



## *Resumen Mensual*

### *Actividad del Volcán Tungurahua, Junio del 2007*

*Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe*



Cauce cortado por erosión lahárica- Sector la Pampa, V. Tungurahua, 13 Junio- 2007, Foto: P. Ramón

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

### **1. Síntesis General de la Actividad**

Durante el mes de Junio, 2007 la actividad del volcán se caracterizó por ser moderada a baja, con tendencia a estabilizarse. A inicio del mes la sismicidad se caracterizó por pocos eventos notables, mayormente del tipo de movimiento de fluidos (LP) y por emisiones que fueron acompañados por columnas no muy energéticas con carga media a baja de ceniza.

Los primeros días del mes del mes, se reportaron bramidos leves a fuertes, catalogados como “tipo turbina” asociados con una tasa de emisión de SO<sub>2</sub> relativamente alta ~ 2900 T/día. Hacia fin de mes, se registraron 4 sismos volcano-tectónicos (VT), relacionados con un fracturamiento y posteriormente se observaron emisiones de gases un poco más fuertes y con leves cargas de ceniza.



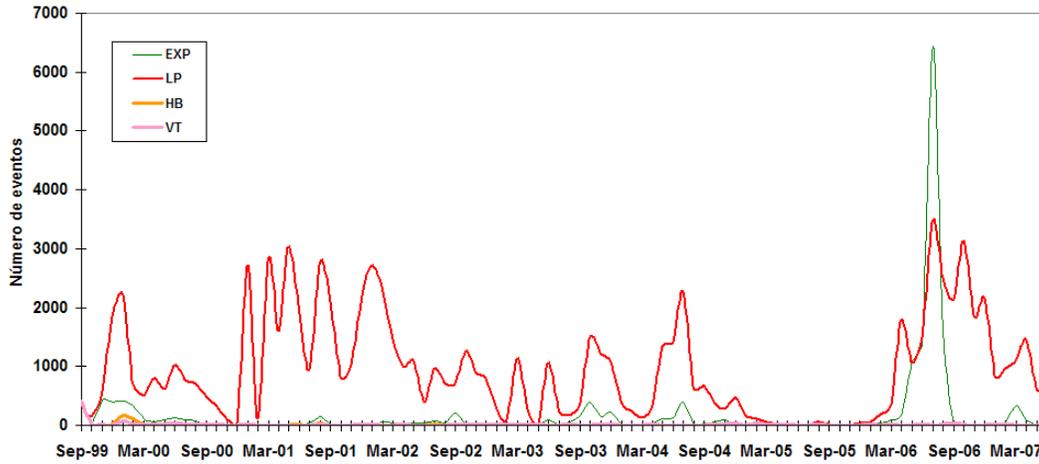
La novedad del mes fue el número de grandes lahares que se produjeron debido a las fuertes lluvias que obstaculizaron las carreteras.

En fin, con la excepción de pequeñas variaciones diarias en la actividad sísmica, en general, la actividad del volcán fue mayormente estable.

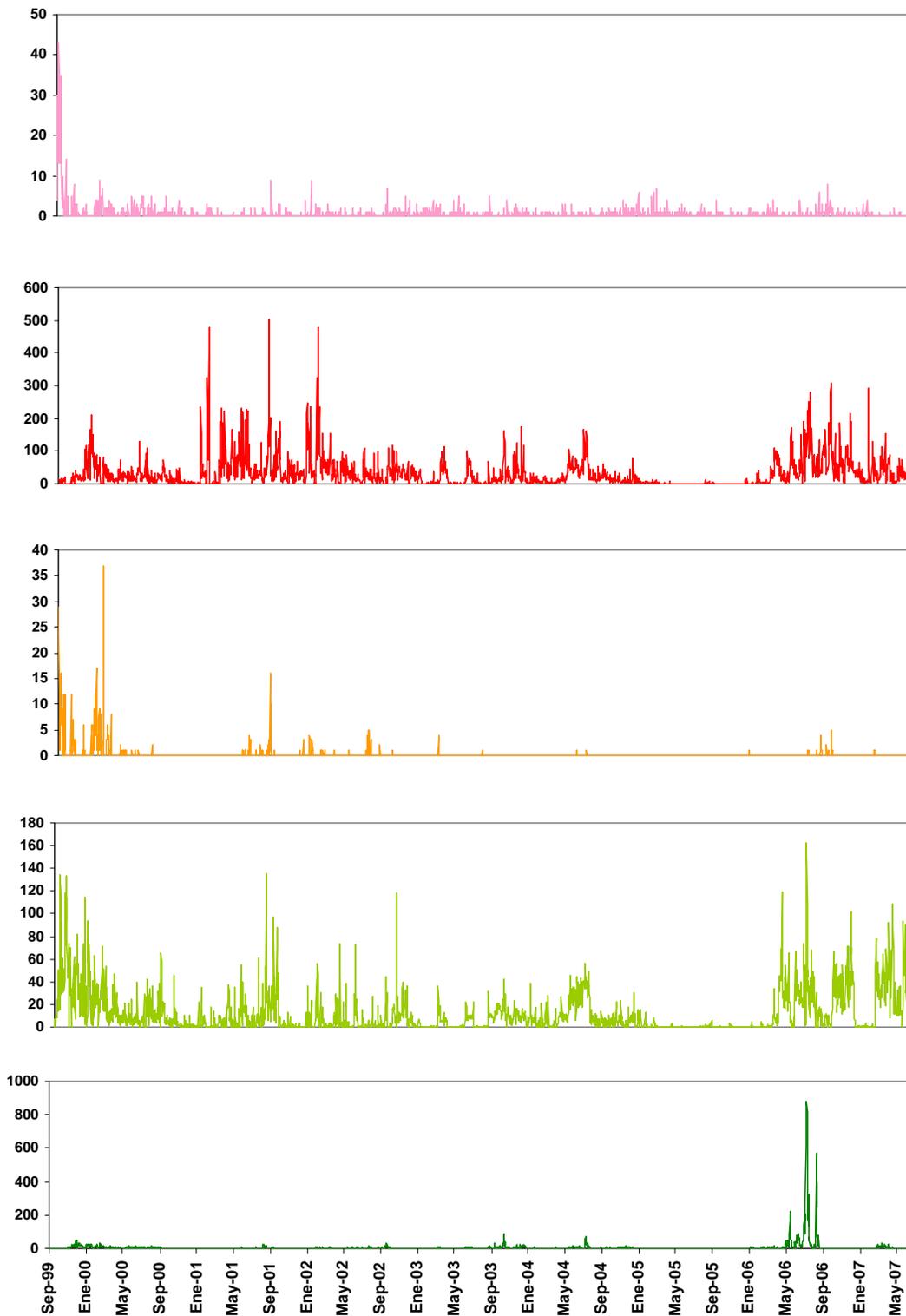
## 2. Sismicidad

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
28 May - 3 Jun	310	310	0	0	470	0
4 - 10 Jun	231	231	0	0	143	0
11-17 Jun	182	182	0	0	131	1
18 - 24 Jun	103	103	0	0	167	0
25 Jun - 1 Jul	241	237	5	0	207	2
<b>Total Jun/2007</b>	<b>859</b>	<b>856</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>845</b>	<b>3</b>
Total May/2007	608	603	5	0	733	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 Jun/2007	28.63	28.53	0.13	00	28.16	0.1
Promedio diario May/2007	19.61	19.45	0.16	0.0	25.58	0.0
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	0.0	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

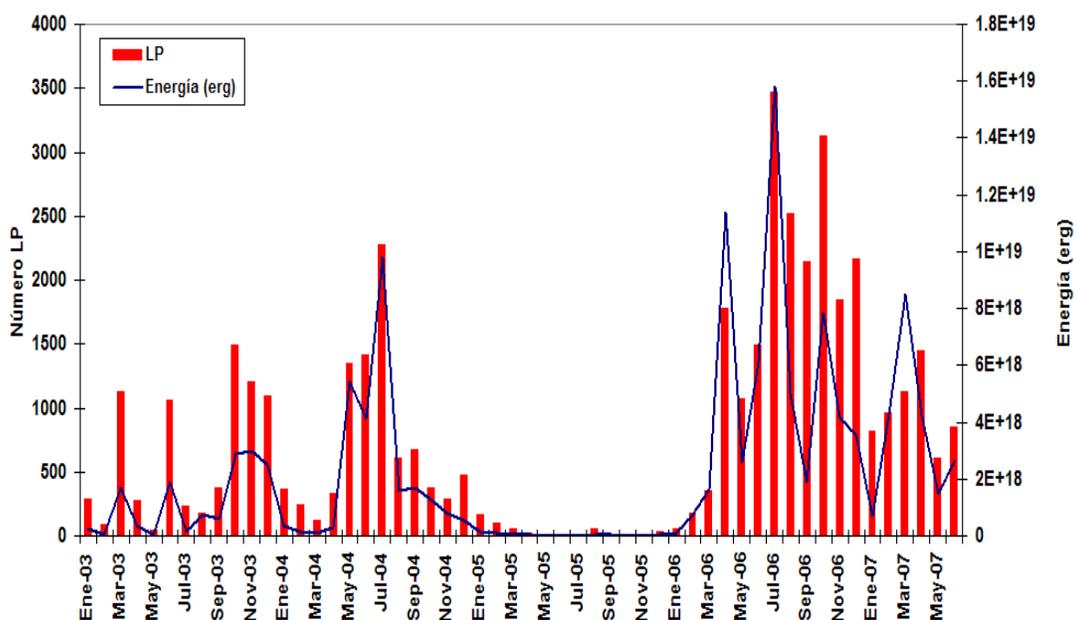
*Tabla 1. Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Junio, 2007 y la registrada en los últimos doce meses.*



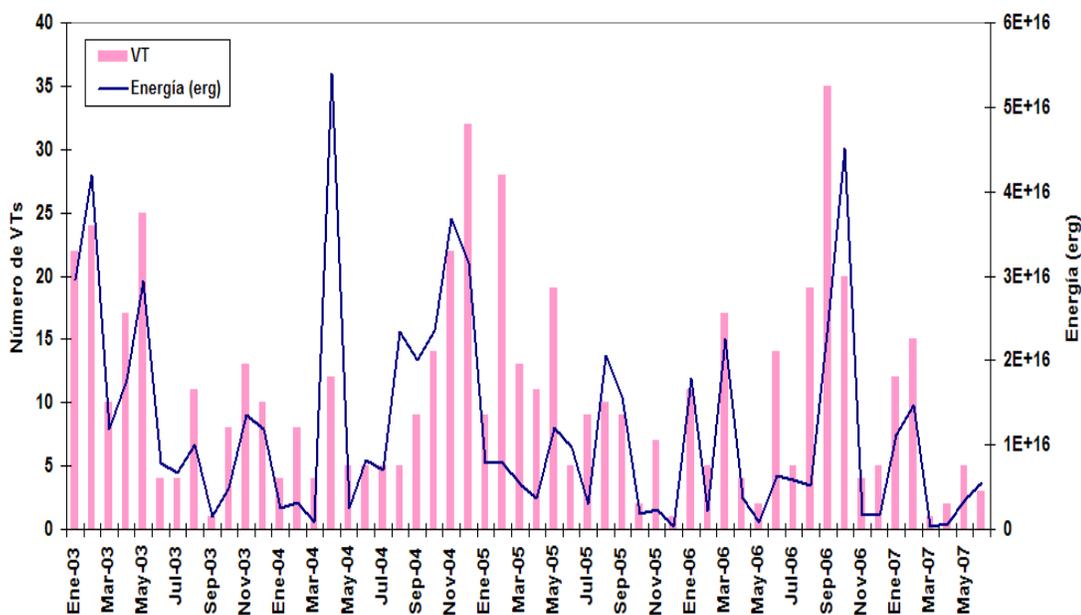
**Figura 1.** Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Junio del 2007.



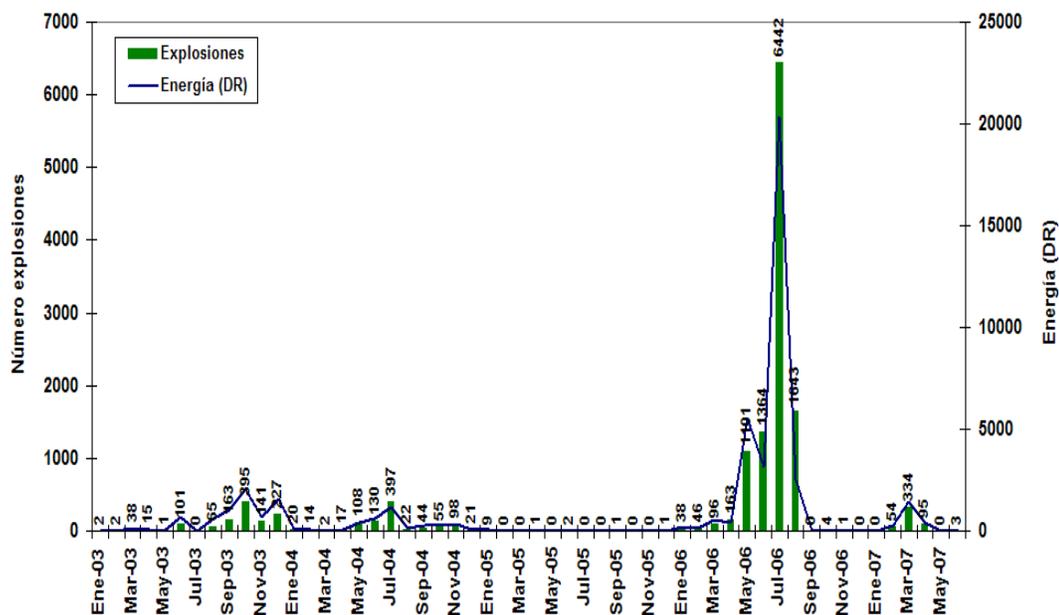
**Figura 2.** Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Junio del 2007 (en el orden indicado).



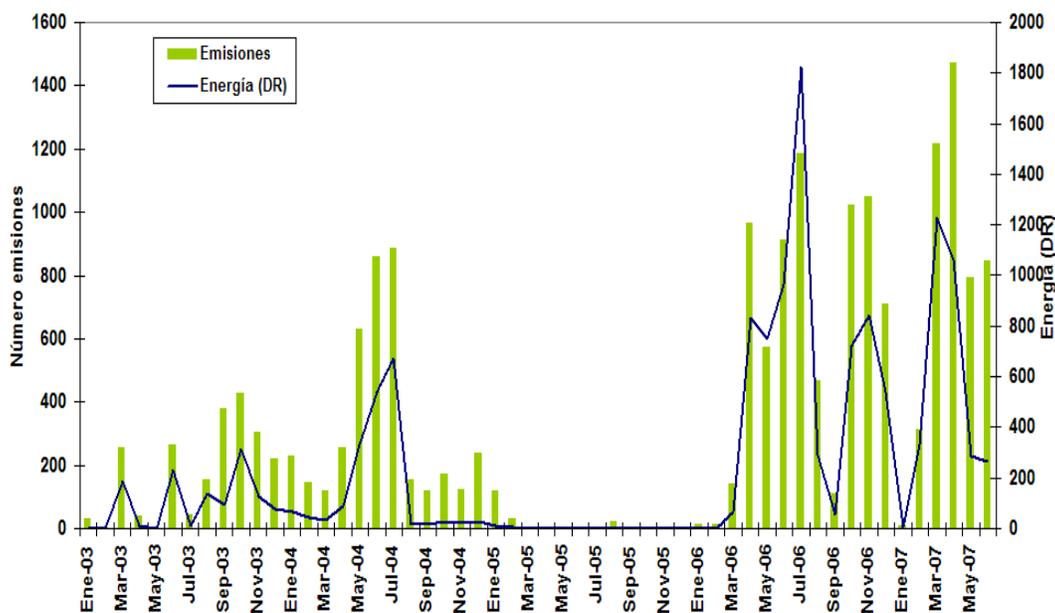
**Figura 3.** Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Junio del 2007.



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

## 2.1 Localizaciones

Durante este mes tampoco hay eventos para localizar, salvo unas tres señales lo suficientemente grandes. Entre ellas está el evento de fractura o volcano-tectónico registrado el 27 de junio.

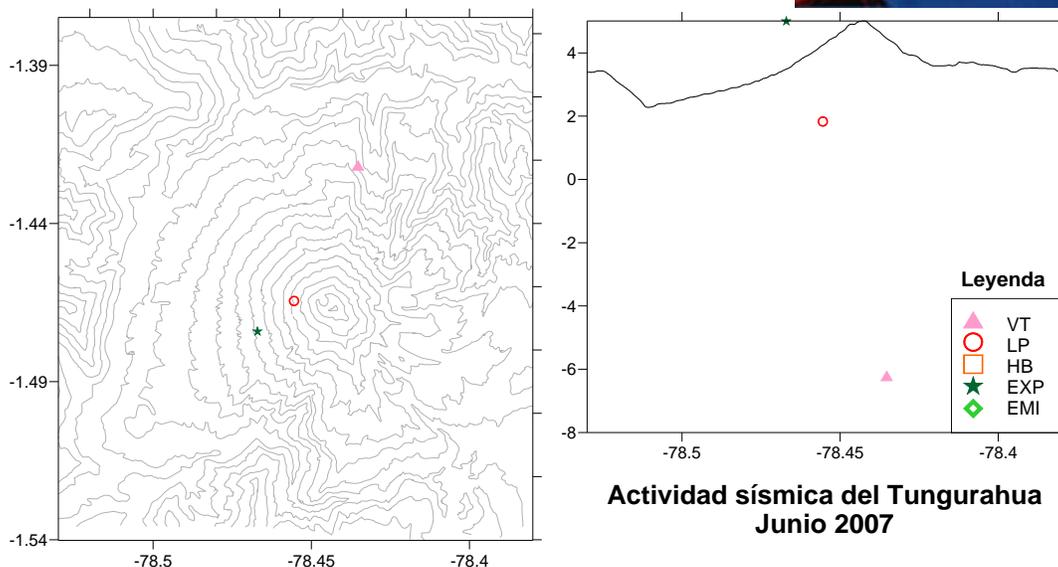


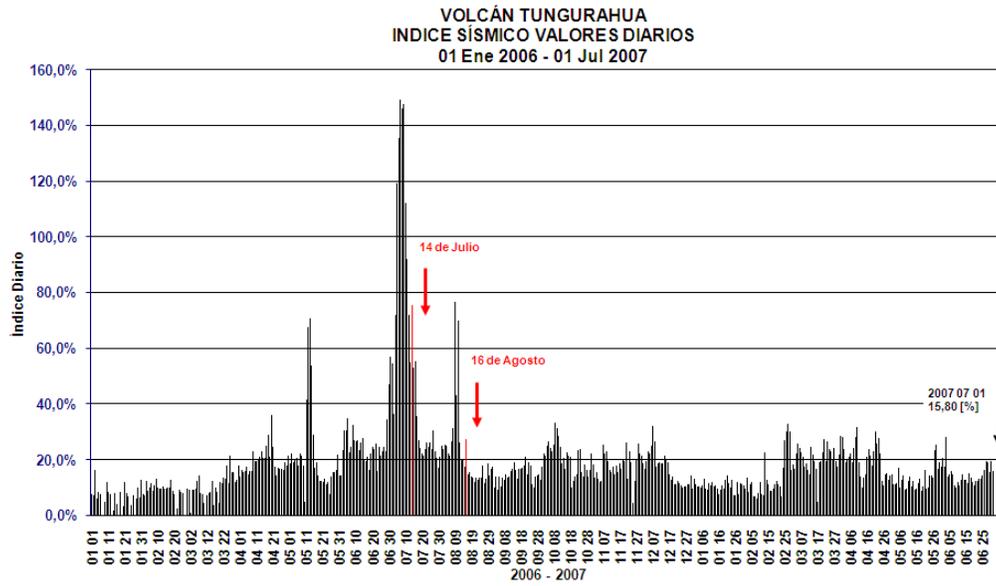
Figura 7. Localizaciones de eventos del mes de Junio.

## 2.2 Índice sísmico

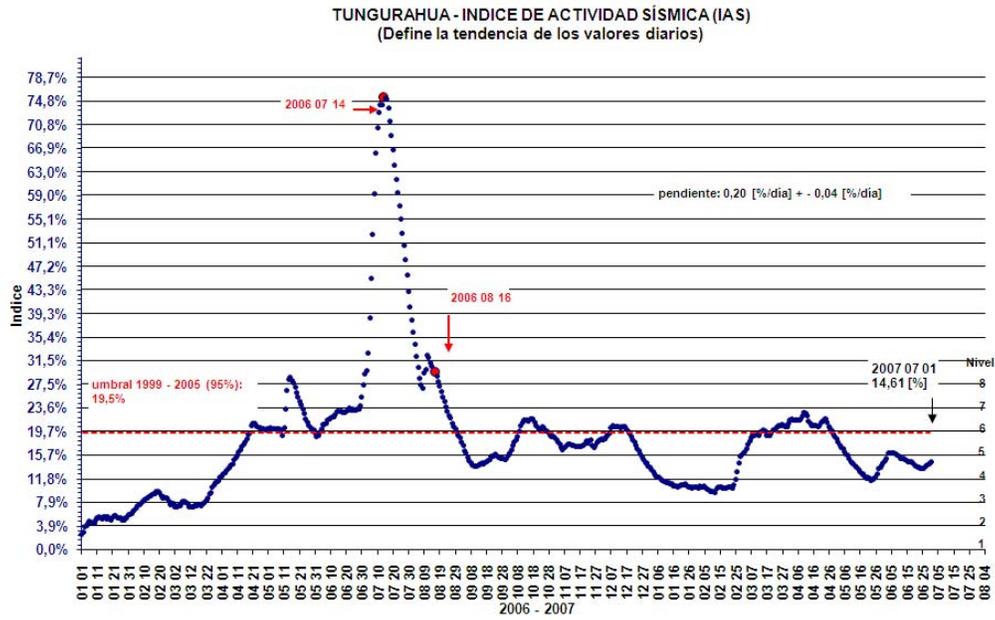
Este parámetro que es una medida adimensional que resume en un solo valor tanto la energía como el número de eventos de todas las señales sísmicas: explosiones, tremor, eventos de largo período, eventos híbridos y eventos volcánico – tectónicos presentó valores más o menos estables durante el mes y solo a fines del mes, los valores empezaron a crecer debido al incremento del número de eventos de movimientos de fluidos (LP) y a la ocurrencia de algunos eventos de fractura (VT) (Figura 8-a).

El Índice de Actividad Sísmica (IAS) que indica la tendencia de la variación del IS (índice sísmico) estuvo a principios del mes en nivel 4 (actividad moderada) con una tendencia a disminuir, hasta el 6 de junio. Las probabilidades de un escenario II (erupciones tipo Julio o Agosto 2006) durante este período oscilaron entre 1.6 y 3.5%. Luego la tendencia cambió y se mantuvo descendente hasta el 26 de junio, sin embargo, la actividad no salió del nivel 4; la probabilidad de un escenario II descendió hasta 1.02%. El 27 de junio, la tendencia se estabilizó y a partir de esa fecha, nuevamente presentó una forma ascendente, marcada por la ocurrencia de varios eventos de fractura (VT) en los últimos días del mes. Hasta fin de mes, el nivel de actividad siguió en 4 y la probabilidad de un escenario II se incrementó al 1.71% (Figura 8-b).

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



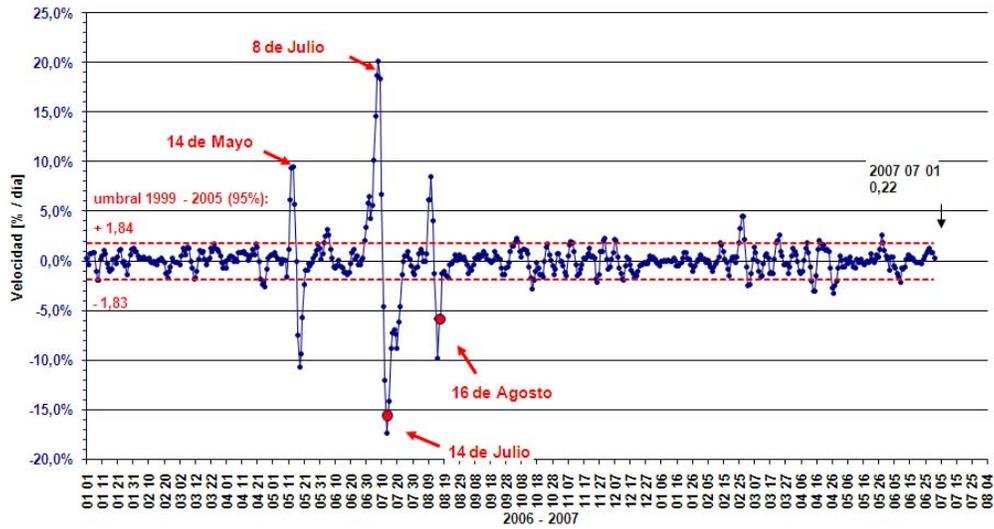
(a)



(b)

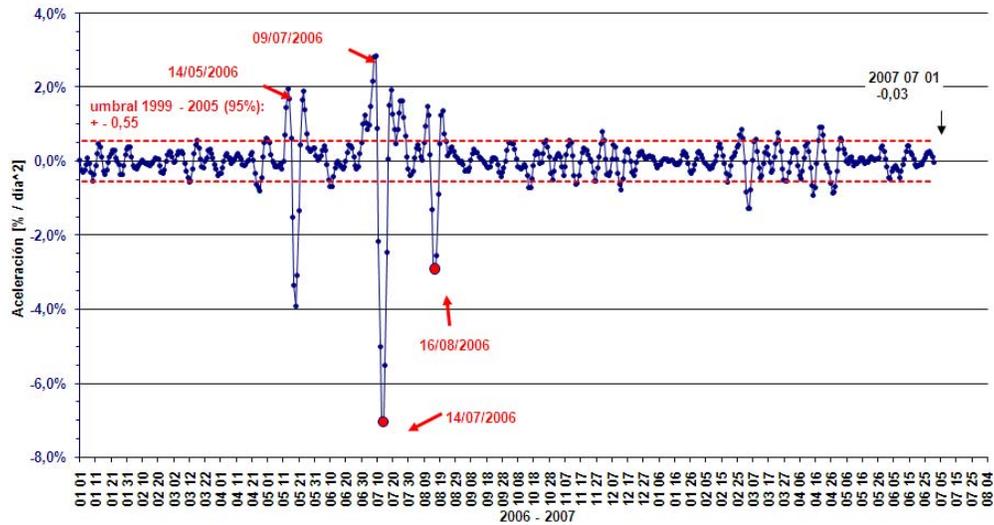


TUNGURAHUA  
VELOCIDAD DEL INDICE DIARIO  
01 Ene 2006 - 01 Jul 2007  
- Pendiente 7 días -



(c)

TUNGURAHUA  
ACELERACIÓN DEL INDICE DIARIO  
01 Ene 2006 - 01 Jul 2007  
(Pendiente 7 días)



(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

Este mes se presentan datos únicamente de la estación de RETU, por cuanto la estación de JUIVE sufrió un percance al ser cubierta con un deslizamiento provocado por las intensas lluvias.

A partir de este informe, se presentarán los datos analizados con programa realizado en el IG-EPN. El gráfico generado presenta en la parte superior los datos correspondientes al sensor ubicado en dirección radial (apuntado al eje del volcán). En el eje vertical del gráfico se muestra la inclinación (deformación) del volcán en microradianes (urad)\*, mientras que el eje horizontal corresponde al tiempo en fracciones de año\*\*. Para fines comparativos se indican las fechas de las erupciones de 2006 y la fecha del último dato. El gráfico inferior corresponde al eje tangencial (perpendicular al eje radial).

En los gráficos intermedios se presenta una interpretación de los datos:

Izquierda: representación sobre un mapa del sentido del esfuerzo que produce la deformación del volcán en el sitio de medida visto desde arriba.

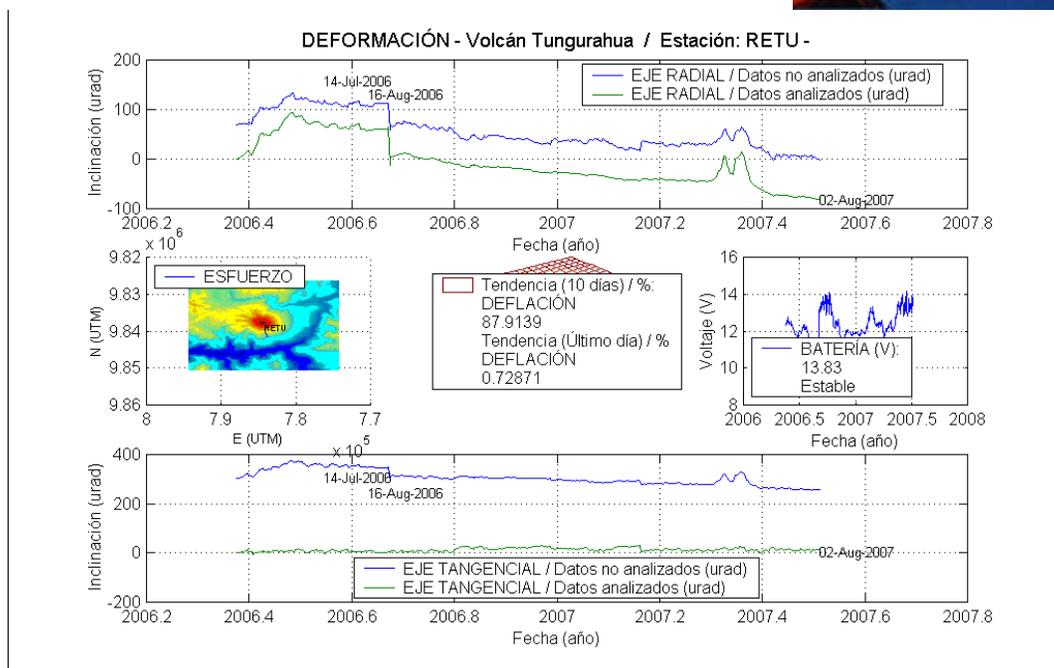
Centro: Régimen de deformación en el sitio de medida (inflación, deflación o variable) y su medida expresada como un porcentaje. Existen dos evaluaciones: la tendencia de los últimos 10 días (el porcentaje es medido respecto a la máxima deformación registrada en el volcán); y, la tendencia del último día (el porcentaje refleja la variación respecto al último día).

Derecha: Voltaje de la batería de la estación y su tendencia (para control).

Los valores positivos denotan inflación respecto al primer día de medida, es decir, indican que existe más material magmático en el interior del volcán que produce un esfuerzo en el sitio de medida, inflando la superficie. Los valores negativos denotan deflación respecto al primer día de medida y su significado es el opuesto al de inflación.

\* Un microradián equivale a un millonésimo de radián y puede ser visualizado como una inclinación vertical de 1 mm de una barra ideal horizontal que tiene 1 km de largo.

\*\* Así por ejemplo, 2007.5 significa la mitad del año 2007 (~2 de julio).



**Figura 9.** Representación de los valores de los ejes radial y tangencial de la estación inclinométrica de RETU y su interpretación. Las fechas están en decimales (el gráfico fue generado el 02 de Agosto, 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.

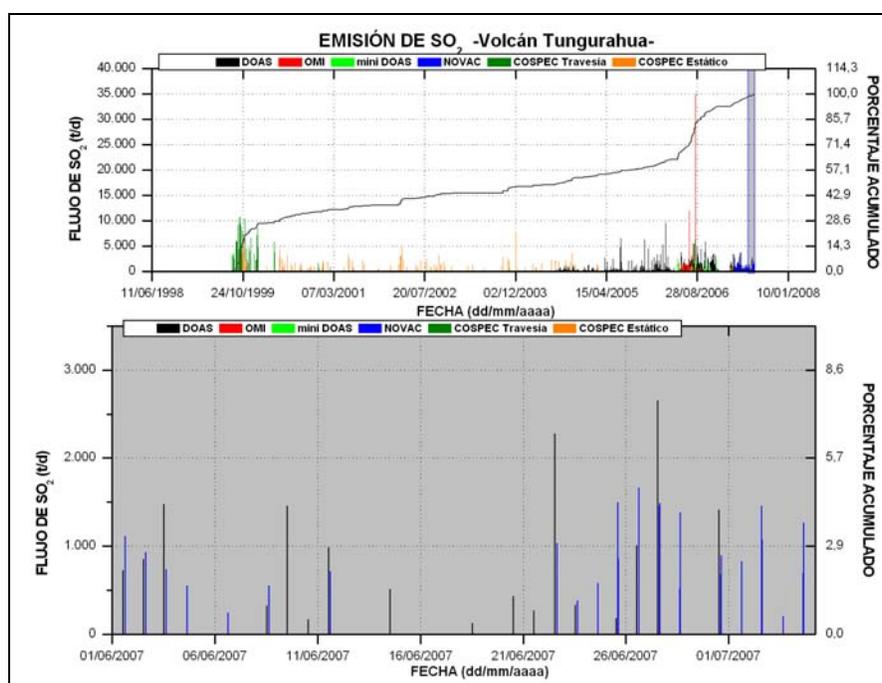
El IG-EPN cuenta con un espectrómetro de correlación (COSPEC) desde 1988, con el cual es posible medir las emisiones de  $\text{SO}_2$  volcánico cuantificando la absorción de radiación UV solar dispersada por la atmósfera debida a las moléculas del gas. Adicionalmente, opera desde el año 2004 un sistema de dos estaciones autónomas de medición remota de flujos de  $\text{SO}_2$ , basadas en la técnica de espectroscopia 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 Junio de 2007, el patrón de desgasificación presentó un ligero cambio a partir del día 23, anticipando el cambio observado en todas las variables monitoreadas en el volcán (incremento del número de eventos LP y emisiones y la ocurrencia de los eventos VT). Al inicio del mes se observó una continua disminución de la emisión de gases, alcanzando los niveles de base hacia el 15 de junio. Entre el 15 y 23 de junio, las emisiones se mantuvieron en niveles bajos. Desde el 23, la emisión se caracterizó por ser pulsátil con una frecuencia cada vez mayor hacia fines del mes. Ésta dinámica propició la formación de plumas continuas que el viento dispersó principalmente al Occidente. La tasa promedio mensual de emisión de  $\text{SO}_2$

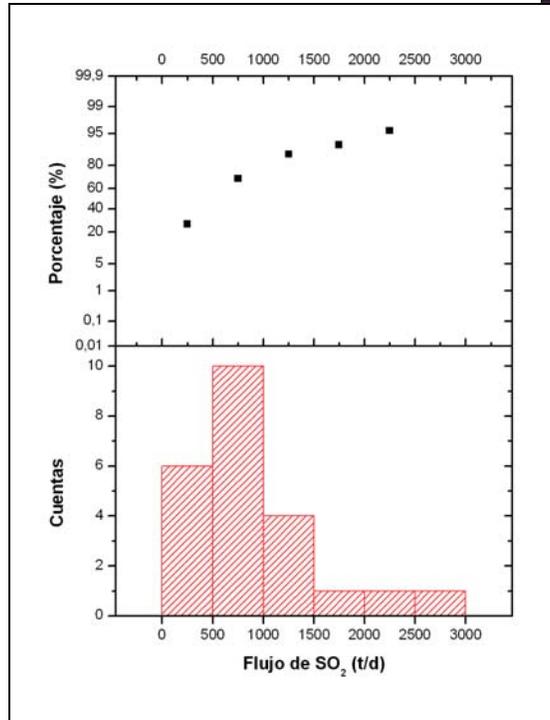


fue de 899 t/d, con una desviación estándar de 652 t/d. El máximo flujo medido fue de 2278 t/d (23 de junio). A partir del 23 de junio la emisión se mantuvo en niveles estables con un promedio de 1000 t/d. Las emisiones tuvieron cargas moderadas de ceniza y el clima presentó variaciones importantes y, en general, fue adverso para la medición remota de gases volcánicos.

El patrón de desgasificación observado muestra claramente dos periodos: desde el 1 al 23 de junio: una desgasificación continua y pasiva de un cuerpo magmático cada vez menos superficial; en tanto que, a partir del 23 de junio, se observa el ascenso de un nuevo cuerpo magmático que alcanza niveles superficiales hacia el fin del mes. Los flujos medidos son indicativos de que el nuevo material no asciende rápidamente y que su volumen no parece ser muy importante, en comparación con lo observado antes de las erupciones explosivas de Julio y Agosto del 2006, pero que aún está lejos de agotarse. Hacia el cierre de este informe no se observan evidencias de un cambio significativo de la actividad en el corto plazo.



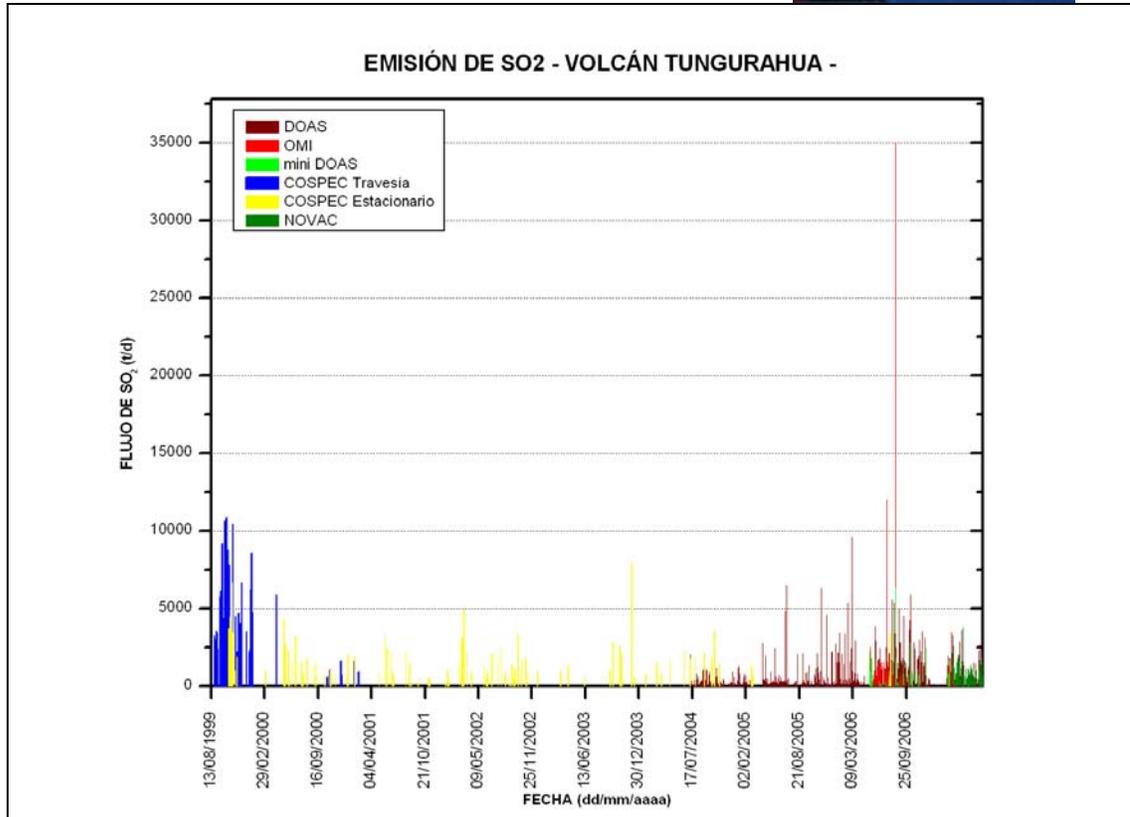
**Figura 10-a.** (Arriba) Flujo diario de SO<sub>2</sub> emitido por el volcán Tungurahua durante el año 2007. (Abajo) La zona sombreada corresponde al registro de emisiones de SO<sub>2</sub> durante el mes de Junio. Las técnicas DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo 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<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: 899 t/d  
Variabilidad (1 $\sigma$ ): 652 t/d  
Valor máximo: 2278 t/d (23 de junio)  
Emisión estimada: 26970 t de SO<sub>2</sub>



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

## 6. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

### Observaciones visuales

La mayor parte del mes el clima se presentó nublado y lluvioso, a excepción de la última semana del mes.

El nivel de actividad volcánica fue bajo a moderado, se escucharon esporádicas explosiones, bramidos de diversa intensidad y poca ceniza. A nivel superficial y cuando el clima lo permitió, se observaron emisiones casi permanentes de vapor, gases y poca ceniza. La altura de las columnas de emisión osciló entre los 0.1 a 1 km snc (sobre el nivel del cráter), con la generación de emisiones de mayor energía o explosiones las columnas alcanzaron los 2 km snc. La pluma se dirigió la mayor parte del tiempo hacia el O, SO y NO, lo que ocasionó ligeras caídas de ceniza en los poblados ubicados en el flanco SO y O del volcán (Tabla 2). Las poblaciones más afectadas por la caída de ceniza fueron Choglontus, El Manzano y en menor grado Bilbao y Pillate.



Población	1	2	3	4	5	6	11	12	13	14	21	22	23	24	26	27
El Manzano																
Choglontus																R
Yuibug																
Pillate																
Bilbao																
Chacauco																
Cotaló																
San Juan																
Cusúa																
Juive																
Ambato																
Ponchoa																
Runtún																

Tabla 2. Reportes recibidos de caída de ceniza. Fuente informes semanales OVT. R: ceniza color rojiza.

Acompañando a la salida del material fue posible escuchar bramidos tipo turbina de diversa intensidad. Los bramidos fueron de mayor intensidad a partir del día miércoles 27. Adicionalmente, los vigías escucharon esporádicos ruidos de bloques rodando asociados con emisiones y explosiones.

Por las noches y con ayuda del visor nocturno fue posible observar brillo de leve intensidad, en especial durante la tercera semana del mes.

Las fumarolas del borde NE del cráter, del flanco NE se presentaron eventualmente activas.

### 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 la vía Baños – Pelileo o el cierre total de la vía Baños – Penipe (Tabla 3).

Fecha	Quebrada	Tamaño relativo	Observaciones
Viernes 1	Bilbao	Pequeño	
Miércoles 6	Bilbao	Pequeño	
Jueves 7	Vazcún	Pequeño	
	La Pampa	Pequeño	Se cierra la vía
	Bilbao	Pequeño	
	Motilonos	Pequeño	
	Pingullo	Pequeño	
	Rea	Pequeño	
	Viejo Minero	Agua lodosa	
Lunes 11	Mandur	Agua lodosa	
	La Pampa	Pequeño	
Martes 12	La Pampa	Agua lodosa	
	Viejo Minero	Agua lodosa	
Miércoles 13	La Pampa (2)	Grande y moderado	Un camión queda atrapado
	Viejo Minero	Agua lodosa	
Jueves 14	Mandur	Pequeño	
	La Pampa	Pequeño	
	Bilbao	Pequeño	

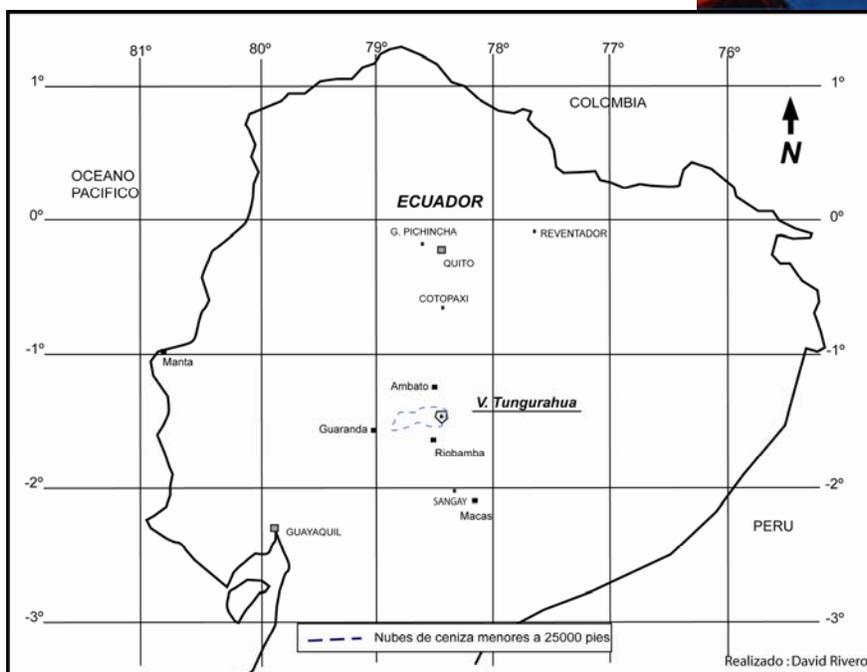


	Pingullo	Pequeño	
	Motilones	Pequeño	
Viernes 15	Mandur	Pequeño	
	Mapayacu	Pequeño	
	Motilones	Pequeño	
	Pingullo	Pequeño	
	La Pampa	Pequeño	
	Rea	Pequeño	
	Choglontus	Pequeño	
	Cusúa	Pequeño	
	Vazcun	Pequeño	
	Viejo Minero	Agua lodosa	
Sábado 16	La Pampa	Agua lodosa	
Miércoles 20	La Pampa	Moderado	Se cierra la vía
	Mandur	Pequeño	
	Viejo Minero	Pequeño	
	Achupashal	Pequeño	
	Bilbao	Pequeño	
	Motilones	Pequeño	
Jueves 21	La Pampa	Grande	Se cierra la via
	Viejo Minero	Grande	
	Mandur	Grande	
	Vazcún	Grande	
	Nueva Cusúa	Grande	
	Achupashal	Grande	
	Motilones	Grande	
	Pingullo	Grande	
	Bilbao	Grande	
	Rea	Grande	
	Confesionario	Grande	
Ulba	Crecida		
Viernes 22	Vazcún	Crecida	
	Ulba	Crecida	
	La Pampa	Agua lodosa	
	Viejo Minero	Pequeño	
	Mandur	Pequeño	
Domingo 24	La Pampa	Agua lodosa	

**Tabla 3.** Listado de los principales flujos de lodo que han descendido durante el mes de Junio de 2007.

## 7. Nubes de Ceniza

La pluma se dirigió la mayor parte del tiempo hacia el O, SO y NO, lo que ocasionó ligeras caídas de ceniza en los poblados ubicados en el flanco SO y O del volcán (Figura 11). Las poblaciones más afectadas por la caída de ceniza fueron Choglontus, El Manzano y en menor grado Bilbao y Pillate. Como se puede observar en el gráfico, las nubes de las emisiones de cenizas no llegaron hasta Guaranda, y su zona de afectación fue muy cercana al volcán.



Dispersión de las nubes de ceniza en Junio 2007. Modificado de : <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html>.

**Figura 11.** Dispersión de las nubes de ceniza en Junio 2007.  
Modificado de: <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html>.

## 8. Conclusiones

Durante el mes de Junio, 2007, la actividad presentada por el volcán Tungurahua fue en el rango entre moderada a baja, con tendencia a establecerse. La tasa de sismicidad presentada por el volcán fue ligeramente mayor con respecto a la de Mayo, con 859 eventos (29 eventos/día). Mayormente se contabilizó sismos de largo periodo (LP o movimiento de fluidos) y solo 3 volcano-tectónicos (VT o de fractura) y 3 explosiones. También se registraron emisiones—cuyas cenizas llegaron a una distancia cercana al volcán. Los patrones de deformación de los flancos también indicaron un cierto relajamiento. La concentración del gas SO<sub>2</sub> tuvo una alza hacia el fin del mes—hasta 2300 T/día, pero el promedio emitido fue de 900 T/día.

Con las fuertes y prolongadas lluvias, se formaron lahares de proporciones inmensas, en casi todas las quebradas que bajan del edificio volcánico, impidiendo el tránsito vehicular por horas hasta días.

### Grupo de sismología

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

### Grupo de vulcanología

Patricia Mothes [pmothes@igepn.edu.ec](mailto:pmothes@igepn.edu.ec)  
Diego Barba [dbarba@igepn.edu.ec](mailto:dbarba@igepn.edu.ec)  
Santiago Arellano [sarellano@igepn.edu.ec](mailto:sarellano@igepn.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.

02 Agosto, 2007 - Quito