



Evolution
Assessment of
SEismic
Risk



Proyecto EASER (Evolution Assessment of SEismic Risk)
Anillo de Investigación en Ciencia y Tecnología ACT240044
Memoria de actividades año 2 (Septiembre 2025 – Agosto 2026)

El riesgo sísmico casi siempre se calcula como si las ciudades estuvieran detenidas en el tiempo. Se toma una fotografía del suelo, de los edificios y de la gente que los habita, y sobre esa fotografía se estima cuánto daño dejaría un terremoto. Pero ninguna de esas tres cosas se queda quieta: el suelo cambia sus propiedades, los edificios envejecen y acumulan daño, y las ciudades crecen, se densifican y se llenan y vacían de personas a distintas horas del día. EASER existe para incorporar ese movimiento al cálculo. Liderado por la Universidad de Concepción junto a la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Chile, el proyecto reúne a sismólogos e ingenieros geotécnicos, estructurales y computacionales en cuatro líneas de trabajo que siguen, respectivamente, cómo evolucionan el peligro sísmico, la vulnerabilidad de las construcciones, la exposición de personas y bienes, y el riesgo que resulta de combinarlos.

Durante su segundo año, el proyecto cruzó un umbral: dejó de estar construyendo cimientos por separado y empezó a producir en conjunto. Ese cambio, más que cualquier cifra, es lo que define el período que aquí se resume.

Copiapó: la investigación puesta a prueba en terreno

El resultado más visible del año nació de un terremoto real. Tras el sismo Mw 6,4 de Copiapó, investigadores de tres de las cuatro líneas diseñaron y ejecutaron juntos una campaña de terreno. Midieron cómo vibra el suelo de la zona y cómo responden los edificios, aprovechando una circunstancia poco común: en un mismo conjunto habitacional había nueve edificios prácticamente idénticos, cinco de ellos dañados y cuatro intactos. Comparar unos con otros permitió medir directamente el efecto del daño sobre el comportamiento de una estructura, que es justamente lo que el proyecto busca modelar.

El estudio fue publicado en la revista Earthquake Spectra y, tal vez más importante, los registros quedaron disponibles de manera abierta para cualquier investigador que quiera usarlos. Los resultados también volvieron al lugar de origen: fueron entregados en persona a la Municipalidad y a los vecinos afectados. Un patrón parecido se está repitiendo con el terremoto Mw 7,5 de Venezuela de 2026, donde el equipo se sumó a una respuesta multinacional junto a colegas de Venezuela, Chile, México, Estados Unidos y Colombia.

Cómo cambia el peligro sísmico

La primera línea trabaja sobre el movimiento del suelo. Su producto más citado del año fue una base de datos ampliada de registros sísmicos de la zona de subducción chilena: 43.050 registros de 6.679 sismos captados en 530 estaciones entre 1985 y 2024. La revista Earthquake Spectra la destacó como Editor's Choice, y hoy es materia prima para cualquiera que quiera estudiar cómo tiembla Chile.

Sobre esa base, el equipo desarrolló modelos capaces de simular registros de movimiento realistas para sismos que aún no han ocurrido, y midió algo que rara vez se explicita: cuánto de la incertidumbre de una estimación de peligro proviene de decisiones metodológicas de quien la calcula, y no del fenómeno natural. También exploró si los propios sitios cambian: analizando más de cien estaciones con registro continuo, se observó que la respuesta del suelo varía a lo largo del día y del año, una señal de que la fotografía estática también falla en el terreno mismo.

Cómo cambia la vulnerabilidad sísmica

La segunda línea traduce la pregunta a los edificios. A partir de una base de 3.731 edificios chilenos de muros de hormigón armado construidos entre 1993 y 2023, y en conjunto con la empresa de ingeniería VMB, se definió un procedimiento replicable para agrupar esas construcciones en "arquetipos": edificios representativos que permiten estudiar el comportamiento de miles de estructuras reales analizando unas pocas. Un trabajo



Evolution
Assessment of
SEismic
Risk



equivalente se hizo con la albañilería, la técnica constructiva más extendida en la vivienda del país, respaldado por una campaña experimental de laboratorio sobre albañilería de bloques de hormigón.

Con esos arquetipos se generaron las primeras funciones de fragilidad de la línea, que expresan la probabilidad de que un edificio sufra un nivel de daño determinado ante cada intensidad de sacudida. Treinta y dos arquetipos de edificios de quince a treinta pisos, conformes a la norma chilena vigente, mostraron probabilidades de colapso en cincuenta años de entre 0,7 % y 2,8 %, mayores en los edificios más altos y menos rígidos. En paralelo se propuso un índice cuantitativo de daño para muros de albañilería basado en el patrón de fisuras, pensado para evaluar rápidamente estructuras después de un sismo.

Cómo cambia la exposición

La tercera línea reconstruyó la historia reciente del área metropolitana de Concepción combinando imágenes satelitales, registros catastrales y mediciones de deformación del terreno. Se automatizó la extracción de la cartografía catastral nacional, lo que permite conocer para cada manzana el número de pisos, el material predominante, el uso y el año de construcción, y se estimaron alturas de edificios a partir de datos satelitales. El resultado es una mirada en movimiento sobre cómo se ha densificado la ciudad y hacia dónde va.

A esto se sumó una fuente nueva. El convenio firmado con Entel dio al proyecto acceso a datos de población dinámica, que muestran cómo se desplazan las personas dentro de la ciudad a lo largo del día y de la semana. Es información que no estaba disponible antes para el modelamiento de exposición en Chile y que cambia una premisa habitual: un mismo edificio no expone a la misma cantidad de gente un martes a mediodía que un sábado a las siete de la mañana.

Herramientas abiertas

La cuarta línea integra todo lo anterior. Durante el año se puso en marcha el EASER Research Data Hub (proyectoeaser.cl), una plataforma de acceso abierto donde cada entrada publicada está respaldada por un repositorio público desde el cual cualquier usuario puede revisar y descargar los archivos. Códigos, mapas y bases de datos quedan así disponibles más allá del equipo, y su sección "Colabora con nosotros" invita a proponer trabajos conjuntos. La plataforma fue desarrollada por una estudiante de pregrado en pasantía, bajo supervisión del equipo.

Las personas

El proyecto formó durante el año a 37 jóvenes investigadores: 19 estudiantes de magíster —doce de ellos concluyeron su tesis—, 11 de doctorado, cinco de pregrado y un investigador postdoctoral. Cada tesis está explícitamente enmarcada en los objetivos de EASER y asignada a una línea de trabajo, de modo que cada estudiante puede explicar no solo qué investiga, sino cómo su trabajo se conecta con el de los demás.

La participación femenina alcanzó el 20 % comprometido: 16 de las 82 personas que aportaron a los productos del año son mujeres, la misma proporción que en la categoría de investigadores principales. Las mujeres aparecen entre los autores de 10 de los 18 artículos indexados del año y de 30 de las 66 contribuciones a congresos. La coordinación de comunicaciones del proyecto está a cargo de una periodista, y durante el año se realizaron dos actividades dirigidas específicamente a mujeres en investigación: un seminario sobre liderazgo femenino en el posgrado en ingeniería civil y un conversatorio sobre trayectorias académicas de investigadoras en ciencias de la Tierra.

Colaboración

En el plano nacional, las tres universidades trabajaron de forma efectivamente conjunta, con Copiapó como el caso más claro. En el internacional, 11 de los 18 artículos indexados del año incluyen coautores extranjeros —un 61 %, frente al 50 % comprometido—, con socios habituales en Stanford, University College London, la Universidad de Colorado Boulder, California State University Sacramento y la Universidad Industrial de Santander, en



Evolution
Assessment of
SEismic
Risk



Colombia. A ellos se sumó un vínculo institucional nuevo con el Joint Research Centre de la Comisión Europea, orientado a validar el modelo de exposición con productos satelitales europeos.

Outreach

EASER mantuvo una presencia sostenida en el debate público sobre peligro sísmico, ingeniería y planificación urbana, con 16 apariciones en televisión, radio y portales de noticias, y más de cincuenta publicaciones en redes sociales. La comunidad de Instagram del proyecto llegó a 2.107 seguidores y registró 76.324 visualizaciones en noventa días, tres cuartas partes de ellas provenientes de personas que aún no seguían la cuenta.

La segunda temporada del podcast "Cuando Pase el Temblor", conducida por dos de los investigadores principales, siguió traduciendo temas técnicos a un lenguaje accesible. A eso se sumaron seminarios y diálogos en línea —el dedicado al terremoto de Venezuela superó las mil visualizaciones—, un curso de la Escuela de Verano de la Universidad de Concepción y una actividad escolar en Yumbel, "Misión: ¡Que no se caiga!", donde los conceptos del proyecto se trabajaron con estudiantes de enseñanza básica. En total, las actividades de extensión del año convocaron a más de mil cien personas.

Transferencia

La colaboración con SENAPRED se hizo operativa: el proyecto transfiere ahora a esa institución los sismos pequeños pero relevantes detectados por la red sismológica local de Concepción, que la red nacional no alcanza a registrar. El equipo participó además como expositor en el seminario sobre la actualización de la norma de diseño sísmico organizado con la Cámara Chilena de la Construcción, y las capacidades desarrolladas dentro del proyecto están alimentando iniciativas aplicadas en sectores no contemplados originalmente, como la caracterización de la vulnerabilidad sísmica de instalaciones de la minería.

El año en cifras, y lo que viene

El segundo año cerró con 18 artículos indexados y 66 contribuciones a congresos, y con un cambio que interesa más que los totales: la proporción de artículos escritos en coautoría entre investigadores del propio equipo subió de 6 % a 38,9 %. Es la medida más directa de que las líneas dejaron de trabajar en paralelo para trabajar juntas. Con los modelos de peligro, vulnerabilidad y exposición ya construidos y conectados entre sí, el tercer año los integrará en estimaciones de riesgo que cambian con el tiempo para ciudades chilenas concretas. Ese es el producto para el que EASER fue diseñado: no una fotografía más del riesgo sísmico, sino una manera de ver cómo se mueve.