



*Resumen Mensual*  
*Actividad del Volcán Tungurahua, Marzo del 2007*  
*Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe*



Foto- Ing. P. Mothes, desde Pondoá.  
Fecha: Marzo, 09, 2007

- 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**

La nueva fase del proceso eruptivo que empezó el 24 de Febrero, 2007 tuvo su continuación durante todo el mes de Marzo. Mayormente las manifestaciones superficiales fueron caracterizadas por abundantes emisiones de gas, ceniza y material incandescente. Las explosiones fueron numerosas y algunas grandes, siendo estas y las continuas caídas de cenizas los más notables acontecimientos. En esta primera fase se registró un aumento en la amplitud de tremor de emisión, el número de eventos LP se incrementó y la tasa de emisión de SO<sub>2</sub> llegó al orden promedio de 1050 Ton/día. Sin embargo se registro poca evidencia de deformación en los flancos.



Durante la segunda semana empezaron las caídas de ceniza, que fueron sostenidas por columnas de entre 2 y 6 km de altura. Las mismas se dirigieron al SO-O y NO donde provocaron la caída de ceniza en comunidades cercanas como Chogluntus, Pillate, Cotaló etc, llegando a 1 cm de acumulación en ciertos sectores como Chogluntus y Yuibug. Se registraron hasta 29 explosiones por día, algunas de tamaño grande. A mediados del mes, hubo momentos en que las explosiones ocurrieron a un ritmo de una cada 10 minutos, sugiriendo la operación de un tipo de válvula que permitió acumular cierta cantidad de presión a la vez.

Al fin de mes la caída de ceniza fue constante, saliendo energéticamente con columnas de hasta 5 km de altura. Se registró tremor de baja frecuencia (1 Hz) pero nunca fue armónico, más que todo fue pulsátil, como indicador de las variaciones en la energía liberada y cierto sellamiento en el conducto superior. La actividad continuó en niveles altos hasta fin de mes, con actividad estromboliana que expulsó bloques hasta 1000 m bajo el nivel del cráter y las explosiones fueron importantes, generando columnas de hasta 6 km sobre el cráter. Una de estas explosiones, el 27 de Marzo causó un "desbordamiento" de material incandescente que bajó unos 800 m por la cabecera de la Quebrada Mandur. Es posible, que otros eventos similares se hayan producido en los días siguientes con las explosiones grandes que se registraron, pero por nubosidad reinante no fue posible observarlos. En días posteriores los lahares que bajaron por las quebradas entre Mandur y Chontapamba estuvieron acarreado material rocoso caliente

En fin, debido a la re-inyección de nuevo magma en el mes de enero, el volcán intensificó sus manifestaciones superficiales, cuyos aspectos más importantes fueron la frecuente y casi continua caída de ceniza sobre los sectores al N-NO del cono y explosiones moderadas y un flujo piroclástico pequeño. Con respecto a los parámetros monitoreados, el número de sismos LP fue moderado, con un promedio de 36 eventos por día, valor muy similar a lo presentado en Febrero, 2007. La intensidad (amplitud) y duración del tremor de emisión fue variable.

La presente fase eruptiva no ha alcanzado el VEI 2-3, puesto que el volumen de magma ha sido pequeño, ha subido y se ha desgasicado relativamente lento. Hacia al fin de Marzo, la actividad está en nivel 6 en el IAS, generando la inquietud sobre si ocurrirá o no, una erupción de importancia.

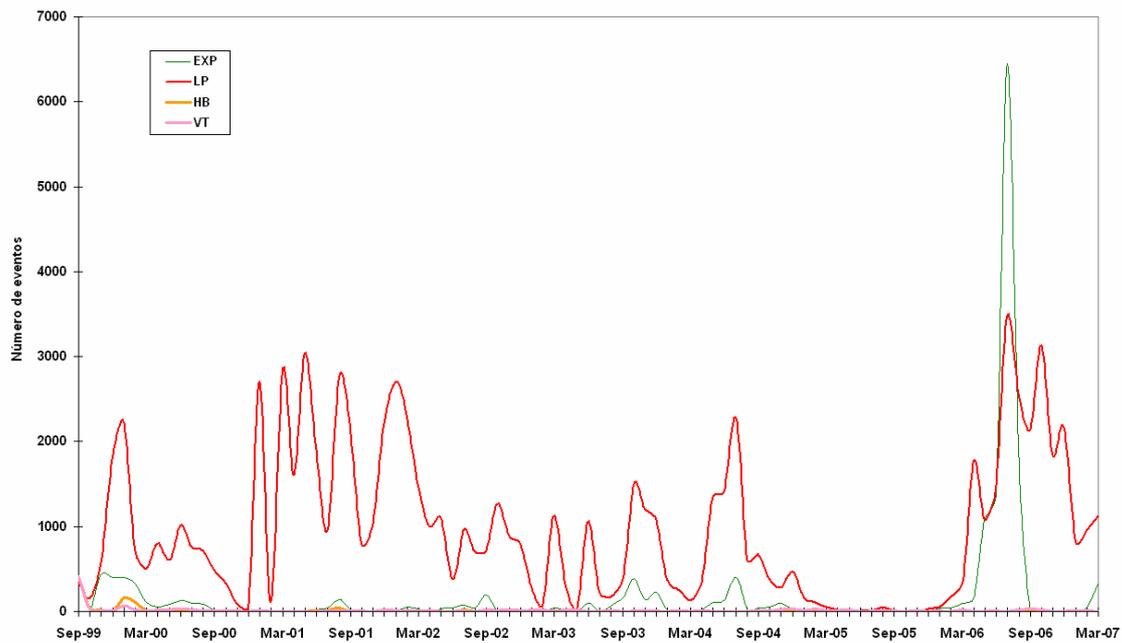
## 2. Sismicidad

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
26 Feb – 4 Mar	427	427	0	0	364	51
5 – 11 Mar	235	235	0	0	269	87
12 – 18 Mar	134	133	1	0	203	112
19 – 25 Mar	241	241	0	0	356	86
26 Mar – 1 Abr	465	465	0	0	300	47
<b>Total Mar/2007</b>	<b>1126</b>	<b>1125</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1215</b>	<b>334</b>
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

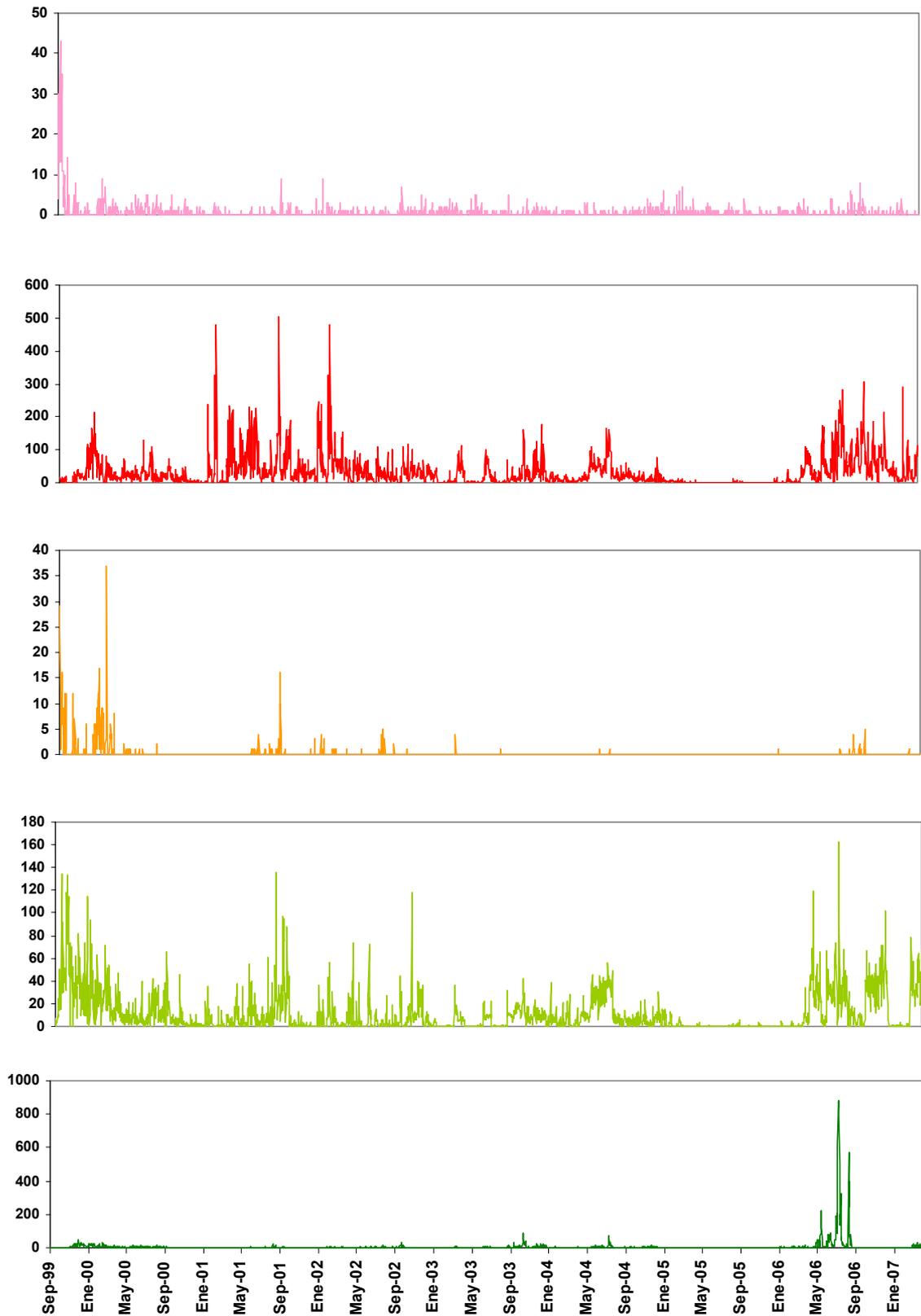


Total Jul/2006	3482	3475	5	2	1185	6442
Promedio diario Mar/2007	36.32	36.29	0.03	0.0	39.19	10.77
Promedio diario Feb/2007	35.11	34.5	0.53	0.07	11.14	1.92
Promedio diario Ene/2007	26.74	26.35	0.38	0.0	0.32	0.0
Promedio diario Dic/2006	70.06	69.9	0.16	0.0	22.84	0.0
Promedio diario Nov/2006	61.6	61.5	0.1	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 enero y la registrada en los últimos nueve meses.



**Figura 1.** Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Marzo 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 Marzo del 2007 (en el orden indicado).

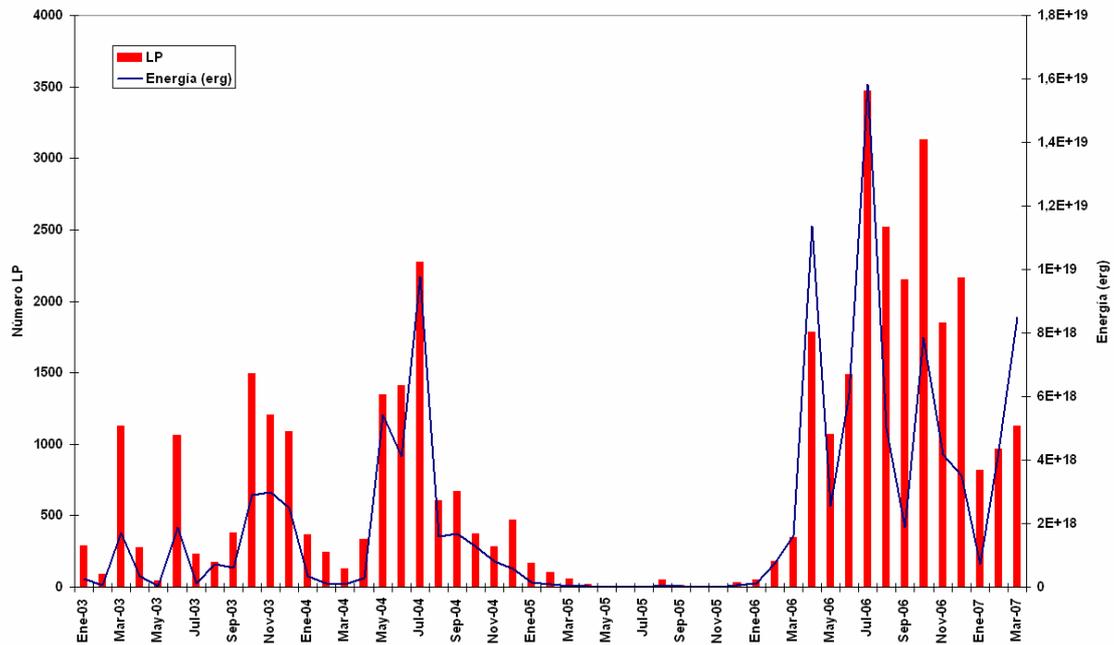


Figura 3. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Marzo del 2007.

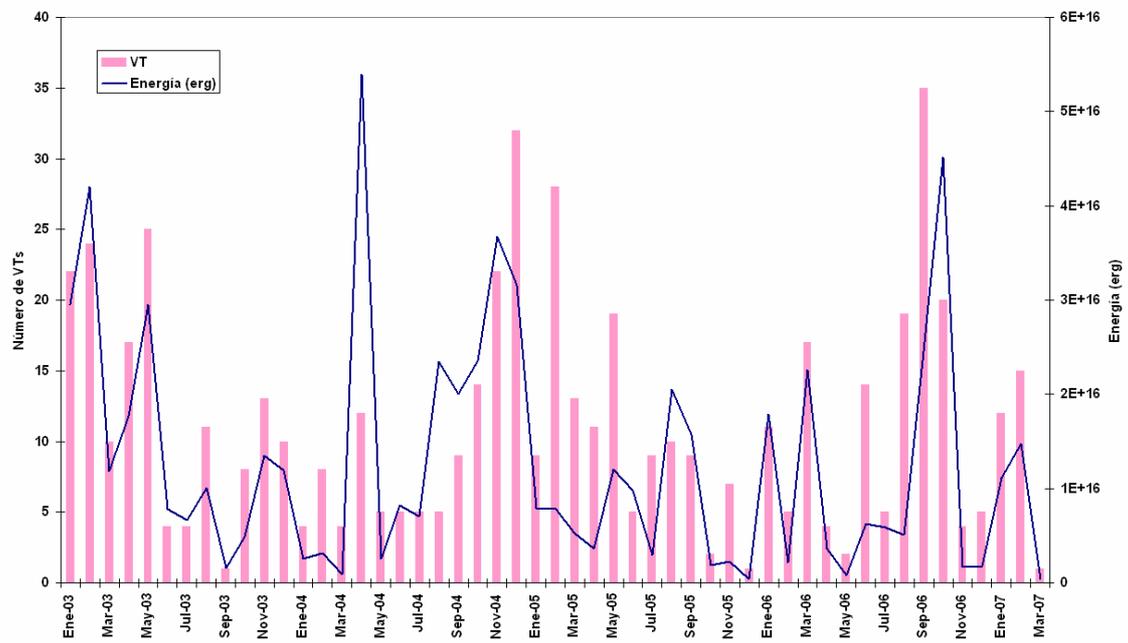
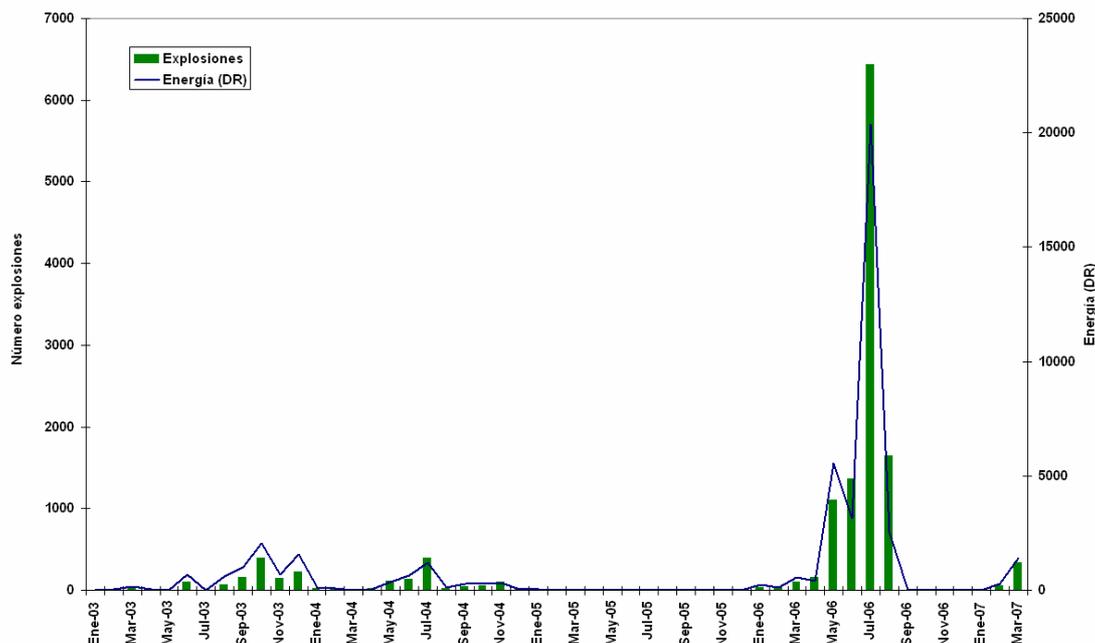
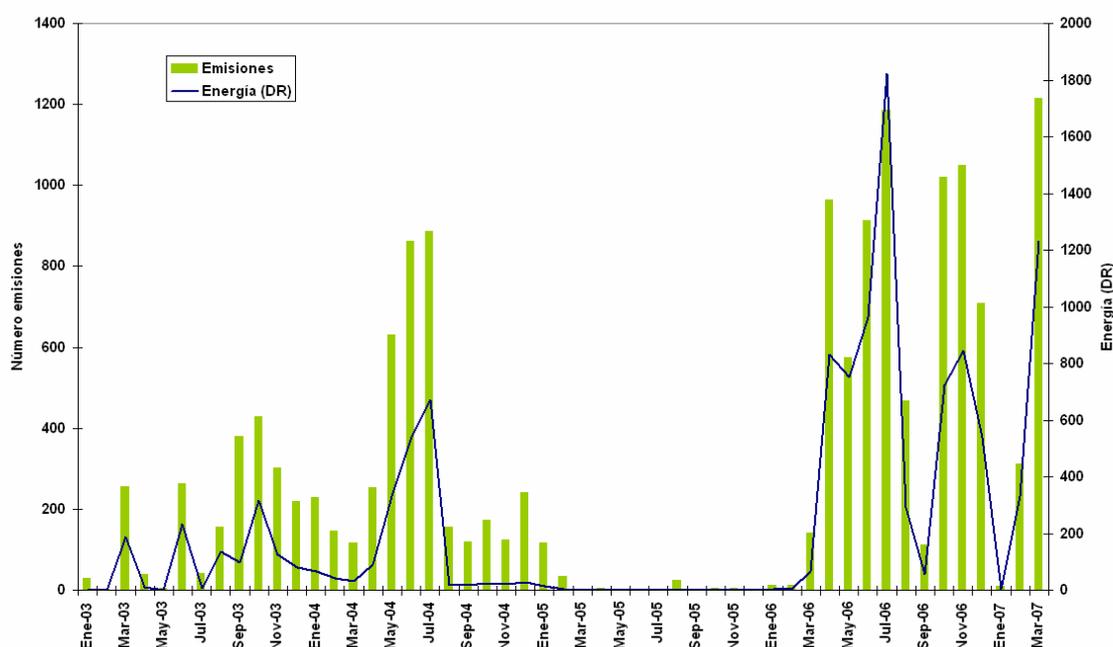


Figura 4. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Marzo del 2007.



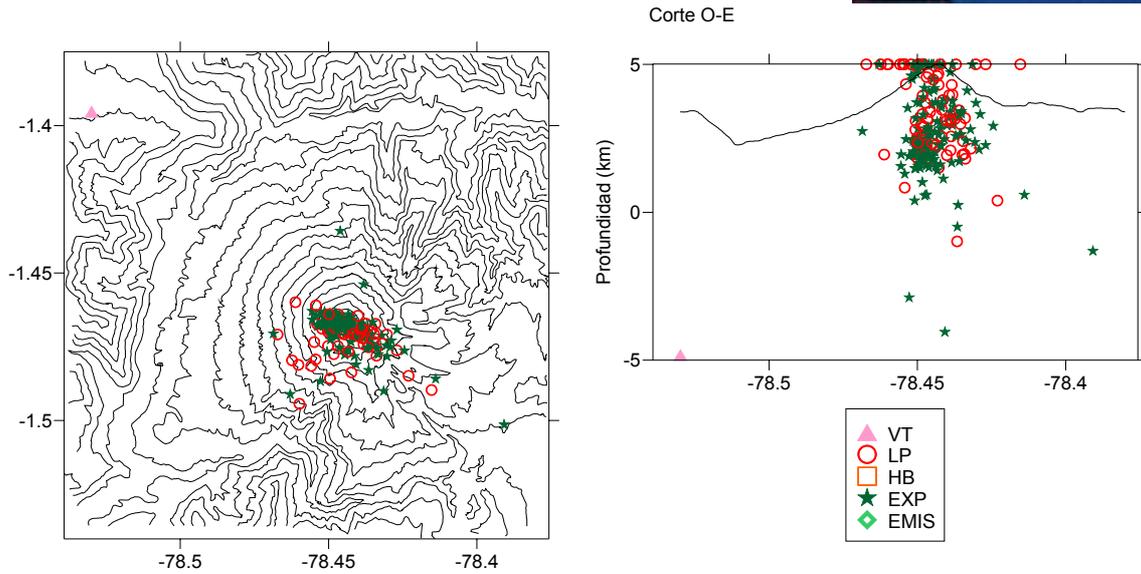
**Figura 5.** Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR – desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Marzo del 2007.



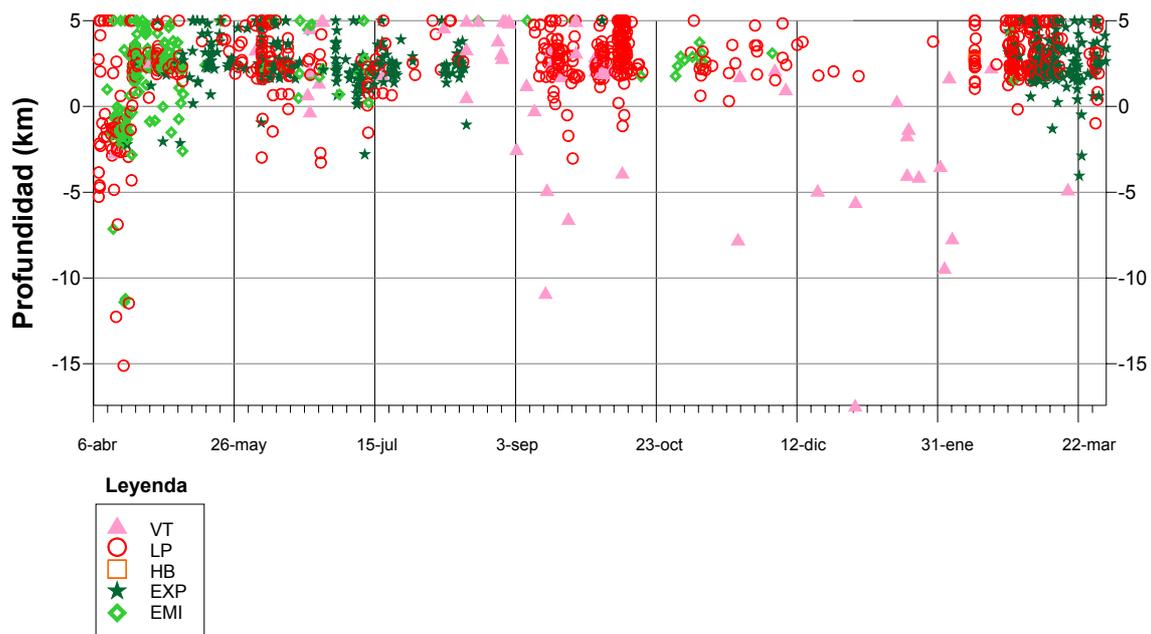
**Figura 6.** Número mensual de emisiones y su energía asociada (DR –desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Marzo del 2007.

## 2.1 Localizaciones

La actividad fue principalmente superficial, pero sí se registraron eventos de movimiento de fluidos (LP, emisiones y explosiones) un poco más profundos en relación al mes pasado. Se registró un solo evento de fractura o volcano-tectónico (VT) que se ubicó al NO del volcán a una distancia de 12 km y a una profundidad de 10 km bajo el cráter (Figuras 7-a y 7-b).



**Figura 7-a.** Ubicaciones de los eventos volcánicos localizados durante el mes de Marzo 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 Marzo 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 volcano – tectónicos experimentó un ascenso desde fines de febrero y se mantuvo en un nivel superior en 10 puntos aproximadamente en relación al mes de febrero, sin variar mayormente.

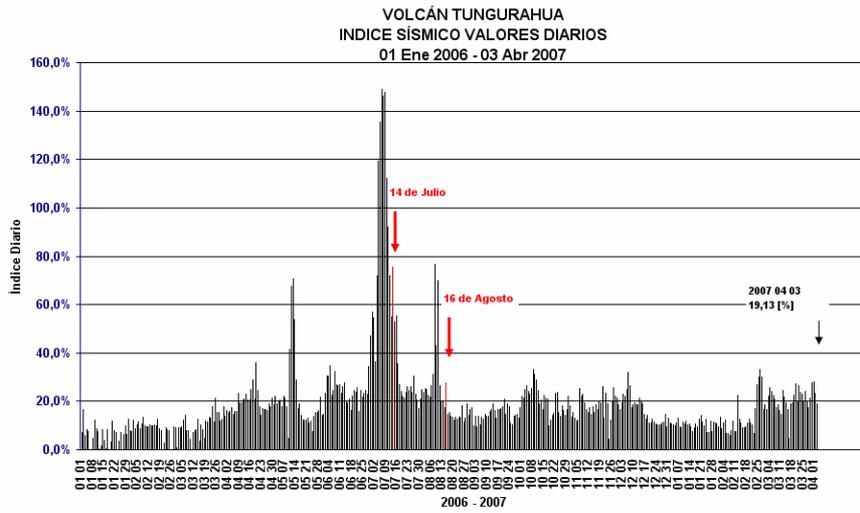


Este parámetro que es una medida adimensional que resume en un solo valor tanto la energía como el número de eventos de todas las señales sísmicas: explosiones, tremor, eventos de largo período, eventos híbridos y eventos volcánico – tectónicos experimentó un ascenso desde fines de febrero y se mantuvo en un nivel superior en 10 puntos aproximadamente en relación al mes de febrero, sin variar mayormente.

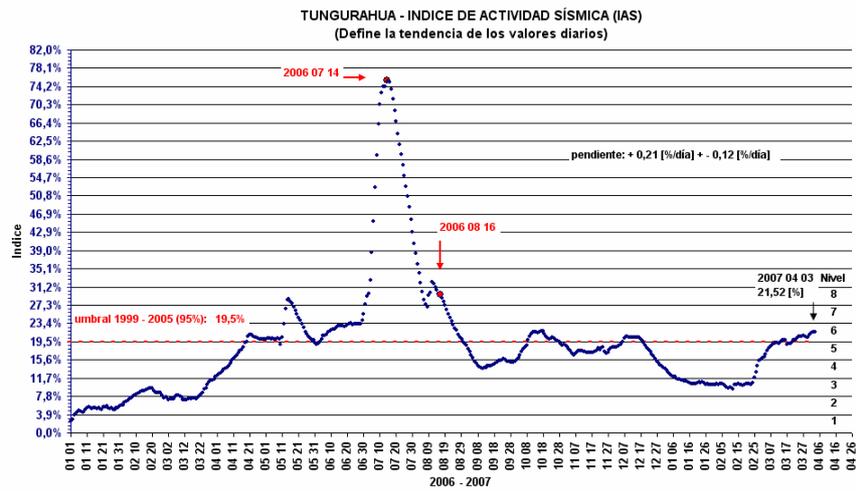
Las tasas de cambio de los valores diarios (velocidad y aceleración) fueron similares al período 1999-2005 (Figuras 8-c y 8-d). Estos valores fueron menores a los presentados en los períodos Julio y Agosto del año pasado (Figura 8-a). Sin embargo, el IAS (Índice de Actividad Sísmica – Figura 8-b) ascendió hasta el nivel 6 manteniéndose ahí y considerado como de alta actividad. En la mayor parte del comportamiento sísmico del volcán, desde 1999 al 2005 las principales emisiones de ceniza que afectaron a las poblaciones circundantes estuvieron relacionadas con niveles del IAS no superiores al 6. Este tipo de actividad (Escenario I) se diferenció claramente de la que precedió a las erupciones del Julio y Agosto del 2006 (Escenario II) que estuvieron acompañadas de flujos piroclásticos y por niveles del IAS superiores al 6 (informe especial No.2 marzo 2, 2007). En este sentido actualmente se considera al nivel 6 como de transición entre los dos escenarios. La característica de la transición se vio reflejada el 27 de marzo cuando una de las emisiones estuvo acompañada de un pequeño flujo piroclástico que descendió por el flanco occidental 1000 m bajo la cumbre, pero sin que se llegue a desarrollarse el Escenario II.

Prácticamente en la primera quincena de marzo el IAS osciló en la frontera de los niveles 5 y 6, coincidiendo con frecuentes emisiones de ceniza. Los días subsiguientes la sismicidad aumenta progresivamente hasta el episodio del 27 de marzo, también acompañada de emisiones de ceniza, terminando el mes en la mitad del nivel 6.

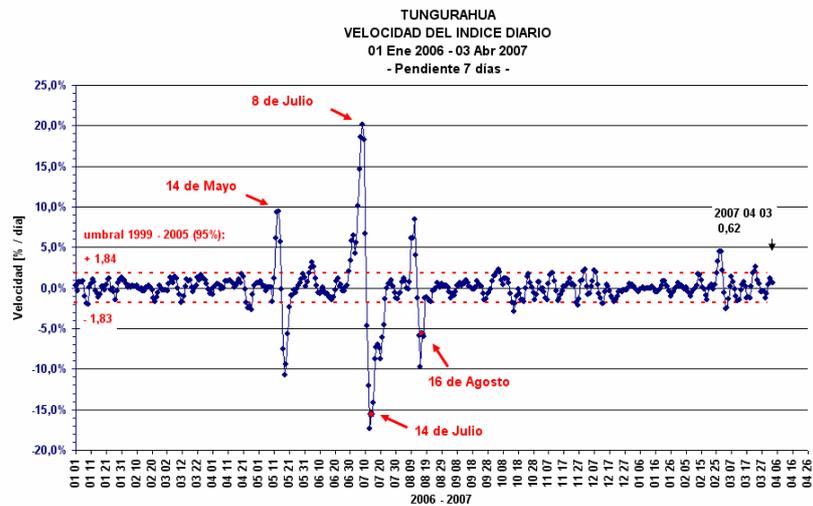
Con la actividad actual del volcán no se puede descartar que nuevos flujos piroclásticos acompañen las emisiones mientras el IAS se encuentre en nivel 6. Tampoco se conocen aún señales claras que pongan en evidencia la presencia de un flujo piroclástico, minutos antes o durante su desarrollo, por lo cual no es posible dar alertas sobre este fenómeno si no se cuenta con visibilidad directa. Aún en el caso de contar con buena visibilidad, identificándose un flujo piroclástico, debido a su velocidad de descenso puede llegar a la base del volcán en cuestión de pocos minutos. De acuerdo al conocimiento actual del comportamiento sísmico del Tungurahua, se espera que si el IAS desciende a niveles inferiores al 6, las posibilidades del escenario II disminuyan rápidamente, pero de colocarse en niveles superiores aumentarían considerablemente, por lo que el nivel de transición demanda de mayor atención al desarrollo del proceso.



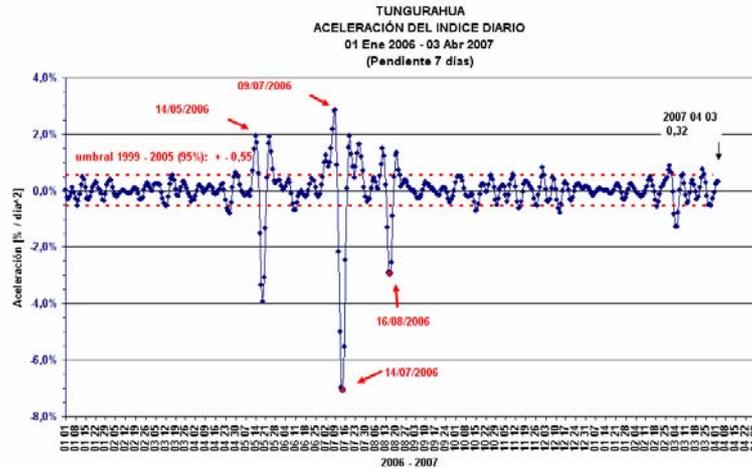
(a)



(b)



(c)

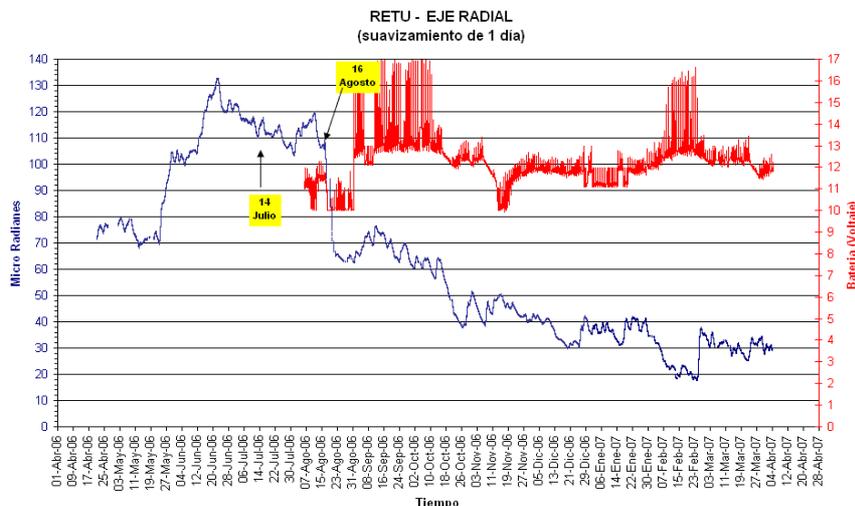


(d)

**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. En Febrero y Marzo se observa un incremento debido la reactivación del volcán.

### 3. Deformación

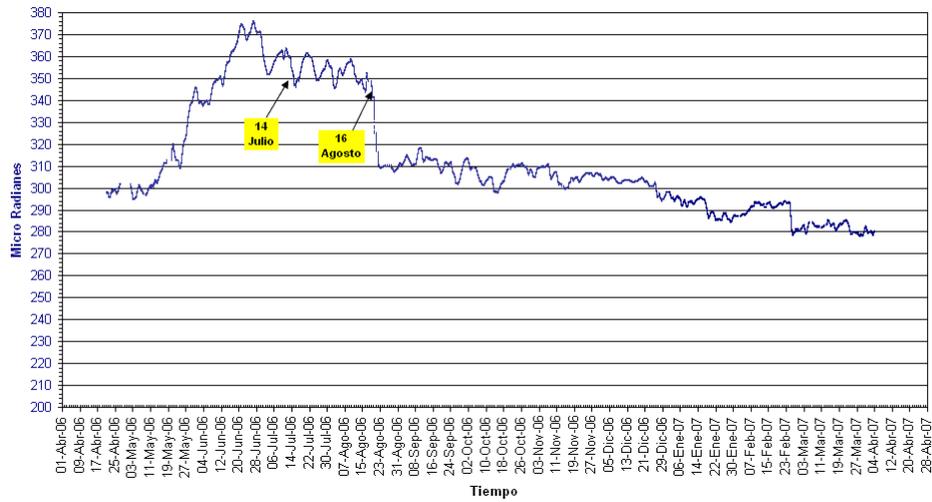
Durante el mes de Marzo se observan muy pocas fluctuaciones en los ejes radial y tangencial de la estación RETU. El cambio total fue menor de 10 microradianes y no hubo una clara tendencia de inflación ni deflación (Figuras 9-a y 9-b). Se puede hablar de un estado “steady state” en que no se incrementó la compresión adentro del cono para generar un estado inflacionario. Esta condición fue muy similar a la notada en Diciembre de 2006 y a inicios de Enero de 2007, antes de la tendencia inflacionaria relacionada con los eventos VT. En los datos de la estación JUIV (Figuras 9-c y 9-b), se observa unas fluctuaciones bruscas en el eje tangencial que probablemente se debe a un problema instrumental, y en el eje radial se ve datos coherentes, sin mayores cambios, reflejando en cierta manera el mismo patrón observado en la estación RETU.



(a)

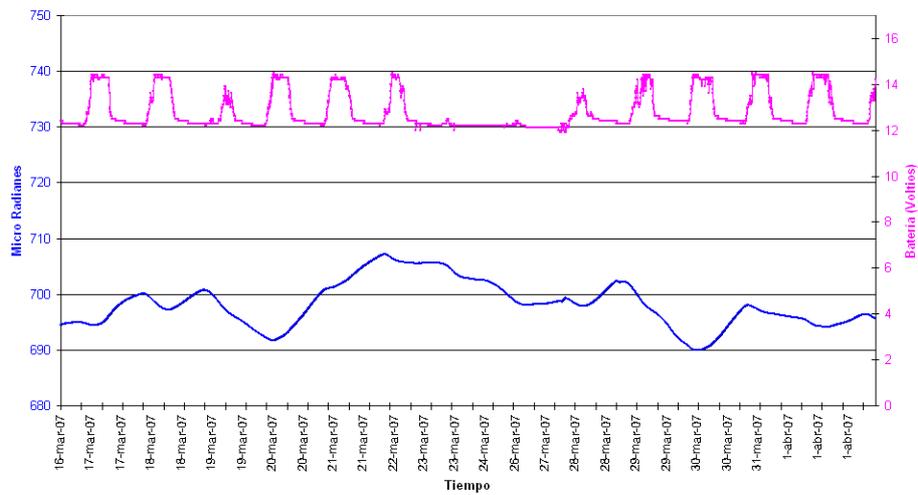


RETU - EJE TANGENCIAL  
(suavizamiento de 1 día)

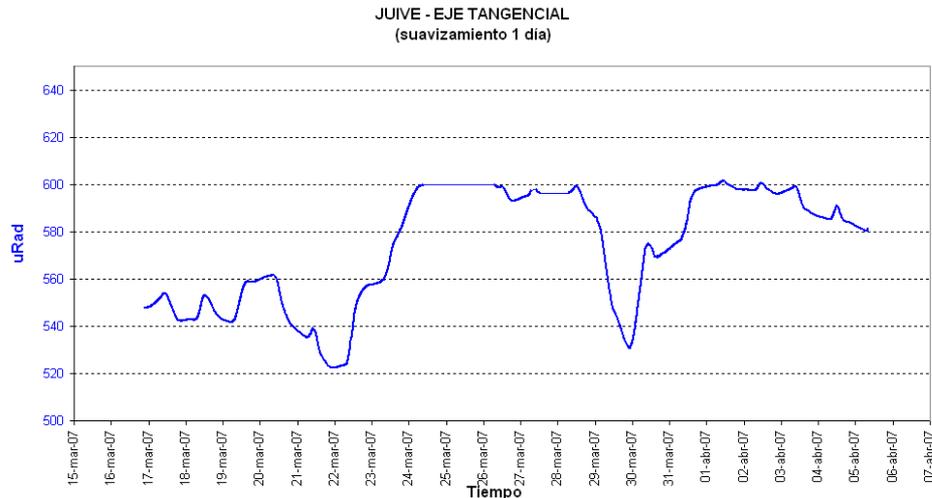


(b)

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 Abril 2007.

## 4. Geoquímica

### Emisiones

La medición del flujo de  $\text{SO}_2$  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.

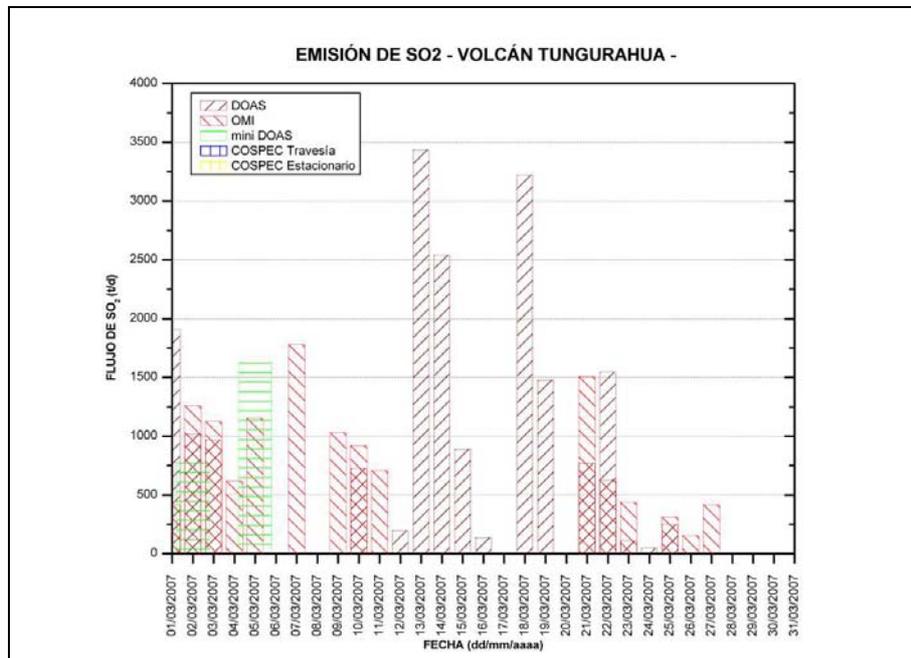
El IG-EPN cuenta con un espectrómetro de correlación (COSPEC) desde 1988, con el cual es posible medir las emisiones de  $\text{SO}_2$  volcánico cuantificando la absorción de radiación UV solar dispersada por la atmósfera debida a las moléculas del gas. Adicionalmente, opera desde el año 2004 un sistema de dos estaciones autónomas de medición remota de flujos de  $\text{SO}_2$ , 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.

Durante el mes de Marzo de 2007, la degasificación ascendió significativamente respecto a los meses anteriores de este año. El aumento de la emisión de gases fue observado desde el 24 de febrero y se mantuvo relativamente estable alrededor de una media de 1034 t/d con una variabilidad de 835 t/d ( $\pm 1\sigma$ ). 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. Hacia finales de mes los pulsos tendieron a ser menos recurrentes pero más energéticos. Lastimosamente, las condiciones meteorológicas dificultaron la medición confiable de los flujos de gas durante las últimas semanas.

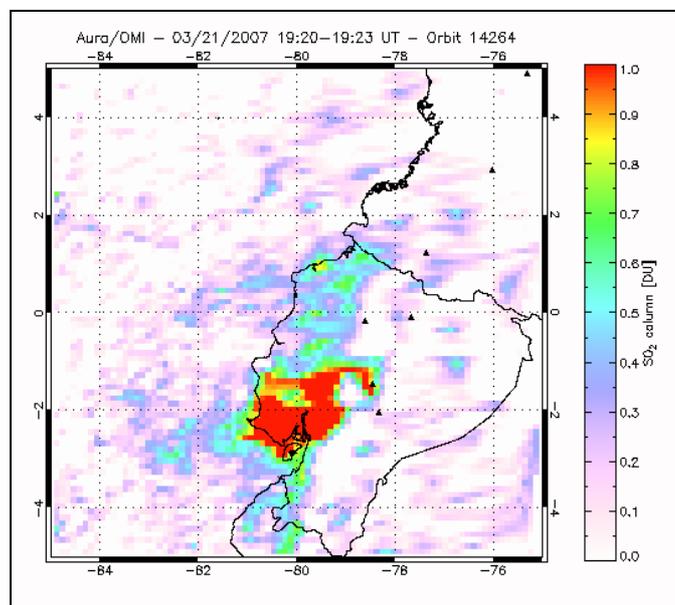
El patrón de degasificación observado responde a la presencia de material magmático cercano al cráter. La variación en la frecuencia y energía con la que se produjeron las emisiones pudo haberse debido a cambios en la permeabilidad del magma que conllevan a la acumulación de presión e incluso a la generación de flujos piroclásticos, como los eventos observados en la última semana del mes. No se ha observado un cambio significativo de este estilo de emisión hacia el cierre de este informe.



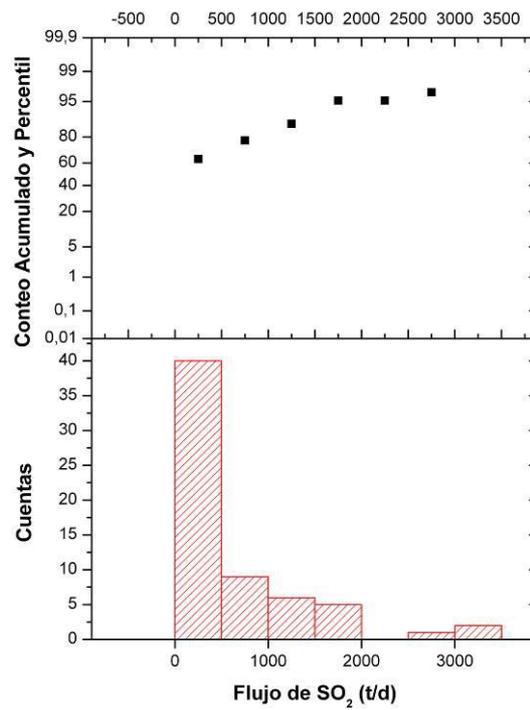
Desde este mes, asimismo, se cuenta con nuevas estaciones de monitoreo automático del flujo de gas  $\text{SO}_2$  en el volcán Tungurahua, en el marco del proyecto NOVAC, financiado por la Comunidad Europea.



**Figura 10-a.** Flujo diario de  $\text{SO}_2$  emitido por el volcán Tungurahua durante el mes de Marzo de 2007. Las técnicas DOAS, mini DOAS y COSPEC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC (cortesía de A. Krueger y S. Carn)



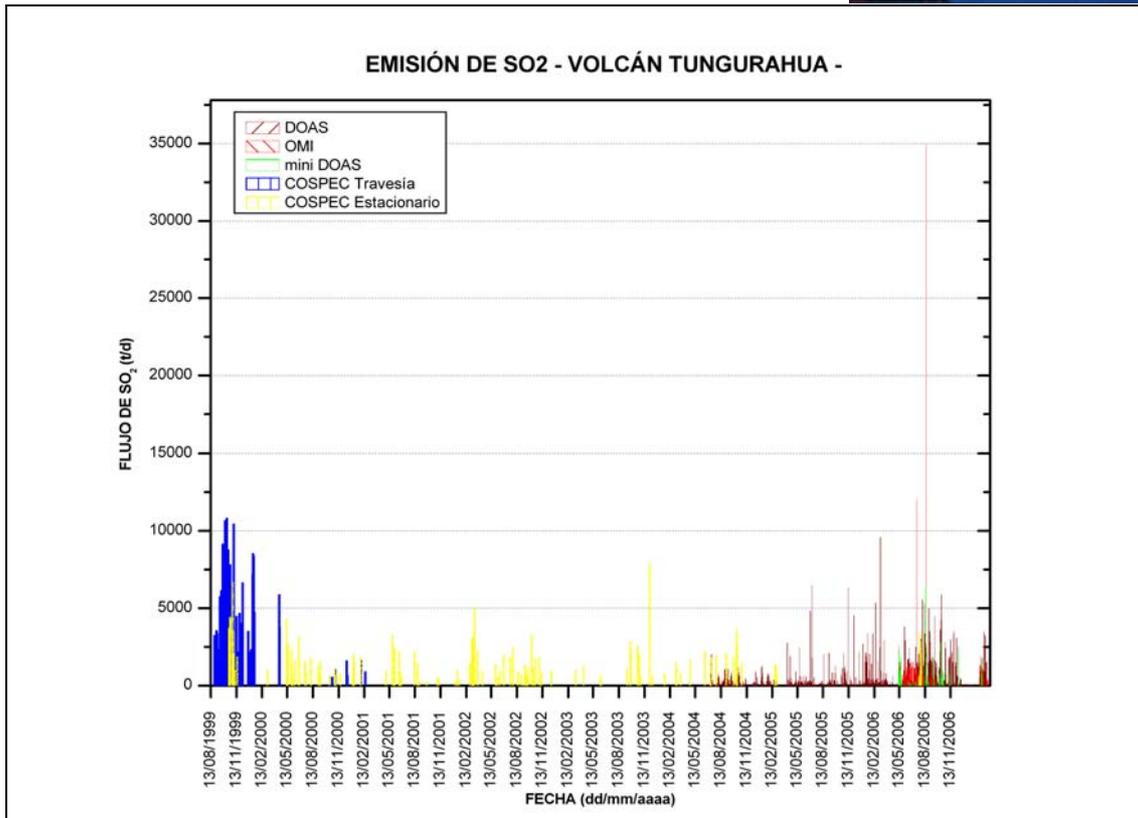
**Figura 10-b.** Imagen satelital obtenida por el sensor OMI de la emisión de  $\text{SO}_2$  del volcán Tungurahua correspondiente al 21 de marzo de 2007. La masa emitida fue de aproximadamente 1500 t (cortesía de A. Krueger y S. Carn)



**Figura 10-c.** (Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de SO<sub>2</sub> medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de SO<sub>2</sub> medidos con el método DOAS

**Estadísticas mensuales:**

Valor medio: 1034 t/d  
Variabilidad (1 $\sigma$ ): 835 t/d  
Valor máximo: 3437 t/d (13 de marzo)  
Emisión estimada: 32054 t de SO<sub>2</sub>



**Figura 10-d.** Flujo diario de SO<sub>2</sub> emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Marzo de 2007

## 5. Lahares

Durante la mayor parte del mes de Marzo, 2007 se registraron lluvias prolongadas de baja intensidad. Y con la ocurrencia de fuertes lluvias en la zona del volcán se dispararon lahares de diversos tamaños, los que en la mayoría de los casos ocasionaron el cierre de las vías Baños – Penipe o Baños – Pelileo. Asimismo, el lahar del viernes 23 que descendió por la quebrada de Vazcún afectó a la parte baja de las piscinas de El Salado.

Fecha	Hora (TL)	Quebrada	Observaciones
Sábado 3	18h23	Achupashal	
Domingo 4	7h53	Bilbao	
	8h30	Mandur	
Miércoles 7	Madrugada	Motilonos	Se cierra la vía Baños - Penipe
Viernes 9	18h19	Chontapamba	
		Pingullo	
		Motilonos	
Miércoles 14	17h15	Mandur	
		Cusúa	Pequeño
		Achupashal	Pequeño
Viernes 16	18h00	Motilonos	
		Chontapamba	
	21h58	Mandur	Pequeño. Se cierra la vía Baños - Penipe
		El Viejo minero	Agua lodosa







Población	4	5	6	7	9	10	11	13	14	16	21	22	23	24	25	28	29
Puela																	
El Manzano																	
Choglontus																	
Pillate																	
Cotaló																	
San Juan																	
Cusúa																	
Juive																	
OVT																	
Pondoa																	
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 semanas OVT, mes de marzo, 2007.

Acompañando a la salida del material por el cráter fue posible escuchar bramidos de variada intensidad y diversidad. Los más frecuentes fueron los bramidos tipo “turbina”, seguidos por los bramidos tipo “mezcladora” y de tipo “profundo”. Durante la primera semana del mes se reportaron bramidos de tipo “tren” y de tipo “exhalación profunda”.

Durante las noches y cuando el clima lo permitió se pudo observar fuentes de lava, las que expulsaron bloques incandescentes hasta una altura de 200 m snc (sobre el nivel del cráter). Con la ocurrencia de explosiones y/o emisiones fueron expulsados bloques incandescentes que rodaron por los flancos del volcán hasta aproximadamente 1 km bnc (bajo el nivel del cráter). Cuando el volcán estuvo nublado o parcialmente nublado se observó brillo intenso hasta 200 m snc.

Un hecho importante que ocurrió el día martes 27 a las 17h10 TL fue el descenso de un pequeño flujo piroclástico (FP). El FP fue disparado por una explosión que estuvo acompañada por un cañonazo fuerte. La columna de ceniza ascendió rápidamente en forma subvertical (Foto 1). FP descendió 1 km bnc hacia por el flanco NO.



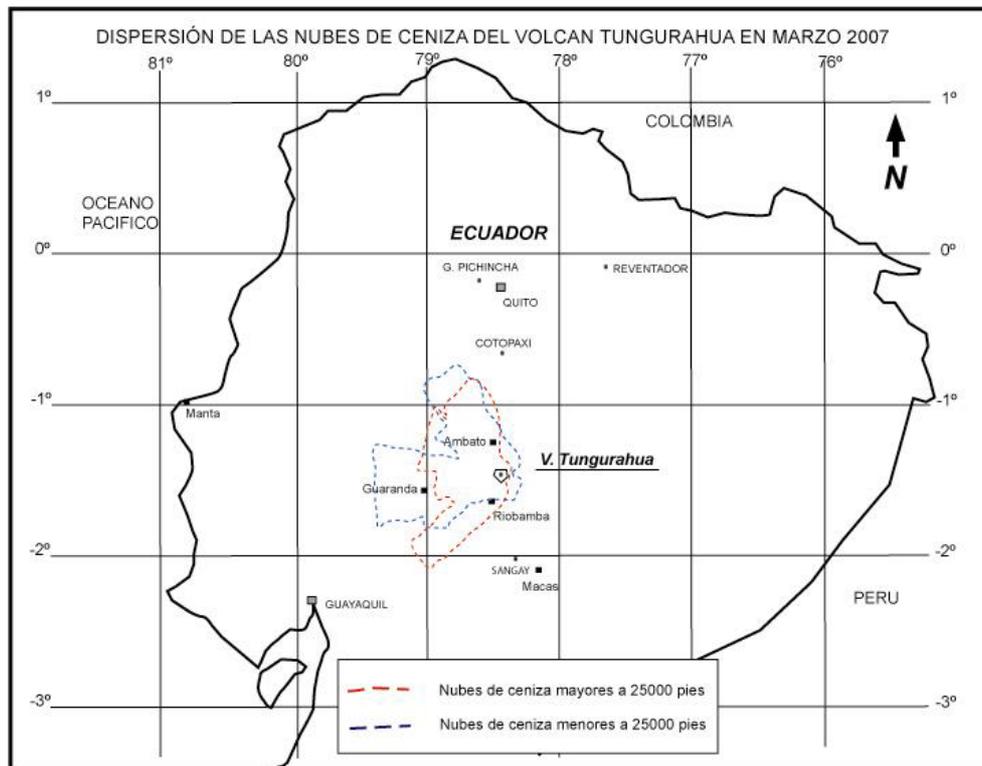
**Foto 1.** Columna de vapor y moderada carga de ceniza que dio origen a un pequeño flujo piroclástico que descendió por el flanco NO el día martes 27 de marzo, 2007. Foto: Jorge Bustillos.



## 7. Nubes de Ceniza

El Tungurahua con una actividad superficial ha mostrado lo que va de este año, la mayor dispersión de nubes de ceniza en marzo, con alturas de ceniza entre 22000 - 33000 pies, con direcciones al NO, O, SO principalmente (Figura 11).

Las nubes de ceniza en este mes han afectado continuamente las poblaciones del flanco occidental del volcán, así como los pueblos vecinos ubicados en las Provincias de Chimborazo, Ambato, Bolívar.



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

**Figura 11.** Dispersión de la ceniza en Marzo de 2007.

## 8. Conclusiones

Debido a la re-inyección de nuevo magma en el mes de Enero de 2007, el volcán intensificó sus manifestaciones superficiales, cuyos aspectos más importantes fueron la frecuente y casi continua caída de ceniza sobre los sectores al N-NO del cono y explosiones moderadas y un flujo piroclástico pequeño a fines del mes. Con respecto a los parámetros monitoreados, el número de eventos LP fue moderado, con un promedio de 36 eventos por día, valor muy similar a lo presentado en Febrero de 2007. La intensidad (amplitud) y duración del tremor de emisión fue variable. No se registró tremor armónico, que implica un mayor movimiento de magma, registro que fue importante antes de las erupciones de Julio y Agosto de 2006.

La presente fase eruptiva no ha alcanzado un nivel eruptivo de VEI 2-3, puesto que el volumen de magma ha sido pequeño y ha subido gradualmente y su desgasificación ha sido relativamente lenta. Hacia al fin de Marzo, la actividad llegó el nivel 6 en el IS,



generando la inquietud sobre si ocurrirá o no, una erupción de importancia y generadora de flujos piroclásticos voluminosos.

### Grupo de sismología

Guillermo Viracucha [gviracucha@igeptn.edu.ec](mailto:gviracucha@igeptn.edu.ec)  
Pablo Palacios [ppalacios@igeptn.edu.ec](mailto:ppalacios@igeptn.edu.ec)  
Mónica Segovia [msegovia@igeptn.edu.ec](mailto:msegovia@igeptn.edu.ec)

### Grupo de vulcanología

Diego Barba [dbarba@igeptn.edu.ec](mailto:dbarba@igeptn.edu.ec)  
Patricia Mothes [pmothes@igeptn.edu.ec](mailto:pmothes@igeptn.edu.ec)  
Santiago Arellano [sarellano@igeptn.edu.ec](mailto:sarellano@igeptn.edu.ec)  
David Rivero [drivero@igeptn.edu.ec](mailto:drivero@igeptn.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.

25 Abril, 2007 - Quito