



Resumen Mensual

Actividad del Volcán Tungurahua, Febrero del 2007

Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe



Foto- Ing. José Espín, Constructora Odebrecht- desde el borde del cráter.
Fecha: Febrero 17, 2007

- 1. Síntesis general de la actividad**
- 2. Sismicidad**
 - 2.1 Localizaciones**
 - 2.2 Índice sísmico**
- 3. Deformación**
- 4. Geoquímica**
- 5. Lahares**
- 6. Observaciones visuales y auditivas**
- 7. Conclusiones**

1. Síntesis General de la Actividad

Durante la primera parte del mes la actividad fue caracterizada por emisiones pasivas, poco importantes y poco energéticas. La contabilidad de sismos fue menor de 8 eventos/día y los valores de SO₂ fueron mínimos. Durante la tercera semana, el 13 de Febrero, se presentó un enjambre de sismos de movimientos de fluidos (LP), generando consigo una columna de 2 km de altura, mayormente compuesta de vapor y ceniza leve. Sin embargo los valores de SO₂ no se incrementaron, dando la idea que el sistema quedó mayormente cerrado y presurizado en profundidad. En fin,



excepto del inusual enjambre de sismos y la repentina columna de ceniza se registraron muy pocos eventos superficiales y la actividad parecía nula.

Sin embargo, a partir del 24 de Febrero, se produjo un cambio brusco, cuya manifestación principal fue una emisión importante de ceniza de duración de una hora, que alcanzó 8 km de altura y eventualmente llegó a la zona costera. Además, bloques empezaron de rodar en la parte alta del volcán. Moradores de Pillate y Cotaló, entre otros reportaron la caída de cascajo. Además, zonas más distales como Quero y Cevallos recibieron ligeras caídas de ceniza. La fase explosiva empezó el domingo 25, caracterizada por explosiones cada vez más intensas, sismos LP y tremor de emisión con poca ceniza. Además, los bramidos fueron audibles en las cercanías del cono y en el OVT.

Lastimosamente, durante esta última reactivación las condiciones climáticas fueron sumamente malas y no fue posible hacer observaciones visuales.

2. Sismicidad

El número de sismos durante el mes de Febrero de 2007 es ligeramente mayor comparado con lo registrado en Enero (Tabla 1). Al igual que los meses precedentes, la actividad fue principalmente de movimiento discreto de fluidos (eventos de largo período –LP–) y se registró nuevamente movimiento continuo de fluidos (tremor); ambos tipos se incrementaron a partir de la 3 semana. Se registraron 15 eventos de fractura o volcano-tectónicos (VT) pequeños (Figura 4). En resumen se observó un ascenso importante de la actividad sísmica.

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
29 Ene – 4 Feb	62	52	10	0	0	0
5 – 11 Feb	43	39	4	0	0	0
12 – 18 Feb	470	470	0	0	4	0
19 – 25 Feb	132	126	4	2	100	16
26 Feb – 4 Mar	427	427	0	0	364	51
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 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	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 enero y la registrada en los últimos ocho meses.

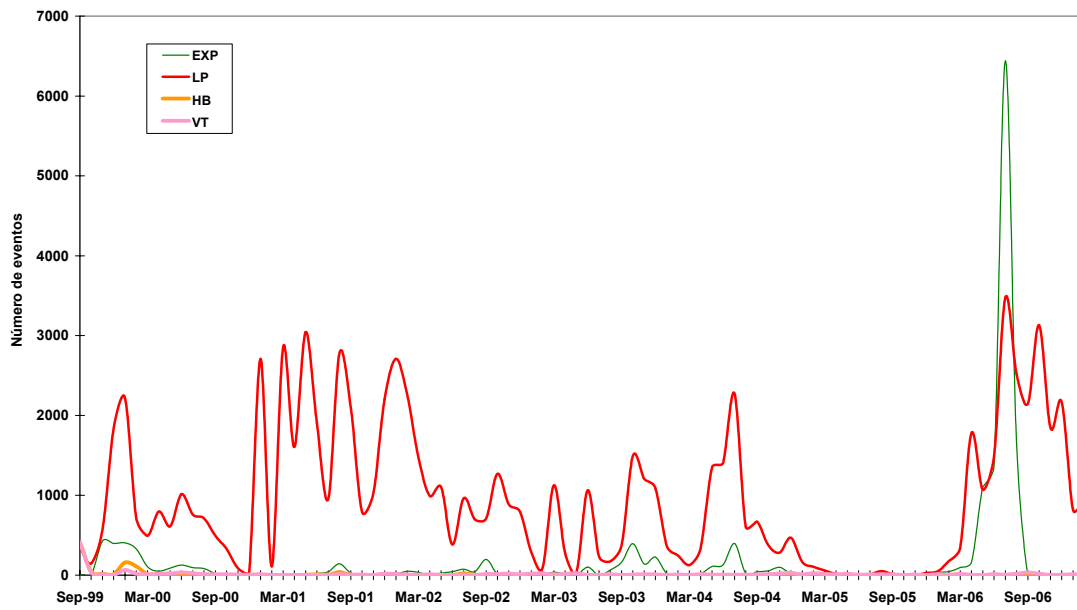


Figura 1. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines Febrero del 2007.

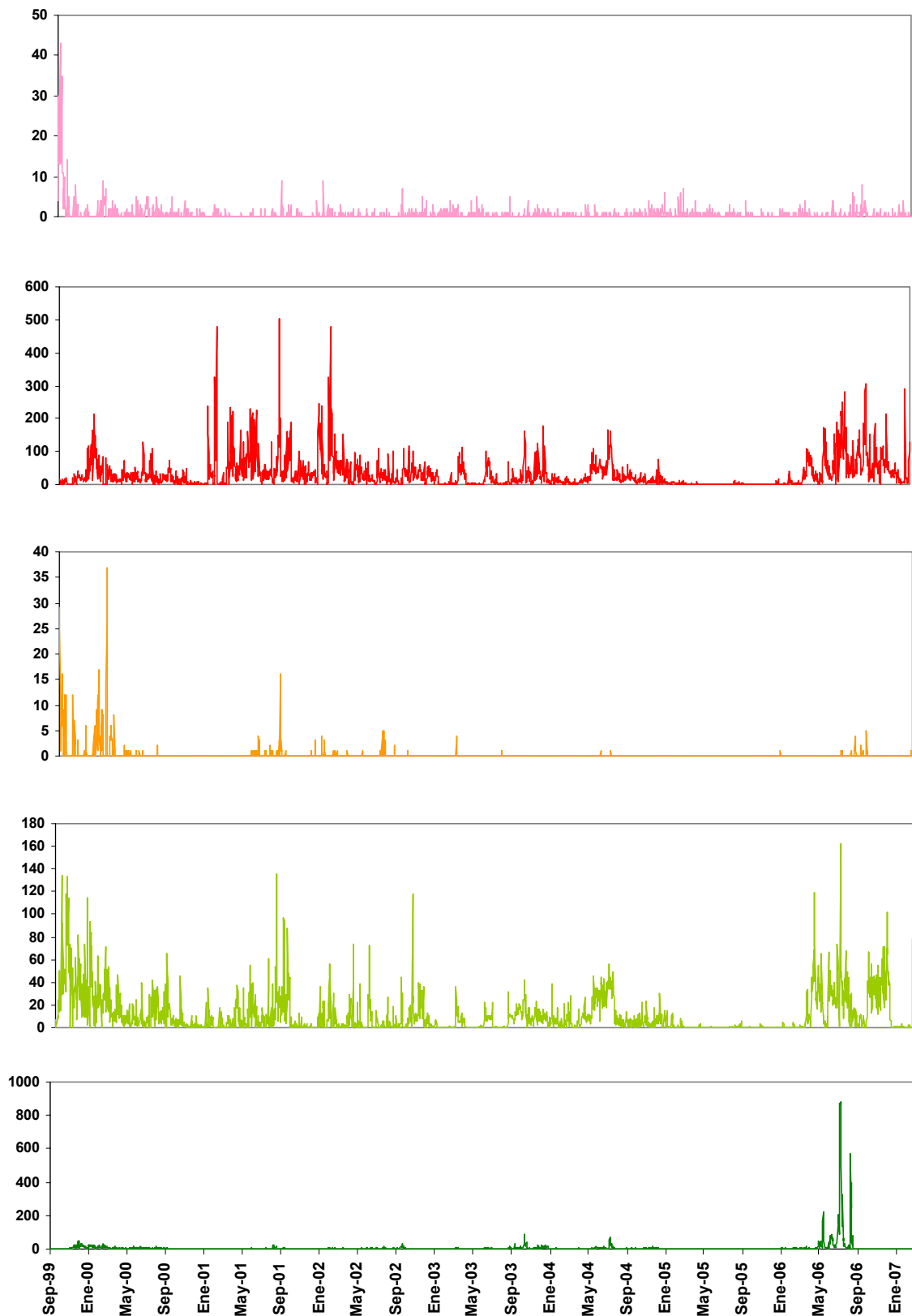


Figura 2. Número diario eventos volcano-tectónicos, largo período, híbridos, emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Febrero del 2007 (en el orden indicado).

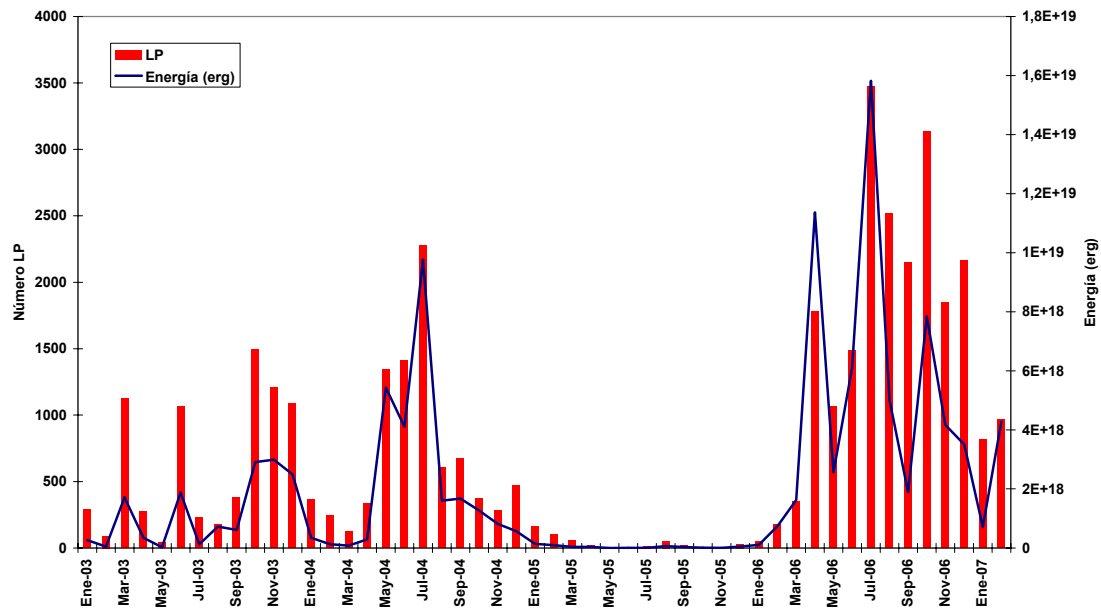


Figura 3. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Febrero del 2007.

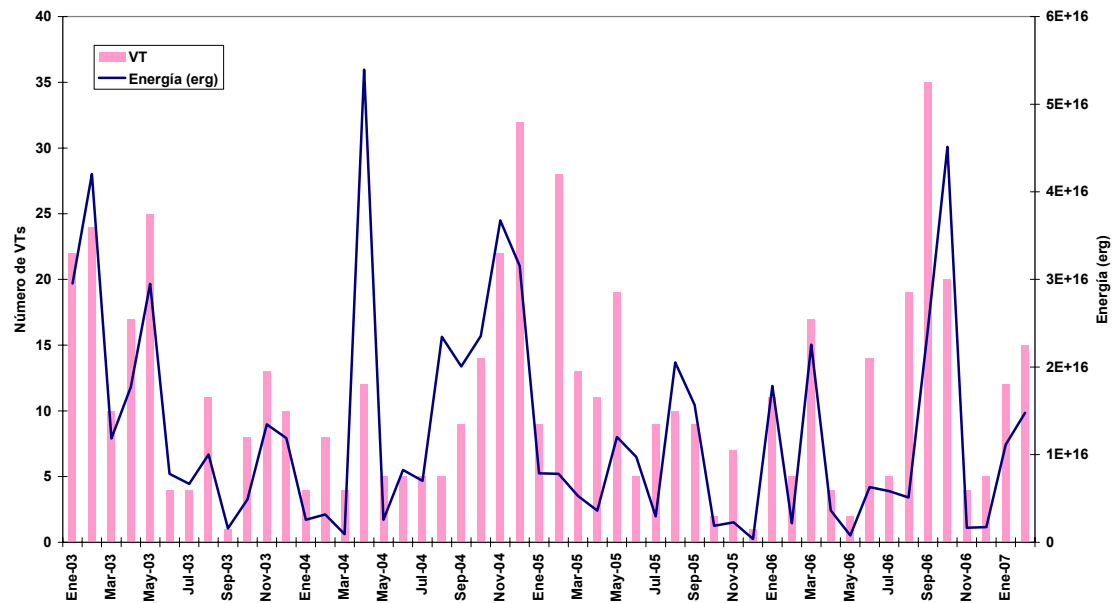


Figura 4. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Febrero del 2007.

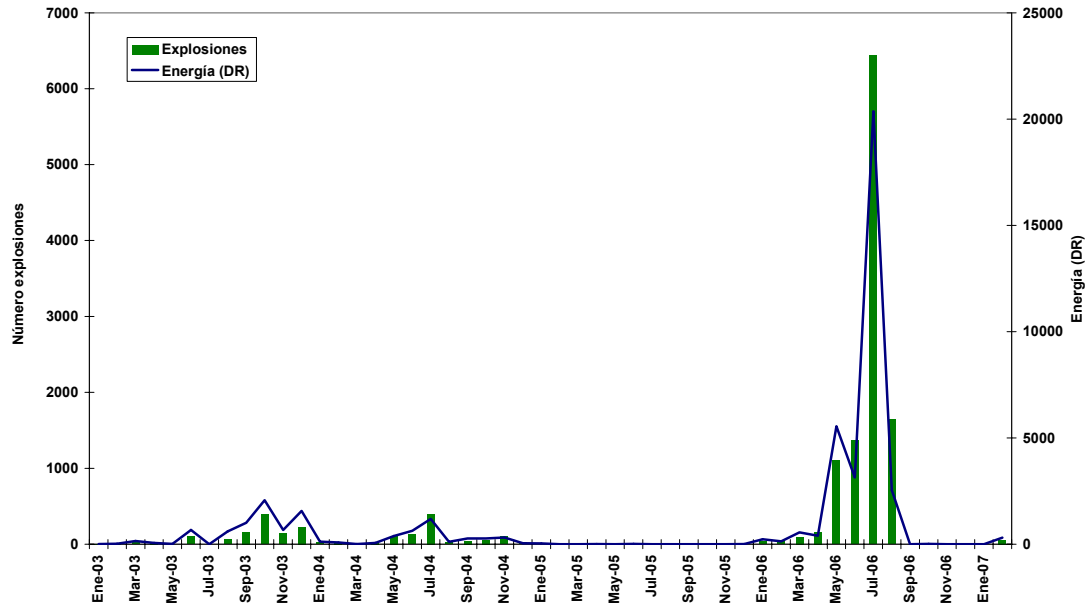


Figura 5. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR – desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Febrero del 2007.

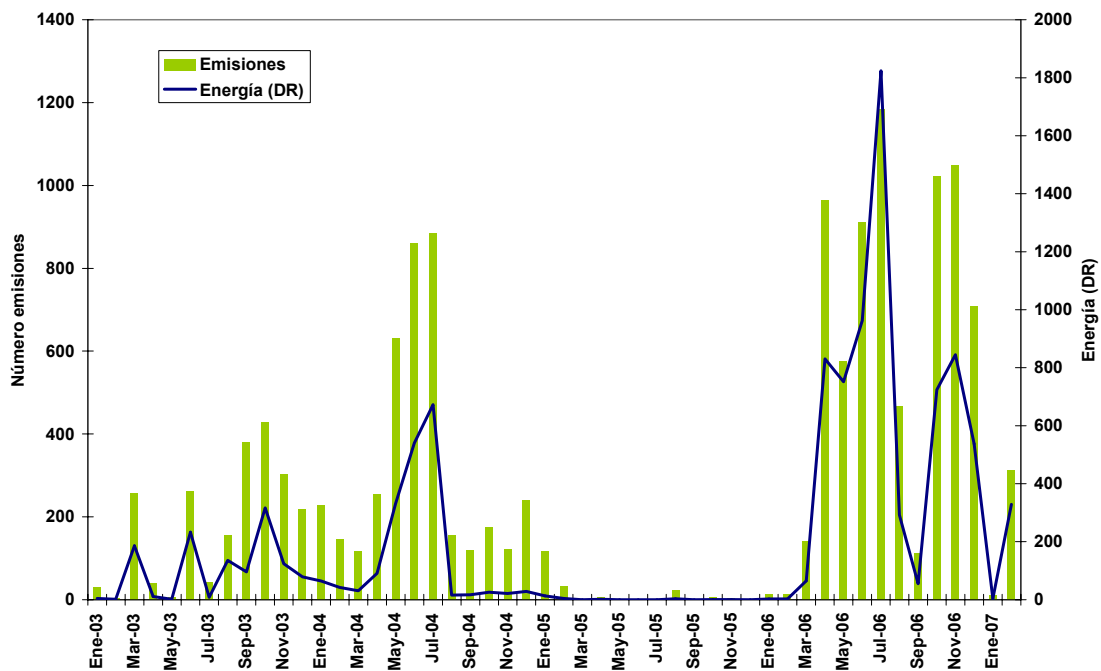


Figura 6. Número mensual de emisiones y su energía asociada (DR –desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Febrero del 2007.

2.1 Localizaciones

La actividad fue principalmente superficial. Los eventos de movimiento de fluidos (LP, emisiones y explosiones) se localizaron hasta unos 5 km por debajo del cráter, mientras que los eventos de fractura fueron de carácter profundo (Figuras 7-a y 7-b).

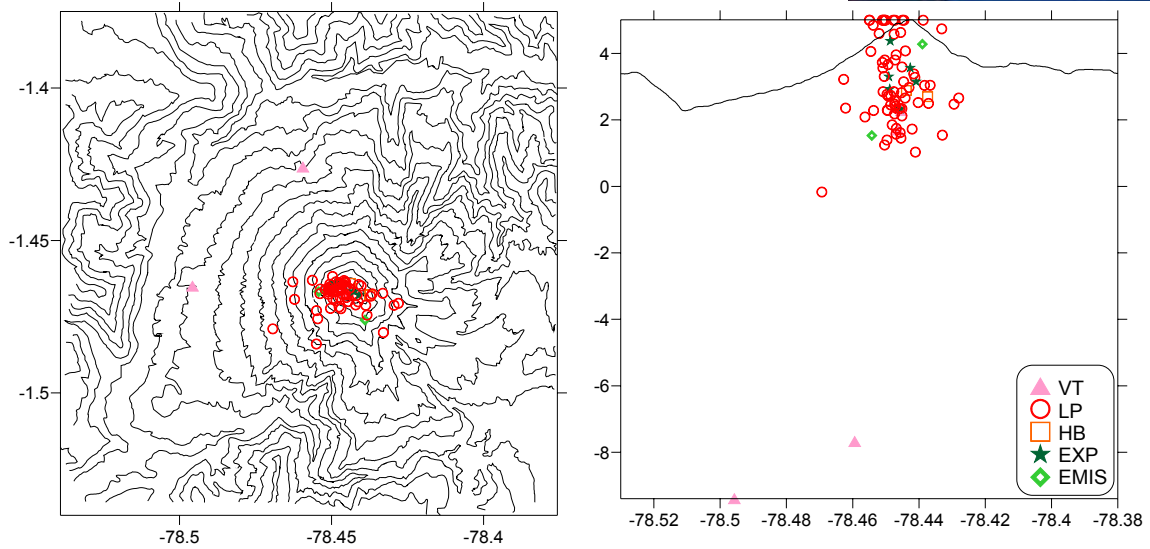


Figura 7-a. Ubicaciones de los eventos volcánicos localizados durante el mes de Febrero de 2007; vista en planta y corte O-E.

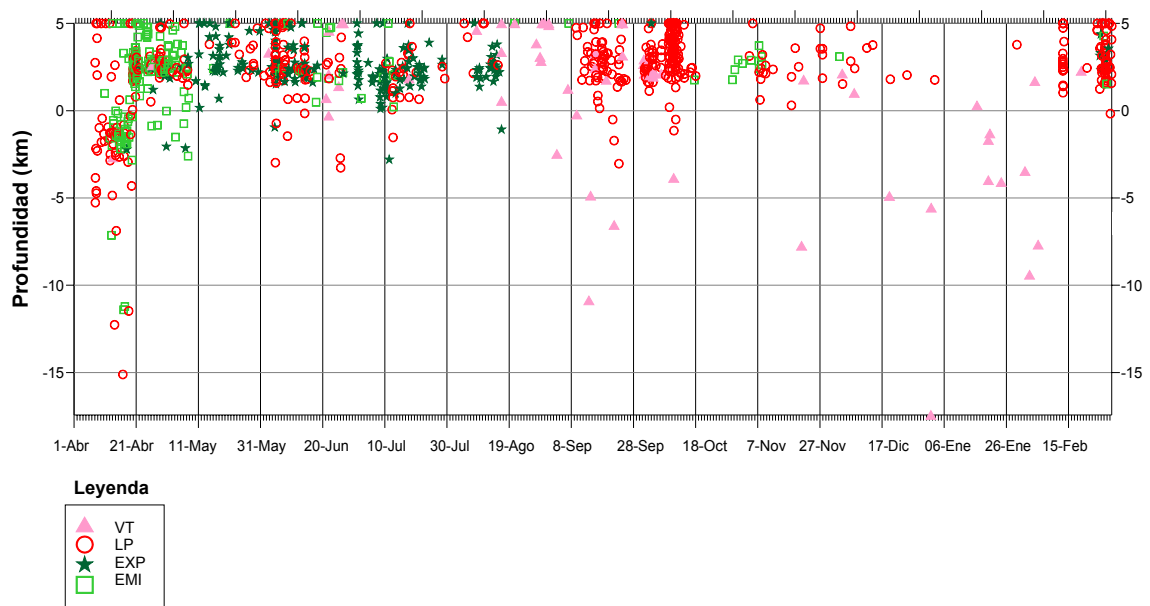


Figura 7-b. Evolución temporal de la profundidad de los eventos entre Abril del 2006 y fines de Febrero del 2007.

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 variaciones pequeñas durante este mes.

Entre el 20 de Enero y 5 Febrero ocurren eventos VT con una tasa de 1 por día, luego desaparecen y sólo se registra un evento el 10 de Febrero.



Entre el 5 y 12 de Febrero el índice promedio mostró un leve descenso dentro del nivel 3, debido a la desaparición de eventos VT a partir del 6 que lo mantenían en forma estable, pero los eventos del 13 de Febrero detienen ese descenso. El día 13 se generaron 290 eventos LP y 2 episodios de tremor que triplicaron el índice diario. La velocidad y aceleración se acercaron bastante al umbral superior definido en el período 1999-2005.

Los días 14 y 15 de Febrero el valor del índice promedio mostró un leve ascenso dentro del nivel 3. La velocidad y aceleración se sostienen en el rango del período 1999-2005. La actividad del 13 y 14 de Febrero, puede considerarse como anómala pero puntual (temporalmente), que al no sostenerse no modificó la tendencia.

Del 19 al 23 de Febrero, ocurren eventos VT a razón de 1 por día, tasa similar al período del 20 Ene - 5 Feb; luego se observa un “silencio” y en las primeras horas del 24 de Febrero se registra una emisión, observándose un comportamiento de incremento de presión – bloqueo y posterior emisión. Con esta actividad, el índice promedio se colocó en el umbral de los niveles 3 y 4.

Un total de 12 explosiones (con promedio de DR de 6,6 cm² c/u) se registraron el 25 de Febrero. La última explosión registrada fue el 6 de Noviembre, 2006 y sólo 6 explosiones se registraron después del 16 de Agosto, 2006.

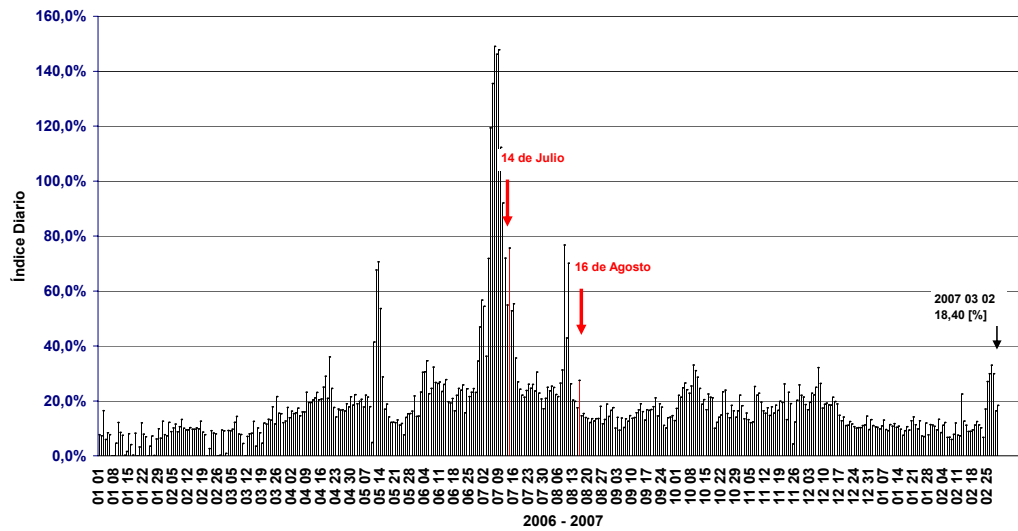
Se presentan dos eventos HB el día 24 y 25. Antes de esto, el último fue el 7 de Octubre, 2006.

La velocidad y aceleración, aunque se ubicaron todavía dentro de los rangos 1999-2005, mostraron valores positivos crecientes a partir del 25. Posteriormente el índice promedio se ubicó por la mitad del nivel 4 y en ascenso. El índice diario (30,15%) fue el más alto desde el 7 de Diciembre de 2006. La velocidad (3,25) estuvo sobre el umbral superior y la aceleración (0,45) llegó al umbral superior. Este comportamiento empezó a distanciarse del típico 1999-2005 y mostró algunas similitudes con Mayo, Julio y Agosto de 2006.

El 27 se registraron 12 explosiones, 50 eventos de tremor (emisiones) y 61 eventos LP. El índice diario fue de 25,7% y aumentando. El 28 de Febrero el índice promedio subió al umbral entre los niveles 4 y 5 con tendencia ascendente. La velocidad de los días 27 y 28 son similares estando sobre el umbral 1999-2005. La aceleración aumenta levemente, pero está sobre el umbral 1999-2005. La energía individual de los LP se incrementó progresivamente y su número también; las explosiones también muestran incremento en número y energía, salvo el 28 que disminuyen en número y energía y se registran 7 eventos LP, 9 eventos de tremores y 2 explosiones, resultando en un índice diario de 11,7%.

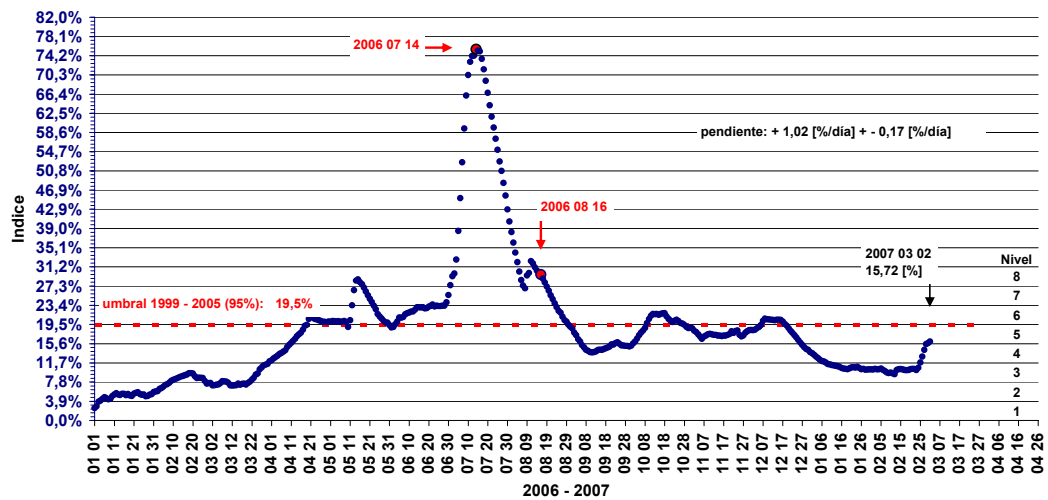


VOLCÁN TUNGURAHUA
INDICE SÍSMICO VALORES DIARIOS
01 Ene 2006 - 02 Mar 2007

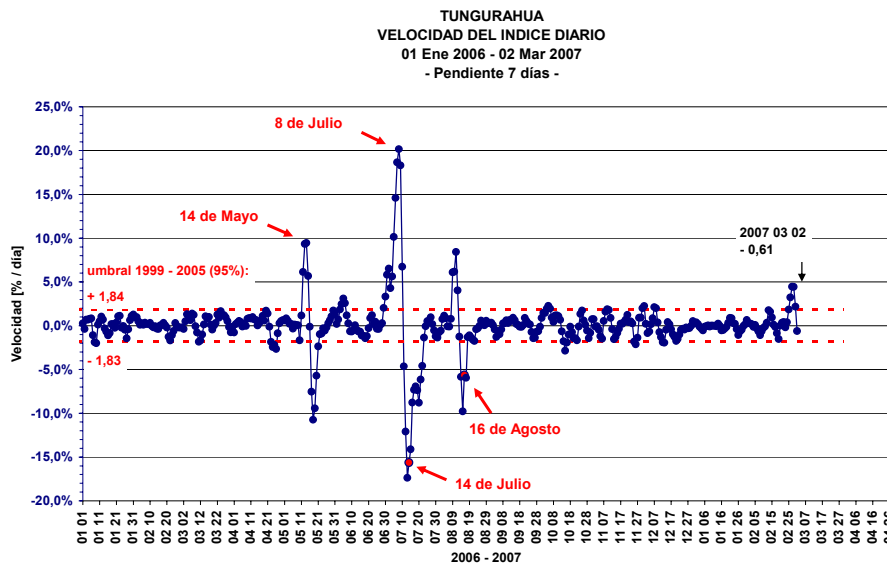


(a)

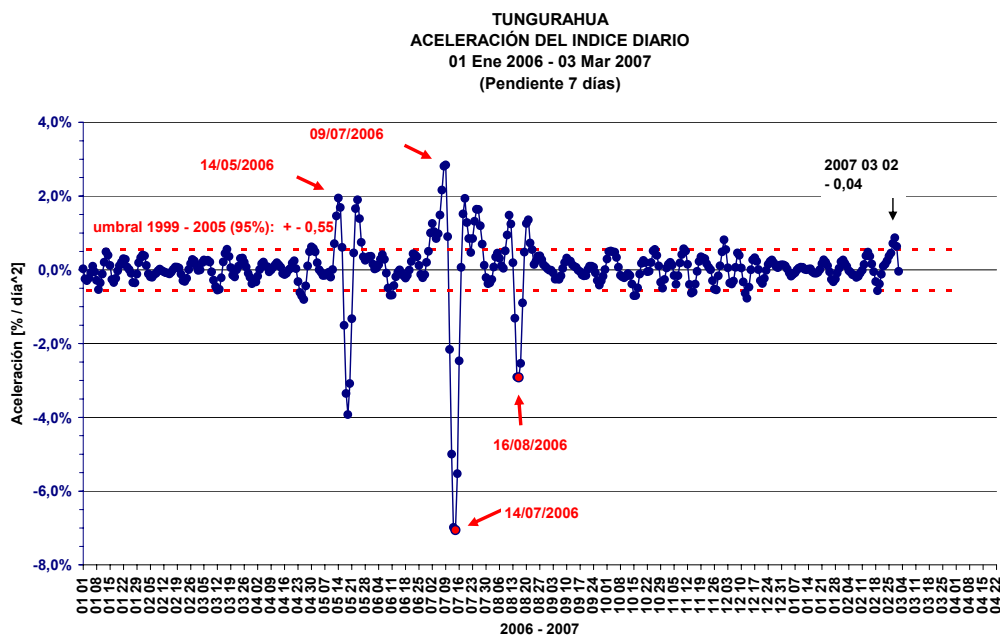
TUNGURAHUA - INDICE DE ACTIVIDAD SÍSMICA (IAS)
(Define la tendencia de los valores diarios)



(b)



(c)



(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. En Febrero se observa un incremento debido la reactivación del volcán.

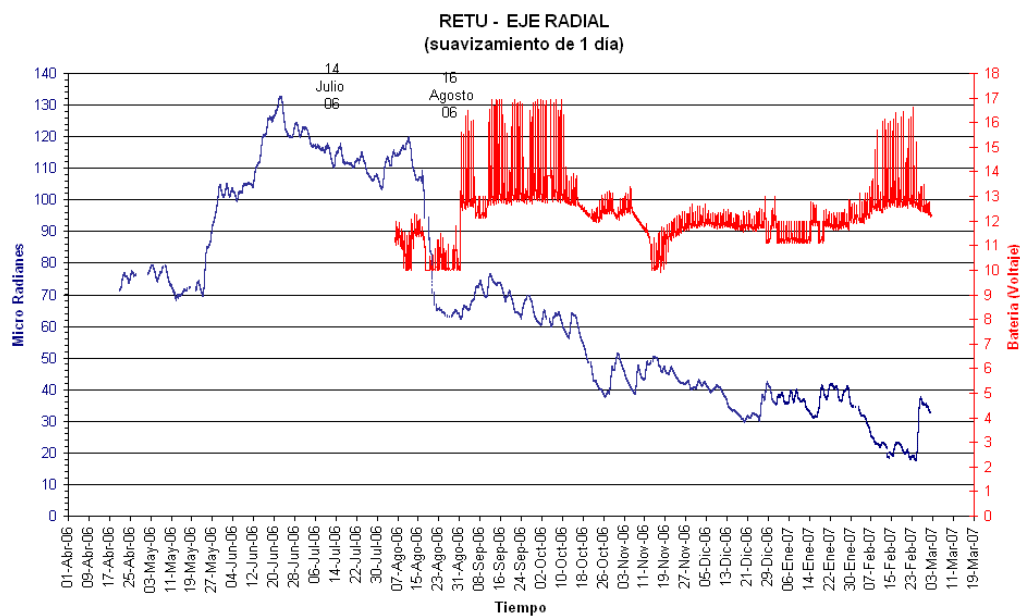
3. Deformación

Durante el mes de Febrero de 2007 se presentó una tendencia de continua inflación en el eje radial de RETU. Desde inicios del mes hasta el 24 de Febrero, se observa un cambio de 20 microradianes. Este cambio sostenido se interpreta como la respuesta del volcán a la presurización interna por la ocurrencia de los sismos VT en enero,

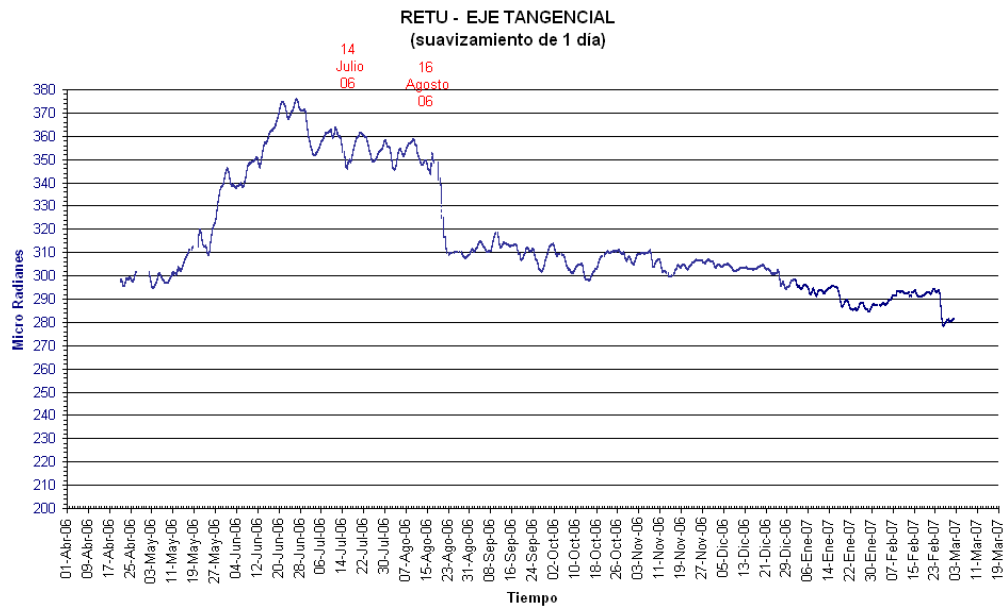


muchos de los cuales fueron profundos y tuvieron una amplia cobertura abajo del cono. El 24 de Febrero, en horas de la madrugada se registra a las 3h00 (TL) una emisión importante de gases, cuya columna sube algo de 8 km. Posteriormente, el 25, en horas de la madrugada, el eje radial de RETU responde a la salida súbita de estos gases con un cambio brusco de 18 microradianes, (tendencia deflacionaria). Además el 25 de febrero empezaron a registrarse explosiones y eventos LP grandes. El eje tangencial-RETU también experimentó un brusco reverso, pero en el sentido inflacionario. Posterior al 25 de Febrero se registraron pocos cambios en los dos ejes, con oscilaciones leves (Figuras 9-a y 9-b).

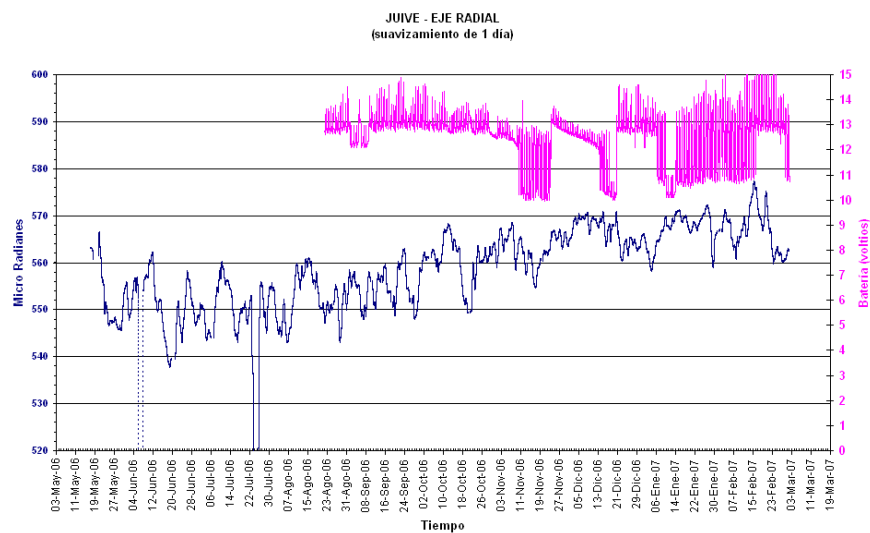
La estación JUIV presentó oscilaciones en su eje radial, pero la tendencia deflacionaria se mantuvo, mientras en el eje tangencial se observó una tendencia inflacionaria (Figuras 9-c y 9-d).



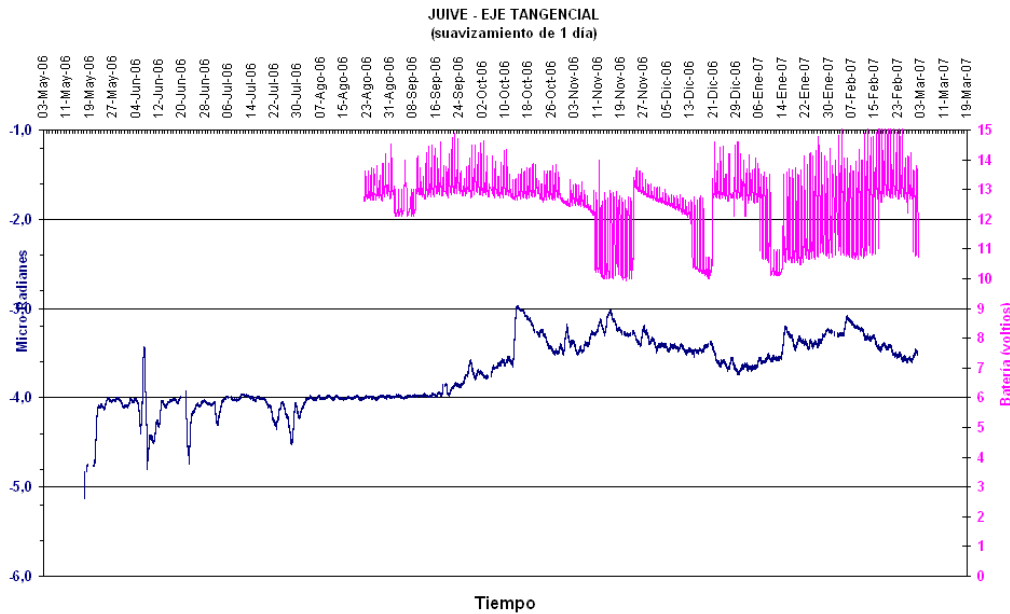
(a)



(b)



(c)



(d)

Figuras 9-a, 9-b, 9-c y 9-d Representación de los valores de los ejes radiales y tangenciales de las estaciones inclinométricas de RETU y JUIV5 hasta inicios de Marzo 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 espectroscopía 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.

Durante el mes de Febrero de 2007, el flujo de SO_2 continuó en general con la tendencia estable dentro de un rango de valores muy bajos que se observó en el mes precedente, del orden de los niveles de base para el volcán Tungurahua en épocas no eruptivas. Sin embargo, esta tendencia cambió de manera significativa a partir del 24 de febrero, coincidente con el inicio del nuevo ciclo eruptivo evidenciado desde esa fecha. El valor medio estimado para el mes es de 157 ± 282 ($\pm 1\sigma$) t/d, sin embargo, el promedio ascendió a 701 ± 534 ($\pm 1\sigma$) t/d en la última semana del mes. El clima fue favorable para la observación y medición de las emisiones de gas durante la mayor parte del mes, favoreciendo la observación desde tierra y en forma satelital de las emisiones de gas.



El patrón de degasificación observado corresponde a la expulsión pasiva de material residual hasta el 24 de Febrero. Desde entonces, se inicia una etapa de degasificación moderada de nuevo magma intruido a niveles superficiales del conducto volcánico.

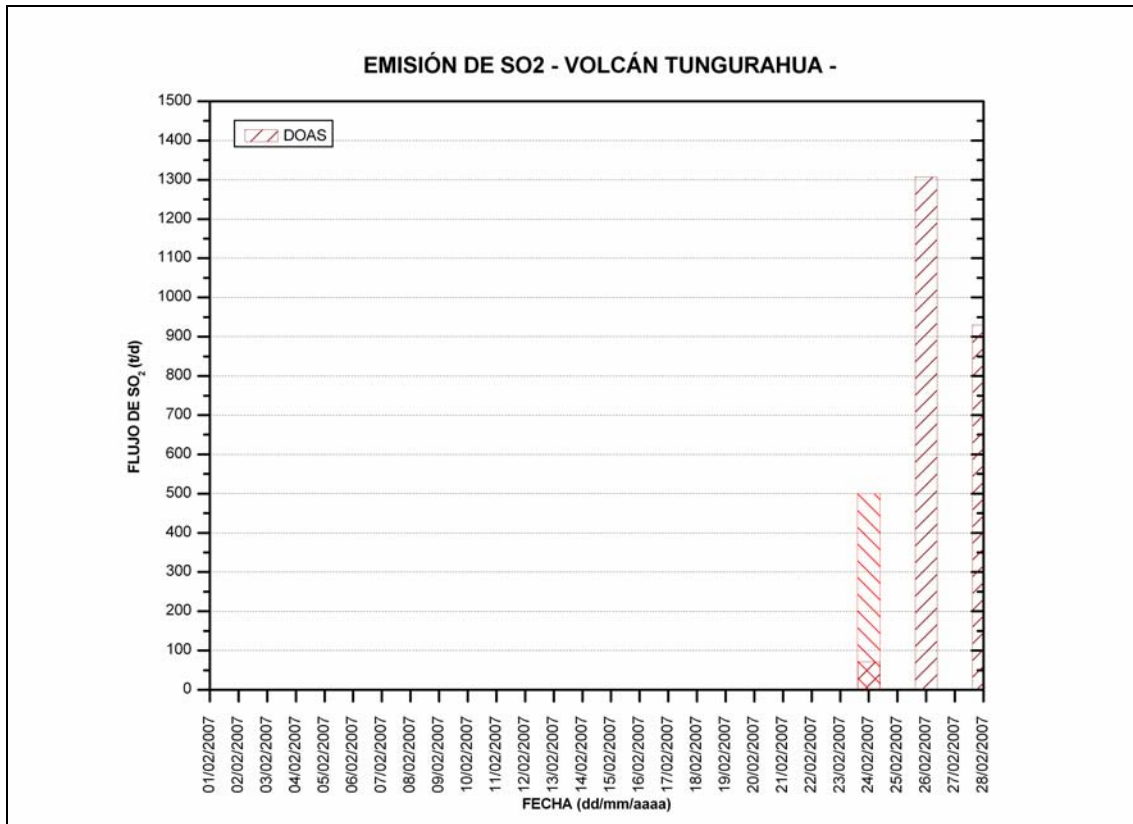


Figura 10-a. Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua durante el mes de Febrero de 2007. Las técnicas DOAS, mini DOAS y COSPEC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC (cortesía de A. Krueger y S. Carn).

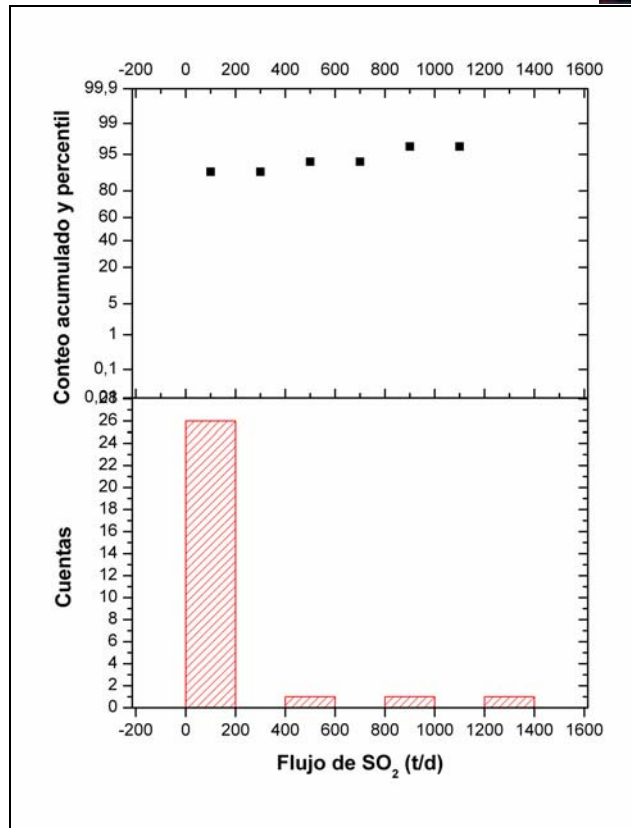


Figura 10-b. (Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de SO₂ medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de SO₂ medidos con el método DOAS

Estadísticas mensuales:

Valor medio: 157 t/d
 Variabilidad (1σ): 282 t/d
 Valor máximo: 1307 t/d (26 de febrero)
 Emisión estimada: 4396 t de SO₂

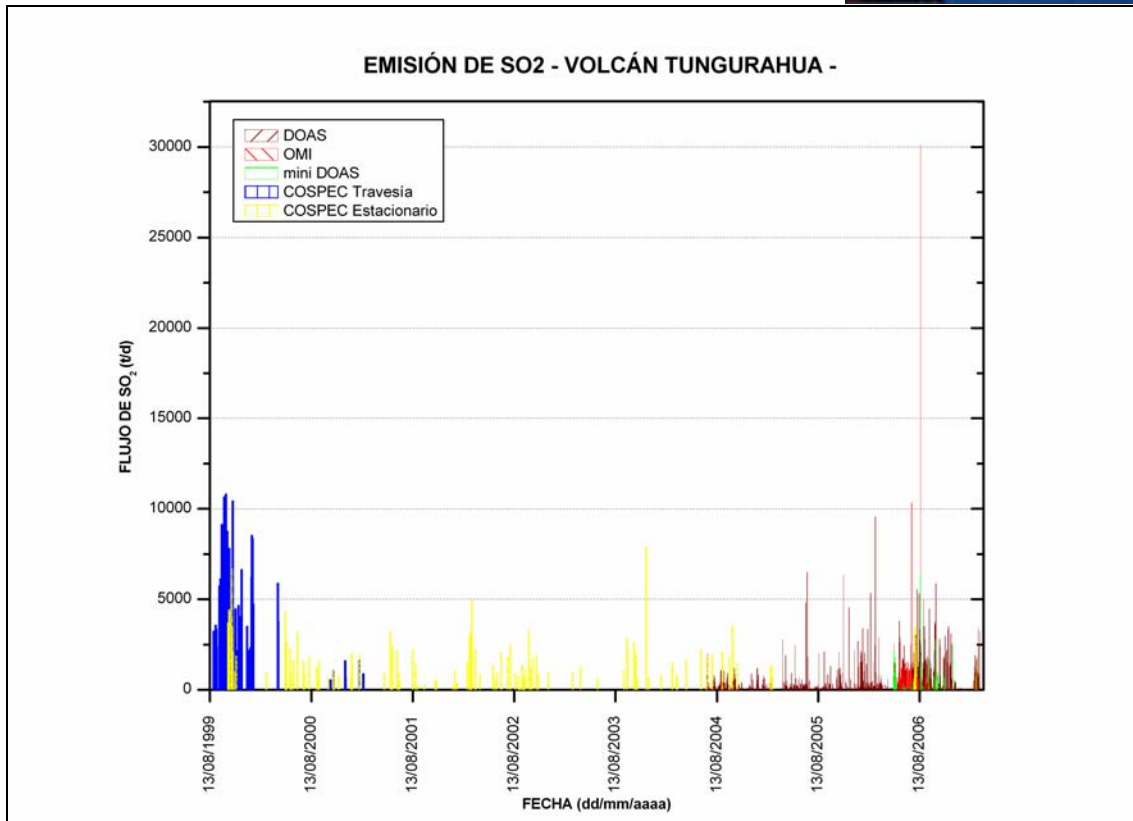
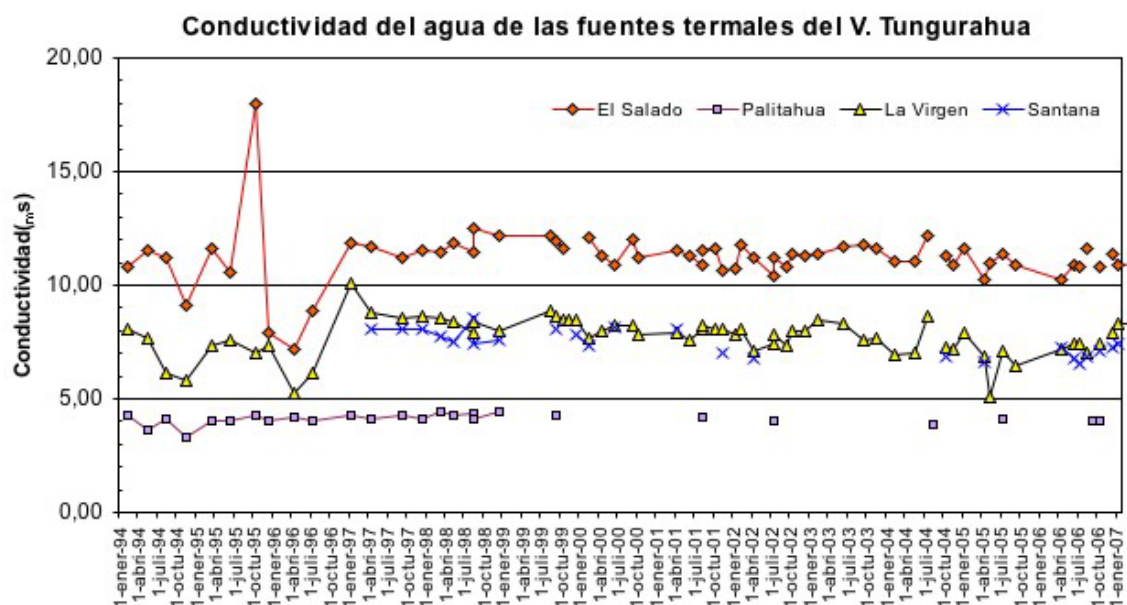


Figura 10-c. Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Febrero de 2007

Fuentes Termales

Las medidas de los parámetros físicos de las fuentes termales se muestran en las Figuras 10-d, 10-e y 10-f.



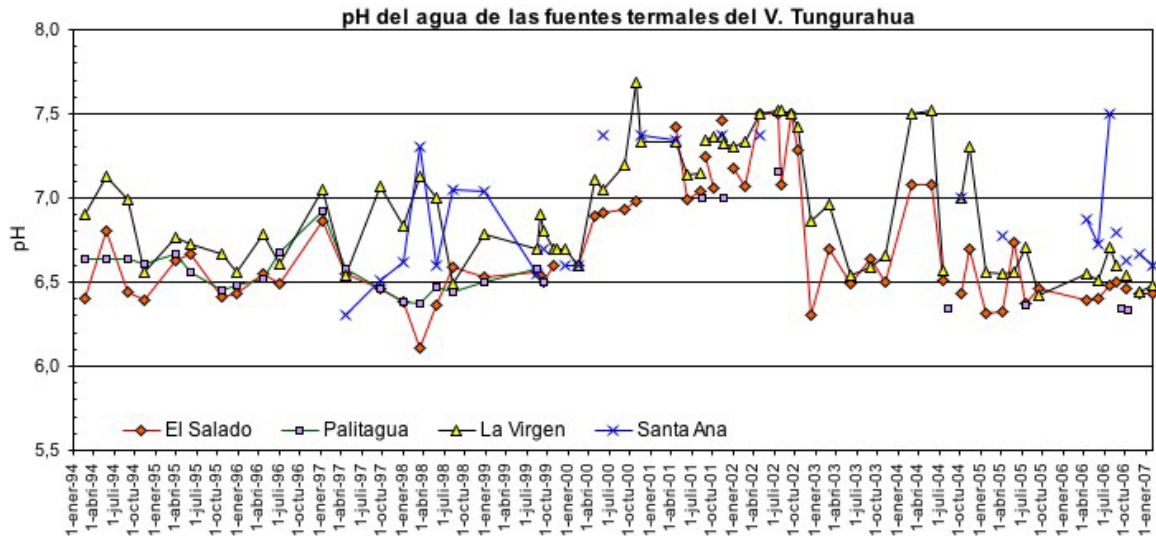


Figura 10-d, 10-e y 10-f. Variación temporal de las propiedades físico-químicas registradas en las fuentes termales ubicadas en los alrededores del volcán Tungurahua.

5. Lahares

Las lluvias no fueron lo suficientemente intensas para generar lahares de importancia. El lunes 26, descendió un pequeño flujo de lodo por la quebrada de Mandur, sin llegar a afectar a la vía Baños – Penipe.

6. Observaciones visuales y auditivas

La mayor parte del tiempo el volcán se presentó nublado, por lo que pocas observaciones del cráter pudieron ser realizadas. La actividad del volcán fue de menos a más. Durante la primera quincena del mes, el nivel de actividad superficial estuvo caracterizado por la intercalación de períodos prolongados de actividad fumarólica al interior del cráter con emisiones poco energéticas de vapor. Ya para la cuarta semana, se produce un paulatino incremento en el número de explosiones y emisiones. En la madrugada del sábado 24 se produce un súbito incremento de la actividad, se produce una rápida salida de material desde el cráter con una fuente de lava que duró varios minutos, debido a la nubosidad presente en la zona, únicamente se pudo observar brillo intenso hasta una altura de 800 m snc. Minutos después se recibieron los primeros reportes de caída de escoria en San Juan y de ceniza gruesa en Bilbao, Pillate, Chacauco, Cotaló, Choglontus y El Manzano. Ya en la mañana se reciben varios reportes de ligera caída de ceniza en Quero y Cevallos.

La emisión de ceniza fue más importante el fin de mes, lo que ocasionó una leve pero permanente caída de ceniza en Choglontus y El Manzano (domingo 25); Choglontus, Manzano y Puela (martes 27); El Manzano (miércoles 28).

Las alturas de las columnas de emisión alcanzaron entre 200 y 2000 m snc (metros sobre el nivel del cráter). Las columnas fueron mas energéticas y con mayor contenido de ceniza durante el fin del mes. La pluma se dirigió hacia el Oeste. Las fumarolas del flanco NE se presentaron activas.

Con la ocurrencia de explosiones fue común escuchar cañonazos de diversa intensidad, los que fueron escuchados en varios de los poblados asentados en los



alrededores del volcán, incluso fueron percibidos en varias ciudades (p.e. Baños, Pelileo y Ambato). Vibración de ventanales y/o de la estructura de las casas fue reportado desde: El Manzano (domingo 25); Cusúa y Juive (martes 27). Durante la última semana del mes fue frecuente escuchar bramidos tipo “turbina” de leve a moderada intensidad, así como también fueron escuchados ruidos de carácter subterráneo. El rodar de rocas por los flancos del volcán fue un fenómeno muy frecuente durante ocurrencia de explosiones y emisiones.

7. Nubes de Ceniza

En la Figura 11 se presenta la anomalía térmica asociada a la emisión de ceniza registrada el 24 de Febrero. La Figura 12 presenta la dispersión de las nubes de ceniza en el mes de febrero 2007, con alturas desde 16500 a 28000 pies. La nube que alcanzó mayor distancia fue la de 25000 pies y llegó al mar, el 24 de Febrero.

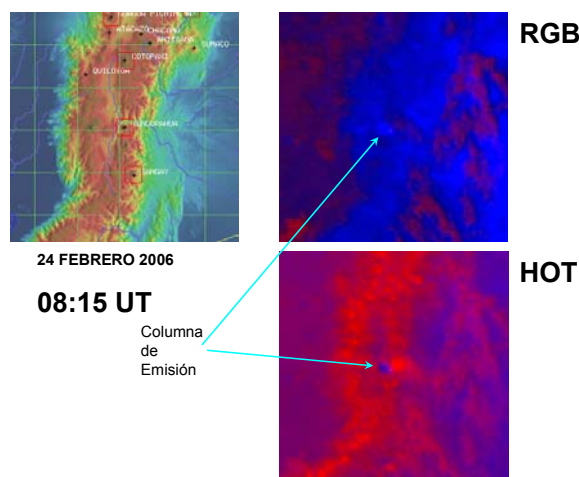


Figura 11. Anomalía térmica registrada el 24 de Febrero.

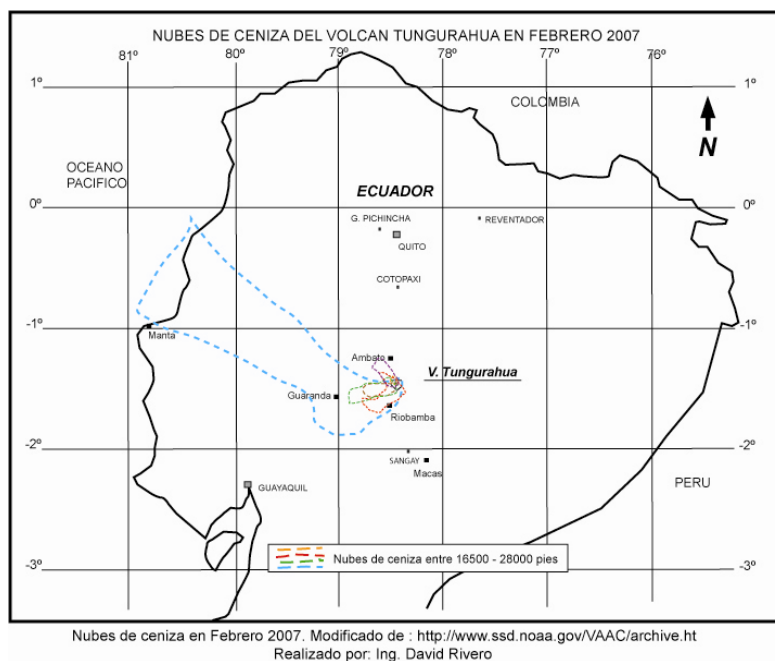


Figura 12. Dispersión de la ceniza en Febrero de 2007.



8. Conclusiones

Durante el mes de Febrero, 2007 todos los parámetros monitoreados del volcán presentaron valores bajos. La actividad se incrementó con una emisión el 14 de Febrero y luego empezó una fase explosiva el 24 de Febrero, cuya intensidad se mantuvo hasta fin del mes.

Lo remarcable fue la aparente tranquilidad que mostró el volcán en todos los parámetros, sin dar una señal precursora al incremento de la actividad observado; únicamente los sismos VT profundos registrados en enero son una señal de la presurización en el volcán, hecho también evidenciado por la poca salida de SO₂ por más de 2.5 meses. Como resultado de la acumulación de gases y su posterior liberación, el SO₂ alcanzó valores de 1200 Ton/día (medición DOAS) y se observó un incremento en el número de sismos LP. Además, el brillo y fuentes de lava, la emisión de ceniza y generación de bramidos casi continuamente acompañaron el desfogue de esta nueva material.

El presente informe fue compilado por:

Grupo de sismología

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

Grupo de vulcanología

Diego Barba dbarba@igepn.edu.ec
Patricia Mothes pmothes@igepn.edu.ec
Santiago Arellano sarellano@igepn.edu.ec
David Rivero drivero@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.

30 Marzo, 2007 - Quito