 2019; (CR)², 2015). En esta misma línea, y considerando el proceso de aridificación que enfrenta Chile a raíz del cambio climático, el (CR)² propone la instauración de un organismo de coordinación interinstitucional responsable de la gestión de recursos hídricos a nivel nacional, organismo que fomente la capacidad adaptativa del país basándose en el hecho de que los recursos hídricos son finitos ((CR)², 2015).

Los investigadores del Cedeus plantean que un sistema resiliente de agua potable debe cumplir con cuatro características (Gironás et al., 2019):

- **Robustez:** que el sistema pueda absorber cierto nivel de estrés sin que deje de funcionar.
- **Redundancia:** que el sistema cuente con unidades que puedan sustituirlo en caso de interrupción o degradación del servicio.
- **Disponibilidad de recursos:** la capacidad de identificar y enfrentar crisis con rapidez y eficiencia.
- **Rapidez:** la capacidad de responder a las prioridades y metas en un tiempo tal que permita contener pérdidas y evite interrupciones en el futuro.

Por su parte, el (CR)² sostiene que un futuro más seco y más cálido nos exige buscar «medidas y soluciones innovadoras que trasciendan las fronteras administrativas, el interés de uno u otro sector y que contemplen múltiples actores y disciplinas del conocimiento» ((CR)², 2015).



2.2 Redes eléctricas

En el caso de las redes eléctricas, la Asociación Chilena de Organismos No Gubernamentales destaca la inexistencia de redes diferenciadas de distribución para sectores estratégicos, la carencia de equipos de respaldo para servicios esenciales y la dependencia de combustibles en la infraestructura de transporte (ACCION, 2010).

Elisa Ferrario, investigadora postdoctoral de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile y de Cigiden, se encuentra desarrollando un proyecto Fondecyt sobre riesgo y resiliencia de la red eléctrica chilena ante terremotos. Uno de las dificultades más grandes para este trabajo ha sido levantar todos los datos que permitan construir un modelo de la red eléctrica chilena que sea muy cercano a la realidad: «Tratar con una red real implica otros desafíos que uno no tiene, considerando el modelo simplificado de la literatura, porque el modelo es mucho más grande, la red es mucho más grande», explica Ferrario (Ferrario, 2020, entrevista personal).

El trabajo de Ferrario se enfoca en el sistema eléctrico nacional (SEN), una red que suministra energía eléctrica a más del 98% de la población, que incluye 1.000 subestaciones y 500 unidades generadoras y que se extiende desde la región de Arica y Parinacota hasta la isla de Chiloé. Resulta difícil determinar el comportamiento de una red tan grande y compleja ante un terremoto cuyo epicentro y magnitud no son conocidos: «Hay que desarrollar bien, caracterizar bien la amenaza. Eso significa entender dónde puede pasar un terremoto, con cuál magnitud, cómo se propagan las ondas en el suelo, cuál es el efecto del sitio bajo los componentes, bajo las subestaciones por ejemplo, cómo es la intensidad del movimiento del suelo» (Ferrario, 2020, entrevista personal). Pese a estas incertidumbres, el trabajo de modelamiento permite determinar cómo diversos escenarios de sismo afectan cada componente de la red y cuál será la energía que se dejará de suministrar (Ferrario, 2020, entrevista personal).

¿Cómo puede hacerse más resiliente la red energética? Ferrario afirma que hay dos estrategias complementarias: una es una estrategia de consolidación —es decir, mejorar la resistencia sísmica de la infraestructura ya instalada—; la segunda es una estrategia más operativa, que incluya componentes redundantes y generación distribuida, algo complejo en la actualidad porque, tradicionalmente, la red eléctrica chilena se sostiene sobre grandes centrales generadoras ubicadas a gran distancia de sus usuarios finales (Ferrario, 2020, entrevista personal).

Un informe sobre infraestructura crítica de la CChC presenta un caso de estudio que ayuda a entender, aunque sea de forma parcial, los beneficios económicos de invertir en resiliencia. En julio de 2017, una serie de temporales de lluvia y nieve provocaron importantes daños a la infraestructura de distribución eléctrica a causa de la caída de árboles y ramas, lo que provocó un apagón que afectó a 185.000 clientes (Valle, 2019). El suministro eléctrico se suspendió hasta por 100 horas en algunos sectores (CChC, 2018; Vega, 2017), por lo que la empresa Enel tuvo que pagar una compensación de más de 4.000 millones de pesos, la compensación eléctrica más grande registrada en Chile hasta ese momento (Valle, 2019).

El análisis de la CChC sugiere que, si se considera que un temporal de ese tipo ocurre una vez cada 10 años, entonces podar, talar y replantar árboles que amenacen la infraestructura eléctrica es más costo-efectivo que no hacer nada (CChC, 2018). La tala también tendría otros beneficios, como evitar el daño a otras infraestructuras y vehículos, además de reducir los focos de alergia (Roy et al., 2012; CChC, 2018). Soterrar las redes es más costoso que no hacer nada, pero también se reconoce que eso haría más resiliente la red de distribución a otras amenazas, además de los temporales (CChC, 2018).

Tabla 1: Valor actual de costos de opciones para la infraestructura eléctrica en tres escenarios.

	Tala, poda y replantación	Soterramiento de líneas	Sin Mejoras
VAC (MM\$)	-\$ 1.671	-\$ 3.058	-\$ 2.391

Fuente: CChC

No obstante, cualquiera de estas acciones debe considerar otros factores, como el impacto que tendría una poda masiva de árboles maduros en la calidad del aire, la captura de carbono, la atenuación de inundaciones y la conservación de energía en las ciudades (Roy et al., 2012).

Los resultados de la investigación de Ferrario aún no están completos, pero dejan en evidencia la necesidad de estudiar los sistemas críticos desde una perspectiva interdisciplinaria no solo para determinar sus debilidades, sino también el impacto social y económico que tiene la interrupción de estos servicios. No se debe olvidar que una interrupción del suministro eléctrico no solo impacta en los hogares y negocios: también puede paralizar servicios de salud, sanitarios, de transporte y telecomunicaciones.



2.3 Redes viales

En un estudio sobre la interrupción de la red vial por eventos naturales extremos, se determinó que entre 1990 y 2010 más de 30.000 km de caminos (de una extensión total estimada de 80.000 km) fueron interrumpidos solo por eventos climáticos y meteorológicos, explica Alondra Chamorro, profesora asociada de la escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, e investigadora principal de Cigiden (Chamorro, 2020, entrevista personal).

El equipo de investigación en el que participa Chamorro desarrolló una plataforma computacional que analiza las acciones a tomar para mantener la conexión vial entre cualquier ciudad con el puerto más cercano en caso de terremoto. A través de este trabajo, determinaron que la conectividad entre Santiago y San Antonio es mucho menos redundante y más vulnerable que la conectividad entre Santiago y Valparaíso. Esto ocurre por la diferencia en la cantidad de rutas alternativas, pero también por los tipos de suelo, que hacen más vulnerables algunas estructuras cercanas al puerto de San Antonio (Chamorro, 2020, entrevista personal).

Chamorro explica que se debe entender la diferencia entre vulnerabilidad y redundancia. Una red vial puede ser poco vulnerable si está bien construida, se levanta sobre terreno firme y evita zonas expuestas a riesgo de desastre (como cuencas aluviales y rutas de lahares), pero si tiene poca redundancia, solo se necesita que falle un arco clave para que la red entera quede bloqueada (Chamorro, 2020, entrevista personal).

Otra red vial que ha analizado el equipo de Chamorro es la que está expuesta a la amenaza del volcán Villarrica. Su recurrente actividad, su cercanía a caminos, pueblos y ciudades, y la explosión inmobiliaria que ha tenido esa zona en los últimos años hacen que sea fundamental contar con buenas rutas de evacuación. Sin embargo, solo hay dos vías paralelas que le dan conectividad a la zona con la Ruta 5. En caso de que fallen estas vías, la única opción es un camino de ripio o el cruce a Argentina, una opción poco viable en pleno invierno, sobre todo si han habido nevazones (Chamorro, 2020, entrevista personal).

¿Cómo modificar estas redes para hacerlas más resilientes ante desastres? Chamorro dice que es necesario incorporar la resiliencia en la evaluación de rentabilidad social de la infraestructura pública: «Para cualquier proyecto nuevo de infraestructura, debe evaluarse su rentabilidad social y tiene que, en conjunto con el Ministerio de Desarrollo Social, definirse si es rentable socialmente para presentar el proyecto a Hacienda y que entre al Sistema Nacional de Inversiones bajo la Ley de Presupuesto», explica Chamorro. Pero como aún no existe un método para evaluar los impactos en vidas humanas y beneficios económicos de la inversión en resiliencia, este factor no se encuentra formalmente incorporado a la metodología de evaluación social de proyectos (Chamorro, 2020, entrevista personal).

Este trabajo se hizo en su momento para justificar la necesidad de un código de construcción que exija aislación sísmica: se demostró que el costo en vidas, reconstrucción, logística de derivación y paralización económica es mayor

que el costo de construir con aislación sísmica. Desafortunadamente, se necesitaron varios terremotos y decenas de miles de muertes en la historia de Chile antes de que se empezaran a exigir y a desarrollarse mejores estándares de construcción. «A eso apunta la mitigación», dice Chamorro: «Es diseñar y construir infraestructura más resiliente y generar los mecanismos para poder reforzar aquella infraestructura existente y no esperar hasta que ocurra un nuevo evento» (Chamorro, 2020, entrevista personal).

Un método de evaluación de la resiliencia de redes viales y otros servicios críticos, sin embargo, es más complejo que un método de evaluación de la resiliencia de edificaciones. «Tampoco es culpa del Ministerio de Desarrollo Social o de Hacienda que no exista el método para evaluar la resiliencia, porque no es fácil», dice Chamorro. Para esto, se necesita un trabajo interdisciplinario, que incorpore la economía, la ingeniería, la sociología, la geografía y la geología para evaluar tanto el riesgo como el impacto y beneficios que genera la inversión resiliente. Este trabajo ya se está haciendo, pero requiere tiempo e inversión en investigación científica y generación de nuevos conocimientos: «El conocimiento de riesgo y el análisis de riesgo de redes es algo que se está desarrollando a nivel mundial. Si bien es un conocimiento con conceptos que venían desde hace mucho tiempo, hoy en día muchos países en especial aquellos están expuestos a amenazas sísmicas o multiamenazas, están todos trabajando en esto mismo» (Chamorro, 2020, entrevista personal).



2.4 El rol de las aseguradoras

Un elemento clave en la calidad de la infraestructura crítica y en las pérdidas económicas asociadas a desastres y, por lo tanto, en la mitigación de pérdidas tanto directas como indirectas, es la cobertura de los seguros ante catástrofes. Según señala la OCDE en una revisión sobre estrategias y prácticas en gestión financiera de riesgos de catástrofes naturales (OECD, 2015), el modelamiento y evaluación de riesgos entregan la información necesaria para desarrollar estrategias de financiamiento ante la ocurrencia de desastres.

Este reporte de la OCDE se basó en una encuesta que contó con respuestas de 29 economías de países miembros de la OCDE y APEC, entre ellos Chile. Se reconoce que globalmente el sector de aseguradoras y reaseguradoras ha hecho importantes contribuciones al análisis de riesgo y vulnerabilidad de infraestructura. En Chile, por ejemplo, la Asociación de Aseguradores de Chile (AACH) desarrolló un mapa para identificar todas aquellas áreas que son susceptibles a impactos de sismos y tsunamis dentro de la economía, el cual se puso a disposición de Onemi en 2015 (El Mercurio, 2015; Claude, 2020, entrevista personal).

«Nosotros hemos construido nuestros propios mapas de riesgo», explica Jorge Claude, vicepresidente ejecutivo de la AACH. «Tenemos mapas de riesgo de inundaciones asociado a lluvias [...] que usan las compañías para estimar los riesgos y poner la prima y definir si van a dar la cobertura de los seguros de bienes raíces. También tenemos un mapa de riesgo sísmico y de maremotos. El de riesgo sísmico lo tenemos para todo el país y el de maremotos es para las 11 ciudades costeras más importantes del país» (Claude, 2020, entrevista personal).

Según el reporte de la OCDE, después del terremoto de 2010, el mayor desafío que enfrentan las aseguradoras locales fue la masiva cantidad de reclamaciones en plazo corto de tiempo. A pesar de que el desempeño de las aseguradoras fue bueno, y de contar con códigos de construcción sólidos, las pérdidas en materia de vivienda e infraestructura fueron extensas y en su mayoría no estaban aseguradas contra desastres. En este sentido, la cobertura sigue siendo un desafío para la economía chilena (OECD, 2015).

«En el 2010 nos encontramos con que más o menos el 25% del total del daño estaba asegurado y eso es un paso muy significativo respecto del año '85, en que alrededor del 5% estaba asegurado. Y en el año '60, simplemente no había seguros», afirma Claude (Claude, 2020, entrevista personal). Eso significa, por supuesto, que un 75% de los daños del terremoto de 2010 no estaban cubiertos por ningún seguro, lo que significa una carga enorme para personas, empresas e instituciones.

De hecho, el Estado no tiene su infraestructura asegurada, por lo que la reconstrucción luego de un desastre de gran magnitud debe ser financiada totalmente con recursos públicos (Claude, 2020, entrevista personal). Esto significa habitualmente un aumento de los impuestos y un desvío de recursos de otros planes y programas. «Nosotros creemos que

un país [...] como el nuestro debería considerar dentro de su presupuesto ordinario el pago de las primas de seguro para la infraestructura pública y a partir de ahí, cuando ocurren los siniestros, ya está pagada la prima del seguro, por lo tanto, el seguro se hace cargo de la reconstrucción o de poner los recursos necesarios para que se vuelva a operar la infraestructura y podamos comenzar a operar lo más rápidamente posible», dice Claude (Claude, 2020, entrevista personal).

Uno de los mayores desafíos de la industria aseguradora tiene que ver con que todos los actores del mercado estén preparados para un desastre y que los sistemas de operación se encuentren integrados: los procesos de denuncia, identificación del asegurado, carga de las pólizas, criterios de liquidación y pago de indemnizaciones requieren acuerdos previos, porque, una vez ocurrido el evento, resulta muy difícil lograrlos (AACH, 2015). Y respecto a los demás actores, Claude reconoce que aún no están preparados: «Se requiere una instancia de coordinación mucho más fluida de la que tenemos. No es deseable que cada vez que se produzcan estas catástrofes cada uno de nosotros salga a hacer su trabajo sin coordinarse con los demás. Nosotros para el terremoto del 2010 tuvimos problemas muy serios, como por ejemplo que el mar se llevó el conservador de bienes raíces de Talcahuano y no había manera de saber quién era el dueño de qué propiedad ni menos saber dónde estaba la propiedad, porque estaba todo en el suelo» (Claude, 2020, entrevista personal). Para solucionar este problema, Claude sugiere la creación de una instancia público-privada. Ha habido avances en esta área, pero aún no es posible un trabajo coordinado.

3. Conclusiones

A lo largo de este informe hemos podido revelar algunos avances, fortalezas y desafíos en el ámbito de la continuidad operativa y, en especial, en la continuidad operativa de los servicios críticos. El diagnóstico general es que la década del 2010 —con terremotos, aluviones e incendios forestales de enorme impacto— marcó un antes y un después en el interés por el riesgo de desastres. Se reveló que Chile es un país que, hasta ahora, se ha enfocado mucho en la respuesta ante la emergencia, pero poco en un marco normativo e institucional que permita gestionar y reducir el riesgo de desastre (Román, 2020).

Se debe insistir en que los daños a la infraestructura de servicios críticos —como la energía, el agua y las redes viales— no significa solo un costo en reconstrucción. Tal como indica el libro *Lifelines* del Banco Mundial, los impactos indirectos pueden ser 20 veces mayores que el costo de la infraestructura dañada (Hallegatte et al., 2019). A esto debe sumarse los daños a la salud física y psicológica de las personas afectadas, quienes no podrán retornar a la normalidad de sus vidas hasta que se restablezcan dichos servicios. Peor aun: hay muchas personas que dependen de la continuidad de los servicios críticos para recibir tratamientos médicos, por lo que su interrupción puede significar un dilema de vida o muerte.

Lo que resulta importante destacar es que no se puede mantener una visión parcelada del problema. La continuidad operativa ante desastres es un problema sistémico: la interrupción de un servicio puede interrumpir otro y ese otro puede provocar daños o interrumpir otro servicio, como en una cadena de dominós. Si uno de los servicios robustece su resiliencia, eso beneficia al resto. Pero si el resto de los servicios no mejora su resiliencia o la mejora sin considerar los efectos que tiene sobre otros sistemas, entonces la inversión de uno de los servicios tendrá muy poco impacto en el caso de un desastre.

Por ejemplo, si ocurre un sismo importante o una erupción volcánica, se necesitará acceso rápido a los puntos donde se capta y se distribuye agua potable, donde están los sistemas de emergencia, los servicios de salud y las distribuidoras de energía. Pero si los caminos se han interrumpido a causa del evento, no se podrá acceder a dichos puntos. Si la energía no se restablece rápidamente, los servicios de salud y los servicios sanitarios podrían dejar de funcionar. Si dejan de funcionar los servicios sanitarios, se puede producir una crisis de salud pública que, a su vez, retrasaría la puesta en marcha de todo el sistema.

Además, cuando ocurre un evento extremo, este no afectará de la misma forma a todos los grupos humanos. No existe un principio de isotropía territorial que permita homogeneizar sus efectos y consecuencias en el territorio en el que ocurre, ni en las personas que lo habitan (Vásquez et al., 2016). Quienes se ven más afectados por los desastres viven en un contexto demográfico, socioeconómico y territorial —entre otras dimensiones— vulnerable, por lo que, en caso

de un evento extremo, necesitarán apoyo adicional para poder recuperarse. Sin embargo, la vulnerabilidad social ante desastres es un concepto complejo y multidimensional, y, por lo tanto, difícil de medir (Vásquez, 2020).

Es decir, podemos decir que los desastres agravan las vulnerabilidades ya existentes, en particular la vulnerabilidad social. Y, además, develan las vulnerabilidades de los sistemas. Es por ello que resulta muy difícil abordar el problema de la continuidad operativa. Y aunque en Chile este tema se ha empezado a abordar solo en la última década, se debe reconocer que es un tema bastante nuevo en todo el mundo y que ha salido a la luz a medida que los países se enfrentan a desastres multiamenaza, algunos de ellos como consecuencia del cambio climático. Un desastre multiamenaza típico es un gran terremoto seguido de un tsunami, pero en los últimos años también se han vuelto comunes incendios forestales acompañados de olas de calor y grandes sequías.

Por último, aunque la mirada sistémica es fundamental, tampoco es posible abordar todas las aristas del problema de una sola vez: es necesario particionar las acciones —por amenaza, por tipo de industria, por territorio, etc.— pero siempre asumiendo que estas acciones no se hacen de forma solitaria, que se necesita una coordinación que haga más efectivas estas acciones parceladas. Por supuesto, no se trata de algo trivial y no hay fórmulas mágicas. Cualquier tipo de desastre futuro viene envuelto en una serie de incertidumbres que resultan imposibles de anticipar. Es por ello que los modelos utilizados en la academia deben contemplar decenas de miles de escenarios posibles para simular sus efectos en la infraestructura y, a partir de esos efectos, determinar las mejores acciones para mejorar la resiliencia del sistema. Pero, como decíamos anteriormente, ese trabajo debe considerar también la conexión de un sistema con otro. ¿Qué ocurre, por ejemplo, si una subestación eléctrica no es esencial para el funcionamiento de la red energética, pero es precisamente la subestación que alimenta una infraestructura fundamental para las telecomunicaciones?

Hay ejemplos concretos de cómo la coordinación intersectorial puede proveer soluciones de continuidad operativa. Barbera relata que, en 2019, Calama estuvo dos días sin agua a causa de las precipitaciones estivales. El embalse Conchi, que es de uso agrícola, se encuentra próximo a la ciudad, pero no estaba conectado con la red de agua potable. Como el consumo de hogares es muy pequeño comparado con el agua que se usa para riego, la SISS se coordinó con el Ministerio de Obras Públicas para construir las obras que, actualmente, permiten que el embalse opere como sumini-
nistro de emergencia de Calama (Barbera, 2020, entrevista personal).

Por supuesto, mejorar la resiliencia ante desastres de los servicios críticos necesita mucho más que conectar un embalse a la red de agua potable. Se necesita invertir en investigación académica multidisciplinaria, ya que las miradas desde una sola disciplina impiden comprender la complejidad de las vulnerabilidades. Se necesita invertir en infraestructura, en sistemas de alerta temprana, en el desarrollo de capital humano avanzado que incorpore la resiliencia en todos los ámbitos profesionales y académicos del país. Estos son parte de los objetivos de la estrategia Creden. De hecho, la continuidad operativa es un problema tan complejo que cruza varias tareas de la estrategia nacional para la resiliencia ante desastres.

Las 14 tareas de la estrategia Creden (Creden, 2016) son la carta de navegación para priorizar las iniciativas que buscan mejorar la resiliencia ante desastres, además de entregar una visión sistémica sobre el problema de la resiliencia pero reconociendo que cada entidad debe contribuir con sus partes. No hay una sola entidad que pueda agrupar toda la I+D+i+e, como tampoco hay ninguna línea vital que pueda funcionar como ente independiente. La resiliencia depende de cada actor, pero también de la cooperación entre actores.

Sí, Chile es uno de los países del mundo más expuesto a riesgo de desastres. Pero esto, más que un impedimento para nuestro desarrollo, puede convertirse en una oportunidad para generar desarrollos únicos en el mundo que permitan a las sociedades enfrentar múltiples eventos naturales extremos con el menor impacto posible en la vida de las personas y la economía.

Anexos

Anexo A:

Desastres gatillados por amenazas naturales en Chile: antecedentes e impactos

Por sus características geográficas y geológicas, Chile es un país propenso a diversos desastres gatillados por amenazas naturales como terremotos, tsunamis, inundaciones, sequías, incendios forestales, deslizamientos, marejadas y trombas marinas. Dada su localización en el anillo de Fuego del Pacífico, nuestro país es uno de los que presenta la más alta actividad volcánica y sísmica del mundo, siendo dentro de los miembros de la OCDE el más expuesto a amenazas de origen natural con el 54% de su población y el 12,9% de su superficie expuesta a tres o más tipos de estas amenazas.

Desde 2008, nuestro territorio ha sufrido cuatro terremotos y tsunamis, cinco erupciones volcánicas, aluviones y cientos de incendios forestales (ver tabla A1).

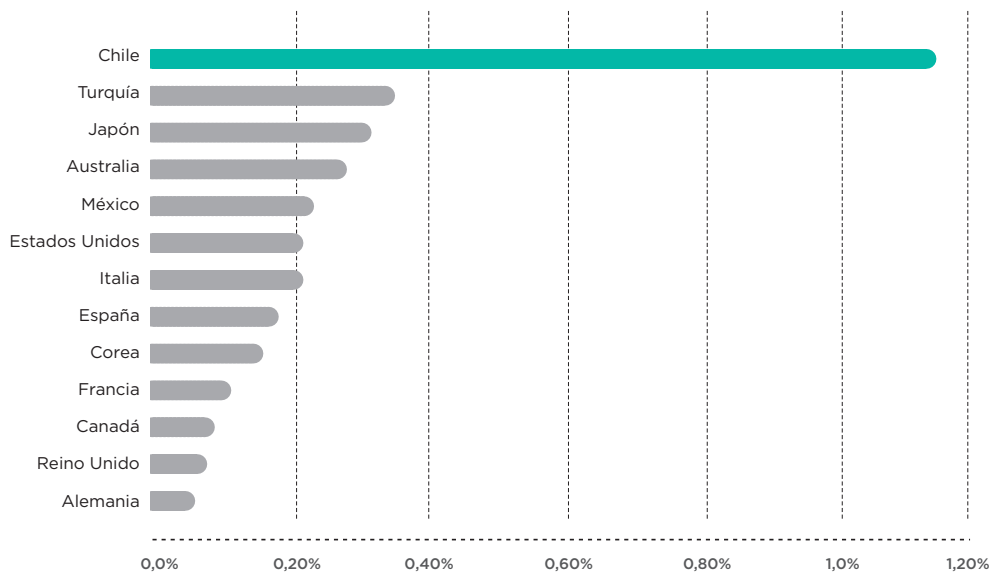
Tabla A1: Eventos extremos ocurridos en Chile desde 2008.

Año	Terremotos/ Tsunamis	Aluviones/ Inundaciones	Erupciones Volcánicas	Mega Incendios	Otros
2008			Llaima y Chaitén		
2010	Terremoto y tsunami del Maule				Mega Sequía
2011			Complejo Volcánico Puyehue - Caulle	<ul style="list-style-type: none"> Torres del Paine Pichiqueime 	
2012		Aluvión Río Las Minas (Magallanes)			
2014	Terremoto y tsunami de Iquique			Cerros de Valparaíso	
2015	Terremoto y tsunami de Illapel (Coquimbo)	<ul style="list-style-type: none"> Aluvión de Antofagasta/Atacama Aluvión de Tocopilla 	Villarrica y Calbuco	Valparaíso y Maule	
2016	Terremoto de Chiloé	Sistema frontal RM, Valparaíso y O'Higgins			<ul style="list-style-type: none"> Crisis Salmón Marejadas (todo Chile continental)
2017		<ul style="list-style-type: none"> Aluvión San José de Maipo Aluvión Villa Santa Lucía (Chaitén) Sistema frontal Atacama-Valparaíso 		Valparaíso a Los Lagos	
2019		Sistema frontal Atacama		Valparaíso a Los Lagos	Tromba Marina Concepción

Fuente: Elaboración propia utilizando datos de CSN; SHOA; NOAA; Sernageomin; Conaf y ONEMI.

Desde 1980, se han gastado en promedio 3.000 millones de dólares al año en desastres, y en promedio, cada año entre 1980 y 2011, se registraron pérdidas cercanas al 1,2% del PIB debido a desastres, el porcentaje más alto de la OCDE (ver Figura A1). Según el informe de la Superintendencia de Valores y Seguros, solo el terremoto y tsunami del 27F produjo pérdidas por 30.000 millones de dólares, lo que corresponde al 18% del PIB en Chile.

Figura A1: Pérdidas por desastres como porcentaje del PIB, promedio anual para el período 1980-2011.



Fuente: G20 y OECD, 2012.

A estos antecedentes de amenazas geofísicas se suma el efecto del cambio climático. Según la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Chile cumple con siete de nueve criterios de vulnerabilidad que lo hacen altamente frágil ante amenazas: posee áreas costeras de baja altura, zonas áridas y semiáridas, zonas de bosques, territorio susceptible a desastres naturales, áreas propensas a sequía y desertificación, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos (Ministerio del Medio Ambiente, 2017).

1. La estrategia Creden

Dados los antecedentes mencionados, en enero de 2016 se creó la Comisión de I+D+i en Resiliencia frente a Desastres de Origen Natural (Creden), conformada por más de 80 expertos provenientes de la academia, el estado, la industria y la sociedad civil, con el objetivo de proponer una estrategia de I+D+i para hacer de Chile un país más resiliente antes desastres. La comisión entregó un informe con la estrategia a la presidenta de la República Michelle Bachelet en diciembre de 2016 (Creden, 2016).

«La estrategia busca contribuir al desarrollo de un Chile más resiliente frente a desastres de origen natural mediante la consolidación y el desarrollo de nuevas capacidades de Investigación y Desarrollo e innovación (I+D+i) que hagan viable una respuesta más eficiente a través de la identificación y comprensión de los factores que inciden en la construcción y comprensión de los factores que inciden en la construcción de riesgos socio naturales que desencadenan estas amenazas, con objeto de prepararse, responder y recuperarse de mejor manera y sistemáticamente frente a eventos con baja probabilidad de ocurrencia, pero de gran intensidad e impacto en la población, en el entorno construido y en el medioambiente» (Creden, 2016).

Más concretamente, la estrategia se estructura como un conjunto integrado de catorce tareas específicas que generan y usan conocimiento básico, aplicado, asociativo e interdisciplinar relacionado al riesgo frente a desastres de origen natural. Finalmente, para alcanzar los logros propuestos, se incluye un conjunto de cinco factores habilitantes, que representan elementos básicos para sostener una dinámica consistente en el largo plazo de la estrategia de I+D+i.

Tres de las tareas que abordan de manera directa la continuidad operativa e infraestructura resiliente son la Tarea 2 (resiliencia de líneas vitales e infraestructura crítica), la Tarea 9 (evaluación y mejoramiento de la resiliencia del entorno construido) y la Tarea 14 (modelos operacionales predictivos de respuesta frente a desastres). Los objetivos de estas tareas son los siguientes:

- Comprender cómo impacta la caída de líneas vitales e infraestructura crítica a nivel económico, social, político y ambiental. Para ello, se debe considerar la interdependencia de la infraestructura crítica, su relación con el sistema público y privado, además de las restricciones físicas, sociales, económicas y ambientales del territorio.
- Desarrollar I+D+i para evaluar el riesgo y resiliencia de infraestructura pública y sistemas críticos, e incorporar estos conceptos en normativas de continuidad operativa, inversión pública, planificación territorial y financiamiento del riesgo. Para ello, se debe considerar el escalamiento espacial desde el nivel de elementos individuales a redes, comunas y zonas urbanas, y las complejas interdependencias funcionales entre distintos sistemas.
- Implementar modelos de predicción sobre la operación de los distintos sistemas públicos y privados enfrentados a un desastre. El foco está en modelar la continuidad operativa de líneas vitales, infraestructura crítica, y en general servicios públicos y privados incluyendo la interdependencia de estos sistemas. Además se propone desarrollar mecanismos de evaluación y mejora de la respuesta en coordinación con actores del Estado y los gobiernos locales.

2. El rol de la industria

Credence pone énfasis en el **rol que juega en la resiliencia el sector privado**. En la estrategia se plantea que para el desarrollo sustentable de comunidades y ciudades resilientes se debe alinear no solo a los actores públicos, académicos y a la sociedad civil, sino que también se requiere del **involucramiento de la industria**. Considerando que aproximadamente el 85% de toda la inversión mundial en infraestructura es privada, es crucial incorporar y trabajar la noción de resiliencia en este sector.

De hecho, el marco Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030 llama directamente a la integración del riesgo de desastres en las prácticas de gestión, operación y cadena de valor del sector privado: «Para lograr invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia es importante promover la cooperación entre las distintas entidades y redes académicas, científicas y de investigación y el sector privado a fin de desarrollar nuevos productos y servicios para ayudar a reducir el riesgo de desastres» (UNDRR, 2015).

Por otro lado, el World Economic Forum (WEF) concluye que incluso con el aumento de costos y oportunidades asociados a los desastres gatillados por amenazas naturales y al cambio climático, el sector privado ha permanecido asociado a la resiliencia a través de proyectos específicos, en vez de comprometerse en iniciativas más comprensivas y

transversales al desarrollo de los países. En este sentido, las empresas se encuentran ante el dilema de confrontar prioridades de importancia similar cuando consideran medidas de resiliencia o alianzas (World Economic Forum, 2008).

Estos fueron los antecedentes con los que trabajó la comisión Creden en 2016 para organizar una mesa redonda ampliada a distintos sectores productivos, con los objetivos de profundizar en el entendimiento del rol del sector privado en la resiliencia ante desastres, reflexionar sobre las lecciones aprendidas en los últimos grandes eventos entre 2010 y 2015, y discutir criterios para las inversiones en I+D+i para la resiliencia ante desastres de origen natural.

Además, en esta instancia se llevó a cabo una encuesta a once dirigentes gremiales representantes de distintos rubros de la economía, lo que le permitió a la Comisión Creden llegar a algunas conclusiones importantes para el sector:

- Se reconoce que el año 2010 fue un punto de inflexión para la industria que comenzó a ver los desastres siconaturales como un tema relevante para sus operaciones. Un 50% de los encuestados considera que el 27F ha sido el evento más destructivo en la historia reciente del país, dañando una enorme cantidad de infraestructura e interrumpiendo las operaciones de distintos sectores, muchas veces de manera prolongada.
- Sólo el **36% de los entrevistados considera que su rubro está bien preparado** para enfrentar un nuevo evento natural extremo.
- Entre los temas más relevantes señalados por la industria está la **necesidad y existencia de Planes de Continuidad Operativa**. Dos tercios de los rubros considerados contaban con planes de continuidad operativa, aunque solo la mitad de estos presenta consideraciones para eventos naturales extremos y solo el 36% que estos planes funcionan adecuadamente.
- **Se destacó la posibilidad de que Chile se constituya como Polo de Desarrollo en resiliencia**, viendo una gran oportunidad en transformar las tecnologías desarrolladas en una industria.
- El rol de la investigación y la innovación, ya sea propia o a través de la academia puede ser relevante para aumentar la resiliencia de los distintos sectores productivos, por esto se considera necesaria una mejor relación entre la industria y las universidades.
- Se piensa que la infraestructura y tecnología para datos es insuficiente, y esto es un obstáculo para mejores iniciativas en la industria.
- **El 100% de los participantes considera que su organización estaría dispuesta a formar parte de una alianza público-privada para abordar el tema de resiliencia a desastres siconaturales, considerando al Estado como un aliado estratégico.**

En el plano internacional, el WEF ha liderado iniciativas similares a nivel mundial. Entre 2006 y 2007, el WEF, en colaboración con el Banco Mundial y la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), facilitó una serie de diálogos en Nueva York, Nueva Delhi, Ciudad del Cabo, Washington D. C. y Ginebra con el objetivo de identificar desafíos y acciones concretas para catalizar un mayor compromiso del sector privado. Los encuentros incluyeron aproximadamente 200 participantes de empresas, gobiernos, academia y sociedad civil para considerar contribuciones prioritarias del sector privado, y potenciales alianzas con el ámbito público.

De los diálogos se concluyó sobre lo siguiente: 1) el rol central de los gobiernos en moderar la agenda estratégica, buscando involucrar al sector privado de manera más sistemática; 2) el rol líder que pueden tener las aseguradoras en aunar los esfuerzos de distintos sectores; 3) la importancia para las empresas de integrar mejores análisis costo beneficio para medidas de resiliencia; 4) el rol que debieran tener las empresas líderes en incentivar la participación ciudadana; 5) los potenciales beneficios de que empresas desarrollen acuerdos público-privados que permitan desplegar sus competencias centrales para construir nuevas capacidades; y 6) la importancia de que las entidades financieras incorporen consideraciones respecto a la resiliencia en los términos de los préstamos.

También, se destaca el trabajo de la UNDRR con la iniciativa ARISE: Alianza del Sector Privado para Sociedades Resilientes ante Desastres, que busca crear sociedades resilientes al motivar e involucrar al sector privado para lograr las metas del Marco de Sendai. Esta iniciativa se ha concretado en distintos países de Latinoamérica (incluyendo a Chile desde 2019) a través de acuerdos de trabajo entre la UNDRR, asociaciones del sector privado y otras organizaciones.

Por último, cabe destacar que otro elemento clave es el importante rol del sector privado en el desarrollo de la infraestructura, mediante concesiones y alianzas público-privadas. Según la OCDE en el estudio «Gaps and Governance Standards of Public Infrastructure in Chile» (OECD, 2017), Chile es un caso de éxito en materias de infraestructura en parte por la movilización de financiamiento del sector privado en el desarrollo de esta.

Por otro lado, el reporte de la OCDE da cuenta del bajo involucramiento de los privados en la inversión a nivel regional. El índice Infrascopes 2014¹ muestra que Chile es el líder en Latinoamérica en disponibilidad de alianzas público-privadas en infraestructura crítica, pero que se queda atrás en términos de actividad regional. Relaciones débiles entre privados y actores regionales contrastan con otros sistemas descentralizados de la OECD. El reporte sugiere que un mayor involucramiento de los privados a nivel territorial podría ayudar a Chile a tomar ventaja de la experticia y financiamiento del sector.

1. El índice Infrascopes es una herramienta comparativa de mercado que evalúa la capacidad de los países para implementar alianzas público-privadas sustentables y eficientes en sectores de infraestructura clave, especialmente en transporte, electricidad, agua y gestión de desechos sólidos. El objetivo del índice Infrascopes es ayudar a los creadores de políticas públicas a identificar los desafíos de la participación público-privada en infraestructura que, si se superan, permitiría liberar el poder de estas alianzas y sentar las bases de una agenda de desarrollo más ancha.

Anexo B:

Workshop Continuidad Operativa de Infraestructura Crítica

En enero del 2020, el Instituto para la Resiliencia ante Desastres realizó el Workshop «Continuidad operativa de infraestructura crítica: construyendo una industria resiliente para Chile». El encuentro contó con la colaboración del Banco Mundial y el objetivo fue realizar una evaluación conjunta del problema de continuidad operativa de líneas vitales de infraestructura crítica, con el propósito de co-crear soluciones para cumplir con los estándares internacionales y contribuir a la resiliencia ante desastres. La convocatoria estuvo dirigida a los líderes de gremios de industrias de líneas vitales de infraestructura crítica, tales como: empresas generadoras y distribuidoras eléctricas, sanitarias, concesionarias de caminos, entre otras.

El workshop fue organizado en tres módulos: 1) apertura y contexto; 2) observación; y 3) reflexión. El primer módulo, contó con palabras de bienvenida a cargo de Fernando Hentzschel (Gerente de Capacidades Tecnológicas de Corfo), Cristián Barra (Jefe de la Unidad de Gestión, Riesgo y Emergencia del Ministerio del Interior) y Virginia Brandon (Representante del Banco Mundial Residente en Chile). Como contexto, se expuso sobre el problema que significa la interrupción



de las líneas vitales que suelen ocurrir luego de desastres socionaturales, haciendo un llamado a la colaboración entre el Estado, academia, industria y sociedad civil, a impulsar un trabajo conjunto en esta línea. Julie Rozenberg, Economista Senior del Equipo de Desarrollo Sostenible del Banco Mundial, presentó el trabajo realizado en torno al reporte *Lifelines: Tomado acción hacia una infraestructura resiliente* (Hallegate et al., 2019).

El segundo módulo de observación, tenía como objetivo definir las fortalezas y capacidades instaladas que tenemos hoy en Chile y en las distintas industrias para abordar el problema de continuidad operativa. Este módulo se desarrolló en base a entrevistas en duplas en base a una pauta de preguntas pre-establecida. Las conversaciones generadas en base a las entrevistas, fueron compartidas en mesas redondas y luego en plenario a toda la audiencia.

El tercer módulo, consistió en una reflexión donde los participantes sintetizaron en conjunto su visión sobre los factores habilitantes del desarrollo de resiliencia, los nudos y oportunidades de investigación, desarrollo e innovación. Este trabajo se desarrolló usando la metodología de Conversación Café, que consiste en una discusión en mesas redondas, guiada por preguntas predefinidas y un objeto conversacional que permite delimitar el tiempo de intervención de cada persona y garantizar que todos los participantes puedan contribuir a la discusión. Las temáticas levantadas en cada mesa fueron resumidas en papelógrafos y discutidas en plenario al final de la actividad. Para más detalles sobre el trabajo realizado durante el workshop, ver el Anexo C.

1. Fortalezas y capacidades detectadas

Los aprendizajes adquiridos luego de la ocurrencia de un desastre son fundamentales para la construcción de sociedades resilientes. La experiencia de Chile en grandes terremotos ha sido clave para el desarrollo de la expertise requerida para construir estructuras apropiadas, planes de respuesta ante emergencias, y medidas de recuperación. A la calidad de su ingeniería sísmica, se suma la capacidad de desarrollar nuevas tecnologías para mejorar el desempeño de estructuras frente a sismos de gran magnitud, minimizando también el daño en elementos no estructurales. La implementación de normativas que regulen la implementación de estas prácticas (ej. ref NCh2745: diseño de edificios con aislación sísmica) ha sido esencial.

En general, la exposición a eventos extremos, ha hecho que tanto la industria como el Estado desarrolle gran capacidad técnica para enfrentar las contingencias, destacándose la calidad del capital humano y la disponibilidad de recursos tecnológicos. Se observa también que hay facilidad para aprender de las experiencias de otros países e integrar estos aprendizajes en los planes nacionales. Sin embargo, las capacidades de cada sector suelen desarrollarse de manera aislada sin considerar la interdependencia de las soluciones a desarrollar. El impulso de estudios y alianzas público-privadas intersectoriales, es clave para fortalecer las capacidades individuales y promover soluciones con un enfoque holístico e interdisciplinario.

Sin embargo, las sociedades resilientes no se crean sólo por implementación de políticas públicas y expertise técnica, sino también por el desarrollo potente de una cultura de resiliencia. La implementación efectiva de las diferentes medidas impulsadas requiere una conciencia profunda de la población que la sociedad chilena ha ido desarrollando por décadas. Sabemos que constantemente nos vemos sometidos a eventos gatillados por amenazas naturales, y esa conciencia nos ha permitido contar con capacidades para integrar la resiliencia a nuestra vida diaria. La facilidad de aprendizaje y la conciencia de la población, son fundamentales para impulsar el desarrollo de una cultura de resiliencia.

2. Líneas de acción detectadas

Chile ha desarrollado importantes capacidades para enfrentar de mejor manera la ocurrencia de eventos extremos, enfocándose principalmente en la protección de vidas humanas. Sin embargo, se reconoce que este enfoque no es suficiente para minimizar el impacto de los desastres en las comunidades: es necesario avanzar en planificación e ingeniería que permita mantener la calidad de vida y la continuidad operativa después de un desastre, con el fin de construir sociedades resilientes. El trabajo interdisciplinario, basado en evidencia científico-tecnológica es fundamental para la construcción de soluciones costo-efectivas.

A partir del diálogo generado en el workshop y de distintas conversaciones uno a uno entre Itrend y algunos de los gremios representantes de distintos sectores industriales, se detectaron tres líneas de acción.

2.1 Integración de datos e información

La disponibilidad de datos es fundamental tanto para diseñar y mantener infraestructura crítica resiliente, así como para elaborar planes de mitigación, prevención y respuesta para minimizar las interrupciones a las operaciones en caso de desastre. Contar con información integrada de distintas fuentes es clave para desarrollar soluciones concretas con una visión generalizada del problema de continuidad operativa, entendiendo el impacto en las personas y

comunidades. Una línea base común de datos e información permitiría desarrollar iniciativas de I+D para potenciar el desarrollo en cada industria.

En concordancia con lo identificado por la Comisión Creden el 2016 (Creden, 2016), se ha relevado que existe una brecha importante respecto al accesibilidad y unificación de datos necesarios para avanzar en acciones concretas para mejorar la resiliencia ante desastres. Debido a que la expertise técnica se ha ido desarrollando en silos, el conocimiento y capacidades suelen ser patrimonio de cada empresa o gremio. Asimismo, los datos generados por investigadores usualmente no se disponibilizan, quedando relegados sólo al ámbito académico. Por otro lado, los datos recabados por el sector público, están disgregados y muchas veces son de difícil acceso.

En base al diagnóstico realizado por la comisión Creden, uno de los primeros proyectos en los que Itrend está trabajando desde el 2019, es la implementación de una Plataforma de datos para la I+D+i para la resiliencia ante desastres. El proceso de diseño de esta plataforma se encuentra en marcha y las definiciones para el primer piloto se están levantando sobre la base de diálogos con potenciales usuarios y a levantamientos de necesidades en los distintos sectores. Considerando las discusiones generadas durante el workshop, se observa la gran relevancia que tiene para la industria la unificación de distintos sets de datos provenientes de diferentes orígenes, que tengan el potencial de generar cruces interesantes que fortalezcan el conocimiento sobre el impacto generado por los desastres y habiliten el desarrollo de herramientas de análisis y modelación.

Para la construcción de esta plataforma, Itrend buscará la colaboración de distintos actores para entregar datos pertinentes velando por la curatoría y constante actualización. Se contará además con una adecuada política de propiedad intelectual que ayude a proteger el trabajo realizado por los distintos sectores. Al respecto, se considera al nuevo Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación como un actor clave para incidir en los incentivos de la academia para la disponibilización de datos y para el desarrollo de proyectos colaborativos con la industria.

2.2 Impulso de ciencia y tecnología por sector industrial

El desarrollo de la ingeniería sísmica en Chile es una muestra de cómo es posible transformar el problema de la ocurrencia de grandes desastres en una oportunidad: avanzando en el conocimiento técnico, construyendo soluciones y desarrollando tecnología. Soluciones específicas para problemas concretos deben ser elaboradas desde el conocimiento de frontera y la experiencia práctica utilizando las herramientas tecnológicas existentes. La generación de industrias resilientes es fundamental para lograr un desarrollo sostenible y disminuir el impacto de los eventos en las comunidades. Hay una oportunidad real de utilizar soluciones elaboradas para cada industria como productos y servicios de exportación, que ayuden a impulsar el desarrollo del país.

Si bien se reconoce que las industrias nacionales han desarrollado capacidades para disminuir el impacto de los desastres en la continuidad operacional, se observa que este trabajo en general ha ocurrido de manera aislada de otras industrias y sectores. A la escasa transferencia de datos, se suma la poca colaboración para la transferencia de conocimiento y desarrollo tecnológico. Por otro lado, se han identificado brechas en el acceso a tecnologías dependiendo del tamaño de las empresas. La comprensión de los problemas de cada sector, debiese activar oportunidades de investigación y desarrollo, que fomenten la colaboración con otros actores para encontrar nuevas soluciones y potenciar las distintas industrias.

Para incidir en el desarrollo de ciencia y tecnología, Itrend propone impulsar el emprendimiento e innovación en la industria a través de desarrollo de proyectos de I+D+i por sector y desafíos de innovación abierta. A partir de los problemas levantados por cada sector, Itrend se hará cargo de liderar iniciativas para encontrar, impulsar y ejecutar

soluciones a la medida. Dependiendo de la naturaleza de las problemáticas levantadas, se desarrollarán proyectos concretos con apoyo de expertos de la red de Itrend o se harán llamados amplios para involucrar a emprendedores. El tipo de iniciativas a abordar abarcan desde levantamiento de datos hasta elaboración de sistemas de monitoreo o alerta temprana.

2.3 Impulso de políticas públicas

Para abordar el problema de continuidad operativa de forma transversal e intersectorial, se requiere ser capaz de incorporar los incentivos adecuados a través de un trabajo colaborativo con el sector público. Es fundamental desarrollar políticas públicas integradas en prevención, gestión de riesgo de desastres y resiliencia, considerando las visiones de distintos actores de la academia, industria, Estado y sociedad civil.

Uno de los principales nudos detectados en el workshop, fue el problema de la inversión en resiliencia. ¿Cuáles son los incentivos para invertir en resiliencia de infraestructura crítica? ¿Quién paga por esta inversión? ¿Cómo se capturan los beneficios? Los beneficios de invertir en resiliencia se manifiestan en el largo plazo, y por ello, usualmente no tienen prioridad en las agendas de inversión. Además, se ha detectado que existe una tendencia a enfocar los presupuestos en reaccionar frente a las emergencias, más que en planificar y prevenir. Si bien, los distintos actores concuerdan en la relevancia de diseñar planes y procesos para mejorar la resiliencia de infraestructura crítica, se reconoce que actualmente no existen regulaciones que incentiven su desarrollo de manera sostenida.

Ante esto, se sugiere incluir de manera efectiva el concepto de resiliencia en la evaluación de proyectos, tomando en cuenta los avances que ya han sido realizados en este tema. Para impulsar esta iniciativa Itrend ha propuesto un proyecto cuyo objetivo es promover la incorporación de un indicador de resiliencia ante desastres en la formulación y evaluación de iniciativas de inversión en infraestructura presentados al Sistema Nacional de Inversiones. Este proyecto implica realizar un análisis exhaustivo del estado del arte en esta materia, incluyendo una revisión exhaustiva de: i) literatura a nivel científico-tecnológico; ii) otras iniciativas nacionales existentes; y iii) metodología actual de evaluación social de proyectos. Luego de realizar un análisis y síntesis de hallazgos, se promoverá la conformación de una mesa técnica incluyendo expertos de distintas áreas, para colaborar en la definición y ejecución de un plan de acción.

Anexo C:

Minuta del workshop sobre continuidad operativa de infraestructura crítica. Construyendo una industria resiliente para Chile.

Fecha: 9 de enero 2020 | Lugar: Hotel Regal Pacific Santiago

1. Palabras de apertura y contexto

La apertura del workshop estuvo a cargo de Fernando Hentzschel (Gerente de Capacidades Tecnológicas de Corfo), Cristián Barra (Jefe de la Unidad de Gestión, Riesgo y Emergencia de la Subsecretaría del Interior) y Virginia Brandon (Representante del Banco Mundial Residente en Chile), quienes dan cuenta del problema que significa la interrupción de las líneas vitales (carreteras, energía, abastecimiento de alimentos y agua potable, entre otros) que suelen ocurrir luego de desastres sicionaturales. El desafío está en hacer más resilientes las líneas vitales, no solo para que resistan mejor los desastres, sino también para que sea más rápido recuperarlas en caso de que queden dañadas. El problema principal es que el Estado, la industria y la sociedad en general deben enfrentar los desastres en forma coordinada fuera de la lógica de las emergencias, asumiendo que invertir en prevención y resiliencia es mucho más costo-efectivo que simplemente reconstruir.

Felipe Machado (Director del Instituto para la Resiliencia ante Desastres) presenta el panorama: Chile ha gastado en promedio 3.000 millones de dólares anualmente en desastres, lo que corresponde casi al 1,2% del PIB y lo sitúa como el país de la OCDE que más pérdidas tiene a causa de desastres (los países que le siguen, Turquía y Japón, solo pierden el 0,3% de su PIB anual en desastres). La resiliencia consiste en la capacidad de un sistema para anticiparse, resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos de un evento extremo de manera oportuna y eficaz. Hoy podemos y debemos disminuir tanto el impacto inmediato de los desastres como el tiempo de recuperación posterior a un evento.

Pero, ¿qué es una infraestructura resiliente y cuáles son sus beneficios reales? Julie Rozenberg (Economista Senior del Equipo de Desarrollo Sostenible del Banco Mundial) explica que la infraestructura resiliente es menos costosa de mantener y reparar, además de brindar servicios más confiables. Es decir, la infraestructura resiliente permite que las personas y las empresas sean más capaces de responder y recuperarse después de una crisis.

Las reparaciones son solo una parte de las pérdidas asociadas a una infraestructura poco resiliente: 30.000 millones de dólares anualmente en el mundo. A nivel de empresas, también hay enormes pérdidas por la tasa de utilización reducida (151.000 millones de dólares anuales), por las ventas perdidas (82.000 millones de dólares anuales) y los costos de autogeneración (65.000 millones de dólares anuales), entre otras.

El problema se enfrenta con ingeniería resiliente, redes y sistemas redundantes, y análisis de criticidad que muestren dónde el fortalecimiento de la resiliencia es más importante y beneficioso. El Banco Mundial ha calculado que cada dólar invertido en infraestructura resiliente tiene un retorno de cuatro dólares. El beneficio neto de esta inversión es de 700.000 millones de dólares, mientras que el costo anual de la inacción es de 16.000 millones de dólares.

Todo esto debe ir acompañado de mayores regulaciones e incentivos para la resiliencia, así como de una mejor gobernanza. Toda esta información y más puede encontrarse en el informe del Banco Mundial (Hallegatte, 2019).

2. Trabajo de taller

El taller se organizó en dos módulos. Un primer módulo de observación, que tenía como objetivo definir las fortalezas que tenemos hoy en Chile y en las distintas industrias para abordar el problema de continuidad operativa, y un segundo módulo de reflexión sobre factores habilitadores e inhibidores para el desarrollo de la resiliencia de infraestructura crítica.

Durante el primer módulo, los asistentes valoraron la experiencia y la robustez de Chile en planificación de emergencias y recuperación postdesastre, en particular respecto a la calidad de su ingeniería sísmica. También se valora que la población chilena tiene una fuerte capacidad de resiliencia integrada en su cultura, que hay facilidad para aprender e integrar los aprendizajes de otros países, y que en el sector público hay una gran capacidad técnica para la resiliencia, además de un gran potencial a través de estudios y partnership público-privado.

Los asistentes destacan además las fortalezas de sus rubros. Las empresas de seguros dependen de su experiencia en planificación y preparación, además de contar con mucha información y capacidades instaladas. Las mutuales, por esencia, se enfocan en la resiliencia y la prevención, lo que les permite generar impacto más allá de su cobertura, utilizando excedentes para invertir en resiliencia. La Corporación Chilena de la Madera (Corma) afirma que un elemento esencial de su gremio es tener una mirada compartida y su enfoque en la sustentabilidad. Las empresas sanitarias planifican a largo plazo, incorporando los riesgos del cambio climático.

No obstante, también se reconoce que proteger la vida ya no es suficiente: se debe avanzar en una planificación y una ingeniería que permita mantener la calidad de vida y la continuidad operativa después de un desastre. A nivel estatal, falta una coordinación robusta que desarrolle políticas públicas integradas en prevención, gestión de riesgo de desastres y resiliencia. También se reconoce el problema del acceso y unificación de bases de datos, que son esenciales para una planificación estratégica en resiliencia.

En el segundo módulo del taller, se organizan dos mesas de discusión en las que los participantes sintetizan en conjunto su visión sobre los habilitantes del desarrollo de resiliencia, los nudos y oportunidades de investigación, desarrollo e innovación.

Los análisis de las dos mesas coinciden en numerosos puntos. Para ambas, los habilitantes del desarrollo de resiliencia son la facilidad de aprendizaje y la conciencia de la población, lo que puede facilitar el cambio a una cultura de resiliencia. También se menciona que en Chile se integra el riesgo de desastres a la vida diaria y en las políticas públicas, y se ve el país como un laboratorio natural para estudiar los desastres y la resiliencia ante estos. Finalmente, se destaca la calidad del capital humano y los recursos tecnológicos con los que cuenta la industria y el sector público.



Los nudos identificados por ambas mesas son la falta de presupuesto de planificación y prevención: actualmente, los presupuestos para gestión de emergencia toman prioridad y eso impide invertir en resiliencia. En esta misma línea, se reconoce que hay una tendencia a ser altamente reactivos y poco planificadores: es decir, el elevado costo inicial

es un desincentivo para invertir en infraestructura resiliente, cuyos beneficios solo se perfilan a largo plazo, algo que no forma parte de la planificación habitual en los sectores público y privado. Se sugiere cambiar el orden de las prioridades, desagregar la información y las capacidades, e incluir la variable resiliencia en la evaluación de proyectos. También se identifican brechas en el acceso a tecnologías dependiendo del tamaño de las empresas, poca coordinación entre las partes y poca transferencia de datos, de conocimientos y de desarrollos tecnológicos. Finalmente, se planteó la duda de quién debería invertir en la infraestructura resiliente, bajo qué modelo y cómo se capturarían los beneficios de esta infraestructura. ¿Habrá quizás una reducción de las tarifas por menores gastos en emergencia? ¿Una retribución al Estado si este es el que subsidia la infraestructura?

Por último, las oportunidades identificadas tienen que ver con la posibilidad de integración entre la academia, el gobierno, las empresas y la sociedad civil, además de la capacidad de hacer llegar los conocimientos sobre riesgo a las personas. La educación en resiliencia es una de las grandes oportunidades identificadas. La segunda mesa, además, destaca que la existencia del nuevo Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación es en sí mismo una oportunidad para generar una nueva política nacional en resiliencia. Aprovechar las nuevas tecnologías para integrar los datos y la generación de una industria resiliente como producto de exportación es visto también como una gran oportunidad.

3. Aspectos destacados

El taller abrió espacios de conversación para activar oportunidades de acción futura, incentivando la observación entre actores de diferentes industrias sobre la realidad actual de la resiliencia como un elemento clave para sostener la continuidad operativa. Permitió empatizar entre sectores y activar el interés por la colaboración entre los distintos actores para elaborar planes de infraestructura resiliente. En ese sentido, el mayor nudo a esta cooperación no sería la falta de normativa o de presupuesto, sino **la ausencia de un organismo coordinador que facilite el diálogo entre los distintos sectores, que levante una estrategia consensuada y facilite acceso a los datos que permitan generar líneas vitales resilientes.**

El material recabado durante el taller será analizado por el equipo Itrend y complementado con otros estudios para determinar cuáles son los accionables y las distintas líneas de trabajo para abordar el problema de forma íntegra.

Bibliografía

- Asociación Chilena de Organismos No Gubernamentales (ACCION). (2010). *Primer informe. Impactos, vulnerabilidad del modelo y condiciones para la reconstrucción* (p. 6). Asociación Chilena de Organismos No Gubernamentales. http://www.accionag.cl/wp-content/uploads/2010/03/Primer_informe_reconstrucion.pdf
- Asociación de Aseguradores de Chile A. G. (2015). *8,8o Richter. El mayor desagio de los aseguradores chilenos*. Asociación de Aseguradores de Chile A. G.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2018). *¿Qué es la infraestructura sostenible? Un marco para orientar la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida de un proyecto* (p. 52). Banco Interamericano de Desarrollo.
- Barbera, S. (2020, junio 26). *Entrevista con Sergio Barbera el 26 de junio de 2020* [Videoconferencia].
- Cámara Chilena de la Construcción (CChC). (2016). *Infraestructura crítica para el desarrollo. Bases para un Chile sostenible 2016-2025* (p. 409). Cámara Chilena de la Construcción.
- Cámara Chilena de la Construcción (CChC). (2018). *Infraestructura crítica para el desarrollo 2018-2027. Bases para un Chile sostenible* (p. 323). Cámara Chilena de la Construcción. <https://www.cchc.cl/2018/icd>
- Chamorro, A. (2020, julio 20). *Entrevista con Alondra Chamorro el lunes 20 de julio de 2020* [Videoconferencia].
- Claude, J. (2020, julio 13). *Entrevista con Jorge Claude el lunes 13 de julio de 2020* [Videoconferencia].
- CNN Chile. (2020, marzo 19). "Es muy angustiante por el virus": Rotura de matrices afectó a cientos de hogares en Providencia y Ñuñoa. *CNN Chile*. https://www.cnnchile.com/pais/rotura-matrices-providencia-nunua_20200319/
- Comisión Nacional para la Resiliencia frente a Desastres de Origen Natural (Creden). (2016). *Hacia un Chile resiliente frente a desastres: Una oportunidad* (p. 182). Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo. <http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/12/INFORME-DESASTRES-NATURALES.pdf>
- Consejo Políticas de Infraestructura (CPI). (2019). *Chile: Inversión en infraestructura de uso público 2005-2018* (Reporte Infraestructura, p. 33). http://www.infraestructurapublica.cl/wp-content/uploads/2019/07/CPI_RI_ChileInversionenInfraestructuradeusoPublico2005-2018.pdf
- (CR)². (2015). *La megasecuía 2010-2015: Una lección para el futuro*. (CR)² - Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia. http://www.uchile.cl/documentos/espanol_55984_10_5251.pdf
- El Mercurio. (2015, octubre 26). AACH pone a disposición de Onemi mapa de riesgo sísmico y tsunamis. *Ediciones Especiales de El Mercurio*. <http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/hoy/detalle/index.asp?idnoticia=201510262048841&idcuerpo=1413>
- Ferrario, E. (2020, julio 10). *Entrevista con Elisa Ferrario el 10 de julio de 2020* [Videoconferencia].
- Fisher, M. K., & Gamper, C. (2017). *Policy evaluation framework on the governance of critical infrastructure resilience in Latin America* (p. 58). Inter-American Development Bank.
- G20, & OECD. (2012). *Disaster Risk Assessment and Risk Financing. A G20 / OECD Methodological Framework*. OECD. <https://www.oecd.org/gov/risk/G20disasterriskmanagement.pdf>
- Gironás, J., Pastén, P., & Molinos, M. (2019, agosto 9). ¿Y si no se hubiera derramado petróleo en el agua potable de Osorno? *Ciper*. <https://ciperchile.cl/2019/08/09/y-si-no-se-hubiera-derramado-petroleo-en-el-agua-potable-de-osorno/>
- Hallegatte, S., Rentschler, J., & Rozenberg, J. (2019). *Lifelines: Tomando acción hacia una infraestructura más resiliente* (Primera). World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31805>
- La Tercera. (2020, junio 5). Rotura de matriz en Providencia genera corte de suministro de agua. *La Tercera*. <https://www.latercera.com/nacional/noticia/rotura-de-matriz-en-providencia-genera-corte-de-suministro-de-agua/URZYBN7Y7VG5RJRVEZDYIJAAXQ/>
- Marín, V. (2017, abril 21). Turbiedad en el río Maipo: Los nueve cortes masivos de suministro que ha protagonizado Aguas Andinas desde 2008. *El Mercurio*. <https://www.emol.com/noticias/Nacional/2017/04/21/855108/Turbiedad-del-río-Maipo-Los-diez-cortes-masivos-de-suministro-que-ha-protagonizado-Aguas-Andinas-en-nueve-anos.html>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Plan de acción nacional de cambio climático 2017-2022* (p. 250). Ministerio del Medio Ambiente.

- https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf
- OECD. (2015). *Disaster Risk Financing: A global survey of practices and challenges*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264234246-en>
- OECD. (2017). *Gaps and Governance Standards of Public Infrastructure in Chile: Infrastructure Governance Review*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264278875-en>
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR). (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030* (p. 40). United Nations. https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (2012). *Análisis de riesgos de desastres en Chile. VII plan de acción Dipecho en Sudamérica 2011-2012* (p. 120). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Analisis-de-riesgos-de-desastres-en-Chile.pdf>
- Pizarro, C., & Cabello, C. (2020, marzo 7). Gerenta general de Aguas Andinas: “No se puede decir que hay riesgo cero (de racionamiento) porque el agua depende de fuentes naturales”. *La Tercera*. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/gerenta-general-de-aguas-andinas-no-se-puede-decir-que-hay-riesgo-cero-de-racionamiento-porque-el-agua-depende-de-fuentes-naturales/DQYGR7RO6NHBTLXGTWRL642EXI/>
- Román, J. (2020, febrero 19). Especial 27F | Salvando vidas con instituciones y leyes fuertes. *Futuro Resiliente*. <https://conectaresiliencia.cl/salvando-vidas-con-instituciones-y-leyes-fuertes/>
- Roy, S., Byrne, J., & Pickering, C. (2012). A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(4), 351-363. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.06.006>
- Silva, D. (2019, octubre 17). Providencia bajo el agua: Las imágenes que ha dejado la rotura de matriz. *La Tercera*. <https://www.latercera.com/nacional/noticia/providencia-agua-las-imagenes-ha-dejado-la-rotura-matriz/864774/>
- Superintendencia de Valores y Seguros (SVS). (2012). *Terremoto 2010. Análisis e impacto del 27-F en el mercado asegurador*. Superintendencia de Valores y Seguros. https://www.svs.cl/portal/publicaciones/610/articles-15031_doc_pdf.pdf
- United Nations (Ed.). (2015). *Making development sustainable: The future of disaster risk management*. United Nations.
- Valle, M. (2019, enero 28). Nevazón de 2017: Estos son los montos con que se indemnizarían a afectados por corte de luz. *T13.cl*. <https://www.t13.cl/noticia/nacional/nevazon-2017-estos-son-montos-se-indemnizarian-comunas-afectadas-corte-luz>
- Vásquez, A. (2020, agosto). Qué es y cómo se mide la vulnerabilidad social en desastres. *Futuro Resiliente*.
- Vásquez, A., Repetto, P., & Ramis, S. (2016). Vulnerabilidad social ante desastres naturales. En *Vulnerabilidad social y su efecto en salud en Chile* (pp. 231-257). Universidad del Desarrollo.
- Vega, F. (2017, julio 27). Apagón en Santiago: Las fallas y mentiras que la SEC le imputa a ENEL. *Ciper*. <https://ciperchile.cl/2017/07/27/apagon-en-santiago-las-fallas-y-mentiras-que-la-sec-le-imputa-a-enel/>
- Villarroel, M. J. (2019, julio 21). Essal y compensaciones por corte de agua en Osorno: Van a ser más de dos meses que no vamos a cobrar. *Biobiochile.cl*. <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-los-lagos/2019/07/21/essal-y-compensaciones-por-corte-de-agua-en-osorno-van-a-ser-mas-de-dos-meses-que-no-vamos-a-cobrar.shtml>
- Vivanco, A. (2019, septiembre 30). 19 días sin agua: La génesis de la crisis que tiene a Puerto Octay en alerta. *La Tercera*. <https://www.latercera.com/nacional/noticia/puerto-octay-sin-agua/841517/>
- Volpe Martincus, C., & Blyde, J. (2012). *Shaky roads and trembling exports: Assessing the trade effects of domestic infrastructure using a natural experiment* (N.o 464; IDB Working Paper, p. 42). Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/en/publication/11314/shaky-roads-and-trembling-exports-assessing-trade-effects-domestic-infrastructure>
- World Economic Forum. (2008). *Building Resilience to Natural Disasters: A Framework for Private Sector Engagement*. World Economic Forum, The World Bank, United Nations International Strategy for Disaster Reduction. https://www.preventionweb.net/files/1392_DisastersRepFINCopyright.pdf



SANTIAGO DE CHILE, AGOSTO DE 2020

Instituto para la Resiliencia ante Desastres (Itrend)

Investigación y textos: Belén Harnecker, Catalina Fortuño y Jorge Román.

Diseño: Karen Cancino M.

Esta publicación debe citarse como:

Harnecker, B., Fortuño, C., Román, J. (agosto de 2020). *Una visión sistémica para afrontar el desafío de la continuidad operativa frente a desastres en Chile* (Reporte). Instituto para la Resiliencia ante Desastres.



Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Usted es libre de copiar, distribuir la obra en cualquier medio o formato. Todo ello a condición de que dé el crédito a esta obra de manera adecuada, proporcionando un enlace a la licencia, e indicando si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciante. Además, de que el material no se use con propósitos comerciales y no se produzcan obras derivadas sobre la obra original.