

# WMO – SPICE

## Un experimento internacional para mejorar

### LAS OBSERVACIONES DE LA NIEVE

RODICA NITU, COORDINADORA DEL PROYECTO SPICE, ENVIRONMENT CANADA  
 JAVIER ALASTRUÉ, JOSÉ LUÍS COLLADO Y SAMUEL BUISÁN, INTEGRANTES SPICE EN ESPAÑA, SISTEMAS BÁSICOS, ARAGÓN, AEMET

#### ¿Por qué SPICE? ¿Por qué ahora?

A menudo se dice que no hay dos copos de nieve iguales, del mismo modo que no hay dos tormentas iguales. Los copos de nieve son muy distintos dependiendo de su tamaño, densidad o forma. Esta complejidad, añadida a su ligereza, hace que la medición de una nevada en términos de equivalencia en agua líquida y de acumulación sobre el terreno, en distintos intervalos de tiempo, desde minutos a temporadas invernales completas, y de un lugar a otro, sea sumamente difícil.

Existen diferentes estrategias de medición. Mientras unos intentan capturar los copos de nieve, otros utilizan técnicas de dispersión de la luz, de reflectividad de microondas o simplemente utilizan técnicas fotográficas.

De todos los factores que afectan a una medición precisa de la cantidad de nieve durante una nevada es sin duda el viento, el que mayor impacto tiene. Conforme el viento aumenta, la tasa de captura del pluviómetro disminuye, infraestimándose la precipitación total. Al mismo tiempo, el viento también puede llevar a una sobreestimación de la nevada debido al transporte de la nieve por el viento que puede ser capturada por los instrumentos de medida e interpretada como precipitación.

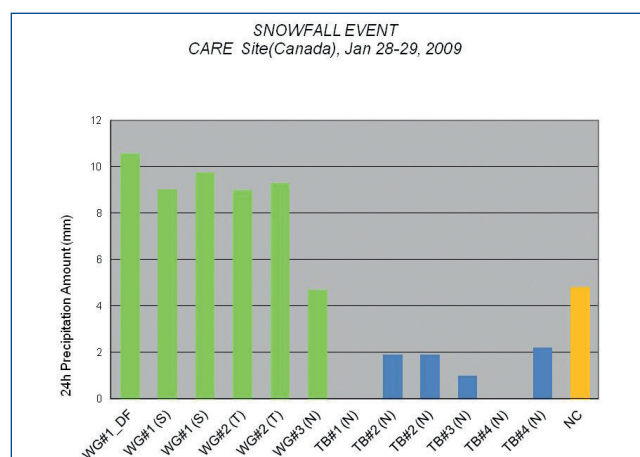
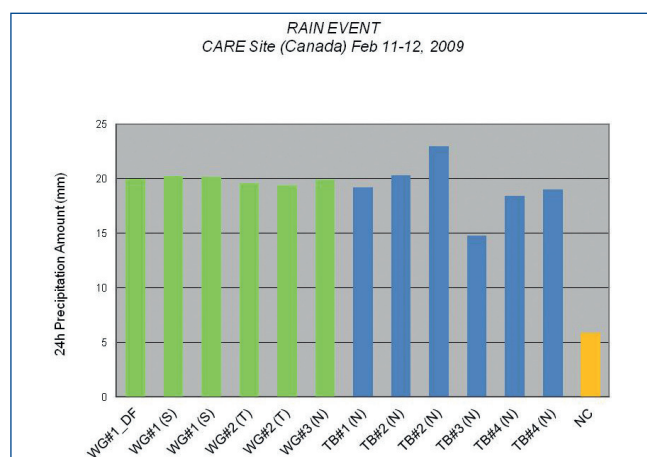
Dado el impacto que tiene la predicción a corto plazo y la vigilancia atmosférica sobre nuestra vida cotidiana, en los trans-

portes, en la economía o en las actividades de ocio y tiempo libre, se requiere una medición precisa de la precipitación, con una gran resolución temporal.

Cuantificar adecuadamente la nieve caída y su cobertura espacial son importantes ya que el agua contenida se relaciona directamente con la cantidad de agua disponible en ríos, pantanos, etc. Los modelos climáticos e hídricos se basan en las observaciones de la nieve caída y en el espesor de nieve, tanto en sus proyecciones presentes como futuras del ciclo del agua.

Además, los productos de estimación de precipitación derivados de radar y de satélite necesitan de mediciones sobre el terreno con una resolución temporal equivalente para su adecuada validación y ajuste, lo que indica la necesidad de medidas automáticas fiables.

Alcanzar la necesaria precisión en la medición de la nieve ha sido un reto tanto para los usuarios de los datos como para los desarrolladores de instrumentos de medida. Algunos significativos avances tecnológicos podrían ayudar a proporcionar respuestas a muchas preguntas. El incremento en la variedad de tipos de instrumentos y en distintas configuraciones para medir nevadas tiene consecuencias en la precisión y homogeneidad de las series temporales de precipitación, tanto regionales como globales, con el inevitable impacto en aplicaciones tales como reservas hídricas.



La precipitación acumulada en 24 horas medida por diferentes tipos de pluviómetros y configuraciones está claramente influenciada por el tipo de precipitación. Resultados del “Canadian Centre for Atmospheric Research Experiments (CARE) site of Environment Canada, Egbert, ON, Canada”. Rodica Nitu, Environment Canada

WG – weighing gauges (pluviómetros totalizadores) TB – Tipping Bucket type gauges (pluviómetros de balancín) DF (DFIR) double-fence intercomparison reference shield (doble vallado de madera de referencia) S single-Alter shield (escudo protector) T protector Tretyakov U unshielded (sin protección) NC non-catchment (disdrómetro)

cas, vigilancia atmosférica, predicción en zonas con terreno complejo, cambio climático, etc.

La comunidad de usuarios y de fabricantes de instrumentos han comprendido claramente que las preguntas sobre si se mide adecuadamente la nieve y cómo podemos mejorar su medida solo pueden ser respondidas gracias al esfuerzo conjunto, a nivel internacional, mediante un compromiso entre expertos y tecnologías disponibles. Por esta razón, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) inició la puesta en marcha de un experimento para la intercomparación de instrumentos y métodos de observación de precipitación sólida, en distintos lugares del planeta. El proyecto se denominó SPICE (Solid Precipitation Inter-Comparison Experiment) y comenzó a finales del 2012 y representa un esfuerzo conjunto de países miembros y fabricantes de instrumentos para la recogida de datos, su análisis y posteriores conclusiones, con una duración de tres temporadas invernales.

## OBJETIVOS SPICE

En general, en las dos últimas décadas, se ha acelerado la transición desde mediciones manuales a automáticas para medir la cantidad de precipitación en forma de nieve y su acumulación sobre el suelo, con un incremento en la variedad de instrumentos y con distintas configuraciones. Al mismo tiempo, en los últimos años, se han puesto en marcha nuevas tecnologías de medición basadas, no solo en la captura directa de la precipitación (pluviómetros), sino en la dispersión de la luz y la reflectividad de las partículas o la transferencia de calor.

Tras las pertinentes consultas a un gran número de interesados en la materia tales como servicios meteorológicos nacionales, comisiones de la OMM, Programa de Vigilancia del Clima, el consejo ejecutivo de la OMM para Observaciones Polares, Sistema Global de Observación del Clima (GCOS) y la comunidad científica de teledetección, SPICE se concentra en analizar las necesidades relativas a la mejor calidad, fiabilidad y disponibilidad de datos.

Durante la duración del proyecto SPICE se examinan las tecnologías emergentes y se desarrollan diferentes metodologías, utilizándose sensores automáticos para una adecuada observación y medición de la precipitación sólida, con diferentes escalas temporales y en distintas condiciones meteorológicas. Los resultados de SPICE mejorarán las estimaciones espaciales de precipitación sólida, debido a que las medidas in-situ son fundamentales para la calibración de radares y satélites.

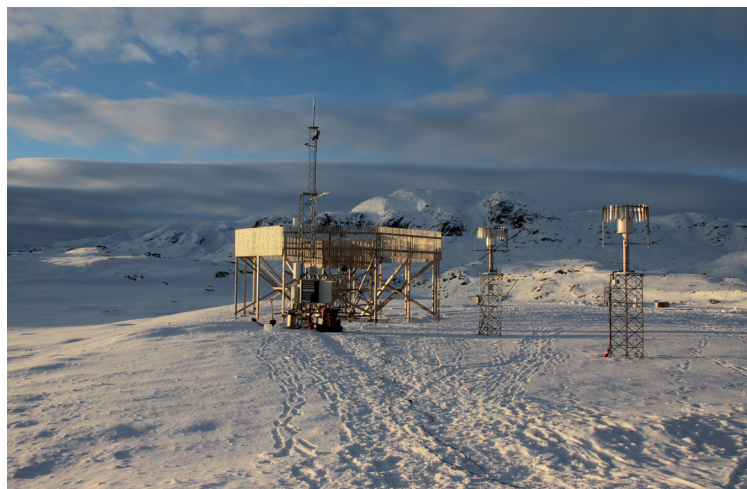
Como resultado del proyecto se realizarán un conjunto de recomendaciones relativas a la precisión de la medición de precipitación sólida, a una potencial mejora en la instrumentación y su aplicación operativa, incluyendo los condicionantes para localizaciones remotas y situaciones extremas (operatividad de baterías, condiciones árticas, alta montaña, etc.).

SPICE caracterizará adecuadamente sistemas de referencia automáticos para la medida desatendida de precipitación sólida. Actualmente, el único sistema de referencia para la medida de la precipitación sólida bien documentado es el “Double Fence International Reference (DFIR)”, sistema que ha sido recomendado como patrón de medida al finalizar el último experimento de intercomparación para la medida de la precipitación sólida con pluviómetro manual, organizada por la OMM entre 1987 y 1993.

El DFIR es un estructura de dos vallas concéntricas de madera, la exterior de 12 m de diámetro y la interior de 4 m. con una altura de al menos 3.5 m. Las vallas que rodean al pluviómetro reducen el impacto del viento sobre la precipitación acumulada.

En el proyecto actual la referencia utiliza un pluviómetro totalizador automático y se denomina “Double Fence Automated Reference (DFAR)”.

Un objetivo prioritario del proyecto SPICE es valorar los di-



**Sistema de referencia SPICE utilizando sistemas automáticos (Haukeliseter, Noruega, 990 m). Un pluviómetro automático se sitúa en el interior del DFIR (doble vallado de madera) Mareile Wolff, Norwegian Meteorological Institute**

ferentes aspectos asociados al impacto del viento sobre la medición de la precipitación.

Por esta razón se están desarrollando un conjunto de funciones de transferencia que puedan ser usadas operativamente, teniendo en cuenta el viento y la temperatura, para intentar un mejor ajuste en la medición real de la precipitación para cada una de las configuraciones en prueba en SPICE.

## RESULTADOS SPICE

Los resultados de SPICE se documentarán en un informe final de la OMM. Dada la duración del experimento, los enormes compromisos adquiridos y la necesidad de validar los resultados experimentales, se publicarán resultados parciales cuando estén disponibles. Se espera que lleven a una reflexión activa y productiva entre científicos y expertos en instrumentación para llegar a respuestas concretas sobre la eterna cuestión: ¿Cómo podemos medir la nieve adecuadamente?

## ORGANIZACIÓN DE SPICE

Dado que el reto de medir adecuadamente la nieve no se limita a un usuario o a un país en concreto, la participación internacional en SPICE es fundamental. Equipos de trabajo de quince países llevan a cabo experimentos en veinte emplazamientos distintos en ambos hemisferios, en climas y condiciones meteorológicas que varían considerablemente y representativas tanto de climas fríos como alpinos.



## WMO – SPICE Un experimento internacional

Lo mismo se puede decir de las tecnologías en prueba. Los instrumentos incluidos en el experimento son representativos de todos los métodos actuales de medición de precipitación sólida (captura y no-captura) y de medida de la acumulación de nieve sobre el suelo. Junto a la instrumentación propia de cada país, veintidós desarrolladores de equipos de instrumentación meteorológica han proporcionado un total de veintiocho instrumentos para el proyecto.

La asociación de fabricantes de instrumentos hidrometeorológicos (HMEI) se involucró en la fase de desarrollo del proyecto y realizó importantes contribuciones. Se espera que este compromiso continúe durante el experimento dado que el comité SPICE fomenta la cooperación activa entre los participantes de cada país y los fabricantes de instrumentos.

Cada uno de los veinte sitios de experimentación reúne unas condiciones únicas y diferentes. (ver mapa). Además de una distribución mundial, es notable también resaltar las diferencias en altitud entre cada sitio, variando desde el nivel del mar en Corea del Sur y Japón hasta los 5050 m del Pyramid International Laboratory en Nepal.



Legend	
1.	Caribou Creek, Saskatchewan, Canada
2.	Bratt's Lake, Saskatchewan, Canada
3.	Marshall Site, Colorado, USA
4.	CARE, Ontario, Canada
5.	Tapado AWS, Región de Coquimbo, Chile
6.	Fornigal, Spain
7.	Col de Porte, France
8.	Weissfluhjoch, Davos, Switzerland
9.	Forn Glacier, Italy
10.	Hala Gaspierowa Station, Poland
11.	Haukaliseter, Norway
12.	PMI/Sodankylä Arctic Research Centre, Finland
13.	Vaidas, State Hydrological Institute, Russia
14.	Vol'skaya Observatory, Gorodets, Russia
15.	Pyramid Observatory, Nepal
16.	Gochang, Korea
17.	Joetsu, Japan
18.	Rikubetu, Hokkaido, Japan
19.	Guthega Dam, New South Wales, Australia
20.	Mueker Hut Weather Station, New Zealand

### Sitios participantes en el Proyecto SPICE



**Weissfluhjoch (Switzerland), a 2500 m en un entorno característico de montaña.** Yves-Alain Roulet, MeteoSwiss



**Guthega Dam (Snowy Hydro Limited, Australia)**  
Shane Bilish, Snowy Hydro Limited, Australia



**Sodankylä Arctic research Centre (Finland), donde nieve muy fría es capaz de cubrir con gran facilidad los instrumentos. Comprender estos procesos es clave dentro de una red operativa.**  
Osmo Oulamo, Finnish Meteorological Institute



**El "Centre for Atmospheric Research and Experiments (CARE) of Environment Canada, in Egbert (Ontario)" es uno de los campos de pruebas más extensos del proyecto donde se prueban una gran variedad de instrumentos en condiciones típicamente continentales.**  
Rodica Nitu, Environment Canada





**NOAA/FAA/NCAR Winter Precipitation Testbed (Marshall), Colorado, USA, alberga una gran cantidad de instrumentos prestados por fabricantes para su evaluación incluyendo numerosos experimentos que cubren los objetivos del proyecto SPICE**

**Roy M. Rasmussen, National Center for Atmospheric Research, USA**

La mayoría de instrumentos que se intercomparan en el proyecto SPICE son: pluviómetros de balancín (habitualmente utilizados en numerosos servicios meteorológicos), pluviómetros totalizadores (que se utilizan como referencia en el proyecto) y

sensores de tiempo presente o disdrómetros (representan un nuevo conjunto de tecnologías emergentes para calcular la precipitación acumulada). Otro elemento de interés para SPICE es la respuesta de los instrumentos cuando son calefactados para evitar que estos se cubran de nieve y para fundirla en el caso de los pluviómetros de balancín.

El proyecto SPICE también estudiará instrumentos para medir tanto el espesor de nieve como su equivalente en agua y que utilizan sensores basados en ultrasonidos, láser y GPS



**Sensor de tiempo presente (disdrómetro) (CARE, Canada) Rodica Nitu, Environment Canada**

## PARTICIPACIÓN ESPAÑOLA EN SPICE

AEMET participa en el proyecto SPICE por medio de la dirección del Departamento de Infraestructura, el Servicio de Observación y Sistemas Básicos de Aragón, y cuenta con la inestimable colaboración del personal de la estación de esquí de ARAMON-Formigal.

Durante el invierno 2013-2014 AEMET puso en marcha el campo de pruebas en Formigal-Sarriós (Huesca) instalando instrumentación meteorológica de referencia en su modalidad más sencilla: R3. Gracias a una temporada excepcionalmente nevosa, AEMET proporcionó numerosos datos para su posterior análisis dentro de los distintos grupos de trabajo. También participa en videoconferencias semanales y en encuentros del proyecto SPICE. Además, AEMET utiliza estas referencias para evaluar instrumentación propia utilizada en su red de observación.

Durante el invierno 2014-2015 AEMET ha participado en la modalidad R2 gracias a la instalación del patrón internacional de medida. Por tanto, AEMET ha instalado en el campo de pruebas

de Formigal – Sarriós el primer DFAR de los Pirineos y de España y forma parte del selecto grupo de países que dispone de esta infraestructura. El DFAR y la infraestructura asociada servirá en el futuro para poder calibrar e intercomparar todo tipo de instrumentación meteorológica que pueda ser de interés tanto para AEMET como para otros organismos o empresas y proporcionar datos de referencia para distintos programas internacionales en los que AEMET participa.

La semana del 18 al 22 de Mayo de 2015 la sede de AEMET en Zaragoza, acogió el sexto encuentro internacional de expertos del proyecto SPICE de la Organización Meteorológica Mundial. Los anteriores encuentros tuvieron lugar en Bruselas (Bélgica), Boulder (Colorado-USA), Davos (Suiza), Sodankyla (Laponia-Finlandia) y Ginebra (Suiza).

### Agradecimientos:

La participación de AEMET en este proyecto no hubiese sido posible sin la colaboración de la estación de esquí de ARAMON-Formigal, del apoyo del equipo internacional de SPICE y de la ayuda de numeroso personal de la Delegación de AEMET en Aragón y Servicios Centrales de AEMET en Madrid.

### Referencias:

Web del proyecto SPICE:

<http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/intercomparisons/SPICE/SPICE.html>



**DFAR y campo de pruebas de AEMET en Formigal-Sarriós (Noviembre 2014) . Equipo SPICE AEMET**



**DFAR y campo de pruebas de AEMET durante visita de expertos internacionales . Equipo SPICE AEMET**