

OPTIMIZACIÓN DE ENSAMBLE DE DISPERSIÓN DE CENIZAS VOLCÁNICAS: CASO ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CALBUCO ABRIL 2015.

Soledad Osores¹, Eliana Vázquez¹, Diana Rodríguez¹
msosores@smn.gob.ar

¹Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Palabras clave: Ceniza, Concentración, Ensamblados.

1) INTRODUCCIÓN

En los últimos años tras las erupciones de los volcanes Eyjafjallajökull (Islandia) en Abril de 2010 y el Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle (Chile) en Junio 2011, que produjeron cientos de cancelaciones de vuelos y pérdidas millonarias, han habido grandes avances científicos para poder pasar del criterio de tolerancia cero hacia un criterio basado en umbrales de concentración para poder volar. Clarkson y otros (2016) obtuvieron los primeros umbrales de concentración para el vuelo seguro estudiando el impacto de la concentración de ceniza sobre motores Rolls Royce. Asimismo, para tener en cuenta la incertidumbre en los modelos de dispersión se comenzaron a desarrollar los primeros ensambles de dispersión de cenizas volcánicas, Folch y otros, 2022 sintetizan los antecedentes al respecto hasta el momento. En esta línea, Folch y otros, (2022) generaron la versión 8.1 del modelo FALL3D que incluye la capacidad de generar ensambles de dispersión de cenizas para su implementación operativa.

En este trabajo se propone analizar los ensambles de ceniza generados por el modelo FALL3D 8.1 acoplado al modelo meteorológico GFS de 0.25° de resolución (NCEP, 2015) utilizando como caso de estudio la erupción del volcán Calbuco, que entró en erupción el 22 abril de 2015 (Reckziegel y otros, 2016). Para generar los ensambles de dispersión se perturban la altura de columna, la forma del perfil de emisión y el campo meteorológico en base a Osores, (2018). Y se aumenta la dispersión de las perturbaciones de altura de columna para evaluar su impacto. Finalmente para evaluar el desempeño del sistema se comparan los resultados de las simulaciones por ensambles con la clasificación satelital realizada por Rodríguez y otros, (2018) y los datos SYNOP de Argentina.

2) METODOLOGÍA

Para reproducir el evento de Abril 2015, se analiza la secuencia de datos de temperaturas de topos nubosos, resultantes del procesamiento de información del satélite GOES-16. Se aplica el método de correlación de la temperatura de brillo mínima observada en el entorno del volcán, la dirección y velocidad de desplazamiento con los datos del radiosondeo de Puerto Montt, para finalmente inferir la altura de tope de la columna eruptiva.

Se generan ensambles de 20 miembros, con 0.25° de resolución horizontal y 1 km de resolución vertical. Se ejecutan las simulaciones del FALL3D reiniciando la simulación cada 6 horas, utilizando el análisis y el pronóstico a 6 horas del GFS, y como control la altura de columna eruptiva inferida y perturbando la altura en un 10, 20 y 30% respectivamente, la forma del perfil de emisión, dada por el parámetro de A de Suzuki (que impacta en la altura de la máxima emisión) con valor de control 5, se perturba en un valor absoluto de 2 y el

campo de vientos que proviene del GFS se perturba en un 10%.

Finalmente se utiliza la clasificación de ceniza realizada por Rodriguez y otros (2018) sobre la imagen MODIS del satélite TERRA del 23 de Abril a las 14:20 UTC, en la que clasifican píxeles con ceniza, sin ceniza e inciertos. La clasificación se basa en la utilización de la Diferencia de temperatura de Brillo entre las bandas de 11 y 12 micrones (BTD) y la temperatura de la superficie terrestre (Wan y otros., 2015). Además se complementa la observación satelital con el registro de de ceniza de los SYNOPs de Argentina.

3) RESULTADOS

En la Figura 1 se presentan los resultados de los ensambles superpuestos con la clasificación satelital y las observaciones de ceniza en superficie tomadas de los SYNOPs de Argentina. Los registros SYNOP de ceniza coinciden con la clasificación satelital de ceniza.

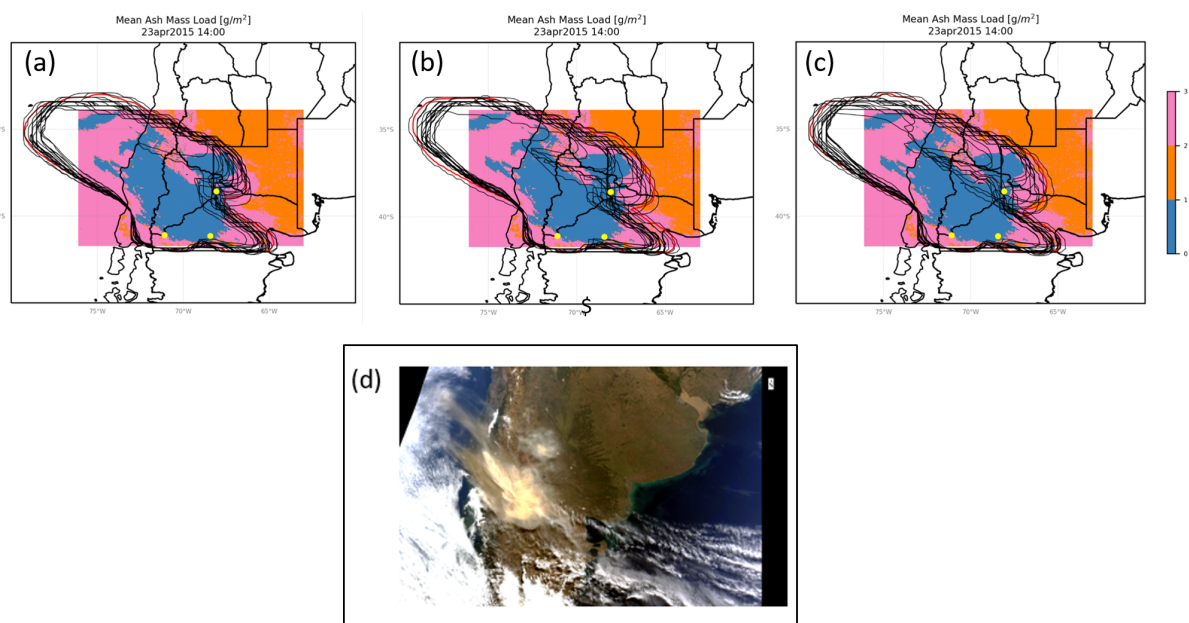


Figura 1: Para el 23 de Abril a las 14 UTC ensambles de dispersión de cenizas perturbando el parámetro A de Suzuki, el viento y la altura de tope de columna eruptiva en un (a) 10, (b) 20 y (c) 30% (contorno de 0.1 g m^{-2} de los miembros en contornos negros y la media del ensamble en rojo), junto con la clasificación de píxeles con ceniza (azul), sin ceniza (naranja) e inciertos (rosa) para dicho día a las 14:20 UTC, registro de ceniza en el SYNOP (punto amarillo) a las 15:00 UTC. (d) Imagen True color del sensor MODIS a bordo del satélite Terra de dicho día a las 14:20 UTC.

En las tres simulaciones el contorno medio de carga de masa de 0.1 g m^{-2} (Fig. 1 (a) - (c)) contiene a los píxeles clasificados como ceniza. El ensamble con menor incertidumbre en la altura (Fig. 1 (a)) muestra una menor dispersión entre los miembros del ensamble, y a medida que aumenta la incertidumbre aumenta la dispersión entre los miembros (Fig 1 (c)) sobre todo el extremo norte y el noreste de las plumas modeladas, que se corresponde con el primer pulso eruptivo (altura control de 15 km). Esto puede deberse a dos factores principales: la cantidad de material emitido y las variaciones en el flujo atmosférico en función de la altura alcanzada. En particular, la masa de ceniza inyectada es proporcional a la cuarta potencia de la altura de columna, por lo que a mayores (o menores) alturas se tendrá una mayor (o menor)

cantidad de material en la atmósfera. A la vez la altura de tope modifica la altura en la que la ceniza es inyectada y las variaciones en la circulación atmosférica también contribuyen a esta diferencia.

4) CONCLUSIONES

Se generaron tres ensambles de dispersión utilizando el modelo FALL3D 8.1 tomando como caso de estudio la erupción del volcán Calbuco en Abril de 2015. Se reconstruyeron las alturas de columnas combinando datos satelitales y un radiosondeo cercano. Las medias de los ensambles mostraron una representación adecuada respecto de la pluma de ceniza observada. Los gráficos de espagueti del contorno de 0.1 g m^{-2} mostraron, para el día estudiado, que a mayor perturbación de los parámetros, se obtiene en algunos sectores de la pluma una mayor dispersión, reduciendo localmente la concordancia con lo observado.

Estas simulaciones representarán las condiciones iniciales para los siguientes pronósticos, por lo que la configuración óptima de las perturbaciones de los parámetros será clave para tener una buena representación de la distribución espacial de la pluma y así tener mejores pronósticos. Más estudios deberán realizarse para poder determinar el rango de incertidumbre óptimo para la representación del estado de la pluma de cenizas.

CITAS Y REFERENCIAS

Clarkson, R. J., Majewicz, E. J., & Mack, P. (2016): A re-evaluation of the 2010 quantitative understanding of the effects volcanic ash has on gas turbine engines. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering, 230(12), 2274-2291.

Folch, A., Mingari, L. A. y Prata, A., 2022:. Ensemble-based forecast of volcanic clouds using FALL3D-8.1. *Frontiers in Earth Science*, 1304.

NCEP National Centers for Environmental Prediction/National Weather Service/NOAA/U.S. Department of Commerce, 2015: updated daily. NCEP GFS 0.25 Degree Global Forecast Grids Historical Archive. Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory. <https://doi.org/10.5065/D65D8PWK>. Accessed †23 05 2022

Osores, M. S., 2018: Evaluación de estrategias para el pronóstico numérico por ensambles de dispersión de ceniza volcánica en Sudamérica (Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).

Reckziegel F., E. Bustos, L. Mingari, W. Báez, G. Villarosa, A. Folch, E. Collini, J. Viramonte, J. Romero y S. Osores, 2016: Forecasting volcanic ash dispersal and coeval resuspension during the April–May 2015 Calbuco eruption. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 321, 44-57.

Rodríguez, D. M., Bolzi, S. C., Rossi Lopardo, M. S., Osores, M. S., & Maciel Ramos Mejía, S., 2018: Ensayo de metodología satelital para clasificación de ceniza volcánica: caso Volcán Calbuco. Congreso Argentino de Meteorología 2018.

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>.