

ASIMILACIÓN DE DATOS DE RADAR EN ESCALA CONVECTIVA: CASO DE ESTUDIO DURANTE LA CAMPAÑA RELAMPAGO

Paula Maldonado¹, Juan Ruiz^{2,3}, Celeste Saulo^{1,2}
pmaldonado@smn.gob.ar

¹ Servicio Meteorológico Nacional, Argentina (SMN)

² Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA/CONICET-UBA)

³ Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO-FCEN-UBA)

Palabras clave: ASIMILACIÓN DE DATOS DE RADAR, SCALE-LETKF, RELAMPAGO.

1) INTRODUCCIÓN

Uno de los desafíos actuales que tiene el pronóstico numérico de la atmósfera está relacionado con la predicción de eventos meteorológicos de alto impacto asociados a convección húmeda profunda, como por ejemplo rafagas de viento, caída de granizo e inundaciones repentinas. En los últimos años, la combinación de observaciones y modelos numéricos de la atmósfera con alta resolución espacial y frecuencia temporal ha permitido mejorar la condición inicial empleada en los pronósticos de eventos severos. En particular, la asimilación de datos de radares meteorológicos ha mostrado resultados alentadores permitiendo la obtención de análisis que logran representar con mayor precisión la ubicación, intensidad y tiempo de ocurrencia de los sistemas convectivos.

La técnica de asimilación de datos *Local Ensemble Transform Kalman Filter* (LETKF; Hunt y otros, 2007) es una de las más utilizada en escala convectiva y presenta resultados alentadores en nuestra región cuando se la acopla al modelo numérico de mesoescala *Weather Research and Forecasting* (WRF; Guerrieri, 2018; Maldonado y otros, 2020) así como también en regiones del hemisferio norte utilizando el modelo regional *Scalable Computing for Advanced Library and Environment* (SCALE) desarrollado recientemente por el instituto de investigación japonés R-CCS (Lien y otros, 2017; Necker y otros, 2020).

El objetivo de este trabajo es explorar el desempeño del sistema de asimilación de datos de radar SCALE-LETKF en un caso de estudio caracterizado por la formación de una tormenta supercelular en la provincia de Córdoba durante la tarde del día 10/11/2018, focalizando en el impacto que las observaciones de radar tienen en los análisis generados y explorando la sensibilidad del sistema a la hora de inicio del proceso de asimilación de datos.

2) METODOLOGÍA

Durante los meses de octubre y diciembre de 2018 se llevó a cabo el periodo de observaciones intensivas correspondientes a la campaña de medición RELAMPAGO (Nesbitt y otros, 2021). El día 10/11/2018 se desarrollaron tormentas intensas en las cercanías de Santa Rosa de Calamuchita aproximadamente a las 19 UTC, las cuales se intensificaron rápidamente dando lugar al desarrollo de una supercelda, produciendo precipitación intensa y granizo.

Los datos de reflectividad y velocidad radial del radar RMA1-Córdoba pertenecientes a la red SINARAME fueron utilizados luego de someterlos al proceso de control de calidad desarrollado por Ruiz y otros (2018) e implementado operativamente en el SMN (Arruti y

otros, 2021). El mismo permite identificar y remover píxeles que se ven afectados por fenómenos como son el bloqueo topográfico asociado a la presencia de las Sierras de Córdoba, la atenuación de reflectividad, la presencia de ecos no meteorológicos, la interferencia electromagnética, el *aliasing* de la velocidad radial, entre otros.

El sistema de asimilación de datos SCALE-LETKF genera un ensamble de 60 análisis con una frecuencia de 5 minutos y una resolución horizontal de 2 km, pudiendo resolver en forma explícita la convección. El dominio cubre un área de 250000 km² en la región centro del país en las inmediaciones del radar RMA1-Córdoba. Las condiciones iniciales y de borde son provistas por un ensamble regional de análisis de menor resolución (10 km) en cual se asimilan observaciones que incluyen datos de estaciones de superficie convencionales y automáticas, sondeos, aviones, boyas, barcos y satélites geoestacionarios y de órbita polar.

Con el fin de determinar la cantidad de ciclos de asimilación que resultan necesarios para una buena representación del sistema convectivo, se realizaron experimentos de sensibilidad que difieren en la hora de inicio del ciclo de asimilación de los datos de radar, siendo la misma previa (18 UTC), en el momento (19 UTC) y posterior (20 UTC) al inicio de la convección. Cabe destacar que la supercelda alcanza su estado de mayor intensidad cerca de las 2015 UTC.

3) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para evaluar el desempeño del sistema SCALE-LETKF en la representación de la supercelda, la *Figura 1* muestra la reflectividad simulada por el experimento que inicia el proceso de asimilación a las 18 UTC y la observada por el radar RMA1-Córdoba. Se observa que el análisis es capaz de reproducir con precisión la posición e intensidad de la tormenta luego de transcurridos 25 ciclos de asimilación. Además el análisis representa en forma adecuada las características principales que rigen la dinámica de esta tormenta (i.e., ascendente rotante, pileta de aire frío, frente de rafagas), siendo consistente con los modelos conceptuales desarrollados para el modo de organización supercelular (no se muestra).

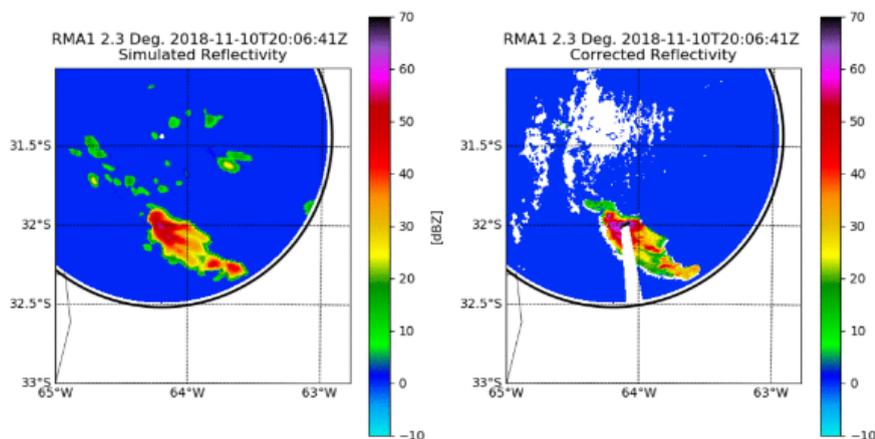


Figura 1: Reflectividad correspondiente a la elevación de antena 2.3° para las 2005 UTC, simulada por la media del ensamble de análisis del experimento que inicia la asimilación de datos de radar a las 18 UTC (izq.) y por las observaciones del radar RMA1-Córdoba (der.).

Por su parte, la *Figura 2* muestra el máximo temporal en el periodo de asimilación de la intensidad de la ascendente para los experimentos de sensibilidad a la hora de inicio del proceso de asimilación de datos. Puede verse que la trayectoria de la supercelda es similar en todos los experimentos mientras que el ciclo de vida de la tormenta difiere entre ellos, observándose una tormenta con una ascendente continua y persistente en el experimento que asimila datos de radar previo al inicio de la convección (18 UTC), una tormenta que se debilita

y vuelve a intensificarse en el experimento de las 19 UTC y una tormenta de menor duración en el experimento que inicia la asimilación de datos de radar posterior al inicio de la convección.

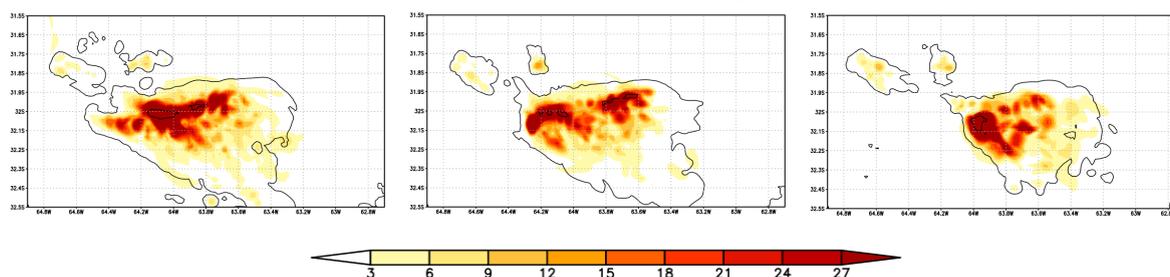


Figura 2: Máximo temporal de la intensidad de la ascendente [m/s] entre 3-10 km durante el periodo de asimilación para el experimento inicializado a las 18 UTC (izq.), a las 19 UTC (centro) y a las 20 UTC (der.). En contorno negro se indica el borde de nube.

Los resultados obtenidos a partir de este caso de estudio muestran el buen desempeño del sistema SCALE-LETKF en nuestra región y motivan a continuar la investigación a partir de casos de estudios que contemplen otros modos de organización de la convección con el objetivo de explorar el impacto de la asimilación de datos de radar en los pronósticos a muy corto plazo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por los proyectos PICT 2017-2233 y UBACyT 20020170100504BA y por el instituto RIKEN-CCS.

REFERENCIAS

- Arruti, A., P. Maldonado, M. Rugna, M. Sacco, J. Ruiz, L. Vidal, 2021:** Sistema de control de calidad de datos de radar en el Servicio Meteorológico Nacional - Parte I: Descripción del algoritmo. Nota Técnica SMN 2021-86.
- Guerrieri, J. M., 2018:** Asimilación de datos de radar mediante LETKF-WRF: caso de estudio. Tesis de licenciatura, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN-UBA.
- Hunt B., E. Kostelich, I. Szunyogh, 2007:** Efficient data assimilation for spatiotemporal chaos: A local ensemble transform Kalman filter. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 230, 112-126. <https://doi.org/10.1016/j.physd.2006.11.008>.
- Lien G-Y., T. Miyoshi, S. Nishizawa, R. Yoshida, H. Yashiro, S. A. Adachi, T. Yamaura, H. Tomita, 2017:** The Near-Real-Time SCALE-LETKF System: A Case of the September 2015 Kanto-Tohoku Heavy Rainfall, *SOLA*, 13, 1-6. <https://doi.org/10.2151/sola.2017-001>
- Maldonado, P., J. Ruiz, C. Saulo, 2020:** Parameter sensitivity of the LETKF-WRF system for assimilation of radar observations: imperfect-model observing system simulation experiments. *Weather and Forecasting*, 35 (4), 1345-1362. <https://doi.org/10.1175/WAF-D-19-0161.1>
- Necker, T., S. Geiss, M. Weissmann, J. Ruiz, T. Miyoshi, G-Y. Lien, 2020:** A convective-scale 1000-member ensemble simulation and potential applications. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146 (728), 1423-1442. doi: 10.1002/qj.3744
- Nesbitt S. W. y coautores, 2021:** A storm safari in Subtropical South America: proyecto RELAMPAGO. *Bulletin of the American Meteorological Society*. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-20-0029.1>
- Ruiz J., P. Maldonado, M. Rugna, P. Corrales, A. Arruti, L. Vidal, Y. García Skabar, P. Salio, 2018:** Desarrollo de un sistema de control de calidad para datos de radar. Congreso Argentino de Meteorología XIII.