

VALIDACIÓN DE PRONÓSTICOS PROBABILÍSTICOS EN ALTA RESOLUCIÓN GENERADOS A PARTIR DEL SISTEMA DE ASIMILACIÓN DE DATOS Y PRONÓSTICO NUMÉRICO DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

Dan Yañez¹, Maria Eugenia Dillon^{2,3}, Paula Maldonado², Yanina García Skabar^{2,3}
dan.denis.ivan@gmail.com

¹Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA)

²Servicio Meteorológico Nacional

³CONICET

Palabras clave: Pronóstico por ensambles, Análisis regionales, SAP.SMN

1. INTRODUCCIÓN

Los pronósticos numéricos probabilísticos cuantifican la incertidumbre asociada al carácter caótico de la atmósfera, ya que a partir de un conjunto o ensamble de condiciones iniciales ligeramente diferentes se pueden determinar algunas propiedades de la función de distribución de probabilidad de los posibles estados futuros de la misma (Epstein, 1969). En particular, en escala convectiva, la utilización de pronósticos probabilísticos permite cuantificar la incertidumbre asociada a la evolución y desarrollo de las tormentas. Un desafío actual del pronóstico por ensambles en escala convectiva está asociado a la elección del conjunto de condiciones iniciales, para lo cual las técnicas de asimilación de datos basadas en ensambles pueden aportar un enfoque interesante (Harnisch y Keil, 2015).

El sistema de asimilación de datos y pronóstico numérico del Servicio Meteorológico Nacional de Argentina (SAP.SMN) utiliza actualmente el modelo Weather Research and Forecasting (WRF; Skamarock y otros, 2008), y posee una componente operativa (Matsudo y otros, 2022) y una experimental (Maldonado y otros, 2022). Por un lado, de manera operativa se generan pronósticos probabilísticos en alta resolución cuatro veces al día (SAP.SMN-ENS), utilizando como condiciones iniciales y de borde una combinación del Global Ensemble Forecasting System (GEFS) y el GFS determinístico (Dillon y otros, 2020, NT 79). Por otro lado, la componente experimental actualmente consta de un sistema regional de asimilación de datos basado en ensambles, utilizando el método Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF) acoplado con el modelo WRF, mediante el cual se generan 40 análisis horarios en alta resolución. Para su obtención se asimilan observaciones de estaciones de superficie convencionales y automáticas, barcos y boyas, aviones, radiosondeos, satélites geoestacionarios y polares, y radares de banda C (Dillon y otros, 2020, NT 82). Estos análisis regionales se denominan SAP.SMN-ANA y constituyen un conjunto de condiciones iniciales que pueden ser utilizadas para generar pronósticos por ensambles.

En este trabajo se busca evaluar el desempeño de los pronósticos probabilísticos en alta resolución generados a partir del SAP.SMN, y estudiar el impacto de la condición inicial en los mismos considerando pronósticos inicializados a partir de un ensamble de análisis regionales y uno de análisis globales.

2. DATOS Y METODOLOGÍA

Para analizar el desempeño de los pronósticos probabilísticos de alta resolución se seleccionaron dos casos de estudio, caracterizados por el desarrollo de convección húmeda profunda y precipitación

intensa sobre Buenos Aires y este de Argentina, ocurridos el 26-27 de febrero y el 6-7 de marzo de 2022.

Se utilizaron pronósticos horarios a 30 horas, con una resolución horizontal de 4 km, la cual permite resolver la convección en forma explícita. El ensamble de 20 miembros es generado a partir de la combinación de diferentes esquemas físicos para la representación de los procesos de microfísica y capa límite (Matsudo y otros, 2022). Estos pronósticos utilizan como condición inicial una combinación de los análisis globales GEFS y GFS, y los denominamos NoAReg. A su vez, se realizó un experimento utilizando como condición inicial un conjunto de 20 análisis regionales provisto por el sistema SAP.SMN-ANA, al que denominamos AReg.

La configuración del modelo de los 20 miembros coincide entre NoAReg y AReg. Los pronósticos fueron inicializados a las 06 UTC tanto del 26 de febrero como del 7 de marzo. Para las condiciones de borde se utilizó la combinación de pronósticos globales GEFS y GFS inicializados a las 06 UTC en el caso de NoAReg y a las 00 UTC para AReg. Esta diferencia se debe a la disponibilidad del modelo global en tiempo real, ya que se considera como si AReg fuera una ejecución operativa (Dillon y otros, 2020, NT 82).

Para la validación de los pronósticos se utilizan las estimaciones cuantitativas de precipitación por satélite SQPE-OBS provista por el SMN (Hobouchian y otros, 2021).

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La *Figura 1* muestra la probabilidad de precipitación acumulada en 24 horas mayor a 20 mm para el pronóstico SAP.SMN-ENS utilizando como condición inicial el ensamble de análisis regionales (AReg) y globales (NoAReg), para ambos casos de estudio, válido para las 12 UTC del 27 de febrero y las 12 UTC del 7 de marzo.

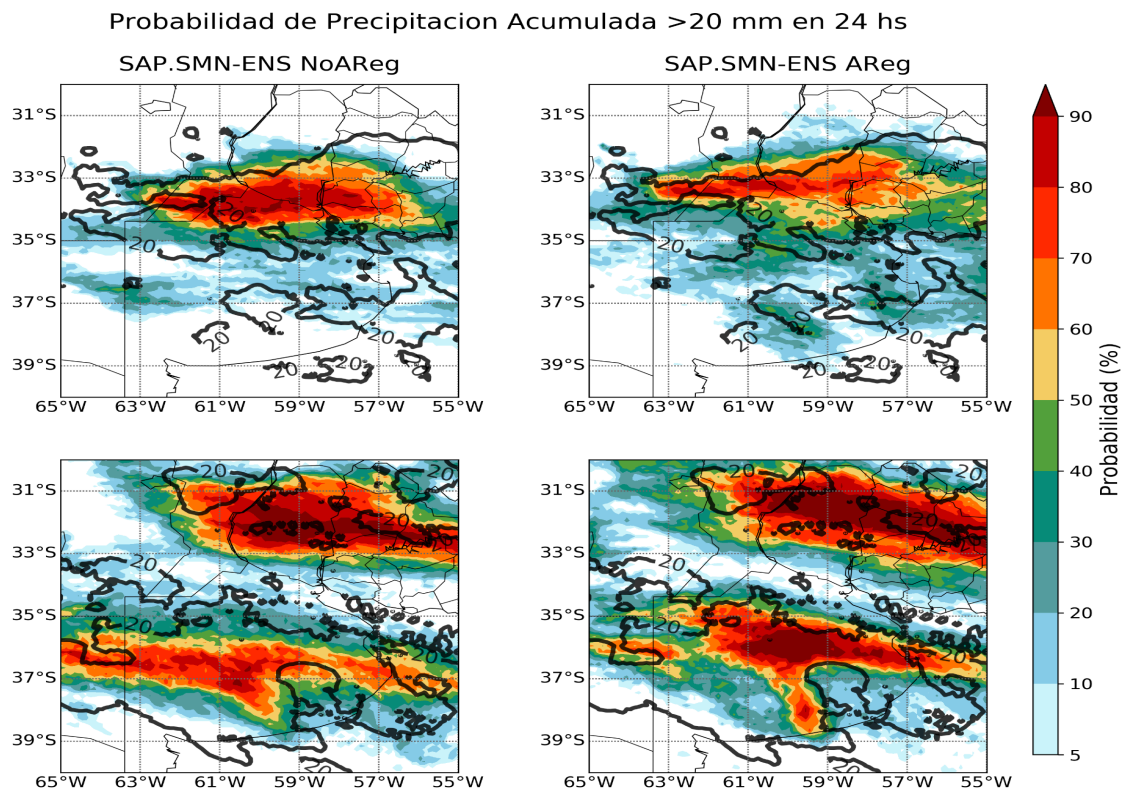


Figura 1: Probabilidad de precipitación acumulada en 24 horas mayor a 20 mm, entre las 12 UTC del 26/2 y las 12 UTC del 27/2 (arriba) y entre las 12 UTC del 6/3 y las 12 UTC del 7/3 (abajo), para el SAP.SMN-ENS NoAReg (izq.) y AReg (der.). Los contornos negros muestran la precipitación acumulada equivalente a 20 mm estimada por SQPE-OBS.

Para el caso de estudio de febrero (paneles superiores de la *Fig. 1*), al comparar con la precipitación estimada por SQPE-OBS, se observa que los valores de probabilidad de AReg coinciden mejor que los de NoAReg al sur y sudeste de Buenos Aires. A su vez, la zona de mayor probabilidad de AReg se extiende al centro de Uruguay y hacia el sur de Córdoba, en consonancia con la estimación de precipitación. Sin embargo, NoAReg alcanza los valores de probabilidad más altos. En ambos experimentos la media del ensamble es menor a 70 mm, siendo que la SQPE-OBS supera los 100 mm, pero la ubicación del área de máxima precipitación se encuentra mejor representada con la media de NoAReg (no mostrado).

Para el caso de estudio de marzo (paneles inferiores de la *Fig. 1*) se obtienen resultados similares. En particular, ambos pronósticos sobreestiman la precipitación observada sobre Santa Fe y Entre Ríos. Sin embargo, el experimento AReg logra posicionar mejor la zona de precipitación observada al sur, con mayores valores de probabilidad en la región centro-norte del sistema precipitante. En dicha área la media del ensamble de AReg superó los 70 mm en concordancia con SQPE-OBS, mientras que NoAReg se mantuvo por debajo de los 50 mm (no mostrado).

Si bien es necesario evaluar otras variables, estos resultados preliminares resultan alentadores respecto de la inclusión de observaciones locales en la condición inicial de los pronósticos numéricos en alta resolución del SAP.SMN-ENS, y motivan a seguir avanzando en el desarrollo de un sistema regional de asimilación de datos que permita mejorar la precisión de los pronósticos, en particular de precipitación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado con el proyecto PICT 2018-03202. Se agradece al SMN y al proyecto CyT Alerta por la adquisición del HPC en donde se ejecutaron los pronósticos.

REFERENCIAS

- Dillon, M.E., C. Matsudo, Y. García Skabar, M. Sacco y M. Alvarez Imaz, 2020:** Implementación del sistema de pronóstico numérico en el HPC: Configuración del ensamble. Nota Técnica SMN 2020-79.
- Dillon, M. E., P. Maldonado, F. Cutraro, Y. García Skabar y M. Sacco, 2020:** Implementación del sistema de pronóstico numérico en el HPC: Características del sistema de asimilación de datos LETKF-WRF. Nota Técnica SMN 2020-82.
- Epstein, E. S., 1969:** Stochastic-dynamic prediction. *Tellus*, 21, 739-759.
- Harnisch, F. and C. Keil, 2015:** Initial conditions for convective-scale ensemble forecasting provided by ensemble data assimilation, *Mon. Wea. Rev.*, 143, 1583-1600.
- Hobouchian, M. P., y coautores, 2021:** Ajuste de la estimación de precipitación satelital IMERG con observaciones pluviométricas en Argentina. Nota Técnica SMN 2021-105.
- Maldonado P., y coautores, 2022:** Sistema de asimilación de datos y pronóstico numérico del Servicio Meteorológico Nacional: componente experimental. Características y ajustes. XIV Congreso Argentino de Meteorología. 7 al 11 de noviembre, 2022.
- Matsudo C. y coautores, 2022:** Sistema de asimilación de datos y pronóstico numérico del Servicio Meteorológico Nacional: componente operativa. XIV Congreso Argentino de Meteorología. 7 al 11 de noviembre, 2022.
- Skamarock, W., J. Klemp, J. Dudhi, D. Gill, D. Barker, M. Duda, X. Y. Huang, W. Wang, J. Powers, 2008:** A Description of the Advanced Research WRF Version 3. Technical Report NCAR/TN-475+STR. NCAR.