

IMPACTO DE LAS OBSERVACIONES EN LOS PRONÓSTICOS POR ENSAMBLE (EFSOI) DE UN EVENTO METEOROLÓGICO DE ALTO IMPACTO UTILIZANDO UN SISTEMA DE ASIMILACIÓN DE DATOS CON RESOLUCIÓN CONVECTIVA.

Gimena Casaretto^{1,2,5}, María Eugenia Dillon^{1,2}, Yanina García Skabar^{2,3}, Federico Cutraro², Paula Maldonado², Maximiliano Sacco², Juan Ruiz^{3,4,5}, Maite Cancelada^{1,2,3}, Takemasa Miyoshi⁶

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

² Servicio Meteorológico Nacional

³ Instituto Franco-Argentino para el estudio del clima y sus impactos (CNRS-IRD-CONICET-UBA)

⁴ Centro de Investigaciones del mar y la atmósfera, CONICET-UBA

⁵ Departamento de ciencias de la atmósfera y los océanos, FCEyN, UBA

⁶ iTHEMS - RIKEN Center for Interdisciplinary Theoretical and Mathematical Sciences

gcasaretto@smn.gob.ar

Palabras clave: asimilación de datos, impacto de observaciones, pronóstico del tiempo.

1 Introducción

El análisis de redes de observación en sistemas de asimilación de datos (DA) es fundamental para mejorar la precisión de los pronósticos. Para identificar las observaciones beneficiosas y perjudiciales, y promover sistemas de observación efectivos, es crucial evaluar la contribución de cada tipo de observación asimilada en un sistema DA específico.

La metodología Forecast Sensitivity to Observations Impact (FSOI) cuantifica cómo cada observación individual afecta la predicción. Kalnay et al. (2012) simplificaron y ampliaron FSOI para ensambles (EFSOI) para poder aplicar el método a cualquier variación del filtro de Kalman por ensambles, reduciendo el costo computacional. El impacto de las observaciones se define como la diferencia de errores entre dos pronósticos posteriores considerando la misma verdad de referencia, por ejemplo, el análisis u observaciones independientes (Necker et al., 2018).

El objetivo de este trabajo es cuantificar el impacto de asimilar datos de reflectividad de radar y observaciones de estaciones meteorológicas de superficie en un pronóstico convectivo sobre las Sierras de Córdoba, Argentina, utilizando EFSOI y comparar los resultados utilizando distintas métricas de error.

2 Metodología

Se implementó un sistema de asimilación de datos acoplado al modelo Weather Research and Forecasting (WRF), utilizando el Ensamble de Filtro de Kalman Localizado y Transformado (LETKF). Se utilizaron los análisis y previsiones del Global Forecast System (GFS) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica estadounidense, incluyendo las perturbaciones del ensamble, para las condiciones de contorno. El dominio se ejecutó con una resolución de 2 km y 60 niveles verticales sigma-p, con un tope del modelo fijado en 10 hPa (ver Fig. 1). Los análisis a escala convectiva se obtuvieron cada 5 minutos asimilando datos de reflectividad (dbz) del radar de banda C RMA1 y observaciones en superficie de estaciones meteorológicas automáticas (AWS), que incluyen humedad relativa (rhs), temperatura (ts), viento zonal (us) y meridional (vs), y presión en superficie (ps). Se

construyó un conjunto multifísico de 40 miembros combinando diferentes parametrizaciones de la microfísica y de la capa límite planetaria (PBL).

El experimento se realizó durante 5 horas, comenzando el 13 de diciembre de 2018 a las 23 UTC y finalizando el 14 de diciembre a las 03 UTC, para simular un evento de precipitación de alto impacto.

La contribución de cada observación asimilada en el tiempo $t=0$ a la reducción o aumento del error de pronóstico en un momento posterior se cuantifica mediante el EFSOI. El impacto de asimilar una observación (y_0) en $t=0$ se cuantifica por la diferencia de los errores de la previsión inicializada en $t=0$ y en $t=-5$ en un tiempo de evaluación determinado. Dichos errores se cuantifican en base a una métrica respecto a un campo de verificación.

En este estudio se aplicó el error de energía MTE considerando el análisis medio del propio sistema (Err_MTE) y un análisis independiente (Err_MTEind). El análisis independiente fue obtenido utilizando 60 miembros de física múltiple, y se asimilaron observaciones del radar Doppler de banda C, manteniendo las configuraciones del sistema mencionadas previamente. A su vez, se utilizó la estimación cuantitativa de la precipitación por radar (RQPE) como valor de referencia para calcular el error de pronóstico mediante el BIAS (Err_BIAS) y el Fractions Skill Score FSS (Err_FSS).

3 Resultados y discusión

La Figura 2 muestra el porcentaje de impacto beneficioso, calculado como el cociente entre el número de observaciones beneficiosas y el total de observaciones asimiladas, según los cálculos obtenidos mediante las 4 configuraciones de EFSOI considerando los plazos de evaluación del pronóstico de 15 y 30 minutos.

Se observa que, en todas las configuraciones, las observaciones de radar presentan un porcentaje superior al 50%. Se destaca que Err_MTE muestra valores porcentuales superiores a Err_MTEind, un resultado esperado, ya que el uso del análisis propio como campo de verificación introduce un sesgo al calcular el error del pronóstico inicializado a partir del análisis propio del sistema de asimilación. Los valores de porcentaje de impacto beneficioso de Err_BIAS son los más bajos entre los experimentos, dado que se está exigiendo demasiado al pronóstico al utilizar una métrica punto a punto como medida de error en la precipitación. Sin embargo, al emplear una métrica con suavizado espacial, como el FSS en Err_FSS, los valores porcentuales se asemejan a los obtenidos en las otras configuraciones.

Al aumentar el plazo de evaluación del pronóstico de 15 a 30 minutos, las observaciones de radar disminuyen su porcentaje de impacto beneficioso en todas

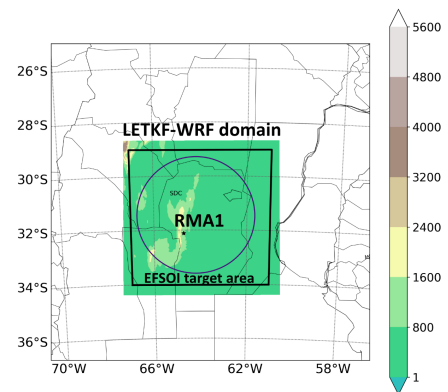


Fig. 1. Dominio computacional y topografía correspondiente en metros (sombreado) y zona objetivo EFSOI (línea continua). RMA1, ubicación del radar (estrella) y el anillo de alcance correspondiente.

las configuraciones. Los valores más elevados de porcentaje beneficioso para las observaciones de radar se encuentran para Err_FSS y el plazo de evaluación de pronóstico de 15 minutos. Esto era esperable, ya que se trata de una métrica de error más adecuada para observaciones de precipitación. Estos comportamientos no se observan para las observaciones de superficie.

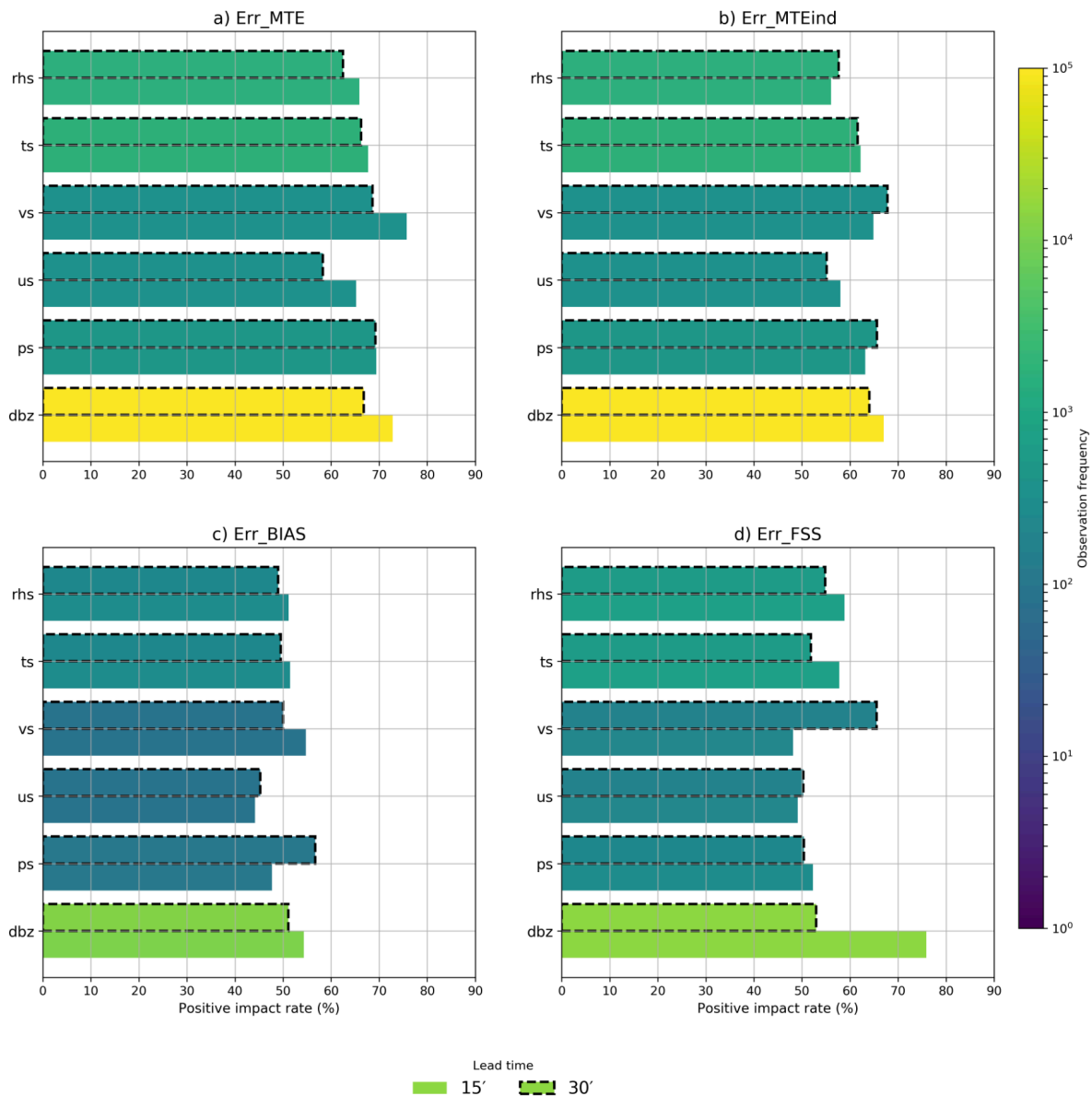


Figura 2: Porcentaje de impacto beneficioso para ambos plazos de evaluación de pronóstico 15 (sin contorno) y 30 (contorno punteado) minutos por variable de las observaciones asimiladas para las configuraciones de EFSOI(a) Err_MTE, (b) Err_MTEind, (c) Err_BIAS y (d) Err_FSS.

Referencias

Kalnay, E., Ota, Y., Miyoshi, T., Liu, J., 2012. A simpler formulation of forecast sensitivity to observations: application to ensemble kalman filters. *Tellus A: Dynam. Meteorol. Oceanogr.* 64, 18462. <https://doi.org/10.3402/tellusa.v64i0.18462>.

Necker, T., Weissmann, M., Sommer, M., 2018. The importance of appropriate verification metrics for the assessment of observation impact in a convection-permitting modelling system. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.* 144, 1667–1680. <https://doi.org/10.1002/qj.3390>.