



Servicio
Meteorológico
Nacional

Verificación de la orientación de la antena de los radares meteorológicos de INTA utilizando la radiación solar

Nota Técnica SMN 2017-4

Martín Rugna¹, Luciano Vidal¹ y Ramón de Elía^{1,2}

¹ Departamento de Investigación y Desarrollo, Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación

² Département de sciences de la terre et de l'atmosphère, Université du Québec à Montréal, Montreal, Quebec, Canada

Marzo 2017

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

Una precisa orientación de la antena de los radares meteorológicos es fundamental para la correcta localización geográfica de las tormentas detectadas y la emisión de alertas meteorológicas útiles a la población. Estudios precedentes realizados en el SMN han mostrado la necesidad de realizar revisiones periódicas sobre el estado de la calidad de la calibración de la orientación de la antena en los radares disponibles. En este trabajo se verificó la orientación de la antena en los radares meteorológicos pertenecientes al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) utilizando datos de 4 meses de 2016. Como herramienta de verificación se utilizaron las interferencias producidas por la emisión solar aplicando metodologías ya probadas previamente. El trabajo se hizo sin dificultad en los radares de Paraná y Pergamino, mientras que el radar de Anguil detectó muy pocas interferencias solares a nivel mensual (menos de 10) lo que indicaría un problema en la sensibilidad de la cadena de recepción y por ello no se pudo verificar su calidad de apuntamiento. En particular se contabilizaron en el radar de Paraná el máximo de interferencias solares (189) en Julio de 2016. El último desvío encontrado, correspondiente a Octubre de 2016, es de $-0,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ lo cual está dentro del error esperado. En el radar de Pergamino se encontró que la antena se desvió en sentido antihorario con un valor máximo en Octubre de 2016 de $-1,8^{\circ} \pm 0,7^{\circ}$ que se mantiene en esos valores desde entonces, por lo que se recomienda realizar una revisión periódica del apuntamiento.

Abstract

A correct alignment of a weather radar antenna is critical for a reliable weather advisory and severe thunderstorm warnings. Recent technical reports made at the SMN (National Meteorological Service of Argentina) have shown the need of periodical checks on the quality of antenna alignment. This report assesses the antenna alignment for the INTA (National Institute of Agricultural Technology) weather radars using four months of 2016. The methodology used in this report has been developed and tested in recent works, and is based on the detection of solar interferences in reflectivity data. For Paraná and Pergamino radars, the application of the methodology was trouble free while for the Anguil radar too few solar interferences were detected -less than ten per month-. This suggests a sensibility loss on the reception chain, and hence the state of the antenna alignment was not verified. The maximum of solar interferences was found at Paraná in July 2016 (189 cases). The last bias, found in October 2016, was $-0,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ which is within the expected error. On the other hand, Pergamino radar has a counterclockwise shift, steady since October 2016, of $-1,8^{\circ} \pm 0,7^{\circ}$. This persistent misalignment indicates that a more frequent inspection of the antenna is necessary.

Palabras clave: radar, orientación, sol, antena

Citar como:

Rugna, M., L. Vidal y R. de Elía, 2017: Verificación de la orientación de la antena de los radares meteorológicos de INTA utilizando la radiación solar. Nota Técnica SMN 2017-4.

1. INTRODUCCION

La correcta orientación de la antena del radar meteorológico resulta de importancia para localizar con exactitud los ecos provenientes de fenómenos de interés; esto no solamente para emitir alertas más precisas sino también para estimar el tipo y la cantidad de precipitación caída en una dada localidad. En este sentido, diversos trabajos muestran la efectividad de utilizar las interferencias producidas por la emisión electromagnética solar para cuantificar el error en la orientación de la antena (Whiton y otros, 1976; Darlington y otros, 2003). Este método se basa en detectar el máximo de radiación cuando la antena apunta directamente al sol, para luego comparar la posición indicada por los metadatos del radar con la posición solar en el cielo que se conoce con gran exactitud (WMO, 2006). El inconveniente de esta metodología es que implica la interrupción de la rutina operativa del radar durante el tiempo que lleve este ejercicio. Para paliar este inconveniente Holleman y Beekhuis (2004) presentaron un método para monitorear estas interferencias solares mientras el radar continúa con su rutina operativa. Poco después Huuskonen y Holleman (2007) mejoraron la metodología incluyendo correcciones que tienen en cuenta la atenuación y la refracción atmosférica. Estudios posteriores (Holleman y otros, 2010; Altube y otros, 2015) extienden el método incorporando el monitoreo de la potencia recibida para compararla con la emitida por el sol y de esta manera identificar fallas graduales en el sistema de recepción del radar. Además, este último trabajo adapta la metodología de Holleman y otros (2010) para ser implementada en radares de alcance más corto (en el orden de los 150 km) utilizados por el Servicio Meteorológico de Cataluña.

El objetivo del presente trabajo es continuar con la serie iniciada en el estudio de los radares locales por Vidal y Nesbitt (2015) y Rugna y otros (2016) con los datos del radar de Ezeiza, perteneciente al SMN. En el primero se muestra que la antena presentaba un desvío de aproximadamente $7,5^\circ$ en azimut en sentido contrario al de las agujas del reloj, utilizando datos con ausencia de nubosidad y precipitación de Enero de 2015. En el segundo se amplía el algoritmo para usar todos los datos posibles de los meses del verano 2015 comprobándose su utilidad para monitorear en forma operativa la orientación.

2. DATOS

Se trabajó con datos de reflectividad de los radares meteorológicos pertenecientes al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ubicados en las Estaciones Experimentales Agropecuarias (EEA) de Anguil (La Pampa), Paraná (Entre Ríos) y Pergamino (Buenos Aires). El período de análisis para Anguil y Paraná fue de Julio a Octubre de 2016 en tanto que para Pergamino se trabajó con los datos de Abril a Diciembre de 2016. Los volúmenes utilizados corresponden a los rangos máximos de 120 km y 240 km; en adelante se los nombrará “volumen de 120 km” y “volumen de 240 km” respectivamente.

3. METODOLOGÍA

Se reescribió y portó el programa original utilizado en Rugna y otros (2016) programado en lenguaje para MATLAB al lenguaje Python (de código y acceso libre, disponible en línea en <https://gitlab.smn.gov.ar/ID/RadarMeteo>) y así utilizar paquetes complementarios de código libre. Usando los paquetes PyART (Helmus y Collis, 2016) para la apertura e inspección de los datos de radar y Pysolar - disponible en línea en <https://github.com/pingswept/pysolar> y que se basa en el algoritmo propuesto por Reda y Andreas (2003)- para los cálculos de las efemérides, el programa analiza los datos de reflectividad

considerando que el sol se detecta como una potencia constante en la dirección radial. Para poder filtrar las detecciones y discriminarlas de otros ecos (meteorológicos, de terreno, propagación anómala) se siguió la metodología propuesta por Altube y otros (2015).

3.1 Identificación de radiales cercanos al Sol

En los metadatos de cada archivo se encuentra el tiempo correspondiente al centro de cada radial del volumen. Esto es importante debido a que se necesita precisar el tiempo de obtención del radial con menos de 10 segundos para posicionar al sol con $0,1^\circ$ de error (Altube y otros, 2015). Con la ubicación espacial del radar (latitud, longitud y altura sobre el nivel medio del mar) Pysolar calcula la altura y azimut del sol para cada uno de los tiempos mencionados. En un primer control de calidad se eliminan los radiales en cuyo tiempo el sol tenga elevación negativa (noche local). El ángulo subtendido por el disco solar es de $0,57^\circ$ y en una inspección de casos aleatorios se observó que no más de 2 radiales por barrido azimutal (i.e. PPI) fueron interferidos por el sol. Luego, teniendo en cuenta el patrón de radiación de la antena y el ancho del haz del lóbulo principal, se observó que la energía puede ingresar a la cadena de recepción por fuera de este ancho (aproximadamente 1°) por lo que se amplió el rango máximo de búsqueda de error hasta un límite de 3 grados y se eliminaron los radiales cuya posición relativa con respecto al sol excediera este límite. A partir de la obtención los radiales cercanos a la ubicación del sol se ponen condiciones sobre los datos de reflectividad, se cuenta la cantidad de datos válidos -i.e. los datos con algún valor de reflectividad- a partir de 50 km desde el radar (para evitar contaminación por los ecos de terreno) y se conservan los radiales que tuviesen como mínimo el 90% de datos válidos.

3.2 Transformación de reflectividad en potencia relativa

Con los radiales encontrados se calcula la potencia para cada uno de ellos a partir de invertir la ecuación de radar. (*Nota: Dado que se desconoce la calidad de la calibración de la reflectividad medida por el radar, la potencia obtenida es relativa a esta estimación. Esta falta, no obstante, no dificulta el objetivo de este trabajo*). De esta manera, se observó, como era de esperar, que tanto las interferencias solares como las no solares pero de características similares (por ejemplo, señales de redes inalámbricas RLAN -radio local area network, redes locales de radio-) mantienen su intensidad a lo largo del radial y los ecos meteorológicos o de terreno se observan como picos de potencia. Por esto se caracterizó la potencia a través de la mediana y se la calculó a partir de los 80 km de distancia. Este límite se definió para minimizar el sesgo en la estimación de la potencia por ecos de terreno (Altube y otros, 2015).

La Figura 1 ejemplifica lo mencionado anteriormente para el radar de Anguil en el año 2011 donde se muestra dos radiales consecutivos, uno con una interferencia solar y otro sin interferir, ambos corresponden a una elevación de antena de 9° ; este caso también se muestra en la Figura 3 (arriba a la izquierda). Se marca el umbral de 80 km donde la potencia, antes del mismo, proviene casi exclusivamente de ecos meteorológicos mientras que más allá de esta marca la potencia es prácticamente constante. Teniendo en cuenta que la altura del haz (considerando una atmósfera estándar) para una distancia de 100 km es de más de 15 km, cualquier recepción que provenga de una distancia mayor muy probablemente no tenga origen meteorológico; para ecos ubicados a 200 km en rango, su altura es de más de 30 km.

No obstante, a fin de verificar que la potencia recibida no provenga exclusivamente de fuentes meteorológicas y tomando en cuenta la uniformidad de los valores en la dirección radial, se utiliza un

estimator del desvío estándar que contuviera a la mediana, el desvío absoluto (MAD). Escalando el MAD se utiliza un umbral de 2 dBm para el estimator y finalmente se seleccionan todos los radiales que tengan un desvío menor. Finalmente se registran los valores de azimut y elevación de la antena y del sol. Además, para poder analizar casos por separado, se registra la hora de inicio del escaneo volumétrico.

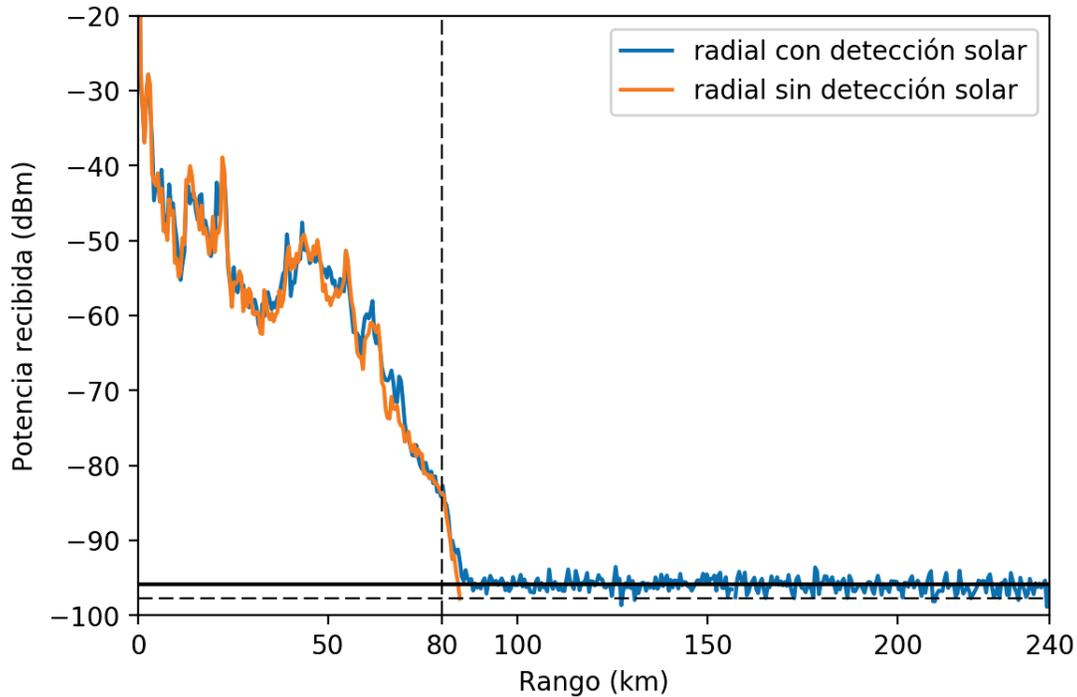


Fig. 1: Potencia recibida para dos radiales consecutivos en el radar de Anguil el 15 de Enero de 2011, uno con eco meteorológico e interferencia solar (azul) y otro solo con eco meteorológico (naranja). Los haces corresponden a una elevación de antena de 9°. En línea punteada vertical se muestra la distancia (80 km) desde la cual se calcula la mediana de la potencia. La línea horizontal llena muestra la mediana obtenida en el radial con detección solar. La línea horizontal punteada indica el mínimo valor detectado en el radial sin detección. Los valores de potencia son relativos a la calibración del radar (ver nota en el texto).

Se calcularon los desvíos relativos en grados usando la diferencia entre el valor obtenido del radar y el valor teórico del sol tanto en azimut como en elevación (esto significa que un desvío positivo implica que existe un corrimiento en sentido horario que debiera corregirse girándose la antena en sentido antihorario). Luego se obtuvo la mediana y el intervalo intercuartil a nivel mensual discriminando por tipo de volumen y por elevación.

En particular se eligió la separación por volumen debido a que en cada uno se emiten pulsos de diferente longitud. Por ejemplo, un pulso más corto está apareado a un mayor ancho de banda de receptor lo que implica un aumento en la capacidad de detectar la señal solar (Holleman y otros, 2010). La discriminación por elevación se utilizó para evitar los efectos de la refracción atmosférica en las elevaciones más bajas y otras interferencias no deseadas, principalmente RLAN. Se optó por un umbral de 5°, es decir, los

estadísticos fueron calculados primero para todas las elevaciones y luego solo para las que estuvieran por encima del umbral.

4. RESULTADOS

A continuación se detalla los resultados obtenidos para cada radar.

4.1 Paraná

En la Tabla I se detallan los estadísticos encontrados para el período analizado (Julio a Octubre de 2016) en los distintos conjuntos de datos. Se observa a lo largo de los meses que los valores medios de desvío se mantienen prácticamente constantes y cercanos a cero. En tanto que para un mismo mes, los distintos conjuntos mantienen el desvío, especialmente los que poseen la mayor cantidad de interferencias solares. Esto indica que es posible tomar para el análisis los datos de elevaciones superiores y evitar la mayor cantidad de interferencias RLAN.

En la Figura 2 se ilustran resultados para Julio 2016 para todos los datos del volumen de 120 km (arriba a la izquierda), todos los datos del volumen de 240 km (abajo a la izquierda), los datos del volumen de 120 km para elevaciones superiores a 5° (arriba a la derecha) y todos los datos para elevaciones superiores a 5° (abajo a la derecha). Se observa una disminución en la cantidad de datos tanto al no tener en cuenta elevaciones menores a 5° cómo al tomar solo los datos del volumen de 240 km. En los meses no mostrados aquí se observa que los valores también son consistentes entre condiciones incluso en los que tienen baja cantidad de datos. De esta manera, el valor que se utilizó como referencia corresponde a los volúmenes de 120 km y elevaciones superiores a 5°.

La dispersión observada con los datos separados en dos nubes de puntos es similar a la Figura 8 de Altube y otros (2015) donde se explica que puede deberse a un problema en el módulo de procesamiento y que se corrigió con una actualización del software. En nuestro caso no le encontramos una explicación obvia.

Tabla I: Cantidad de interferencias solares, media y desvío estándar para cada tipo de volumen en el radar de Paraná entre los meses de Julio y Octubre de 2016, siendo 120 y 240 los volúmenes completos a 120 km y 240 km respectivamente; luego los mismos volúmenes tomando solamente las elevaciones superiores a 5° y finalmente todos los datos disponibles para elevaciones superiores a 5°.

	Todo		120		240		120 (5°)		240 (5°)		Todo (5°)	
	#	#	azi (°)	#	azi (°)	#	azi (°)	#	azi (°)	#	azi (°)	
JUL	189	166	0,0±0,5	23	0,1±0,4	105	0,0±0,5	18	0,1±0,4	123	0,0±0,5	
AGO	138	124	0,1±0,5	14	0,2±0,5	73	0,1±0,5	11	0,2±0,5	84	0,1±0,5	
SEP	155	138	-0,1±0,5	17	-0,2±0,4	75	-0,1±0,5	14	-0,2±0,5	89	-0,1±0,5	
OCT	123	110	0,1±0,7	13	0,1±0,4	54	0,0±0,5	13	0,1±0,4	67	0,0±0,5	

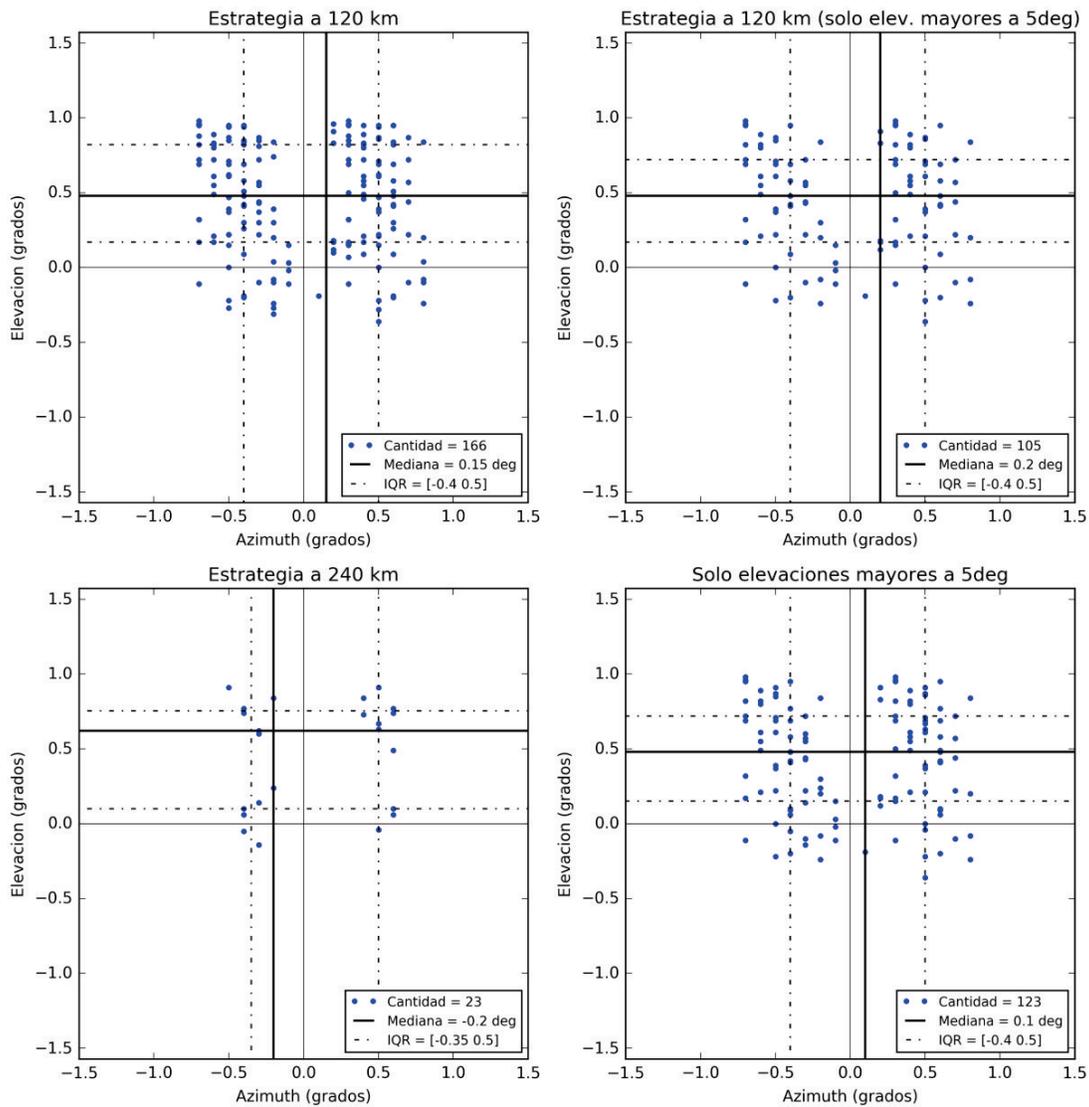


Fig. 2: Desvíos relativos para azimuth y elevación de la antena con respecto al sol para el radar de Paraná en el mes de Julio de 2016. En todos los casos se indica con líneas llenas las medianas y en líneas punteadas los percentiles 25 y 75. En las leyendas se indican la cantidad de datos mensuales, la mediana e intervalo intercuartil para el azimuth. En el panel superior izquierdo se ilustran los datos correspondientes a los volúmenes de 120 km. En el panel inferior izquierdo, lo mismo pero para los volúmenes de 240 km. En el panel superior derecho están graficados los datos de los volúmenes de 120 km tomando únicamente elevaciones superiores a 5°. En el panel inferior derecho se encuentran todos los volúmenes disponibles tomando solamente elevaciones superiores a 5°.

4.2 Anguil

No se obtuvieron resultados con el radar de Anguil por la poca cantidad de datos en comparación con los otros radares, con un aproximado de 10 interferencias solares al mes. Sin embargo se observa en la Figura 3 que previo al período de análisis las mismas eran fácilmente detectables, incluso con presencia de tiempo severo en las cercanías del radar. Se observa que en tres volúmenes consecutivos la interferencia descende en elevación y rota levemente hacia el sur coincidiendo con las efemérides del día. Un análisis cualitativo de la Figura 3 muestra que en los tres casos hay dos radiales involucrados. La diferencia entre los mismos radica en una reflectividad (y por consiguiente potencia) menor en el radial más alejado a la posición del sol. Es menester aclarar que el algoritmo en su versión actual solamente detecta interferencias y no discrimina en potencia por lo que, utilizando este caso como ejemplo, incluso el radial con mayor desvío (y menor potencia por lo antes expuesto) será computado a la hora de encontrar los desvíos sistemáticos mensuales.

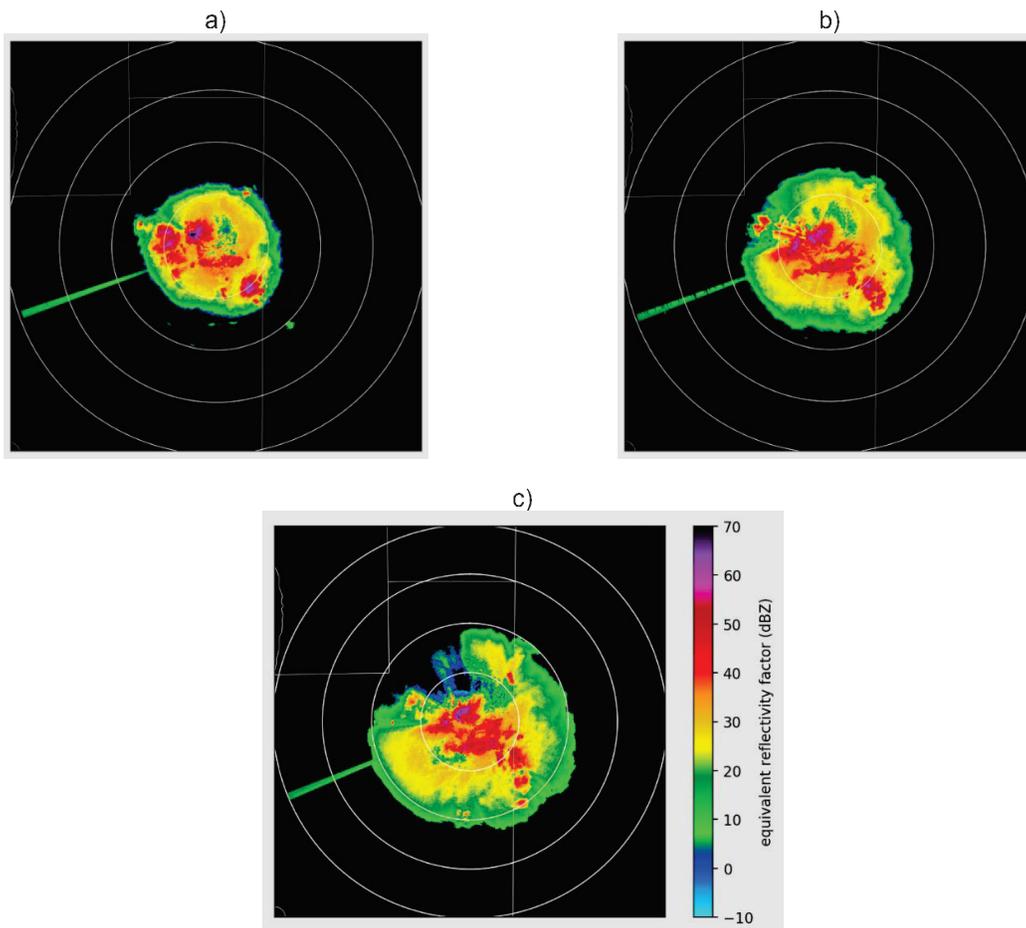


Fig. 3: Barrido tipo PPI en el radar de Anguil el 15 de Enero de 2011 para las (a) 2240UTC, (b) 2250UTC y (c) 2300UTC. En sentido horario se observan tres volúmenes consecutivos a distintas elevaciones de antena (9,1°, 6,9° y 5,0°). Se observan las interferencias correspondientes al descenso del sol ocurriendo hacia el suroeste. Los anillos concéntricos muestran la distancia al radar cada 60 km.

La menor cantidad de interferencias solares en la actualidad puede ser explicada porque la potencia del sol medida por el radar es muy cercana al piso de ruido del radar, por lo que cualquier pérdida en la cadena de recepción hace que este piso suba y las interferencias solares más débiles no sean captadas finalmente por el procesador, encontrando solamente las interferencias más intensas. Es decir, las que poseen el menor desvío absoluto entre el centro de la antena (el lóbulo central) y el centro del sol, asumiendo que la máxima recepción está en el centro.

4.3 Pergamino

En los datos del radar de Pergamino se observó que solamente se encontraron interferencias solares para los volúmenes de 120 km. Esto puede deberse, por lo explicado previamente, a un aumento en el piso de ruido del receptor apareado a un largo de pulso mayor utilizado en el volumen de 240 km. Es por esto que el análisis se redujo a la discriminación entre elevaciones.

En la Figura 4 se muestra la nube de dispersión con los desvíos para cada interferencia solar encontrada. Se observa que usando todas las elevaciones hay más datos (más del doble) pero que también se encuentran valores atípicos con desvíos positivos mientras que analizando solamente las elevaciones más altas, estos valores desaparecen. Esto llevó a pensar que estos outliers se deben a interferencias RLAN y no a emisiones solares.

En la Figura 5 se muestra en dos paneles las series temporales de los desvíos para cada interferencia y la cantidad mensual en el volumen de 120 km, tanto para el total de elevaciones como para aquellas sólo superiores a 5°. Se observó que las dos series temporales presentan una oscilación en la orientación de la antena teniendo el mínimo desvío en Julio de 2016 y el máximo en Octubre del mismo año. También se observó que este desvío sistemático se sostiene a lo largo de los meses, especialmente en los datos de elevaciones superiores a 5°. En la Tabla II se detallan los valores obtenidos.

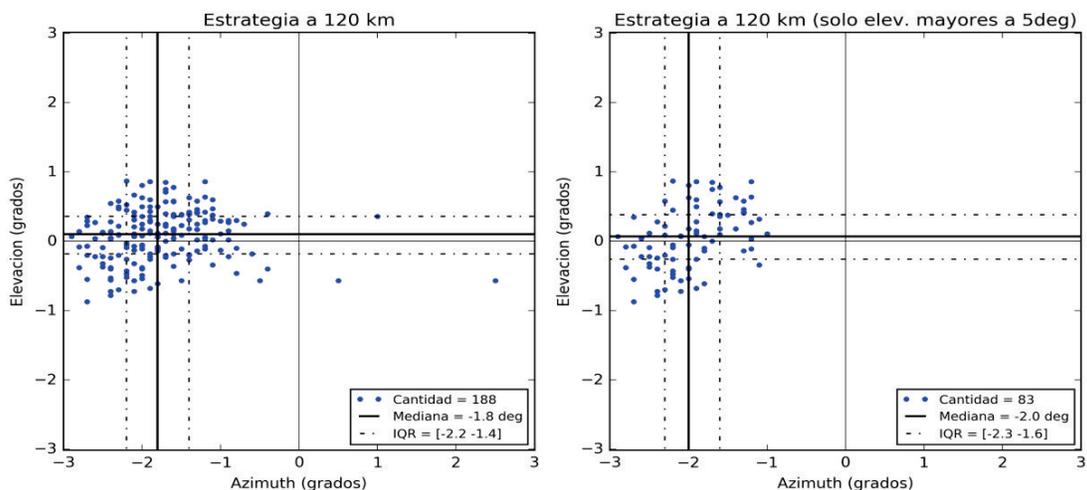


Fig. 4: Ídem Figura 2 para el radar de Pergamino en Octubre de 2016. Se muestran los datos encontrados en los volúmenes de 120 km (izquierda) y lo mismo pero solamente para elevaciones superiores a 5° (derecha). En el panel de la izquierda se observan valores atípicos con desvíos positivos que desaparecen en el panel de la derecha, probablemente debidos a interferencias RLAN.

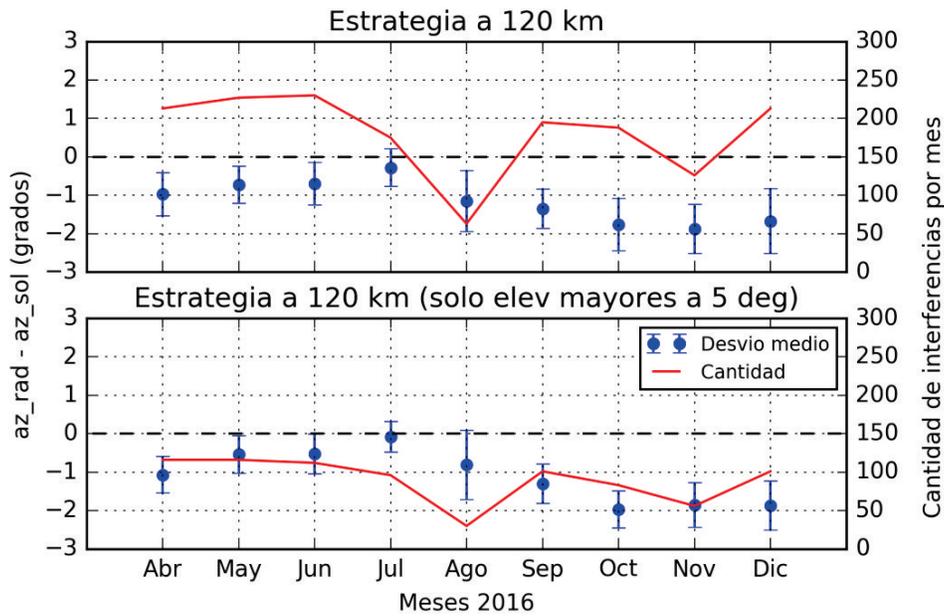


Fig. 5: Serie temporal de la media y desvío estándar en azimuth (en azul, coordenadas verticales de la izquierda) y la cantidad de interferencias mensuales detectadas (en rojo, coordenadas verticales de la derecha) para el radar de Pergamino. En el panel superior se grafican todas las elevaciones del volumen de 120 km y en el inferior solamente aquellas con elevaciones superiores a 5°.

Tabla II: Cantidad de interferencias solares, media y desvío estándar para cada tipo de volumen en el radar de Pergamino entre los meses de Abril y Diciembre de 2016.

	120		120/5	
	#	azi (°)	#	azi (°)
ABR	213	-1,0±0,6	116	-1,1±0,5
MAY	227	-0,7±0,5	116	-0,5±0,5
JUN	230	-0,7±0,5	112	-0,5±0,5
JUL	175	-0,3±0,5	96	-0,1±0,4
AGO	63	-1,2±0,8	30	-0,8±0,9
SEP	195	-1,4±0,5	101	-1,3±0,5
OCT	188	-1,8±0,7	83	-2,0±0,5
NOV	126	-1,9±0,6	56	-1,9±0,6
DIC	213	-1,7±0,9	101	-1,9±0,6

5. CONCLUSIONES

Así como fue mostrado en Rugna y otros (2016), la metodología propuesta en Altube y otros (2015) funciona correctamente tanto en el radar de Ezeiza como en los radares del INTA. Los inconvenientes encontrados en todos los radares se relacionan inicialmente con la cantidad de interferencias solares registradas por el instrumento; incluso en el valor más alto encontrado en el radar de Paraná se encuentra por debajo de los valores hallados por Huuskonen y Holleman (2007) y por Holleman y otros (2010), además de encontrarse en su mayoría en el volumen de 120 km. En el radar de Pergamino se encontraron interferencias únicamente en los volúmenes de 120 km pudiendo deberse a un problema en la sensibilidad del receptor cuando es utilizado en rangos más largos (con pulsos transmitidos más largos). En el radar de Anguil se encontraron muy pocos datos a nivel mensual (siempre menores que 10), y esto puede estar relacionado a problemas de pérdida de potencia en la cadena de recepción posiblemente asociados a inconvenientes en la cadena polarimétrica.

En relación al desvío en azimut de la antena, el radar de Paraná mostró muy poca oscilación mensual en el período analizado con un máximo de $0,1^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ por lo que se continuará monitoreando. El radar de Pergamino mostró una gran oscilación en los desvíos con un máximo de $-2,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ en los datos del volumen de 120 km y elevaciones superiores a 5° de Octubre de 2016 manteniéndose en esos valores hasta Diciembre del mismo año (el último mes analizado). Para este radar se recomienda un análisis de la cadena de recepción que pueda explicar el no haber hallado datos para los volúmenes de rango largo (240 km) y una corrección del azimut de la antena. En el radar de Anguil se recomienda hacer una revisión de la cadena de recepción polarimétrica ya que la misma presentó problemas en el pasado. Para este radar no se hizo un análisis de orientación de la antena debido a la baja -o nula en algunos casos- cantidad de datos encontrados.

6. REFERENCIAS

Altube, P., J. Bech, O. Argemí, and T. Rigo, 2015: Quality control of antenna alignment and receiver calibration using the sun: adaptation to mid range weather radar observations at low elevation angles. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 32, 927–942.

Darlington, T., M. Kitchen, J. Sugier, and J. de Rohan-Truba, 2003: Automated real-time monitoring of radar sensitivity and antenna pointing accuracy. Preprints, 31 st Conf. on Radar Meteorology, Seattle, WA. *Amer. Meteor. Soc.*, 538-541.

Holleman, I., and H. Beekhuis, 2004: Weather radar monitoring using the sun. Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI) Tech. Rep. TR-272, 40 pp.

—, A. Huuskonen, M. Kurri, and H. Beekhuis, 2010: Operational monitoring of weather radar receiving chain using the sun. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 27, 159–166.

Helmus, J.J. and S.M. Collis, 2016: The Python ARM Radar Toolkit (Py-ART), a Library for Working with Weather Radar Data in the Python Programming Language. *Journal of Open Research Software*. 4(1), p.e25.

Huuskonen, A., and I. Holleman, 2007: Determining weather radar antenna pointing using signals detected from the sun at low antenna elevations. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 24, 476–483.

Reda, I., and A. Andreas, 2003: Solar position algorithm for solar radiation application. National Renewable Energy Laboratory (NREL) Technical report NREL/TP-560-3430

Rugna, M., L. Vidal y R. de Elía, 2016: Verificación de la orientación de la antena del radar meteorológico DWSR-2500C del Servicio Meteorológico Nacional. Nota Técnica SMN 2016-3.

Vidal L., y S. Nesbitt, 2015a: Cuantificación del error actual en la orientación de la antena del radar meteorológico DWSR-2500C del Servicio Meteorológico Nacional. Nota Técnica SMN 2015-1.

Vidal L. y S. Nesbitt, 2015b: Cuantificación del error actual en la orientación de la antena del radar meteorológico DWSR-2500C del Servicio Meteorológico Nacional: verificación de los trabajos realizados. Nota Técnica SMN 2015-2.

Whiton, R. C., P. L. Smith, and A. C. Harbuck, 1976: Calibration of weather radar systems using the sun as a radio source. Preprints, 17th Conf. On Radar Meteorology, Seattle, WA., Amer. Meteor. Soc., 60-65 pp

WMO, 2006: Guide to meteorological instruments and methods of observation. 7th ed. WMO-No. 8, 569 pp.

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 (rdelia@smn.gov.ar), Luciano Vidal (lvidal@smn.gov.ar) o Martín Rugna (mrugna@smn.gov.ar) de la Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación, 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).