

## Resumen Mensual

### Actividad del Volcán Tungurahua- Mes de Septiembre del 2003

#### Observatorio Instituto Geofísico-EPN-Quito y OVT-Guadalupe

### Síntesis General de la Actividad

La actividad sísmica del volcán hasta la primera semana del mes fue en paulatino decrecimiento. Hasta el día 12 de Septiembre se presentaron esporádicas explosiones y hasta el día 9 de Septiembre los reportes de las caídas de ceniza en la región indicaron una notable disminución en la actividad propia del volcán.

Entre el 6 y 11 de Septiembre se presentó un pequeño incremento en la actividad de largo periodo algunos de ellos con frecuencias alrededor de 4 Hz, el día 7 se registró un evento volcano-tectónico profundo (17 km bajo el cráter) y a partir del día 10 hubo un incremento súbito en la actividad explosiva. El 11 de Septiembre las explosiones produjeron “cañonazos” que fueron escuchados incluso hasta en Ambato. Además se observó fuentes de lava a simple vista, los bramidos fueron muy notables y se produjeron columnas de ceniza que depositaron gran cantidad de material en los flancos superiores del volcán.

El 13 de Septiembre a las 13h33 t.l. ocurrió un sismo de Pisayambo, de magnitud 4.7, 10.2 km de profundidad, 45 km al NNE del volcán. Casi 12 horas después de este evento, el número de explosiones aumentó súbitamente. Se cree que la nucleación de burbujas en el magma fue acentuada debido al “sacudón” provocado por éste sismo. Ello probablemente generó una agitación interna en el volcán, la misma que dio lugar a mayores presiones internas en los gases disueltos en el magma.

En la tercera y cuarta semana del mes continuaron las explosiones y emisiones notables, algunas veces pulsátiles. En algunos días se registraron hasta 29 explosiones (el día 10) y 18 (el día 29). A grandes rasgos, se puede observar que estos dos días constituyen dos picos en la actividad explosiva del presente mes. La explosión más grande del presente ciclo de actividad se produjo el día 27 de Septiembre con un desplazamiento reducido (DR) de 18 cm<sup>2</sup>. En la cuarta semana algunas explosiones fueron en forma casi sostenidas, una tras otra, indicativa de un gran flujo de gases tratando de salir por el conducto.

**La continuación de la presente actividad explosiva, que empezó súbitamente el 20 de Agosto, con la ocurrencia de únicamente 4 eventos volcano-tectónicos profundos y la consiguiente actividad de largo periodo y explosiva, ha tenido una inesperada prolongación. Se cree que los gases se exsolvieron de una manera sostenida. Ello podría indicar un nuevo volumen de magma, que aún se encuentra desgasificándose, antes su llegada a la superficie.**

Para el segundo pulso de actividad que puede decirse comenzó el 13 de Septiembre, no se produjo un importante número de eventos volcano-tectónicos profundos (únicamente se registró 1 evento) y el enjambre de eventos de largo periodo fue muy pequeño también. Adicionalmente, parece ser que coincidentalmente la ocurrencia del sismo de Pisayambo pudo haber aligerado tanto en esta época como en Agosto el ascenso de magma, quizás debido a que el conducto se encuentra tan abierto como resultado de la agitación tan acentuada en los últimos meses. Tal agitación hace que el conducto se encuentre mayormente plástico y caloroso, permitiendo pasar las nuevas inyecciones sin dejar mucha huella sísmica.

### Sismicidad:

**Tabla 1.** Resumen de las estadísticas de actividad sísmica registrada durante los últimos tres meses.

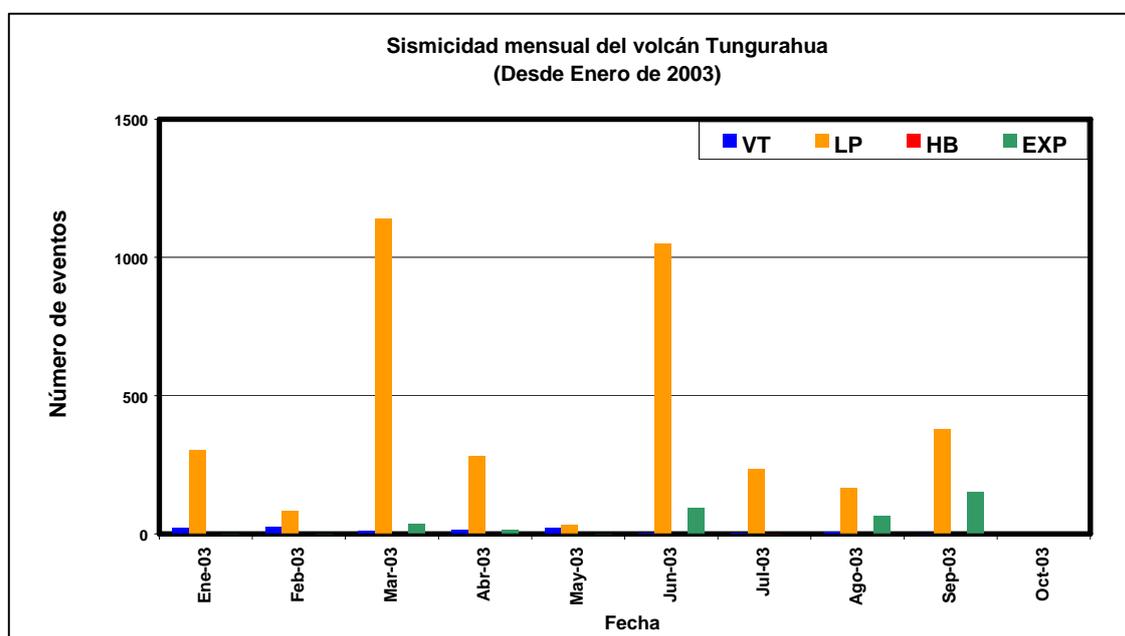
Fecha/ Semana	SISMICIDAD TOTAL	LP (Largo periodo)	VT (Volcano-tectónico)	Emisión	EXP (Explosiones)	HB (Híbridos)
01-07 Sep	121	120	1	62	5	0
08- 14 Sep	92	92	0	57	61	0
15-21 Sep	55	55	0	96	22	0
22-29 Sep	100	99	3	141	70	0
<b>Total de Sep 03</b>	<b>368</b>	<b>366</b>	<b>4</b>	<b>356</b>	<b>158</b>	<b>0</b>
<b>Total de Agosto 03</b>	<b>171</b>	<b>167</b>	<b>4</b>	<b>157</b>	<b>59</b>	<b>0</b>
<b>Total de Julio 03</b>	<b>249</b>	<b>243</b>	<b>5</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Promedio diario Septiembre de 2003</b>	<b>12.3</b>	<b>12.3</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>5.3</b>	<b>0</b>
<b>Promedio diario Agosto de 2003</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Promedio diario en Julio de 2003</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

En Julio el promedio de los eventos LP ha sido de 8 eventos/día, en Agosto de 6 eventos/día y en el mes presente se llegaron tener un promedio de 12.3 eventos/día. Durante el presente mes, se registraron 366 eventos de largo periodo, lo que significa dos veces mayor el número de sismos registrado en Agosto pero casi 50% veces más que lo ocurrido en el mes Julio (243 eventos) (Figs. 1<sup>a</sup>/b).

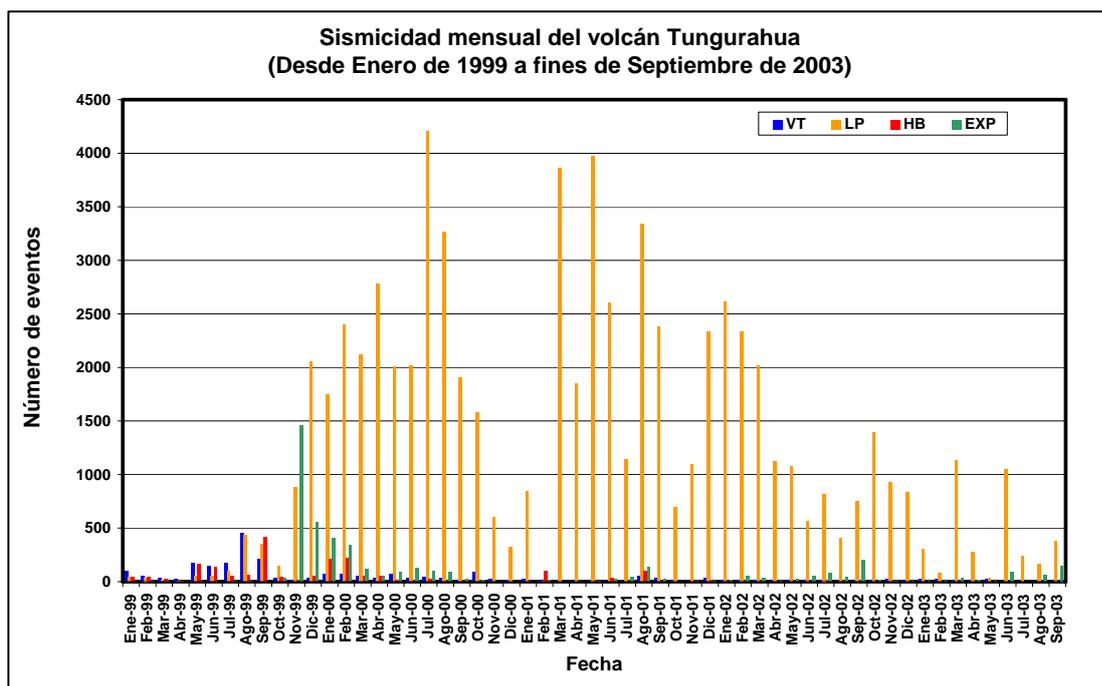
En cuanto al número de eventos VT se nota que el número se mantiene (Fig. 2) y la mayoría son de carácter profundo. El número de eventos híbridos (HB) continúa considerablemente bajo desde Septiembre del año pasado (Fig. 3).

En cuanto al número de eventos explosivos, durante el presente mes, se dio un importante incremento tanto en número como en energía que es comparable con lo ocurrido durante el mes de Junio (Fig. 4 y 5).

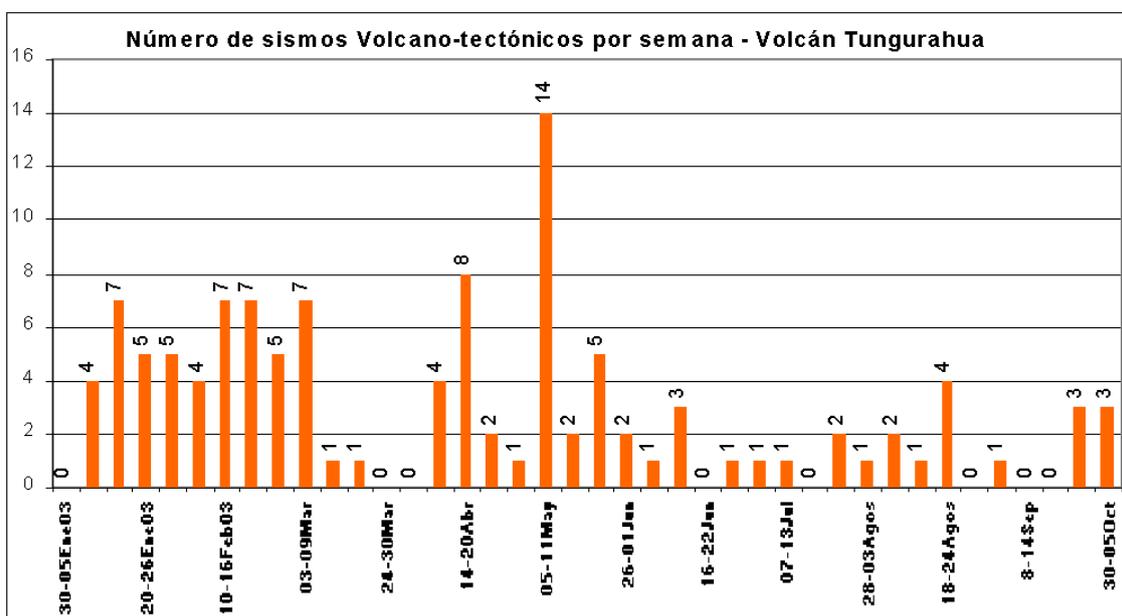
El número de emisiones fue importante en las dos últimas semanas del mes (Fig. 6) y se observó un considerable incremento en la liberación de energía principalmente aportada por este tipo de señal (Figs. 7 y 8<sup>a</sup>/b). Cuantitativamente, la energía liberada por las emisiones es casi similar a lo ocurrido en el mes de Junio.



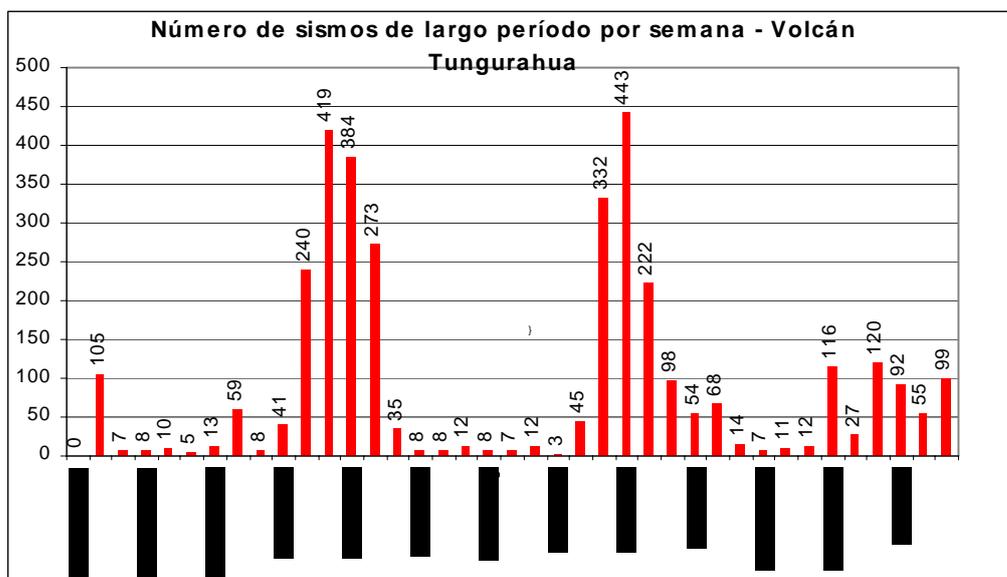
**Figura. 1<sup>a</sup>.** Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2003.



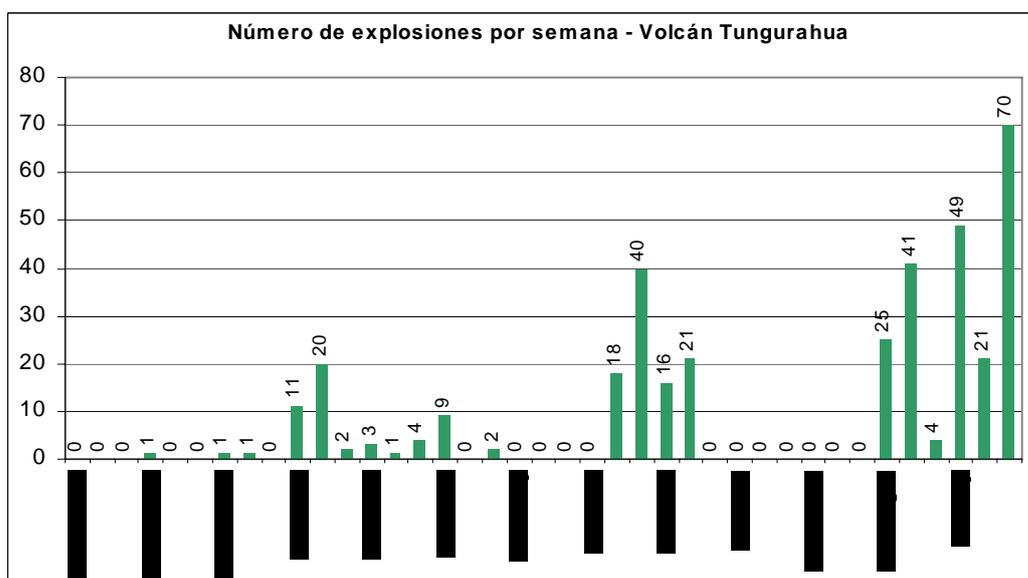
**Figuras 1b.** Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 1999.



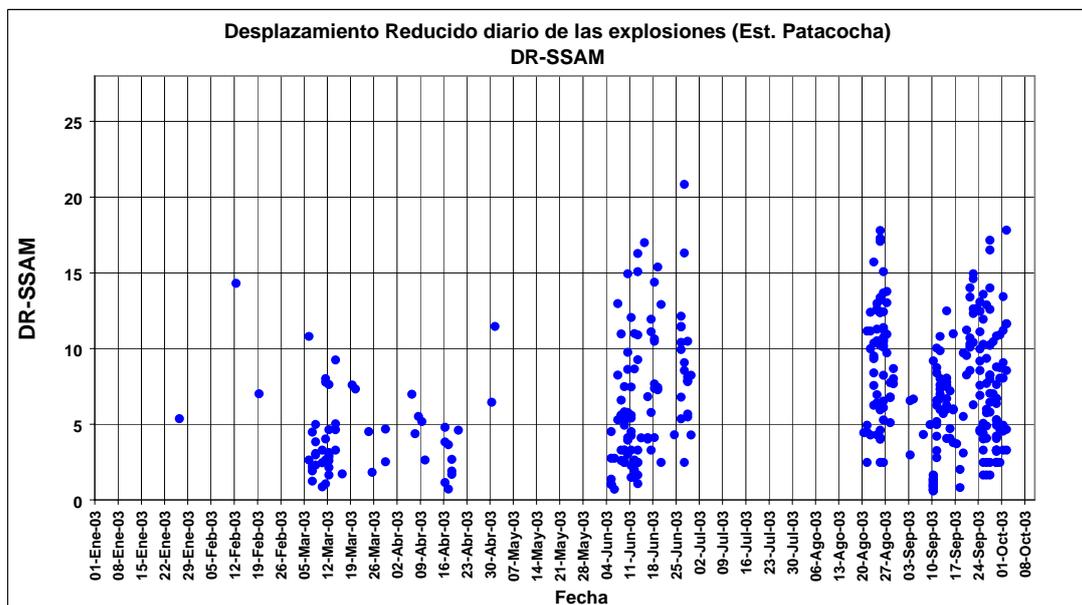
**Figura 2.** Número de sismos volcano-tectónicos, semanalmente registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2003.



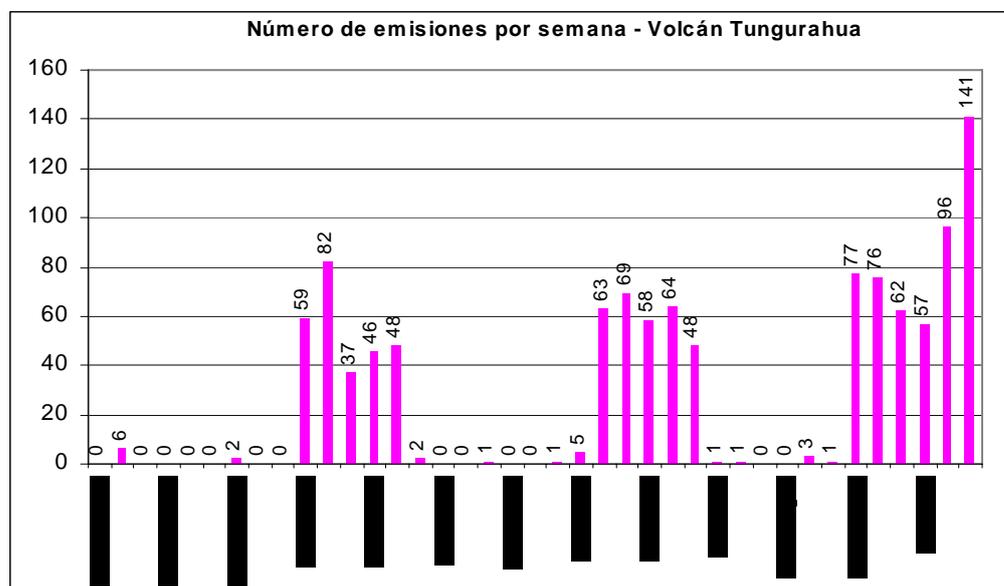
**Figura 3.** Número de sismos largo periodo semanalmente registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2003.



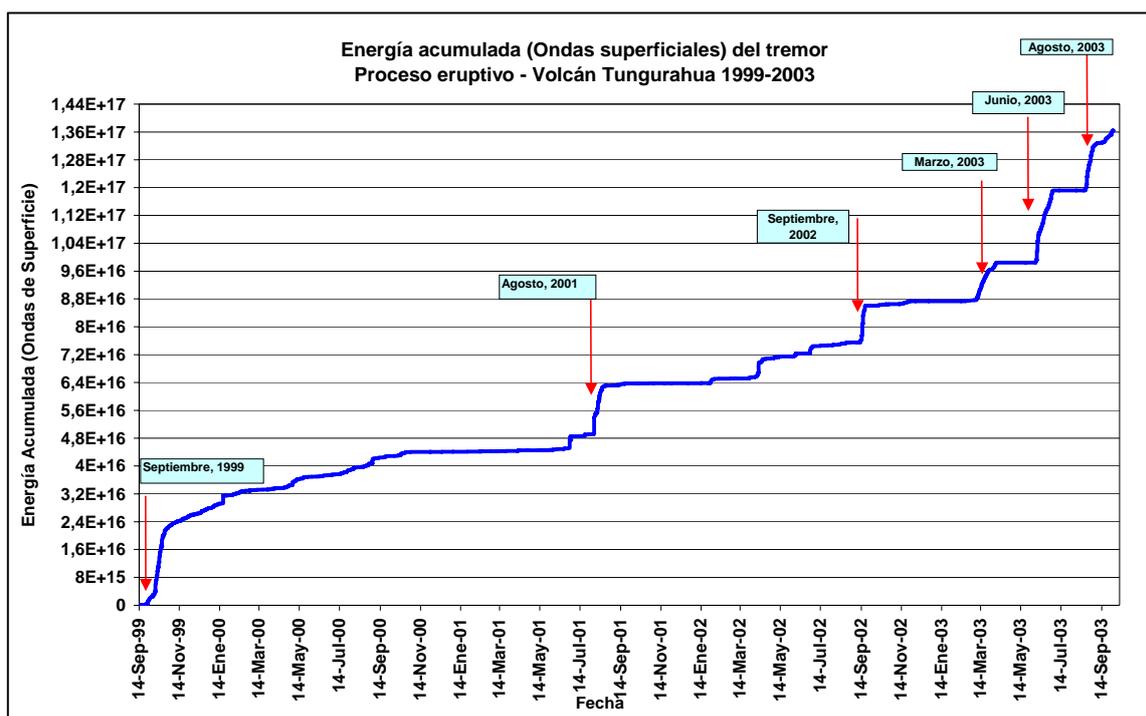
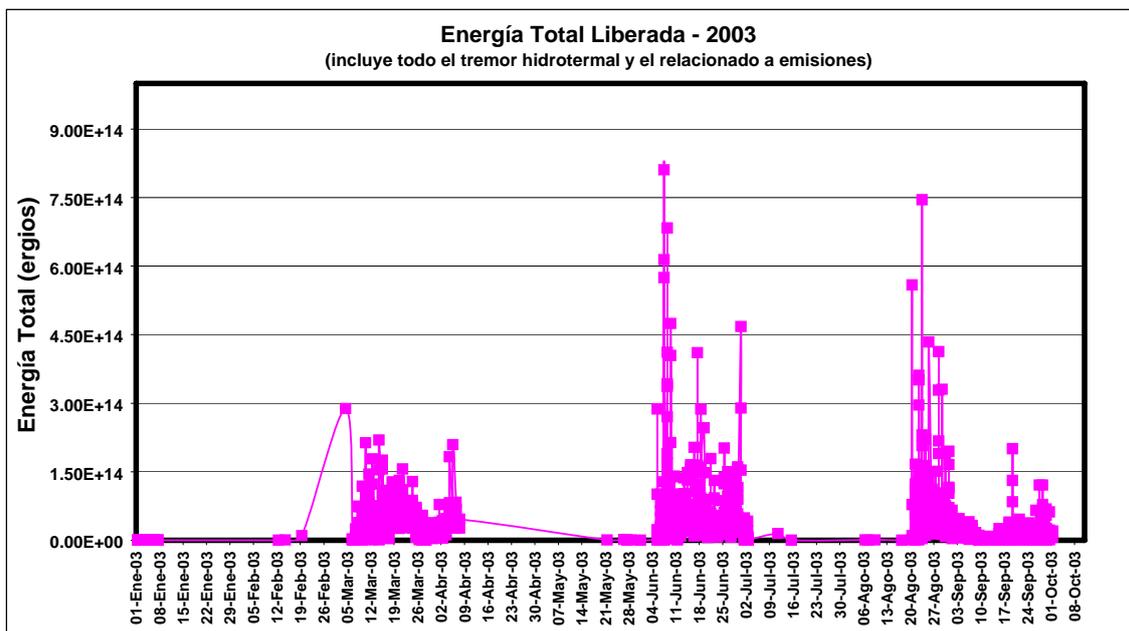
**Figura 4.** Número de explosiones semanalmente registradas en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2003.



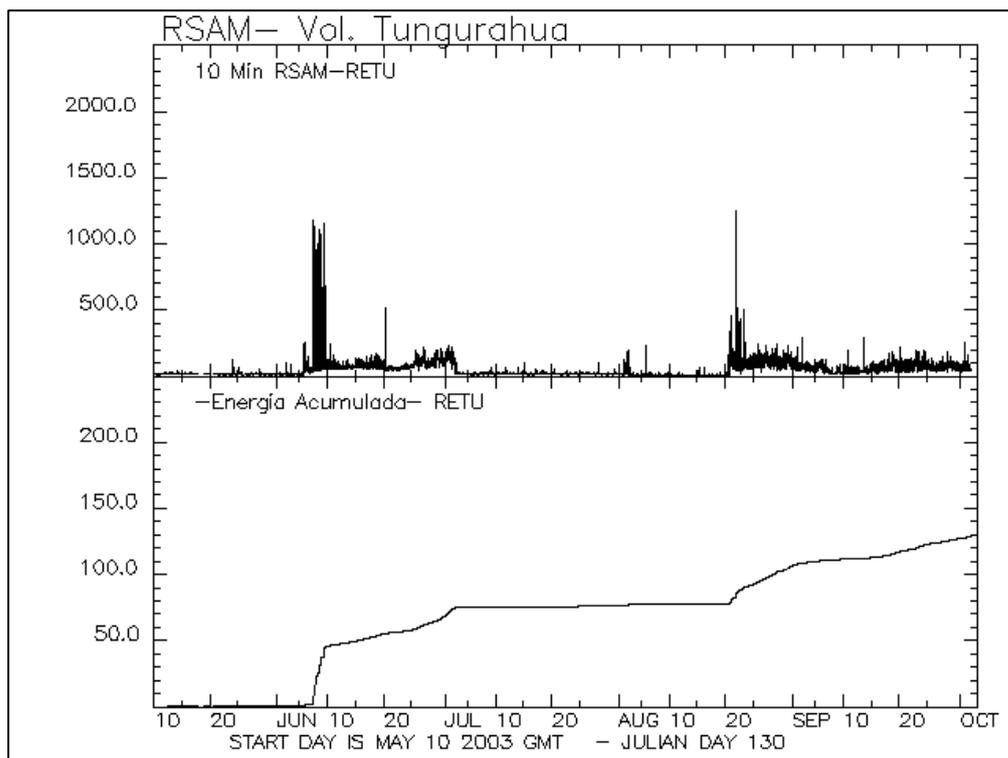
**Figura 5.** Desplazamiento reducido calculado para cada evento explosivo en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003



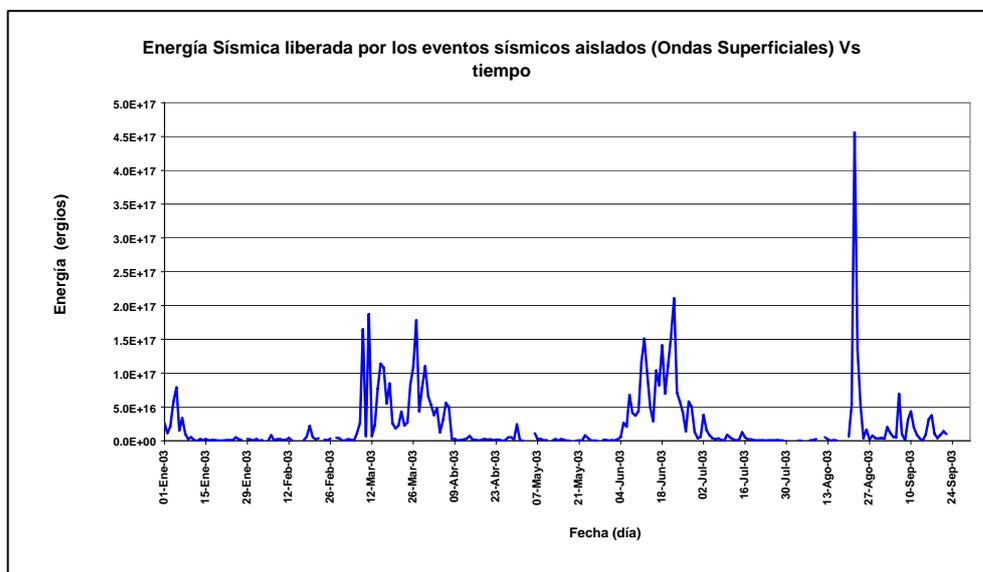
**Figura 6.** Número de señales de emisión, semanalmente registradas en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003.



**Figura 7a/b.** Energía liberada por el tremor volcánico en el 2003 y desde Septiembre de 1999 hasta el presente. (este tremor se encuentra relacionado con eventos de emisión de vapor y ceniza). Observe la alta liberación de energía ocurrida durante los meses de Marzo y Junio, la baja tasa durante el mes de Julio y de nuevo el incremento desde el 20 de Agosto y durante todo el mes de Septiembre.



**Figura 8a.** Energía sísmica liberada por el volcán en unidades RSAM. Observe el pico ocurrido desde el 20 de Agosto.



**Figura 8b.** Energía calculada para eventos sísmicos aislados (mediante la ecuación de Lee et al., 1972). Observe el pico de energía importante ocurrido el 22



*de Agosto y dado por eventos de largo periodo y posteriormente por la ocurrencia de eventos principalmente tremóricos a lo largo de unas 5 semanas.*

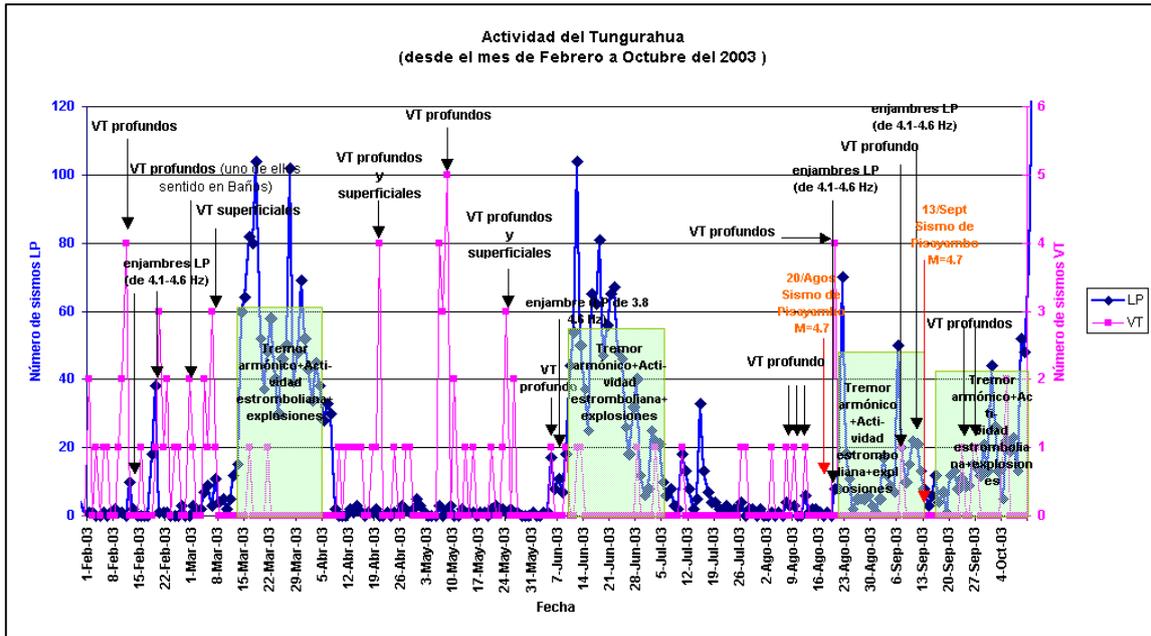


Figura 9. Esquema que resume la actividad en el presente año.

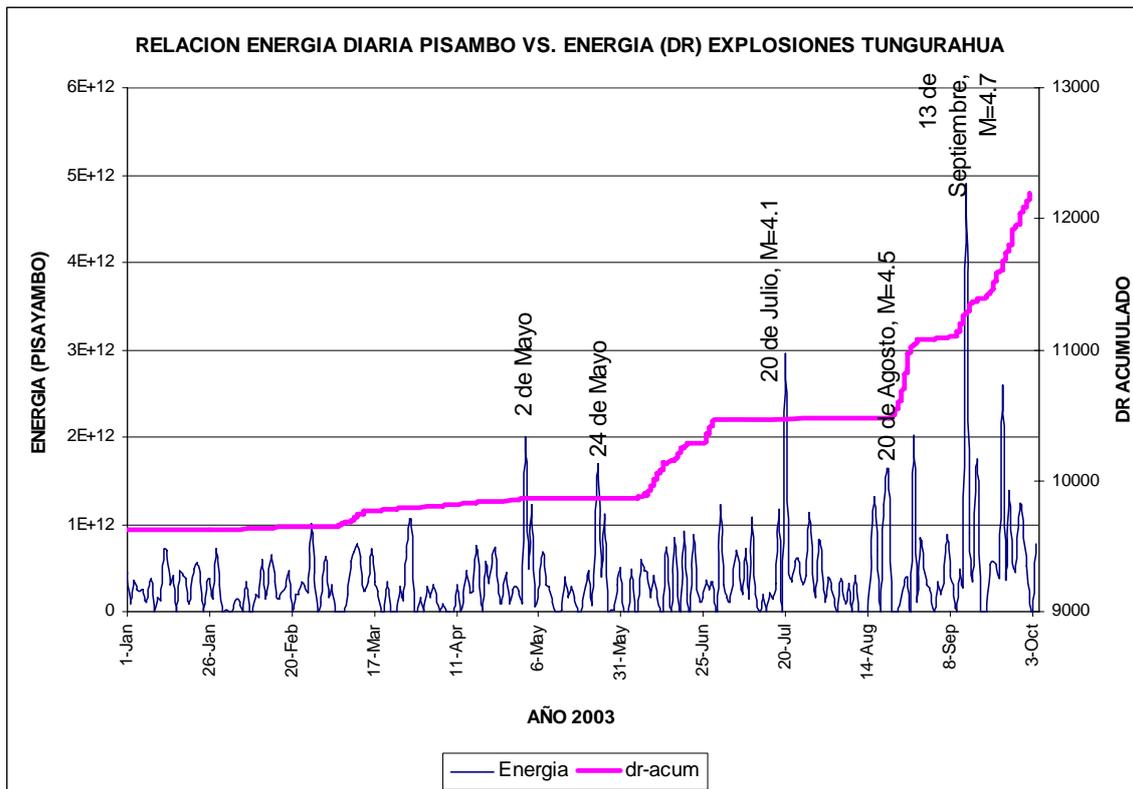


Figura 10. Registro de las explosiones y su posible relación con los dos sismos acaecidos en el nido sísmico de Pisayambo los días 11 y 14 de Septiembre,

respectivamente. Posterior al primer sismo, se ve un incremento notable en el número, frecuencia y la magnitud de las explosiones del volcán Tungurahua.

## Localizaciones de los eventos sísmicos

En la Figura 11, se presentan las localizaciones de los eventos sísmicos para el mes de Septiembre de 2003. La mayor parte de los eventos que se localizaron correspondieron con explosiones. Estas explosiones se agruparon entre 3 y 4 km de profundidad. Igualmente se pueden observar 2 eventos volcano-tectónicos localizados al NNE del cráter a 10 y 17 km de profundidad.

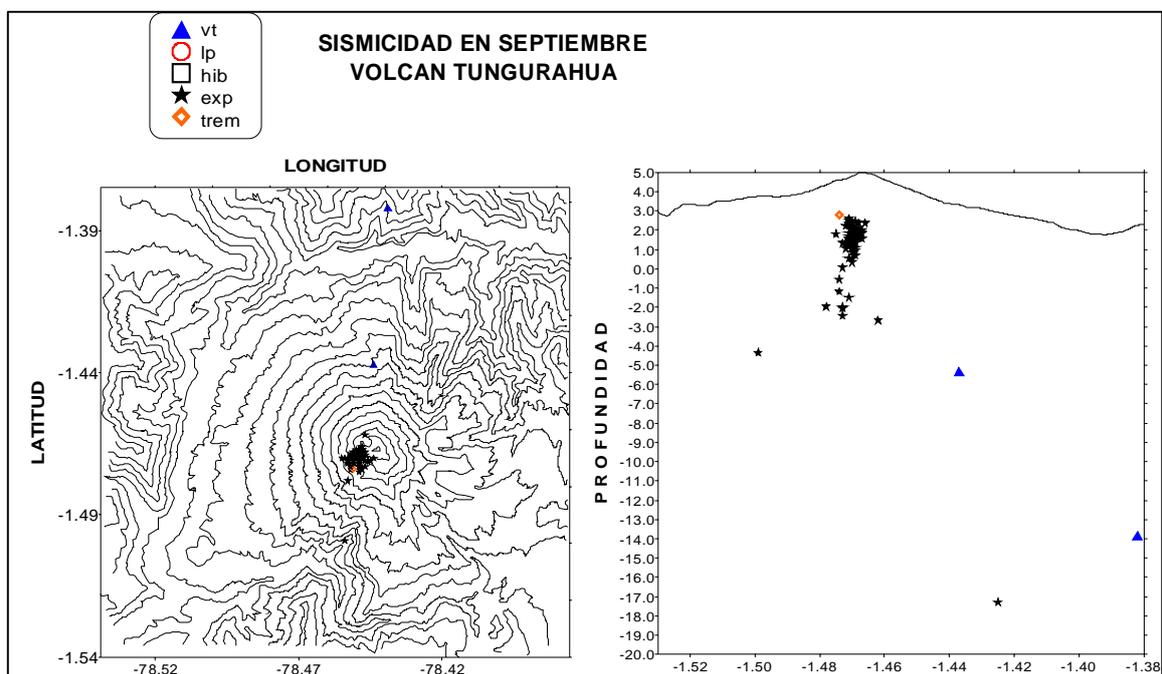
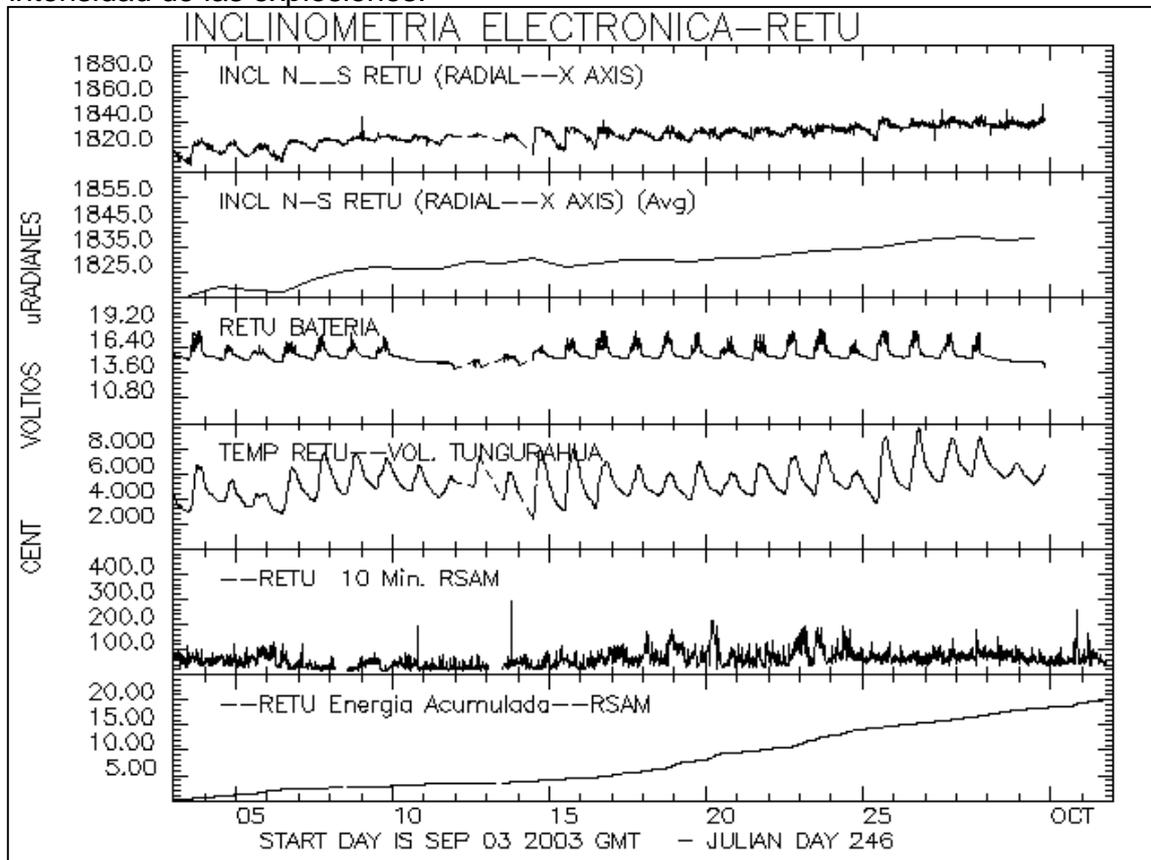


Figura 11. Localizaciones de los eventos sísmicos en Septiembre de 2003

## Deformación

En la Figura 12 se muestra el registro de la estación inclinométrica RETU. Se presenta una deriva ligera durante todo el periodo, sin tener un patrón de importancia. En fin, la actividad durante la mitad del Agosto perturbó de una manera notable el instrumento, lo que es aparente observable en el patrón de la línea de la componente radial. Posterior a esta fecha la estación cesó de funcionar debida a la cubierta del panel solar con ceniza. Dado que la estación se encuentre arriba del Refugio y está expuesto al impacto de los bloques, se han

decidido de no acercarse la estación hasta hay una pausa en el número y la intensidad de las explosiones.



**Figura 12.** Registro inclinométrico de la estación RETU del Volcán Tungurahua desde el 01 de hasta el 30 de Septiembre del 2003.

## Geoquímica

A pesar de las malas condiciones climáticas durante el mes se realizaron dos medidas con el COSPEC. Los valores más destacables fueron 1035 T/día el 14 de Septiembre y 2,300 T/día el día 26. En la figura 13 se muestra los patrones mencionados.



## Conclusiones

Hasta las dos primeras semana la actividad fue moderada con tendencia a disminuir, como ha ocurrido en otras ocasiones. Sin embargo la tendencia cambió bruscamente desde la segunda semana del mes. Es la primera vez que se presenta esta patrón en comparación con los otros episodios eruptivos durante el año, cuando normalmente han ocurrido un mayor número de premonitores antes de un nuevo periodo eruptivo.

En síntesis, la actividad sísmica registrada a fines de Agosto indicó una etapa de “perturbación” en la que tuvo lugar un pequeño incremento en el número de eventos volcano-tectónicos profundos antes de la notoria ocurrencia de señales de temblor, largo periodo y explosiones. Así, el cambio más significativo al inicio de todo esta actividad que viene presentándose desde Agosto fue: (1) la ocurrencia de los sismos volcano-tectónicos los días 7, 9 y 12, el 20 de Agosto (entre las 03h06 y 17h38 t.u), (2) el sismo tectónico de Pisayambo el día 20 de Agosto (a las 10h05 t.u), (3) El enjambre de largo periodo (desde las 17h39 hasta las 17h54 t.u), y la posterior ocurrencia de explosiones, emisiones y actividad estromboliana.

Posteriormente cuando la actividad estaba disminuyendo paulatinamente, ciertas características en la sismicidad se presentaron:

- El día 7 de Septiembre se presentó un evento volcano-tectónico localizado a 17 km de profundidad en el flanco NNE del volcán,
- Entre el 6 y 11 se registró un incremento de la actividad de largo periodo con eventos cuyas frecuencias dominantes se encuentran alrededor de 4 Hz.
- El 13 de Septiembre se presentó un evento en el nido sísmico de Pisayambo de magnitud 4.7, luego del cual las explosiones volvieron a ser frecuentes.

En cierta manera se puede destacar que otro sismo del nido sísmico de Pisayambo aparentemente pudo haber provocado una excitación del magma dentro del cono, lo que fue manifestado con el rápido incremento de la actividad explosiva 12 horas después de la ocurrencia del dicho sismo. Estas explosiones son el resultado de un gran flujo de gases magmáticos que probablemente ascendió y/o que son remanentes de la posible inyección que hubo entre el 7 y 20 de Agosto. Se postula que éste último periodo de actividad ocurrió sin un gran número de premonitores (principalmente eventos volcano-tectónicos profundos y un enjambre de largo periodo bastante notorio en el tiempo), y que probablemente el sismo de Pisayambo pudo haber aportado en el cambio en el sistema de esfuerzos local del Tungurahua como para haber provocado la rápida ocurrencia de este último periodo eruptivo en el volcán.

Es importante mencionar, que este tipo de actividad ha sido principalmente notoria en este último periodo, y nos ayuda a comprender un poco más el funcionamiento

del Tungurahua. Una vez ha comenzado una nueva etapa eruptiva en el volcán, es importante tener la previsión de que el sistema se encuentra mucho más abierto y por lo tanto sismos tectónicos como los de Pisayambo podrían afectar repentinamente la actividad del volcán.

Continúan presentándose sismos volcano-tectónicos profundos (con un periodo de 15 a 30 días antes del periodo eruptivo) y enjambres-LP muy aislados (con duración de pocos minutos). Los enjambres-LP sobretodo se presentan justo antes de la ocurrencia de las etapas eruptivas en el volcán.

17 de Octubre, 2003

### ***PM/CIMP***

Estos informes están realizados utilizando datos y observaciones de la Base-Quito y la Base-Guadalupe-OVT. 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.