



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



Emisión de vapor con contenido moderado de ceniza ocurrida a las 13:01, 17 Septiembre, 2007 (Foto P. Ramón).

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 Septiembre la actividad del volcán se caracterizó por emisiones permanentes de gases y cenizas, explosiones pequeñas a moderadas y episodios de tremor relacionados con las emisiones. El promedio semanal de los sismos LP fue alrededor de 150 eventos, mientras las explosiones fueron menos frecuentes con un número de 14 a 48. La tasa de emisión del gas SO_2 fue entre 400-1500 T/día, con un promedio de 1056 T/día, con tendencia a disminuir hacia el final del mes. El Índice de Actividad Sísmica (IAS) fue más o menos estable durante el mes de septiembre, sin embargo subió al nivel 6 durante la primera quincena del mes debido a un mayor número de emisiones y luego bajo de nuevo al nivel 5. En fin, la actividad sísmica del V. Tungurahua experimentó un descenso en comparación con los meses anteriores y es comparable con niveles registrados en Mayo de 2007.



2. Sismicidad

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
27 Ago – 2 Sep	196	196	0	0	302	48
3 – 9 Sep	108	108	0	0	273	15
10 – 16 Sep	190	189	1	0	292	24
17 – 23 Sep	172	171	1	0	242	14
24 – 30 Sep	159	157	2	0	229	28
Total Sep/2007	702	698	4	0	1123	92
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 Sep/2007	23.4	23.27	0.13	0.0	37.43	3.07
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 Septiembre del 2007 y la registrada en los últimos doce meses.

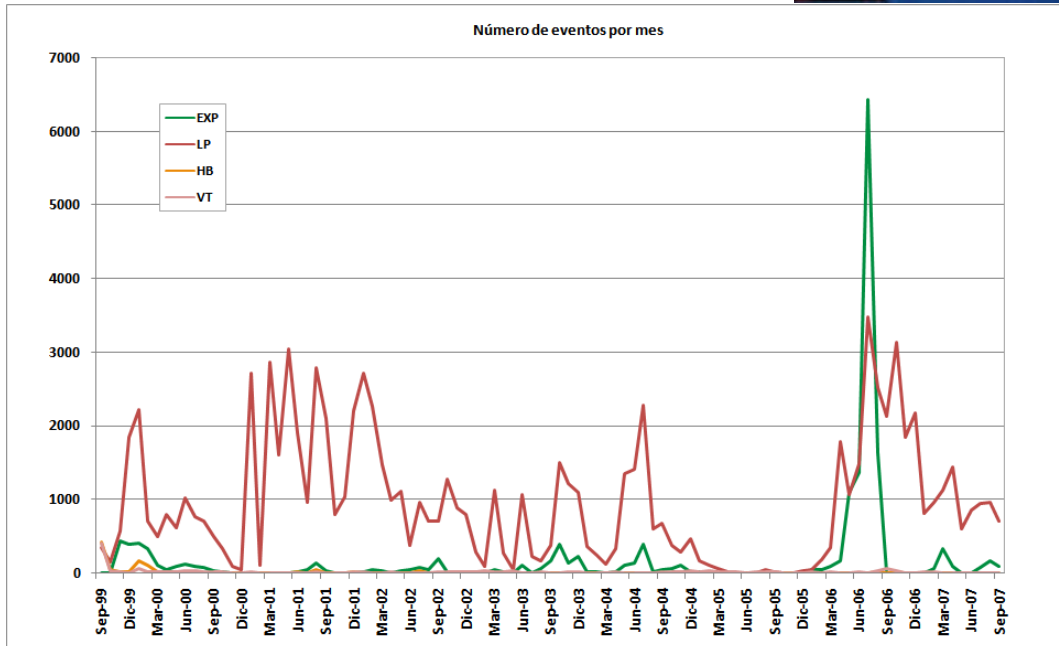


Figura 1. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta Septiembre del 2007.

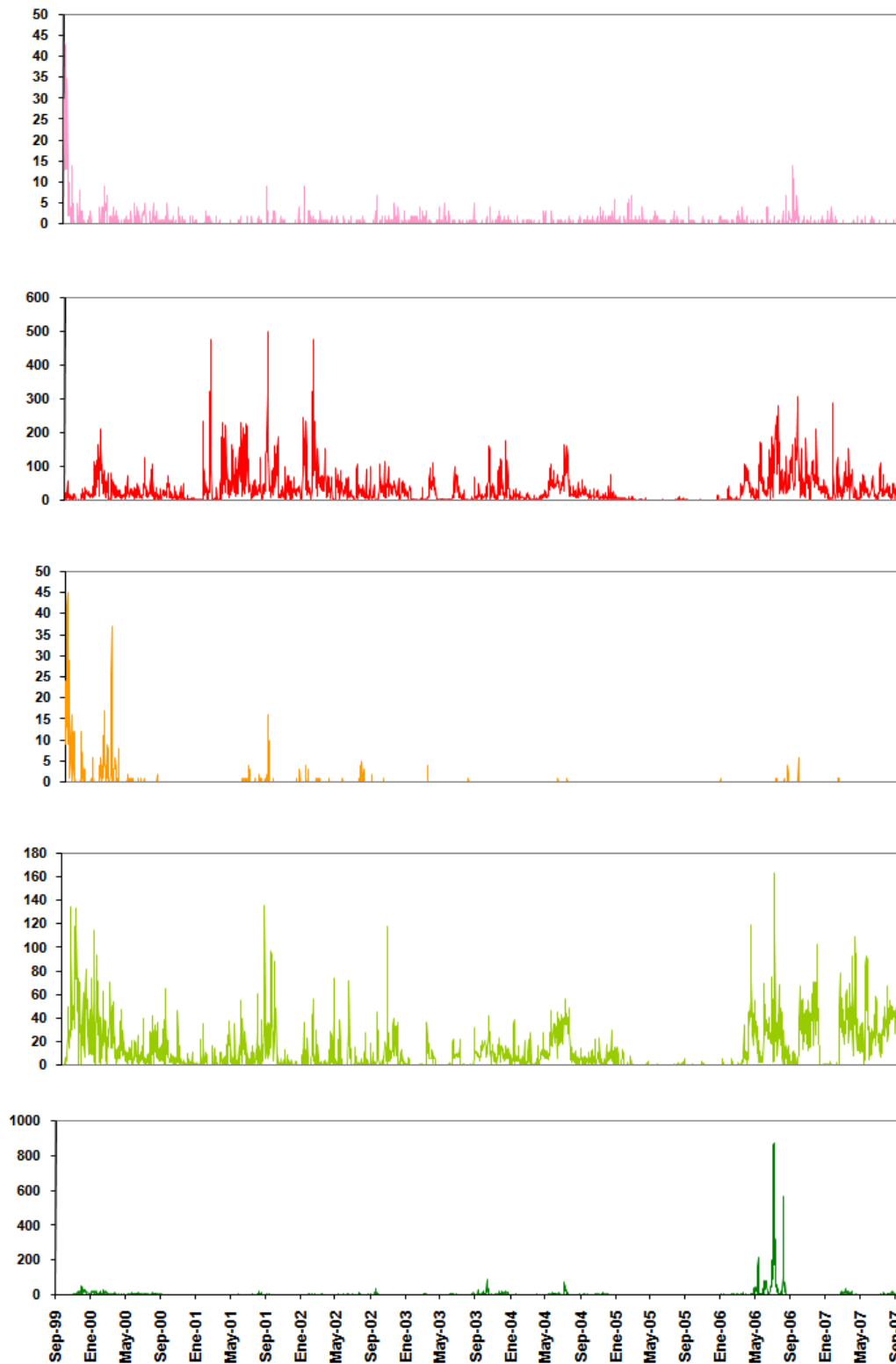


Figura 2. Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Septiembre del 2007 (en el orden indicado).

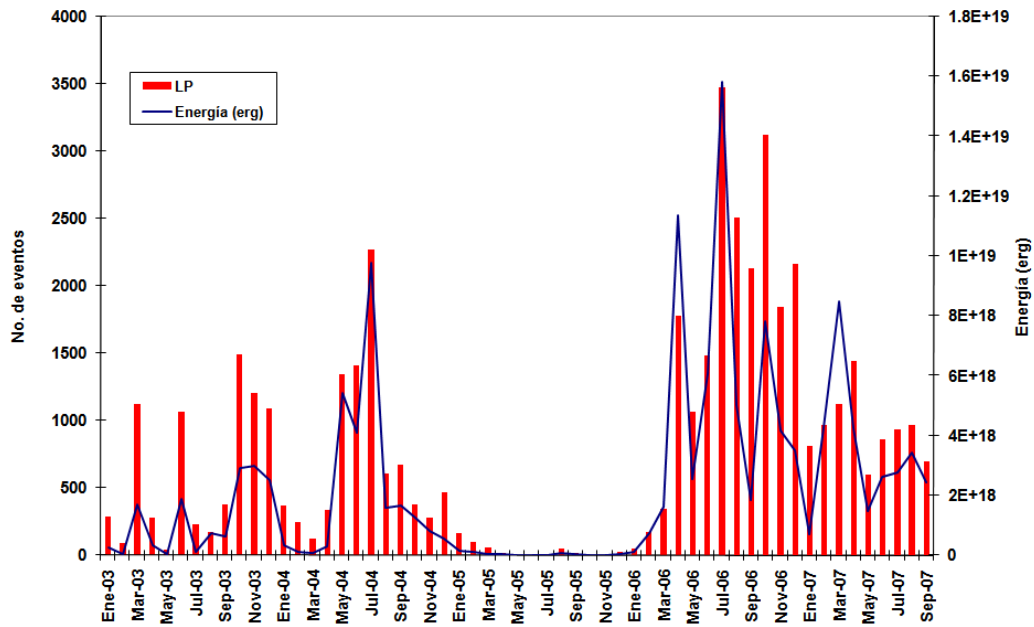


Figura 3. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Septiembre 2007.

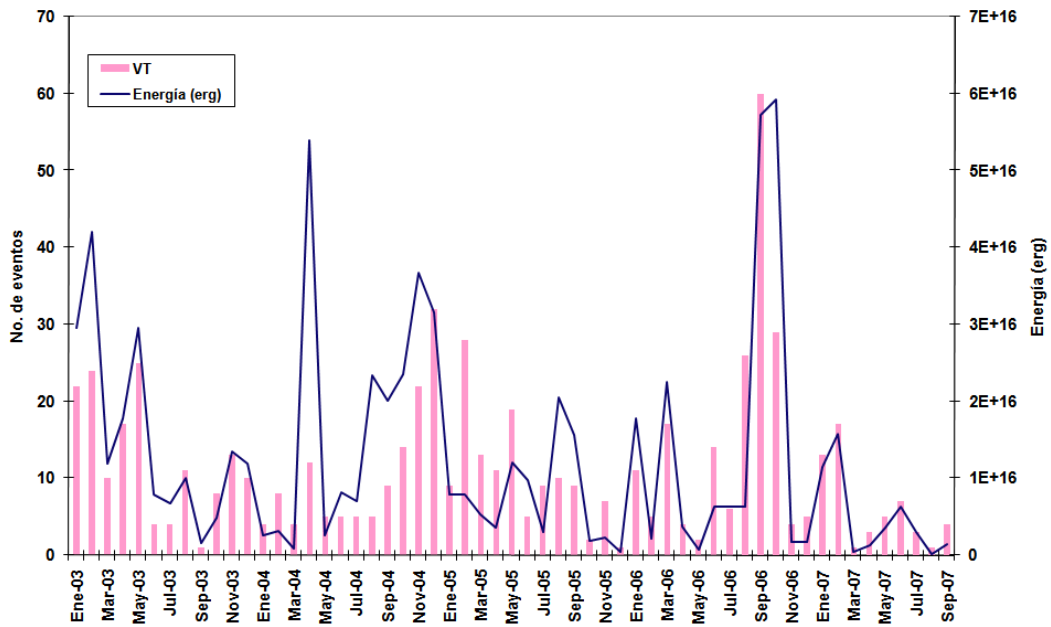


Figura 4. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Septiembre 2007.

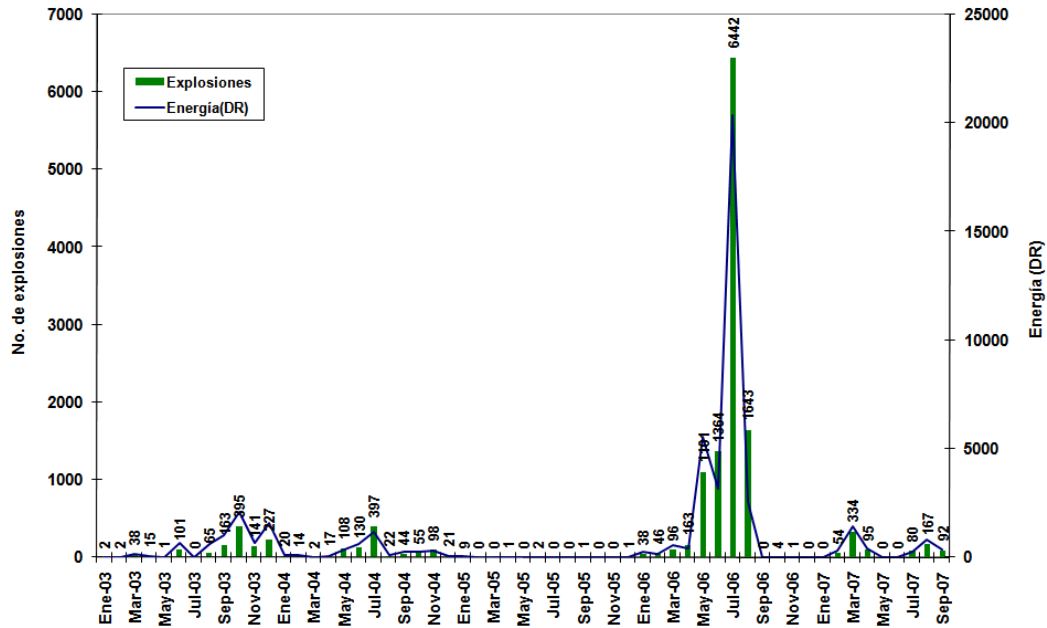


Figura 5. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR–desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Septiembre 2007.

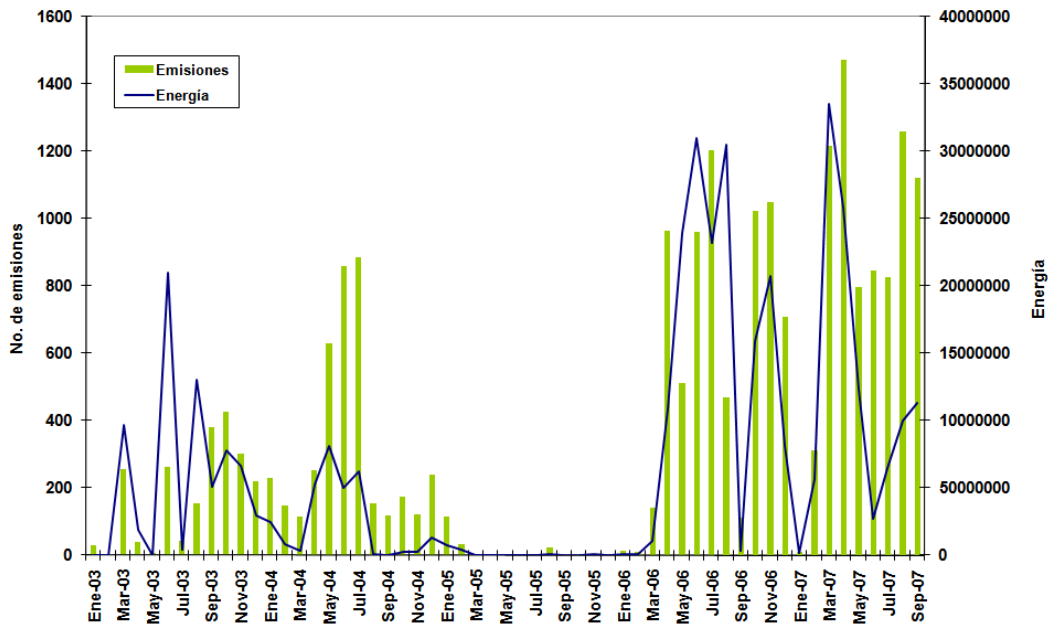
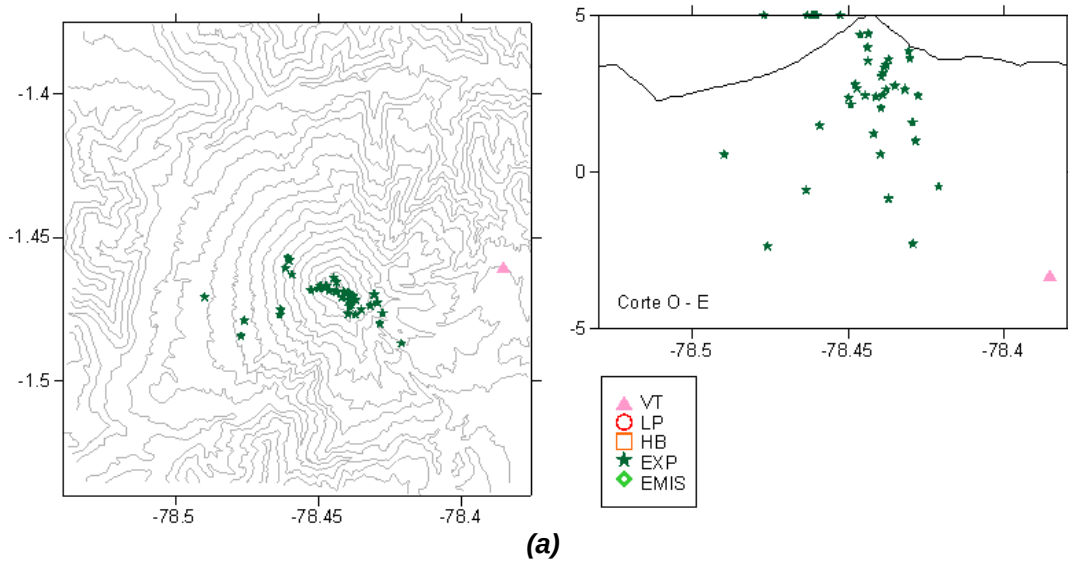


Figura 6. Número mensual de emisiones y su energía asociada (función de la intensidad del movimiento basada en la amplitud y duración) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Septiembre 2007.

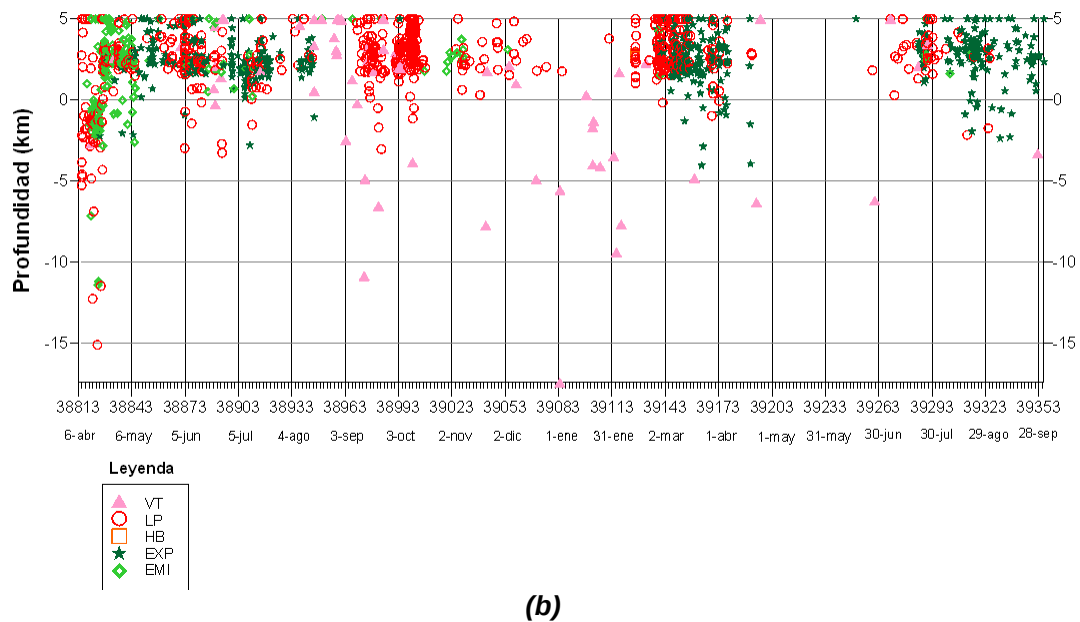


2.1 Localizaciones

Actividad sísmica del Tungurahua 1-30 septiembre 2007



Evolución de la actividad sísmica del Tungurahua 6 Abril 2006 - 30 Septiembre 2007



Figuras 7-a y 7-b. Localizaciones de eventos durante el mes de Septiembre de 2007 y corte en profundidad mostrando su variación con el tiempo desde Abril 2006.



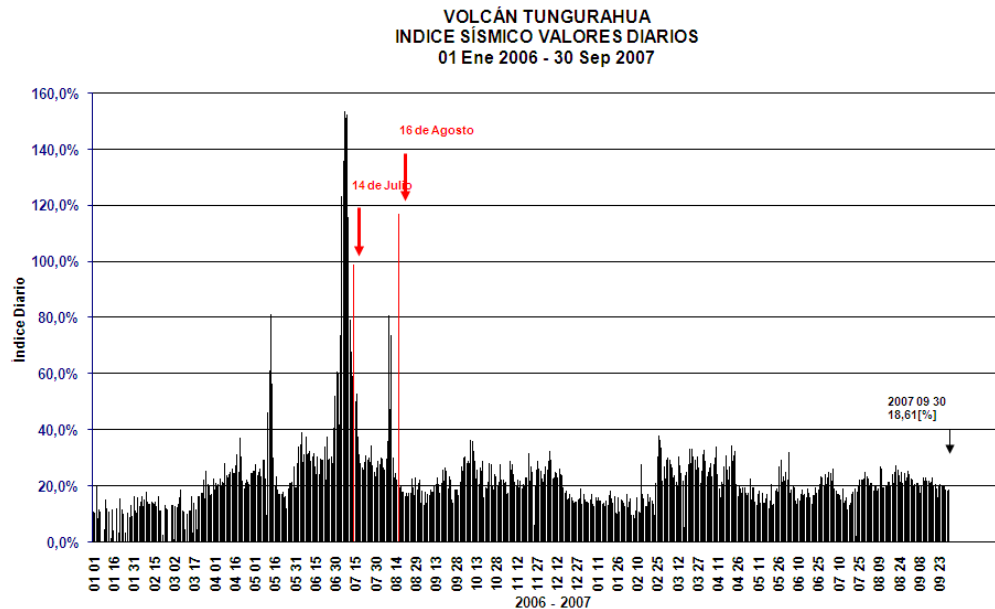
2.2 Índice sísmico

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 de septiembre con pequeños incrementos, sobre todo durante la primera quincena debido a un mayor número de emisiones (Figura 8-a).

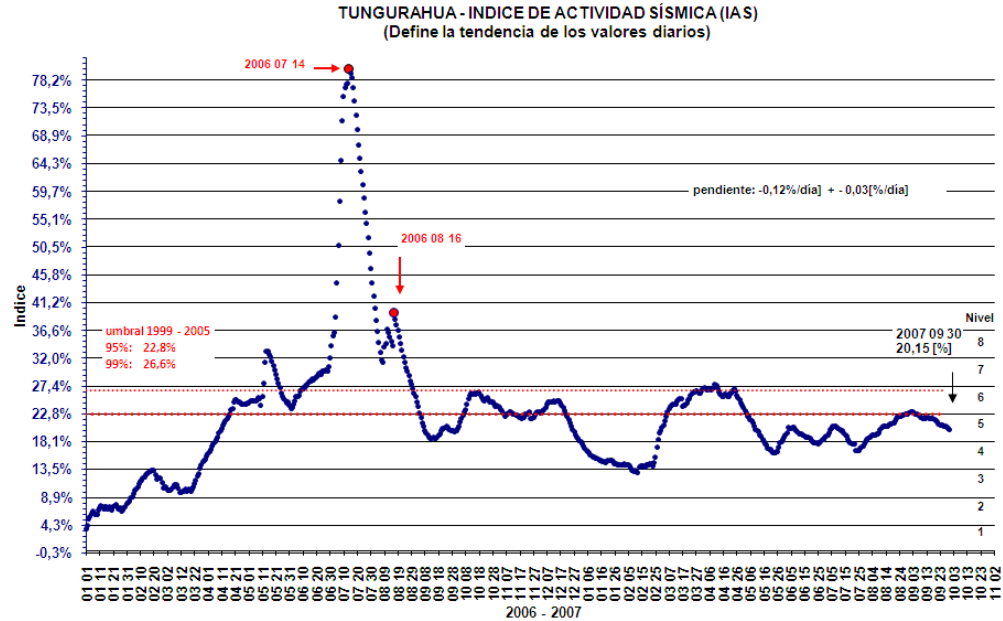
El Índice de Actividad Sísmica (IAS) que indica la tendencia de la variación del IS (índice sísmico) se presenta en las Figuras 8-b y 8-c. A principios del mes, el nivel estuvo en 6 y luego empezó a descender para llegar al nivel 5. El descenso a este nivel fue suave y permaneció en éste hasta fin de mes.

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

La actividad sísmica actual es mayor al período 1999-2005, tal como se observa en la Figura 8-f donde se muestra la preferencia del índice al nivel 5 entre 2006-2007, comparado con el nivel 4 en el período 1999-2005.



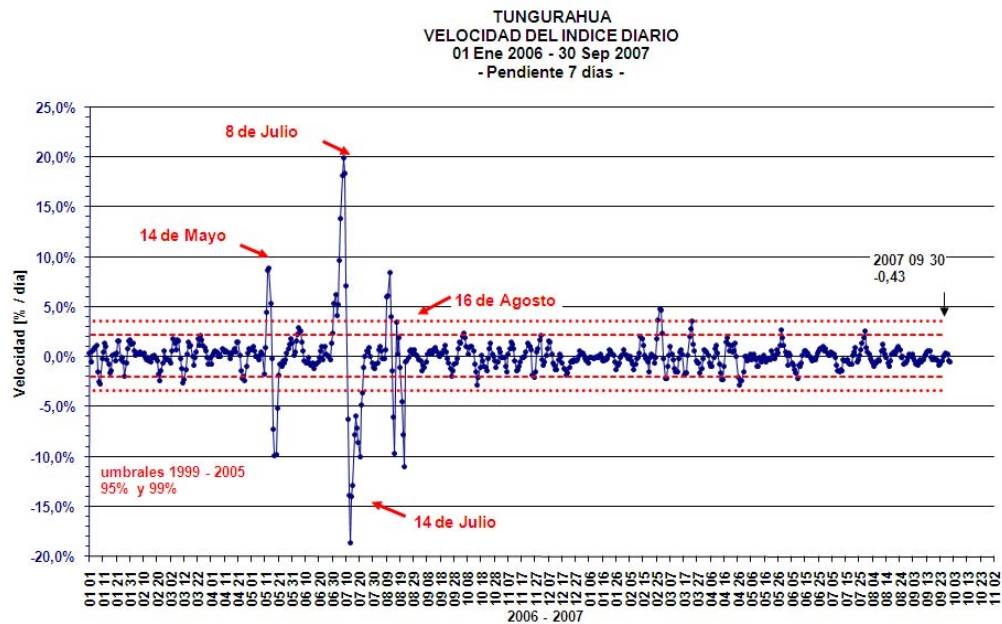
(a)



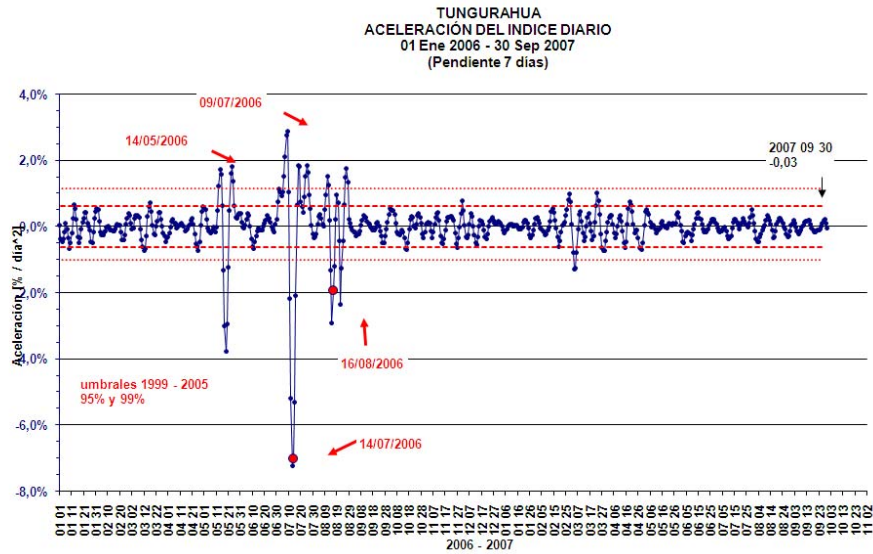
(b)

Fecha	01-Sep	02-Sep	03-Sep	04-Sep	05-Sep	06-Sep	07-Sep	08-Sep	09-Sep	10-Sep	11-Sep	12-Sep	13-Sep	14-Sep	15-Sep	16-Sep	17-Sep	18-Sep	19-Sep	20-Sep	21-Sep	22-Sep	23-Sep	24-Sep	25-Sep	26-Sep	27-Sep	28-Sep	29-Sep	30-Sep
Nivel	6	6	6	6	6	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
Tendencia	↗	↗	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘

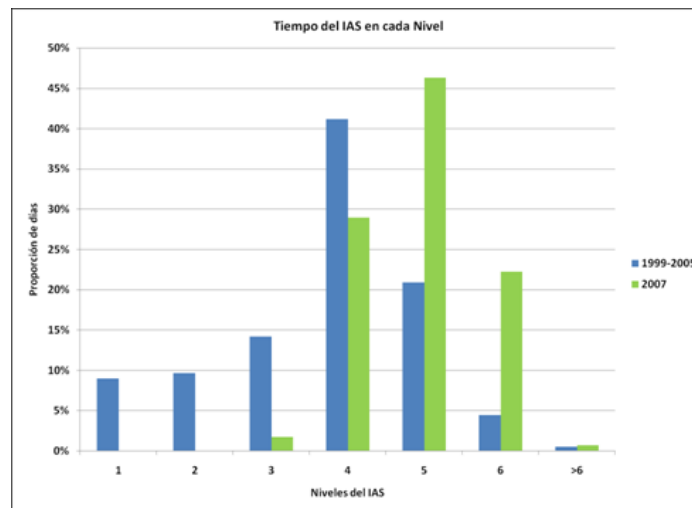
(c)



(d)



(e)



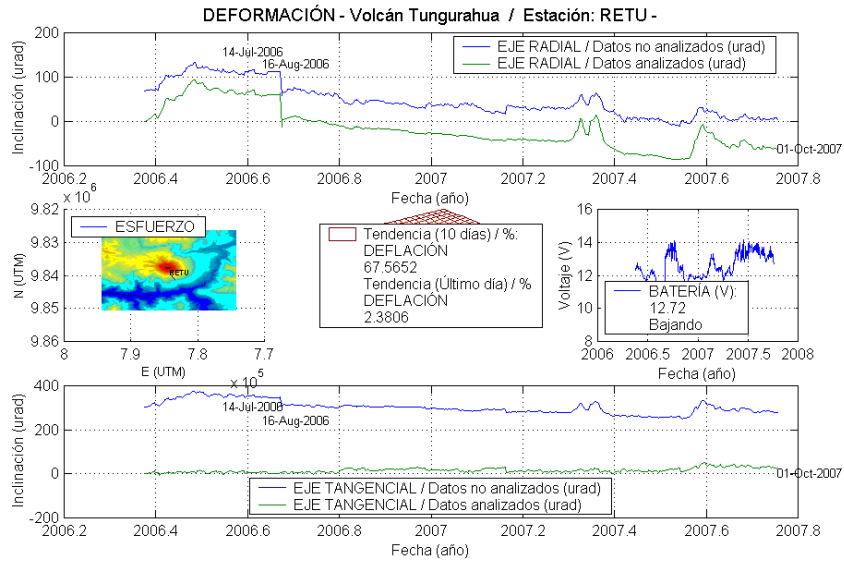
(f)

Figuras 8-a, 8-b, 8-c, 8-d, 8-e y 8-f: 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. La gráfica 8-f muestra la preferencia del índice al nivel 5 entre 2006-2007, comparado con el nivel 4 en el período 1999-2005.

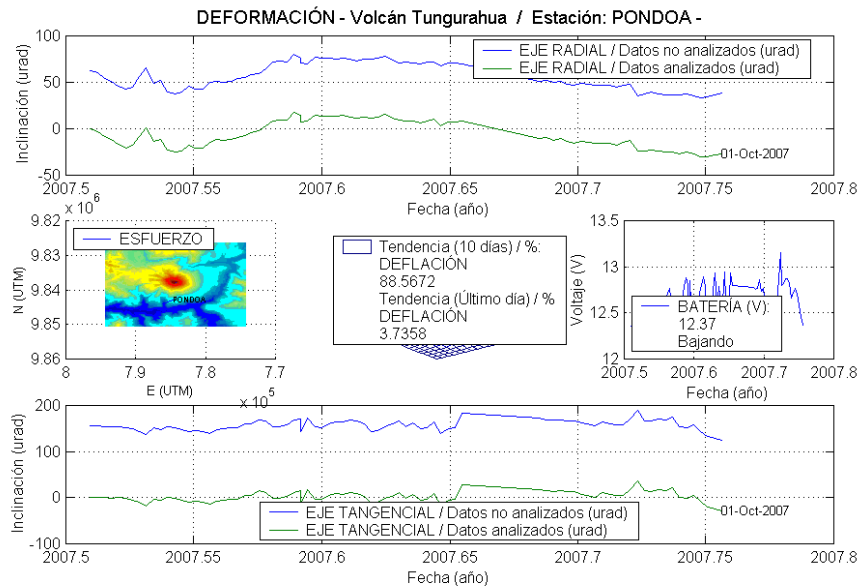


3. Deformación

Los valores registrados en los dos inclinómetros muestran una estabilidad durante todo el mes, sugiriendo que no hubo una mayor acumulación de energía dentro del volcán. Este patrón de estabilidad está conforme con la casi continua desgaseficación y el bajo número de sismos de fracturamiento (VT) registrado durante el mes.



a



b

Figuras 9-a y 9-b Representación de los valores de los ejes radial y tangencial de la estación inclinométrica (a) RETU y (b) Pondoá, hasta fines de Septiembre de 2007.

Las fechas están en decimales. Las líneas verdes son los datos analizados (considerados la rotación de ejes, offset y efecto topográfico). Las líneas azules indican las medidas de los instrumentos sin análisis.



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 Septiembre de 2007 el flujo de emisión de gases fue permanente y muy estable, manteniendo un patrón similar al observado desde el 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. El flujo promedio de gas SO_2 fue de 1056 t/d, con una variabilidad (desviación estándar) de 518 t/d. Un valor máximo de 2433 t/d se midió el 6 de Septiembre. 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 variadas 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.

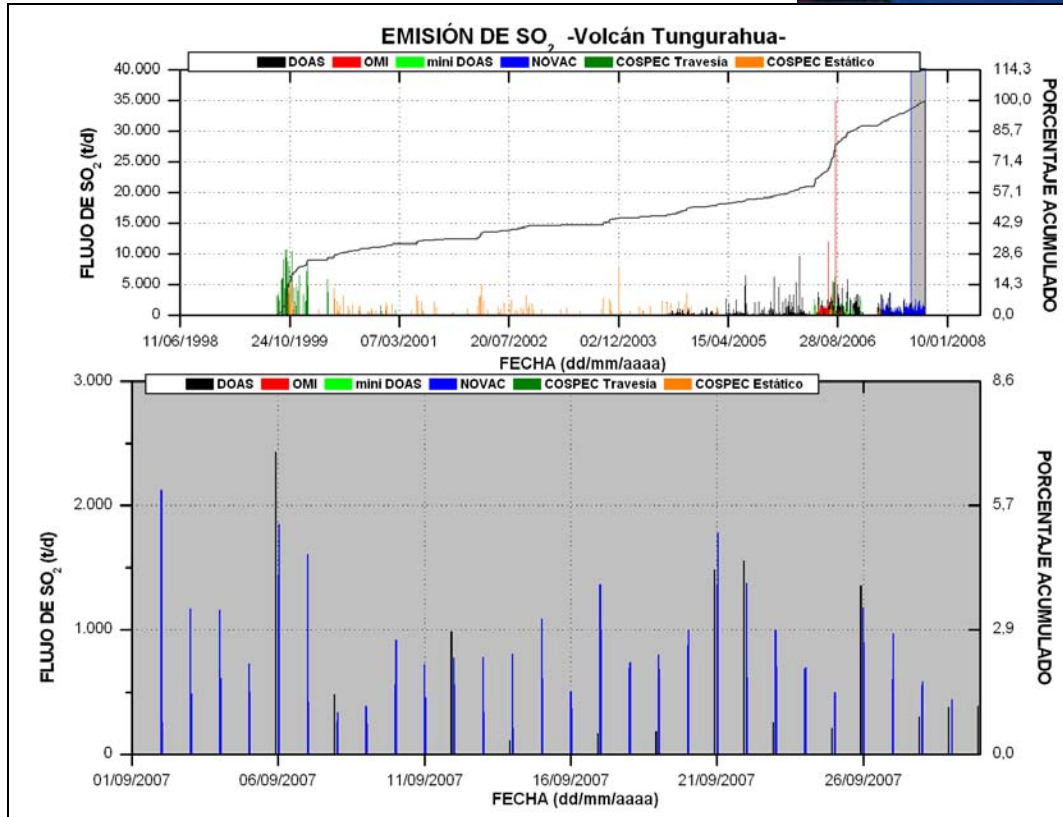


Figura 10-a. (Arriba) Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua durante el periodo Agosto 1999 - Septiembre 2007. (Abajo) La zona sombreada corresponde al registro de emisiones de SO₂ durante el mes de Septiembre de 2007. Las técnicas COSPEC, DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC/NASA

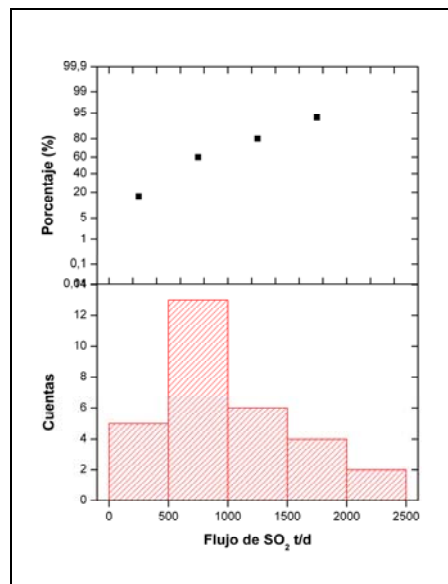


Figura 10-b. (Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de SO₂ medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de SO₂ medidos con el método DOAS



Estadísticas mensuales:

Valor medio: 1056 t/d
Variabilidad (1σ): 518 t/d
Valor máximo: 2433 t/d (6 de Septiembre)
Emisión estimada: 31680 t de SO_2

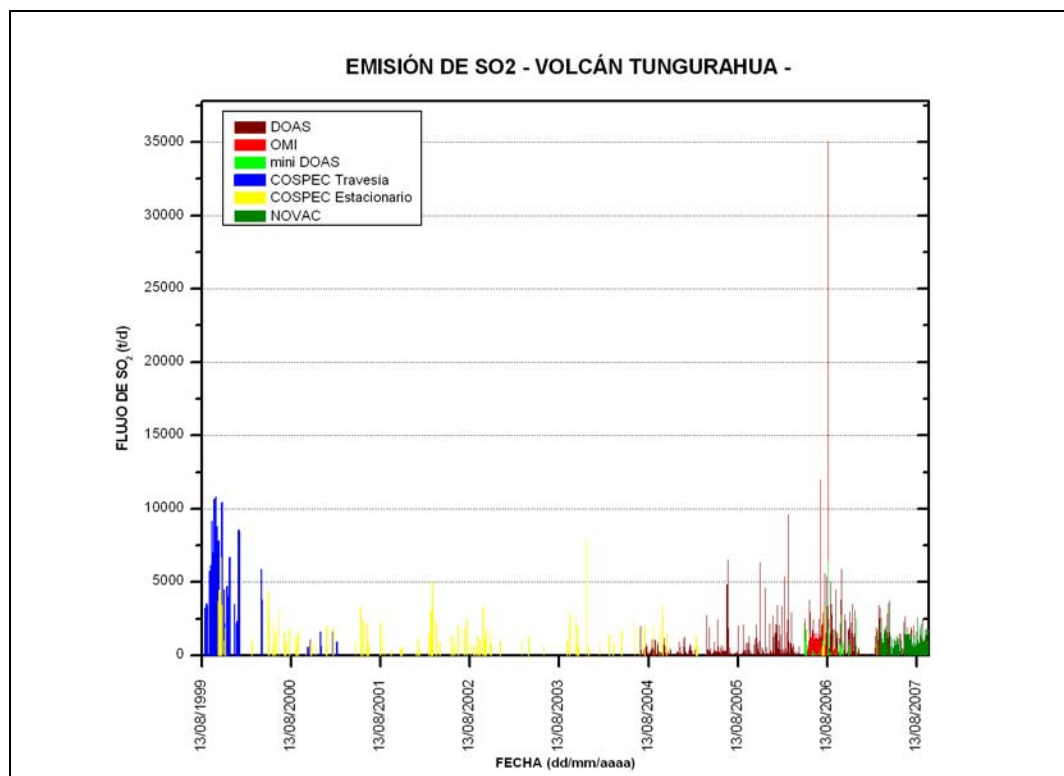
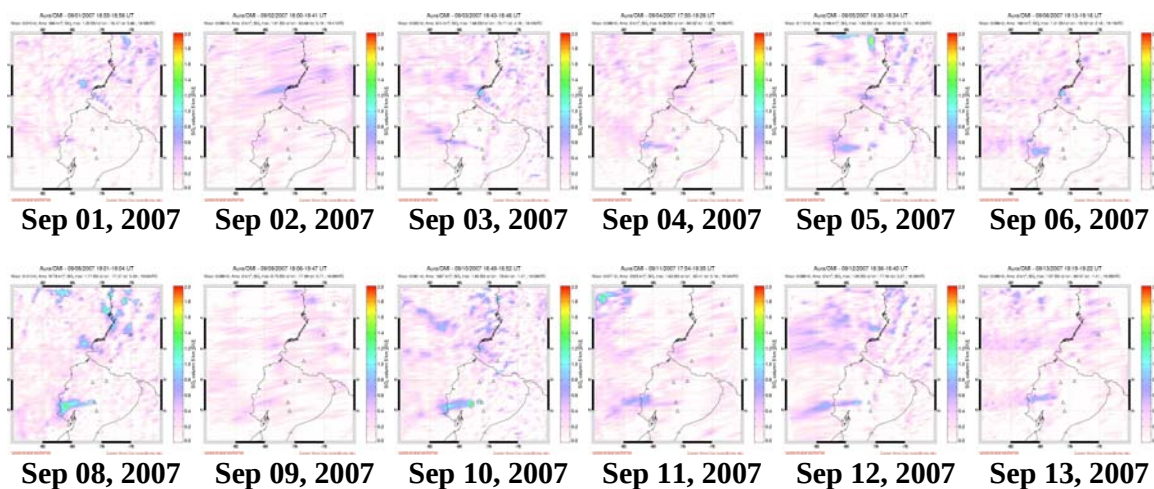


Figura 10-c. Flujo diario de SO_2 emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Septiembre de 2007



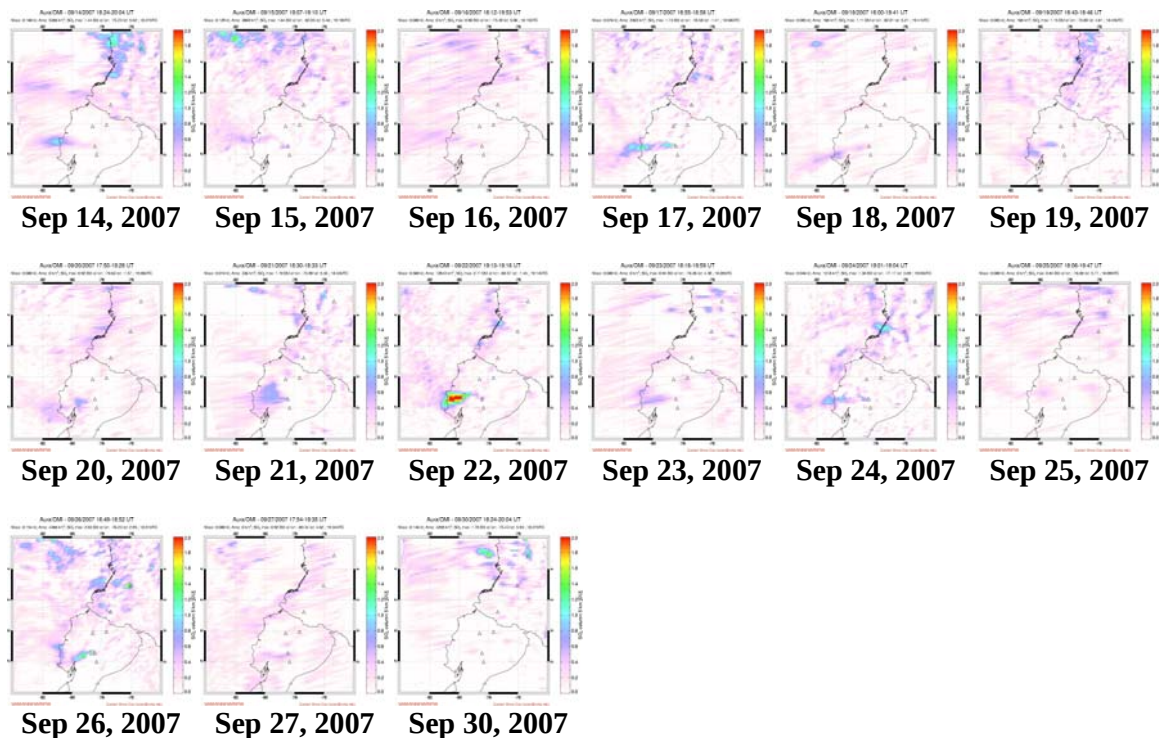


Figura 10-d. Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de Septiembre de 2007 (Cf. http://so2.umbc.edu/omi/pix/2007/daily/0807/ecuador_0807.html)

5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

Observaciones visuales

La mayor parte del mes se presentó 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 0.5 a 1.5 km snc, con la generación de emisiones de mayor energía o explosiones las columnas alcanzaron los 3 km snc. La pluma se dirigió la mayor parte del tiempo hacia el O - SO. Se recibieron reportes de caída de ceniza desde los poblados ubicados en el flanco SO y O del volcán (Tabla 2). Las poblaciones que más han sido afectadas por la caída de ceniza fueron Choglontus, El Manzano y Bilbao.



Población	1	2	4	6	7	8	9	11	12	13	14	15
Puela												
El Manzano												
Choglontus												
Pillate												
Bilbao												

Población	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Palitagua													
Puela													
El Manzano								R					
Choglontus													
Pillate													
Bilbao													
Cotaló													
Baños													
Runtún													

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

Acompañando a la salida del material fue posible escuchar bramidos tipo turbina de baja 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.

Con la ocurrencia de explosiones fuertes se recibió el reporte de vibración de ventanales desde Juive y Runtún (lunes 17); Palitagua y Pillate (domingo 23); Pillate (lunes 24).

Por las noches fue posible observar brillo de leve intensidad. Con la ocurrencia de explosiones y/o emisiones se observaron bloques incandescentes, los que rodaron hasta unos 800 m bnc. Ocasionalmente se observó actividad estromboliana con los bloques incandescentes eyectados que caían en el interior del cráter.

Lahares

Durante este mes se presentaron lluvias ligeras. Únicamente el martes 25 se llegó a generar un lahar pequeño en la quebrada de Motilones y agua lodosa en las quebradas de Bilbao y Mandur.

6. Nubes de Ceniza

Las nubes de ceniza generadas por las explosiones y emisiones alcanzaron alturas máximas entre 16000 pies y 27000 pies. Estas nubes fueron llevadas por los vientos principalmente hacia el O, ONO, OSO y SO, generando ligeras caídas de ceniza con mayor frecuencia al O y SO del volcán (Figura 11). Las nubes de ceniza más energéticas y por lo tanto con mayor área de influencia ocurrieron hacia principios y mediados de este mes.

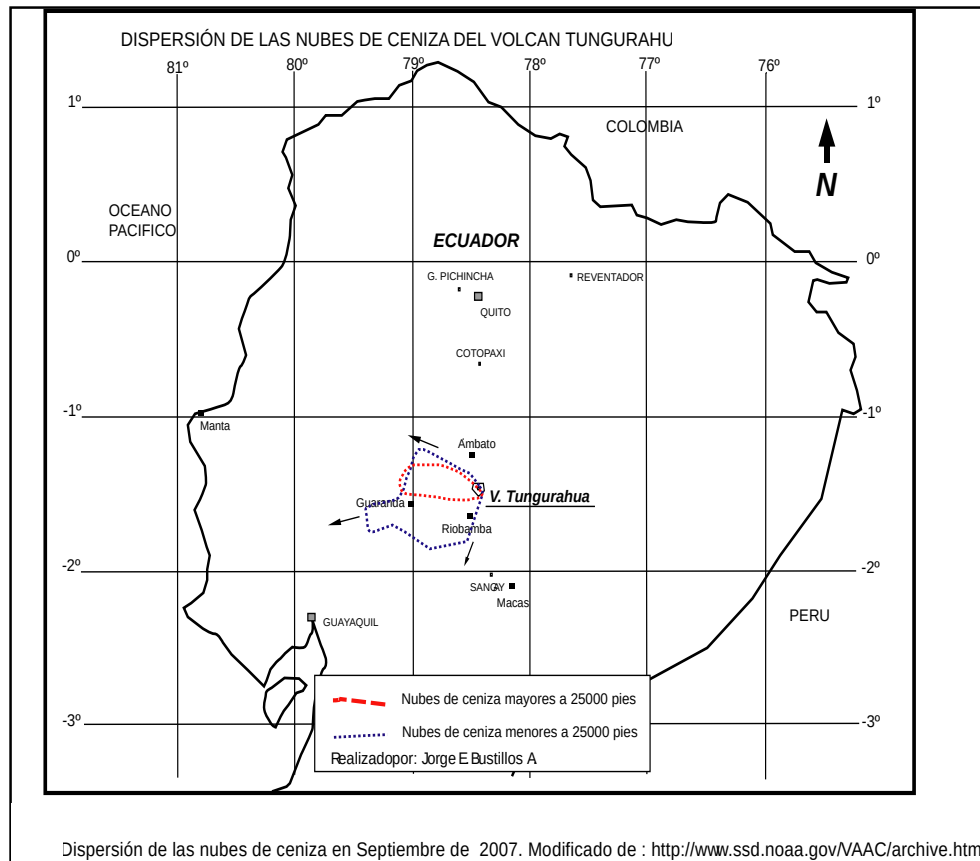


Figura 11. Dispersión de las nubes de ceniza en Septiembre del 2007.
Modificado de: <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html>.

7. Conclusiones

Durante el mes de Septiembre no se presentaron mayores cambios en el estado del volcán. La actividad sísmica fue moderada con la excepción de emisiones energéticas, cuyos niveles de energía que elevaron el IAS al nivel 6 por unos pocos días en el principio del mes, luego bajo al nivel 5. Los niveles de tasa de emisión de gas SO₂ y además los registros de la deformación permanecieron en rangos moderados.

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 60 vigías y voluntarios de Defensa Civil del Cantón Baños, Patate, Pelileo y Penipe , quienes viven en los alrededores del Volcán Tungurahua y cuya comunicación por radio brinda información valioso sobre observaciones visuales, audibles y otros acontecimientos relacionados con el volcán.

13 Noviembre, 2007 - Quito