

# Comparación de las variables Doppler entre radares banda C y S en el área de Buenos Aires

Nota Técnica SMN 2022-126

**Martin Rugna<sup>1</sup>, Ramón de Elía<sup>1</sup> y Luciano Vidal<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios - Servicio Meteorológico Nacional*

Abril 2022

### *Información sobre Copyright*

*Este reporte ha sido producido por empleados del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de documentar sus actividades de investigación y desarrollo. El presente trabajo ha tenido cierto nivel de revisión por otros miembros de la institución, pero ninguno de los resultados o juicios expresados aquí presuponen un aval implícito o explícito del Servicio Meteorológico Nacional.*

*La información aquí presentada puede ser reproducida a condición que la fuente sea adecuadamente citada.*

## Resumen

En el área metropolitana de Buenos Aires se encuentran dos radares meteorológicos Doppler y de doble polarización que operan en frecuencias distintas, el RMA2 del SINARAME instalado en Ezeiza funciona en la banda C y el EEC del GCABA situado en Merlo funciona en la banda S. La oportunidad de contar con dos radares de bandas diferentes a poca distancia nos permite comparar el desempeño. Dado que las velocidades radiales son necesariamente distintas (miden, al estar ubicados en diferentes lugares, diferentes componentes del viento horizontal), es de interés la comparación en el ruido asociado a la medición que suponemos independiente del ángulo de medición. El radar de Merlo presenta mediciones de bajo ruido observando casos de precipitación estratiforme donde se esperan campos suaves, sin grandes discontinuidades. El RMA2 posee una dispersión comparable pero con valores de ancho espectral generalmente más elevados.

## Abstract

In the metropolitan area of Buenos Aires there are two Doppler weather radars, both with dual polarization capabilities but with different operating frequencies, SINARAME RMA2 (located in Ezeiza, Buenos Aires province) operates on the C band and GCABA EEC (located in Merlo, Buenos Aires province) operates on the S band. Performance comparison can be done due to their close location and although their measured radial velocities are different, the noise of these measurements may be assumed to be comparable. Low noise is found on Merlo radar velocity measurements when scanning stratiform precipitation while RMA2 velocities show similar dispersion but with higher spectral width overall.

**Palabras clave:** velocidad radial, Doppler, ancho espectral, comparación.

## Citar como:

Rugna, M., R. de Elía y L. Vidal, 2022: Comparación de las variables Doppler entre radares banda C y S en el área de Buenos Aires. Nota Técnica SMN 2022-126.

# 1. INTRODUCCIÓN

El producto más utilizado de los radares meteorológicos suele ser la reflectividad horizontal, que responde tanto al tamaño como la cantidad de hidrometeoros (gotas de lluvia, cristales de nieve, granizo, entre otros) dentro de un volumen acotado de la atmósfera. Durante la década de 1980 se incorporó a la tecnología del radar la medición de variables Doppler que permitieron conocer la velocidad promedio con la cual el volumen de hidrometeoros se acercaba o alejaba del radar, al mismo tiempo de cuantificar la dispersión de velocidades dentro de ese volumen (ver por ejemplo Fabry, 2015). Estas mediciones de velocidad radial tienen un número de limitaciones que dependen de las características técnicas de la operación de cada radar (por ejemplo, longitud de onda de operación y frecuencia de emisión de pulsos). Con la aparición de estos productos comenzaron a observarse patrones característicos asociados a eventos severos y, posteriormente, a desarrollarse algoritmos automáticos de detección de dichos patrones. Si bien la tecnología avanzó en las últimas décadas incorporando las variables llamadas de “doble polarización”, que permiten conocer parte de la forma de los hidrometeoros, las variables Doppler siguen siendo muy utilizadas en los centros de pronóstico para la emisión de avisos y alertas por fenómenos meteorológicos severos (Lohigorry y otros, 2018).

En nuestro país se realizó en la última década un plan de expansión de la red de radares (SINARAME, ver Rodríguez y otros, 2017) que incrementó la cantidad de radares utilizados por el SMN de 4 a 15 entre 2015 y 2019 (de Elía y otros, 2017; Giménez y otros, 2021). El Instrumento elegido fue el Radar Meteorológico Argentino (RMA-C320) que opera en la banda C (5,6 GHz equivalentes a 5 cm de longitud de onda) con capacidad Doppler y doble polarización que fue desarrollado y fabricado por INVAP S.E. Los usos variados de los datos en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) permitieron aumentar la confiabilidad sobre la información provista resultando en distintos trabajos que utilizan la información de estos radares. Uno de estos radares, el RMA2, fue instalado en el predio del Instituto Nacional del Agua en el partido de Ezeiza, provincia de Buenos Aires para reemplazar el radar DWSR-2500C del SMN –ya en necesidad de ser reemplazado– que cubría la región más poblada del país.

Independientemente de la red SINARAME, durante 2018 fue instalado, en el marco de un proyecto del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (GCABA), un radar Doppler y de doble polarización que opera en la banda S (2,85 GHz equivalentes a 10 cm de longitud de onda) en el partido de Merlo, provincia de Buenos Aires. Este radar fue fabricado por la empresa Enterprise Electronic Corporation (EEC). La ubicación de este radar del GCABA (en adelante, MER) y el RMA2 están separadas por una distancia de 25 km aproximadamente. Esto presenta una oportunidad única para realizar estudios de “dual Doppler” que permiten reconstruir los movimientos tridimensionales de los hidrometeoros (Miller y Strauch, 1974) entre otros.

La presencia de un radar como el de MER en las cercanías de un RMA constituye también una oportunidad única para comparar desempeños, sobre todo en aquellas variables más difíciles de comparar con datos de referencia (*ground truth*). En la presente Nota Técnica nos interesamos en la comparación de la velocidad Doppler entre ambos radares. Esta variable se basa en la medición de la fase recibida del pulso enviado, por lo cual una medición correcta necesita de una altísima precisión en la estimación de la fase enviada, de la recibida y de los tiempos entre pulsos (Doviak y Zrnic, 1993). Si bien esto puede ser medido con precisión en laboratorio durante el proceso de construcción del radar, la medición de la calidad efectiva de la variable Doppler ya en uso no resulta del todo practicable. Por esta razón la comparación de observaciones entre ambos radares resulta de sumo interés.

Cabe notar que el viento horizontal es una variable vectorial y que por ende las mediciones Doppler de los radares son necesariamente distintas: cada una mide la proyección del viento sobre su propia dirección radial. Por esta razón el interés no es comparar las mediciones directas entre ambos radares, sino concentrarse en aquellos parámetros

que sí sean comparables. En particular nos interesa saber cómo varía la señal Doppler tanto pulso-a-pulso como espacialmente.

Como lo mencionan Doviak y Zrnic (1993), la dispersión de la señal Doppler (apartamiento de un valor medio) tiene orígenes muy variados, que van desde el hecho de que la antena se encuentra rotando, hasta la cortante del viento que afecta el volumen. Entre estos hay fuentes de dispersión que pueden ser dominantes:

1. la turbulencia -el hecho de que casi todo movimiento en un fluido está acompañado de una ruptura del flujo laminar que genera desviaciones sobre un valor medio- y,
2. problemas en la regularidad cronométrica o en la medición de la fase de los pulsos enviados.

Con el objetivo de atribuir diferencias en los resultados únicamente a la constitución de los radares, se asume en este trabajo que la turbulencia intra-volumen es isotrópica, es decir independiente de la dirección de donde se la mide y además relativamente homogénea en el espacio. Estas suposiciones son razonablemente realistas para situaciones meteorológicas donde no se esperan estructuras dominantes en la pequeña escala, particularmente en ausencia de convección húmeda profunda (Melnikov y Doviak, 2009).

## 2. DATOS

Se tomaron datos de ambos radares (MER y RMA2) de noviembre de 2019 y luego de los meses comprendidos entre septiembre de 2020 a abril de 2021 resultando en un total de 16 eventos. Se realizó la selección de casos de estudio priorizando aquellos donde hubiera precipitación estratiforme afectando a ambos radares tratando de que la variable Doppler indicara un campo de viento relativamente uniforme, particularmente en la cercanías de ambos radares y no hubiera aliasing para ninguno de ellos. En el primer caso para que discrepancias entre los volúmenes observados no afecten los resultados y en el segundo, para evitar la necesidad de preprocesar los datos.

En todos los casos del RMA2 la estrategia de escaneo utilizada fue la denominada 0200 mientras que para el radar MER las estrategias vigentes fueron la 215 y la 31. Las características técnicas detalladas de ambos radares se muestran en la Tabla I.

## 3. METODOLOGÍA

Dada la singular cercanía de sus sitios se eligieron los radares RMA2 y MER, ambos en la provincia de Buenos Aires. Con la intención de facilitar el análisis se realizó primero la selección de un sitio donde ambos radares observaran los ecos meteorológicos de forma similar. De esta forma se buscó un punto que estuviera a la misma distancia de ambos radares y en particular se eligió una distancia de 26 km debido. Para la elección de este último parámetro hay cierta libertad, y aquí se eligió colocar la región bajo estudio en una zona donde se optimizan eventuales reconstrucciones del viento horizontal utilizando técnicas de “dual Doppler” (ver Davies-Jones, 1979).

En la Figura 1 se muestra un esquema con la ubicación geográfica de ambos radares y el punto A a analizar. La Figura además muestra otra intersección posible que se encuentra en contraposición al punto A, sin embargo se decidió no utilizar la información sobre este porque se encuentra contaminada con ecos de terreno asociados a la Ciudad de Buenos Aires (ver Fig. 5d de Giménez y otros, 2021) y ello dificultaría el análisis cuantitativo de los productos Doppler.

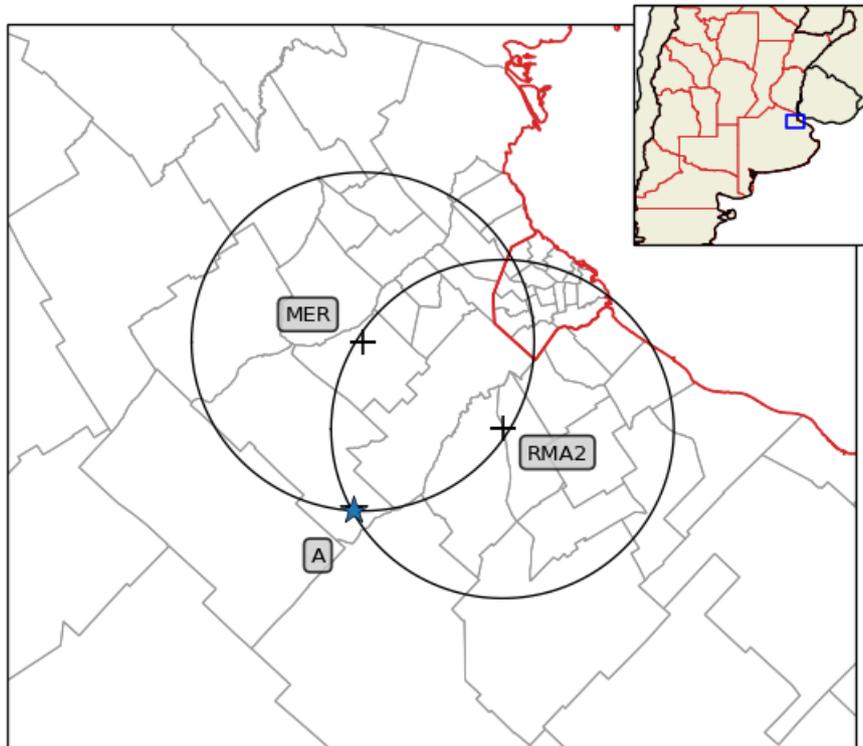
**Tabla I:** Características técnicas de las estrategias de escaneo de los radares utilizados.

	RMA2 - Ezeiza	Merlo	
<b>Nombre de estrategias de escaneo</b>	0200	215	31
<b>Frecuencia de operación [GHz]</b>	5,625	2,85	
<b>Elevaciones disponibles [°] (en negrita la utilizada para el análisis)</b>	0,5; <b>1,5</b> ; 2,9; 4,5; 6,7; 10,0; 17,0	0,5; 0,9; <b>1,3</b> ; 1,8; 2,4; 3,1; 4,0; 5,1; 6,4; 8,0; 10,0; 12,0; 14,0; 16,7; 19,5	0,5; <b>1,5</b> ; 2,5; 3,5; 4,5
<b>PRF [Hz]</b>	1000	322	300
<b>Velocidad no ambigua máxima [m/s]</b>	13,25	8,5	7,9
<b>Rango máximo [km]</b>	150	467	465
<b>Cantidad de pulsos por radial</b>	54	41	63
<b>Ancho de pulso [ms]</b>	1	4,5	2
<b>Resolución en rango [m]</b>	150	300	675

El siguiente paso en la elección del punto fue tomar en cuenta las características técnicas de ambos radares dado que operan en frecuencias distintas y utilizan estrategias de escaneo volumétricos diferentes. Si bien el radar RMA2 operaba, al momento de la selección de los casos con una única estrategia de escaneo, en el radar MER ésta varía dinámicamente en función de la situación meteorológica.

Tanto la ubicación geográfica como la altura de la antena hace que los radares sean susceptibles a bloqueos parciales del haz producto de construcciones o árboles en las cercanías. En particular para el radar MER la elevación de antena más baja posee varios radiales con bloqueos totales, entre ellos uno hacia el punto A (Fig. 2a). Luego se decidió utilizar una elevación de antena más alta. La siguiente elevación -aproximadamente- común entre ambos radares es la de 1,5° en el RMA2 y 1,3° en MER. Esta elección además trae otro beneficio y es que también disminuye la contaminación por presencia de ecos de terreno. Los productos utilizados fueron el de velocidad radial y ancho espectral generados con un PRF uniforme, evitando así introducir otros tipos de errores en el análisis asociado al procesamiento de la señal cuando se procesan 2 conjuntos de PRF (esto es utilizado en algunos barridos del radar MER aunque no, en este conjunto de datos, en el radar RMA2).

Finalmente, con el fin de explorar la presencia de ruido en la componente Doppler, para las variables velocidad y ancho espectral se tomó un sector de 5 píxeles radiales y 6 píxeles en rango alrededor del punto A. Dentro de esta área se realizó un análisis estadístico espacial (no temporal) de media, desvío estándar y los percentiles 25, 50 y 75 dentro del sector analizado. Para el ancho espectral, siendo este ya un desvío estándar de las velocidades dentro del volumen definido por el pulso del radar, se le toma el cuadrado a cada elemento para convertir de desvío a varianza, luego se suman todos los elementos, se divide la suma por la cantidad de puntos válidos y finalmente se calcula la raíz cuadrada de dicha división. Se eligió este procesamiento debido a que las desviaciones estándares no son aditivas, mientras que sus cuadrados (i.e. las varianzas), sí lo son.



**Figura 1:** Esquema con la ubicación de los radares RMA2 (SINARAME-Ezeiza) y MER (GCABA-Merlo). Los círculos corresponden a un radio de 26 km para cada radar. El punto A corresponde al punto analizado en este trabajo.

## 4. RESULTADOS

De la colección de datos analizados, en la sección que sigue se muestran, a modo de ejemplo, dos casos ocurridos el 25/11/2019 por la tarde (en adelante, caso 1) y el 9/4/2021 por la madrugada (caso 2). No obstante y antes de describir las particularidades de los casos citados resulta de interés mencionar un aspecto general de los datos a comparar. En las Figuras 2 y 3 (correspondientes a los casos 1 y 2 respectivamente), mediante un análisis cualitativo de los casos elegidos, se observa que las zonas con datos válidos para ambos radares dependen de la variable seleccionada: en el caso del radar MER la extensión espacial de la reflectividad es notablemente mayor que para la velocidad radial y ancho espectral. En particular en el radar MER hay regiones con valores válidos de reflectividad que se encuentran enmascarados en la velocidad y el ancho espectral. Esto podría indicar que estas regiones presentan una relación señal a ruido relativamente baja aunque no se pudo constatar en la configuración del radar. Por el contrario en el RMA2, las áreas cubiertas por las tres variables son casi idénticas.

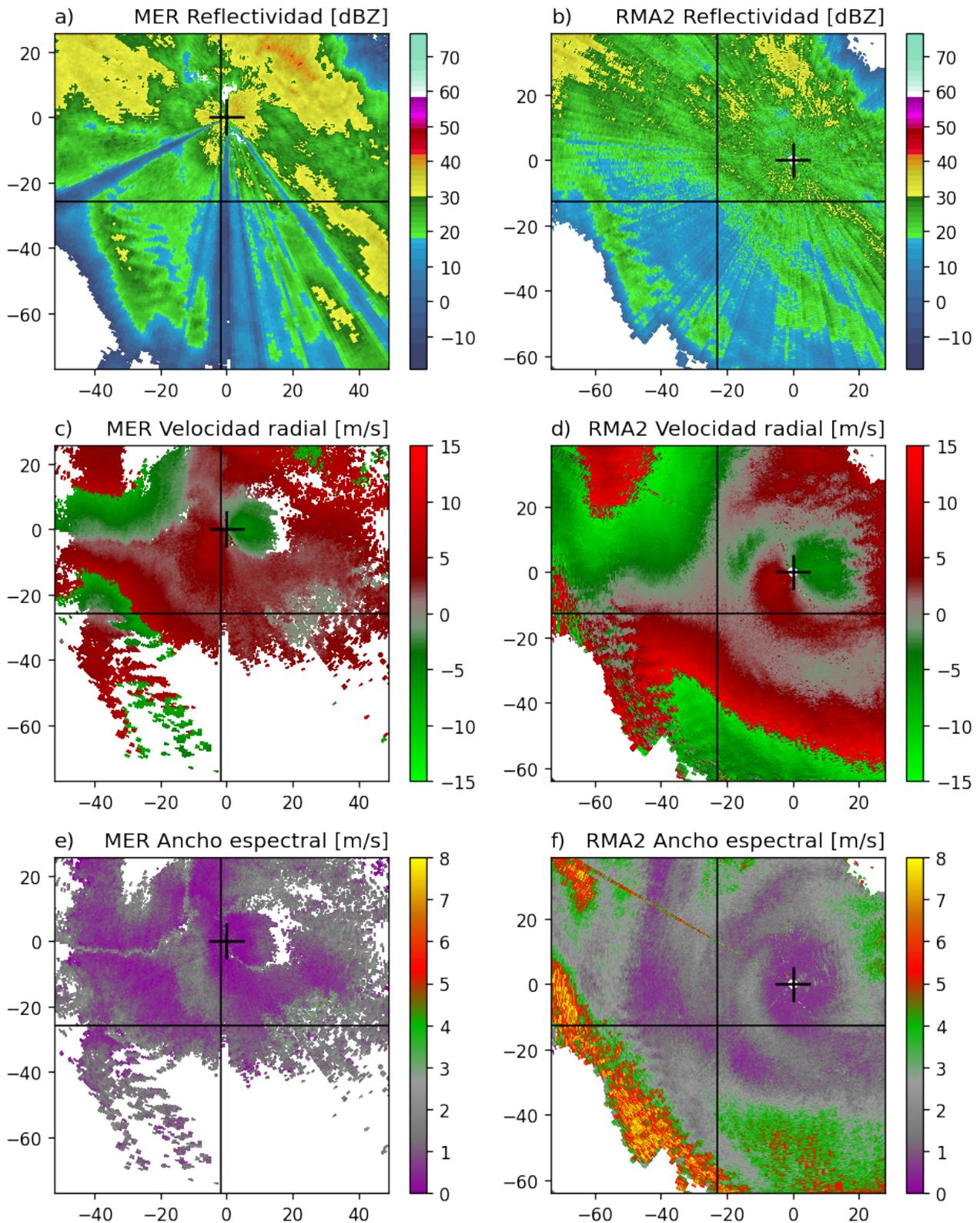
Para todos los casos analizados y particularmente para los mostrados, en las regiones donde existen datos para ambos radares se puede observar que las mediciones de ancho espectral son más altas en el RMA2 a pesar de que ambos campos de velocidad no presentan saltos o ruido, indicando un campo suave de viento. Siendo este el caso, es esperable que los valores de ancho espectral sean bajos y con una suavidad similar a la que muestra el campo de velocidades. Es de notar, luego, que en muchas de las áreas sin datos Doppler en MER coinciden con regiones donde el ancho espectral estimado en el RMA2 supera ampliamente los valores típicos encontrados en las regiones donde hay datos en ambos radares (ver Fig. 2e y 2f). Más aún, observando las áreas en el RMA2 donde el ancho espectral es más alto, se alcanzan valores de 5 m/s (un 20 % del rango no ambiguo) que se corresponden

con zonas donde hay *aliasing*. Sin embargo, existen valores mayores (entre 5 y 8 m/s) en zonas donde los valores de reflectividad son de aproximadamente 20 dBZ y el campo de velocidades se mantiene relativamente suave.

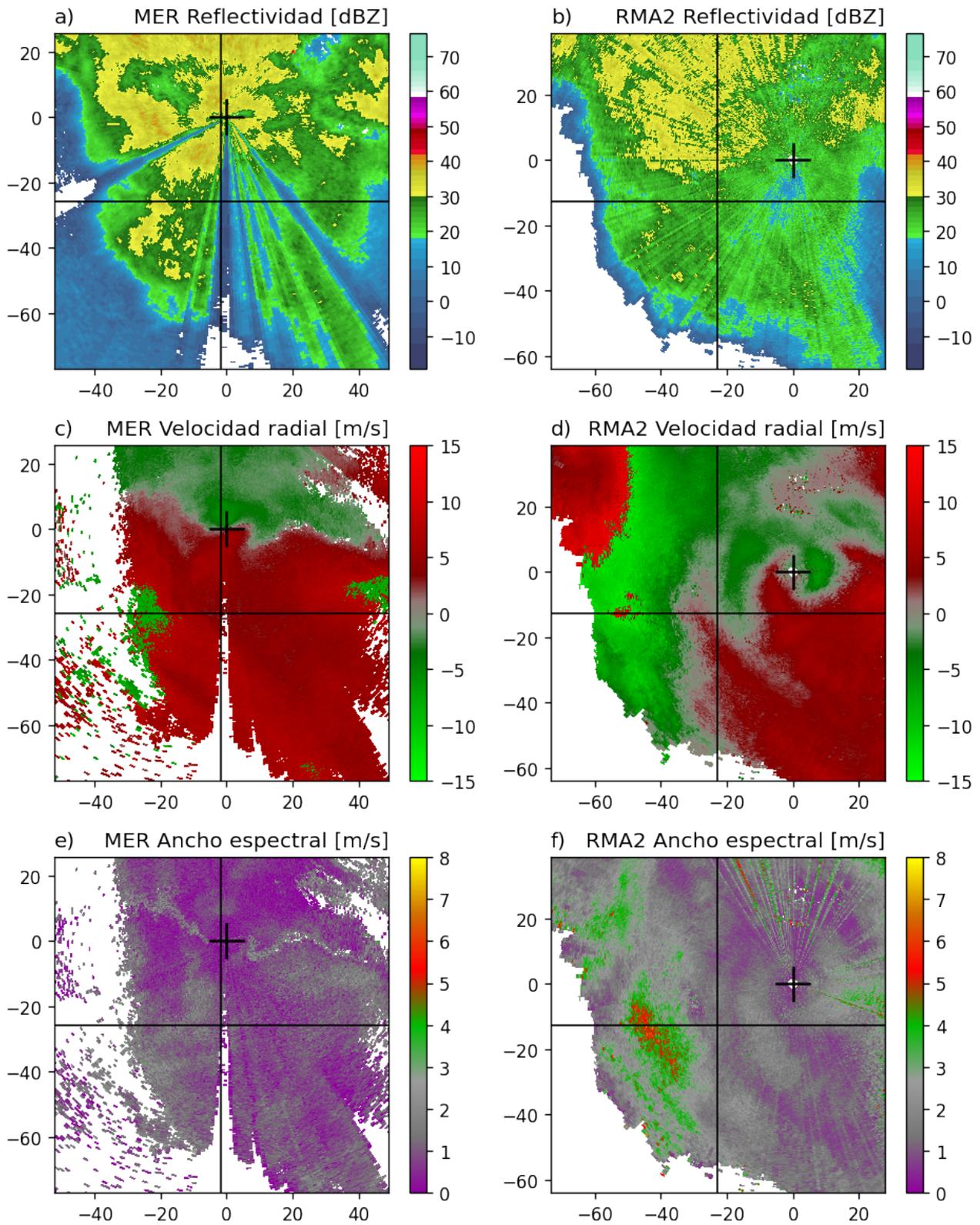
**Tabla II:** Estadísticos calculados para los casos analizados en este trabajo. Las Figuras 4 y 5 muestran los datos con los que se calcularon estos estadísticos. Todos los valores están expresados en m/s.

	<b>Variable</b>	<b>Estadístico</b>	<b>RMA2</b>	<b>MER</b>
Caso 1 25/11/2019	Velocidad	Media y desvío estándar	1,38 ± 0,28	2,74 ± 0,36
		Perc. 20, 50, 75	1,15; 1,44; 1,56	2,50; 2,67; 2,97
		Distancia intercuartil	0,41	0,47
	Ancho esp.	Media	1,18	1,03
		Perc. 20, 50, 75	1,02; 1,20; 1,34	0,84; 1,02; 1,13
		Distancia intercuartil	0,32	0,29
Caso 2 09/04/2021	Velocidad	Media y desvío estándar	-0,34 ± 0,50	3,42 ± 0,44
		Perc. 20, 50, 75	-0,73; -0,48; -0,05	0,72; 3,13; 3,40
		Distancia intercuartil	0,68	2,68
	Ancho esp.	Media	1,46	1,06
		Perc. 20, 50, 75	1,28; 1,42; 1,59	0,05; 0,90; 1,22
		Distancia intercuartil	0,31	1,17

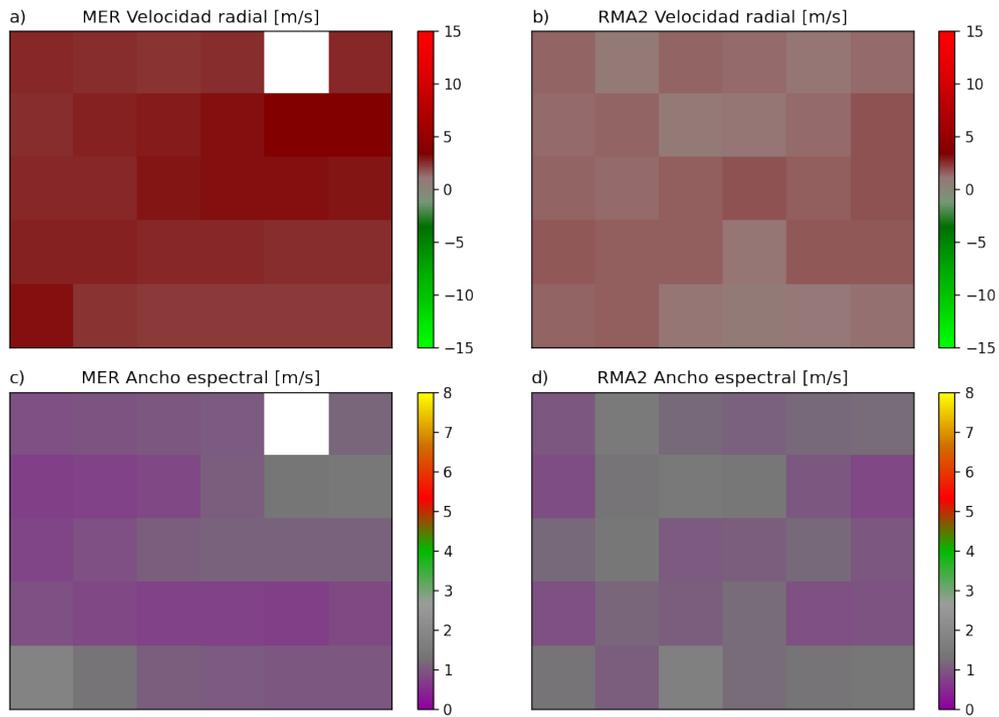
La Tabla II presenta un resumen de los estadísticos de la velocidad radial y del ancho espectral obtenidos como valores areales para el sector de 6 por 5 píxeles centrado en el punto A que se muestran en las Figuras 4 y 5. Se puede observar que, en conjunto, el ancho espectral para MER se encuentra mayormente en el rango [0, 2] mientras que para el RMA2 hay mayor densidad de datos en el rango [1, 3]. Finalmente, analizando la distancia intercuartil (i.e. percentil 75 menos percentil 25) se observa que la dispersión de los datos es un poco más amplia en MER en el Caso 2 pero comparable en el Caso 1. Esto podría indicar que el ruido de los datos depende de la situación meteorológica aunque también podría indicar que, cuantitativamente, el piso de ruido del RMA2 es más alto que en MER.



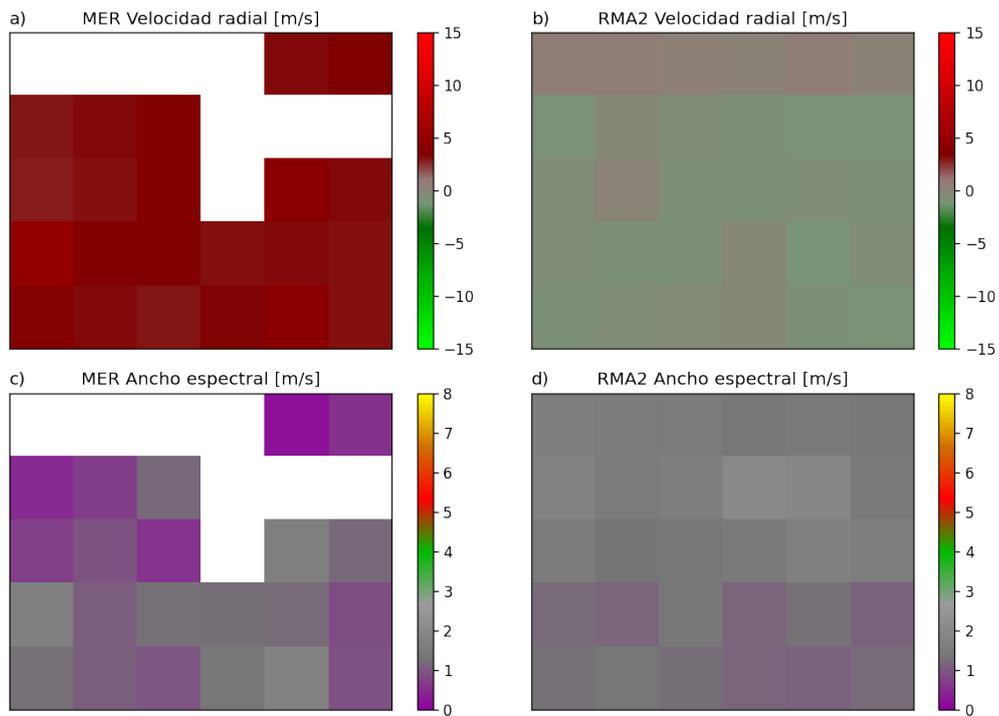
**Figura 2:** Reflectividad, velocidad radial y ancho espectral para el radar de Merlo (columna izquierda) el 25/11/2019 a las 14:23:50 UTC correspondiente a una elevación de antena de 1,3° y RMA2 (columna derecha) a las 14:25:42 UTC correspondiente a una elevación de antena de 1,5°. Todas las figuras están centradas en el punto A descrito en la Figura 1. El sitio radar se indica con una cruz. Los ejes indican la distancia respecto del radar en kilómetros.



**Figura 3:** Idem Figura 2 pero para el 9/4/2021 a las 02:02:08 UTC (radar MER) y a las 02:04:14 UTC (radar RMA2).



**Figura 4:** Sector alrededor del punto A, descrito en la Figura 1, en las variables velocidad radial (arriba) y ancho espectral (abajo) para el caso de la Figura 2.



**Figura 5:** Idem Figura 4 pero para el caso de la Figura 3.

## 5. CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo de los campos de velocidad radial y ancho espectral en los radares RMA2 (banda C, ubicado en Ezeiza) y Merlo (banda S, denominado aquí como MER y ubicado en el partido homónimo), ambos de la provincia de Buenos Aires, aprovechando la inédita corta distancia que los separa. Se tomaron casos de precipitación estratiforme, con campos de velocidad suaves donde no se esperaran saltos significativos en las variables analizadas. Siendo que en MER se utilizan estrategias de escaneo volumétrico que extienden el rango no ambiguo se utilizaron barridos que utilizaran un procesamiento de señal simple para realizar una comparación justa entre los radares.

El análisis que aquí se ilustra mostró que el RMA2 y MER tienden a dar valores similares del ruido espacial asociado a la variable Doppler. Esto es importante porque durante algún tiempo se discutió en el SMN la posibilidad de que los campos Doppler de los radares RMA tuvieran un aspecto “ruidoso”. Parte de esta impresión estuvo posiblemente basada al trabajar en conjunto con los radares RMA y los Gematronik de INTA, cuyos campos Doppler se encuentran suavizados (filtro pasa bajos) para facilitar su apreciación.

Con respecto al ancho espectral, los casos aquí estudiados –así como otros no presentados en esta Nota Técnica– indican un valor consistentemente más alto para el radar RMA2 en comparación con el radar MER. Si esto ocurriera en casos aislados, se podría probar que la hipótesis que supone la isotropía de la turbulencia –similares desvíos de velocidad Doppler independiente de la dirección considerada por el haz del radar– podría no estar cumpliéndose. Naturalmente el uso de varios casos con diferentes condiciones meteorológicas, reduce el riesgo de que esto afecte más a un radar que a otro. Hay otras razones que podrían justificar la diferencia, entre ellas las diferencia en frecuencias entre radares, diferencia de PRF entre las configuraciones y en los algoritmos que procesan los datos crudos. Esto necesitaría ser explorado con más cuidado. Un último punto posible sería la existencia de ruido de fase más intenso en el RMA que en el radar de EEC. Más allá de la causa de estas diferencias, los resultados obtenidos por el RMA2 producen información utilizable para actividades de monitoreo meteorológico.

## AGRADECIMIENTOS

Los datos del radar RMA2-Ezeiza fueron provistos gentilmente por la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica del Ministerio de Obras Públicas de la Nación dentro del marco del Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME). Este trabajo no hubiera sido posible sin el acceso a los datos del radar meteorológico MER facilitados por el Sistema de Alerta de Tormentas (SAT) del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

## REFERENCIAS

Davies-Jones, R. P., 1979: Dual-doppler radar coverage area as a function of measurement accuracy and spatial resolution. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, **18 (9)**, 1229 – 1233, URL [https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/18/9/1520-0450-18\\_9\\_1229.xml](https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/18/9/1520-0450-18_9_1229.xml).

de Elía, R., L. Vidal, P. Lohigorry, R. Mezher, y M. Rugna, 2017: El SMN y la red argentina de radares meteorológicos. *Nota Técnica SMN 2017-39.*, URL <http://hdl.handle.net/20.500.12160/625>.

- Doviak, R. J., y D. S. Zrníc, 1993: *Doppler Radar and Weather Observations*. Academic Press, doi: 10.1016/C2009-0-22358-0.
- Fabry, F., 2015: *Radar Meteorology: Principles and Practice*. Cambridge University Press, doi: 10.1017/CBO9781107707405.
- Giménez, D., L. Vidal, M. Rugna, R. de Elía, y L. Giordano, 2021: Climatología de ecos no meteorológicos de la red de radares SINARAME. *Nota Técnica SMN 2021-103*., URL <http://hdl.handle.net/20.500.12160/1685>.
- Lohigorry, P., R. de Elía, y G. Russian, 2018: Pronostico de muy corto plazo en el Servicio Meteorológico Nacional. *Nota Técnica SMN 2018-46*., URL <http://hdl.handle.net/20.500.12160/649>.
- Melnikov, V. M., y R. J. Doviak, 2009: Turbulence and wind shear in layers of large doppler spectrum width in stratiform precipitation. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, **26 (3)**, 430 – 443, doi: 10.1175/2008JTECHA1108.1.
- Miller, L., y R. Strauch, 1974: A dual doppler radar method for the determination of wind velocities within precipitating weather systems. *Remote Sensing of Environment*, **3 (4)**, 219–235, doi: 10.1016/0034-4257(74)90044-3.
- Rodríguez, A., C. Lacunza, J. J. Serra, C. Saulo, H. Ciapessoni, G. Caranti, J. C. Bertoni, y A. Martina, 2017: Sinarame: El primer sistema integrado de radares hidro-meteorológicos de latinoamérica. *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, **4 (1)**, 41, URL <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEFYN/article/view/14614>.

## Instrucciones para publicar Notas Técnicas

En el SMN existieron y existen una importante cantidad de publicaciones periódicas dedicadas a informar a usuarios distintos aspectos de las actividades del servicio, en general asociados con observaciones o pronósticos meteorológicos.

Existe no obstante abundante material escrito de carácter técnico que no tiene un vehículo de comunicación adecuado ya que no se acomoda a las publicaciones arriba mencionadas ni es apropiado para revistas científicas. Este material, sin embargo, es fundamental para plasmar las actividades y desarrollos de la institución y que esta dé cuenta de su producción técnica. Es importante que las actividades de la institución puedan ser comprendidas con solo acercarse a sus diferentes publicaciones y la longitud de los documentos no debe ser un limitante.

Los interesados en transformar sus trabajos en Notas Técnicas pueden comunicarse con Ramón de Elía ([rde-elia@smn.gov.ar](mailto:rde-elia@smn.gov.ar)), Luciano Vidal ([lvidal@smn.gov.ar](mailto:lvidal@smn.gov.ar)) o Martín Rugna ([mrugna@smn.gov.ar](mailto:mrugna@smn.gov.ar)) de la Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios, para obtener la plantilla WORD que sirve de modelo para la escritura de la Nota Técnica. Una vez armado el documento deben enviarlo en formato PDF a los correos antes mencionados. Antes del envío final los autores deben informarse del número de serie que le corresponde a su trabajo e incluirlo en la portada.

La versión digital de la Nota Técnica quedará publicada en el Repositorio Digital del Servicio Meteorológico Nacional. Cualquier consulta o duda al respecto, comunicarse con Melisa Acevedo ([macevedo@smn.gov.ar](mailto:macevedo@smn.gov.ar)).