



Servicio
Meteorológico
Nacional

Verificación de la orientación de la antena del radar meteorológico DWSR-2500C del Servicio Meteorológico Nacional

Nota Técnica SMN 2017-3

Martin Rugna, Luciano Vidal y Ramón de Elía

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

Enero 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 este trabajo se verificó la orientación en el radar meteorológico DWSR-2500C del SMN ubicado en el partido de Ezeiza. Se utilizaron datos de once meses entre 2014 y 2015 aplicando una metodología utilizada de manera operativa en distintos servicios meteorológicos del mundo que se basa en identificar las interferencias producidas por la emisión solar. Se comprobó la utilidad de esta metodología comparando con resultados obtenidos en estudios previos, aunque algunos de los resultados fueron distorsionados fuertemente por la gran cantidad de interferencias electromagnéticas de redes inalámbricas RLAN. La baja cantidad de datos encontrados sugiere que el procesador del radar puede filtrar algunas interferencias o que el nivel de ruido del receptor es más alto que las interferencias solares más débiles.

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 DWSR-2500C weather radar owned by the SMN and located at Ezeiza district in the Buenos Aires province. Data from eleven months between 2014 and 2015 is used for identifying solar interferences applying an operational methodology tested at different national weather services around the world. Results were compared with those of previous reports reaching similar conclusions even though RLAN interferences greatly distorts the findings. It is also noted that the amount of collected cases are well below the number found in similar experiments made abroad, which suggests the presence of losses somewhere in the reception chain.

Palabras clave: radar, antena, sol, orientación

Citar como:

Rugna M., L. Vidal y R. de Elía, 2017: Verificación de la orientación de la antena del radar meteorológico DWSR-2500C del Servicio Meteorológico Nacional. Nota Técnica SMN 2017-3.

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, 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 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 añadiendo 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.

Basándose en parte en estas metodologías Vidal y Nesbitt (2015a y 2015b) mostraron que el radar de Ezeiza (Argentina), exhibía un error de aproximadamente $7,5^\circ$ en azimut. Este error fue corregido manualmente el 30 de Abril de 2015 (Vidal y Nesbitt, 2015b). En este presente trabajo se describen las etapas seguidas para adaptar y agilizar estas metodologías para su uso frecuente en el monitoreo de los radares pertenecientes a la red. Finalmente se describen los resultados encontrados.

2. METODOLOGIA

Con el fin de simplificar y agilizar la realización de estas pruebas, se escribió un programa en lenguaje Matlab que puede ser utilizado con datos de reflectividad provenientes de los radares del SMN y del INTA. Este programa inspecciona los datos de reflectividad para detectar un pico en el nivel de ruido producido en el momento de un apuntamiento directo al sol por parte de la antena.

Dado que la existencia de otras señales puede enmascarar el máximo de radiación solar se necesita filtrar ecos meteorológicos, de terreno y de propagación anómala. Se hizo esto utilizando la metodología propuesta por Altube y otros (2015). Al mismo tiempo, para conocer la posición del Sol, se utilizó el algoritmo propuesto por Reda y Andreas (2003) que tiene en cuenta la ubicación espacial del radar y temporal de los datos. El programa principal tiene como salida un archivo de texto con las todas las interferencias encontradas (tanto las solares como de RLAN -red de área local inalámbrica-) durante el rango de días seleccionado, donde las variables de interés son la posición del Sol observada por el radar y su posición teórica, como así también la potencia recibida obtenida utilizando la ecuación de radar a partir de los valores de reflectividad.

3. DATOS

Se utilizaron datos provenientes del radar doppler perteneciente al SMN ubicado dentro del predio de Fuerza Aérea Argentina en el partido de Ezeiza, provincia de Buenos Aires. El período de análisis corresponde a los meses de Octubre de 2014 a Agosto de 2015. Para esta verificación solo se utilizaron los volúmenes generados en el rango de 240 km. La elección de no utilizar los otros volúmenes de la estrategia (con rangos máximos de 120 km y 480 km) es que poseen muy pocas elevaciones de antena.

4. RESULTADOS

Al momento de analizar de forma manual los datos mensuales obtenidos se observa una gran similitud entre la reflectividad observada en las interferencias solares y RLAN, por lo que se decidió graficar los campos medios de reflectividad para la elevación más baja y buscar aquellos días con la menor cantidad de ecos meteorológicos para comprobar si los radiales mayormente asociados con la posición solar -a través de las efemérides- estaban siendo afectados. Se muestran en la figura 1a un caso de verano y en 1b un caso de invierno dentro del período analizado. Se observa en principio que las interferencias con mayor potencia se mantienen aunque presentan una leve rotación en sentido antihorario producto de la corrección de la orientación realizada el 30 de abril de 2015. El comportamiento de las interferencias RLAN más intensas se mantiene en las distintas elevaciones de antena, mientras que las más débiles ya no son percibidas por el radar.

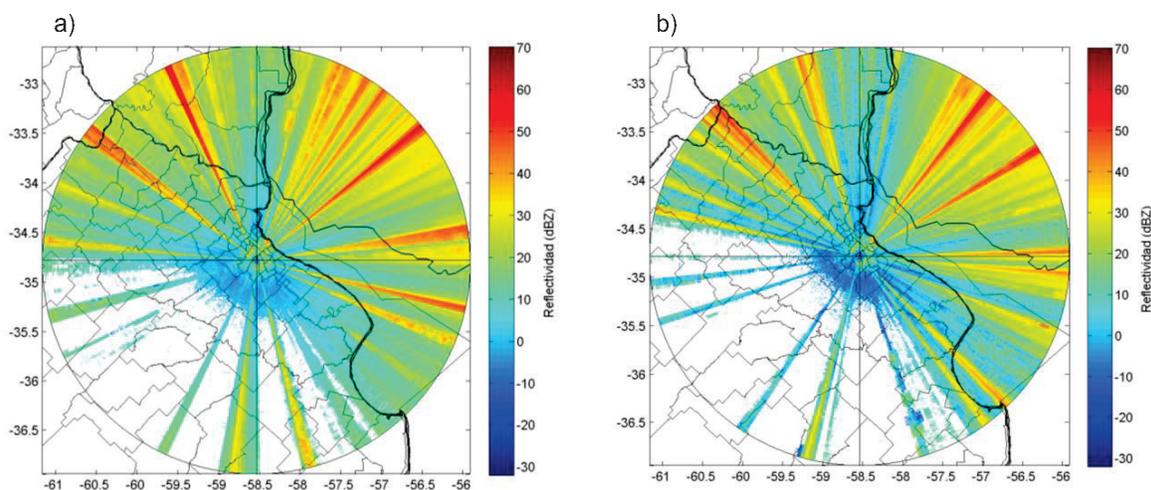


Figura 1: a) Campo de reflectividad media observada en el radar de Ezeiza el día 22 de enero de 2015 para $0,3^\circ$ de elevación. b) Ídem a) para el 21 de agosto de 2015.

Teniendo en cuenta los rangos de azimut para la salida y la puesta del Sol, se destaca que en el caso estival el rango de la salida (hacia el ESE) se ve parcialmente afectado por interferencias fuertes mientras que la puesta (OSO) casi no presenta ecos. La situación es diferente en el caso invernal donde el algoritmo no logra discriminar la señal del Sol debido a que encuentra una gran cantidad de interferencias RLAN, tanto al ENE en la salida como al ONO en la puesta. Se comprueba entonces que las interferencias juegan un papel importante en sumar radiales a los datos de salida y que el algoritmo no es capaz de filtrarlos por su similitud con la señal proveniente del Sol.

En la figura 2 se grafican los desvíos para cada uno de los radiales identificados para el trimestre diciembre de 2014 y enero/febrero de 2015 en un diagrama de dispersión. Es evidente la mayor concentración de puntos entre -7° y -8° de desvío azimutal; la mediana se ubica en $-7,24^\circ$ aunque existen valores muy alejados – mayores a -4° , incluso con desvíos positivos – que pueden corresponderse con interferencias RLAN. Por completitud, el primer cuartil se ubica en $-7,83^\circ$ y el tercero en $-4,28^\circ$.

Si se utiliza un criterio de selección tal que se filtren todos los valores que se alejen 1° de la mediana del azimut, tanto la media como el desvío estándar son similares al valor encontrado por Vidal y Nesbitt (2015a) resultando el desvío azimutal en $-7,5^\circ \pm 0,5^\circ$. Se debe aclarar que no se utilizaron algunos estimadores propuestos por los distintos trabajos debido a que, en el caso de verano, los desvíos son muy grandes y no se puede asumir que las distribuciones de los errores sigan los parámetros esperados.

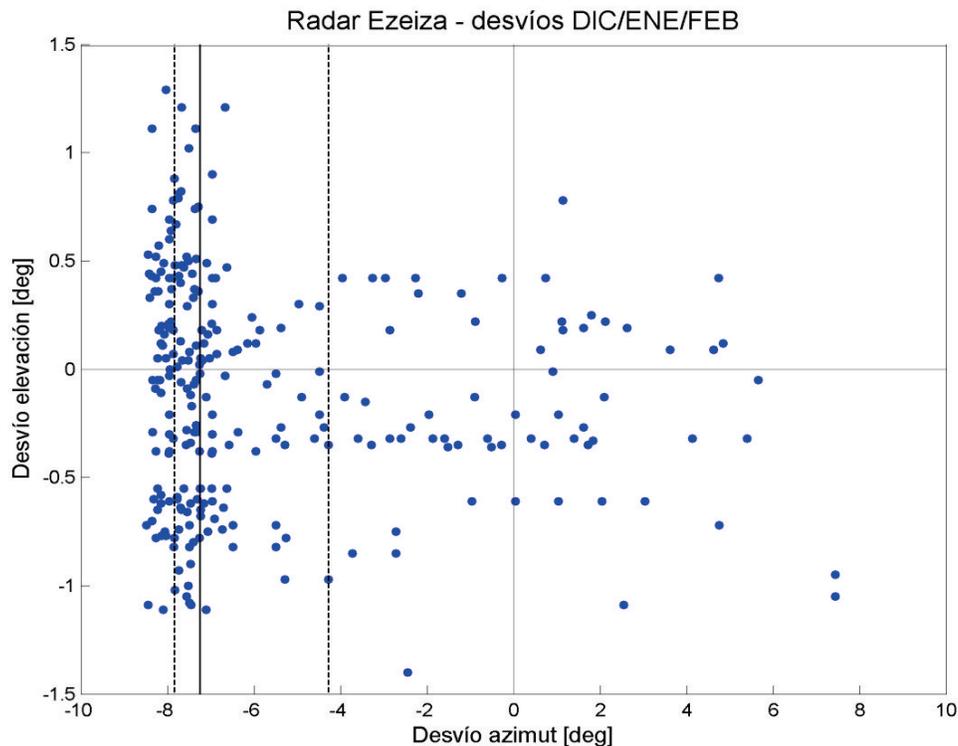


Figura 2: Desvíos para cada radial encontrado en el trimestre diciembre, enero y febrero. La línea vertical indica la mediana y las líneas punteadas los cuartiles 1 y 3.

El caso de invierno presenta más inconvenientes debido a que existe una gran similitud en los azimut con interferencias solares y RLAN encontrándose una nube de puntos sin correlación (figura no mostrada). Al analizar casos diarios utilizando el método de Vidal y Nesbitt (2015a) se observa que el desvío azimuthal posterior al 30 de abril de 2015 es cercano a 0° por lo que se debería comprobar la efectividad del algoritmo en los meses siguientes donde la salida y puesta del Sol tengan la menor coincidencia posible con otras interferencias.

En todos los casos se observa que la cantidad de datos diarios encontrados (en promedio) es muy baja en comparación con, por ejemplo, Huuskonen y Holleman (2007). Esta diferencia puede deberse, en parte, por pérdidas de potencia en la cadena de recepción que impiden que se detecten interferencias solares muy débiles y a un filtrado por parte del procesador del radar para intentar eliminar todo tipo de interferencias.

5. CONCLUSIONES

La gran cantidad de interferencias RLAN es el principal factor que impidió un análisis más profundo de los datos, principalmente en los meses de invierno donde la señal del Sol coincidió en muchas ocasiones con otras señales. En el caso de verano, se comprobó la efectividad del método aplicado encontrándose un error similar al hallado por Vidal y Nesbitt (2015a) con la ventaja de que el método no requiere una selección previa entre casos con cielo despejado (esto es, sin ecos meteorológicos en el radar) pudiéndose aplicar de manera operativa.

Comparando la cantidad de radiales identificados con la mencionada en distintos trabajos y, teniendo en cuenta que los datos con los que se trabajó no son los datos en crudo, se infiere que muchos posibles

candidatos fueron filtrados previamente por el procesador del radar. Por esto se propone acceder a los datos más crudos posibles para volver a ejecutar la cadena de algoritmos y además comprobar si existen pérdidas en la cadena de recepción del radar.

El siguiente paso a realizar en la cadena de procesamiento es corregir el error causado por la refracción utilizando el modelo de Huuskonen y Holleman (2007) e incorporar el ajuste propuesto por Holleman y Beekhuis (2004). Este método es efectivo para eliminar valores atípicos. Del mismo se estima la potencia máxima emitida por el Sol – esto es, la potencia encontrada por el radar si existiese una coincidencia perfecta entre el haz de radar y el Sol – y los desvíos en azimut y elevación. Finalmente el monitoreo de la potencia recibida por el radar se puede contrastar con los valores para la emisión solar en banda S calculados por DRAO (Canadá) siguiendo la fórmula propuesta por Tapping (2001) y así completar el monitoreo de la cadena de recepción del radar.

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 midrange 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

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

Tapping, K., 2001: Antenna calibration using the 10.7 cm solar flux. Workshop on Radar Calibration, Albuquerque, NM, *Amer. Meteor. Soc.*, 32 pp.

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).