



Resumen Mensual
Actividad del Volcán Tungurahua- Julio del 2006
Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe



Flujo piroclástico bajando la Q. Mandar,
15 de Julio, 2006- 06h30TL. Foto- P. Mothes

- 1. Síntesis general de la actividad**
- 2. Sismicidad**
- 2.1 Localizaciones**
- 3. Deformación**
- 4. Geoquímica**
- 5. Lahares**
- 6. Observaciones visuales y auditivas**
- 7. Conclusiones**

1. Síntesis General de la Actividad

Durante el mes de Julio se observó un incremento notable en la actividad volcánica, la más alta registrada desde 1999, caracterizado por un número importante de explosiones, emisiones y sobre todo la generación de flujos piroclásticos en la segunda semana de Julio acompañando una erupción de tamaño VEI-2. La sismicidad consistió, en general, en el incremento del número de explosiones, eventos de largo periodo (LP), episodios tremóricos asociados a emisiones y disminución en el número de VTs (Ver tabla 1).

La actividad superficial se caracterizó por la ocurrencia de explosiones con fuertes cañonazos, escuchados en un radio de 20 a 30 km, como Ambato, Riobamba, Píllaro y en el OVT. Las emisiones de vapor y gases con contenidos variables de ceniza volcánica estuvieron acompañadas por fuertes bramidos tipo turbina, presentándose de manera continua en todo el mes de julio. Las columnas de las emisiones y explosiones alcanzaron entre 0.5 y 14 km snc, de acuerdo a los reportes de la NOAA /W-VAAC.



En el evento eruptivo del 14 de Julio de 2006, los vientos soplaron principalmente al W y SW, registrándose caídas de “cascajo” o “escoria volcánica” al Oeste del volcán en las poblaciones de Yuibug, Palitahua, El Manzano, Puela, Bilbao, Chonglotus, Cusua, Cahaugi Sabañag, Cotaló, Pillate, la parte alta de Quero, mientras que la ceniza fina generada en las explosiones y emisiones fueron llevadas por los vientos en todas las direcciones y con mas frecuencia al W y SW del volcán, de esta manera se reportaron caídas de ceniza en las poblaciones del Oeste, en las ciudades de Ambato, Riobamba, Baños, Pelileo, Guaranda, en poblaciones de las provincias de los Bolívar, Los Ríos y Guayas.

Varias observaciones realizadas durante las noches de este mes indicaron la presencia de actividad estromboliana tipo “canguilera” con bloques incandescentes que tuvieron trayectorias parabólicas, incandescencia, fuentes de lava en el cráter del volcán, y flujos piroclásticos generados por “rebosamiento de lava en el cráter”. Los bloques incandescentes fueron expulsados en trayectorias parabólicas hasta unos 1500 msnc y cayeron a una distancia de 1000 a 1500 m del cráter. Los flujos piroclásticos más importantes ocurrieron por las quebradas de Juive, Mandur, Hacienda, Cusua 1, Cusúa 2, y Achupahsal al oeste del volcán, estos flujos alcanzaron el río Chambo y chocaron con la margen izquierda del río, mientras que por el Norte ocurrió un pequeño flujo en la parte alta de la quebrada de Vascún, quedándose unos 2-2.5 km aguas arriba de las aguas termales de Vascún. La actividad volcánica fue disminuyendo paulatinamente hacia finales de mes, sin embargo persistieron las explosiones, emisiones y fuentes de lava, cuyos materiales se depositaron en la parte alta del volcán. Adicionalmente, se observó un proceso de desgasificación constante y la presencia de brillo e incandescencia, relacionado con la salida de gases magmáticos. Las fumarolas de la cumbre y las fumarolas ubicadas en la cota de los 4400 m snm fueron activas todo el tiempo, siendo visibles a simple vista desde el OVT.

Las concentraciones de SO₂ medidas con los métodos DOAS y Mini-DOAS resultaron en valores promedio de 1007 Ton/día, registrándose un máximo de 3020 Ton/día (30 de julio), de la misma manera el flujo SO₂ medido con el COSPEC resultaron en valores mínimos de 524 Ton/día y un máximo de 2955 Ton/día. Estos valores son coherentes con el incremento de la actividad volcánica, indicando que el sistema se encuentra abierto y permite la salida de los gases volcánicos.

El clima en general se presentó variable, pudiendo tener desde avistamientos completos del volcán, hasta días completamente nublados, acompañados de lluvias ligeras en la zona, que no fueron lo suficientemente intensas para provocar flujos de lodo en las quebradas del volcán.

En resumen, durante Julio, los parámetros sísmicos y visuales indicaron la respuesta al ingreso de nuevo magma en el sistema volcánico desde fines de Marzo y primeras semanas de Abril, dando lugar a episodios altamente energéticos como lo ocurrido el 14 de este mes. Dentro de la actividad eruptiva que presenta el volcán desde 1999, este ha sido el episodio que generó flujos piroclásticos, por la primera vez.

Vale la pena mencionar que el sistema más superficial del volcán (a 2.5 km bajo el nivel del cráter) alcanzó unas condiciones especiales de deformación y profundidad de hipocentros antes de la erupción del 14 de julio:

- La inflación fue continua desde fines de junio, hasta únicamente unas pocas horas antes de la erupción cuando se registró una marcada deflación y a su vez una disminución de la sismicidad
- Los hipocentros mostraron una marcada tendencia de localizaciones a 2.5 km de profundidad bajo el cráter y luego de la erupción se nota que los hipocentros se vuelven más someros.



- Unos cuatro días antes de la erupción del 14 de julio, se notó un bajón en los niveles de liberación de energía de las explosiones (DR), en la ocurrencia de un menor número de explosiones (de 880 a $\sim$ 200 / día, a un incremento en el número de LP's (100-150 día) y un incremento en la energía trémorica. Igualmente se noto un bajón en los valores de SO₂, desde 1800 a < 400 T/día).

2. 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	HB (Híbridos)	EXP (Explosiones)
03 – 09 Jul.	332	332	0	148	0	4413
10 - 16 Jul.	646	643	3	470	0	1440
17 - 23 Jul.	905	901	4	161	0	182
24 – 30 Jul.	1229	1228	1	254	0	35
Total de Julio/06	3112	3104	8	1033	0	6070
Total de Junio/06	2151	2137	14	1027	0	1777
Total de Mayo/06	1083	1081	2	581	0	1101
<i>Promedio diario Julio/2006</i>	111	111	<1	37	0	217
<i>Promedio diario Junio/2006</i>	62	61	<1	29	0	51
<i>Promedio diario Mayo/2006</i>	25	25	<1	17	<<<1	38

Como puede observarse en la tabla 1, el número de sismos registrados durante el mes se incrementó en una vez y medio con respecto a lo registrado en junio. La sismicidad estuvo constituida principalmente por sismos de largo periodo (LP), así como en explosiones. Las emisiones se presentaron durante todo el mes y estuvieron relacionadas con el tremor volcánico.

La actividad explosiva, los sismos del tipo LP y emisiones ocurridos en este mes fueron la característica principal en la sismicidad del volcán. Las explosiones ocurrieron en mayor número en las primeras semanas del mes donde registró el mayor número de explosiones, las más energéticas en todo el proceso eruptivo desde 1999, mostrando que esta actividad se encuentra en niveles altos y fueron disminuyendo en número un poco antes de la erupción del 14 de julio y luego hacia fines de Julio. (Fig. 1^a/b y Fig. 2).

En general, se observa que desde Enero de 2006 existe el incremento en el número de eventos (Fig. 1 y Fig. 2^a/b), así como en la energía liberada por los mismos (Fig. 3).

Las emisiones ocurridas a través de explosiones/emisiones fueron más energéticas que las ocurridas en los últimos tres meses (Fig. 4) y presentaron moderadas concentraciones en el contenido de ceniza y se depositaron principalmente en la parte alta del edificio volcánico, sin embargo los vientos llevaron a las nubes de ceniza en todas las direcciones y con mayor frecuencia hacia el W. (Fig. 4).

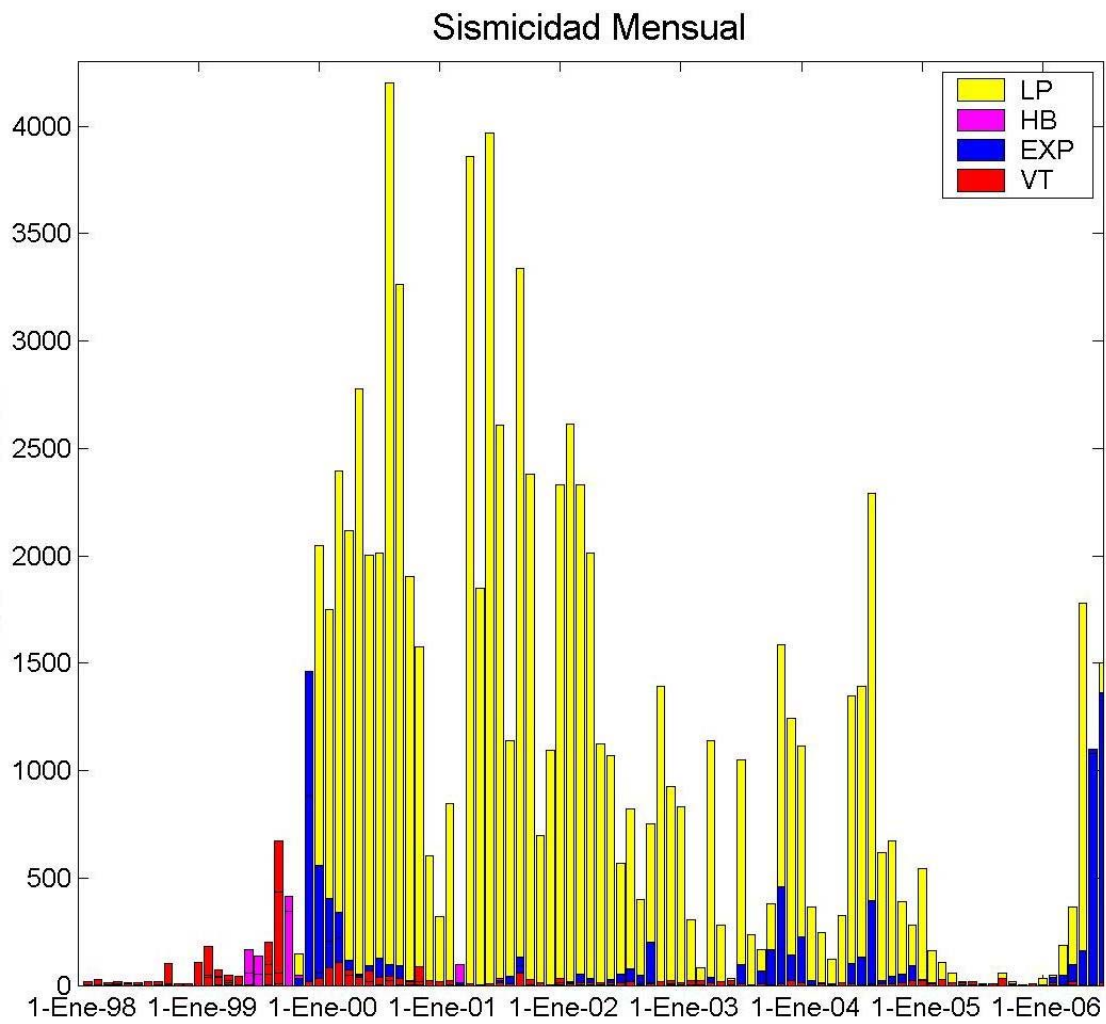


Figura 1a. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 1998 hasta Julio de 2006.

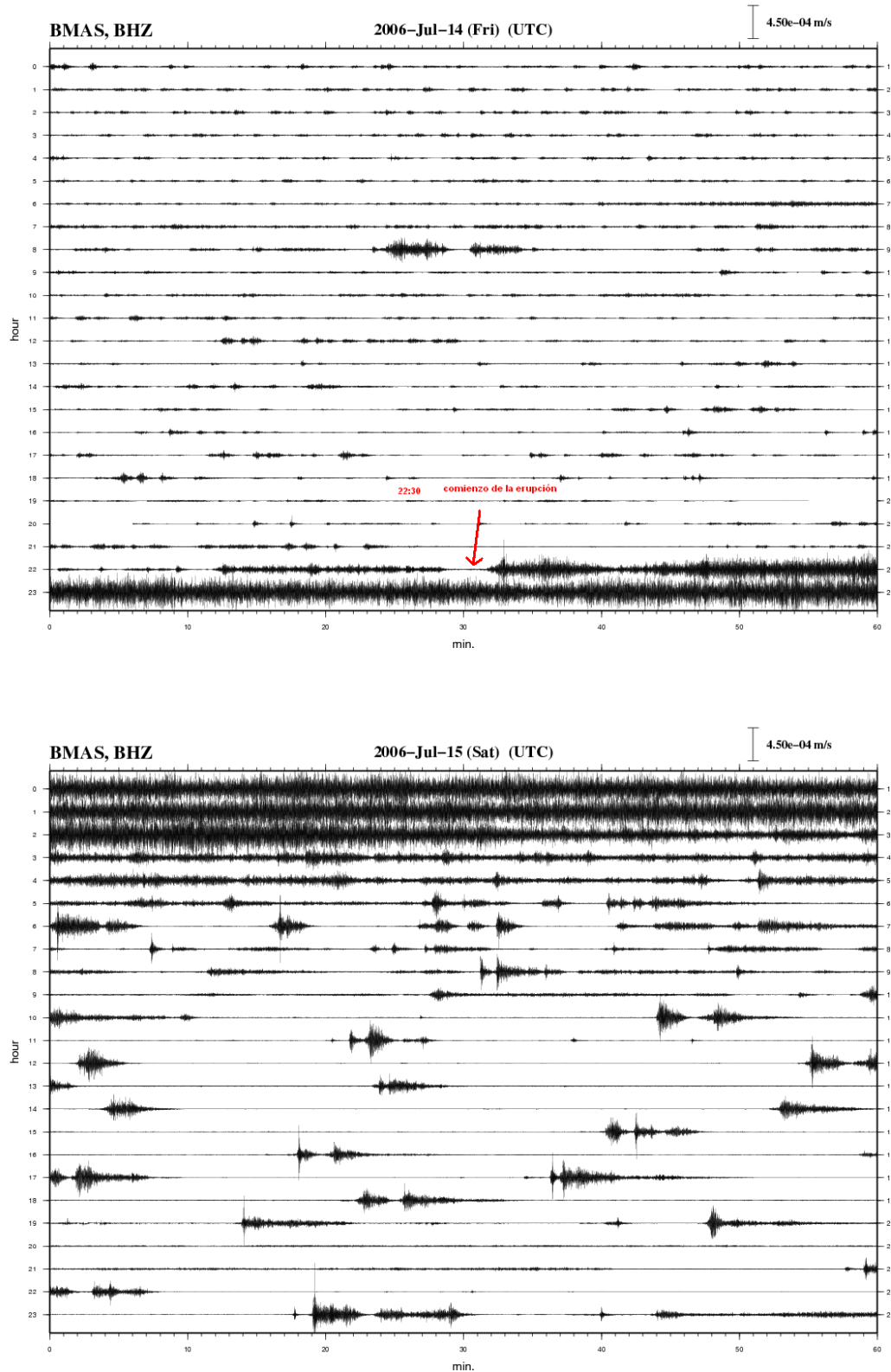


Figura 1b. Registros sísmicos observados en la estación de banda ancha de Mson.

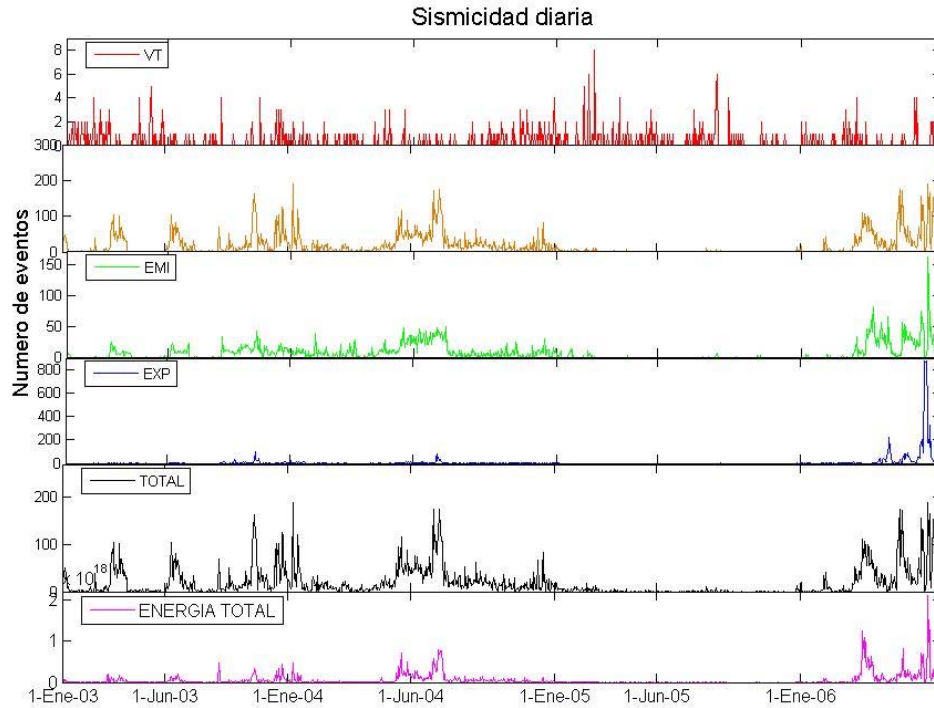


Figura 2a. Número diario de eventos volcano-tectónicos, largo periodo, emisiones, explosiones, total de sismos y energía diaria total determinada en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003 hasta Julio de 2006.

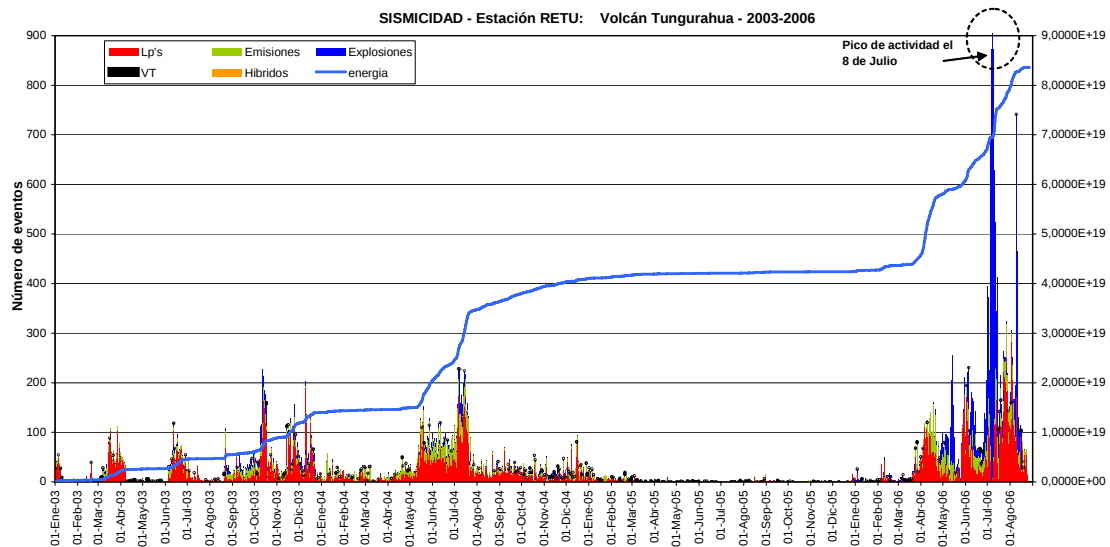


Figura 2b. Número diario de eventos volcano-tectónicos, largo periodo, emisiones, explosiones, total de sismos y energía diaria total determinada en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003 hasta Julio de 2006.

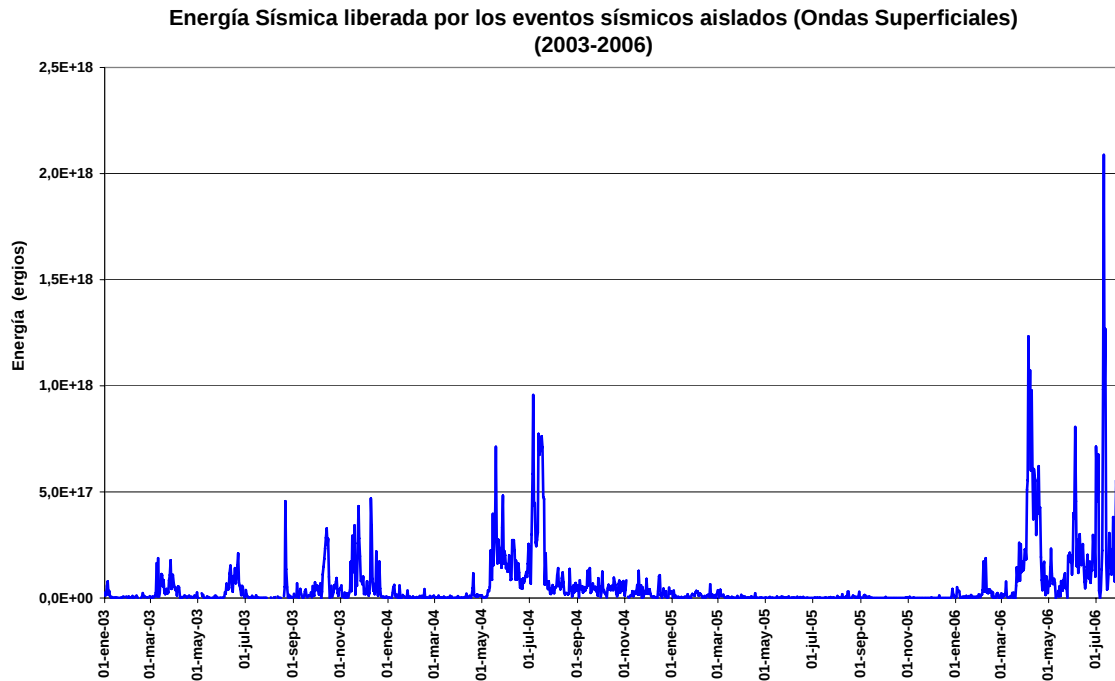


Figura 3. Energía sísmica liberada para los eventos del Volcán Tungurahua, desde Enero 2003 hasta Julio de 2006.

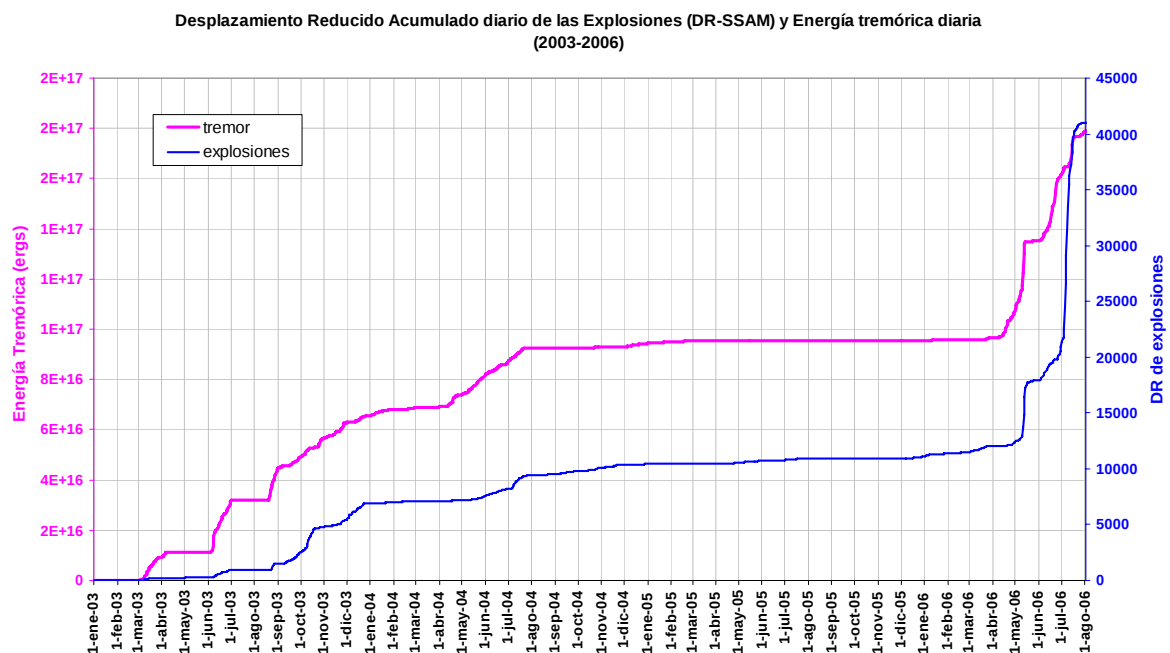


Figura 4. Energía total liberada (curva acumulada por el tremor volcánico y explosiones desde Enero de 2003 hasta Julio 2006). El tremor y/o las explosiones se encuentran relacionados con eventos de emisión de vapor, gases y ceniza. Los quiebres o "saltos" en la curva de energía se dan en los meses de Mayo y Julio de 2004 (correspondientes con periodos de alta actividad volcánica) y están seguidos por un periodo de muy baja liberación de energía entre Marzo de 2005 y Febrero de 2006. Se nota un incremento importante en Mayo y Julio de 2006.



2.1 Localizaciones:

Los sismos LP, eventos tremóricos y explosiones se localizaron entre 1 y 3.5 km de profundidad bajo el cráter (Fig. 5a) y mostraron una evolución desde hipocentros más profundos (a 2.5 k de profundidad) varios días antes de la erupción del 14 de julio, hasta hipocentros más superficiales después de la erupción (Fig. 5b)

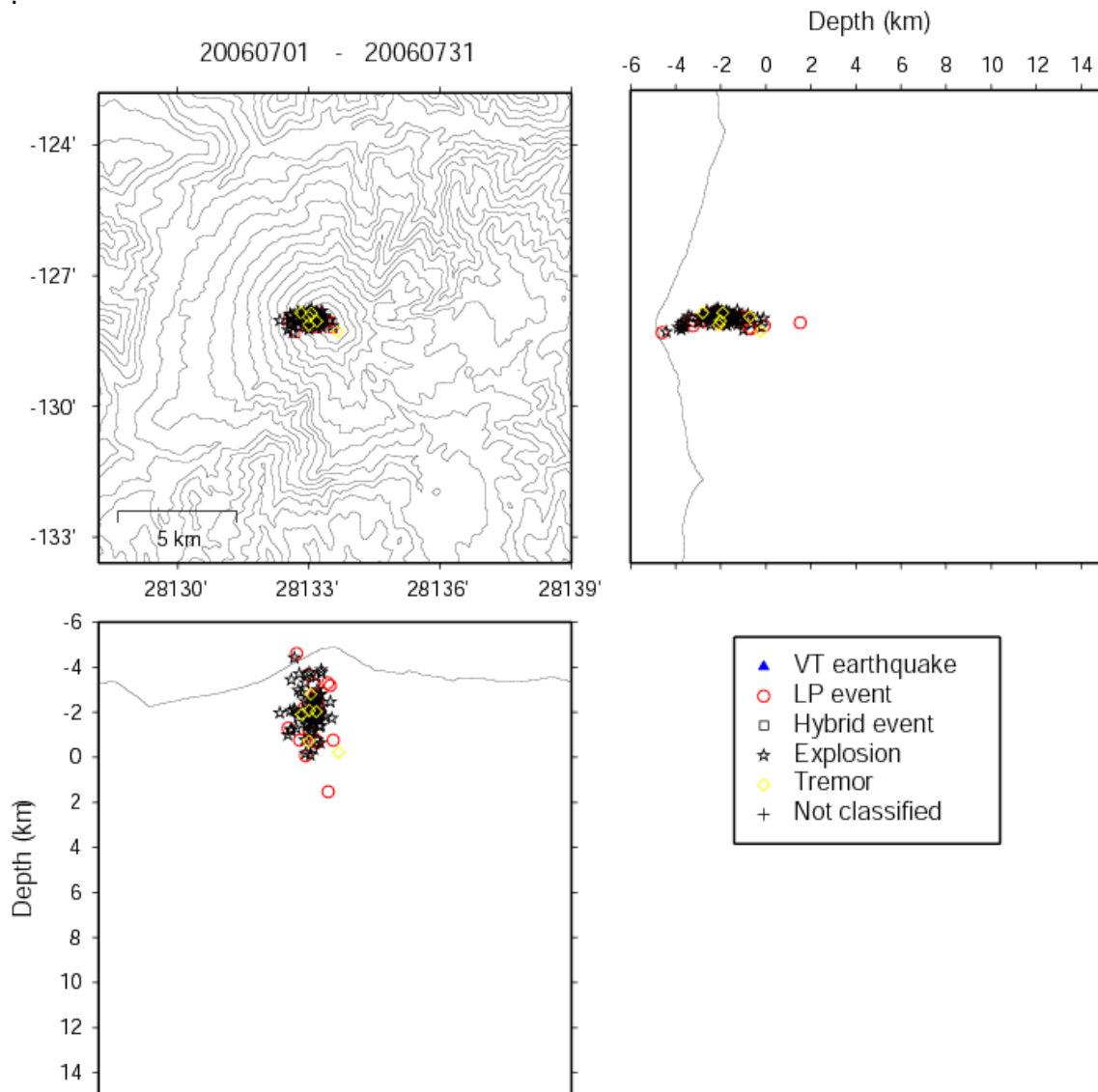


Figura 5a. Localizaciones de los eventos volcánicos durante el mes de julio.

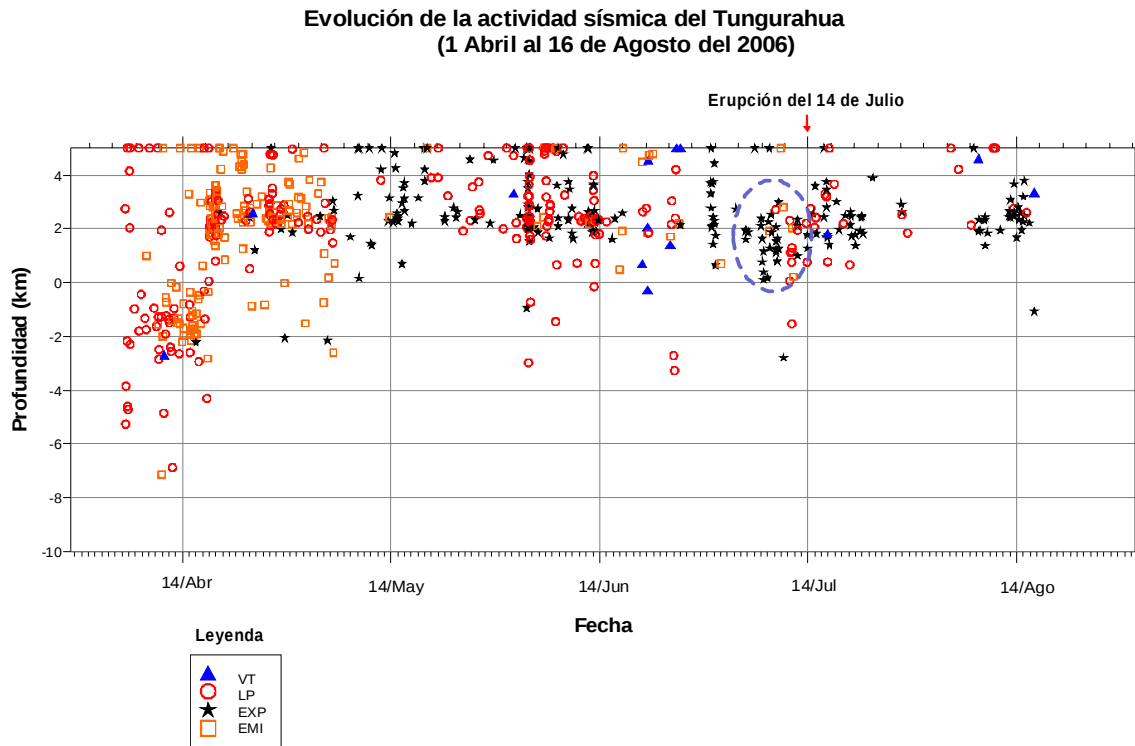


Figura 5b. Evolución temporal de la sismicidad entre abril y agosto del 2006.

3. Deformación

En general para el mes de Julio se ve una continua tendencia de inflación y solo unas cuantas horas antes de la erupción del 14 de julio se observa una bajada en la sismicidad así como una deflación (ver Fig. 6)

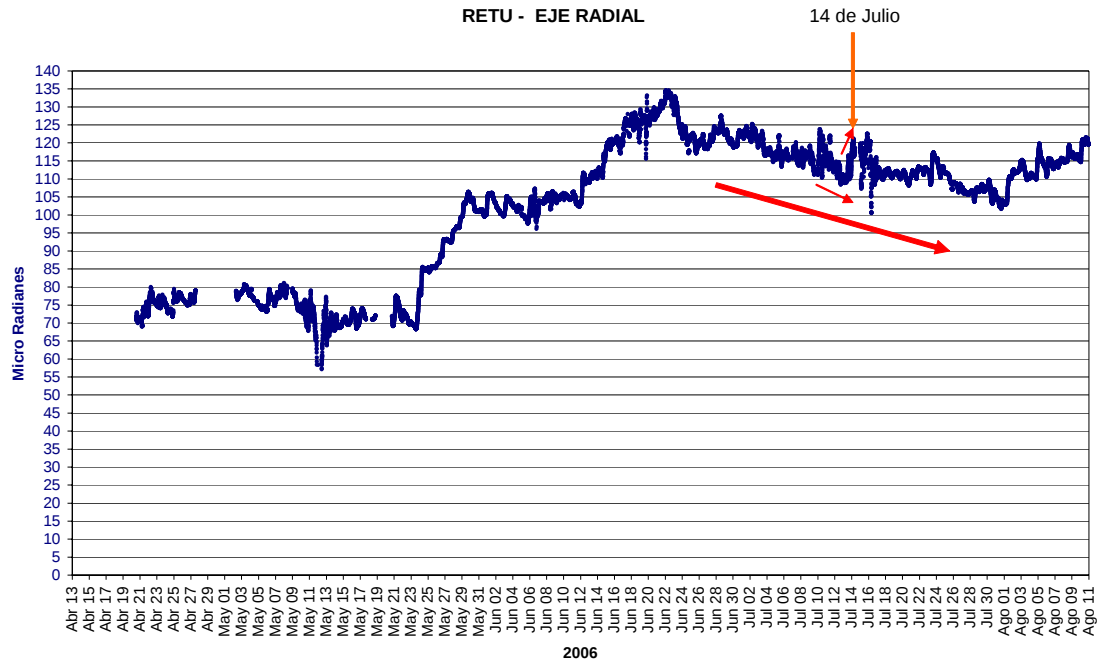


Figura 6. Plots de los ejes radiales y tangenciales de la estación inclinómetro-RETU.

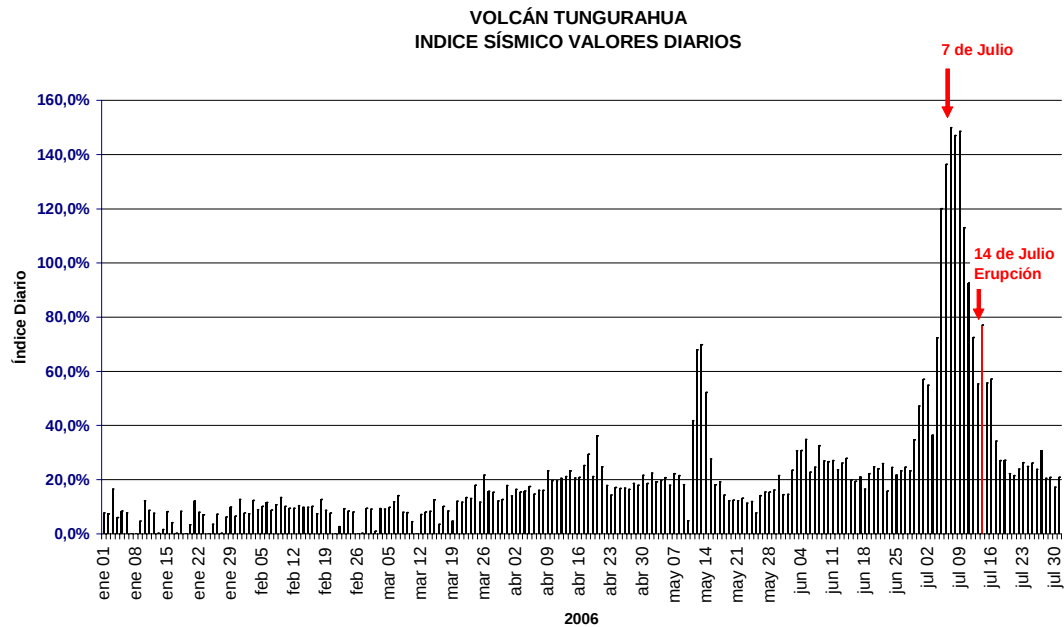


Figura 7: Ploteo del Índice Sísmico, con referencia especial a las fechas de 07 y 14 de julio, 2006.



4. Geoquímica

Los caudales de SO₂ medidos mediante el método de DOAS y Mini-Doas resultaron en un promedio de 1006 Ton/día (Fig. 8), registrándose un máximo de 3020 Ton/día (30 de julio), de la misma manera el flujo SO₂ medido con el COSPEC resultan en valores mínimos de 524 Ton/día y un máximo de 2955 Ton/día. Estos valores son coherentes con el incremento de la actividad volcánica, indicando que el sistema se encuentra abierto y permite la salida de los gases magmáticos.

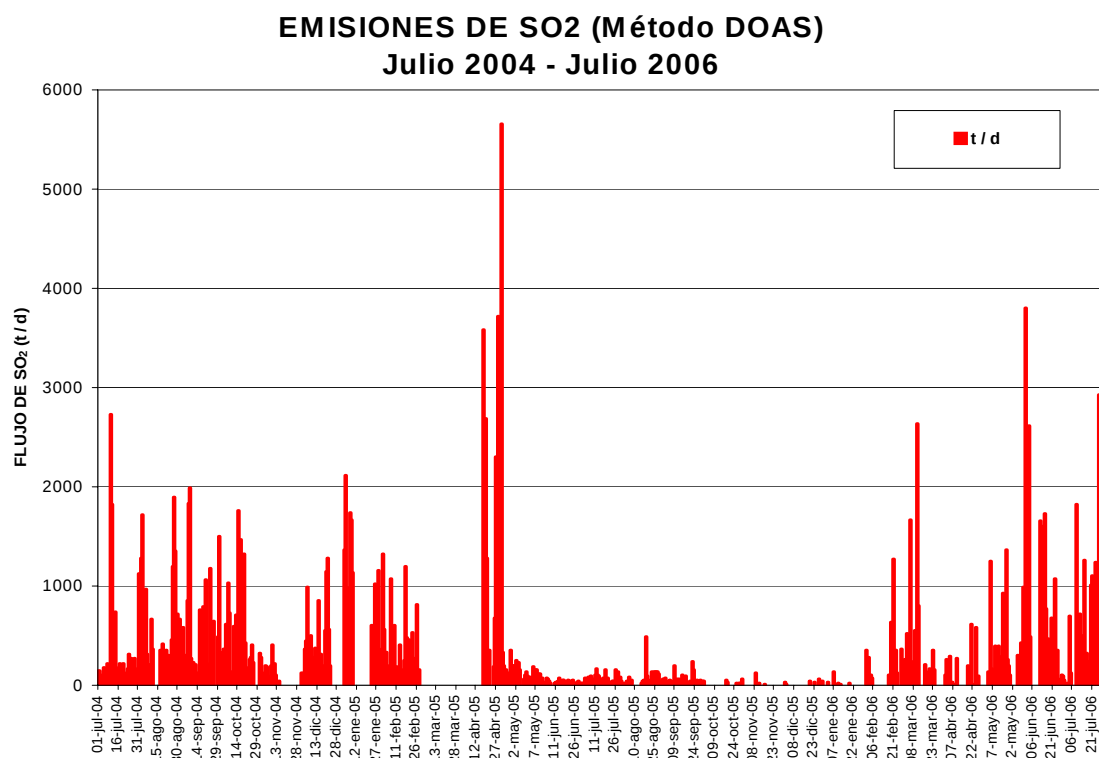


Figura 8. Datos del flujo de SO₂ obtenidos mediante el método DOAS.

Las propiedades físico-químicas de las fuentes termales del Tungurahua muestran una tendencia de incremento en la temperatura, ascenso en los valores de pH con respecto al mes anterior, mientras que los valores de conductividad se mantienen en valores similares a los reportados el mes anterior (Fig. 9).

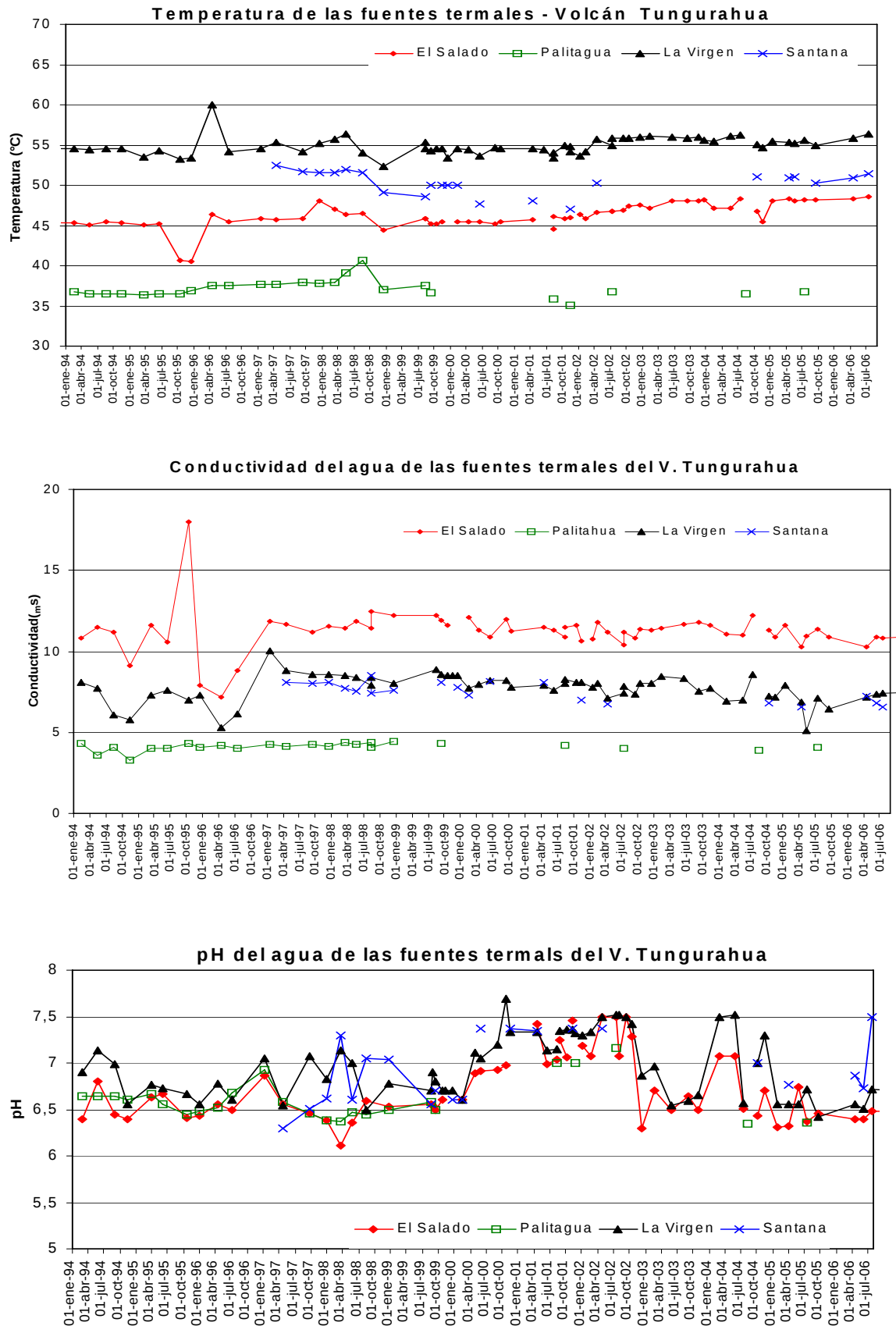


Figura 9. Propiedades físico químicas de las fuentes termales V. Tungurahua.



COSPEC, flujo de SO2 promedio, calidad A.

Fecha:	ppm promedio	Flujo promedio (Ton /día)
26 Julio	149	525
29 Julio	143	2955
30 Julio	174	2525

5. Lahares

Las lluvias suscitadas en la zona del volcán no fueron lo suficientemente intensas o de larga duración para generar lahares.

6. Observaciones visuales y auditivas

La mayor parte del mes el clima en la zona del volcán Tungurahua fue nublado y lluvioso, a excepción de unas pocas horas en la tarde durante la tercera semana del mes y a lo largo de la última de semana del mes cuando el volcán se presentó bastante despejado permitiendo observar la actividad superficial desarrollada en el cráter.

Durante las dos primeras semanas del mes, se notó un incremento notable del número de explosiones y emisiones, las que estuvieron acompañadas por cañonazos y bramidos de tipo “turbina y concretera” de diversa intensidad. Al inicio de la tercera semana del mes la actividad superficial registró un menor número de explosiones y emisiones, sin embargo la intensidad de la onda acústica fue mayor a la registrada en las semanas anteriores, siendo escuchadas incluso hasta en la ciudad de Ambato. Las ondas acústicas fueron de intensidad variable, en un radio de ~ 15 km hubo reportes de vibración de ventanales y/o de la estructura de los inmuebles (Tabla XX). Durante este periodo de tiempo, el material emitido estuvo formado por vapor de agua, gases y poca ceniza, es de importancia mencionar que con la ocurrencia de explosiones no se produjo la emisión de material desde el cráter. Las columnas generadas se ubicaron entre los 500 - 1000 m snc y alcanzaron una altura máxima de 4000 m snc. La pluma se dirigió la mayor parte del tiempo hacia el W y en muy pocas ocasiones se ubicó al N y NE (p.e. jueves 6 y viernes 7).

Tabla 2. Los cuadros de color gris claro representan la vibración de ventanales registrada en los diferentes poblados ubicados en los alrededores del volcán. En tono gris oscuro se marcan los días de mayor actividad. Fuente informes semanas OVT.

[illegible]

[illegible]

El día viernes 14, alrededor de las 16H30 se registró un súbito incremento de la actividad volcánica, fuertes y continuos bramidos de tipo “tren” los que nunca antes se habían registrado acompañaban a un continuo movimiento oscilatorio del suelo, el que fue sentido por personal del IG-EPN que se encontraba trabajando en el flanco occidental del volcán y vibración de ventanales y/o de las casas en los poblados asentados en los alrededores del volcán (Tabla XX). A las 17h33 se produce una fuerte explosión la que generó un cañonazo extremadamente fuerte, lastimosamente en esos momentos el volcán se encontraba totalmente nublado por lo que no se tuvo observación de la actividad superficial. Posteriormente, los bramidos fueron mucho mas fuertes y continuos (“tipo tren”) e intercalados con fuertes detonaciones. Tanto la emanación de bloques incandescentes, fuentes de lava, columna eruptiva, cañonazos, bramidos fueron claramente percibidos en las ciudades de Ambato y Riobamba.

30 minutos después, la zona del volcán se despejó, permitiendo observar una columna de emisión permanente formada principalmente por vapor, gases y poca a moderada carga de ceniza. La altura de la columna tuvo en ese momento unos 6 km snc. Adicionalmente, se observó una pluma que se dirigió hacia el W (Fig. 1).



Figura 10. 18h00 (TL) La columna de emisión alcanza una altura de ~ 5 km snc. La pluma se dirige hacia el Occidente. Fotografía Santiago Arrais.

Entre las 18h00 y 18h15 se generaron un flujo piroclástico (FP) que descendió hacia el sector de Cusúa (Fig. 10). Un segundo pulso de emisión arrojó el material necesario para generar un nuevo FP, el que descendió por el flanco Norte del volcán hacia el sector de Juive Grande (Fig. 11).



Figura 11. 18h36 Tras un nuevo pulso de emanación de material se produce un segundo flujo piroclástico, el que descendió hacia el sector de Juive Grande.

Entre las 19h00 y 19h40 el volcán experimentó una serie de explosiones y fuentes de lava (Fig. 12) que arrojaron bloques incandescentes hasta una altura de 1.5 km snc. Durante este periodo posiblemente se generó el FP que descendió por la quebrada de Vascún.



Figura 12. (19h53). Actividad estromboliana permanente. Los bloques incandescentes ascienden cerca de 1.5 km snc. Fotografía Patricio Ramón.

Entre las 19h40 y las 01h00 (día 15) se produjeron al menos 11 FP's, casi todos los flujos se dirigieron hacia el sector de Cusúa, tan solo uno se dirigió hacia el sector de Juive Grande. La figura 13 muestra uno de los FP más grandes que descendieron hacia el sector de Cusúa y que fue detectado por la cámara térmica ubicada en el Observatorio del Volcán Tungurahua (OVT).

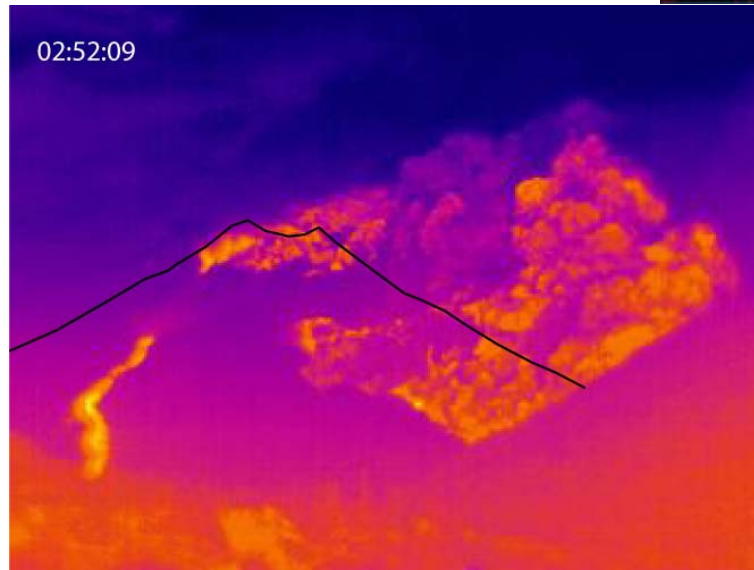


Figura 13. (21h52) Detalle de uno de los Flujos Piroclásticos más importantes que descendieron hacia el sector de Cusúa y que fueron identificados con la ayuda de una cámara térmica.

Tabla 3. Sumario de los diferentes flujos piroclásticos que descendieron por los flancos NW y N del volcán Tungurahua durante los días 14, 15 y 16 de julio. Se han remarcado en tonos de gris los flujos de mayor tamaño.

FECHA	Hora (UTC)	FECHA	HORA (TL)	TAMAÑO	SECTOR
14	23h14 (++)	14	18h14 (++)	Mediano	Cusúa
	23h21 (++)		18h21 (++)	Mediano	Juive Grande
15	00h14 (+)		19h14 (+)	Pequeño	Vascún
	00h53		19h53	Mediano	Cusúa
	01h24		20h24	Pequeño	Juive Grande
	02h32		21h32	Grande	Cusúa
	03h06		22h06	Mediano	Cusúa
	03h24		22h24	Mediano	Cusúa
	03h42		22h42	Mediano	Cusúa
	03h50		22h50	Pequeño	Cusúa
	04h00		23h00	Mediano	Cusúa
	05h00	15	00h00	Mediano	Cusúa
	05h20		00h20	Mediano	Cusúa
	05h38		00h38	Pequeño	Cusúa
16	11h50	16	6h50	Pequeño	Juive Grande
	12h56		7h56	Pequeño	Mandur
	14h33		9h33	Pequeño	Mandur?
	18h55		13h55	Grande	Cusúa
	19h40		14h40	Pequeño	Mandur
	20h20		15h20	Pequeño	Mandur
17	14h52	17	09h52	Pequeño	Flanco Norte
21	15h42	21	10h42	Pequeño	Cono superior
23	17h33	23	12h33	Pequeño	Cono superior

Durante el día 15 el nivel de actividad superficial disminuyó drásticamente. La actividad estuvo caracterizada por explosiones discretas las que no generaron FP's.



Durante la mañana y tarde del día 16, nuevamente se registró la generación de 6 FP's, 5 de cuales descendieron por la quebrada de Mandur y tan solo uno hacia Cusúa, siendo este uno de los FP's más grandes (Tabla XY).

Los días 17, 21 y 23 se registraron tres nuevos Flujos Piroclásticos pero de tamaño pequeño, todos ellos restringidos a la mitad superior del cono (Tabla XY).

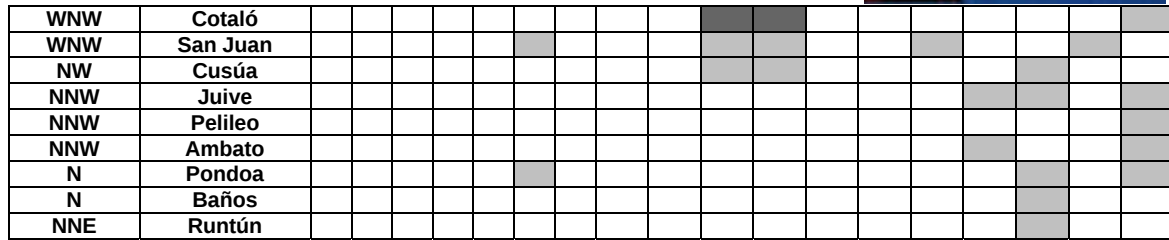
Las dos siguientes semanas, la actividad estuvo caracterizada por la generación de columnas de vapor, gases y ceniza, la altura del hongo fue de 0.5 a 2 km snc y con un máximo de 5 km snc, acompañando a la salida de material fue posible escuchar bramidos moderados de tipo “turbina”. La pluma mantuvo una dirección preferencial hacia el W, los días 29, 30 y 31 la pluma cambió de dirección al Norte y Este. Los días 26, 27 y 28 se produjeron nevadas en la parte superior del cono, la nieve que cayó sobre los depósitos dejados tras la erupción del 14 se fundió rápidamente. Por otro lado y dado que las condiciones climáticas mejoraron el fin de mes fue posible observar activas a las fumarolas del flanco Norte. Los fuertes vientos que entraron por el cañon del Pastaza produjeron la removilización del material suelto tanto de los flujos piroclásticos como de la tefra (ceniza fina) dejada tras la erupción del 14 – 16.

También fue posible escuchar bramidos de tipo “turbina” de diversa intensidad asociados a la salida de material desde el cráter. Con la ocurrencia de explosiones fue posible escuchar cañonazos “secos” o bramidos de prolongada duración que fueron percibidos hasta unos 15 km a la redonda, en caso de explosiones muy grandes los cañonazos fueron escuchados en las ciudades de Ambato y Riobamba. Los vidrios de las casas vibraron en varias ocasiones sin que lleguen a romperse (Tabla XY).

Las poblaciones que más han sido afectadas por la caída de ceniza fueron Pillate, Chontapamba, Yuibug, cerro Mulmul, Sante Fé de Galán, Chacauco, Cotaló, Choglontus y El Manzano, todos ellos ubicados al occidente del volcán. La información presentada en la tabla XZ nos da una idea general de las zonas que han sido afectadas por este fenómeno volcánico, adicionalmente nos muestra que antes del evento eruptivo mayor suscitado los días 14, 15 y 16 de julio no hubo mayores reportes de caída de ceniza, mientras que la actividad posterior estuvo caracterizada por emisiones cargadas de ceniza, por ende hubo mayor número de reportes de caída de ceniza tanto en poblados ubicados al Occidente del volcán como en los asentados en el lado Norte.

Tabla 4. Reportes recibidos de caída de ceniza. Fuente informes semanales OVT y observaciones de campo (DB, LT, DJ com. per.)

[illegible]



Durante las noches y cuando el clima lo permitió, fue posible observar a simple vista fuentes de lava en especial y con mayor intensidad los días 5, 11, 12, 13, **14**, 17, 30 y 31. Con la ocurrencia de explosiones y/o emisiones se observó a simple vista la expulsión de bloques incandescentes los que ascendieron hasta una altura de ~300 m snc para posteriormente rodar sobre los flancos del cono terminal.

Las nubes de ceniza generadas por las explosiones y emisiones alcanzaron alturas máximas entre 18.000 pies y 65.000 pies. Estas nubes fueron llevadas por los vientos principalmente hacia el W, NW, W y SW, generando caídas de ceniza con mayor frecuencia al W y SW del volcán. Se destacan las nubes de ceniza generadas en la erupción del 14 de Julio de 2006, ya que fueron las que mayor altura y distribución han alcanzado en este mes (Figs. 14 y 15).

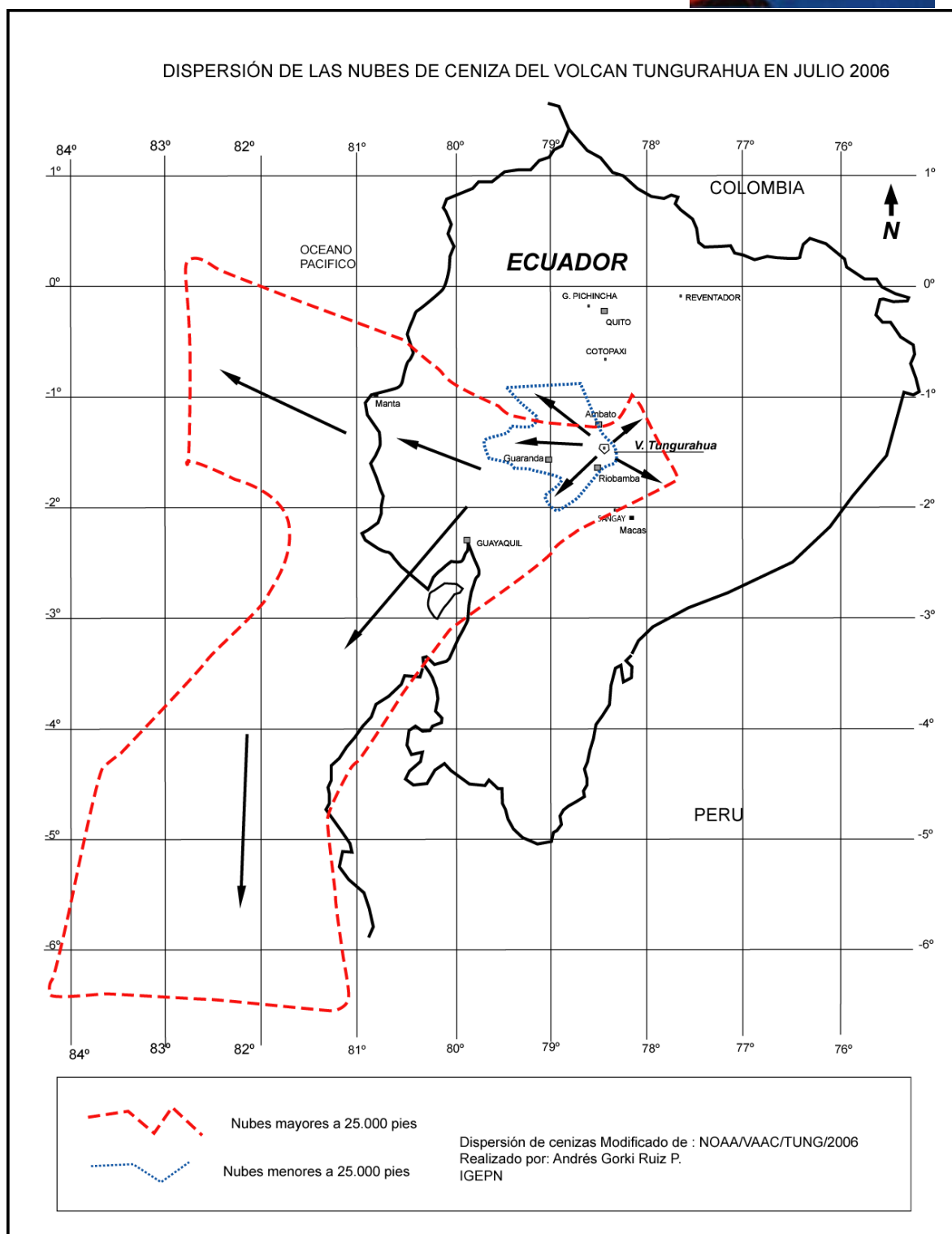


Figura 14. Dispersión de las nubes de ceniza en Julio de 2006.

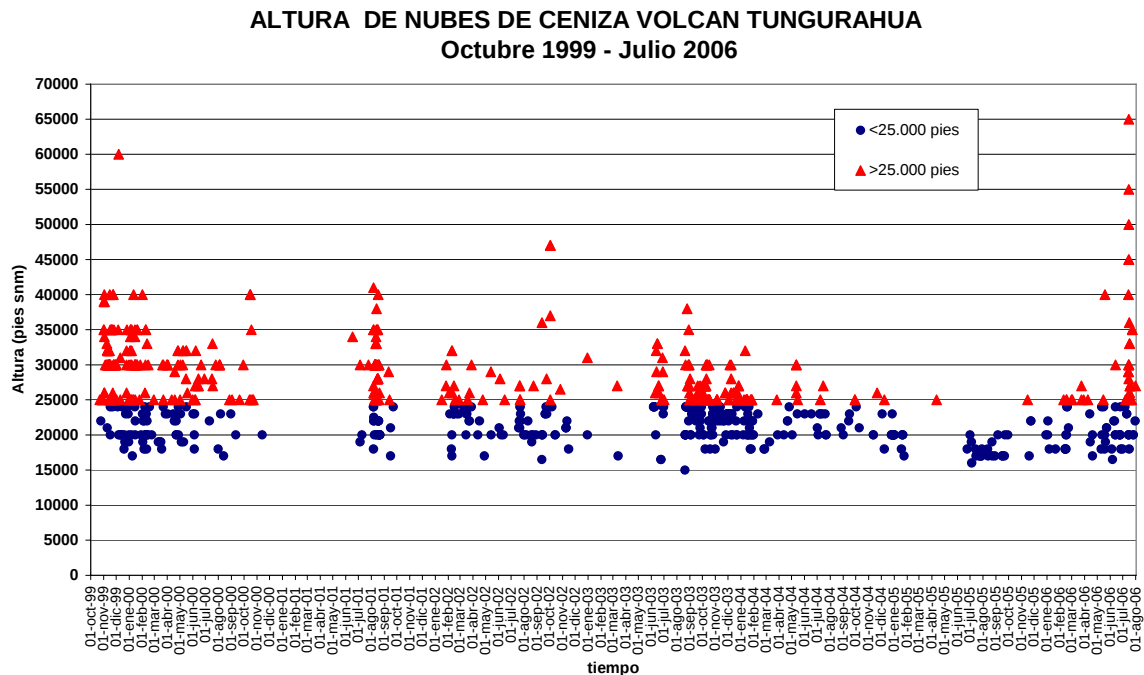


Figura 15. Alturas de las nubes de ceniza en el actual periodo eruptivo (1999-2006).

8. Conclusiones

El nivel de actividad durante el presente mes se interpreta como el resultado de la inyección magmática que tuvo lugar poco a poco desde el mes de abril hasta junio, el mismo que fue evidenciado por un importante número de sismos volcano-tectónicos y eventos LP profundos que ocurrieron durante este periodo.

La presente actividad alcanzó su máximo pico a mediados de julio cuando tanto la energía diaria generada por el tremor como por las explosiones se incrementaron de manera drástica y simultánea, para llegar una erupción de tamaño VEI- 2 , la misma que generó de por lo menos 10 millones de m³ de material juvenil.

La actividad estromboliana, las temperaturas magmáticas detectadas, el gran número de explosiones y emisiones y periodos de inflación, son indicadores del estado de alta actividad en el volcán, el mismo que se mantuvo durante todo el mes de julio.

Los ciclos de incremento y decremento de actividad durante el actual periodo, sugieren la existencia de cambios en las propiedades visco-elásticas del magma que ingresó entre fines de Marzo y comienzos de Abril.

Dado que la parte alta del edificio volcánico se encuentra cubierta por materiales no consolidados (cenizas y bloques) y, es muy posible que se continúen generando flujos de lodo en función de las lluvias que ocurrieren en la zona.

El presente informe fue compilado por:

[Grupo de sismología](#)



Indira Molina imolina@igepn.edu.ec
Guillermo Viracucha gviracucha@igepn.edu.ec
Pablo Cobacango pcobacango@igepn.edu.ec
Pablo Palacios ppalacios@igepn.edu.ec

Grupo de vulcanología

Patricia Mothes pmothes@igepn.edu.ec
Andrés Gorki Ruiz gruiz@igepn.edu.ec
Diego Barba dbarba@igepn.edu.ec
Santiago Arellano sarellano@igepn.edu.ec

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. El presente informe ha sido mejorado gracias a las nuevas técnicas aportadas por la Cooperación entre IG/EPN, JICA y NIED (Cooperación Japonesa), el USGS, FUNDACYT, la Embajada Británica y le BGR (Alemania). Además se reconoce el labor de los vigías, voluntarios de Defensa Civil del cantón Baños.

Quito, 25 Agosto de 2006.