

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS CRITERIOS PARA LA DETECCIÓN DE BAJAS POLARES SOBRE LA PENÍNSULA ANTÁRTICA

Belen Choquehuanca^{1,2,3}, Alejandro Godoy^{4,5}, Ramiro Saurral^{1,2,3,6}

belen.choquehuanca@cima.fcen.uba.ar

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

²CONICET– Universidad de Buenos Aires, Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA)

³Instituto Franco-Argentino de Estudios sobre el Clima y sus Impactos (IFAECI)– IRL 3351– CNRS-CONICET-IRD-UBA

⁴Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (UNLP)

⁵Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

⁶Barcelona Supercomputing Center (BSC), Barcelona, España

Palabras clave: Bajas Polares, Sensibilidad, Península Antártica.

1) INTRODUCCIÓN

Las Bajas Polares (BPs) son ciclones marítimos de mesoescala que se forman en masas de aire polar de latitudes altas, cerca del borde de hielo marino. Se caracterizan por su corta duración (menor a 36 hs) y estar asociados a vientos fuertes, nevadas intensas y condiciones de escasa visibilidad que representan un riesgo para las operaciones aéreas y marítimas polares (Rasmussen y Turner, 2003). Si bien en el hemisferio norte se han documentado climatologías detalladas, en el hemisferio sur hay un número limitado de estudios por lo que persisten vacíos importantes de conocimiento (Moreno-Ibañez y otros 2021). Recientemente el trabajo de Stoll (2022) ha contribuido a establecer criterios objetivos para la identificación de BPs, aunque estos criterios aún deben ser validados y adaptados a regiones específicas como la Península Antártica. Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo es analizar la sensibilidad de los umbrales propuestos por Stoll (2022) para la detección de BPs, evaluando su aplicabilidad a las condiciones locales de la Península Antártica. En particular, se examina un caso de estudio que cumplió los principales umbrales propuestos por Stoll (2022) para evaluar cómo se comportan dichos umbrales en un entorno regional.

2) METODOLOGÍA

Se utilizó el reanálisis ERA5 (Hersbach y otros, 2020) con una resolución espacial de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ para el año 2020 y para la región comprendida entre 135°O – 20°O y 80°S – 40°S (Fig.1a). Se aplicó el algoritmo de seguimiento de ciclones (Polar Mesoscale Cyclone, PMC) desarrollado por Watanabe y otros (2016) y adaptado por Stoll y otros (2021). Dicho algoritmo detecta mínimos locales de vorticidad relativa en 850 hPa inferiores a $-15 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ y los vincula cada 3 horas si ocurren a menos de 150 km del punto de propagación estimado, calculado a partir del viento medio entre 700 y 100 hPa en un radio de 200 km. Luego, se aplicaron los cuatro criterios de clasificación de BPs establecidos por Stoll (2022):

- Criterio de intensidad : $\xi_{850\text{hPa}} < -20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$
- Criterio de mesoescala: diámetro del vórtice $< 430 \text{ km}$
- Criterio del frente polar: $\theta_{\text{trop}} < 300.8 \text{ K}$
- Criterio de inestabilidad estática potencial: $\theta_{500\text{hPa}} - \theta_{\text{SST}} < 11.0 \text{ K}$

El análisis de sensibilidad consistió en modificar individualmente cada uno de estos umbrales, manteniendo fijos los restantes, y cuantificar el efecto sobre la frecuencia de BPs detectadas estacionalmente.

3) RESULTADOS:

Los resultados mostraron una mayor frecuencia de BPs en los mares de Amundsen y Bellingshausen, especialmente durante invierno y primavera, mientras que el mar de Weddell presentó menor actividad, probablemente debido a una mayor extensión de hielo marino o diferencias en la dinámica local. El análisis de sensibilidad reveló que los criterios de intensidad (ξ_{850} hPa) y estabilidad estática ($\theta_{500} - \theta_{SST}$) son los más sensibles, con umbrales más estrictos que reducen significativamente la detección de BPs (Fig. 1b, f,e,i). Por otro lado, el criterio de mesoescala mostró una sensibilidad moderada, mientras que el criterio de frente polar exhibió una sensibilidad más baja. Estas diferencias sugieren que los umbrales, particularmente los relacionados con intensidad y estabilidad estática, podrían requerir ajustes regionales para reflejar mejor las condiciones locales. Finalmente, se llevó a cabo el análisis de un caso de BP desarrollado entre 12-13 de octubre del 2020 al oeste de la Península Antártica (Fig. 2). Dado que los umbrales de inestabilidad estática e intensidad fueron unos de los más sensibles en el análisis estacional, analizamos si este sistema típico de octubre también estaría afectado por un umbral más estricto. El sistema presentó una estructura nubosa bien definida en forma de coma y un núcleo de vorticidad intensa ($\xi_{850} = -30 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$; Fig. 2 filas superior e intermedia). Es interesante observar que si el umbral de $\theta_{500} - \theta_{SST}$ (Fig. 2 filas inferior) se redujera a 10 K, este evento podría no haber sido detectado, a pesar de cumplir todos los demás criterios. Este caso de estudio ilustra cómo una baja polar puede cumplir todos los criterios clásicos, pero quedar cerca de los límites para umbrales como la inestabilidad estática. Esto resalta la necesidad de ajustar los valores umbrales según la región para evitar falsos negativos en la detección de BPs.

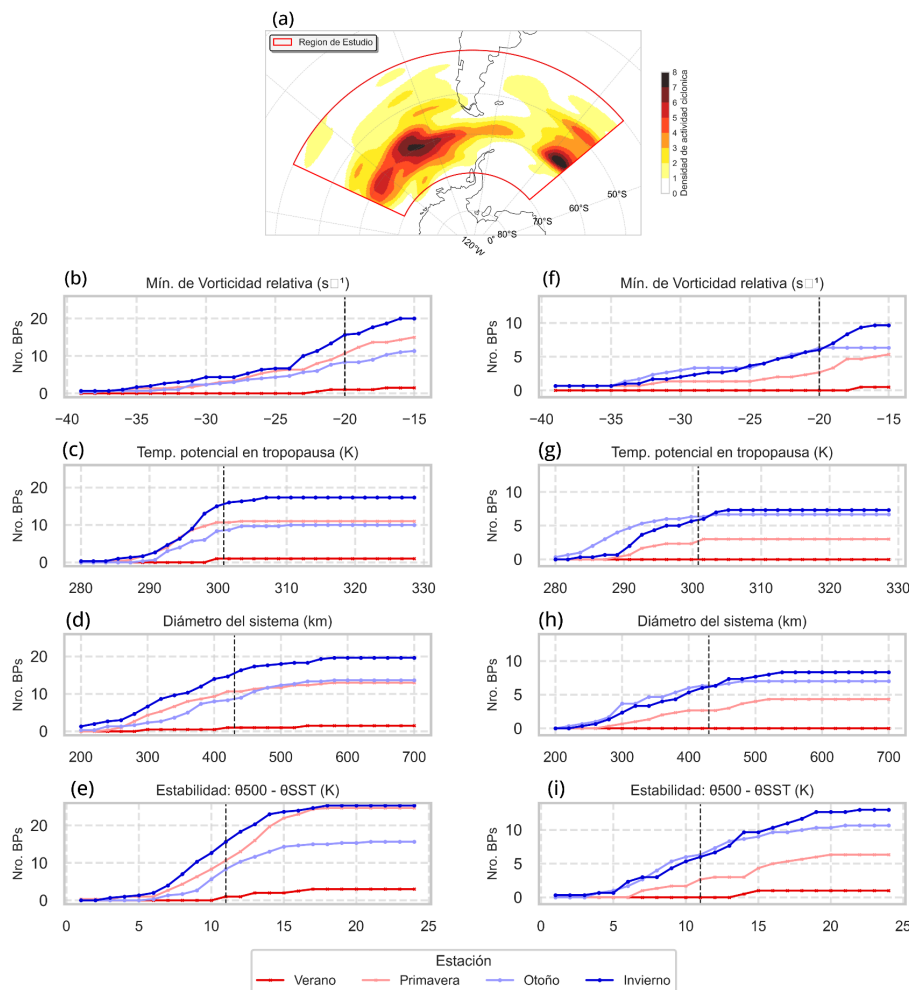


Figura 1. Panel a): Distribución de la densidad ciclónica de BPs en la región de estudio, calculada utilizando los umbrales propuestos por Stoll et al. (2022). Paneles b) a i): Análisis de sensibilidad de las variables más críticas para la detección de BPs en dos subregiones: Mar de Amundsen-Bellinghousen (paneles b a e) y Mar de Weddell (paneles f a i).

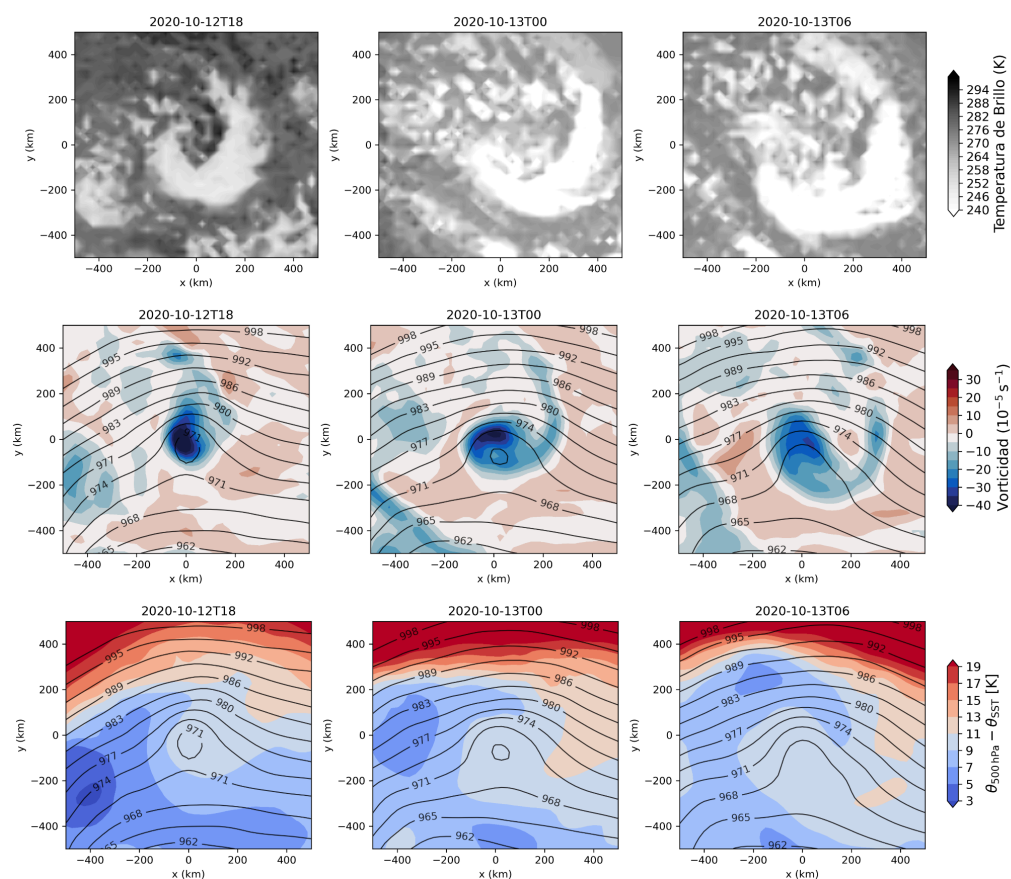


Figura 2. Caso de BP entre el 12 y el 13 de octubre de 2020. Se muestran: 1) temperatura de brillo (K) en la fila superior; 2) vortividad relativa en 850 hPa (sombreado) en la fila intermedia; 3) flujo de calor sensible (sombreado) en la fila inferior y la presión a nivel del mar (líneas negras).

REFERENCIAS:

- Moreno-Ibáñez, M., Laprise, R. y Gachon, P., 2021:** Recent advances in polar low research: current knowledge, challenges and future perspectives. *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, **73**, 1–31. <https://doi.org/10.1080/16000870.2021.1890412>
- Rasmussen, E.A. y Turner, J., 2003:** *Polar lows: Mesoscale Weather Systems in the Polar Regions*, Cambridge University Press, ISBN 978-0521183918.
- Stoll, P.J., 2022:** A global climatology of polar lows investigated for local differences and wind-shear environments. *Weather and Climate Dynamics*, **3**, 483–504. <https://doi.org/10.5194/wcd-3-483-2022>
- Stoll, P.J., Spengler, T., Terpstra, A. y Graversen, R.G., 2021:** Polar lows – moist-baroclinic cyclones developing in four different vertical wind shear environments. *Weather and Climate Dynamics*, **2**, 19–36. <https://doi.org/10.5194/wcd-2-19-2021>
- Watanabe, S.I., Niino, H. y Yanase, W., 2016:** Climatology of Polar Mesocyclones over the Sea of Japan Using a New Objective Tracking Method. *Monthly Weather Review*, **144**, 2503–2515. <https://doi.org/10.1175/MWR-D-15-0349.1>