

# Climatología de ecos no meteorológicos de la red de radares INTA

Nota Técnica SMN 2022-131

**Diego Giménez<sup>1</sup>, Martín Rugna<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*

Diciembre 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

La presencia de ecos no meteorológicos como interferencias electromagnéticas, tienen un impacto significativo en las diferentes aplicaciones de los datos generados por los radares meteorológicos, como es el caso de las estimaciones cuantitativas de precipitación. Las climatologías de reflectividad, si bien se han utilizado para estudiar la distribución espacial de la precipitación en diferentes regiones geográficas, también han sido empleadas para la elaboración de mapas de frecuencia de ecos no meteorológicos persistentes, como ser ecos de tierra e interferencias electromagnéticas. Esta Nota Técnica extiende el trabajo realizado previamente con radares RMA al realizar un análisis climatológico de ecos no meteorológicos usando la red de radares pertenecientes al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). El esquema contempla las siguientes etapas: (1) análisis climatológico basado en reflectividad de radar a partir de volúmenes sin presencia de ecos meteorológicos para la elevación de antena más baja; (2) identificación de áreas afectadas por ecos de tierra e interferencia electromagnética; (3) separación de ecos de tierra de ecos de interferencia electromagnética; (4) generación de mapas de ecos no meteorológicos. El período analizado va desde el 1 de abril de 2019 al 31 de diciembre de 2020. Los resultados muestran una sólida caracterización de los sitios de radar en términos estadísticos respecto a la persistencia de los ecos no meteorológicos y su impacto en la reflectividad de radar, contemplando además en el análisis la topografía, obstáculos naturales y/o artificiales, e incluso efectos de propagación anómala, entre otros.

## Abstract

Quantitative Precipitation Estimation (QPE) is rather sensitive to non-meteorological echoes such as ground clutter or electromagnetic interference. To this end, reflectivity climatologies have been used, among other cases, for creating maps of frequency of persistent non-meteorological echoes. This Technical Note presents the climatology (data ranging from April 2019 to December 2020) using data from 3 radars owned by the National Institute for Agricultural Technology (INTA). The methodology applied in this work identifies all types of clutter and then classifies them into two categories: ground clutter and electromagnetic interference. Results show that it is possible to characterize the region around the radar site using these categories and combining them with the analysis of topography, artificial blockage and anomalous propagation

**Palabras clave:** radar meteorológico, ecos no meteorológicos, climatología.

## Citar como:

Giménez, D., Rugna, M y L. Vidal, 2022: Climatología de ecos no meteorológicos de la red de radares INTA. Nota Técnica SMN 2022-131.

## 1. INTRODUCCIÓN

La presencia de ecos no meteorológicos como, por ejemplo, interferencias electromagnéticas, tienen un impacto significativo en las diferentes aplicaciones de los datos generados por los radares meteorológicos, tanto para la interpretación cualitativa de la información como aplicaciones cuantitativas como es el caso de las estimaciones de precipitación. Las climatologías de reflectividad, si bien se han utilizado para estudiar la distribución espacial de la precipitación en diferentes regiones geográficas, también han sido empleadas para la elaboración de mapas de frecuencia de ecos no meteorológicos persistentes, como ser ecos de tierra e interferencias electromagnéticas (Giménez y otros, 2021).

El objetivo de la presente Nota Técnica es extender el análisis climatológico de ecos no meteorológicos realizado sobre los radares RMA que conforman el SINARAME (Sistema Nacional de Radares Meteorológicos) por Giménez y otros (2021), a la red de radares pertenecientes al INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Conforme a ello, se determinarán los mapas de ecos de terreno e interferencias electromagnéticas para los tres radares de la red INTA (Anguil, Pergamino y Paraná) que están integrados a la red SINARAME (de Elía y otros, 2017; Rodríguez y otros, 2017) con el fin de ayudar a la caracterización de los sitios en el marco del uso de los datos tanto para la estimación cuantitativa de precipitación como para la vigilancia meteorológica operativa.

## 2. DATOS Y METODOLOGÍA

Dentro de la red de radares SINARAME se cuenta en el SMN (Servicio Meteorológico Nacional) con datos de tres radares pertenecientes al INTA, ubicados en las Estaciones Experimentales Agropecuarias (EEA) de Anguil (cerca de Santa Rosa, La Pampa), Pergamino (Buenos Aires) y Oro Verde (en cercanías de Paraná, Entre Ríos) que cubren una gran parte de la zona de producción agropecuaria de la Pampa Húmeda. En la Tabla I se muestra la lista de dichos radares junto con su localización y altura media sobre el nivel del mar. Para la elaboración de los mapas climatológicos de ecos no meteorológicos se emplearon los volúmenes de reflectividad y coeficiente de correlación co-polar con un alcance máximo de 240 km para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2019 y el 31 de diciembre de 2020. Si bien se cuenta con datos desde el 2005 para Pergamino y 2009 para Anguil y Paraná, se acotó el rango de datos para focalizar el análisis en el mismo periodo mostrado en Giménez y otros (2021). Cabe aclarar que al no ser el radar de Pergamino un radar polarimétrico, solo se tuvo en cuenta la reflectividad, razón por la cual la construcción de la máscara binaria de ecos meteorológicos descrita en (Giménez y otros, 2021) para determinar los volúmenes válidos sin lluvia fue reemplazada por una combinación del filtro Gabella (disponible en wradlib<sup>1</sup>) que considera un umbral de reflectividad de 10 dBZ y eliminación de ecos aislados.

**Tabla I:** Listado de nombres, acrónimos y ubicaciones de los radares pertenecientes al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (Fuente: WMO Radar Database<sup>2</sup>)

Radar	Ubicación	Latitud (°)	Longitud (°)	Altura (m)
PER	INTA EEA Pergamino (Buenos Aires)	-33,95	-60,56	70
ANG	INTA EEA Anguil (La Pampa)	-36,54	-63,99	160
PAR	INTA EEA Paraná (Entre Ríos)	-31,85	-60,54	92

En la Tabla II se puede ver, para cara radar, los volúmenes disponibles para el período de estudio, la cantidad de

<sup>1</sup> [https://docs.wradlib.org/en/stable/generated/wradlib.clutter.filter\\_gabella.html](https://docs.wradlib.org/en/stable/generated/wradlib.clutter.filter_gabella.html)

volúmenes válidos para el cálculo de los mapas de frecuencia y aquellos correspondientes a los volúmenes sin lluvia. Estos últimos son los que se emplearon para la climatología de ecos no meteorológicos de la red de radares INTA. En el Apéndice A se pueden visualizar, a modo de resumen, los mapas de clutter estático que representa los ecos de tierra e interferencias, estimados a partir de la metodología antes descrita, para cada sitio de radar de la red de SINARAME.

**Tabla II:** Volúmenes válidos disponibles para cada radar, tanto para el cálculo de los mapas de frecuencia (Volúmenes válidos) como para el cálculo del mapa de clutter estático (Volúmenes sin lluvia). <sup>(1)</sup> Se estima el porcentaje de volúmenes sin lluvia sobre el total de volúmenes válidos.

Radar	Volúmenes disponibles	Volúmenes válidos	Volúmenes válidos (%)	Volúmenes sin lluvia	<sup>(1)</sup> Volúmenes sin lluvia (%)
PER	87621	87500	99,9	65752	75,1
ANG	80702	80684	99,9	75538	93,6
PAR	72018	71651	99,5	66854	79,2

### 3. RESULTADOS

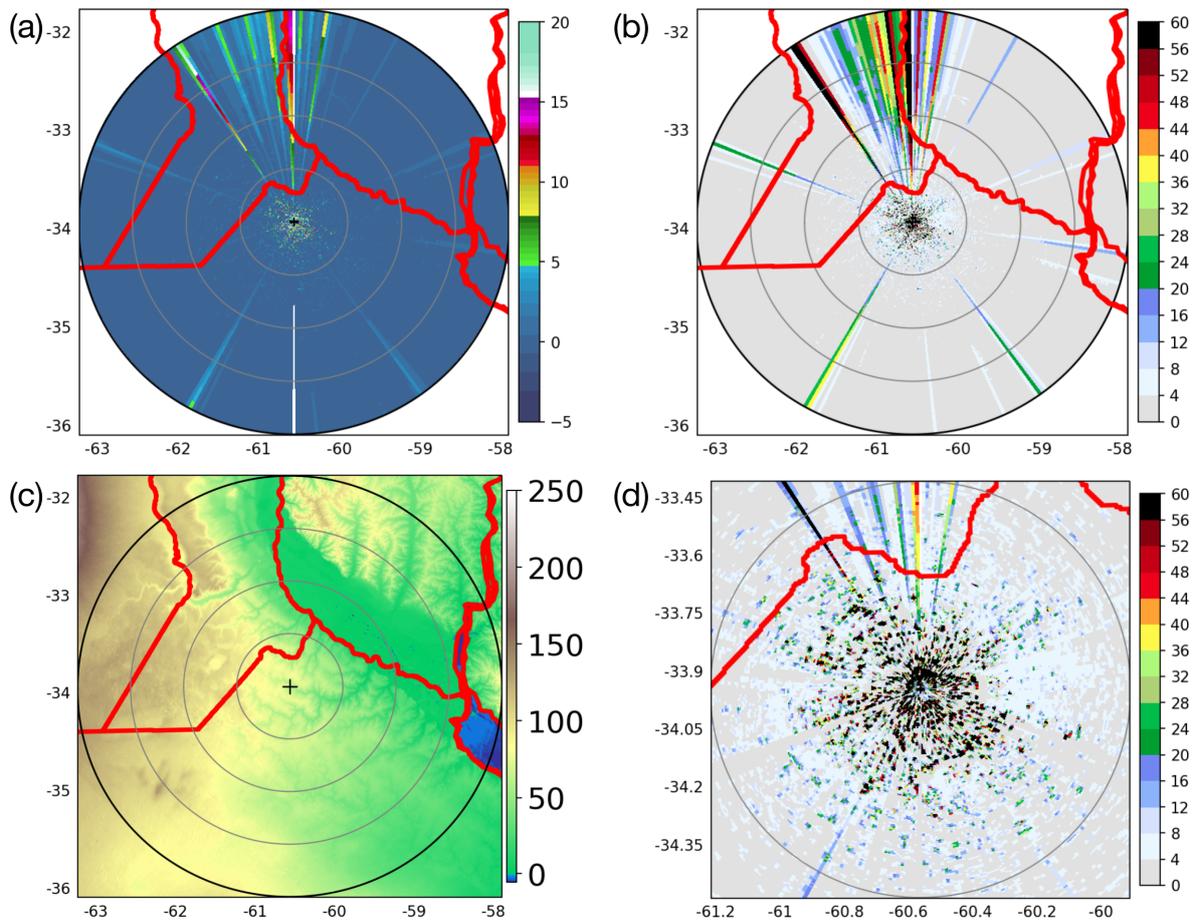
Se presenta a continuación una serie de mapas, generados mediante la metodología descrita en Giménez y otros (2021), con el objeto de caracterizar la presencia de ecos de terreno e interferencias electromagnéticas por cada sitio de radar de la red de INTA.

#### 3.1. Radar Pergamino

En este radar, se puede observar la presencia de interferencias débiles donde algunas de ellas presentan una naturaleza persistente en el tiempo como las que se pueden observar en el arco NO-N en la Figura 1b. En general estas interferencias presentan una frecuencia media de ocurrencia del 43 % ( $FOR_{max} = 96\%$ ) y reflectividad media de 5,1 dBZ ( $\bar{Z}_{max} = 17,5dBZ$ ). Por su orientación las mismas parecen provenir de la ciudad de Pergamino que se encuentra a menos de 5 km de distancia del sitio del radar. Luego, los ecos asociados al terreno también son evidentes alrededor del sitio (Fig. 1d), con una frecuencia media de ocurrencia del 65 % y reflectividad media de 12,9 dBZ, con valores máximos de 50 dBZ. Presenta bloqueos parciales en la cercanía del radar hacia el SO y SE que coinciden con zonas de árboles muy cercanas al radar.

#### 3.2. Radar Anguil

En este radar la presencia de interferencias es mucho menor que en otros sitios y tienen un comportamiento esporádico con una frecuencia de ocurrencia media de 24 % (máx. 30 %). Esto se observa en la Figura 2a con un campo de reflectividad media casi sin radiales afectados. Este tipo de interferencia se caracteriza además por ser aisladas en espacio y débil en intensidad, con reflectividad media de 3,8 dBZ (máx. 6,3 dBZ). El radial más afectado está en dirección a Anguil que se encuentra a unos 2,5 kilómetros hacia el NO del sitio radar. Los ecos asociados al terreno (Fig. 2d) presentan una frecuencia de ocurrencia media del 56 % con algunas zonas que alcanzan el 98 %. La intensidad media de los ecos de suelo es de 5,8 dBZ con máximos de hasta 32,4 dBZ. No se observan bloqueos parciales evidentes en los campos de reflectividad media y frecuencia de reflectividad.



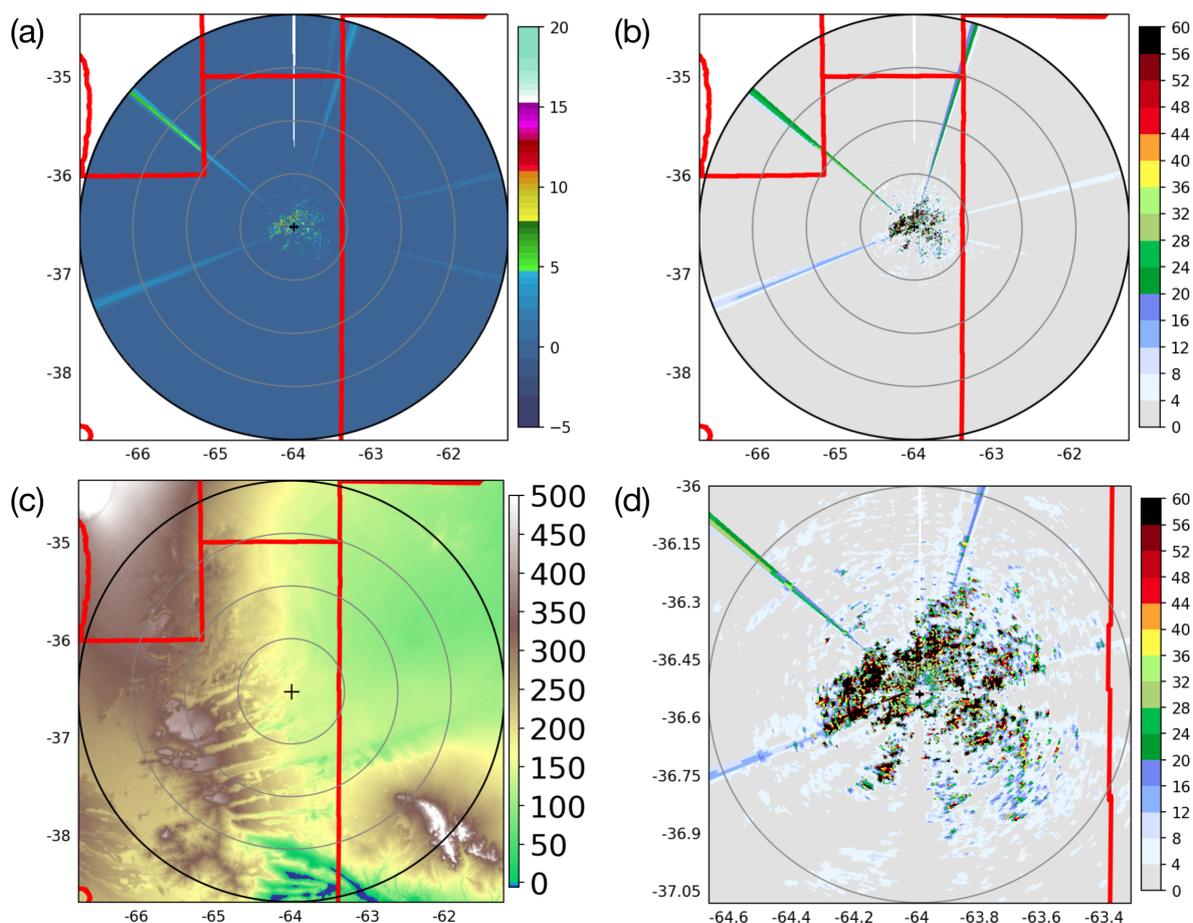
**Figura 1:** (a) Campo  $\bar{Z}$  [dBZ], (b) mapa (FoR) [%], (c) topografía y (d) zoom del campo FoR en torno del radar. Todos los campos que se muestran corresponden a la primera elevación de antena ( $0,5^\circ$ ) del radar de Pergamino. La separación entre anillos es de 60 kilómetros. El rango de cobertura de todos los radares es de 240 kilómetros.

### 3.3. Radar Paraná

En este radar, la presencia de interferencias también es un problema común como en la mayoría de los radares de la red. Algunas de ellas presentan una naturaleza persistente en el tiempo como las que se pueden observar en el cuadrante NO-NE (hacia donde se ubica la ciudad de Paraná a unos 12 kilómetros del sitio) y, hacia el SO (Fig. 3b). En general estas interferencias presentan una frecuencia media de ocurrencia del 54 % y reflectividad media de 6,5 dBZ. Luego los ecos asociados a las barrancas del Río Paraná cercanas al radar también son evidentes (Fig. 3 a y d), con una frecuencia media de ocurrencia del 73 % y reflectividad media de estos ecos de 9,3 dBZ, con valores máximos en torno a 51 dBZ.

## 4. CONCLUSIONES

Siguiendo la metodología propuesta por Giménez y otros (2021) se extendió el análisis climatológico de ecos no meteorológicos a la red de radares operativos pertenecientes al INTA y que integran el SINARAME. El estudio incluyó 20 meses de datos desde abril de 2019 a diciembre de 2020 con el propósito de generar mapas estáticos



**Figura 2:** Ídem Figura 1 pero para el radar de Anguil.

de ecos no meteorológicos. Se distinguió en primer término entre los volúmenes de radar con y sin precipitación a través de medidas objetivas.

Luego, para este segundo grupo de datos, se tomó la reflectividad de la elevación de antena más baja para identificar ecos de terreno e interferencias electromagnéticas. Habiendo analizado casi 2 años completos en tres radares, los resultados muestran una sólida caracterización de los sitios de radar en términos estadísticos respecto a la persistencia de los ecos no meteorológicos y su impacto en la reflectividad de radar, contemplando además en el análisis la topografía, obstáculos naturales y/o artificiales, entre otros.

Este primer análisis debe tomarse como exploratorio para comprender de mejor forma el comportamiento y ubicación promedio de las interferencias electromagnéticas así como conocer zonas de bloqueos parciales o totales del haz que dificultan la estimación cuantitativa de precipitación. A futuro, y por el comportamiento esperado de las interferencias electromagnéticas, se considera oportuno realizar un análisis sobre la potencia recibida por el radar en paralelo al análisis sobre la reflectividad. La metodología propuesta para este análisis es un punto de partida satisfactorio para caracterizar adecuadamente los sitios de radar, permitiéndonos a futuro realizar un análisis similar, pero considerando los volúmenes con presencia de ecos meteorológicos, de manera tal de identificar con mayor precisión bloqueos parciales o totales de la señal del radar.

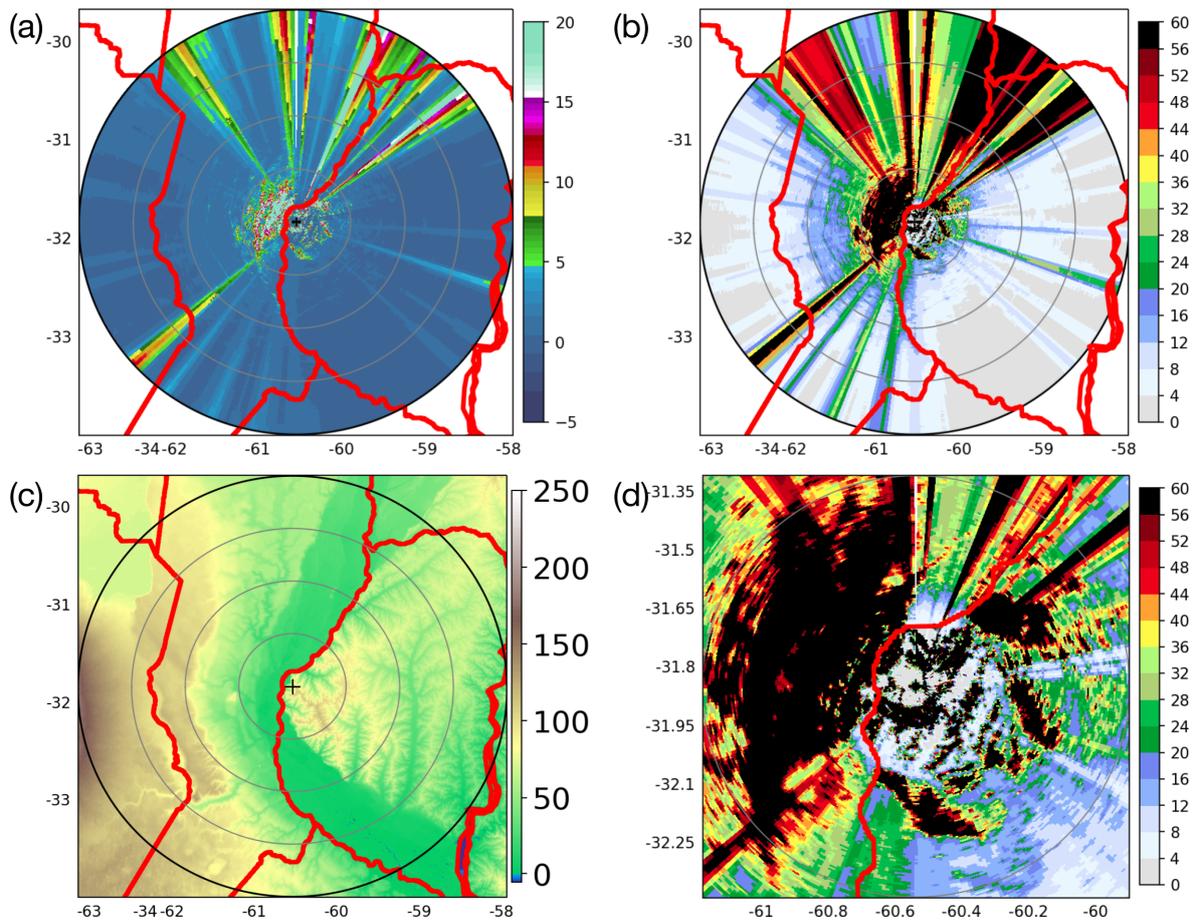
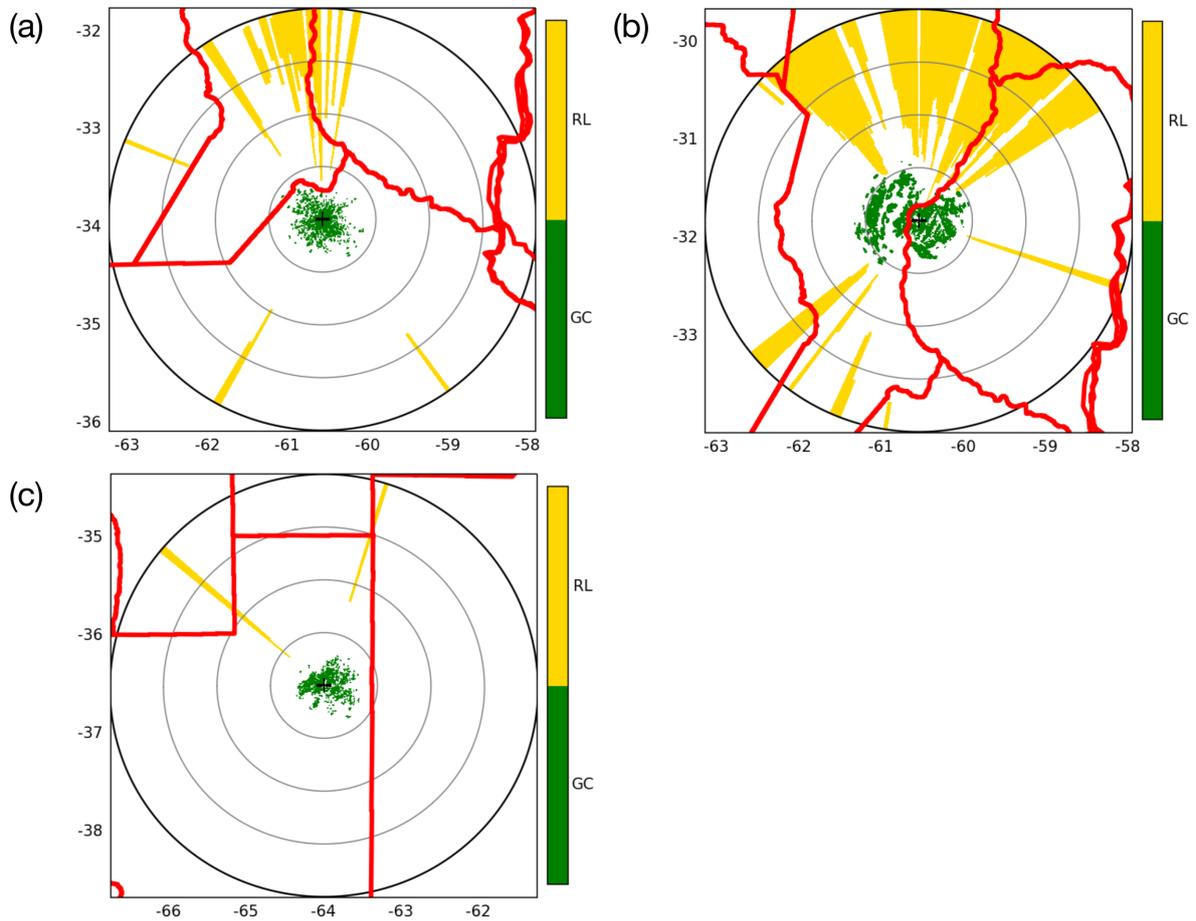


Figura 3: Ídem Figura 1 pero para el radar de Paraná.

## REFERENCIAS

- 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>.
- 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>.
- 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>.

## Apéndice A



**Figura A.1:** Mapas de clutter estático que representa los ecos de tierra (GC; verde) e interferencias (RL; amarillo) para una elevación de  $0,5^\circ$ . La separación entre anillos es de 60 kilómetros. El rango de cobertura de todos los radares es de 240 kilómetros. El panel superior corresponde al radar de Pergamino, el del medio al de Paraná y el inferior al de Anguil.

## 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-[lia@smn.gov.ar](mailto:lia@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)).