

**1ER ENCUENTRO
LATINOAMERICANO
AMENAZA SÍSMICA
y TSUNAMI**

**DESAFÍOS PARA
LA REDUCCIÓN
DE RIESGOS Y
DESASTRES EN
AMÉRICA LATINA**

**JUNIO 2023
SANTIAGO DE CHILE**



PROGRAMA
RIESGO SÍSMICO



ÍNDICE

Introducción	3
Resumen Ejecutivo	4
¿Qué hemos aprendido en Chile durante los últimos 30 años en materia de riesgo?	6
Subsecretario de Prevención del Delito, Ministerio del Interior de Chile	12
Reducción del Riesgo de Desastres para un Desarrollo Sostenible	14
De Amenaza Sísmica y Tsunamis en México	20
El Sistema Nacional de Alarma de Maremotos	27
Director Ejecutivo Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS)	33
Caracterización de la Sismicidad en Chile	35
Diálogo para la cooperación	38
Identificación de puntos de colaboración internacional	41
I. Formación Profesional	41
II. Compartir datos	42
III. Investigación	42
IV. Trabajo con la comunidad	42
V. Vinculación institucional	43

Introducción

Los países andinos compartimos una alta exposición a geo-amenazas, tales como erupciones volcánicas, tsunamis, terremotos, avalanchas, inundaciones, sequías, remociones en masa, acompañadas de acentuados niveles de vulnerabilidad. Adicionalmente, el cambio climático está teniendo fuertes efectos en la región, con fenómenos meteorológicos extremos, aumentos de temperatura, deshielos, inundaciones súbitas, sequías y desertificación.

Los desastres socio naturales tienen un impacto significativo en el desarrollo de nuestras naciones, con pérdidas de vidas humanas, pérdidas económicas, daños a infraestructura y vivienda, daños a los ecosistemas y pérdida de biodiversidad.

La promoción, cooperación y mejoras del diálogo entre la comunidad científica y tecnológica y los organismos pertinentes de la sociedad, pueden contribuir a un proceso eficaz de diseño de políticas y toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres basadas en evidencia.

El propósito del Primer Encuentro Internacional de Amenaza Sísmica y de Tsunamis, fue consolidar el diálogo y la cooperación técnica entre las instituciones públicas encargadas de la gestión de riesgos, las universidades y centros de estudio de los países de América Latina. Este evento reunió a investigadores, académicos y profesionales del área. Junto a ellos, se pretende avanzar en una colaboración efectiva, mediante el desarrollo de actividades que permitan compartir conocimiento y tecnologías, a través de redes y articulaciones que se mantengan en el tiempo. Con muchos de ellos, ya conformamos una comunidad en crecimiento, con la que la Universidad de Chile ha desarrollado programas de formación en los últimos años.

Esta primera versión de Encuentro tuvo como foco la ocurrencia de terremotos y tsunamis, lo que reviste de una importancia estratégica por el riesgo presente en los territorios de nuestro continente. No obstante, a futuro, esperamos seguir abordando estas y otras amenazas de desastres que afectan a nuestros países de América Latina, mediante el desarrollo de nuevos eventos de esta naturaleza y actividades de colaboración específicas.

En esta senda de cooperación, se realizó conjuntamente, un Curso (teórico y práctico) sobre determinación de mecanismos focales a distancia local-regional con el método FMNEAR", que representa un punto de partida para la colaboración en el desarrollo de un Catálogo Latinoamericano.

Nuestra colaboración nos permitirá ampliar la mirada sobre los fenómenos del sistema tierra que habitamos y vivimos, tanto desde la ciencia y la tecnología como desde nuestra geografía, experiencia, historia y cultura andina, para así adoptar mejores políticas y decisiones en la gestión del riesgo de desastres.

Resumen Ejecutivo

El Primer Encuentro Internacional de Amenaza Sísmica y de Tsunamis, fue organizado por el Programa Riesgo Sísmico de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile con el apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile (VID), mediante su Unidad de Redes Transdisciplinarias. El evento se desarrolló el 30 de noviembre de 2022 de manera presencial en las dependencias de la Universidad de Chile y tuvo acceso virtual en tiempo real, desde diversos países de América Latina y del Caribe.

Uno de los propósitos de este Primer Encuentro, fue contribuir a impulsar nuevas cooperaciones y coordinaciones internacionales entre instituciones educativas, instituciones políticas y de la sociedad civil, lo cual resulta fundamental para la reducción de riesgo de desastres (RRD).

El evento estuvo dividido en dos grandes bloques. En el primero, que se desarrolló durante la mañana, participaron autoridades de Gobierno y de la Universidad de Chile. La inauguración contó con las palabras del Subsecretario de Prevención del Delito, Eduardo Vergara, quien representó al Ministerio del Interior y los saludos del Vicerrector de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile, Enrique Aliste y el Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, Francisco Martínez.

A continuación, el Director del Programa Riesgo Sísmico, Jaime Campos realizó una primera intervención en la que entregó el contexto en el que se desarrolló el encuentro. Luego, vinieron las presentaciones de Elizabeth Castañeda, en representación del Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED de México; Rodrigo Ortiz, Subdirector Gestión de Riesgos de Desastres Oficina Nacional de Emergencias del Ministerio del Interior, ONEMI; Comodoro Arturo Oxley, Director del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, SHOA; Mario Pardo, Subdirector Centro Sismológico Nacional, CSN, y Leandro Rodríguez, Director Ejecutivo Centro Regional de Sismología para América del Sur, CERESIS.

De esta manera, se entregó un panorama, a partir de la visión experta de representantes de instituciones encargadas de la reducción de riesgo de desastres, de Chile y otros países de América Latina.

En un segundo bloque, en la tarde del mismo día, se realizó un taller participativo en línea, en el que intervinieron profesionales, docentes y personas involucradas en materia de Reducción de Riesgo de Desastres, en distintos países del continente.

Este taller tuvo dos objetivos: conocer la situación de los países de América Latina en relación a la RRD en sismos y tsunamis; además de identificar aquellos puntos en común para la construcción de una agenda de trabajo en conjunto y a futuro.

Con el fin de cumplir estos objetivos, la discusión se organizó en torno a una serie de preguntas guías sobre las cuales, las y los participantes pudieron expresar sus opiniones y experiencias.

Es así que, a partir de este encuentro, se han iniciado nuevas cooperaciones en términos de intercambio de datos e información, sistemas y herramientas, formación y actualización, así como del conocimiento de las distintas experiencias nacionales.

Resulta claro que, el riesgo es un fenómeno complejo y que requiere de una respuesta institucional, académica y comunitaria robusta y, sobre todo, regional. Por ello es fundamental avanzar en respuestas a nivel latinoamericano.

El presente documento es una sistematización de las exposiciones, del taller participativo, de los diálogos desarrollados y de las principales conclusiones levantadas en este Primer Encuentro Internacional de Amenaza Sísmica y de Tsunamis, en el que buscamos conocer los desafíos a los que se enfrentan los países y las buenas prácticas que han desarrollado para enfrentarse a los mismos.

¿Qué hemos aprendido en Chile durante los últimos 30 años en materia de riesgo?



*Jaime Campos
Profesor Titular Universidad de Chile
Director
Programa Riesgo Sísmico*

Puedes descargar esta presentación escaneando este código QR

El Programa Riesgo Sísmico, PRS, es una unidad académica que, en conjunto con sus labores universitarias tradicionales como son la docencia, la vinculación con el medio y la investigación o producción de conocimiento, también busca dos objetivos fundamentales que aseguren una efectiva transferencia de conocimiento científico y tecnológico hacia la sociedad: a) La construcción de ciencia ciudadana y b) Apoyar el desarrollo tecnológico en materia sismológica a instituciones públicas para la reducción del riesgo de desastres (RRD).

¿Qué lecciones hemos aprendido en Chile sobre RRD?

El contexto de las geoamenazas en Chile es complejo y comprende diferentes ambientes tectónicos, donde los terremotos y tsunamis no son los únicos elementos a considerar. Podemos identificar y clasificar al menos 4 diferentes ambientes geodinámicos en Chile: (a) la zona comprendida desde Arica por el Norte y hasta la Península de Taitao por el Sur, caracterizada por una geodinámica de subducción andina modulada por una de las tasas de convergencia y de acoplamiento sísmico más elevados del planeta, lo que se traduce en una alta productividad sísmica, ocurrencia de megaterremotos y tsunamis, e importantes procesos volcánicos y sismotectónicos que inciden en la formación del paisaje cordillerano; (b) una zona de fiordos en la Patagonia chilena, desde la Península de Taitao hasta el estrecho de Magallanes en el Sur austral, caracterizada por una geodinámica de subducción más lenta y de deformación difusa, la interacción de más de dos placas tectónicas y la presencia además de dos puntos triples, produciendo una relativa menor sismicidad, una actividad volcánica importante y la ocurrencia de deslizamientos gravitacionales y tsunamis de fiordos o de aguas poco profundas; (c) el territorio antártico chileno, que corresponde a la zona sísmicamente más activa de todo el continente antártico, con una geodinámica controlada por la interacción de placas y microplacas tectónicas, volcanismo activo, presencia de subducción, puntos triples y fallas transcurrentes; (d) regiones insulares localizadas en el Océano Pacífico, con geoamenazas por tsunami, volcanismo y actividad sísmica que se produce en el ambiente oceánico asociado a la deformación frágil en las zonas divergentes y debido a las fallas transformantes de la litósfera y corteza oceánica. Esta diversidad de ambientes geográficos se traduce en diversidad de geoamenazas.

El riesgo por geoamenazas en el contexto andino es claramente multifactorial. De carácter sistémico. Así, un evento sísmico puede desencadenar un deslizamiento gravitacional en una zona cordillerana, o bien una erupción volcánica puede gatillar el derretimiento de un glaciar localizado en su entorno y/o sus cenizas contaminar el aire y hacer colapsar la conectividad aérea de zonas aisladas. Además, hemos aprendido también que un riesgo mal gestionado en el presente, puede preparar tierra fértil para un riesgo futuro.

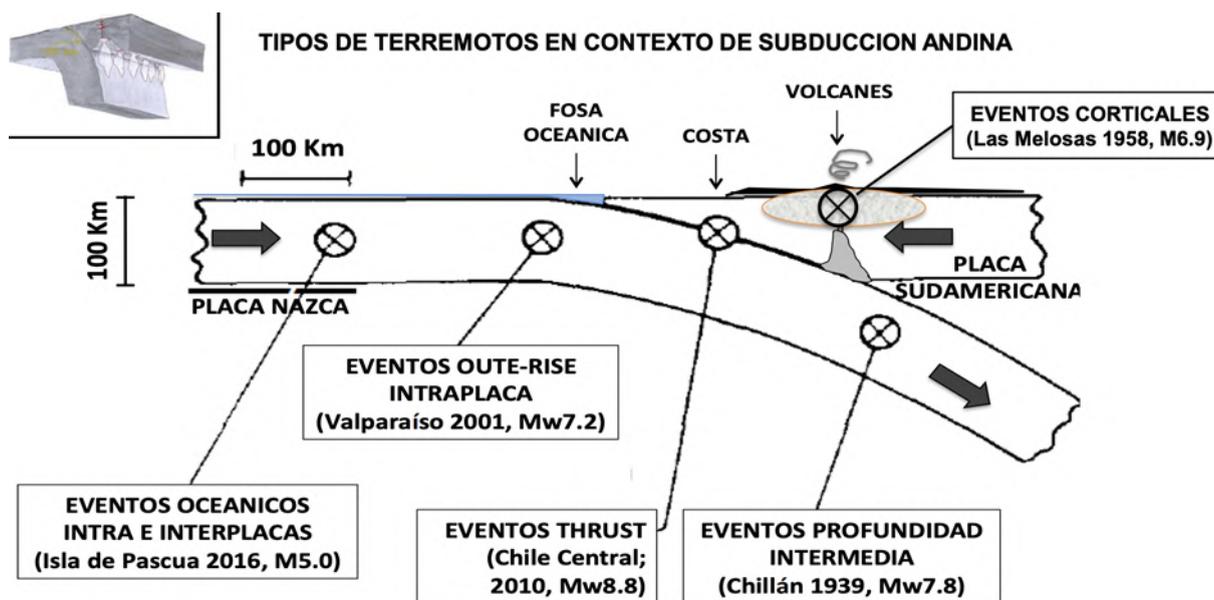
El contexto institucional en Chile que se rediseña en Chile para una política en RRD, después del terremoto y tsunami, que devastó la zona centro-sur del país en 2010, resultó en lecciones que logramos traducir en acciones legislativas conducentes a una remodelación casi completa de las capacidades de respuesta ante emergencias y la gestión de riesgos asociados a geoamenazas. Esto abarcó tanto la dimensión reactiva como también la preventiva. Durante el año 2022, el proceso tuvo un hito importante con la promulgación de la ley 20.363 que puso en marcha un nuevo sistema y servicio nacional de respuesta ante los desastres siconaturales: SINAPRED y SENAPRED (sistema y servicio, respectivamente) que reemplazó la organización institucional anterior.

Otra parte importante que conforma el contexto es saber cuál es el “músculo” nacional que tiene nuestro sistema en RRD para generar los conocimientos pertinentes y la capacidad de aprendizaje en la sistematización de las experiencias y buenas prácticas. Las capacidades habilitantes para una adecuada política en RRD. Una segunda pregunta entonces es: ¿Cómo generamos conocimiento en materia de Gestión de Riesgos de Desastres (GRD) en Chile?

En Chile tenemos 55 universidades, sólo 30 de ellas son universidades pertenecientes al Consejo de Rectores (CRUCH), de ellas 18 son públicas, conocidas bajo el rótulo de Consorcio de Universidades del Estado de Chile (CUECH) y las 12 restantes son privadas. De todas ellas, muy pocas cultivan disciplinas de las Ciencias de la Tierra, reduciendo significativamente la posibilidad de asegurar una capacidad habilitante adecuada en la generación de conocimientos, identificación y comprensión de la compleja diversidad de geoamenazas en un territorio inserto en la geodinámica del contexto andino. A estas instituciones universitarias se suman 17 otras entidades del ámbito académico, con ciertas capacidades de investigación, análisis y/o generación de datos e información, tales como institutos, centros, comisiones, corporaciones, servicios, etc., entre ellas los 5 observatorios o centros de monitoreo asociados a geoamenazas: Centro Sismológico Nacional (CSN), Observatorio Vulcanológico de los Andes del Sur (OVDAS), Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y la CONAF por los incendios forestales. En comparación a otros países que enfrentan a similares geoamenazas, niveles de exposición, características geográficas, población, nivel de vida y vulnerabilidad, la institucionalidad académica y observacional que tiene actualmente Chile necesita ser fortalecida y atendida para ponerla en coherencia con la política y nueva institucionalidad en RRD que el país se ha dado y permitir una adecuada respuesta a los requerimientos habilitantes de cada una de las realidades locales y regionales.

En términos de los asentamientos humanos y su distribución en el territorio, Chile es un país altamente expuesto a la ocurrencia de desastres socio naturales pues casi todas las principales zonas habitadas y ciudades se encuentran cerca de algún tipo de geoamenaza. Ahora, considerando sólo los terremotos, Chile a lo largo de toda su extensión presenta una amplia diversidad de tipos de “fuente sísmica”. La Figura 1, que corresponde a un esquema típico de la morfología de la subducción andina en Chile Central, muestra al menos 5 tipos de fuentes sísmicas. Esta síntesis o taxonomía de terremotos, cada uno con sus propiedades físicas y características en términos de niveles de agresividad (impacto y destrucción), es parte de los nuevos antecedentes que la ciencia ha aportado desde la academia en Chile, en los últimos 20 años. Avanzar en identificar y comprender el peligro y riesgo sísmico, asociado a cada una de estas fuentes sismogénicas, permitirá mejorar aspectos claves de la ingeniería sismorresistente, la norma sísmica, la actualización de los mapas de peligro y riesgo sísmico y el conjunto de instrumentos que intervienen en la gestión territorial para una adecuada RRD en el país.

Figura 1: Fuentes sismogénicas. Contexto de la subducción andina de Chile Central.



Fuente: Campos, Jaime (30 noviembre, 2022) Programa de Riesgo Sísmico (PRS) - UCH

Cada uno de los cuatro ambientes geodinámicos, que hemos propuesto para representar tipos de geoamenazas en Chile, tienen fuentes sismogénicas diferentes que dan cuenta de una taxonomía de terremotos aún más compleja que la presentada en Figura 1, correspondiente a Chile Central. Así, por ejemplo, la zona austral de la Patagonia chilena, cuyo escenario sismotectónico está asociado al movimiento de otras placas tectónicas, con tasas de convergencia significativamente menores a las observadas en la zona Central de Chile (Figura1), coherente con la observación de una baja “productividad sísmica”

observada, o sea, con procesos lentos de deformación frágil (baja sismicidad por unidad de tiempo y superficie), nos sitúa frente al complejo problema de identificar las fuentes sismogénicas en una zona dominada por la presencia de volcanes activos, de 2 puntos triples y con rocas del manto más cerca de la superficie. Esto sugiere la existencia de gradientes termales elevados que incidirían en el comportamiento mecánico de las rocas y en la generación de deformación difusa y asísmica (dúctil). Así, el ambiente geodinámico de la Patagonia chilena dificulta enormemente la caracterización de la amenaza sísmica, problema que se vuelve aún más complejo si además se cuenta con poca infraestructura observacional o escasos instrumentos geofísicos para medir en la zona.

Es importante identificar y conocer cada tipo de fuente sísmica y los procesos asociados, como tsunamis, remociones en masa, volcanismo, tsunamis en aguas someras o de fiordos, etc, y comprender los alcances e impactos que pueden tener en una reflexión multifactorial del riesgo socio natural. La misma aproximación es válida para otras geoamenazas del contexto andino.

Ante la evidencia de la existencia de esta diversidad de fuentes sísmicas, una respuesta única entonces no es suficiente como política pública en RRD y la construcción de resiliencia en nuestras comunidades. Chile es un laboratorio natural, con ambientes geodinámicos diversos donde se debieran fortalecer las condiciones habilitantes para la observación, monitoreo y captura de datos geofísicos de las diferentes geoamenazas en el territorio y el desarrollo de capacidades expertas locales, que permita acompañar la nueva institucionalidad que el país se ha dado para la política pública en RRD.

Claramente esto no es sólo válido para Chile. Como lo podrán también confirmar muchos colegas de geociencias de las diferentes naciones latinoamericanas que participan en este encuentro. Sabemos que la validación de los modelos que podemos proponer para explicar los procesos geofísicos subyacentes de las geoamenazas que se expresan en el territorio, presentan la dificultad que son en su mayoría irreproducibles a escala del laboratorio y la alternativa de buscar evidencias empíricas para verificar si pueden ser falseados muchas veces terminan siendo, lamentablemente, los mismos desastres socio naturales que nos gustaría evitar. Es impensable hoy día que un país desatienda esta situación. Los modelos son necesarios para el análisis del manejo de escenarios posibles que permitan caracterizar y reducir la incertidumbre del riesgo asociado a las geoamenazas.

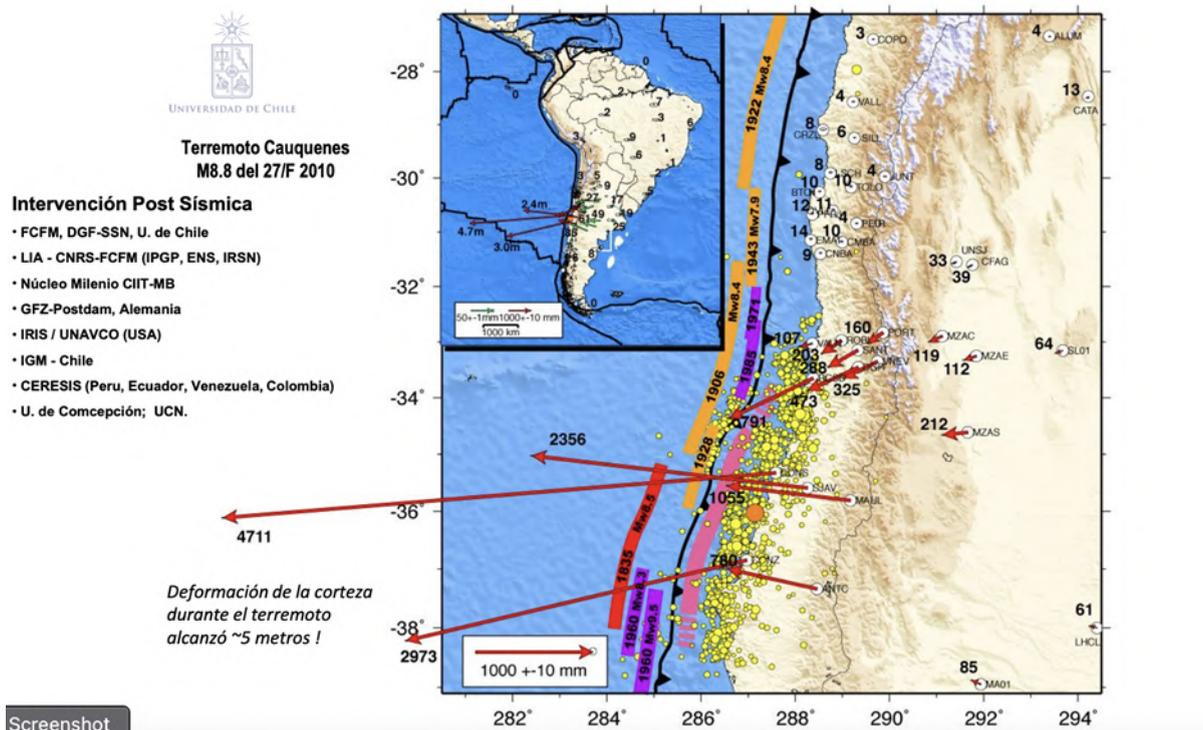
Proponemos entonces un camino alternativo para avanzar, poniendo el diálogo y debate entre científicos, expertos, especialistas y tomadores de decisiones, como el eje articulador para la estrategia de sistematización de los aprendizajes y validación de buenas prácticas de las políticas públicas en RRD de los países latinoamericanos. Esto es no sólo compartir nuestros hallazgos científicos y desarrollos tecnológicos, sino que también llevar a la práctica el intercambio de experiencias académicas, tecnológicas y acciones involucradas en la cadena de factores que contribuyen a la RRD en nuestros países del contexto andino.

Producto de los devastadores terremotos y tsunamis de Chile en 2010 y Japón en 2011, los científicos lograron zanjar finalmente un debate que se arrastraba desde hace más de 6 décadas, desde que ocurrieron los terremotos de M9.5 de 1960 de Valdivia, Chile y el M9.2 de 1964 de Alaska en USA. En estos últimos años se logró identificar una categoría aparte de grandes terremotos, los denominados “mega terremotos” y América Latina es una de las

pocas regiones a nivel global expuesta a ellos, los que a su vez pueden generar mega tsunamis. ¿Pero qué es un Mega Terremoto (MT)? A *grosso modo*, se trata de un movimiento telúrico cuya magnitud es superior al 8.5 en escala de Richter, o sea, que afecta una zona cuya área de ruptura sísmica tiene una dimensión de longitud característica que supera los 500 km de largo.

Los aprendizajes en sismología y en las nuevas tecnologías observacionales logrados en el Norte de Chile desde comienzos de los años 1990, permitieron consolidar capacidades científicas y experticia en instrumentos digitales de banda ancha y gran rango dinámico, incluyendo las nuevas tecnologías satelitales InSAR y GPS, para identificar el patrón y evolución del campo de deformación de la superficie terrestre en la zona epicentral antes, durante y después de terremotos tipo thrust en el contexto de la subducción andina. Esta investigación, que tomó más de 2 décadas, fue el resultado de un exitoso programa colaboración científica y tecnológica entre instituciones de Francia (CNRS y IRD) y Chile (Universidad de Chile y CONICYT). Se crearon así las condiciones científico-tecnológicas que facilitaron enormemente el avance de lo que entendemos hoy como modelo físico de los terremotos de subducción. Utilizando tecnologías satelitales para la medición puntual de la deformación de la corteza continental, con precisiones de hasta 1 milímetro con GPS y del campo de deformación de la región epicentral con InSAR, con resoluciones centimétricas, se pudo identificar y caracterizar el campo de deformación de las fases de carga y descarga de esfuerzos, una síntesis sismotectónica que permitió identificar y comprender señales de deformación antes, durante y después de un terremoto. Estos resultados, que fueron unos de los grandes aportes de la sismología de los últimos 40 años, combinaron modernos datos sismológicos obtenidos de captorees digitales en tierra con datos satelitales y permitieron estudiar con mucho detalle el terremoto M8.1 de 1995 en Antofagasta, Chile. Se logró identificar claramente el patrón de deformación de la zona epicentral previo a la ocurrencia de un terremoto tipo thrust de subducción. El mismo patrón de deformación previo a la ocurrencia del terremoto M8.1 de 1995 fue nuevamente detectado por el mismo equipo Franco-Chileno, pero esta vez en la zona epicentral del megaterremoto de Maule M8.8 del 2010 en el Centro-Sur de Chile. El artículo científico que presentó estos resultados fue publicado meses antes de la ocurrencia del evento M8.8. Se pudo así comprender y validar el modelo y de paso disponer de capacidad para identificar patrones de deformación que se pueden asociar a la preparación de terremotos tipo thrust en zonas de subducción. La Figura 2 presenta la zona de réplicas en círculos amarillos del megaterremoto del Maule M8.8 del 2010, que corresponde aproximadamente a la ruptura sísmica del evento principal M8.8 y las flechas en rojo la correspondiente deformación horizontal co-sísmica.

Figura 2: Terremoto de Maule M8.8 del 27/F, 2010. Deformación co-sísmica (flecha en rojo), distribución de réplicas (círculos amarillos).



Este ejemplo de trabajo colaborativo Francia-Chile en sismología sirve para destacar que, durante los últimos 20 años, la región ha desarrollado un conjunto de capacidades científicas, tecnológicas y aprendizajes que son de vital importancia para compartir con toda la comunidad de latinoamérica expuesta a similares terremotos y tsunamis.

El presente encuentro busca, precisamente, capitalizar estas experiencias y desarrollar capacidades en coordinación a nivel regional, con instituciones educativas y de gobierno, agencias y observatorios. Compartiendo datos a nivel regional podemos determinar no sólo la magnitud de los terremotos –lo que representa el modelo clásico del catálogo de hipocentro y magnitud solamente–, sino también de qué tipo de terremoto; hablamos de todos los diferentes tipos que ocurren en el contexto de la subducción, hablamos de los catálogos CMT de los eventos con la información sobre el campo de esfuerzos asociado, campos de deformación pre-, co- y post-sísmicos y una serie de datos que son vitales para la toma de decisiones en RRD.

Ponemos a disposición desde la Universidad de Chile, en colaboración con la Universidad de Niza, Francia, nuestros hallazgos científicos, experiencias, tecnologías (FMNEAR) y capacidades para crear una comunidad latinoamericana para compartir los avances y buenas prácticas. Esto nos permitirá crear espacios colaborativos en temas de alto impacto para nuestras naciones y esperamos que sea también un espacio fértil de diálogo y cooperación internacional. Les dejo invitados a todas y todos. Bienvenidos y muchas gracias.

Eduardo Vergara Corbalán

Subsecretario de Prevención del Delito, Ministerio del Interior de Chile



Puedes visualizar las palabras originales escaneando este código QR

El presente texto no es una transliteración de las palabras dichas por el Subsecretario. Se trata de un resumen de las mismas, editado en formato de prosa y que concentra las ideas más importantes expresadas por el mismo. Existen fragmentos y frases transcritas, así como fragmentos parafraseados. Las palabras originales íntegras se encuentran a disposición a través del código QR y en nuestro canal de YouTube.

A pesar de que en el Ministerio trabajamos siempre con planes, planificaciones y programas, es la naturaleza de nuestro trabajo lidiar con los múltiples peligros y amenazas del día a día, la naturaleza imprevisible de muchos riesgos.

Es un honor para nosotros como Gobierno contar con la presencia, tanto física como virtual, de algunas de las más grandes mentes de América Latina en este encuentro, que se dedican a pensar en las múltiples amenazas que se dan en nuestro territorio, tanto nacional como en la región. Siempre es necesario ver cómo podemos aportar y también como aportar en otras realidades.

Como ustedes sabrán, a mí me toca la tarea de la prevención del delito. En este sentido, tengo muy clara la importancia de la prevención, la diferencia que hace el estar preparado. La diferencia que significa estar o no preparado. Vivimos en un mundo donde hay más desastres, lo sabemos, pero también hay una relación muy directa con la forma que nosotros hemos decidido vivir. Yo, por ejemplo, antes de venirme a Santiago a trabajar, vivía en la comuna de Pichilemu, en la playa, una comuna muy afectada por el tsunami.

A pesar de todo el dolor que se vivió en mi comuna, todavía hay personas que quieren abrir la ventana y ojalá la espuma de la ola le llegue a la cara. Sentir y ver al pez que está saltando en la ola, a pesar de ser territorios arrasados después del tsunami. Vivimos en un país donde queremos oler el volcán, ver el mar. Esto grafica la forma en la cual podemos ser algo tercios. Incluso, el privilegio y el lujo se asocia con esta edificación de riesgo.

Así, este problema aparece también vinculado a la desigualdad. Las personas que menos tienen viven esto de una manera desproporcionada. Por supuesto, no quiero bajarle el perfil a quién viva las consecuencias en su segunda vivienda, quién haya querido edificar cerca de la línea de playa. Pero los impactos son distintos, por ejemplo, para un pescador o una caleta, lo que significó la destrucción de muchas caletas en este país.

Por estas razones es tan importante que en estos encuentros vayan de la mano en conjunto con el intercambio de información, también exista una preocupación por un grado de justicia territorial. Esto es la idea clara de que ninguna emergencia se vive de la misma manera cuando hay diferentes recursos, capacidades, infraestructura o situaciones locales. Los impactos son mayores en algunos territorios y grupos que en otros.

En un mundo donde la información es tan valiosa, en otras materias existen muchas fuentes de información, muchos papers, muchos estudios, pero lamentablemente la academia muchas veces termina escribiendo para sí misma y no tiene un impacto en las políticas públicas, pero más aún, no tiene un impacto en que las personas, los habitantes, puedan vivir una vida más segura para que se puedan prevenir situaciones que van acompañadas de estos desastres.

Esto les quería transmitir simplemente: que todas estas discusiones tan importantes, con grandes cerebros a nivel latinoamericano que reflexionan sobre estas materias, también se amplifican y potencian en relación con su factor de aplicabilidad y eso no es fácil. Las instituciones, las aulas, las investigaciones tienen esa tarea permanente. Cuando uno llega a gobernar, lamentablemente, el tiempo te juega una mala pasada y ya no hay tiempo para estudiar; no hay tiempo para procesar adecuadamente la información y dependemos de quiénes procesan la información de manera previa. A la hora de tomar decisiones el tiempo es corto y, particularmente, un Ministerio como el de Interior está enfrentado constantemente a las situaciones del día a día.

En esta misma línea, les quería transmitir algunas de las señales que estamos dando como Gobierno sobre estos temas que son de nuestra suma preocupación. Por un lado, como un legado de un gobierno anterior, esperamos pronto contar con un nuevo servicio, el Servicio de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED). El rol de distintas instituciones relacionadas debe tener continuidad. No puede ser que algunas políticas sean de Estado y otras no. Debemos tener la capacidad de tener continuidad, porque de esto depende la tranquilidad y vida de las personas.

Por último, sólo reforzar la idea de la importancia de un cambio cultural, retomando una idea del principio. Un cambio cultural en cómo nos relacionamos con nuestro territorio, donde nos asentamos y buscamos desarrollarnos y cómo evaluamos los riesgos.

Les agradezco enormemente la invitación y felicito esta instancia, de parte de la Ministra del Interior (Carolina Tohá) y mía por supuesto. Es un honor para nosotros que estén aquí y que estos espacios sean potenciados.

El sufrimiento que experimentan las poblaciones producto de los desastres, tiene mucho que ver con lo que hacemos y dejamos de hacer. Se requieren cambios profundos y políticas de Estado que muchas veces superan a un gobierno de cuatro años, y es en este plano que agradecemos esta invitación y les invitamos a siempre mantener una reflexión que considere los aspectos territoriales, de políticas públicas y desigualdad.

A nombre del Presidente de la República, como Ministerio, siempre estaremos disponibles para la cooperación.

Reducción del Riesgo de Desastres para un Desarrollo Sostenible

Rodrigo Ortiz Jara

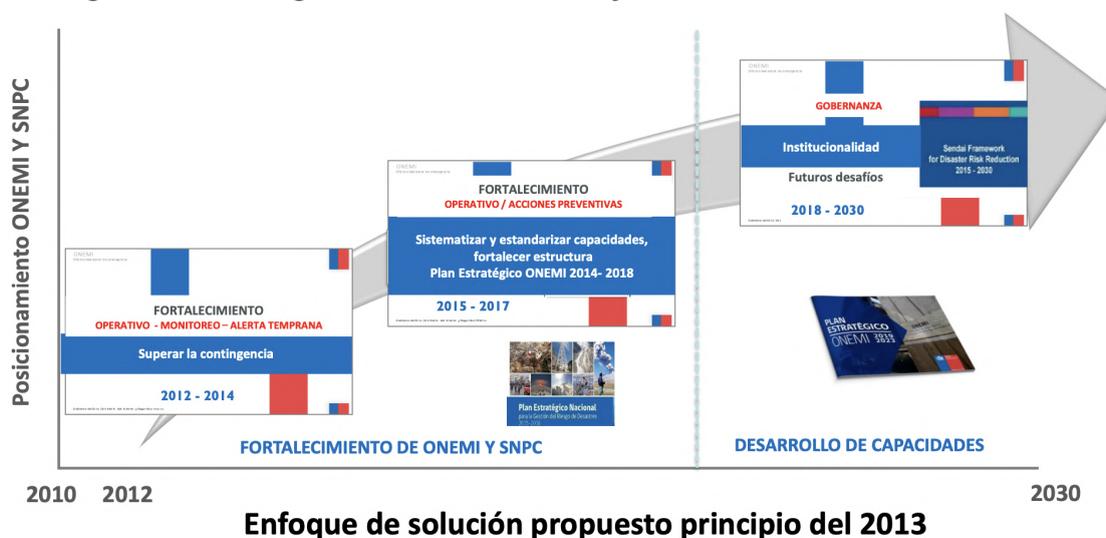
Subdirector de Gestión de Riesgos de Desastres
Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI)



Puedes descargar esta presentación escaneando este código QR

Un diagnóstico del estado de la Gestión de Riesgo de Desastres en Chile, hace más de una década, mostró, entre otras, algunas de nuestras principales deficiencias como país en torno a la GRD: institucionalidad precaria, falta de normativa sistémica, falta de preparación ante el riesgo y capacidades de alerta temprana y de prevención. Dado lo anterior, el año 2013 se orientó el desarrollo estratégico de la ONEMI a los cambios que debían incorporarse en consistencia con el diagnóstico. (ver figura 1)

Figura 1: Estrategia de Fortalecimiento y Desarrollo ONEMI 2012 a 2022¹



Entre algunos cambios relevantes, se fortalecieron los centros de alerta temprana, algunos en aquel entonces con sólo 2 funcionarios y horario de oficina pública, también se movieron algunos de estos centros que estaban emplazados en zonas de riesgo a zona segura. Se hizo un fortalecimiento de la infraestructura de comunicaciones, para potenciar la toma de decisiones basada en información y evidencia. Por último, un proyecto no menor, se buscó sistematizar la estructura organizacional de la gestión de riesgos en Chile, definiendo claramente quienes pertenecían al Sistema de Protección Civil, como también sus roles y funciones. Junto a lo anterior, se elaboraron protocolos de actuación entre los organismos de monitoreo de amenaza y la ONEMI, de manera de establecer claramente las funciones y

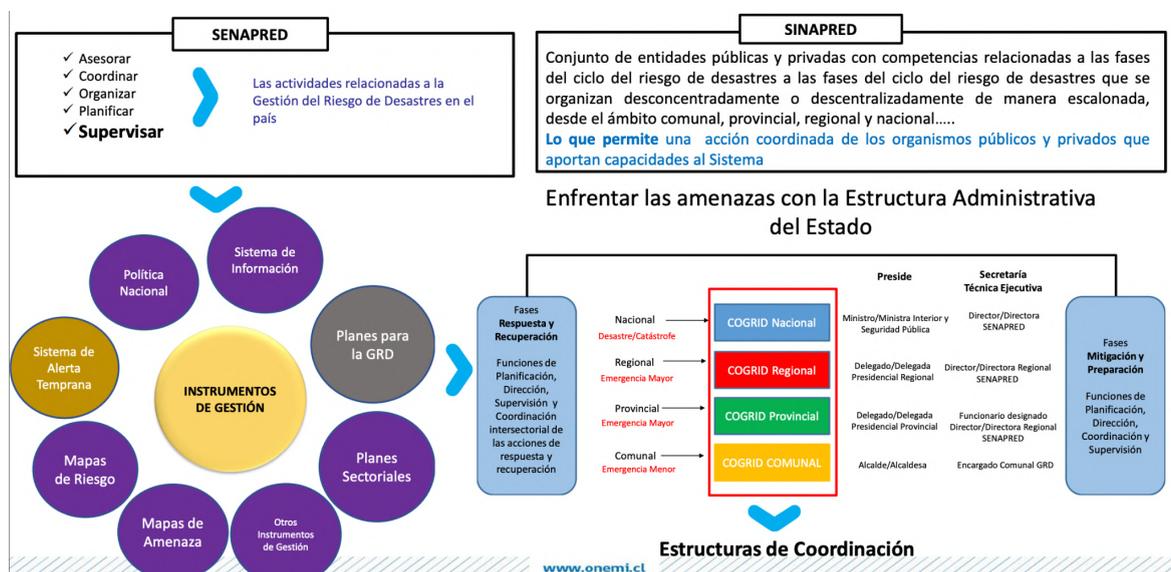
¹ Es importante mencionar que el año 1 de enero 2023, la ONEMI fue reemplazada por el Servicio de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED), de allí que la planificación original ONEMI se detuviera el año 2022

responsabilidades que le competía a cada organismo en la Gestión del Riesgo de Desastres.

Se normalizó el relato de que es el “Riesgo”, entendiendo que es una función de probabilidades con una serie de variables interactuando entre sí, dentro de las cuales el concepto de “capacidad” resultaba clave para disminuir el riesgo y generar resiliencia en las comunidades. El profesor Campos hablaba de la mirada satelital para poder monitorear los terremotos, eso es una “capacidad”; que probablemente Chile necesitará. La planificación de ONEMI ha estado - siguiendo con este ejemplo - centrada en identificar y desarrollar capacidades, precisamente comprendiendo que esta variable es fundamental en la preparación ante los desastres y la prevención del riesgo. ¿Dónde están las capacidades? ¿quién dispone de las mismas? ¿se encuentran éstas realmente disponibles?. La mayoría de las capacidades se encuentran en los organismos pertenecientes hoy al SINAPRED, y las que no están es porque no se han adquirido o desarrollado. Las planificaciones claves del “Sistema” son dos, la de respuesta ante emergencias y la de reducción del riesgo de desastres. Mientras la primera es un documento de coordinación de capacidades que permite responder oportunamente ante la ocurrencia de un desastre, el otro permite el desarrollo de capacidades para enfrentar la respuesta, como también disminuir las vulnerabilidades territoriales y, de esa manera, crear comunidades más resilientes a los desastres.

El 2021, se promulga una ley que entrega nuevas capacidades a la ONEMI. Hasta la promulgación de dicha normativa se estaban ocupando capacidades remanentes de la Institucionalidad vigente, pero ya el “Sistema” no podía crecer más, especialmente en lo concerniente a lo normativo, lo que era un lastre para lograr la reducción del riesgo de desastres. Por ejemplo, la ONEMI no tenía capacidad ni de obligar ni de controlar, podíamos sólo recomendar. El sistema no nos permitía realmente cerrar completamente el ciclo de la gestión: asesorar, planificar, organizar, dirigir y controlar. Ahora, se permite al SINAPRED (ex ONEMI), por ejemplo, volver obligatorio el desarrollo de ciertas capacidades a nivel local como el desarrollo de Planes Comunales para la Reducción de Riesgo de Desastres (RRD) como también los Planes Comunales de Emergencia o Respuesta ante Desastres.

Figura 2: Funcionamiento del sistema de GRD de acuerdo a la nueva institucionalidad



La ley crea el SINAPRED, el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres. Tal y como se puede ver en la figura 2, el SINAPRED no es más que el conjunto de entidades públicas y privadas relacionadas con el ciclo de la RRD, todas contribuyendo de manera coordinada - mediante una serie de herramientas - al nuevo servicio.

La ley crea los organismos de coordinación del Sistema en todos los niveles político administrativos, ya sea para la Preparación y Mitigación como también para la Respuesta siendo estas las principales estructuras de coordinación del “Sistema”.

Por otra parte, el SENAPRED, que será la nueva institucionalidad de Servicio que comenzará a funcionar desde el 1 de enero de 2023; es una entidad creada para coordinar y supervisar al “Sistema”. Uno no vive sin el otro. El SENAPRED entonces tiene dos sombreros, el del propio Servicio y su funcionamiento, sus planificaciones estratégicas y su gestión interna y el otro, que es la tarea asignada por ley, de gestionar al SINAPRED y todas sus estructuras en todo lo comprendido en el ciclo del riesgo.

Para realizar esa gestión, la Ley mandata al SENAPRED para desarrollar una serie de Instrumentos de Gestión (Figura N° 2), para permitir realizar la gestión sobre el SINAPRED. Esto es asesorar, planificar, dirigir, supervisar y coordinar las capacidades del “Sistema”, ya sea para reducir el riesgo de desastres como también enfrentar los desastres mediante una respuesta oportuna.

Dentro de los Instrumentos de gestión, se encuentran todos los planes ya mencionados precedentemente. Otro interesante instrumento, son los planes sectoriales. Para materializar estos planes, se debe definir cuál es el “sector” que requiere la elaboración de planes, por ejemplo: el sector energía, el sector salud, el sector de la minería, transporte etc. Una vez identificado el sector y su relevancia para la GRD, se deben considerar todos los actores de este sector, privado o públicos. Es más amplio que lo ministerial. Por ejemplo, si seguimos hablando del sector de energía, tenemos que preguntarle al Ministerio de Energía, Cochilco, ENAP, etc; cómo cada uno de ellos participan en la RRD, como también en la respuesta ante emergencias. Esto implicará que cada integrante de los “sectores” definidos deberán desarrollar planes tanto para la RRD como para la Respuesta ante Emergencias. Cada uno de estos planes se desarrollarán desde el nivel Ministerial e impartirán disposiciones a todos los miembros de cada “sector” en la elaboración de los planes de RRD y de Emergencia.

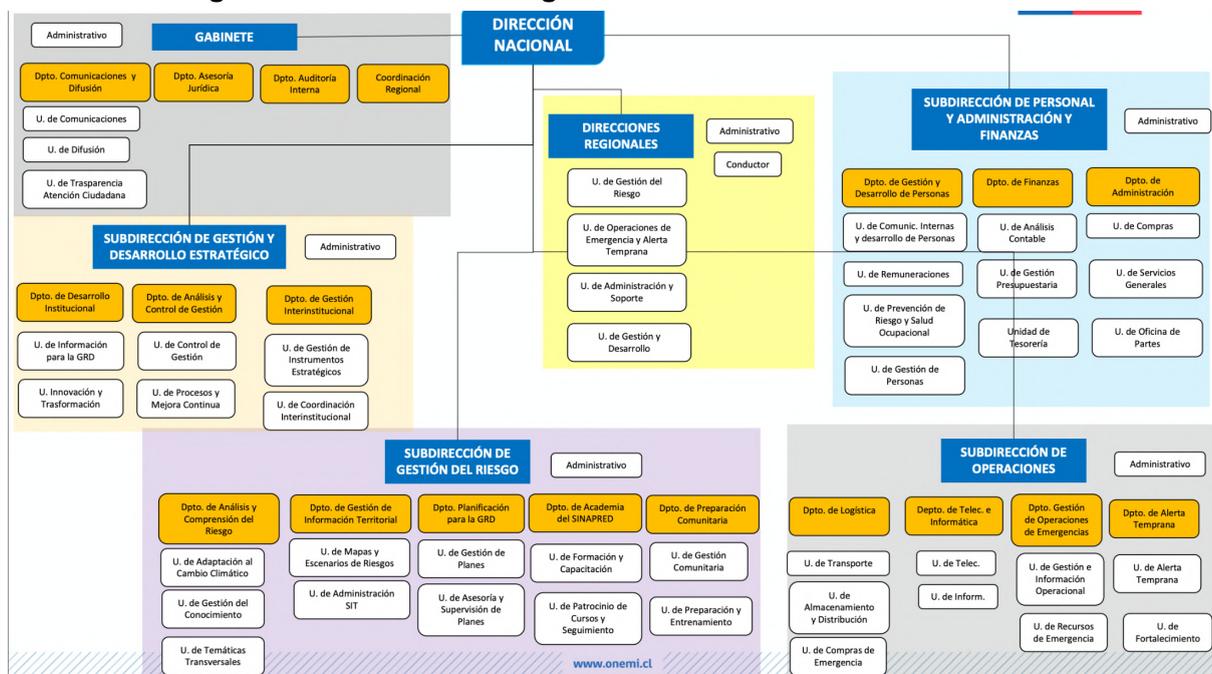
Otro instrumento interesante son los mapas de amenaza, los cuales son responsabilidad de los organismos de monitoreo y los mapas de riesgo, que son responsabilidad de la ONEMI en coordinación con el Ministerio de Vivienda. Parte esencial de estos instrumentos es la Política Nacional, que orienta y define los lineamientos para todos los miembros del SINAPRED, hacia donde debe desarrollarse la Gestión del Riesgo de Desastre en Chile.

Por último, destacar el Sistema de Información que nos permitirá incorporar la tecnología en las acciones del SENAPRED. Este sistema estará compuesto por un sistema de capacitaciones, sistema de conocimiento y sistema de modelación de escenarios, entre otros. Es uno de los instrumentos donde es vital la generación de conocimiento y el conocimiento técnico.

Esta nueva institucionalidad conlleva una consideración importante. En su artículo 25, la nueva ley establece de manera específica que los planes para la GRD deberán “considerar especialmente la realidad local y las características especiales de cada una de las zonas que se trate”. Así, un Plan para la Reducción de Riesgo de Desastres formulado a nivel territorial, no sólo tendrá que considerar lo ya establecido de manera general en el Plan Estratégico Nacional, sino que también todo aspecto que contribuya a disminuir las vulnerabilidades de su territorio. Para ello, naturalmente, debe ser capaz de levantar y conocer dichas vulnerabilidades.

Otra necesidad fundamental, en relación con lo anterior, es que para cada plan de Respuesta deberán conocerse las capacidades, lo que requerirá de la incorporación de tecnología que permita tener una plataforma de capacidades en donde se muestren en tiempo real, no sólo las capacidades existentes, sino las capacidades disponibles en el territorio, única forma que permite una respuesta oportuna ante los desastres que ocurran.

Figura N° 3: Estructura organizacional del nuevo SENAPRED



Ahora bien, en cuanto a la estructura organizacional, a partir de enero del 2023 vienen cambios importantes. Se deberá comenzar la contratación de 60 nuevos funcionarios, no solamente a nivel central sino que nacional, con 16 direcciones regionales que serán potenciadas. Los cuatro Subdirectores serán elegidos por Alta Dirección Pública, al igual que los 16 Directores Regionales.

Además de lo anterior, se debe seguir potenciando el sistema que ya tenemos, porque claramente existe una continuidad y - con ello - la mejora continua necesaria para fortalecer nuestras capacidades de GRD.

Finalmente, para mencionar algo sobre el Sistema de Alerta Temprana, el cual funciona en base a cuatro sistemas: el Sistema de Monitoreo de Amenazas, el Sistema de

Procesamiento de la Información, el Sistema de Alerta a la Población y el Sistema de Telecomunicaciones Redundantes.

Cada uno de estos Sistemas está integrado por distintos organismos funcionales: el Centro Sismológico Nacional, el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), entre otros. También se encuentran organizaciones como Bomberos y la CONAF. Estos organismos de monitoreo entregan información permanente del comportamiento de las amenazas al SENAPRED. En el SENAPRED se recibe esa información la cual, a través de las Mesas Técnicas, Unidades de Alerta Temprana (UAT) y COGRID, se procesa en el sentido si el comportamiento de esa amenaza pudiera resultar peligrosa para la población. De ser así, entonces se emite una alerta a la población y a los organismos del SINAPRED en virtud del Sistema de Alertas definidos en la Ley (Alerta, Temprana Preventiva, Alerta Amarilla o Alerta Roja)

Si a partir de la información emitida por los organismos de monitoreo, al ser procesada, se llega a la conclusión que no es un peligro para la población, se continúa el monitoreo. Esto implica análisis y procesamientos posteriores de la información, los cuales determinarán las acciones pertinentes de las autoridades. La manera de actuar y las responsabilidades entre los organismos de monitoreo y el SENAPRED se encuentra protocolizado.

Si por el contrario, se debe alertar a la población, entra en juego el Sistema de Alertamiento a la Población el cual considera la actuación de: el Sistema de Alerta de Emergencia de celulares (SAE), sirenas de bomberos, Carabineros, ambulancias, sirenas emplazadas en el territorio, redes sociales, etc.. Esto alerta a la población del peligro inminente por lo que ésta deberá dirigirse, en el tiempo más breve, a sitio seguro. En este caso, toman relevancia los ejercicios de simulacro que viene realizando el SENAPRED durante los últimos 12 años, como una manera de entrenar a la población sobre qué debe hacer en caso de un desastre real.

Finalmente, el Sistema de Telecomunicaciones redundantes está conformado por 14 sistemas de comunicación redundante, lo que permite que en caso de falla de un sistema de comunicaciones, habrá otro que podrá cumplir la función de manera que nunca se interrumpa la comunicación con cualquier parte del territorio Nacional.

Para cerrar, me gustaría mencionar que durante muchos años hemos trabajado en el aspecto cultural y social de las RRD. Por lo anterior, es que nuestro principal y mayor esfuerzo está dirigido a las comunidades, ya que el conocimiento de los riesgos y la difusión de información es muy importante para el autocuidado de la población.

Mediante múltiples mesas técnicas, entregamos información a los actores locales y organizamos simulacros y simulaciones para que las personas y las autoridades sepan cómo responder en caso de emergencias. Como ya mencionamos anteriormente, el sistema de alerta está muy ligado a este conocimiento producido a nivel comunitario: no sirve de nada alertar, si la gente no sabe dónde y de qué manera evacuar.

Posteriormente al terremoto y tsunami del 27F, nos abocamos a preparar a las comunidades sólo para terremotos y tsunamis. Posteriormente, esa preparación y los sistemas de alerta se han expandido a otras amenazas, tales como erupciones volcánicas, incendios

forestales, aluviones entre otras. A nivel comunitario, hemos desarrollado una metodología que permite identificar las causas, raíces de las vulnerabilidades territoriales. A esto le llamamos los “Factores subyacentes al riesgo”, que se refiere a ciertos aspectos del territorio que han sido instalados en este derivado, principalmente al mal uso del territorio y que su consecuencia es la generación de vulnerabilidades territoriales. Se considera que éstas son las causas raíces de la vulnerabilidad. Teniendo esto en mente, se han establecido 51 criterios para clasificar la vulnerabilidad ante los desastres. De las 345 comunas de Chile tenemos un ranking de vulnerabilidad comunal que identifica desde la comuna más vulnerable a la menor, con elementos objetivos identificados y que, si son tratados, permiten disminuir las vulnerabilidades de esa comunidad.

Por otra parte, los primeros afectados ante un desastre siempre serán las comunidades, son ellos los primeros que responden ante una emergencia, por lo que reducir la vulnerabilidad de la comunidad y entregarle capacidades a las personas, es entonces fundamental. Los datos muestran que las personas involucradas en grandes desastres - como el terremoto de Kobe - se salvan gracias a un vecino, un familiar, un amigo, mucho después viene la ayuda del Estado. Son las personas del territorio las primeras y las más importantes en estos casos de emergencia, por eso resulta tan importante capacitarlos adecuadamente de manera que cumplan esa insustituible labor de ayuda y apoyo entre vecinos en los primeros instante de un desastre

Por último, me gustaría mencionar que si uno analiza los datos de los últimos 40 años relacionados con desastres, puede ver que el aumento de la tendencia, tanto en frecuencia como en daños, está relacionado con el cambio climático. Es decir, los desastres de origen geológico se han mantenido inalterables durante cientos y miles de año, mientras que desde los años 80 (inicio de la medición) hasta el 2018, el aumento de los desastres ha sido causa de todos aquellos relacionados con el clima, sequías, inundaciones, remociones en masa, incendios forestales entre otros. Los peores desastres futuros podrían estar asociados a fenómenos climáticos, más que a fenómenos geológicos como a veces uno pudiera pensar.

Finalmente, el futuro está lleno de incertidumbres, pero de cara a una “nueva ONEMI”, este nuevo Servicio, si bien no podemos establecer con claridad qué pasará en el futuro - desde los conocimientos de los que disponemos actualmente - sí tenemos claro al menos qué tipos de monitoreo tenemos que fortalecer. Sin perder lo que ya hemos logrado en materia de terremotos y tsunamis, se suman fenómenos como la desertificación y el cambio climático. Debemos reforzar el monitoreo de cosas como el derretimiento de los glaciares, monitoreo de avalanchas, monitoreo de deslizamiento de tierra, asociados al derretimiento de los glaciares.

De Amenaza Sísmica y Tsunamis en México

Elizabeth Castañeda Bastida
Centro Nacional de Prevención de Desastres
(CENAPRED)



Puedes descargar esta presentación escaneando este código QR

Muchas personas piensan que el conocimiento es poder. Pero me gustaría partir citando a Dale Carnegie, quien planteaba que el conocimiento no es poder, hasta que se aplica.

México se caracteriza geológicamente por su gran actividad sísmica y volcánica. Se encuentra ubicado en el contexto de cinco placas tectónicas: Caribe, Pacífico, Norteamérica, Rivera y Cocos. Estas últimas dos placas se encuentran en subducción debajo de la placa de Norteamérica. Rivera se sumerge bajo Jalisco y Colima, mientras que Cocos lo hace debajo de Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, esta última región corresponde a la de mayor sismicidad en el país (Figura 1).

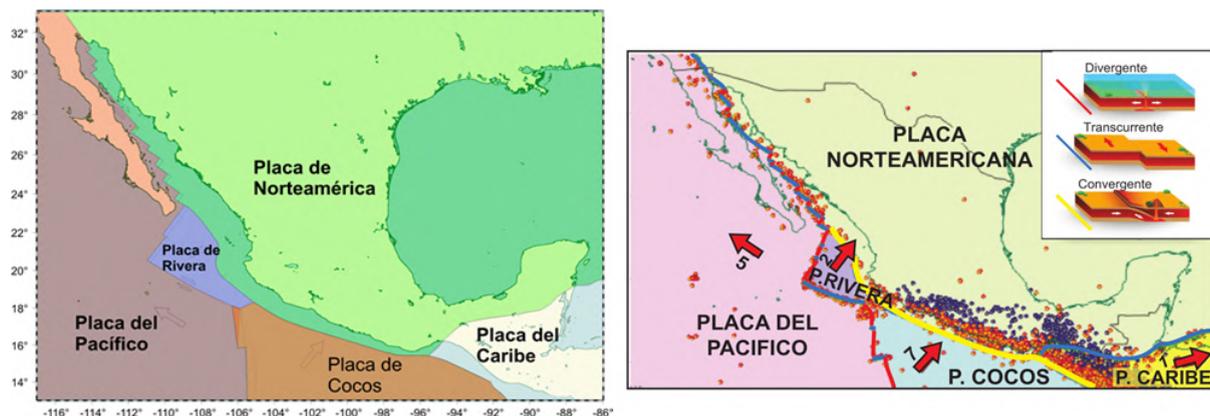


Figura 1. Placas tectónicas en México. Servicio Sismológico Nacional (SSN). UNAM

El Servicio Sismológico Nacional (SSN) es la institución oficial encargada del monitoreo de la actividad sísmica en el país en tiempo real. La Red de Banda Ancha del SSN está distribuida en toda la República Mexicana para el monitoreo continuo de los fenómenos sísmicos. Está integrada por 62 Observatorios Sismológicos Estándar que cuentan, cada uno, con un sismómetro de tres componentes con respuesta plana de 120 ó 240 Hz hasta 50 Hz y un acelerómetro de tres componentes; además de un digitalizador de 24 o 26 bits que permite almacenar de manera local la información generada, así como enviarla a través de los distintos medios de comunicación utilizados. De igual forma, cuenta con 43 sistemas Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) para el monitoreo del desplazamiento. Los observatorios se localizan primordialmente en las costas del océano Pacífico, Golfo de México y Eje Neovolcánico (Figura 2).

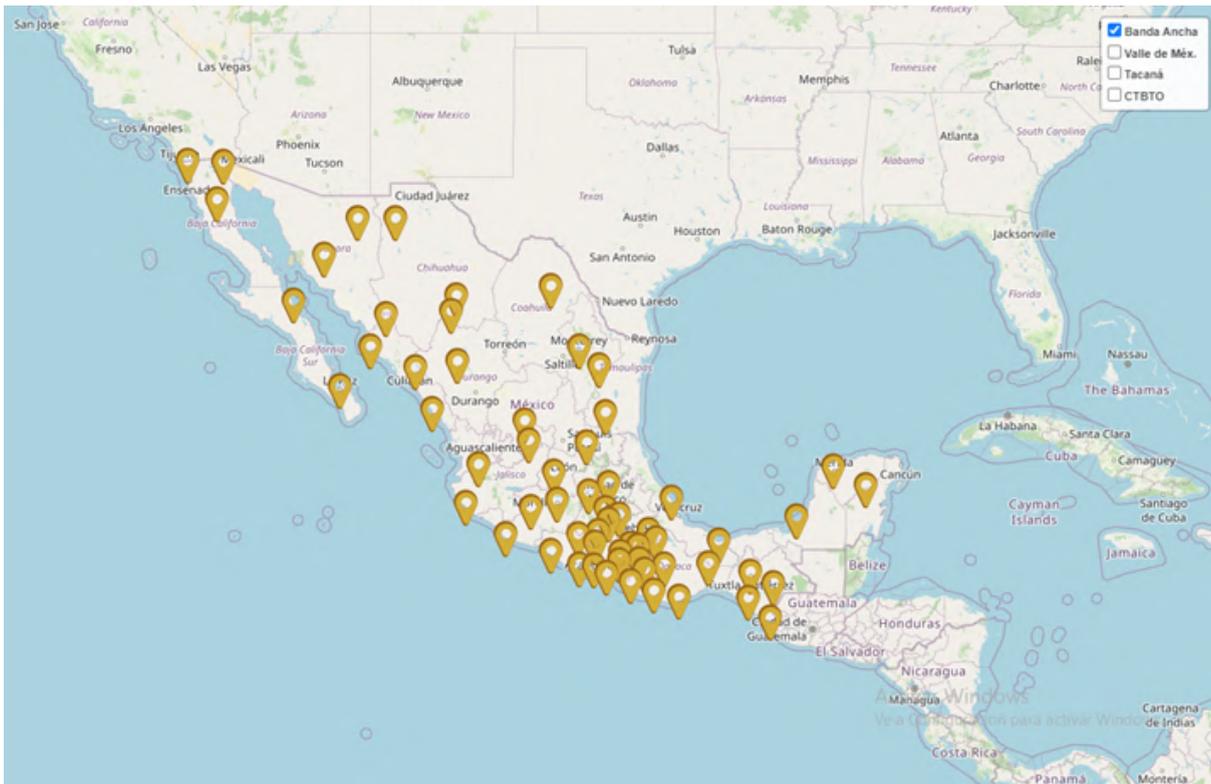


Figura 2. Red de banda ancha del SSN. Tomada de SSN, UNAM

El sismo del 19 de septiembre de 1985, producto de la subducción en las costas de Michoacán, de magnitud de 8.1, modificó el curso de la historia de Ciudad de México y del país. Es el sismo registrado que ha producido más muertes en nuestro país, cifras oficiales plantean 3.000 muertos, las no oficiales llegan a indicar más de 15.000 muertos sólo en la Ciudad de México. Una catástrofe de proporciones enormes que nos dejó múltiples lecciones (Figura 3).



Figura 3. Fotos icónicas del sismo del 19 de septiembre de 1985

Esta tragedia sumada a la erupción del volcán Tacaná ocurrida en 1989, representaron puntos de inflexión en el rumbo gestión del riesgo de desastres, ya que 1990 se crea el

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), institución en la que yo tengo el honor de trabajar.

El 19 de septiembre de 2017 tuvimos otro evento importante: completamente diferente al de 1985, este tuvo una magnitud 7.1 y tuvo un origen entre los estados de Puebla y Morelos, ocurrió dentro de la placa oceánica de Cocos (i.e. sismo intraplaca), por debajo del continente, a una profundidad de 57 km (Figura 4).

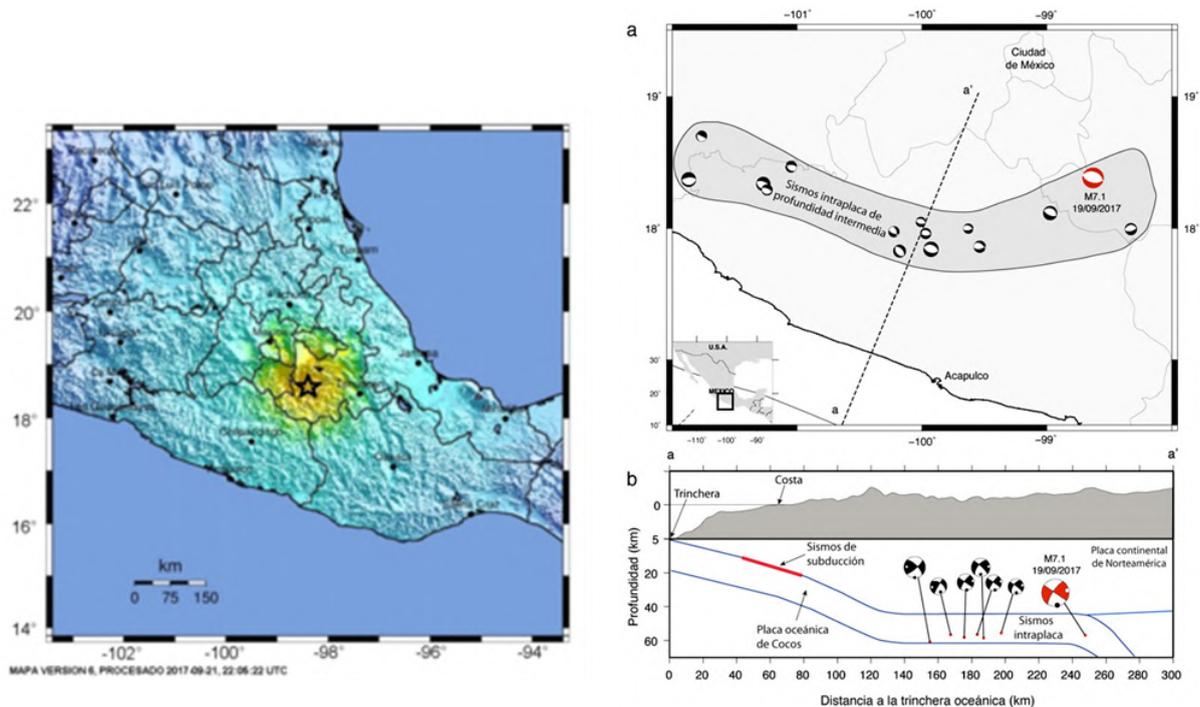


Figura 4. Izquierda, localización del sismo del 19 de septiembre de 2017, tomada del USGS. Derecha, localización y profundidad del sismo del 19 de septiembre de 2017, tomada de Ciencia UNAM, 28 de septiembre de 2017

Los daños más grandes los sufrió nuevamente la CDMX (Figura 5) y, en menor medida, pero también de consideración, Morelos, Puebla, Estado de México, Guerrero, Oaxaca y Tlaxcala. La Ciudad de México reportó 228 decesos, Morelos 74, Puebla 45, el Estado de México 15, Guerrero 6 y Oaxaca 1. El costo de las afectaciones fue estimado en 61 mil 143 millones de pesos (CENAPRED).



Figura 5. Fotos icónicas del sismo del 19 de septiembre de 2017, mayores afectaciones en la Ciudad de México

Si bien este tipo de sismo no es el más común en México, de ninguna manera es extraordinario. Estas rupturas se producen a profundidades mayores que los típicos sismos de subducción como el de 1985. Esto es muy importante mencionarlo, como ya comentó el Dr. Campos; nuestro sistema de alerta temprana para sismos está enfocado en la mayor sismicidad que tenemos en el país y no para eventos con una génesis diferente a la subducción.

Los sistemas de alerta temprana han demostrado ser herramientas útiles para prevenir el efecto de los fenómenos naturales, así mismo como elementos que crean conciencia en los ciudadanos cuando reciben los mensajes de alertamiento. Proporcionándoles segundos de anticipación a eventos en grandes ciudades, como la misma Ciudad de México. La capacidad y tiempo de alerta dependerá mucho de la distancia a la que ocurra el sismo. Podemos tener hasta 30 segundos de alerta, pero el de 2017 - intraplaca - se sintió primero el sismo y luego sonó la alarma, porque el sistema está calibrado para la sismicidad de subducción, no contemplando otros escenarios.

Ahora, me gustaría comentar algunas herramientas con las que contamos en México para enfrentarnos a la ocurrencia de sismos o de otras amenazas dentro de nuestro territorio, como son los tsunamis, deslizamiento de laderas, actividad volcánica, entre muchas otras.

Quiero contarles sobre el Atlas Nacional del Riesgo (ANR), el cual es un sistema integral de información sobre los agentes perturbadores y daños esperados en nuestro territorio, resultado de un análisis espacial y temporal sobre la interacción entre los peligros, la vulnerabilidad y el grado de exposición de los agentes afectables. Con sus herramientas se puede simular escenarios de riesgos, y estimación del sistema expuesto ante un fenómeno perturbador, para la oportuna toma de decisiones en las medidas de prevención, mitigación y la gestión adecuada del territorio.

En el caso de la ocurrencia de sismos, por ejemplo, con ayuda del ANR, podemos observar la regionalización sísmica dentro de México, así por ejemplo observamos en este mapa (Figura 6) la región de subducción (marcada en rojo) corresponde a la región de mayor

sismicidad en el país, por tanto, la de mayor riesgo sísmico, mientras que la región marcada en verde corresponde a la de menor riesgo.



Figura 6: Atlas Nacional de Riesgo, regionalización sísmica de México

Con respecto a los tsunamis, igualmente con ayuda del ANR, podemos observar el mapa (Figura 7) correspondiente al peligro asociado a la ocurrencia por tsunamis, así vemos que en amarillo se representa el peligro asociado a tsunamis producto de sismos locales, ubicado también en la zona de subducción y de mayor sismicidad en México, mientras que en anaranjado tenemos peligros de tsunamis asociados a sismos lejanos.

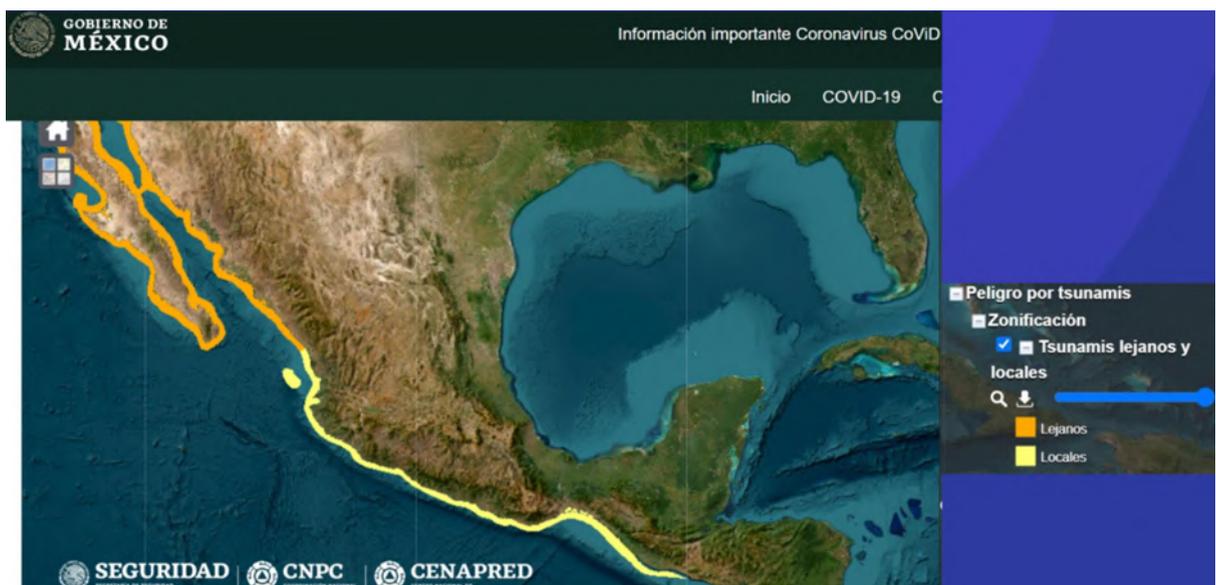


Figura 7: Tsunamis de origen local y lejano, ANR

Respecto de los tsunamis locales, el 9 de octubre de 1995 sucedió un sismo que produjo un tsunami en la región de Colima con olas de 4 metros y unos 200 kilómetros de inundación (Figura 8).



Figura 8. Tsunami del 9 de octubre de 1995

Así, en los últimos 300 años, en la costa occidental de México se tiene registro de más de 60 tsunamis, entonces, bajo ese contexto histórico, el 8 de mayo de 2012 se establece el Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis (SINAT) como una instancia que integra estructuras, relaciones funcionales, métodos y procedimientos entre dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, con el objeto de coadyuvar al cumplimiento de los objetivos del Sistema Nacional de Protección Civil.

Dentro de sus objetivos principales se encuentra:

- I. Vigilar y alertar sobre la ocurrencia de tsunamis generados en cualquier parte del mundo que puedan afectar al territorio nacional;
- II. Generar información y conocimiento que permita determinar el nivel de riesgo de los litorales del país;
- III. Fomentar una cultura de autoprotección para que la población conozca las medidas que debe adoptar ante la ocurrencia de un tsunami, y
- IV. Capacitar a las unidades estatales y municipales de protección civil sobre las acciones que deben aplicar para enfrentar una emergencia producto del impacto de un tsunami en nuestro país.

El SINAT se integra por las Secretarías de Seguridad y Protección Ciudadana, de Marina, y de Comunicaciones y Transportes, así como por la Universidad Nacional Autónoma de México y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.

La coordinación operativa del SINAT recae en la Secretaría de Marina para lo cual se establece el Centro de Alerta de Tsunamis (CAT).

Quiero concluir esta breve charla, enfatizando los grandes pasos que en país hemos dado en la gestión integral del riesgo, esfuerzos en conjunto que ha dado como resultado una mejora en el desarrollo de la cultura de la prevención, sin embargo, también reconocemos que aunque reconocemos que nos falta mucho para llegar a la meta, estamos en el camino.

Gracias por su atención.

El Sistema Nacional de Alarma de Maremotos



Comodoro Arturo Oxley Lizana
Director
Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile
(SHOA)

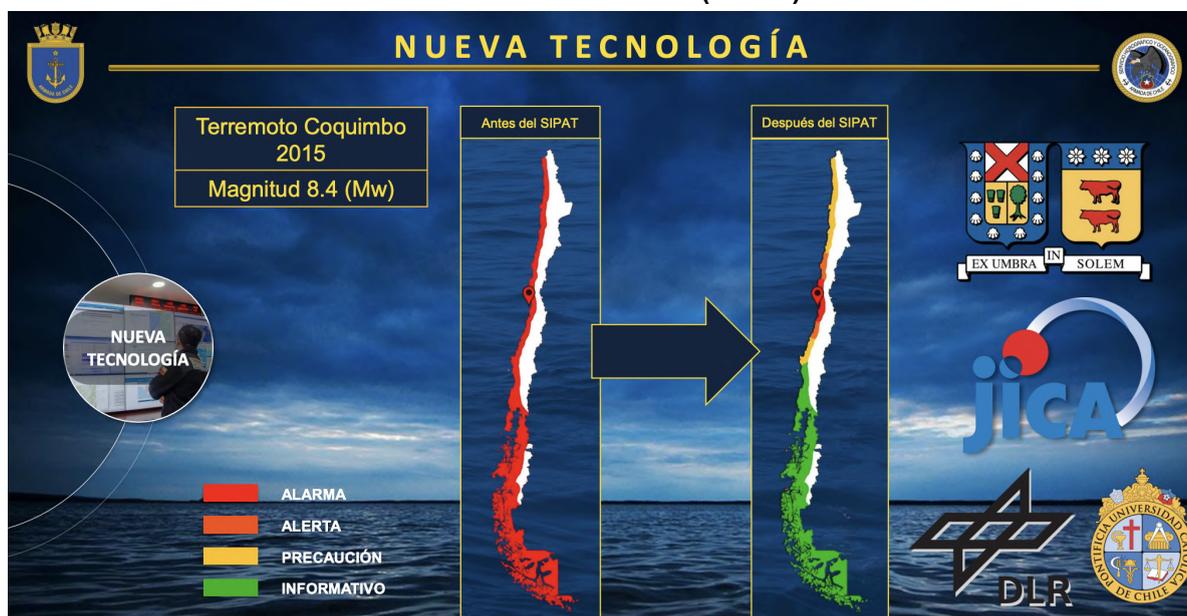
Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile
(SHOA)

Puedes descargar esta presentación escaneando este código QR

Para comenzar, me gustaría hacer un breve repaso que da cuenta de la importancia de la nueva tecnología que hemos incluido en nuestras capacidades. El SNAM cuenta con niveles de alerta: cuando se da un fenómeno puramente instrumental, tenemos el nivel “informativo” donde no hay que tomar acciones, cuando es un fenómeno entre 30 cm a 1 m, tenemos el nivel de “precaución”, el siguiente nivel es de 1 a 3 metros donde está el nivel de “alerta” y, por último, sobre 3 m se trata de un nivel de “alarma”. Para efectos de la ONEMI (hoy SENAPRED), los niveles de alarma y alerta significan evacuación a Zona Segura (sobre la cota de los 30 m), mientras que la precaución significa que hay que alejarse de la Zona de Precaución (zonas de playas, orillas rocosas, humedales, estuarios, desembocaduras de ríos, paseos costeros, marinas, costaneras, caletas, puertos y muelles).

Antes del año 2016, no teníamos - sin embargo - la tecnología para hacer este tipo de evaluación. Por ejemplo, el año 2015, con el terremoto de Coquimbo de magnitud de 8.4, se tenía que alertar a todo el territorio nacional con el mismo nivel general (alerta o alarma), porque no podíamos hacer estas evaluaciones discrecionales.

Figura 9: Cambios en la capacidad de alerta, el Sistema Integrado de Predicción y Alarma de Tsunamis (SIPAT)



Con la cooperación de empresas privadas, la Pontificia Universidad Católica (PUC) y la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), así como organismos internacionales, pudimos generar un sistema que dividió el país en 21 bloques: 17 en el territorio continental, 3 bloques insulares y 1 en el territorio chileno antártico para evaluar la amenaza de tsunami.

La operación del SNAM es responsable, con nuestros propios medios, de establecer los niveles de amenaza para eventos tsunamigénicos de campo cercano. Nuestras predicciones están relacionadas con eventos sísmicos. En términos generales se usa un pre modelamiento con una base de datos de aproximadamente 10.000 simulaciones considerando los peores escenarios. Al producirse un evento, éste se georreferencia y el sistema con estos datos busca el evento pre modelado más cercano a la ubicación del evento real y el más peligroso, es decir, siempre se busca la condición más demandante para generar un nivel de holgura para el sistema. En otras palabras, modelamos desde la peor condición posible, preparándonos para lo peor.

Aparte del SIPAT, tenemos otros sistemas que hemos desarrollado en conjunto con instituciones nacionales- como la misma Universidad de Chile - y empresas privadas, así como iniciativas particulares que han permitido potenciar al Sistema. Mencionaré algunos.

En primer lugar, tenemos el TWICALLI: un sistema que a través de una API con Twitter permite - al producirse un evento sísmico - que cualquier persona que twitee una palabra como “sismo”, “terremoto”, éste es georreferenciado y va a ser transmitido al sistema y con ello crea mapas de calor que lo muestran qué están percibiendo las personas en la zona de un evento. Esta es información no estructurada que se usa como un insumo más en la toma de decisiones, en base a una herramienta abierta a la comunidad.

En segundo lugar, tenemos el SAVTEC, un sistema que nos permite monitorear todas las estaciones de nivel del mar, no sólo chilenas sino a nivel de cuenca de pacífico, en la medida que estas sean compartidas internacionalmente. El sistema nos permite filtrar la marea y ver la amplitud más exacta del tsunami. En el caso de que la amplitud del tsunami supere los 30cm - como les comenté antes, de los niveles - la estación automáticamente cambia su color al nivel de alerta que corresponde (verde, amarillo o rojo). Esto es fundamental para monitorear las 47 estaciones chilenas y el sistema en general.

En tercer lugar, tenemos a XANCURA, que es un sistema que nos alerta con alrededor de 30 segundos de antelación, sobre un sismo y su posible magnitud, lo que permite activar el sistema de manera más eficiente.

Además, hemos desarrollado sistemas basados en principios de robustez y redundancia. El mismo SHOA tiene una sala autónoma que puede funcionar en caso de falla catastrófica de las dependencias del mismo o sus sistemas. Por ejemplo, en el sector de Las Salinas, Viña del Mar en la Región de Valparaíso, tenemos otra dependencia con capacidades autónomas, una “Sala de Operaciones Alternativa”. Esta sala alternativa está más cerca de gran parte de nuestro personal quiénes pueden desplazarse hacia esta ubicación sin exponerse a una amenaza de Tsunami local. Las guardias del sistema están compuestas por turnos de 14 personas, 24/7, donde siempre está al mando un Oficial, con personal profesional y capacitados en el área.

En el trabajo de apoyo a la ONEMI en la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD), hemos desarrollado las “Cartas de Inundación por Tsunami” (CITSU) que son mapas de amenaza (ver figura, abajo).

Figura 10: Cartas de Inundación por Tsunami (CITSU)



Estos mapas son abiertos y están disponibles en nuestro sitio web (<http://www.shoa.cl>). Son modelos basados en eventos sísmicos extremos probables y de remoción en masa, dependiendo de los lugares donde pueda ocurrir el fenómeno.

Antiguamente teníamos protocolos bilaterales, pero ahora tenemos un protocolo que involucra a la ONEMI, al SHOA y al CSN, poniendo el acento en la respuesta coordinada, pero al mismo tiempo, permite a cada organismo saber qué tiene que hacer y generar resiliencia. En caso de falla de algún actor, otro puede responder porque cada organismo sabe lo que tiene que hacer, sin que otro tenga que decirle.

Estoy orgulloso además de comentarles que tenemos la red más extensa del pacífico sureste con 47 estaciones del nivel del mar de marca Vaisala, transmitiendo prácticamente en tiempo real con doble telemetría (GPRS y Satelital) lo que les entrega redundancia. Además, monitorean el nivel del mar a través de dos sensores en paralelo un radar y un sensor de presión. Estas estaciones incluso han sido capaces - en algunos casos - de enfrentar tsunamis directamente y seguir operativas.

Además de estas estaciones, tenemos 5 boyas DART ([Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis](#)) ubicadas a unas 200 millas náuticas de la costa con sensores sumergidos a 4.000 m de profundidad aproximadamente. Estas boyas permiten monitorear eventos cercanos y lejanos y discriminar la diferencia entre una ola de viento o una ola lejana producida por un tsunami.

Siguiendo con el tema de la operatividad, una de las principales lecciones aprendidas es la necesidad de contar con resiliencia. Esto es algo de lo que ya habló el Subdirector de Gestión del Riesgo de Desastres de ONEMI quién mencionó el tema de las

telecomunicaciones. Al respecto, nosotros tenemos una red llamada “DataMar2” que nos permite mantener la comunicación con toda la Autoridad Marítima mediante dos mecanismos de transmisión de datos vía satélite. Si los medios tradicionales de comunicación caen, tenemos estos medios alternativos.

Y como ya se ha mencionado, el conocimiento y toda esta nueva tecnología, no sirve si no podemos aplicarlo. Es por ello que también hemos desarrollado un conjunto de protocolos de entrenamiento para capacitar a nuestro personal y mantenerlo actualizado. El CSN nos ha proporcionado un simulador de sismos. Por nuestra parte, también, tenemos un simulador de tsunamis, que nos permite mostrar hasta 3 estaciones sintéticas. Así, podemos simular en conjunto un terremoto y un tsunami, permitiendo entrenar constantemente a nuestro personal.

Los procedimientos además han sido revisados por el Centro de Entrenamiento de la Armada, encargados por ejemplo de la inspección de unidades de combate. Esta inspección ha sido fundamental en desarrollar protocolos más robustos y sistemas más resilientes, capaces de operar en caso de fallas o crisis de infraestructura. Por ejemplo, en el SHOA tenemos 4 generadores diésel en caso de falla de energía, pero en algún punto estuvieron todos conectados al mismo tablero, esto no genera una verdadera redundancia. Mejoramos cosas concretas como estas, lo que nos ha hecho más resilientes.

Se hizo una capacitación a toda la Autoridad Marítima en materia de observación de campo, esto se refiere, a que a pesar de tener una gran red de 47 estaciones, es insuficiente para todo el territorio; además, estas estaciones pueden ser destruidas. Es por ello que es fundamental capacitar al personal de las Capitanías de Puerto y Gobernaciones Marítimas para usar referencias locales, por ejemplo, que el nivel del mar suba más allá de un punto marcado, para reconocer eventos anómalos y poder reportarlos de manera que sea útil para la evaluación de la amenaza de Tsunami, usando solamente referencias visuales.

Figura 11: Cooperación internacional

COOPERACIÓN

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LOS TSUNAMIS

Hunga-Tonga Hunga-Ha'apai Eruption and Tsunami: Importance of Real-time Sea Level Data for Tsunami Warning Decision-making

TSUNAMIS IN THE FAR FIELD

Chile Tsunami Warning Historical Data Japan 2011 Tsunami

SHOA

TECHNICAL REPORT

TONGA VOLCANO EVENT JANUARY 15, 2022

SHOA

INFORME TÉCNICO

EVENTO VOLCÁN TONGA 15 DE ENERO DE 2022

INTERNATIONAL TSUNAMI INFORMATION CENTER

ITIC

WWW.TSUNAMIWAVE.ORG

→ SUBDIRECTOR DEL SHOA ACTUALMENTE SE DESEMPEÑA COMO DIRECTOR ASOCIADO DEL ITIC.

ELABORADO POR SECCIÓN MODELACIÓN TSUNAMIS DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFÍA FEBRERO 2022

SERVICIO HIDROGRÁFICO Y OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA

Además de las labores de entrenamiento a nivel nacional, mantenemos acciones de cooperación a nivel internacional con distintas instituciones, como por ejemplo el International Tsunami Information Center (ITIC), del cual el Subdirector del SHOA forma parte, en calidad de Director Asociado. Recientemente, para el evento del volcán Hunga Tonga-Hunga Ha'apai del año pasado, pudimos realizar algunos aportes al informe sobre este evento, específicamente con respecto a las observaciones meteorológicas y el comportamiento de nuestras estaciones. Este informe fue disponibilizado a la comunidad científica, en inglés y español.

También somos parte del Sistema de Mitigación y Alerta de Tsunamis del Pacífico (PTWS), donde mantenemos un trabajo coordinado con el resto de la cuenca del pacífico. En esta cooperación, recientemente, pudimos contribuir a generar un procedimiento operativo para un posible nuevo evento en Tonga. Esto sienta las bases para prepararnos, ante la posibilidad que en Chile haya un evento de características similares a Tonga, por lo cual, aprender de este caso es de mucho valor para potenciar nuestro sistema.

Figura 12: Expansión de la red de detección y cooperación internacional

COOPERACIÓN

CONDUCCIÓN DE ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE CAPACIDADES JUNTO A ORGANISMOS INTERNACIONALES

ORGANIZADO JUNTO A UNESCO/COI, VLIZ Y EL PTWC.

CON PARTICIPACIÓN DE:

- COLOMBIA
- ECUADOR
- PERÚ

25 NUEVAS ESTACIONES

Logos: UNESCO/COI, VLIZ, CHIMBI, INSTITUTO DEL ECUADOR DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS OCEANOGRAFICOS, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS OCEANOGRAFICOS.

Organizamos un *workshop* en conjunto con Colombia, Ecuador y Perú; gracias al apoyo de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO (UNESCO/COI), el Instituto Marino de Flandes (VLIZ) y el Centro de Tsunamis del Pacífico (PTWC), pudimos contar con recursos para tener invitados de manera presencial. Contamos además con la participación de distintas organizaciones internacionales y pudimos acceder a la información de redes de detección a nivel mundial. Este taller fue tan exitoso que - en coordinación con los países ya mencionados - pudimos disponibilizar 25 nuevas estaciones a nivel regional lo que mejora de manera sustancial nuestra capacidad de detección de fenómenos tsunamigénicos, especialmente los de campo lejano.

El fenómeno de Tonga de 2022 fue fundamental, dado que no tenemos modelamientos en tiempo real para fenómenos de origen volcánico. En un escenario de mucha incertidumbre - dado que no había modelos - nos apoyamos en nuestra capacidad de monitoreo y el criterio experto para tomar decisiones. Por ejemplo, cuando se activó la boya DART de Caldera, su comportamiento fue similar al que tuvimos con el tsunami de Japón en 2011, lo que permitió tomar decisiones técnicas en base a los antecedentes disponibles.

Para cerrar me gustaría comentar con respecto a los desafíos para nuestra institución. Por ejemplo, para el monitoreo de fenómenos de campo lejano, es de vital importancia fortalecer la autonomía del SNAM para poder contrastar datos locales con los datos internacionales y contar con predicciones y resoluciones más informadas y precisas para nuestra realidad nacional.

Otro desafío es fortalecer nuestra capacidad de simulación en tiempo real, esto para a la larga generar modelos que disminuyan la incertidumbre. Como les comenté, el modelo actual al georreferenciar un sismo acude a la base de datos buscando el sismo cercano de mayor magnitud, pero claro, esto puede generar algunas discrepancias. Es por ello que contar con modelos más avanzados nos permite reducir esta incertidumbre. No se trata de reemplazar el modelo actual, sino mejorar su medición agregando una nueva capa de datos y expandiendo las áreas de estudio.

Leandro Rodríguez

Director Ejecutivo Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS)



Puedes visualizar las palabras originales escaneando este código QR

El presente texto no es una transliteración de las palabras dichas por el Director. Se trata de un resumen de las mismas, editado en formato de prosa y que concentra las ideas más importantes expresadas por el mismo. Existen fragmentos y frases transcritas, así como fragmentos parafraseados. Las palabras originales íntegras se encuentran a disposición a través del código QR y en nuestro canal de YouTube.

Los fenómenos sísmicos, no conocen fronteras, particularmente en Latinoamérica donde la placa cordillerana de Andes está en la capacidad de afectar a la vez a diversos países de la región. Teniendo presente esta realidad es que en los años 60, se creó el CERESIS una iniciativa abocada a la realización de estudios y actividades sismológicas. Esto con el objetivo de generar políticas regionales.

Para todos los países del mundo, existe un enemigo con el cual no es posible firmar tratados de no agresión, que no reconoce fronteras y cuya presencia es difícil de predecir, un enemigo al que hay que hacerle frente de una manera donde no basta con la implementación de estrategias nacionales. Hablamos de los movimientos sísmicos de gran intensidad, popularmente llamados “terremotos”.

Los sismos de gran intensidad son fenómenos que han causado gran muerte y destrucción a lo largo de las décadas. Pérdidas materiales y de vida que exceden incluso a la de la guerra. Generando serias pérdidas afectando especialmente a las zonas más desprotegidas.

Es muy difícil, sino imposible, predecir su ocurrencia, si es posible reducir las vulnerabilidades estructurales, sociales y territoriales a sus efectos. Es precisamente para esto que se creó el CERESIS.

Años antes, durante la década de los 40, comienzan a surgir voces que ponen énfasis en el hecho de que los sismos no conocen fronteras y que no tiene sentido una aproximación solamente local. Con aportes de la UNESCO y el gobierno en los años 60 entonces nace el Centro. Fue creado para generar en los países suramericanos las herramientas más eficaces, favoreciendo y promoviendo toda clase de estudios y actividades sismológicas en la región. Así mismo, busca servir de enlace con otras instituciones a nivel mundial.

Uno de sus logros más importantes fue la realización del Programa para la Mitigación de los Efectos de los terremotos en la región Andina. Dicho programa contó con un aporte de 1 millón de dólares de parte del Departamento de Estado de Estados Unidos y una contrapartida estimada en más de 3.5 millones de dólares que duró 6 años y tuvo grandes logros para la sismología en nuestra región.

Antes del CERESIS ya existían coordinaciones internacionales, 1957-1958 por ejemplo, hubo un informe mundial para levantar información a lo largo del mundo. Algo similar a lo que hacen los satélites hoy en día, que en ese tiempo requirió la coordinación de 80 países y miles de científicos.

Creemos que el CERESIS tiene la capacidad de servir de plataforma para un esfuerzo de cooperación científica en la región, teniendo la capacidad de entregar la información necesaria para realizar estudios. Esto permitirá implementar campañas de formación, diseñar políticas nacionales y construcción de infraestructura antisísmica.

Un ejemplo de lo importante de lograr este objetivo lo podemos ver en Europa, donde la misma Unión Europea apoya coordinaciones similares.

Nuestras puertas están abiertas, la invitación está extendida. Particularmente para la coordinación que se pretende construir desde este evento.

Caracterización de la Sismicidad en Chile

Mario Pardo Pedemonte
Subdirector
Centro Sismológico Nacional
(CSN)



Puedes visualizar las palabras originales escaneando este código QR

Nuestra misión es caracterizar la sismicidad en Chile, es decir, tener datos sobre la ocurrencia de sismos, su mecanismo focal, tensor de momento, en fin. Pero además, tenemos la misión de que cada vez que ocurre un sismo sentido por la población o de más de 3 grados, debemos informar antes de los 5 minutos a ONEMI y el SHOA y antes de los 20 minutos enviar un informe final. Estos informes también se ofrecen a todo público a través de nuestra página web. Con la creación del nuevo sistema y servicio (SINAPRED y SENAPRED, de los que ya se han hablado en este mismo encuentro) la misión de nuestro servicio cambiará por ley, pasando a ser uno de los organismos técnicos principales definidos en el texto legal.

Todos sabemos que Chile es un país sísmico, pero una de nuestras misiones es cuantificar esta afirmación. Tenemos sismos constantes, terremotos de todo tipo con todos los mecanismos posibles en nuestro país. Cada 10 años tenemos terremotos de magnitud mayor a 8, cada año hay algún movimiento de magnitud 7 aproximadamente y cada 100 años tenemos algún megaterremoto. Y miles de sismos por día de menor intensidad. Alrededor de 27.5 años en promedio tenemos un tsunami de 4 metros. Y aproximadamente cada 60 años ocurren tsunamis altamente destructivos. La lección número 1 entonces es que han ocurrido y ocurrirán sin duda grandes terremotos y tsunamis y tenemos que estar preparados.

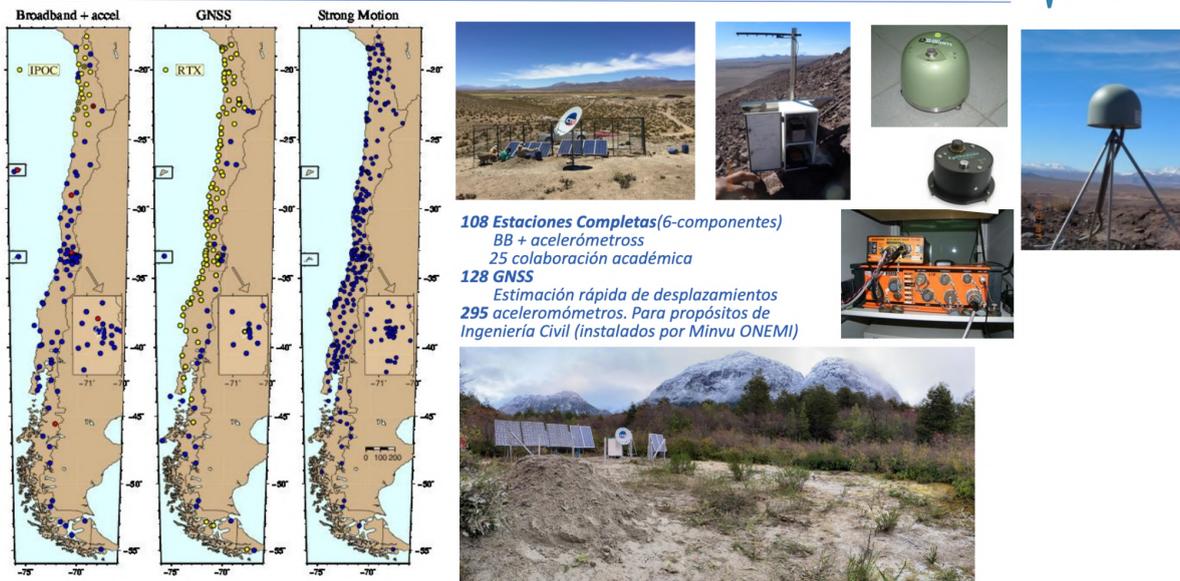
Para monitorear esta actividad desde 2013 tenemos la instalación de al menos 3 redes de estaciones sismológicas. Una red de banda ancha (la mayoría comunidad de manera satelital, otras por internet y algunas mediante 4G) que responde a velocidad fundamentalmente, pero que además tienen equipados acelerógrafos, conformando una segunda red. Y - por último - una red de GNSS, antiguamente GPS, que responde a la posición, proporcionando el campo de desplazamiento. Con esto entonces tenemos: posición, velocidad y aceleración para cada evento.

Como se puede ver en la Figura 1, estas estaciones se encuentran distribuidas a lo largo de casi todo el territorio nacional, con algunos sectores que planeamos instrumentar más en detalle a futuro. Por ley, nuestra velocidad de respuesta debe ser de 5 minutos, pero estamos llegando a los 3 minutos en la velocidad de reporte.

Para motivos de investigación también, tenemos disponible un espejo de nuestros datos en IRIS² de Estados Unidos y en GFZ³ de Alemania, donde cualquier persona con acceso puede bajar esta información en tiempo real.

Figura 1: Red de monitoreo sísmológico

Sistema de Observación CSN



La información se recibe en la OPA, Oficina de Procesamiento y Análisis, nuestro corazón operativo. La información llega a un Data Center y es analizada por operadores que se encuentran disponibles en turnos 24/7. En caso de falla, contamos además con un centro transportable, que en este momento se encuentra en Temuco, el cual tiene las mismas capacidades que el Data Center (ver figura, abajo). ONEMI y SHOA también tiene espejos de nuestros datos, pueden ver en tiempo real lo que nosotros vemos. Tenemos también algunas estaciones de Perú y Argentina que cooperan con nosotros.

² Disponible en línea: <https://www.iris.edu/hq/programs/gsn>

³ Disponible en línea: <https://www.gfz-potsdam.de/>

Figura 2: Procesamiento y Análisis de la Información

Oficina de Procesos y Análisis (OPA)



Todos nuestros datos, procedimientos y protocolos están certificados con ISO 9001. Esta certificación se renueva constantemente lo que asegura la calidad y buen funcionamiento de nuestro centro.

Hacia el futuro vemos un sistema de alerta temprana de terremotos, similar a lo que tiene México. Se trata de una línea de instrumentos en la costa que registra de donde viene y con qué amplitud, y determinar cómo nos llegaría a nosotros, entregándonos unos 10 segundos promedio para reaccionar. Estamos instalando estaciones de período corto para densificar nuestra red sismológica, tendiendo a alertar temprana y a mejorar la caracterización que ya tenemos.

Esto lo estamos trabajando con GeoAzur de Francia y una infraestructura de comunicaciones GTD. Estamos usando una técnica nueva que utiliza la fibra óptica submarina como sensor. Estamos realizando pruebas en un sector de 150km de longitud donde, por ejemplo, tenemos 3.000 sensores. Lo que genera desafíos en el procesamiento de tanta cantidad de información. Estamos trabajando en ello. Con el nuevo CENAPRED, también se nos vienen nuevos desafíos. Una de las exigencias de la nueva ley, es la generación de herramientas para la evaluación de la amenaza. Estamos entonces en proceso de generar estas herramientas, cómo definiremos amenaza y cómo financiamos la creación de estos instrumentos.

Diálogo para la Cooperación

El taller participativo, que fue parte del Primer Encuentro Latinoamericano de Amenaza Sísmica y de Tsunamis, tuvo los siguientes objetivos:

- **Conocer** la situación de los países de América Latina en relación a la Reducción de Riesgos de Desastres en sismos y tsunamis
- **Identificar** puntos relevantes en común de cara a la construcción de una agenda de trabajo en conjunto

Con el primer objetivo se buscó preguntar, escuchar y registrar las experiencias de trabajo de distintos actores a lo largo de América Latina. Más específicamente, se indagó en torno a los desafíos que enfrentan los países y las buenas prácticas que han desarrollado para dar respuesta a ellos.

Con el segundo objetivo, se buscó rescatar de la conversación que se generó en el taller, aquellos temas que resultaban de interés común y que podrían ser posibles áreas de colaboración, en un futuro cercano.

Siguiendo estos objetivos, la conversación fue animada a partir de cuatro preguntas:

1. ¿Qué acciones se están realizando en su país en materia de RRD en estos momentos?
2. ¿Qué buenas prácticas podrían ser exportadas a otras latitudes?
3. ¿Qué programas o acciones han tenido una repercusión positiva?
4. ¿Cómo avanzamos en la cooperación latinoamericana en materia de RRD? Por ejemplo: en materia de formación, investigación, compartir datos y vinculación entre instituciones públicas y academia.

Cabe señalar que el registro se llevó a cabo mediante una pizarra digital [Miro](#) y la grabación a través de una sesión de zoom, previo consentimiento de los participantes.

También se realizó un breve cuestionario a las y los participantes, mediante la plataforma de formularios de Google. Este cuestionario siguió la misma estructura de preguntas presentadas anteriormente. Esto permitió que personas que no asistieron al taller, pudieran participar de manera asincrónica en la actividad.

El reporte que a continuación se entrega, es el resultado de la conversación que se generó en el taller y los resultados del cuestionario, con la participación de los siguientes países e instituciones:

País	Institución, Organización o Proyectos
México	Centro Sismológico Nacional

País	Institución, Organización o Proyectos
El Salvador	Kinematics
México	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Honduras	Secretaría de Estado de Despacho para Contingencias y Gestión de Riesgo (COPECO) Unidad de Sismología del Centro de Estudios Atmosféricos, Oceánicos y Sísmicos.
Perú	Oficina de Gobierno Regional
Cuba	Centro Nacional de Investigación Sismológica
Panamá	Instituto de Geociencias
Guatemala	Proyecto KUK-AHPÁN

Conocimiento de algunos aspectos de las naciones latinoamericanas en materia de Reducción de Riesgo de Desastres en sismos y tsunamis

Figura 1: Pizarra virtual primer bloque discusión



Los distintos países administran su red sísmológica y gestión de riesgo de desastres desde el nivel local hacia el nacional. Dependiendo de su extensión territorial y su sistema de gobierno, varía desde sistemas federales o sistemas centrales con subdivisiones territoriales. Las organizaciones encargadas de producir la información, tales como institutos o centros, levantan la información de su red sísmica o estaciones de monitoreo y la hacen llegar a las autoridades correspondientes. Al respecto, es relevante mencionar que no todos los países cuentan con las mismas capacidades en este ámbito. Hay casos en los que dependen de redes de sismógrafos de naciones vecinas, así como otros donde la red aún se está implementando o actualizándose, debido a falta de mantenimiento o desactualización. También existen redes privadas o de instituciones específicas como

universidades o centros de estudios que aportan datos a las redes nacionales o a bases de datos internacionales. El flujo de datos entre países vecinos parece ser más común en países de centroamérica que en países del sur, aunque existen convenios de colaboración y cooperación entre algunas instituciones específicas de la región.

La toma de decisiones suele basarse en un reporte o “boletín” de eventos sísmicos. Esta información se elabora a nivel central y se distribuye a lo largo de los gobiernos locales. Al respecto, sin embargo, hay diferencias importantes entre los distintos países. En algunos casos, existen leyes que determinan partidas presupuestarias nacionales que luego son asignadas a los distintos territorios locales, que trabajan coordinados con este nivel central. En casos de gobiernos de corte federal, las instituciones locales dependen, a su vez, de otras instituciones regionales de menor escala, ascendiendo así hasta el nivel nacional. Independientemente de estas diferencias, no obstante, se observa este escalamiento desde lo local a lo nacional y viceversa, desde la información producida a nivel nacional, hecha llegar al nivel local.

La mayor diferencia observada, respecto de estos sistemas, es a nivel de infraestructura: mientras algunos países tienen redes nacionales de sensores, otros dependen de redes privadas o extranjeras, mientras otros están postulando a fondos para actualizar sus redes, y dar mantenimiento a los equipos que se encuentran desactualizados.

En algunos países la institucionalización de la RRD ha sido reciente (2011) con nuevas leyes y presupuesto asignado; mientras en otras data de mayor tiempo.

En resumen, se observa que existen instituciones dedicadas a la producción de datos en todas los países participantes. Existe, por otra parte, capital humano que está formado o en formación, dedicados al levantamiento y organización de estos datos, aunque con diferentes grados de resolución y calidad de los mismos. Existen sistemas de alerta, proyectos de sistemas preventivos y sistemas de monitoreo, que permiten alertar a la ciudadanía y administraciones.

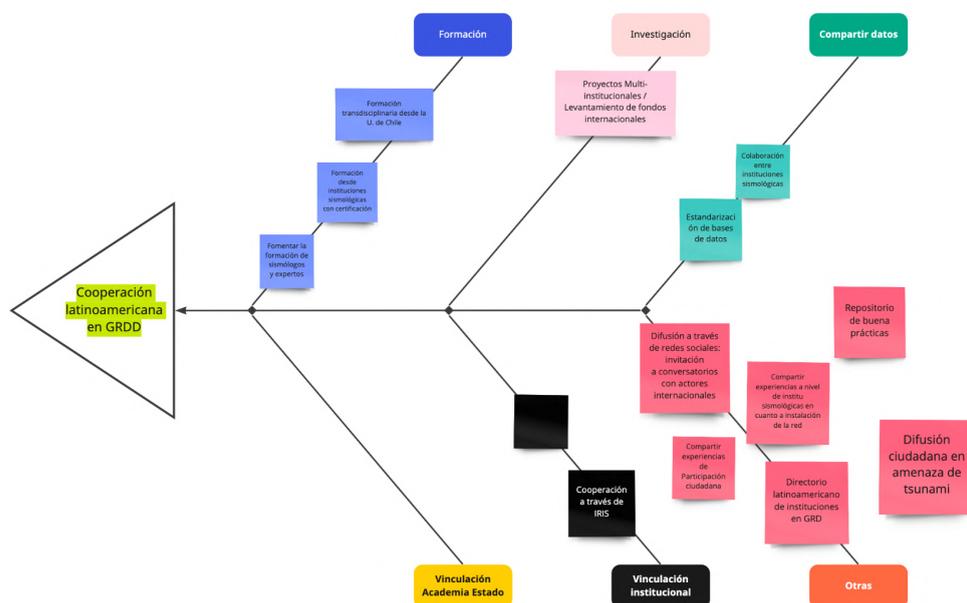
Sin embargo, se menciona que es relevante tener en cuenta que los datos por sí mismos no son el estándar para evaluar el sistema de RRD en un país. En la discusión, se pone énfasis primero en un aspecto técnico: la calidad y resolución de los datos, y su capacidad de descripción profunda, más allá de un catálogo de magnitud y ubicación. En segundo lugar, se destaca un aspecto social: cómo los datos cuentan una historia, muestran una realidad territorial y cómo ésta afecta a las personas que viven el territorio. La relevancia de comprender que los terremotos son fenómenos sin fronteras y cómo las cooperaciones entre países vecinos también pueden convertirse en espacios de cooperación regional, materia en la que se centró la segunda mitad de la discusión.

Finalmente, entre los ámbitos transferibles y de vinculación para la cooperación internacional, se menciona: proyectos y sistemas de alerta temprana, organización y realización de simulacros, buenas prácticas de vinculación entre la academia y las instituciones de monitoreo y RRD, soluciones de apoyo a la RRD basadas en tecnologías de información, compartir experiencias y buenas prácticas con potencial de replicación así como experiencias de colaboración con países desarrolladores, proveedores y usuarios de tecnologías.

Identificación de puntos de colaboración internacional

El segundo bloque de la conversación estuvo centrado en cómo avanzar en una agenda de trabajo cooperativo internacional en materia de RRD sísmica y de tsunamis. Basándose en los principios establecidos durante el primer bloque la conversación se estructuró en base a una serie de ejes temáticos (ver figura 2). Al respecto, no todos los ejes propuestos originalmente fueron tratados, pero si podemos organizar la discusión en torno a los siguientes ejes principales: Formación profesional, Compartir datos, Investigación, Trabajo con la comunidad y Vinculación institucional. A continuación presentamos un breve resumen para cada uno de estos ejes.

Figura 2: Diagrama para una Agenda de Cooperación Internacional



miro

I. Formación Profesional

Se plantea la importancia de contribuir a una formación profesional, desde una perspectiva interdisciplinaria donde confluyan tanto la perspectiva científico tecnológica como la de las ciencias sociales y humanidades. Se integraría así las reflexiones sobre políticas públicas, con aspectos tecnológicos, científicos y de datos; pensando en aspectos fundamentales de la gestión de riesgo como son la planificación de la ocupación de los territorios.

Es de vital importancia formar a quienes toman las decisiones - que en muchos casos son ingenieros - en los aspectos geofísicos y poblacionales fundamentales. Así, una formación de capital humano actualizado en la región, puede valerse de estas miradas desde distintas disciplinas para generar criterios de toma de decisiones más globales, en línea con el desafío que representan estos.

Se propone promover programas de formación transdisciplinaria en universidades de la región, la formación y capacitación en instituciones sismológicas con certificación así como fomentar el fortalecimiento y desarrollo de capacidades mediante la formación de sismólogos expertos.

II. Compartir datos

Un tema central es promover y facilitar la colaboración entre instituciones sismológicas de la región. Existen muchas instancias en las cuales ya se puede observar importantes flujos de datos entre distintas instituciones y distintos países. Particularmente países vecinos que comparten datos sobre eventos sísmicos, especialmente en sus zonas fronterizas. Es así como hay países en los cuales, mientras su red está en mantenimiento o actualizándose, se valen de redes de sus vecinos. Por otra parte, también la formación es una oportunidad para compartir datos.

Al respecto, se plantea la importancia de buscar estándares internacionales que permitan mejorar la adquisición, almacenamiento y organización de los datos y la información y faciliten su flujo, intercambio y procesamiento. Asimismo, se expone la potencialidad y desafío de extender redes desde las actividades de uso compartido de datos que ya existen, hacia plataformas internacionales, un tema que se retomará más adelante.

III. Investigación

Se propone promover el desarrollo de proyectos de investigación internacionales conjuntos y multiinstitucionales en materias de RRD de mutuo interés. Para ello se plantea la relevancia y necesidad de colaborar para construir instancias o acceder a instituciones que dispongan de financiamiento para la postulación y ejecución de proyectos donde puedan participar instituciones de distintos países, centradas en problemáticas de RRD en la región. En este espacio, distintos investigadores podrían plantear sus iniciativas y con ello fomentar no sólo la producción de conocimiento, sino que además la cooperación internacional.

Se plantea la importancia de la vinculación de la Academia con el Estado, para contribuir al desarrollo de políticas y RRD, basado en conocimientos y evidencia.

IV. Trabajo con la comunidad

El trabajo comunitario fue uno de los ejes emergentes que se generó en la conversación. Al respecto, se planteó el énfasis de hacer difusión, acercar el conocimiento generado a las personas y conectar con las comunidades conociendo sus necesidades locales. Para ello el uso de herramientas como las redes sociales son fundamentales. La tecnología - como la de videoconferencias - permite disponer incluso de invitados internacionales a un bajo costo y responder directamente a las preguntas de las personas, interactuando de manera más directa.

Se comenta el valor de compartir experiencias y buenas prácticas de participación ciudadana en materia de RRD, que pueden dar origen a nuevas instancias de trabajo virtuoso con la comunidad.

En particular, se señala la importancia de la difusión de la amenaza de tsunamis a la ciudadanía que vive en ciudades del borde costero de nuestros países.

V. Vinculación institucional

Por último, para avanzar hacia una agenda de cooperación internacional, se plantea la importancia de aprovechar como plataforma las coordinaciones entre instituciones vecinas que ya existen a lo largo de todo Latinoamérica e, incluso, a nivel internacional. Uno de los participantes pone el ejemplo específico de la Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS)⁴, sistema internacional coordinado desde la Red Sismológica Mundial y con financiamiento de la National Science Foundation.

IRIS funciona con un Directorio integrado por una serie de organizaciones dedicadas al monitoreo y generación de conocimiento. Este directorio permite la participación y fomenta la cooperación. Además, cuenta con plataformas estandarizadas para el registro, evaluación de la calidad y orden de los datos. Se plantea que seguir este modelo como ejemplo, e incluso integrar IRIS u otra plataforma similar, es fundamental para avanzar en una agenda de cooperación internacional.

Así también, se propone compartir experiencias a nivel de instituciones sismológicas en cuanto a instalación de redes y uso de herramientas avanzadas para la GRD.

Finalmente, se plantea la utilidad de disponer de un repositorio de buenas prácticas y experiencias en materia de RRD y de un directorio latinoamericano de instituciones en RRD.

⁴ Más información disponible en: <https://www.iris.edu/hq/programs/gsn>





1ER ENCUENTRO LATINOAMERICANO AMENAZA SÍSMICA Y TSUNAMI



PROGRAMA
RIESGO SÍSMICO



VID INVESTIGACIÓN
INNOVACIÓN
CREACIÓN ARTÍSTICA
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
UNIVERSIDAD DE CHILE

RedesTd
Unidad de Redes Transdisciplinarias



fcfm

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE