

Informe Entregables Proyecto AlertAr

Grupo II/2018-I

2.4 SISTEMA DE CORRECCION DE LA REFLECTIVIDAD POR ATENUACION

Integrantes:

- Romina Mezher - INTA

Contenido

Resumen	3
Abstract	3
Detalle del Informe	4
1. Introducción	4
2. Datos	4
3. Metodología	5
4. Resultados	6
5. Conclusiones	7
6. Referencias	7

Resumen	Abstract
<p>La atenuación producida por detrás de ecos intensos de precipitación en los radares meteorológicos de banda C puede ser significativa. Por este motivo es importante encontrar una metodología que pueda corregir la reflectividad perdida por este fenómeno. Se utilizaron herramientas descritas en la bibliografía y desarrollos en software libre en lenguaje Python para obtener la atenuación y corregir la reflectividad original medida por los radares de Paraná y Anguil.</p>	<p>Attenuation produced behind intense echoes of precipitation in the C-band weather radars can be significant. For this reason it is important to find a methodology that can correct the reflectivity lost by this phenomenon. Tools described in the bibliography and free software developments in Python language were used to obtain the attenuation and correct the original reflectivity measured by Paraná and Anguil radars.</p>

Detalle del Informe

1. Introducción

La atenuación es la pérdida de energía debido a la absorción y dispersión por parte del agua líquida o del hielo. La atenuación por presencia de gases en la atmósfera es asociada solo a la absorción y puede ser importante en longitudes de onda cercanas a 1 cm (Battan 1973). En precipitación o debido a la nubosidad, la atenuación dependerá del tamaño, forma y composición de las partículas. En los radares que miden en longitudes de onda de 10 cm (Banda S), 5 cm (Banda C) y 3 cm (Banda X) el principal contribuyente a la atenuación es la absorción por parte de los hidrometeoros. En banda S no es significativa, salvo en presencia de gotas grandes o granizo. En cambio en banda C, y en radares que miden en menores longitudes de onda, la atenuación es importante y por ende es necesario estimarla para luego corregir la reflectividad (Z_h) que fue afectada por esta pérdida. Existen diversas metodologías para corregir Z_h en radares de simple polarización principalmente dadas por relaciones empíricas exponenciales entre la atenuación y Z_h (Hitschfeld y Bordan 1954) o métodos iterativos (Hildebrand 1978).

2. Datos

Para el cálculo de la atenuación se utilizaron datos de los radares polarimétricos ubicados en INTA-Paraná e INTA-Anguil para el periodo comprendido entre 2009 y 2011. Se utilizaron datos medidos hasta el rango de 240 km desde el centro del radar con una resolución por "bin"¹ de 500 metros en para cada haz y 1° entre cada radial (360 radiales). Se utilizaron las 10 elevaciones que se detallan a continuación: 0.5°, 1.3°, 2.3°, 3.5°, 5.0°, 6.9°, 9.1°, 11.8°, 15.1° y 19.2°.

Se utilizaron las siguientes variables obtenidas a partir de los radares: Reflectividad Horizontal (Z_h), Coeficiente de Correlación (CC) y Diferencial de cambio de fase corregido previamente (Φ_{DP}). Para el procesamiento de la información se utilizó la herramienta en lenguaje de programación Python Py-ART, la cual es un paquete para leer, visualizar y corregir datos de radares meteorológicos desarrollado por el Centro de Investigación para las Mediciones Climáticas de Radiación Atmosférica ARM (Helmus y Collis 2016). Una vez obtenida la atenuación se procederá a corregir Z_h .

¹Se denomina bina la caja se origina por la resolución en el haz de medición. La misma es de 1° por 500 metros en este caso.

3. Metodología

Para obtener la atenuación se utilizó la técnica descrita en Gu y otros (2011) donde se la estima en cada haz punto a punto. La misma está basada en una metodología propuesta previamente por Testud y otros (2000) para corregir Z_h que se denomina ZPHI y utiliza en el cálculo de la atenuación un coeficiente α , empírico, que relaciona Z_h con Φ_{DP} integrado en el camino de propagación del haz (ecuaciones 1 y 4), donde Z es la reflectividad atenuada en $\text{mm}^6 \text{m}^{-3}$ y r_1 y r_2 son puntos dentro del haz entre el comienzo de la celda de precipitación y el final de la celda de precipitación cuando el Φ_{DP} detiene su crecimiento respectivamente. Esto se muestra en la figura 1 con un esquema adaptado de Bringi y Chandrasekar (2001).

$$A(r) = \frac{[Z(r)]^b e^{0.23 b PIA}}{I(r_1, r_2) + e^{0.23 b PIA} I(r, r_2)} \quad (1)$$

$$I(r_1, r_2) = 0.46 b \int_{r_1}^{r_2} [Z(s)]^b ds \quad (2)$$

$$I(r, r_2) = 0.46 b \int_r^{r_2} [Z(s)]^b ds \quad (3)$$

$$PIA(r_1, r_2) = \alpha [\Phi_{DP}(r_2) - \Phi_{DP}(r_1)] = \alpha \Delta \Phi_{DP} \quad (4)$$

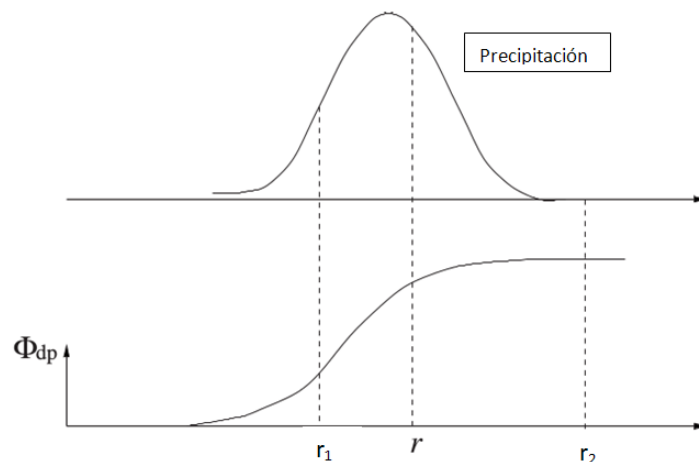


Fig. 1. Esquema representativo del incremento del Φ_{DP} que atraviesa una celda con precipitación. Adaptado de Bringi y Chandrasekar (2001).

Para la banda C, se han utilizado los valores sugeridos en Bringi y Chandrasekar (2001) para α (0,073) y b (0.8), aunque se pueden realizar ajustes y análisis con diferentes α para verificar la sensibilidad de este parámetro.

Finalmente la Reflectividad Corregida por atenuación (Z) se calculará mediante la ecuación 5 donde a la reflectividad atenuada se le adiciona la atenuación integrada en la región a analizar (ver fig. 1).

$$Z = Z_H + \int_{r_1}^r A_H(s) ds \quad (5)$$

4. Resultados

Se analizó el evento del día 18 de enero de 2010 a las 14:50 UTC del radar de INTA-Paraná. En la figura 2 se observa una línea de tormentas con reflectividades altas, por encima de los 45 dBZ hacia el sudoeste y por detrás de la misma una caída de intensidad. Esta disminución en los valores de Z_h está asociada a fuerte atenuación. Por lo tanto es necesario el cálculo de A_h para determinar la nueva reflectividad corregida.

Mediante el desarrollo del algoritmo descrito en la sección 3 en lenguaje Python y con las herramientas provistas por la librería Py-ART se obtuvo la atenuación específica que se observa en la figura 2 (centro). Los valores de A_h están en unidades de dB/km y serán mayores cuando mayor sea la concentración de gotas grandes, medianas o granizo que exista a través del camino de propagación para cada haz. Cuanto mayor sea el cambio del Φ_{DP} en cada haz, mayor pérdida de potencia por atenuación se observará.

Una vez obtenida A_h se calcula la reflectividad corregida la cual se puede observar en la figura 2 (derecha). Por detrás de la línea de tormentas se observa que hay un incremento en los valores de Z_h .

Cuando se realiza un corte radial en el acimut 230° (Figura 3) se puede observar que cuando comienza el incremento en el Φ_{DP} se produce una disminución de Z_h . Esta pérdida de reflectividad por atenuación, también mostrada en la figura 3, es compensada mediante la corrección y se obtiene de este modo una Z_h corregida y mayor a la original obtenida con el radar.

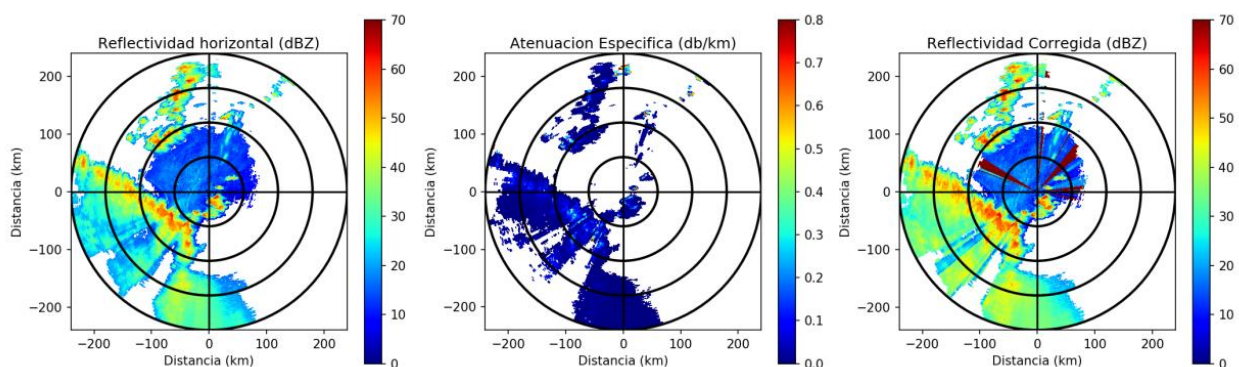


Fig. 2. Imagen PPI a 0.5° de elevación de Reflectividad Horizontal (Izq.), Atenuación específica (Centro), Reflectividad Horizontal Corregida por Atenuación (Der.) del día 18 de enero de 2010 a las 14:50 UTC.

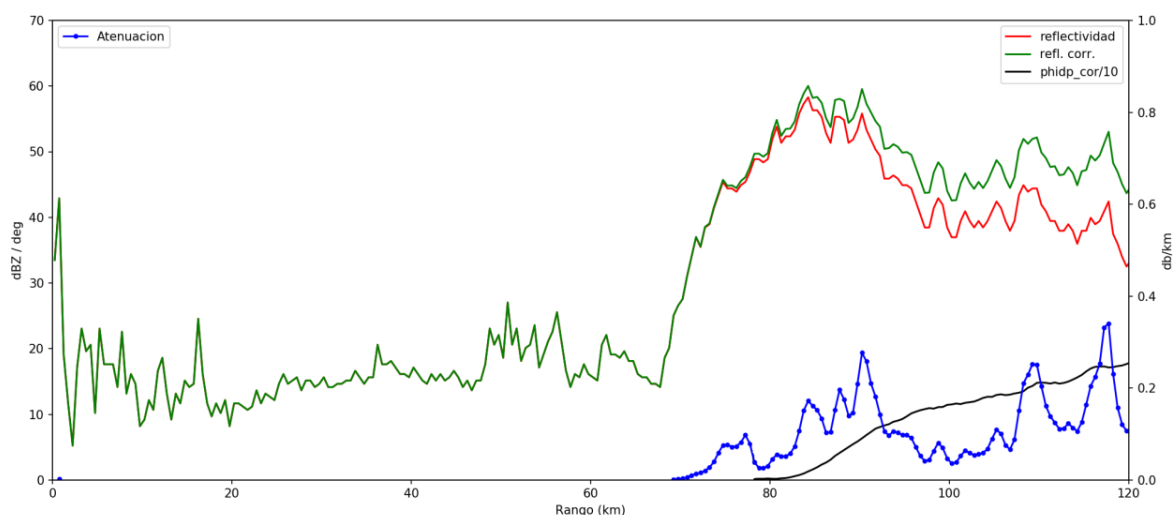


Fig.3. Perfiles radiales en haz 230° de Diferencial de Cambio de Fase corregido (curva negra), Reflectividad Horizontal sin corregir (curva roja), Reflectividad Horizontal corregida (curva verde) y atenuación específica (curva azul) en la elevación 0.5° del radar de Paraná del día 18 de enero de 2010 a las 14:50 UTC.

5. Conclusiones

En radares de banda C como los que se tienen en Argentina la pérdida de señal producto de la atenuación por ecos hidrometeorológicos puede ser significativa. Por lo tanto es importante calcular la atenuación para poder luego corregir la reflectividad original que se pierde por detrás de ecos intensos de precipitación, en aquellos casos donde no se produzca una extinción total de la señal.

Se realizaron los programas que calculan ambas variables en lenguaje Python aplicando técnicas desarrolladas en la librería Py-ART y se probó que las metodologías se pueden aplicar a los datos de los radares de Argentina.

Un desarrollo para próximos estudios sería encontrar un ajuste óptimo de los coeficientes a y b dado que son empíricos y los utilizados son los descriptos para banda C pero para otras regiones con similares regímenes de precipitación.

6. Referencias

Battan, L.J, 1973: Radar observations of the atmosphere. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

Bringi, V.N and V. Chandrasekar, 2001: Polarimetric Doppler weather radar: principles and applications. Cambridge University Press, 648 pp.

Gu, Ji-Young, A. Ryzhkov, P. Zhang, P. Neilley, M. Knight, B. Wolf, and Dong-In Lee, 2011: Polarimetric Attenuation Correction in Heavy Rain at C Band. J. Appl. Meteor. Climatol., 50, 39–58.

Helmus, J.J. & Collis, S.M., 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. DOI: <http://doi.org/10.5334/jors.119>

Hildebrand, P. H., 1978. Iterative correction for attenuation of 5 cm radar in rain. *Journal of Applied Meteorology*, 17(4), 508-514.

Hitschfeld, W., and J. Bordan, 1954: Errors inherent in radar measurement of rainfall at attenuating wavelengths. *J. Meteor.*, 11, 58–67.

Testud J., E. Le Bouar, E. Obligis, and M. Ali-Mehenni, 2000: The rain profiling algorithm applied to polarimetric weather radar. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 17, 332–356.