

CARACTERIZACIÓN SINÓPTICA DE EVENTOS EXTREMOS DURANTE LA CAMPAÑA ANTÁRTICA TSCAN

Alejandro A. Godoy^{1,2}, Paola Rodriguez Imazio^{1,3}, Denise Auzmendis¹, Agustina Zapiola¹, Noemi Troche¹

agodoy@smn.gov.ar. Autor/a correspondiente.

¹Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

²Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (UNLP)

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Palabras clave: Ríos Atmosféricos, Bajas Polares, Nubes super frías.

1) INTRODUCCIÓN

La campaña de medición del proyecto de Turbulencia y Nubes Superfrías en la Antártida (TSCAN) tiene como objetivo caracterizar la dinámica de las nubes superfrías (NS) y su relación con la turbulencia, combinando datos in situ de mediciones con globos de parámetros atmosféricos y perfiles de Contenido de Agua Líquida Sobrefriada (SLWC, por sus siglas en inglés) con observaciones remotas de instrumentos terrestres en la región de la Península Antártica. Los detalles de la campaña se pueden encontrar en la Nota Técnica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de Imazio y otros (2025). Durante la campaña se realizaron briefings de pronóstico diariamente y un briefing semanal. En los mismos participaban el equipo de pronóstico de T-SCAN e integrantes del Centro Meteorológico Antártico Marambio (CMAM). Durante los briefings se identifican patrones de circulación atmosféricos, tales como Ríos Atmosféricos Antárticos (RAA) o Bajas Polares (BPs). Estos sistemas meteorológicos presentan un patrón nuboso con potencial de SLWC, como se documenta en trabajos como Gorodetskaya y otros (2014) y Listowski y otros (2020). Se planifican el lanzamiento de 30 radiosondas Väisälä con sondas Anasphere SLWC durante 30 días consecutivos, entre enero y febrero de 2025. Los lanzamientos se realizaron desde la estación Marambio, al norte de la Península Antártica. En este trabajo se presenta la caracterización de los eventos meteorológicos más significativos durante la campaña y los desafíos del pronóstico del tiempo en la región Antártica.

2) RESULTADOS

Durante la primera semana de mediciones (12 al 18 de enero 2025) se desarrolla un RAA que se desplaza desde latitudes medias hacia el norte de la Península Antártica con un patrón similar al encontrado por Gorodetskaya y otros (2014). En el evento el flujo meridional, asociado a la conducente cálida del ciclón, favorece el ingreso de humedad en el norte de la Península Antártica. Mientras que, al día siguiente, se registran vientos intensos asociados al pasaje de un sistema ciclónico (Figura 1). Luego, se observa un continuo pasaje de ciclones extratropicales de escala sinóptica, con sus centros principales en el Mar de Bellinhausen. Asimismo, se observan BPs de mesoescala embebidas en el flujo ciclónico, que favorecieron condiciones de inestabilidad, cielos cubiertos con nevadas y lloviznas debido al ingreso de aire húmedo desde el Mar de Weddell. Durante la segunda semana de mediciones (19 al 25 de enero) se caracteriza por condiciones excepcionalmente estables y cálidas. Esto se debe al establecimiento de un patrón de bloqueo en el Mar de Belinhausen que favoreció condiciones de cielos despejados y temperaturas máximas que superaron los 14°C. Hacia el final de la semana predominan eventos de niebla, sin registro de precipitaciones. Por otro lado, se observa en los datos de los radiosondeos realizados (no se muestra), que la altura de la tropopausa alcanza alturas por encima de la media climatológica (Imazio y otros, 2025). Esto coincide con una capa troposférica inusualmente cálida. Durante la tercera semana de mediciones (26 de

enero al 1 de febrero) se observa el ingreso de un RAA que favorece el ingreso de humedad, y se registran nevadas significativas y un descenso de la temperatura. El RAA, es parte de un sistema ciclónico extratropical que se extiende hasta niveles medios de la troposfera, que promueve vientos intensos en la región de Marambio y el norte de la Península Antártica. En la cuarta semana de mediciones (2 al 8 de febrero) una perturbación de altura ubicada en latitudes medias fuerza una ciclogénesis en el Pasaje de Drake que mantiene varios días de vientos intensos en la base Marambio, mientras el sistema se desplaza hacia el Mar de Weddell. Además, se desarrollan BPs en el Mar de Bellinhausen y el norte de la Península Antártica. Las mismas están inmersas en una masa de aire de origen polar y se observan nevadas y nieblas. En los últimos 10 días de la campaña (9 al 18 de febrero) se realizan pocas mediciones debido a que se registran varios días con vientos intensos y condiciones más estables. Se observa el ingreso de una masa de aire de origen polar, que presenta un flujo persistente del sur que inhibe el ingreso de aire húmedo de latitudes más bajas.

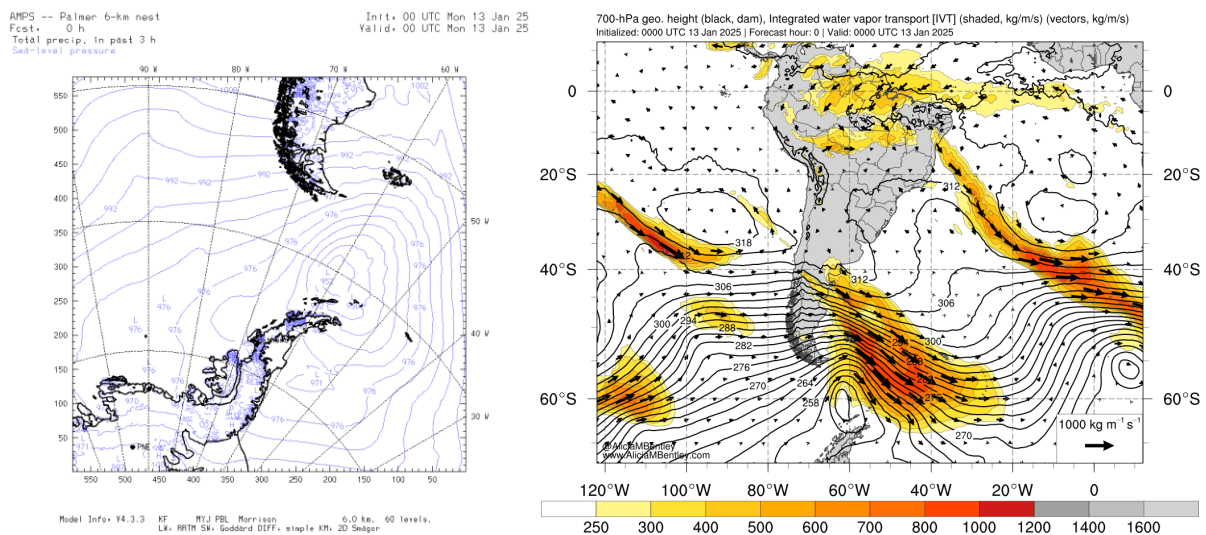


Figura 1: 13 de enero 00Z. A la izquierda campo de presión al nivel del mar (hPa) del análisis del AMPS-WRF (<https://www2.mmm.ucar.edu/rt/amps/>). A la derecha el campo del Transporte de Vapor de agua Integrado (IVT, sombreado y vectores) y la Altura Geopotencial en el nivel de 700 hPa (cont.) del análisis del modelo GFS en el mismo horario (<https://atmos.albany.edu>).

3) DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Durante la realización de los pronósticos para identificar potenciales eventos meteorológicos de interés, se encontraron varios desafíos. Por un lado, la dificultad de los modelos numéricos en representar con exactitud la posición e intensidad de los sistemas, y por otro su velocidad de desplazamiento y ciclo de vida. Esto modifica de forma sustancial las condiciones del tiempo previstas, incluso con pocas horas de anticipación. En ese sentido, los pronosticadores utilizan otras herramientas como imágenes satelitales para complementar el pronóstico a corto plazo. Un ejemplo de una situación pronosticada se muestra en la Figura 2 para el modelo AMPS-WRF, en su versión determinística. Allí se observa un sistema de baja presión ubicado en el Pasaje de Drake donde se preveía que estuviera asociado a un RAA. Sin embargo, el sistema fue mucho menos intenso que lo pronosticado, como también su posición, lo que modificó el campo de viento pronosticado.

En este sentido, es necesario aumentar la cantidad de observaciones que asimilan los modelos globales y regionales, que influyen de forma sustancial en la calidad de los pronósticos. Un ejemplo son las observaciones de altura, que durante la campaña se transmitieron a la red global de observaciones. Por otro lado, se está analizando para los eventos de la campaña los procesos turbulentos en la capa límite, la topografía y otros fenómenos de interés como la visibilidad reinante y techo de nubes. A partir del análisis presentado en este trabajo, se encuentra en curso

una caracterización de las condiciones favorables para el desarrollo de turbulencia en presencia y ausencia de nubes. En particular, y en conjunto con los datos de los sensores SLWC y los perfiles verticales de los sondeos, se encuentra en desarrollo un método de detección de turbulencia troposférica, mediante correcciones al perfil de humedad relativa.

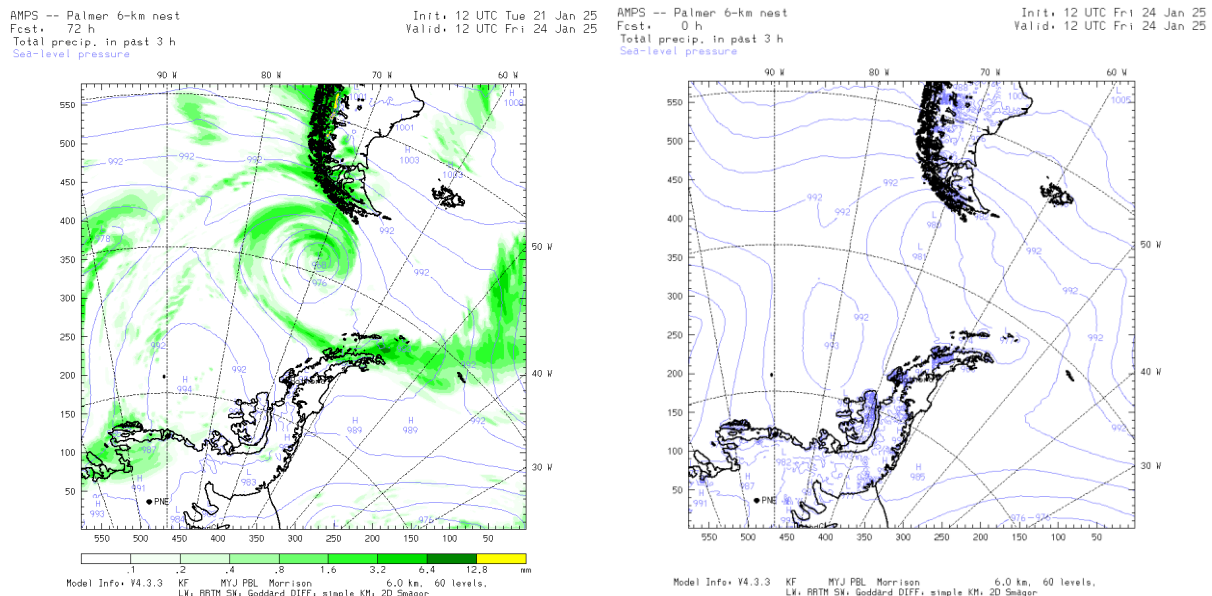


Figura 2: Pronóstico de la Presión al Nivel del Mar del AMPS-WRF. A la izquierda Pronóstico inicializado 72 hs antes. A la derecha el análisis del 24 de enero 2025 a las 12Z.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quisieran agradecer la participación y particular dedicación del equipo de pronóstico y del equipo técnico asociados a la campaña T-SCAN, sin los cuales las mediciones no hubieran sido posibles. También agradecemos el trabajo de Proyectos Antárticos, y al COCOANTAR por la logística.

REFERENCIAS

Gorodetskaya, I. V., M. Tsukernik, K. Claes, M. F. Ralph, W. D. Neff y Van Lipzig N. P. M., 2014: The role of atmospheric rivers in anomalous snow accumulation in East Antarctica, *Geophys. Res. Lett.*, 41, 6199–6206, doi:10.1002/2014GL060881.

Listowski, C., Rojo, M., Claud, C., Delanoë, J., Rysman, J.-F., & Cazenave, Q., et al, (2020): New insights into the vertical structure of clouds in polar lows, using radar-lidar satellite observations, *Geophys. Res. Lett.*, 47. <https://doi.org/10.1029/2020GL088785>.

Rodriguez Imazio P., Godoy A. A., Gambarte G., Quarín F., Auzmendi D., Zapiola A., Troche N., 2025: Campaña de medición de Turbulencia y nubes super frías en la Antártida (TSCAN). Reporte técnico SMN.