



Resumen Mensual

Actividad del Volcán Tungurahua, Abril del 2007

Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe



Erupción del Volcán Tungurahua - Ecuador - 3 de abril 2007 - Fotografía : Manuel Vieira

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

1. Síntesis General de la Actividad

Durante la primera parte del mes de Abril de 2007, el nivel de actividad del volcán Tungurahua fue alto y sostenido; se caracterizó por emisiones frecuentes, casi sin cesar, con un contenido de ceniza alto, además hubo fuentes de lava, claramente



vistas en la noche; se escucharon bramidos fuertes que hicieron vibrar ventanales y las explosiones tuvieron cañonazos fuertes; lo más notable fueron las columnas de ceniza que alcanzaron 6 km por encima del cráter.

Progresivamente, la actividad sísmica (número de eventos) fue disminuyendo, así como el nivel de liberación de energía. Sin embargo, la caída de ceniza fue continua, casi siempre en las zonas entre NO y S del cono, especialmente en Chogluntús, El Manzano y Puela.

En los últimos 10 días del mes, se observó un descenso aún más notable en la actividad, sin explosiones, con un promedio diario de 10 eventos LP de poca energía y tremor de emisión continuo.

Los días 20 y 25 de Abril se registró flujos de SO₂ de 3600 y 3700 T/día (DOAS); coincidentalmente, se observó una tendencia deflacionaria muy marcada en el inclinómetro RETU como respuesta a esta pérdida de gases súbita.

2. Sismicidad

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
26 Mar - 1 Abr	465	465	0	0	300	47
2 - 8 Abr	339	339	0	0	309	67
9 - 15 Abr	355	355	0	0	312	6
16 - 22 Abr	434	432	2	0	466	11
23 - 29 Abr	208	208	1	0	300	0
30 Abr - 6 May	133	131	2	0	111	0
Total Abr/2007	1450	1448	3	0	1473	95
Total Mar/2007	1126	1125	1	0	1215	334
Total Feb/2007	983	966	15	2	312	54
Total Ene/2007	829	817	12	0	10	0
Total Dic/2006	2172	2168	5	0	648	0
Total Nov/2006	1849	1846	3	0	1049	1
Total Oct/2006	3159	3131	20	8	1023	4
Total Sep/2006	2189	2149	35	5	111	0
Total Ago/2006	2546	2518	19	9	467	1643
Total Jul/2006	3482	3475	5	2	1185	6442
Promedio diario Abr/2007	48.33	48.26	0.1	0.0	49.1	3.16
Promedio diario Mar/2007	36.32	36.29	0.03	0.0	39.19	10.77
Promedio diario Feb/2007	35.11	34.5	0.53	0.07	11.14	1.92
Promedio diario Ene/2007	26.74	26.35	0.38	0.0	0.32	0.0
Promedio diario Dic/2006	70.06	69.9	0.16	0.0	22.84	0.0
Promedio diario Nov/2006	61.6	61.5	0.1	0	34.97	0.03
Promedio diario Oct/2006	101.9	101.0	0.64	0.25	33.0	0.12
Promedio diario Sep/2006	72.96	71.63	1.16	0.16	3.7	0.0
Promedio diario Ago/2006	82.12	81.22	0.61	0.29	15.06	53.0



Promedio diario Jul/2006	112.32	112.1	0.16	0.06	38.22	207.8
-------------------------------------	---------------	--------------	-------------	-------------	--------------	--------------

Tabla 1. Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Abril y la registrada en los últimos diez meses.

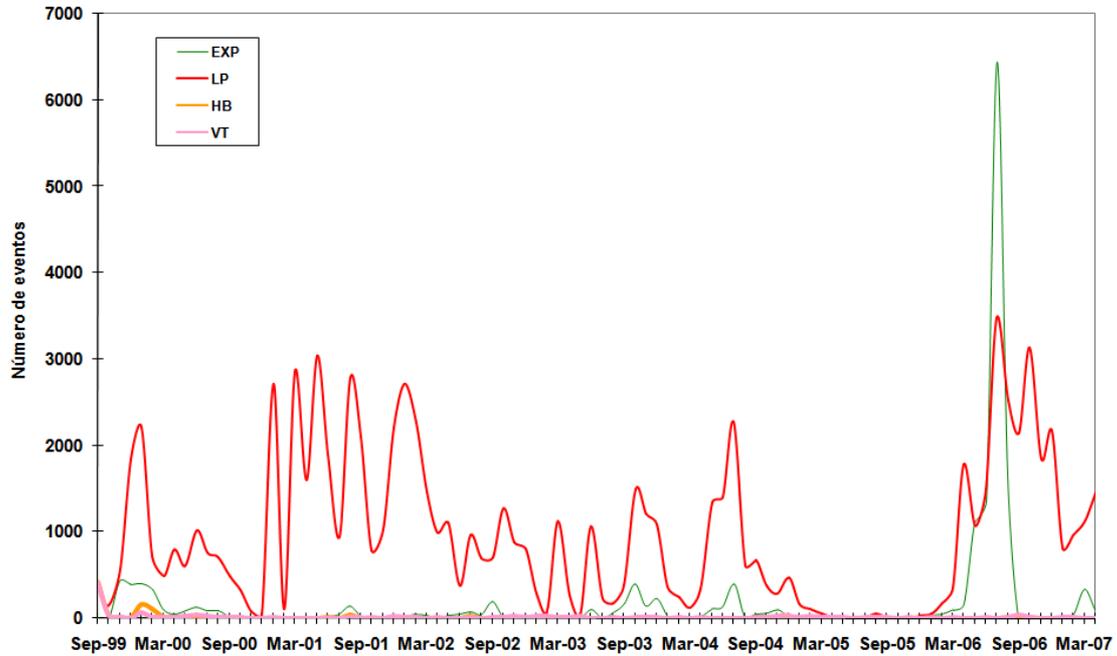


Figura 1. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Abril del 2007.

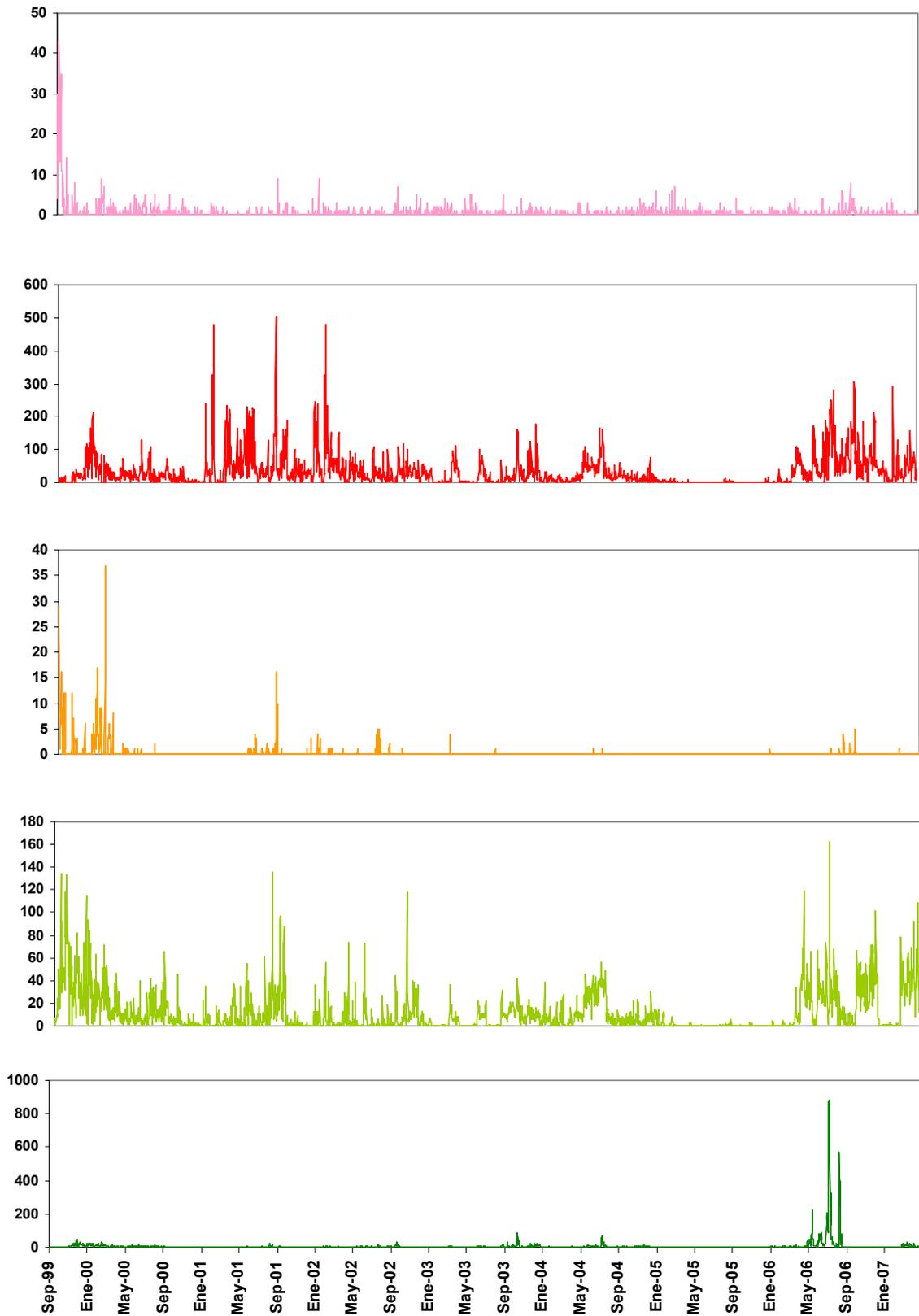


Figura 2. Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Abril del 2007 (en el orden indicado).

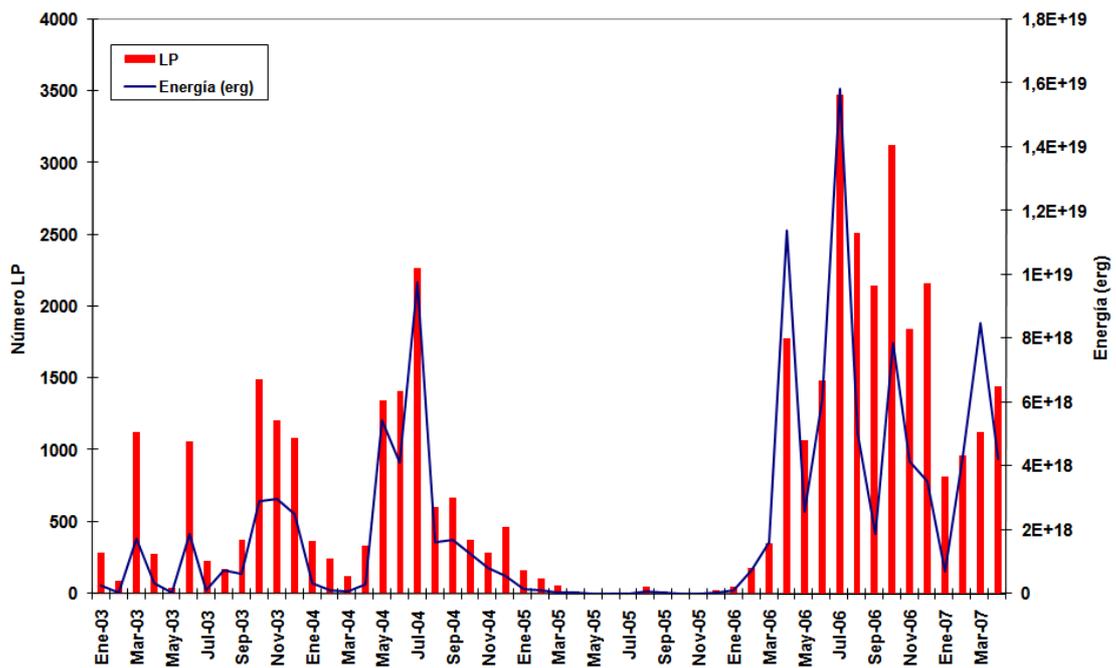


Figura 3. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Abril del 2007.

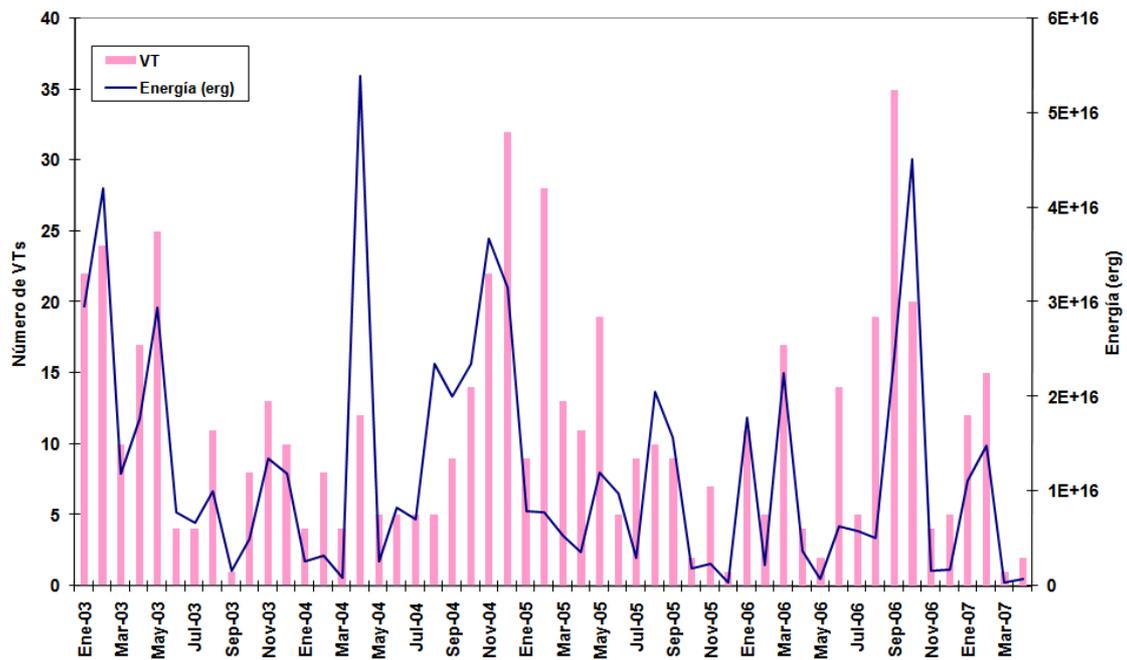


Figura 4. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Abril del 2007.

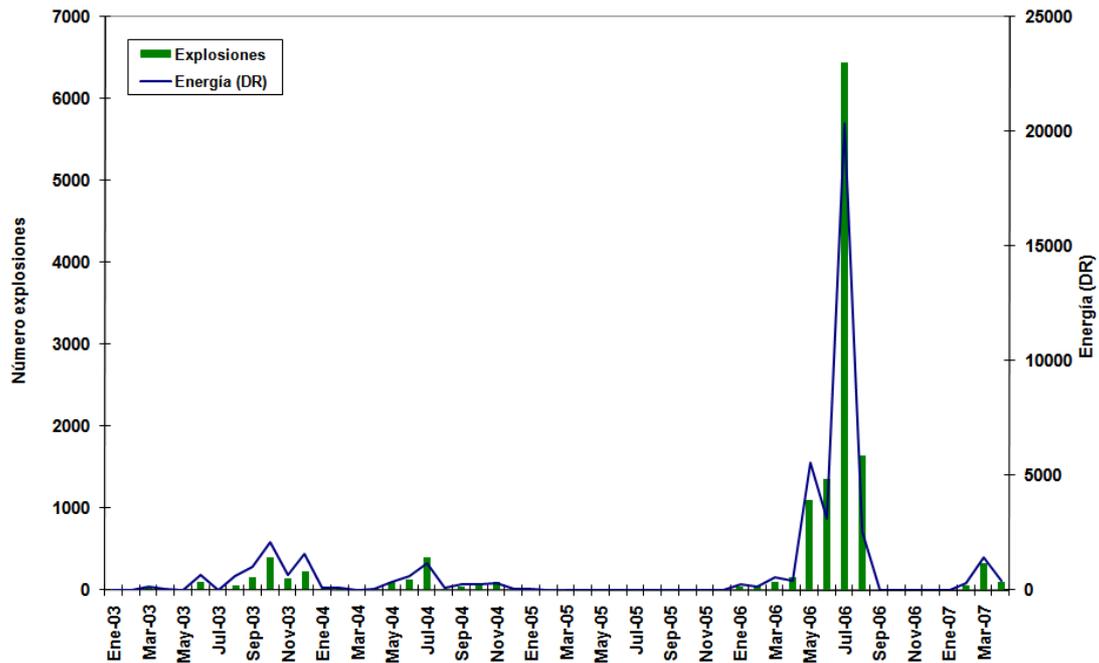


Figura 5. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR –desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Abril del 2007.

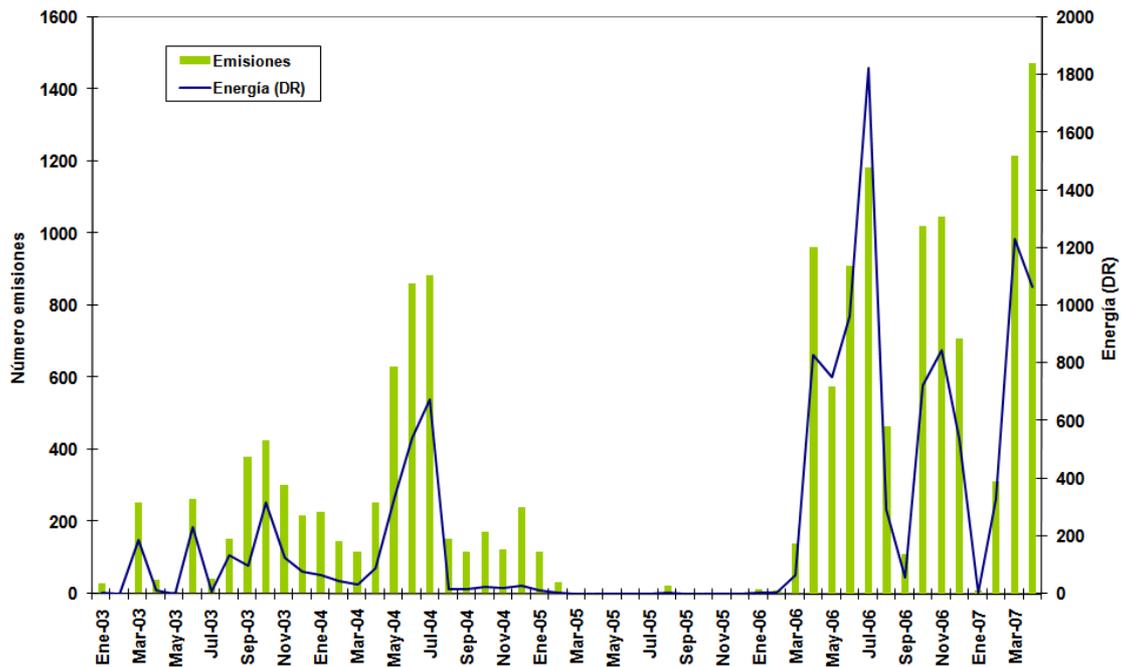


Figura 6. Número mensual de emisiones y su energía asociada (DR –desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Abril del 2007.

2.1 Localizaciones

Este mes se observaron señales tanto superficiales como profundas (Figuras 7-a y 7-b) y la mayoría de eventos localizados corresponden a los primeros días del mes. Se registraron 2 eventos de fractura (VT), uno muy superficial, en el sector del cono y un segundo, algo al Sur-occidente, algo distal y profundo.

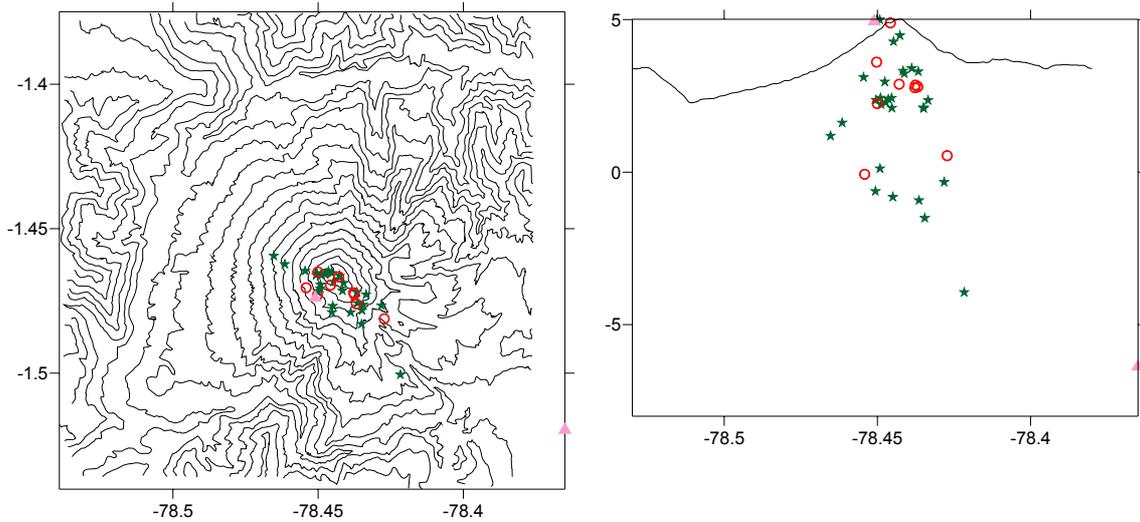


Figura 7-a. Ubicaciones de los eventos volcánicos localizados durante el mes de Abril de 2007; vista en planta y corte O-E.

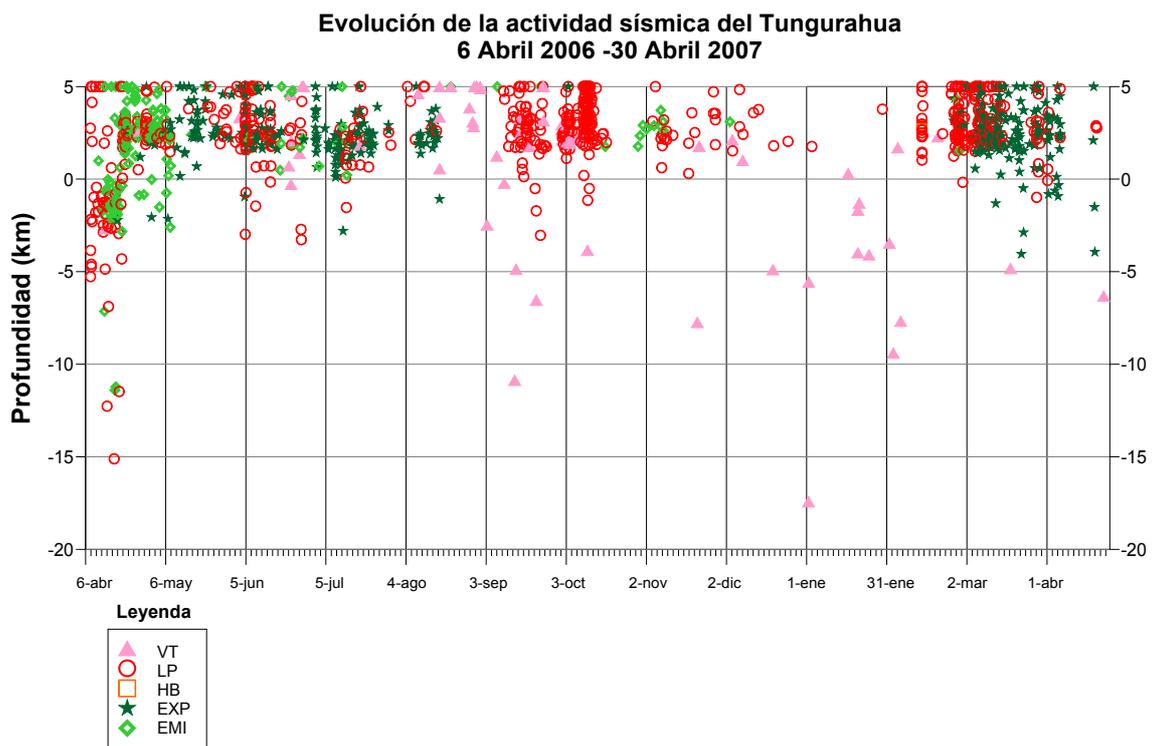


Figura 7-b. Evolución temporal de la profundidad de los eventos entre Abril del 2006 y fines de Abril del 2007.

2.2 Índice sísmico

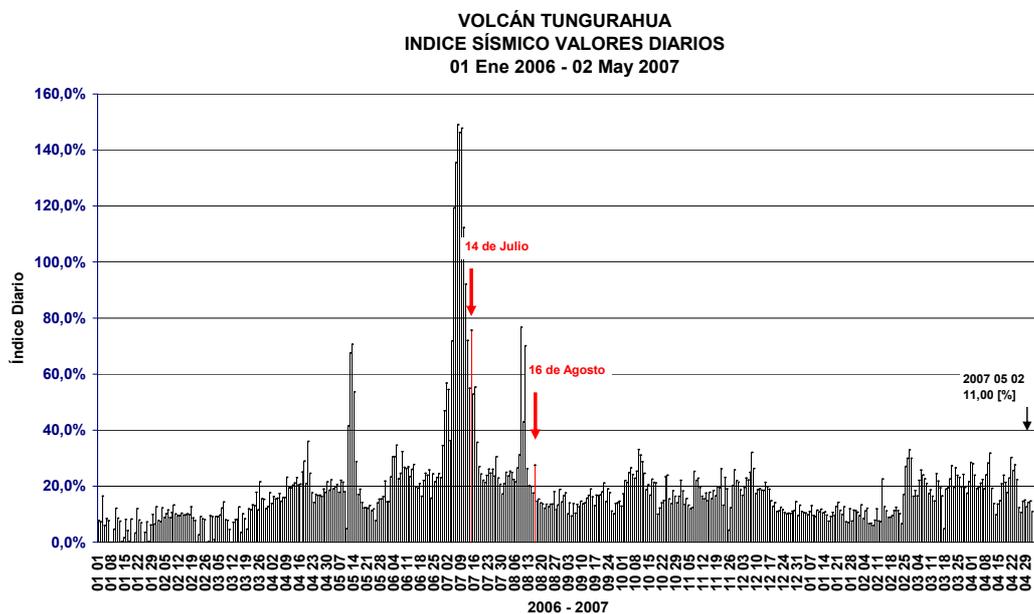
Este parámetro que es una medida adimensional que resume en un solo valor tanto la energía como el número de eventos de todas las señales sísmicas: explosiones, tremor, eventos de largo período, eventos híbridos y eventos volcánico – tectónicos presentó valores similares a los registrados en Marzo, con un rápido y corto descenso



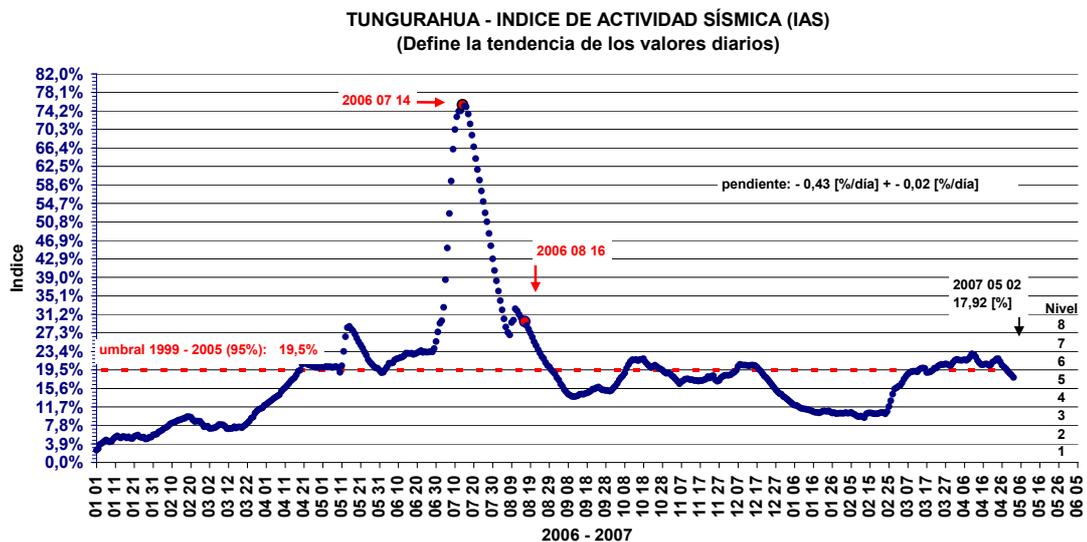
a mitad del mes de Abril para luego recuperar el mismo nivel de los primeros días y, finalmente, durante los últimos días del mes, descendió en forma permanente (Figura 8-a).

El Índice de Actividad Sísmica (IAS) que indica la tendencia de la variación del IS (índice sísmico) estuvo en nivel 6 (actividad alta y límite de transición entre los escenarios I y II; escenario II: erupciones como las de Julio y Agosto de 2006) con ligeras variaciones, hasta el 28 de Abril. Las probabilidades de un escenario II oscilaron entre 32.6% y 21.1%. Luego, mostró un descenso y se ubicó en un nivel 5 (actividad moderada-alta) hasta fines de mes y la probabilidad de un escenario II descendió hasta un 9.4% (Figura 8-b).

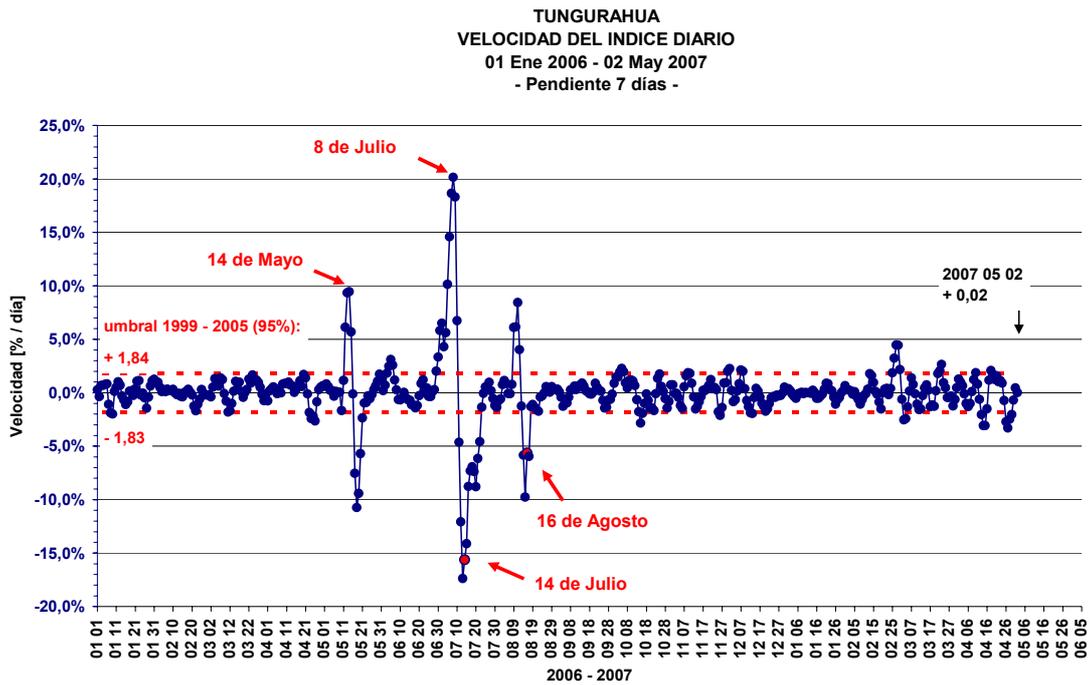
La velocidad y aceleración del índice sísmico, no sobrepasaron en mucho los umbrales establecidos anteriormente (Figuras 8-c y 8-d).



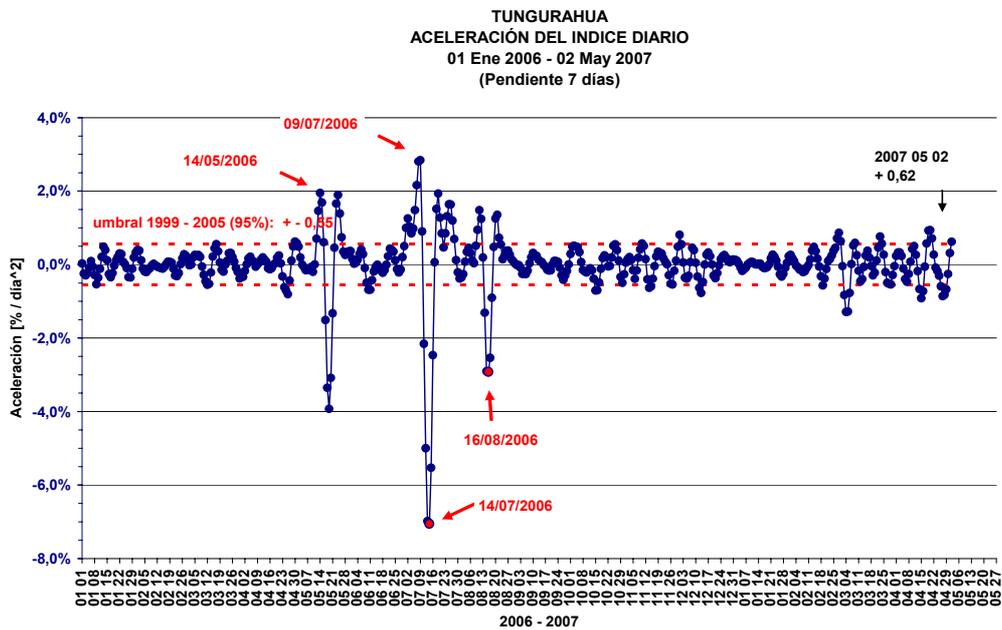
(a)



(b)



(c)



(d)

Figuras 8-a, 8-b, 8-c y 8-d: Índice sísmico, tendencia de la variación diaria, velocidad y aceleración de la variación del índice sísmico. Se resaltan los valores para las erupciones del 14 de julio y 16-17 de agosto y los valores mayormente estables durante los meses de Septiembre- Diciembre, 2006 y Enero, 2007, entre Febrero a Abril de 2007 se observa un incremento debido la reactivación del volcán.

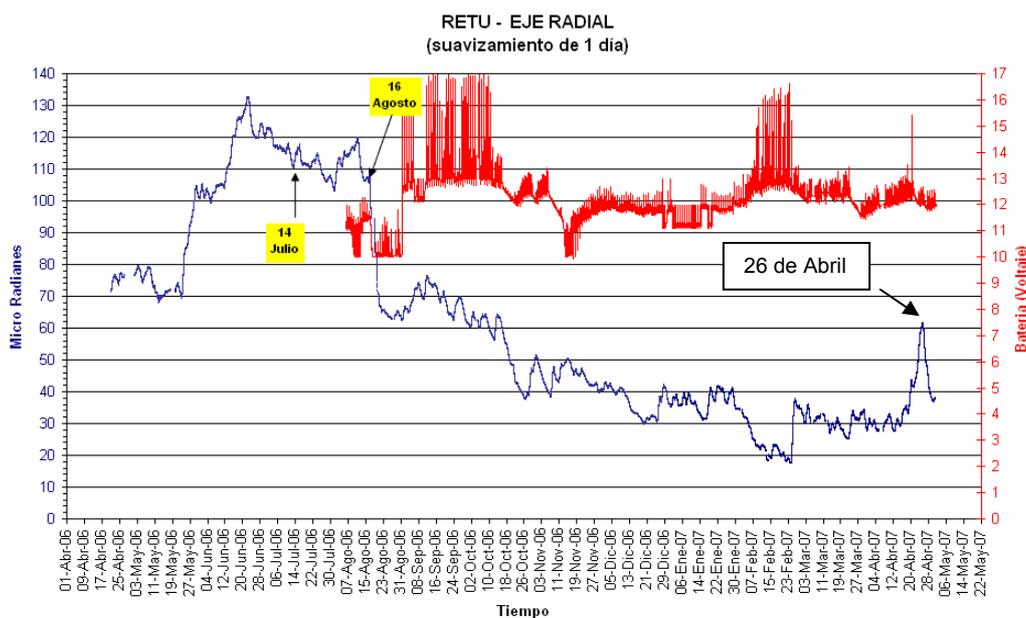


3. Deformación

En la estación inclinométrica RETU, se observó la misma pauta inflacionaria (aunque leve) notada en Marzo en los dos ejes, hasta el 19 de Abril, cuando empezó a registrarse una notable tendencia deflacionaria. Los dos ejes registraron esta tendencia en una manera casi idéntica (ver Figuras 9-a y 9-b). Este patrón continuó hasta el 25, registrando una variación de 30 microradianes. Súbitamente, el 26 empezó a registrarse una marcada tendencia inflacionaria hasta el 01 de Mayo, cuando cambió al estado deflacionario.

En los gráficos de Juive (Figuras 9-c y 9-d), especialmente en el eje radial, no hay un patrón muy claro. Notablemente, el 19 se registró una señal de inflación, al mismo tiempo en que se observaron los cambios en RETU. Mientras el 26 de Abril, en las primeras horas, se registra una tendencia deflacionaria en el eje tangencial- Juive.

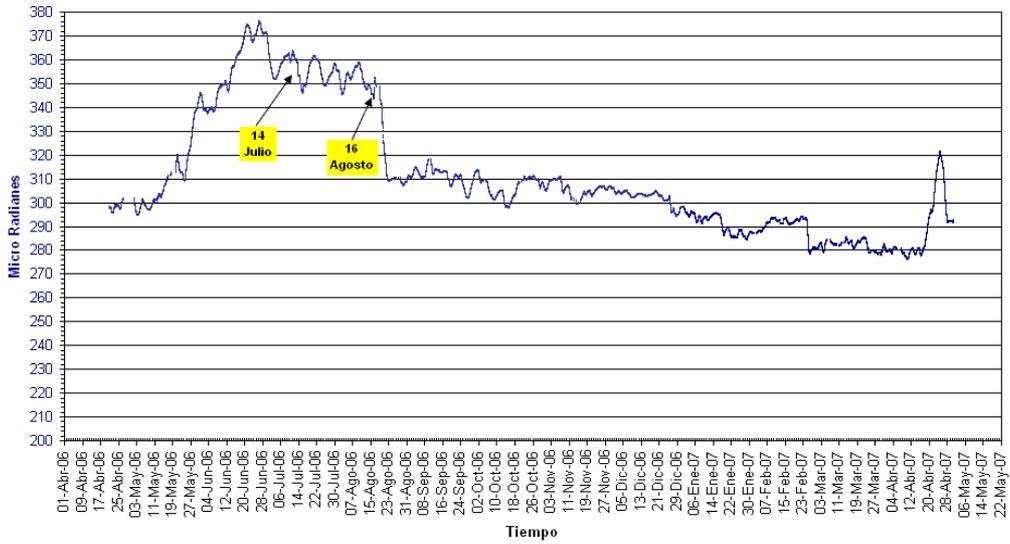
La tendencia ya mencionada de una inflación coincide con la desgasificación y emisión de ceniza constantes a inicios del mes y posteriormente, la deflación ocurre cuando se observa una disminución importante en el índice IAS.



(a)

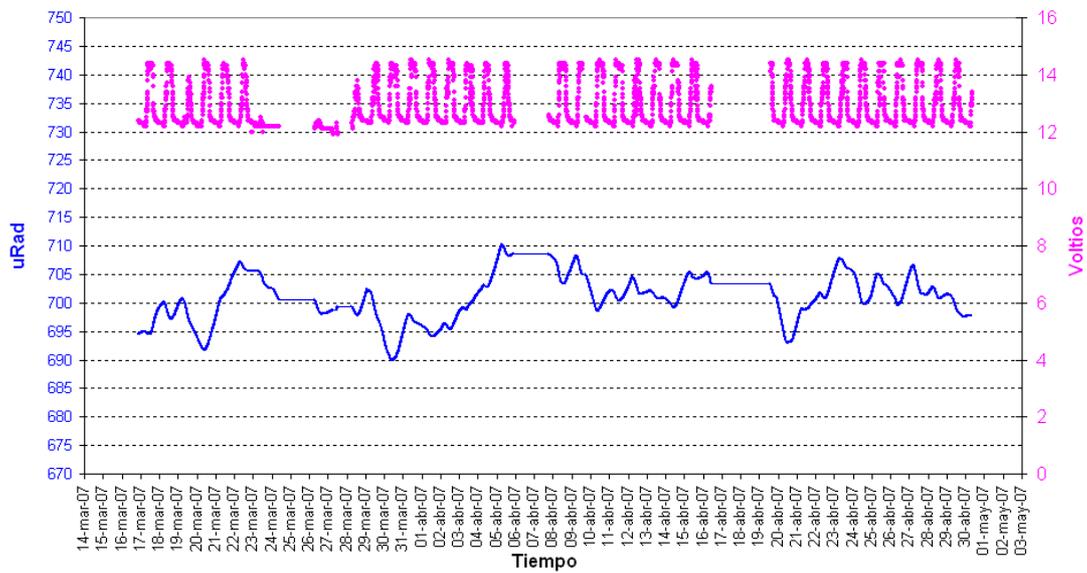


RETU - EJE TANGENCIAL
(suavizamiento de 1 día)

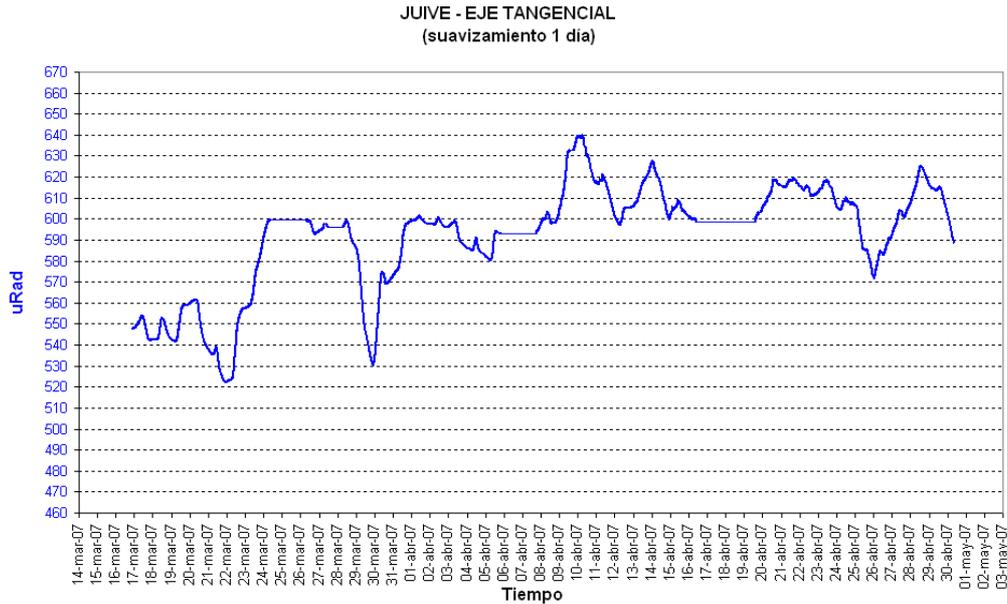


(b)

JUIVE - EJE RADIAL
(suavizamiento 1 día)



(c)



(d)

Figuras 9-a, 9-b, 9-c y 9-d Representación de los valores de los ejes radiales y tangenciales de las estaciones inclinométricas de RETU y JUIV5 hasta inicios de Mayo 2007

4. Geoquímica

Emisiones

La medición del flujo de SO_2 es un componente fundamental de la evaluación de la actividad eruptiva de los volcanes, pues da indicios directos de la presencia, volumen y tasa de ascenso del magma.

El IG-EPN cuenta con un espectrómetro de correlación (COSPEC) desde 1988, con el cual es posible medir las emisiones de SO_2 volcánico cuantificando la absorción de radiación UV solar dispersada por la atmósfera debida a las moléculas del gas. Adicionalmente, opera desde el año 2004 un sistema de dos estaciones autónomas de medición remota de flujos de SO_2 , basadas en la técnica de espectroscopía óptica de absorción diferencial (DOAS) y un instrumento portátil (mini-DOAS) para el mismo fin. Las medidas se realizan en las horas de iluminación solar y su calidad está sujeta a las condiciones meteorológicas. En el mismo sentido, en marzo de 2007 se han instalado las primeras estaciones del proyecto NOVAC (Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change), financiado por la Unión Europea, que utiliza instrumentos DOAS de última generación.

Durante el mes de Abril de 2007, la degasificación presentó un patrón muy estable, con ligeras variaciones de intensidad que se corresponden con las variaciones de la sismicidad y deformación observadas. De manera interesante, se marcó un pico en la tasa de emisión el 25 de abril, un día antes de que se forme el pico en la deformación. El valor medio del flujo fue de 1271 t/d, con una desviación estándar de 897 t/d. El estilo de la emisión fue pulsátil, en ocasiones con una recurrencia muy clara y en su mayor parte la emisión tuvo contenidos moderados a altos de ceniza. Lastimosamente, las condiciones meteorológicas dificultaron la medición confiable de los flujos de gas durante varios días de este mes.



El patrón de degasificación observado responde a la presencia de material magmático en el conducto volcánico, pero se observa un descenso en su nivel con respecto al mes anterior, lo que puede interpretarse como un indicio indirecto de la ausencia de nuevas intrusiones magmáticas. Sin embargo, la emisión no muestra un patrón decreciente, señal de que el sistema se encuentra en un estado de degasificación continuo y que el material intruido (presumiblemente a finales de febrero) aún está lejos de agotarse.

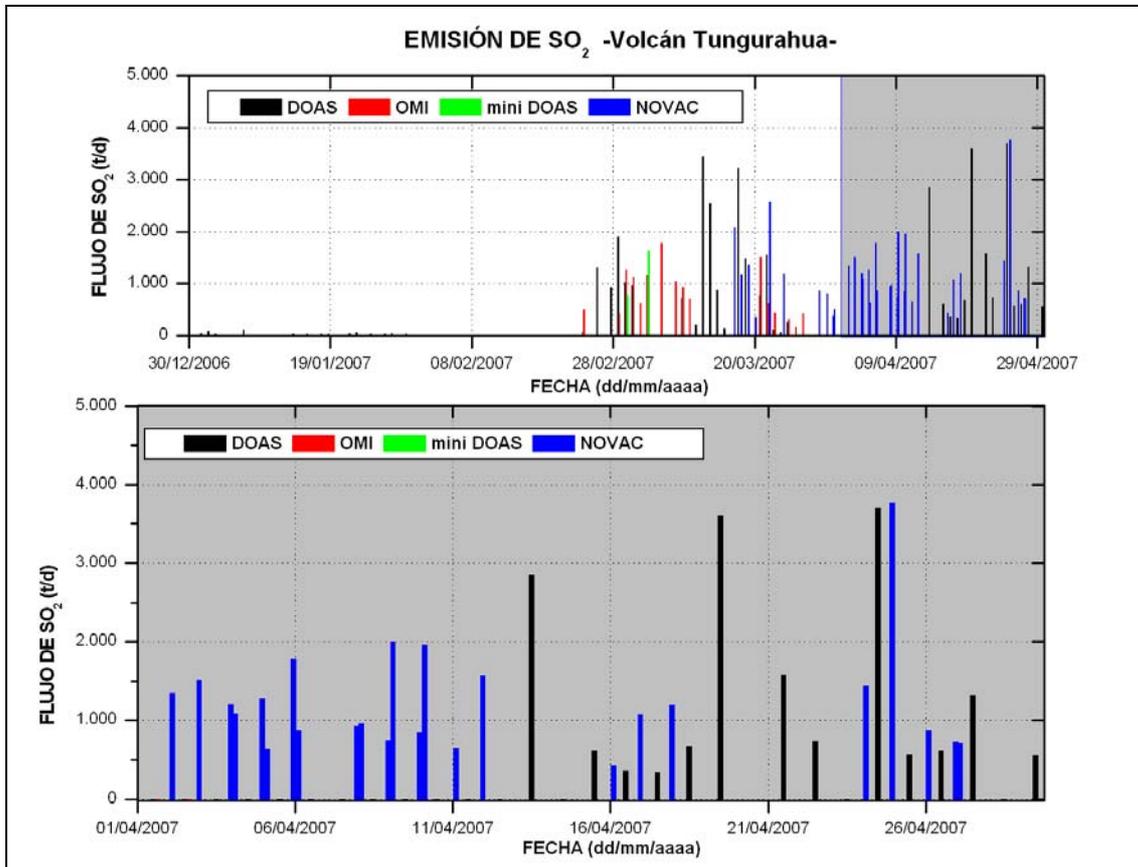


Figura 10-a. (Arriba) Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua durante el año 2007. (Abajo) La zona sombreada corresponde al registro de emisiones de SO₂ durante el mes de Abril. Las técnicas DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC/NASA (cortesía de A. Krueger y S. Carn)

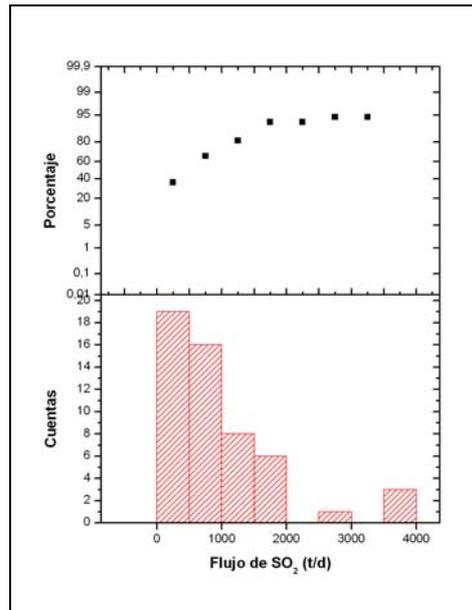


Figura 10-b. (Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de SO_2 medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de SO_2 medidos con el método DOAS

Estadísticas mensuales:

Valor medio: 1271 t/d
 Variabilidad (1σ): 897 t/d
 Valor máximo: 3763 t/d (25 de abril)
 Emisión estimada: 38130 t de SO_2

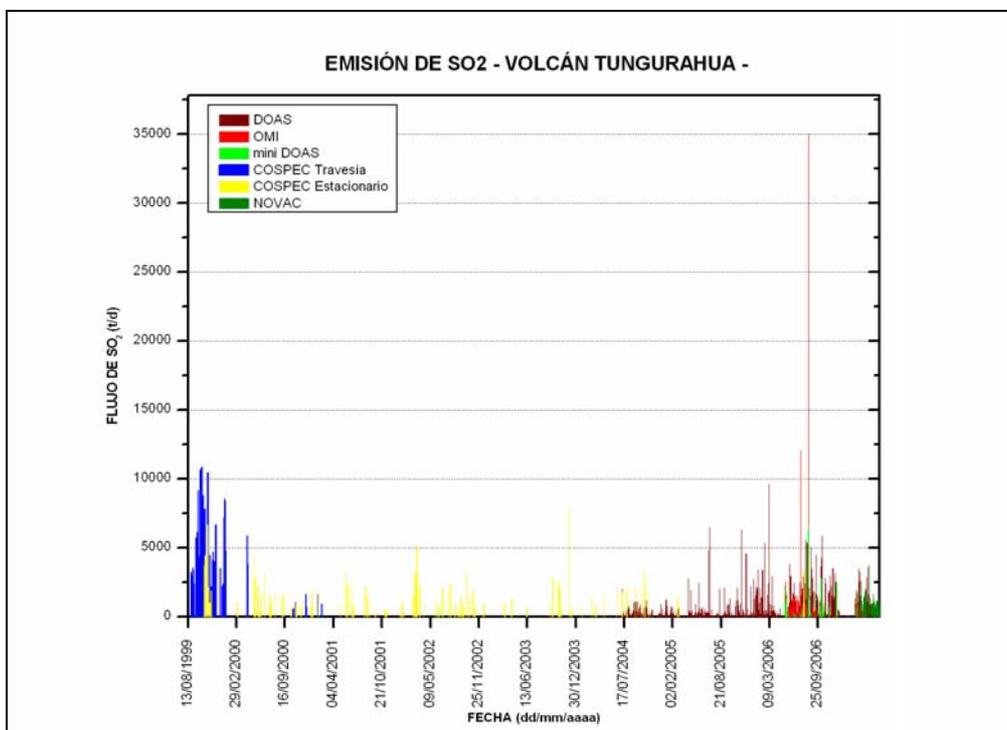


Figura 10-c. Flujo diario de SO_2 emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Abril de 2007



5. Lahares

La mayor parte del tiempo se registraron lluvias prolongadas de baja intensidad. Con la ocurrencia de fuertes lluvias en la zona del volcán se dispararon lahares de diversa intensidad, los que en la mayoría de los casos ocasionaron el cierre de las vías Baños – Penipe o Baños – Pelileo.

Fecha	Hora (TL)	Quebrada	Observaciones
Domingo 1	13h30	Bilbao	No confirmado
Jueves 5	21h20	Confesionario	No Confirmado
Viernes 6	00h00	Achupashal	Moderado, caliente
		Mandur	Agua lodosa
	17h48	Mandur	
		Viejo minero	
Sábado 7	00h00	La Pampa	Grande. Se cierra la vía Baños – Pelileo
Lunes 9	09h30	Achupashal	Pequeño
		Vazcun	
Martes 10	08h13	Romero	
		Mandur	Pequeño
Miércoles 11		Viejo minero	
		Bilbao	
		Pingullo	Agua lodosa
Lunes 16	04h51	Rea	
		La Pampa	
		Mandur	
		Cusúa	
		Los Pájaros	Pequeño
		Viejo Minero	
		Rea	
Mapayacu			
Martes 17	En la mañana	La Pampa	Se cierra la vía Baños – Pelileo
		Viejo Minero	
		Mandur	
		Cusa	Pequeños
		Achupashal	
Jueves 19		Bilbao	
Jueves 19		mandur	Se cierra la vía Baños - Penipe
Sábado 21	11h30	Cusúa	Pequeño
Lunes 23	Medio día	La Pampa	Grande. Se cierra la vía Baños - Pelileo
		Achupashal	
		Cusúa	
		Mandur	Medianos
		Viejo Minero	
Miércoles 25		Vazcún	
		Vazcún	Crecida
		Los Pájaros	Agua lodosa. Se cierra la vía Baños - Pelileo
Jueves 26		Viejo Minero	Agua lodosa
		Pingullo	Grande. Se cierra la vía Baños - Penipe
		Achupashal	Grandes. Se cierra la vía Baños - Penipe
		Bilbao	Grandes. Se cierra la vía Baños - Penipe
		Cusúa	
		Rea	Agua lodosa
		Mapayacu	
Vazcún	Crecida		



Viernes 27	08h27	Achupashal	Grande
		Bilbao	Pequeño
		La Pampa	
		Mandur	

Tabla 2. Listado de los principales flujos de lodo que han descendido durante el mes de Abril de 2007.

6. Observaciones visuales y auditivas

El clima durante el mes de abril presentó días bastante nublados y lluviosos, los cuales son característicos de la etapa invernal. En horas de la tarde el clima mejoró lo que permitió observar el volcán.

El nivel de actividad fue de más a menos. A nivel superficial y cuando el clima lo permitió, se observaron emisiones casi permanentes de vapor, gases y contenidos variables de ceniza, mayor cantidad durante la primera quincena. La altura de las columnas de emisión fluctuaron entre los 0.5 a 3 km snc; con la generación de explosiones y/o emisiones de mayor energía las columnas alcanzaron alturas de 4 a 5 km snc. La pluma se dirigió la mayor parte del tiempo hacia el O, NO y SO, en raras ocasiones se dirigió hacia el N-NE, lo que ocasionó caída de ceniza permanente en los poblados ubicados en el flanco SO del volcán y ocasionalmente en los poblados ubicados al O, NO y N del volcán (Tabla 3). Las poblaciones que más han sido afectadas por la caída de ceniza fueron Choglontus y El Manzano y en menor grado Bilbao y Pillate. Ligeras caídas de ceniza sufrieron las poblaciones ubicadas al N del volcán durante la primera y la tercera semana, cuando cambió momentáneamente el régimen de los vientos.

Población	1	2	3	4	5	7	9	12	14	15	16	17	18	21	22	23	24	26	27	28	29	
Riobamba																						
El Manzano																						
Choglontus																						
Guaranda																						
Yuibug																						
Chontapamba																						
Pillate																						
Bilbao																						
Cotaló																						
San Juan																						
Cevallos																						
Cusúa																						
OVT																						
Juive																						
Pelileo																						
Ambato																						
Pondoa																						
Baños																						
Runtún																						

Tabla 3. Reportes recibidos de caída de ceniza durante el mes de Abril de 2007. En el presente mes no se recibieron reportes de caída de ceniza en poblaciones ubicadas al Norte y Noreste del volcán. Fuente informes semanales OVT.

Con la ocurrencia de explosiones fue muy común escuchar cañonazos y/o bramidos de variada intensidad. Cañonazos excepcionalmente fuertes se escucharon durante la primera quincena del mes. Acompañando a las explosiones y emisiones se escucharon bloques rodando por los flancos del volcán.



Asimismo, la vibración de ventanales, de la estructura de las casas o del suelo fue un fenómeno que perturbó a los pobladores del volcán Tungurahua durante la primera semana del mes, aspecto que refleja el alto nivel de actividad del volcán. En la tabla 4 se resumen los diferentes reportes recibidos de vibración de ventanales o movimiento del suelo por parte de los vigías que se ubican en los alrededores del volcán.

Población	1	3	4
Palitahua	■		
El Manzano	■		
Pillate		■	
Cotaló	■		
Cusúa	■		
OVT			■
Baños		■	
Runtún	■		

Tabla 4. Reportes de vibración de ventanales, de casas o del suelo desde los diferentes poblados ubicados en los alrededores del volcán. Fuente informes semanales OVT, mes de Abril de 2007.

Acompañando a la salida del material por el cráter fue posible escuchar bramidos tipo turbina de variada intensidad. También se escucharon bramidos de origen profundo durante la primera quincena del mes.

Durante las noches y cuando el clima lo permitió se pudo observar fuentes de lava, las que expulsaron bloques incandescentes hasta una altura de 300 m snc. Con la ocurrencia de explosiones y/o emisiones fueron expulsados bloques incandescentes que rodaron por los flancos del volcán hasta aproximadamente 1 km bnc. Cuando el volcán estuvo nublado o parcialmente nublado se observó brillo leve a nivel del cráter.

Las fumarolas del borde NE del cráter se las divisó únicamente durante la segunda semana del mes.

Un hecho aislado fue la presencia de un intenso olor a azufre percibido en el poblado de Bilbao durante la tercera semana del mes, el olor posiblemente se originó por el arrastre de rocas hidrotermalizadas desde la parte alta del cono.

7. Nubes de Ceniza

La dispersión de las nubes de ceniza durante el mes de abril fue menos intensa que el mes de anterior, las condiciones climáticas no favorecieron mucho a la observación directa, pero la VACC registro con los satélites algunas emisiones que alcanzaron la altura máxima de 30000 pies, las direcciones de dichas columnas de ceniza fueron al N, NO, SO y S.

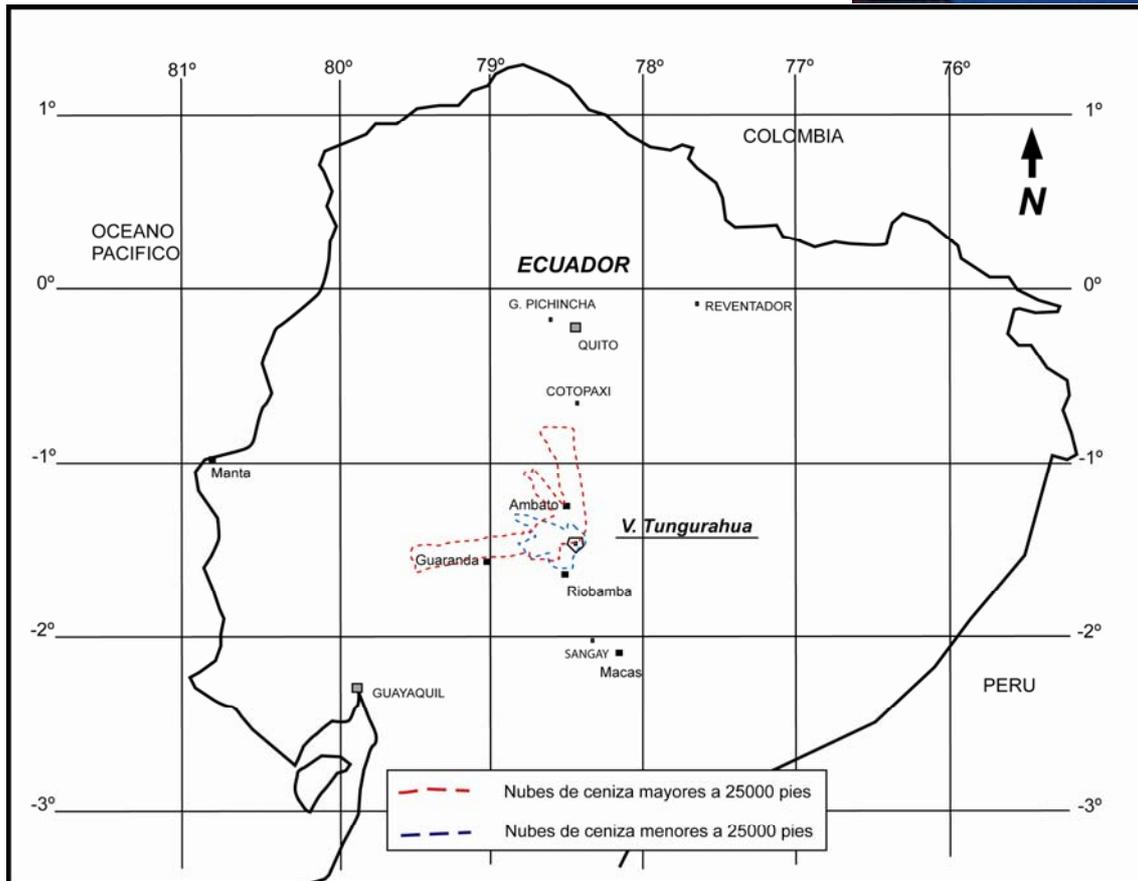


Figura 11. Dispersión de las nubes de ceniza en Abril 2007. Modificado de: <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html>. Realizado por: Ing. David Rivero

8. Conclusiones

Durante el mes de Abril continuó la actividad sísmica, un poco más alta en relación a los meses anteriores: el número de sismos fue entre un 25% y 42% más alto. Hubo pocos eventos de fractura (VT), principalmente se registraron eventos de movimiento de fluidos (LP) y emisiones con un contenido notable de ceniza que fueron dirigidas al Occidente, Sur-occidente y a veces al Nor-occidente.

Los bramidos y vibraciones de los ventanales fueron casi continuos.

Los niveles de liberación de energía fueron notables y se plantearon dos escenarios: 1. Actividad que ocasionara abundantes caídas de ceniza, y 2. Una nueva erupción similar a las registradas en Julio y/o Agosto de 2006

Acompañando a estas emisiones, la tasa de liberación de gases SO₂ se ubicó en un promedio de 1271 t/día, con un máximo valor de ~ 3800 T/día, cuya liberación coincidió con una marcada deflación.

A fines del mes, la actividad eruptiva fue disminuyendo y en general sus características se enmarcaron dentro del escenario 1 planteado.



Grupo de sismología

Guillermo Viracucha gviracucha@igeqn.edu.ec
Pablo Palacios ppalacios@igeqn.edu.ec
Mónica Segovia msegovia@igeqn.edu.ec

Grupo de vulcanología

Diego Barba dbarba@igeqn.edu.ec
Patricia Mothes pmothes@igeqn.edu.ec
Santiago Arellano sarellano@igeqn.edu.ec
David Rivero drivero@igeqn.edu.ec

Estos informes son 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 el BGR (Alemania). Además se reconoce la labor de los vigías y voluntarios de Defensa Civil del Cantón Baños, Patate, Pelileo y Patate.

Junio, 2007 - Quito