

# CALIBRACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS DE TEMPERATURA Y VIENTO EN EL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

Federico Cutraro<sup>1</sup>, Silvina Righetti<sup>1,2</sup>, Yanina García Skabar<sup>1,3</sup>

[fcutraro@smn.gob.ar](mailto:fcutraro@smn.gob.ar)

<sup>1</sup>Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA)

<sup>3</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET)

**Palabras clave:** Error sistemático, Calibración, Filtro de Kalman.

## 1) INTRODUCCIÓN

Es bien sabido que los modelos de pronóstico numérico presentan errores en sus predicciones de las variables meteorológicas. Dichos errores, especialmente en las variables cercanas a superficie, se deben principalmente a la inhabilidad de los modelos numéricos para resolver fenómenos de pequeña escala y a las limitaciones en la representación de procesos físicos por parte de las parametrizaciones. Los errores poseen tanto una parte sistemática (también llamado bias) como una parte aleatoria. Mientras que la parte aleatoria suele ser difícil de estimar, la parte sistemática es comúnmente removida mediante métodos estadísticos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es corregir el error sistemático de la temperatura y la magnitud del viento en los pronósticos del esquema determinístico del Sistema de Asimilación y Pronóstico Numérico del Servicio Meteorológico Nacional (SAP.SMN-DET) a partir de la metodología de Regresión Adaptada basada en el Filtro de Kalman (RAFK) que fue empleada con éxito en numerosos trabajos entre los que se destacan Galanis y Anadranistakis (2002) y Pelosi y otros (2017).

## 2) METODOLOGÍA

La metodología de RAFK consiste en una regresión lineal múltiple, donde los predictores son variables pronosticadas por el modelo numérico y el predictando es el valor observado de la variable pronosticada. Este método aplica las ecuaciones del filtro de Kalman en forma secuencial a los coeficientes de la regresión lineal, lo que permite actualizar sus valores en cada paso de tiempo, en vez de mantenerlos constantes. Gracias a esta actualización secuencial, la metodología RAFK le brinda mayor peso a la información más reciente. Es importante destacar que este método requiere poco entrenamiento, con lo cual es capaz de adaptarse con bastante rapidez a cambios en el modelo y a regímenes meteorológicos duraderos y es particularmente bueno corrigiendo el bias de los modelos (Kalnay, 2003).

Dicha metodología se empleó asumiendo que los errores dependen linealmente del valor pronosticado. De este modo, el predictando es el error en el pronóstico y los predictores los valores de temperatura horaria, mínima y máxima diarias y la intensidad del viento pronosticadas por el modelo.

Dado que para poder aplicar la metodología se requiere contar con observaciones para estimar el error en el pronóstico, solo se la aplicó en los puntos de retícula del modelo más cercanos a estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Debido a la necesidad de contar con pronósticos calibrados en sitios y horarios donde no se cuenta con observaciones se planteó la posibilidad de realizar una interpolación, tanto espacial como temporal, de los coeficientes de calibración calculados mediante RAKF. La interpolación temporal consiste en utilizar los coeficientes de una misma estación para completar las horas en las que no hay observación y la espacial en un promedio de los coeficientes de distintas estaciones dentro de un rango de 500 km pesándolos por la inversa de la distancia al cuadrado al punto que se

quiere interpolar.

### 3) RESULTADOS

En la Figura 1 se muestra la raíz del error cuadrático medio (RMSE, de su sigla en inglés) para las variables horarias (temperatura e intensidad de viento) promediando todas las estaciones del SMN durante el período comprendido por los años 2020 y 2021 para el SAP.SMN-DET. De igual manera, se presenta en la Figura 2 el RMSE de la temperatura mínima y máxima. En ambos casos se puede ver que los pronósticos calibrados son sustancialmente mejores que los sin calibrar.

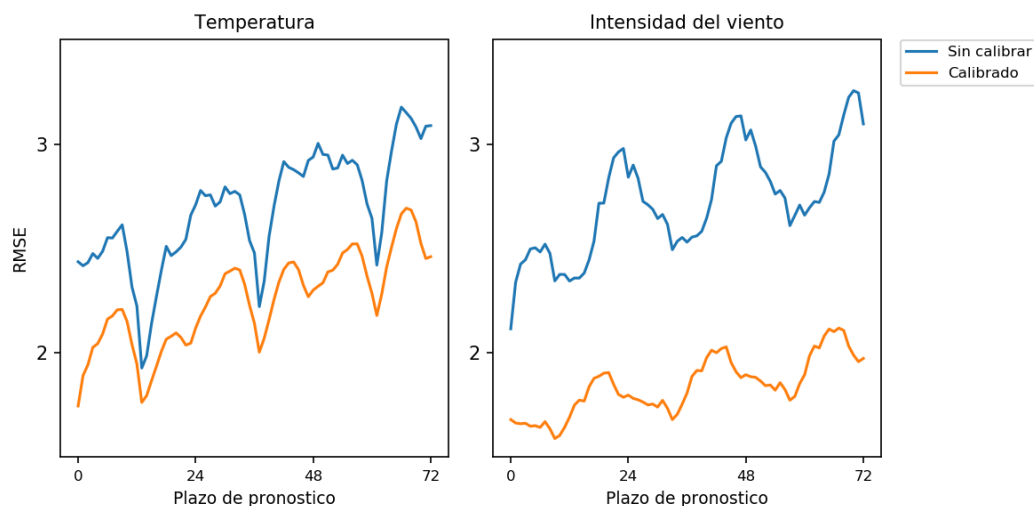


Figura 1: RMSE promediado para todas las estaciones del SMN en función del plazo de pronóstico del SAP.SMN-DET para la temperatura e intensidad del viento horario.

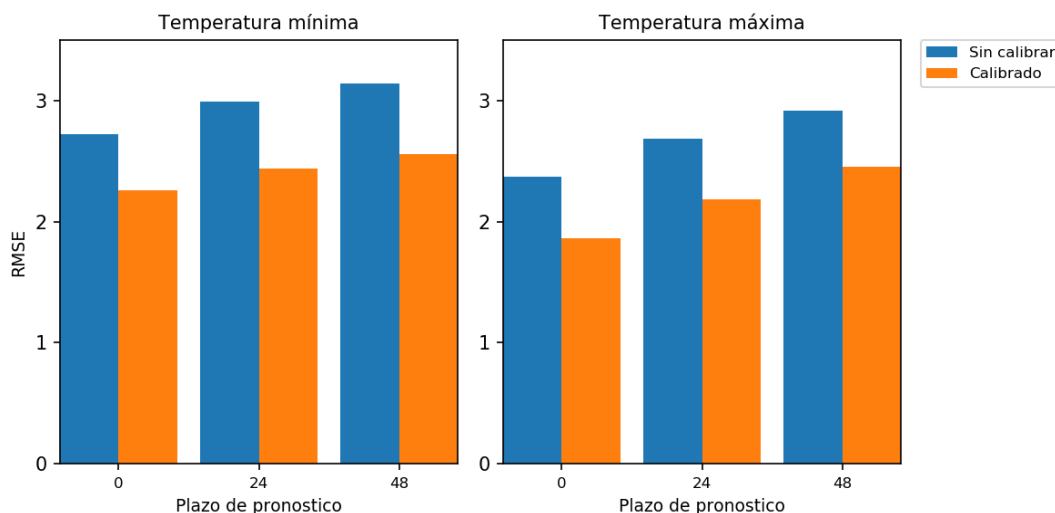


Figura 2: Idem Figura 1 pero para temperatura mínima y máxima diaria.

Para evaluar el desempeño de la interpolación espacial se compararon los campos de temperatura mínima y máxima calibrados con el producto CPC Global Daily Temperature de la NOAA (<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.cpc.globaltemp.html#up>) que presenta campos de temperatura observada generados por la interpolación de las observaciones provistas por el Sistema Global de Telecomunicaciones en una retícula regular de  $0.5^\circ$  en latitud y longitud. En la Figuras 3 y 4 se muestran los campos medios de bias del pronóstico (a) y la calibración (b) para las temperaturas mínimas y máximas, respectivamente. Además se muestra el valor del error absoluto medio (MAE) y la raíz del error cuadrático medio

(RMSE). Se puede observar que en ambos casos los campos calibrados son mejores que los pronosticados, presentando disminuciones claras en todos los estadísticos calculados, en especial para la temperatura máxima (Figura 4).

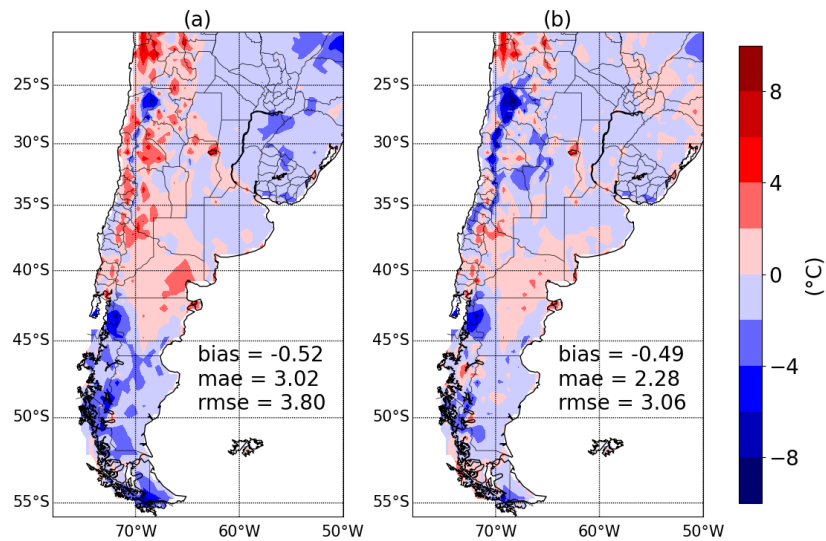


Figura 3: Campo medio de bias del pronóstico (a) y la calibración (b) para la temperatura mínima del SAP.SMN-DET.

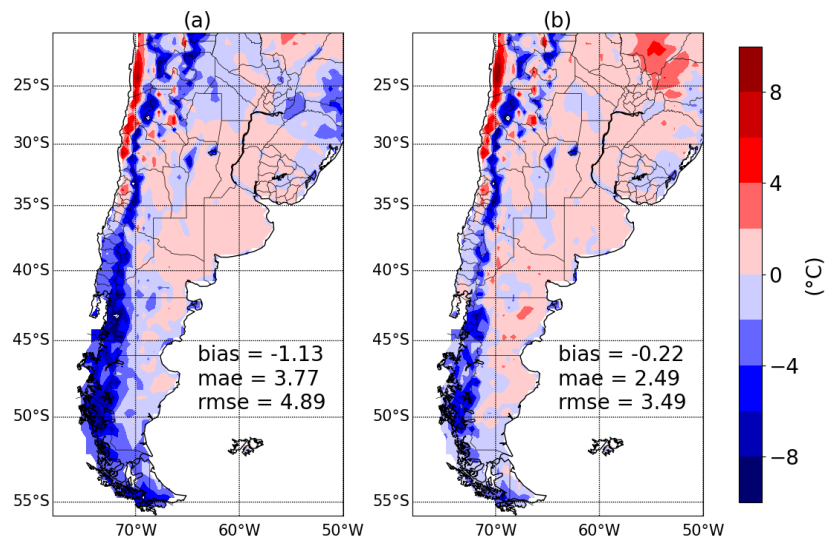


Figura 4: Idem Figura 3 pero para la temperatura máxima

#### 4) CONCLUSIONES

Se implementó la metodología RAFK para corregir los errores sistemáticos de las temperatura horarias, mínimas y máximas y la intensidad del viento. Se evaluó su desempeño comparando contra estaciones del SMN y contra campos reticulados de observaciones mostrando en todos los casos una mejora notable de los pronósticos.

#### REFERENCIAS

- Galanis, G. y M. An dranistakis, 2002:** A one dimensional Kalman filter for the correction of near surface temperature forecasts. *Meteorological Applications*, 9, 437–441.
- Kalnay, E., 2003:** Atmospheric modeling, data assimilation and predictability. Cambridge University Press, 369 pp.
- Pelosi, A., H. Medina, J. Van den Bergh, S. Vannitsem y G. B. Chirico, 2017:** Adaptive Kalman Filtering for Postprocessing Ensemble Numerical Weather Predictions. *Monthly Weather Review*, 145, 4837–4854.