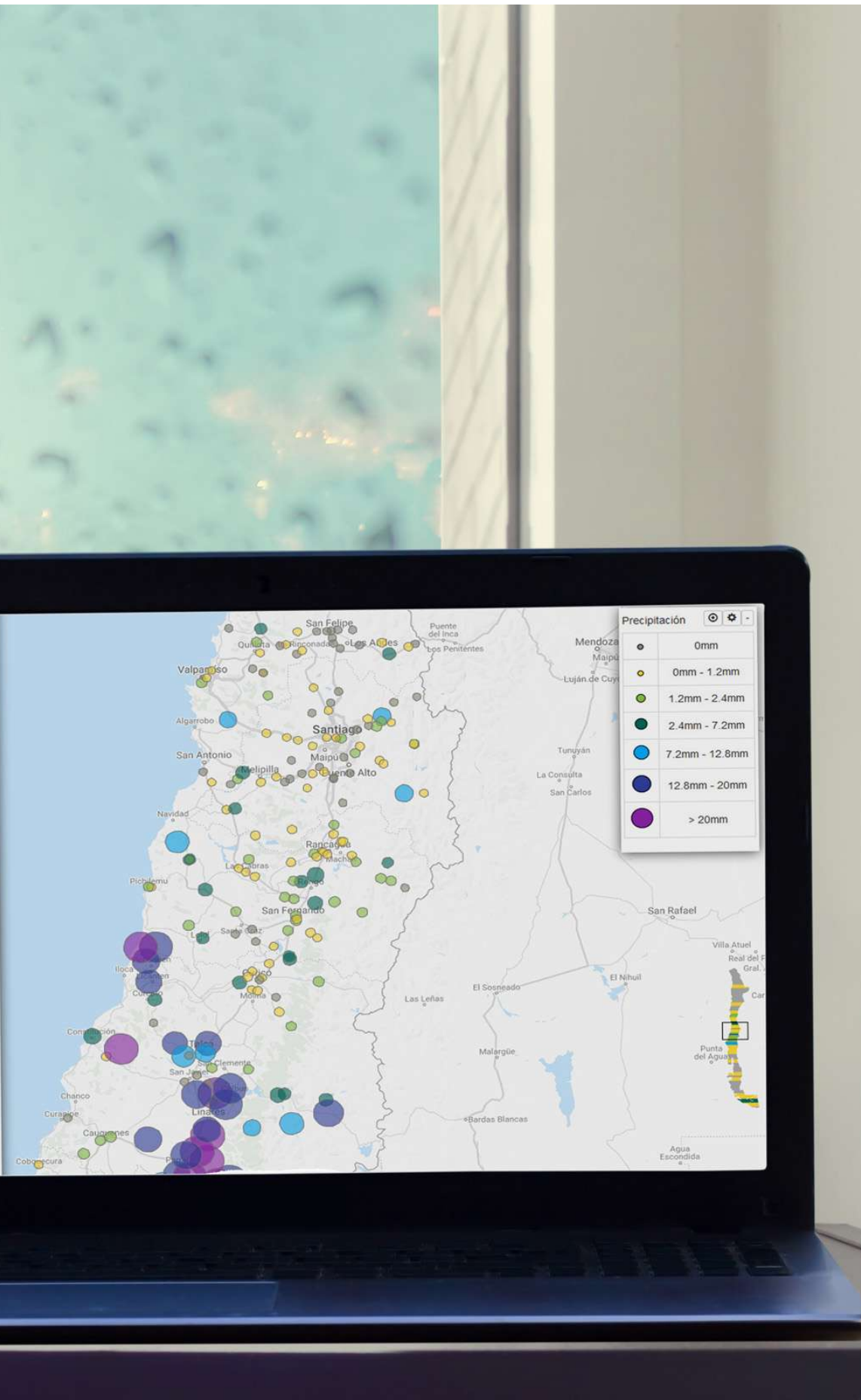


# ¿DÓNDE ESTÁ LLOVIENDO AHORA? PREGÚNTALE A VISMET





## MARÍA CECILIA BASTARRICA

Profesora Asociada del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile. Académica a cargo del curso Proyecto de Software. PhD Computer Science and Engineering, University of Connecticut.

**Líneas de investigación:** ingeniería de software, líneas de productos de software, mejora de procesos de software, desarrollo de software dirigido por modelos. [cecilia@dcc.uchile.cl](mailto:cecilia@dcc.uchile.cl)



## RENÉ GARREAUD

Profesor Titular del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. Subdirector del Centro de Excelencia FONDAF de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2). Doctor en Meteorología, Universidad de Washington, Estados Unidos.

**Sus líneas de trabajo** incluyen la dinámica del clima, cambio climático y meteorología sinóptica, con énfasis en América del Sur. [rgarreau@dgf.uchile.cl](mailto:rgarreau@dgf.uchile.cl)



**FIGURA 1.**  
VISTA DE DOS ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS (EMAs) SOBRE LA TERRAZA DEL DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA.

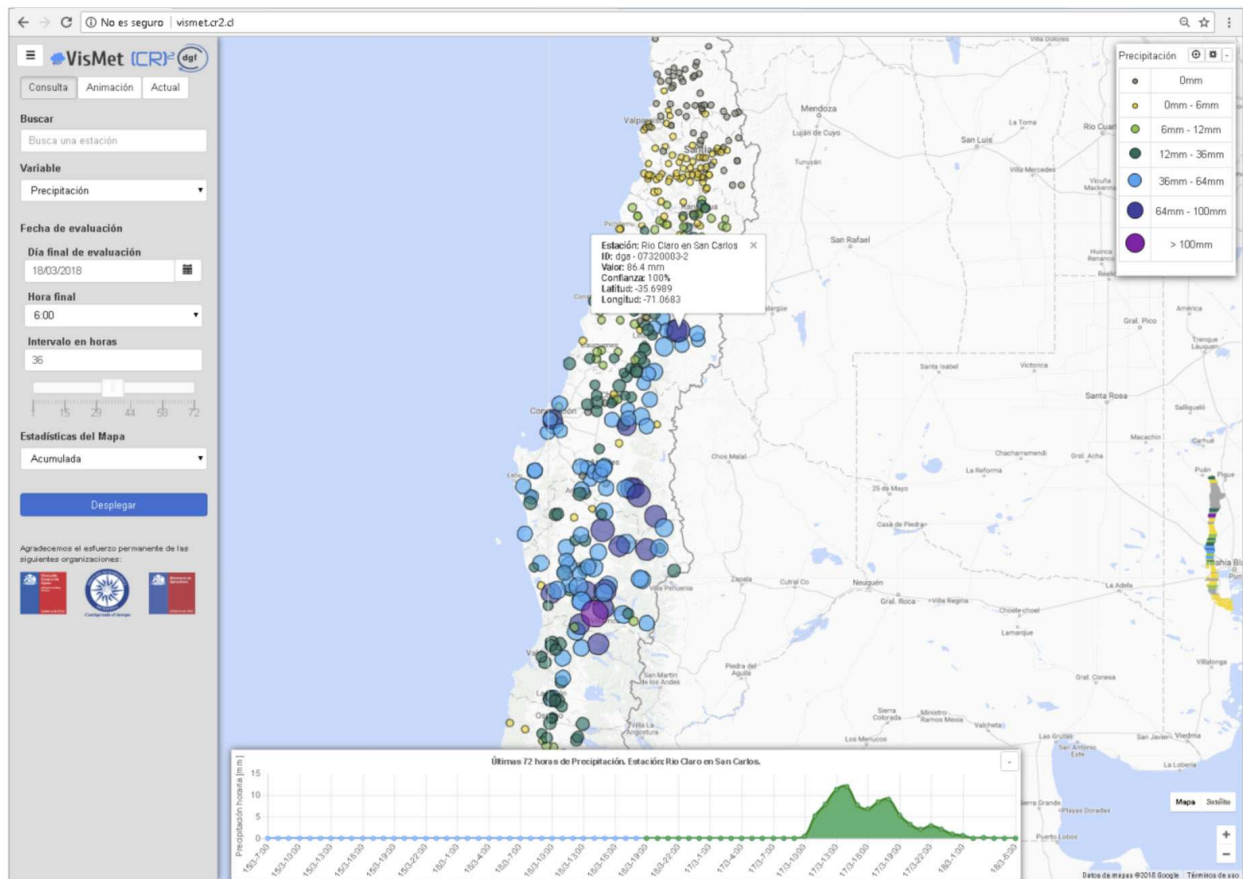
La meteorología es una ciencia que tiene dos pilares. Uno de ellos es el conjunto de leyes físicas de la atmósfera y otras componentes del sistema terrestre. Su integración numérica requiere grandes capacidades computacionales y permite el pronóstico del tiempo ("*forecasting*") hasta dos semanas en el futuro. El otro pilar es el mundo de las observaciones, sin las cuales no se podrían inicializar los modelos, contrastar sus resultados y hacer sentido de múltiples fenómenos atmosféricos. Más aún, el pronóstico meteorológico de muy corto plazo (0-6 horas) se basa mayormente en un tratamiento estadístico de las condiciones observadas actuales y pasadas. El así llamado "*nowcasting*" es de especial valor en condiciones extremas; por ejemplo, para determinar si ocurrirá una crecida súbita en algún cajón cordille-

rano necesitamos saber qué está pasando ahora en la cordillera.

Existen múltiples fuentes de datos meteorológicos, incluyendo mediciones desde satélites y otros sensores remotos, pero un conjunto esencial son las observaciones directas sobre la superficie del planeta, en especial de temperatura, precipitación, viento y presión. La observación sistemática, registro y almacenamiento de las condiciones de la atmósfera son realizados tradicionalmente por los servicios nacionales de meteorología e hidrología, pero en la actualidad se han involucrado muchas empresas privadas (como las mineras en Chile) e instituciones académicas. A lo anterior ha contribuido la disponibilidad de estaciones meteorológicas automáticas

(EMAs, Figura 1), que a un costo relativamente bajo permiten mediciones con alta resolución temporal (por ejemplo, cada 15 minutos), autónomas (la mayoría de las EMAs se alimenta con energía solar) y con la posibilidad de transmitir sus datos a servidores remotos mediante telefonía celular, radio o enlace satelital.

Aunque en Chile no existe un catastro completo de las EMAs, estimamos que al menos hay 1.000 estaciones operativas a lo largo del territorio nacional. Un número importante de ellas transmite su data en tiempo real, de las cuales más de 400 pertenecen a la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio del Obras Públicas, un número similar a la red AgroMET, un consorcio público-privado



**FIGURA 2.** CAPTURA DE PANTALLA DE LA VERSIÓN ORIGINAL DE VISMET (ENERO 2018).

organizado por el Ministerio de Agricultura, y cerca de 80 a la Dirección Meteorológica de Chile (DMC). El Servicio Meteorológico de la Armada de Chile también dispone de cerca de 40 EMAs a lo largo de la costa. Todos estos servicios cumplen una labor formidable velando por la calidad y continuidad de esas estaciones, recopilando sus datos y haciéndolos disponibles en sus páginas web. A pesar del gran número de EMAs en Chile la cobertura es insuficiente, especialmente en la cordillera y regiones extremas.

El esquema general seguido por las instituciones operativas es permitir el acceso a las series de tiempo de cada una de sus estaciones. Eso dificulta responder algunas preguntas básicas, como: ¿Dónde está lloviendo en este

preciso momento? ¿Qué zona afectó la helada del 27 de julio? ¿Cuál fue la intensidad de una ola de calor el 31 de enero? Responder estas preguntas es el punto de partida para el diagnóstico de una serie de procesos y fenómenos ambientales, como sería una inundación, daños a la agricultura e incendios forestales, respectivamente.

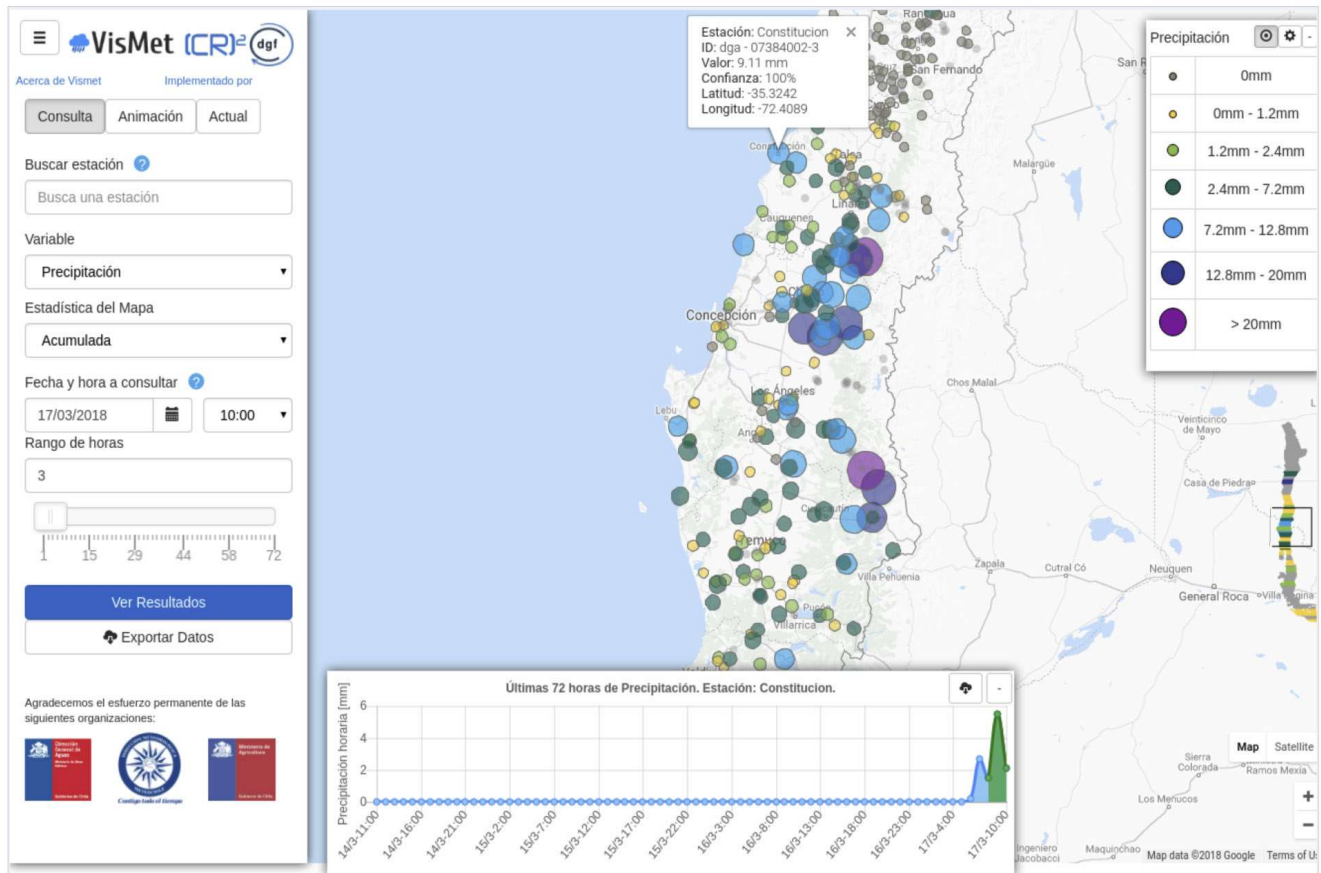
Motivados por esta dispersión de los datos meteorológicos en Chile, que dificulta su puesta en valor y generación de información ambiental, durante el año 2017 desarrollamos VisMet, Visualizador Meteorológico. La idea conceptual es muy clara: visualizar en un mapa geográfico los datos de precipitación y temperatura horaria actual o de algún momento pasado, registradas por las EMAs a lo largo

de Chile. Nuestra experiencia con plataformas similares en otros países y colaboración en el desarrollo del Explorador Climático, una herramienta análoga pero enfocada en datos mensuales o anuales, aportó condiciones adicionales para el desarrollo de VisMet: simplicidad e inmediatez de la plataforma web.

Todo claro en esa visión, pero el diablo está en los detalles... no es simple construir un sistema robusto y 24/7 de "antenaje" de datos vía web, su integración y homologación (no todos los datos están disponibles en forma simultánea) y su correcta visualización. El desafío fue planteado a un grupo de estudiantes<sup>1</sup> del Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) que participaban en el

1. Los alumnos del DCC que realizaron el desarrollo de VisMet fueron: Nicolás Caracci, Andrés Ferrada, Maximiliano Kauer, Belisario Panay, Juan Pablo Paulsen y Sergio Peñafiel. En este proceso contaron con el apoyo de Francisca Muñoz (CR2) y Felipe Saavedra (DGF).





**FIGURA 3.** CAPTURA DE PANTALLA DE LA VERSIÓN MEJORADA DE VISMET (AGOSTO 2018).

curso Proyecto de Software en el semestre de primavera 2017. El desarrollo también contó con el apoyo del Centro del Clima y la Resiliencia (CR2, Francisca Muñoz) y el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (DGF, Felipe Saavedra).

El curso Proyecto de Software (CC5402) es el último obligatorio de Ingeniería Civil en Computación y se desarrolla en el décimo semestre. Este curso es parte de la malla de la especialidad desde hace casi veinte años, pero ha experimentado cambios metodológicos periódicos. Desde hace ya algunos años los alumnos desarrollan sistemas de software reales en equipos de cinco a siete alumnos trabajando en las instalaciones del cliente. Allí tienen constante interacción con los clientes y usuarios

en los finales de modo de asegurar que el software desarrollado efectivamente esté alineado con las necesidades. A pesar de que se permite que cada equipo gestione su proyecto como crea más apropiado, el curso sugiere la aplicación de prácticas de desarrollo ágil, en particular cliente *in situ*, desarrollo iterativo, y desarrollo dirigido por valor, entre otras.

La página web de VisMet fue hecha pública a comienzos de 2018 (Figura 2) montada en los servidores del CR2 (<http://vismet.cr2.cl/>). Al iniciar una sesión se despliega en el mapa central la precipitación acumulada en las últimas 3 horas -una especie de fotografía de lo que está ocurriendo en el momento- en un conjunto de más de 700 estaciones a lo largo de Chile operadas por la DMC, DGA y AgroMet. El

usuario puede elegir otra variable (precipitación o temperatura), periodo de análisis (entre 1 y 72 horas), tiempo final de la consulta (cualquier día/hora de los últimos 10 años) y la estadística a desplegar (acumulación, promedio, valor máximo o mínimo). Sobre el mapa se puede controlar la región de visualización (Zoom in - Zoom out), la escala de colores y obtener la serie de valores horarios de las estaciones seleccionadas. En julio de 2018 se actualizó ligeramente VisMet, reordenando el menú de selección y agregando la funcionalidad para descargar los datos del mapa y series de tiempo (Figura 3).

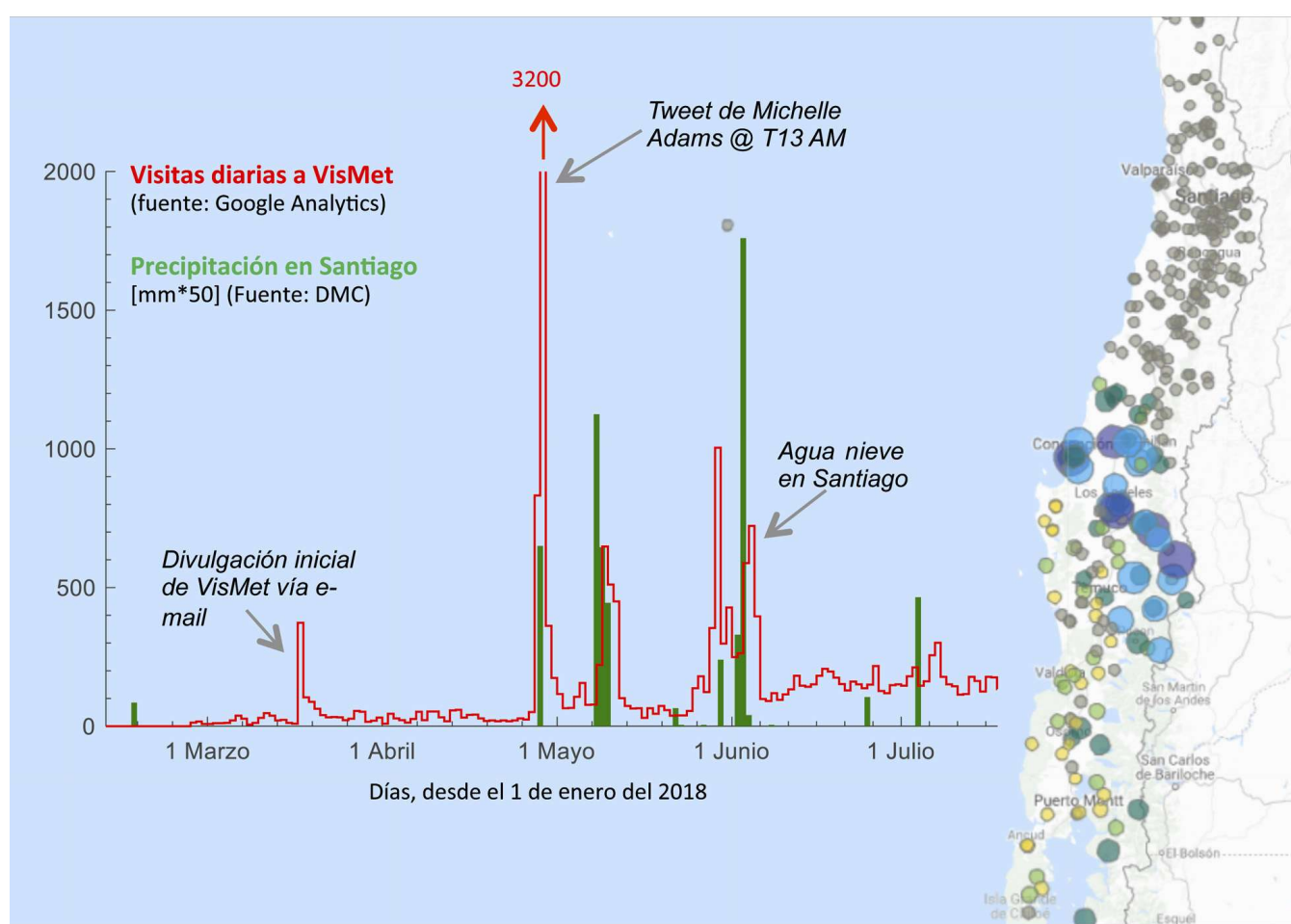
La divulgación de VisMet se ha realizado a través de la lista de contacto del CR2 y el DGF, con énfasis en investigadores y profesionales

del ámbito de la meteorología e hidrología. Durante los meses de verano de 2017, cuando el tiempo es muy estable, hubo escasas visitas a VisMet, pero con la llegada de las primeras lluvias a Santiago las visitas crecieron sustancialmente (**Figura 4**), llegando a más de 40.000 al momento de escribir esta nota. Hay una gran cantidad de visitantes los días de lluvia, pero hay un nivel basal (~50) debido al uso rutinario de VisMet en instituciones operativas las cuales se han mostrado muy satisfechas por la integración multiagencia que esta plataforma ha logrado. VisMet es empleado regularmente en instituciones que enfrentan emergencias (ONE-MI, CONAF) cuando la situación lo requiere y

por investigadores quienes encuentran aquí por primera vez una base de datos meteorológica consolidada a nivel horario, abriendo nuevas ventanas al entendimiento de eventos extremos. El creciente uso de VisMet con fines operativos, profesionales, científicos o simplemente para saber dónde está lloviendo ahora, es un motivo de satisfacción para el equipo tras su desarrollo, y a la vez una motivación para mantener operativa y eventualmente expandir esta simple pero potente plataforma en tiempo real.

En el curso Proyecto de Software se abordan proyectos de organizaciones de variada natu-

raleza: reparticiones de la universidad, centros de investigación, start-ups, organizaciones públicas, fundaciones o empresas privadas. La selección de proyectos se realiza de acuerdo con el potencial impacto del producto desarrollado, la factibilidad o riesgo que implica el proyecto, y el aprendizaje técnico que puedan obtener los alumnos. La contraparte técnica del proyecto VisMet quedó gratamente satisfecha tanto por la calidad del producto final, como por el compromiso, dedicación y flexibilidad de los alumnos del DCC que desarrollaron esta plataforma. Estos resultados son similares a los obtenidos en otros proyectos. ■



**FIGURA 4.** NUMERO DE VISTAS DIARIAS A VISMET ENTRE MARZO Y AGOSTO DE 2018 (LÍNEA ROJA) SOBREPUESTA SOBRE LA PRECIPITACIÓN DIARIA EN SANTIAGO (BARRAS VERDES). EL MAPA DE FONDO ES LA PANTALLA DE VISMET.