



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



Columna de vapor y cenizas saliendo del Volcán Tungurahua, 24 Agosto- 2007, Foto: P. Mothes

1. Síntesis general de la actividad

2. Sismicidad

2.1 Localizaciones

2.2 Índice sísmico

3. Deformación

4. Geoquímica

5. Lahares y Observaciones en el Campo

6. Nubes de Ceniza

7. Conclusiones

1. Síntesis General de la Actividad

Durante el mes de Agosto la actividad del volcán se caracterizó por mostrar un leve incremento en los parámetros monitoreados comparado con el mes de Julio, sin embargo el IAS permaneció en nivel 5 todo el mes y mostró una ligera tendencia ascendente en los últimos días, debido un incremento del número de explosiones y sus magnitudes. El promedio diario de eventos LP fue de 31 y en tanto que el de las emisiones fue de 40.

Las emisiones fueron casi constantes y se caracterizaron por ser de vapor y gases con carga variable de ceniza, la mayoría cayendo en los flancos O-SO, pero en ocasiones,



llegando hasta Ambato, OVT y Chimborazo. El flujo promedio de gas SO₂ fue de 928 t/d, con una variabilidad de 512 t/d, valores muy dispares, debido a las malas condiciones climáticas que no permitieron realizar buenas medidas. Un valor máximo de 2600 t/d se midió el 16 de Agosto, coincidente con la ocurrencia de varias explosiones.

Los bramidos fueron oídos casi todos los días. Durante la segunda semana del mes, se produjo actividad estromboliana discreta con fuentes de lava y se observó el rodar de bloques en la parte alta del cono, acompañados por bramidos notables.

Las explosiones se incrementaron durante la tercera y cuarta semana del mes, llegando a 19 eventos/día, con desplazamientos reducidos (DR) de hasta 13.3 cm², las mismas que estuvieron acompañadas de cañonazos.

La deformación ha sido mayormente con tendencia deflacionaria, reflejando un estado de constante liberación de energía.

Se surge que la actividad registrada este mes se relaciona con la inyección de una pequeña cantidad de magma durante el periodo anterior, que ascendió por el conducto y perturbó la parte superior del cono.

2. Sismicidad

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
30 Jul – 5 Ago	388	388	0	0	267	1
6 – 12 Ago	234	234	0	0	293	13
13 – 19 Ago	175	174	1	0	251	33
20 – 26 Ago	232	232	0	0	317	83
27 Ago – 30 Sep	196	196	0	0	302	48
Total Ago/2007	967	966	1	0	1260	167
Total Jul/2007	942	939	3	0	826	80
Total Jun/2007	859	856	3	0	845	3
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
Promedio diario Ago/2007	31.19	31.16	0.03	0	40.6	5.38
Promedio diario Jul/2007	30.38	30.29	0.09	0.0	26.64	2.58
Promedio diario Jun/2007	28.63	28.53	0.1	0.0	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

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

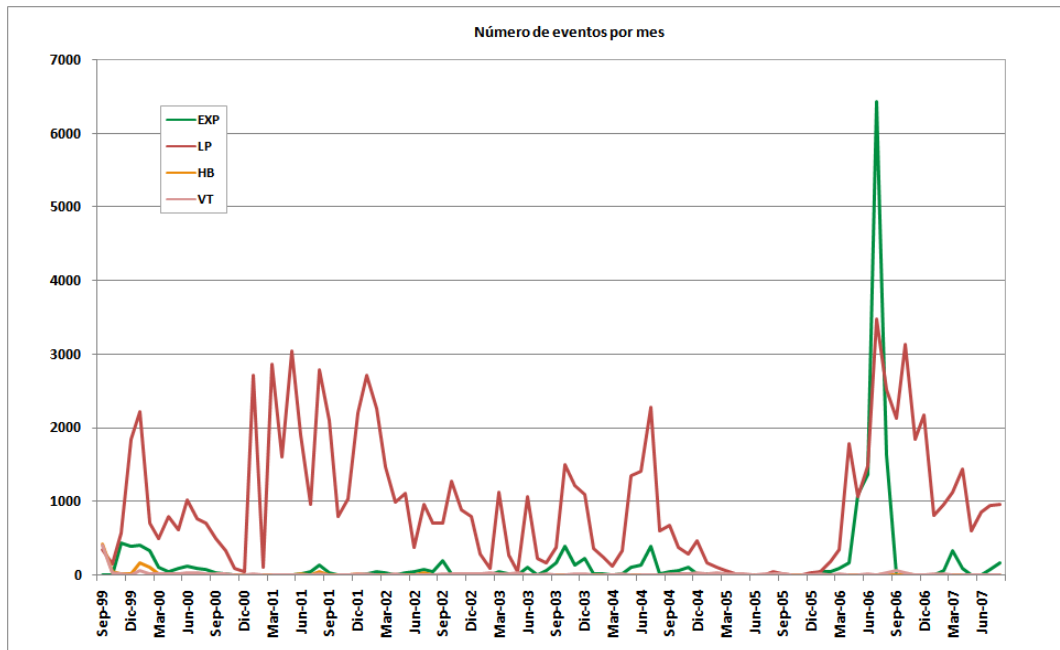


Figura 1. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta Agosto del 2007.

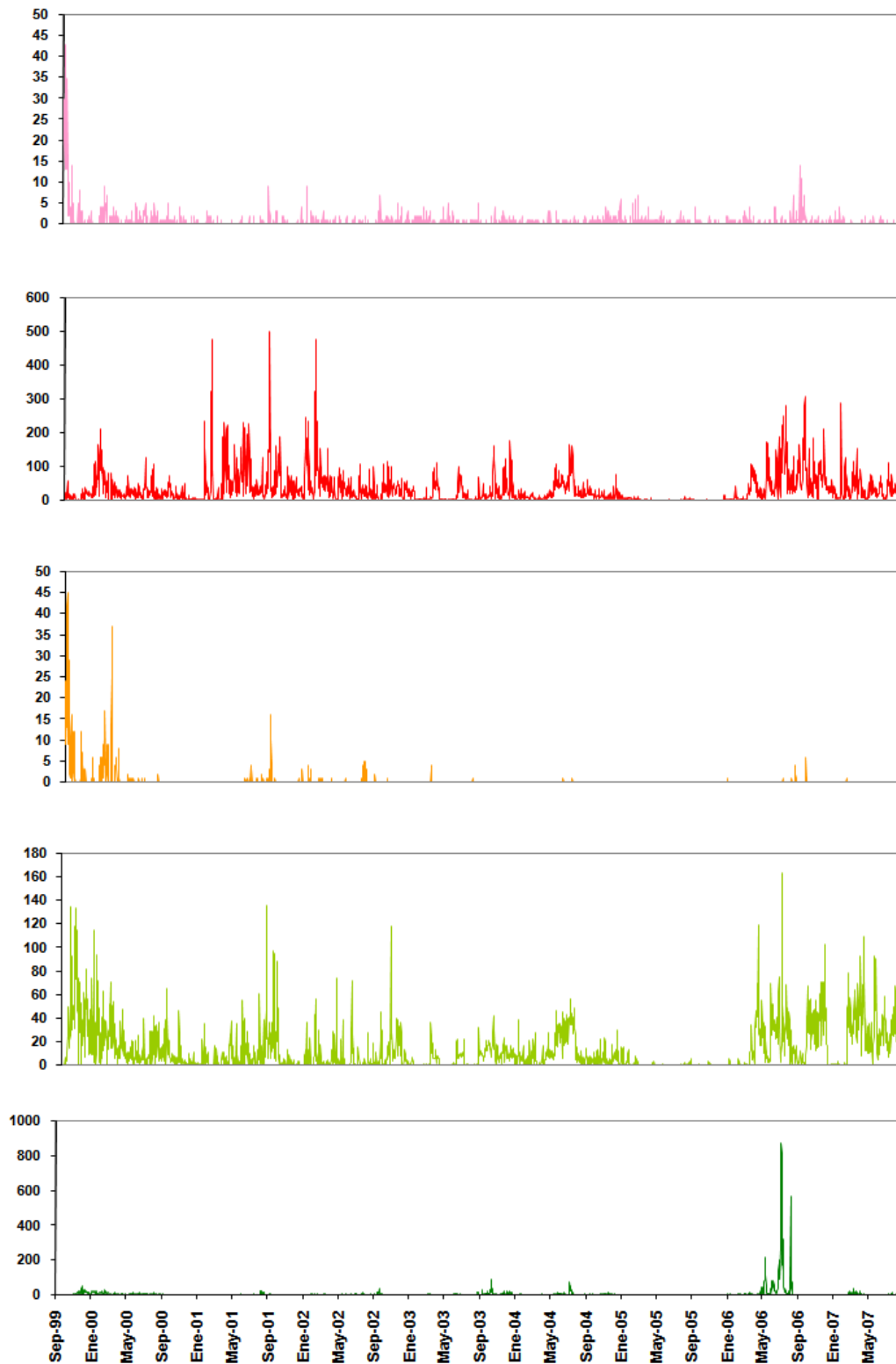


Figura 2. Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Agosto del 2007 (en el orden indicado).

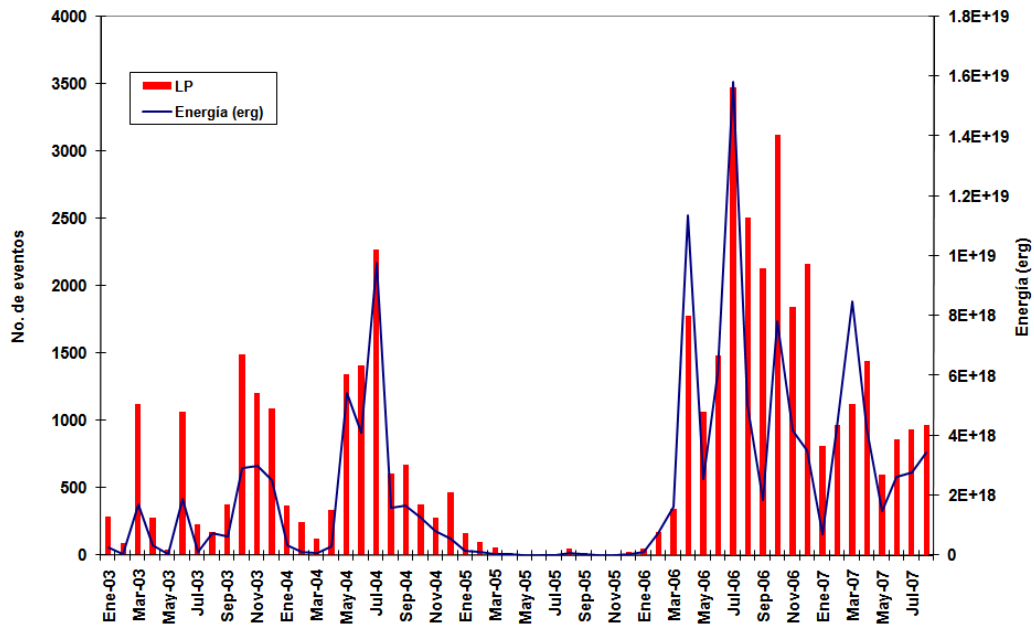


Figura 3. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Agosto 2007.

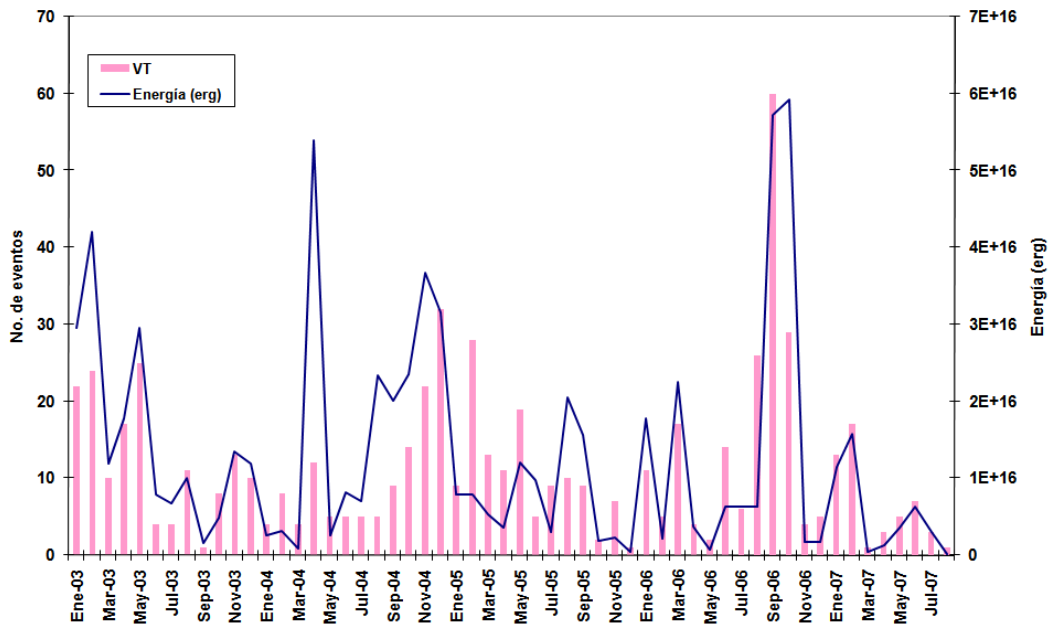


Figura 4. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Agosto 2007.

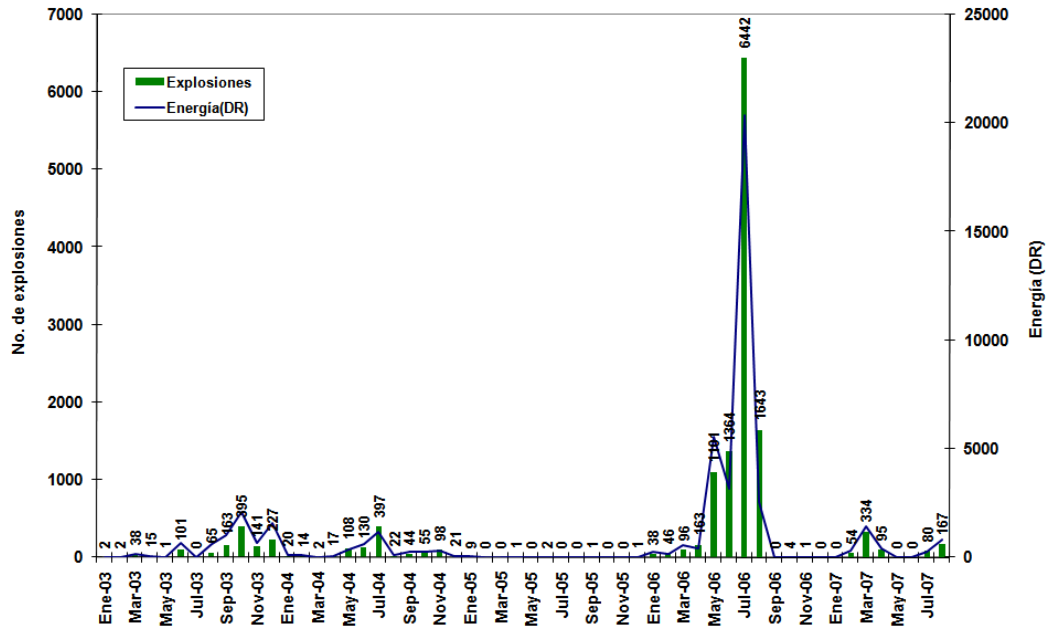


Figura 5. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR–desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Agosto 2007.

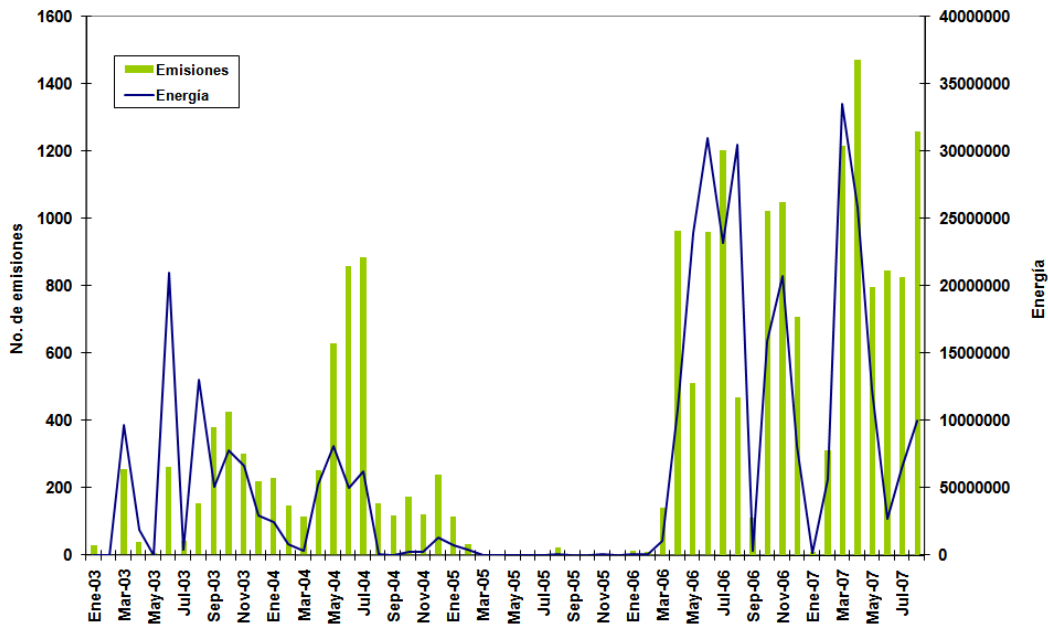
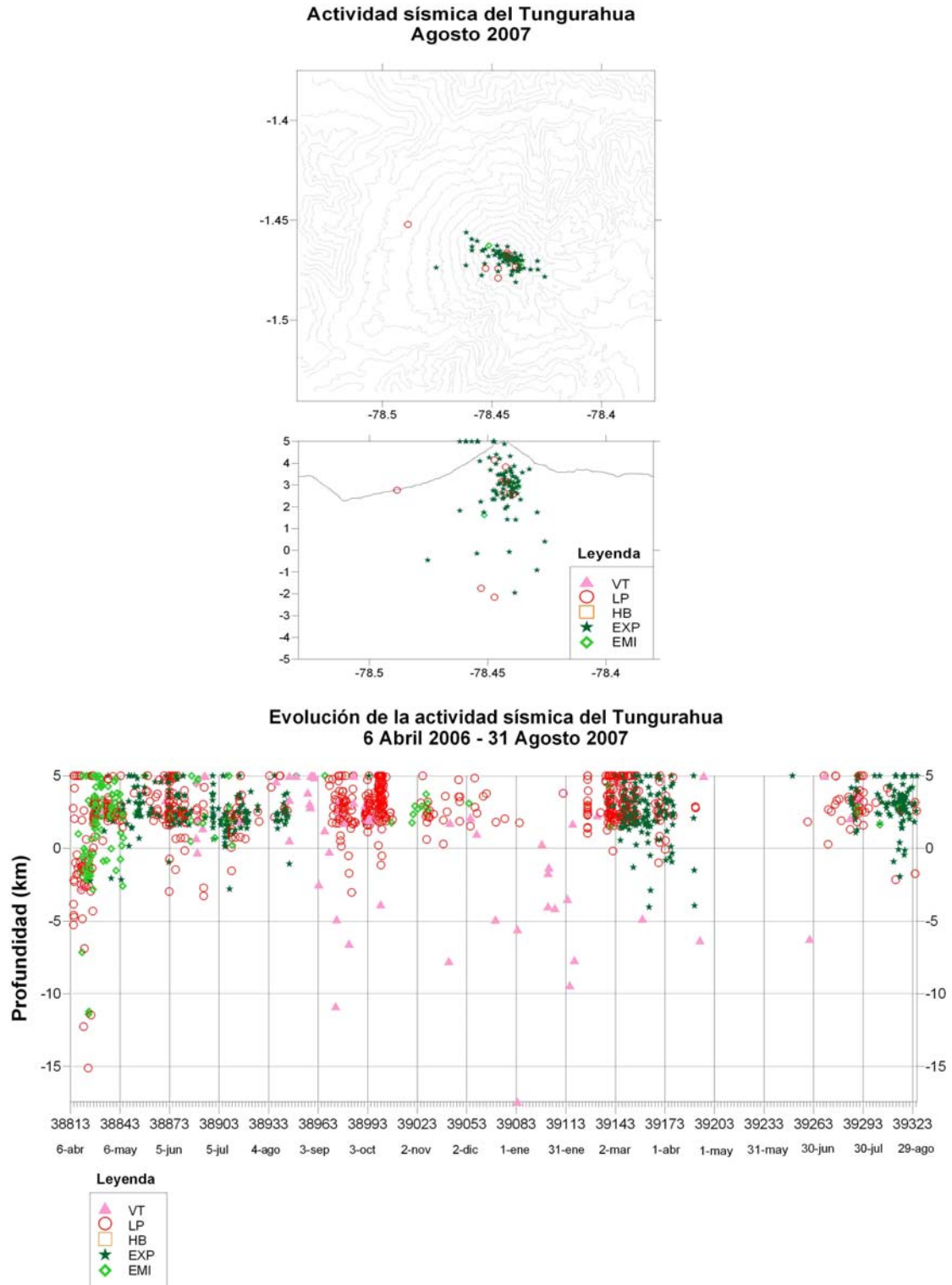


Figura 6. Número mensual de emisiones y su energía asociada (función de la intensidad del movimiento basada en la amplitud y duración) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Agosto 2007.



2.1 Localizaciones





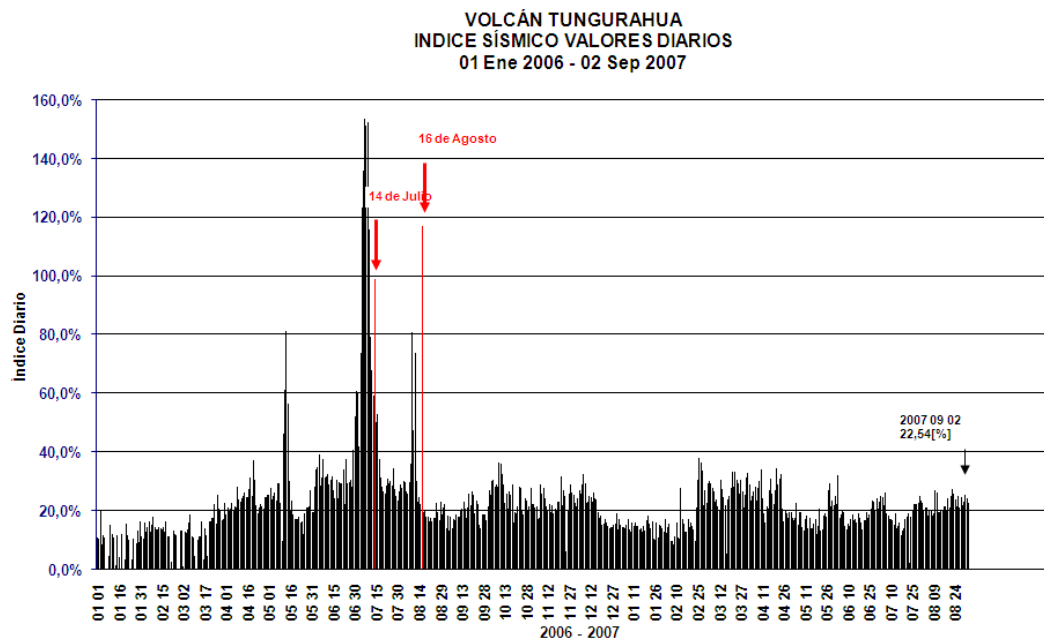
La actividad sísmica fue principalmente de carácter superficial, con pocos eventos un poco más profundos, tal como se observa en las Figuras 7-a y 7-b.

2.2 Índice sísmico

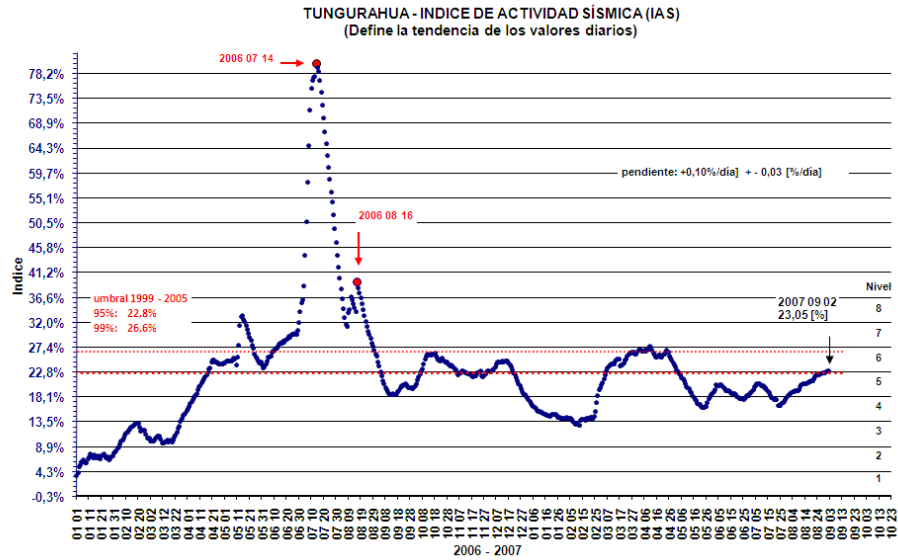
Este parámetro que es una medida adimensional que resume en un solo valor tanto la energía como el número de eventos de todas las señales sísmicas: explosiones, tremor, eventos de largo período, eventos híbridos y eventos volcano – tectónicos presentó valores más o menos estables durante el mes y solo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

El Índice de Actividad Sísmica (IAS) que indica la tendencia de la variación del IS (índice sísmico) se presenta en las Figuras 8-b y 8-c. Se aprecia que durante el mes el nivel de actividad se mantuvo en 5 (moderado-alto) con una tendencia a subir suavemente y hacia fin de mes, subió al nivel 6 (alto).

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



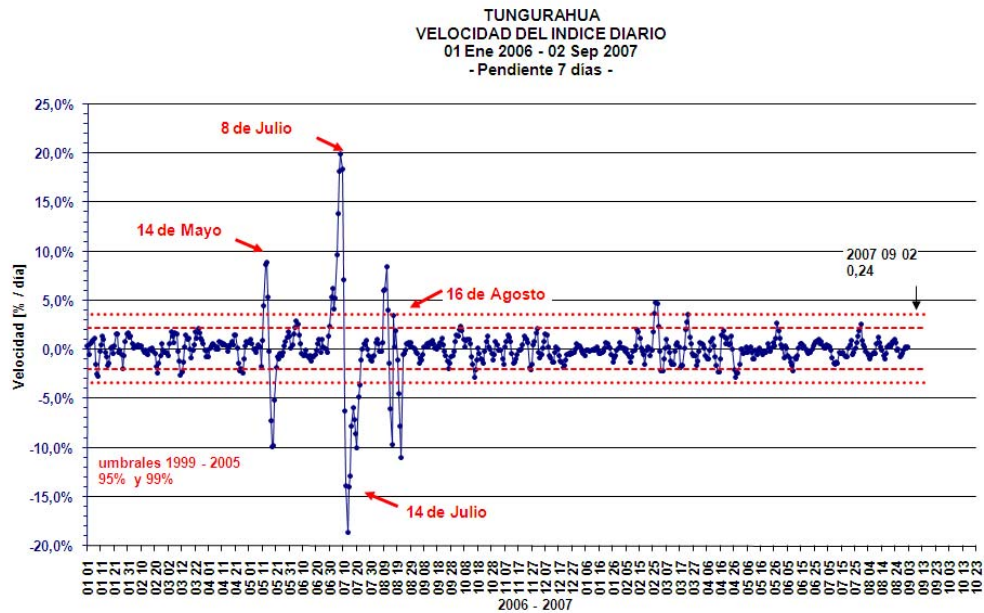
(a)



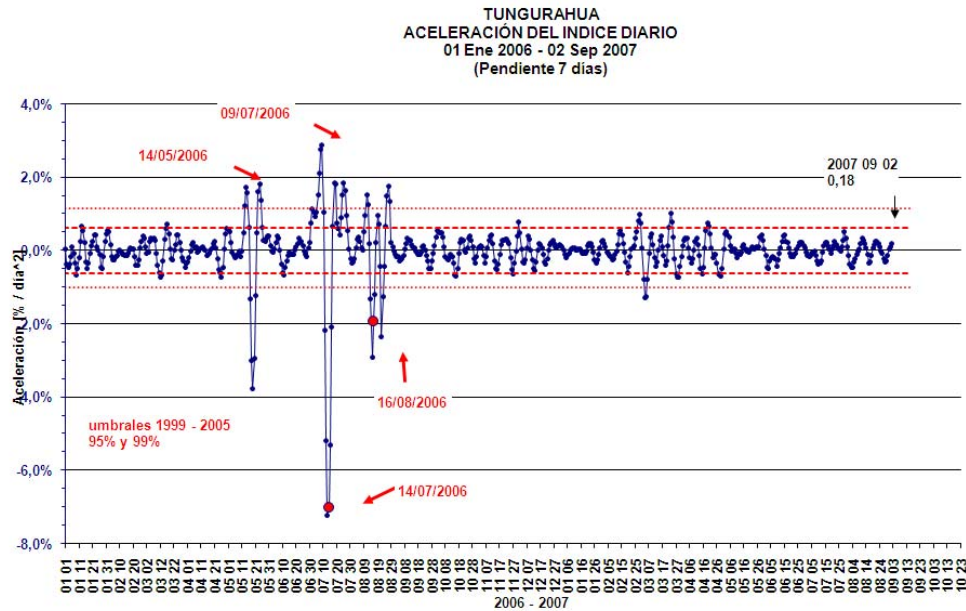
(b)

01-Ago	02-Ago	03-Ago	04-Ago	05-Ago	06-Ago	07-Ago	08-Ago	09-Ago	10-Ago	11-Ago	12-Ago	13-Ago	14-Ago	15-Ago	16-Ago	17-Ago	18-Ago	19-Ago	20-Ago	21-Ago	22-Ago	23-Ago	24-Ago	25-Ago	26-Ago	27-Ago	28-Ago	29-Ago	30-Ago	31-Ago
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6
➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡

(c)



(d)



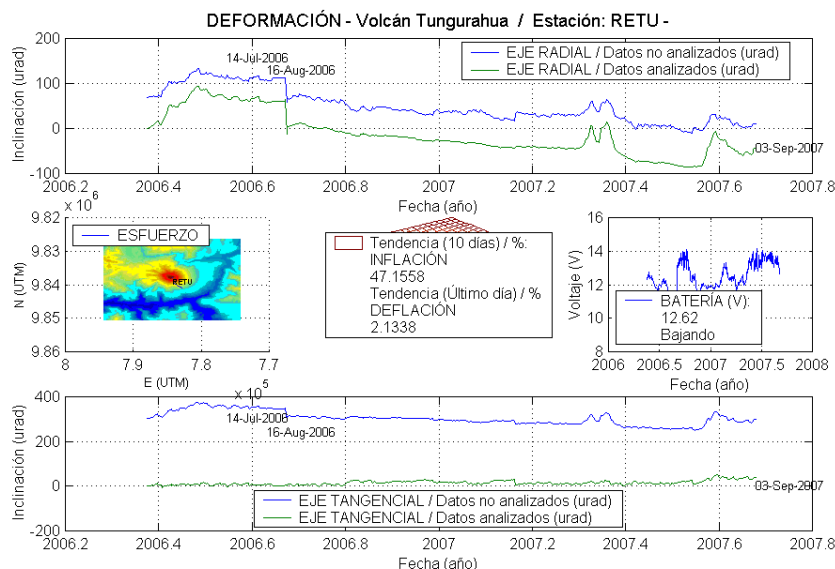
(e)

Figuras 8-a, 8-b, 8-c, 8-d y 8-e: Índice sísmico, tendencia de la variación diaria, nivel de actividad, 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 el mes anterior (Julio) se registró una tendencia importante de inflación y el volcán respondió internamente con tremores de alta frecuencia, de baja frecuencia (en menor cantidad) y pocas explosiones, sugiriendo así, un nuevo emplazamiento de magma hacia las partes superiores del cono hacia fines del mes de julio y principios del mes de agosto. Lo más probable es que se trató de un volumen pequeño, pero suficiente para perturbar el sistema superficial. Sin embargo, durante todo el mes de Agosto, con pocas excepciones, se observó mayormente una tendencia deflacionaria, la misma que fue acompañada por una desgasificación variable, emisiones con ceniza casi continuas y explosiones que ocurrieron especialmente en la última semana del mes.

Estas manifestaciones superficiales reflejaban un estado de constante liberación de energía, haciendo que los patrones en los dos ejes del inclinómetro mostraran la tendencia deflacionaria.



Figuras 9 Representación de los valores de los ejes radial y tangencial de la estación inclinométrica RETU, hasta inicios de Septiembre de 2007. Las fechas están en decimales. El gráfico fue generado el 03 de Septiembre. 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 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 Agosto de 2007 el flujo de emisión de gases fue permanente y muy estable, manteniendo un patrón similar al observado durante el mes de Julio y que empezó a observarse a partir del 23 de Junio pasado. El proceso de desgasificación del magma ocurrió de manera explosiva en algunas ocasiones, lo que produjo la formación de columnas de pocos kilómetros de altura sobre el nivel del cráter. Sin embargo, la mayor parte del tiempo se observaron plumas débiles, desviadas por el viento a nivel de la cumbre, que denotaron un proceso de emisión muy pasivo. El clima, en general, fue adverso para la calidad de las medidas debido a la nubosidad



persistente en la zona, la ocurrencia de lluvias y la eventual presencia de ceniza en las emisiones. Estos factores tienden a producir una sobreestimación de entre el 10% y el 50% en los resultados obtenidos, y puede también explicar las variaciones en los resultados que se observan cuando las otras variables monitoreadas no presentaron mayor cambio. El flujo promedio de gas SO_2 fue de 928 t/d, con una variabilidad (desviación estándar) de 512 t/d. Un valor máximo de 2600 t/d se midió el 16 de Agosto, coincidente con la ocurrencia de varias explosiones. La dirección de los vientos varió entre SO y NO y la velocidad medida fue moderada (~10 nudos).

El patrón de desgasificación observado corresponde a la emisión permanente de un cuerpo magmático presente en niveles superficiales desde fines de junio de 2007. Variaciones en la tasa de ascenso del magma pueden explicar las variables condiciones bajo las cuales el gas pudo escapar: de manera libre y pasiva, generando plumas débiles la mayor parte del tiempo; o, de forma explosiva (manteniendo un exceso de presión hasta su salida), dando lugar a la formación de altas columnas con ceniza en otras ocasiones. También puede deberse a cambios en la porosidad del magma, lo que modula la cantidad y dinamismo de la emisión de gases, aún cuando el aporte de los mismos desde el magma más profundo sea más o menos constante.

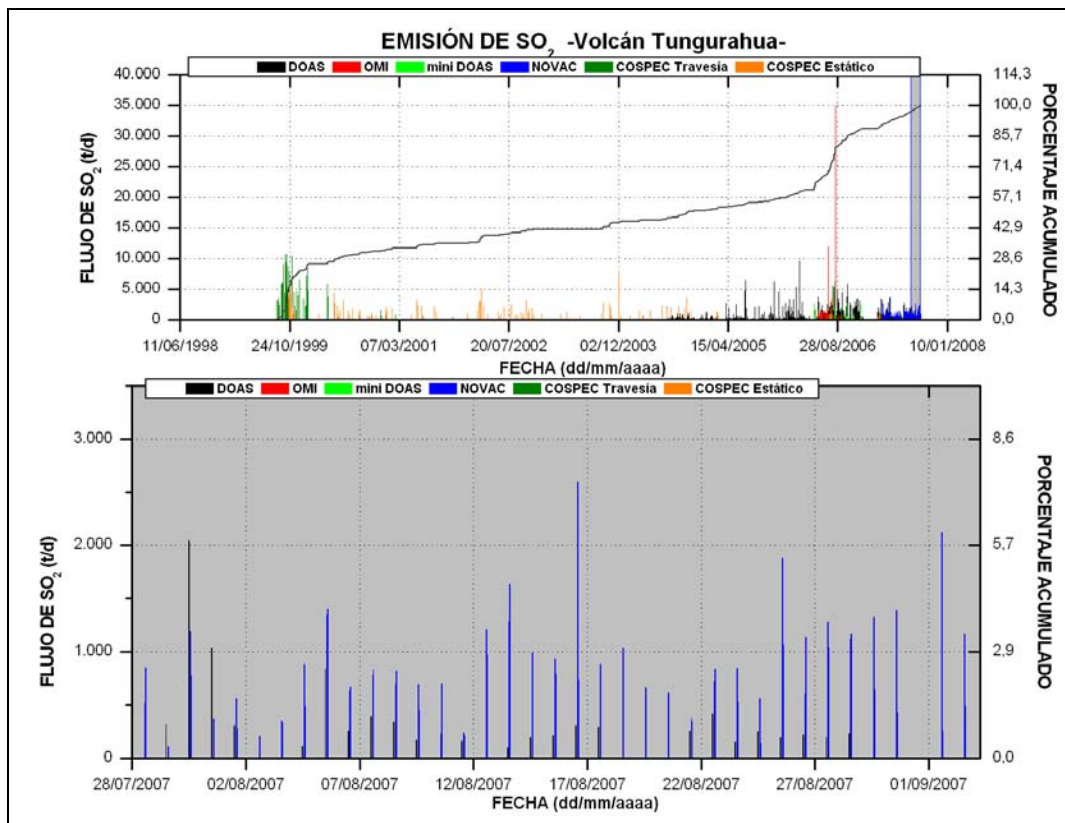


Figura 10-a. (Arriba) Flujo diario de SO_2 emitido por el volcán Tungurahua durante el periodo Agosto 1999 - Agosto 2007. (Abajo) La zona sombreada corresponde al registro de emisiones de SO_2 durante el mes de Agosto de 2007. Las técnicas COSPEC, DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente 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)

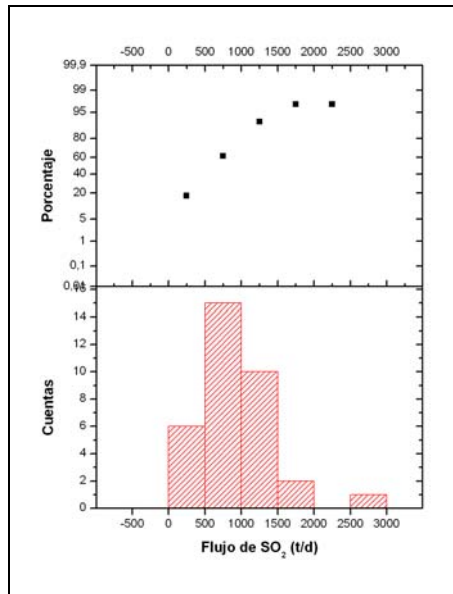


Figura 10-b. (Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de SO₂ medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de SO₂ medidos con el método DOAS

Estadísticas mensuales:

Valor medio: 928 t/d
Variabilidad (1 σ): 512 t/d
Valor máximo: 2600 t/d (16 de Agosto)
Emisión estimada: 28768 t de SO₂

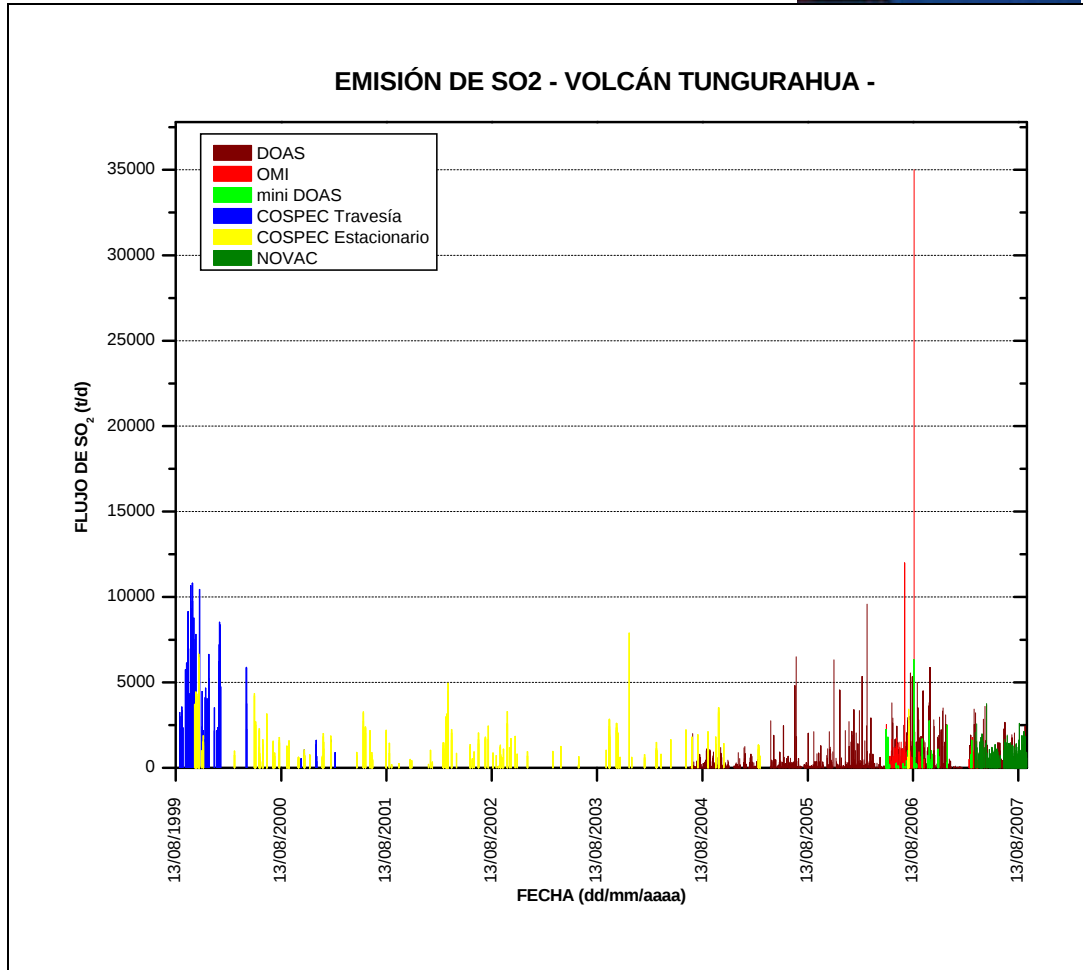
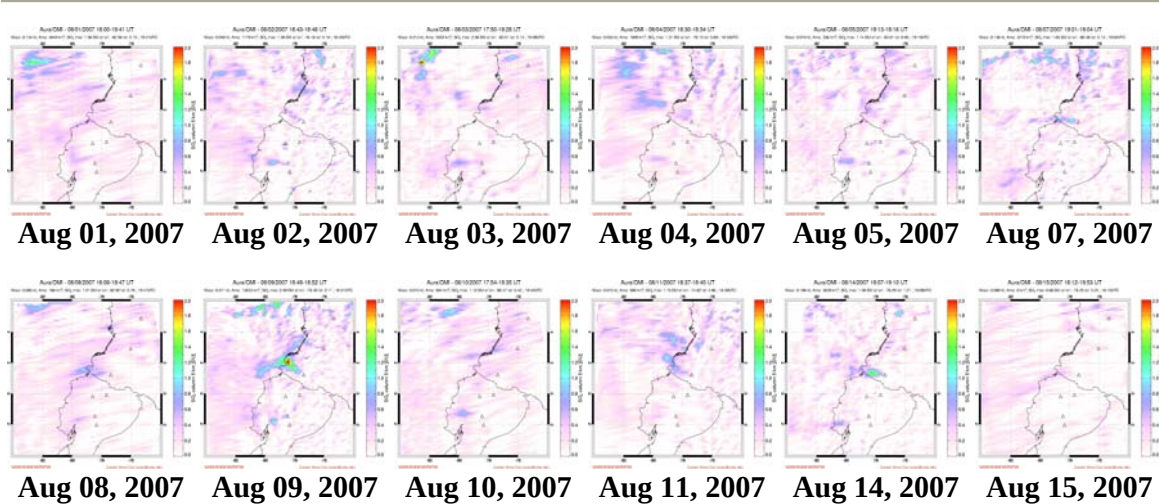


Figura 10-c. Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Agosto de 2007



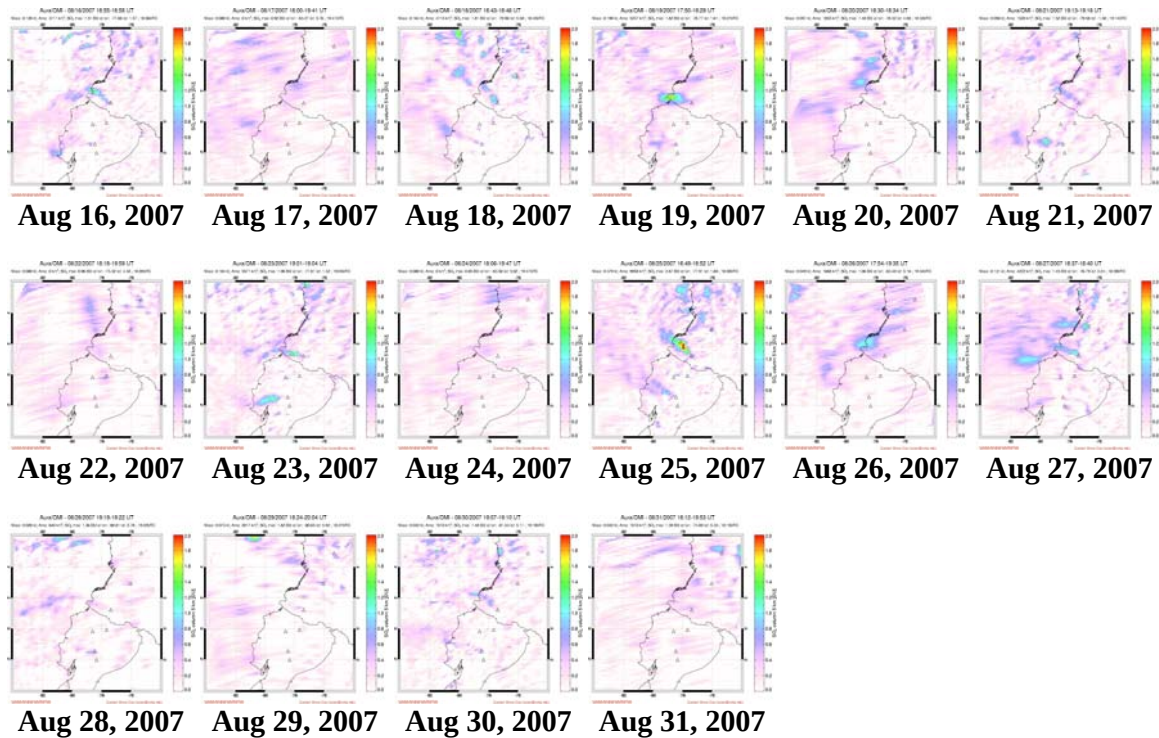


Figura 10-d. Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de Agosto de 2007 (Cf. http://so2.umbc.edu/omi/pix/2007/daily/0807/ecuador_0807.html)

5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

Observaciones visuales

La mayor parte del mes se presentaron días nublados. Por esta razón las observaciones de la actividad superficial fueron muy escasas.

El nivel de actividad volcánica fue moderado. A nivel superficial se observaron emisiones casi continuas de vapor, gases y poca a moderada carga de ceniza. La altura de las columnas de emisión osciló entre los 0.1 a 1.5 km snc (sobre el nivel de la cumbre), con la generación de emisiones de mayor energía o explosiones las columnas alcanzaron los 4.5 km snc. La pluma se dirigió la mayor parte del tiempo hacia el O, SO y NO. Se recibieron reportes de caída de ceniza desde los poblados ubicados en el flanco SO y O del volcán (Tabla 2). Las poblaciones que fueron más afectadas por la caída de ceniza fueron Choglontus, El Manzano y en menor grado Bilbao y Pillate.

[illegible]



Población	16	17	18	20	21	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Puela														
El Manzano														
Choglontus														
Yuibug														
Pillate														
Bilbao														
Cotaló														
Cusúa														
Juive														
Pingue														
Ambato														
Pondoa														
Baños														

Tabla 2. Reportes recibidos de caída de ceniza. Fuente: Informes semanales OVT.

Acompañando a la salida del material fue posible escuchar bramidos tipo turbina de diversa intensidad. Los vigías escucharon ruidos de bloques rodando por los flancos asociados con emisiones y explosiones. La mayoría de las explosiones presentaron cañonazos de baja a moderada intensidad, los que fueron percibidos en un radio de 15 km alrededor del volcán.

Población	8	14	17	20	22	23	26	29	31
Puela									
El Manzano									
Choglontus									
Yuibug									
Pillate									
Bilbao									
Cotaló									
Cusúa									
Juive									
Pingue									
OVT									
Ambato									
Pondoa									
Baños									
Runtún									

Tabla 3. Reportes recibidos de vibración de ventanales. Fuente: Informes semanales OVT

Con la ocurrencia de explosiones fuertes se recibió el reporte de vibración de ventanales desde varios de los poblados ubicados en los alrededores del volcán (Tabla 3). Las explosiones más fuertes ocurrieron durante la segunda quincena del mes.

Por las noches fue posible observar brillo de leve intensidad. Los bloques incandescentes rodaron entre 500 y 800 m bnc (bajo el nivel de la cumbre). La manifestación superficial más importante sucedió el miércoles 08 de agosto a las 18h56 (TL) en la cual se pudo observar a simple vista y por lapso aproximado de 4 minutos actividad estromboliana. Los bloques incandescentes eyectados cayeron en el interior del cráter y otros rodaron por los flancos del volcán.

Lahares

Durante este mes se presentaron lluvias ligeras pero prolongadas, las que en algunas ocasiones llegaron dispararon lahares de diverso tamaño, produciendo el cierre temporal de las vía Baños – Pelileo o el cierre total de la vía Baños – Penipe (Tabla 4).



Fecha	Quebrada	Tamaño relativo	Observaciones
Domingo 12	La Pampa	Moderado	Colapso parcial de la alcantarilla. Se cierra la vía Baños - Pelileo
	Achupashal	Pequeño	
	Bilbao	Moderado	
	Pingullo		
	Motilones		
	Los Pájaros		
	Mandur		
	La Pampa		
Martes 28	Los Pájaros	Moderado	
	Bilbao		
	La Pampa		
	Mapayacu		
	Viejo Minero		
	Cusúa		
Viernes 31	La Pampa	Grande	El AFM de Juive funcionó perfectamente y se dieron las alertas pertinentes. Sin embargo, las características del evento, su magnitud y su alto contenido de bloques grandes (de hasta varios metros de diámetro) hizo que la alcantarilla de La Pampa colapse, de manera que el lahar transito directamente sobre la carretera.
	Ulba	Crecida	
	Viejo Minero	Pequeño	

Tabla 4. Resumen de los lahares que afectaron a la zona. Fuente: informes semanales OVT.

6. Nubes de Ceniza

Las nubes de ceniza generadas por las explosiones y emisiones alcanzaron alturas máximas entre 19.000 pies y 25.000 pies. Estas nubes fueron llevadas por los vientos principalmente hacia el NO y SO, generando ligeras caídas de ceniza con mayor frecuencia al NO y SO del volcán. (Figura 11). Las nubes de ceniza más energéticas y por lo tanto con mayor área de influencia ocurrieron hacia finales de este mes.

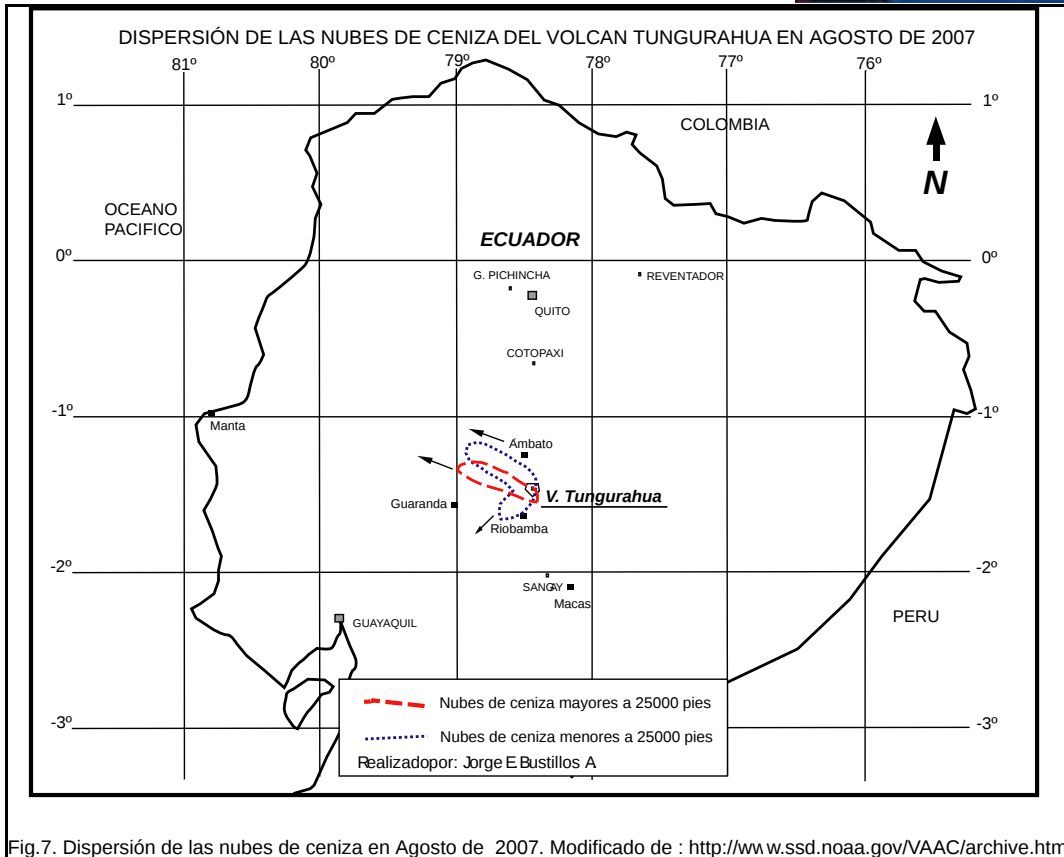


Figura 11. *Dispersión de las nubes de ceniza en Agosto, 2007.*
Modificado de: <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html>.

7. Conclusiones

Durante el mes de Agosto, 2007, la actividad presentada por el volcán Tungurahua fue moderada-alta, llegando a nivel 6 alto en el IAS hacia fines del mes. No hubo variaciones muy notorias y la liberación de energía experimentó un alza paulatina. Las manifestaciones superficiales durante el mes fueron la respuesta a la entrada de un nuevo pequeño cuerpo magmático que perturbó ligeramente el sistema. Los valores de emisión del gas SO₂ fueron de alrededor de 900 T/día con valor máximo de 2600 T/día. También se registró una tendencia de deflación leve pero continua en el flanco NE, reflejando una continua liberación de energía.

Grupo de sismología

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

Grupo de vulcanología

Patricia Mothes pmothes@igepn.edu.ec
Diego Barba dbarba@igepn.edu.ec



Santiago Arellano sarellano@igepn.edu.ec
Jorge Bustillos jbustillos@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.

Octubre 8, 2007 - Quito