

INFORMACIÓN CUANTITATIVA DE CENIZA VOLCÁNICA, EL FUTURO DE LA AERONAVEGACIÓN ANTE ERUPCIONES VOLCÁNICAS

Soledad Osores¹, Eliana Vazquez¹, Juan Augusto Diaz¹, Federico Cutraro¹, Diana Rodriguez¹, Luciano Vidal¹, Martín Rugna¹, Leonardo Mingari², Arnau Folch²
msosores@smn.gov.ar

¹ Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Argentina

² Geociencias Barcelona (GEO3BCN), España

Palabras clave: Concentración, Ceniza, VAAC.

1) INTRODUCCIÓN

En 2010 el volcán Eyjafjallajokull ubicado en Islandia hizo erupción y la ceniza cubrió gran parte del espacio aéreo europeo, uno de los corredores con mayor tráfico aéreo del Mundo y la aplicación del criterio de “Tolerancia cero” a la presencia de ceniza, paralizó el tráfico aéreo europeo durante 6 días. Este evento impulsó la demanda por parte de la comunidad aeronáutica de repensar los criterios internacionales. En base a los requerimientos de los usuarios y el avance de la ciencia, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) avanzó con el desarrollo y la planificación de la Capacidad Operativa Inicial de la Información Cuantitativa de Ceniza Volcánica (QVA, por sus siglas en inglés), que en los VAAC tendrán que producir en los próximos años (OACI, 2022). En esta línea, el SMN ha comenzado a trabajar en el desarrollo de la Información QVA del VAAC Buenos Aires. Luego, el objetivo del presente trabajo es presentar los avances del desarrollo, la aplicación a un evento y el futuro del nuevo servicio que se proveerá en el marco de la Vigilancia de Volcanes en Aerovías Internacionales.

2) CAPACIDAD OPERATIVA INICIAL QVA

La información QVA consiste en pronósticos numéricos determinísticos y probabilísticos de dispersión de cenizas para erupciones que generen un impacto generalizado en las operaciones de las aeronaves y la navegación aérea (OACI, 2022). Los pronósticos determinísticos consisten en una única simulación numérica de dispersión, mientras que los pronósticos probabilísticos son resultado de simulaciones por ensambles y la probabilidad se calcula para los umbrales de 10, 5, 2 y 0.2 mg m⁻³, en base a estudios de impacto en aeronaves (Clarkson y otros, 2016).

La información QVA se proporcionará en dos formatos: uno reticulado NetCDF y el otro en esquema IWXXM como polígonos. Tendrá una resolución horizontal de 0.25°, y resultados en capas de 5000 pies de espesor desde superficie hasta el nivel del vuelo 600 (~18200 m) y plazo de pronóstico hasta 24 horas con un paso de tiempo de 3 horas. La información QVA se actualizará como mínimo cada 6 horas y coexistirá con el Aviso de Cenizas Volcánicas hasta que se pase a la Capacidad Operativa Completa.

3) QVA en VAAC Buenos Aires

En el VAAC Buenos Aires se utiliza el modelo FALL3D (Folch y otros, 2021) que es un modelo Euleriano tridimensional que resuelve la ecuación de advección, difusión y sedimentación para simular el transporte y depósito de partículas de tefra. El modelo FALL3D requiere de condiciones iniciales y de borde de datos meteorológicos y la definición del término fuente, que consiste en datos propios del volcán tales como la ubicación geográfica del cráter y las características de la emisión.

En el SMN se utilizan para el dominio del VAAC Buenos Aires el pronóstico meteorológico del Global Forecasting System (GFS) del National Centers for Environmental Prediction

(NCEP) de 0.25° de resolución horizontal, con 41 niveles verticales, con un plazo de pronóstico a 24 horas y pasos temporales cada 1 hora. La corrida control es el resultado determinístico de QVA. El ensamble se genera perturbando los parámetros del término fuente más sensibles del modelo de dispersión, es decir la altura de columna y el parámetro de forma A de Suzuki (Osores, 2017). La altura de columna eruptiva se perturba en un 30% respecto de la altura control asumiendo una distribución de probabilidad uniforme. Y el parámetro de forma A-Suzuki, se perturba tomando valores aleatorios en un rango de 2 respecto del valor control también asumiendo una distribución uniforme. Como resultado se obtienen la concentración 3D y la carga de masa que es la integración en la vertical de la concentración, para cada miembro y la probabilidad de superar los umbrales mencionados para la concentración por capas y la probabilidad de superar los 0.2 g m^{-2} de carga de masa.

4) EJEMPLO QVA: VOLCAN UBINAS

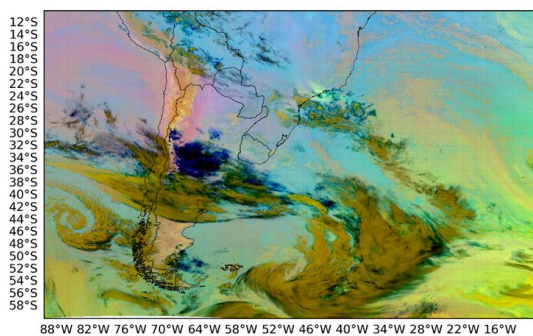


Figura 1: RGB de ceniza del 20 de julio a las 12:00 UTC. En tonos rojos o magentas se observa la presencia de ceniza, en amarillos la presencia mixta de ceniza y SO₂, y en verdes la presencia de SO₂.

Se presenta la aplicación de la Información QVA para la erupción del volcán Ubinas (Perú), que inició a las 7:30 UTC del 19 de julio de 2019 alcanzando una altura de más de 10 km sobre nivel del mar. A las 12:00 UTC la estación de La Paz ubicada en Bolivia registró la presencia de humo y una reducción de visibilidad de 8 km, que se sostuvo en el registro de las 15:00 UTC y para las 18:00 UTC comenzaba a dominar la nubosidad meteorológica y luego a llover. La emisión volcánica se redujo por la tarde del mismo día y el material inyectado fue transportado corriente abajo, llegando a la mañana del 20 de julio a las costas del sur de Brasil (Fig. 1).

El resultado determinístico de QVA se muestra en la Figura 2a, en donde se puede observar que la concentración entre FL400/450 coincide con la posición de la pluma observada. Y la probabilidad de superar el umbral de 0.2 mg m^{-3} muestra una probabilidad alta de encontrar concentraciones por encima de dicho umbral. Aunque la pluma modelada pareciera sobreestimar la extensión horizontal de la pluma observada. Esto puede deberse a que corriente arriba la pluma de ceniza está presente, pero es transparente por lo que no es posible destacar la presencia de ceniza claramente.

5) CONCLUSIONES

La Información QVA comenzará a proveerse pronto por parte de los VAACs y VAAC Buenos Aires ha avanzado en su desarrollo. Se ha mostrado la implementación del sistema en el caso del volcán Ubinas, presentando resultados alentadores. No obstante, es necesario continuar mejorando el sistema QVA, incorporando alguna técnica de fusión de datos para reducir la propagación de errores, y tener mejores condiciones iniciales para los pronósticos sucesivos.

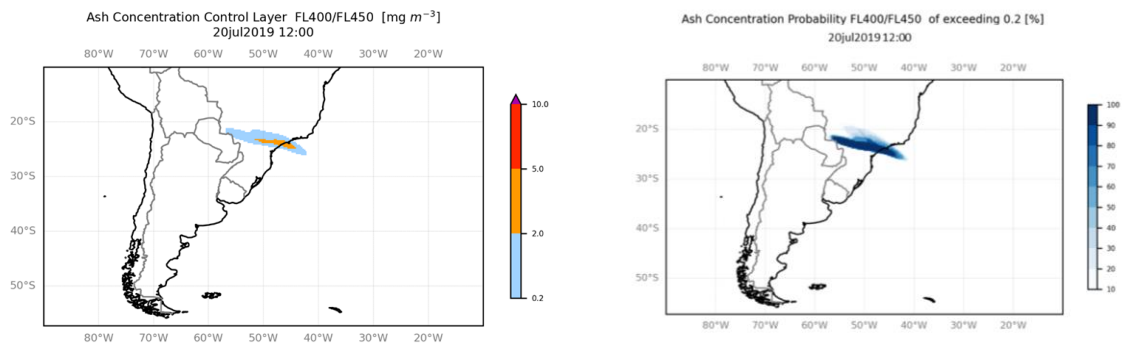


Figura 2: Concentración de la corrida determinística y probabilidad de superar el umbral de 0.2 mg m^{-3} para el 20 de julio a las 12:00 UTC en la capa FL400/450.

REFERENCIAS

Clarkson, R. J., Majewicz, E. J., y 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., Gutierrez N., Hanzich M., Macedonio G. y Costa A., 2021: FALL3D-8.0: a computational model for atmospheric transport and deposition of particles, aerosols and radionuclides—Part 1: Model physics and numerics Geoscientific Model Development 13 (3), 1431-1458.

OACI, 2022: Quantitative Volcanic Ash (QVA) Concentration Information First edition – 13 September 2022.

Osores, M. S., 2017: Evaluación de estrategias para el pronóstico numérico por ensambles de dispersión de ceniza volcánica en Sudamérica. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.