



## Resumen Mensual

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

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

#### Síntesis General de la Actividad

Durante la primera semana del mes la actividad estuvo caracterizada por la presencia de tremor con algunos episodios caracterizados por ser armónicos en frecuencia. La segunda semana el tremor fue más intenso y se presentó en bandas con una alta periodicidad, lo que significa la acumulación y liberación de energía de manera intermitente que podría estar relacionado con un sistema hidrotermal bastante excitado. Este tremor estuvo directamente relacionado con la salida de ceniza cayendo en las poblaciones de Runtún, Baños, Pelileo, Patate, Guadalupe, Cusúa, Cotaló, Pillate e incluso Mocha. Al parecer este incremento en la actividad pudo haberse debido a alta actividad volcano-tectónica en la segunda semana del mes. Igualmente durante esta semana, el día 14, se presentó un enjambre de eventos de largo periodo (algunos eventos tenían 2 Hz en frecuencia dominante). Una característica muy especial se presentó el día 15, cuando las bandas de tremor y/o LP se presentaron rítmicamente cada 8 minutos y la aparición de estos estuvo correlacionado con la actividad estromboliana observada (ver foto). Fue notable que al final de la semana las bandas de tremor se hicieron más intermitentes y de menor duración, por lo cual el aspecto de “bandas” de tremor fue desapareciendo, e igualmente las caídas de ceniza en los alrededores del volcán también disminuyeron.

En la tercera semana la actividad disminuyó, las explosiones fueron pequeñas y al parecer más superficiales (la diferencia entre la onda sísmica y acústica fue de 10 segundos en la estación de Patacocha), las emisiones poco frecuentes, pero aún se pudo observar una fuentes de lava. Aparentemente el volcán estuvo en un proceso de acumulación de gases hasta que en el fin de la semana, nuevamente el conducto se destapó con unas explosiones grandes (una de ellas con un DR=16) y continuó así, en niveles altos de energía, hasta fines de noviembre.

**Durante Noviembre hubo la ocurrencia de eventos volcano-tectónicos a razón de 1 por día. La mayoría de estos eventos fueron profundos e indicaron el ascenso de pequeños volúmenes de magma. Ya hacia la segunda semana del mes después de la más alta ocurrencia de eventos volcano-tectónicos que hubo en el mes (entre el 9 y 14 de Noviembre), el día 14 se presentó un enjambre-LP (pero esta vez con frecuencias más bajas alrededor de 2 Hz). Es importante indicar que aparentemente podrían haber cambiado condiciones en el proceso eruptivo del Tungurahua, ya que normalmente el enjambre-LP como tal presentaba eventos con frecuencias dominantes mucho mayores. Sin embargo vale la pena indicar que aún subsisten eventos LP con frecuencias alrededor de 3.8, 4 y 6 Hz.**



## Sismicidad:

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

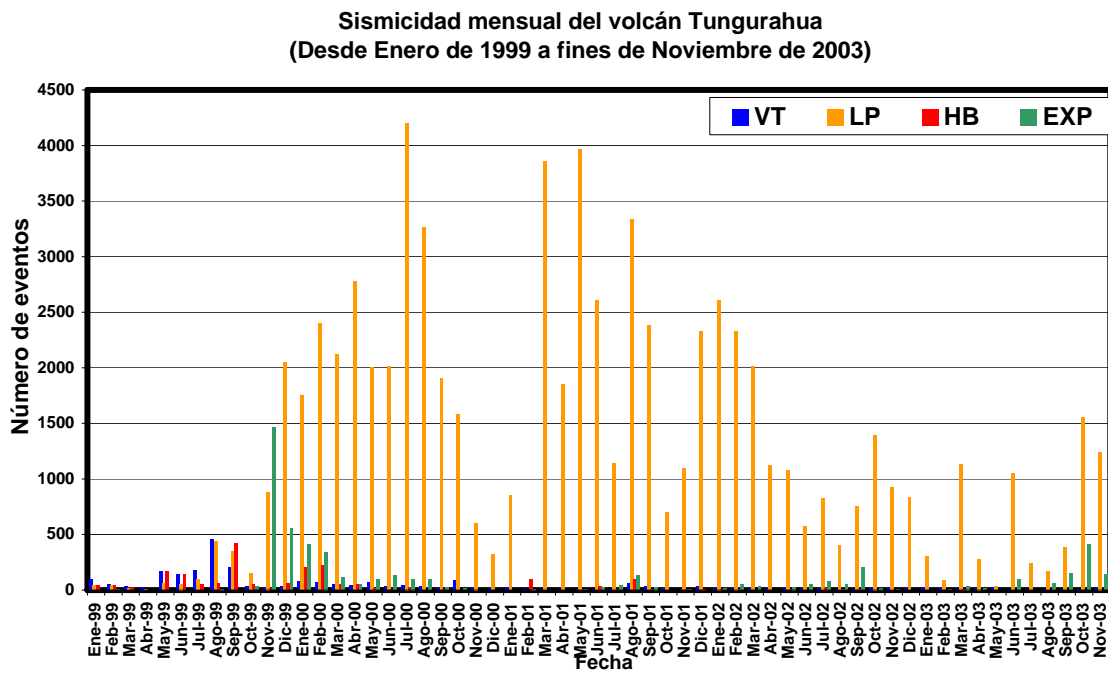
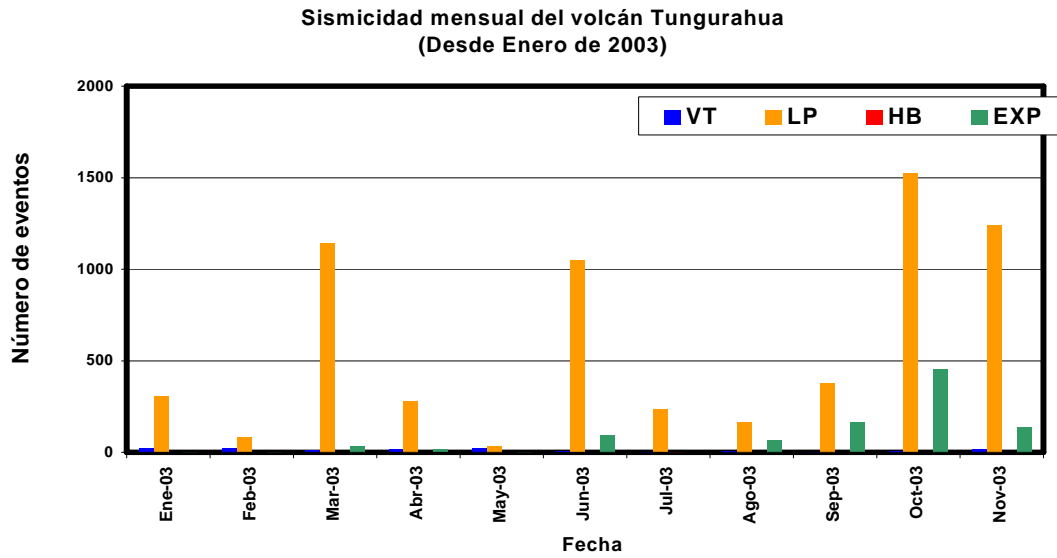
Fecha/ Semana	SISMICIDAD TOTAL	LP (Largo período)	VT (Volcano-tectónico)	Emisión	EXP (Explosiones)	HB (Híbridos)
27 Oct - 2 Nov	173	173	0	45	13	0
3 - 9 Nov	47	45	2	40	2	0
10 -16 Nov	254	245	9	80	22	0
17 - 23 Nov	417	410	7	86	26	
24 Nov - 1 Dic	462	460	2	82	462	0
<b>Total de Nov 03</b>	<b>1230</b>	<b>1210</b>	<b>20</b>	<b>298</b>	<b>81</b>	<b>0</b>
<b>Total de Oct 03</b>	<b>1532</b>	<b>1524</b>	<b>8</b>	<b>426</b>	<b>455</b>	<b>0</b>
<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>Promedio diario Noviembre de 2003</b>	<b>41</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>Promedio diario Octubre de 2003</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>15</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>

En Septiembre el promedio de eventos LP fue de 12 eventos/día, en Octubre de 49 eventos/día y en el mes presente el promedio fue de 41 eventos/día. Durante el presente mes, se registraron 1230 eventos de largo periodo, lo que es aproximadamente igual a lo registrado en el mes anterior (1532 eventos) y casi 4 veces más que lo registrado en el mes de Septiembre (368 eventos) (Figs. 1<sup>a</sup>/b). Algunos de esos eventos LP se presentaron en enjambre el día 14.

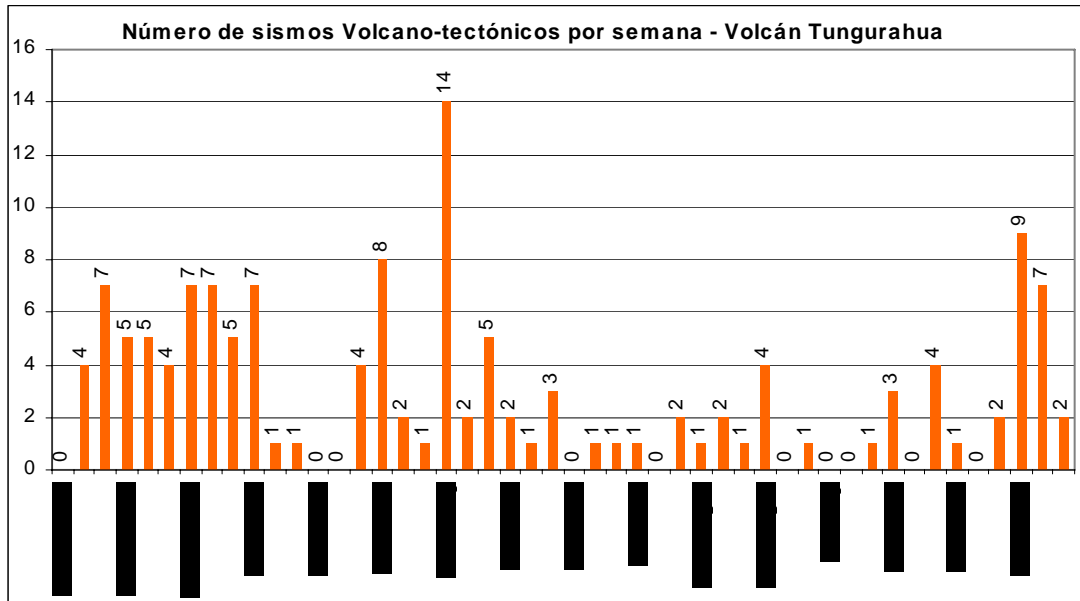
En cuanto al número de eventos VT se nota que este se incrementó en el presente mes (Fig. 2) y la mayoría son de carácter profundo. El número de eventos híbridos (HB) continúa considerablemente bajo desde Septiembre del año pasado (Fig. 3).

En cuanto al número de eventos explosivos, durante el presente mes, se dio un importante número (Fig. 4). Fue interesante observar que un pico en la actividad volcano-tectónica se observó justo antes de la ocurrencia de actividad explosiva (Fig. 5 a), pero con mucho menor energía y número que lo ocurrido en el mes de Octubre (Fig. 5b).

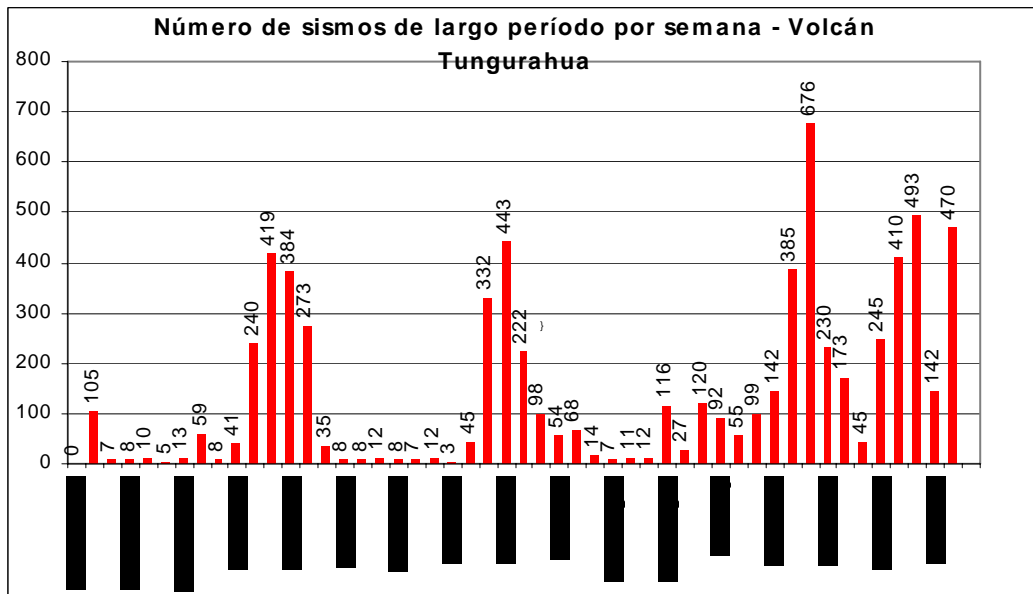
Durante el presente mes se observó un pico en el número de emisiones llegando a su máximo número en la segunda semana del mes (Fig. 6). Además se observó un considerable incremento en la liberación de energía principalmente aportada por este tipo de señal (Figs. 7<sup>a</sup>/b, 8<sup>a</sup>/b y 9) y. Cuantitativamente, la energía máxima liberada por las emisiones fue menor a lo observado en el mes de Octubre.



**Figura. 1<sup>a</sup>/b.** Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2003 y Enero de 1999, respectivamente.



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



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

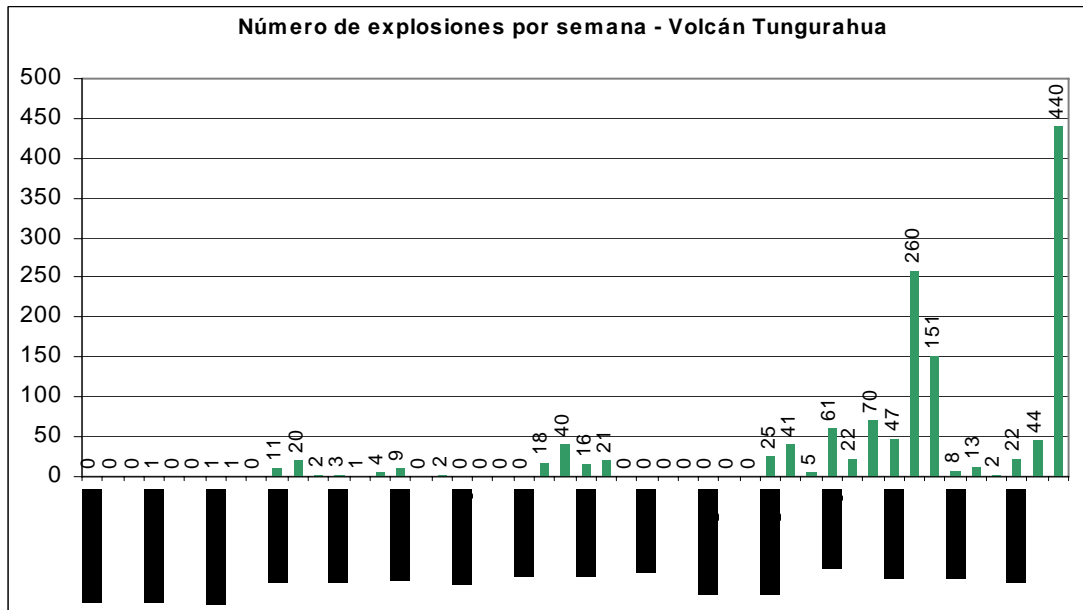


Figura 4. Número de explosiones semanalmente registradas en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2003.

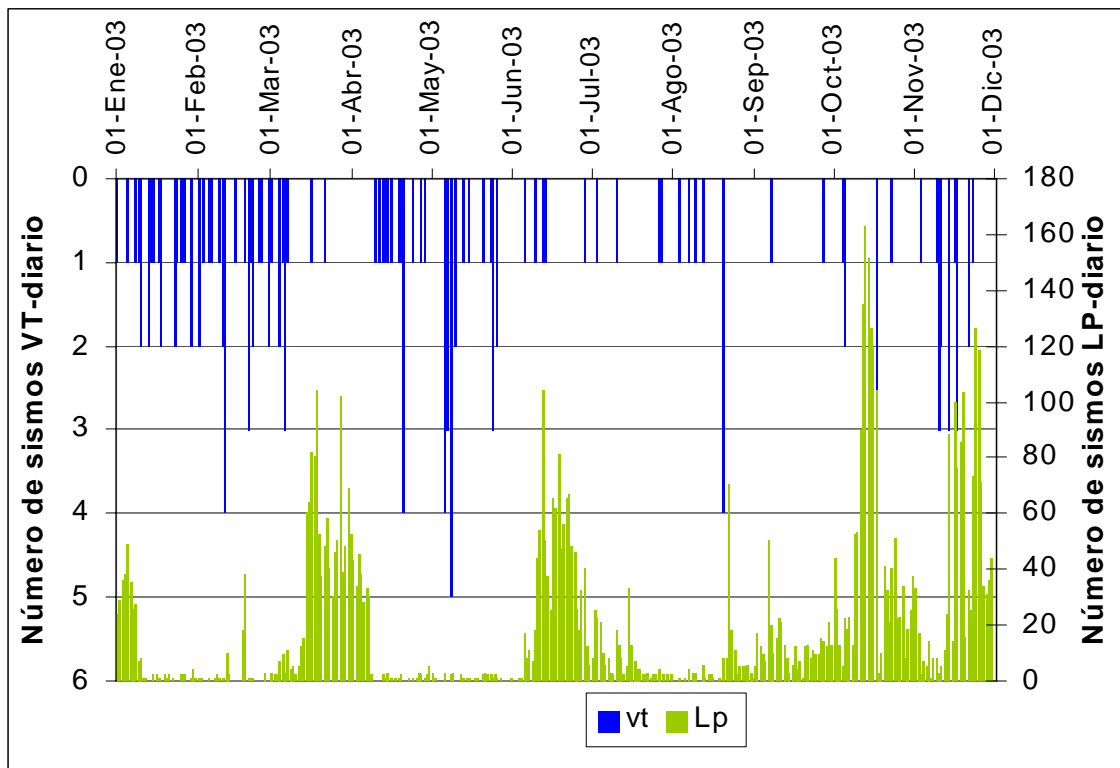
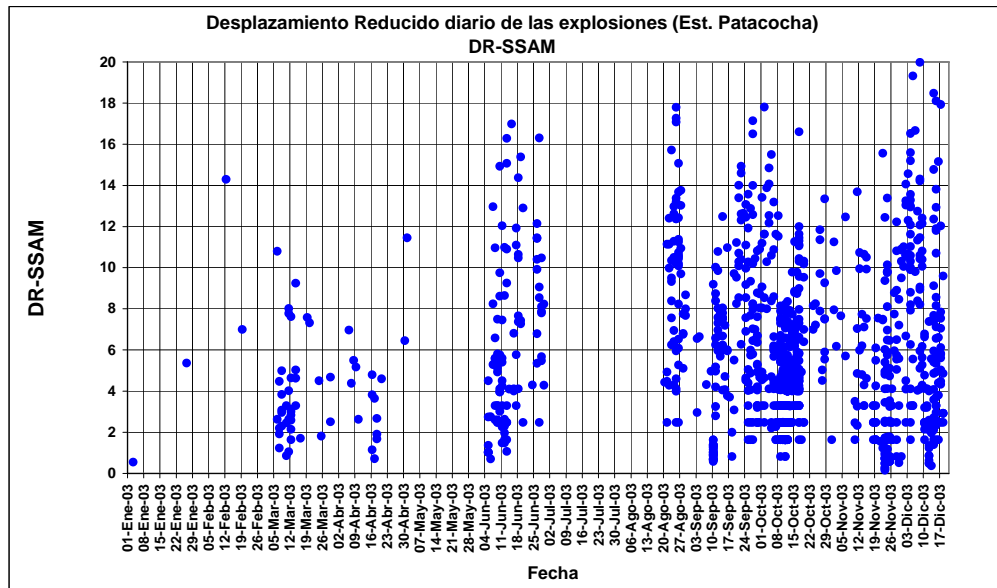
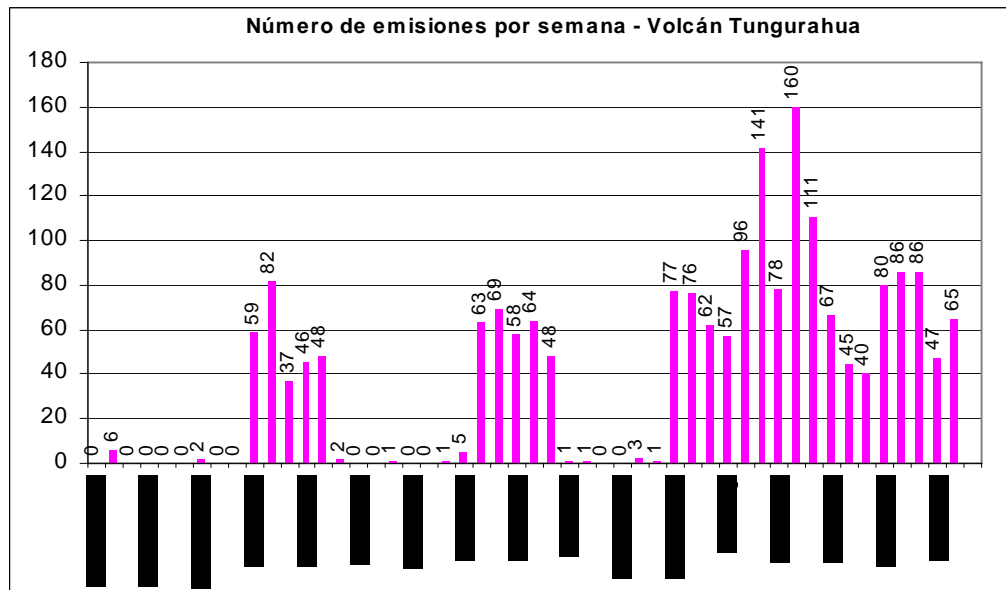


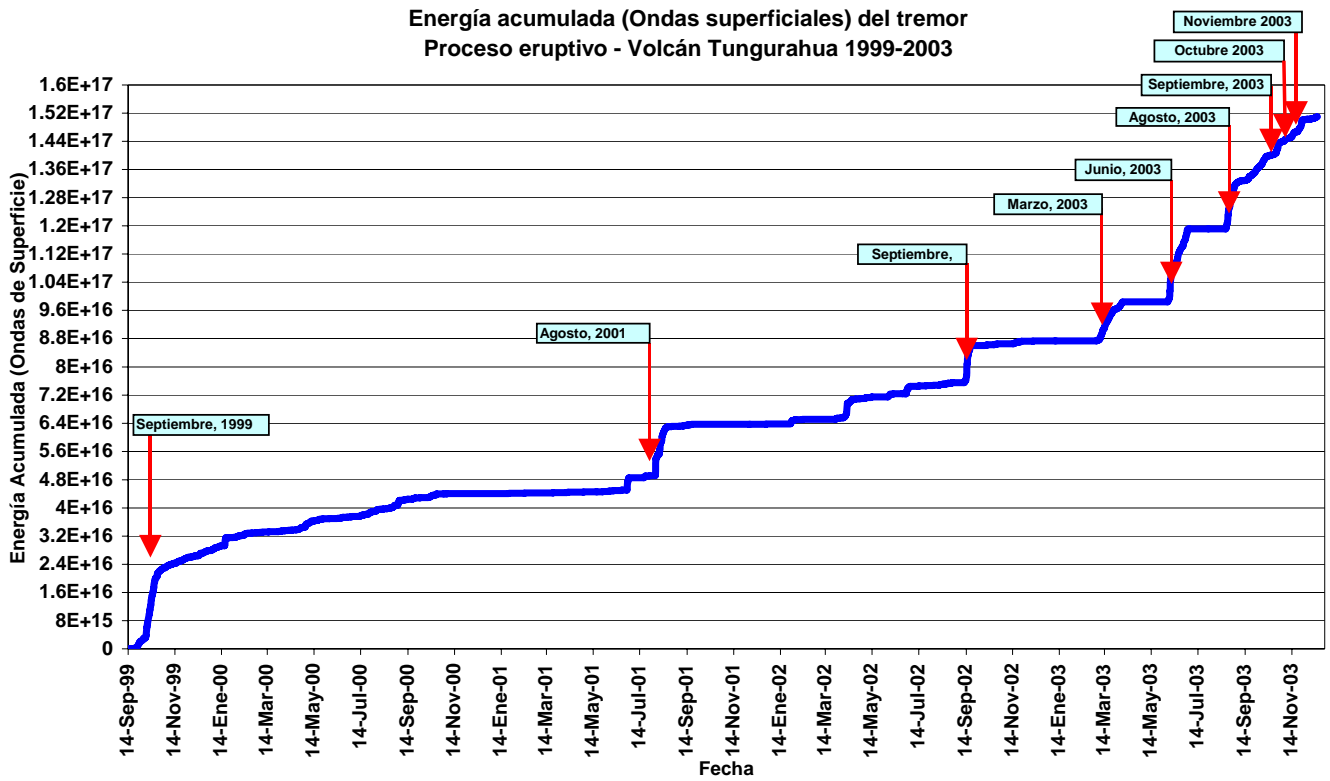
Figura 5a. Ocurrencia diaria de eventos volcano-tectónicos y explosivos Volcán Tungurahua desde Enero 2003



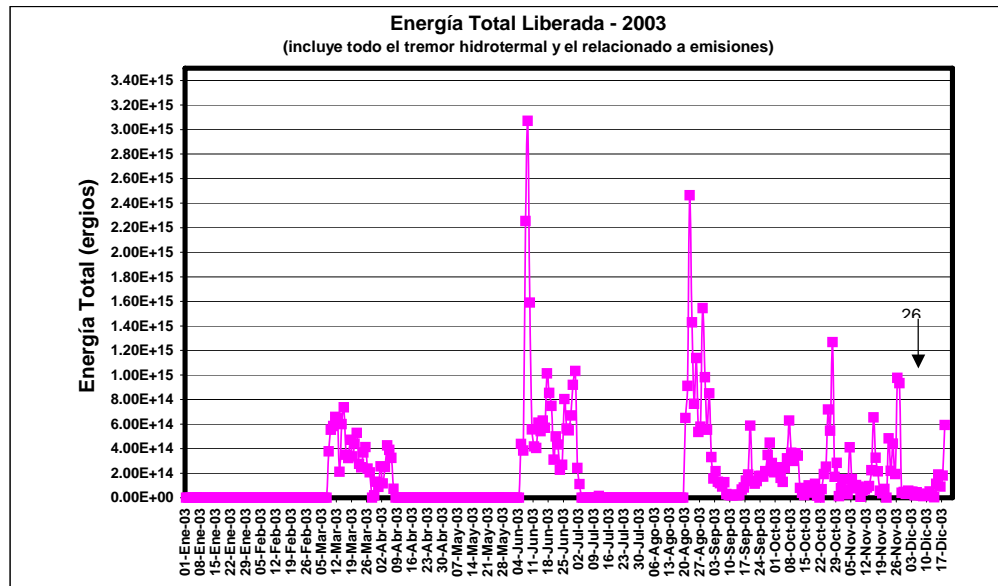
**Figura 5b.** Desplazamiento reducido calculado para cada evento explosivo en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003



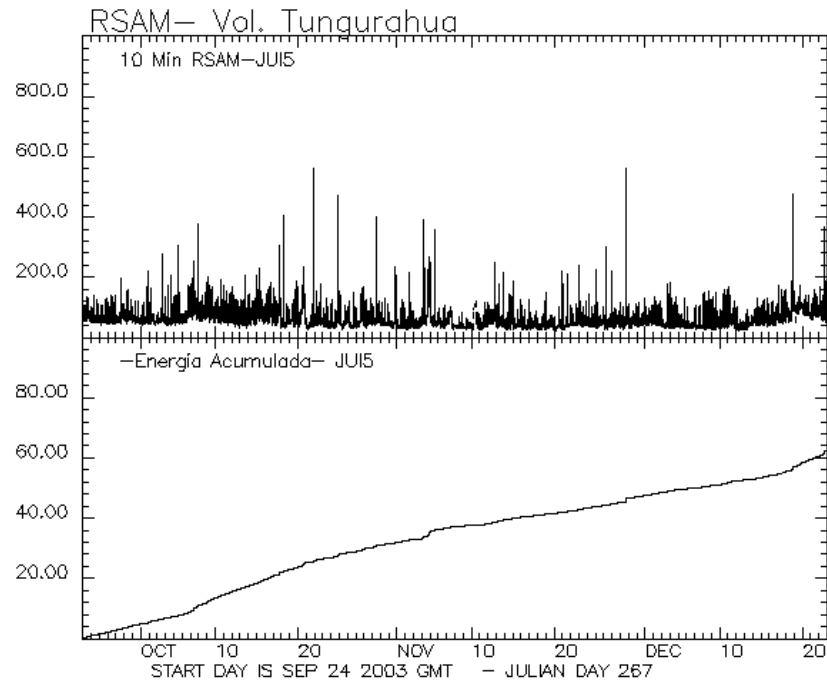
**Figura 6.** Número de señales de emisión, semanalmente registradas en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003.



**Figura 7<sup>a</sup>** Energía acumulada por el tremor volcánico desde Septiembre de 1999 hasta el presente (este tremor se encuentra relacionado con eventos de emisión de vapor y ceniza). Observe los importantes “saltos” en los meses de Junio, Agosto y Octubre.



**Figura 7b.** Energía liberada por el tremor volcánico en el 2003 (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 Noviembre.

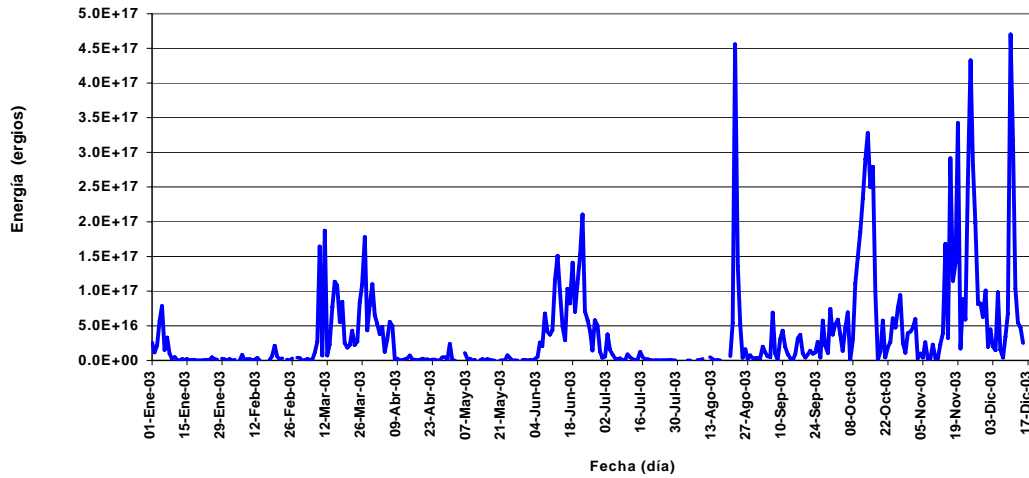


**Figura 8a.** Energía sísmica liberada por el volcán en unidades RSAM. Observe el incremento en los niveles de energía desde el 20 de Septiembre.

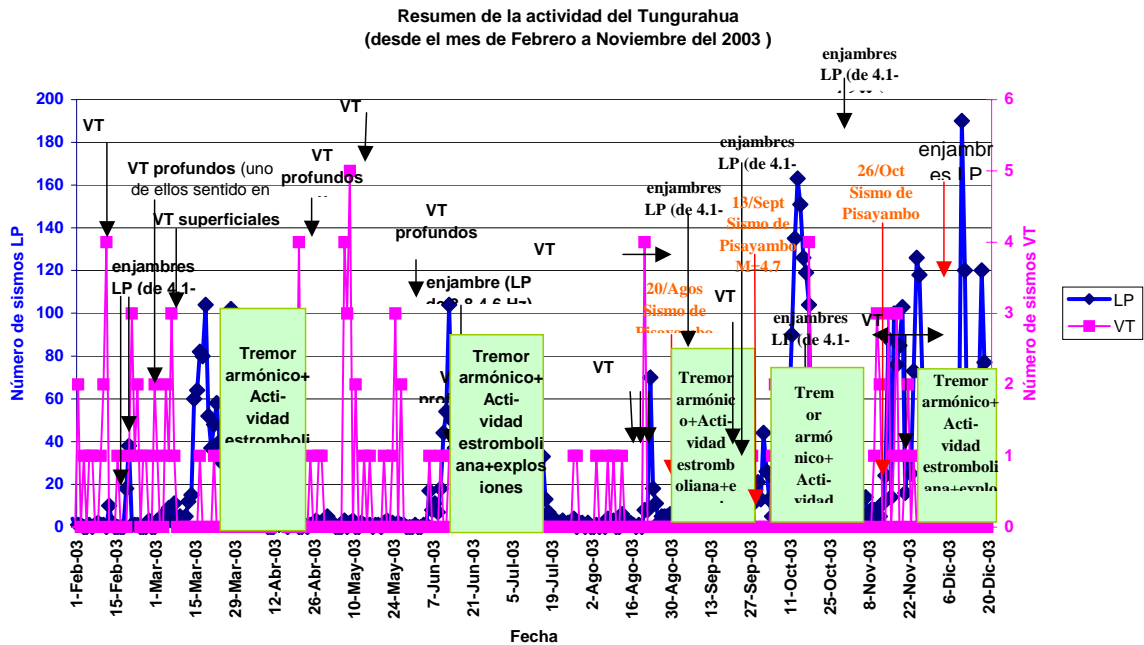




Energía Sísmica liberada por los eventos sísmicos aislados (Ondas Superficiales) Vs tiempo



**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 (dado por eventos de largo periodo) y posteriormente por la ocurrencia de eventos mezclados en el tremor de fondo a lo largo de unas 5 semanas.

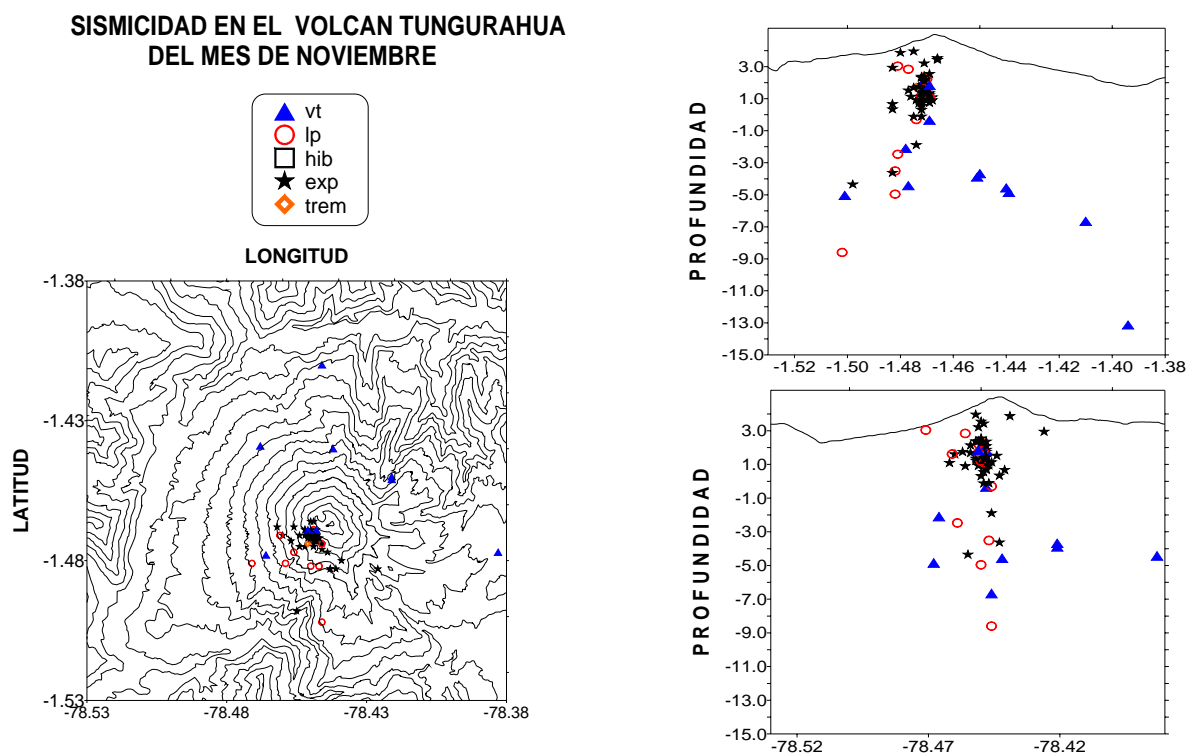


**Figura 9.** Esquema que resume la actividad en el presente año.



## Localizaciones de los eventos sísmicos

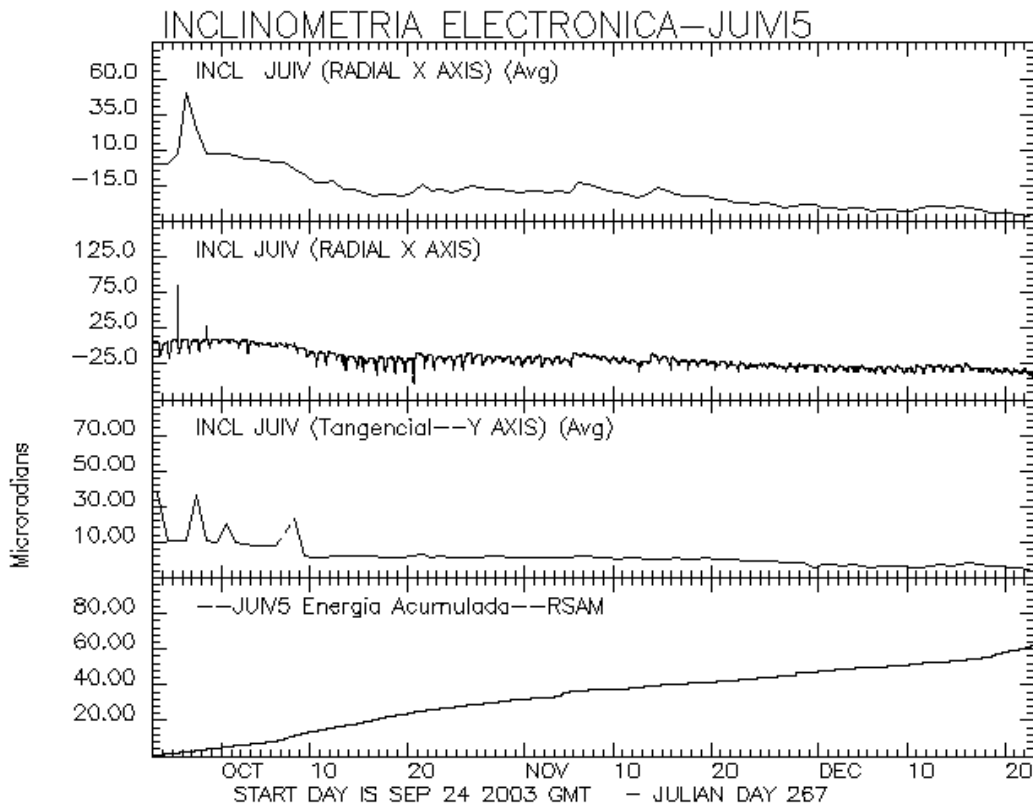
En la Figura 10, se presentan las localizaciones de los eventos sísmicos para el mes de Noviembre de 2003. La mayor parte de los eventos que se localizaron correspondieron con explosiones y sismos de largo periodo que parecen compartir la misma localización, es decir, estos se localizan bajo el cráter a una profundidad entre 2 y 3 km aproximadamente. Por otra parte, los eventos volcano-tectónicos se localizaron al N, NE, NO, E y SSO del cráter. La mayoría de VT's se localizaron entre 6 y 11 km de profundidad y hubo 1 evento que se localizó a 18 km.



**Figura 10.** Localizaciones de los eventos sísmicos en Noviembre de 2003

## Deformación

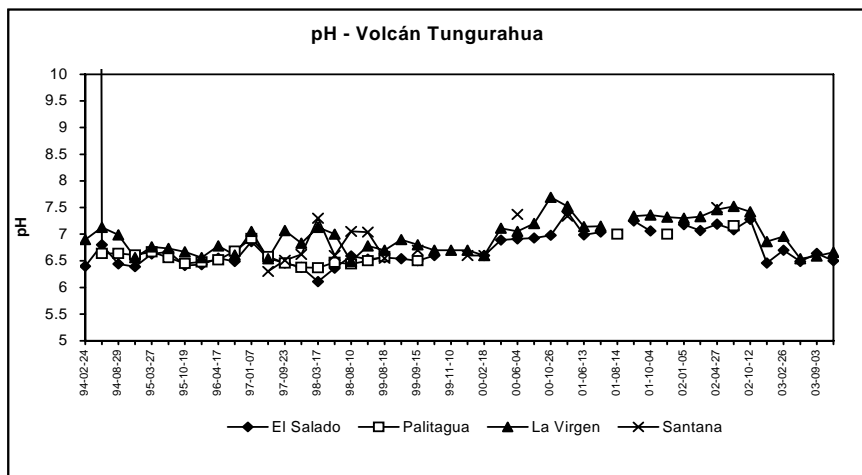
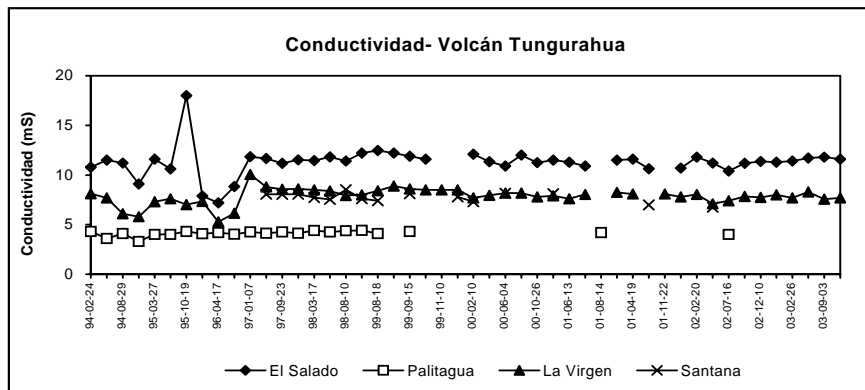
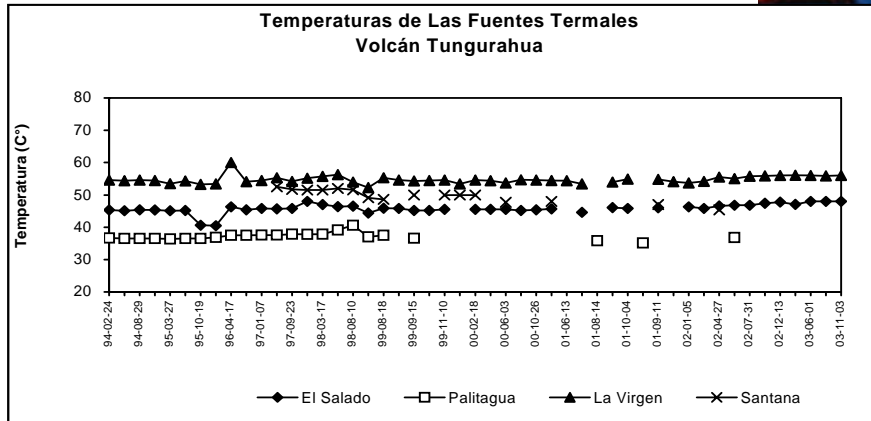
En la Figura 11 se muestra el registro de la estación inclinométrica de JUIV. Se presenta una deriva durante los meses de Septiembre y Octubre por todas las perturbaciones de las explosiones y el tremor. Posteriormente en Noviembre retorno aproximadamente a un estado de deriva continua a una tendencia negativa (inflación) Sin muestra de cambios que significa una inyección de un volumen importante de magma.



**Figura 11.** Registro inclinométrico de la estación JUIV del Volcán Tungurahua desde el 01 de Septiembre hasta el 22 de Diciembre del 2003.

## Geoquímica

Durante el mes se realizaron las medidas de los parámetros físicos de los dos manantiales. Los valores no han mostrado mayores cambios (Fig. 12).



**Figura 12.** Registro de los valores de las medidas de los parámetros físicos de las aguas termales, El Salado y La Virgen.



#### Observaciones Visuales y Auditivas:

Durante la primera semana se produjeron leves caídas de ceniza y pocas explosiones. Con una tendencia de incrementarse, durante la segunda y tercera semanas se presentaron más lluvias de ceniza al occidente del volcán y posteriormente fuentes de lava en el cráter acompañadas por bramidos. Eventualmente se constató una cierta ritmicidad, con cerca de una hora de actividad y dos horas de reposo. En la última semana del mes las explosiones fueron más frecuentes y de mayor magnitud. En resumen, el volcán mostró un estado de bastante agitación todo el mes, pero particularmente en las últimas dos semanas.

#### **Conclusiones:**

Durante el mes de noviembre se produjeron 20 sismos VT, la mayoría a profundidades de entre 7 a 18 km por debajo del nivel del cráter del volcán. Aparentemente estos eventos abrieron paso para que una mayor cantidad de fluidos pudieran subir por el conducto hacía la superficie. Así se dio lugar al importante número de sismos LP y explosiones que ocurrieron en las últimas dos semanas del mes.

Finalmente, durante el mes de noviembre el volcán manifestó una perturbación sísmica muy marcada, especialmente en las últimas dos semanas. Dada la persistencia de los sismos VT durante las semanas finales de Noviembre, es factible esperar un nivel de actividad similar para el mes de Diciembre.

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

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.

19 Diciembre, 2003, Quito