

Resumen Mensual
Actividad del Volcán Tungurahua- Mes de Septiembre del 2002
Observatorio Instituto Geofísico-EPN-Quito y OVT-Guadalupe

Síntesis General de la Actividad

En los primeros 12 días del mes de Septiembre la actividad del volcán fue muy baja. En la cumbre del volcán se notó la ausencia de emisiones y las explosiones que se presentaron fueron escasas, de tamaños pequeños a moderados y a veces arrojaron poca cantidad de ceniza. El número de sismos de largo período igualmente fue baja. En la primera semana se midió la concentración del gas SO₂ mediante el método de COSPEC, obteniéndose un valor entre 50 y 97 Ton/día, lo que es sumamente bajo. Durante la segunda semana (12 de Sept.) se realizó una nueva medida y se determinó tan solo 50 Ton/día. Sin embargo, tan solo unas horas después se detectó 1200 Ton/día debido a un ascenso importante de este gas.

Lo relevante durante las primeras dos semanas de Septiembre fue la ocurrencia de una serie de eventos volcano-tectónicos, que como en otras ocasiones se han visto que preceden a períodos de una intensificación en la actividad del volcán. Desde el 5 hasta el 13 de Septiembre se registraron 10 eventos volcano-tectónicos superficiales y profundos que precedieron el nuevo ciclo de explosiones ocurrido durante el presente mes. Los procesos de la fuente que involucra la ocurrencia de eventos volcano-tectónicos profundos en el Tungurahua (hipocentros mayores de 5 km de profundidad) posiblemente están relacionados con perturbaciones de esfuerzos asociadas con la evacuación de magma, mientras que los más superficiales definen una estructura de conducto y reflejarían cambios del esfuerzo asociado con la inyección y transporte de magma y volátiles hacia la superficie. En otras palabras, sugerimos que entre el 5 y 13 de Septiembre se inyectó un nuevo volumen de magma.

A partir del 14 de Septiembre el volcán experimentó cambios muy notorios en su comportamiento. La presencia de tremor armónico fue notable y duró hasta el 21 de Septiembre. La energía de este tremor fue tan importante que saturó el nivel de respuesta de las estaciones sísmicas. A veces el tremor fue precedido por LP's grandes, cuya energía fue tan alta que se registró en estaciones distales como Pisayambo (a 45 km de distancia del volcán). Las explosiones también fueron notorios desde el 12 de Septiembre, a veces disparando períodos de tremor armónico que se registraron incluso hasta en la estación sísmica de Cerro Negro, en la frontera norte (a 250 km de distancia del volcán) y en estaciones del Guagua Pichincha (a 150 km de distancia del volcán).

Desde el día 12, las explosiones se volvieron tan frecuentes que se registraron en promedio 7 por día, pero lograron un máxima de 33 eventos/día. Dichas explosiones presentaron desplazamientos reducidos (DR) considerados como pequeños a grandes y tuvieron energías que sobrepasaron los 15 cm². El 26 de

Septiembre, a las 03h37 t.l. se registró una explosión cuyo DR fue de 25.5 cm^2 , lo que la cataloga como la más grande registrada desde 1999 (Figura 5b). Esta explosión causó una caída de ceniza en Patate, Ambato, Pelileo, Píllaro y en los sectores de Cusúa y Juive donde se midieron espesores de 2 y 1 mm respectivamente. Otra explosión notable fue la ocurrida el 17 de Septiembre a las 21h00 t.l. (DR de 20.14 cm^2). El cañonazo provocado por dicha explosión fue escuchado en Ambato y Riobamba. En general, las explosiones fueron acompañadas por la proyección balística de material que rodó entre 1500 y 2000 metros por los flancos del volcán. Igualmente se notó el constante sonido de fuertes bramidos y sonidos tipo “turbina”. Con la disminución de la actividad tremórica se produjo un importante aumento de la carga de ceniza de las emisiones, dando como resultado caídas de ceniza en Quero y Ambato, entre otras ciudades y poblaciones. Los pobladores de Cusua, Bilboa, y hasta Baños dijeron que los sonidos emitidos por el volcán fueron diferentes en este período destacando que son similares a varias “motosierras laborando”.

Durante la última semana del mes se notó una marcada disminución en los niveles de energía liberada, e igualmente una reducción de la presencia de tremor y el número de explosiones.

En fin, en la segunda semana de Septiembre ocurrió un nuevo ingreso de magma, el mismo que fue precedido por eventos VT's profundos y superficiales. La ocurrencia de VT's profundos es una de las características relevantes cuando una inyección de magma se encuentra en curso. La liberación de energía en este período fue ligeramente menor a lo registrado en el período de Agosto de 2001. Algo relevante de esta nueva inyección fue la rápida respuesta que presentó el volcán, es decir, los gases no duraron más de 1 día para llegar a la superficie perturbando y calentando el magma restante y desgasificado que ya residía en el conducto. El movimiento de gases fue acompañado mediante la generación importante de tremor armónico, la consecuente salida de gases, el incremento de los sonidos, las posteriores caídas de ceniza y actividad estromboliana muy importante.

La ocurrencia de tremor armónico significa un sistema con resonadores pobremente amortiguados. El origen de este podría ser:

- a) Vibración de un cuerpo magmático
- b) Interacción del cuerpo magmático y el sistema hidrotermal.

En el caso del Tungurahua, el tremor podría deberse a la implosión de burbujas calientes de gas ya sea en la columna de magma o en el contacto de esta con el sistema hidrotermal superficial. Ello sería apoyado por cálculos de Q obtenidos sobre este tremor. Dichos valores arrojaron medidas que permiten dilucidar tal hipótesis.

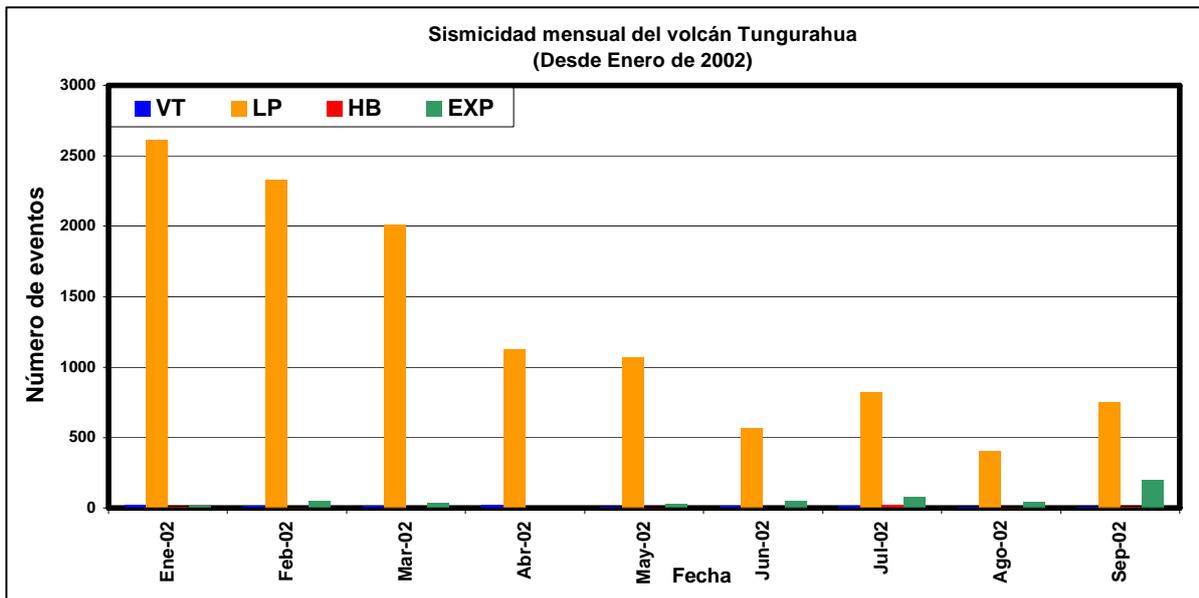
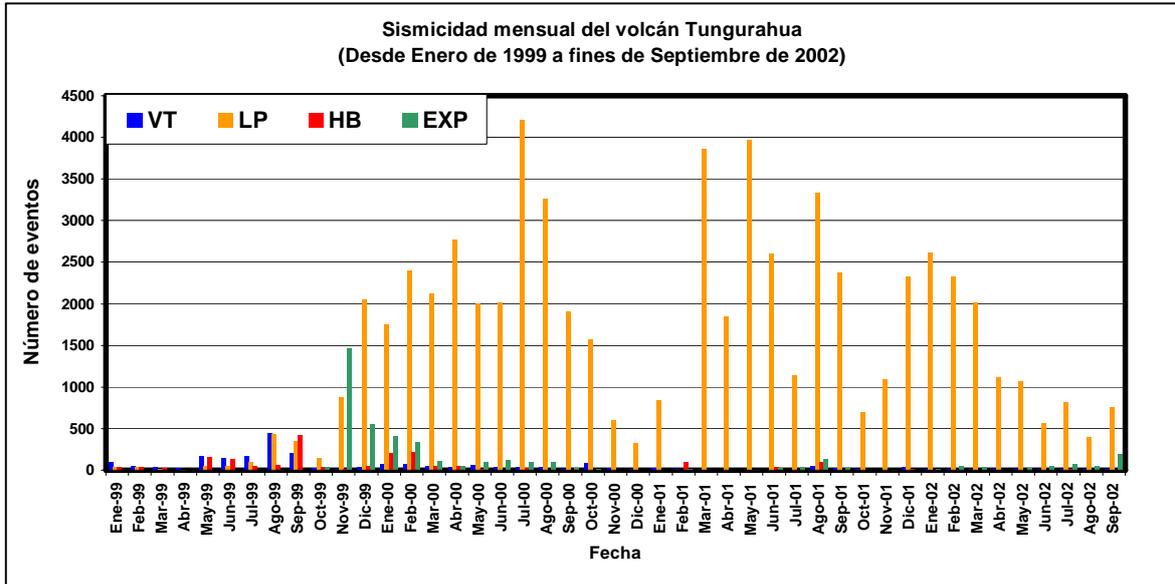
Sismicidad:

Fecha/ Semana	SISMICIDAD TOTAL	LP (Largo período)	VT (Volcano-tectónico)	Emisión	EXP (Explosiones)	HB (Híbridos)
02-08 Sept	35	29	5	4	4	1
09-15 Sept	49	43	5	87	42	1
16-22 Sept	371	371	0	250	116	0
23-29 Sept	277	275	0	71	36	2
Total de Septiembre	767	753	10	429	201	5
Total de Agosto	414	402	9	771	47	3
Promedio diario en Septiembre de 2002	26	25	.33	14	7	0
Promedio diario en Agosto de 2002	13	13	0	25	2	0
Promedio diario desde Enero/2002	43	43	1	23	2	0

Desde el 1^{ero} de Enero de 2002 el promedio de sismos LP ha sido de 43 eventos/día, de 13 eventos/día en el mes de Agosto y de 26 eventos/día en el mes de Septiembre. Durante el presente periodo el número de LP's registrados (753) fue casi el doble comparado con el mes anterior (402) (Figs. 1 y 2).

En cuanto al número de eventos VT se nota un claro aumento desde fines del mes pasado (Fig. 3) y un leve aumento en la última semana de Septiembre del número de eventos HB (Fig. 4). Por otra parte, se nota que en todo el mes hay un importante número de explosiones (201), pero ocurre el mayor pico (116 eventos) de actividad anual en la tercera semana de este mes (Fig. 5^a/b). Un importante número de emisiones se registró durante todo el mes pero principalmente en la segunda semana (Fig. 6), la energía de dichas fue bastante importante (Fig. 7). Por otra parte, comparando los niveles de liberación de energía de la época de Agosto de 2001 y el periodo actual, se observa que los valores del periodo actual son ligeramente menores en comparación con los de Agosto de 2001 (Fig. 8).

Finalmente, vale la pena recalcar que las explosiones presentadas a fines del mes fueron precedidas por eventos volcano-tectónicos (Fig. 9).



Figuras 1^a/b. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2002 y Enero de 1999 respectivamente.

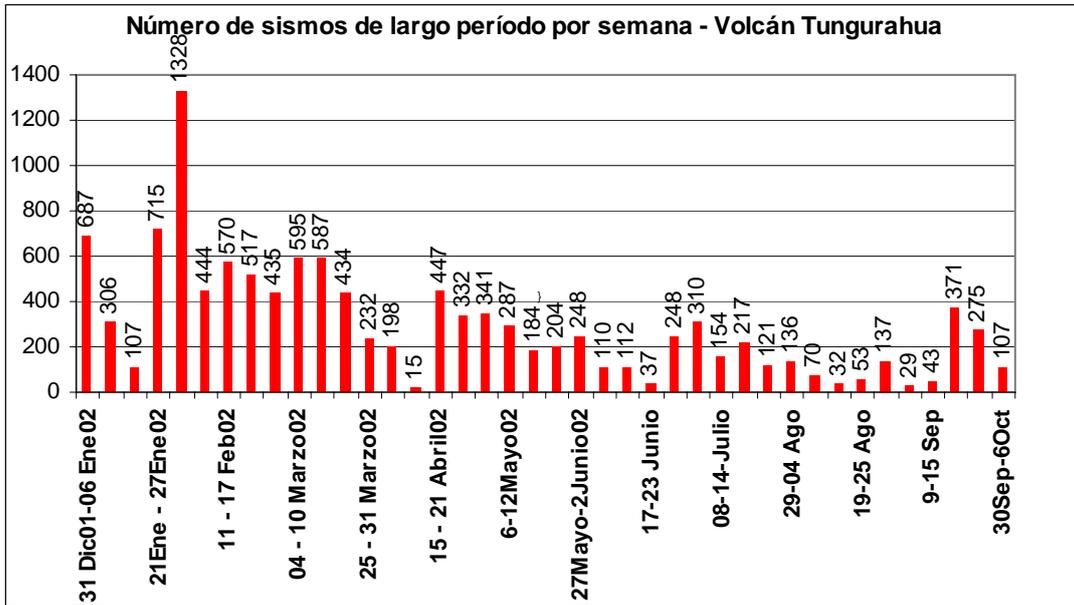


Figura 2. Numero de sismos de largo período registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2002.

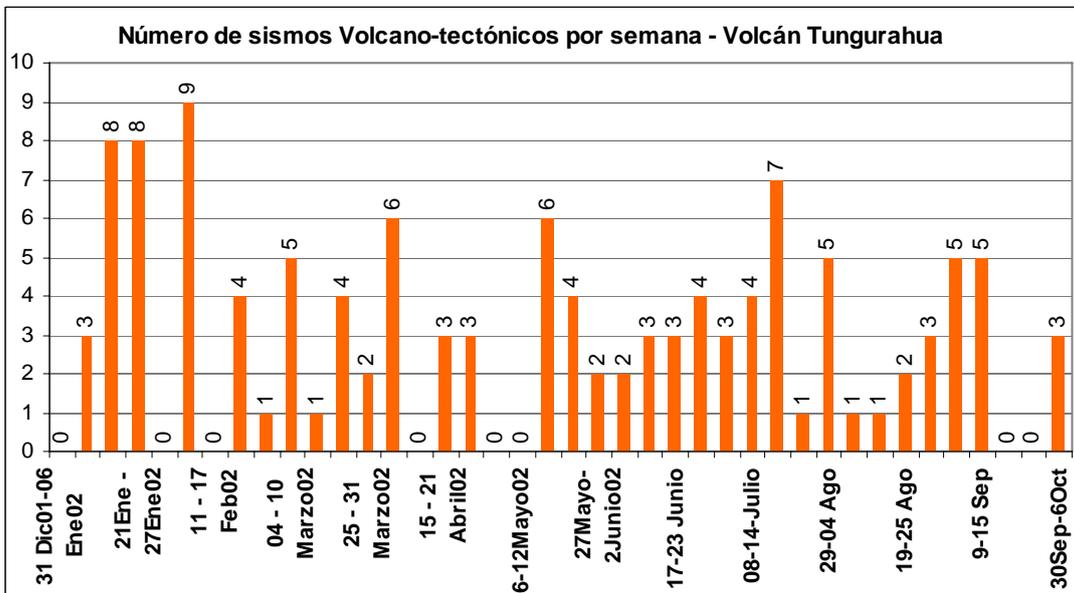


Figura 3. Numero de sismos volcano-tectónicos registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2002.

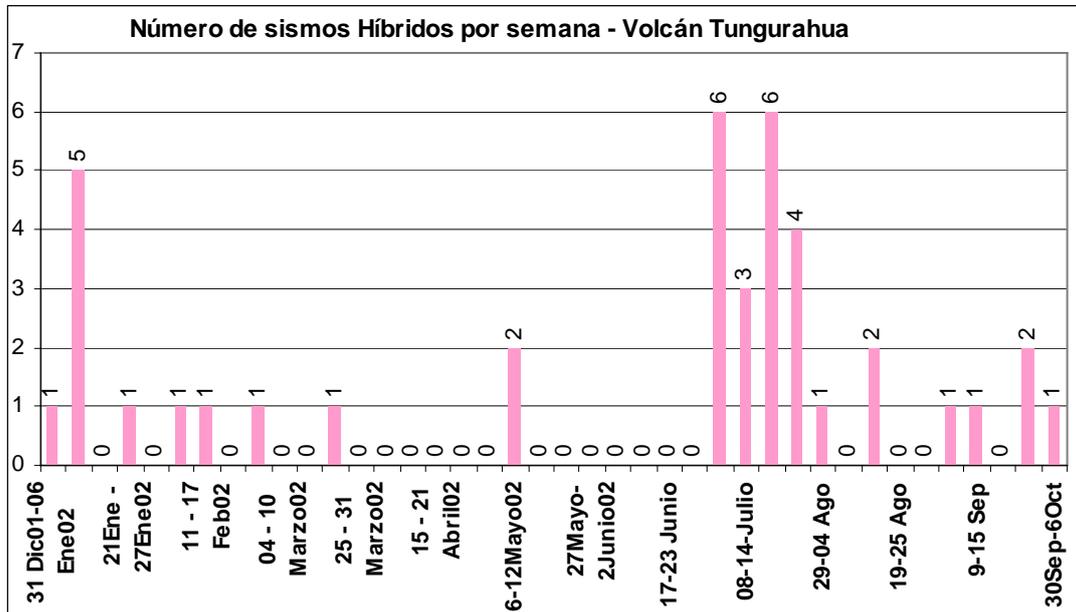
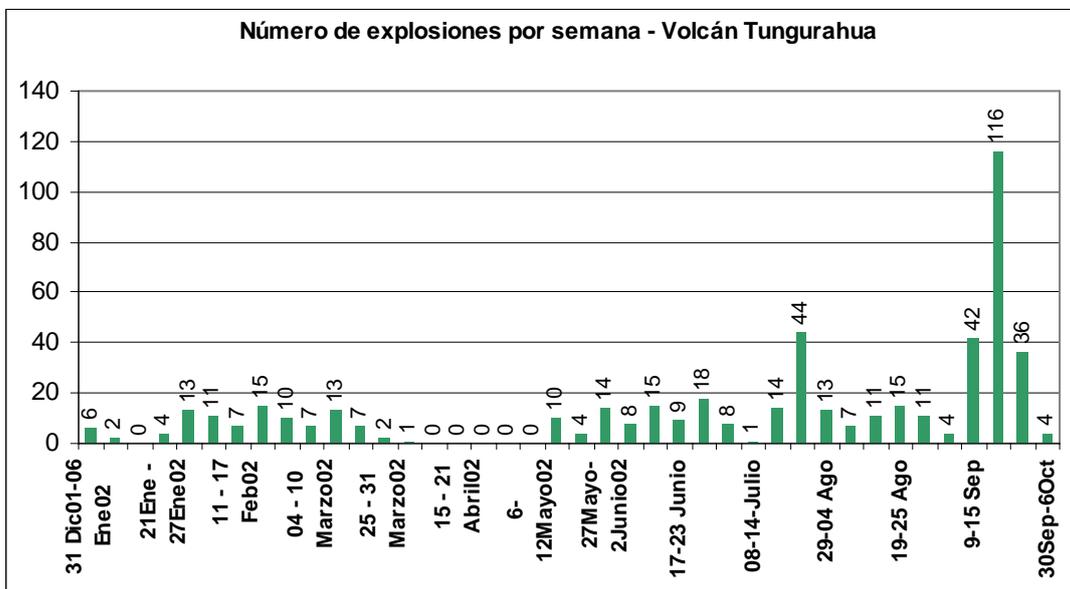


Figura 4. Número de sismos híbridos, semanalmente registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2002.



Figuras 5^a. A) Número de señales de explosión, semanalmente registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2002 y B) y la tendencia de incrementar sus magnitudes.

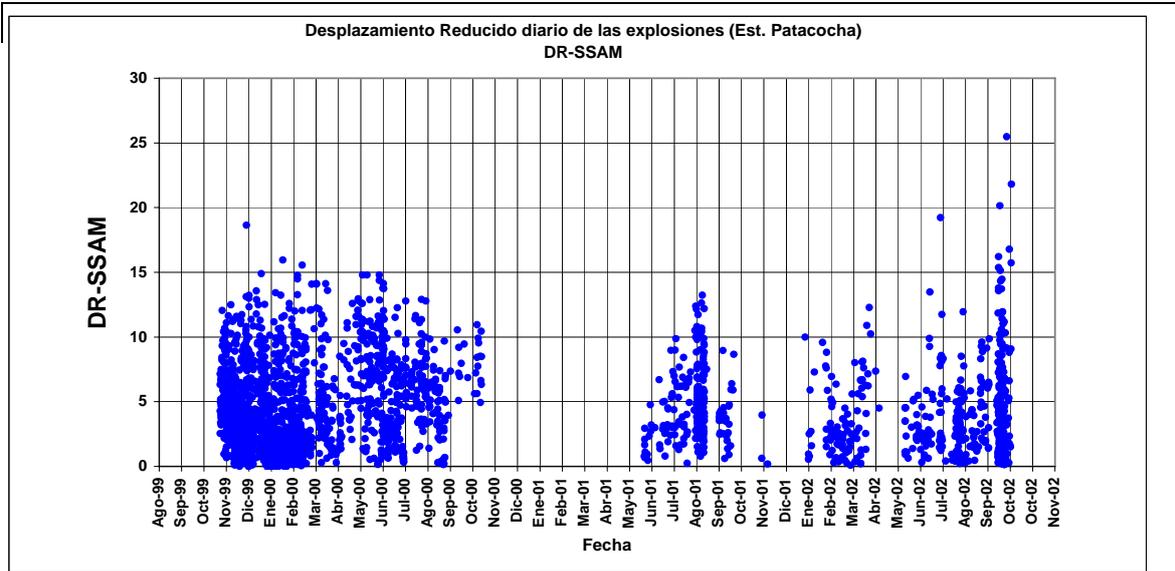


Figura 5b

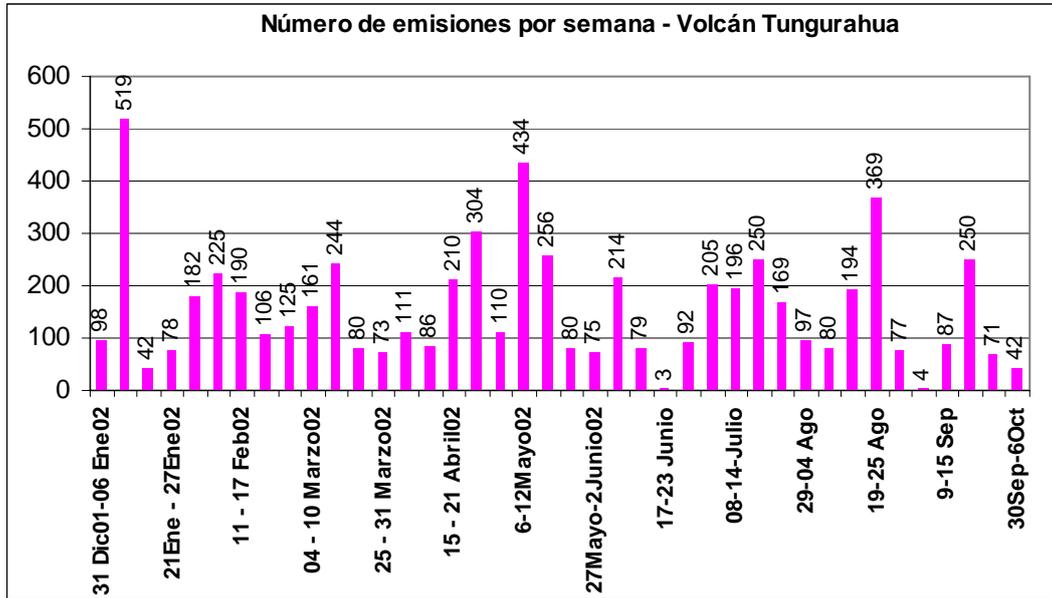


Figura 6. Número de señales de emisión, semanalmente registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2002.

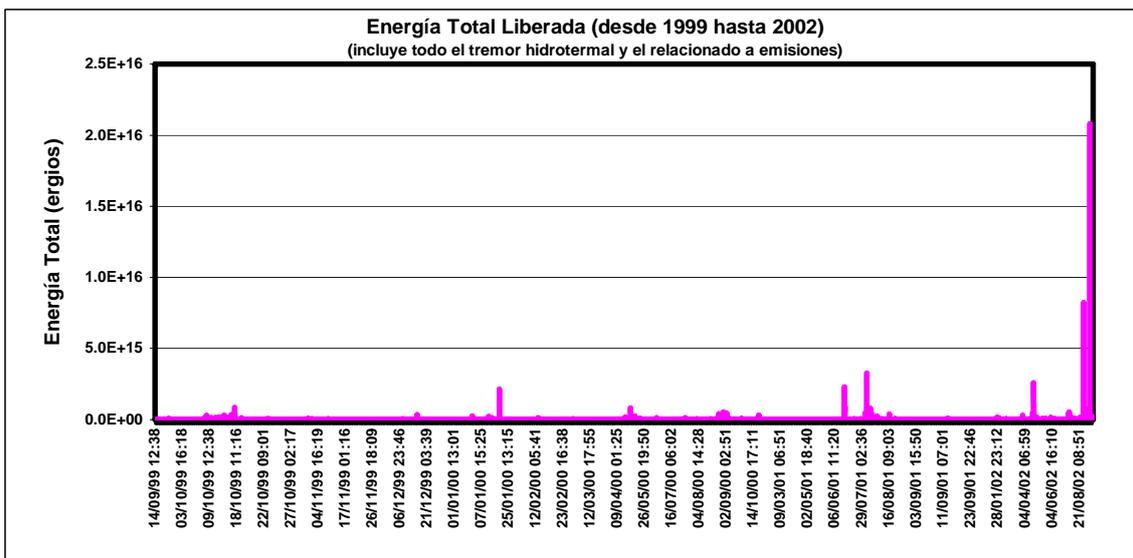


Figura 7. Energía liberada por el temblor volcánico desde Septiembre de 1999 (este temblor se encuentra relacionado con eventos de emisión de vapor y ceniza).

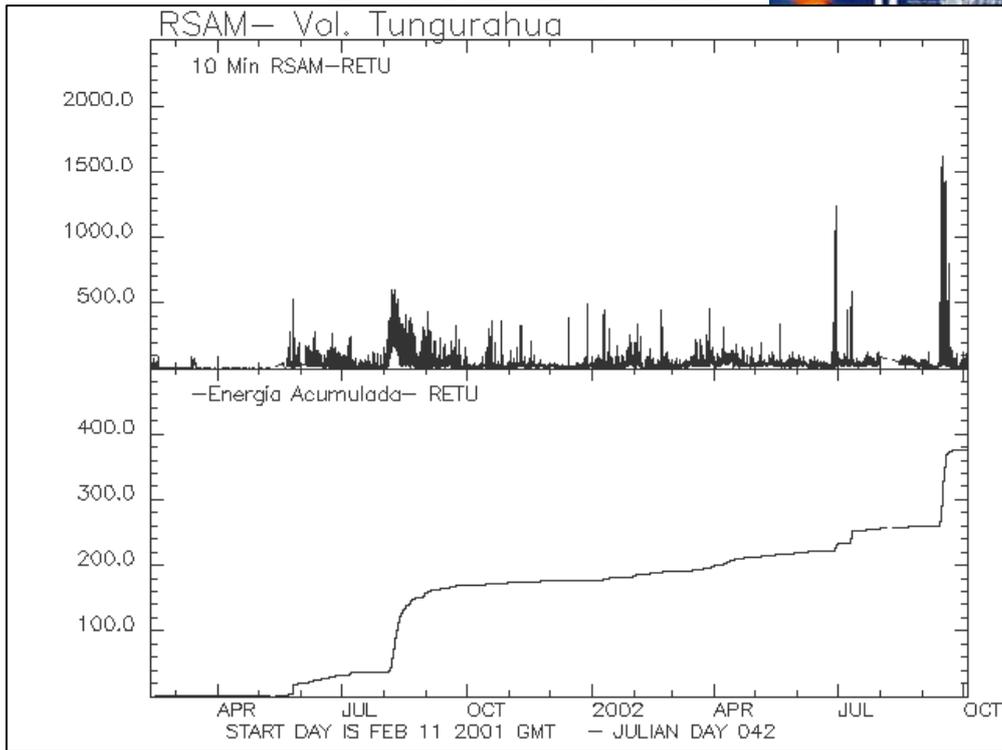


Figura 8: Energía liberada por el volcán en unidades RSAM desde Abril de 2001. Se nota dos picos muy importantes—lo de agosto de 2001 y lo de septiembre de 2002.

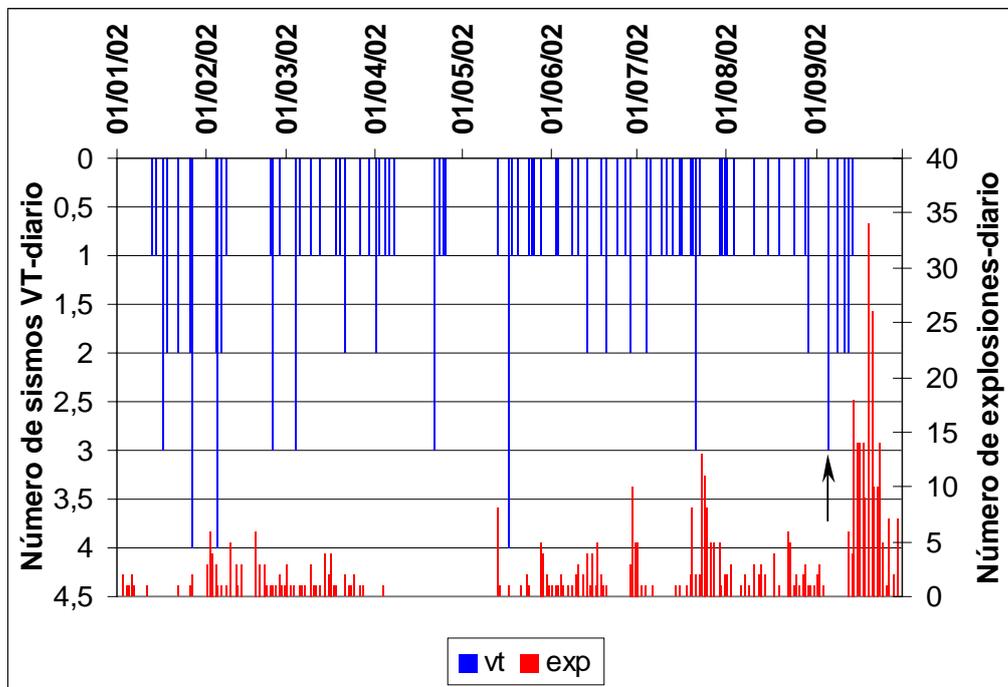


Figura 9. Número de explosiones y volcano-tectónicos diarios. Observe que en el presente mes un importante número de VT's ocurre antes del nuevo ciclo de explosiones.

Localizaciones de los eventos sísmicos:

En la Fig. 10 se presentan las localizaciones de los eventos sísmicos. La mayor parte de los eventos LP's presentaron arribos emergentes, sin embargo los LP's que se pudieron localizar pertenecen a los eventos de la familia LP cuya frecuencia dominante se encuentra alrededor de 1.5-2.5 Hz. Como se puede ver en la figura, estos eventos LP se localizaron entre 2 y 9 km bajo la cumbre. Los eventos VT se localizaron en la parte norte y nor-occidental del cráter entre 2 y 7 km de profundidad. Vale la pena mencionar que las explosiones localizadas casi siempre presentan arribos emergentes por lo cual su solución hipocentral es dudosa, además de ser eventos superficiales donde la constricción del modelo de velocidades es baja y el control de estaciones sísmicas también.

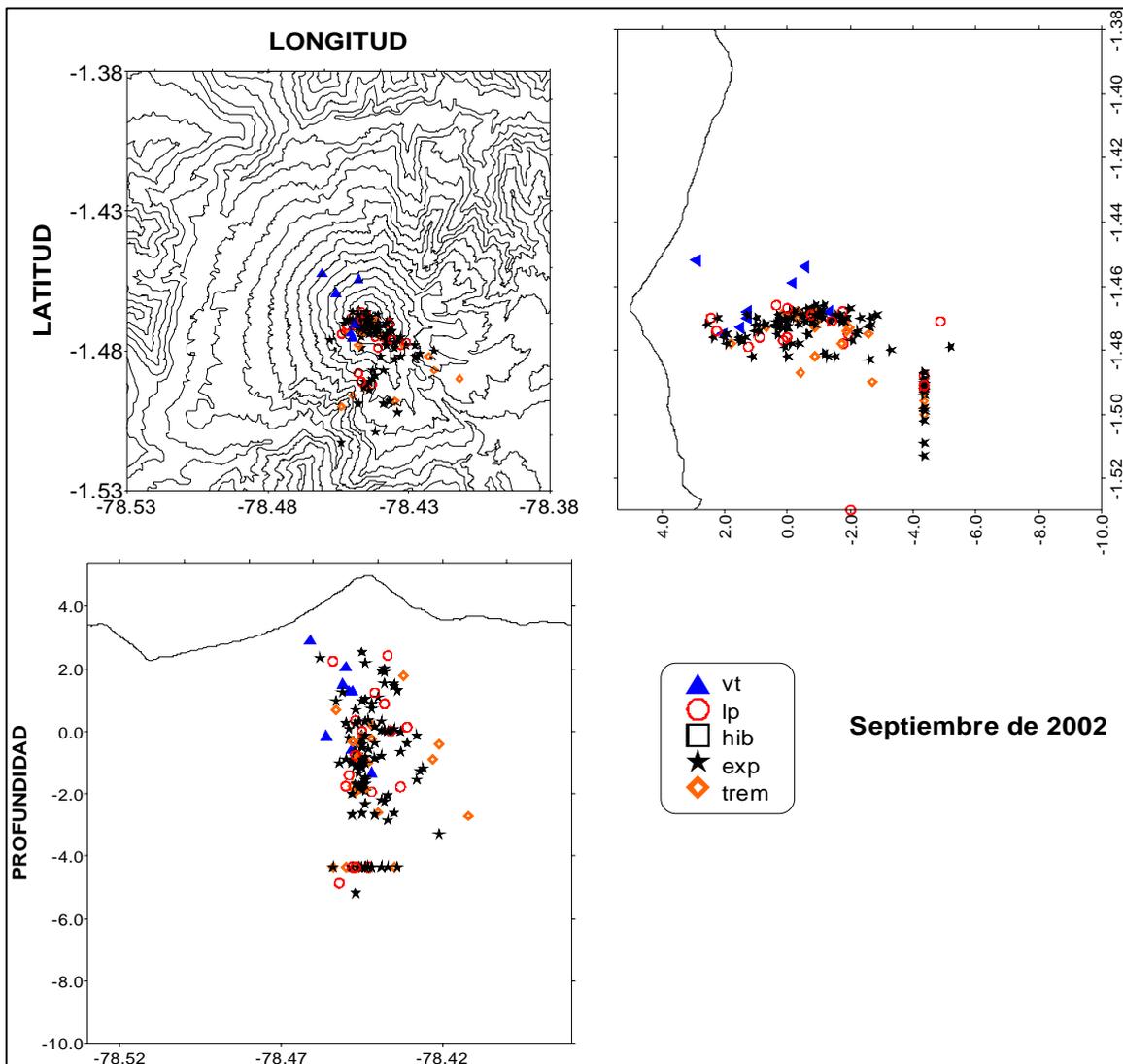


Figura 10. Localizaciones de los sismos volcánicos registrados en el Volcán Tungurahua durante el mes de Agosto de 2002.

Deformación:

En la Figura 11 se muestra la perturbación del eje radial de la estación Retu experimentada por la presencia notable de actividad explosiva y/o tremórica en las últimas dos semanas de Septiembre. Sin embargo se nota también que la tendencia que ya venía no cambió durante esta época de intensa actividad sísmica. Por estar ubicada a mayor distancia desde el volcán, los ejes de la estación Juv5 no muestra cambios mayores.

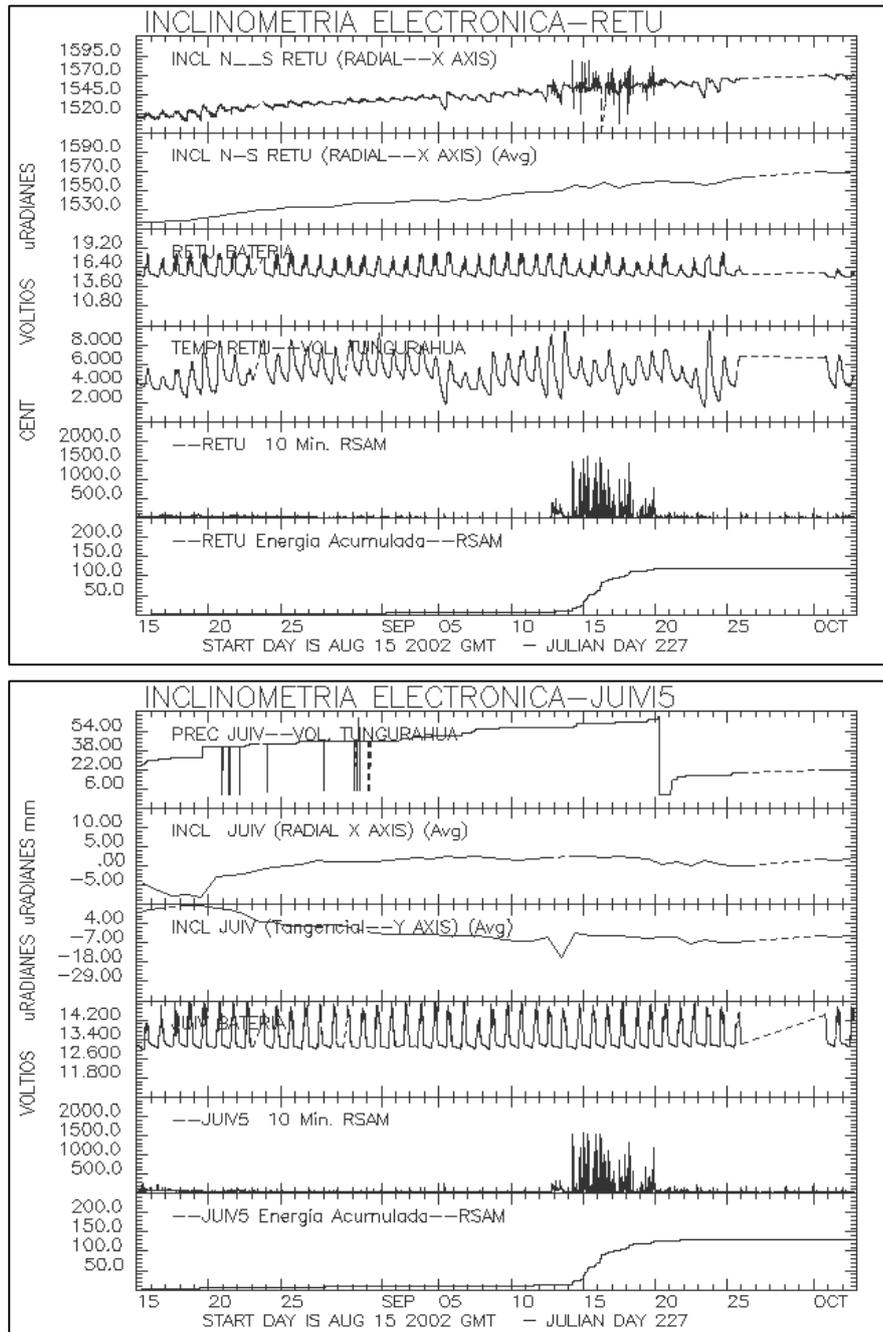


Figura 11. Registro inclinométrico registrado en la estación RETU del Volcán Tungurahua desde 15 de Agosto hasta 03 Octubre de 2002.

Geoquímica:

Mediante el método de COSPEC se realizaron medidas del gas SO₂ (Fig. 12), observándose una disminución marcada en los valores con relación a semanas anteriores (del mes de Agosto) –llegándose a registrar tan solo 45 Ton/día en la mañana del 12 de Septiembre. Sin embargo con la apertura del conducto manifestada por la ocurrencia de VT's, los valores se incrementaron hasta 1200 Ton/día en la tarde del mismo día. Durante el resto del mes la concentración de SO₂ quedó en los rangos de 700-1100 Ton/día, reflejando la facilidad de la salida de los gases.

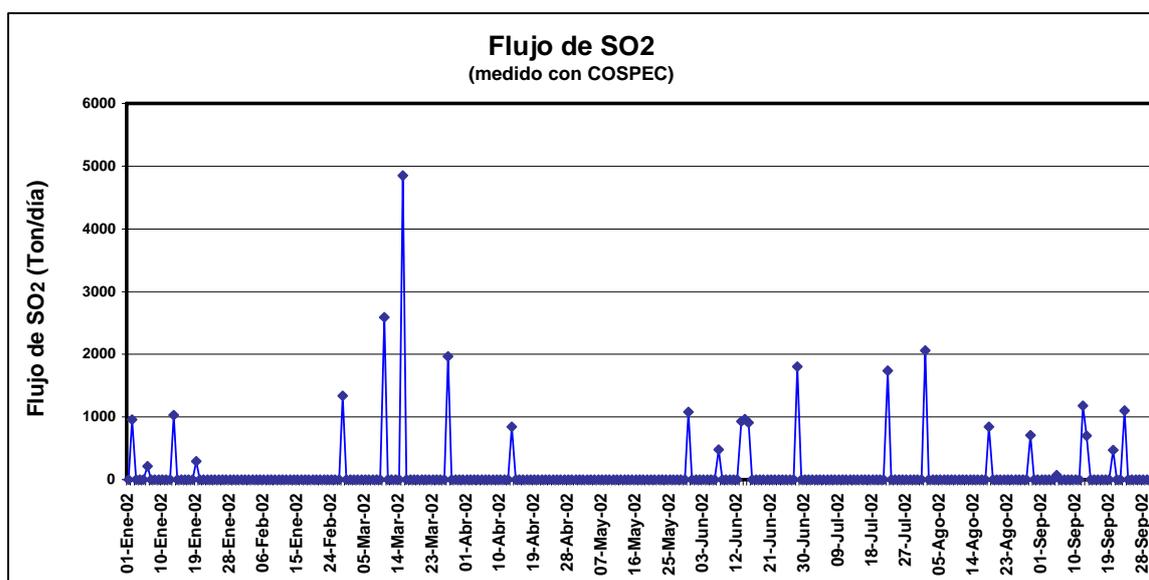


Figura 12. Variaciones en flujo de SO₂ desde Enero de 2002.

Observaciones Visuales y Auditivas:

Las observaciones visuales en la primera semana del mes concordaban con un estado de baja actividad superficial. Había pocas emisiones y casi nula presencia de cenizas o sonidos emitidos por el volcán.

Se notaron cambios radicales a partir de 13 de Septiembre, después de que comenzaron las perturbaciones del ascenso brusco de gases. Lo más notable fueron las grandes hongos generados durante las explosiones, las mismas que causaron caídas de cenizas en ciudades aledañas y lejanas, como Píllaro y Ríobamba. Los canoñazos que suelen acompañar a las explosiones no siempre fueron escuchados en OVT, lo cual aún no es suficientemente claro si es debido a cambios reológicos del magma en el conducto, diferentes condiciones atmosféricas y/o cambios en las condiciones del fluido ascendente y la altura alcanzada en el atmósfera.

También hay que notar que el alcance de los productos incandescentes—bloques, lava lanzada etc, fue más abajo que 2000 metros desde el borde del cráter.

Conclusiones:

La actividad del volcán durante el mes de Septiembre fue caracterizada por manifestaciones de baja intensidad en las primeras dos semanas del mes. Sin embargo, la perturbación causado por 8-10 sismos volcano-tectónicos y el consecuente ascenso rápido de gases calientes y cargados con SO_2 entre otros elementos, hizo su presencia en la forma de tremor armónico sostenido, explosiones fuertes y de gran magnitud y emisiones importantes de cenizas. Se muestra otra vez la tendencia de una aceleración de los procesos, tales como la ocurrencia de pocos VT's que desencadenaron en una respuesta tan rápida y potente. Desde el 13 hasta el 21 de Septiembre el volcán registro un tremor armónico casi continuo. Posteriormente la actividad tremórica y explosiva disminuyó, sin embargo aún continuaron produciéndose explosiones, como lo del 26 de Septiembre, que fue la más energética desde Noviembre de 1999.

Probablemente la aceleración de los procesos en el volcán tiene que ver con variaciones en las condiciones internas del mismo, como por ejemplo, cambios reológicos del magma en el conducto y diferencias en la condiciones del magma como: intensificación de su temperatura, disminución en el porcentaje de cristales, disminución en el contenido de SiO_2 y/o la adición de nuevos gases.

13 de Octubre del 2002
PM/CIMP

Estos informes están realizados utilizando datos y observaciones de la Base-Quito y la Base-Guadalupe. La vigilancia tanto en Quito como Guadalupe se realiza en turnos y está a cargo de científicos del Instituto Geofísico además de científicos colaboradores del IRD (Cooperación Francesa), como parte del convenio IG/EPN-IRD.