



CONSULTORÍA SOBRE DIMENSIONAMIENTO DEL MERCADO DE DESASTRES NATURALES: IMPACTO Y TAMAÑO EN CHILE Y EL MUNDO

INFORME FINAL



Versión 2.0 – 31 de marzo de 2017

CONTENIDO

0. RESUMEN EJECUTIVO	I
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	2
1.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO	3
1.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	5
2. INVENTARIO DE BASES DE DATOS.....	7
2.1 RELACIÓN DE LAS BASES DE DATOS INTERNACIONALES CONSULTADAS	7
2.1.1. EM-DAT	8
2.1.2. DESINVENTAR	11
2.1.3. CRID.....	16
2.1.4. Global Risk Data Platform.....	16
2.1.5. Munich Re – NatCatSERVICE	17
2.1.6. USGS Earthquake Hazards Program	18
2.1.7. Relación entre bases de datos.....	19
2.2 REGISTROS NACIONALES.....	20
2.2.1 ONEMI – Referencias y archivos.....	20
2.2.2 Libro: Desastres Naturales Chile 1541-1992	23
2.2.3 SERNAGEOMIN – Desastres geológicos	26
2.2.4 Sequías.....	27
2.2.5 CONAF (Corporación Nacional Forestal)	27
2.3 VALIDACIÓN DE DATOS INTERNACIONALES Y NACIONALES	28
2.3.1 Fuentes Internacionales	28
2.3.2 Fuentes Nacionales	29
2.4 CATASTRO AGREGADO.....	31
2.4.1 Composición del Catastro Agregado.....	31
2.4.2 Resultados	33
3. IMPACTOS AMBIENTALES Y SECTORIALES.....	38
3.1 IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO A DESASTRES NATURALES	38
3.1.1. Impactos por incendio forestal	38
3.1.2. Impactos por terremotos y tsunamis: ejemplo de 2010.....	38
3.1.3. Impactos derivados de instalaciones industriales y entornos urbanos	39

3.2	RIESGO E IMPACTOS SECTORIALES.....	40
3.2.1	Minería.....	41
3.2.2	Sector Energético (Eléctrico).....	42
3.2.3	Sector Portuario.....	43
4.	CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS DE RECUPERACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN	45
4.1	MARCO CONCEPTUAL	45
4.2	CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA.....	47
4.2.1	Gastos en actuaciones de emergencia documentados por ONEMI	47
4.2.2	Datos cuantitativos generales de reconstrucción	49
4.2.3	Terremoto del 2010 – Caso específico.....	54
4.3	CARACTERIZACIÓN SOCIAL.....	60
4.3.1	Análisis general	60
4.3.2	Terremoto del 2010 – Caso específico.....	61
4.4	REFLEXIÓN FINAL.....	65
5.	DIMENSIONAMIENTO DEL MERCADO POTENCIAL	67
5.1	INTRODUCCIÓN	67
5.2	DESARROLLO DE LOS ENFOQUES SELECCIONADOS.....	69
5.2.1	Pronósticos de inversión constructiva mundial.....	69
5.2.2	Enfoque por valoración de daños recurrentes	77
5.2.3	Entidades de desarrollo económico	82
5.2.4	Proyección dimensión del mercado Chileno.....	90
5.2.5	Resumen.....	92
6.	ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN GRN	96
6.1	INTRODUCCIÓN – ENFOQUE Y PLANTEAMIENTO SEGUIDO	96
6.2	ANÁLISIS DE TIPO DE PRODUCTOS / SERVICIOS OFRECIDOS A NIVEL INTERNACIONAL / DEMANDA.....	97
6.2.1	Fuentes ejemplo de servicios modernos/innovadores	97
6.2.2	Análisis de demanda	102
6.3	DIAGNÓSTICO DE LAS CAPACIDADES CHILENAS EN MATERIA DE GRN.....	103
6.3.1	Chile laboratorio natural en materia de GRN	103
6.3.2	Sector Público.....	105
6.3.3	Sector Privado	109
6.4	CRUCE ENTRE SERVICIOS INNOVADORES Y CAPACIDADES CHILENAS.....	116
6.5	CONCLUSIONES Y PROPUESTA ESTRATÉGICA DE DESARROLLO.....	127
7.	POLÍTICAS Y MECANISMOS DE COMPRA DE SERVICIOS	129

7.1	INTRODUCCIÓN	129
7.2	ORGANISMOS PÚBLICOS	130
7.2.1	<i>Análisis de políticas y mecanismos de compra.....</i>	<i>130</i>
7.2.2	<i>Ejemplos de mejores prácticas.....</i>	<i>131</i>
7.3	ENTIDADES PRIVADAS.....	132
7.3.1	<i>Análisis de políticas y mecanismos de compra.....</i>	<i>132</i>
7.3.2	<i>Ejemplos de mejores prácticas.....</i>	<i>134</i>
7.4	ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES	134
7.4.1	<i>Análisis de políticas y mecanismos de compra.....</i>	<i>134</i>
7.4.2	<i>Ejemplos de mejores prácticas.....</i>	<i>137</i>
8.	CONCLUSIONES.....	139
9.	REFERENCIAS	142

LISTADO DE FIGURAS - INFORME

Figura 1 – Relación de Bases de Datos internacionales consultadas.....	7
Figura 2 – Afecciones humanas graves por tipología de amenaza – EM-DAT	10
Figura 3 – Porcentaje de afecciones humanas graves por tipología de evento - DesInventar	14
Figura 4 – Terremotos registrados mayores de 7º Richter.	19
Figura 5 – Afecciones humanas graves por tipología de evento - ONEMI	22
Figura 6 – Afecciones humanas graves por tipología de evento – Libro Desastres	25
Figura 7 – Pérdidas en desastres en países G20 más países seleccionados como % del PIB, 1980-2011.....	37
Figura 8 – Posibles trayectorias para el PIB tras un desastre natural	52
Figura 9 – Evolución PIB y Demanda Interna año 2010	53
Figura 10 – Fuentes y usos de fondos de presupuesto contabilizados en el proceso de recuperación del terremoto de 2010	58
Figura 11 – Plan Maestro ciudad de Constitución	64
Figura 12 – Ejemplos de soluciones ingenieriles y constructivas tsunami resilientes en Dichato y Coliumo ..	64
Figura 13 – Ilustración del proceso estimación mercado mundial construcción resiliente – Prev. inversión constructiva.....	71
Figura 14 – Ilustración de los países considerados dentro del área Asia/Pacífico en el modelador de inversión de PwC.....	72
Figura 15 – Mapa mundial de distribución de riesgos naturales NATHAN	73
Figura 16 – Ilustración del proceso de estimación de mercado mundial de construcción resiliente – Daños recurrentes.....	78
Figura 17 – Relación de tipos de proyectos ofrecidos por la plataforma Natural Hazards Inc.....	98

LISTADO DE TABLAS – INFORME

Tabla 1 – Desglose del nº de desastres y afección humana documentados por amenaza (1900-2015) – EM-DAT.....	9
Tabla 2 – Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1900-2016) - EM-DAT	10
Tabla 3 – Desglose del nº de desastres y afección humana documentados por amenaza (1970-2014) - DesInventar	13
Tabla 4 – Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1970-2014) - DesInventar	15
Tabla 5 – Desglose del nº de desastres y afección humana documentados por amenaza (1900-2015) - ONEMI.....	21
Tabla 6 – Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1900-2015) - ONEMI	23
Tabla 7 – Desglose del nº de desastres y afección humana documentados por amenaza (1900-1969) – Libro Desastres.....	24

Tabla 8 – Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1900-1969) – L. Desastres....	25
Tabla 9 – Desglose de la estimación de daños generados por el terremoto y tsunami asociado de 2010	29
Tabla 10 – Desglose de las afecciones humanas desagregado por amenazas – Catastro agregado	33
Tabla 11 – Suma total de pérdidas registradas, desagregada por amenazas – Catastro agregado.....	34
Tabla 12 – Comparativa de daños terremoto 1939 según diferentes publicaciones.	35
Tabla 13 – Comparativa de daños terremotos 1960, 1965 y 1971 según diferentes publicaciones	36
Tabla 14 – Solicitudes de gasto en emergencia registrados por ONEMI (2011-Sept. 2016)	48
Tabla 15 – Gastos para emergencia y reconstrucción invertidos en Chile (2010-2016).....	49
Tabla 16 – Estado de ejecución de los planes de reconstrucción por parte del MINVU 2010-2016	50
Tabla 17 – Evolución del PIB y Demanda Interna en Chile (Oct. 2009 – Jun. 2011)	53
Tabla 18 – Resumen de daños registrados en el terremoto de 2010	54
Tabla 19 – Estimación de daños del terremoto de 2010 en sector público y privado.....	57
Tabla 20 – Estimación de costos del Plan de Reconstrucción 2010-2014	57
Tabla 21 – Soluciones e Instrumentos del Plan de Reconstrucción MINVU – Terremoto 2010	63
Tabla 22 – Relación de los sectores de infraestructuras clave considerados en el estudio de PWC.....	70
Tabla 23 – Proyección de Inversión Regional Anual en Infraestructuras Resilientes (horizonte 2025).....	75
Tabla 24 – Proyección de Inversión Regional Anual en el Sector Inmobiliario Resiliente (horizonte 2025)....	76
Tabla 25 – Desglose de daños anuales por desastres naturales (2004-2015)	79
Tabla 26 – Desglose de daños anuales por desastres naturales con distribución geográfica (2004-2015)	79
Tabla 27 – Proyección de inversión regional anual en proyectos de reconstrucción por daños recurrentes .	81
Tabla 28 – Resumen de proyectos en materia de GRN y CC financiados por el Banco Mundial.....	84
Tabla 29 – Ejemplos de proyectos financiados por el Banco Mundial 2015-2016	85
Tabla 30 – Relación de proyectos aprobados por el Fondo Verde del Clima en 2015.....	87
Tabla 31 – Proyección Inversión en Construcción Chile y Estimación Valor Añadido GRN	90
Tabla 32 – Resumen del Cálculo de Dimensionamiento del Mercado Mundial Anual en materia de GRN.....	93
Tabla 33 – Resumen del Cálculo de Dimensionamiento del Mercado Chileno Anual en materia de GRN.....	93
Tabla 34 – Relación de proyectos y tópicos presentados por Understanding Risk	100
Tabla 35 – Relación de actores académicos presentes en el sector de la GRN en Chile	107
Tabla 36 – Matriz de contraste de productos demandados frente a capacidades chilenas.....	119
Tabla 37 – Relación de entidades y políticas de compra analizadas.....	129

Informe

0. RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se enmarca dentro del objetivo que la administración chilena se ha fijado de aprovechar las políticas de reforzamiento de la resiliencia del país frente a desastres naturales a los que periódicamente está expuesto como oportunidad de impulso de desarrollo económico a través de estrategias de innovación que se están intentando poner en marcha para diversos sectores industriales y científicos.

Tras analizar los antecedentes históricos del país en este campo, así como el contexto socio-natural en combinación con la percepción de capacidad técnica y tecnológica que se desprende de las comunicaciones mantenidas con múltiples actores nacionales e internacionales presentes en este sector, se ha llegado a la conclusión de que Chile podría ser considerado como una auténtico “laboratorio natural” para el ensayo y calibración de múltiples de los desarrollos científicos, tecnológicos y de gestión administrativa que en los últimos años se han venido desarrollando por todo el mundo y en los que los actores chilenos, cada uno desde su área de especialidad, contribuyen.

En relación a esta conclusión procede explicar de entrada en qué términos se ha considerado el término “innovación” en el estudio dado que, tras analizar el estado de implantación a nivel mundial de las distintas herramientas de gestión, análisis y mitigación existentes, se puede establecer que, más allá de los códigos de construcción sismorresistente que se empezaron de definir y aplicar a lo largo de la primera mitad del pasado siglo, estas pueden calificarse como relativamente recientes, de tal forma que su recorrido de implantación a nivel mundial y margen de mejora progresiva es aún muy significativo. Por tanto, la innovación se ha considerado en un contexto amplio, relativo a lo actualmente vigente en términos de productos, procesos y servicios sobre cuyas bases se está evolucionando.

El punto de partida del análisis realizado ha sido un análisis de las plataformas y fondos de información existentes, internacionales y nacionales, que recopilan información relativa a las consecuencias que los desastres naturales han ocasionado a nivel mundial y particularmente en Chile. Respecto a estas fuentes cabe destacar que las internacionales han resultado de mayor utilidad que las nacionales, dado que la experiencia indica que en Chile hasta el terremoto de 2010 no se había tomado conciencia de la utilidad de implantar un protocolo sistemático de registro de datos que sirviese de apoyo a una mejor política de mitigación proactiva.

Con el conjunto de datos recopilados se ha terminado por elaborar un catastro agregado de desastres naturales que podría servir como base para el futuro catastro nacional oficial de desastres naturales y sus consecuencias.

En este catastro se presentan los efectos humanos y daños económicos principales documentados. En relación a estos últimos, el intento de actualizar los datos a valor monetario actual ha resultado complejo. Esto se debe a la irregular evolución que la economía Chilena tuvo en algunas épocas del siglo pasado, especialmente previo al año 1960, pero igualmente a la antigüedad y falta de detalle de los registros de daños más antiguos, los cuales no necesariamente tienen por qué haber sido elaborados de acuerdo a los métodos de estimación aplicados en la actualidad. Esta dificultad se extiende al intento de relacionar los daños ocasionados históricamente al PIB chileno.

La documentación recopilada así como la respuesta de actores varios ponen de manifiesto la aparente carencia de información detallada y sistemática respecto a otros dos campos analizados, los impactos ambientales y sectoriales asociados a los desastres. Por un lado, el aspecto ambiental históricamente ha quedado hasta cierto punto relegado ante la emergencia y prioridades de recuperación de la actividad del país que desastres tan impactantes como el terremoto de 2010 imponen y, por otro, los actores industriales activos en el país no se muestran especialmente preocupados por la exposición que sus actividades presentan ante estos fenómenos, principalmente porque desde hace décadas se ha optado por transferir los riesgos mediante pólizas de seguro como parte de su gestión empresarial.

El ejercicio del dimensionamiento de los mercados nacional e internacional disponible para los actores chilenos en materia de gestión de riesgos naturales indica que en los dos ámbitos existe un muy sustancial volumen de inversión anual, el cual es previsible se incremente a futuro principalmente por tres factores, el constante y progresivo crecimiento de la población humana, con las infraestructuras asociadas que esta requiere, la toma de conciencia que en los últimos años los gobiernos de todo el mundo han empezado a realizar respecto a la necesidad de fortalecer la resiliencia de sus sociedades y en especial de los sectores más vulnerables y, por último, por los efectos físicos y naturales que el cambio climático está empezando a tener a nivel global, hecho que previsiblemente incrementará los efectos de los desastres a medio y largo plazo.

Partiendo del contexto asignado al término innovación ya descrito, se ha realizado un análisis de oportunidades de emprendimiento en el campo de la gestión de riesgos naturales y reforzamiento de la resiliencia. La conclusión de este análisis es que Chile dispone de una estructura institucional e iniciativas administrativas, académicas y privadas que lo capacitan para posicionarse dentro de este sector en un lugar relativamente destacado, primero porque ya tiene una trayectoria significativa en los sectores más clásicos como el de la construcción, pero igualmente porque aparte de las iniciativas innovadoras que ya se están fomentando en la actualidad, su nivel de desarrollo científico y tecnológico le capacitan para introducirse en aquellos sectores alternativos en los que hasta la fecha ha podido estar más ausente.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción General

Si bien la amenaza de los desastres naturales históricamente ha estado presente en el subconsciente del pueblo chileno, precisamente por la frecuencia e intensidad con la que las sucesivas generaciones del país se han tenido que enfrentar a recurrentes eventos catastróficos de este origen, probablemente no es hasta el reciente terremoto de 2010 cuando el conjunto de la sociedad toma conciencia de que a pesar de haber adquirido a lo largo de los años experiencias y capacidades importantes para afrontar la recuperación y reconstrucción, no es menos cierto que este evento puso de manifiesto cierto grado de imprevisión frente a la situación que se generó en buena parte del país tras una catástrofe de la magnitud y consecuencias que esta tuvo. La actuación de emergencia falló inicialmente, al verse las infraestructuras de comunicación y alerta temprana del país desbordadas.

Es a partir de este momento que el gobierno estableció su objetivo de cambiar la política estratégica frente a las amenazas naturales, pasando de un enfoque hasta cierto punto reactivo a otro, el cual se está intentando implantar desde entonces, más proactivo. Como tal se solicitó a organismos internacionales el establecimiento de un diagnóstico relativo al estado de la gestión de riesgos naturales (GRN) en el país a partir del cual se han venido desarrollando en los últimos años diversas políticas de mejora de gestión de riesgos y reforzamiento de la resiliencia.

Por otro lado, existe en Chile la voluntad de ir mejorando su desarrollo económico buscando nichos de actividad alternativos a aquellos como la minería que han representado históricamente las principales fuentes de ingresos del país. En este propósito, Chile, como país moderno y relativamente bien desarrollado que es, es consciente del papel que la innovación científica y tecnológica representan hoy en día para los países más punteros como herramienta de fomento del crecimiento económico.

En este contexto hay que entender el objetivo del presente estudio impulsado desde la Comisión de Resiliencia a Desastres Naturales (CREDEN), como parte del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID), cuya misión es definir la estrategia para transformar la constante exposición de Chile a los desafíos de la naturaleza en una ventaja innovadora y sostenible en el tiempo, que le puede significar tomar un rol de liderazgo a nivel mundial, recomponiendo así este gran desafío transversal en una oportunidad de desarrollo.

El proyecto realizado busca, por tanto, establecer los antecedentes documentados a nivel nacional e internacional que describen la magnitud del impacto que los desastres naturales han ocasionado históricamente en el país, junto al estado actual de la inversión en emergencia y procesos de reconstrucción, para a continuación, tras elaborar una estimación de la dimensión de la inversión

anual que se viene realizando a nivel internacional en materia de la GRN, establecer un diagnóstico de las capacidades de los actores chilenos activos en este campo para aprovechar los nichos de mercado identificados como objetivos hacia los que dirigir sus esfuerzos de desarrollo innovador y de acción comercial.

1.2 Objetivos del proyecto

El objetivo general del proyecto es cuantificar y analizar el impacto económico, social y ambiental directo e indirecto de los distintos desastres naturales y caracterizar el mercado potencial, nacional e internacional, para el desarrollo de innovación, transferencia y comercialización de productos (tecnologías), procesos y servicios asociados a estos desastres.

Por otro lado, los objetivos específicos de la Consultoría han sido los siguientes:

- Identificar las fuentes confiables de información nacional e internacional, pública y privada, que recolectan y almacenan información asociada al impacto económico, social y ambiental de los eventos naturales en Chile
- Caracterizar y describir la información almacenada, las estructuras y validez de estos datos, y las políticas de acceso a ellos para los siguientes fenómenos: terremotos, tsunamis, erupciones, remoción en masa (aluviones, deslizamientos), fenómenos climáticos (inundación y sequías) e incendios forestales.
- Cuantificar los costos sociales (número de afectados, personas desplazadas, damnificados, y pérdidas de vidas humanas), económicos (directos e indirecto), y medioambientales (sobre recursos naturales, aire, polución, etc.) asociados a los distintos desastres naturales en Chile en los últimos 100 años.
- Caracterizar económica y socialmente los distintos procesos de recuperación y reconstrucción de desastres en Chile.
- Calificar y cuantificar el mercado nacional e internacional para la innovación y comercialización de productos, procesos y servicios asociados a mejoras en la resiliencia de comunidades frente a desastres naturales.
- Generar una matriz (mapa) de relación entre los productos, procesos y servicios y las tecnologías habilitantes disponibles o requeridas.
- Estimar el riesgo e impacto económico, social y medio-ambiental de los distintos desastres naturales sobre los distintos sectores industriales chilenos.
- Caracterizar las políticas y mecanismos de validación y adquisición de servicios y tecnologías asociados a mejoras en la resiliencia frente a desastres naturales por parte de organismos públicos y privados en Chile y el mundo.

1.3 Metodología de trabajo

El proceso de trabajo seguido ha consistido globalmente en una combinación de entrevistas con actores implicados, revisiones bibliográficas y consultas en páginas web de distintos institutos y entidades relevantes en el sector de la gestión de los riesgos naturales (GRN) tanto chilenas como internacionales. Si bien, en la práctica las distintas fases de trabajo se han solapado, se puede establecer el siguiente orden y relación de tareas ejecutadas.

1. Tras consensuar la metodología y alcance del proyecto, este se inició mediante la realización de las oportunas **entrevistas** con actores presentes en el sector de la GRN, principalmente en Chile, pero igualmente a nivel internacional en los casos que estos se han prestado a atender al equipo técnico, verbalmente o por escrito. En el **Anexo A** se presenta la relación de instituciones y entidades consultadas por esta vía, que además han proporcionado algún tipo de respuesta. En la práctica, la colaboración a las reiteradas solicitudes realizadas por el equipo consultor ha sido mayoritariamente la razón determinante para haber cumplido o no el objetivo parcial de cada petición. En este sentido conviene tener en cuenta que no siempre la información facilitada ha sido acorde con las expectativas inicialmente puestas en cada actor.

La situación mayormente percibida en estos contactos es que, allí donde sí se maneja información de interés para el estudio, esta se limita al periodo más reciente, los últimos 10 años, o incluso a partir del terremoto de 2010. Y es que, tal como se ha indicado anteriormente, una de las ideas que se ha transmitido al equipo de trabajo consiste en que fue precisamente el terremoto de 2010 el que de alguna manera hizo al país y sus instituciones tomar conciencia del estado real de la gestión de desastres naturales, habiendo estado esta históricamente orientada a la acción post desastres, emergencia, recuperación y reconstrucción, con un acierto destacable en estos campos, pero sin una política de gestión de riesgos naturales pro-activa, ni un registro estadístico sistemático de daños.

Pero es que además, según nos ha informado la Asociación de Aseguradoras de Chile, A.G., incluso en el sector privado sería muy difícil encontrar datos sistemáticos, y menos históricos, debido a que la estrategia de las empresas de este gremio consiste en pasar el riesgo asumido con las primas a reaseguradoras mundiales, de tal forma que históricamente no han sentido la necesidad de hacer una evaluación de eficiencia de las primas cobradas frente a los gastos incurridos. Por otro lado, el sector asegurador funciona en base a partes diarios y no en función de desastres concretos, de tal forma que, en principio, no se procede a la apertura de un registro específico en relación a un desastre

concreto, por lo que resultaría muy difícil recuperar la suma exacta pagada por cada aseguradora en un evento específico.

Por otro lado, y destacable como fortaleza del país, mejor respuesta se ha obtenido respecto a las capacidades de los sectores de investigación (académico) y empresarial chilenos para desarrollar proyectos y diseñar productos innovadores de distinto índole que podrían ser implementados dentro del territorio, así como comercializados en el extranjero.

2. **Consulta en bases de información**, tales como páginas webs y bibliografía para recopilar datos relativos al alcance del proyecto.
3. **Evaluación de la calidad de la información obtenida y procesamiento de la misma.** En función del nivel de detalle y aparente grado de utilidad para el objetivo del proyecto se ha revisado el enfoque de varios de los temas tratados para contextualizarlos dentro del contexto del estudio.
4. **Elaboración de informes.** El presente documento recoge el conjunto de información recopilada y procesada a lo largo de todo el proyecto, así como las valoraciones, reflexiones y conclusiones realizadas y deducidas a partir de esta.

Validación de datos. Una parte considerada de importancia para el proyecto ha sido la validación de los datos recopilados y finalmente presentados en el informe. Al respecto puede indicarse que se han dado por válidos los datos facilitados por los organismos gubernamentales nacionales, así como aquellos puestos a disposición por las entidades de investigación y académicas del país, salvo en aquellos casos en los que se ha detectado alguna incongruencia con alguna otra fuente considerada como solvente. En el caso de las fuentes internacionales, como el catastro de pérdidas por desastres naturales EM-DAT, no se han podido validar los datos de forma individual, si bien a priori tampoco se han encontrado razones para obviarlos dado que se ha constatado que las distintas fuentes se retroalimentan entre sí. Por otro lado, igualmente hay que entender que la trazabilidad de los datos se complica con el aumento de antigüedad de estos dado que en la actualidad se distingue claramente la estimación de pérdida estimada asociada a un desastre natural de los gastos en actuaciones de emergencias y planes de recuperación y reconstrucción, mientras que las estimaciones históricas de daños frecuentemente mezclan ambos campos o al menos están redactados en términos ambiguos. En este sentido, el catastro agregado compilado como resultado principal de la evaluación de daños por desastres naturales en Chile incluye datos de cuatro fuentes, manteniendo los datos de origen, de tal forma que esta metodología permite evaluar los rangos de variación existentes para los distintos indicadores en las fuentes.

Finalmente, en aquellos casos en los que se han tenido que realizar cálculos propios o proyecciones referentes a indicadores específicos, por ejemplo en relación a los valores del PIB antiguos o más recientes, se explica en el informe el procedimiento seguido.

1.4 Estructura del documento

En la estructuración del contenido del presente documento se ha buscado la coherencia de las distintas áreas de interés analizadas. De esta manera la primera parte del informe constituida por los capítulos 2 y 3 se centra en el diagnóstico de datos existentes relativos a la recurrencia y afección, en términos económicos, sociales y ambientales asociados a las distintas amenazas naturales a las Chile está expuesto. El capítulo 2 describe las fuentes nacionales e internacionales de información existentes y presenta los datos numéricos recopilados, lo que ha permitido realizar comparaciones cuantitativas respecto a la evolución histórica de los daños respecto al PIB del país. Por otro lado, en el capítulo 3 se desarrollan los impactos ambientales y sectoriales, estos últimos referidos a tres sectores industriales relevantes, temas que se han valorado cualitativamente dada la ausencia de información cuantitativa referida a los mismos.

El capítulo 4 se centra en la práctica de actuación vigente en el país ante esos desastres, enfocando el análisis principalmente en los planes de recuperación y reconstrucción elaborados tras los últimos desastres más relevantes ocurridos desde 2010, año del gran terremoto que de alguna manera sacudió la conciencia general de la sociedad respecto a la capacidad de gestión de este tipo de desastres.

A continuación, en el capítulo 5 se presenta el resultado del dimensionamiento del mercado potencial en materia de gestión de riesgos naturales realizado, tanto a nivel internacional como específico de Chile. Si bien ante la ausencia constatada de fuentes que pudieran aportar un valor concreto se ha tenido que optar por un acercamiento indirecto, se cree que el orden de magnitud de mercado potencial obtenido tanto a nivel internacional como para el país, constituye una muestra representativa y de utilidad para los actores chilenos activos en el sector.

El capítulo 6 aborda el análisis de oportunidades de emprendimiento innovador, entendiendo como tal el desarrollo y comercialización de la variedad de productos, procesos y servicios que en la actualidad se están solicitando a nivel global. Se parte del hecho que estos productos son en su gran mayoría de relativa reciente implantación, por lo que aún presentan un importante margen de difusión, además de servir como plataforma para el desarrollo de herramientas aún más evolucionadas. Este apartado incluye una evaluación de factibilidad de desarrollo e implantación de las oportunidades identificadas por parte de los actores chilenos dentro y fuera del país y finaliza con una propuesta de estrategia de desarrollo y comercialización de productos a nivel internacional.

Finalmente, en el capítulo 7 se analizan diversos ejemplos de políticas de compra de productos y servicios en el área estudiada por parte de entidades públicas, privadas y organizaciones no gubernamentales internacionales con la idea de aportar pautas que puedan servir a los actores nacionales menos internacionalizados respecto a diversos nichos de negocio.

2. INVENTARIO DE BASES DE DATOS

2.1 Relación de las Bases de Datos Internacionales Consultadas

En la siguiente imagen (Figura 1) se ilustra la relación de plataformas internacionales consultadas en relación a los datos de daños históricos, en términos de afección humana y monetaria, que estas puedan disponer. El listado incluye en primer término las dos referencias que disponen de bases de datos accesibles públicamente, EM-DAT y DesInventar, y después aquellas que funcionan de una manera menos abierta, es decir, en las que la información de la que se dispone debe ser solicitada a través de cauces preestablecidos, en cuyo caso la organización decidirá si accede a compartir sus registros. Frecuentemente se aprueban peticiones de organismos académicos e institucionales para uso público, mientras que se es más reacio o incluso expresamente se niega la provisión de información a entidades privadas.

Figura 1 – Relación de Bases de Datos internacionales consultadas



A continuación se presentan breves introducciones a cada una de estas plataformas, así como un resumen de los datos recopilados para dos de ellas, EM-DAT y DesInventar. Las descripciones más detalladas de su funcionamiento, así como el conjunto de datos numéricos recopilados, aquellos considerados útiles para el objeto del proyecto, se presentan en el Anexo B.

2.1.1. EM-DAT

La plataforma EM-DAT¹ fue creada por el CRED (*Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*), que está



asociado a la Universidad de Lovaina, en Bélgica. El principal objetivo de este centro es ofrecer servicios de acción humanitaria a nivel nacional e internacional.

EM-DAT contiene datos básicos sobre la ocurrencia y efectos de más de 18.000 desastres ocurridos en el mundo desde 1900 hasta la actualidad. La base de datos está construida a través de varias fuentes, incluyendo organismos de Naciones Unidas, organizaciones no gubernamentales, compañías de seguros, institutos de investigación y agencias de prensa.

Tal como se ha indicado, la plataforma dispone de una base de datos de acceso público en formato Excel y se caracteriza porque los desastres recogidos en esta tienen que cumplir alguna de las siguientes condiciones:

- Haber ocasionado más de 10 muertes.
- Haber generado más de 100 afectados.
- Haber derivado en una declaración de emergencia.
- Haberse requerido una petición de ayuda exterior (internacional).

Se trata de una de las bases de datos de desastres naturales más confiables a nivel internacional, la cual además permite obtener, tal como en el caso concreto de Chile cuyo periodo de registro abarca en la actualidad el periodo 1900-2015, una visión más amplia respecto a la variabilidad de amenazas que se manifiestan en cada país de manera representativa. No obstante, procede tener igualmente en cuenta que, obviamente, el grado de fiabilidad de los datos se diluye con la antigüedad del evento. Una limitación, por el contrario, es que obvia los desastres que provocan menores impactos, lo que en un país como Chile puede suponer aún un amplísimo registro de eventos no cuantificados.

La plataforma permite descargarse los datos globales de los eventos, ubicación y daños (humanos y económicos) registrados en valor de la moneda (USD) del año de ocurrencia. Además, ya de forma interna, se puede realizar una petición para acceder a información de mayor detalle, permiso que será valorado y eventualmente concedido por el equipo técnico que gestiona la plataforma. En relación al grado de fiabilidad de la información, recientemente se ha establecido un registro de

¹ <http://www.emdat.be/>

graduación de esta, si bien el mismo tendrá efecto respecto a futuros registros, resultando por tanto más compleja la validación de datos relativos a antiguos eventos.

En el Anexo B se amplía la información relativa a esta plataforma y se presenta el desglose de datos documentados para las distintas amenazas analizadas. Respecto a estos, a continuación se presenta el resumen desglosado de los mismos separando la afección humana (Tabla 1) de la económica (Tabla 2).

Respecto la afección humana reflejada en la siguiente tabla, cabe indicar que el número total de afectados se refiere a la suma de heridos, afectados y damnificados (sin techo).

Tabla 1 – Desglose del nº de desastres y afección humana documentados por amenaza (1900-2015) – EM-DAT

Desglose del nº de desastres y afección humana desagregados por amenaza (1900-2015)						
Amenaza	Nº eventos	Muertos	Heridos	Afectados	Damnificados	Total Afectados
Terremoto	31	59.543	76.556	8.526.853	1.318.575	9.960.730
Actividad volcánica	8	110		77.450	1.200	78.660
Deslizamiento	5	407	186	229.240	47.412	277.189
Inundación	29	1.052	58	1.321.483	60.988	1.382.503
Sequía	2			120.000		120.000
Incendio Forestal	11	31	32	700	2.367	3.110
TOTALES	87	61.143	76.832	10.275.726	1.430.542	11.822.192

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a EM-DAT

Tal y como arrojan los resultados, de acuerdo a los criterios de registro de EM-DAT, la mayoría de eventos registrados corresponde a los terremotos e inundaciones respectivamente con 31 y 29 eventos significativos lo que en conjunto representa un 69% del total. Por otro lado, el bajo número de registros de sequía, tres, previsiblemente refleja una subestimación de la amenaza dado que de acuerdo a los criterios de inclusión en la base de datos, cualquiera de las sequías documentadas en los últimos 100 años debe de haber tenido más de 100 afectados.

En relación a la afección humana, de acuerdo a esta base, groso modo se puede hablar de algo más de 60.000 muertes y unos 12 millones de afectados para el conjunto de amenazas. Sin embargo, entre estos destacan con diferencia los datos asociados a los terremotos que en ambos campos superan el 80% del total, tal como ilustra la siguiente Figura 2. Siguen a gran distancia los registros relativos a las inundaciones. El resto de amenazas, de acuerdo al criterio de selección de esta plataforma habrían tenido una incidencia histórica relativamente reducida.

Figura 2 – Afecciones humanas graves por tipología de amenaza – EM-DAT



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Plataforma EM-DAT

En relación con los daños económicos reflejados en la [Tabla 2](#), la plataforma indica que, en moneda actual, estos alcanzarían un orden de 70 a 75.000 millones de dólares de los que nuevamente, tal como cabría esperar, los terremotos con unos USD 68.250 millones representan la mayor parte, casi un 93% del total, la mitad aproximadamente asociado al terremoto de 2010. A continuación, llama la atención que sobresale, ya a gran distancia del daño sísmico, la remoción en masa con unos USD 1.500 millones frente a los 1.200 millones de dólares asociados a la inundación. Sin embargo, este hecho se debe mayoritariamente a un evento concreto, los deslizamientos registrados en Antofagasta en 2015, mientras que la amenaza de inundación presenta una mayor recurrencia de eventos significativos.

Tabla 2 – Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1900-2016) - EM-DAT

Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1900-2016) - EM-DAT	
Amenaza	Total daños (USD MM 2015)
Terremoto	68.256,1
Actividad Volcánica	626,1
Deslizamiento	1.510,4
Inundación	1.200,0
Sequía	722,6
Incendio Forestal	1.162,1
Total	73.477,4

Fuente: Plataforma EM-DAT

2.1.2. DESINVENTAR

Hasta mediados de la década de 1990 no se disponía en América Latina, ni en la Subregión Andina, de información sistemática sobre la ocurrencia de desastres cotidianos de pequeño y mediano impacto.



A partir de 1994 se empieza a construir un marco conceptual y metodológico común por parte de grupos de investigadores, académicos y actores institucionales, agrupados en la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), que concibieron un sistema de adquisición, consulta y despliegue de información sobre desastres de pequeños, medianos y grandes impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones en nueve países de América Latina. Esta concepción, metodología y herramienta de software desarrolladas, se denominan Sistema de Inventario de Desastres.

A día de hoy, el Inventario histórico de desastres de DesInventar² relativo a Chile cubre el periodo comprendido entre el 1 de enero de 1970 y el 25 de septiembre de 2014³. La última actualización de esta base de datos fue realizada el 27 de octubre de 2014. Este desfase se debe, según los responsables de la gestión de la plataforma en el país⁴, a que previamente a su actualización debe ser aprobado un presupuesto de dedicación. En consecuencia, tal como refleja el dato anterior, la plataforma puede tener un desfase de casi dos años respecto a la fecha de consulta.

Este inventario ha sido construido en dos etapas:

- Entre 1999 y 2005 la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional se unió al Proyecto IAI-La Red “Gestión de Riesgos de Desastre ENSO en América Latina” con el apoyo del Proyecto PESCA, en esta etapa se pudo ingresar información desde 1970 a 2000.
- En la segunda etapa, dentro del marco del proyecto con la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (ISDR) Naciones Unidas, se actualizó hasta diciembre de 2009, añadiéndose riesgos antrópicos, tales como incendios residenciales, explosiones industriales, etc.

Las fuentes de obtención de estos datos son exclusivamente hemerográficas de carácter nacional, siendo la principal el periódico El Mercurio del cual se realiza un seguimiento de las consecuencias

² <http://www.desinventar.org/es/>

³ Datos corroborados en entrevista mantenida con los responsables de DesInventar Chile en agosto de 2016.

⁴ Responsable: D. Alejandro León Stewart, Ph.D. Profesor Asociado en el Depto. De Ciencias Ambientales y RR.NN.RR. de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

reportadas tras un evento concreto, incorporándose el último dato más fiable de daños a la plataforma.

La ventaja de DesInventar respecto a la plataforma EM-DAT es que profundiza en el conjunto de eventos ocurridos en el país, incluyendo los más pequeños. Por el contrario, resulta más complejo obtener una idea global de la recurrencia de eventos significativos dado que frecuentemente se generan varios registros para un mismo desastre, de acuerdo a la distribución municipal de su impacto, lo que puede generar cierta confusión respecto a la distinción entre eventos individuales.

A fecha actual, el listado inicial de DesInventar para Chile, cuenta con 12.896 registros de eventos de desastres en el periodo considerado (1970-2014), pero igualmente incluyendo múltiples casos de accidentes antrópicos. Dentro de las categorías de eventos se han contabilizado un total de 3.604 registros de desastres naturales correspondientes a las amenazas consideradas en el estudio, si bien conviene recordar el efecto de duplicidad de registros.

Atendiendo a esta particular forma de registro, se ha procedido a realizar un filtrado de la base de datos extraída, con objeto de corregir esa sobreagregación de datos. Cabe resaltar las consideraciones que se han tenido en cuenta a la hora de realizar este filtrado:

- Sismos: se han considerado como un único evento los sismos registrados en la misma fecha y localizados en regiones colindantes. En caso de registrar más de un sismo al día en regiones no limítrofes, estos se han considerado como eventos diferenciados.
- Tsunamis: suelen aparecer registrados en el mismo día que los sismos, o al día siguiente. Si bien se considera que estos tsunamis están asociados a los sismos, se han considerado de manera independiente a los mismos. La agregación de datos se ha realizado de manera idéntica a los sismos. Es decir, se ha considerado como un solo evento, sismos registrados en el mismo día y en regiones limítrofes.
- Deslizamientos (alud, aluvión y deslizamiento): en líneas generales se han considerado como eventos independientes debido a que su afección geográfica suele estar muy localizada. Al tener como mecanismos iniciadores, bien los propios sismos o periodos de lluvias torrenciales, se explica el mayor número de este tipo de evento respecto al de terremotos catastróficos.
- Actividad volcánica: en cuanto a los eventos de actividad volcánica, el criterio de agregación establecido ha sido el volcán que ha provocado el evento, así como la fecha. De esta manera, eventos registrados en la misma fecha y provocados por la erupción de un mismo volcán han sido agregados.
- Inundaciones: el criterio de agregación empleado es similar al de los sismos y tsunamis, es decir, se ha tenido en cuenta eventos registrados en la misma fecha y regiones colindantes (en estos casos nuevamente se han considerado como un solo evento). Cabe destacar que

existen ejemplos en los que se han registrado eventos de inundaciones en días consecutivos en las mismas regiones (lo que habitualmente sería considerado como un solo evento para cuantificación de daños y pérdidas). Sin embargo, resulta difícil establecer el lapso de tiempo idóneo para considerar una nueva inundación como un evento nuevo, por lo que se ha descartado esta idea y finalmente se han considerado como eventos separados.

- Sequías: las sequías habitualmente son definidas como falta de lluvias durante un periodo prolongado de tiempo que produce sequedad en las regiones y escasez de agua. Por lo tanto, no puede considerarse como un evento concreto que se produce en un determinado momento. Por ello, para realizar la agregación de datos de DesInventar, nuevamente se han considerado las regiones colindantes (identificando un único evento de sequía, pero que afecta a distintas regiones), así como periodos de tiempo, normalmente de forma anual.
- Incendios forestales: esta tipología de evento catastrófico sigue un patrón completamente distinto al tratarse de una amenaza mayormente antrópica. Habitualmente estos eventos suelen producirse y afectan a zonas muy concretas, a excepción de los grandes incendios forestales, que pueden afectar a extensiones mayores. Es por ello que se ha optado, al igual que en el caso de los deslizamientos, por considerarlos como eventos independientes para no incurrir en obviar algunos de esos eventos que pueden tener consecuencias significativas. Sin embargo, se han encontrado algunos casos muy claros en los que se han agregado los datos por considerarlos un único evento, a pesar de que estos aparecen en varios registros.

Una vez realizada esta agregación de datos, a continuación se ha procedido a seleccionar únicamente los eventos siguiendo los dos primeros criterios de EM-DAT, es decir:

- Haber ocasionado más de 10 muertes.
- Haber generado más de 100 afectados.

De nuevo, en el Anexo B se amplía la información relativa a esta plataforma y se presenta el desglose de datos documentados para las distintas amenazas analizadas. A continuación se presenta el resumen desglosado de las cifras separando la afección humana (Tabla 3) de la económica (Tabla 4).

Tabla 3 – Desglose del nº de desastres y afección humana documentados por amenaza (1970-2014) - DesInventar

Desglose del nº de desastres y afección humana desagregados por amenaza (1970-2014)						
Etiquetas de fila	Nº Eventos	Muertos	Heridos	Afectados	Damnificados	Total Afectados
Terremoto	20	904	2.268	1.015.648	2.100.548	3.119.368
Actividad Volcánica	8	21	46	1.603	14.842	16.512

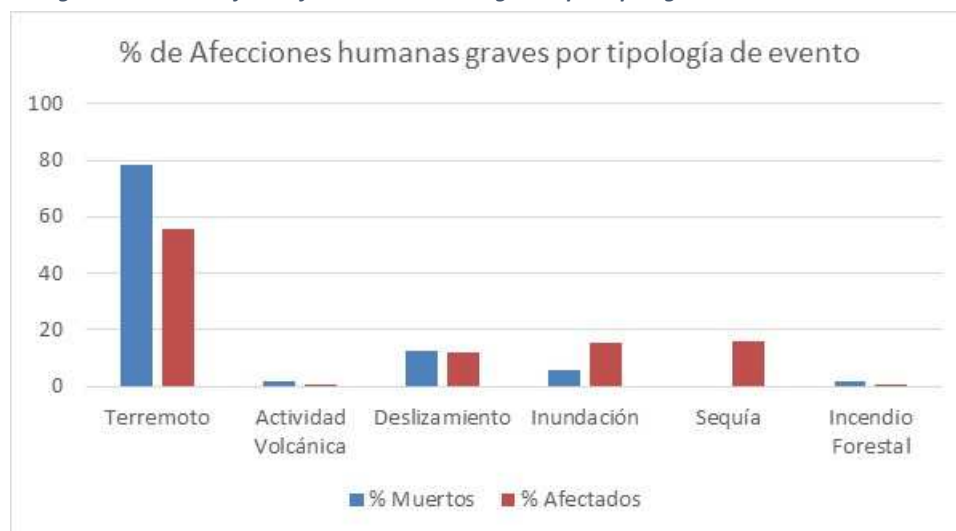
Desglose del nº de desastres y afección humana desagregados por amenaza (1970-2014)						
Etiquetas de fila	Nº Eventos	Muertos	Heridos	Afectados	Damnificados	Total Afectados
Deslizamiento	39	143	742	651.323	8.925	661.133
Inundación	53	69	41	858.619	18.593	877.322
Sequía	11	0	0	902.887	0	902.887
Incendio Forestal	17	18	600	5.522	34.580	40.720
TOTAL	148	1.155	3.697	3.435.602	2.177.488	5.617.942

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a DesInventar

Tal y como arrojan los resultados la mayoría de eventos registrados de acuerdo a los criterios de filtro especificados se corresponden con las inundaciones, que suman un total de 53 eventos, el 36% del total en el periodo considerado. Les siguen los terremotos, que suman un total de 20 eventos (14%). Por su parte, los eventos catastróficos con menor recurrencia aparente a lo largo de los últimos años serían las erupciones volcánicas, con un total de ocho eventos significativos en el periodo analizado, el 5% del total.

En relación con la afección humana generada de acuerdo a esta plataforma, a continuación se presenta una gráfica en la que se muestra la contabilización de consecuencias humanas graves ocasionadas por las distintas amenazas (Figura 3).

Figura 3 – Porcentaje de afecciones humanas graves por tipología de evento - DesInventar



Fuente: Elaboración propia a partir de datos DesInventar

Nuevamente, tal y como se puede comprobar en los resultados, la tipología de eventos que más afección humana grave ha ocasionado en el periodo considerado corresponde a los terremotos, aglutinando la mayoría de muertos y afectados, con porcentajes de en torno al 70 y 50% respectivamente en relación al total. Respecto al registro EM-DAT, más prolongado y comentado en el anterior apartado, estas proporciones resultan inferiores, lo que podría reflejar el efecto de la

implementación de códigos de construcción sismorresistentes a partir de los años 60. A continuación, en términos globales siguen las amenazas de deslizamiento, inundación y sequía con un orden de magnitud similar en relación al número total de afectados, pero destacando entre estas la primera en cuanto a porcentaje de fallecidos y heridos. Este dato resulta en cierta medida igualmente contradictorio con la serie de EM-DAT y podría reflejar el hecho de que Chile haya avanzado en los últimos años en la mitigación de los efectos de las inundaciones, al mismo tiempo que coloca a la amenaza del deslizamiento en un nivel de relevancia superior.

En relación a las pérdidas reflejadas en la Tabla 4, el total suma unos 840 millones de dólares, sustancialmente menor que los más de USD 74.000 millones reflejados en la plataforma EM-DAT, pero es que la diferencia no es solamente atribuible al menor plazo de registro. Curiosamente, esta base de datos, por razón desconocida, no atribuye ningún daño económico al importante terremoto de 2010, frente a los USD 30.000 millones estimados en su día por el gobierno, lo que evidentemente descompensa de manera muy importante la representatividad de este catastro, llegando la cuantía de daños atribuibles a los terremotos, de unos 250 millones de dólares, casi a ser superada por aquellos asociados a deslizamientos, con 248 millones. Finalmente, llama la atención la atribución de USD 173 millones de pérdidas a la sequía, como tercer mayor importe, lo que de alguna manera es coherente con el importante número de afectados registrados para la misma amenaza y puede reflejar cómo los efectos relativos a esta han empezado a ser mejor documentados en los últimos decenios.

Tabla 4 – Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1970-2014) - DesInventar

Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1970-2014) - DesInventar	
Amenaza	Total daños (USD MM 2015)
Terremoto	251,3
Actividad Volcánica	86,0
Deslizamiento	248,4
Inundación	70,9
Sequía	173,0
Incendio Forestal	11,1
Total	840,8

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a DesInventar

2.1.3. CRID



El Centro Regional de Información sobre Desastres (CRID)⁵ es una iniciativa patrocinada por seis organizaciones que decidieron mancomunar esfuerzos para asegurar la recopilación y diseminación de información disponible relativa al campo de los desastres en América Latina y el Caribe. Estas organizaciones son:

- Organización Panamericana de la Salud - Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS).
- Naciones Unidas, Secretaría de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (ONU/EIRD).
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias de Costa Rica (CNE).
- Federación Internacional de Sociedades Nacionales de la Cruz Roja y Media Luna Roja (FICR).
- Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC).
- Oficina Regional de Emergencias de Médicos sin Fronteras (MSF).

La plataforma CRID no dispone de una base de datos, tipo Excel, similar a la de otras fuentes en la que de forma sistemática se presenta la información histórica relativa al catastro de eventos de cada país, sino que en realidad se dedica a recopilar información relativa a diversos desastres para usos internos, la cual puede ser puesta a disposición de instituciones de diverso tipo previa petición. Es decir, se requiere tramitar una solicitud de la información concreta a la que se desea acceder. Por tanto, se ha llegado a la conclusión de que la plataforma no es útil para el objeto del estudio. Las fuentes de datos con las que trabaja suelen ser las más importantes ya destacadas en este documento, tales como EM-DAT y documentos de las entidades o gobiernos nacionales.

2.1.4. Global Risk Data Platform

Global Risk Data Platform

La plataforma Global Risk Data Platform⁶, reúne el esfuerzo de múltiples agencias y entes interesados para compartir información espacial de riesgos naturales. El grupo está compuesto por investigadores multidisciplinares de todo el mundo.

⁵ <http://www.cridlac.org/index.shtml>

⁶ <http://preview.grid.unep.ch/>

Esta plataforma se creó en el año 2000 como soporte para el Informe de Evaluación Global sobre la Reducción de Desastres (GAR, por sus siglas en inglés) del año 2009 (UNISDR), y fue actualizado posteriormente en los años 2011 y 2013.

La plataforma permite la visualización global, descarga o extracción de datos de riesgos naturales pasados, la exposición (tanto humana como económica) y el riesgo. Los datos que se integran en la plataforma son de ciclones tropicales, tormentas, sequías, terremotos, incendios forestales, deslizamientos, tsunamis y erupciones volcánicas. La interfaz permite realizar zooms, panorámicas de un área determinada, añadir capas de datos generales que incluye ciudades, parques nacionales, etc. Además, también permite la realización de reportes y análisis en cuanto al PIB per cápita, cobertura de suelo, etc.

La particularidad de la información radica en que esta puede ser analizada y utilizada mediante aplicaciones de software SIG convencional. Sin embargo, los formatos de información disponible, a través de mapas SIG, le restan utilidad para el objetivo concreto del presente estudio. Ahora bien, esta forma de presentación visual de los datos que dispone la plataforma sí la hacen enormemente útil para obtener diagnósticos generales, a nivel mundial y nacional, de los rangos en los que los distintos parámetros asociados al campo de la clasificación de los riesgos naturales se encuentran, por ejemplo, impactos humano y económico globales o desagregados por amenaza.

2.1.5. Munich Re – NatCatSERVICE

La reaseguradora alemana Munich Re dispone de su propia plataforma de datos relativos a daños por desastres naturales a nivel internacional. Esta plataforma se denomina NatCatSERVICE⁷. Los técnicos responsables de gestionar la red se encuentran en la sede central de Munich.

Se trata de una plataforma de acceso restringido para la que los técnicos responsables de la misma deciden caso a caso respecto a la concesión o no de la solicitud presentada. Normalmente se es más propenso a permitir el acceso a instituciones académicas y de investigación, mientras que se evita el acceso a empresas privadas por el riesgo de que estas comercialicen los datos puestos a disposición.

Los registros de eventos catastróficos de NatCat empiezan en 1980 y centran su información en fallecidos y pérdidas económicas, presentando tanto los datos originales (en USD) como los actualizados con inflación.

En cuanto a las fuentes de las que se nutre NatCat, por un lado se asumen los datos oficiales emitidos por los gobiernos y otras plataformas especializadas, universidades, institutos de

⁷ <https://www.munichre.com/en/reinsurance/business/non-life/natcatservice/index.html>

investigación, etc., pero además se manejan algoritmos propios basados en proyecciones de acuerdo a los daños asegurados en cada país con los que se realizan ajustes respecto a los datos oficiales en caso se considere procedente.

Si bien los datos de esta plataforma no se incorporan al estudio, dado el interés que Munich Re manifiesta a encontrar posibles puntos de interés en común con los gobiernos de los países en los que opera, se mantiene abierta la posibilidad de acceso y consulta para entidades de investigación chilenas o el propio Gobierno.

2.1.6. USGS Earthquake Hazards Program

El programa USGS Earthquake Hazards Program⁸ forma parte del USGS Natural Hazards Mission Area. Además, es uno de los agentes que nutre a la agencia multilateral National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP). Debe indicarse que tal como su nombre sugiere, esta fuente de datos únicamente proporciona información sobre eventos de terremotos respecto a su ubicación e intensidad, es decir, caracteriza la amenaza sin aportar datos sobre los daños ocasionados.

En la actualidad, el USGS registra unos 50 terremotos cada día, unos 20.000 al año. Se está trabajando en la mejora del monitoreo de esta amenaza así como en la generación de informes asociada a través del Sistema Sísmico Nacional Avanzando (ANSS), plataforma que junto al Global Seismographic Network (GSN) aporta información al programa con objeto de nutrirlo y contribuir a la mitigación de los efectos de este tipo de desastres.

Ambos catálogos disponen de la misma información, ya que las fuentes de datos parecen ser las mismas, sin embargo, cabe recordar que únicamente reportan datos relativos a la dimensión de la amenaza, pero no de sus consecuencias. Este hecho implica que esta gran base de datos pierda valor para el objeto del estudio. Sin embargo, sí se considera relevante tenerlo en cuenta de cara a la geolocalización de los eventos de terremotos ocurridos con el fin de aportar valor añadido al catastro agregado que se comentará más adelante.

Además, procede indicar que en lo relativo al territorio chileno este instituto se nutre de los datos proporcionados por el Centro Sismológico Nacional (CSN) de Chile.

Con objeto de incorporar a este catastro la geolocalización de los principales terremotos ocurridos en los últimos años en Chile, se ha realizado una búsqueda y posterior tratamiento de datos obtenidos en la señalada plataforma. Se han seleccionado los terremotos que han registrado una escala de magnitud mayor de 7° en la escala de Richter. El periodo de búsqueda comprende desde

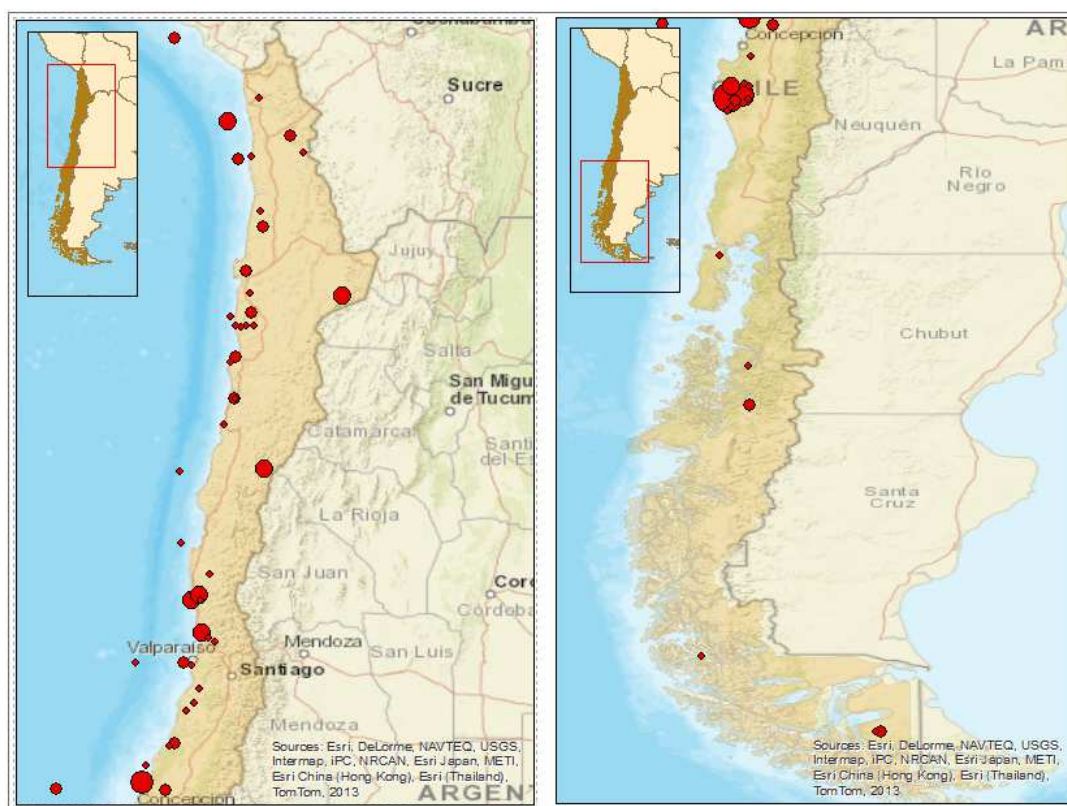
⁸ <http://earthquake.usgs.gov/>

el año 1900 hasta la actualidad. La búsqueda realizada arroja un total de 62 terremotos registrados en Chile con las premisas descritas anteriormente.

Con estos datos se tiene información sobre la localización exacta del evento, su magnitud, la profundidad del sismo, así como una pequeña descripción de la localización del evento.

A continuación se muestra una salida gráfica de esta búsqueda (Figura 4). Se han representado los sismos en función de su magnitud, incrementándose el tamaño del círculo cuando el sismo registrado ha sido de mayor magnitud.

Figura 4 – Terremotos registrados mayores de 7^o Richter.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del USGS

2.1.7. Relación entre bases de datos

El denominado Número de Identificación Global (*Glide number*⁹ en inglés) es un código con el que hace unos años se dotaron las plataformas internacionales que recopilan datos sobre desastres naturales y los daños que estos generan. Se trata de un código único con el que cada evento queda identificado permitiendo así la comunicación e intercambio de información entre plataformas. De

⁹ www.glidenumber.net

esta forma este código se debería haber convertido, en principio, en el nexo de unión más práctico entre las distintas fuentes de información a nivel internacional.

La iniciativa partió del CRED a inicios del siglo de tal forma que entre 2002 y 2003 este instituto emitía códigos para los eventos que cumplían con los criterios de registro de EM-DAT, con el resultado de que muchos desastres menores se quedaban fuera. Por esta razón, desde 2004 el “Generador Automático GLIDE”, gestionado en la actualidad desde Japón, genera códigos para cada desastre que se produce. El código consiste en dos letras que identifican el tipo de desastre, por ejemplo EQ para terremoto (*Earth quake*), seguido del año de ocurrencia, un número secuencial de seis dígitos y el código ISO de tres letras para identificar el país. De esta forma, por ejemplo, el código GLIDE para un terremoto ocurrido en 2001 en la India sería: EQ-2001-000033-IND.

Sin embargo, esta codificación internacional con el paso del tiempo ha dejado de ser usada por las dos plataformas internacionales de acceso público, EM-DAT y DesInventar, básicamente porque les resulta más práctico manejarse con códigos propios. Por otro lado, las bases de datos nacionales que se comentarán en la siguiente sección están completamente dissociadas de este o cualquier otro código de referencia específico. Estas circunstancias, por tanto, han hecho que este código finalmente haya sido descartado como nexo de unión entre las distintas plataformas, habiéndose realizado la correlación entre las distintas bases de datos básicamente de acuerdo a la fecha y localización de cada evento.

2.2 Registros nacionales

De acuerdo a la información recopilada se cree poder afirmar que no existe en Chile ningún registro, o catastro, nacional con el nivel de detalle, en relación a los daños económicos y afección humana que los múltiples y variados desastres naturales han ocasionado en el país a lo largo de los últimos 100 años, comparable a las plataformas EM-DAT y DesInventar, cada una con sus elementos de mayor utilidad práctica o nivel de detalle. Las distintas referencias a desastres naturales y cuantificación de daños constatadas, mayoritariamente resultan aportar datos parciales que no permiten generar una imagen completa de la situación histórica real del país. Las fuentes consultadas y, en mayor o menor medida, utilizadas en este estudio se describen a continuación:

2.2.1 ONEMI – Referencias y archivos

La Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio de Interior y Seguridad Pública (ONEMI) es sin duda el organismo chileno más activo en el campo de la GRN, si bien principalmente centrada en sus funciones de protección civil, tal como establecen sus bases institucionales. La agencia no ha generado una base de datos similar a los ejemplos anteriormente descritos a nivel internacional, pero sí recopila y maneja información que da una idea del conjunto de estimaciones de daños

realizadas históricamente en el país. Como tal, dispone de una página web¹⁰ en la que se presenta una serie de documentos e informes en los que se recogen datos relativos a distintos eventos catastróficos. Si bien, no se ha encontrado un documento interno que agregue la información presentada, con el correspondiente análisis crítico de los registros individuales, su origen y composición, de acuerdo a esta documentación se ha elaborado el aquí denominado “catastro ONEMI” cuyos datos desagregados por amenaza se presentan en el Anexo B. La información así extraída no necesariamente tiene que coincidir con aquella asociada a los correspondientes eventos catastróficos de las plataformas internacionales, pero al menos sí puede aportar un orden de magnitud de la afección humana y económica que consta en los archivos nacionales.

A continuación se presentan ambos tipos de afección de forma desagregada por amenaza en las Tabla 5 y Tabla 6. A efectos prácticos se ha agregado la información de acuerdo a las mismas categorías de impacto, asumiendo definiciones similares a las descritas anteriormente para las plataformas internacionales.

Tabla 5 – Desglose del nº de desastres y afección humana documentados por amenaza (1900-2015) - ONEMI

Desglose del nº de desastres y afección humana desagregados por amenaza (1900-2015)						
Amenaza	Nº Eventos	Muertos	Heridos	Afectados	Damnificados	Total Afectados
Terremoto	40	57.345	3.915	2.671.556	6.061.990	8.794.806
Actividad Volcánica	26				4.357	9.545
Deslizamiento	41	314	121	135.538	343.411	479.384
Inundación	62	1.438	177	16.216.290	2.032.554	18.250.466
Sequía	5					
Incendio Forestal	26	7	38	255.487	129	280.576
TOTAL	200	59.104	4.251	19.278.871	8.442.441	27.814.777

Fuente: Elaboración propia de acuerdo al Repositorio Digital de ONEMI

Tal como muestra esta tabla, de acuerdo a los datos internos de ONEMI, la mayoría de eventos registrados corresponde a las inundaciones, contabilizando un total de 62 eventos en el periodo considerado, un 32% del total. Le siguen, ya a cierta distancia, los deslizamientos y terremotos totales respectivos de unos 40 en ambos casos. Por su lado, los eventos que menos se habrían producido en el país en los últimos 116 años son las sequías, contabilizando un total de cinco eventos y además sin ninguna afección humana, dato que a priori parece poco fiable y más bien puede reflejar una menor atención histórica hacia esta amenaza.

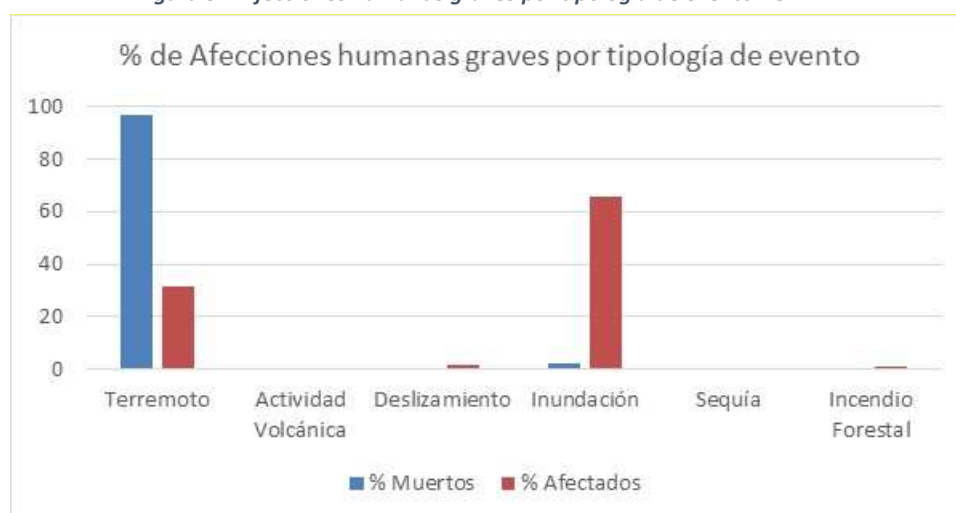
En cuanto a los datos numéricos de afección humana, el número de muertos se centra principalmente en los terremotos y con sus casi 60.000 casos se encuentra en orden de magnitud

¹⁰ http://repositoriodigitalonemi.cl/web/browse?rpp=20&order=ASC&sort_by=-1&etal=-1&type=palabraclave&starts_with=0

de la plataforma EM-DAT. Sin embargo, en este catastro nacional se aprecia un significativo número de afectados, de casi 28 millones de personas, muy superior al dato recogido por la misma plataforma de referencia. La diferencia se debe principalmente al impacto documentado en la amenaza de inundación con más de 18 millones de personas, de los cuales 2 millones de damnificados, cuyas viviendas han sido destruidas, lo que refleja, junto al significativamente mayor número de estos eventos, que esta amenaza queda aparentemente mejor reflejada en los documentos internos de este organismo.

El reparto proporcional de la afección humana descrita se ilustra a continuación gráficamente en la Figura 5, en la que destacan principalmente el aproximadamente 97% de fallecidos por terremoto así como el 65% de afectados asociados a las inundaciones. Llama finalmente la atención la aparente inexistencia de afección humana relacionada con el resto de amenazas, si bien este hecho en realidad parece representar un punto débil de este registro por su aparente falta de representatividad respecto a las mismas.

Figura 5 – Afecciones humanas graves por tipología de evento - ONEMI



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del repositorio digital de ONEMI

La relación de pérdidas económicas documentadas por ONEMI se presenta en la Tabla 6. En este caso la suma total se sitúa en torno a los 66.000 millones de dólares, con una principal aportación de los terremotos con unos USD 48.000 millones, casi un 73% del total. Este importe es significativamente inferior al aportado por la plataforma EM-DAT (USD 68.256 millones). La evaluación del catastro como tal indica que este desfase se explica principalmente por las diferencias de daños documentadas en los años previos al terremoto de 1960, lo que dificulta la comparación y contraste con plataformas centradas en periodos más recientes. Por tanto, probablemente la divergencia se deba a diferencias de criterio en la agregación de datos entre los documentos de base.

A bastante distancia pero de todas formas representando un dato muy llamativo, cabe destacar los más de 14.000 millones de dólares en pérdidas atribuidas a la sequía, el 16% del total. Si bien ONEMI fecha este importe en el año 1960, se intuye que en realidad el dato debe estar asociado a la sequía que se registró en el país a lo largo de varios años de aquella década. Periodo en el que según Aldunce y González (2009) se registraron sequías individuales en los periodos 1960-1962, 1964 y 1967 a 1969. Por tanto se podría hablar de una “megasequía”. En consecuencia, resulta difícil evaluar la validez del dato, especialmente porque no se han encontrado datos de este orden de magnitud asociados a esta amenaza en ninguna otra plataforma, ni para ningún otro periodo de ocurrencia.

Tabla 6 – Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1900-2015) - ONEMI

Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1900-2015) - ONEMI	
Amenaza	Total daños (USD MM 2015)
Terremoto	48.206,2
Actividad Volcánica	43,8
Deslizamiento	1.662,2
Inundación	251,8
Sequía	14.444,6
Incendio Forestal	1.412,0
Total	66.020,6

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a ONEMI

2.2.2 Libro: Desastres Naturales Chile 1541-1992

El libro *Desastres Naturales Chile 1541-1992* de Urrutia y Lanza (2009) presenta una descripción histórica de los desastres naturales documentados en el país desde su conquista, correspondiendo la mayor cantidad de información y detalle, como parece evidente, al siglo XX. Sin embargo, al tratarse de recopilaciones de documentos históricos, para los registros más antiguos y probablemente en el caso de las crónicas periodísticas relativas al siglo pasado, no abundan los datos cuantitativos de daños, tanto en términos económicos como humanos. En consecuencia, se ha realizado una búsqueda selectiva de información relativa a las amenazas seleccionadas trasladando la información clave de forma resumida a formato tabla, para así poder complementar el cuadro de eventos que componen las plataformas EM-DAT y DesInventar.

Del libro se ha realizado una extracción del periodo 1900 a 1969, dado que a partir de 1970 se dispone de los primeros datos recopilados por DesInventar. Por tanto, en la práctica los datos de ambas fuentes deberían ser sumados entre sí para poder compararlos de forma coherente con los catastros anteriormente descritos de EM-DAT y ONEMI. El criterio de selección se ha centrado en aquellos eventos catastróficos cuyas descripciones incluían algún tipo de dato numérico.

Al igual que para las otras bases de referencia, a continuación se presenta desagregada por amenazas la información extraída de este documento relativa a la afección humana y económica que ha sido ordenada de acuerdo a criterios similares de los aplicados para las otras fuentes (Tabla 7 y Tabla 8).

Tabla 7 – Desglose del nº de desastres y afección humana documentados por amenaza (1900-1969) – Libro Desastres

Desglose del nº de desastres y afección humana desagregados por amenaza (1900-1969)					
Evento	Nº Eventos	Muertos	Heridos	Damnificados	Total afectados
Terremoto	11	31.422	20.224	2.992.100	3.073.746
Erupciones volcánicas	18	14		198	8.212
Deslizamiento	3	4			4
Inundación	43	246	146	225.342	225.734
Sequia	11				6.360
Incendio Forestal	13	29	38	6.688	6.755
Total	99	31.715	20.408	3.224.328	3.320.811

Fuente: Elaboración propia de acuerdo al libro Desastres Naturales Chile 1541-1992

El mayor número de eventos registrados en esta fuente de datos, son las inundaciones, que con 43 eventos significativos seleccionados acaparan el 44% del total. Le siguen la actividad volcánica con 18 eventos, equivalente al 18%, y la sísmica con el 11% del total.

Sin embargo, nuevamente predomina la amenaza sísmica en relación al número de fallecidos, unos 31.000 y heridos, algo más de 20.000 para el periodo consultado. Tras los datos relativos a las inundaciones, segunda amenaza por valor de impacto, aquí cabría destacar a continuación los más de 6.000 damnificados registrados para la amenaza de los incendios forestales, dato llamativo que de acuerdo al desglose detallado incluido en el Anexo B para esta fuente se refiere principalmente a tres incendios documentados en los años 1903 (Pisagua), 1918 (Freire) y 1943 (Cautín).

Igualmente para esta fuente se presenta a continuación (Figura 6) la representación gráfica proporcional de esta afección humana. En la misma destaca claramente el impacto por los terremotos que se sitúa por encima del 90%, tanto para el número de fallecidos como de afectados.

Figura 6 – Afecciones humanas graves por tipología de evento – Libro Desastres



Fuente: Elaboración propia de acuerdo al libro Desastres Naturales Chile 1541-1992

En relación al impacto económico extraído de este documento, en la [Tabla 8](#) destaca nuevamente la amenaza de la sequía que se centra en la década de los años 60 del siglo pasado con más de 21.000 millones de dólares, el 98% de las pérdidas globales, mientras que el impacto aparente de los terremotos sería muy reducido. Sin embargo, al igual que se ha comentado para la plataforma DesInventar respecto al terremoto de 2010, este libro obvia las pérdidas materiales del terremoto de 1960 de Valdivia, lo que evidentemente ilustra el grado de imprecisión del documento como herramienta precisa de referencia.

Tabla 8 – Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1900-1969) – L. Desastres

Desglose de pérdidas registradas en Chile por desastres naturales (1900-1969) – LIBRO DESASTRES	
Amenaza	Total daños (USD MM 2015)
Terremoto	326,8
Actividad Volcánica	5,2
Deslizamiento	2,8
Inundación	46,1
Sequía	21.655,0
Incendio Forestal	12,1
Total	22.048,0

Fuente: Elaboración propia de acuerdo al libro Desastres Naturales Chile 1541-1992

2.2.3 SERNAGEOMIN – Desastres geológicos

El Servicio Nacional Geológico y Minero (Sernageomin) ha elaborado un registro de desastres de origen geológico¹¹ registrados desde 1980 junto a los efectos sobre la población, bienes públicos y privados. Este documento se centra principalmente en los deslizamientos y del mismo se han extraído aquellos eventos para los que se incluye alguna referencia a daños humanos, estructurales o económicos.

En el Anexo B se recoge el registro completo de desastres de origen geológico documentados por este organismo, junto con una evaluación de los efectos sobre la población, bienes públicos y privados registrados desde 1980. Es destacable que la tabla únicamente recoge datos de los eventos en los que se han documentado afectados y/o daños materiales, siendo el registro real bastante más amplio.

En cuanto al contenido del anterior documento, llama la atención el reducido número de terremotos incluidos, especialmente la ausencia del ocurrido en 1985 que es uno de los más impactantes que ha sufrido el país. Por tanto, hay que tomarse este documento como más representativo de la diversidad y recurrencia de eventos de remoción en masa ocurridos que de la amenaza sísmica.

En la página final del documento, el Sernageomin resume los siguientes desastres con sus respectivos daños más significativos con estas palabras:

- En relación a los aluviones, los principales daños están asociados a cinco (5) eventos con pérdidas humanas y/o destrucción de viviendas: Santiago (1980, 1987 y 1993), Antofagasta (1991) y Atacama (2015), para los que se estima un costo de USD 1.600 MM. El promedio para el periodo documentado asciende a unos USD 46 MM al año.
- Respecto a los terremotos, los únicos respecto a los que se indica disponer de información individualizada son el de Tocopilla (2007) y Concepción (2010), que sumarían entre ambos US\$ 32.000 MM, de los cuales 30.000 MM componen el número de daños reflejado sistemáticamente en varias fuentes para el segundo evento. En promedio unos USD 914 MM. Se indica igualmente que en esta suma no se ha incluido el coste del terremoto de Iquique (1 de abril de 2014) al haber sido los datos de este publicados por el Ministerio de Hacienda sumados a los del incendio de Valparaíso (12 de abril de 2014), lo que complica la desagregación de los datos¹².

¹¹ Elaborado por la Oficina de Comunicaciones del SERNAGEOMIN, la Unidad de Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial y el geólogo Aníbal Gajardo, en junio de 2015.

¹² Se trata de una de las dificultades, la de la desagregación coherente de datos, que frecuentemente se encuentra en la documentación histórica disponible.

- En cuanto a la pérdida de vidas humanas y desaparecidas, se alcanzan al menos el millar, es decir, una media de 24 al año (1980-2015).

En consecuencia, se aportan aquí los datos relativos a este instituto a título testimonial de su existencia.

2.2.4 Sequías

El documento *Desastres asociados al clima en la agricultura y medio rural en Chile* (Aldunce y González, 2009), incluye una tabla con las sequías históricas documentadas en Chile desde hace 500 años. Ahora bien, la tabla no incluye datos relativos a daños, de tal forma que se ha incluido al estudio (Anexo B) como referencia de la recurrencia de esta amenaza en el país. De acuerdo a técnicos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, los daños generados históricamente por esta amenaza nunca han sido calculados de forma objetiva, dado que una vez declarada la sequía legalmente, se procede, mediante la concesión de subvenciones agrícolas, a mitigar sus efectos sin verificar el grado de ajuste entre daños declarados y reales. En consecuencia, los datos relativos a las actuaciones de emergencia, aportación de agua, etc., documentados por ONEMI son la única fuente de información actual indicativa de una parte de los daños que esta amenaza genera en el país.

Este dato podría poner en tela de juicio el importante dato de pérdidas atribuidas a esta amenaza en la década de los 60 del siglo XX, documentados en las dos fuentes nacionales antes destacadas, el catastro ONEMI y el libro *Desastres Naturales 1541-1992*.

2.2.5 CONAF (Corporación Nacional Forestal)

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) dispone de una base de datos relativos a los incendios forestales registrados en el país desde el año 1977¹³. Estos datos incluyen un desglose por superficie afectada en cada una de las regiones, número de incendios ocurridos, así como por tipología de masa forestal afectada. Con estos datos se ha realizado una estimación de superficies afectadas anualmente por esta amenaza.

En el Anexo B se presentan sendas tablas resumen de las estadísticas consultadas, que dan idea de la afección que los incendios forestales han tenido en los últimos 40 años en el país, tanto en términos de número de incendios como de superficie quemada.

¹³ <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>

Cabe mencionar igualmente que esta amenaza debe ser interpretada de una manera completamente distinta a las demás, debido a que la mayoría de los incendios que se producen tienen un carácter antrópico, alejándose por tanto de ser tratada como una amenaza natural.

De acuerdo a los datos procesados, la región más castigada en cuanto a número de incendios es la VIII (Bíobio), seguida muy de lejos por la región V (Valparaíso). Sin embargo, más indicativo del impacto generado que el número de incendios ocurrido en cada una de las regiones es la superficie afectada por estos en cada zona. En relación a este indicador, la región más afectada en los últimos años por los incendios forestales, corresponde igualmente a la región VIII, Bíobio, con una media de unas 12.500 hectáreas al año, seguida de las regiones IX (Araucanía) y V (Valparaíso) con superficies medias cercanas a las 8.000 hectáreas.

Con objeto de realizar un pequeño análisis de la repercusión que los incendios forestales han tenido en el país desde el año 1976 (fecha en la que el CONAF comienza a registrar datos de los incendios forestales), se ha calculado el porcentaje de superficie quemada en comparación a la totalidad de la superficie del país, obteniendo un resultado de un 2,88%. Es decir, desde 1976, un 2,88% de la totalidad del país ha sufrido algún tipo de incendio forestal.

Por otro lado, resulta interesante el dato de pérdida anual, o superficie anual quemada. De media, en los últimos años se han quemado anualmente unas 54.000 hectáreas, que corresponden con un 0,07% del total del país.

2.3 Validación de datos internacionales y nacionales

Una cuestión importante de la metodología de trabajo propuesta ha sido la discusión respecto al método de validación de la información encontrada o calculada en el informe de acuerdo a datos varios. A continuación se presentan varias reflexiones respecto a este tema.

2.3.1 Fuentes Internacionales

De forma resumida se puede indicar para las dos plataformas de las que se han obtenido resultados de daños económicos y sociales:

- EM-DAT: refleja en su base de datos accesible los daños registrados en valor de USD del año de ocurrencia del desastre. Se trabaja con los datos oficiales a los que se ha tenido acceso o bien, en su defecto, con datos bibliográficos. Recientemente se ha añadido en su base de acceso restringido un apartado para el rango de precisión del dato de daños económicos recogido. Este indicador varía de 1 a 5, de menos a más fiable. Sin embargo, el grueso de los registros EM-DAT lógicamente no han sido provistos de esta clasificación por su antigüedad. Por tanto, hay que entender que los datos de esta plataforma son los más fiables a los que los técnicos responsables han tenido acceso, pudiéndose destacar un

amplio abanico de fuentes de información internacionales, tal como se indicó en el apartado dedicado a esta fuente de información.

- **DesInventar:** Los datos aportados se refieren a las reseñas encontradas en los medios periodísticos con cobertura nacional, asignando el último valor publicado relativo a cada catástrofe. Ahora bien, tal como se ha indicado para el valor total de daños, la cuantía reflejada en esta plataforma es significativamente inferior a la de EM-DAT, de tal forma que se sospecha al menos esta forma de obtención de información puede infravalorar los daños finalmente contabilizados de forma oficial. Destacable a este respecto es la ausencia de un valor de pérdida monetaria ya descrita para el terremoto del año 2010, lo que evidentemente descompensa de forma importante el peso total de daños aquí documentados.

2.3.2 Fuentes Nacionales

En relación a los datos nacionales, su validación ha resultado bastante difícil dado que la mayor parte de los actores manifiestan que realmente es a partir del terremoto de 2010 cuando se empiezan a crear registros sistemáticos de información. En otras ocasiones, como es el caso del Ministerio de Hacienda, no existe un desglose de gastos atribuidos a los eventos concretos, lo que dificulta enormemente la evaluación de la información publicada. En el caso del catastro compuesto a partir de los documentos de ONEMI, los datos recogidos han sido asumidos como oficiales, pero sin poder profundizar en detalle en el origen de estos y cómo fueron compilados, estimados o proyectados.

Entrando ya en eventos concretos, y más concretamente considerando el valor de daños históricamente atribuido al terremoto de 2010, 30.000 millones de dólares, se cree oportuno recoger a continuación información oficial del Gobierno de Chile que aporta luz respecto al origen de esa estimación así como su comparación con otros eventos históricos.

Empezando por el importe total de daños estimados en su día para el terremoto, en la siguiente Tabla 9 se presenta el desglose realizado por la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS, 2011) de acuerdo a datos del Ministerio de Hacienda

Tabla 9 – Desglose de la estimación de daños generados por el terremoto y tsunami asociado de 2010

Estimación de daños totales por sector (MM USD)		
Sector	Total	%
Industria, pesca y turismo	5.340	18,0%
Vivienda	3.943	13,3%
Educación	3.015	10,2%
Salud	2.720	9,2%
Energía	1.601	5,4%
Obras Públicas	1.458	4,9%

Estimación de daños totales por sector (MM USD)		
Sector	Total	%
Empresas públicas	805	2,7%
FFAA y de Orden	571	1,9%
Agricultura	601	2,0%
Transportes y Telecomunicaciones	523	1,8%
Otros infraestructura	267	0,9%
Municipalidades	96	0,3%
Pérdida de infraestructura	20.940	70,6%
Otros gastos (alimentación, escombros, etc.)	1.117	3,8%
Pérdida de PIB	7.606	25,6%
Total	29.663	100%

Fuente: SVS con datos del Ministerio de Hacienda – Chile (SVS, 2011)

De acuerdo a la valoración realizada por SVS los sectores más afectados resultaron la industria, pesca y turismo, y educación. De estas pérdidas, un 71% corresponde a infraestructura destruida, y el monto restante a la pérdida prevista en el PIB en los próximos cuatro años (USD 7.606 millones), así como a gastos de emergencia (USD 1.117 millones).

El total suma 29.663 millones de dólares, cifra que se encuentra dentro del orden de magnitud de los 30.000 millones reflejados en la mayor parte de las bases de datos.

Respecto a estos datos cabe indicar que la Asociación de Aseguradoras de Chile aportó verbalmente el dato de unos 7.500 millones de dólares financiados por este gremio para la recuperación de daños¹⁴ del sector privado, unos 1.250 millones en restauración y reconstrucción de viviendas y edificios varios, y el resto, unos 6.250 millones en compensación de gastos sectoriales a industrias y actividades económicas de todo tipo, tanto en concepto de reparación de construcciones y equipamientos, como por cese de actividad, lucro cesantes, etc.

Por otro lado, en una referencia periodística¹⁵ relativa al costo real de este terremoto para el país se acepta el monto de unos 20.000 millones de dólares en daños directos, pero se discute si los daños indirectos calculados para el desastre, se entiende los 7.606 millones de dólares de pérdida de PIB indicados el cuadro anterior, estaban bien calculados, principalmente teniendo en cuenta que la caída inicial del PIB, en el primer trimestre del año fue seguida de un repentino repunte que llevó el crecimiento del PIB ese año hasta un 5,3%, más elevado de lo que inicialmente estaba previsto. Por esta razón los economistas citados creen que las pérdidas indirectas se debieron encontrar entre los 2.000 y 3.000 millones de dólares.

¹⁴ El informe de la Superintendencia de Valores y Seguros cifra esta cantidad en 8.000 millones de US\$

¹⁵ <http://diario.latercera.com/2011/02/20/01/contenido/reportajes/25-59879-9-cuanto-le-costó-el-terremoto-a-chile.shtml>

En contrapartida a esta visión cabe indicar que un técnico de Munich Re consultado, indicó que precisamente, de acuerdo a los baremos de estimación que este reasegurador maneja, el hecho de que el importe de daños asegurados alcanzase aproximadamente los 8.000 millones de dólares permite a esta empresa dar por válida la estimación de 30.000 millones de daños estimada por el gobierno, encontrándose consecuentemente el dato recogido en sus bases de datos oficiales. Igualmente Swiss Re (plataforma Sigma) registra el dato de los 30.000 millones de dólares, con 8.000 millones cubiertos por los seguros, lo que ilustra el grado de asunción que estas empresas han hecho de los datos publicados oficialmente por el gobierno chileno.

Teniendo en cuenta las dos visiones contrapuestas aquí descritas, se cree poder dar por válida la estimación de que el orden de magnitud de pérdidas más probable de este terremoto pudo estar entre los 25.000 y 30.000 millones de dólares.

2.4 Catastro Agregado

2.4.1 Composición del Catastro Agregado

Una vez se ha realizado la recopilación de desastres históricos de las distintas bases de datos, se ha procedido a la composición del catastro agregado¹⁶, con el que se ha obtenido un inventario de los distintos fenómenos relevantes ocurridos en Chile en los últimos 100 años tomando como base las fuentes de información internacionales y nacionales descritas anteriormente. Para ello, se han tenido en cuenta estas consideraciones:

- La principal variable para la unión de las distintas bases de datos, y con ello la composición del catastro agregado, reside en la fecha de ocurrencia del desastre.
- Se ha usado la información del USGS Earthquake Hazards Program para la geolocalización de los terremotos.

De acuerdo a los datos obtenidos en cada una de las bases de datos, y con objeto de realizar una agregación lo más útil posible para el objeto del estudio se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones en cuanto a desastres naturales:

- Se han incluido todos los registros obtenidos de la plataforma EM-DAT.
- En cuanto a la plataforma DesInventar, además de la agregación de datos realizada y descrita anteriormente, se ha aplicado un filtrado de los datos de tal forma que únicamente se han tenido en cuenta aquellos eventos que hayan tenido consecuencias humanas graves, tal y como se hace en EM-DAT, es decir:

¹⁶ Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de las distintas bases de datos consultadas.

- ✓ Haber ocasionado más de 10 muertes; o
- ✓ Haber generado más de 100 afectados.

La razón de realizar este filtro radica en el número de registros que incluye este catastro en su origen, lo que podría conllevar que el catastro agregado final resultase inmanejable. Por otro lado, se recuerda que la plataforma DesInventar únicamente aporta datos a partir del año 1970, por lo que para años anteriores, no se puede contar con esta base de datos.

- En relación a las fuentes nacionales, tanto los registros seleccionado del libro de Desastres Naturales como los de ONEMI se han incorporado en su totalidad, por un lado porque así se pretende enriquecer el catastro agregado con estas fuentes, pero es que además el número de datos que las mismas aportan resulta asumible.
- Los campos recogidos para cada uno de los desastres y cuyos datos provienen de las bases de datos consultadas son los siguientes:
 - ✓ Fecha del desastre.
 - ✓ Tipo de desastre: Terremoto, tsunami, erupciones volcánicas, deslizamientos, aluviones, inundaciones, sequías e incendios forestales.
 - ✓ Localización: referencia a la localización del evento.
 - ✓ Muertes: número de muertes causadas por el desastre.
 - ✓ Afectados: número de personas afectadas por el evento.
 - ✓ Heridos: número de personas heridas por el evento.
 - ✓ Damnificados: personas que han perdido su hogar completamente o cuya vivienda ha resultado dañada.
 - ✓ Total afectados: suma de las personas afectadas, número de heridos y personas damnificadas.
 - ✓ Daños totales: pérdidas económicas ocasionadas por el evento. En líneas generales, se ha considerado el monto indicado como la pérdida total registrada a la fecha del evento, sin aplicar ningún tipo de actualización económica. Con ello, se puede recurrir a la actualización económica que se mostrará más adelante, así como referir el costo anual de los desastres naturales en función del PIB correspondiente al año del evento.
 - ✓ A la hora de realizar la recopilación de datos y proyección de daños a valores actuales, ha surgido la problemática de encontrar montos en distintas monedas que han estado y están vigentes en el país (pesos chilenos, escudos, dólares). Para estandarizar estos montos a valor de dólares de diciembre de 2015, se ha realizado una actualización mediante el método descrito en el Anexo C.

Con esta agregación se pretende realizar una base de datos robusta y confiable para Chile en cuanto a grandes desastres naturales ocurridos desde el año 1900.

2.4.2 Resultados

A continuación se va a realizar un análisis del catastro agregado obtenido por la agregación de las distintas fuentes de datos consultados y con la metodología indicada anteriormente para determinar la pérdida de los desastres a valor del año 2015 y la comparativa de las pérdidas estimadas para los eventos en función del PIB de cada año.

El documento con el catastro agregado, que consta de un total de 379 registros, se ofrece en formato Excel para su consulta y cómoda actualización, básicamente mediante la aplicación del IPC anual a los cálculos de pérdidas anuales presentadas. Asimismo, en el Anexo B de este informe se presenta la tabla que recoge el conjunto de datos actualizados a valor de 2015.

A continuación se presenta en la [Tabla 10](#) el resumen de la afección humana extraída de este catastro (el total de afectados se refleja en la base de datos Excel). A objeto de poder comparar los órdenes de magnitud de cada fuente se presentan los datos de las cuatro anteriormente expuestas con datos numéricos. Se recuerda que para una objetiva evaluación de los datos, en realidad se deberían sumar las columnas de la plataforma DesInventar (DES) a la del Libro de Desastres (LIB) dado que los periodos de registro cubiertos por ambas se complementan. Aun así, a simple vista se puede comprobar que la suma de estas dos columnas es claramente inferior a los cálculos totales que recogen las de EM-DAT (EMB) y ONEMI (ONE).

Tabla 10 – Desglose de las afecciones humanas desagregado por amenazas – Catastro agregado

Desglose de las afecciones humanas desagregado por amenazas – Catastro agregado								
	MUERTOS				TOTAL AFECTADOS			
Amenaza	EMD	DES	ONE	LIB	EMD	DES	ONE	LIB
Terremoto	59.543	904	57.345	31.422	9.960.730	3.119.368	8.794.806	3.073.746
Actividad Volcánica	110	21		14	78.660	16.512	9.545	8.212
Deslizamiento	407	143	314	4	277.189	661.133	479.384	4
Inundación	1.052	69	1.438	246	1.382.503	877.322	18.250.466	225.734
Sequía		0			120.000	902.887		6.360
Incendio Forestal	31	18	7	29	3.110	40.720	280.576	6.755
Total general	61.143	1.155	59.104	31.715	11.822.192	5.617.942	27.814.777	3.320.811

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas bases de datos

Tal y como se puede apreciar en los resultados presentados, en el caso de los fallecidos existe una gran similitud en los datos reflejados en la plataforma EM-DAT y el repositorio digital de ONEMI. Ambas plataformas aportan un valor de unas 60.000 víctimas. La comparación, por ejemplo, de los números ofrecidos para cinco terremotos de referencia indica datos casi idénticos entre ambas fuentes, concretamente:

- Terremoto 1906 - EM-DAT y ONEMI, ambos 20.000.

- Terremoto 1939 - EM-DAT y ONEMI, ambos 30.000.
- Terremoto 1960 - Valdivia Puerto Montt: EM-DAT 6.000, ONEMI 5.000.
- Terremoto 1985 - Zona Centro: EM-DAT y ONEMI, ambos 180
- Terremoto 2010 - Zona Centro: EM-DAT y ONEMI, ambos 562.

La suma de fallecidos de estos cinco eventos representa aproximadamente el 95% del total registrado entre el conjunto de amenazas en el periodo analizado.

Sin embargo, en relación al número total de afectados, la columna de ONEMI más que duplica la de EM-DAT, alcanzando casi los 28 millones, frente a los casi 12 millones de la segunda fuente. La diferencia principal se encuentra en el amplísimo número de afectados por la amenaza de inundación que reporta ONEMI, unos 18 millones, y que EM-DAT aparentemente subestima. Sin embargo, el análisis de los datos detallados indica que el cómputo de ONEMI respecto a esta amenaza apunta valores aparentemente excesivos para tres eventos históricos (1953 - 3,7 millones, 1971 - 4,4 millones y 1974 - 7,2 millones), de lo que se deduce en realidad se trata de la contabilización de afectados por sistemas frontales con consecuencias diversas, incluidas inundaciones. Esta hipótesis parece se confirma con el análisis del documento de origen de los datos (Espinosa, 1978) en el que se presenta la población residente sobre la superficie afectada, lo cual aparentemente alude al total de personas que han soportado las consecuencias del temporal y sus posibles efectos. Es decir, se puede hablar de una sobreestimación del impacto humano de esta amenaza en el catastro ONEMI, lo que al mismo tiempo ilustra la complejidad a la hora de realizar comparaciones o validaciones entre distintas fuentes de información debido a la variedad de sistemática de documentación y criterio de definición.

En cuanto al valor calculado de pérdidas estimadas a valor de 2015, y en base a la metodología descrita, se han obtenido los resultados que se presentan a continuación en la Tabla 11.

Tabla 11 – Suma total de pérdidas registradas, desagregada por amenazas – Catastro agregado

Suma total de pérdidas registradas, desagregada por amenazas – Catastro agregado				
Total daños (USD MM 2015)				
Amenaza	EMD	DES	ONE	LIB
Terremoto	68.256,1	251,3	48.206,2	326,8
Actividad Volcánica	626,1	86,0	43,8	5,2
Deslizamiento	1.510,4	248,4	1.662,2	2,8
Inundación	1.200,0	70,9	251,8	46,1
Sequía	722,6	172,0	14.444,6	21.655,0
Incendio Forestal	1.162,1	11,1	1.412,0	12,1
TOTAL	73.477,4	840,8	66.020,6	22.048,0

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas bases de datos

Tal como se puede observar, el rango de pérdidas que presentan las dos fuentes de mayor fiabilidad por sus períodos cubiertos se encuentra entre los 66.000 millones de dólares deducidos de los datos de ONEMI y los 73.000 millones calculados de acuerdo a la plataforma EM-DAT.

Dado que no se dispone de los documentos justificativos de los registros de EM-DAT, solo se puede analizar la información disponible de ONEMI en relación a la posible explicación de la diferencia encontrada. Este análisis de rango de valor de impacto se ha realizado de acuerdo a los registros de cuatro eventos cuya interpretación plantea ciertas dificultades, concretamente los terremotos de 1939 (Biobío), 1960 (Valdivia), 1965 (La Ligua) y 1971 (Coquimbo).

El caso del terremoto de Biobío de 1939 es el caso más difícil de determinar, ya que presenta información difusa y discordante. Este evento como tal ha sido uno de los terremotos más destructivos del siglo XX y coincidió con una época en la que existían en Chile diversos problemas económicos derivados de la crisis del salitre y la gran depresión mundial que comenzó en el año 1929. Este terremoto, según la bibliografía consultada, destruyó edificaciones públicas y privadas las cuales en su mayoría eran de adobe y de material ligero, condicionó los procesos productivos como la agricultura y la industria y además ocasionó un desastre social importante. Como medida extraordinaria el gobierno estableció políticas, como la creación de CORFO, dirigidas a mitigar los problemas asociados tanto al desastre como a la crisis económica en la que se encontraba el país. Del análisis de los estudios que realizó ONEMI y el Ministerio de Hacienda se deduce la existencia de hasta cuatro versiones del impacto humano y económico estimados. En la siguiente *Tabla 12* se desglosan los datos.

Tabla 12 – Comparativa de daños terremoto 1939 según diferentes publicaciones.

Comparativa de daños terremoto 1939 según diferentes publicaciones				
Año de publicación	1978	1985	1996	2010
Publicación	Documento MEMORIA 001 ONEMI “Estudio de Desastres”	Documento N° 1120 ONEMI “Análisis terremotos desde año 1939”	Documento N° 0220 ONEMI “Riesgo sísmico capacitación año 1996”	Documento SVS “Análisis e Impacto del 27-F en el Mercado Asegurador”
Muertos	30.000	n/a	5.685	n/a
Heridos	58.000	n/a	50.000	n/a
Damnificados	n/a	200.000	1.765.000	n/a
Pérdidas Materiales (MM USD)	38	820	2.716,4	100

Fuente: Elaboración propia a partir de las publicaciones indicadas (ONEMI, 2016 y SVS, 2011)

Ante la divergencia de datos se ha realizado una búsqueda complementaria de información sobre los costos asociados a este terremoto, habiéndose identificado las siguientes dos fuentes:

- Moya (2002) expone que la cuantificación del desastre se estimó en 2.500 millones de pesos de la época (unos 90 millones de dólares de 1939).
- Según la Geological Society of London¹⁷ este terremoto alcanzó un impacto de valor de 100 millones de dólares de la época.

En coherencia con lo indicado por estas dos fuentes complementarias se ha mantenido el valor de 100 millones de dólares como el valor del evento en sustitución de los 820 millones asumidos inicialmente por su similitud con los USD 920 millones reportados por EM-DAT para el mismo evento.

En relación a los otros terremotos indicados, existe igualmente divergencia de rangos de estimación de daños, los cuales se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13 – Comparativa de daños terremotos 1960, 1965 y 1971 según diferentes publicaciones

Comparativa de daños terremotos 1960, 1965 y 1971 según diferentes publicaciones		
Año de publicación	1978	1985
Publicación	Documento MEMORIA 001 ONEMI “Estudio de Desastres” (Millones USD)	Documento N° 1120 ONEMI “Análisis terremotos desde año 1939” (Millones USD)
Terremoto 1960	800	550
Terremoto 1965	80	231
Terremoto 1971	178	196

Fuente: Elaboración propia a partir de las publicaciones indicadas (ONEMI, 2016)

Los valores elegidos e incluidos en el catastro agregado son:

- Terremoto 1960: 550 millones USD.
- Terremoto 1965: 80 millones USD.
- Terremoto 1971: 178 millones USD.

Con la finalidad de realizar el cálculo de rangos de valor de pérdidas, se realizó una valoración total de los eventos encontrados en la base de datos de ONEMI excluyendo inicialmente los terremotos destacados con el que se obtuvo un resultado de 58.200 millones de dólares (USD 2015). La misma operación con la inclusión de los datos del catastro agregado relativos a estos cuatro eventos indica un orden de magnitud de 66.000 millones de dólares (USD 2015). Finalmente, si se sustituyen los valores incorporados al catastro agregado por los montos máximos presentados para cada terremoto en las anteriores tablas, la estimación máxima del rango de valor ascendería a USD 81.400 millones (USD 2015).

¹⁷ <http://www.telegraph.co.uk/news/earth/earthpicturegalleries/8377096/Major-earthquakes-throughout-history-in-pictures.html?image=4>

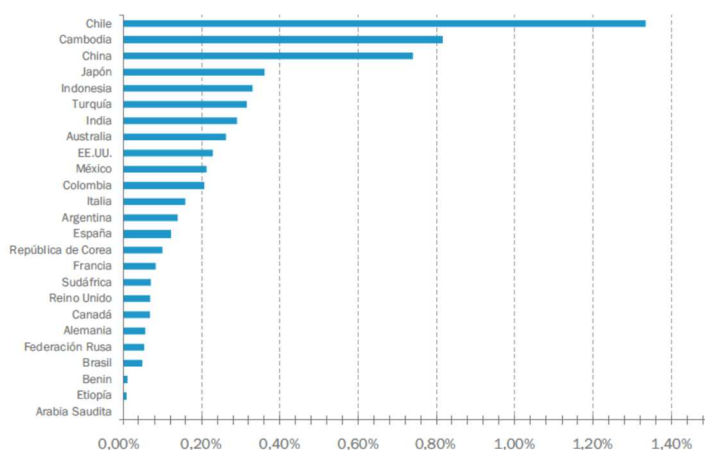
Por lo tanto, asumiendo la variabilidad de estos eventos importantes, se podrían asumir que la base de datos de ONEMI se encuentra entre los 66.000 y 81.000 millones de dólares (USD 2015), si bien el dato histórico aportado para el terremoto de 1939 en BíoBio, los USD 100 millones de valor original, hacen pensar que el probable valor se encuentra más cercano a los USD 66.000 millones (USD 2015). Combinando esta valoración con la cifra proyectada a partir de los datos de EM-DAT (USD 73.000 millones) se puede estimar que el valor de pérdidas ocasionadas históricamente por los desastres naturales a valor actual puede estar en el orden de los 70.000 millones de dólares.

Por su parte, la plataforma DesInventar y el repositorio del Libro de Desastres, no arrojan resultados confiables, partiendo de la base que el periodo considerado de datos no es el mismo, pero la mayor diferencia es la ausencia de los 30.000 millones de dólares de pérdidas estimados por el Gobierno de Chile para el terremoto de 2010 en la primera fuente.

En cuanto a la relación existente entre los costes de los desastres y el PIB histórico del país, se han realizado los cálculos atendiendo a la metodología indicada anteriormente. En el Anexo B se presenta la tabla de resultados de pérdidas documentadas en relación a los PIB entre 1900 y 2015. En esta ocasión se ha realizado el cálculo exclusivamente para los datos extraídos de las plataformas EM-DAT y ONEMI por resultar las más completas. Como conclusión de este ejercicio se puede indicar que el rango de estimación de peso económico de los desastres naturales respecto al PIB del país se estima en torno a 1% anual, encontrándose el rango del resultado obtenido entre el 0,98% con los datos de ONEMI y el 1,1% de acuerdo a la plataforma EM-DAT.

Para comparar este resultado se puede indicar que la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS, 2011) cita una estimación de la OCDE que indica que la pérdida por el conjunto de desastres ocurridos en Chile entre los años 1980-2011 asciende de media aproximadamente al 1,26% del PIB nacional. Este dato es el más elevado entre los países G20, así como otros países seleccionados, tal como se muestra en la siguiente Figura 7.

Figura 7 – Pérdidas en desastres en países G20 más países seleccionados como % del PIB, 1980-2011



Fuente: SVS-OCDE (SVS, 2011)

3. IMPACTOS AMBIENTALES Y SECTORIALES

3.1 Impacto ambiental asociado a desastres naturales

El análisis del impacto ambiental asociado a los desastres naturales debe ser realizado principalmente desde un enfoque cualitativo dado que se trata de un concepto cuya valoración económica resulta muy compleja por los distintos aspectos intangibles que lo componen. Una forma indirecta de darle valor a un daño ambiental consiste en estimar el cálculo de reconstrucción de un área natural o ecosistema dañado, pero esto alcanza meramente al coste ingenieril y ejecutivo de la tarea, hasta el punto que la restitución permita acercarse a la situación de partida. A partir de ese punto se deberá confiar en la capacidad de regeneración del ecosistema o área natural. Sin embargo, tal como veremos más adelante igualmente es posible que un área dañada se regenere de forma natural, en cuyo caso el coste ambiental queda matizado y en todo caso asociado a la pérdida temporal de los recursos económicos que este pueda disponer.

La bibliografía identificada relativa a daños ambientales asociados a eventos de desastre natural en Chile es relativamente escasa y esta recoge además básicamente descripciones cualitativas de los daños documentados. A continuación se describen algunos casos representativos.

3.1.1. Impactos por incendio forestal

A primera vista, quizás el daño ambiental más evidente en relación a desastres naturales sea el generado por los incendios forestales, a pesar de que el origen mayoritariamente antropogénico de estos matiza en cierta medida el concepto de desastre natural. Por un lado los incendios forestales tienen un potente efecto visual que hace tomar conciencia sobre la pérdida del recurso natural afectado, pero es que por otro lado la masa forestal perdida, tanto cuando se trata de una explotación maderera como si el incendio se circunscribe a bosque natural, es un recurso económicamente cuantificable.

En el caso de Chile, se pueden aportar los datos de superficie quemada en los últimos 40 años, registrados por CONAF, como evidencia más concreta del daño que los incendios forestales generan. Se trata de una media de unas 54.000 hectáreas anuales de diversa masa forestal, lo que equivale aproximadamente al 0,07% de la superficie del país.

3.1.2. Impactos por terremotos y tsunamis: ejemplo de 2010

En el caso de los terremotos y tsunamis, de acuerdo a la bibliografía consultada, quizás procede realizar previamente una distinción entre aquellos impactos que en parte están bajo el control de la acción humana, y por tanto podrían ser recogidos en los planes de recuperación a objeto de reducir el impacto de los desastres, y otros que dada su magnitud desbordan absolutamente cualquier

capacidad de anticipación humana. A este aspecto cabría añadir el hecho de que el actual entorno natural chileno no deja de ser el resultado de los procesos geológicos y biológicos que se producen en el país en combinación con la modelación que los desastres naturales, principalmente sísmicos con o sin impactos marinos, ocurridos a lo largo de la historia han ejercido. Estos efectos se produjeron antiguamente a lo largo de todo el país y en la actualidad se centran en las amplias zonas aún libres de urbanización. A estas modelaciones han tenido que responder los distintos ecosistemas adaptándose y regenerándose con sus propios recursos. Por tanto, el ejercicio de evaluar estos efectos tiene interés desde el enfoque de posible impacto sobre los recursos naturales sujetos a explotación humana, pero no respecto a los propios ecosistemas y el sentido que podría tener llevar a cabo actuaciones orientadas a protegerlos de los desastres.

Fundación Terram (2012) recoge una descripción relativamente amplia del conjunto de efectos naturales observados tras el terremoto y, principalmente, subsiguiente tsunami de 2010. Las zonas más visiblemente afectadas por la combinación de terremoto y tsunami resultaron ser las zonas intermareales en las playas y costas rocosas, donde se constató una alta mortalidad de organismos. Sin embargo, igualmente se observaron efectos de regeneración en forma por ejemplo de dunas, donde estas habían desaparecido previamente. En el aspecto geofísico, se registraron cambios en la proporción de agua, tierra y en la batimetría de la costa, lo que llevó a la generación de procesos de adaptación en las especies a la nueva situación de la zona intermareal. En general, se constata que tras aproximadamente dos años los ecosistemas se podían dar por recuperados de forma natural.

Los efectos sociales asociados a estos impactos ambientales costeros fueron cambios en las actividades económicas locales como el turismo, la pesca artesanal, incluyendo mariscadores, y otros cambios en las vidas de las personas de las zonas afectadas. Sin embargo, no se aportan datos cuantitativos.

3.1.3. Impactos derivados de instalaciones industriales y entornos urbanos

En el mismo documento Fundación Terram alerta sobre la importancia del impacto ambiental indirecto generado por los daños a instalaciones industriales y similares que los desastres naturales pueden generar. El análisis se centra nuevamente en el caso del terremoto y tsunami de 2010 cuyos efectos pueden ser extrapolables, de acuerdo a las respectivas escalas, a otros eventos similares.

Como observación crítica se indica que tras el terremoto y la primera fase de emergencia la prioridad de las autoridades se centró en restablecer la capacidad productiva del país, dejando en este empeño a un lado posibles actuaciones respecto a impactos industriales y, así se indica, realizando un diagnóstico ambiental pobre e incompleto, limitado en muchos casos a la información que las propias empresas proporcionaron. Se insiste en la falta de recursos y ausencia de una política clara o protocolo relativo a quién y cómo actuar como una de las lagunas de la gestión de aquel evento.

Ejemplos de los daños e impactos mencionados, de acuerdo a datos oficiales citados del Ministerio de Medio Ambiente, Seremi de Medio Ambiente de Maule, Biobío y otros, son los siguientes:

- Vertidos incontrolados a cursos de agua debido a fallas de tratamiento de aguas servidas. Estos incidentes se describen como agudos pero de corta duración debido a la paralización de los procesos generadores por el propio terremoto. En el caso de una planta de paneles y celulosa se autorizó durante cierto período de tiempo la descarga de residuos industriales líquidos (Riles) al río Itata.
- Rotura de colectores y emisarios que localmente dieron lugar a descargas temporales directamente a ríos, esteros y playas.
- Episodios de contaminación por derrames varios. Por ejemplo un derrame de 93 m³ de crudo en el terminal de ENAP, un derrame de tintura al río Bío-bío y una fuga de cloro gas.
- Problemas en la gestión de escombros.

Precisamente sobre este último aspecto se centra el análisis de costos ambientales del documento. Según se indica, la gestión de los escombros ya en fase de recuperación fue criticada por organizaciones como WWF, indicando que estos fueron acopiados y dispuestos en una serie de lugares inapropiados, incluyendo humedales, playas y otros entornos naturales frágiles y temiendo que los mismos podrían ser objeto de movilización y dispersión por procesos físicos asociados a la climatología. Se termina indicando que dos años después del terremoto la gestión de estos residuos seguía siendo una cuestión pendiente, tanto para los generados por el terremoto de 2010 como para los que se generasen en futuros eventos similares. El análisis se mantiene a nivel cualitativo, no presentándose estimaciones del coste de gestión de los escombros.

3.2 Riesgo e impactos sectoriales

Con los impactos sectoriales asociados a los desastres naturales en Chile ocurre algo similar a lo anteriormente descrito para los daños ambientales, escasea la información sistemática y consistente. Se podría indicar que los actores presentes en los sectores industriales del país aportan datos ocasionales y, en cierta medida, anecdóticos, que no permiten establecer un diagnóstico consistente relativo a este aspecto.

Procede igualmente constatar que de alguna manera los daños económicos que sufren estos sectores quedan matizados al haber sido transferido el riesgo mayoritariamente al sector asegurador, tanto en lo referido a los daños estructurales que las instalaciones pueden sufrir, como a los daños indirectos por corte de producción, aumento de costes logísticos, etc. Según dos representantes de la Asociación de Aseguradoras de Chile A.G., esta situación, en combinación con el hecho de que las propias empresas aseguradoras tienen sus pólizas reaseguradas, deriva en una tramitación rutinaria de las denuncias de siniestro presentadas tras un desastre natural por lo que

estas quedan registradas sin una referencia especial al origen del daño. Este proceso dificulta la posterior agregación de información de daños relativa a un evento individual, lo que junto al amplio número de actores presentes en este sector complica la recuperación y validación del conjunto de información.

En términos generales, y tomando como referencia el terremoto de 2010, el plan de reconstrucción del Gobierno de Chile (2010) indicó daños valorados en 5.340 millones de dólares en los sectores industria, pesca y turismo, y USD 1.601 millones en el sector de la energía. Es decir, en total unos 6.940 millones de dólares respecto a los que no se presenta un desglose para los distintos sectores. Tampoco el estudio de la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS, 2011), el cual se centra en la actuación del sector asegurador en el proceso de reconstrucción tras este terremoto, aporta más detalle a esta valoración global, a pesar de que en este documento incluso se detalla la cuantía de indemnizaciones abonadas por las distintas empresas aseguradoras. Por otro lado, el estudio de Fundación Mapfre (2012) presenta solo los datos globales de daños registrados y número de siniestros liquidados, sin entrar en un desglose útil para el objetivo de este capítulo.

Los sectores industriales considerados como prioritarios para Chile en los que se ha intentado centrar el análisis son:

- Minería.
- Energía (Electricidad).
- Puertos.

A continuación se describen brevemente los datos recopilados para cada uno de estos segmentos.

3.2.1 Minería

El Consejo Minero, actor representativo del gremio, no dispone de un registro sistemático de los daños registrados por el sector en relación con los desastres naturales.

Como dato más concreto alusivo directamente a este sector se puede aportar uno de los registros de la plataforma DesInventar referidos al terremoto de 2007 en la región de Antofagasta que indica la parada de actividad durante ocho horas. Sin embargo, no se aporta un valor claro de la pérdida económica que esta parada pudo suponer.

Por otro lado, durante la reunión mantenida con un representante del Centro de Despacho Económico de Carga Sistema Interconectado Norte Grande (DECSING) se aportó a título de ejemplo el dato centrado en el entorno de las regiones de Arica y Parinacota, y Tarapacá, de que durante el terremoto de 2014 la Mina de Cerro Colorado sufrió un corte de suministro de varios días, lo que afectó a la producción. Nuevamente no se pudo concretar la pérdida monetaria sufrida.

Finalmente, como ejemplo de daño indirecto, en una de las reuniones mantenidas con el sector portuario se indicó que el daño sufrido en el puerto de Coquimbo tras el tsunami de 2015 conllevó la infrautilización de este puerto durante unos seis meses, lo que pudo afectar durante ese periodo a la exportación de mineral. No obstante, igualmente se ha indicado que el puerto de Mejillones, junto a Antofagasta, fue construido en 1996 para garantizar la salida de mineral de cobre. Para ello se aplicaron los códigos antisísmicos vigentes en la época. Este hecho ilustra la relativa buena resiliencia de salida para el mineral producido dado que existen alternativas para el caso alguno de los puertos se vea seriamente afectado por un desastre natural.

Como se puede observar, los datos aportados no permiten realizar una evaluación objetiva de la variedad de incidencias y valor económico sufrido. Sin embargo, la aparentemente reducida serie de ejemplos de daños encontrados junto a la constatación de que este solvente sector industrial tiene los riesgos a los que está expuesto convenientemente cubiertos mediante seguro, permiten afirmar que el sector minero presenta un nivel de resiliencia aceptable en relación a los riesgos que los desastres naturales representan para el mismo.

3.2.2 Sector Energético (Eléctrico)

Respecto al sector energético, los datos disponibles se limitan fundamentalmente al sector eléctrico, dado que aparentemente el sector de los hidrocarburos, por ejemplo, durante los desastres de los últimos años apenas sufrió daños destacables en las propias instalaciones y tan solo se tiene constancia de algún breve problema de desabastecimiento debido a un corte de carretera.

En el caso del sector eléctrico la principal fuente de información ha sido el Centro de Despacho Económico de Carga Sistema Interconectado Norte Grande (DECSING).

Este gremio carece igualmente de un registro sectorial sistemático de daños sufridos por el sector energético en general y el eléctrico en particular. Por tanto, nuevamente se aportan a título orientativo los datos puntuales relativos a los daños registrados en los últimos años que han sido referidos:

- Aluvión de Antofagasta en 1991. Una subestación quedó enterrada lo que conllevó varios días de corte de suministro.
- Terremoto 2007 (Tocopilla):
 - ✓ Generó un apagón que duró unas 10 horas. Se registraron roturas de equipos.
 - ✓ La recuperación de la demanda duró unos 3 días.
 - ✓ Una réplica generó un nuevo apagón que averió una máquina, si bien los daños se consideraron como menores.
- Terremoto 2010: No afectó al suministro eléctrico en la zona norte del país. Sin embargo el tsunami sí afectó a la central de Bocamina, en la región de BíoBio.

Además, de acuerdo al informe de Fundación Mapfre (2012), tras este terremoto el sector de la generación perdió 4.126 MW de potencia en el momento del terremoto. Además quedaron 600 MW de capacidad fuera de servicio. En transmisión y distribución de energía, los principales daños se produjeron por la caída de torres y postes. La región de BíoBío fue la más afectada dentro del sector.

- Terremoto 2014: Se registraron daños a cables y postes, si bien el suministro no se suspendió.

Como dato complementario cabe añadir que la aparente buena resiliencia del sector eléctrico en el país quedará prácticamente consolidada para todo el territorio a partir de 2018, cuando está previsto se finalice la interconexión Norte-Sur de los sistemas independientes de suministro existentes, lo que incrementará significativamente la seguridad de suministro.

Finalmente, procede igualmente destacar para este sector que al tratarse de instalaciones de propiedad privada los daños y pérdidas directos e indirectos están asegurados, lo que matiza significativamente el nivel de riesgo real para el sector. En conclusión, se puede indicar que en términos generales parece se trata de un sector relativamente resiliente.

3.2.3 Sector Portuario

Los datos referidos al sector portuario han sido aportados por la Cámara Marítima y Portuaria de Chile A.G. (CAMPORT) y el Sistema Empresa Pública (SEP). Nuevamente aquí la imagen global obtenida es la de un sector relativamente resiliente, provisto de coberturas de seguro desde hace décadas y del que igualmente resulta complicado obtener datos cuantitativos que permitan realizar un análisis más solvente del sector en relación a los riesgos naturales a los que está expuesto.

En general se constatan pocos incidentes con daños graves. Como datos relevantes se pueden mencionar los siguientes casos:

- Terremoto de San Antonio en 1985: Se derrumbó el molo de abrigo y su reconstrucción ha durado unos 30 años. Se trata posiblemente del mayor daño sufrido por una instalación portuaria en la historia de Chile.
- Tsunami de 2015: El puerto de Coquimbo quedó parcialmente colmatado debido al sedimento movilizado y depositado por la ola del tsunami. El daño consistió en una infrautilización temporal del puerto, de unos seis meses, más el coste del dragado. Sin embargo, las descargas de mineral se pudieron desviar a otros puertos (Valparaíso, etc.). Por tanto, los daños reales consistieron en el acondicionamiento de la dársena y los costes indirectos de transportes de cargas desviados.

Tal como se ha indicado anteriormente, el grado de resiliencia alcanzado por este sector se basa en los siguientes hechos:

- A partir del terremoto de 1985 empieza a cambiar la percepción de necesidad de gestión de riesgos en el sector, por lo que a lo largo de la primera mitad de los años 90 del siglo pasado se cierran las primeras pólizas de seguro, de tal forma que los daños sufridos por el puerto de Antofagasta durante el terremoto de 1995 ya estaban cubiertos y el riesgo por tanto mitigado. Más adelante, cuando los seguros empezaron a encarecerse, el SEP ideó la estrategia de negociación directa de pólizas con el sector reasegurador, seguido de un concurso de pólizas a las aseguradoras locales, lo que se ha demostrado como una garantía de control de los sobrecostes asociados a esta transferencia de riesgo.
- Las infraestructuras portuarias se construyen actualmente de acuerdo a unos códigos constructivos muy rigurosos, llegando incluso a considerarse excesivamente exigentes dentro del sector, lo que puede derivar en un encarecimiento de los proyectos.
- La adjudicación de concesiones conlleva automáticamente el equipamiento de estas con medidas constructivas de mejora de resiliencia, por ejemplo la ampliación de los diques de atraque, lo que garantiza el mantenimiento de un alto nivel de resiliencia de la red portuaria.

En cuanto a los daños que hayan podido sufrir las embarcaciones que en el momento del desastre se encontrasen dentro de algún puerto, parece que en el caso de Chile, estos daños se han centrado en embarcaciones de menor tamaño, incluyendo las pesqueras, que no pudieron salir de los puertos afectados ante el acercamiento de la ola del tsunami de 2010. Sin embargo, no se dispone de datos concretos sobre estos daños, salvo la estimación de los daños sectoriales realizada en su día por el Gobierno de Chile en la que se incluía a la pesca como un sector afectado y recogido en las estadísticas.

En conclusión, se puede indicar por tanto que al igual que en el caso de los otros sectores evaluados, parece se trata de un sector relativamente bien organizado y resiliente en relación a los desastres naturales, que además apostó ya hace décadas por la transferencia del riesgo como parte de sus políticas de gestión, lo que garantiza actuaciones ágiles de reparación para el caso pudiese volver a repetirse en el futuro un caso de daño de la magnitud de los casos históricos referidos de 1985 y 2015.

4. CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS DE RECUPERACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN

4.1 Marco conceptual

Las actuaciones que se realizan tras un desastre natural se suelen agrupar en tres categorías o fases, de emergencia, recuperación y reconstrucción. Ahora bien, frecuentemente, las diferencias entre estos tres grupos de actuación no están claras o se manejan de forma confusa tanto en la bibliografía como por los diferentes actores intervinientes. Por esta razón se considera procedente comentar brevemente el tipo de acción englobado dentro de cada categoría, previo a profundizar en la caracterización económica y social de los procesos de recuperación y reconstrucción en Chile.

De acuerdo a la terminología definida por la UNISDR¹⁸ (2009), las definiciones de las actuaciones de emergencia (respuesta) y recuperación son:

- **Respuesta:** El suministro de emergencia y de asistencia pública durante o inmediatamente después de la ocurrencia de un desastre, con el propósito de salvar vidas, reducir los impactos a la salud, velar por la seguridad pública y satisfacer las necesidades básicas de subsistencia de la población afectada.

UNISDR añade que la respuesta ante un desastre se centra predominantemente en las necesidades a corto plazo y algunas veces se le denomina “ayuda ante un desastre”. No está bien definida la división entre esta etapa de respuesta y la consiguiente fase de recuperación. Algunas acciones de respuesta, tales como el suministro de agua y de vivienda temporal, bien podrían ampliarse hasta la etapa de recuperación.

- **Recuperación:** La restauración y el mejoramiento, cuando sea necesario, de los planteles, instalaciones, medios de sustento y condiciones de vida de las comunidades afectadas por los desastres, lo que incluye esfuerzos para reducir los factores del riesgo de desastres.

Esta definición se complementa indicando que las tareas de rehabilitación y reconstrucción dentro del proceso de recuperación comienzan inmediatamente después de que ha finalizado la fase de emergencia y deben basarse en estrategias y políticas preexistentes que faciliten el establecimiento de responsabilidades institucionales claras y permitan la participación pública. Los programas de recuperación, conjuntamente con un mayor grado de concienciación y de participación pública tras un desastre, representan una valiosa oportunidad para desarrollar y ejecutar medidas para reducir el riesgo de desastres y aplicar el principio de “reconstruir mejor”.

¹⁸ UNISDR – Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas

El documento no incluye una definición específica para la fase de reconstrucción, si bien del comentario complementario presentado se puede deducir que este organismo internacional asocia esta fase dentro de la recuperación. Por otro lado, el matiz que se añade a la fase de respuesta, en la medida que esta puede solaparse con la recuperación, muestra de alguna manera la dificultad de considerar cada fase como un cajón independiente de las demás.

Por su parte, ONEMI (2002), confirma la hipótesis respecto a la inclusión de la fase de reconstrucción dentro de la recuperación, la cual se complementa con una fase de rehabilitación. El documento aporta las siguientes definiciones y ejemplos de acciones para cada fase de actuación:

- **Respuesta:** Corresponde a las actividades propias de atención ante un evento destructivo y se llevan a cabo inmediatamente de ocurrido el evento. Tienen por objetivo salvar vidas, reducir el impacto en la comunidad afectada y disminuir pérdidas. (Ejemplos: búsqueda y rescate, asistencia médica, evacuación, alojamiento temporal, suministro de alimentos y abrigo).
- **Recuperación:** Corresponde a las actividades posteriores al evento destructivo que tienen por objetivo volver al estado de desarrollo previo y, más aún, intentan superar ese nivel. Considera las etapas de Rehabilitación y Reconstrucción.
 - ✓ **Rehabilitación:** corresponde al período de transición comprendido entre la culminación de las acciones de respuesta y el inicio de las acciones de reconstrucción. La Rehabilitación consiste en la recuperación, en el corto plazo, de los servicios básicos e inicio de la reparación del daño físico, social y económico. (Por ejemplo: restablecimiento del servicio de agua potable, de la energía eléctrica o el despeje de caminos).
 - ✓ **Reconstrucción:** consiste en la reparación y/o reemplazo, a mediano y largo plazo, de la infraestructura dañada y, en la restauración y/o perfeccionamiento de los sistemas de producción. (Ejemplos: Construcción de viviendas y edificios públicos; reparación de carreteras y aeropuertos; reforestación; recuperación agrícola; pavimentación de carreteras; ordenamiento territorial).

Desde un punto de vista más amplio y estratégico el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2011) profundiza y detalla el proceso de planificación de actuación post desastre definiendo los objetivos para la planificación de la recuperación que en resumen vienen a incidir en un enfoque orientado hacia la mejora general de la gestión de los riesgos naturales por parte de la administración, así como en el reforzamiento de la resiliencia de la comunidad. Buena parte de las acciones descritas dentro de cada fase de actuación consisten en la toma de decisiones administrativas que constituyen el cuadro legal dentro del cual los distintos organismos administrativos, a nivel nacional, regional o comunal, pueden y deben actuar.

A partir de este contexto de definiciones, se presenta a continuación el resultado del ejercicio de caracterización económica y social realizado para Chile, que se basa en la interpretación, principalmente cualitativa, de los limitados datos encontrados relativos a este campo. Por un lado, las series de datos cuantitativos detectadas son cortas y poco detalladas. Por otro lado, si bien se han revisado varios planes de reconstrucción, aparentemente sólidos y detallados, resulta complejo valorar en qué medida los informes críticos con las actuaciones de la administración tras varios desastres, por ejemplo relativos al terremoto de 2010, reflejan una valoración objetiva de los procesos de emergencia y recuperación ejecutados. Un ejemplo de estas visiones críticas respecto a la respuesta institucional chilena al terremoto de 2010 se refleja en la publicación de Moraga (2012). El diagnóstico establecido en este documento respecto al proceso es bastante negativo.

El análisis de estos procesos se estructura tanto para su vertiente económica como social en dos fases. Primero se describen y valoran los datos recopilados a nivel nacional, y a continuación se describe la actuación documentada del terremoto de 2010 como referencia reciente de especial relevancia, entendida esta como ilustrativa de la práctica de actuación vigente en Chile y, además, extrapolable a eventos menores. Finalmente, de acuerdo a los datos presentados se realiza una valoración cualitativa respecto a la capacidad percibida de Chile en relación a la gestión de los desastres naturales que el país sufre periódicamente.

4.2 Caracterización económica

4.2.1 Gastos en actuaciones de emergencia documentados por ONEMI

ONEMI inició a partir de 2011 un nuevo registro sistemático de las solicitudes de servicios y ayuda de emergencia de distinta índole que gestiona a lo largo del año. Se ha realizado un filtrado de la información recibida relativa a las amenazas consideradas en este estudio. El resultado de la agregación se presenta a continuación en la [Tabla 14](#). Procede indicar que no se trata de gastos fiscalizados, sino de las solicitudes de apoyo y ayuda en emergencias que ONEMI, de acuerdo al protocolo de actuación establecido, registra a lo largo del año. Posteriormente, de acuerdo al número de actores que intervienen en estos eventos en Chile, nacionales, regionales, comunitarios, etc., es posible que el gasto sea asumido por otro organismo, que el coste de la partida resulte más económico o que incluso no termine por ejecutarse. Es decir, no se trata de gastos confirmados. No obstante, el registro sí proporciona una idea del volumen económico que a grandes rasgos se movilizan en el país en actuaciones de emergencia a lo largo del año. Obviamente no contemplan los gastos operativos de la propia ONEMI o de los equipos de intervención.

Tabla 14 – Solicitudes de gasto en emergencia registrados por ONEMI (2011-Sept. 2016)

GASTOS EMERGENCIAS ONEMI 2011- Sept. 2016						
SOLICITUDES DE GASTO REGISTRADAS POR ONEMI (USD 2016)						
	Año					
AMENAZA	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Terremoto	1.712.908	2.031	0		753.976	2.079.057
Tsunami	223.572	0	0		4.584	0
Vulcanismo	1.049.516	364.422	1.068.133	46.574	2.499.913	90.026
Deslizamiento	3.243	2.031	58.100	0	0	0
Inundación (Frente Frontal)	556.101	3.019.975	995.929	1.231.530	31.646.398	544.831
Sequía	6.431.350	13.036.133	30.131.719	36.079.838	52.710.591	29.723.471
Incendios Forestales	2.293.477	5.887.416	3.820.979	13.650.115	29.786.657	10.642.356
TOTAL	12.270.166	22.312.008	36.074.861	51.008.057	117.402.118	43.079.740

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos ONEMI

De esta tabla se deduce que desde el 2011 ONEMI ha tenido que atender asistencias de emergencia por valor de unos 280 millones de dólares, coincidiendo el año de mayor gasto con el pasado año 2015 cuando se invirtieron unos 117 millones de dólares. Por otro lado, se observa que en estos cinco años la sequía ha resultado sistemáticamente la amenaza con mayor importe de actuaciones alcanzando los 52 millones de dólares igualmente el pasado año. Respecto a esta amenaza, prácticamente el 100% de los servicios demandados consisten en el suministro de agua mediante camiones aljibe e instalaciones de almacenamiento para comunidades. De acuerdo a los datos de 2016 esta tendencia se mantiene si bien parece que la intensidad del evento empieza a remitir.

El Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR) ha elaborado un documento que describe los efectos de esta sequía (CR2, 2015). En este documento se indica que desde el año 2010 el territorio comprendido entre Coquimbo y la Araucanía ha experimentado un déficit de precipitaciones cercano al 30%. El evento se ha clasificado como una “megasequía” debido a su persistencia temporal y extensión espacial, las cuales no tienen análogos en el último milenio de acuerdo a las reconstrucciones climáticas en base al crecimiento de anillos de árboles. Al menos un 25% del déficit hídrico se atribuye al cambio climático, lo que igualmente diferencia a este evento de otros importantes del último siglo, tales como los de los años 1925, 1968 y 1989. En este documento se describe, junto a los suministros de agua potable, a los subsidios agrícolas como parte importante de las medidas de mitigación ante los efectos de la sequía que el país dispone, si bien estos tienen otros cauces de tramitación fuera de ONEMI.

4.2.2 Datos cuantitativos generales de reconstrucción

De forma similar a lo ocurrido con otras áreas de la gestión de riesgos naturales en Chile, en este campo parece que el terremoto del 2010 abre una nueva etapa de concienciación nacional respecto al estado en aquel momento de la gestión de riesgos naturales en el país, así como del registro más sistemático de diversos parámetros, razón por la que quizás el propio Ministerio de Hacienda presenta el desglose de inversión en proyectos de emergencia y reconstrucción en el Proyecto de Ley de Presupuestos 2016 con el desglose de lo invertido desde aquel año (Tabla 15). El cuadro no incluye el desglose entre gastos de emergencia, recuperación y reconstrucción de tal forma que se presenta aquí a título orientativo de los costes fiscalizados por el Ministerio de Hacienda que el país viene gastando en los últimos años en relación a los mayores desastres sufridos.

Tabla 15 – Gastos para emergencia y reconstrucción invertidos en Chile (2010-2016)

GASTOS PARA EMERGENCIA Y RECONSTRUCCIÓN 2010-2016							
(Millones de \$2016)							
Año	Terremoto 27 Febrero 2010	Terremoto Zona Norte 2014	Incendio Valparaíso 2014	Aluviones 2015	Actividad Volcánica*	Terremoto Coquimbo 2015**	Total
2010	817.830						817.830
2011	803.443						803.443
2012	906.835						906.835
2013	646.994						646.994
2014	285.841	40.642	26.116		326		352.925
2015(p)	132.634	85.378	46.864	180.772	5.551	28.955	480.154
2016 (e)	79.654	86.429	36.432	89.239	1.279	29.672	322.705
TOTAL	3.673.231	212.449	109.412	270.011	7.156	58.627	4.330.886

*Incluye Erupciones Calbuco y Villarica

**En el proyecto de 2016 sólo se incluye información de reconstrucción derivada del terremoto del 16 de septiembre de 2015 en el Ministerio de Vivienda. Además se considera en 2015 una primera estimación de los gastos de emergencia derivados del mismo terremoto

(e) Estimado

(p) Proyecto de Ley de Presupuestos 2016

Fuente: Ministerio de Hacienda (2016)

De acuerdo a esta tabla, desde 2010 se habrían invertido unos 4.300.000 millones de pesos en estos procesos, equivalentes a unos 6.300 millones de dólares. Con diferencia, la mayor parte de la inversión ha ido destinada a la recuperación de los daños causados por el terremoto de 2010. En palabras del Ministerio, los recursos contemplados para las obras de reconstrucción se destinan principalmente a la entrega de soluciones habitacionales, reparación de caminos e infraestructura pública, como liceos y hospitales. Además, el presupuesto destinado contempla limpieza de

escombros, reparación de caminos, entrega de subsidios a los damnificados y recuperación de edificios históricos y caletas de pescadores, entre otros.

En relación al terremoto de 2010, cabe añadir a los aproximadamente 5.400 millones de dólares invertidos hasta la fecha por el estado, la cantidad de unos 1.250 millones de dólares financiados por parte del sector asegurador en proyectos de reparación y reconstrucción de edificios como parte de los aproximadamente 7.500 millones de dólares que el sector abonó por el conjunto de daños directos e indirectos asegurados en aquel momento.

Evidentemente, el contenido de la anterior tabla no permite entrar en una evaluación detallada de las distintas partidas, pero deducimos de lo descrito que sí incluirían los gastos en emergencias que ONEMI gestiona anualmente y fiscaliza en sus propios registros (véase la Tabla 14, anterior apartado). De acuerdo con los datos proporcionados por este organismo, entre 2011 y septiembre de 2016 se habrían gastado del orden de 280 millones de dólares en las contingencias de emergencia asociadas a los distintos desastres naturales ocurridos. Sin embargo, el orden de magnitud de estos gastos está muy por debajo de la inversión en reconstrucción llevada a cabo anualmente.

Tal como se ha indicado, buena parte de los importes reportados por Hacienda está asociada a la inversión en la recuperación de vivienda. La fuente más ilustrativa relativa a esta actividad y su evolución son los reportes de avance de planes de reconstrucción que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo¹⁹ (MINVU) presenta en su página web (MINVU 2016a a 2016i). Concretamente se presentan datos para los mismos eventos desastrosos ocurridos desde 2010 lo que facilita la correlación entre estos datos y los montos anteriormente referidos del Ministerio de Hacienda. En la Tabla 16 se presenta un resumen de la relación de expedientes de reconstrucción gestionados para cada evento, lo que permite evaluar el progreso de cada plan de reconstrucción. No se presentan cantidades monetarias invertidas lo que impide una comparación más provechosa con los datos de Hacienda, pero sí un desglose de las distintas categorías de actuación subvencionadas, tal como construcción, reparación o adquisición.

Tabla 16 – Estado de ejecución de los planes de reconstrucción por parte del MINVU 2010-2016

Estado de ejecución de los planes de reconstrucción por parte del MINVU 2010-2016 (Actualizado a 31 de octubre de 2016)								
Evento	Familias por atender	Subsidios Asignados	Subsidios Renunciados (1)	Subsidios Vigentes (2)	Subsidios Vigentes			% de Cumplimiento
					Ejecutados (3)	En ejecución (4)	Sin inicio (5)	
Terremoto 27 Febrero 2010	265.000*	240.658	15.509	225.149	221.520	3.323	306	98,4%

¹⁹ <http://www.minvu.cl/>

Estado de ejecución de los planes de reconstrucción por parte del MINVU 2010-2016 (Actualizado a 31 de octubre de 2016)									
Evento		Familias por atender	Subsidios Asignados	Subsidios Renunciados (1)	Subsidios Vigentes (2)	Subsidios Vigentes			% de Cumplimiento
						Ejecutados (3)	En ejecución (4)	Sin inicio (5)	
Terremoto Zona Norte 2014	Arica y Parinacota	2.017	2.017	64	1.953	774	992	187	39,6%
	Tarapacá	12.753	12.726	355	12.371	4.573	5804	1.994	37,0%
Incendio Valparaíso 2014		2.998	2.998	0	2.998	1.268	1338	392	42,3%
Aluviones 2015	Inundaciones Antofagasta	1.254	1.257	50	1.207	952	152	103	78,9%
	Aluviones Atacama	7.745	7.764	277	7.487	5.134	981	1.372	68,6%
	Aluvión Tocopilla	174	178	7	171	128	8	35	74,9%
Erupción Volcán Calbuco 2015		592	590	13	577	544	7	26	94,3%
Terremoto Coquimbo 2015		9.038	4.948	1	4.947	1.817	683	2.447	36,7%

* Dato provisional extraído del Plan de Reconstrucción del Gobierno de Chile de fecha 27 de agosto de 2010

1. Son subsidios asignados que las familias han desistido de aplicar, han caducado por no aplicación o factibilidad
2. Son los subsidios asignados descontados los subsidios renunciados. Corresponden a los subsidios que efectivamente se van a ejecutar
3. Son los subsidios de reparación y construcción de viviendas que han terminado obras, y aquellos de adquisición que están totalmente pagados
4. Son los subsidios de reparación y construcción de viviendas que han iniciado obras y no han terminado, o de adquisición que no han sido pagados
5. Son los subsidios de reparación y construcción de viviendas que no han iniciado obras

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos MINVU (MINVU 2016a a 2016i)

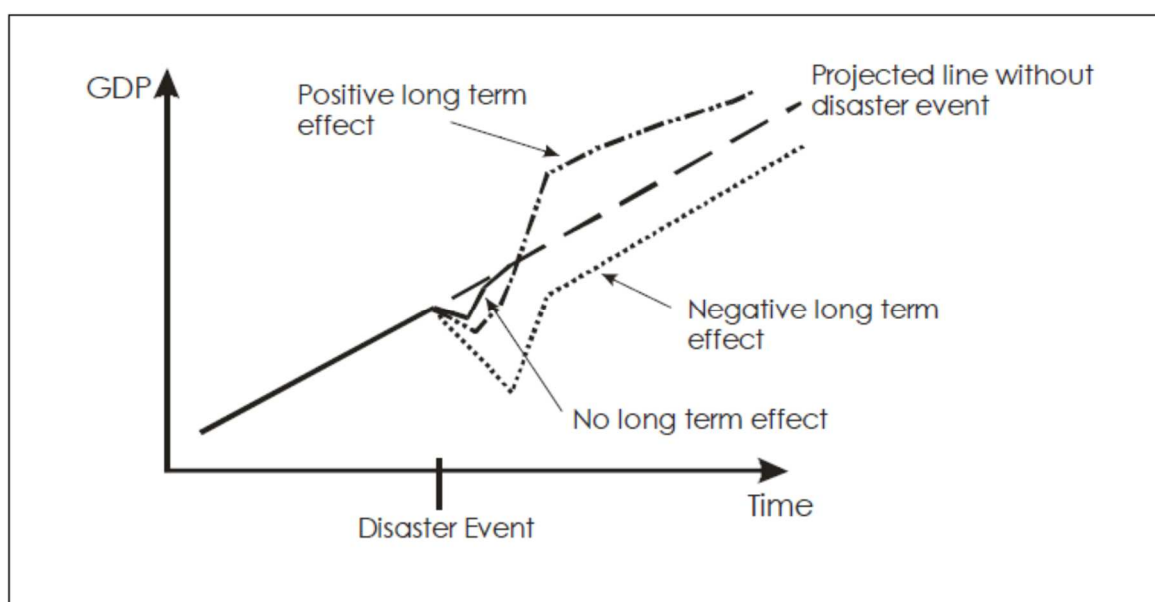
En relación al avance de los distintos planes llama por un lado la atención que seis años y medio después del terremoto de 2010 aún quede una mínima parte de los expedientes por finalizar, así como que incluso algunos de estos aún ni tan siquiera hayan iniciado las obras. Por otro lado, se observa un contraste entre la ejecución de los planes de los terremotos de 2014 y 2015, junto al del incendio de Valparaíso, cuyos cumplimientos aún se encuentran por debajo del 50%, frente a los expedientes de las inundaciones, aluviones en la región de Antofagasta y la erupción del Volcán Calbuco que en todos los casos superan el 65% de cumplimiento. Esta diferencia quizás puede deberse al grado de daños estructurales que generan las distintas amenazas, lo que puede conllevar un mayor grado de reconstrucciones completas en unos eventos frente a otros.

Por otro lado, igualmente resulta complejo evaluar la relación entre daños cuantificados e inversión de reconstrucción realizada, entre otras cosas porque los procesos de reconstrucción por un lado no buscan restituir absolutamente cada desperfecto, pero por otro, debido a que de acuerdo al conocimiento y práctica actual en materia de ordenación territorial planificada, parece lógico que, según los objetivos vigentes para los proyectos de recuperación y reconstrucción comentados en el apartado anterior, un gobierno establezca planes de reubicación de poblaciones vulnerables en zonas más seguras y mediante proyectos de ordenación territorial sostenibles y arquitectura

resiliente cuyos costes de ejecución probablemente sean superiores a los que supondría la restitución directa de la población e inmuebles dañados, especialmente cuando se trate de viviendas precarias.

Desde un punto de vista macroeconómico procede plantearse el impacto que los desastres naturales ocasionan para la economía de los países, teniendo en cuenta que el enfoque clásico ha sido el de que los daños generados directamente afectaban al desarrollo económico del país y por consiguiente al producto interior bruto del año de ocurrencia y posiblemente a los siguientes. Sin embargo, de acuerdo a autores más recientes (Hochrainer, S., 2009), en los últimos años se ha creado otro flujo de pensamiento que considera que los desastres naturales no afectan negativamente al PIB y en todo caso lo pueden incrementar. La siguiente Figura 8 refleja ambas visiones.

Figura 8 – Posibles trayectorias para el PIB tras un desastre natural



Fuente: Hochrainer, 2009

Si bien parece ser que la evolución económica de un país tras un desastre importante depende de múltiples factores, por lo que no resulta tan sencillo definirse por una de las dos visiones, parece que la evolución negativa es más probable en los casos de países con rentas per cápita más bajas, mientras que en aquellos con rentas medias y altas existen indicadores como el capital humano que de alguna manera compensan los efectos negativos generados por la pérdida de activos.

Si valoramos el caso del terremoto ocurrido en 2010 en Chile desde este mismo enfoque macroeconómico, observamos un significativo crecimiento económico en el transcurso del segundo al cuarto trimestre del año, tras la catástrofe acontecida en febrero de aquel año, con un máximo en

el primer trimestre de 2011. Los datos numéricos de PIB trimestral entre finales de 2009 y mediados de 2011 se presentan en la siguiente Tabla 17.

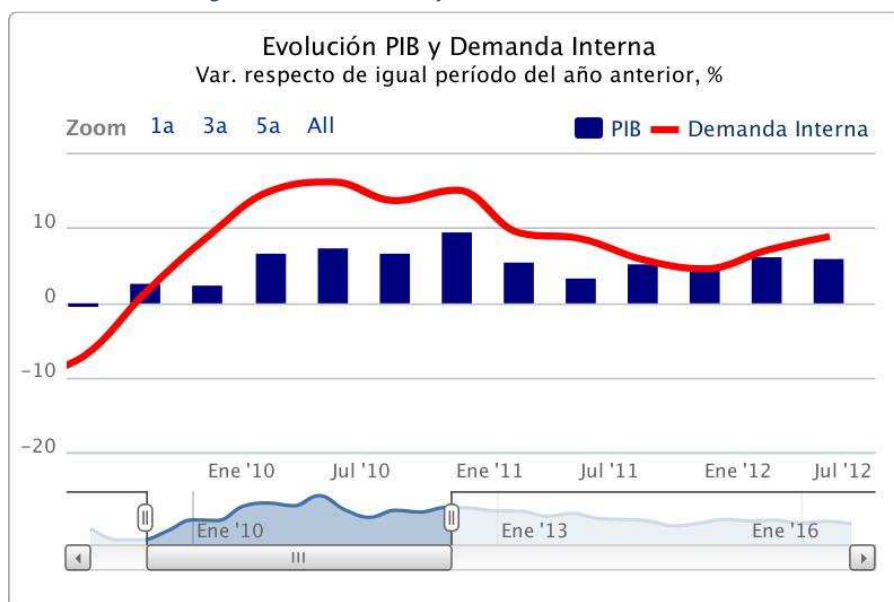
Tabla 17 – Evolución del PIB y Demanda Interna en Chile (Oct. 2009 – Jun. 2011)

EVOLUCIÓN PIB Y DEMANDA INTERNA CHILE (Oct. 2009 - Jun. 2011)							
Variación respecto del mismo periodo del año anterior (%)							
Trimestre	IV 2009	I 2010	II 2010	III 2010	IV 2010	I 2011	II 2011
PIB	2,6	2,4	6,5	7,4	6,6	9,5	5,5
Demanda Interna	1,5	8,9	14,9	16,1	13,6	15,0	9,3

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos de la Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA)²⁰

En la siguiente Figura 9 se puede apreciar esta evolución gráficamente, junto a los datos del año posterior.

Figura 9 – Evolución PIB y Demanda Interna año 2010



Fuente: SOFOFA

Si bien, el estudio bibliográfico demuestra que no procede realizar análisis simplistas en esta materia, principalmente debido al gran número de indicadores económicos implicados, teniendo en cuenta la intensidad del terremoto ocurrido aquel año así como sus consecuencias, sí parece poderse concluir que este evento macroeconómicamente no tuvo un gran efecto negativo sobre la evolución económica del país y, en todo caso, de haber existido alguno, este pudo ser positivo. Se desconoce la medida en que este efecto puede haber estado condicionado por el nivel económico

²⁰ <http://web.sofofa.cl/informacion-economica/indicadores-economicos/estructura-de-la-industria/pib-y-gasto/>

y de desarrollo humano y técnico de Chile, tal como sugiere el artículo anteriormente mencionado (Hochrainer, S., 2009).

Consecuentemente con este análisis, se cree poder anticipar que los efectos de los desastres naturales ocurridos en los años posteriores, los cuales han tenido una intensidad y efectos menores, al menos macroeconómicamente no habrán perjudicado al país de forma significativa.

4.2.3 Terremoto del 2010 – Caso específico

Quizás la mejor imagen global relativa a este tipo de procesos en Chile, al tratarse del mayor desastre ocurrido en el país en términos de daños contabilizados, sea este mismo terremoto del 2010 cuyos efectos, actuaciones de emergencia y recuperación, así como el detalle y planificación de la necesaria reconstrucción, se describen en el Plan de reconstrucción Terremoto y Maremoto del 27 de febrero de 2010 publicado por el Gobierno de Chile en agosto de 2010 (GdC, 2010). Partiendo del análisis y actuaciones descritos en el resumen ejecutivo de este documento se puede establecer por un lado la capacidad que el país tiene para afrontar desastres incluso de este nivel de intensidad y destrucción y, por otro, realizar proyecciones a recientes²¹ planes de emergencia y recuperación similares pero de menor cuantía asociados a eventos de inferior dimensión, de los que, si bien mayoritariamente no se ha tenido acceso a los respectivos planes, se puede presuponer hayan recibido una respuesta similar y proporcional a las consecuencias constatadas. Los desastres menores al terremoto de 2010 más representativos en los que podemos pensar se reflejan concretamente en la [Tabla 15](#) presentada anteriormente.

El detalle del documento mencionado excede el alcance y objetivo del presente estudio, por el sinfín de datos aportados, si bien a título ilustrativo se pueden destacar las siguientes fases de análisis y descripción del proceso de actuación.

Diagnóstico de Daños

De acuerdo al documento mencionado, los daños ocasionados por el terremoto y posterior tsunami fueron los siguientes ([Tabla 18](#)):

Tabla 18 – Resumen de daños registrados en el terremoto de 2010

Resumen de daños registrados en el terremoto de 2010	
	Nº víctimas / daños
Humano (Víctimas)	521 víctimas; 56 presuntas desgracias

²¹ Parece evidente que los procedimientos y capacidades de actuación de Chile habrán evolucionado con su propio desarrollo económico y social de los últimos decenios, de tal forma que no se puede proyectar el plan de reconstrucción de 2010 a desastres históricos de cualquier época.

Resumen de daños registrados en el terremoto de 2010	
	Nº víctimas / daños
Viviendas	370.000 viviendas destruidas o dañadas (11% del total de la zona afectada, con concentraciones de hasta el 70% en algunas localidades)
Sanitario	• 133 hospitales dañados (71% de la red hospitalaria total) • 4.249 camas perdidas sobre 19.439 existentes en la zona afectada, así como 167 de 439 pabellones
Educación	6.168 unidades dañadas sobre las 8.326 (más de dos millones de alumnos)
Infraestructuras	211 puentes destruidos o dañados
Poblaciones	Más de 900 pueblos y comunidades rurales y costeras afectadas, equivalente a 100 veces los daños producidos en los terremotos de Chaitén y Tocopilla
USD	29.663 millones de dólares en daños estimados, equivalente al 18% del PIB del año 2009

Fuente: Gobierno de Chile (GdC, 2010)

Emergencia inmediata

Se puede concluir que la intensidad del terremoto y la dimensión de la zona de afección así como los daños generados, prácticamente colapsaron, y en cierta medida, paralizaron el país. De forma inmediata, tanto la población en zonas afectadas como el personal de los organismos asignados, ONEMI, etc., apoyados por Carabineros, bomberos y autoridades regionales iniciaron operaciones de rescate de familiares entre los escombros. Se produjeron varios atentados al orden público y a la propiedad privada en las zonas afectadas. Ante esta situación, el 28 de febrero, el gobierno decretó el toque de queda en las regiones de Maule y Biobío con un despliegue de más de 11.000 militares.

Organización de la respuesta de emergencia y la reconstrucción

Entre el 27 de febrero, por parte del gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet, y marzo, cuando asume la Presidencia de la República S.E. el Presidente Sebastián Piñera, se toman medidas legales y administrativas que permitieron el restablecimiento del orden público. Además, de acuerdo al texto, igualmente a partir del 11 de marzo se delinearon las etapas de emergencia y reconstrucción para enfrentar la catástrofe, asumiendo que existía la oportunidad de reconstruir el país con mejores estándares tanto físicos como de operación, de cara a las necesidades del Chile futuro. Se constituyeron el Comité de emergencia y el Comité Interministerial para la reconstrucción, siendo los objetivos del primero los siguientes:

- Abordar la emergencia ciudadana inmediata, apoyando y ayudando a los afectados así como restableciendo el orden público y garantizando el abastecimiento de servicios básicos como el agua potable, electricidad y alimentos.

- Enfrentar la emergencia de invierno en materia de viviendas, educación, salud e infraestructura. También en los sectores productivos afectados por la catástrofe.

La tarea del Comité de Reconstrucción se orientó hacia la centralización del catastro de daños y la definición de las necesidades y prioridades legales necesarias para orientar el proceso de reconstrucción.

El resultado de estas acciones se materializó en un primer paquete de medidas financiado mediante un plan de austeridad fiscal que contempló reasignaciones presupuestarias que alcanzaron los 700 millones de dólares dedicados, entre otros, a la puesta a disposición de viviendas de emergencia, habilitación de salas de clases de emergencia en escuelas, planes especiales de apoyo a la salud, etc. Además, se consideraron inversiones en recuperación de infraestructura crítica para reponer la conectividad de caminos y puentes, puertos, bordes costeros, así como un sistema de agua potable rural.

El rol de la sociedad civil

La sociedad civil tuvo igualmente un papel importante en el proceso de emergencia y recuperación, siendo referidos, entre otros, las acciones y el voluntariado de:

- Un Techo Para Chile;
- Guías y Scouts de Chile; y
- Confederación de Estudiantes de Chile.

Se concluye destacando el espíritu de país solidario que se desprende de esta aportación civil.

Papel de las Fuerzas Armadas

Se describe la colaboración de las Fuerzas Armadas en los ámbitos generales de la emergencia, como la construcción de viviendas de emergencia, la transitabilidad, apoyo en salud y remoción de escombros, entre otros. Esta colaboración se concretó mediante la creación de la Fuerza de Apoyo Humanitario que llegó a tener desplegados hasta algo más de 5.000 personas.

Plan de Reconstrucción

El 16 de abril de 2010, el Presidente Sebastián Piñera anunció el Plan de Reconstrucción que se desarrollaría durante los cuatro años de su mandato. Este plan constituyó el núcleo de la tercera y definitiva etapa de mitigación de los efectos del terremoto y sus objetivos fueron que en 2014 se hubiera alcanzado la recuperación de todos los sectores afectados por el desastre. Los tres grandes ejes de acción del plan fueron los siguientes:

- a. Reponer y mejorar las construcciones y la infraestructura del país.
- b. Recuperar la capacidad productiva de las zonas afectadas.
- c. Hacer de Chile un país mejor preparado para enfrentar futuras catástrofes.

El desglose de los daños distribuidos entre el sector público y privado se presenta en el siguiente cuadro (Tabla 19).

Tabla 19 – Estimación de daños del terremoto de 2010 en sector público y privado

Estimación de daños distribuidos entre sector público y privado (MM US\$)		
Sector	Público	Privado
Industria, pesca y turismo		5.340
Vivienda	3.258	685
Educación	1.536	1.479
Salud	2.720	
Energía	0,3	1.601
Obras Públicas	1.458	
Empresas públicas	805	
FFAA y de Orden	571	
Agricultura	9	592
Transportes y Telecomunicaciones		523
Otros infraestructura	130	137
Municipalidades	96	
Total pérdida de infraestructura	10.583	10.357

Fuente: Gobierno de Chile (GdC, 2010)

El plan de reconstrucción de infraestructuras de cargo fiscal, es decir público, se estimó en 8.431 millones de dólares, asumiendo ganancias de eficiencia en el proceso estimadas en aproximadamente el 20% de los más de 10.000 millones de dólares de daños públicos. El coste del plan se desglosa en el siguiente cuadro (Tabla 20).

Tabla 20 – Estimación de costos del Plan de Reconstrucción 2010-2014

Estimación de costos del Plan de Reconstrucción 2010-2014 (MM US\$)	
Gastos Corrientes	443
Total Gastos de Capital (Reconstrucción, neto de ganancias de eficiencia)	7.988
- Salud	2.142
- Educación	1.206
- Obras Públicas	1.170
- Vivienda	2.310
- Otros	1.160
Total	8.431

Fuente: Gobierno de Chile (GdC, 2010)

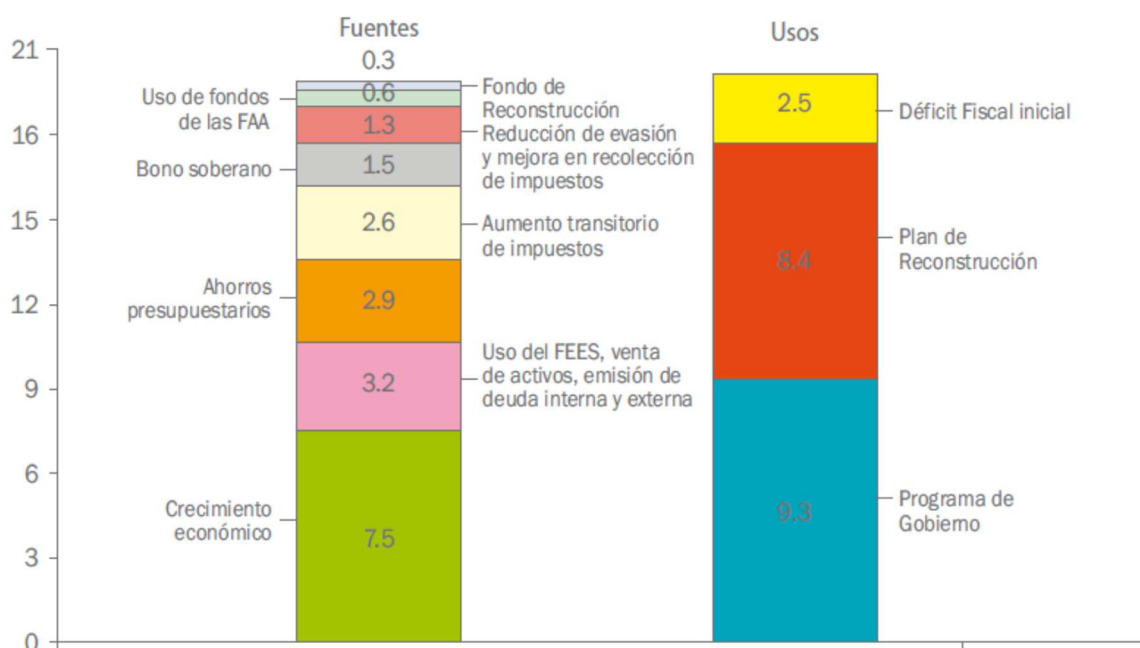
Para el financiamiento de este plan se aprobaron, entre otras, las siguientes fuentes:

- Reasignaciones de presupuesto y ahorro por austeridad.

- Cambios legales destinados al aumento de la recaudación.
- Aumento de la recaudación tributaria debido a la menor evasión.
- Aumento de la recaudación tributaria debido al crecimiento económico y alto precio del cobre.
- Ley N° 20.444 que crea el Fondo Nacional de la Reconstrucción y que se publicó el 28 de mayo de 2010.
- Uso del Fondo de la Ley Reservada del Cobre.
- Venta de activos prescindibles, endeudamiento interno y externo, y uso del Fondo de Estabilización Económica y Social, FEES.

El plan de financiamiento se concretó legalmente mediante la aprobación de la Ley de Financiamiento publicada el 31 de julio de 2010 en el Diario Oficial²². Además, se impulsaron otras medidas legales para apoyar el proceso. En la siguiente **Figura 10** se muestran gráficamente la distribución de fondos recaudados y usos dados a estos un año después del terremoto.

Figura 10 – Fuentes y usos de fondos de presupuesto contabilizados en el proceso de recuperación del terremoto de 2010



Fuente: SVS de acuerdo de datos del Ministerio de Hacienda (SVS, 2011)

En este punto cabe comparar los 8.431 millones de dólares previstos en el plan de reconstrucción con el acumulado fiscalizado por el Ministerio de Hacienda hasta el año 2016 (**Tabla 15**) que asciende a unos 5.000 millones de dólares (3.673.231 millones de pesos), es decir,

²² Ley N° 20.455, que modifica diversos cuerpos legales para obtener recursos destinados al financiamiento de la reconstrucción del país.

aproximadamente el 60% de lo inicialmente previsto. Se desconoce la razón de esta diferencia y la medida en que quizás este dato pueda reflejar el grado de posible sobreestimación de daños realizados por el gobierno de Chile en 2010.

Sistema Nacional de Emergencia y Protección Civil

Según indica el documento, tras el terremoto y posterior tsunami quedó de manifiesto la debilidad del sistema nacional de emergencia y protección civil, especialmente de la Oficina Nacional de Emergencia, por lo que el Gobierno puso en marcha un plan de trabajo para fortalecer el sistema. Esta visión ha sido confirmada en las entrevistas mantenidas con varios de los actores públicos. La sensación inicial fue que a pesar de la enorme experiencia histórica del país en este tipo de catástrofes y la aparente buena estructura organizativa del sistema nacional de emergencia y protección civil, la consecuencia inmediata del terremoto fue la pérdida de comunicación entre la sede central de ONEMI y los distintos cuerpos de actuación regionales en las zonas afectadas, de tal forma que se tardó en establecer un diagnóstico del estado de emergencia del conjunto del área afectada, especialmente para las zonas más aisladas. Además, la alerta temprana del tsunami que siguió al terremoto no fue eficaz.

Las principales iniciativas de este plan fueron:

- El fortalecimiento de la Oficina de Emergencia; y
- La elaboración de un proyecto de ley que creó el Sistema Nacional de Emergencia y Protección Civil.

Reconstrucción en marcha: El Plan de Reconstrucción

El documento finaliza con un capítulo relativo al estado de ejecución del Plan de Reconstrucción a fecha de edición del mismo, agosto de 2010, en el que se detalla el diagnóstico de daños, a nivel regional, así como el estado de avance del proceso, de los sectores: obras públicas, educación, vivienda, salud, energía, bienes nacionales, defensa, justicia y economía.

El nivel de detalle de la información aportada excede el alcance del análisis perseguido para este documento, si bien se puede resumir que según los datos aportados, a fecha de agosto de 2010, el país se encontraba, si no recuperado del desastre, ya en buena medida en funcionamiento.

Conclusión

A grandes rasgos, el plan parece cumplir con los objetivos generales de la guía metodológica del PNUD descrita en el anterior apartado, en el sentido de que el plan de recuperación y reconstrucción ayude a fortalecer la capacidad institucional y ejecutiva del país para afrontar futuros desastres naturales y reducir los riesgos en las zonas afectadas.

4.3 Caracterización social

4.3.1 Análisis general

De las entrevistas realizadas con diversos actores públicos y la bibliografía consultada, se desprende, en términos generales, cierta contradicción en la percepción de la resiliencia y capacidad de recuperación de la propia sociedad chilena, especialmente considerando el elevado índice de eventos catastróficos que sufre el país, así como la intensidad que los mismos llegan a alcanzar.

Lo cierto es que en proporción al número e intensidad de catástrofes naturales que el país ha sufrido, su capacidad de recuperación resulta aparentemente elevada, quizás precisamente por la experiencia adquirida históricamente y concienciación de resistencia de la población, pero igualmente por el nivel de desarrollo y organización de la sociedad Chilena. Como dato cuantitativo puede aportarse en este sentido que la pérdida del PIB registrada en los primeros meses tras el terremoto de 2010 se había recuperado aproximadamente tres meses después, en parte debido al impulso que la propia actividad de recuperación y reconstrucción aportó. Por tanto, en términos cualitativos se podría clasificar a la sociedad chilena como relativamente resiliente y capaz para afrontar los desastres a los que periódicamente está sometida. Esta visión se desprende igualmente del informe de Naciones Unidas (2010) referente a la situación de reducción de riesgo de desastre en Chile, a pesar de las lagunas que igualmente se aprecian en el análisis del cumplimiento de los objetivos del Marco de Acción de Hyogo²³, las cuales empezaron a ser afrontadas a partir de entonces (UNISDR 2011 y 2013).

Por otro lado, la información revisada indica una visión distinta en cuanto a los procesos de reconstrucción y recuperación de vivienda entre la administración y diversos movimientos sociales, como en el caso de Concepción tras el terremoto de 2010. Un estudio publicado por la Universidad de Concepción (Jaramillo, 2013) refleja esta situación. Según el mismo, en 2013, tres años después del terremoto, la reconstrucción en el país solo habría alcanzado el 52% de avance, habiendo, por ejemplo en la Región de Bío-bío aún personas a la espera de una solución habitacional digna. En parte esta conclusión puede coincidir con el hecho reflejado en el anterior apartado en el que se indica que el país aún en 2016 sigue invirtiendo en el proceso de reconstrucción de aquel desastre, pero también es cierto que desde entonces el país ha tenido que repartir sus esfuerzos de recuperación y reconstrucción entre al menos cinco desastres más, considerando solo aquellos eventos recogidos en el cuadro presentado por el Ministerio de Hacienda.

Otros estudios centrados en la evaluación de la vulnerabilidad social de la sociedad chilena (Romero y Vidal, 2015) indican la coincidencia entre los mayores impactos de diversos desastres sobre los

²³ Actualmente sustituido por el Marco de Acción de Sendai.

grupos sociales más débiles, dado que estos suelen habitar las zonas de mayor riesgo, debido a la ausencia una planificación territorial adecuada, la urgencia de necesidades de vivienda que esta parte de la población tiene y la escasa disponibilidad de recursos para atender la demanda. Sin embargo, por otro lado igualmente se destaca que esta mayor vulnerabilidad se combina con un desarrollo histórico de resiliencia comunal, la cual ha ayudado a enfrentar los últimos desastres aumentando así el capital social de las poblaciones. No obstante, se cuestiona si la estructura social generada durante los momentos post-emergencia y de recuperación se mantendrá durante los procesos de reconstrucción.

Otro caso de interés es el que se describe para el plan de relocalización de la población establecido por la administración para Chaitén tras la erupción volcánica que afectó a este pueblo en 2008 (Arteaga et al, 2015). Esta decisión se tomó tras la realización de estudios que indicaron la inseguridad de la ubicación histórica del pueblo. Sin embargo, debido a la presión ejercida por la población, finalmente se optó por repoblar Chaitén en el sector norte de la localidad. Es decir, se trata de un ejemplo que demuestra las dificultades que existen para relocalizar a población vulnerable expuesta a riesgos naturales, más allá de las recomendaciones de buenas prácticas de planificación y concienciación de la población, recogidas en marcos de acción como los de Hyogo y Sendai.

4.3.2 Terremoto del 2010 – Caso específico

Realizando un símil con la estructura de la anterior sección 4.2, igualmente el análisis que aporta el Plan de Reconstrucción del Terremoto y Maremoto del 27 de febrero de 2010 puede servir para evaluar en mayor detalle una parte de las medidas sociales puestas en marcha para aquel evento, las cuales podrían ser extrapolables a lo que probablemente se haya implantado posteriormente para desastres más recientes de menor intensidad.

Para empezar, dentro del apartado de emergencia invernal, el documento indica que a partir del 29 de marzo se inició una segunda etapa de recuperación orientada a enfrentar la afección social más aguda. Para ello se pusieron en marcha una serie de líneas de actuación orientadas a la normalización del sistema escolar, la provisión de un techo y protección para los damnificados, el aseguramiento del acceso a la salud y la creación de 60.000 empleos de reconstrucción, la reparación de carreteras y puentes, y la remoción de escombros de las calles.

El documento presenta en formato tabla un enorme elenco de datos numéricos respecto a los bienes y servicios implementados. Entre estos, los que pueden ser considerados como actuaciones incluidas dentro de la recuperación social estarían los siguientes:

- Suministro de viviendas de emergencia (70.000) con sus respectivos enseres y equipamientos, energéticos, etc.

- Creación de núcleos urbanos (106; 4.500 viviendas) para potenciar el capital y cohesión social en zonas concretas (Programa Aldeas).
- Asignación de unos 14 millones de pesos para la recuperación de las viviendas dañadas de unas 51.000 familias (Programa Manos a la Obra).
- Plan de reactivación de la actividad escolar para más de 2 millones de alumnos mediante distintas modalidades (propio centro escolar, reubicación, soluciones modulares, escuela bus, carpas, etc.).
- Puesta a disposición de un fondo de emergencia (PMU-FIE) con casi 12.000 millones pesos para la recuperación de infraestructura educacional.
- Elaboración de un catastro en materia de infraestructuras dañadas en áreas de mayor urgencia (cerca de 1.700 puntos dañados, entre otros 748 asociados al agua potable, 397 a caminos, 211 a puentes, 88 a accesos, 72 a edificios, encontrándose los mayores daños en las regiones de Biobío y Maule, respectivamente con el 32,5 y 22,4 % del daño total registrado).
- Recuperación de instalaciones sanitarias dañadas, de tal forma que en julio ya se había conseguido tener operativos el 95% de los centros de la zona dañada.

Concretamente, la recuperación de la vivienda perdida o dañada, junto a las posibles consecuencias laborales derivadas de la catástrofe, podría considerarse como uno de los mayores efectos sociales atribuibles a un desastre de estas características.

Si bien el plan de reconstrucción no indica la afección laboral que tuvo el terremoto en su conjunto, ni en magnitud, es decir, número de personas que quedaron desempleadas, ni del periodo que se tardó en recuperar el conjunto de empleos, sí se menciona la intención de contratar a 60.000 damnificados en tareas de reconstrucción. Es decir, el plan contempla al menos este impacto social.

Por otro lado, respecto al sector vivienda y urbanismo, el documento indica que el terremoto y maremoto afectaron a unas 370.000 viviendas con daños de distinta gravedad. De ellas algo más de 81.000 resultaron completamente destruidas, casi 109.000 sufrieron daños mayores y unas 180.000 daños menores. En total se vieron afectados en la macrozona metropolitana del gran Concepción, cinco ciudades con más de 100.000 habitantes, 45 ciudades de unos 5.000 habitantes y más de 900 pueblos y comunidades rurales y costeras.

Para superar esta situación se elaboró un plan que comprendió cerca de 200.000 subsidios excepcionales de reparación y reconstrucción en sitio propio, subsidios para acceder a vivienda nueva en sitio nuevo, o subsidios especiales para viviendas en áreas rurales y patrimoniales para las familias más necesitadas y de clase media vulnerable que se sumaron a los programas ya existentes y en curso en materia de vivienda. En la [Tabla 21](#) se detalla el desglose del tipo de subsidios concedidos.

Tabla 21 – Soluciones e Instrumentos del Plan de Reconstrucción MINVU – Terremoto 2010

Soluciones e Instrumentos del Plan de Reconstrucción MINVU			
Grupo Objetivo	Solución	Instrumento	Cantidad de Subsidios (Und.)
Viviendas Serviu severamente dañadas o destruidas	Construcción de una vivienda nueva en el mismo sitio o en un sitio nuevo, dependiendo de la densidad poblacional del conjunto	FSV / CSR / CNT	20.504
Familias en condición de vulnerabilidad social sin vivienda	Construcción de una vivienda nueva en terrenos nuevos	FSV / CNT	15.000
Ciudades y pueblos costeros afectados por tsunami	Actualización del plan regulador + proyecto urbanístico de la ciudad + entrega de una vivienda en el sitio de la propiedad	FSV / CSR + URB	11.576
Viviendas - mayoritariamente de adobe -severamente dañadas o destruidas	Construcción de una vivienda nueva en el sitio de la propiedad afectada	FSV / CSR	68.958
Viviendas en zonas de interés patrimonial	Reconstrucción o restauración de la vivienda de acuerdo a la arquitectura original	FSV + renovación urbana	2.955
Familias con capacidad de endeudamiento cuyas viviendas hayan sido afectadas por el terremoto	Entrega de un subsidio que permita a las familias ser sujetos de créditos bancarios	DS40	15.000
Viviendas de familias que hayan sufrido daños menores y reparables	Asistencia técnica + Bono de reparación para autoconstrucción	PPPF	61.956
Total			198.680

FSV: Fondo Solidario de Vivienda; CSR: Construcciones en sitio Residente, CNT: Construcción en Nuevos terrenos;
PPF: Programa Protección Patrimonio Familiar; DS40: Decreto Supremo 40

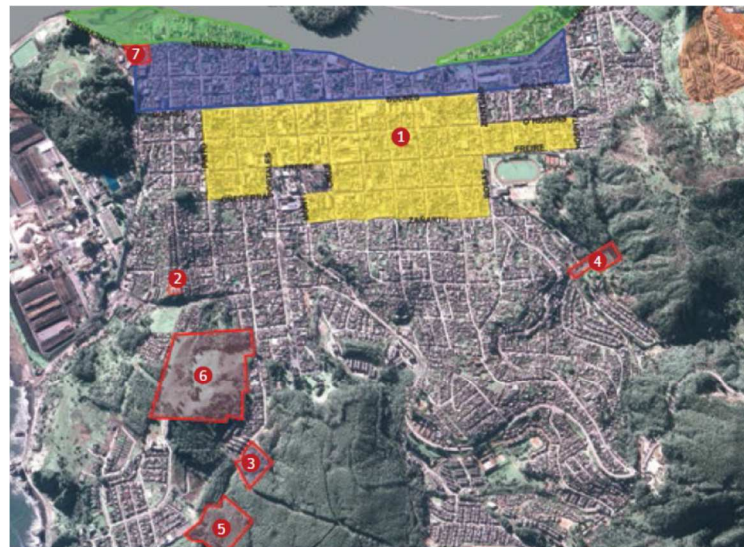
Fuente: Gobierno de Chile (GdC, 2010)

En paralelo con estos subsidios se puso en marcha un plan de acción urbano y territorial orientado a la actualización de los Planes Reguladores en función del riesgo, reponer la vialidad urbana y orientar en forma integral la reconstrucción de los cascos urbanos y localidades severamente destruidas por el terremoto y maremoto, con el objetivo de potenciar su desarrollo y recuperar su identidad.

El resultado de esta acción se resume en el documento “Reconstrucción Urbana Post 27F – Instrumentos de Planificación y Gestión Territorial” editado por el MINVU en febrero de 2013 (MINVU, 2013). En el mismo se describen, aparte de un resumen de los efectos del terremoto y acciones de reconstrucción planificadas, un total de 27 planes de reconstrucción estratégicos sustentables (PRES) y 111 planes de regeneración urbana (PRU) junto a otros instrumentos de planificación territorial (IPT) diseñados y parcialmente implantados hasta esa fecha.

A continuación se presentan algunos ejemplos de este tipo de desarrollos urbanísticos orientados al incremento de la resiliencia urbana de las comunidades realizados como resultado del plan descrito. En la [Figura 11](#) se presenta el plan maestro adaptado para la ciudad de Constitución (Región de Maule).

Figura 11 – Plan Maestro ciudad de Constitución



LISTADO DE PROYECTOS

1. Reconstrucción Conjunto El Aromo
2. Reconstrucción Conjunto Cerro O'Higgins
3. CNT Las Cumbres
4. CNT Quinta Gaete
5. CNT Villa Verde
6. CNT Vista Hermosa
7. CNT Tsunami resiliente La Poza

- Zona de construcción con fachada continua
- Zona de construcción de viviendas tsunami resilientes
- Futuro parque de mitigación

El Plan Maestro del PRES Constitución incluye planes de:

1. Infraestructura
2. Espacios Públicos
3. Vivienda
4. Desarrollo Económico
5. Energía Sustentable

Fuente: MINVU (2013)

Las fotografías de la Figura 12 muestran varios ejemplos ingenieriles y constructivos orientados a mejorar la resiliencia de las comunidades y viviendas ante la amenaza de tsunami.

Figura 12 – Ejemplos de soluciones ingenieriles y constructivas tsunami resilientes en Dichato y Coliumo



Fuente: MINVU (2013)

Conclusión

Al igual que se hizo en el apartado dedicado a los procesos de reconstrucción desde un punto de vista económico, se cree que los presentes ejemplos ponen de manifiesto la capacidad de Chile para llevar a cabo proyectos de recuperación urbana y social que deberían haber ayudado a la recuperación social de las comunidades afectadas por el terremoto y tsunami de 2010, además de servir como ejemplo del tipo de línea de actuación que previsiblemente se haya aplicado a desastres más recientes en la medida que las poblaciones afectadas por estos lo hayan requerido.

Ejemplos de este tipo de proyectos que se circunscriben a escalas más locales y desastres de menor magnitud y daños son, por ejemplo, los planes de recuperación post desastre elaborados para los casos de Talcahuano y Curepto, respectivamente en las regiones de BíoBío y Maule, asociados a los efectos locales registrados tras el mismo terremoto de 2010, y el incendio forestal que afectó a una parte residencial de Valparaíso en 2014 (PNUD Chile, 2011 y 2014).

4.4 Reflexión final

La conclusión a la que se llega tras analizar los datos oficiales presentados en el documento, en términos de diagnóstico de daños, medidas de emergencia y recuperación implantadas, decisiones financieras adoptadas y definición y puesta en marcha de los planes de reconstrucción revisados, considerando además que el conjunto de actuaciones fueron asumidas por el propio país, tal como han destacado representantes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), es que queda reflejada la capacidad de Chile para enfrentar el tipo de desastre con la magnitud y consecuencias descritas. Además, a grandes rasgos, los planes parecen cumplir con los objetivos generales de la guía metodológica del PNUD mencionada, en el sentido de que el plan de recuperación y reconstrucción debe ayudar a fortalecer la capacidad institucional y ejecutiva del país para afrontar futuros desastres naturales y reducir los riesgos en las zonas afectadas.

Evidentemente, tal como se ha indicado anteriormente, existen visiones diversas y divergentes sobre las actuaciones de los distintos gobiernos y organismos competentes respecto a la gestión de este y otros desastres ocurridos en los últimos años. Ahora bien, entendemos que analizar el detalle de esas visiones, así como entrar en valoraciones de las mismas en contraste con los documentos oficiales revisados excedería el alcance de análisis perseguido en este estudio.

En definitiva, parece razonablemente acreditada, si bien siempre mejorable por lo que en ello se está trabajando, la capacidad de la sociedad chilena para hacer frente a los efectos que generan las amenazas naturales consideradas y por tanto se puede asumir que el diseño, planificación y puesta en marcha de los planes de recuperación y reconstrucción asociados a los otros desastres ocurridos en los últimos años habrán sido razonablemente gestionados por el país.

Un matiz a esta visión puede ser que la misma se basa sobre las impresiones obtenidas durante las entrevistas realizadas a diversos actores y el documento descrito para el terremoto de 2010, el cual abarca el estado de cosas seis meses después del terremoto. Por tanto, no se dispone de un análisis riguroso del cumplimiento del plan de reconstrucción descrito en los años posteriores para los que este se diseñó, así como de las incidencias múltiples que probablemente se produjeron en estos años. Esta observación se podría hacer extensiva, por ejemplo, a los planes de recuperación locales mencionados en el anterior apartado. Estos documentos que han sido elaborados por PNUD-Chile en colaboración con las autoridades locales presentan análisis muy detallados relativos a los efectos sufridos por la población de las comunidades afectadas, así como extensos programas y proyectos de actuación basados en diversos ejes de desarrollo, de tal forma que procedería analizar en detalle el grado de cumplimiento de cada plan a día de hoy. Aun así, este posible matiz no invalida la conclusión en términos generales.

5. DIMENSIONAMIENTO DEL MERCADO POTENCIAL

5.1 Introducción

El mercado que inicialmente se ha pretendido dimensionar se puede definir como el conjunto de necesidades en materia de GRN a nivel mundial, desglosadas en forma de productos, procesos y servicios asociados, incluyendo aquellos susceptibles de ser innovados de forma progresiva, existentes o previstos en el mundo a corto, medio y largo plazo. El objetivo final de este ejercicio sería la identificación de los nichos de mercado a los que los actores chilenos activos en este campo podrían orientar sus esfuerzos de innovación y comercialización.

Ahora bien, realizar una cuantificación del potencial volumen de mercado económico potencial a nivel nacional e internacional en materia de GRN plantea el problema de la inexistencia de fuentes concretas que recopilen el conjunto de estas necesidades, de tal forma que se ha tenido que establecer una estrategia de estimación indirecta.

En un principio se intentó basar el análisis en el estudio de mercados (países) con una posición predominante en la materia, tales como EE.UU., Japón, Alemania y Nueva Zelanda, para a partir de aquí realizar proyecciones a otros mercados de países en desarrollo. A tal efecto se ha estudiado la información disponible en varias agencias y ministerios responsables de la gestión de la protección civil en estos países. Concretamente, las fuentes consultadas han sido las siguientes:

- Federal Emergency Management Agency (FEMA) en EE.UU.
- Fire and Disaster Management Agency (FDMA) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en Japón.
- Ministry of Civil Defence & Emergency Management de Nueva Zelanda.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) en Alemania.

Sin embargo, estas fuentes no han permitido obtener unos datos mínimamente concluyentes respecto al importe de inversión anual que destinan a productos y servicios a contratar. A título orientativo cabe considerar los siguientes datos:

- FEMA dispone de tres grandes programas de subvenciones dirigidos a la mitigación de riesgos naturales, los llamados “Hazard Mitigation Grant Program”, “Flood Mitigation Assistance Program” y el “Pre-disaster Mitigation Grants Program”²⁴. En la página web de este organismo se presenta el estado de los expedientes de solicitud de subvención

²⁴ <https://www.fema.gov/hazard-mitigation-assistance>. El programa *Hazard Mitigation Grant Program* asiste a estados y comunidades en la implantación de medidas de mitigación a largo plazo tras la ocurrencia de desastres declarados por el Presidente. El *Flood Mitigation Assistance Program* financia medidas estatales y comunitarias a largo plazo para reducir o eliminar el riesgo de daños a edificios por inundación. El *Pre-disaster Mitigation Grants Program* está destinado a apoyar estados y comunidades en la implantación de un programa de mitigación pre-desastre natural sostenido en el tiempo.

presentados en 2015, pero no se concreta el número de estos finalmente aprobados, ni la previsión estimada del importe total asociado a cada expediente (parte del coste asumido por el solicitante más la subvención).

- JICA indica que en los últimos años ha destinado unos 16 millones de dólares a proyectos de cooperación técnica, dentro de los cuales se incluyen proyectos de gestión de riesgos naturales, por ejemplo en materia de formación, tal como el acuerdo firmado en 2015 con Chile para la formación de 2.000 técnicos e investigadores acorde con el estado del arte y conocimiento actual en Japón²⁵ (JICA, 2015). Sin embargo, no se indica qué porcentaje de esta inversión está directamente asociada a la temática de este estudio.
- El plan de negocio (Business Plan) 2015-2019 del Ministerio de Defensa Civil & Gestión de Emergencias de Nueva Zelanda indica la inversión anual en materia de concienciación y preparación comunitaria, así como al desarrollo y apoyo al sector de la emergencia, de unos USD 4,1 millones. Ahora bien, este dato no puede ser considerado como el montante completo de inversión en este tipo de servicios del país debido a que no contempla los presupuestos que las administraciones regionales o municipales puedan dedicar.

Consecuentemente, estos datos no permiten realizar una proyección razonable respecto a la inversión que los países indicados destinan a la GRN con la que elaborar la subsiguiente proyección a nivel mundial. Hay que entender que en países como Japón, Estados Unidos y Alemania, más allá de las agencias y ministerios nacionales, la GRN está descentralizada a nivel regional e incluso comunitario, de tal forma que resulta muy complejo realizar una estimación mínimamente razonada del volumen de mercado existente en este campo. Además, en algunas fuentes, por ejemplo el caso de FEMA, resulta difícil entender cuando un proyecto concreto está destinado a algún tipo de subcontratación completa o parcial, o simplemente está pensado para ser cubierto por una administración regional o municipal con sus propios medios.

Por esta razón se ha optado por aplicar un enfoque alternativo e indirecto el cual no pretende ser exhaustivo, sino que debe ser considerado como una muestra de orden de magnitud de mercado. El ejercicio realizado ha consistido en búsquedas bibliográficas, asunciones relativamente conservadoras de acuerdo a datos objetivos de daños generados por los desastres naturales y previsiones de inversión de entidades financieras multilaterales activas en proyectos de estudio, mitigación y mejora de la resiliencia de diversos países.

Concretamente se han consultado las siguientes fuentes:

- Revisión de pronósticos de inversión en los sectores de infraestructuras e inmobiliario con

²⁵ Programa de Cooperación Técnica titulado: Capacitación para la Reducción del Riesgo de Desastres para Latinoamérica y El Caribe.

el horizonte de 2025 realizados por la firma PriceWaterhouseCoopers en colaboración con Oxford Economics.

- Análisis de estimaciones de daños por desastres naturales a nivel global publicadas por Munich Re.
- Revisión de proyectos de inversión en distintos ámbitos de la gestión de riesgos naturales realizados por el Banco Mundial, el Fondo Verde del Clima y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Para cada una de estas fuentes se ha realizado un cálculo independiente de mercado potencial. Se trata por tanto de fuentes complementarias que en principio no tienen por qué solaparse, si bien esto tampoco puede descartarse en parte. El nivel de detalle de la información manejada no permite estimar la cuantía de este posible solapamiento, si bien, tal como se verá más adelante, la diferencia de orden de magnitud del primer cálculo respecto a los otros dos indica que la posible sobreestimación resultante sería poco significativa.

En todo caso conviene indicar que las estimaciones presentadas a continuación deben tomarse como orden de magnitud del volumen mínimo de negocio potencial previsible a nivel mundial, asumiendo de forma conservadora que una parte de este se vaya a desarrollar en zonas con susceptibilidad de impacto por desastres naturales, lo cual conllevaría productos o servicios asociados a esta situación, tal como la aplicación de estructuras sismorresistentes, medidas preventivas antideslizamiento y de alarma temprana, diseño y construcción de viviendas resilientes a las inundaciones, estudios de ubicación, gestión territorial ordenada, análisis de riesgos naturales locales, etc. Todos estos campos son susceptibles de incorporar mejoras o nuevos desarrollos de innovación.

En el caso de las entidades de desarrollo económico multilaterales, cabe indicar que la estimación presentada debe ser considerada como una muestra del conjunto de entidades existentes dado que no todas presentan registros de proyectos similares a los manejados accesibles para su revisión, lo que concuerda con la calificación de estimación conservadora anteriormente plasmado.

A continuación se desarrolla cada fuente de forma individual.

5.2 Desarrollo de los enfoques seleccionados

5.2.1 Pronósticos de inversión constructiva mundial

La consultora PricewaterhouseCoopers (PwC) ha publicado sendos estudios realizados en colaboración con Oxford Economics (2014)²⁶ en los que se presentan pronósticos de volumen de

²⁶ www.pwc.com/cpi-outlook2025

negocio en los sectores de inversión de capital e infraestructuras, e inmobiliario previstos hasta el año 2025.

Respecto al sector de inversión de capital e infraestructuras, el estudio se basa en el análisis en detalle de 49 países que en su conjunto aportan anualmente el 90% de la economía global. Los cinco tipos de sectores de infraestructuras considerados se presentan en la siguiente Tabla 22.

Tabla 22 – Relación de los sectores de infraestructuras clave considerados en el estudio de PWC

Relación de los sectores de infraestructuras clave considerados en el estudio de PWC				
1. Extracción	2. Servicios Públicos	3. Industria	4. Transporte	5. Social
• Petróleo y Gas • Otros (carbón, metales, minerales)	• Generación eléctrica • Transporte y distribución energético • Gas • Agua • Telecomunicaciones	• Refino petrolífero • Química • Metales pesados	• Vías férreas • Carreteras • Aeropuertos • Puertos	• Hospitales • Escuelas

Fuente: PricewaterhouseCoopers LLP (2014a)

De acuerdo a esta publicación, la inversión en infraestructuras a nivel mundial crecería desde los 4.000.000 millones de dólares en 2012 hasta los 9.000.000 millones anuales en 2015. La estimación del acumulado entre los años 2014 y 2025 alcanzaría los USD 78.000.000 millones.

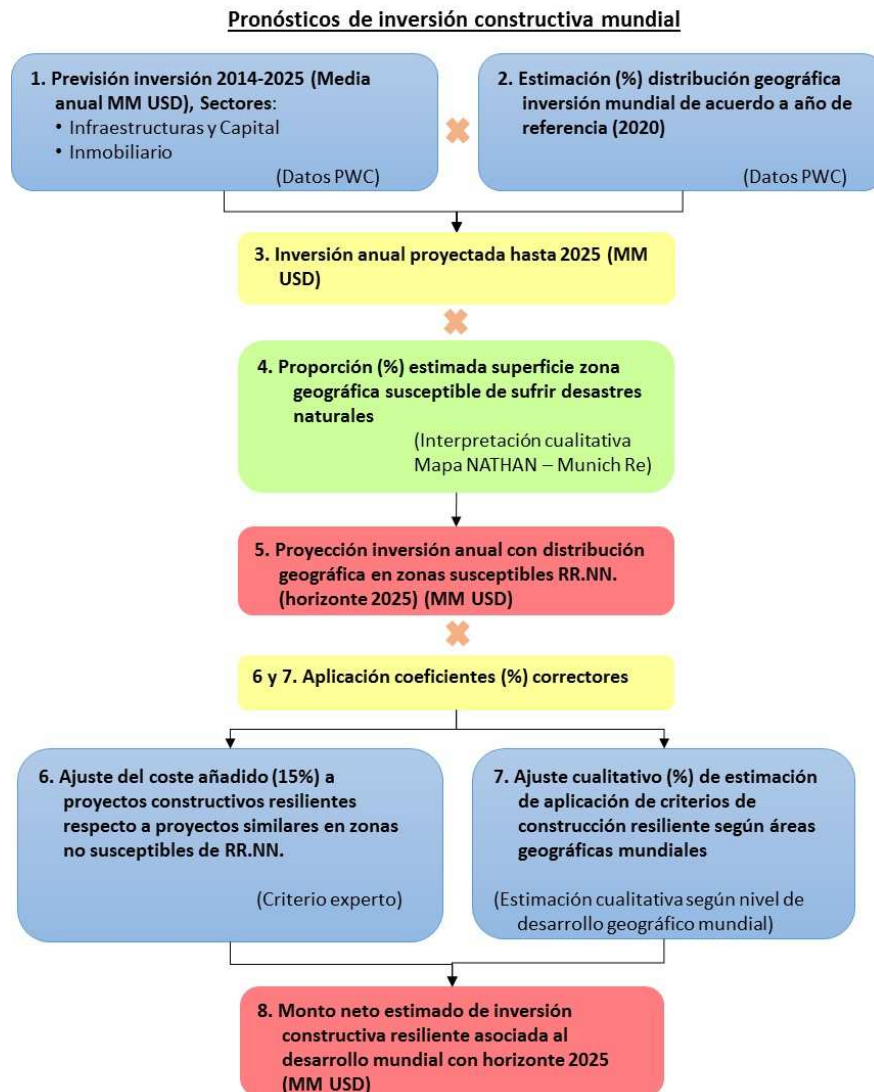
Entre otras tendencias se indica el desarrollo de las existentes y nuevas llamadas megaciudades, especialmente en el continente asiático, con todas las necesidades de infraestructuras asociadas. Concretamente se menciona el dato de que la población mundial aumenta semanalmente en 1,5 millones de personas, lo que da idea de las necesidades de infraestructuras asociadas que esta demanda generará a medio y largo plazo.

El crecimiento será desigual, con un 60% de la inversión en el mercado de Asia-Pacífico, especialmente impulsado desde China, frente a un 10% en la Europa occidental.

El documento igualmente destaca las tendencias de inversión que generan las divergentes evoluciones demográficas existentes en el mundo actual. Por ejemplo, el envejecimiento de las poblaciones en Europa y Japón conlleva la construcción de nuevas instalaciones sanitarias (hospitales, residencias de ancianos, etc.), mientras que países subsaharianos, del Oriente Medio y en muchas zonas del continente asiático, la juventud de su población hace necesaria la instalación de centros educativos.

A partir de estas previsiones se ha seguido el proceso de estimación a medio plazo del mercado mundial en materia de servicios y productos asociados a la construcción resiliente que se ilustra esquemáticamente en la siguiente Figura 13.

Figura 13 – Ilustración del proceso estimación mercado mundial construcción resiliente – Prev. inversión constructiva



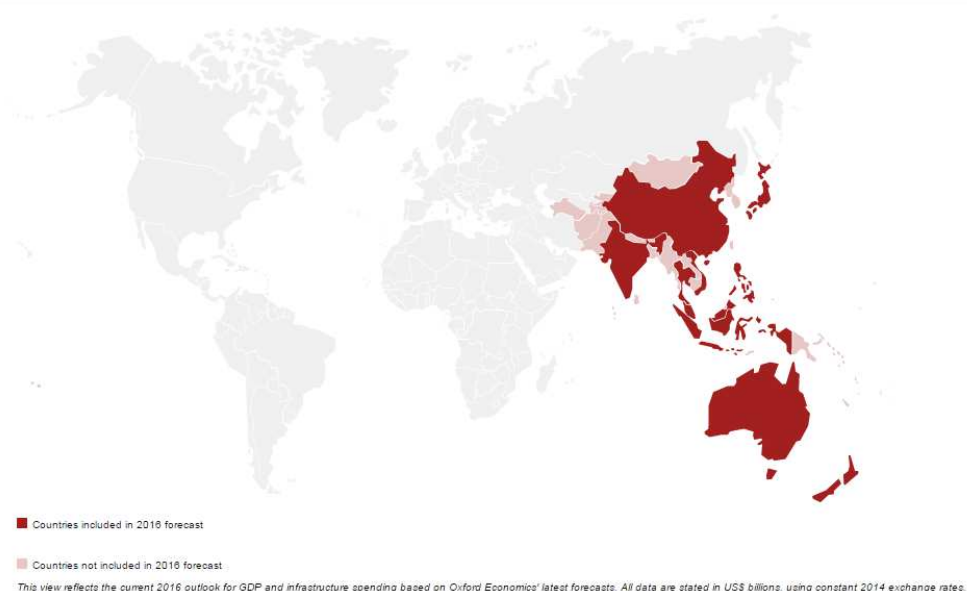
Partiendo del dato de los USD 78.000.000 millones previstos para los años 2014-2025, saldría una media de unos 7.000.000 millones de dólares anuales. La pregunta a responder es qué porcentaje de esta cantidad se desarrollaría en zonas con riesgos naturales sensibles para las infraestructuras, es decir, principalmente riesgos sísmicos, tsunamis, deslizamientos e inundaciones, bien fluviales o marinas, de tal forma que los correspondientes proyectos, bien en fase de diseño o construcción, deberían ser apoyados por expertos en la materia desde las distintas disciplinas implicadas.

Resulta difícil responder a esta pregunta debido a la falta de información respecto a la ubicación concreta de las construcciones. Ahora bien, con la idea de realizar una proyección hipotética que sirva al objetivo del proyecto se ha realizado una estimación a partir de la combinación de las dos siguientes herramientas:

- El modelador (visualizador) de datos (data modeller) de previsión de inversión en infraestructuras de PwC²⁷; y
- El mapa de distribución de riesgos naturales (NATHAN) de Munich Re (2011)²⁸.

El modelador de PwC permite conocer la previsión de inversión anual hasta el año 2020 en materia de infraestructuras divididos por siete regiones mundiales, África, Asia/Pacífico, Europa del Este y antiguas repúblicas soviéticas (FSU/CEE), Latinoamérica, Medio Oriente, EEUU y Canadá, y Europa Occidental. La página permite además visualizar los países que concretamente están incluidos en cada región, tal como se muestra a continuación (Figura 14) a título de ejemplo para la zona Asia/Pacífico.

Figura 14 – Ilustración de los países considerados dentro del área Asia/Pacífico en el modelador de inversión de PwC



Fuente: PricewaterhouseCoopers (www.pwc.com)

A partir del importe total de inversión mundial para el 2020 y su distribución regional, asumiendo el escenario intermedio de desarrollo proyectado desde la situación actual en 2016 para cada región, se han seguido los siguientes pasos de cálculo:

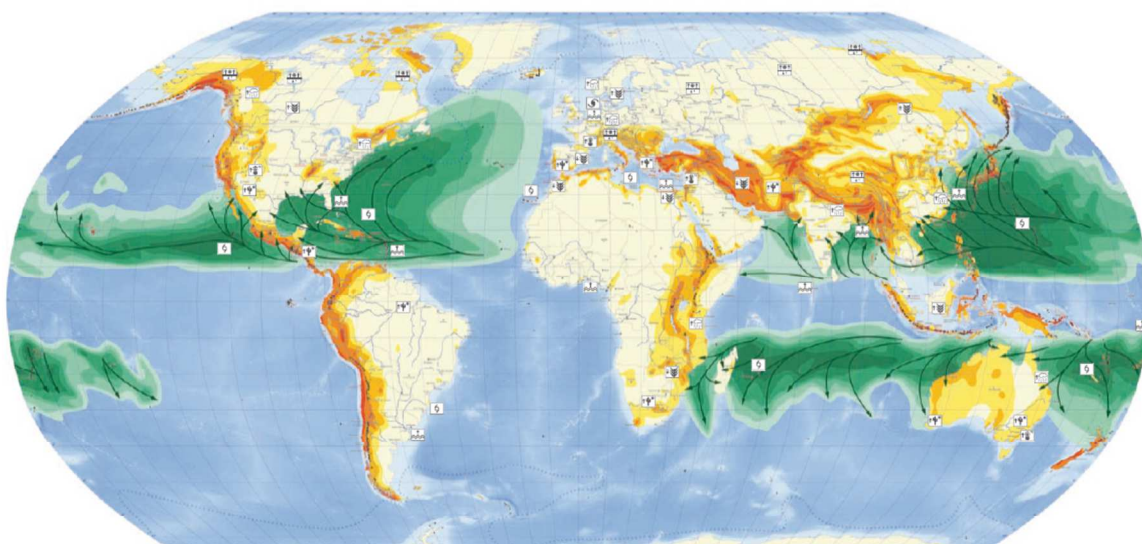
1. Se ha estimado el porcentaje de inversión regional respecto al total previsto a nivel mundial. Para esto se han comparado las inversiones parciales presentadas en el modelador para cada región.

²⁷ <http://www.pwc.com/gx/en/industries/capital-projects-infrastructure/publications/cpi-spending-outlook/data-modeller.html#/home/map/>

²⁸ <https://www.munichre.com/touch/naturalhazards/en/products-and-solutions/world-map-natural-hazards/index.html>

2. Cada porcentaje regional se ha aplicado al valor medio de inversión previsto en el período 2014-2025, antes mencionado, equivalente a USD 7.000.000 millones, con lo que se ha estimado la inversión promedio anual hasta el 2025 para cada región.
3. A continuación se ha cruzado el mapa mundial de riesgos naturales de Munich Re (Figura 15) con los mapas regionales del modelador de PwC a objeto de realizar una estimación aproximada del porcentaje teórico de inversión que podría producirse en zonas con riesgos naturales significativos, los cuales conllevarán las medidas de diseño resiliente específico antes mencionadas. Esta estimación se ha realizado de forma cualitativa, es decir mediante estimación visual, al no disponer de las bases digitales de los planos que hubieran permitido un cruce más cuantitativo.

Figura 15 – Mapa mundial de distribución de riesgos naturales NATHAN



Fuente: Munich Re (2011)

4. Al valor de la inversión regional prevista anualmente hasta el año 2025 se le ha aplicado el porcentaje hipotético en zonas con riesgos naturales significativos para obtener el correspondiente valor de inversión regional previsible en estas. El total de este tipo de inversión asciende a unos 3.400.000 millones de dólares. Esta cantidad incluiría el total de la inversión, es decir, diseño, ejecución y materiales.
5. Finalmente, para recalcular este nivel de inversión a un valor más realista desde el punto de vista de aquello que las empresas chilenas previsiblemente podrían proporcionar, teniendo en cuenta de que probablemente la mayor parte de los materiales brutos (hormigón, etc.) se fabricarían en el propio país de inversión, se ha aplicado a este monto un porcentaje de ajuste, estimado en un 15%, en el que estarían incluidos los servicios de planificación (ordenamiento territorial y otros), ingeniería, dirección de obra y posibles materiales resilientes fabricados en Chile que podrían ser exportados. Se trata de un

valor estimativo elegido con la idea de reducir el importe inicial a un valor aparentemente más realista.

El índice de ajuste elegido (15%) se basa en criterio experto²⁹ de varios técnicos especialistas consultados en Chile en relación al sobrecoste aproximado que puede suponer la construcción de un edificio sismorresistente en Santiago de Chile respecto a otro similar en una ciudad como Buenos Aires, libre de esta amenaza. De acuerdo al tamaño de cada edificio este porcentaje puede variar, pero en términos promedio y orientativos se considera razonable su aplicación a efecto del cálculo en términos de orden de magnitud que se quiere realizar. En relación a otras amenazas como la de inundación, se puede destacar la guía inglesa relativa a la construcción resiliente frente a la inundación (Communities and Local Government, 2007) en la que se describen los daños estructurales que sufren edificios, de relativa buena calidad cuando se trata del Reino Unido, por esta amenaza, así como propuestas de materiales, diseño y adaptaciones de la urbanización con los que mitigar en parte los daños ocasionados. Si bien, no se presenta una valoración del sobrecoste implicado de estas propuestas respecto a un edificio similar en zona no susceptible de sufrir inundaciones, se intuye fácilmente que este sobrecoste incluso puede superar el 15% del coste de diseño y construcción. Finalmente, en el caso de la amenaza que representan las tormentas tropicales y huracanes, el paso de las habituales viviendas de materiales humildes como la madera, típicos de zonas en las que esta amenaza se manifiesta con cierta frecuencia, como el Caribe o la zona asiática del Pacífico (países como Filipinas, etc.) a otras construcciones más resistentes, incluso ya de ladrillo o concreto, supone un sobrecoste que claramente supera este porcentaje. Por tanto, de acuerdo a los ejemplos presentados, se considera que la asunción del 15% como coste del valor añadido en edificaciones de diverso tipo que el diseño y construcción resilientes pueden suponer respecto a una edificación convencional de características similares parece razonable para el objeto perseguido e incluso, de acuerdo a según qué amenaza y zona geográfica, podría resultar una estimación conservadora.

El resultado de esta aproximación nos lleva a una estimación final de unos USD 500.000 millones de mercado potencial anual en materia de servicios y productos asociados a la GRN.

A continuación se presenta el cálculo realizado en la [Tabla 23](#).

²⁹ Ramón Montecinos, Ingeniero Civil, actualmente activo en IEC (Ingeniería Estructuras Consultoría).
Andrés Larraín, Ingeniero Civil, trabaja actualmente en ALVING (Alfonso Larraín Vial y Asoc.).

Tabla 23 – Proyección de Inversión Regional Anual en Infraestructuras Resilientes (horizonte 2025)

Proyección Inversión Regional Anual en Infraestructuras Resilientes (horizonte 2025)								
Región	Inversión estimada 2020 (MM USD)	Porc. Inversión sobre total Mundial (est. 2020)	Inv. anual proyectada hasta 2025 respecto a la media anual estimada (MM USD)	Proporción estimada superficie regiones susceptibles a Riesgos Naturales*	Proyección inv. anual estimada en zonas con RR.NN. (2014-2025) (MM USD)	Coste est. diseño y equipamiento resilientes (15%) (MM USD)**	Coef. estimado ejecución regional real***	Monto neto resultante (MM USD)
Media Anual Est. 2014-2025	7.000.000							
MUNDO (Est. 2020)	5.260.070							
África	104.288	2,0%	138.784	30%	41.635	6.245	1%	62
Asia/Pacífico	2.664.187	50,6%	3.545.449	70%	2.481.814	372.272	20%	74.454
FSU/CEE	293.204	5,6%	390.190	30%	117.057	17.559	30%	5.268
Latinoamérica	386.353	7,3%	514.151	40%	205.660	30.849	20%	6.170
Medio Oriente	276.673	5,3%	368.191	50%	184.096	27.614	20%	5.523
EEUU y Canadá	911.579	17,3%	1.213.112	20%	242.622	36.393	80%	29.115
Europa Occidental	623.786	11,9%	830.122	20%	166.024	24.904	80%	19.923
TOTAL		100,0%	7.000.000	TOTAL	3.438.909	515.836		140.515

* Estimado de acuerdo al Mapa Mundial de Riesgos Naturales NATHAN de Munich Re

** Estimación orientativa

*** Estimación cualitativa

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos PwC y Munich Re

En conclusión, el mercado total estimado en proyectos de inversión de capital e infraestructuras a nivel mundial hasta el año 2025 se estima en unos 3.400.000 millones de dólares anuales, de los cuales, se cree que aproximadamente USD 140.000 millones podrían estar asociados a trabajos, servicios y productos relacionados con la GRN derivada de la ubicación en la que estas inversiones se harían. De acuerdo a las previsiones globales disponibles se prevé que aproximadamente el 60% estaría centrado en el continente asiático.

En relación al sector inmobiliario, los documentos estudiados (PwC, 2014b, y Global Construction Perspectives and Oxford Economics (2013)) contienen un nivel de detalle menor respecto a la metodología de cálculo seguida para el sector de infraestructuras analizado. Como datos básicos ambos indican la previsión de que las inversiones en este sector crecerán de 8.700.000 millones de dólares en 2012 a unos USD 15.000.000 en 2025. Si bien no se indica explícitamente, de acuerdo a la estructura de cálculo presentada en el documento relativo a las infraestructuras, se presupone que el valor de mercado proyectado a 2025 es el importe anual para ese año. De acuerdo a la evolución de crecimiento indicada se ha calculado que el importe correspondiente al año 2020, como año de referencia media, sería de unos 12.500.000 millones de dólares.

Como datos complementarios el documento indica que hacia el año 2025 se prevé que el 60% de la actividad constructiva inmobiliaria se realizará en los mercados emergentes, frente a tan sólo un 35% en 2005. Desde otra perspectiva se destaca que el 72% de la actividad prevista se ubicará en los siguientes países: China, EE.UU., India, Indonesia, Rusia, Canadá y México, siendo la zona del Asia emergente la que mayor crecimiento presentará seguida del África sub-sahariana, donde se destaca Nigeria como mercado muy relevante. En cuanto a los mayores números que sustentan la previsión descrita, se incluye el dato de que hasta 2025 en China e India se construirán anualmente unas 11,5 y 9,3 millones de viviendas para acomodar el crecimiento de sus respectivas poblaciones. A mayor distancia, con unas 1,5 millones de viviendas anuales siguen Indonesia, EE.UU. y Nigeria. El grupo de los países que sobrepasan el millón de viviendas anuales lo cierra Brasil con aproximadamente 1,4 millones.

La página web de PwC no incluye un modelador de inversión para este sector similar al descrito para el sector de infraestructuras con el que conocer la distribución geográfica, por lo que se han aplicado los mismos porcentajes de distribución establecidos en la anterior Tabla 23, tercera columna. A continuación se ha realizado en cálculo similar al ya descrito para el sector de las infraestructuras, cuyo resultado se presenta a continuación en la Tabla 24.

Tabla 24 – Proyección de Inversión Regional Anual en el Sector Inmobiliario Resiliente (horizonte 2025)

Proyección Inversión Regional Anual en Proyectos Inmobiliarios Resilientes (horizonte 2025)								
Región	Inversión estimada 2020 (MM USD)	Porc. Inversión sobre total Mundial (est. 2020)*	Inv. anual proyectada hasta 2025 respecto a la media anual estimada (MM USD)	Proporción estimada superficie regiones susceptibles a Riesgos Naturales**	Proyección inv. anual estimada en zonas con RR.NN. (2014-2025) (MM USD)	Coste est. diseño y equipamiento resilientes (15%) (MM USD)***	Coef. estimado ejecución regional real****	Monto neto resultante "realista" (MM USD)
Proyección estimada año 2025	15.000.000							
MUNDO (Est. 2020)	12.500.000							
África		2,0%	247.829	30%	74.349	11.152	1%	112
Asia/Pacífico		50,6%	6.331.159	70%	4.431.811	664.772	20%	132.954
FSU/CEE		5,6%	696.768	30%	209.030	31.355	30%	9.406
Latinoamérica		7,3%	918.127	40%	367.251	55.088	20%	11.018
Medio Oriente		5,3%	657.484	50%	328.742	49.311	20%	9.862
EEUU y Canadá		17,3%	2.166.271	20%	433.254	64.988	80%	51.991
Europa Occidental		11,9%	1.482.361	20%	296.472	44.471	80%	35.577
TOTAL		100,0%	12.500.000	TOTAL	6.140.910	921.136		250.919

* Estimado de acuerdo a los porcentajes extraídos de la tabla de proyección de proyectos de inversión de capital e infraestructuras

** Estimado de acuerdo al Mapa Mundial de Riesgos Naturales NATHAN de Munich Re

*** Estimación orientativa

**** Estimación cualitativa

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos PwC y Munich Re

De acuerdo a los datos presentados se puede concluir que la estimación del mercado total en proyectos de construcción inmobiliaria tomando el año 2020 como referencia media se estima en unos 6.100.000 millones de dólares, de los cuales, se cree que aproximadamente USD 250.000 millones podrían estar asociados a trabajos, servicios y productos relacionados con la GRN derivada de la ubicación en la que estas inversiones se harían. De acuerdo a las previsiones globales disponibles se cree que aproximadamente el 72% de este mercado se centre en China, EE.UU., India, Indonesia, Rusia, Canadá y México.

En conclusión, el importe total de mercado objetivo para los actores chilenos en materia de GRN, de acuerdo a esta aproximación, sería de unos 390.000 millones de dólares anuales hasta 2025. A largo plazo, el progresivo crecimiento de la población humana previsto hasta 2050, cuando se estima esta podría alcanzar los 9.300 millones de personas, habiendo sido de 6.100 millones en el año 2000, ilustra que tras el año 2025 este mercado seguirá creciendo de forma progresiva.

Cabe indicar que esta parte de la estimación del mercado de riesgos naturales no está sujeta a la capacidad económica de los países objeto de las inversiones, dado que el propio estudio ya está centrado en los países desarrollados o calificados como mercados emergentes que están por sí solos generando la demanda de las instalaciones e infraestructuras definidas en el estudio. Por tanto, el conjunto del mercado calculado podría merecer un esfuerzo comercial por parte de los actores chilenos, si bien las condiciones de acceso de cada país tendrán que ser estudiadas de forma individual. En el caso de que una parte del monto estimado estuviera destinada a países subdesarrollados, posiblemente los mercados podrían resultar menos rentables y por tanto la estimación de mercado potencial sería menos realista.

Este cálculo básico puede dar una primera idea del potencial de productos y servicios varios asociados a la GRN, incluyendo el diseño y construcción de las infraestructuras, que esta inversión puede conllevar y hacia la que podrían orientar las empresas chilenas activas en el mercado sus acciones comerciales.

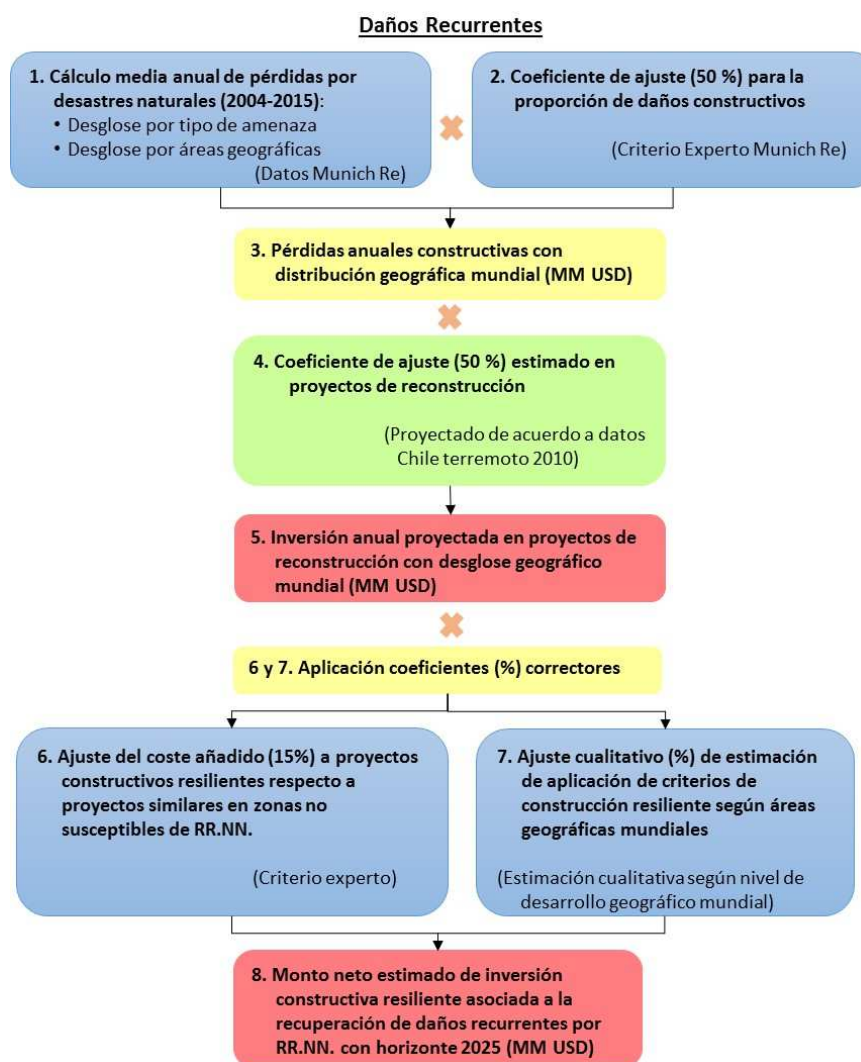
5.2.2 Enfoque por valoración de daños recurrentes

El segundo enfoque de aproximación al cometido descrito ha consistido en la recopilación de datos de daños globales registrados anualmente por entidades de prestigio. Concretamente se han consultado los resúmenes anuales elaborados por la empresa reaseguradora Munich Re³⁰, que recogen datos entre los años 2004 y 2015.

³⁰ <https://www.munichre.com/touch/naturalhazards/en/natcatservice/annual-statistics/index.html>

En la siguiente Figura 16 se ilustra nuevamente el proceso de cálculo y proyección a nivel mundial seguido para este flujo de inversión. Como se puede apreciar, el método comparte diversos pasos de ajuste estimativo con el proceso descrito para las fuentes bibliográficas.

Figura 16 – Ilustración del proceso de estimación de mercado mundial de construcción resiliente – Daños recurrentes



Los datos más significativos en relación al objetivo perseguido se han resumido en las dos siguientes Tabla 25 y Tabla 26 de cara a establecer la media anual de daños registrados en los últimos años, así como su distribución geográfica. Cabe indicar que durante el procesamiento de la documentación se han detectado ligeras divergencias en la sistemática de recopilación de datos entre los primeros y últimos años, así como algún otro aspecto que cabría cuestionar. No obstante, a efectos prácticos se cree que la información presentada sirve *grosso modo* para ilustrar el orden de magnitud de daños registrados y su distribución geográfica.

Tabla 25 – Desglose de daños anuales por desastres naturales (2004-2015)

Año	Nº de eventos	Pérdidas totales (USD bn ³¹)	Distribución por grupo de amenazas							
			Geofísicos		Meteorológicos		Hidrológicos		Climatológicos	
			%	(USD bn)	%	(USD bn)	%	(USD bn)	%	(USD bn)
2004	640	150	28%	42	61%	91,5	10%	15	1%	1,5
2005	675	220	3%	6,6	86%	189,2	8%	17,6	3%	6,6
2006	850	50	7%	3,5	57%	28,5	21%	10,5	15%	7,5
2007	960	83	19%	15,8	44%	36,5	29%	24,1	8%	6,6
2008	750	200	43%	86	36%	72	9%	18	12%	24
2009	850	50	12%	6	66%	33	16%	8	6%	3
2010	960	150	34%	51	29%	43,5	32%	48	5%	7,5
2011	820	380	61%	231,8	19%	72,2	17%	64,6	3%	11,4
2012	905	170	12%	20,4	59%	100,3	13%	22,1	16%	27,2
2013	890	135	7%	9,5	49%	66,2	37%	50,0	7%	9,5
2014	980	110	7%	7,7	46%	50,6	27%	29,7	20%	22
2015	1.060	100	7%	7	47%	47	28%	28	18%	18
Media anual		150		41		69		28		12

Geofísicos: Terremoto, tsunami, erupción volcánica

Hidrológicos: Inundación, remoción en masa

Meteorológicos: Tormenta tropical y similares

Climatológicos: Temperaturas extremas, sequías e incendios

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos Munich Re (2004-2015)

De la anterior tabla se deduce que a lo largo de los 12 últimos años se han registrado a nivel mundial de media unos 150.000 millones de dólares anuales, predominando los daños meteorológicos que ascienden a unos USD 70.000 millones, los cuales además se espera puedan incrementarse aún más a futuro en relación a los efectos del cambio climático, y los geofísicos con una media de unos 40.000 millones de dólares.

Tabla 26 – Desglose de daños anuales por desastres naturales con distribución geográfica (2004-2015)

Año	Nº de eventos	Pérdidas totales (USD bn)	Distribución Geográfica por Continentes											
			Norteamérica*		Sudamérica		Europa		África		Asia		Austr/Oceanía	
			%	(USD bn)	%	(USD bn)	%	(USD bn)	%	(USD bn)	%	(USD bn)	%	(USD bn)
2004	640	150	47%	70,5	0%	0	3%	4,5	2%	3	48%	72	0%	0
2005	675	220	80%	176	1%	2,2	8%	17,6	0%	0	11%	24,2	0%	0
2006	850	50	38%	19	0%	0	10%	5	0%	0	49%	24,5	3%	1,5
2007	960	83	17%	14,1	1%	0,8	29%	24,1	1%	0,8	49%	40,7	3%	2,5
2008	750	200	36%	72	1%	2	3%	6	0%	0	59%	118	1%	2
2009	850	50	40%	20	2%	1	23%	11,5	0%	0	31%	15,5	4%	2

³¹ bn: billón entendido de acuerdo al sistema de unidades anglosajón 1 billón = 1*10⁹

Año	Nº de eventos	Pérdidas totales (USD bn)	Distribución Geográfica por Continentes											
			Norteamérica*		Sudamérica		Europa		África		Asia		Austr/Oceanía	
			%	(USD bn)	%	(USD bn)	%	(USD bn)	%	(USD bn)	%	(USD bn)	%	(USD bn)
2010	960	150	25%	37,5	25%	37,5	15%	22,5	0%	0	24%	36	11%	16,5
2011	820	380	22%	83,6	0%	0	1%	3,8	0%	0	70%	266	7%	26,6
2012	905	170	68%	115,6	1%	1,7	13%	22,1	1%	1,7	16%	27,2	1%	1,7
2013	890	135	28%	37,8	2%	2,7	20%	27	1%	1,4	47%	63,5	2%	2,7
2014	980	110	29%	31,9	7%	7,7	16%	17,6	1%	1,1	46%	50,6	1%	1,1
2015	1.060	100	32%	32	3%	3	13%	13	3%	3	44%	44	5%	5
Media anual		150		59		5		15		1		65		5

* Incl. América Central y Caribe

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos Munich Re (2004-2015)

Respecto a la distribución geográfica de los daños, predomina Asia con una media de 65.000 millones de dólares, así como el área de Norte y Centroamérica en la que se registra una media de unos USD 60.000 millones anuales. Partiendo del origen y perspectiva del estudio, Chile, llama la atención el aparente reducido importe de daños atribuidos a Sudamérica, con tan sólo 5.000 millones de dólares anuales de media, si bien esta aparente contradicción puede deberse a la escala numérica de presentación de datos (billón de USD) y que eventualmente los daños en Sudamérica se puedan centrar en las clases más desfavorecidas, de tal forma que la cuantía de daños resulte comparativamente inferior a la de áreas geográficas como Norteamérica y Europa.

En conclusión, contamos globalmente con unos daños de unos 150.000 millones de dólares anuales asociados a los desastres naturales, los cuales en este caso están además en su totalidad geográficamente unidos a zonas susceptibles de sufrir desastres naturales de distinta índole. Se ha consultado a Munich Re respecto a la desagregación de este importe por tipos de daños, especialmente en relación a la proporción que ocupan los daños directamente asociados a daños estructurales en construcciones e infraestructuras de diverso tipo. La respuesta es que no se dispone de este detalle de desglose pero que de acuerdo al índice de los 50 eventos más dañinos que esta empresa publica anualmente, se puede inferir que el porcentaje sobrepasa el 50% e incluso podría acercarse al 60% del total de daños. Podemos asumir, por tanto, nuevamente de forma conservadora, que al menos la mitad (USD 75.000 millones) de estas pérdidas estén asociadas a este tipo de daños y por tanto puedan ser objeto de algún tipo de reconstrucción, parcial o completa.

La experiencia en Chile en relación a la reconstrucción demuestra que no el 100% de los daños registrados son recuperados, en parte por falta de recursos, pero igualmente por las prioridades de inversión que cada gobierno establezca. Por ejemplo, y si bien los datos no son completamente contrastables, en el capítulo 4 se ha descrito para el caso del terremoto de 2010 que de los 20.940 millones de dólares de pérdidas de infraestructura inicialmente estimados por el gobierno

chileno (Tabla 9, apartado 2.3.2), divididos entre el sector público y privado respectivamente a razón de 10.583 y 10.357 millones de dólares (Tabla 19), el plan de reconstrucción establecido por el gobierno planeaba la inversión de 8.431 millones de dólares (Tabla 20), la cual cubría los daños del sector público. En cuanto al sector privado, en el apartado 4.2.2 se ha indicado que el gremio del seguro abonó unos 8.000 millones de dólares en reparación de daños y pérdidas del sector privado, 1.250 millones en la reparación de viviendas y edificios, y el resto en cubrir daños en sectores industriales varios, incluyendo daños a instalaciones. Por tanto, se puede concluir que el valor mínimo de inversión en reconstrucción física superó al menos el 50% de los daños contabilizados en el conjunto de los sectores público y privado.

Por tanto, retomando el análisis de los daños recurrentes, nuevamente desde un enfoque conservador, aplicando este índice (50%) podríamos asumir que si la mitad de los daños estructurales son recuperados, esto generaría un flujo de inversión de un orden de magnitud de unos 35.000 millones de dólares al año. Como los daños son recurrentes se puede además asumir que la cantidad es constante y no debe ser dividida entre distintos años. Se tratará además de proyectos que deberán contemplar las amenazas naturales del entorno y por tanto en su conjunto podrán ser considerados como objeto de mercado potencial para las empresas chilenas presentes en las distintas áreas que componen el mismo.

Ahora bien, desde un punto de vista realista igualmente aquí procedería aplicar los coeficientes de ajuste aplicados a la metodología descrita en el anterior apartado para las fuentes bibliográficas. Por un lado, el ajuste asociado al valor añadido real en construcción resiliente, coincidente con el 15%, y por otro el coeficiente cualitativo de estimación de aplicación de normativas de construcción resiliente que se puede dar a día de hoy en las distintas zonas geográficas del mundo. En la Tabla 27 se refleja el proceso de cálculo descrito.

Tabla 27 – Proyección de inversión regional anual en proyectos de reconstrucción por daños recurrentes

Proyección Inversión Regional Anual en Proyectos de Reconstrucción por Daños Recurrentes							
Región	Pérdidas anuales mundiales (MM USD)	Proporción estimada daños constructivos	Pérdidas estruct. anuales regionales (MM USD)	Inversión proyectada proyectos reconstrucción (MM USD) (50%)	Coste estimado de diseño y equipamiento resilientes (15%) (MM USD)***	Coefficiente estimado ejecución regional real****	Monto neto resultante "realista" (MM USD)
Norteamérica/ Caribe	59.000	50,0%	29.500	14.750	2.213	40%	885
Sudamérica	5.000	50,0%	2.500	1.250	188	30%	56
Europa	15.000	50,0%	7.500	3.750	563	50%	281
África	1.000	50,0%	500	250	38	1%	0
Asia	65.000	50,0%	32.500	16.250	2.438	20%	488
Australia/ Oceanía	5.000	50,0%	2.500	1.250	188	20%	38

Proyección Inversión Regional Anual en Proyectos de Reconstrucción por Daños Recurrentes							
Región	Pérdidas anuales mundiales (MM USD)	Proporción estimada daños constructivos	Pérdidas estruct. anuales regionales (MM USD)	Inversión proyectada proyectos reconstrucción (MM USD) (50%)	Coste estimado de diseño y equipamiento resilientes (15%) (MM USD)***	Coefficiente estimado ejecución regional real****	Monto neto resultante "realista" (MM USD)
TOTAL	150.000		75.000	37.500	5.625		1.748

* Estimado de acuerdo a los porcentajes extraídos de la tabla de proyección de proyectos de inversión de capital e infraestructuras

** Estimado de acuerdo al Mapa Mundial de Riesgos Naturales NATHAN de Munich Re

*** Estimación orientativa

**** Estimación cualitativa

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos de Munich Re y GdC

Por tanto, la reposición de daños recurrentes podría estimarse en un orden de magnitud de 1.750 millones de dólares anuales. Esta cantidad podría incrementarse ligeramente a medio plazo en la medida que los efectos del cambio climático fuesen haciéndose más patentes y que cada vez mayor número de países vayan implantando políticas efectivas de construcción resiliente.

Otra reflexión merece la ubicación de esas inversiones, las cuales se requerirían en un 43% en Asia, coincidiendo así y generando de alguna manera sinergias con la zona de mayor inversión mundial (60%) indicada por el estudio de previsión de demanda de los sectores de infraestructuras e inmobiliario antes descritos. Por tanto, el continente asiático en su conjunto, pero evidentemente los países con mayor desarrollo de manera preferencial, China, India, Irán, Indonesia, etc., deberían centrar los esfuerzos de desarrollo comercial para las empresas chilenas.

5.2.3 Entidades de desarrollo económico

La tercera vía de estimación del mercado potencial de riesgos naturales ha sido la valoración de las inversiones que entidades de desarrollo económico como el Banco Mundial u organizaciones mundiales como Naciones Unidas están realizando para la promoción y financiación de todo tipo de proyectos orientados a la mitigación de los daños potenciales que las amenazas pueden generar, la reducción del número de víctimas y afectados, así como el incremento de la resiliencia de las comunidades a distinta escala. Se han seleccionado, a título de muestra ilustrativa, las siguientes tres fuentes de entidades que reflejan en sus respectivas páginas web información clara respecto a los niveles de inversión previstos a futuro o un histórico de proyectos concretos financiados que permiten estimar el volumen global de inversiones realizadas en el campo que nos concierne:

- Banco Mundial (World Bank).
- Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund) (Naciones Unidas).
- Banco Interamericano de Desarrollo (Interamerican Development Bank).

Respecto a la representatividad de las estimaciones de inversión presentadas y previstas a medio plazo así como su proyección a futuro, se cree conveniente hacer referencia al documento *“From billions to trillions: transforming development finance – Post-2015 financing for development: multilateral development finance”* editado en abril de 2015 por el Banco Mundial y otras entidades de desarrollo económico³². En este documento se pone de manifiesto la opinión de estos actores respecto al cometido de conseguir las metas de desarrollo sostenible establecidas por Naciones Unidas para la época post 2015 en combinación con el marco de trabajo que salió de la convención sobre cambio climático realizada en París en diciembre de 2015. En palabras de los organismos, 2015 debería haber creado una plataforma de soporte para las aspiraciones de desarrollo global para los próximos 15 años. A grandes rasgos se puede resumir que una de las conclusiones del documento es que los objetivos marcados requieren elevar sustancialmente el orden de magnitud de las inversiones a realizar a medio y largo plazo.

Cabe indicar que el documento dedica un apartado concreto al cambio climático y sus implicaciones para el desarrollo. En este contexto define al desarrollo resiliente como “desarrollo inteligente” y destaca la importancia de introducir la construcción de resiliencia climática y anti desastres en las políticas nacionales, así como avanzar en la asistencia al desarrollo.

Numéricamente, se indica que entre 1980 y 2012 las pérdidas asociadas globalmente a los desastres naturales ascendieron a 3.800.000 millones de dólares, el 87% debido a eventos climáticos extremos. Maneja el dato de que los beneficios de las pérdidas evitadas y reducidas exceden a los costes de inversión de media de cuatro a uno. Sin embargo, indica igualmente que en las dos últimas décadas tan solo cuatro (4) céntimos de cada dólar invertido en ayuda al desarrollo se destinaron a proteger a la ayuda prestada contra el impacto de desastres. Como uno de los objetivos de acción destaca el apoyo a la innovación, desarrollando nuevos instrumentos para el desarrollo de inversiones “climático-inteligentes” así como compartiendo y diseminando buenas prácticas.

Por tanto, estos números globales y planes estratégicos demuestran el valor que estas entidades de desarrollo económico asignan a la inversión de incremento de resiliencia y mitigación de riesgos naturales. En consecuencia, son ilustrativos del crecimiento de la inversión en esta materia que cabría esperar en los próximos años.

De acuerdo a esta información se puede anticipar que los montos presentados a continuación para cada fuente individual se podrían multiplicar de forma significativa más allá del periodo 2025-2030.

³² Documento preparado conjuntamente por las siguientes entidades: Banco Africano de Desarrollo, Banco Asiático de Desarrollo, Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo, Banco Europeo de Inversión, Banco Interamericano de Desarrollo, Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial.

A continuación se describe la información recopilada en las fuentes indicadas así como la estimación de inversión estimada.

Banco Mundial (World Bank)

La página web del Banco mundial permite la búsqueda de todos los proyectos que esta entidad de desarrollo económico ha realizado históricamente. Concretamente, bajo el epígrafe “*natural risks management*”³³ se indica un total de 1.436 registros, de los cuales 580 se encuentran en la categoría de “*natural disaster management*” y entre los que 548 son proyectos vigentes o realizados desde marzo de 1986. Además, se incluye la categoría de “*climate change*” en la que se presentan 173 proyectos realizados o activos desde marzo de 1995. En este segundo grupo la variedad de temáticas es mayor, incluyendo por ejemplo asuntos como la realización de un proyecto eléctrico, no directamente asociable a la gestión de riesgos naturales. No obstante, la gran mayoría se encuentra en el ámbito de adaptación, incremento de la resiliencia, ante los efectos del cambio climático, de tal forma que parece razonable incluirlos en la valoración de mercado potencial realizada.

Además, se incluyen dentro del grupo principal otras tres categorías de proyectos, “*rural services and infrastructures*”, “*water resource management*” y “*pollution management and environmental health*”, respectivamente con 367, 291, y 199 unidades, que desde un punto de vista conservador no han sido considerados, si bien un repaso del primer grupo indica que múltiples de estos proyectos son asimilables al ámbito de mercado en estudio.

En la siguiente Tabla 28 se presenta el resumen de los datos analizados para las dos primeras categorías descritas, es decir la que estrictamente se refiere a proyectos de gestión de desastres naturales y los de adaptación a los efectos del cambio climático.

Tabla 28 – Resumen de proyectos en materia de GRN y CC financiados por el Banco Mundial

RESUMEN PROYECTOS EN MATERIA DE GRN Y CC FINANCIADOS POR EL BANCO MUNDIAL (MM USD)			
Clase de análisis	Gestión de desastres naturales	Cambio Climático	Total
Periodo	Mar. 1986 - Ago. 2016	Mar. 1995 - Ago. 2016	
Nº Proyectos	548	173	721
Importe total acumulado	41.978	10.855	52.833
Promedio/año	1.399	505	1.904
Promedio anual últimos 5 años	3.828	1.468	5.296

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos del Banco Mundial³⁴

³³ <http://www.worldbank.org/projects>; datos relativos a fecha de edición (Octubre de 2016)

³⁴ <http://www.worldbank.org/projects>

Del contenido de la anterior tabla se deduce un incremento significativo del valor de inversión promedio anual y acumulada en los últimos años, con una cuantía de unos 5.300 millones de dólares de media anual como mínimo. Independientemente de que en la introducción de este apartado se ha explicado la previsible tendencia alcista de estas inversiones, desde un enfoque conservador se propone mantener este dato (5.300 millones de dólares) en la base del cálculo de mercado potencial para los próximos 10 a 15 años.

Finalmente, para ilustrar el tipo de proyectos aprobados por el Banco Mundial en los dos últimos años, se presenta en la siguiente Tabla 29 una selección de diez ejemplos. La mayor parte de los proyectos presentados tienen una duración prevista de hasta 2022 aproximadamente.

Tabla 29 – Ejemplos de proyectos financiados por el Banco Mundial 2015-2016

Ejemplos de proyectos financiados por el Banco Mundial 2015-2016			
País	Título	Descripción	Importe (MM USD) / Años
Myanmar	Proyecto de emergencia y recuperación de deslizamientos e inundaciones en Myanmar	Objetivo: Apoyar la recuperación de las áreas asignadas como prioritarias afectadas por las inundaciones y deslizamientos de 2015, así como establecer una base de acción ante posibles futuros desastres para una reacción eficaz	200 / 5
Argentina	Proyecto para el apoyo en la gestión del riesgo de inundación para la Ciudad de Buenos Aires	Objetivo: Reforzar a la Ciudad de Buenos Aires en su gestión eficaz del riesgo por inundación en las cuencas de los ríos Cildáñez, Maldonado y Vega	200 / 6
Pakistan	Proyecto de refuerzo de la resiliencia en la región de Sindh	Objetivo: Mitigar los riesgos por inundación y sequía existentes en determinadas áreas e incrementar la capacidad de la región de Sindh para gestionar desastres naturales	100 / 6
Vietnam	Proyecto integrado de resiliencia climatológica y construcción de hogares sostenibles en el delta del Mekong	Objetivo: Mejorar las herramientas para una planificación climatológica inteligente y una mejora de la resiliencia climatológica así como la implantación de prácticas de gestión sostenible del territorio y el agua en zonas seleccionadas del delta del Mekong	310 / 6
Nigeria	Desarrollo comunitario y social AF-2	Objetivo: Incrementar de forma progresiva el acceso para gente pobre a las infraestructuras de servicios sociales y de recursos naturales	75
Níger	Proyecto de apoyo a la agricultura climático-inteligente	Objetivo: Mejorar la adaptación a los riesgos climatológicos, mejorar la productividad agrícola entre comunidades prioritarias y en el caso se produzca una crisis o emergencia, prestar un apoyo inmediato y eficaz	111 / 6

Ejemplos de proyectos financiados por el Banco Mundial 2015-2016			
País	Título	Descripción	Importe (MM USD) / Años
Vietnam	Desarrollo urbano resiliente en Can Tho	Objetivo: Reducir el riesgo por inundación en el núcleo urbano y mejorar la conectividad entre el centro de la ciudad y las nuevas zonas de crecimiento urbano con bajo riesgo, así como mejorar las capacidades de las autoridades locales para gestionar el riesgo de desastre en la ciudad de Can Tho	250 / 6
Jamaica	Proyecto de reducción de vulnerabilidad ante desastre en Jamaica	Objetivo: Mejorar la resiliencia de Jamaica ante riesgos de desastres y climatológicos	30 / 6
Filipinas	Segundo préstamo para el desarrollo de políticas de gestión de riesgos de desastres	Objetivo: Mejorar las capacidades técnicas y financieras del Gobierno de Filipinas para reducir el riesgo de desastre y gestionar los impactos socioeconómicos y fiscales de los desastres naturales	500 / 3
Mozambique	MZ – Proyecto de recuperación resiliente de emergencia para las regiones Norte y Central	Objetivo: Recuperar la funcionalidad de infraestructuras críticas de acuerdo a criterios de resiliencia en las provincias afectadas por desastres, así como incrementar la capacidad del gobierno de Mozambique para una respuesta rápida y eficaz ante futuras crisis que puedan surgir	40 / 4

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos del Banco Mundial³⁵

Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)

El Fondo Verde del Clima³⁶ es un fondo internacional auspiciado por Naciones Unidas y creado para apoyar inversiones en proyectos de bajas emisiones de CO2 (mitigación) y resiliencia climática (adaptación) en países en desarrollo. El fondo está abierto tanto a iniciativas públicas como privadas y su objetivo es realizar una contribución coordinada y significativa al control del cambio climático.

El objetivo inicial es el de recaudar 100.000 millones de dólares hasta 2020. Ahora bien, de acuerdo con la propia página web del fondo, actualmente se habrían recaudado unos USD 10.000 millones. Más allá de este horizonte temporal, la referencia al documento del Banco Mundial descrita en la introducción de este apartado indica que el cambio climático va a obligar como mínimo a mantener

³⁵ <http://www.worldbank.org/projects>

³⁶ <http://www.greenclimate.fund/home>

e incluso incrementar a medio y largo plazo esta inversión. Pero es que, además, la vigésimo primera sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21) incluyó en su declaración de resultados objetivo movilizar hasta 100.000 millones de dólares anuales, a partir de 2020, a través de distintas fuentes. Este objetivo se revisará al alza antes de 2025³⁷.

Está claro que el motor del fondo es el intento de contrarrestar en la medida de lo posible los efectos del cambio climático, entre otras cosas mediante la reducción de emisiones de CO₂, de tal forma que cabría plantearse si el fondo como tal es directamente abordable desde el sector chileno de empresas dedicadas a las áreas de la gestión y mitigación de los riesgos naturales. En este sentido puede aportar luz la relación de áreas de impacto (8) establecidas para el fondo. Estas áreas se definen de la siguiente manera:

- Cambio hacia vías de desarrollo de bajas emisiones a través de:
 1. Acceso a energías de bajas emisiones de CO₂ y generación energética
 2. Transporte de bajas emisiones
 3. Edificios, ciudades, industrias energéticamente eficientes
 4. Uso territorial sostenible y gestión de bosques
- Desarrollo sostenible con incremento de la resiliencia climatológica para:
 1. Viviendas mejoradas para la población, comunidades y regiones más vulnerables
 2. Mejora de salud y bienestar, así como seguridad alimenticia y de agua potable
 3. Entorno urbano y de infraestructuras resilientes a las amenazas del cambio climático
 4. Ecosistemas resilientes.

Además, en 2015 se inició la aprobación y asignación de presupuestos a proyectos concretos. La siguiente Tabla 30 recoge la variedad temática y distribución geográfica de los fondos asignados.

Tabla 30 – Relación de proyectos aprobados por el Fondo Verde del Clima en 2015

Relación de proyectos aprobados por el Fondo Verde del Clima en 2015			
País	Título	Descripción	Importe (USD MM) / Años
Perú	Construcción de resiliencia en los humedales de la provincia de Datem del Marañón, Perú	Mejora de la resiliencia climatológica de comunidades indígenas en humedales en combinación con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por deforestación	9,11 / 5 años

³⁷ <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/cumbre-cambio-climatico-cop21/resultados-cop-21-paris/default.aspx>

Relación de proyectos aprobados por el Fondo Verde del Clima en 2015			
País	Título	Descripción	Importe (USD MM) / Años
Malawi	Redimensionamiento de un sistema de información meteorológica y sistemas de alarma temprana	Protección de vidas y hogares en Malawi contra desastres de índole climatológico mediante la instalación de sistemas de alerta temprana e información meteorológico y mejora de la resiliencia de comunidades vulnerables	16,2 / 6 años
Senegal	Incremento de la resiliencia de ecosistemas y comunidades mediante la restauración de las bases productivas en terrenos salinizados	Restauración de terrenos salinizados mediante la implantación de mejoras y planificación, e implantación de medidas como instalaciones hidráulicas, reforestación, sistemas anti-erosión y uso de agricultura adaptada	8,16 / 4 años
Bangladesh	Homogeneización de infraestructuras climático resilientes	Provisión de refugios anti-ciclón y aseguramiento de vías críticas para proteger vidas en una zona costera de Bangladesh. Desarrollo de infraestructuras urbanas y protección de residentes vulnerables ante riesgos climatológicos. Instalación de un centro de excelencia climático-resiliente para guiar futuros desarrollos de infraestructuras en el país	80 / 6 años
Ruanda y Kenia	Creación de fondo de inversión KawiSafi en el Este de África	Creación de un fondo de inversión para promocionar el desarrollo de una red de energía solar	15 / 12 años
América Latina y El Caribe	Creación de bonos verdes de eficiencia energética	Creación de bonos verdes de eficiencia energética orientados a la demanda vía la agregación y movilización de fondos institucionales hacia escala de pequeña y mediana empresa	780 / 10 años
Islas Maldivas	Ayuda a comunidades vulnerables en Maldivas y gestión de escenarios de escasez de agua inducidos por el cambio climático	Provisión de agua dulce a 105.000 personas en las islas exteriores de Maldivas como respuesta a los escenarios de escasez de agua que está generando el cambio climático. Introducción de sistemas centralizados de suministro y gestión de recursos subterráneos.	28,23 / 5 años
Fiji	Proyecto de suministro de agua potable y gestión de aguas residuales en Fiji	Proyecto ingenieril de renovación del sistema de suministro de agua potable y gestión de las aguas residuales.	222 / 7 años

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos del Green Climate Fund³⁸

De la diversidad de proyectos recogidos en la anterior tabla se deduce que el Fondo Verde puede ser perfectamente aplicable al estado de conocimiento y desarrollo que los centros académicos y empresas chilenas de diversas áreas dentro del campo de la GRN están alcanzando. En general, múltiples iniciativas orientadas al desarrollo sostenible, dentro y fuera del país, pero especialmente

³⁸ <http://www.greenclimate.fund/home>

las iniciativas orientadas a la mejora de la resiliencia comunitaria, protección de poblaciones vulnerables, así como la de gestión sostenible de áreas con valor ecológico, incluyendo la gestión forestal y las innovaciones que CONAF viene desarrollando, podrían ser presentadas al fondo. Además, a través de este fondo los actores chilenos podrían exportar conocimiento al extranjero mediante colaboraciones con socios locales.

En conclusión, se puede afirmar que estas actuaciones efectivamente constituyen un sector de mercado potencial hacia el que poder orientar esfuerzos comerciales, siendo el valor estimado del fondo, si se cumplen las expectativas, de 100.000 millones de dólares anuales a partir de 2020. No obstante, como buena parte de este objetivo dependerá finalmente del cumplimiento de los compromisos adquiridos, situación que puede variar mucho en función la evolución política y económica a nivel mundial, se considera preferible adoptar en el presente cálculo un valor más conservador y tangible, concretamente el que en la actualidad se ha recaudado, es decir USD 10.000 millones y asumirlo como el monto anual a medio plazo.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID-IADB)

Una búsqueda similar a la aquí expuesta para el Banco Mundial y el Fondo Verde del Clima en la página web del Banco Interamericano de Desarrollo (proyectos aprobados en materia de Medio Ambiente y Desastres Naturales³⁹) para los últimos cinco años y medio, desde enero de 2011, indica que esta entidad ha aprobado en este periodo unos 320 proyectos de diversa índole, distribuidos por el conjunto de países latinoamericanos en los que este banco trabaja, incluido Chile, por importe de unos 3.340 millones de dólares. Es decir, un promedio de algo más de USD 600 millones anuales. Pero hay que entender que este cómputo se refiere al importe acumulado del conjunto de proyectos de asistencia financiado por el banco, debiendo otra parte ser asumida por los propios países asistidos, de tal forma que la cifra real sería incluso mayor. No obstante, desde un punto de vista conservador se usará el dato de los 600 millones de dólares anuales en el cálculo del mercado potencial total.

A esta cantidad se le podrían sumar múltiples proyectos recogidos en otros sectores, tales como:

- Agricultura y Desarrollo Rural.
- Agua y Saneamiento.
- Desarrollo y Vivienda Urbanos.

Los aspectos típicamente asociados al desarrollo sostenible y resiliente ante desastres naturales son previsiblemente de aplicación a estos campos. Por tanto, la cifra indicada como mercado potencial probablemente se podría multiplicar por dos o tres.

³⁹ <http://www.iadb.org/es/proyectos/>

5.2.4 Proyección dimensión del mercado Chileno

Los cálculos y proyecciones realizados a nivel mundial incluyen asimismo la porción de servicios y productos y servicios en materia de GRN asociados a Chile dado que todas las fuentes consultadas tienen un enfoque global. Sin embargo, resulta difícil obtener la información desagregada para el mercado interno chileno en estas mismas plataformas dado que este potencial depende en parte de las propias iniciativas chilenas, de tal forma que en este caso se han realizado estimaciones complementarias siguiendo las mismas estrategias indirectas ya explicadas. A continuación se explican brevemente los enfoques y resultados obtenidos.

Mercado de la Construcción

La Cámara Chilena de la Construcción elabora periódicamente proyecciones de evolución del sector de la construcción interno. Mediante la información reflejada tanto para los sectores inmobiliario e infraestructuras para el presente año (CChC, 2016), como la proyección de inversiones en infraestructuras necesarias con horizonte de 2023 (CChC, 2014), se ha elaborado la siguiente Tabla 31 en la que se presenta la estimación de inversión promedio anual previsible en el sector hasta 2023, así como la proporción de este monto que, de acuerdo a la metodología de proyección anteriormente descrita, se estima podría estar asociado a los productos y servicios de valor añadido en materia de GRN que estos proyectos requerirán.

Tabla 31 – Proyección Inversión en Construcción Chile y Estimación Valor Añadido GRN

Proyección Inversión en Construcción Chile y Estimación Valor Añadido GRN (horizonte 2023)								
Región	Inversión media 2012-2015 (MM UF)	Proyectado 2016 (Base) (MM UF)	Proyectado 2016 (Base) (MM USD)	Requerimientos Inv. 2018-2023 (MM USD)	Media Anual Proyectada 2018-2023 (MM USD)**	Monto anual est. de diseño y equipamiento resiliente (15%) (MM USD)***	Coef. estimado ejecución real (Chile)	Monto neto resultante "realista" (MM USD)
Infraestructuras	452,1	449,8	17.717,6	54.473,0	10.894,6	1.634	60%	981
Vivienda (Inmobiliario)	209,2	220,9	8.701,3	n.d.*	8.701,3	1.305	90%	1.175
TOTAL	661,3	670,7	26.418,9		19.595,9	2.939,4		2.155,2

* Dato no disponible en la documentación consultada

** Para el sector inmobiliario se ha asumido el nivel de inversión previsto para 2016, mientras que para las infraestructuras se asume la media de la previsión realizada por la Cámara de la Construcción

*** Porcentaje de valor añadido estimado en relación con las necesidades de construcción resiliente obligatoria en Chile

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos CChC (2014, 2016)

De acuerdo a los datos presentados, la inversión anual prevista en el sector de la construcción entre inmobiliario e infraestructuras sumaría unos 19.500 millones de dólares, de los que unos 2.150 millones estarían potencialmente asociados al valor añadido del campo de la GRN. Respecto a este dato cabe indicar que en buena medida el mercado proyectado ya existe y está siendo cubierto por los distintos actores presentes en el país.

Valoración por daños recurrentes

En relación con los daños recurrentes generados por los desastres naturales en Chile, disponemos de los datos presentados en el apartado 4.2.2 relativos a los gastos en proyectos de reconstrucción que Chile viene gastando anualmente desde 2010. Precisamente la dimensión del impacto del terremoto de ese año descompensa en parte el promedio anual de gasto, dado que la serie debe considerarse como corta (7 años), pero a efectos del fin perseguido se consideran los datos como válidos.

El promedio de gastos en emergencia y reconstrucción fiscalizado por el ministerio de Hacienda ronda los 900 millones de dólares anuales. A esta cantidad se debería sumar el importe financiado por el gremio del seguro para el sector privado, si bien no se dispone de una serie equivalente de datos anuales. Por tanto, desde una perspectiva práctica se asumirá que este importe es equivalente al gasto público. De esta forma se obtendría un importe medio anual de unos 1.800 millones de dólares en materia de reconstrucción por daños recurrentes.

Aplicando nuevamente los factores de corrección anteriormente descritos, es decir, el 15% de valor añadido resiliente y un 90% de previsión realista respecto al total de inversión resiliente deseable, considerando que los proyectos de reconstrucción mayoritariamente intentarán mejorar la calidad de lo derruido por los desastres, la inversión se quedaría en unos 240 millones de dólares anuales.

Inversión por administraciones y entidades de multilaterales

El resultado del dimensionamiento del mercado mundial generado por las entidades multilaterales dio como muestra mínima de este sector un importe de unos 16.000 millones de dólares. Evidentemente, una parte de este monto puede ser destinado en la realización de proyectos en Chile, tal como demuestran las referencias bibliográficas anteriormente mencionadas del BID (BID, 2010 y 2015). Pero es que además el Fondo Verde del Clima tendría múltiples aplicaciones a diversos sectores chilenos, como el de las energías renovables, protección de ecosistemas (masas forestales, etc.), pero también proyectos que pueden estar directamente enfocados con el reforzamiento de la resiliencia de comunidades y poblaciones vulnerables. Complementariamente, de acuerdo con los últimos datos expuestos recientemente en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático COP22, considerando los efectos de las inundaciones ocurridas en el norte del país en 2015, Chile entró a formar parte de la lista de 10 países más afectados por los efectos del cambio climático del pasado año⁴⁰. En consecuencia, procede realizar una proyección

⁴⁰ <http://www.emol.com/noticias/Nacional/2016/11/15/831227/Aluviones-en-el-norte-llevan-a-Chile-a-ubicarse-entre-los-10-paises-mas-afectados-por-el-cambio-climatico.html>

estimativa del importe mínimo que anualmente se podrían generar en Chile asociado a estas organizaciones.

Si bien, no se dispone de un baremo claro para realizar el cálculo, a título orientativo se podría usar el peso del PIB Chileno respecto al mundial, el 0,3%⁴¹, como pista. Partiendo del monto de 16.000 millones de dólares estimados como muestra mínima, se obtendrían 48 millones de dólares anuales de inversión.

Esta cifra se complementaría con los importes que el sector público y privado chileno invierte anualmente en el tipo de productos y servicios de naturaleza similar a la de los proyectos de las entidades internacionales descritas.

5.2.5 Resumen

Como resumen del ejercicio de recopilación de información y estimación conservadora del mercado potencial en los distintos ámbitos que componen la actividad en gestión y mitigación de riesgos por desastres naturales, se pueden presentar los siguientes resultados que dan una idea del mercado mundial existente para los actores chilenos, públicos y privados, activos en el sector:

- En el sector de la construcción desglosando los subsectores de inversión de capital e infraestructuras e inversiones (USD 3.400.000 millones), e inmobiliario (USD 6.100.000 millones), se estima de forma conservadora la existencia de un mercado anual de 9.500.000 millones dólares hasta el año 2025. De estos se calcula de forma orientativa que aproximadamente 400.000 millones estarían asociados a los trabajos, servicios y productos resilientes que las empresas chilenas presentes en el sector de la GRN podrían proveer. Grosso modo el 60% de esta inversión se realizará en Asia.
- Partiendo de los daños cuantificados que los propios desastres naturales generan en todo el mundo se estima que podría existir un flujo de inversión adicional del orden de unos 1.750 millones de dólares. Igualmente aquí el mayor porcentaje de inversión se centraría en Asia, con un 43 % del total.
- Mediante fondos puestos a disposición por entidades multilaterales internacionales como el Banco Mundial, el BID y Naciones Unidas (Fondo Verde Climático), se puede anticipar a medio plazo un mercado mínimo anual de unos 16.000 millones de dólares para proyectos de investigación, planificación y prevención orientados al incremento de la resiliencia de las sociedades en los múltiples vertientes que esta área presenta.

En la siguiente [Tabla 32](#) se presenta el resumen de las cuantías aquí indicadas, así como la suma de los tres conceptos.

⁴¹ Banco Mundial

Tabla 32 – Resumen del Cálculo de Dimensionamiento del Mercado Mundial Anual en materia de GRN

Resumen del Cálculo de Dimensionamiento del Mercado Mundial Anual en materia de GRN (horizonte 2025)				
Sector / Enfoque	Proyección inversión anual estimada en zonas con Riesgos Naturales (2014-2025) (MM USD)	Coste estimado de diseño y equipamientos resilientes (15%) (MM USD)	Monto neto resultante "realista" (MM USD)	Inversión anual proyectada hasta 2025 (MM USD)
Fuentes Bibliográficas				
- Sector de Capital e Infraestructuras	3.438.909	515.836	140.515	140.515
- Sector Inmobiliario	6.140.910	921.136	250.919	250.919
Proyección a partir de Daños Recurrentes	35.000	5.250	1.748	1.748
Entidades de Desarrollo Económico*				
- Banco Mundial	n.a.	n.a.		5.300
- Fondo Verde del Clima	n.a.	n.a.		10.000
- BID	n.a.	n.a.		600
		TOTAL		409.082

* Muestra mínima, pero representativa, seleccionada
n.a. - No aplica

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, la suma de estas cantidades asciende a algo más de 400.000 millones de dólares anuales. Esta cantidad debe ser considerada meramente como orden de magnitud orientativa con proyección hasta el año 2025.

Respecto al volumen de negocio que se podría deducir de un cálculo similar para Chile, a continuación se resume el resultado en la Tabla 33.

Tabla 33 – Resumen del Cálculo de Dimensionamiento del Mercado Chileno Anual en materia de GRN

Resumen del Cálculo de Dimensionamiento del Mercado Chileno Anual en materia de GRN (horizonte 2023)					
Sector / Enfoque	Proyección inversión anual estimada en zonas con Riesgos Naturales (2018-2023) (MM USD)	Coste estimado de diseño y equipamientos resilientes (15%) (MM USD)	Coefficiente est. ejecución real (Chile)	Monto neto "realista" Chile (MM USD)	Inversión anual proyectada hasta 2023 (MM USD)
Fuentes Bibliográficas					
- Sector de Capital e Infraestructuras	10.895	1.634	60%	981	981
- Sector Inmobiliario	8.701	1.305	90%	1.175	1.175
Proyección a partir de Daños Recurrentes	1.800	270	90%	243	243
Entidades de Desarrollo Económico*	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	48
		TOTAL			2.446

* Proyección de acuerdo a la combinación del PIB Chileno y monto de muestra mínima del mercado mundial
n.a. - No aplica

Fuente: Elaboración propia

Es decir, el mercado mínimo potencialmente existente en Chile se estima del orden de 2.400 millones de dólares. En relación a esta cifra, cabe indicar que supondría aproximadamente el 0,6% de la inversión proyectada a nivel mundial, mientras que el PIB de Chile de 2015 representó de acuerdo a los datos del Banco Mundial el 0,3% del PIB Mundial⁴². Teniendo en cuenta la sensibilidad de Chile en relación a los desastres naturales, parece previsible que el país, con el nivel de desarrollo que ha alcanzado, invierta en este campo más que la media de los países. Por tanto, se puede concluir que las estimaciones de mercado realizadas guardan un grado de aproximación razonable.

A las cantidades indicadas se deberían añadir los importes en demanda de estudios, servicios y productos resilientes en materia de GRN que desde los países se demandan a través de administraciones nacionales, regionales y locales, tal como se ha visto en la introducción de este capítulo por parte de instituciones como la FEMA americana, la JICA japonesa o el Ministerio de Defensa Civil de Nueva Zelanda. En el caso de Chile se debería pensar en el Ministerio del Interior (ONEMI), Subdere, etc. Sin embargo, resulta muy complejo realizar una estimación fundada de este mercado.

De acuerdo a la información recogida en este capítulo, cabe esperar que el mercado se incremente más allá de 2025 debido a la futura demanda de viviendas, infraestructuras y servicios asociados al incremento de la población mundial, la necesidad de mitigar los efectos del cambio climático y la progresiva asunción de conciencia de los respectivos países en relación a la necesidad de reforzar la resiliencia propia, con lo que esto conlleva en materia de estructuración administrativa y social.

En cuanto al desglose de la cuota de mercado específico para cada tipo de producto, proceso y servicio que se puede encontrar dentro del campo de la GRN, se podría hacer grosso modo la siguiente estimación global:

- En torno a 400.000 millones de dólares anuales estarían asociados a los trabajos de valor añadido de ingeniería, arquitectura, dirección de obra y otros servicios asociados al estudio de la resiliencia de construcciones e infraestructuras planificadas (diseño, ordenación del territorio, estudios de riesgos locales, etc.), así como a productos y materiales resilientes.
- Algo más de 1.750 millones de dólares anuales al mismo tipo de servicios y productos, pero en este caso asociados a la reconstrucción de daños generados anualmente por los desastres naturales.
- 16.000 millones de dólares anuales dedicados a todo tipo de estudios, servicios y productos orientados al incremento de la resiliencia general ante desastres naturales y efectos del cambio climático. Este importe estaría asociado a entidades internacionales de desarrollo

⁴² <http://data.worldbank.org/data-catalog/GDP-ranking-table>

económico, pero en parte igualmente puede ser financiado por administraciones nacionales, regionales o locales de los países.

Se entiende que el conjunto de productos, procesos y servicios en cada sector de mercado indicado podría encuadrarse dentro del término “innovación” tal como se ha enfocado su sentido de acuerdo al estado actual del sector de la GRN a nivel internacional. En el siguiente capítulo se profundiza en esta cuestión.

6. ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN GRN

6.1 Introducción – enfoque y planteamiento seguido

El término “innovación” puede entenderse desde distintos enfoques. El más directo sería el que en términos generales se refiere a la innovación continua y progresiva de productos y servicios, aplicada de forma general para el conjunto de sectores económicos y de servicios que componen la economía de un país. Según el diccionario de la lengua española de la Real Academia Española, la innovación es la “creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado”. La pregunta que se podría plantear a partir de aquí para el enfoque de este estudio es si la innovación de productos, procesos y servicios en el campo de la GRN debe entenderse a partir de lo ya existente en el mercado, entendiendo como tal que los actores presentes en el sector a nivel internacional, tanto productores y proveedores como compradores y entes contratantes, tuvieran este desarrollo técnico vigente ya asumido y fueran conscientes de las necesidades de desarrollo a realizar. En ese caso, el ejercicio de dimensionamiento del mercado de innovación en el área de la GRN iría orientado exclusivamente a esas necesidades hipotéticas.

Sin embargo, a nuestro juicio en el anterior enfoque la parte relativa a la introducción en el mercado de los servicios y productos actuales en combinación con la asunción e incorporación de estos por parte de los entes adquirentes aún no puede considerarse como completado. Esto se debe en buena medida a que, tal como demuestran por ejemplo los informes de seguimiento de la implantación del Marco de Acción de Hyogo para el caso de Chile, en gran parte del mundo existe un retraso significativo en la incorporación de las políticas de organización, adquisición e implantación de servicios y productos orientados al reforzamiento de la resiliencia, en parte por falta de recursos y en parte por priorización de otras necesidades.

En consecuencia, esta situación invita a considerar el término innovación en un sentido más amplio y realista, entendiendo que los productos y servicios modernos, de distinta índole, que en los últimos años se han venido desarrollando e implementando a nivel mundial, por ejemplo la ordenación territorial sostenible combinada en la actualidad con la evaluación de los riesgos naturales locales, si bien ya ampliamente conocida y difundida internacionalmente, no deja de ser un tipo de producto moderno que aún tiene un enorme recorrido dado el relativamente bajo nivel de implantación en países pobres o en desarrollo, en combinación con el significativo incremento de la población existente en la actualidad.

Por tanto, el planteamiento seguido ha sido básicamente el de analizar productos y servicios vigentes ofrecidos en *clusters* tecnológicos de referencia para a continuación cruzarlos con las competencias y capacidades chilenas, a objeto de realizar un diagnóstico respecto al estado actual

de capacidad de desarrollo chileno en relación a sus propias necesidades, así como las de los nichos de exportación identificados.

Tal como se explicará en los siguientes apartados, se cree que en términos generales en Chile existe una combinación interesante consistente en una amplia experiencia y capacidad académicas y tecnológicas apoyadas por unas estructuras administrativas de fomento al desarrollo ya existentes y hasta cierto punto rodadas que permiten seguir avanzando en el desarrollo de los servicios y productos vigentes, de tal forma que esta situación puede considerarse como una base adecuada con la que afrontar el reto de la exportación de conocimiento y productos buscado por la CREDEN.

6.2 Análisis de tipo de productos / servicios ofrecidos a nivel internacional / Demanda

6.2.1 Fuentes ejemplo de servicios modernos/innovadores

Partiendo del enfoque asumido para el concepto de la innovación descrito anteriormente procede analizar fuentes de relevancia internacional en el campo de la GRN para evaluar el tipo de proyectos que en la actualidad se están desarrollando, considerando, tal como se explicó, que estas referencias representan la base de comparación con la que habría que contrastar las capacidades existentes en la actualidad en Chile o aquellas que podrían ser objeto de desarrollo partiendo de lo ya existente. Las plataformas internacionales de referencia seleccionadas son las siguientes:

- *Cluster* de colaboración tecnológica Natural Hazards Inc, con base en Nueva Zelanda⁴³.
- La asociación de técnicos especializados denominada Understanding Risk⁴⁴ auspiciada por Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR) que es a su vez gestionada por el Banco Mundial.

A continuación se describe brevemente el campo de trabajo de cada agrupación técnica y se comentan los tipos de proyectos modernos que las empresas y técnicos participantes están implantando a nivel mundial.

Natural Hazards Inc

De acuerdo a la información recogida en su página web, Natural Hazards Inc es una agrupación colaborativa con mira internacional de más de 30 empresas neozelandesas punteras en el suministro de soluciones innovadoras para la gestión de los riesgos naturales, incluyendo el de terremoto. La plataforma incluye empresas especializadas en evaluación de riesgos, control de amenazas, preparación ante emergencias, mejora del conocimiento comunitario y de resiliencia ante

⁴³ <http://www.naturalhazards.co.nz/>

⁴⁴ <https://understandrisk.org/about/>

desastres naturales, continuidad de negocio, soluciones ingenieriles para la mitigación de daños, estrategias de comunicación, estudios económicos, formación e investigación.

La plataforma divide los servicios ofrecidos entre los campos de la reducción de riesgos, preparación ante emergencias, respuesta a emergencia y recuperación tras desastre. Para facilitar la asimilación visual de los posibles contenidos de cada categoría, a continuación se presenta en la siguiente imagen (Figura 17) la relación de servicios ofrecidos para cada una en su página web.

Figura 17 – Relación de tipos de proyectos ofrecidos por la plataforma Natural Hazards Inc



Fuente: Natural Hazards Inc⁴⁵

La página incluye enlaces con los que acceder tanto a una explicación más detallada del contenido de los tipos de proyecto asociados a cada categoría, como a breves descripciones de proyectos tipo realizados. Resultaría excesivo el intento de desmenuzar como parte de este documento la descripción y contenido de cada tipología, si bien se puede resumir de forma global que los proyectos y estudios van orientados a los distintos campos de gestión y mitigación de riesgos, comunicación y concienciación comunal, implantación de avances tecnológicos (alertas tempranas y otros), transferencia de riesgos financieros (seguros), establecimiento de centros de gestión fijos o temporales y diseño y gestión de planes emergencia, reconstrucción, etc., acordes con las recomendaciones y guías de buenas prácticas, tipo marcos de acción de Hyogo y Senday, que en los últimos años se han venido proponiendo por parte de los organismos internacionales presentes

⁴⁵ <http://www.naturalhazards.co.nz/>

en este campo. A partir de estas resumidas descripciones se podría realizar una categorización respecto al grado de innovación atribuible a cada proyecto, si bien tal como ya se explicó en el anterior apartado, el conjunto de tipologías de proyectos y alcances de los mismos pueden ser considerados como el “estado del arte” en materia de la GRN, cuya implantación aún no ha sido alcanzada en buena parte del mundo, de tal forma que procede evaluar las capacidades chilenas respecto a este tipo de servicios.

Productos

Como complemento a la tipología de estudios y proyectos ofrecidos, la página web de Natural Hazards Inc. Incluye un apartado de productos innovadores desarrollados por algunas de las empresas asociadas a la plataforma. Los productos descritos son los siguientes:

- Productos de aislamiento de base y atenuación de vibraciones.
- Sistemas de seguimiento sísmico basados en sismógrafos portátiles y sistemas de control estructural centralizado.
- Equipos reductores de vibración, para proteger equipos sensibles ante fuertes sismos.
- Acelerómetros diseñados para su instalación en sustratos blandos y control sísmico en zonas sísmicamente sensibles.
- Sistemas de comunicación vía página web que permiten compartir información en tiempo real con costes bajos.
- Material reforzante para protección de vidrios en edificios (mitigación de daños sísmicos).

En resumen, se puede indicar que los productos ofertados están principalmente asociados al control del riesgo sísmico y la mitigación de sus consecuencias sobre los edificios (contenido) y equipos de uso (contenido). Por otro lado, igualmente la necesidad de garantizar la comunicación entre los técnicos responsables de actuar tras el desastre presenta su aplicación tecnológica innovadora. Se trata evidentemente de una relación de productos relativamente corta que desde luego no cubre todas las tipologías de desarrollos técnicos y tecnológicos imaginables en este amplio campo. Sin embargo, sí son ilustrativos del tipo de equipos y materiales aparentemente innovadores que se destacan en esta plataforma, independientemente de que el estudio de la información recogida en las respectivas páginas web de cada socio puede ampliar la visión en este campo.

Understanding Risk

Understanding Risk (UR) es una comunidad internacional de más de 6.500 expertos y técnicos activos en el campo de la GRN que básicamente intercambian conocimientos y experiencias, y discuten sobre la innovación y las buenas prácticas dentro del estudio de riesgos. La comunidad se cita cada dos años en un congreso con duración de cinco días, en el que se destacan las mejores prácticas, se establecen vínculos de colaboración entre técnicos y empresas y se destacan las

últimas innovaciones en los distintos campos de actuación dentro del sector. Cabe indicar que por la naturaleza de la organización se intuye que buena parte de las iniciativas, programas y proyectos de trabajo están enfocados desde un punto de vista de la investigación académica aplicada y la colaboración y cooperación en ayuda al desarrollo, por lo que cabría plantearse su utilidad desde un punto de vista comercial. Sin embargo, sí se cree que los contenidos presentados son ilustrativos del estado del arte en materia de la GRN y mejora de la resiliencia incluyendo las tendencias en innovación vigentes.

En el siguiente cuadro (Tabla 34) se resumen algunos tópicos y aplicaciones tecnológicas descritos en la página web ilustrativos de las tendencias de desarrollo existentes.

Tabla 34 – Relación de proyectos y tópicos presentados por Understanding Risk

Relación de proyectos y tópicos presentados por Understanding Risk			
Categoría	Tópico	Descripción	referencia
Metodología / Amenaza	Análisis de riesgos	La realización de análisis de riesgos de acuerdo a los enfoques modernos (amenaza, exposición, vulnerabilidad) y a diferentes escalas, pero especialmente centrados en comunidades sensibles constituye la herramienta principal en la GRN	https://understandrisk.org/topic/risk-assessment/
	Cambio Climático	Es probable que los riesgos locales, a distinta escala, cambien en intensidad debido a los efectos del cambio climático que han empezado a manifestarse en los últimos años. Se requiere incluir este aspecto a los análisis de riesgo actuales	https://understandrisk.org/topic/changing-risk/
	Enfoques de actuación para amenazas concretas	El Banco Mundial ha creado la Comunidad de prácticas ante inundaciones urbanas (UFCOP), para promover metodologías de actuación comunes a comunidades afectadas. Este ejemplo demuestra el enorme margen que aún queda en el desarrollo de metodologías de actuación para amenazas concretas	https://understandrisk.org/initiative/urban-floods-community-of-practice/
		La iniciativa <i>Global Earthquake Model</i> (GEM) orientada a elaborar herramientas de modelización de riesgo sísmico de fácil uso que deben ayudar a administraciones locales a elaborar planes de mitigación ante esta amenaza. Evidentemente la colaboración en el desarrollo de estas herramientas puede suponer un trampolín para la participación en la difusión e implantación de los mismos	https://understandrisk.org/initiative/global-earthquake-model/
Resiliencia	Trabajar la resiliencia a nivel local y comunitario	El programa Code for Resilience trabaja con autoridades locales para mejorar las capacidades comunitarias e incrementar la concienciación de las poblaciones vulnerables	https://understandrisk.org/initiative/code-for-resilience/
	Garantizar la resiliencia de las infraestructuras	La evaluación de la vulnerabilidad de las infraestructuras vitales para un país, a distintas escalas, es crucial para la mitigación de los riesgos. Existe aún un amplio campo de desarrollo en esta materia, según las distintas amenazas	https://understandrisk.org/event-session/check-the-vitals/

Relación de proyectos y tópicos presentados por Understanding Risk			
Categoría	Tópico	Descripción	referencia
	Innovación en la resiliencia escolar	A pesar de los procedimientos y herramientas ya existentes para garantizar la resiliencia de las instalaciones escolares, en muchos países este sector sigue siendo muy vulnerable, lo que demuestra el potencial de desarrollo en el mismo	https://understandrisk.org/event-session/global-school-safety/
	Resiliencia de ciudades	Proyecto 100RC auspiciado por la Fundación Rockefeller (FR). Según UN en 2050 el 68% de la población mundial vivirá en ciudades, mientras que el 65% del espacio necesario para este incremento aún no ha sido desarrollado. FR pretende identificar 100 ciudades de distintas características para, como modelo, apoyarlas en su desarrollo resiliente combinando aportaciones de empresas ingenieriles, de arquitecturas, (re)aseguros, de infraestructuras, financieras, consultoras y otras. Se trata de un ejemplo que ilustra el enorme campo de desarrollo y aportación a medio y largo plazo del conjunto de empresas indicadas y otras dentro del campo de la GRN, a nivel mundial pero igualmente para los actores chilenos.	https://understandrisk.org/event-session/what-does-it-take-to-build-100-resilient-cities/
Comunicación	Sistemas y estrategias	Desarrollo de sistemas de comunicación de uso sencillo que faciliten su uso por parte de las comunidades pueden ayudar a conseguir una respuesta positiva y proactiva de parte de las poblaciones expuestas	https://understandrisk.org/event-session/the-final-mile/
Tecnología	GIS	El uso de Sistemas de Información Geográfica (GIS), y toda la tecnología asociada, se ha convertido en la base de la gestión de datos con la que realizar los análisis de riesgos a diferentes escalas y preparar herramientas para uso de distintos actores	https://understandrisk.org/topic/gis/
	Aplicaciones tecnológicas	El uso de aplicaciones tecnológicas e incluso redes sociales (Twitter, etc.) pueden ayudar en la gestión de los efectos tras un desastre	https://understandrisk.org/journal-article/twitter-as-a-potential-disaster-risk-reduction-tool/
	Open data	Los avances tecnológicos, incluyendo la mejora del acceso a la comunicación, abaratamiento de costes de dispositivos y movimiento hacia sistemas abiertos de información generan una oportunidad para involucrar a las poblaciones locales en las distintas fases de gestión del desastre, desde el preventivo al de recuperación. En este cometido cabe pensar en todo tipo de aplicaciones	http://blogs.worldbank.org/ic4d/ideathon-code-resilience-mixes-tech-and-disaster-risk-experts-spark-innovation
	Alerta temprana	Desarrollo de alerta temprana ante deslizamiento ha ayudado a salvar vidas en El Salvador mediante aplicaciones inteligentes (IoT) y redes inalámbricas	https://understandrisk.org/region/global/
	Aplicaciones meteorológicas	El programa SMS Lapli, aplicado en Haití, es un ejemplo del desarrollo de herramientas digitales que se está llevando a cabo para la gestión eficiente de los datos recogidos por las estaciones meteorológicas del país. Con estos datos se puede mejorar la resiliencia agrícola de comunidades vulnerables	https://www.gfdrr.org/reducing-disaster-risk-through-hydromet-technology-haiti

Relación de proyectos y tópicos presentados por Understanding Risk			
Categoría	Tópico	Descripción	referencia
	Desarrollos múltiples	El campo de la identificación de riesgos se está transformando. Gracias al desarrollo reciente de distintas herramientas y aplicaciones digitales (por ej, drones, estaciones meteorológicas móviles, etc.) se pueden realizar análisis mucho más detallados y en tiempo real	https://understandrisk.org/event-session/disruptors/

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos de Understanding Risk⁴⁶

6.2.2 Análisis de demanda

Tal como se ha indicado en el anterior capítulo, resulta muy difícil realizar una estimación cuantitativa fundada de la demanda existente a nivel mundial para los distintos tipos de productos, procesos y servicios que en los últimos años se han ido definiendo y desarrollando dentro del campo de la GRN. Sin embargo, las referencias incluidas previamente de proyectos tipo convocados por las entidades de desarrollo económico y su relativa coincidencia con muchos de los productos, servicios y tópicos extraídos de las plataformas Natural Hazards Inc. y Understanding Risk son ilustrativos de la medida en que oferta y demanda en este sector se han ido ajustando.

Ahora bien, cabe recordar que se trata de un sector aún en desarrollo, en el que muchas de las metodologías y herramientas de trabajo, tal como el análisis de riesgo probabilístico, han sido desarrolladas en la última década y en el que aún está pendiente su implantación administrativa a nivel regional y local en muchos países, de tal forma que cabe esperar la demanda del tipo de productos y servicios descritos se vaya incrementando y consolidando a futuro.

En esta tendencia será clave la asunción de los efectos que a medio y largo plazo va a tener el cambio climático, lo que igualmente generará un flujo de inversión complementario en el futuro.

Respecto a la demanda de servicios ingenieriles y de productos y materiales estructurales para la construcción, aquí se puede garantizar una demanda creciente para el diseño de edificios e infraestructuras resilientes a las amenazas a las que estas estén expuestas, sismo, inundación, huracanes, etc., de acuerdo con la implantación de códigos de construcción de forma aún más generalizada de lo que en la actualidad pueda existir en las diversas regiones del mundo. Sin embargo, resulta más difícil anticipar la medida en que de acuerdo a un análisis coste-beneficio la demanda de diseños ingenieriles y materiales aún más innovadores de los ya existentes pueda acompañar el crecimiento del sector. No obstante, aparte del orden de magnitud de los importes de

⁴⁶ <https://understandrisk.org/about/>

inversión en materia de infraestructuras estimados hasta el año 2025, y más allá considerando el significativo y constante incremento de la población humana, el ejemplo de la iniciativa 100RC de la Fundación Rockefeller, recogida en el anterior apartado (Tabla 34), ilustra por sí solo el inmenso campo de desarrollo existente a nivel mundial para las empresas como ingenierías, arquitecturas, consultoras, aseguradoras y bancos que pueden acercarse al campo de la GRN desde un enfoque más constructivo.

6.3 Diagnóstico de las capacidades chilenas en materia de GRN

6.3.1 Chile laboratorio natural en materia de GRN

Antes de analizar las capacidades de distinto índole, tales como administrativas, académica, ingenieriles, tecnológicas, administrativas, etc. del país, procede realizar una breve reflexión respecto al lugar de Chile en el campo de la GRN para establecer el contexto desde el que surge la inquietud de buscar la oportunidad económica a un sector que en principio podría entenderse como reactivo, en el sentido de estar inicialmente orientado a minimizar y mitigar los riesgos y daños asociados a los desastres naturales que el país ha sufrido históricamente.

De acuerdo al Informe de Riesgo Mundial de 2016 (Bündnis Entwicklung Hilft y United Nations University, 2016), Chile ocupa el puesto 22 entre 171 países analizados en el ranking de riesgo asociado a amenazas naturales. Esta posición se debe principalmente a su grado de exposición, presentando valoraciones de vulnerabilidad, susceptibilidad y capacidades de gestión y adaptación relativamente buenas. Probablemente sea tras Japón (17) y Holanda (49) el tercer país más desarrollado dentro de los que se encuentran en los primeros 50 puestos del ranking. Esta valoración es ilustrativa y acorde con el registro de eventos desastrosos y pérdidas documentadas en el país en los últimos 116 años, tal como ha quedado patente en la primera parte de este documento.

Por otro lado, en distintos documentos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID 2010 y 2015) se analizan diversos indicadores de riesgo de desastre y gestión de riesgos, concluyendo por un lado que el Índice de Déficit por Desastre (IDD)⁴⁷, de Chile es inferior a 1 y uno de los más bajos de Latinoamérica, lo cual confirma la capacidad económica de Chile para hacer frente a desastres extremos, así como que su Índice de Vulnerabilidad Prevalente (IVP)⁴⁸ es el más bajo de la región,

⁴⁷ IDD: Corresponde a la relación entre la demanda de fondos económicos contingentes o pérdida económica que debe asumir como resultado de la responsabilidad fiscal el sector público a causa de un Evento Máximo Considerado (EMC) y la resiliencia económica de dicho sector.

⁴⁸ IVP: Caracteriza las condiciones prevalentes de vulnerabilidad del país en términos de exposición en áreas propensas, fragilidad socioeconómica y falta de resiliencia.

con una tendencia a disminuir, producto de los esfuerzos del país en las mejoras de las condiciones de vida de la población.

Ahora bien, tampoco es menos cierto que independientemente de que Chile puede presumir de un nivel de desarrollo económico y humano relativamente bueno, uno de los más elevados del continente, mantiene aún nichos de población vulnerable habitando en zonas con susceptibilidad elevada de sufrir desastres naturales, tal como es el caso de la población residente en viviendas precarias en quebradas susceptibles de sufrir deslizamientos en algunas de las mayores ciudades del país, por ejemplo Viña del Mar. Por otro lado, se han mencionado los rechazos documentados en algunas poblaciones cuando tras un desastre natural la autoridad ha propuesto la recolocación de la población. Lo mismo cabría decir de las zonas costeras que siguen siendo vulnerables a los tsunamis y en las que sin embargo el arraigo mantiene a la población en sus viviendas.

Por otro lado, el propio Ministerio de Educación indica en su informe (2014) respecto a este sector que, si bien Chile presenta indicadores altamente positivos en la relación a la universalización de la Educación Básica, persisten algunos desafíos, tales como alcanzar Tasas Netas de matrícula del 100%. En el año 2013 este indicador se encontraba para el conjunto del país en un porcentaje del 90,2%, lo que evidencia que a pesar de disponer de una estructura educativa relativamente potente, esta no llega aún a todos los individuos, quedando fuera probablemente niños de la parte de la población más humilde y por tanto más vulnerable.

Es decir, en conjunto se aprecia una situación peculiar en la que se combina un país altamente expuesto a desastres naturales, con un desarrollo técnico y económico relativamente elevado, pero en el que aun así existen nichos de población vulnerable bien desde un punto de vista económico y educativo, o bien, en casos más acomodados, por su exposición residencial en zonas altamente vulnerables, zonas susceptibles de sufrir inundaciones marinas o fluviales, cercanas a volcanes activos, etc. Por tanto, se pone de manifiesto la necesidad de combinar en la mitigación de riesgos naturales tanto políticas de medidas ingenieriles como sociales y de comunicación.

La última cuestión que cabría destacar en este apartado es la significativa experiencia que el pueblo chileno ha acumulado históricamente para recuperarse de los desastres acontecidos, así como del enorme acervo científico y técnico que el país ha venido acumulando en los últimos 56 años, probablemente con la toma de conciencia respecto a las normativas sísmicas de construcción a implantar tras el terremoto de Valdivia en 1960. Este bagaje aporta al país un valor complementario de posicionamiento dentro del campo de la GRN.

Por tanto, se cree que Chile podría considerarse por sus características naturales, sociales y de desarrollo económico y académico como un tipo de “laboratorio natural” en el que poner en marcha una GRN más activa, tal como se viene intentando desde el terremoto de 2010, con los desarrollos científicos y tecnológicos más modernos y en la que estos puedan ser ensayados sobre el terreno,

en distintos contextos geográficos, urbanos y sociales, para posteriormente exportar el conocimiento adquirido de forma progresiva. Este podría ser el valor añadido a presentar por Chile como argumento diferencial en su intento de exportar conocimiento y productos.

6.3.2 Sector Público

En el sector público chileno se han identificado actores institucionales y académicos que participan en el sector de la GRN de una manera muy activa, lo cual constituye una buena base para seguir en la línea de desarrollo y potencial exportación de conocimiento y valor añadido que la CREDEN se ha marcado. Por un lado se han identificado entidades dedicadas al fomento tanto académico como empresarial de iniciativas innovadoras y por otro los actores académicos entrevistados demuestran estar aparentemente en una posición de conocimiento práctico y actualizado lo que les permite interactuar con agentes institucionales de cualquier país y nivel de desarrollo. A continuación se presenta una breve relación de los actores consultados.

Actores institucionales

Comisión Nacional de Investigación Científico y Tecnológica (CONICYT)

El CONICYT pertenece al Ministerio de Educación de Chile y su misión es impulsar la formación de capital humano y promover, desarrollar y difundir la investigación científica y tecnológica, en coherencia con la Estrategia Nacional de Innovación, con el fin de contribuir al desarrollo económico, social y cultural de la población. Una de sus vías de actuación consiste en la provisión de recursos para fondos concursables. Concretamente el estudio del campo de los desastres naturales es uno de sus sectores de actuación y a fecha de abril de 2016 el número de proyectos en ejecución o finalizados ascendía a un total de 80, financiados a través de seis distintos programas, FONDEF, FONCECYT, FONDAP, PAI, PCI y PIA⁴⁹, que cubren prácticamente todas las amenazas contempladas en este estudio. En total se han asignado unos 17.300 millones de pesos, equivalentes a unos 26 millones de dólares.

Como ejemplos ilustrativos de la inversión cabe destacar la creación del Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN) y el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) mediante fondos FONDAP, actualmente uno de los ejemplos de investigación innovadora en el campo de la GRN en Chile.

No procede entrar aquí en los detalles del funcionamiento de este organismo, ni en las cantidades netas asignadas a los distintos programas y proyectos. Se constata la existencia de una estructura

⁴⁹ FONCECYT: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico; FONDAP: Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias; FONDEF: Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico; PAI: Programa Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado; PIA: Programa de Investigación Asociativa; PCI: Programa de Cooperación Internacional

administrativa que fomenta la investigación académica innovadora y su integración internacional en el campo de la GRN.

Corporación de Fomento de Producción (CORFO)

La misión de CORFO es mejorar la competitividad y la diversificación productiva del país, a través del fomento a la inversión, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo, además, el capital humano y las capacidades tecnológicas para alcanzar el desarrollo sostenible y territorialmente equilibrado.

Es decir, se puede clasificar como un organismo mediante el cual el gobierno de Chile busca el fomento del emprendimiento innovador en el país. Para cumplir este objetivo se han establecido diversos programas de desarrollo empresarial, si bien a día de hoy no se tiene ninguno expresamente orientado al sector de la GRN. No obstante, en caso se decidiese apostar por este sector, CORFO podría crear un programa de desarrollo específico para el mismo.

En conclusión, CORFO puede ser considerado como un ejemplo de las políticas que el Gobierno Chileno ha puesto en marcha desde hace tiempo para fomentar el emprendimiento innovador en distintos ámbitos, de tal forma que este ente podría actuar como aglutinador de futuras iniciativas de desarrollo.

Start-Up Chile

Start-Up Chile, la cual se corresponde con uno de los programas de fomento emprendedor de CORFO, se define a sí misma como una aceleradora del Gobierno de Chile que potencia emprendimientos tecnológicos globales usando a Chile como plataforma para escalar al mundo. Se trataría de una de las aceleradoras más grandes y diversas del mundo. Al año esta entidad apoya alrededor de 250 nuevas empresas a través de sus tres programas. Concretamente, en sus registros constan cinco proyectos de índole medioambiental/riesgos naturales, pero evidentemente esta cifra podría incrementarse si a este organismo se presentan en el futuro propuestas de innovación serias en el sector de la GRN.

Por tanto, se trata de una demostración complementaria de la apuesta práctica del Gobierno de Chile por el fomento del emprendimiento innovador.

Actores académicos

Existe un número importante de institutos y centros académicos activos en el campo de la investigación en materia de la GRN, en sus diversos ámbitos. Por razones prácticas, dado el amplio número de actores presentes en este sector, se opta por presentar la información relevante de forma resumida en el siguiente cuadro (Tabla 35).

Tabla 35 – Relación de actores académicos presentes en el sector de la GRN en Chile

Relación actores académicos presentes en el sector de la GRN			
Nombre	Ente supervisor	Misión	Campos de estudio
Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN)	CONICYT	- Investigadores de clase mundial en geociencias, ingeniería y ciencias sociales capaces de comunicar los avances científicos y tecnológicos a técnicos de emergencia, dirigentes y público - Investigación interdisciplinaria para entender, anticipar y mitigar las posibles consecuencias de los desastres con un enfoque sistémico y multi-amenaza. - Contribuir a la construcción de capacidades, cambios institucionales y culturales para aumentar la resiliencia de la sociedad. - Apoyar el diseño e implementación de estrategias nacionales y regionales para la reducción del riesgo.	Varios: - Procesos de tierra sólida y amenazas naturales asociadas - Información, comunicación y tecnologías para la gestión de desastres - Evaluación de vulnerabilidad y riesgo de sistemas físicos y sociales - Gestión de desastres y respuesta a la emergencia - Mitigación sustentable del riesgo - Procesos de aguas superficiales y amenazas naturales asociadas
Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)	CONICYT	Su objetivo es estudiar de manera interdisciplinaria la ciencia climática en Chile para mejorar la comprensión del sistema y la búsqueda de formas para adquirir resiliencia.	Se trabaja en cinco líneas principales de investigación: biogeoquímica, dinámica del clima, servicios ecosistémicos, dimensión humana y modelación y sistemas de observación, y en tres zonas claves del país: norte, centro y sur de Chile, focalizándose en la variabilidad y escasez de los recursos hídricos, así como en la creciente urbanización y el rápido cambio de uso del suelo en las zonas centro y sur del territorio nacional.
Programa de Reducción de Riesgos y Desastres (CITRID)	Universidad de Chile	CITRID se describe a sí mismo como un espacio transversal donde, desde diversas disciplinas, se promueve la coordinación, integración, desarrollo y divulgación de saberes y prácticas que sean capaces de atender eficazmente los requerimientos del Estado y de la sociedad en torno a la gestión de los desastres socio naturales.	De reciente creación, el centro asume un enfoque transdisciplinario en el que se integran los diversos saberes provenientes de las disciplinas que atienden los temas de la reducción de los riesgos socio-naturales en sus distintas fases: caracterización de amenazas, prevención, mitigación, respuesta, recuperación y reconstrucción. Se considera un enfoque integrador, holístico y transversal
Centro Sísmico Nacional (CSN)	Universidad de Chile	Entregar datos e información sísmológica de calidad a la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI), Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), autoridades, mundo científico, expertos en los ámbitos de la prevención, mitigación y reducción de riesgo sísmico y a la comunidad en general.	Evalúa y controla la amenaza sísmica en Chile

Relación actores académicos presentes en el sector de la GRN			
Nombre	Ente supervisor	Misión	Campos de estudio
Facultad de Ciencias Agronómicas	Universidad de Chile (UCH)	Consultada por incorporar al Coordinador Chileno de la plataforma DESNVENTAR.	Estudios sobre los efectos de las sequías a la agricultura (en marcha)
INNOVO (Centro de Emprendimiento e Innovación)	Universidad de Santiago de Chile	Inno es una plataforma de servicios especializados, orientados a gestionar, vincular y difundir proyectos científicos aplicados, innovaciones y negocios tecnológicos, sumando valor a la labor del emprendimiento.	Apoya el desarrollo y puesta en marcha de negocios innovadores en las áreas de ingeniería, ciencias de la vida y TIC para la industria, a través de financiamiento, redes de contacto, asesoría y un equipo especializado capaz de potenciar emprendimientos para su éxito en el mercado local, latinoamericano y global. Incluyen relación de empresas apoyadas
Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)	Ministerio de Agricultura	Generar y gestionar información y conocimiento sobre recursos naturales y productivos del país, mediante el uso de tecnologías de información y aplicaciones geoespaciales, haciéndolos accesibles y útiles para la toma de decisiones en productoras y productores silvoagropecuarios, instituciones educacionales, agentes de desarrollo públicos y privados.	Varios: - Medios Naturales - Catastros producción agrícola - Estudios edafológicos - Estudios de erosión - Estudios de recursos hídricos - Interpretación de imágenes satelitales - Servicios SIG - Otros
Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Ministerio de Agricultura	Contribuir al manejo sustentable de los bosques nativos, formaciones xerofíticas y plantaciones forestales mediante las funciones de fomento, fiscalización de la legislación forestal-ambiental y la protección de los recursos vegetacionales, así como a la conservación de la diversidad biológica a través del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, en beneficio de la sociedad.	Su principal tarea es administrar la política forestal de Chile y fomentar el desarrollo del sector. Las experiencias adquiridas por los técnicos de CONAF en los variados proyectos de conservación de masas forestales que este organismo maneja pueden ser exportables a nivel internacional en proyectos de asesoramiento en este campo
OTERRA (Escuela de Ingeniería Forestal)	Universidad Mayor de Santiago	OTERRA dice ser pionero en el desarrollo nacional de teledetección hiperespectral, cuenta con el primer Sistema Hiperespectral Aeroportado en Chile y ha formado un equipo de profesional capacitado para optimizar la gestión y planificación de los recursos naturales mediante el uso de información remota.	Líneas de trabajo: - Mitigación del cambio climático (REDD+). - Restauración y monitoreo de ecosistemas. - Adaptación al cambio climático.

Relación actores académicos presentes en el sector de la GRN			
Nombre	Ente supervisor	Misión	Campos de estudio
Servicio Nacional Geológico y Minero (SERNAGEOMIN)	Ministerio de Minería	Organismo técnico a cargo de generar y disponer de información de geología básica y de recursos y peligros geológicos del territorio nacional, para el bienestar de la ciudadanía y al servicio de los requerimientos del país, y de regular y fiscalizar el cumplimiento de estándares y normativas en materia de seguridad y propiedad minera, para contribuir al desarrollo de una actividad minera sustentable y socialmente responsable.	Varios: - Evaluación, asesoramiento y fiscalización de la actividad minera - Estudio de la amenaza geológica en su conjunto - Experiencia concreta en seguimiento de actividad volcánica - Ensayos piloto en el control de taludes como forma de alerta temprana ante deslizamientos

Fuente: Elaboración propia

Independientemente de que dentro del alcance del presente estudio no se puede ni se pretende profundizar en el funcionamiento y rendimiento productivo de estos organismos, del contenido de la tabla se deduce una capacidad académica en el campo de la GRN aparentemente consolidada y solvente, la cual además globalmente cubre todas las áreas de estudio solicitadas en los tipos de proyectos que anteriormente se han destacado en el estudio del mercado presentado, por ejemplo, por entidades internacionales de desarrollo económico.

6.3.3 Sector Privado

La caracterización de las capacidades del sector privado chileno en los distintos ámbitos de los proyectos asociados al campo de la GRN se puede desglosar de acuerdo a los siguientes sectores principales:

- Empresas del sector de la construcción (constructoras, ingenierías, arquitecturas).
- Empresas fabricantes de materiales y componentes de construcción resilientes.
- Consultoras especializadas en distintos campos de la GRN.
- Empresas especializadas en productos tecnológicos innovadores.

A continuación se presentará una breve recopilación, no exhaustiva, de estos grupos de empresas para ilustrar las capacidades productivas con las que Chile cuenta en este sector. Conviene entender que se trata de una muestra, la cual se ha intentado centrar en empresas de origen nacional para desagregarlas de esta manera de aquellas otras entidades de origen multinacional asentadas en Chile que evidentemente pueden ayudar a desarrollar el sector interno, pero de las que cabe pensar que orienten sus actividades internacionales desde sus sedes centrales o aquellas más cercanas a los clientes en las distintas áreas geográficas del mundo.

Sector de la construcción

CORFO ha publicado recientemente el resultado de un estudio estratégico sobre el sector de la construcción chileno (CORFO, 2015) en el que se incluye una relación del número de actores presentes en el país. De acuerdo a este estudio, el número de empresas presentes en este sector supera las 8.000, entre las que cabe destacar, por capacidad para afrontar proyectos de gran envergadura en el extranjero:

- 176 mega empresas (venta anual > 1.000.000 UF), dedicadas principalmente a grandes proyectos de inversión privada y pública.
- 580 grandes empresas (venta anual entre 200.000 y 1.000.000 UF), orientadas hacia la construcción no habitacional, habitacional en altura y proyectos inmobiliarios.

Por otro lado, pensando en el mercado interior igualmente cabe mencionar las empresas medianas (venta anual entre 25.000 y 200.000 UF) que se centran en proyectos pequeños no habitacionales y habitacionales en altura.

Este importante grupo se complementa con unas 110 oficinas de ingeniería dedicadas a distintos campos de este sector, tales como edificios comerciales, industriales, en altura, conjuntos habitacionales, educacionales, etc. Además, se indica la existencia de más de 160 oficinas de arquitectura responsables de parte importante de los proyectos del país.

Las páginas web de la Asociación de empresas consultoras de ingeniería de Chile (AIC)⁵⁰ y la Asociación de oficinas de Arquitectos (AOA)⁵¹ presentan relaciones de empresas asociadas aún más amplias para estos gremios, incluyendo ingenierías especializadas en infraestructuras, en el primer caso.

A título de ejemplo se puede destacar en este grupo a la empresa SIRVE⁵². Se trata de una empresa chilena derivada de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y fundada en 2003, al alero de DICTUC (Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la UC). Se describe a sí misma como una firma de desarrollo tecnológico que provee soluciones integrales de ingeniería y protección sísmica y otros servicios asociados, incluyendo I+D+i, en las áreas de edificación, hospitales, minería, industria, energía, infraestructura y líneas vitales. Sus ingenieros han desarrollado innovadoras soluciones de protección sísmica para mejorar el comportamiento de las estructuras frente a los terremotos y mitigar los enormes daños humanos y materiales que han causado en Chile y en el mundo.

⁵⁰ <http://www.aic.cl/>

⁵¹ <http://www.aoa.cl/>

⁵² <http://sirve.cl/servicios/desarrollo-de-dispositivos-y-soluciones-de-proteccion-sismica-id>

Sin profundizar en el conjunto de servicios que ofrece, puede clasificarse como un excelente ejemplo de la capacidad chilena en materia de ingeniería sísmica y servicios asociados que perfectamente podría competir a nivel mundial en el mercado ingenieril y constructivo del futuro.

En conjunto se puede considerar que este sector está aparentemente bien representado en el país y especialmente con vistas a poder competir en el extranjero por proyectos de valor añadido.

Fabricantes de materiales y componentes no estructurales resilientes

La innovación en materia de elementos constructivos no estructurales compone igualmente un sector interesante en zonas con riesgo sísmico dado que en casos concretos se ha constatado que la sujeción y uniformidad de estos puede fallar independientemente de la sismorresistencia estructural del edificio. Igualmente, en otras circunstancias cabe pensar en el desarrollo de materiales y componentes resilientes a la humedad y el viento. A continuación se presentan dos ejemplos chilenos referidos a empresas incubadas por INNOVO⁵³

INVESNOVA

Empresa dedicada a la innovación en el rubro sísmico, específicamente en las necesidades de los usuarios, quienes históricamente han quedado encerrados durante los sismos o terremotos a causa del descuadre de las puertas. Ha diseñado el Marco Flotante Antisísmico (en proceso de patente), compuesto de un sistema tecnológico de disipación sísmica, que evita el encierro y mantiene intacto el funcionamiento de la puerta durante y después de un terremoto o ante cualquier tipo de movimiento que ponga en riesgo el descuadre de los marcos y genere bloqueos. El sistema no genera modificaciones funcionales ni estéticas. La tecnología es aplicable a puertas de departamentos, casas, empresas, escuelas y lugares públicos.

VÍA URBANA INMOBILIARIA

Ha desarrollado y fabrica paneles de hormigón liviano con cuerpo interior de celulosa para la construcción de viviendas pre-armadas de alta calidad, rápida construcción y bajo costo en instalación. La forma y composición de la celulosa origina aire estanco en su interior, logrando gran termicidad y acusticidad, un peso máximo de 84 kilos por panel, cuyas dimensiones son de 240 centímetros de alto por 120 centímetros de ancho y un fondo de 12 centímetros.

Consultoras

El sector de las consultoras innovadoras en materia de GRN queda reflejado por los actores que a continuación se referencian. Cabe indicar que las empresas seleccionadas cubren distintos ámbitos

⁵³ <http://innovo.cl/inicio/incubadora-de-negocios/>

del campo de la GRN, desde los estudios de riesgos naturales, pasando por la organización y supervisión de simulacros de emergencias hasta el apoyo psicológico durante este tipo de eventos.

PACIFICO

Pacífico⁵⁴ es una empresa de reciente creación y origen argentino, que ha sido apoyada por Start-Up Chile, lo que creemos justifica su inclusión en este apartado. Su intención es acompañar a comunidades en la transición del enfoque reactivo a los desastres al enfoque preventivo actual. Básicamente busca soluciones creativas para fortalecer comunidades afectadas por desastres, abordando el problema de los desastres en torno a cuatro conceptos principales:

- Búsqueda de formas innovadoras para generar conciencia del riesgo y prevenirlo.
- Apuesta por las tecnologías de información por su enorme potencial para el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria.
- Potenciación de la instalación y uso de alertas tempranas.
- Impulso a la conectividad en todas las fases de desarrollo de un desastre, desde su incubación a la fase de reconstrucción.

Se trata de un ejemplo de empresa consultora con arraigo en Chile que está compaginando de forma imaginativa gran parte de las disciplinas científicas, sociales y tecnológicas que la GRN vigente demanda.

ÁMBITO

Ámbito⁵⁵ es una empresa chilena fundada en el año 2002 orientada al desarrollo de estudios urbanos y territoriales, patrimonio y arqueología, arquitectura y gestión de riesgos de desastres. Además de su especialización en iniciativas relacionadas con la nominación de sitios chilenos a la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO, la empresa igualmente cubre el campo de los estudios de planificación territorial y proyectos de arquitectura, así como la gestión y reducción de riesgo de desastres y arqueología.

GEMIN

Gemas y Minerales Ltda (Gemin)⁵⁶ inicia sus actividades en el año 1989, a raíz de la demanda de servicios de geología y geotecnia existente en aquel momento. La empresa se estructura a través de un grupo profesional con la visión de brindar soporte geológico a empresas y organizaciones del sector de la minería y la ingeniería, diseñando proyectos, coordinando personal, adquiriendo

⁵⁴ <http://pacifico.la/es/>

⁵⁵ <http://ambito.cl/gestion-de-riesgo-de-desastres/>

⁵⁶ <http://nucleo7.wix.com/gemin>

equipamiento de última tecnología, ejecutando acciones efectivas y siguiendo con atención las demandas del mercado con la finalidad de ir ajustando su acción.

Está asociada al grupo argentino gtect Consultores⁵⁷, que incluye los estudios de riesgos naturales entre sus especialidades y con el que puede cubrir el territorio chileno, así como actuar en los países del entorno.

APRIMA

Asesorías en Prevención de Riesgos y Medio Ambiente (Apryma)⁵⁸ es una empresa dedicada a implementar y/o manejar los sistemas de gestión de Prevención de Riesgos en empresas de distintos rubros. Fue creada en el año 2009 y a día de hoy dice contar con 40 expertos, quienes se desempeñan desde la 4ta a la 9na región, trabajando día a día como aliado y socio estratégico para evitar interrupciones en los procesos de Prevención de Riesgos. Si bien, aparentemente se centran en la gestión de riesgos laborales y estudios ambientales, entre sus especialidades igualmente indican ofrecer los siguientes servicios:

- Constitución y apoyo de Comités y Brigadas de emergencias y catástrofes.
- Simulacros de Emergencias como: Incendio, Terremoto, Atentados Terroristas.
- Inspecciones de condiciones de seguridad generando inventarios de riesgos críticos por zonas.

SOCHPED

La Sociedad Chilena de Psicología en Emergencias y Desastres (SOCHPED)⁵⁹, es una organización científica, sin fines de lucro y autofinanciada gracias al aporte de sus asociados. Según indica, desde su fundación en 2004 su objetivo ha sido contribuir al desarrollo del estudio del comportamiento humano antes, durante y después de emergencias y desastres. Para ello, tiene como misión generar conocimiento psicológico especializado en el área, proponer espacios de intercambio científico/técnico de la especialidad y difundir este conocimiento proyectándolo tanto hacia la comunidad científica como a la sociedad en general.

En sus 10 años de trayectoria, SOCHPED ha orientado sus energías en participar, desarrollar, patrocinar y difundir diversas actividades relacionadas con el trabajo de la psicología ante contextos de emergencias y desastres, tanto a nivel nacional como internacional. Esto último participando y vinculándose a sus pares en países tales como Argentina, Brasil, Cuba, España, México, Paraguay y Perú, entre otros.

⁵⁷ <http://www.gtect.com/>

⁵⁸ <http://www.apryma.cl/>

⁵⁹ <http://www.sochped.cl/>

Empresas de innovación tecnológica

Finalmente, se incluyen a continuación ejemplos de empresas tecnológicas, de diferente escala, que se pueden calificar como innovadoras en alguno de los campos que componen el sector de la GRN en su sentido más amplio.

MICOMO

Mining, Information, Communication and Monitoring (MICOMO)⁶⁰ se describe a sí misma como una innovadora empresa de servicios tecnológicos de fundación Chile, organización que impulsa la innovación como una herramienta de competitividad para la economía de Chile. Adapta y comercializa servicios basados en tecnologías de información y comunicaciones, aplicadas a responder a las crecientes necesidades de la minería actual y de otras Industrias u organizaciones productivas relacionadas con la explotación de recursos naturales o la generación de energía.

MICOMO divide sus servicios entre los de control estructural y ambientales. En el primer grupo realiza proyectos de instrumentación industrial fotónica, basada en dispositivos y líneas de fibra óptica, consistente en la transmisión de grandes flujos de datos para el control en tiempo real. Con esta tecnología, la cual han ido desarrollando a partir de su estado original de acuerdo a los proyectos planteados por los sectores minero y energético, evalúan el estado de salud estructural de todo tipo de elementos de hormigón, tal como pilares, vigas, etc., pero igualmente esta se podría aplicar a roca y taludes, convirtiéndose de esta manera en un tipo de alerta temprana, por ejemplo ante deslizamientos en zonas susceptibles.

En el sector ambiental destacan su capacidad para elaborar modelos meteorológicos críticos con los que elaboran pronósticos de tiempo a nivel local, para zonas en las que sus clientes del sector minero tienen algún interés especial.

En resumen, se puede considerar a MICOMO como un ejemplo de desarrollo tecnológico de última generación cuya experiencia y capacidad podrían ser aprovechados en el campo de la GRN.

ADVANCED INNOVATION CENTER (AIC)

Advanced Innovation Center (AIC)⁶¹ es un centro de innovación tecnológica que busca conectar ciencia avanzada con industria, desarrollando soluciones de alto impacto económico, social y ambiental.

Entre otras, de AIC procede destacar la prioridad de ser parte de la solución a la crisis hídrica global, que tiene a más de 780 millones en el mundo sin un acceso regular a agua potable y por ende con

⁶⁰ <http://www.micomo.cl/>

⁶¹ <http://aicchile.com/>

problemas de salud ligados al consumo de agua contaminada. Basado en lo anterior, AIC ha enfocado gran parte de sus esfuerzos innovadores en desarrollar tecnologías que puedan contribuir a solucionar dicho problema, tanto en el tratamiento de aguas para consumo humano como el tratamiento y reutilización de aguas de desecho (RILES), entendiendo que se trata de una gran oportunidad que tienen las empresas de generar impacto real.

TELEWANDER

Telewander⁶², de origen danés, es una plataforma de medios en línea para aviones no tripulados (drones) apoyada en Chile desde Start-Up Chile. Sus servicios transmiten en vivo, analizan, procesan imágenes, video y datos en tiempo real y ofrecen una perspectiva aérea con una interfaz interactiva para usuarios y herramientas para eventos, compañías de drones, gobiernos e industrias.

Se trata de un ejemplo del sector de los aparatos de vuelo no tripulados que se ha desarrollado en los últimos años de forma vertiginosa y para el que se puede pensar en múltiples aplicaciones dentro del sector de la GRN.

AVSAN

AVSAN⁶³ es una empresa dedicada a la observación o fotografía aérea y teledetección mediante vehículos aéreos no tripulados (UAV: Unmanned Aerial Vehicle) o Sistema aéreo no tripulado (UAS: Unmanned Aerial System) con el cual se realiza la Aerofotogrametría.

Los UAVs son pequeños aviones completamente autónomos que se utilizan como plataformas de teledetección aérea de baja altura o gran escala, con muy alta resolución y lo más importante, a un bajo costo, para aplicaciones territoriales que van desde ordenamiento y planificación territorial, planes de desarrollo urbanos y rurales; aplicaciones y estudios de precisión: agrícolas, forestales, mineros y medioambientales, monitoreos de infraestructuras industriales y viales; seguimiento de riesgos naturales: incendios forestales, inundaciones, tsunamis, remociones en masa, avalanchas de nieve; modelos de elevación digital (cartografía 3D) entre otras temáticas y estudios.

TERRANALISIS

Terranálisis⁶⁴ se dedica desde hace 25 años a la adquisición, modelado, análisis, explotación y representación de datos geoespaciales, en combinación con aplicaciones de Geodesia, Topografía, Fotogrametría, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Su actividad está orientada a la generación de soluciones tecnológicas para el desarrollo de topografía y cartografía a diferentes

⁶² <https://www.telewander.tv/views/>

⁶³ <http://www.avsan.cl/>

⁶⁴ <http://www.terranalisis.cl/>

escalas, requeridas para estudios de: monitoreo ambiental, proyectos de ingeniería, exploraciones mineras, agricultura y forestal, en Chile como así también en Latinoamérica.

Cuentan con la aplicación de medios aéreos tripulados y no tripulados (drones) como herramientas de trabajo.

FRESH WATER⁶⁵

Se trata de un ejemplo de desarrollo tecnológico chileno que demuestra la capacidad para orientarse a un nicho del campo de la GRN y resiliencia comunal, el del abastecimiento de agua potable. Esta empresa básicamente ha desarrollado una aplicación familiar para la generación de agua a partir de aire común, partiendo de una tecnología ya pre-existente. Evidentemente, este dispositivo podría exportarse a múltiples rincones del mundo. Sólo en Chile se indica que aún existen unas 540 comunidades con casi 200.000 habitantes que no disponen de un servicio de agua corriente autónomo.

WILEFCO⁶⁶

Empresa incubada por INNOVO, dice haber desarrollado un innovador sistema que busca generar energía aprovechando la fuerza de las olas que llegan a la playa (energía cinética del mar o undimotriz). La tecnología utiliza las olas de rompiente, que al deformarse incorporan un desplazamiento horizontal, es decir, una pared de agua con una velocidad de 30 Km/h y 1.300 veces más densa que el aire.

Si bien no directamente relacionado con el campo de la GRN y evitando realizar una valoración técnica del producto descrito, se ha incluido aquí la referencia dado que de alguna manera está relacionado con el sector de las energías renovables al que se hizo alusión en la descripción del Fondo Verde del Clima y demuestra cierta capacidad chilena de innovación en este campo.

En conclusión, se puede indicar que si bien no exhaustiva, la anterior relación de centros científicos, públicos y privados, y empresas demuestra las capacidades chilenas ya existentes y potenciales para posicionarse dentro de los distintos nichos de desarrollo innovador que el área de la GRN dispone, desde el sector más constructivo e ingenieril, pasando por el de la ciencia aplicada, hasta el tecnológico más actual.

6.4 Cruce entre servicios innovadores y capacidades chilenas

A partir de las exposiciones anteriormente realizadas respecto a los tipos de proyectos y servicios demandados en el mercado actual y futuro de la GRN, así como las capacidades públicas y privadas

⁶⁵ <http://www.freshwatersolutions.org/#new-page>

⁶⁶ <http://innovo.cl/inicio/incubadora-de-negocios/wilefko/>

existentes en la sociedad chilena, procede realizar un cruce analítico entre los productos y servicios innovadores que se prevé serán demandados en el futuro y las capacidades chilenas para ofrecerlos en base a capacidades ya existentes u otras que se podrían desarrollar partiendo del desarrollo científico y tecnológico actualmente existente en el país.

Cabe recordar que, debido al relativamente reciente desarrollo de los conceptos de GRN y resiliencia, el término “innovación” se ha considerado en este estudio en el sentido de ofrecer el tipo de servicios y productos desarrollados o concebidos mayoritariamente en los últimos años, a partir de los cuales evidentemente se podrá seguir innovando y evolucionando a futuro en base a la mejora continua que cabe esperar en los distintos nichos de desarrollo.

Para ordenar los datos se ha preparado la siguiente tabla/matriz (Tabla 36) en la que se ponen en contraste el tipo de servicio previsiblemente demandado a futuro, las herramientas necesarias para desarrollarlos y las capacidades chilenas para afrontarlos o no. El orden seguido en la agrupación de los distintos productos y servicios es el siguiente:

1. Proyectos ingenieriles y constructivos, así como servicios asociados a este campo.
2. Proyectos y estudios asociados a la mitigación de los efectos del cambio climático de acuerdo a las ocho áreas de impacto definidas en el protocolo del Fondo Verde del Clima. En este caso, para mantener la coherencia con este programa, pero igualmente para ampliar la visión respecto a los distintos enfoques sobre los que conviene enfocar el desarrollo innovador de productos y servicios, se han mantenido en la matriz las áreas de desarrollo aparentemente menos ligadas a la GRN y de carácter más industrial, es decir, el desarrollo e implantación de energías y transporte de baja emisión de CO₂.
3. Desarrollos tecnológicos innovadores de distinto índole ligados a productos de reciente aparición.
4. Servicios y estudios generales de gestión en materia de GRN. Es decir, el tipo de estudio orientado a establecer un diagnóstico de comunidades potencialmente vulnerables y las herramientas para mitigar y gestionar los efectos de posibles desastres naturales en su entorno geográfico.

Debe indicarse que en la tabla-matriz se aprecia cierto nivel de solapamiento entre el tipo de productos y servicios incluidos dentro de cada grupo, pero esto no deja de reflejar la realidad transdisciplinar existente en este campo.

La valoración de factibilidad de desarrollo dentro y desde Chile reflejada en las dos últimas columnas se refiere al campo de colocación estimado para productos y servicios desarrollados en Chile, en el propio país y el en extranjero. El diagnóstico (baja, media, elevada) se ha realizado de acuerdo a la valoración cualitativa, la cual admitiría posibles matizaciones, deducida de los argumentos (fortalezas y debilidades) reflejados en las anteriores columnas,

Los grados de valoración se establecen de acuerdo a los siguientes criterios:

- **Alta:** Se identifican actores relevantes en Chile en combinación con nichos de mercado, bien nacionales o internacionales, o ambos, en los que independientemente de la competencia internacional se prevé que estos actores puedan colocar sus productos y servicios de forma exitosa.
- **Media:** Se identifican actores relevantes en Chile en combinación con nichos de mercado, bien nacionales o internacionales, o ambos, en los que se prevé que la intensa competencia internacional no permitirá a estos actores desarrollar todo el potencial de su negocio.
- **Baja:** O bien no se identifican actores relevantes en Chile, o bien la intensa competencia internacional o la relativa facilidad de copia del producto, hacen previsible que el nicho de oportunidad no pueda ser penetrado por estos con razonable éxito.

Tabla 36 – Matriz de contraste de productos demandados frente a capacidades chilenas

Matriz de contraste de productos demandados frente a capacidades chilenas					
Servicio/Producto	Tecnología habilitante	Capacidad existente o desarrollable en Chile		Factibilidad de desarrollo	
		Fortalezas	Debilidades	En Chile	Desde Chile
Demanda Constructiva					
Infraestructuras y edificios varios (incl.viviendas) resilientes	- Conocimiento y experiencia ingenieril - Capacidad de I+D+i	- Amplia experiencia histórica en estructuras sismorresistentes - Estructura empresarial altamente cualificada - Empresas chilenas ya están desarrollando proyectos sismorresilientes en el extranjero - Capacidad de innovación	- La competencia internacional en las fases de diseño y construcción es enorme - Las dimensiones de las empresas chilenas, más pequeñas, las puede hacer menos competitivas, por lo que resultará más complejo ganar proyectos completos ("llave en mano")	Elevada	Elevada
Diseño y construcción de centros de gestión de emergencias resilientes (nacionales, regionales)	- Conocimiento de técnicas constructivas resilientes - Conocimiento tecnológico para garantizar las líneas de comunicación durante emergencia	- La experiencia del terremoto de 2010 ha llevado a la construcción de la nueva sede de ONEMI que refleja la capacidad de Chile	- Competencia internacional significativa	Elevada	Elevada
Desarrollo de productos y materiales no estructurales resilientes (sismorresistentes, etc.)	- I+D+i tecnológico en desarrollo de materiales y productos resilientes	- Capacidad técnica y de investigación potente en Chile - Experiencia en casos prácticos respecto a las debilidades de los productos no estructurales existentes - Presencia de fabricantes existentes	- Existe ya cierto desarrollo innovador en este campo, lo que puede dificultar la colocación de productos chilenos - Riesgo de copia de productos desarrollados	Alta	Baja

Matriz de contraste de productos demandados frente a capacidades chilenas					
Servicio/Producto	Tecnología habilitante	Capacidad existente o desarrollable en Chile		Factibilidad de desarrollo	
		Fortalezas	Debilidades	En Chile	Desde Chile
Desarrollo urbano sostenible y resiliente	- Desarrollo de planes de ordenación territorial sostenible - Análisis de riesgos naturales locales - Desarrollo diseños climático-inteligentes - Diseño e instalación de servicios asociados al crecimiento urbano (Megaciudades)	- Estructura empresarial y académica adecuada (constructoras, arquitecturas, consultoras, centros de investigación competentes, etc.) - Experiencia contrastada, por ejemplo en planes de reconstrucción resilientes tras terremoto y tsunami - A medida que las políticas y prácticas de crecimiento urbano sostenible se vayan extendiendo internacionalmente se irá ampliando el mercado significativamente	- Fuerte competencia internacional	Elevada	Elevada
Cambio climático (GCF)*					
Implantación energías bajas en CO2	- I+D+i en materia de energías renovables - Ingenierías competentes en el campo energético	- Existe tejido ingenieril para implantación productos existentes - El país se presta a ensayos piloto de energías renovables - Recientemente se han adjudicado proyectos de generación eléctrica solar sin primas	- Chile no puede considerarse como un país tecnológicamente puntero en energías renovables; difícil de conseguir un desarrollo innovador propio	Elevada	Bajo

Matriz de contraste de productos demandados frente a capacidades chilenas					
Servicio/Producto	Tecnología habilitante	Capacidad existente o desarrollable en Chile		Factibilidad de desarrollo	
		Fortalezas	Debilidades	En Chile	Desde Chile
Transporte de bajas emisiones	- I+D+i en materia de transportes eficientes - Capacidad financiera	- Se pueden importar tecnologías y productos extranjeros - Chile dispone de cierta capacidad de inversión para afrontar progresivamente la transformación de sector del transporte a tecnologías más eficientes	- Chile carece de capacidad ingenieril en materia de transportes eficientes	Alta	Baja
Edificios, ciudades, industrias energéticamente eficientes	- Arquitectura climáticamente inteligente - I+D+i en materia energética - Implantación energías renovables	- Chile cuenta con empresas competentes (arquitecturas, constructoras, etc.) - Se puede contar con conocimiento energético externo	- Fuerte competencia internacional - La renta per cápita media del país, probablemente no permita la implantación ágil de este tipo de arquitectura eficiente	Media	Media
Uso territorial sostenible y gestión bosques	- Técnicas de gestión territorial sostenible vigentes - Investigación y gestión forestal sostenible	- Chile cuenta con empresas y entidades públicas competentes (arquitecturas, consultoras, centros de investigación, etc.) - Se está invirtiendo en una gestión forestal sostenible y de prevención de incendios forestales		Elevada	Elevada

Matriz de contraste de productos demandados frente a capacidades chilenas					
Servicio/Producto	Tecnología habilitante	Capacidad existente o desarrollable en Chile		Factibilidad de desarrollo	
		Fortalezas	Debilidades	En Chile	Desde Chile
Viviendas climático resilientes	- I+D+i en materia de materiales constructivos y diseños	- Chile cuenta con empresas competentes en materia de I+D (arquitecturas, centros de investigación, etc.) - Capacidad de fabricación de nuevos materiales constructivos - Mercado en progresivo crecimiento	- Competencia internacional potente	Elevada	Elevada
Mejora Salud, bienestar, seguridad alimenticia y de agua potable	- Sector de ayuda al desarrollo potente - Estrategias y políticas sociales internas desarrolladas	- Chile tiene un nivel de desarrollo elevado, lo que le permite seguir progresando internamente de cara a comunidades vulnerables	- Chile no es una referencia internacional en materia de ayuda al desarrollo, dónde a priori parece se encontraría el nicho de mercado - A nivel interno, los avances nunca serán tan ágiles como sería deseable. Se mantienen nichos de población vulnerables	Medio	Bajo
Entorno urbano e infraestructuras resilientes a los efectos del cambio climático	- Técnicas vigentes de gestión territorial sostenible - I+D+i en materia de infraestructuras resilientes	- Chile cuenta con empresas competentes (arquitecturas, consultoras, centros de investigación (CR2, CIGIDEN), etc.). Ej. proyectos de reconstrucción urbana tras tsunami 2010	- Chile empieza a ser uno de los países más amenazados por los efectos, varios, del cambio climático, incluyendo una mayor recurrencia de inundaciones	Elevada	Elevada

Matriz de contraste de productos demandados frente a capacidades chilenas					
Servicio/Producto	Tecnología habilitante	Capacidad existente o desarrollable en Chile		Factibilidad de desarrollo	
		Fortalezas	Debilidades	En Chile	Desde Chile
Ecosistemas resilientes	- Elaboración e implantación de Planes de gestión de espacios naturales - Consideración de los efectos del cambio climático - Seguimiento de la evolución de los espacios seleccionados	- Chile cuenta con empresas competentes en materia de investigación e implantación de proyectos de protección natural (CIREN, CONAF, CR2, Universidades, etc.) - Chile puede considerarse como un laboratorio natural para la realización de todo tipo de ensayos piloto	- Chile empieza a ser uno de los países más amenazados por los efectos, varios, del cambio climático, incluyendo el incremento de la recurrencia de sequía	Elevada	Elevada
Desarrollo Herramientas Informáticas/Tecnológicas					
Herramientas para el cálculo de riesgos naturales locales	- Elaboración de modelos de cálculo más exactos - Desarrollo en herramientas informáticas	- Chile dispone de capacidad analítico-científica cualificada (centros de investigación, etc.) - Capacidad de programación informática cualificada - Posibilidad de calibración de modelos de cálculo en el propio país	- Existen ya muchas iniciativas internacionales para la mejora de los modelos de cálculo existentes - Tendencia a crear herramientas de "código abierto", lo que reduce el posible éxito comercial de otras alternativas	Media	Baja

Matriz de contraste de productos demandados frente a capacidades chilenas					
Servicio/Producto	Tecnología habilitante	Capacidad existente o desarrollable en Chile		Factibilidad de desarrollo	
		Fortalezas	Debilidades	En Chile	Desde Chile
Herramientas de alerta temprana	- Desarrollo de equipos varios de control de amenazas - I+D+i - Calibración en campo	- Chile dispone de capacidad analítico-científica cualificada (centros de investigación, etc.) - Se está trabajando en distintos frentes, tsunamis, vulcanismo, deslizamientos, etc. por parte de distintos centros de investigación (Sernageomin, CSN, CR2, etc.) - Posibilidad de calibración de modelos de cálculo en el propio país	- Chile no es puntero en el desarrollo de equipos técnicos de control propios (estaciones de control sísmico, de tsunamis, vulcanismo, meteorológicas, etc.) - Otros países más desarrollados en este campo (EE.UU, Japón), tienen además potentes agencias de ayuda al desarrollo que pueden introducir desarrollos tecnológicos de forma más eficaz	Media	Media
Aplicaciones móviles	- Conocimiento tecnológico para el desarrollo de aplicaciones móviles	- Suficiente capacidad cualificada de parte de técnicos, centros de investigación y empresas para el desarrollo de todo tipo de aplicaciones - Posibilidad de prueba de aplicaciones en campo	- Mercado de desarrollo de aplicaciones potencialmente muy saturado, lo que puede complicar la colocación de productos chilenos - El precio de venta de las aplicaciones puede resultar demasiado bajo para rentabilizar inversiones	Media	Baja

Matriz de contraste de productos demandados frente a capacidades chilenas					
Servicio/Producto	Tecnología habilitante	Capacidad existente o desarrollable en Chile		Factibilidad de desarrollo	
		Fortalezas	Debilidades	En Chile	Desde Chile
Aplicaciones tecnológicas innovadoras varias (drones, control estructural por fibra óptica, “dispositivos y ropa inteligentes”, etc.)	- Desarrollo de aplicaciones innovadoras dentro del campo de la GRN (prevención, emergencias, recuperación) sobre la base de tecnologías recientes	- Capacidad tecnológica y científica cualificada para futuros desarrollos en este campo - Ya se está trabajando por parte de centros públicos y empresas en varios productos - Posibilidad de prueba de aplicaciones en campo	- Se trata de tecnologías que se están implantando muy rápidamente a nivel internacional, lo que puede complicar la colocación de productos chilenos en el extranjero	Alta	Media
Servicios/Estudios generales de Gestión					
Estudios de vulnerabilidad, exposición (estructural y social) y resiliencia	- Estudio sistemático de condiciones de vulnerabilidad y resiliencia (estructural y social) a nivel comunitario - Calibración con situaciones reales	- Capacidad técnica y científica cualificada para desarrollo de modelos de evaluación - Profundo conocimiento de códigos de construcción resilientes - Posibilidad de contraste de modelos de evaluación con casos reales	- Existe gran competencia internacional en este tipo de estudios, lo que puede complicar inicialmente la entrada de empresas chilenas	Alta	Alta
Productos de gestión pre y post emergencia	- Desarrollo de planes de mitigación de riesgos - Desarrollo de planes de recuperación	- Chile desde 2010 ha avanzado significativamente en este campo - Posibilidad para evaluar en casos reales los resultados y problemas experimentados	- Se trata de productos que una vez implantados localmente pueden ser clonados de manera relativamente sencilla	Alta	Media

Matriz de contraste de productos demandados frente a capacidades chilenas					
Servicio/Producto	Tecnología habilitante	Capacidad existente o desarrollable en Chile		Factibilidad de desarrollo	
		Fortalezas	Debilidades	En Chile	Desde Chile
Estudios de eficiencia comunicativa en comunidades vulnerables	- Estudio de necesidades y viabilidad de implantación de programas de comunicación	- Varios centros de investigación chilenos han estudiado la problemática social en relación a la eficiencia de los programas de comunicación diseñados - Posibilidad para evaluar en casos reales los resultados y problemas experimentados		Alta	Alta

* De acuerdo a las áreas de impacto definidas para el *Green Climate Fund*

Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede apreciar en la anterior tabla-matriz, el número de productos y servicios de los que se estima los actores innovadores científicos y empresariales activos en Chile podrían apoyarse para desarrollar un relativamente potente sector económico son múltiples y el factor más importante para este desarrollo podría resumirse en que se trata de sectores y nichos de mercado en los que ya existe conocimiento y desarrollo en el país, en algunos campos, como el de la construcción sismorresistente, incluso con un recorrido histórico muy significativo y además reconocido a nivel internacional.

6.5 Conclusiones y propuesta estratégica de desarrollo

La conclusión principal del análisis realizado en este capítulo es que se aprecia un potencial importante de desarrollo e innovación para los actores chilenos, públicos y privados, presentes en los distintos sectores que componen el campo de la GRN y construcción resiliente. El diagnóstico se basa por un lado en la combinación de experiencia histórica del país en materia de desastres naturales y los desarrollos de mitigación de riesgos que desde mediados del pasado siglo se vinieron implantando, el desarrollo económico y social que el país ha alcanzado, la estructura administrativa chilena que combina un importante sector académico y científico público con el fomento de la iniciativa privada innovadora, y capacidades técnicas ampliamente demostradas, con el análisis por otro lado de diferentes nichos de desarrollo identificados en el estudio, en sectores tales como el de la ingeniería, construcción, consultoría, investigación y tecnología. Todo ello en un contexto socionatural que podría clasificarse como un auténtico laboratorio natural de comprobación de cualquier tipo de producto o servicio desarrollado.

Los nichos de negocio en los que los actores chilenos a priori parece podrían tener mayor éxito serían los siguientes:

- Proyectos de diseño y construcción de infraestructuras resilientes.
- Desarrollo urbano sostenible y resiliente.
- Uso territorial sostenible y gestión de bosques.
- Viviendas climático resilientes.
- Proyectos varios orientados a la resiliencia ante los efectos del cambio climático.
- Ecosistemas resilientes.
- Alertas tempranas en base a tecnologías innovadoras de diversa índole.
- Estudios de vulnerabilidad, exposición (estructural y social) y resiliencia.
- Productos de gestión pre y post emergencia.
- Estudios de eficiencia comunicativa en comunidades vulnerables.

No obstante, el resto de potenciales nichos identificados a los que se ha asignado una valoración de factibilidad de desarrollo inferior no tendrían por qué ser abandonados, dado que previsiblemente, con los nuevos enfoques transdisciplinares que se vienen adoptando a nivel internacional, es muy

probable a medio plazo todos estos sectores de conocimiento y desarrollo aporten valor añadido y sinergias al sector de la GRN en su conjunto lo que facilitaría la venta de proyectos y productos.

Si bien, en principio queda fuera del alcance de este estudio el diseño de una estrategia nacional de desarrollo del sector, en mayor medida y grado de unidad de lo ya existente, se cree procedente realizar a este respecto la siguiente reflexión.

Por un lado, la evolución del sector se podría dejar libre en su desarrollo de tal forma que los distintos actores fueran identificando por iniciativa propia sus posibles nichos de mercado de productos y servicios, respecto a los que diseñar estrategias de comercialización. Este enfoque podría ser coherente con el tipo de política liberal y de mercado que históricamente se ha seguido en Chile en la mayor parte de los sectores económicos.

Por otro lado, sin embargo, desde un enfoque más centralizado cabría pensar en la creación de un *cluster* de proveedores de todo tipo de productos y servicios asociados a la GRN en el más amplio sentido, en el que aquellos actores que lo desearan podrían presentarse como entidades competentes e innovadoras en la materia. La página web neozelandesa *Natural Hazards Inc.* podría servir como ejemplo. Evidentemente existirán empresas de dimensiones mayores y ya estratégicamente colocadas en nichos de mercado consolidados que puedan prescindir de esta plataforma de presentación, pero para todos aquellos actores de menor dimensión su inclusión en esta agrupación podría resultar de interés.

Políticamente, la creación de esta plataforma de presentación, o cualquier otra iniciativa estratégica que se decidiese seguir, debería ir acompañada de un esfuerzo público por crear algo así como una "Marca Chile" en materia de GRN. Es decir, la experiencia y capacidad chilenas en este campo parecen contrastadas, aunque evidentemente siempre con margen de innovación y mejora, pero cabría preguntarse hasta qué punto este acervo es conocido por los distintos gestores públicos y privados presentes en los mercados a los que los actores chilenos deberían dirigirse. Al igual que a lo largo del desarrollo de este estudio diversos participantes han hecho referencia a EE.UU. y Japón como países punteros en este campo, Chile debería perseguir una imagen similar, pero no solo en el campo ingenieril y constructivo, donde históricamente más y mejor se han conocido sus capacidades. El análisis de productos y servicios demandados y previsibles a futuro incluyen una diversidad de todo tipo de desarrollos arquitectónicos, de consultoría, investigación y tecnológicos en los que Chile ya está trabajando. Por tanto, el objetivo debería ser transmitir la capacidad transdisciplinar que el país posee en todas las iniciativas de intercambio comercial y científico (viajes institucionales, participación en congresos, ferias comerciales, etc.) en las que los actores públicos y privados participen.

7. POLÍTICAS Y MECANISMOS DE COMPRA DE SERVICIOS

7.1 Introducción

Como cierre del proyecto se ha realizado una recopilación no exhaustiva de políticas y mecanismos de compra de servicios y tecnología asociados a desastres naturales por parte de organismos públicos y privados, así como organizaciones no gubernamentales (ONGs) en el mundo. Conviene especificar que en la práctica la búsqueda se ha centrado mayoritariamente en aquellos actores internacionales que anteriormente sirvieron para dimensionar el futuro mercado potencial en materia de GRN dado que son estas entidades las que por los tipos de proyectos presentados en sus páginas web permiten asociar una necesidad de contratación y compra de servicios y productos a otros actores dentro de los que se pueden incorporar los actores chilenos existentes y futuros en este campo.

Igualmente conviene indicar que en algunos de los casos finalmente seleccionados se difumina la diferencia entre origen público y privado, dado que en el caso de las entidades de desarrollo económico, tal como el Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo, su origen y funcionamiento reside en la asociación de intereses de diversos países, lo que lleva a considerarlos como organismos públicos, si bien en la práctica, el objetivo final de estas entidades, concretamente el del BID incluye la rentabilidad de sus inversiones, de tal forma que en realidad esta entidad funciona como organismo privado. En este caso, por tanto, se explica el caso del Banco Mundial dentro de las entidades públicas y el BID como organismo privado.

En la siguiente Tabla 37 se indican las entidades y políticas analizadas.

Tabla 37 – Relación de entidades y políticas de compra analizadas

Relación de entidades y políticas de compra analizadas		
Sector	Entidad	Política/procedimiento analizada
Público	Banco Mundial	- Nuevo Marco de compras y regulaciones para proyectos; posteriores al 1 de julio de 2016
	Ministerio de Defensa Civil de Nueva Zelanda	- Plan de Negocios 2015 - 2019
Privado	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	- Políticas de selección y contratación de consultores financiados por el BID - Políticas de compra de bienes y trabajos financiados por el BID
No Gubernamental	Practical Action	- Política de asociación con compañías del sector privado de tamaño grande
	Intermon Oxfam	- Indicaciones verbales de técnico especialista en materia de GRN
	Fundación Rockefeller – Iniciativa 100 Resilient Cities	- Indicaciones verbales de socio de la plataforma: Pacífico

Fuente: Elaboración propia

Para cada sector, además, se aportará un ejemplo de buenas prácticas identificadas en las políticas analizadas.

7.2 Organismos públicos

7.2.1 Análisis de políticas y mecanismos de compra

De acuerdo al contenido desarrollado en este documento y principalmente el relativo al dimensionamiento del mercado existente en materia de GRN, se cree que el **Banco Mundial**⁶⁷ constituye la entidad pública más relevante para incluir en esta evaluación de políticas de compra, por un lado por la significativa inversión en este campo que el banco distribuye anualmente por el mundo, así como por la posibilidad que presenta de encontrar información concreta relativa a los distintos procedimientos que tenga establecidos.

La política de financiación de proyectos y la compra de servicios asociada han sido modificadas recientemente por parte del banco. De acuerdo a las explicaciones descritas por esta entidad, el nuevo marco de compras⁶⁸ se rige por los siguientes principios que difieren de los históricamente manejados:

1. Las necesidades y riesgos de un proyecto se analizan a través de un procedimiento estratégico de compras para el desarrollo (PPSD en sus siglas en inglés). Mediante este análisis el prestatario y promotor del proyecto se obliga a sí mismo a establecer una estrategia de selección y relación con el adjudicatario
2. Una mayor apreciación del valor añadido de una oferta (*value for money*). Este enfoque representa una evolución respecto al criterio histórico de adjudicar a la oferta cumplidora más económica hacia otro en el que la calidad y otros criterios de adjudicación tendrán una mayor ponderación.
3. Se ha mejorado el enfoque de resolución de quejas relacionadas con la adjudicación del concurso, de tal forma que mediante la inclusión de ciertas pausas en el proceso se facilita la comunicación de dudas o preocupaciones por parte del resto de ofertantes.
4. El Banco estará más involucrado en el seguimiento de proyectos de alto valor y riesgo, de tal forma que se garantice el mejor resultado posible del proyecto y que los problemas identificados se solucionen de forma eficiente.

Este nuevo enfoque ha quedado plasmado en un reciente documento (Banco Mundial, 2016) en el que se indica que los procesos están abiertos a actores de cualquier país, los cuales se pueden asociar entre sí en forma de consorcios. Incluso se contempla la posibilidad de consorcios público-privados. Además, se definen los métodos de selección aprobados por el banco tanto para la

⁶⁷ <http://www.worldbank.org/>

⁶⁸ <http://www.worldbank.org/en/projects-operations/products-and-services/brief/procurement-new-framework>

adquisición de bienes, trabajos y servicios ajenos a la consultoría, así como los destinados a la contratación de servicios de consultoría.

En el caso del primer grupo se aprueban los siguientes métodos, según características del servicio:

- Solicitud de propuestas (RFP en sus siglas en inglés).
- Solicitud de ofertas (RFB).
- Solicitud de presupuestos (RFQ).
- Adjudicación directa.

Para los trabajos de consultoría, se presentan más alternativas, entre las que destacan:

- Selección basada en calidad y costes (QCBS).
- Selección basada en un presupuesto fijo (FBS).
- Selección de acuerdo al menor coste (LCS).
- Selección por calidad (QBS).
- Selección acorde con las cualificaciones del Consultor (CQS).

El documento detalla todos los aspectos que los actores deben considerar en su proceso de evaluación y preparación, de ofertas de tal forma que se cree no procede aquí profundizar en estos aspectos.

Por otro lado, mirando ya a un organismo público de un país referente en el sector de la GRN se ha considerado el Ministerio de Defensa Civil & Gestión de Emergencias de Nueva Zelanda. Este Ministerio presenta su Plan de Negocio o de Gestión (*Business Plan*) 2015-2019 en su página web⁶⁹ en el que detalla sus estrategias de actuación para el periodo de vigencia indicado. Este plan incluye un apartado específico relativo a la relación con el sector privado en el que se explica la intención de incrementar la colaboración con los actores del mismo de acuerdo al enfoque holístico que se persigue para el conjunto de la sociedad. Ahora bien, los objetivos de acción presentados no permiten evaluar si este vínculo alcanza incluso la contratación de servicios y equipos, pareciendo a priori que va orientada a la concienciación del conjunto de actores privados diversos neozelandeses en relación a los aspectos de la GRN. Por tanto, resulta difícil valorar objetivamente la política de compra que este organismo tenga establecida, de tal forma que parece lógico esta se rija por los protocolos comunes a nivel nacional.

7.2.2 Ejemplos de mejores prácticas

El mencionado nuevo documento del Banco Mundial relativo a la compra de bienes, trabajos y servicios de consultoría u otros parece adecuado para destacar de forma breve como ejemplo de buena práctica y de forma breve en este apartado. Esta conveniencia reside en el enorme volumen

⁶⁹ <http://www.civildefence.govt.nz/>

de financiación que esta entidad distribuye anualmente por todo el mundo en combinación con el anuncio destacado en el capítulo relativo al dimensionamiento del mercado en materia de GRN de que tanto esta como el resto de organizaciones multilaterales de desarrollo económico están convencidas de que en los próximos años deberán elevar significativamente su techo de financiación, de acuerdo a los nuevos escenarios de riesgo y vulnerabilidades varias que el cambio climático va a generar.

Esta visión de futuro indica que se ampliará la posibilidad de participación en los proyectos por parte de todo tipo de actores públicos y privados de todo el mundo y ante esta perspectiva es importante que se establezcan unas pautas actualizadas, más realistas, para la contratación de estos equipos y servicios. A partir de los documentos mencionados los diversos actores podrán establecer sus estrategias de selección de proyectos hacia los que orientarse y posibles asociaciones con otros actores según se considere oportuno, a objeto de incrementar las posibilidades de resultar adjudicatarios. En todo caso queda claro que el principio de “valor por dinero”, es decir, la aportación de valor añadido a los proyectos adjudicados será el objetivo principal perseguido en cada concurso.

7.3 Entidades privadas

7.3.1 Análisis de políticas y mecanismos de compra

Las políticas de compra de productos y servicios del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se describen en los documentos:

- Políticas de selección y contratación de consultores financiados por el BID.
- Políticas de compra de bienes y trabajos financiados por el BID.

El primer documento se refiere a la contratación de consultores, bien directamente por parte del BID, bien por los prestatarios cuyo objetivo requiera igualmente de algún tipo de asesoramiento. El término “Consultor” de acuerdo a estos procedimientos tiene una variedad de acepciones, de carácter público y privado, incluyendo empresas de consultoría, ingenierías, directores de construcción, empresas de gestión, agentes de compras o inspección, universidades, institutos de investigación, organizaciones no gubernamentales (ONGs), etc. pero también profesionales independientes. El tipo de servicios objeto de contratación es igualmente muy amplio e incluye entre otros, el asesoramiento sobre políticas, reformas institucionales, gestión, servicios de ingeniería, supervisión de construcciones, estudios sociales y ambientales, etc.

Los concursos están abiertos a los consultores procedentes de los países miembros del BID.

Las cinco consideraciones principales que guían la política de compras del banco en el proceso de selección son las siguientes:

- La necesidad de servicios de alta calidad.
- La reducción de costes y la eficiencia.

- La necesidad de facilitar a todos los consultores cualificados una oportunidad de competir por el suministro de los servicios requeridos por el banco.
- El interés del banco en promocionar el desarrollo y contratación de consultores nacionales dentro de sus países miembros.
- La necesidad de transparencia en el proceso de selección.

El banco considera que en la mayor parte de los casos estas consideraciones se responden mejor mediante la competición de consultores cualificados seleccionados en lista corta de acuerdo a la calidad de la propuesta y, donde sea imperativo, el coste del servicio proporcionado. Este enfoque se denomina como la “Selección basada en calidad y coste” (QCBS en sus siglas en inglés). Sin embargo, igualmente se permiten otros enfoques de contratación más flexibles para tipos de proyectos específicos, tales como la contratación por calidad, por menor presupuesto, a precio fijo y por cualificaciones del postor.

A partir de este planteamiento, el documento desarrolla en más de 36 páginas los procedimientos de selección de los distintos tipos de proceso admitidos, los cuales no se detallan aquí.

El segundo documento describe el procedimiento de compra de bienes y trabajos y servicios, distintos a los de consultoría definidos en el anterior documento. En este caso, las cuatro condiciones principales que rigen la compra son las siguientes:

- La reducción de costes y la eficiencia en el desarrollo del proyecto, incluyendo la adquisición de los bienes y trabajos necesarios para este.
- La voluntad del banco por facilitar a todos los proveedores de países desarrollados y en desarrollo la misma información y oportunidad para proveer los bienes y servicios solicitados.
- El interés del banco en promocionar el desarrollo de las industrias contratistas y productoras propias del país prestatario.
- La necesidad de transparencia en el proceso de selección.

En este caso la contratación mayoritariamente se regirá por el principio de la oferta internacional competitiva (ICB en sus siglas en inglés), preferentemente con la adquisición de bienes y trabajos en el país contratante, si es posible. Sin embargo, donde este tipo de contratación no sea factible se admiten otros métodos de selección, tales como las pujas nacionales o internacionales competitivas. Principio importante del procedimiento es que se prohíbe la adjudicación a un proveedor que haya actuado previamente como consultor dentro del mismo procedimiento, salvo en el caso se trate de un proyecto tipo “llave en mano”, en cuyo caso es posible la eficiencia económica se alcance precisamente mediante la provisión del conjunto de bienes y servicios por parte de la entidad o consorcio adjudicatario.

Igualmente, respecto a este procedimiento se considera que el detalle del mismo cae fuera del alcance y objetivo principal de este proyecto por lo que no se profundiza en mayor medida en el mismo.

7.3.2 Ejemplos de mejores prácticas

De forma resumida se cree que los dos documentos de políticas de compra de servicios, bienes y trabajos del BID descritos en el anterior apartado por sí mismos pueden ser considerados como ejemplos de buena práctica en materia de políticas de compra en el sector privado principalmente por su claridad descriptiva y objetivo de transparencia, de tal forma que cualquier actor internacional activo en el sector de la GRN puede valorar sus posibilidades de éxito a priori en caso decida presentarse a un concurso, de forma individual o en consorcio.

Por un lado los procedimientos son nítidos en sus objetivos, consideraciones de valoración y objeciones o prohibiciones de comportamientos o maniobras no deseadas e incluso prohibidas. Sin embargo, por otro lado permiten cierta flexibilización en los enfoques, por ejemplo presentando a los promotores de cada concurso alternativas de contratación distintas a las inicialmente presentadas como preferentes, en caso las características del proyecto así lo indiquen. Por tanto, existe de esta manera un margen para la aplicación del sentido común de las distintas partes participantes, el promotor, el adjudicatario y el BID como fiscalizador del uso de los fondos asignados.

Finalmente, destacar la intención manifiesta en ambos procedimientos de impulsar en la medida de lo posible el desarrollo de productos y servicios en el propio país destino de la inversión, fomentando de esta manera la inclusión de actores locales en los consorcios postores, así como la adquisición de productos a proveedores nacionales, de tal forma que el proyecto pueda dejar un mayor poso de desarrollo y valor añadido para el propio país receptor de la inversión. Esta política puede ayudar en cierta medida a potenciar a medio y largo plazo las capacidades técnicas de los actores presentes en el país y, por tanto, pensando en el objetivo de este estudio, a incrementar la resiliencia de la sociedad en su conjunto.

7.4 Organizaciones No Gubernamentales

7.4.1 Análisis de políticas y mecanismos de compra

Practical Action⁷⁰ es una ONG de ámbito internacional que centra su modo de acción en la aplicación de tecnología para erradicar la pobreza y reducir la vulnerabilidad de poblaciones. La organización incluye tanto la reducción de riesgos de desastres como el cambio climático entre sus programas de acción. Para el campo de los desastres naturales tiene establecido un marco de

⁷⁰ <http://practicalaction.org/>

acción denominado “De vulnerabilidad a resiliencia” (From vulnerability to resilience – Practical Action, 2011) en el que explica su visión y estrategia de trabajo.

La política de colaboración con terceras partes, y concretamente con actores del sector privado se describe en el documento “Policy for engagement with larger scale private sector companies”. Este documento se centra en el análisis de las colaboraciones con grandes empresas, indicando igualmente que tradicionalmente el ámbito de trabajo de una ONG se presta más a colaboraciones con pequeñas y medianas entidades. En todo caso, las posibles asociaciones con actores privados están sujetas a un proceso de evaluación obligatorio para todos los miembros de la organización debido a los riesgos que estas pueden conllevar (posible abuso de poder económico, sobrecostos de derechos de propiedad intelectual, etc.). Sin embargo, la organización es consciente del creciente papel que el sector privado está teniendo en el desarrollo de países subdesarrollados, así como que cuando se busca el incremento de la escala de implantación tecnológica, esta se puede conseguir de forma más eficaz a través de las grandes empresas. Se pone como ejemplo la exitosa implantación de la telefonía móvil en el continente africano. Por tanto, siendo conscientes del intento que grandes empresas están realizando a nivel global por colocar sus productos igualmente en sectores de población humilde, esta ONG considera que las colaboraciones pueden ser útiles cuando los intereses de ambas partes se unen, es decir, la venta de tecnologías útiles que redunden en el incremento de la resiliencia de poblaciones vulnerables.

Las vías de colaboración que este documento contempla son:

1. Unión para la recaudación de fondos.
2. Unión como parte de una estrategia programática para la reducción de la pobreza.
3. Unión a través de la actividad de consultoría de Practical Action.

Es en esta tercera categoría donde se incluye la unión en consorcio para presentarse a un concurso en el que el cliente final frecuentemente es un gobierno o una organización multilateral. Como eje de decisión, Practical Action establece su objetivo de conseguir cambios duraderos para grandes grupos de población.

En conclusión, se puede indicar que si bien el documento de política de asociación comentado está orientado hacia el sector privado de grandes empresas, la organización igualmente indica colaborar con actores de pequeña escala, indicando sus objetivos de acción, de aplicación general, de tal forma que todo tipo de actores innovadores chilenos podrían encontrar su nicho de colaboración y posible venta de productos a través de esta ONG.

Intermon Oxfam es una ONG internacionalmente reconocida. Su área de especialización ha sido históricamente el abastecimiento de agua potable para poblaciones vulnerables, tanto en situaciones normales, diarias, como en casos de emergencia, por ejemplo en la reciente destrucción que el Huracán Matthew ha ocasionado en Haití o en las recurrentes inundaciones que se producen en países como Paraguay. La organización no está activa en Chile.

Como parte de sus campos de trabajo tiene identificada a la reducción del riesgo por desastres (Disaster Risk Reduction - DRR en inglés) como área prioritaria, de tal forma que realiza proyectos de diversa índole asociados a la misma, tal como proyectos de reforzamiento de resiliencia, estudios de vulnerabilidad y riesgo, etc. La publicación “El futuro es nuestra elección – Marco y guía de Oxfam para un desarrollo resiliente” es un ejemplo de esta actividad.

En la actualidad, Oxfam se encuentra en fase de reestructuración de sus actividades dentro de esta área, la cual busca una estrategia de acción unificada de los distintos socios internacionales que componen la organización.

En general los socios de Oxfam suelen realizar los proyectos más técnicos con personal experto propio, si bien igualmente se cuenta con socios locales, a veces otras ONGs, para aprovechar sinergias. Ahora bien, se está considerando abrir el abanico de colaboradores incluso a actores del sector privado dentro del propósito de integración de capacidades y búsqueda de sinergias. Por tanto, una forma de colaboración con Oxfam para actores chilenos activos en el campo de la GRN podría ser buscar una asociación para la presentación de ofertas conjuntas en aquellos concursos en los que se identifiquen áreas de complementación, teniendo en cuenta las fortalezas de ambas entidades (implantación física de Oxfam en países concretos, etc.).

Oxfam no tiene unos procedimientos de compra específicos para servicios o productos, de tal forma que el acercamiento debería ser a título individual por parte del actor que pueda haber identificado alguna ocasión de colaboración. En el caso de los productos y equipamientos de diversa índole, la organización dispone de tres almacenes principales desde los que se organizan los envíos a zonas de emergencia. Normalmente se negocia con donantes la compra de equipos concretos. Por tanto, igualmente aquí, los productos innovadores que actores chilenos pueden desarrollar a futuro deberían ser presentados a la organización a través de los canales comunes.

100 Resilient Cities⁷¹ (100RC) es una plataforma auspiciada por la Fundación Rockefeller dedicada al asesoramiento a ciudades con el objetivo de hacerlas más resilientes a los desafíos físicos, sociales y económicos que se vienen incrementando a lo largo de los últimos años.

100RC apoya la adopción e incorporación de un enfoque basado en la resiliencia que no solo se centra en los desastres, tales como terremotos, inundaciones o incendios, sino igualmente en las tensiones sociales, como el desempleo, transporte público ineficiente, abastecimiento de agua potable deficiente, etc., que afectan al funcionamiento de la ciudad. La idea tras este enfoque es que afrontando el conjunto de problemas la ciudad se hace más resistente a la superación de cualquier tipo de desastre imprevisto.

⁷¹ <http://www.100resilientcities.org/>

La iniciativa se lanzó en 2013 y rápidamente el número de solicitudes de ciudades candidato superó las expectativas. Sin embargo, el número de ciudades incluidas se limitó a 100. El área metropolitana de Santiago de Chile se encuentra entre las seleccionadas.

El programa de asesoramiento y acción se concreta mediante las siguientes acciones:

1. Apoyo financiero y logístico para la incorporación de un Director de Resiliencia al cuadro administrativo de la ciudad. Se pone un millón de dólares a disposición de la ciudad para iniciar la implantación del área estratégica de resiliencia durante dos o tres años. A partir de ese momento, se estima que los beneficios de la gestión habrán empezado a dar sus frutos de tal forma que el área se podrá mantener en base a los beneficios “cualitativos” conseguidos.
2. Asesoramiento de expertos para el desarrollo de una estrategia de resiliencia robusta.
3. Acceso a soluciones y proveedores de servicios y socios del sector privado, público y de organizaciones no gubernamentales que pueden ayudar en la implantación de la estrategia de resiliencia.
4. Pertenencia a una red global de ciudades en las que apoyarse e intercambiar experiencias.

En la práctica la plataforma funciona como una organización sin ánimo de lucro y dispone de personal propio de apoyo en Nueva York, Londres y Singapur.

La plataforma dispone de un grupo de entidades colaboradoras⁷² a las que las ciudades se pueden dirigir solicitando asesoramiento. De acuerdo a uno de los actores presentados en este documento que forma parte de la plataforma, Pacífico, en principio las entidades interesadas presentan una solicitud de incorporación a la plataforma y prestan sus servicios de forma colaborativa, sin ánimo de lucro. Por tanto, el interés comercial aparentemente reside en el escaparate de visualización que la plataforma constituye para la promoción internacional de la marca.

7.4.2 Ejemplos de mejores prácticas

Como ejemplos de buenas prácticas en el proceso de compra y promoción de productos y servicios establecidos por organizaciones no gubernamentales procede comentar brevemente los enfoques descritos anteriormente para Practical Action y 100RC.

Por un lado, Practical Action presenta sus principales valores de organización como base con la que orientar su selección de posibles socios o proveedores. Estos valores son los siguientes:

- Justicia: La libertad de elección por parte del individuo de la tecnología que desea usar forma parte de sus derechos como ser humano.

⁷² <http://www.100resilientcities.org/partners>

- Democracia: Involucración pública en la toma de decisiones, incluyendo las que afectan a la incorporación de tecnologías a la vida de comunidades vulnerables, por el bien del interés público.
- Empoderamiento: Las personas que viven en precario deberían conducir su propio desarrollo.
- Diversidad: Respeto a la diversidad en su más amplio contexto, incluyendo a la variedad de enfoques que comunidades individuales puedan querer adoptar a sus problemas. Este enfoque flexible debería redundar en la asunción de las estrategias de resiliencia por parte de las comunidades individuales.
- Sostenibilidad: Las estrategias de acción e implantación de nuevas herramientas y tecnologías deberían considerar la sostenibilidad como objetivo final en cualquier toma de decisión. La acción de la ONG no debería conllevar un impacto ambiental o para la salud humana, de tal forma que igualmente cualquier incorporación tecnológica debería considerar esta visión.

Esta relación de valores orienta a la organización en su selección de socios colaboradores de las siguientes formas:

- Se trabajará preferentemente con organizaciones líder en el área de la responsabilidad social y medioambiental.
- Se buscará trabajar con compañías dedicadas al suministro de productos y servicios pensados para contribuir a la sostenibilidad de hogares, seguridad alimentaria o el acceso a servicios básicos por parte de comunidades pobres.
- No se colaborará con entidades cuyos productos o prácticas empresariales contravengan los valores de acción establecidos por la organización.

Además, Practical Action somete cada decisión de colaboración o contratación de un proveedor a una auditoría de valoración de los principios aquí descritos.

En el caso de 100RC se considera procedente destacar, aparte de los objetivos y enfoques de acción ya descritos, su base de entidades colaboradoras que se encuentran debidamente identificadas en la página web de la organización. La presentación de las entidades, una vez seleccionadas, es por orden alfabético y todas en el mismo nivel jerárquico, lo que evita, a priori, que los posibles usuarios prioricen sus búsquedas de asesoramiento de acuerdo al tamaño de los socios.

Si bien el objetivo inicial es la colaboración con la plataforma y prestación de servicios de asesoramiento de forma desinteresada, tampoco se puede obviar que la presentación de estas entidades dentro de la plataforma significa una importante vía de promoción para otros mercados, de tal forma que la solicitud de acceso a este tipo de *cluster* de conocimiento y práctica puede ser de interés para actores chilenos de cualquier sector, público y privado.

8. CONCLUSIONES

Los dos objetivos principales que la Comisión para la Resiliencia frente a Desastres Naturales (CREDEN) ha buscado cumplir mediante la consultoría de dimensionamiento del mercado de desastres naturales reflejada en el presente documento son por un lado la evaluación del daño que históricamente estos desastres han ocasionado al país, en términos económicos, sociales y ambientales, y, por otro, realizar una proyección del volumen de inversión mínima que de forma razonada se puede estimar en términos de productos, procesos y servicios innovadores a nivel mundial y nacional para los próximos años en el área de la gestión de riesgos naturales. El objetivo complementario y final de este último es el de establecer el mercado hacia el que los actores chilenos existentes en este sector, públicos y privados, pueden orientar sus esfuerzos comerciales de cara a aprovechar la situación natural con la que la sociedad chilena tiene que convivir como oportunidad de desarrollo y crecimiento económico para el país.

En relación a este fin procede indicar que el término innovación se ha planteado en un sentido amplio entendiendo que los productos, procesos y servicios modernos, de distinta índole, que en los últimos años se han venido desarrollando e implantando a nivel mundial, deben ser considerados como tal, vigentes e innovadores, por el significativo recorrido de implantación que mantienen a nivel mundial dado su relativamente bajo nivel de implantación en países pobres o en desarrollo, en combinación con el significativo incremento de la población mundial existente en la actualidad, para la que hay que planificar y desarrollar un ingente volumen de infraestructuras asociadas, considerando en aquellas zonas susceptibles de sufrir riesgos naturales las correspondientes medidas de resiliencia y mitigación de daños. En este sentido es importante destacar que el campo de la gestión de riesgos naturales es aun relativamente reciente. Más allá de los códigos de construcción sismorresistente que se empezaron a implantar a mediados del siglo pasado, muchas de las técnicas analíticas y tecnológicas existentes a día de hoy apenas tienen unos 10 años de antigüedad. Por otro lado, tal como ha comentado uno de los actores participantes en el estudio, muchos de los actuales gestores regionales o locales de la gestión de riesgos naturales en distintos países en desarrollo con los que en los últimos años ha tenido que colaborar apenas llevaban un par de años en el cargo. Este ejemplo ilustra la realidad existente en este campo en buena parte del mundo y el margen de incremento de implantación y adquisición de servicios y productos que existe.

Chile es uno de los países del mundo que históricamente más ha estado expuesto a desastres naturales de diversa índole, siendo la amenaza sísmica la que mayor impacto ha generado, tanto en relación con el coste humano, especialmente en términos de vidas humanas, como material. Esta circunstancia natural ha creado en la sociedad chilena una conciencia colectiva sobre los riesgos a los que está expuesta, pero además una disposición activa y resiliente ante los eventos que periódicamente se producen, especialmente tras el terremoto de 1960 que arrasó la ciudad de Valdivia, dando lugar a la implantación del primer código de construcción sismorresistente en el país. Esta resiliencia se asienta además en el nivel de desarrollo del país, que le permite afrontar

las consecuencias catastróficas con sus propios medios, incluso en el caso del terremoto de 2010 que fue uno de los de mayor intensidad jamás registrados históricamente a nivel global.

Con todo, de acuerdo a los datos bibliográficos disponibles, así como la percepción general de la mayor parte de los actores presentes en el país en el campo de la gestión de riesgos naturales, públicos y privados, la estrategia de actuación de la administración ante estos fenómenos tendió a ser históricamente más reactiva que proactiva. Fueron las lagunas del sistema de protección civil constatadas en las primeras horas tras este terremoto, las que llevaron a la reflexión de que este enfoque debía cambiar, lo que explica en cierta medida que es a partir de este momento cuando varias entidades administrativas inician un proceso de registro sistemático de datos relacionados con este campo, desde estimaciones de daños, gastos anuales en emergencias varias, inversiones en planes de reconstrucción, etc.

Tras revisar distintas fuentes de información, nacionales e internacionales, que recopilan información relativa a los daños que los desastres naturales generan en el mundo se ha optado por elaborar un catastro agregado que recoge los datos principales de cuatro fuentes, siendo la información extraída de la plataforma EM-DAT y el repositorio que incluye la página web de ONEMI la que presenta una mayor cobertura de las catástrofes significativas ocurridas en el país a lo largo del último siglo. En términos de orden de magnitud se ha establecido que el número de fallecidos producidos en Chile por los desastres naturales entre 1900 y 2015 sería del orden de 60.000. Las pérdidas ocasionadas en el mismo periodo por los desastres naturales más relevantes se estiman en un orden de magnitud de unos 70.000 millones de dólares actuales. Por otro lado, la estimación de la relación daños/PIB realizada indica que el coste anual promedio que los desastres naturales ocasionan en términos de pérdidas representa aproximadamente el 1% del PIB del país. Las fuentes bibliográficas consultadas fijan este valor aproximadamente en el 1,3% para el periodo 1980-2011, estableciendo además que se trata de uno de los valores más elevados a nivel mundial, lo que justifica el esfuerzo de incremento de la resiliencia general que la sociedad chilena está afrontando.

La proyección de dimensión del mercado potencial existente en materia de gestión de riesgos naturales e incremento de la resiliencia se estima en un orden de magnitud de unos 400.000 millones de dólares anuales a nivel mundial y de unos 2.400 millones en Chile, la proporción entre ambos datos es de aproximadamente el 0,6%, que parece razonablemente acorde con el peso económico chileno en el mundo, el cual ascendió en 2015 al 0,3% del PIB registrado a nivel mundial, habida cuenta de que siendo Chile uno de los países más sensibles y sensibilizados respecto a estas amenazas, parece lógico que su inversión anual en mitigación sea ya y se mantenga previsiblemente a medio plazo en un nivel superior a la media invertida a nivel mundial. Se espera que los efectos del cambio climático puedan incluso conllevar el incremento de estos números en el medio y largo plazo, una vez que los impactos varios empiecen a manifestarse con mayor rigor de lo que la población mundial ya está empezando a observar. Cabe matizar que en los países más desarrollados, incluyendo a Chile, una parte de estos montos ya se están cubriendo a diario en los

diversos proyectos constructivos que se vienen desarrollando, en forma de planificación, ingeniería, supervisión, materiales resilientes, etc., sin que quizás de forma expresa los mismos se estén asociando a la GRN e incremento de la resiliencia.

En relación a este enorme mercado potencial, se cree que de acuerdo al análisis de actores realizado, Chile se encuentra en un buen punto de partida para consolidar y ampliar su participación y grado de penetración en el sector de la gestión de los riesgos naturales, contando además con un entorno natural y social que lo convierte en un auténtico laboratorio natural en el que ensayar y calibrar todas las herramientas de trabajo, en el sentido amplio del término, existentes y en desarrollo. Los nichos de negocio en los que los actores chilenos a priori podrían tener mayor éxito serían los siguientes:

- Proyectos de diseño y construcción de edificaciones e infraestructuras resilientes.
- Desarrollo urbano sostenible y resiliente.
- Uso territorial sostenible y gestión bosques.
- Viviendas climático resilientes.
- Proyectos varios orientados a la resiliencia ante los efectos del cambio climático.
- Ecosistemas resilientes.
- Alertas tempranas en base a tecnologías innovadoras de diversa índole.
- Estudios de vulnerabilidad, exposición (estructural y social) y resiliencia.
- Productos de gestión pre y post emergencia.
- Estudios de eficiencia comunicativa en comunidades vulnerables.

Como sector complementario y asociado a todos estos nichos conviene asimismo considerar la educación específica en materia de gestión de riesgos naturales, en todas sus vertientes imaginables, que los actores chilenos pueden impartir precisamente por la potente combinación de conocimiento, desarrollo y posibilidad de contraste de nuevas herramientas que el país posee.

Finalmente, respecto a los flujos de inversión resiliente estimados cabe indicar su conveniencia de acuerdo a la estimación de organismos internacionales que indican que por cada dólar invertido en materia de gestión de riesgos naturales se recuperan cuatro, a lo que habría que añadir la considerable y previsible disminución en daños sociales y humanos los cuales no pueden ser exclusivamente considerados desde un enfoque económico, tratándose de un argumento incluso de mayor peso para justificar estos mismos flujos.

9. REFERENCIAS

Aldunce, Paulina y González, Meliza (2009) - Desastres asociados al clima en la agricultura y medio rural en Chile.

Arteaga Catalina, Sonia Pérez, Francisca Castro, Daniela Fava, Grace Molina y Catalina Ramírez (2015) – Recursos, estructura de oportunidades y subjetividades en contextos de desastre. Análisis a partir del caso de Chaitén. Incluido en el libro: Vulnerabilidades y desastres socionaturales; Experiencias recientes en Chile, Autores: Catalina Arteaga y Ricardo Tapia.

BID-Banco Interamericano de Desarrollo (2010) – Indicadores de Riesgo de Desastre y de Gestión de Riesgos – Programa para América Latina y el Caribe Informe Resumido.

BID-Banco Interamericano de Desarrollo (2011a) - Políticas de compra de bienes y trabajos financiados por el BID (GN-2349-9).

BID-Banco Interamericano de Desarrollo (2011b) - Políticas de selección y contratación de consultores financiados por el BID (GN-2350-9).

BID-Banco Interamericano de Desarrollo (2015) – Indicadores de Riesgo de Desastre y de Gestión de Riesgos – Programa para América Latina y el Caribe – Chile.

Bündnis Entwicklung Hilft y United Nations University (2016) – WorldRiskReport 2016.

Cámara Chilena de la Construcción -CChC (2014) – Infraestructura crítica para el desarrollo – Bases para un Chile integrado – Estimaciones 2014-2018 y 2014-2023.

Cámara Chilena de la Construcción -CChC (2016) – Informe Macroeconomía y Construcción, Junio 2016 - MACH 44.

Communities and Local Government, Environment Agency y Department for Environment Food and Rural Affairs (UK) (2007) – Improving the flood performance of new buildings – Flood resilient construction.

CORFO-PMG (2015) – Consultoría para construir hoja de ruta de programa estratégico – Diseño “Productividad y Construcción Sustentable”. Código 14 PEDN-35718 de CORFO – Anexo Reporte Final Fase II.

CR2 – Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (2015) – La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro.

Díaz, J.; Lüders, R. and Wagner, G. (2016) Chile, 1810-2010 La República en Cifras, Santiago Ediciones Universidad Católica de Chile.

Espinosa Carrasco, Víctor Hugo (1978) – Estudio de Desastres. Memoria patrocinada por el Servicio Nacional de Salud y la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior.

Fundación Mapfre (2012) Emergencia y reconstrucción: el antes y después del terremoto y tsunami del 27F en Chile; aprendizajes en materia habitacional, urbana y de seguros.

Fundación Terram (2012) – Impactos ambientales del terremoto y tsunami en Chile. Las réplicas ocultas del 27F.

Gobierno de Chile (GdC, 2010): Plan de Reconstrucción Terremoto y Maremoto del 27 de Febrero de 2010 – Resumen Ejecutivo. 2010.

Global Construction Perspectives and Oxford Economics (2013) - Global Construction 2025 - A global forecast for the construction industry to 2025.

Green Climate Fund (2015a): Elements 01. Engaging with the Green Climate Fund – A resource guide for national designated authorities and focal points of recipient countries. Nov. 2015.

Green Climate Fund (2015b): Project Briefs. 2015.

Jaramillo Martínez, Claudia Verónica (2013). Movimientos socio-territoriales post terremoto: el caso de Red Construyamos y la lucha urbana por la reconstrucción en las comunas del Gran Concepción. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Sociales. 2013.

Hochrainer, Stefan (2009) – Assessing the Macroeconomic Impacts of Natural Disasters, Are there Any? - The World Bank - Policy Research Working Paper 4968.

JICA – Agencia de Cooperación Internacional del Japón (2015) – Informe Anual 2015.

La Tercera (2011): Cuánto le costó el terremoto a Chile; 20/02/2011.
<http://diario.latercera.com/2011/02/20/01/contenido/reportajes/25-59879-9-cuanto-le-costó-el-terremoto-a-chile.shtml>.

Ministerio de Educación (2014) – Revisión Nacional 2015 de la Educación para Todos - Informe Nacional Educación para Todos.

Ministerio de Hacienda (2016) – Dirección de Presupuestos. Proyecto de Ley de Presupuestos 2016.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2013) – Reconstrucción Urbana post 27 F – Instrumentos de Planificación y Gestión Territorial – Febrero de 2013.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2016a) – Reporte Plan de Reconstrucción 27F Nacional – Avance al 31 de octubre de 2016.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2016b) – Reporte Plan de Reconstrucción Arica y Parinacota – Avance al 31 de octubre de 2016.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2016c) – Reporte SISMO TARAPACÁ – Avance al 31 de octubre de 2016.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2016d) – Reporte Plan de Inversiones incendio Valparaíso – Avance al 31 de octubre de 2016.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2016e) – Reporte Plan de Reconstrucción inundaciones Antofagasta – Avance al 31 de octubre de 2016.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2016f) – Reporte Aluviones Atacama – Avance al 31 de octubre de 2016.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2016g) – Reporte Plan de Reconstrucción aluvión Tocopilla – Avance al 31 de octubre de 2016.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2016h) – Reporte Plan de Reconstrucción erupción Volcán Calbuco – Avance al 31 de octubre de 2016.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2016i) – Reporte Plan de Reconstrucción terremoto Coquimbo – Avance al 31 de octubre de 2016.

Ministry of Civil Defence & Emergency Management (New Zealand) (2015) – Business Plan 2015 – 2019.

Moraga, Marcela (2012) – Memoria de Tesis: Hacia recomendaciones para estrategias de gestión para la planificación y recuperación post desastre. El caos del terremoto 2010, Chile. Universidad Politécnica de Cataluña –Master en Gestión y Valoración Urbana.

Moya A., (2002), Estudio de los daños del terremoto de Chillán de 1939, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Munich Re (2004-2015): Publicaciones anuales de daños mundiales por desastres naturales (2004-2015). (<https://www.munichre.com/touch/naturalhazards/en/natcatservice/annual-statistics/index.html>).

Munich Re (2010): Topics Geo – 50 major events in 2010. (www.munichre.com/touch/naturalhazards/en/natcatservice/annual-statistics).

Munich Re (2011) - NATHAN World Map of Natural Hazards.

Naciones Unidas (2010) - Diagnóstico de la Situación de la Reducción del Riesgo de Desastres en Chile.

ONEMI (2002) – Plan Nacional de Protección Civil – Instrumento Indicativo para la Gestión Integral, Decreto N° 156, 12 de marzo de 2002.

ONEMI (2016) – Repositorio de documentos históricos relativos a los daños ocasionados por los desastres naturales en Chile. Accesible a través del enlace presente en la página web de ONEMI: http://repositoriodigitalonemi.cl/web/browse?rpp=20&order=ASC&sort_by=-1&etal=1&type=palabraclave&starts_with=0.

OXFAM (2016)- El futuro es nuestra elección – Marco y guía de Oxfam para un desarrollo resiliente.

PNUD (2011a) – Guía metodológica para procesos de planificación de la recuperación posdesastre – lineamientos y acciones para gobiernos nacionales, regionales y locales, documento para la discusión.

PNUD Chile (2011b) – Plan de recuperación post desastre con enfoque de gestión de riesgo y participación ciudadana – Comuna de Curepto, Región de Maule – Chile.

PNUD Chile (2011c) – Plan de recuperación post desastre con enfoque de gestión de riesgo y participación ciudadana – Comuna de Talcahuano, Región de Biobío – Chile.

PNUD Chile (2014) – Plan de recuperación post desastre y transición al desarrollo de la comuna de Valparaíso, desde un enfoque participativo y de reducción del riesgo de desastres – Chile (Elaborado junto al Centro de Estudios Urbanos y Regionales de la Universidad del Biobío).

Practical Action - Pasteur, Katherine (2011) – From Vulnerability to Resilience; A framework for analysis and action to build community resilience.

PricewaterhouseCoopers (2014a): Capital Project and infrastructure spending – Outlook 2025; Research by Oxford Economics. (www.pwc.com/cpi-outlook2025).

PricewaterhouseCoopers, 2014b: Real Estate 2020 – Building the future; Research by Oxford Economics. (https://www.pwc.ch/de/publications/2016/pwc_real_estate_2020_building_the_future_e.pdf)

Romero, Hugo, y Vidal, Claudia (2015). Exposición, sensibilidad y resiliencia ante los desastres de las ciudades de Concepción-Talcahuano, Chile Central.

Sernageomin (2015): Registro de los principales desastres de origen geológico en Chile y efectos sobre la población y bienes públicos y privados en Chile 1980.

SVS (2011) - Terremoto 2010 – Análisis e Impacto del 27-F en el Mercado Asegurador.

Swiss Re (2011) – Sigma N°1/2011 – Catástrofes de la naturaleza y grandes siniestros antropogénicos en 2010, un año de eventos devastadores y costosos.

UNISDR (2009) – Terminología sobre reducción del riesgo de desastres (2009).

UNISDR (2011) – Informe Nacional de Progreso en la Implementación del Marco de Acción de Hyogo (2009-2011).

UNISDR (2013) – Informe Nacional de Progreso en la Implementación del Marco de Acción de Hyogo (2011-2013).

Urrutia de Hazbun, Rosa. / Lanza Lazcano, Carlos. (1992) - Desastres Naturales Chile 1541-1992.

World Bank and others (2015): "From billions to trillion: transforming development finance – Post-2015 financing for development: multilateral development finance". DC2015-0002.

World Bank (2016) – Procurement in Investment Project Financing / Goods, Works, Non-Consulting and Consulting Services.