Resumen Mensual- Actividad del Volcán Tungurahua-- Septiembre del 2008

Instituto Geofísico- Quito y OVT-Guadalupe

Imagen del volcán el 6 de septiembre, 2008 a las 19h24 desde el OVT (Foto: Mario Ruiz).

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

La actividad eruptiva durante el mes de Septiembre, 2008 fue moderada a baja y tenía una tendencia a la baja en comparación con meses anteriores. En total se registro 611 eventos sísmicos, de los cuales, la mayoría fueron eventos de largo periodo. Este valor es 30% menor de lo que fue registrado el mes anterior. El número de sismos de fracturamiento (VT´s) fue importante (13), sin embargo fueron eventos pequeños. No Hubo registro de explosiones ni emisiones.

El registro de niveles de energía sísmica generado del Tungurahua continuaba bajando desde nivel 4 a 3 en el IAS. Los gases magmáticos registraron valores promedios de 170 t/día. En respecto a la deformación registrada en dos estaciones inclinométricas, se registraba una continua deflación, con pocos picos. La presencia de ceniza fue nula.

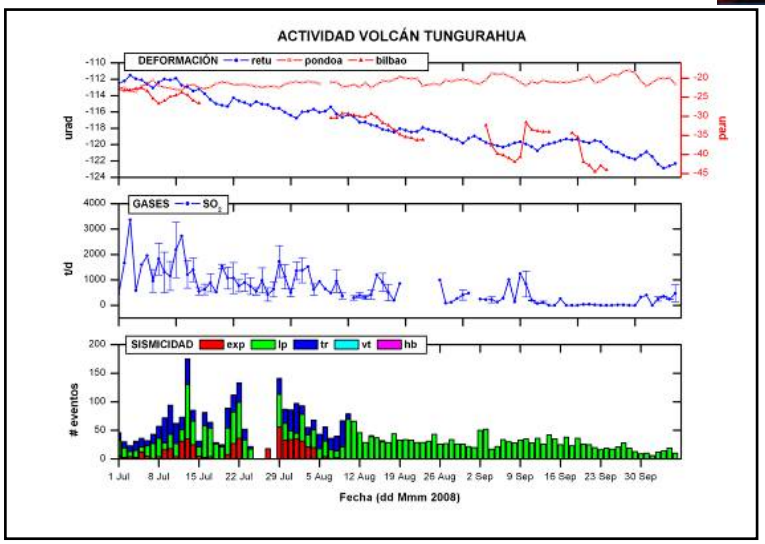


Figura 1. *Resumen de la actividad del Volcán Tungurahua desde Enero al principios de Octubre 2008, empleando datos de sismicidad, gas-SO_2 y deformación. En general durante este mes se nota un incremento paulatino en los valores de sismicidad, la aparición de importantes explosiones y gases.*

2. Sismicidad

El monitoreo sísmico del volcán Tungurahua se realizó utilizando la red de estaciones telemétricas de periodo corto, la red de estaciones de banda-ancha de la Cooperación JICA-Instituto Geofísico y la estación de periodo medio de la cooperación Alemana.
En general el volcán presentó en este mes señales sísmicas propias de volcanes activos, tales como sismos de largo periodo (LP), sismos volcano-tectónicos (VT), sismos con componente de fractura y de resonancia conocidos como híbridos (HB), señales de emisiones y de explosiones volcánicas.

En Septiembre se registró un número total de 611 eventos sísmicos, la mayoría LP´s. El número total semanal varían entre 72 y 195 eventos— valor que es 30% menor comparado con los dos meses anteriores. El promedio de eventos/día fue 20. Se llama la atención a los 13 VT´s, 6 que fueron localizados entre 3-11 km bajo la cumbre. El mes anterior ocurrió 17 VT´s, valores que son comparativamente altos.

La incidencia de tremores de emisión y de explosiones fueron nulas durante todo el mes.

En general la actividad sísmica del volcán Tungurahua mostró una clara tendencia al descenso.

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
1-7 Sept	161	153	8	0	0	0
8-15 Sept	183	182	1	0	0	0
16-23 Sept	195	193	2	0	0	0
24-30 Sept	72	70	2	0	0	0
Total Sept/2008	**611**	**598**	**13**	**0**	**0**	**0**
Total Agosto/2008	873	856	17	0	269	64
Total Julio /2008	841	838	3	0	803	295
Total Junio/2008	1032	1024	8	0	386	9
Total May/2008	1640	1633	7	0	2930	800

Total Abr/2008	2680	2672	8	0	950	51
Total Mar/2008	958	947	11	0	499	22
Total Feb/2008	1503	1495	8	0	363	738
Total Ene/2008	3707	3706	1	0	1534	6403
Total Dic/2007	2463	2455	8	0	916	1335
Total Nov/2007	1899	1888	11	0	934	936
Total Oct/2007	1349	1337	12	0	1160	178
Total Sep/2007	702	698	4	0	1123	92
Promedio Diario Sept/2008	**20.3**	**20**	**0.43**	**0**	**0**	**0**
Promedio Diario Agosto/2008	28.16	27.61	0.54	0	8.67	2.06
Promedio diario Julio/2008	27	27	.09	0	26	9.5
Promedio diario Junio/2008	34.4	34.1	0.27	0	12.9	0.39
Promedio diario May/2008	52.9	52.7	0.22	0	97.7	25.80
Promedio diario Abr/2008	89.33	89.06	0.27	0	31.7	1.7
Promedio diario Mar/2008	31	31	0.35	0	16	0.70
Promedio diario Feb/2008	51.82	51.6	0.27	0	12.48	25.48
Promedio diario Ene/2008	119.57	119.54	0.032	0.0	49.48	206.54
Promedio diario Dic/2007	79.45	79.19	0.25	0	29.54	43.06
Promedio diario Nov/2007	63.3	62.93	0.36	0	31.1	31.2
Promedio diario Oct/2007	43.51	43.21	0.38	0.0	37.41	5.74
Promedio diario Sep/2007	23.4	23.27	0.13	0.0	37.43	3.07

***Tabla 1**. Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Septiembre de 2008 y la registrada en los últimos doce meses.*

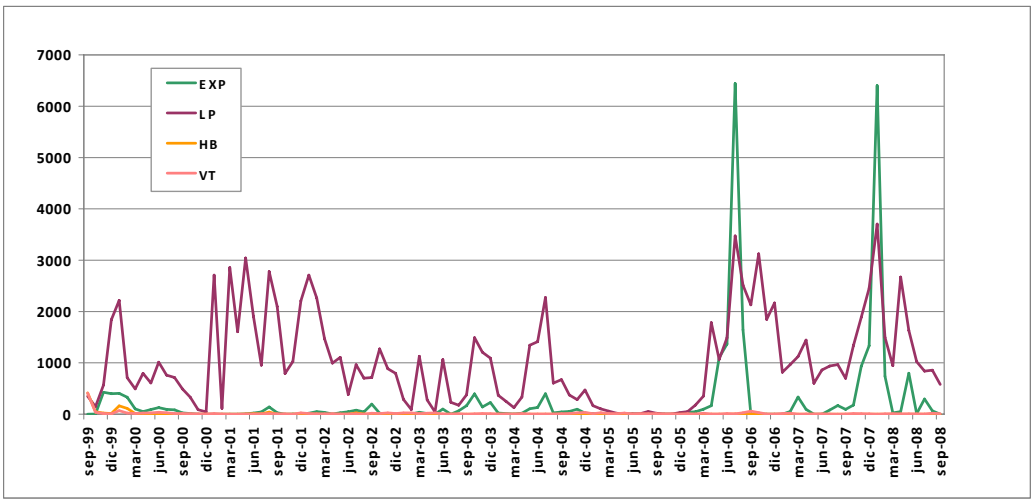


***Figura 2.** Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Septiembre de 2008*

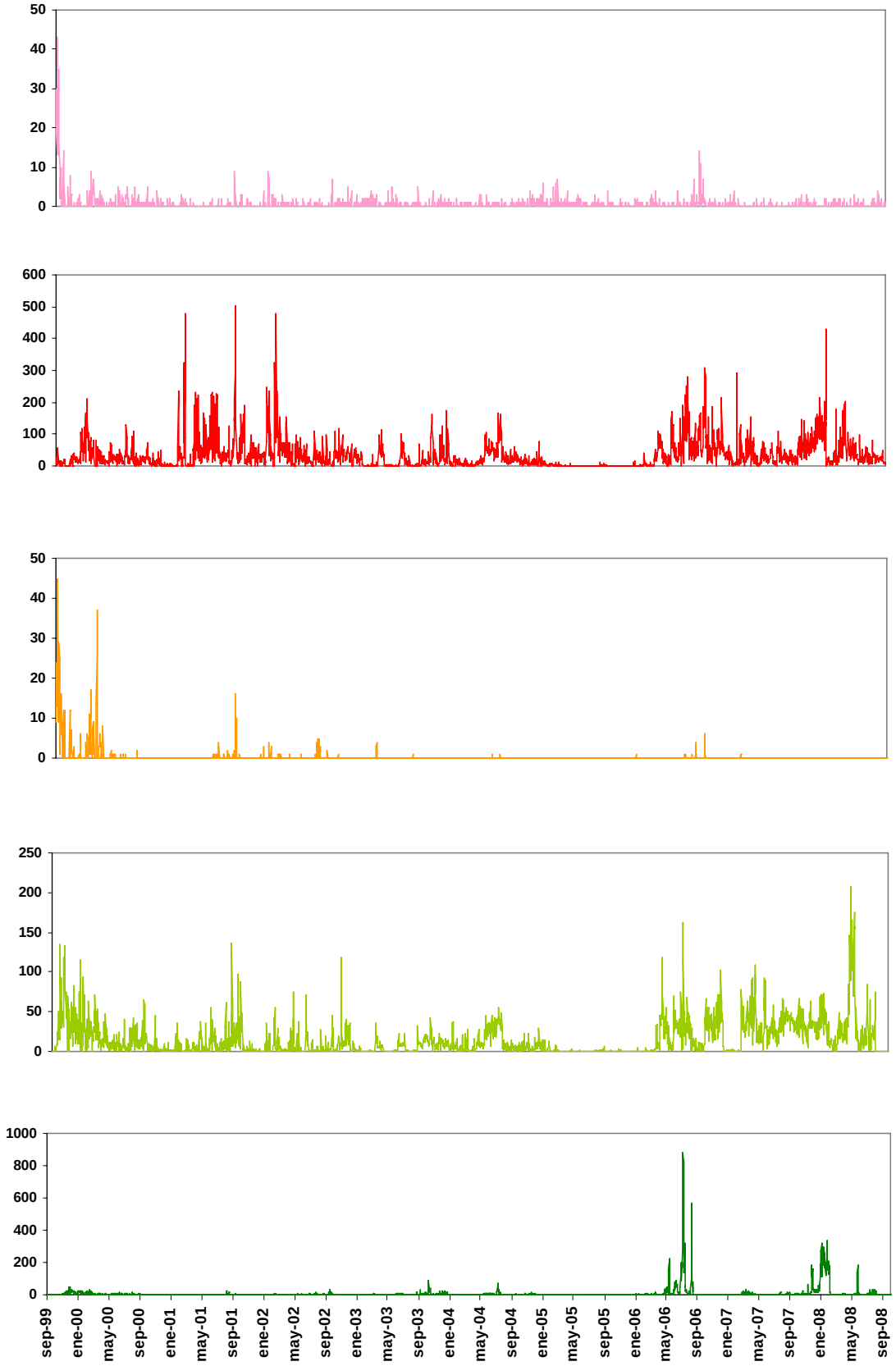


Figura 3. *Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Septiembre de 2008 (en el orden indicado).*

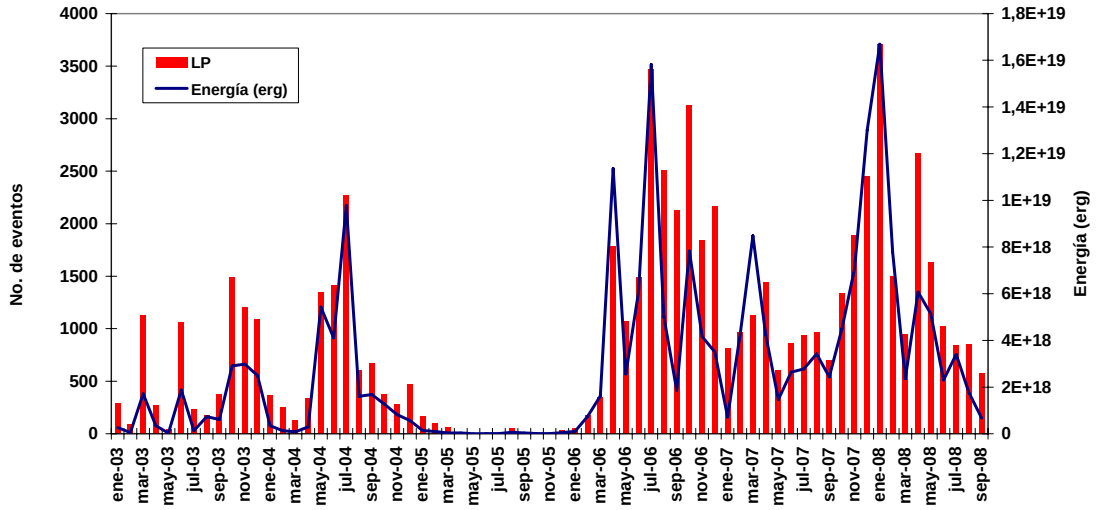


Figura 4. *Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Septiembre, 2008.*

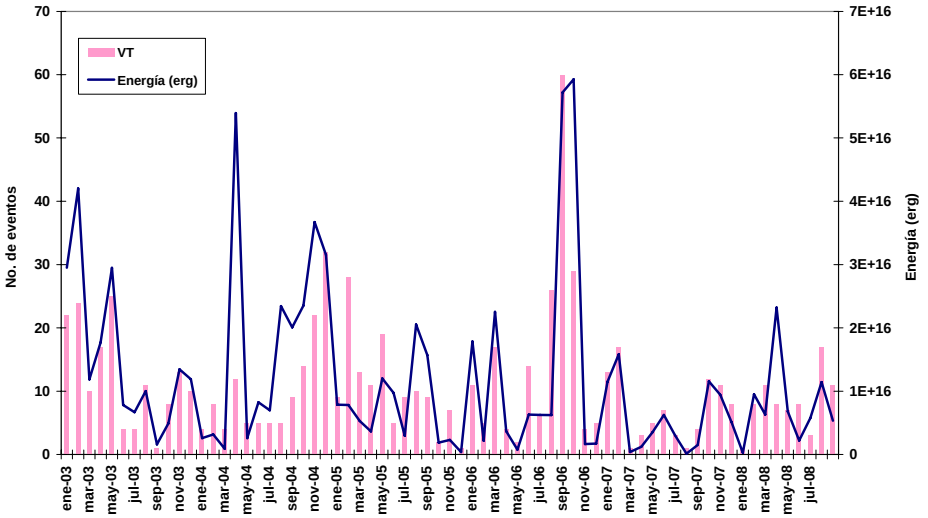


Figura 5*. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Septiembre, 2008.*

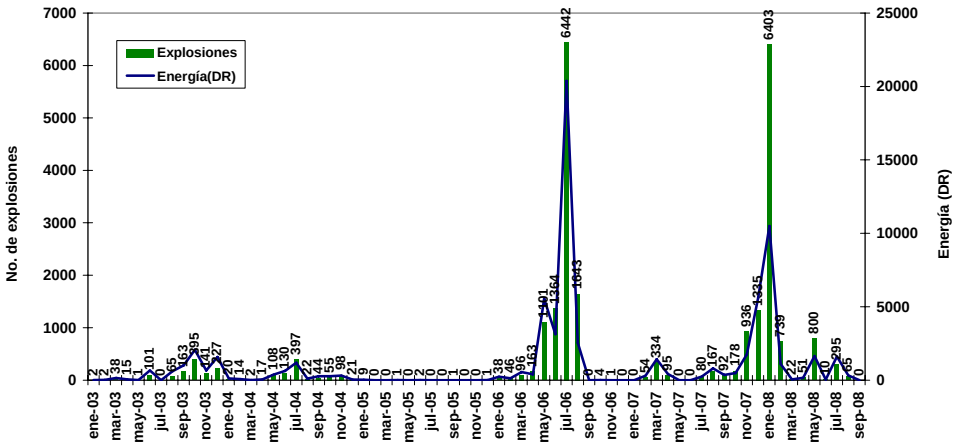


Figura 6. *Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR–desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Septiembre, 2008.*

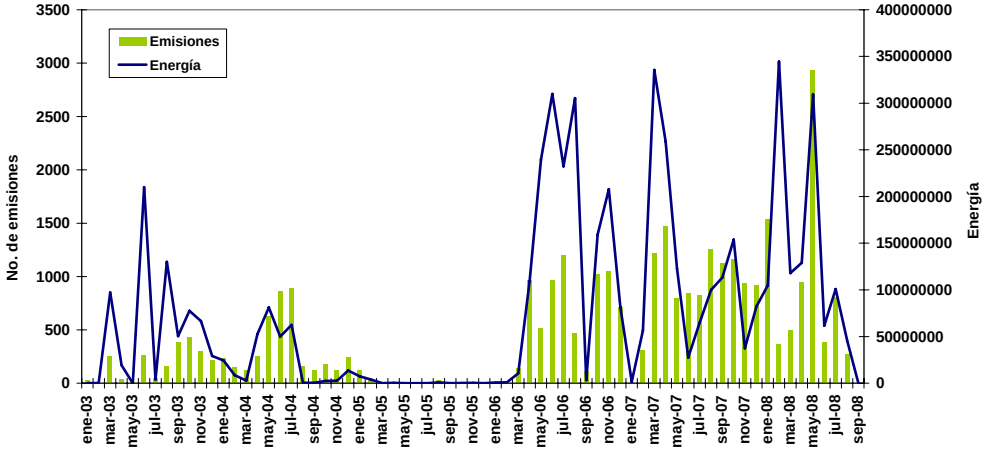


Figura 7. *Número mensual de emisiones y su energía asociada (función de la intensidad del movimiento basada en la amplitud y duración) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Septiembre, 2008.*

2.1 Localizaciones

Durante el mes de Septiembre, se localizaron seis eventos VT´s de las señales registradas. Estos eventos de fractura se presentaron profundidades entre 3 km y 11 km bajo la cumbre, con tendencia de ubicarse bajo el flanco Nor-NorOccidente del volcán.

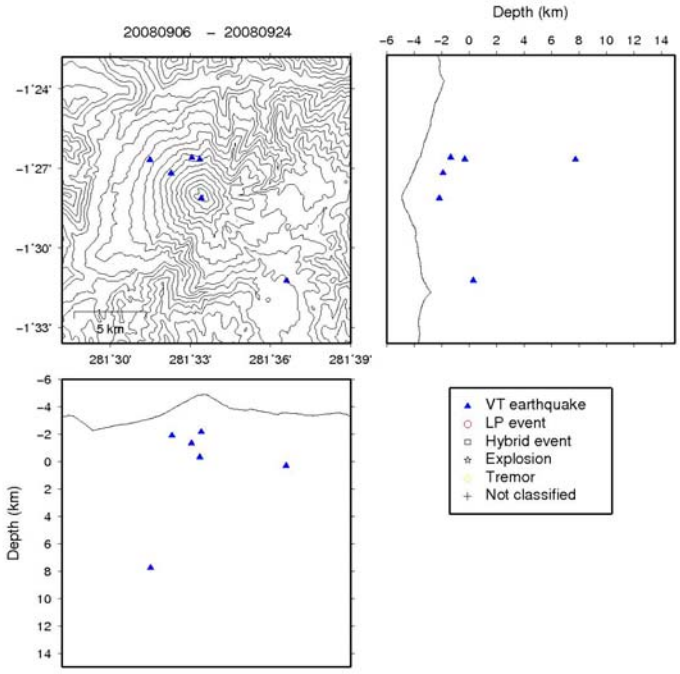
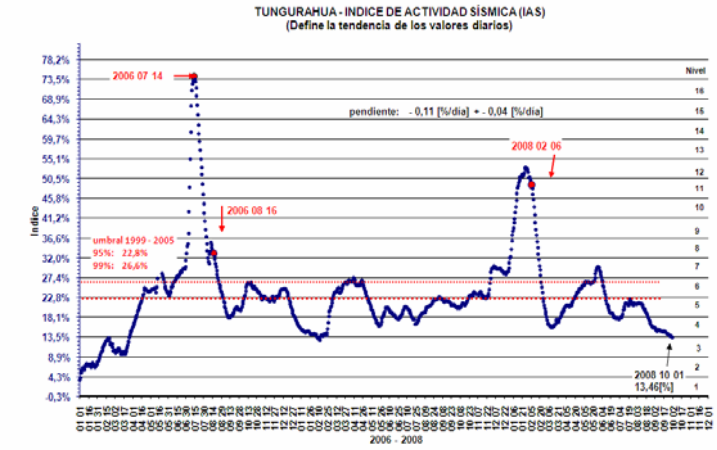


Figura 8. Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Septiembre 2008.

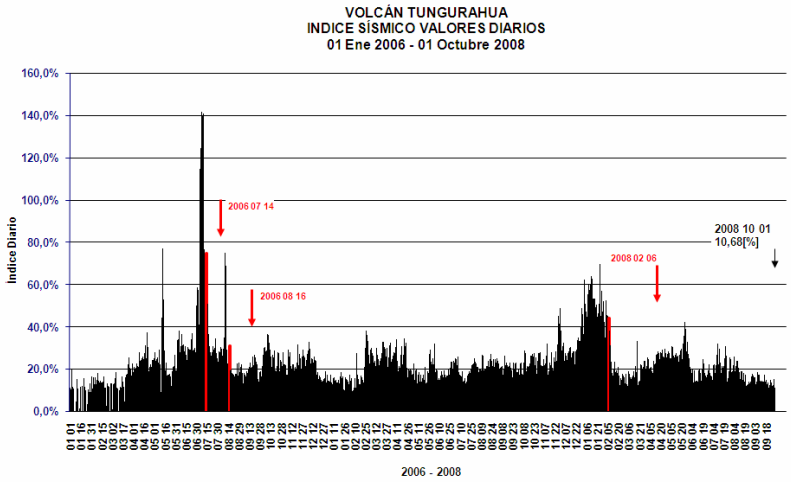
2.1 Índice sísmico

Este parámetro 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 moderados y ascendentes en el IAS. Durante el presente mes de Septiembre, 2008 descendió desde nivel 4 hasta 3 (Figura 9-a). El patrón de descenso ha sido gradual y continuo. En el Índice Sísmico Diario (ISD) (Figura 9-b) puede apreciar que los niveles siguen bajando en comparación con meses anteriores.

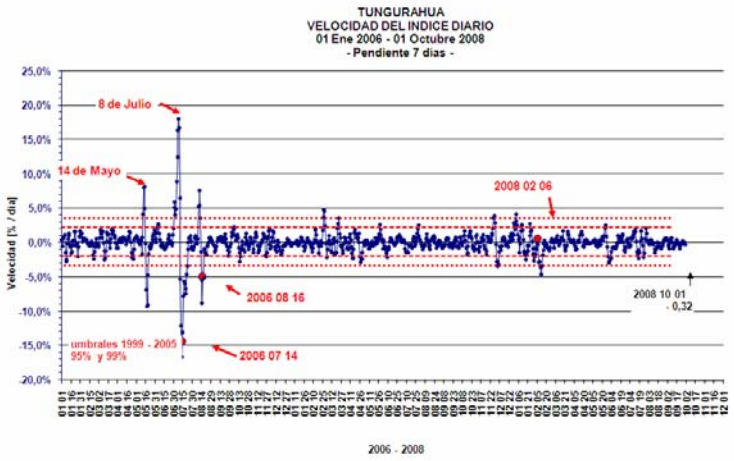
Las velocidades del ISD no tuvieron una evolución importante en este periodo ni fueron tan importantes las aceleraciones que experimentó, comparados con los niveles registrados en otras ocasiones (Figuras 9-c y 9-d). En la Figura 9-e se observa las tendencias de las tres componentes del índice mostrando que el descenso del índice se debe no solo al menor número de eventos, sino a que también estos fueron más pequeños cada vez.



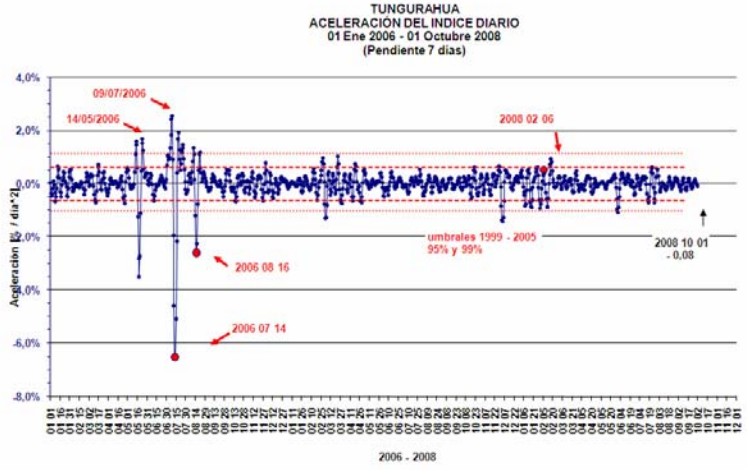
(a)



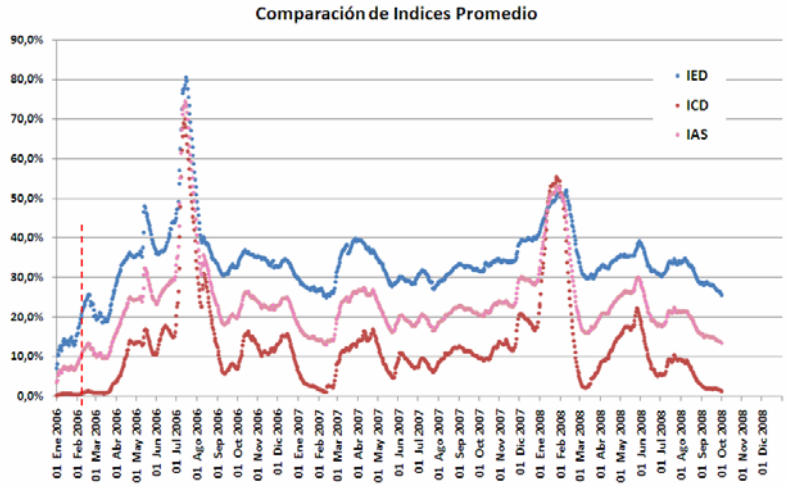
(b)



(c)



(d)

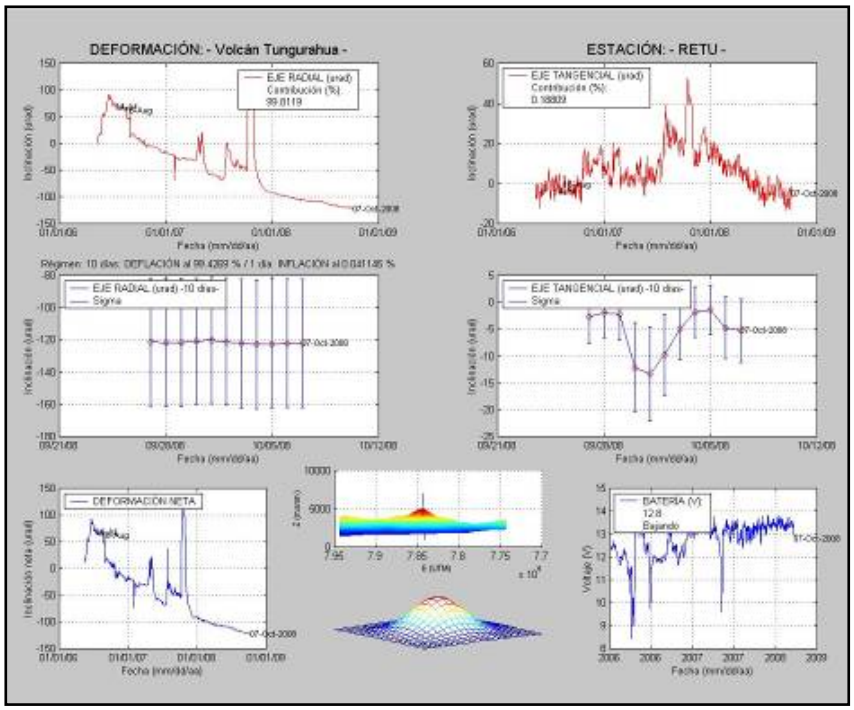


(e)

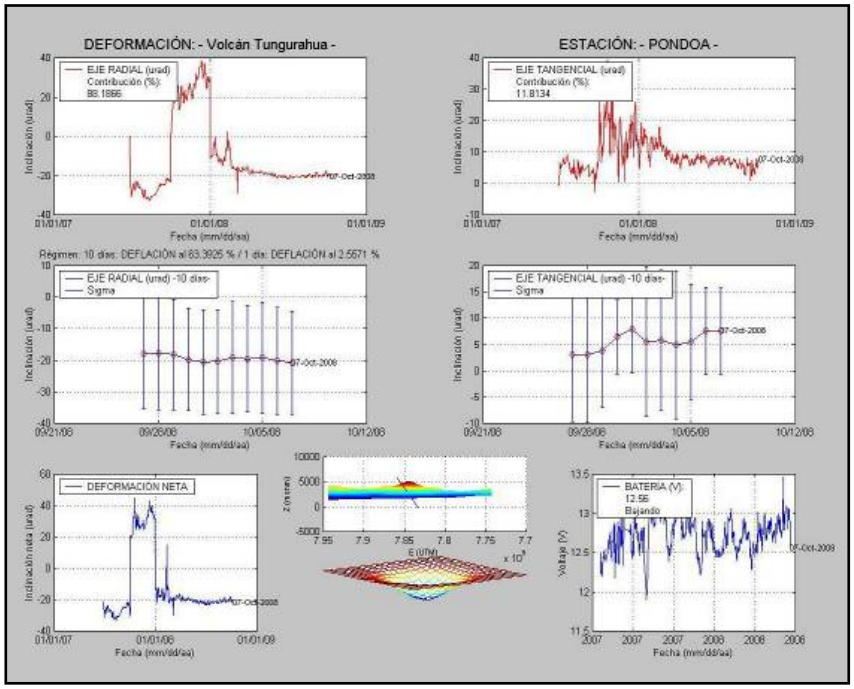
Figuras 9-a, 9-b, 9-c, 9-d y 9-e: *Índice sísmico, tendencia de la variación diaria, nivel de actividad, velocidad y aceleración de la variación del índice sísmico durante Septiembre, 2008. Se resaltan los valores para las erupciones del 14 de julio y 16-17 de agosto y los valores mayormente estables durante los meses de Septiembre-Diciembre, 2006 y Enero, 2007. Luego hubo los periodos entre Marzo a Mayo, 2007 y fines de Noviembre 2007 hasta principios de Febrero de 2008, cuando la actividad fue muy destacable. En el mes de Septiembre, 2008, el nivel de actividad fue bajando continuamente.*

3. Deformación

Durante el mes de Septiembre, la tendencia registrada en dos estaciones de inclinometría fue mayormente deflación (RETU y PondoA). En Pondoa se nota un estancamiento de los valores. Estos patrones indiquen que no hay importantes procesos de compresión interna en el volcán.



10-a



10-b

Figuras 10-a y 10-b Representación de los valores de los ejes radial y tangencial de las estaciones inclinométricas de Retu y Pondoa hasta principios de Octubre de 2008.

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 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, desde marzo de 2007 se cuenta con una red de 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 2008 la emisión de gas SO_2 del volcán Tungurahua mantuvo la tendencia iniciada el mes anterior de claro descenso. Esto coincide con la disminución de energía liberada por el volcán que es evidente con los otros parámetros monitoreados como la sismicidad y la deformación.

El flujo diario de SO_2 tuvo un promedio de 170 t/d con una desviación estándar de 311 t/d. Este valor es el menor del año y uno de los más bajos desde que se inició el actual periodo eruptivo en 1999. El valor máximo medido fue de 1242 t/d el 9 de septiembre y el valor estimado de emisión de SO_2 en la atmósfera para este mes alcanza el valor de 5100 t.

Las condiciones climáticas fueron en general adversas para la medición de la pluma, habiendo sido la nubosidad y la lluvia muy frecuentes. Por otro lado, le emisión en sí misma fue débil, generalmente advertida como una simple emanación de vapor confinada al cráter, sin generar columnas de emisión importantes.

La actividad observada sugiere que no ha existido una recarga de material magmático en el reservorio más superficial del volcán. El patrón de disminución es típico de un magma empobrecido en gas que no tiene nuevos aportes profundos de material. Este comportamiento se observa desde el mes de agosto de este año y no se han presentado evidencias geofísicas de que cambie en el corto plazo. El monitoreo permanente permitirá detectar cualquier anomalía que de indicios de nuevas recargas de magma o de una eventual culminación del periodo eruptivo vigente.

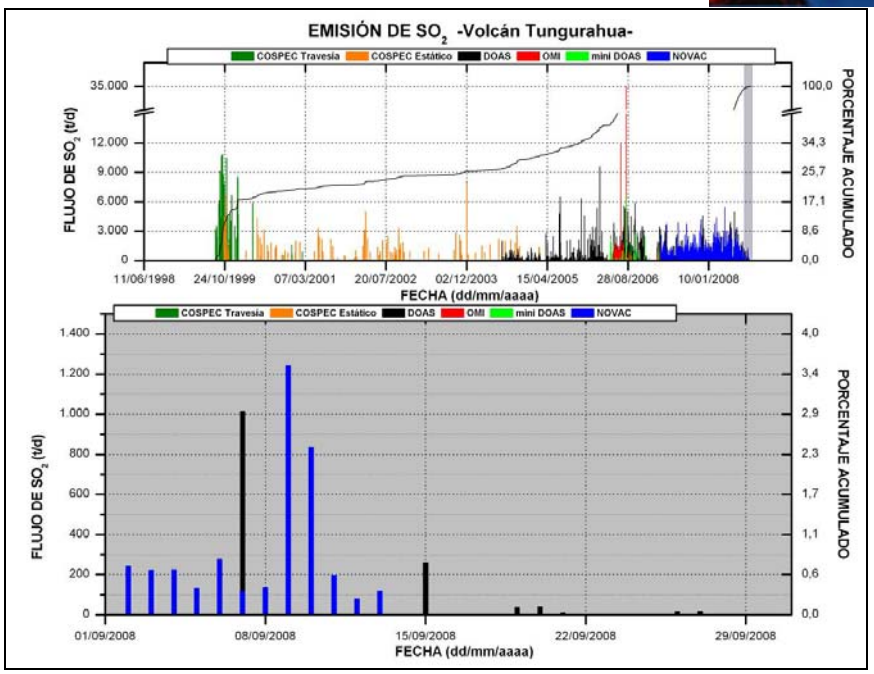


Figura 11-a. *(Arriba) Flujo diario de SO_2 emitido por el volcán Tungurahua desde agosto de 1999. (Abajo) La zona sombreada corresponde al registro de emisiones de SO_2 durante el mes de septiembre de 2008. Las técnicas COSPEC, DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC/NASA*

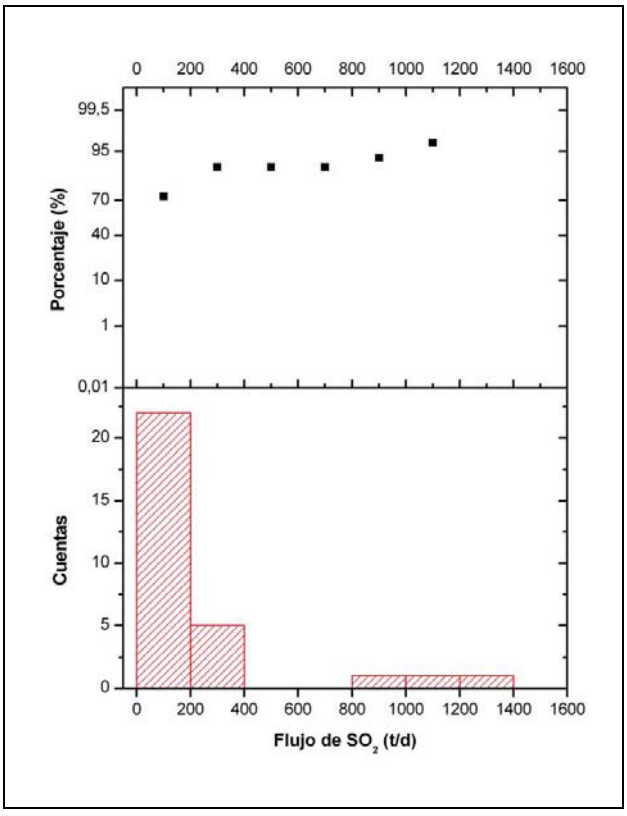


Figura 11-b. *(Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de SO_2 medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de SO_2 medidos con el método DOAS*

Estadísticas mensuales:

Valor medio: 170 t/d
Variabilidad (1σ): 311 t/d
Valor máximo: 1242 t/d (9 de septiembre)
Emisión estimada: 5100 t de SO_2

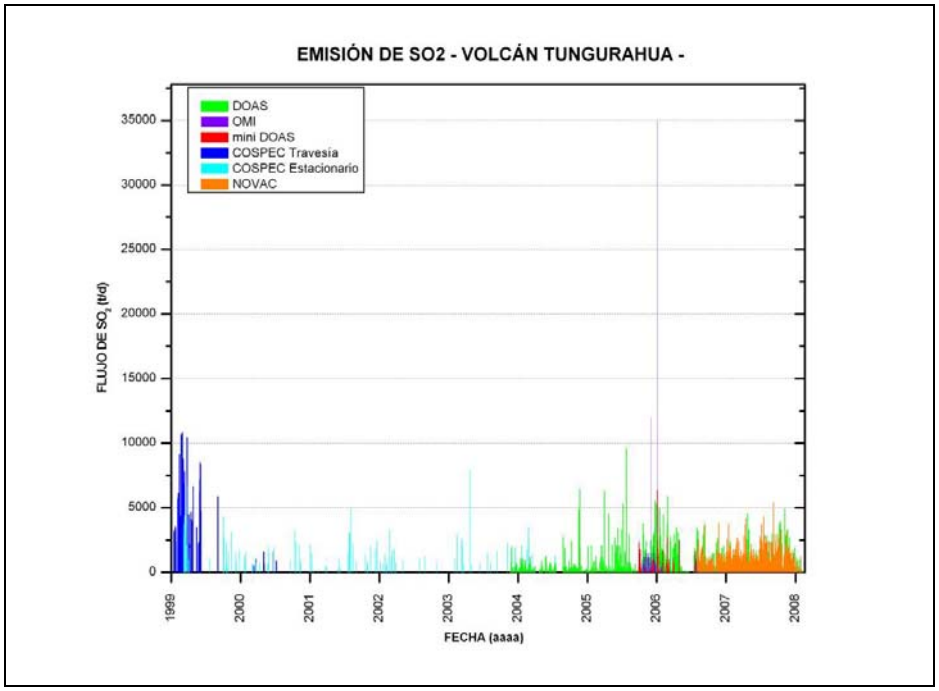
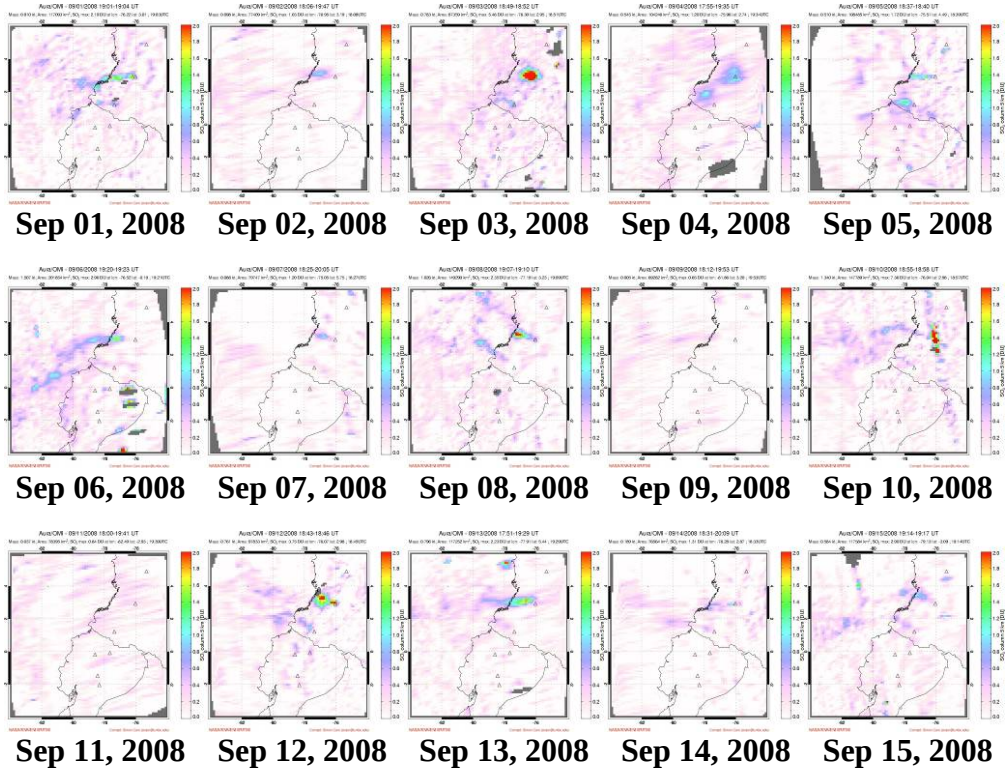


Figura 11-c. *Flujo diario de SO_2 emitido por el volcán Tungurahua desde agosto de 1999 hasta fines de septiembre de 2008*



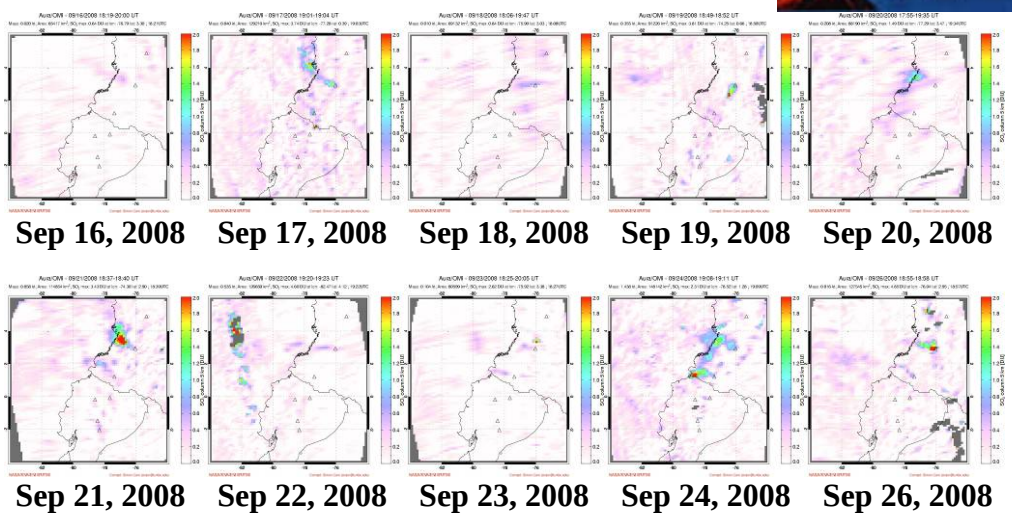


Figura 11-d. *Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de septiembre de 2008. (Fuente: http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/0908/ecuador_0908.html)*

5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

Observaciones Visuales

El clima durante el mes de Septiembre fue poco variable, prevaleciendo los días soleados y despejados; sin embargo en ocasiones se presentaron lluvias de moderada a baja intensidad, y cuando el volcán se despejó, se pudo observar precipitación de nieve alrededor de la parte alta del cono (hasta los 4500 msnm).

La actividad volcánica disminuyó sustancialmente, ya no se registraron explosiones ni ruidos relacionados con salida de gases o material incandescente. Los registros sísmicos mostraron únicamente eventos tipo LP (< 50 eventos), los cuales están relacionados a la actividad fumarólica tanto en el borde del cráter como en su interior. Superficialmente el volcán presentó una muy ligera actividad fumarólica; solo vapor de agua. Esta actividad se concentró principalmente en el borde NE y NW del cráter, y en ocasiones en la parte alta del flanco NE del cono (4000 msnm). Sin embargo la mayor parte del mes, el volcán no evidenció una actividad fumarólica importante.

Lahares

Tras la ocurrencia de lluvias esporádicas pero de moderada intensidad, se llegaron a disparar varios lahares que descendieron por las diversas quebradas que irradian el volcán. La tabla 2 muestra un resumen de las principales características de estos flujos.

FECHA	HORA (TL)	QUEBRADA	TAMAÑO CUALITATIVO	OBSERVACIONES
Martes 02	11h00	Bilbao		No hubo reportes
Miércoles 03	12h00	Bilbao	Flujo de agua lodosa que acarreó bloques pequeños.	
Martes 09	19h00	Juive Grande	Flujo moderado qu acarreó bloues de hasta 50 cm de diámetro.	El lahar fluyó sin novedades por debajo el puente y la alcantarilla del sector del Juive-La Pampa.
Lunes 22	00h53	Juive Grande	Flujo moderado, acarreó bloques medianos.	El flujó circuló por el estribo izquierdo del puente del sector de La Pampa, el depósito dejado fue de alrededor de 50 cm de espesor. Se regitró 33 mm de lluvia en el pluviómetro del Pondoa.
		Bilbao	Flujo de agua lodosa	
		Vazcún		
Martes 30	06h36	Viejo Minero	Flujo mediado	

Tabla 2: *Resumen de los principales flujos de lodo que descendieron por la quebradas del volcán Tungurahua, durante Septiembre, 2008.*

Debido a la lluvia fuerte, la cual registró 33 mm en el pluviómetro de Pondoa (Figura 12), el día lunes 22 de Septiembre se registraron los flujos de lodo más importantes, los cuales descendieron a lo largo de la quebrada del Viejo Minero, transitando por el sector de la alcantarilla, y en la quebrada Juive descendiendo bajo los puentes en el sector de La Pampa. Los dos flujos fueron de pequeña magnitud, siendo el mayor el que descendió por la alcantarilla, donde dejó un pequeño depósito de menos de 50 cm de espesor máximo, transportando bloques de tamaños decimétricos que ocuparon una buena parte del canal. El flujo que descendió por el sector de los puentes fue de menor tamaño, aguas abajo de los puentes, en el sector de cambio de pendiente hacia el Río Pastaza el flujo ocasionó erosión regresiva de varios metros. Flujos de lodo anteriores erosionaron los depósitos previos en los estribos de los puentes, por lo que en los extremos inferiores de las escalas que se pintaron en ellos no alcanzan a medir los depósitos de los flujos que descendieron en esta ocasión (Foto 1).

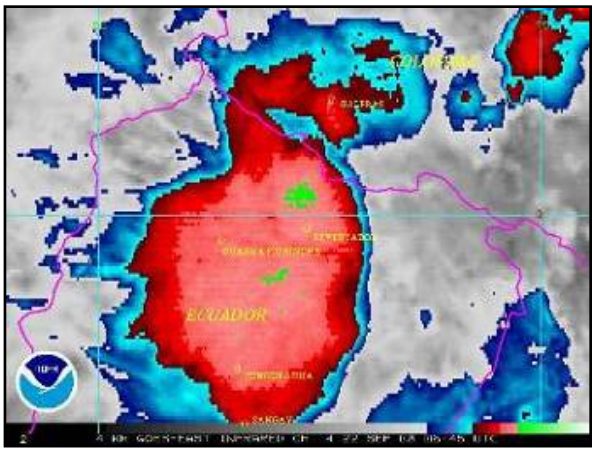


***Figura 12**: Imagen satelital canal infrarrojo (CH 4) se observa un frente nuboso regional grande proveniente del E—22 Sept., 2008 (http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/guag-img.html)*

Foto 1: *Escala pintada en el estribo W del puente en el sector de La Pampa, en la cual se observa que el espesor del flujo no alcanzo el nivel base de 5 m (Foto: P. Ramón)*

6. Nubes de Ceniza

Durante el mes de Septiembre se no reportaron la presencia de ceniza proveniente del volcán Tungurahua.

7. Conclusiones

En el principio del mes, el IAS estuvo en nivel 4 y gradualmente descendió a 3 a los fines del mes. Estos niveles se ubiquen el nivel de actividad del volcán en moderado a bajo. Hubo menor actividad sísmica durante el mes de Septiembre en comparación con los meses anteriores. Tampoco, no se presentaron emisiones ni explosiones. Sin embargo, se registro 13 sismos de fracturamiento, comparado con 17 registrados el mes anterior, valores considerados altos. El promedio de gases- SO2—fue 170 T/día, nivel considerado bajo. No se registró cambios importantes en la deformación para sugerir que el magma está mayormente reposando sin experimentar presiones importantes.

Grupo de sismología
Guillermo Viracucha gviracucha@igepn.edu.ec
Pablo Palacios ppalacios@igepn.edu.ec
Mario Ruiz mruiz@igepn.edu.ec
Liliana Troncoso ltroncoso@igepn.edu.ec
Mónica Segovia msegovia@igepn.edu.ec

Grupo de vulcanología
Patricia Mothes pmothes@igepn.edu.ec
Patricio Ramón pramon@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 Penipe. En especial se da agradecimientos a la Familia Chávez por estar el OVT en su Hacienda Guadalupe.

16 Diciembre, 2008 – Quito/pm/gv