

# **INCORPORACIÓN DE LOS EFECTOS DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS EN MODELOS ESTOCÁSTICOS DE PRECIPITACIÓN EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

## **CASO DEL VOLCAN TUNGURAHUA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO AMBATO**

Autor: Iván Ríos G.

### **Resumen**

El agua es un factor determinante en todos los aspectos de la vida del ser humano y en el equilibrio e integridad del entorno natural. El agua es un recurso natural vital y resulta imperativo profundizar en investigaciones que nos permitan comprender qué factores pueden afectar su disponibilidad en el planeta. Particularmente, nos planteamos a través de la presente tesis doctoral, identificar la relación directa entre los efectos del proceso eruptivo de un volcán y el comportamiento de las precipitaciones en una cuenca hidrográfica y, a partir de estos datos, construir una metodología estocástica de series temporales de precipitación que incorpore la variable de efectos de la erupción volcánica.

Referencias históricas y estudios especializados plantean conclusiones preliminares sobre los efectos de grandes erupciones volcánicas a nivel global e incluso impactos a nivel regional como resultado de la expulsión de extensas plumas de ceniza sobre la atmósfera que logran modificar no solo su temperatura sino que provocan variaciones en los patrones de precipitación. A nivel local, sin embargo, existen pocos estudios que plantean la relación entre estos dos fenómenos naturales.

En el Ecuador, su diversidad climática, geográfica y disponibilidad de recursos hídricos recibe una influencia directa de la Cordillera de los Andes que constituye un factor determinante en su topografía y el clima en las tres regiones. En la cordillera coexisten varios volcanes que han presentado actividad eventual o continua afectando no solo la vida de la población, sino provocando efectos importantes para el entorno y para las condiciones meteorológicas del territorio. En el caso concreto del volcán Tungurahua, su actividad se reinicia en 1993, luego de 80 años de reposo. Este fenómeno natural marca un hito histórico en el campo de la vulcanología y la geología ecuatoriana, por la información y resultados técnicos alcanzados y que son utilizados para precautelar vidas humanas a través de las respectivas alertas de evacuación.

El proceso continuo de erupción del Tungurahua se convierte en el escenario ideal para la aplicación de una investigación sobre la relación entre precipitación y efectos de actividad

volcánica, pues permite contar con abundantes registros de monitoreo generados a lo largo de más de quince años de actividad permanente, lo que proporciona validez al análisis estadístico, tanto de las series pluviométricas como las series de concentración de SO<sub>2</sub>.

La presente investigación se desarrolla en seis capítulos que describen los dos fenómenos naturales y plantea una metodología para identificar una relación a través de un modelo estocástico de series de precipitación que incorpore la variable del efecto de erupción volcánica.

En el capítulo 1 se explica la motivación y objetivos propuestos en la investigación, así como la metodología de estudio. El capítulo 2, que corresponde al estado del arte, presenta una síntesis de la revisión bibliográfica respecto a temas que son fundamentales como paso previo al desarrollo de la investigación. Se resumen conceptos y enfoques que orientan este estudio respecto a la importancia del agua en la vida del planeta, el ciclo hidrológico y particularmente el fenómeno de precipitación como eje principal de la presente investigación. A partir de este resumen conceptual se analizan dos temas que sustentan el estudio, esto es, la existencia de eventos naturales singulares, particularmente erupciones volcánicas como potenciales factores que modifican el clima, y los patrones de precipitación. Se recogen conclusiones, avances y aportes de estudios similares que constituyen un punto de partida para la presente tesis doctoral.

En este capítulo, se recogen además conceptos sobre la modelación de series temporales como herramienta de análisis del comportamiento de la precipitación. En este punto el investigador establece la necesidad de construir un modelo estocástico que incorpore la variable del efecto de erupción volcánica con el fin de proporcionar una herramienta técnica para estudiar este tema, y que se detalla en el capítulo 4.

En el capítulo 3, se describen las herramientas estadísticas que se requieren para comprender cada una de las fases de construcción del modelo, así como los pasos previos que necesita ejecutar el investigador. Se explican conceptos sobre parámetros básicos y herramientas estadísticas que se emplean a nivel de análisis exploratorio, así como pruebas estadísticas de mayor robustez para la detección de cambios repentinos en series temporales y que proporcionan al investigador mayor certeza en las conclusiones. Finalmente se resume la teoría del análisis y la simulación estocástica de series temporales hidrometeorológicas.

El capítulo 4 constituye el eje central de la presente tesis, donde se explica cada uno de los pasos de la metodología que incorpora la variable de una erupción volcánica en un modelo estocástico de series temporales de precipitación. Este capítulo es el principal aporte científico desarrollado por el investigador por cuanto desarrolla una serie de pasos y aplicación de herramientas técnicas para el análisis de la información sobre precipitación y logra construir un indicador que representa el efecto de erupción volcánica, con el fin de

contar con dos series temporales, precipitación y concentración SO<sub>2</sub>, que pueden ser comparadas.

El objetivo del modelo propuesto es aportar con información, datos y resultados concluyentes para la toma de decisiones por parte de los administradores de los sistemas hídricos en localidades y regiones expuestas a los efectos de actividad volcánica.

En el capítulo 5 se realiza la aplicación de la metodología propuesta en el estudio de caso en la microcuenca del río Ambato, como zona de influencia del proceso eruptivo del volcán Tungurahua en el Ecuador. El estudio de caso permite validar el modelo y obtener resultados concluyentes sobre la relación entre precipitación y erupción volcánica, que se espera se conviertan en punto de partida para profundizar en el estudio del tema, considerando principalmente que en el Ecuador y la zona del Pacífico la actividad volcánica es una amenaza latente.

Finalmente el capítulo 6, recoge las principales conclusiones e identifica posibles líneas de investigación que pueden surgir a partir de los resultados de esta investigación, posiblemente una de las más interesantes relacionada a actuales propuestas para mitigar el calentamiento global a través de la experimentación con volcanes artificiales, basados en los datos sobre el enfriamiento que producen las erupciones volcánicas en la atmósfera.