

Diana M. RODRIGUEZ¹, S. Carina BOLZI¹, María Sol ROSSI LOPARDO¹, Soledad OSORES¹, Soledad MACIEL¹

¹Servicio Meteorológico Nacional
diamarinarodriguez@gmail.com

RESUMEN

La dispersión de cenizas volcánicas en la atmósfera, producto de las erupciones volcánicas o por la re-suspensión posterior de depósitos de ceniza volcánica, provoca impactos ambientales e interrupciones en las actividades humanas a distintas escalas. A través de sensores remotos montados a bordo de satélites es posible el monitoreo y seguimiento de las nubes de ceniza volcánica.

En este trabajo se presenta un ensayo de metodología satelital, con base en el sensor MODIS a bordo de los satélites TERRA y AQUA, para la clasificación de píxeles con ceniza volcánica. Se tomó como caso de estudio la erupción del Volcán Calbuco en abril de 2015 en Chile.

Estos resultados podrían contribuir como herramienta de análisis en Centro de Aviso de Cenizas Volcánicas Buenos Aires (VAAC por sus siglas en ingles).

INTRODUCCION

Diversos productos realizados a través de las combinaciones de bandas térmicas y reflectivas correspondientes al sensor MODIS se utilizan actualmente para determinar la presencia de ceniza volcánica en suspensión o en superficie (Prata, 1989; Pavolonis et al., 2013).

En esta línea Osore et al. (2015) presentaron una metodología de clasificación de ceniza volcánica basados en la utilización de diferencias de temperatura de brillo (BTD, del inglés Brightness Temperature Difference) entre las bandas de 10.8µm y 12µm para su detección (Prata 1989 a, b) y de la temperatura de la superficie terrestre, (LST, del inglés Land Surface Temperature) (Wan et al., 2015). Tomando como base dicho trabajo se estudiaron diferentes umbrales para la detección de ceniza durante la erupción del Volcán Calbuco en abril de 2015.

METODOLOGIA

Se procesaron las imágenes BTD y se utilizaron las imágenes LST para realizar los ensayos de clasificación. Como apoyo de la metodología basado en análisis previos (Bolzi et al., 2012), se utilizaron imágenes MODIS RGB color verdadero (Figura 1), utilizando las bandas de 0.64µm (b1), 0.55µm (b4) y 0.46µm (b3) respectivamente y de la banda 0.85µm (b2) del sensor MODIS. Lo importante de tomar como base del análisis la composición RGB en color verdadero radica en que ésta composición permite observar en color ocre más claro y brillante, la nube de ceniza volcánica donde el espesor óptico es mayor como así también los valores de reflectancia.

En cambio en los lugares donde la nube de ceniza es translúcida, la reflectividad disminuye y el espesor óptico es menor.

Se inspeccionaron las imágenes BTD, B2 y LST correspondiente a diferentes escenas y se realizaron transectas, para luego determinar los valores umbrales de BTD y LST que se utilizaron en cada uno de los ensayos de clasificación. Esto posibilitó determinar píxeles que se han clasificado como ceniza en suspensión, no ceniza e inciertos.

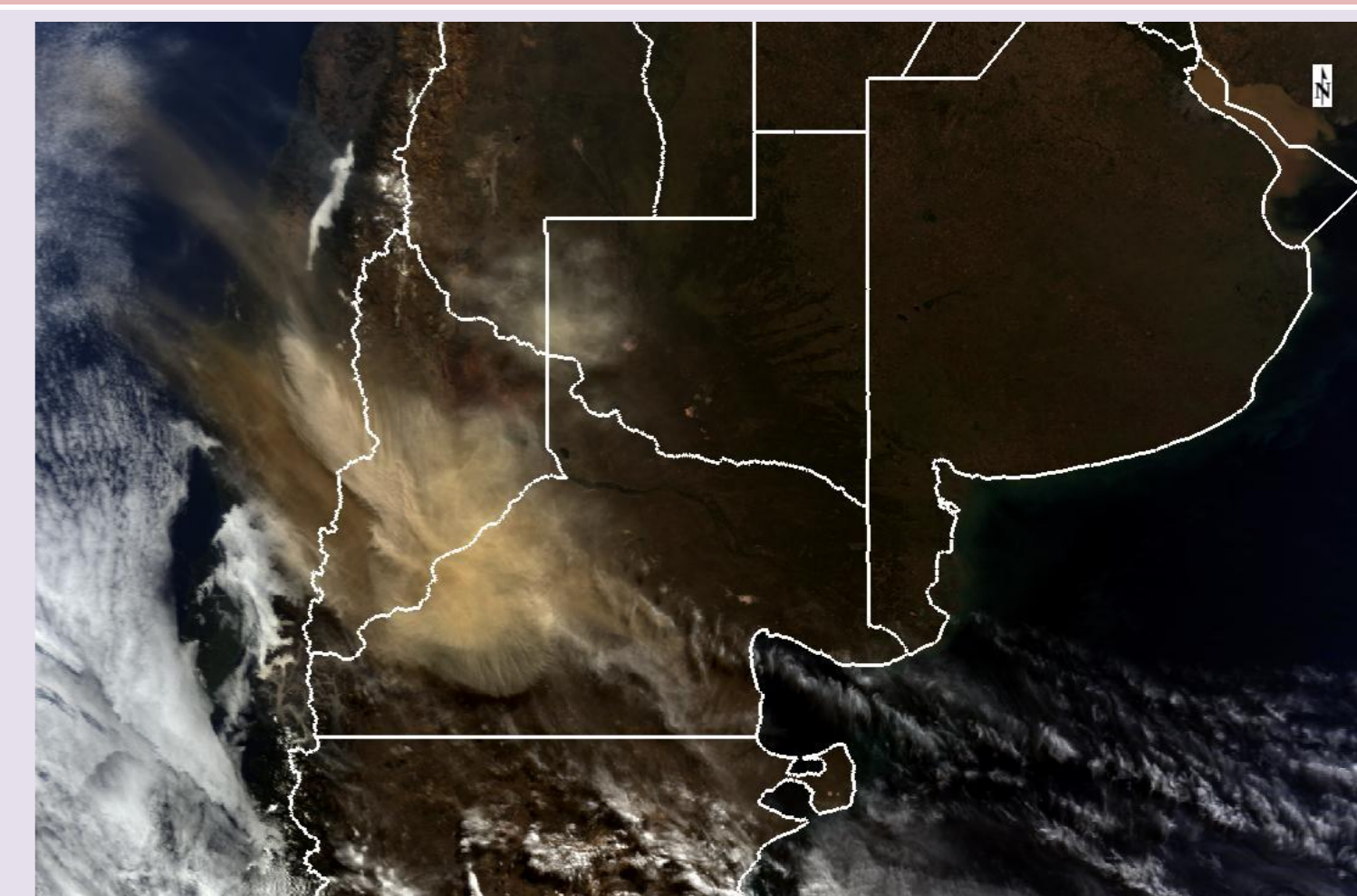


Figura 1: Color Verdadero (1, 4, 3)
TERRA-MODIS 23/04/2015, 14:20UTC

ENSAYO DE CLASIFICACION

Para este ensayo se utilizaron las imágenes de BTD (Figura 2) y LST (Figura 3) correspondientes al 23 de abril del 2015 a las 14: 20 UTC para tomar los umbrales de clasificación.

La BTD toma valores negativos (color negro en la imagen) en cambio la LST tiene distintos valores que corresponden a la temperatura superficial del suelo (tonos de grises), y en color negro está representado la máscara de nube.

TRANSECTA 1

En este caso se muestra la **TRANSECTA 1** tomando como base una imagen composición color RGB (BTD, LST, B2) (Figuras 4 y 5).

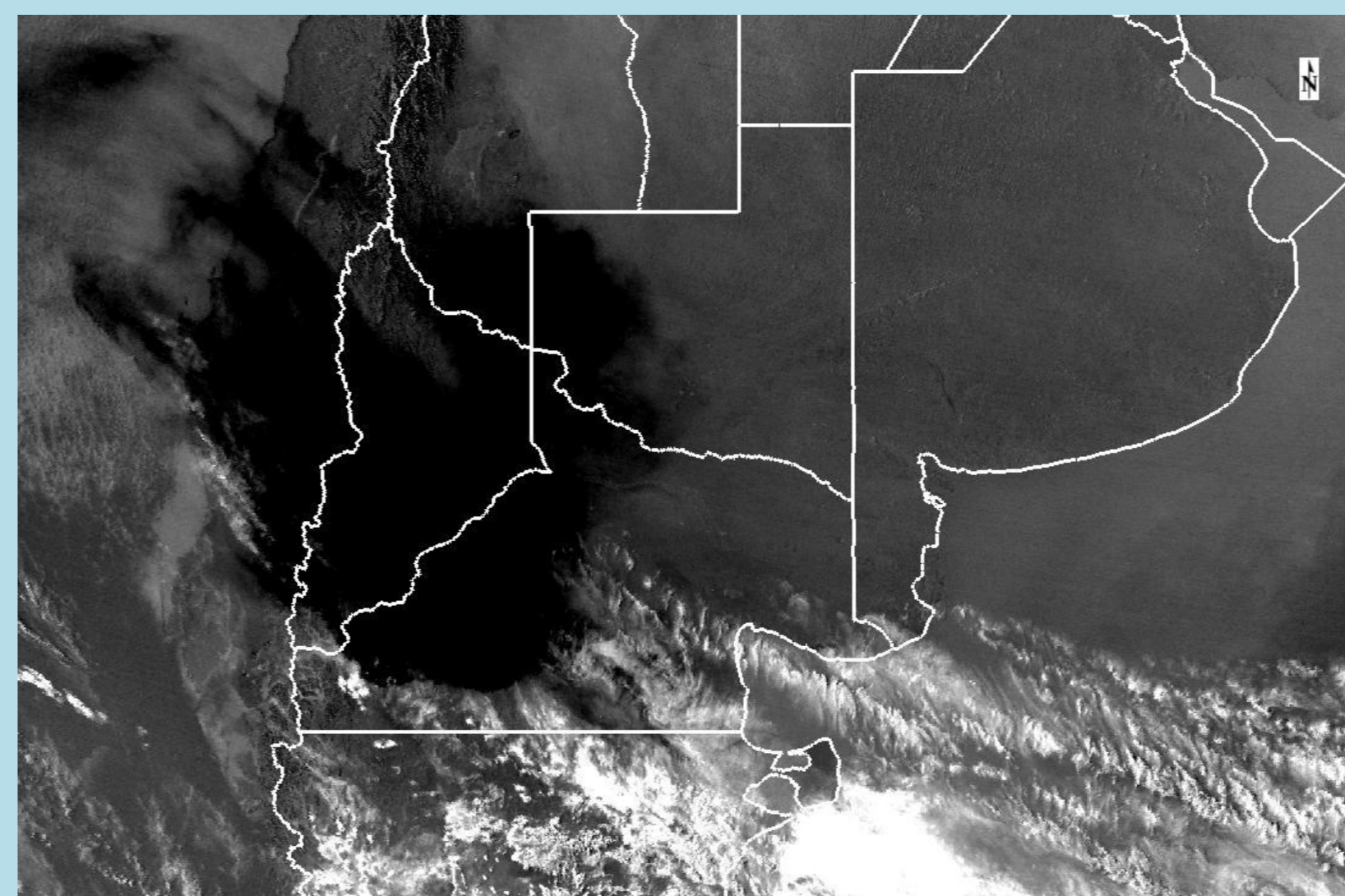


Figura 2: BTD, 23/04/2015 14: 20 UTC. ENSAYO 1
TERRA-MODIS 23/04/2015, 14:20UTC

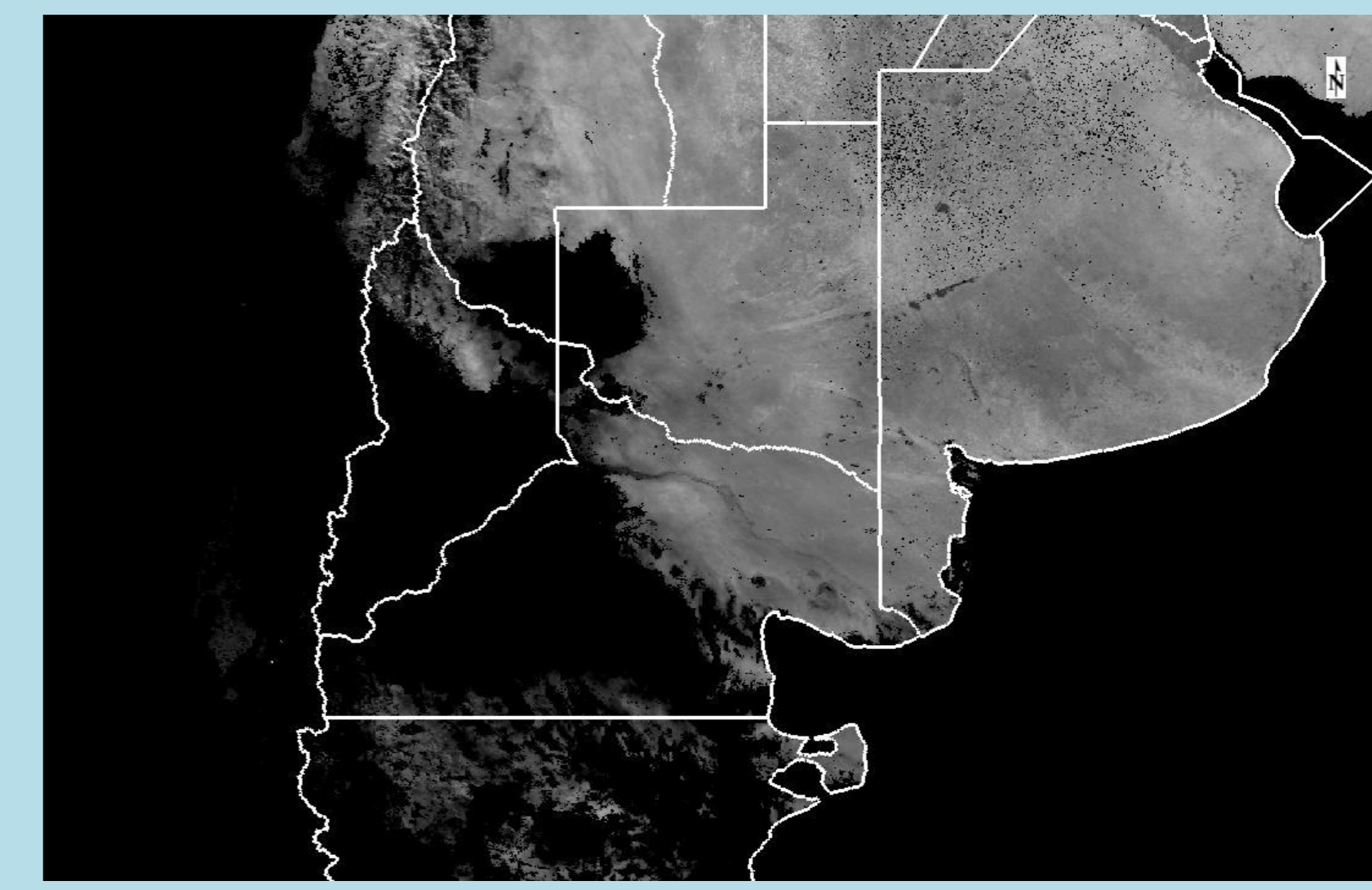


Figura 3: LST, 23/04/2015 14: 20 UTC. ENSAYO 1
TERRA-MODIS 23/04/2015, 14:20UTC

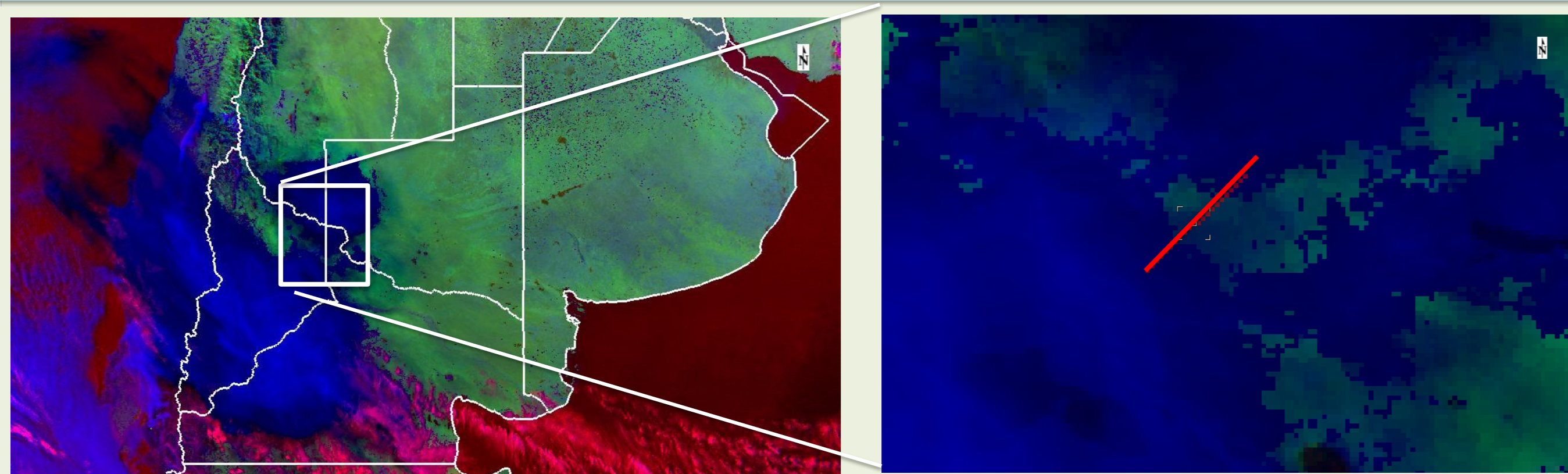


Figura 4: RGB (BTD/LST/B2) Área de toma de
TRANSECTA1. TERRA-MODIS 23/04/2015,
14:20UTC

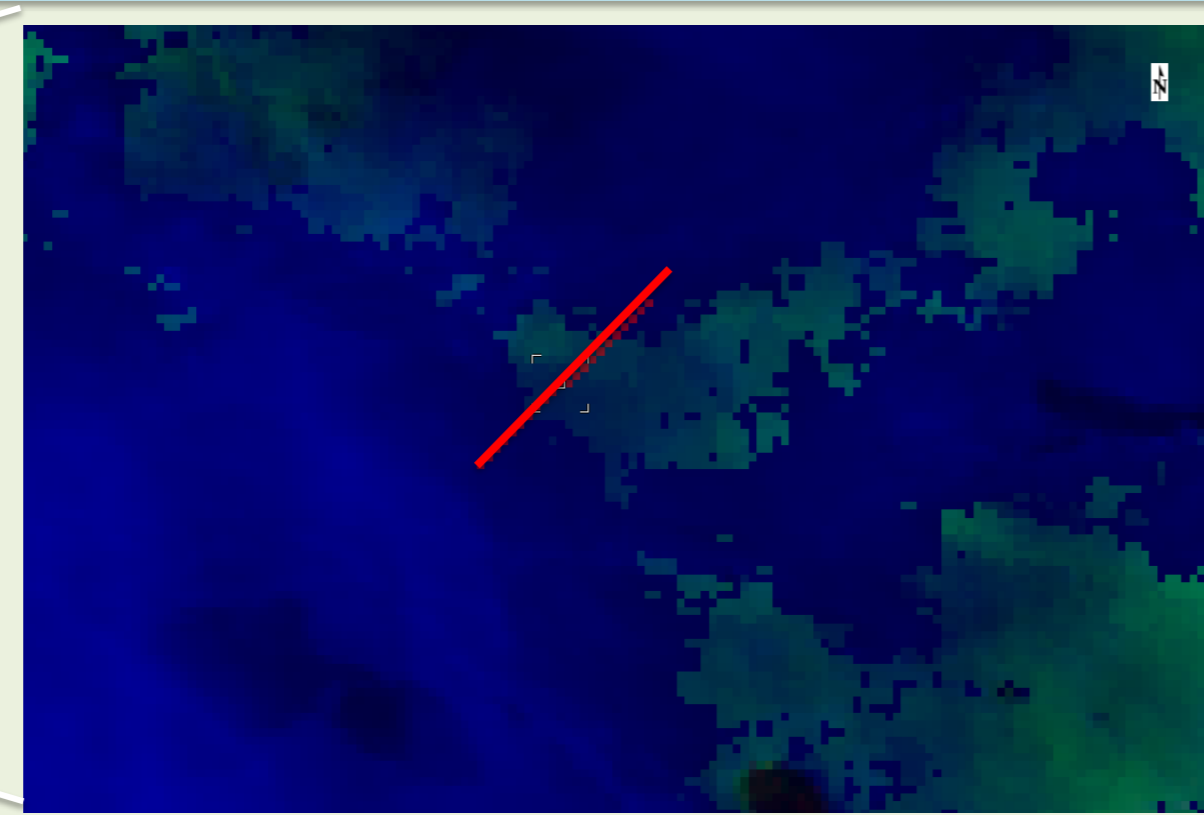


Figura 5: TRANSECTA 1

La Figura 5 muestra como la TRANSECTA 1 toma valores de BTD cercanos a -1.5K y de reflectancia alrededor de 10.5 % en lugares donde la nube de ceniza volcánica se vuelve translúcida, en cambio en los extremos de la TRANSECTA, donde la nube de ceniza es más opaca, la BTD tiene valores de -2.5 K y la reflectancia es de alrededor del 12%. El área celeste del gráfico representa una región libre de nubes meteorológicas.

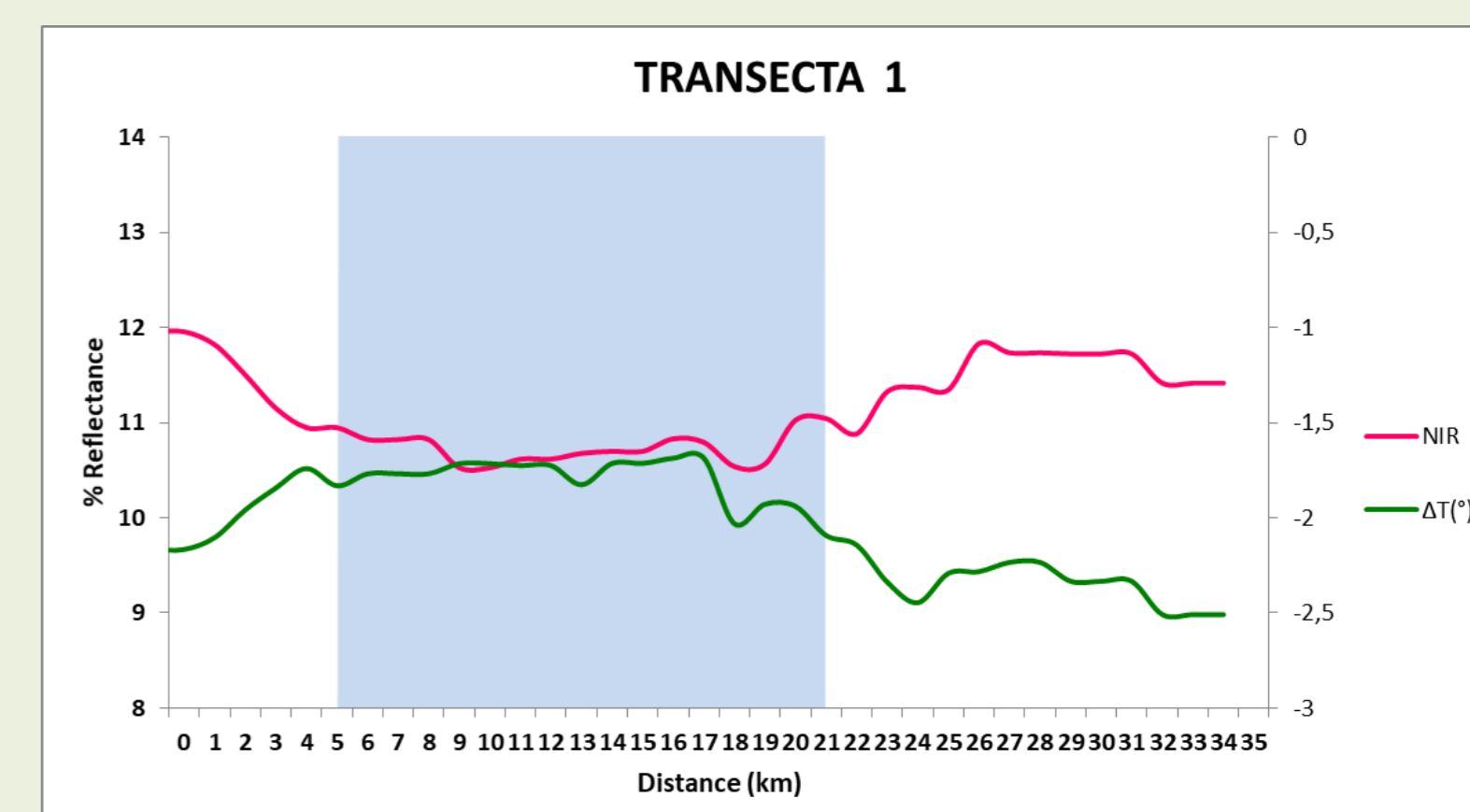


Figura 6: Reflectancia (%) y Temperatura de brillo (K)
en función de la distancia (m) para la transecta 1

CLASIFICACION	DIFERENCIA DE TEMPERATURA DE BRILLO (BTD)	TEMPERATURA DE SUPERFICIE (LST)	CLASE	COLOR DE PIXEL
CENIZA	BTD ≤ -0.3	290 ≥ LST ≤ -0.3	1	Cian
NO CENIZA	BTD > -0.3	LST > 0	2	Verde
INCIERTO 1	BTD > -0.3	LST = 0	3	Azul
INCIERTO 2	BTD ≤ -0.3	LST > 290	4	Azul

Tabla 1: Umbrales de clasificación y clases

De acuerdo con la inspección de la **TRANSECTA 1** se determinó que la región donde la nube de ceniza volcánica es translúcida le corresponde un valor de LST=290 K. Posteriormente se realizó una clasificación de píxeles para determinar los que corresponden a ceniza, no ceniza e inciertos, tomando como datos de entrada las variables: BTD, LST y B2 según (Tabla 1). De acuerdo a estos valores umbrales quedaron determinadas 4 clases.

RESULTADOS Y CONCLUSION: Para el día 23 de abril de 2015 la imagen de clasificación (Figura 7), muestra píxeles con ceniza (color cian), sin ceniza (color verde) e inciertos (color azul). Los valores utilizados como umbrales para la clasificación de esta escena fueron 290 K y -0.3 K para la LST y la BTD respectivamente. Dichos valores fueron tomados a partir del análisis de transectas, en particular sobre nubes semi-traslúcidas de ceniza volcánica. Estos valores permitieron identificar como píxeles con ceniza algunos de los que eran tomados como inciertos con el método de clasificación original de Osore et al., (2015).

Los umbrales para la clasificación varían según la escena. En ciertas regiones se observaron píxeles con valores negativos de BTD que constituyeron “falsas alarmas”, por lo cual surge la necesidad de realizar futuros estudios a fin de perfeccionar la caracterización de esta técnica. La metodología varía según el caso y la hora de la pasada satelital.

No es posible automatizar la técnica, ya que es necesario la intervención de personal calificado para aplicar la metodología y fijar los valores umbrales para obtener la clasificación. Este ensayo no clasifica ceniza depositada.

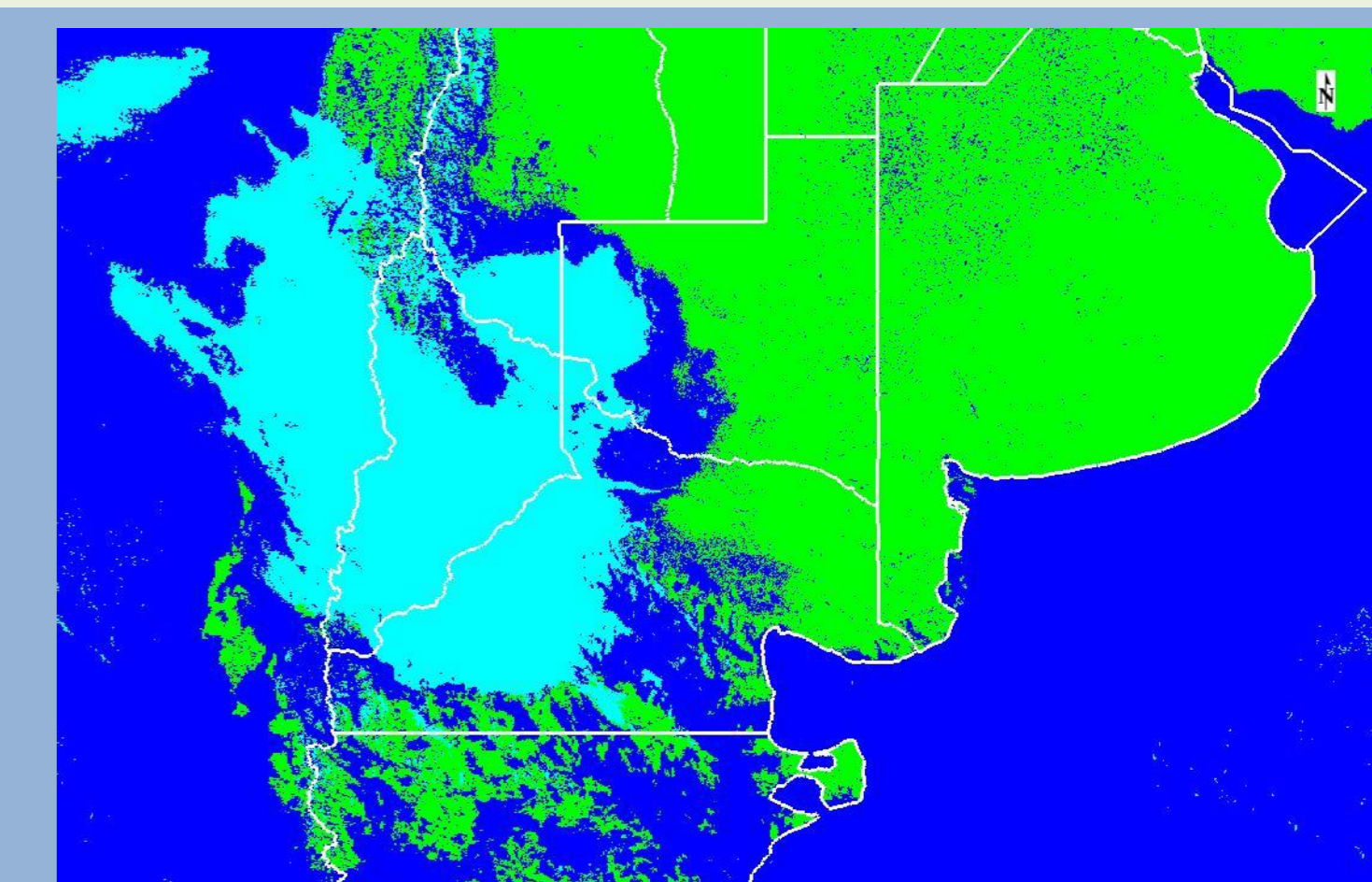


Figura 7: CLASIFICACION TERRA-MODIS 23/04/2015, 14:20UTC

REFERENCIAS

- Bolzi, S., Rodríguez, D., Velasco, I. y Marino, M., 2012: Detección y análisis espectral de partículas en la atmósfera utilizando sensores remotos. XI Congreso Argentino de Meteorología - CONGREMET Mendoza. Argentina. Del 28 de Mayo al 1 de Junio de 2012. Pavolonis, M., Heidinger, A., and Sieglaff, J., 2013: Automated retrievals of volcanic ash and dust cloud properties from upwelling infrared measurements, J. Geophysical Research, 118(3), 1436-1458.
- Prata, A. J. (1989a): Observations of volcanic ash clouds in the 10–12µm window using AVHRR/2 data. Int. J. Remote Sensing 10: 751–761.
- Prata, A. J. (1989b): Infrared radiative transfer calculations for volcanic ash clouds. Geophys. Res. Lett. 16(11): 1293–1296.
- Osore, M. S., Toyos, G., Pujol, G., Ruiz, J., Collini, E. and Folch, A., 2015: Mass loadings of the 2011 Cordón Caulle volcanic ash clouds. quantitative comparison between MODIS and numerical simulations with FALL3D. 26th IUGG General Assembly 2015, 22 junio – 2 julio 2015. Praga, República Checa.
- Wan, Z., Hook, S., Hulley, G., 2015: MYD11A2 MODIS/Aqua Land Surface Temperature and the Emissivity 8-Day L3 Global 1km SIN Grid. NASA LP DAAC. <http://doi.org/10.5067/MODIS/MYD11A2.006>.