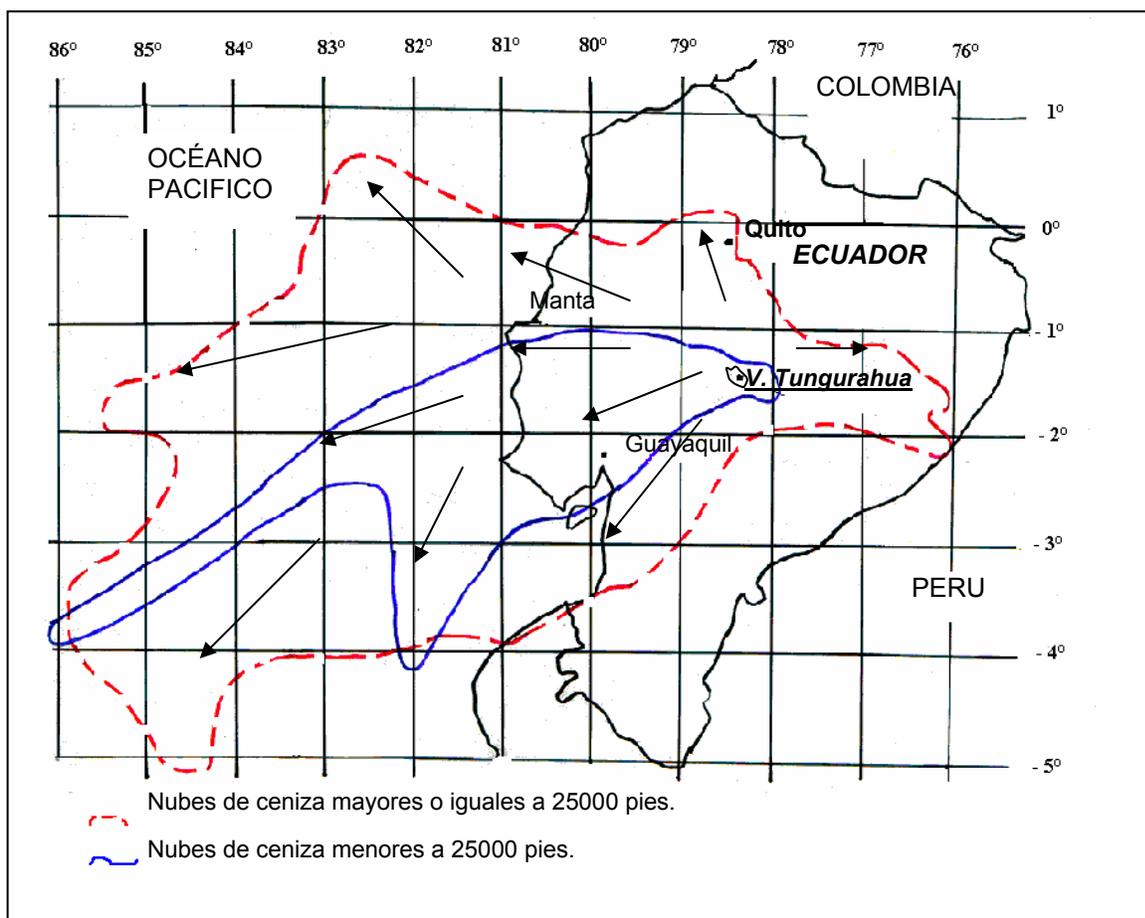


RESUMEN DE LA ACTIVIDAD DEL VOLCÁN TUNGURAHUA DURANTE EL AÑO 2001

INTRODUCCIÓN

Desde Octubre del 2000 hasta Mayo del 2001 el Volcán Tungurahua presentó una actividad sísmica moderada caracterizada por esporádicas emisiones ocurridas en Marzo (el 13), Abril (15 y 17) y Mayo (el 1, 16, 17 y 27). Dicha actividad se incrementó notablemente a fines de Mayo, y a principios de Agosto y Septiembre. En forma general, estos picos se caracterizaron por la degasificación del magma a través de explosiones y emisiones de vapor y ceniza. Estas emisiones arrojaron ceniza a grandes distancias del volcán. Las caídas de ceniza más importantes ocurrieron entre el 4 y 26 de Agosto período en el cual la ceniza se depositó ininterrumpidamente. Reportes mencionan que entre el 6 y 14 de Agosto las nubes de ceniza llegaron hasta el Pacífico y que el 9 de Agosto la ceniza afectó a poblaciones ubicadas a 100 km al oeste del volcán (Figura 1). Se estima que entre 10 y 15 millones de toneladas de ceniza fueron depositadas. Además, en el presente año el volcán ha liberado la mayor tasa de energía registrada hasta el momento.

Figura 1. Dispersión de las cenizas entre Junio y Septiembre 2001



RESUMEN DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA DURANTE EL AÑO 2001

El número de eventos sísmicos se comenzó a incrementar levemente en Marzo del 2001 y desde dicho mes dos picos pronunciados fueron registrados en Mayo-Junio, y en Agosto-Septiembre (Figura 2). El primer pico de actividad sísmica se caracterizó por un alto número de eventos de largo período (LP) y emisiones, mientras que para el pico registrado entre Agosto y Septiembre se notó un claro incremento en el número de explosiones, sismos híbridos (HB) y volcanotectónicos (VT). Sin embargo este último pico difiere notablemente de la actividad observada entre Septiembre de 1998 y Octubre de 1999, la cual se caracterizó por un alto número de eventos VT y HB. El número de eventos VT por mes ha ido disminuyendo desde Octubre del 2000, al igual que el número de eventos HB por mes desde Julio del 2000. Esta disminución probablemente se deba a un conducto magmático mayormente abierto.

El número de sismos en los primeros días de Diciembre del 2001 ha sido bajo, el tipo de eventos registrados (denominados Tornillos) requieren una atención especial, debido a que estos se presentaron por primera vez con tanta intensidad y además este tipo de eventos han sido premonitores eruptivos en otros volcanes (Ej. el Galeras). A partir del 20 de Diciembre el número de eventos LP se incrementó de un promedio de 20 eventos diarios en los primeros días, hasta un promedio de 200 eventos, valor que se mantuvo hasta el 26 de Diciembre.

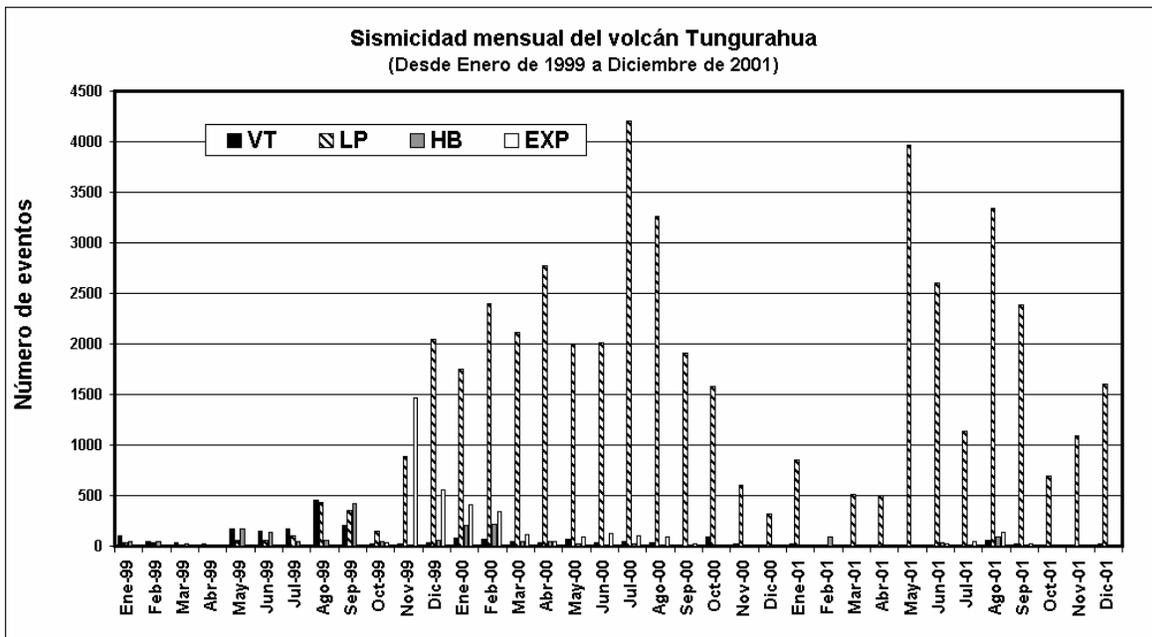


Figura 2. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua. Obsérvese los picos de máxima actividad en Mayo y Agosto probablemente asociados con intrusión magmática. El nuevo pico que se inicia en Diciembre corresponde a una nueva intrusión.

LA ACTIVIDAD DEL 2001 DIVIDIDA EN 3 INTRUSIONES MAGMÁTICAS PRINCIPALES

Los dos picos de actividad sísmica de Mayo a Junio, y de Agosto a Septiembre probablemente están relacionados con intrusiones magmáticas. De esta forma, la intrusión ocurrida entre Marzo y Junio puede dividirse en tres pulsos, el primero ocurrió del 19 al 20 de Marzo, el segundo entre el 17 y 18 de Mayo y el tercero entre el 6 y 7 de Junio. La segunda intrusión ocurrió en dos pulsos de actividad, el primero entre el 4 y 20 de Agosto, y el segundo entre el 4 y 25 de Septiembre. Los eventos relacionados con la segunda intrusión produjeron una gran liberación de energía (Figura 3).

Ambas intrusiones fueron caracterizadas por enjambres de eventos LP localizados entre 5 y 7 km de profundidad y cuyas frecuencias dominantes oscilaron entre 1.66 y 3.8 Hz. En la primera intrusión el flujo de SO₂ alcanzó 2905 ton/día, cayendo drásticamente a 677 ton/día a fines de Junio, mientras que la segunda intrusión alcanzó las 3585 ton/día a mediados de Agosto, cayendo fuertemente a 175 ton/día a fines de Agosto. Los pulsos de actividad de cada intrusión precedieron y en algunos casos acompañaron las emisiones de vapor y ceniza, así como actividad estromboliana y explosiva. Por ejemplo, para la primera

intrusión se observó que el segundo pulso de actividad sísmica precedió la explosión del 28 de Mayo. En dicho pulso el promedio diario de explosiones fue de menos de 1 explosión por día con DR entre 1 y 3 cm², mientras que el tercer pulso presentó un promedio diario de 1 explosión con DR entre 1 y 7 cm². Para la segunda intrusión más energética, el primer pulso de actividad presentó un promedio diario de 7 explosiones por día con DR entre 1 y 13 cm², mientras que el segundo pulso tuvo un promedio de 1 explosión por día con DR entre 1 y 9 cm² (Figura 4). Vale la pena agregar que la última intrusión fue precedida por unos eventos especiales a los que se les ha denominado "LP de Juive". Dichos eventos ocurrieron desde mediados de Junio a Julio. Algunos de estos LP fueron sentidos por algunos pobladores en la localidad de Juive, y su mecanismo de generación podría estar relacionado con limpieza de vías y/o conductos por donde se transporta el magma. Finalmente a principios de Diciembre se presentaron unos eventos denominados "Tornillos". Aunque estos sismos más otros eventos de largo período no implican un importante pico en el número de sismos, ellos son de trascendental importancia debido a 4 razones importantes: (1) entre el 3 y 9 de Diciembre se presentaron 43 eventos de este tipo, lo cual es el pico más importante en la historia eruptiva actual del volcán, (2) este tipo de eventos ha sido premonitor de etapas eruptivas en volcanes como el Galeras, (3) entre el 4 y 12 de Diciembre se observó un aumento en la duración de estos eventos y (4) entre el 4 y 10 de Diciembre se notó una clara disminución de la frecuencia dominante de los mismos. La disminución en la frecuencia dominante de estos tipos de eventos podría ser el resultado de un incremento de gas en el fluido. Esta interpretación es consistente con el aumento en el contraste de impedancia asociado a su vez con el incremento en la duración de las señales tornillo. De ello se deriva que un cambio físico se produjo en el volcán los primeros días de Diciembre, que probablemente está relacionado con una presurización interna en el volcán debido a un sellamiento gradual de fracturas. Finalmente el 20 de Diciembre, empezó a registrarse un enjambre de eventos LP que son indicativos del ascenso de magma hacia niveles más superficiales. El hecho de no observar emisiones importantes de ceniza ni salida de SO₂ (confirmada con las mediciones de COSPEC realizadas) implica que el conducto del volcán no está abierto y la presión interna sigue acumulándose, lo cual puede derivar en una serie de explosiones más o menos violentas.

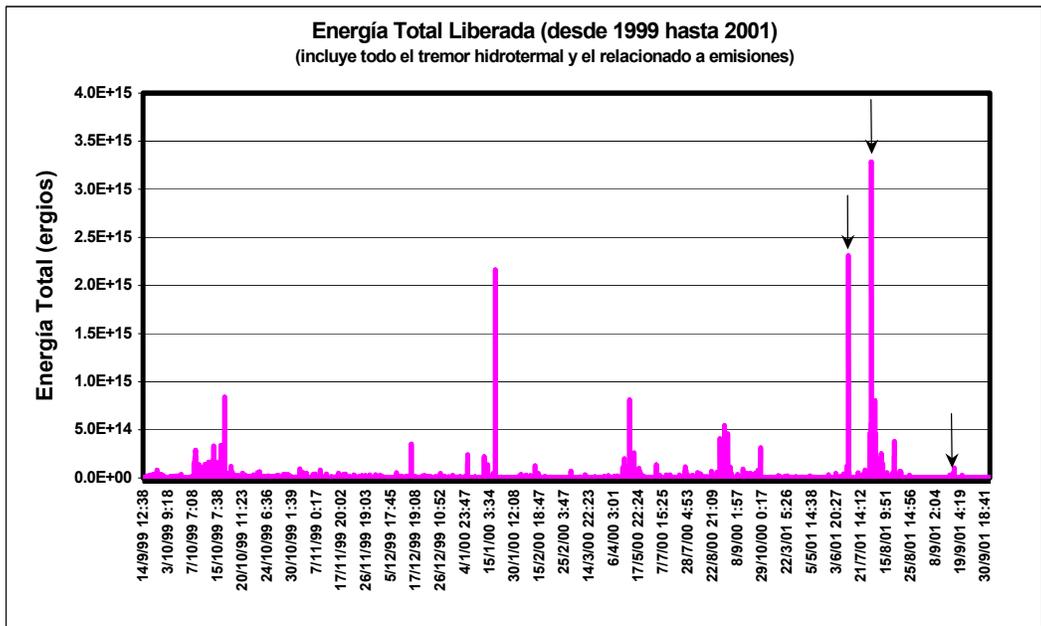


Figura 3. Energía liberada por el tremor volcánico relacionado a pequeñas emisiones de gas y/o ceniza (incluye el tremor armónico y el hidrotermal). Las flechas señalan los picos de Junio, Agosto y Septiembre.

Por otra parte, en Junio, Agosto y Septiembre, se produjeron picos de actividad tremórica, siendo el de Agosto, el pico de mayor energía registrado hasta el momento desde 1999 (Figura 3).

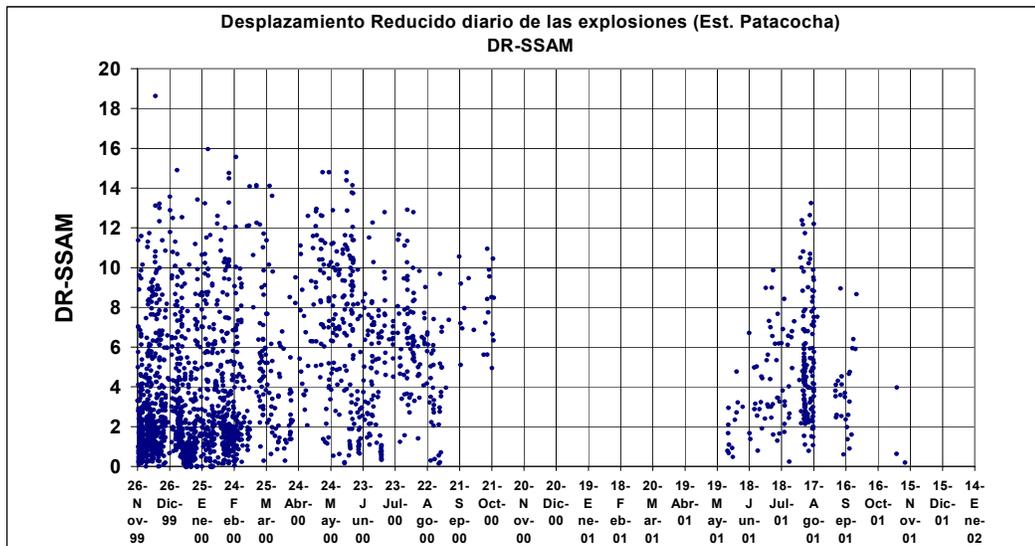


Figura 4. Desplazamientos reducidos calculados para cada explosión ocurrida en el Volcán Tungurahua desde 1999 al 2001

SÍNTESIS DE LA DEFORMACION

Durante el año se observó que los datos de inclinometría de la estación RETU, ubicada arriba del Refugio, muestran una ligera deriva en el sentido positivo de 10-15 microradianes, valores que no son extraños considerando las variaciones diurnas provocadas por los cambios de temperatura y de la humedad del suelo. Derivas ligeras de los valores son normales en inclinómetros.

Datos provenientes de las mediciones con equipos de EDM desde la base El Salado muestran un panorama distinto. La realización periódica de mediciones desde una base fija en el sitio de El Salado hacia dos prismas distintos en el flanco NE (zona arriba del Refugio) muestran una gradual disminución de la distancia entre la base y los dos prismas. Esta situación empezó desde Julio del 2000 y ello implica supuestamente un hinchamiento leve de este flanco del volcán. Hay que recordar que desde hace un año se observaron nuevas fumarolas en este flanco a una cota aproximada de 4400 msnm, confirmando o más bien denotando una apertura de fracturas y posibles movimientos topográficos en este sector. Hay que indicar que la presencia de estas fumarolas es permanente. Por otra parte hay que recalcar que las mediciones de prismas en el flanco occidental no muestran cambios significativos en su distancia.

SÍNTESIS GEOQUÍMICA

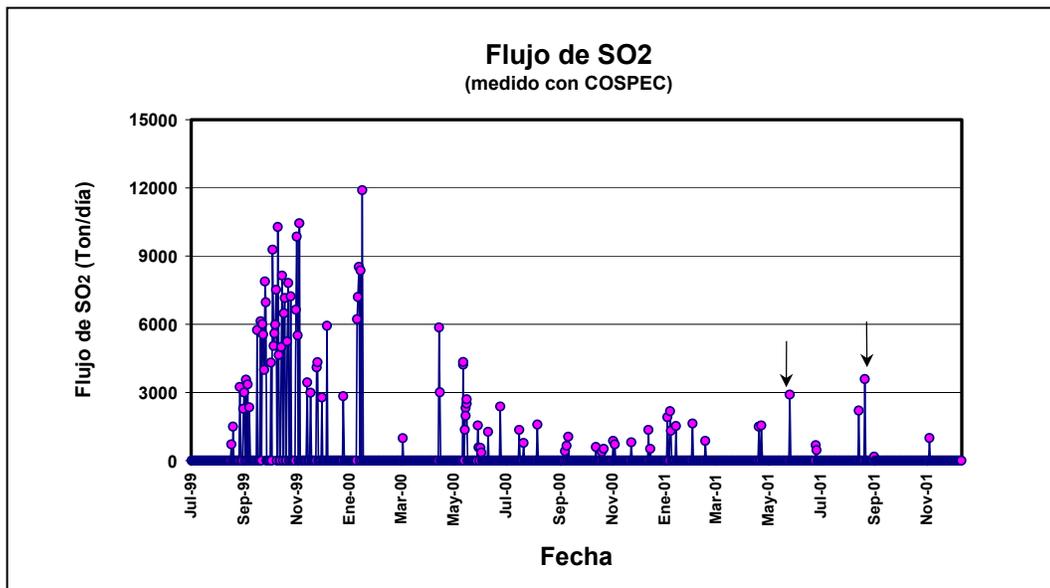


Figura 5. Flujo de SO₂ emitido por el Volcán Tungurahua y registrado mediante espectrómetro de correlación (COSPEC). Las flechas señalan los picos de SO₂ de Mayo y Agosto.

En cuanto a la variación del flujo de SO₂ se notaron 2 picos importantes uno en Mayo y otro en Agosto (Figura 5) con valores que alcanzaron las 3500 ton/día. Estos picos son cercanamente correlacionados con los incrementos tanto en actividad sísmica como tremórica. Igualmente fue posible observar que a fines de Marzo y Julio, a principios y mediados de Agosto y finalmente a principios de Septiembre fue posible observar brillo en el cráter, lo cual confirma la presencia de magma cerca de la superficie en dichas épocas.

Los estudios químicos de las fuentes termales de El Salado, La Virgen, Santana y Palitagua no mostraron variaciones significativas este año, continuando la misma tendencia exhibida el año pasado.

HACIA EL FUTURO

Desde 1999 el Volcán Tungurahua ha experimentado una actividad eruptiva con frecuentes, pero relativamente mediana actividad vulcaniana y ocasionales fuentes de lava. Este período se puede dividir en 8 intrusiones magmáticas de similares características. Es necesario notar que según la historia del volcán durante 1916 este presentó una actividad eruptiva intermitente hasta 1918, con períodos de tranquilidad y de mayor actividad tal y como se ha presentado para la historia eruptiva que presenta el volcán desde 1999.

Entonces, todavía subsisten los siguientes escenarios para el volcán:

1. La disminución paulatina de su actividad hasta llegar a un estado de tranquilidad.
2. Continuación del proceso actual caracterizado por unos enjambres-LP previos e incluso justo durante la etapa eruptiva.
3. Inyección de un volumen mayor de magma y la ocurrencia de mayor actividad.
4. El taponamiento del conducto y la acumulación de presiones que termine en una explosión mayor.

Con el actual sistema de monitoreo se considera que es posible detectar señales premonitoras para los escenarios más peligrosos que serían el 3 y 4, así como seguir efectuando un seguimiento a los procesos asociados a los escenarios 1 y 2.

Sin embargo luego del enjambre de eventos registrados durante los últimos días del mes de diciembre, se puede estimar que en las próximas semanas podríamos tener una mayor actividad en el volcán debido a que estos eventos han sido premonitores de episodios caracterizados por explosiones, emisiones y fuentes de lava, como los observados en los meses de junio y agosto de este años. Estos

eventos se han interpretado como sismos asociados a movimientos de ascenso de magma.

Por lo tanto es necesario recalcar que el proceso eruptivo como tal, no termina y consideramos necesario que la población esté informada diariamente de lo que acontece con el mismo. Por otra parte, este proceso educativo debe ser parte de la cultura y el diario vivir de los habitantes que viven en la ciudad de Baños y las poblaciones ubicadas en los flancos del volcán. Con ello se lograría minimizar el riesgo ante una gran erupción.