



Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igepon.edu.ec

## *Resumen Mensual*

### *Actividad del Volcán Tungurahua, Noviembre del 2008*



*Volcán totalmente despejado, se observa una ligera emisión de vapor en el borde NE el cráter. (10-Noviembre-2008, Foto: J. Bustillos).*

#### 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

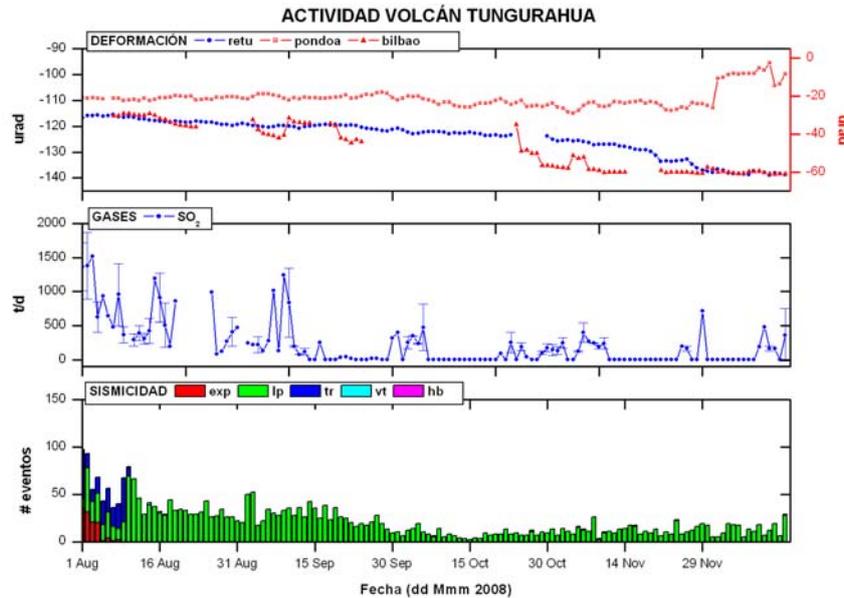
La actividad eruptiva durante el mes de Noviembre, 2008 fue ligeramente ascendente debido a un incremento de sismos de largo periodo, probablemente el producto del nuevo ingreso de magma que empezó por los numerosos sismos de fractura desde Agosto, 2008.

En total se registro 322 eventos sísmicos, de los cuales, la mayoría fueron eventos de largo periodo. Este valor es 60% mayor de lo que fue registrado el mes anterior. El número de sismos de fractura (VT's) fue poco—solo 6 eventos. No hubo registro de explosiones y solo hubo 4 emisiones de vapor.

El registro de niveles de energía sísmica generado por el Tungurahua continuaba ascendiendo desde nivel 3 a 3 alto en el IAS. Los gases magmáticos registraron valores promedios de 98 t/día (nivel muy bajo). En respecto a la deformación registrada en tres

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec

estaciones inclinométricas, se registraba por la primera vez en meses alzas en unos ejes, sugiriendo inflación desde los principios del mes. La presencia de ceniza fue nula.



**Figura 1.** Resumen de la actividad del Volcán Tungurahua desde Enero al principios de Diciembre, 2008, empleando datos de sismicidad, gas-SO<sub>2</sub> y deformación. En general durante este mes se nota un incremento paulatino en los valores de sismicidad, un alza neta en los valores de Pondoia inclinómetro y una subida en los valores del gas SO<sub>2</sub>.

## 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) y sismos volcano-tectónicos (VT), con componente de fractura.

En Noviembre se registró un número total de 322 eventos sísmicos, la mayoría LP's. El número total semanal varían entre 51 y 137 eventos— valor que es casi 60% mayor que que fue registrado en el mes anterior. El promedio de eventos/día fue 10.7 comparado con 6.4 en Octubre. El número de sismos VT's—de fracturamiento—solo 6 eventos ocurrieron durante el mes, que es similar el mes anterior.



Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
 Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeptn.edu.ec

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

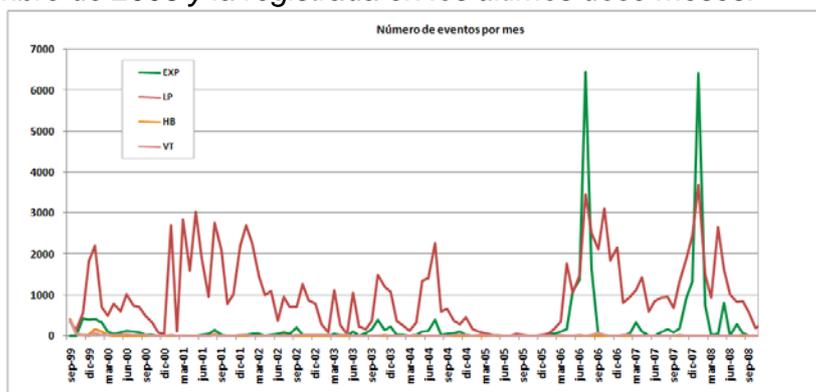
En general la actividad sísmica del volcán Tungurahua mostró una tendencia ligera de ascenso durante el mes, para ubicarse en nivel 3 alto del Índice de Actividad Sísmica.

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
1-7 Nov.	60	59	1	0	2	0
8-15 Nov.	139	137	2	0	2	0
16-23 Nov.	52	51	1	0	0	0
24-30 Nov.	71	69	2	0	0	0
<b>Total Nov 2008</b>	<b>322</b>	<b>316</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
Total Oct 2008	197	193	4	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
<b>Promedio Diario Nov/2008</b>	<b>10.7</b>	<b>10.53</b>	<b>0.20</b>	<b>0</b>	<b>0.13</b>	<b>0</b>
Promedio Diario Oct/2008	6.4	6.2	0.12	0	0	0
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

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec

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

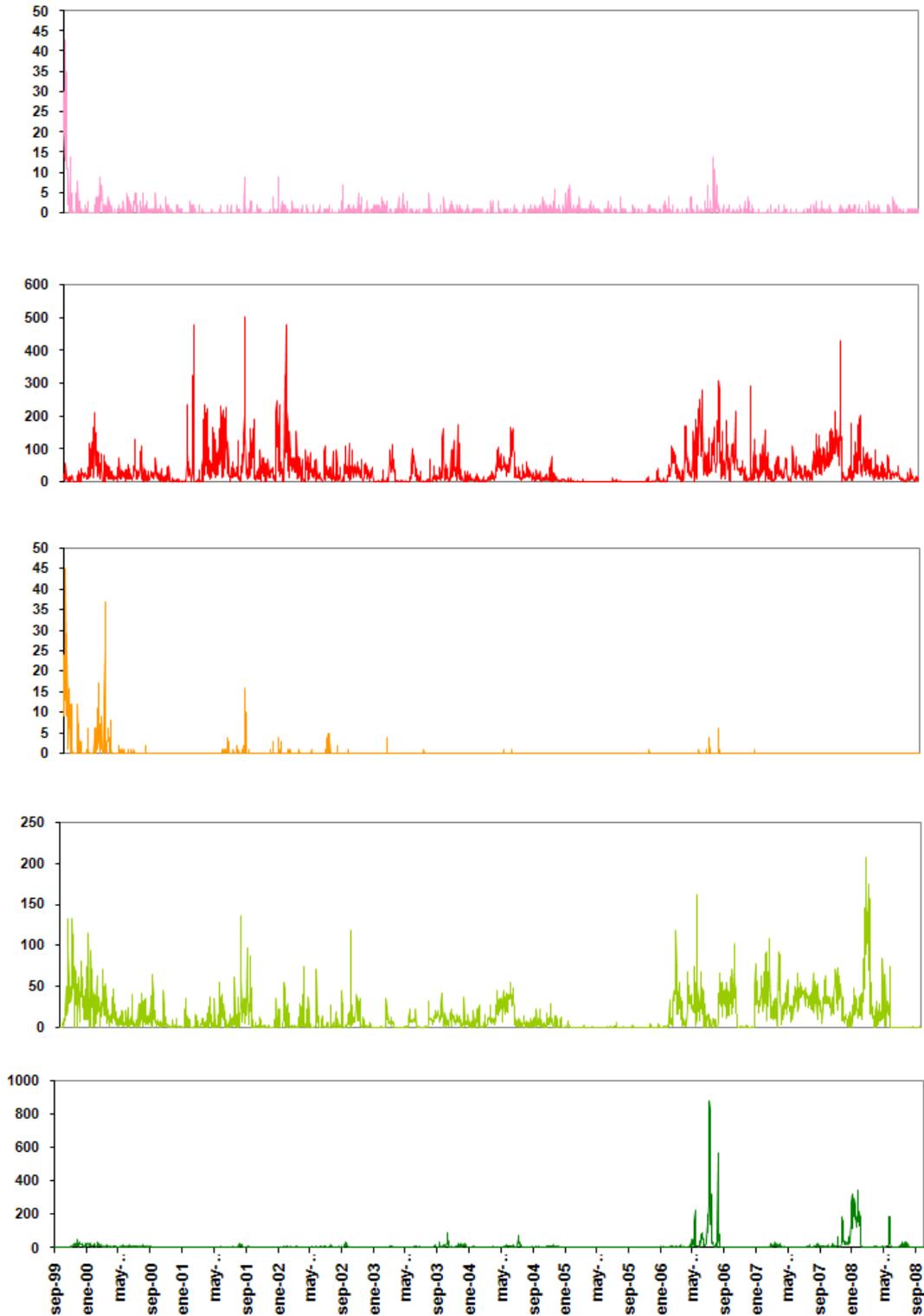
**Tabla 1.** Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Noviembre de 2008 y la registrada en los últimos doce meses.



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



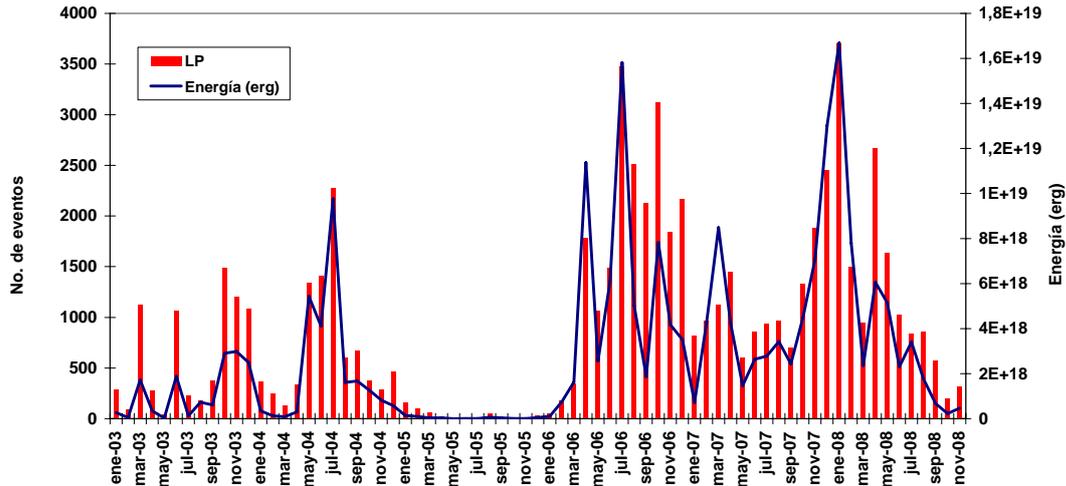
Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec



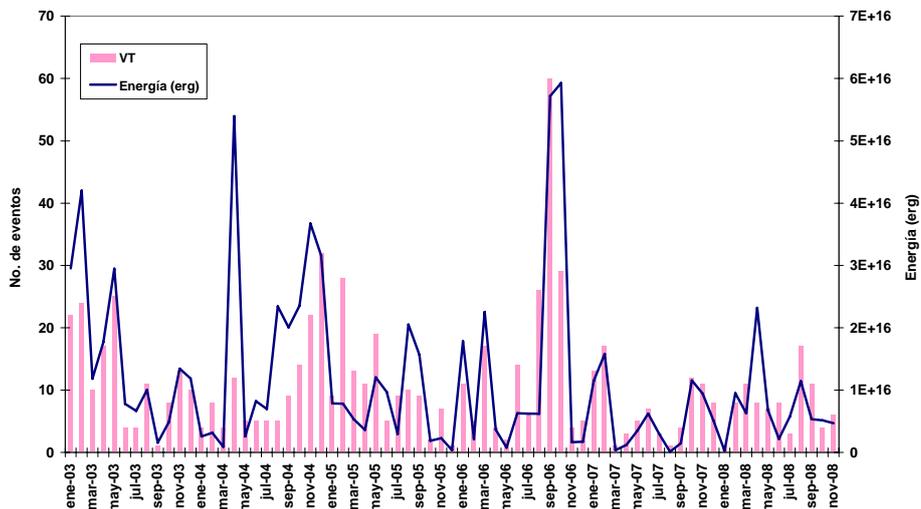
A la mejor labor en Mitigación de Desastres

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec

**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 Noviembre de 2008 (en el orden indicado).

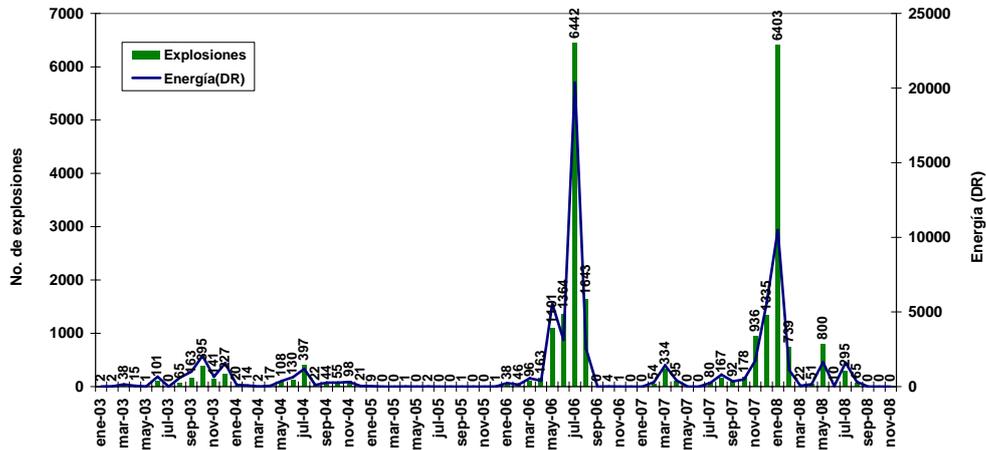


**Figura 4.** Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Noviembre, 2008.

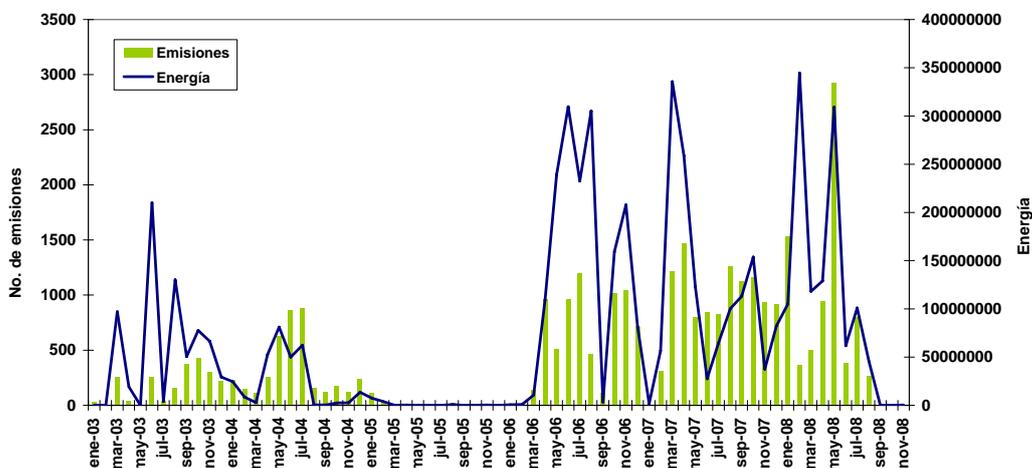


**Figura 5.** Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Noviembre, 2008.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec



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

### 2.1 Localizaciones

Durante el mes de Noviembre, se localizaron seis eventos VT's de las señales registradas. Estos eventos de fractura se presentaron profundidades entre 2 km y 9 km bajo la cumbre.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec

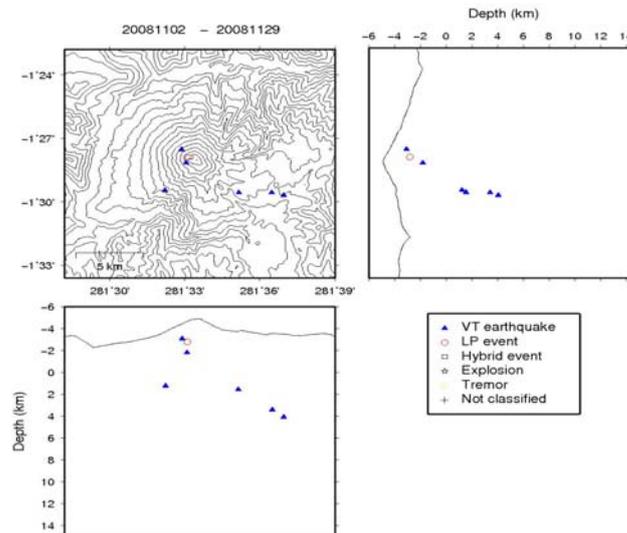


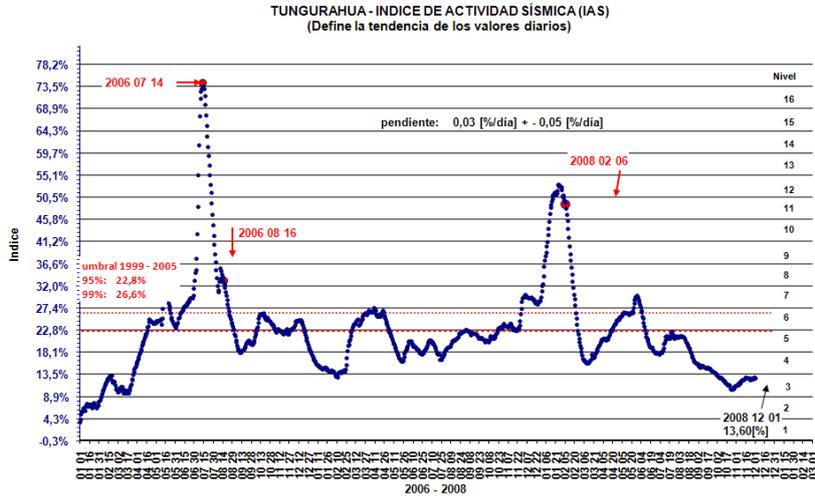
Figura 8. Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Noviembre, 2008.

### Índice sísmico

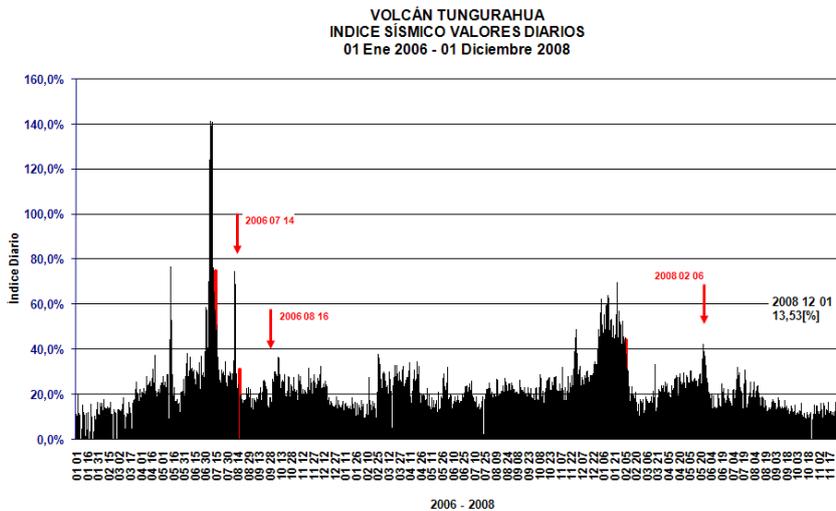
Este parámetro es una medida adimensional que resume en un solo valor tanto la energía como el número de eventos de todas las señales sísmicas: explosiones, tremor, eventos de largo período, eventos híbridos y eventos volcánico–tectónicos presentó valores moderados y ascendentes en el IAS. Durante el presente mes de Noviembre, 2008 quedó en nivel 3 (Figura 9-a). El patrón de ascenso ha sido gradual y continuo. En el Índice Sísmico Diario (ISD) (Figura 9-b) puede apreciar que los niveles siguen en su subida en comparación con meses anteriores.

Las velocidades del VID 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 ascenso del índice se debe un incremento leve en el número de eventos, sino a que también estos fueron más intensos cada vez. En la Figura 9-f se observa como durante las primeras 3 semanas del mes el IAS fue en nivel 3 con una tendencia a subir. En los últimos días sostuvo un ligero freno, hasta por estancarse en los fines del mes de Noviembre.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec

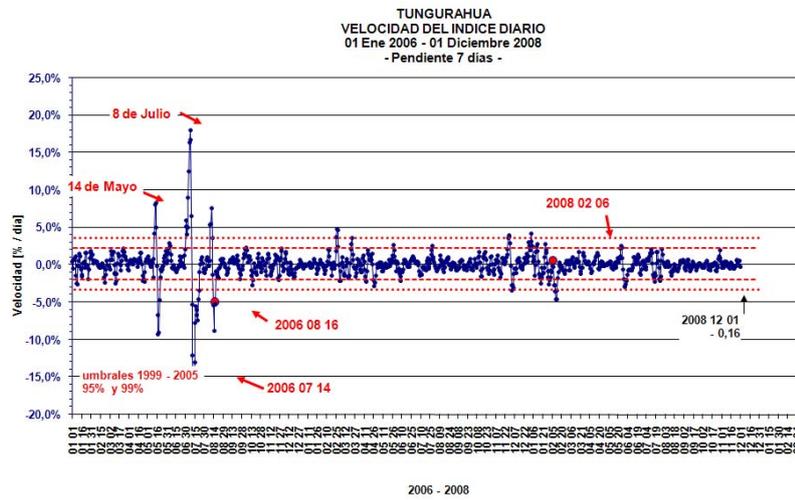


(a)

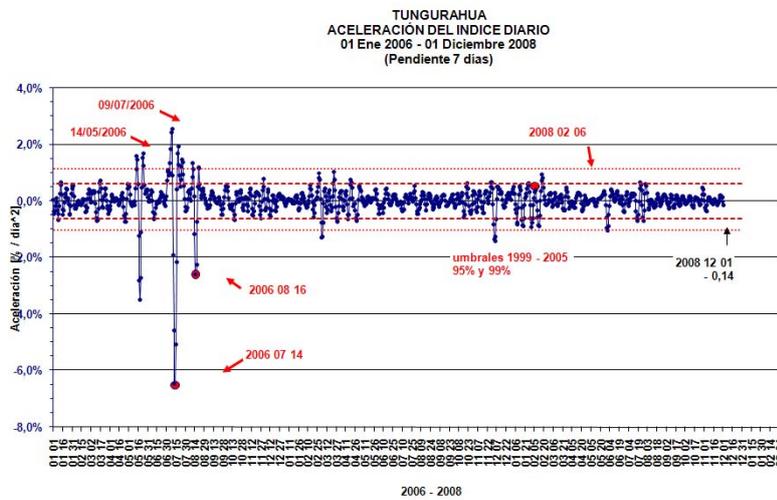


(b)

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec



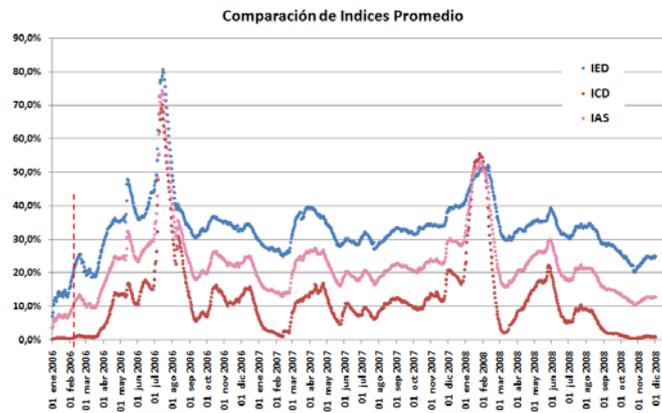
(c)



(d)

GANADOR DEL PREMIO MUNDIAL SASAKAWA-UNDRO 1992  
A la mejor labor en Mitigación de Desastres

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec



(e)

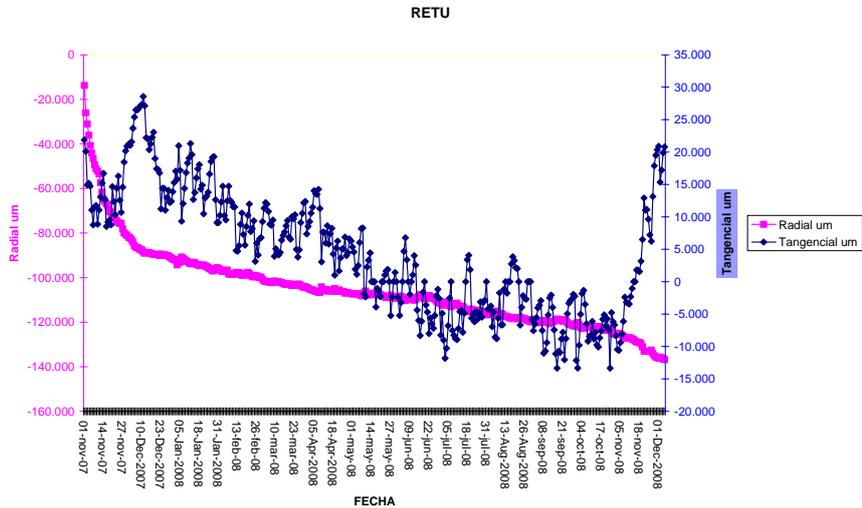
**Figuras 9-a, 9-b, 9-c, 9-d y 9-e:** Índice sísmico, tendencia de la variación diaria, nivel de actividad, velocidad y aceleración de la variación del índice sísmico durante Septiembre, 2008. Se resaltan los valores para las erupciones del 14 de julio y 16-17 de agosto, 2006 y los valores mayormente 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 Noviembre, 2008, el nivel de actividad fue mayormente subiendo ligeramente hasta llegar al nivel de 3 alto.

### 3. Deformación

Durante el mes de Noviembre, la tendencia registrada en tres estaciones de inclinometría fue variable y tuvo cambios dado el estado interno de compresión en el volcán. En Retu se nota un cambio brusco de los valores del eje tangencial a los principios del mes, indicando inflación en este eje. Mientras que el eje radial acentuó en su tendencia de deflación.

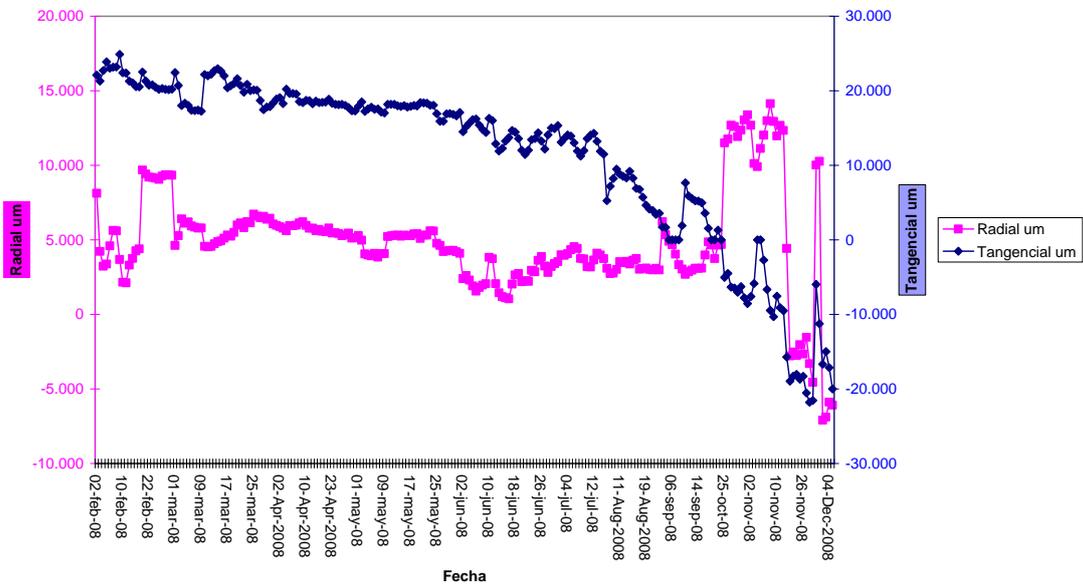
Bilbao empezó de experimentar variaciones notables a los fines de Octubre y durante Noviembre. Estos patrones indiquen que hubo cambios de esfuerzos internos en el volcán. Mientras Pondoá mostró un patrón caótico y no muy creíble desde el 01 de Octubre, patrón que seguía hasta el 05 de Diciembre, 2008.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec



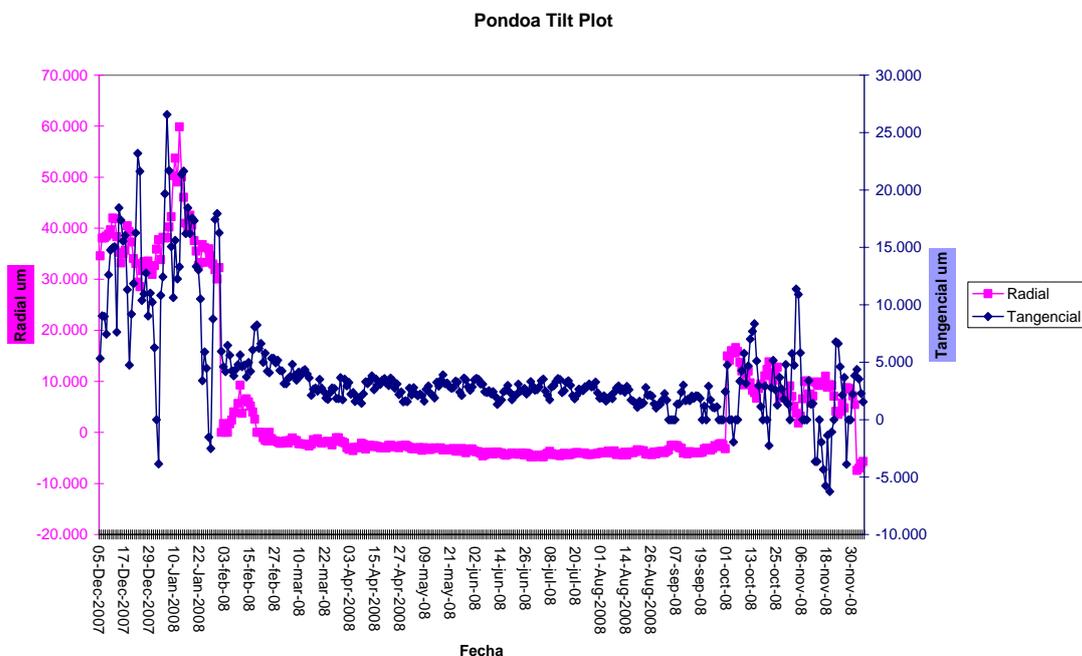
**10-a**

**Bilbao Tilt Plot**



**10-b**

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec



**Figuras 10-a, 10-b y 10-c** Representación de los valores de los ejes radial y tangencial de las estaciones inclinométricas Retu, Pondoa y Bilba hasta principios de Diciembre de 2008.

## 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 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



Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - [www.igepn.edu.ec](http://www.igepn.edu.ec)

(Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change), financiado por la Unión Europea, que utiliza instrumentos DOAS de última generación.

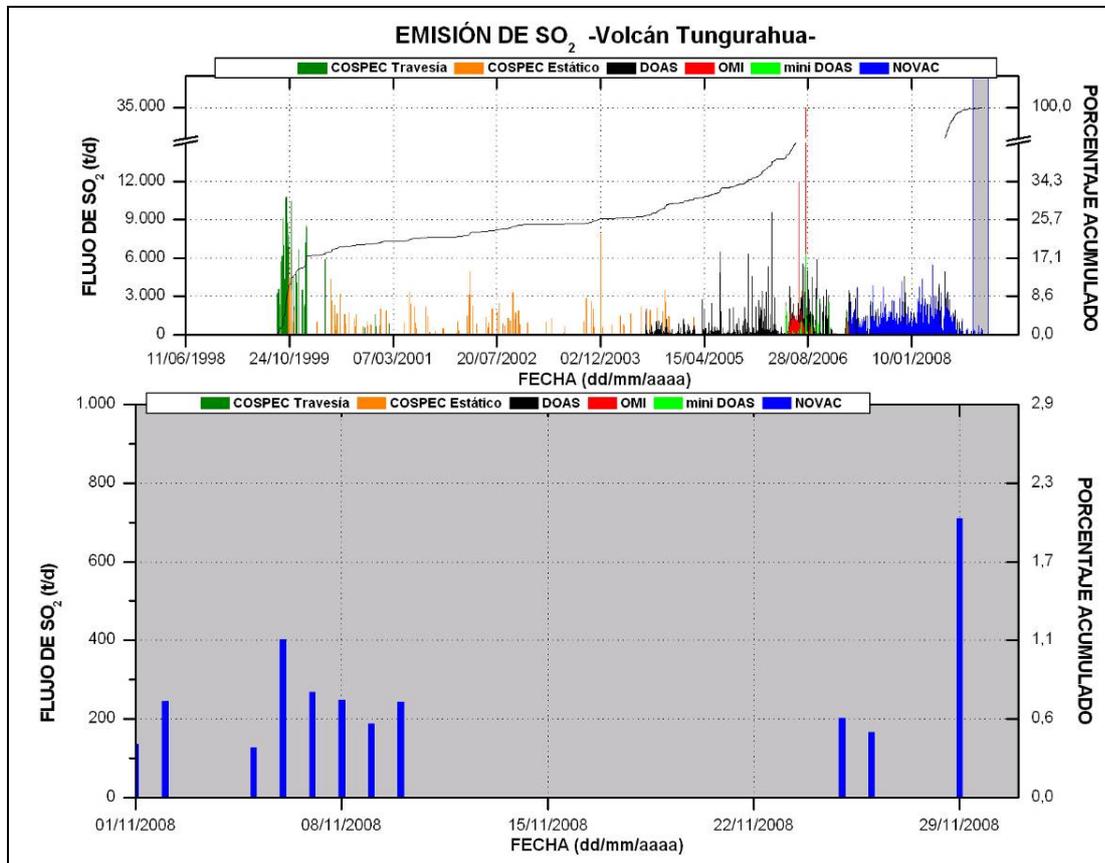
Durante el mes de noviembre de 2008 la emisión de gas SO<sub>2</sub> del volcán Tungurahua se mantuvo en niveles bajos, comparables a lo emitido durante el mes precedente. Esto coincide con la disminución de energía liberada por el volcán que es evidente con los otros parámetros monitoreados como la sismicidad y la deformación.

El flujo diario de SO<sub>2</sub> tuvo un promedio de 98 t/d con una desviación estándar de 163 t/d. Este valor es el segundo 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 710 t/d el 29 de noviembre y el valor estimado de emisión de SO<sub>2</sub> en la atmósfera para este mes alcanza el valor de 2940 t.

Las condiciones climáticas fueron mejorando en el transcurso del mes, pero la presencia de nubes bajas y ocasionales lluvias fue una constante, sobre todo en las horas de la tarde. Por otro lado, la emisión en sí misma fue débil, generalmente advertida como una simple emanación de vapor confinada al cráter, sin generar columnas de emisión importantes. En ocasiones no se advirtió la presencia de ninguna emisión cuando el cráter permanecía despejado.

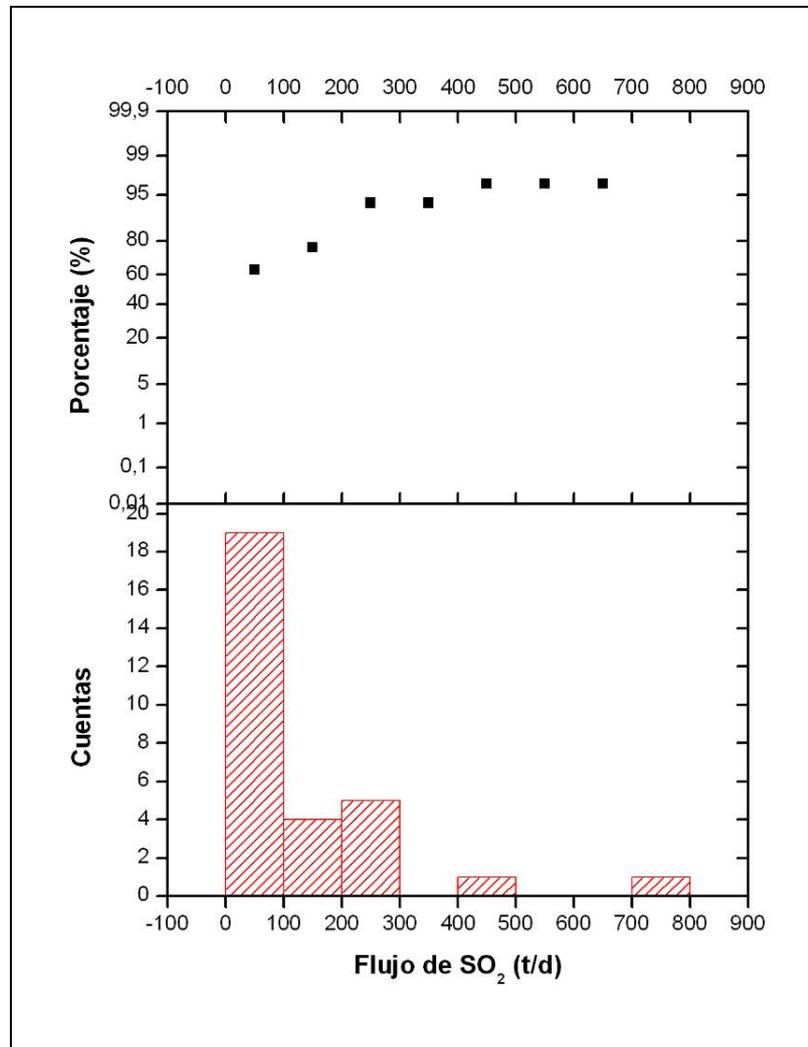
La actividad observada nos indica que no ha existido una inyección de material magmático rico en gases en los kilómetros más someros del volcán. Sin embargo, el sistema parece haber alcanzado un estado de equilibrio, pues no denota la disminución en la emisión de gas que fue característica de los dos meses anteriores. Al cierre de este informe no se vislumbra tampoco un incremento importante de actividad que podría producirse por una recarga importante de magma profundo.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec



**Figura 11-a.** (Arriba) Flujo diario de SO<sub>2</sub> emitido por el volcán Tungurahua desde agosto de 1999. (Abajo) La zona sombreada corresponde al registro de emisiones de SO<sub>2</sub> durante el mes de noviembre 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

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec

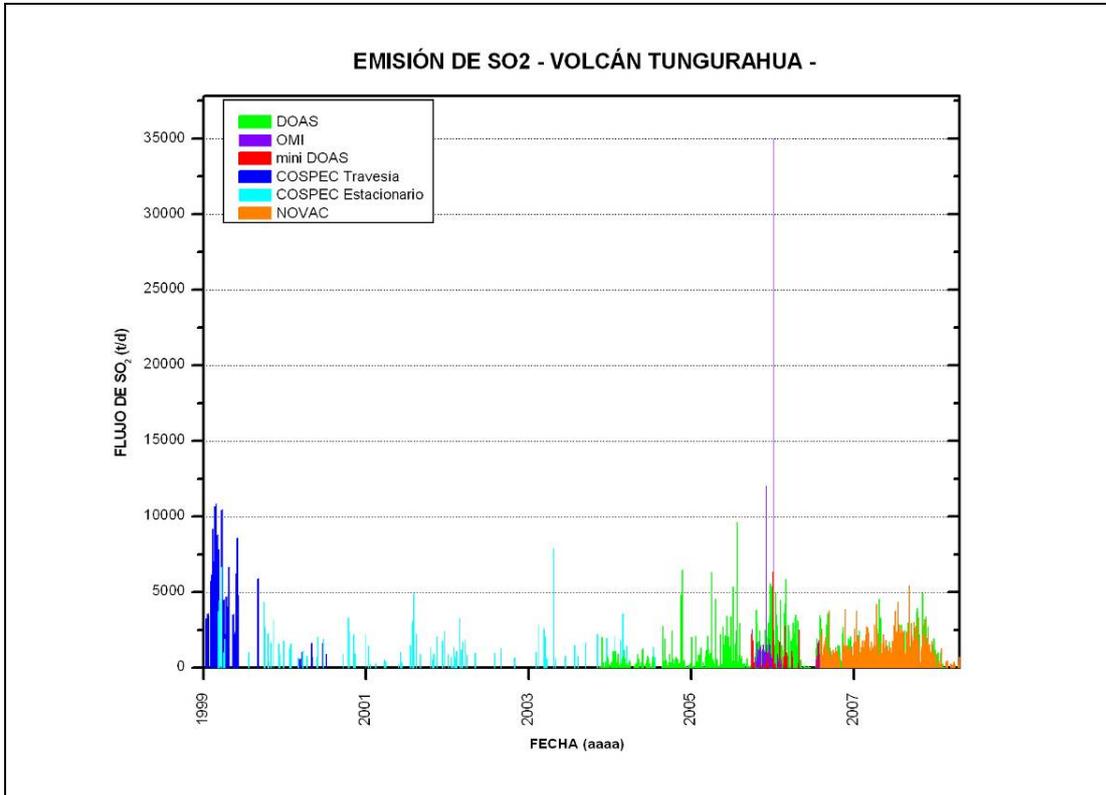


**Figura 11-b.** (Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de SO<sub>2</sub> medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de SO<sub>2</sub> medidos con el método DOAS

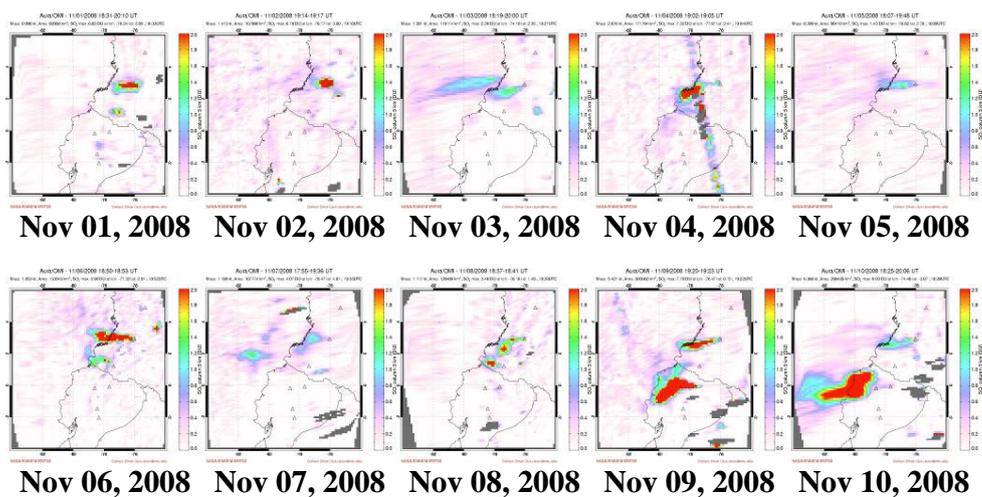
**Estadísticas mensuales:**

Valor medio: 98 t/d  
 Variabilidad (1σ): 163 t/d  
 Valor máximo: 710 t/d (29 de noviembre)  
 Emisión estimada: 2940 t de SO<sub>2</sub>

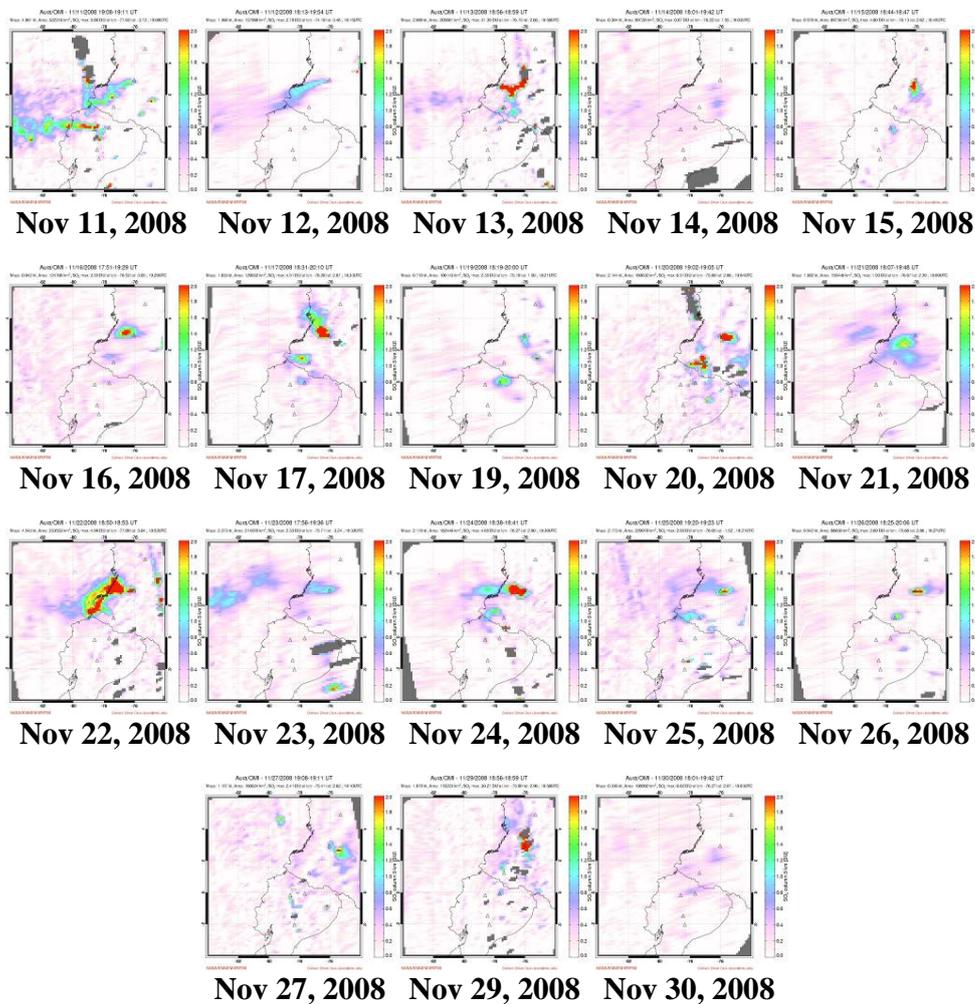
Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec



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



Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec



**Figura 11-d.** Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de noviembre de 2008. (Fuente: [http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/1108/ecuador\\_1108.html](http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/1108/ecuador_1108.html))

## 5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

### Observaciones visuales

El clima durante este mes ha sido muy favorable, ha prevalecido los días soleados y despejados, lo cual permitió observar al volcán completamente despejado (Foto 1). Al final del mes, lluvias aisladas en la parte alta del volcán han generado una ligera precipitación de nieve alrededor del cono hasta una cota de 4000 msnm.

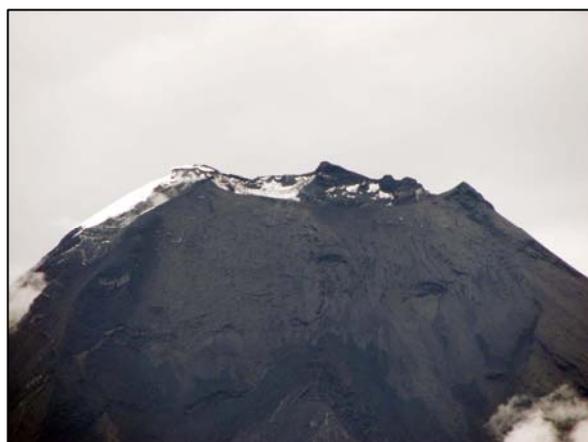
La actividad del volcán se mantiene en un nivel muy bajo, caracterizada por emisiones pasivas de gases y vapor de agua a nivel del cráter, provenientes de las fumarolas internas y del borde del mismo. En ocasiones se ha podido observar un aproximado de 7 fumarolas activas, de las cuales las de mayor carga de vapor han sido las del borde NW.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeptn.edu.ec

Además en varios días y ya característico desde el mes de Agosto del 2008, el volcán no ha evidenciado actividad superficial (fumarolas, emisiones, etc) (Foto 2)



**Foto 1:** Volcán totalmente despejado, se observa una ligera emisión de vapor en el borde NE el cráter. (10- Noviembre-2008, Foto: J. Bustillos).



**Foto 2:** Volcán totalmente despejado, no hay evidencia superficial de actividad fumarólica tanto al interior con los bordes del cráter (30- Noviembre-2008, Foto: J. Bustillos).

## Lahares

El día martes 25 de noviembre del 2008, en horas de la tarde, debido a una fuerte lluvia en la parte alta del cono se desencadenó una serie de flujos de lodo, los cuales descendieron por las quebradas del Río Ulba, Vazcún y por el sector de Juive-La Pampa.

El flujo más importante descendió por la quebrada del Vazcún, el cual se caracterizó por ser bien fluido y por acarrear bloques de hasta 3 m de diámetro mayor (Foto 3), originado un ancho de cause de hasta 6 m. Este flujo de moderada magnitud no generó daños en las instalaciones de las piscinas del Salado y tampoco afectó los pilares del puente sobre esta quebrada; sin embargo, la UGR-Baños restringió la salida y acceso de la ciudad de Baños por el lapso de una hora aproximadamente, debido a que el puente soportaba fuerte vibraciones producto del choque de las grandes rocas en contra de sus pilares.

Lo contrario sucedió en el sector del Río Ulba y en La Pampa, en donde los flujos de lodo se caracterizaron por tener un 80 % de material fino (ceniza) y un 20 % bloques de hasta 50 cm de diámetro los cuales fluyeron por sus causes sin mayores novedades (Foto 4).

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeptn.edu.ec



**Foto 3:** Flujo de lodo que desciende por la quebrada de Vascún, el flujo acarrió bloques de hasta 3 m de diámetro. (Foto: J. Bustillos).



**Foto 4:** Flujo de lodo que desciende por el sector de La Pampa, el flujo de lodo fue de matriz (ceniza 80%) y acarrió bloques de hasta 30 cm de diámetro. (Foto: J. Bustillos).

## 6. Nubes de Ceniza

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

## 7. Conclusiones

En el principio del mes de Noviembre, el IAS estuvo en nivel 3 y seguía ascendiendo ligeramente, para quedarse en 3 alto a los fines del mes. Este valor se ubique el nivel de actividad del volcán como bajo-moderado. Hubo mayor actividad sísmica durante este mes en comparación con el mes anterior. Tampoco, no se presentaron emisiones ni explosiones. El registro de sismos de fractura fue baja (6 eventos). El promedio de la emisión de gases- SO<sub>2</sub>—fue 98 T/día, nivel considerado bajo. Se empezó de registró cambios importantes en la deformación para sugerir que un nuevo magma está empezando de compresionar el sistema.

### **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)

Liliana Troncoso [ltroncoso@igeptn.edu.ec](mailto:ltroncoso@igeptn.edu.ec)

Mónica Segovia [msegovia@igeptn.edu.ec](mailto:msegovia@igeptn.edu.ec)

### **Grupo de vulcanología**

Patricia Mothes [pmothes@igeptn.edu.ec](mailto:pmothes@igeptn.edu.ec)

Patricio Ramón [pramon@igeptn.edu.ec](mailto:pramon@igeptn.edu.ec)

Santiago Arellano [sarellano@igeptn.edu.ec](mailto:sarellano@igeptn.edu.ec)

Jorge Bustillos [jbustillos@igeptn.edu.ec](mailto:jbustillos@igeptn.edu.ec)



Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - [www.igepn.edu.ec](http://www.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.

02 Enero, 2009 – Quito/pm/gv