

# CLIMATOLOGÍA DE LAS INVERSIONES TÉRMICAS DE LA BAJA TROPÓSFERA EN LA CIUDAD DE MENDOZA

Diego C. Araneo<sup>1,2</sup>, Martina Galarza<sup>2</sup> y Jorge R. Santos<sup>2</sup>  
[daraneo@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:daraneo@mendoza-conicet.gob.ar)

<sup>1</sup> Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA, CONICET-UNCuyo-Gobierno de Mendoza)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN, UNCuyo)

**Palabras clave:** Inversiones térmicas, Mendoza.

## 1) INTRODUCCIÓN

Una inversión de temperatura (IT) es una capa de la atmósfera en la que la temperatura aumenta con la altura. Con respecto a sus alturas de base, se han distinguido dos tipos: las IT de superficie (TIs, que parten del suelo) y las elevadas (Tie con bases por encima del suelo). Los mecanismos de formación de las IT se han estudiado en profundidad. Las ITs suelen formarse tras la puesta de sol debido al enfriamiento radiativo del suelo, y crecen gradualmente en profundidad y fuerza. Suelen disiparse después del amanecer o son destruidas por vientos superiores a 20 km/h (Czarnecka et al. 2019). Las ITe suelen generarse por advecciones cálidas, subsidencia asociada a sistemas de alta presión, sistemas frontales, topografía de meseta-planicie y valles, o aparecer como remanentes de ITs (Palarz et al. 2019).

Las IT de bajo nivel desempeñan un papel crucial en la inhibición del intercambio vertical de energía y masa, y pueden provocar la acumulación de contaminantes atmosféricos (Nidzgorska-Lencewicz y Czarnecka, 2015). Su estudio climatológico proporciona una visión fundamental de la estabilidad estática de la atmósfera y es indispensable para el control de la contaminación atmosférica. El objetivo de este trabajo es hacer una descripción climatológica de las principales características de las IT en la Ciudad de Mendoza, en base al análisis de perfiles diarios de temperatura obtenidos de sondeos de alta resolución.

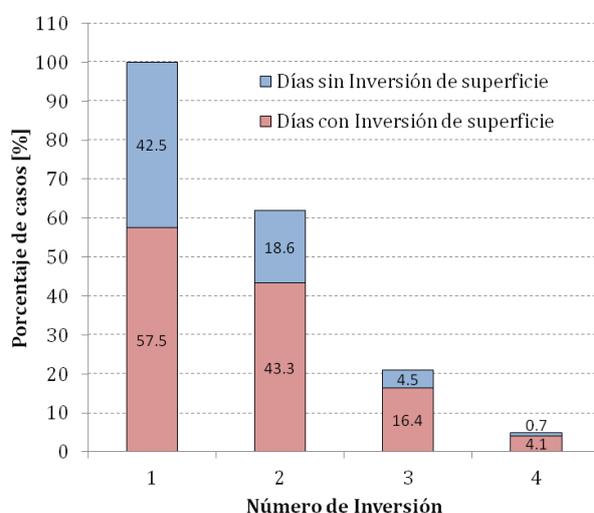


Figura 1: Porcentaje de días con 1 a 4 inversiones térmicas. Se señalan también los subconjuntos de días con y sin inversiones de superficie.

## 2) DATOS Y METODOLOGÍAS

Se utilizaron datos de radiosondeo de la estación Mendoza Aero (704 msnm) del Servicio Meteorológico Nacional para el período 1981-2021. A partir de los perfiles verticales de temperatura, se identificaron objetivamente las inversiones de bajo nivel siguiendo el algoritmo de detección de Kahl (1990). Cada perfil de temperatura se escaneó hacia arriba desde la superficie hasta el nivel de 500 hPa. La parte inferior de la primera capa en la que la temperatura aumenta con la altitud se definió como la base de la inversión, y la parte inferior de la capa subsiguiente en la que la temperatura disminuye con la

altitud se definió como el tope. Debido a que los perfiles de temperatura individual suelen tener estructuras complejas, en muchos casos en un perfil aparecen varias capas de inversión. Dos capas de inversión vecinas separadas por una fina capa de no inversión (<100 m) se fusionaron para formar una capa de inversión más profunda.

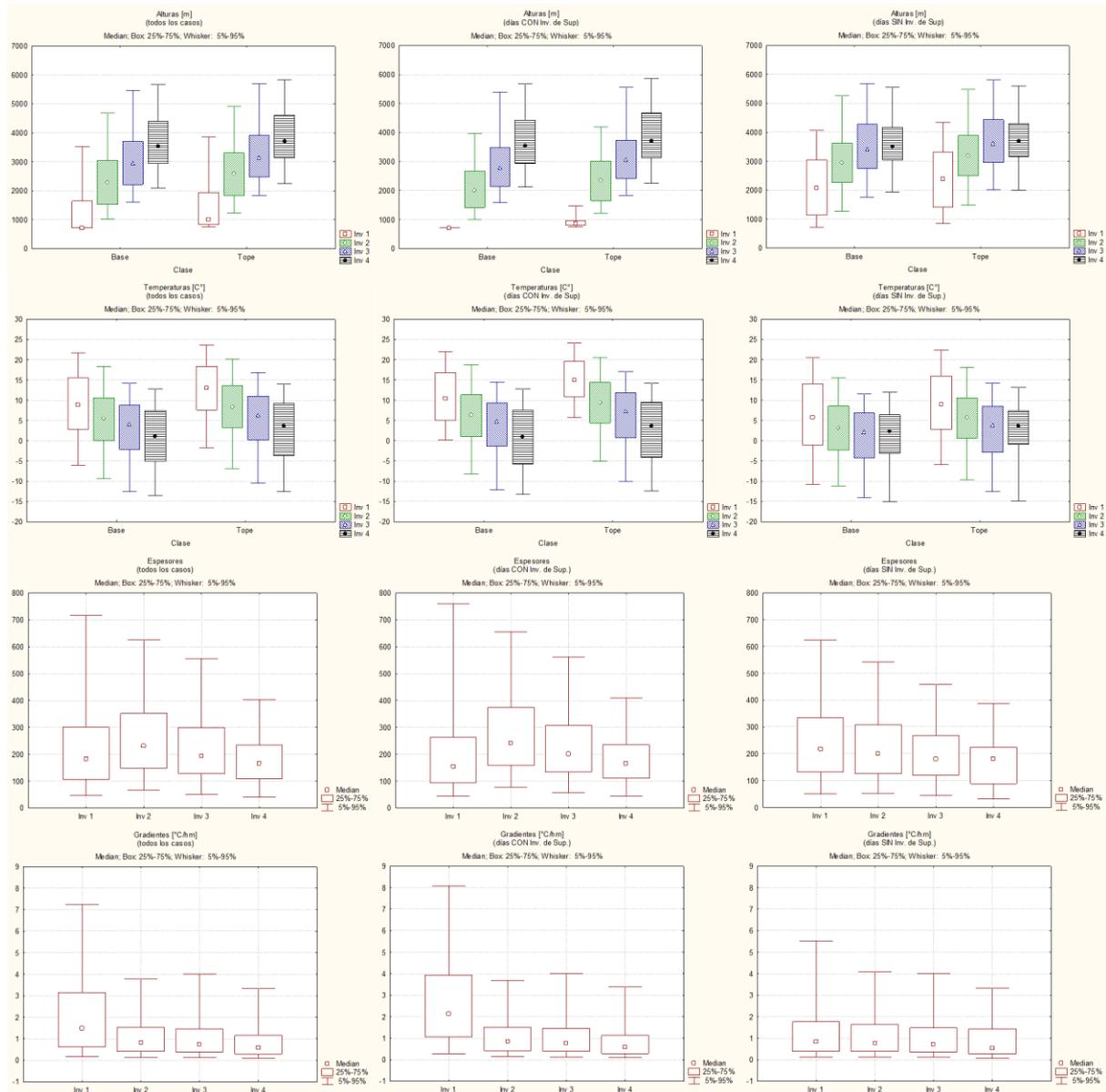


Figura 2: Box-Plots correspondientes a Alturas de Base y Tope (fila 1), Temperaturas de Base y Tope (fila 2), Espesores (fila 3) y Gradientes (fila 4), para el conjunto completo de días analizados (izquierda), y los subconjuntos de días con inversiones de superficie (centro) y sin inversiones de superficie (derecha).

Una vez detectados los días con IT, para cada capa de inversión se definieron 4 variables: Altura (en m) de base y tope, Temperatura (en °C) de base y tope, Espesor (en m, definido como la diferencia entre la altura del tope menos la base) y Gradiente térmico medio (en °C/hm, definido como el cociente entre la diferencia de temperaturas entre tope y base, y el espesor). Cada variable se estudió luego mediante técnicas usuales de estadística descriptiva y se calcularon los correspondientes parámetros típicos de tendencia central y dispersión, separando además el conjunto completo en días con o sin inversión de superficie (con o sin

base a 704-705 m), a fin de caracterizar diferencias.

### 3) RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se detectó un total de 6749 días con IT, de los cuales el 57.5% presentó inversiones de superficie, y el 61.9% muestra IT múltiples (2 o más inversiones) (Fig. 1). Menos del 1% de los días mostró más de 5 inversiones, por lo que en el caso de días con IT múltiples, sólo se estudió hasta la cuarta inversión. Los días con 3 o más inversiones representan menos del 21% de los casos con IT múltiples. Debido a que la mayoría de los casos presenta inversiones de superficie (ITs), se analizaron además por separado los días con (cITs) o sin (sITs) inversiones de superficie.

La gran mayoría de las IT (>80%) presenta su base por debajo de los 3120 m y sus topes por debajo de los 3350 m. Como es de esperar, para días con IT múltiples, aquellos cuya primera inversión no es de superficie (i. e. sITs), muestran una tendencia a presentar sus siguientes inversiones (2 y 3) con sus bases (y topes) a alturas mayores que los días cITs (Fig. 2 fila superior). Sin embargo, los días con 4 inversiones muestran esta inversión con una tendencia a permanecer a iguales niveles (o incluso más bajos) para los casos sITs que para los días cITs, lo que implica que para los días sITs las bases y topes de inversión tienden a ocupar una capa más restringida de la atmósfera baja. Como es de esperar, esto tiene su correlato en las Temperaturas de la base y el tope de las IT (Fig. 2 fila 2), las cuales tienden a ser más bajas para las inversiones 2 y 3 en los días sITs con respecto a los días cITs, salvo para la inversión 4 donde estas temperaturas tienden a ser iguales o incluso mayores.

Con respecto a los Espesores (Fig. 2 fila 3), tienden a ser mayores para la segunda inversión, sobre todo debido a que esto se observa principalmente para los días cITs, con una mediana de 242 m. Sin embargo, para los días sITs, la primera inversión es la que tiende a mostrar mayor espesor, con una mediana de 218 m.

Los mayores Gradientes térmicos se observan para las inversiones de superficie (Fig. 2 fila 4), probablemente debido a la mayor frecuencia de casos de fuerte enfriamiento radiativo. Estos gradientes oscilan entre alrededor de 1.1 y 3.9 °C/hm (valores cuartiles). Sin embargo, para primeras inversiones más elevadas (días sITs), los gradientes de la inversión 1 se reducen a ubicarse entre 0.4 y 1.8 °C/hm. Los gradientes para inversiones de orden superior muestran tendencia a valores semejantes entre sí.

En conclusión, la mayoría de los días con IT en Mendoza presentan inversiones de superficie, las cuales tienden a mostrar los mayores gradientes térmicos, posiblemente por enfriamiento radiativo. En muy pocos casos se encuentran más de 4 inversiones. Los espesores tienden a ser mayores para la segunda inversión, a menos que la primera no sea una ITs. Para el caso de días sITs, tanto las alturas de la base como del tope tienden a confinarse en una capa más restringida que para días cITs, y sus temperaturas responden en consecuencia.

### REFERENCIAS

- Czarnecka M., Nidzgorska-Lencewicz J., Rawicki K., 2019:** Temporal structure of thermal inversions in Leba (Poland). *Theor Appl Climatol*, 136, 1–13.
- Kahl, J. D., 1990:** Characteristics of the low-level temperature inversions along the Alaska Arctic coast. *Int J Climatol*, 10, 537–548.
- Nidzgorska-Lencewicz J. y Czarnecka M., 2015:** Winter weather conditions vs. air quality in Tricity, Poland. *Theor Appl Climatol*, 119, 611–627.
- Palarz A., Celinski-Myslaw D., Ustrnul Z., 2019:** Temporal and spatial variability of elevated inversions over Europe based on ERA-interim reanalysis. *Int J Climatol*, 40, 1335–1347.