ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
INSTITUTO GEOFISICO
Campus Ing. José Rubén Orellana
Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igepn.edu.ec

Volcán despejado, se observa precipitación de nieve hasta la cota de los 4000 metros
(Foto: P. Ramón, OVT-IG-EPN)

Resumen Mensual

Actividad del Volcán Tungurahua, Mayo de 2010

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. Conclusiones

1. Síntesis General de la Actividad

La actividad eruptiva durante las primeras semanas del mes de Mayo, se caracterizó por una marcada disminución en todos los parámetros de vigilancia, así como en la actividad superficial. Sin embargo, en la última semana de Mayó se observó un cambio rápido en la actividad volcánica, el que pasó de un nivel bajo a un nivel alto de actividad. La sismicidad, resultó en un total de 537 eventos sísmicos, principalmente LPs, que representa 3.7 veces mayor de lo registrado en el mes de Abril de 2010. El número total semanal varío entre 8 y 400 eventos, notándose un incremento hacia finales del mes. Adicionalmente, se registró un ligero incremento en el número de sismos VT´s, 14 registrados, respecto al mes anterior y el incremento en la actividad superficial, 2 explosiones y 105 emisiones, valores muy altos con respecto a Abril.

Las nuevas condiciones de actividad volcánica, implicaron un cambio muy rápido de actividad, desde el Nivel 2 al Nivel 8 con tendencia ascendente, que se inicio en la última semana de Mayo. El flujo diario de SO_2 tuvo un promedio de 819 t/d con una desviación estándar de 988 t/d. El valor máximo medido fue de 5234 t/d para el 28 de Mayo, y el valor estimado de emisión de SO_2 en la atmósfera alcanza un valor de 24582 t de SO_2, mientras que en Abril fueron 7269 toneladas de SO_2. Al mismo tiempo, los inclinómetros

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

de RETU, BILBAO y PONDOA, indicaron pequeños episodios de inflación, dentro de una tendencia deflacionaria. Estos pequeños episodios de inflación, anteriormente vistos, corresponden a pequeñas intrusiones de magma que llegan a niveles de 3 a 4 km bajo la cumbre y que potencialmente puedan resultar en un incremento de la actividad volcánica. La actividad superficial en las primeras semanas de Mayo se caracterizó por pequeñas emisiones de vapor, la presencia de las fumarolas en el interior y exterior del cráter. A partir del 26 de Mayo, se observó la ocurrencia de explosiones, emisiones, asociadas a fuentes de lava – actividad estromboliana- y pequeños Pfs restringidos a la parte alta del volcán. El 28 de Mayo, por otra parte, se observó una explosión vulcaniana con la generación de PFs en los flancos del volcán, la expulsión de cenizas y piroclastos de hasta 20 cm de diámetro y que cayeron en las poblaciones cercanas al volcán. Adicionalmente, se registró bramidos y ruidos de diferente intensidad que fueron reportados de los alrededores del volcán, así como se reporto caídas de ceniza en el sector occidental y sur-occidental del volcán. Por otro parte, las condiciones climáticas fueron muy variables durante el mes, en ocasiones se observó al volcán completamente despejado, sin embargo, las lluvias ocurridas generaron crecidas de agua y flujos de lodo por todas las quebradas del volcán, algunas veces los flujos de lodo afectaron nuevamente la vía Baños Penipe, principalmente por las quebradas del lado occidental.

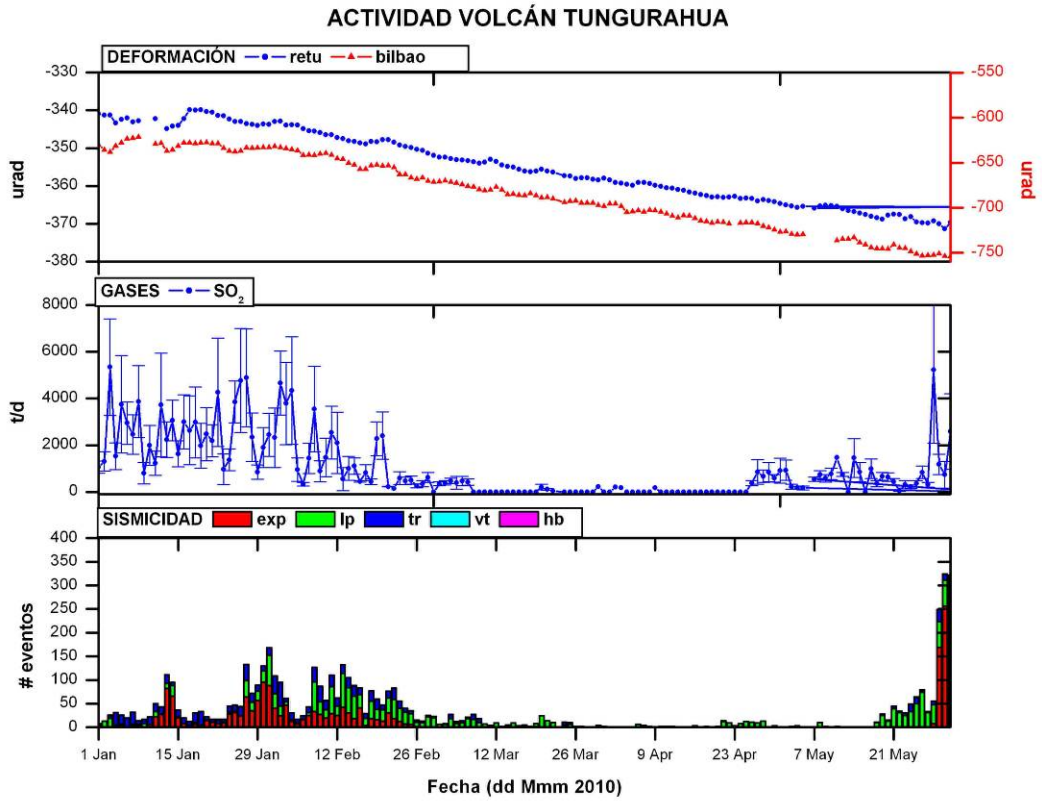


Figura 1. *Resumen de la actividad del Volcán Tungurahua desde Enero 2010 a Mayo de 2010, basado en datos de sismicidad, gas-SO_2 y deformación. En general durante este mes se nota un incremento importante en los valores de sismicidad durante el mes y una tendencia deflacionaria con varios pulsos de inflación en los valores de inclinómetro de RETU así como un incremento en los alores del gas SO2 comparado con el mes anterior.*

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

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, durante este mes el volcán presentó señales sísmicas propias de volcanes activos, tales como sismos de largo periodo (LP) y sismos volcano-tectónicos (VT), con componente de fractura, explosiones y señales de tremor asociadas a emisiones. En Mayo se observó un incremento notable en los niveles de sismicidad, particularmente a finales del mes, resultando en un total de 537 eventos sísmicos y un promedio de 17.3 eventos por día, que representa 3.7 veces mayor de lo registrado en el mes de Abril de 2010. El número total semanal varío entre 8 y 400 eventos, principalmente LPs, notándose un incremento hacia finales del mes. Sin embargo, se registró un ligero incremento en el número de sismos VT´s, 14 registrados, con respecto al mes anterior. Adicionalmente, dado el incremento en la actividad superficial se registró un total de 2 explosiones y 105 emisiones, valores mayores con respecto al mes de Abril. Dadas estas condiciones, el volcán se encuentra en un nuevo episodio de mayor actividad que inicio a finales de Mayo de 2010 (Tabla 1).

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
01-07 Mayo	14	12	2	0	0	1
08-14 Mayo	8	5	3	0	0	0
15-22 Mayo	115	111	4	0	12	0
23-31 Mayo	400	395	5	0	93	1
Total Mayo/2010	**537**	**523**	**14**	**0**	**105**	**2**
Total Abr./2010	144	133	11	0	0	2
Total Mar./2010	222	213	9	0	26	5
Total Feb./2010	749	745	4	0	473	563
Total Ene./2010	284	276	8	0	503	722
Total Dic./2009	51	36	15	0	0	0
Total Nov./2009	69	61	8	0	1	0
Total Oct./2009	68	60	8	0	0	2
Total Sept./2009	124	97	26	1	2	0
Total Ago./2009	79	68	11	0	0	0
Total Julio /2009	482	466	16	0	18	0
Total Junio /2009	760	756	4	0	335	208
Total May/2009	437	431	6	0	345	161
Promedio Diario Mayo./2010	**17.32**	**16.87**	**0.45**	**0**	**3.39**	**0.07**
Promedio Diario Abri./2010	4.80	4.43	0.37	0	0	0.07
Promedio Diario Mar./2010	7.16	6.87	0.29	0	0.84	0.16
Promedio Diario Feb./2010	26.75	26.6	0.14	0	16.89	20.12
Promedio Diario Ene./2010	18.06	17.68	0.39	0	32.45	46.58

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

Promedio Diario Dic./2009	1.65	1.16	0.48	0	0	0
Promedio Diario Nov. /2009	2.3	2.03	0.27	0	0.03	0
Promedio Diario Oct. /2009	2.19	1.94	0.26	0	0	0.065
Promedio Diario Sept. /2009	4.13	3.23	0.87	0.03	0.07	0
Promedio Diario Ago. /2009	2.55	2.19	0.35	0	0	0.06
Promedio Diario Julio /2009	15.55	15	0.52	0	0.58	0
Promedio Diario Junio /2009	25.33	25.2	0.13	0	11.17	6.93
Promedio Diario Mayo/2009	14.1	13.9	0.19	0	11.13	5.19

Tabla 1. *Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Mayo de 2010 y la registrada en los últimos doce meses.*

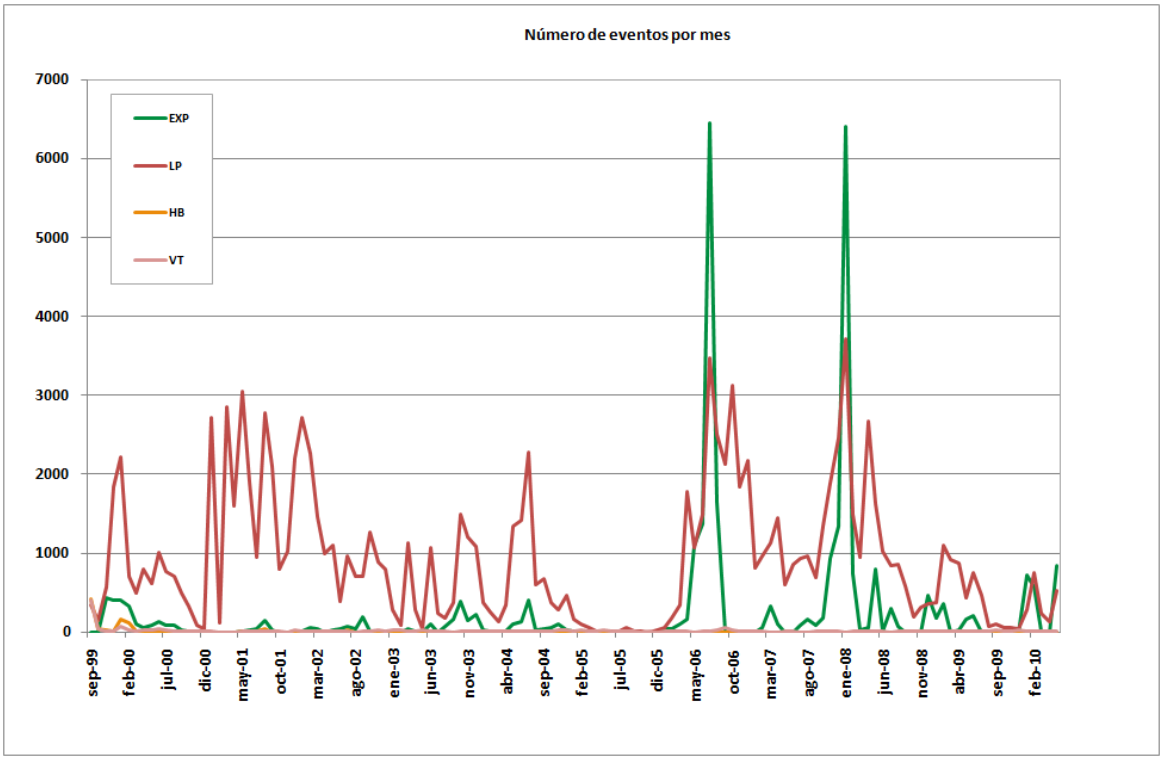


Figura 2. *Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta Mayo de 2010.*

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

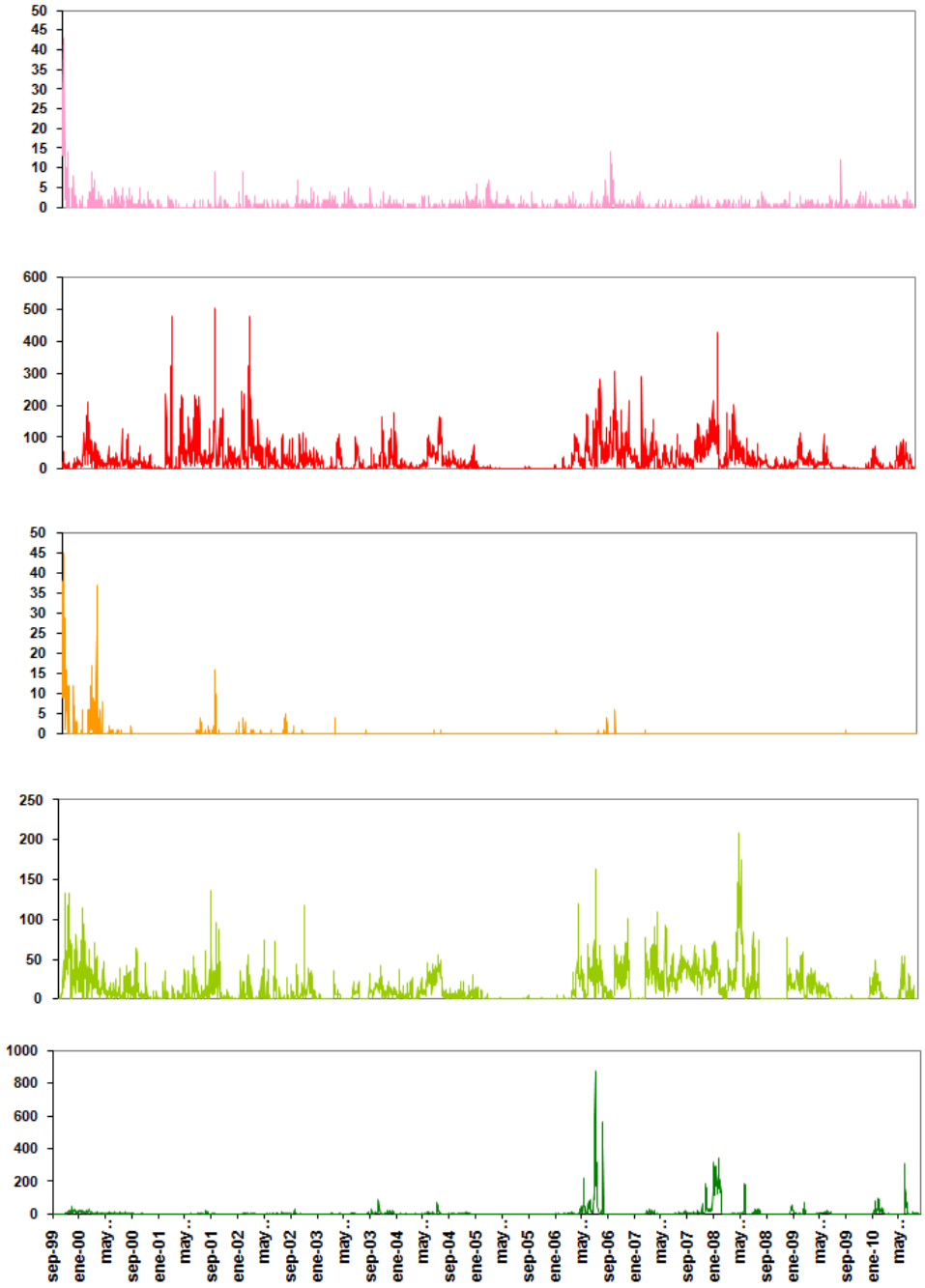


Figura 3.*Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta Mayo de 2010 (en el orden indicado).*

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

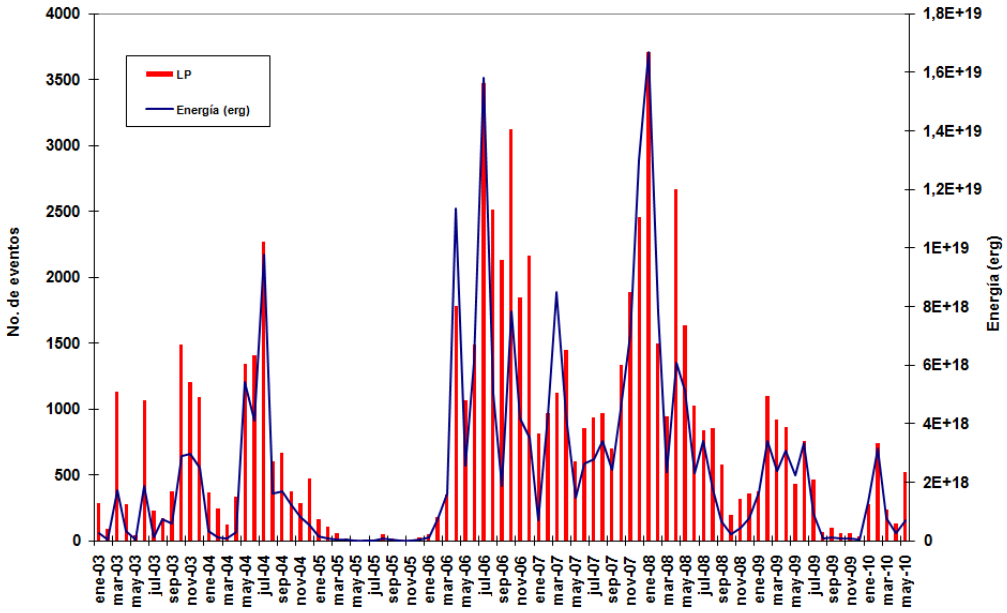


Figura 4. *Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Mayo de 2010.*

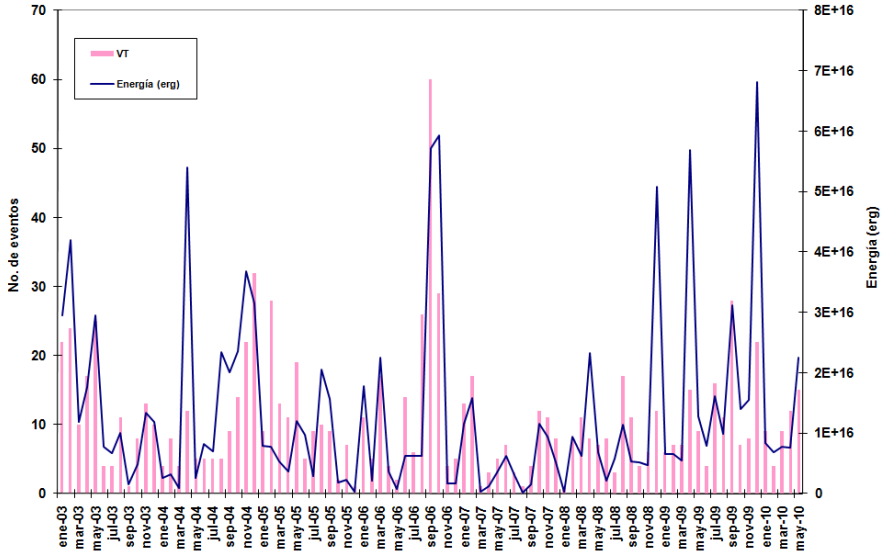


Figura 5*. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Mayo de 2010.*

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

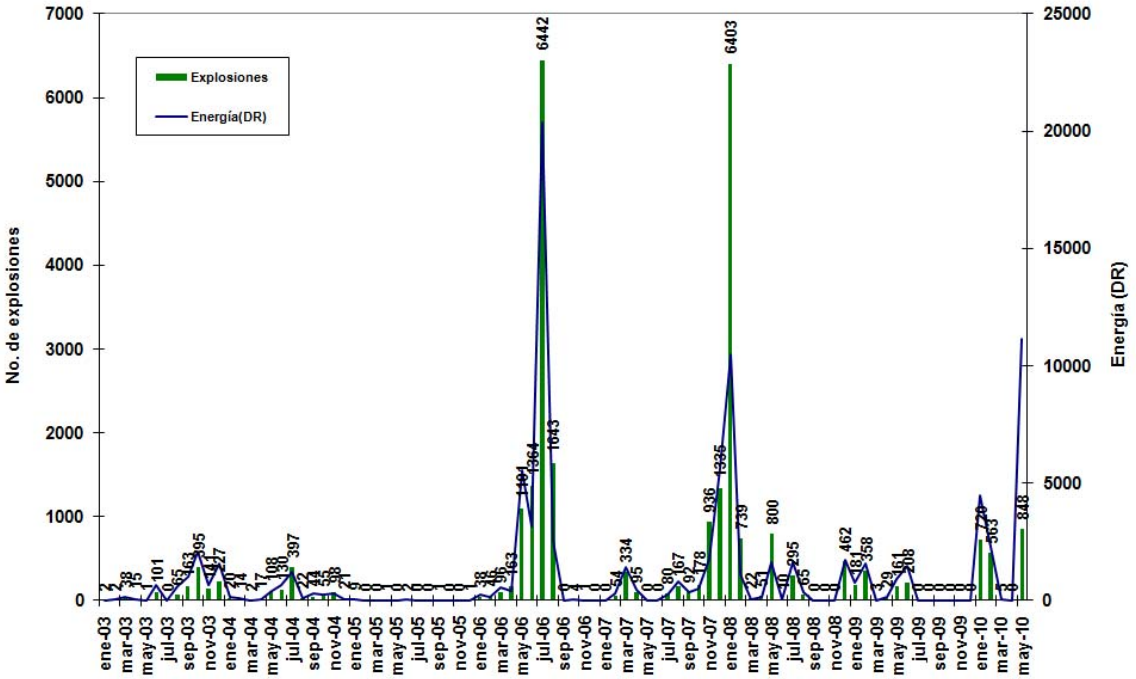


Figura 6. *Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR–desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Mayo de 2010.*

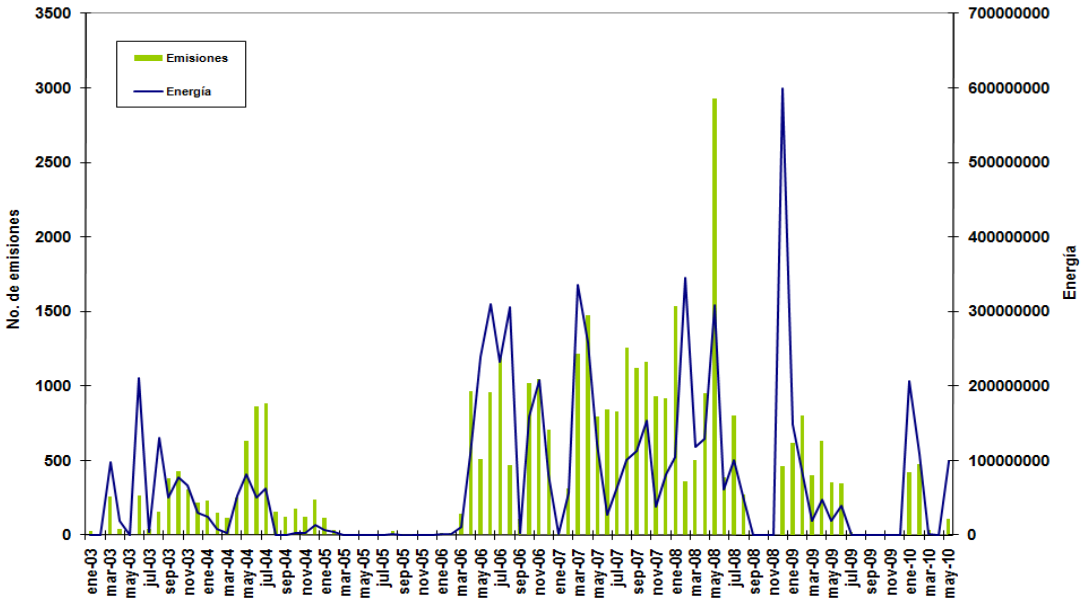
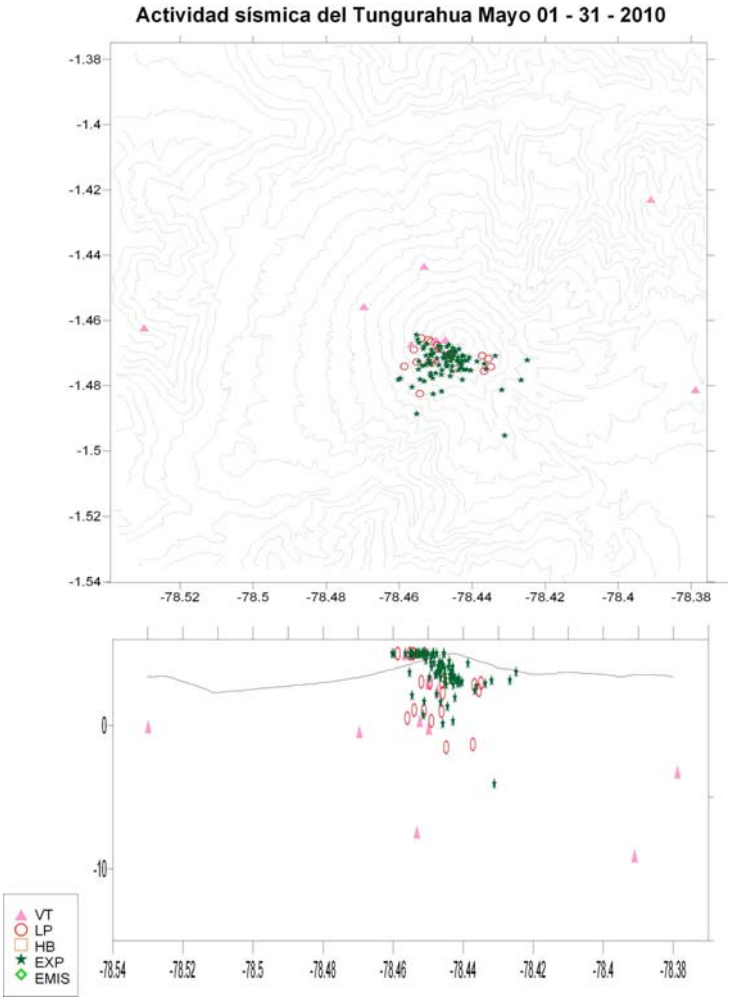


Figura 7. *Número mensual de emisiones y su energía asociada (función de la intensidad del movimiento basada en la amplitud y duración) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Mayo de 2010.*

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

2.1 Localizaciones

Durante el mes de Mayo de 2010, se localizaron diez VT´s de las catorce señales registradas, 18 LP de los 523 registrados y las explosiones y emisiones ocurridas. En la figura, se muestran las localizaciones de los sismos volcánicos ocurridos durante este mes y las profundidades varían entre 0 y 15 km bajo la cumbre del volcán (Fig. 8).



***Fiura.8a**. Localizaciones con 3D*

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

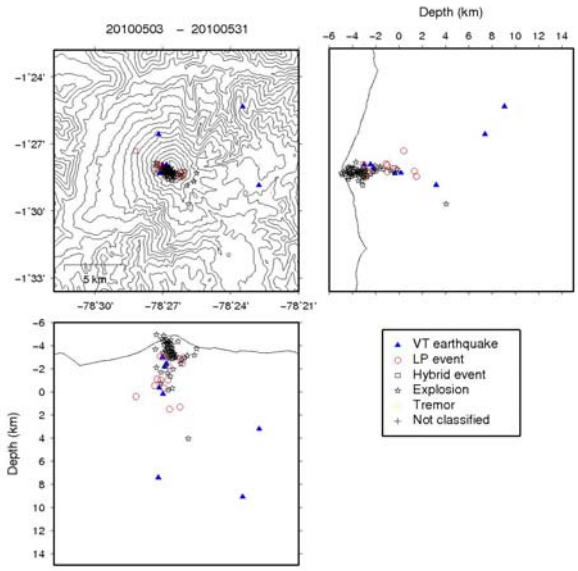


Figura 8b. *Localizaciones con fdhypo –Surfer*

Figura 8. *Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Mayo, 2010.*

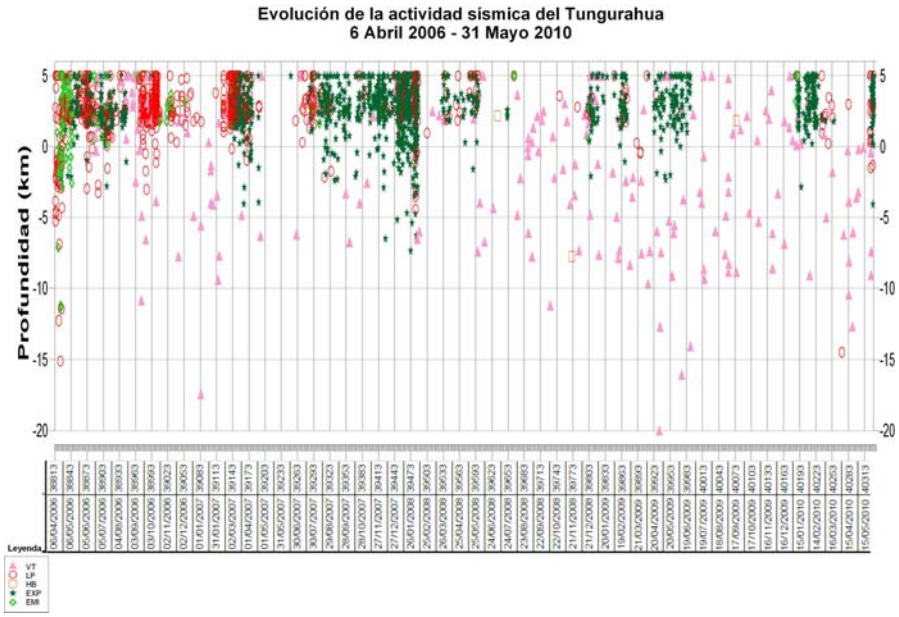


Figura 9. *Evolución espacio-temporal de los eventos sísmicos del V. Tungurahua.*

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

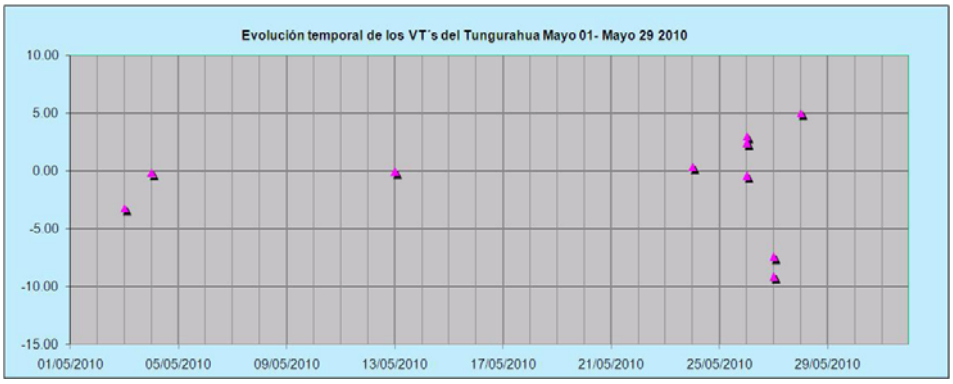


Figura 10. *Evolución temporal de los VT`s del Tungurahua en Mayo de 2010.*

Índice de Actividad Sísmica (IAS)

El Índice de Actividad Sísmica (IAS) es un parámetro de medida a dimensional 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. Los diferentes niveles de IAS reflejan un cambio significativo en el estado físico del volcán y a ellos se relaciona una descripción cualitativa de la actividad sísmica que va desde Muy Baja a Muy Alta como se muestra en la Figura 11a.

En las primeras semanas del mes de Mayo, el volcán siguió con la tendencia descendente de la actividad volcánica, que venía manifestándose desde finales del mes de Febrero, con un Nivel 2 y 3 del IAS –Actividad Muy Baja. Sin embargo, en la última semana del mes, el volcán cambió muy rápidamente hasta el Nivel 8 del IAS – Actividad muy Alta, con tendencia ascendente. (Figura 11b). Las nuevas condiciones de actividad volcánica resultan de la acumulación paulatina de magma en una cámara somera, que culmino con un nuevo episodio eruptivo de mayor actividad como lo ocurrido entre Enero y Febrero de 2010.

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

Figura 11a. *Niveles del IAS y descriptores cualitativos del nivel de actividad. La línea y flecha roja indica el nivel (9) y tendencia (ascendente) hacia finales de Mayo de 2010.*

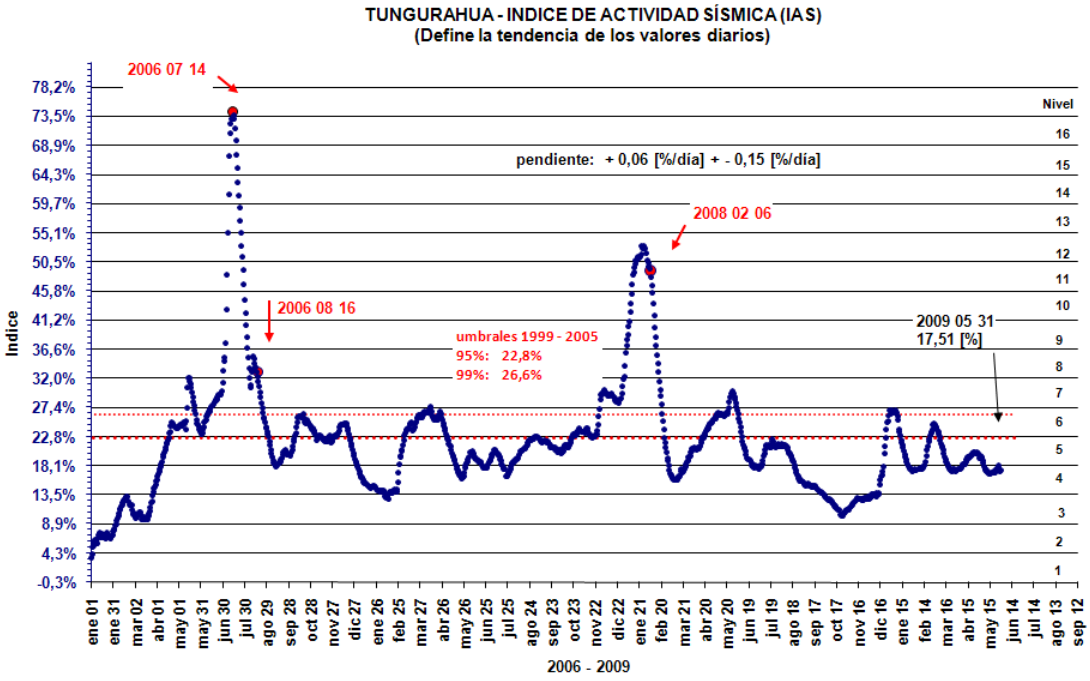


Figura 11b. *IAS desde enero 2006 hasta fines de Mayo de 2010.*

3. Deformación

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

Durante Mayo, el inclinómetro de RETU registró una tendencia deflacionaria en el eje radial, intercalada con dos episodios de inflación: el primero entre el 7 al 11 de Mayo, donde se observa una tasa de inflación de 0.16 microradianes/día y el segundo entre el 19 a 22 de Mayo con una razón de 0.47 microradianes/día, y el eje tangencial indicando una componente al E en todos los episodios inflacionarios entyre 5 y 10 microradianes respectivamente. Por otra parte, también se registraron episodios deflacionarios durante el mes, la primera desde el día 01 al día 07 con una tasa deflacionaria muy baja de -0.07 microradianes/día, la segunda entre los días 11 a 19 con una razón de -0.54 microradienes/día y la tercera entre los días 22 a 30 de Mayo con una razón de -0.33 microradianes/día con el eje tangencial indicando una componente al W, en todos los períodos. En el mismo sentido, los inclinómetros de Pondoa y Bilbao también muestran un proceso deflacionario, donde también se observa episodios inflacionarios equivalentes a RETU (Fig. 12 a, b, c).

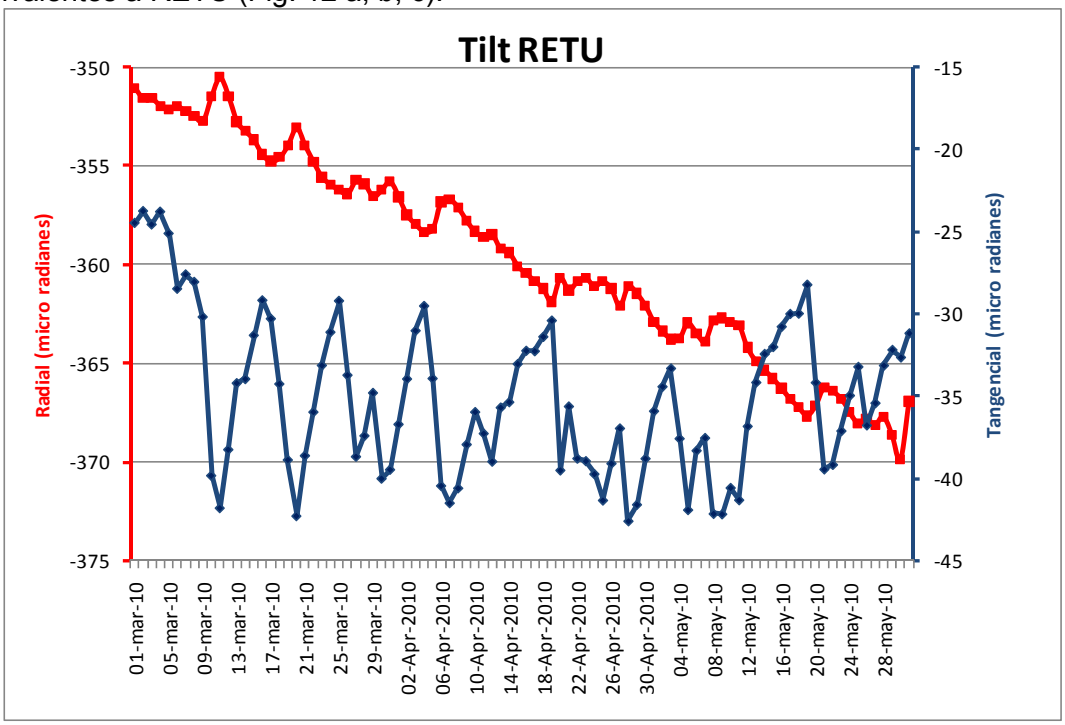


Figura 12a, *Plot de datos del inclinómetro de RETU*

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

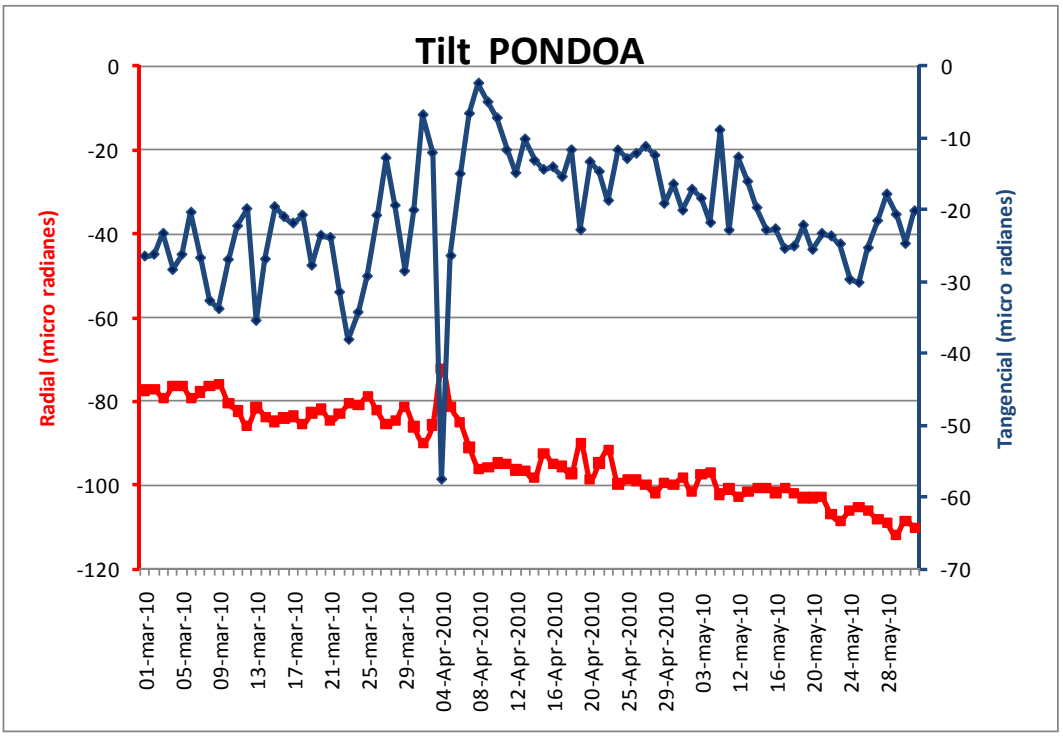


Figura 12b, *Plot de datos estación Pondoa.*

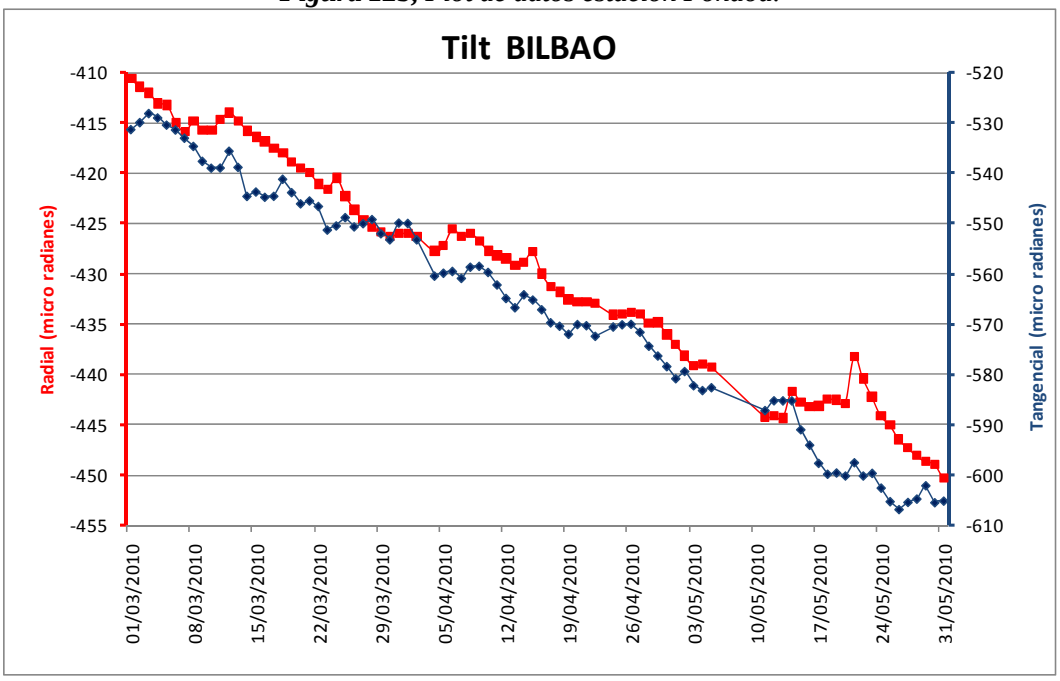


Figura 12c, *Plot de datos estación Bilbao.*

4. Geoquímica

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

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 Mayo de 2010 la emisión de gas SO_2 del volcán Tungurahua ascendió súbitamente al final del mes, como es de conocimiento general, mediante una fuerte explosión acompañada por una emisión con alto contenido de gases, vapor y ceniza el día 28 de Mayo, registrándose así el valor medido más alto de SO_2 en lo que va del año y en cierta forma inusual con las medidas que se habían ido registrando durante éste y varios meses anteriores, en los cuales se había observado una tendencia más o menos estable de leve incremento en la actividad (Fig. 13-a).

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

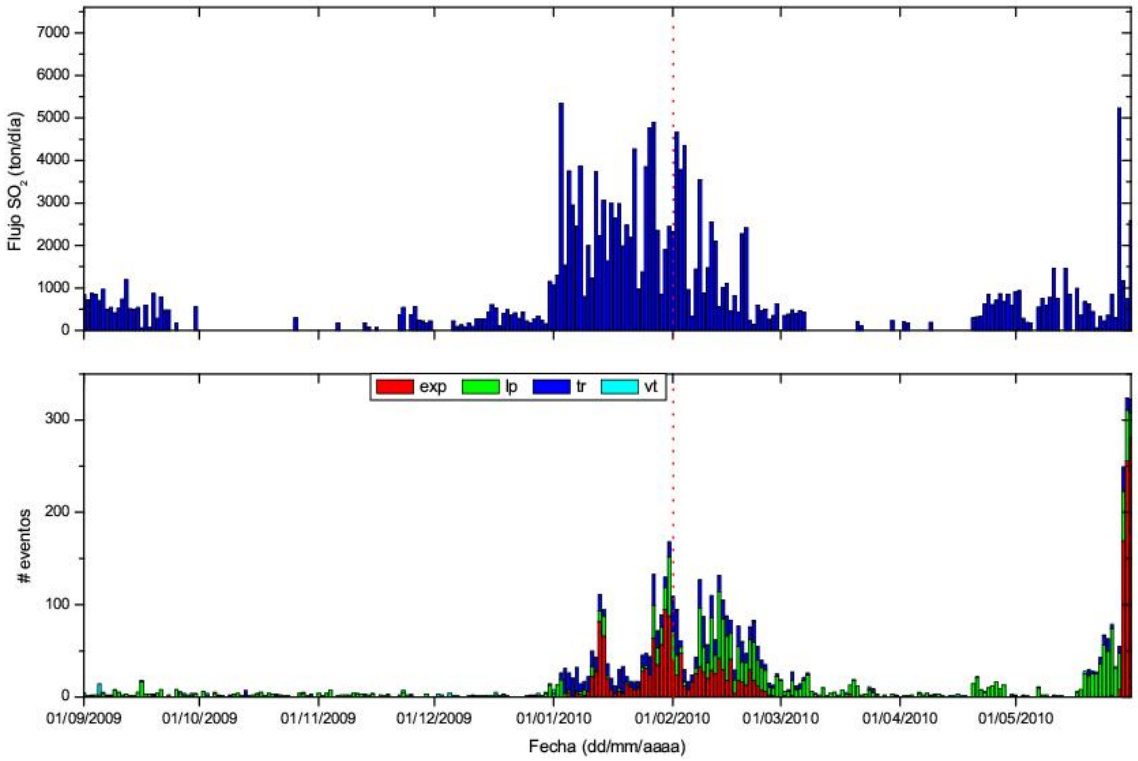


Figura 13-a. *(Arriba) Flujo diario de SO_2 desde junio de 2009 hasta el final de mayo de 2010. (Abajo) Número de eventos sísmicos para el mismo periodo. Este gráfico permite ver la evolución de estos dos parámetros, y establecer posibles correlaciones entre ellos.*

El flujo diario de SO_2 tuvo un promedio de 819 t/d con una desviación estándar de 988 t/d. El valor máximo medido fue de 5234 t/d para el 28 de mayo, y el valor estimado de emisión de SO_2 en la atmósfera alcanza un valor de 24582 t de SO_2 (por 7269 toneladas en Abril). Hay que tomar en cuenta que el valor promedio de SO_2 para este mes está influenciado por los valores relativamente moderados originados durante el inicio y transcurso del mes y que no refleja la intensa desgasificación que está ocurriendo a partir del día 28 y ha continuado en los últimos días restantes del mes.

Las imágenes satelitales OMI de este mes no registran importantes emisiones (figura 13-d), exceptuando obviamente el día 28, en la que se muestra una gran pluma con dirección W–SW. Hay que recalcar que la medición de gases en dichas imágenes es susceptible a fenómenos atmosféricos, lo que podría afectar a la medición de gases en la región, de tal manera que durante el mes las condiciones climáticas han sido variables pasando de días lluviosos, nublados a despejados y soleados. Es de destacar que para los días posteriores al 28 no se puede apreciar una concentración importante de SO_2 en las imágenes OMI.
En resumen, el ascenso de la emisión de gases que venía tomando lugar meses anteriores tiene un cambio súbito e inesperado en la tasa de emisión de SO_2 que ha actuado conjuntamente con los parámetros sísmicos corroborando su interacción y confirmando el ascenso de un cuerpo magmático.

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

Sin embargo, se tiene que seguir atentamente como sigue la evolución de éstos y otros parámetros para ver como la actividad volcánica puede variar y conllevar a un cambio en la desgasificación.

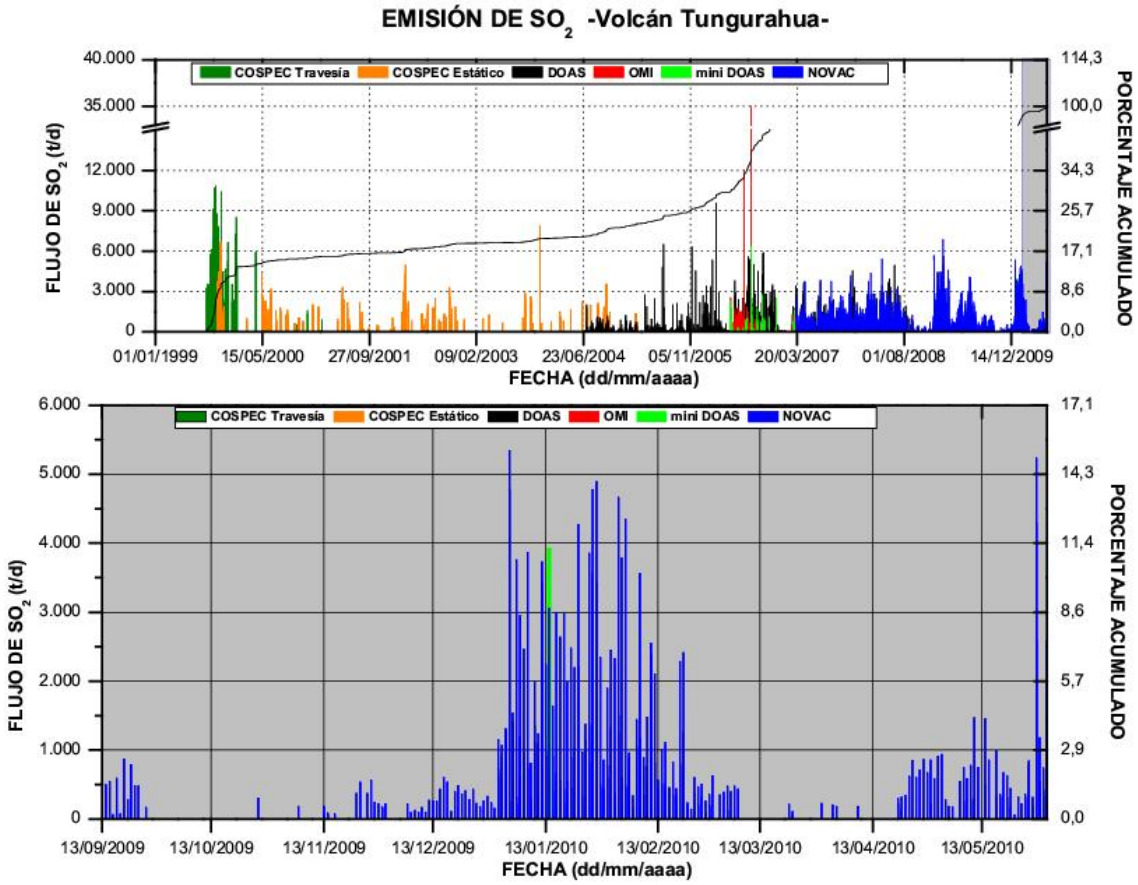


Figura 13-b. *Flujo diario de SO_2 emitido por el volcán Tungurahua desde agosto de 1999. La zona sombreada (parte superior) corresponde al zoom del registro de emisiones de SO_2 hasta el mes de mayo de 2010 (parte inferior). Las técnicas DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC/NASA*

Estadísticas mensuales:

Valor medio:	819 t/d
Variabilidad (1σ):	988 t/d
Valor máximo:	5234 t/d (28 de mayo)
Emisión estimada:	24582 t de SO_2

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

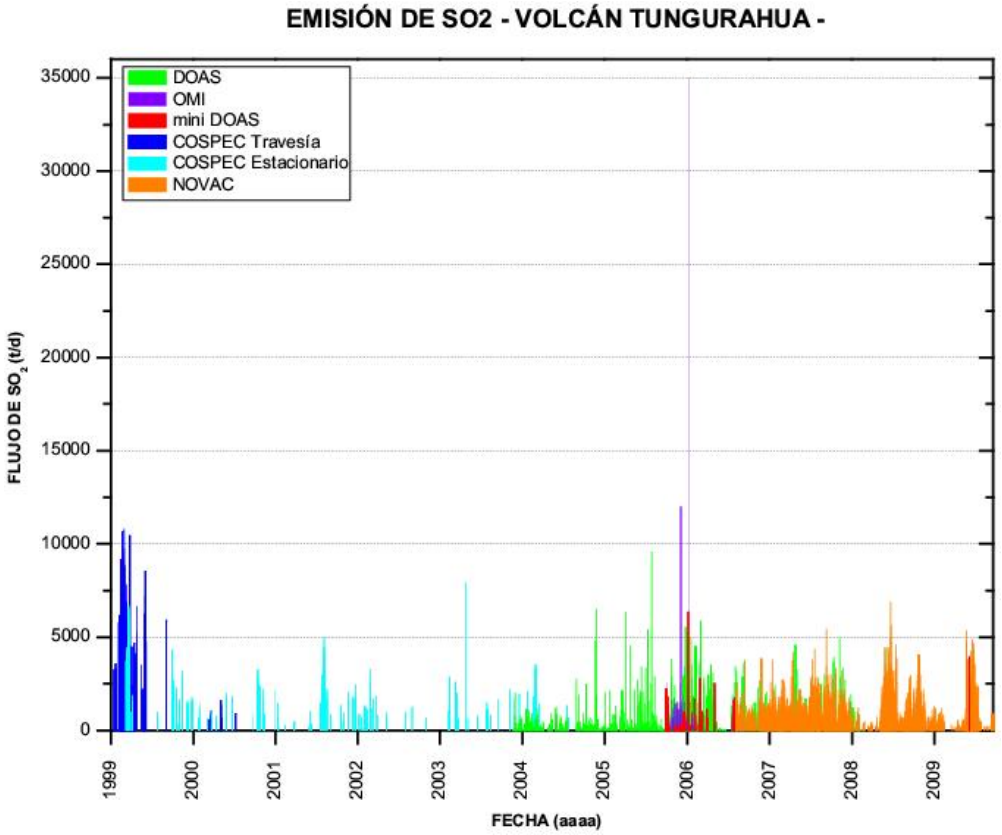
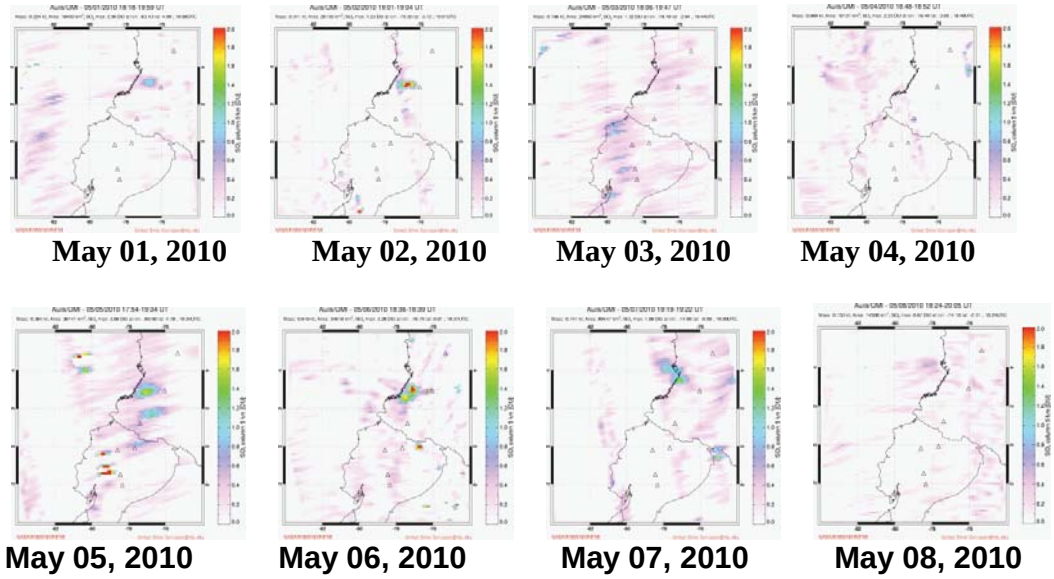


Figura 13-c. *Flujo diario de SO_2 emitido por el volcán Tungurahua desde agosto de 1999 hasta fines de mayo de 2010.*



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

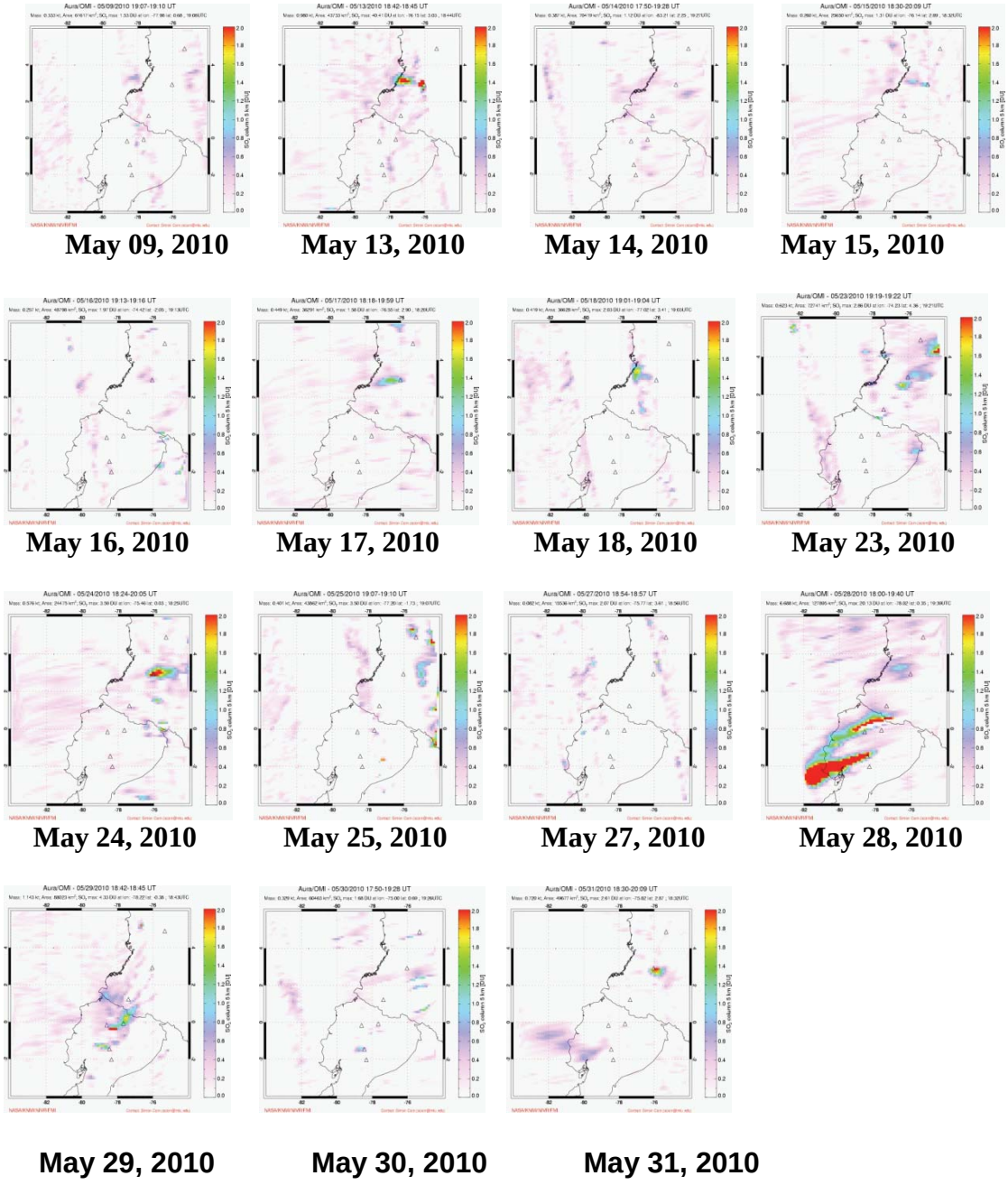


Figura 13-d. *Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de mayo de 2010. (Fuente: http://so2.umbc.edu/omi/)*

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

5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

El clima durante el mes se caracterizó por ser muy variado. En la primera quincena, se caracterizó por días nublados y semi-despejados especialmente en la tarde. La presencia de lluvia en este periodo generó flujos de lodo que descendieron por las quebradas del volcán, y por el flanco occidental destruyó la vía antigua Baños-Penipe. En la segunda quincena, el clima fue favorable, permitiendo observar al volcán despejado en la mayor parte del día.

La actividad superficial del volcán, en mayo, se caracterizó por mantener un nivel muy bajo hasta el 26 del presente mes. En este periodo, las manifestaciones superficiales en ocasiones se presentaban con una actividad fumarólica muy leve, la cual se restringía al interior del cráter y a lo largo de las fisuras de la parte alta del flanco N-NW del cono **(Fig. 14)**. Muy esporádicamente se observaba la precipitación de nieve hasta los 4000 metros de altura sobre el nivel del mar **(Fig. 15).**

Fig. 14: *Actividad fumarólica al interior del cráter y en las fisuras del borde superior del flanco NW del cono (Foto: S. Hidalgo, OVT-IG-EPN)*

Fig. 15: *Volcán despejado, e observa precipitación de nieve hasta la cota de los 4000 metros (Foto: P. Ramón, OVT-IG-EPN)*

A partir del 26 de mayo, luego de la explosión de las 11h12 (TU), que generó una columna de 7 km de altura sobre el nivel del cráter con dirección hacia el SW y el descenso de flujos piroclásticos por los bordes de los flancos N, NW, W hasta 800 metros bajo la cumbre, la actividad del volcán se incrementó drásticamente. Es así que el día viernes 28 de mayo a las 13h47 (TU) se genera una explosión de carácter vulcaniano, un fuerte cañonazo acompañó al evento y el descenso de flujos piroclásticos por todas las quebradas del volcán; el sector se encontraba nublado. Los flujos piroclásticos de mayor volumen se dirigieron por las quebradas del flanco N, NW, alcanzando a extenderse hasta el canal de desagüe hacia el puente del sector de la Pampa **(Fig. 16-17)**, en el flanco Norte.

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

Posterior a la explosión y el descenso de las nubes ardientes, se pudo observar entre nubes una columna con carga alta de ceniza, cuya altura fue de aproximadamente 10 km smnc y se dirigió hacia el W y S-SW. Producto de esta explosión, en las zonas cercanas al volcán (Choglontús y El Manzano) se generó la caída de material piroclástico de hasta 20 cm de tamaño, el cual consistía en una escoria vehiculada de color crema y material rocoso de color gris azulado (andesita porfírica con cristales de plagioclasas y piroxenos de hasta 3 mm de tamaño). Mientras que en las zonas distales, hacia el SW se produjo una caída moderada de material volcánico de hasta 3 mm de tamaño. Una caída fuerte de ceniza gruesa de color gris azulada se registró en las ciudades de Guaranda, Babahoyo y Guayaquil.

Fig. 16: *Flujo piroclástico del 28 de mayo cuya dirección es hacia el sector de Cusúa (Foto: M. Bécouze IG-IRD).*

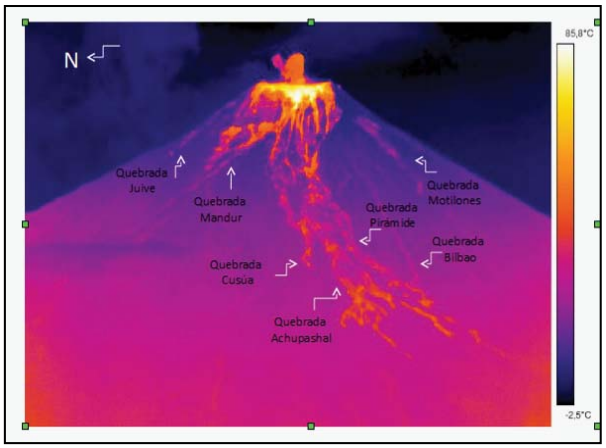


Fig. 17: *Imagen térmica donde se puede observar los depósitos de flujos piroclásticos (Foto: S. Vallejo, OVT-IG-EPN)*

Inmediatamente seguido a la primera explosión, una serie de explosiones de moderada a fuerte intensidad fue la tónica hasta finales de mes. Estas explosiones generaban cañonazos fuertes que provocaban la vibración del suelo y ventanales, tanto en las zonas cercanas como lejanas. En ciudades de Baños y Ambato este fenómeno se presentó con mayor intensidad que en otros periodos de reactivación. También se tuvo reportes de ligeras vibraciones sísmicas en la ciudad de Latacunga.

Durante la noche y cuando el clima era favorable, se pudo observar la eyección de bloques incandescentes hasta 1000 m sobre la cumbre y el rodar de los mismos por todos los flancos del volcán, descendiendo entre 800 m y 1000 m bajo el nivel del cráter **(Fig. 18)**. Reportes de imágenes satelitales indicaron la presencia de un lago de lava rellenando el cráter, sin llegar a desbordarse.

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

Fig.18: *Proyección de bloques incandescentes hasta 1 km sobre la cumbre el rodar de los mismo por todos los flancos del volcán (Foto: J. Bustillos, OVT-IG-EPN).*

Fig.19: *Columna de emisión continua con carga media de ceniza (Foto: B. Bernard IG-IRD).*

Como resultado de las explosiones y emisiones, se generaron columnas de eruptivas con carga media de ceniza **(Fig. 19)**. Las alturas variaron en un rango de 2000 m a 5000 m sobre el nivel del cráter. Las nubes de ceniza fueron llevadas por los vientos hacia el E-NE, N, NW, W, SW y S-SW, provocando importantes caídas de ceniza en los sectores de: Baños, Runtún, Pondoa, OVT, Cusúa, Bilbao, Chacauco, Cotaló, Pillate, Cahuají, Choglontús, El Manzano, Puela, Penipe; y en zonas distales como Riobamba, Guaranda, Babahoyo y Guayaquil.

A continuación, en la tabla **Tabla 2** se presenta el registro de las caídas de ceniza durante el mes de mayo:

Ubicación	Población	26	27	28	29	30	31
SW	Palitahua	Ng					
SW	Riobamba	g		N			
SW	El Manzano			Ng			
WSW	Choglontús	Ng	Nf	Ng			
WSW	Cahuají			Ng			
W	Pillate			Ng			
W	San Juan			Ng			
WNW	Bilbao			Ng			
WNW	Cotaló			Nm			
NW	Cusúa			Nm			
NNW	OVT			Gf			
NNW	Juive			Gm			
NNW	Ambato						
N	Pondoa	B		C			
N	Baños						
NNE	Runtún						

NNE	Ulba						
NW	Quero						
NW	Pelileo			Cf			
SW	Penipe			Nm			
SSW	Puela			Nm			
NE	Huambaló						
S	La Candelaria						
NW	Cevallos						
NW	Mocha						
W	Chontapamba						
SW	Guano			Nf			
W	Yuibug						
WSW	Guaranda			Ng			
SW	Guso						
NW	Tisaleo						
SSW	Bayushig			Nf			
SSW	Babahoyo			Nf			
SSW	Guayaquil			Nf			

Tabla 2: *Reportes recibidos de caída de ceniza durante el mes de mayo. Fuente informes semanales OVT. Ceniza:* ***B*** *= blanca;* ***R*** *= rojiza;* ***N*** *= negra;* ***G*** *= gris;* ***C*** *= Ceniza café;* ***g*** *= ceniza gruesa;* ***m*** *= ceniza media;* ***f*** *= ceniza fina.*

Lahares del volcán Tungurahua durante Mayo de 2010.

En el mes de Mayo las condiciones climáticas fueron variables, caracterizándose por la presencia de varios días de lluvias y algunos días soleados y despejados. Cuando fue posible, se observó la actividad fumarólica al interior del cráter y en las fisuras cercanas al borde NNW del mismo, sobre todo la actividad muy intensa al final del mes, la cual desencadenó en un nuevo proceso eruptivo con la explosión vulcaniana del viernes 28. Este nuevo período de muy alta actividad volcánica ha generado una mayor cantidad de material, cenizas y grandes bloques de lava, que han sido depositados en zonas altas y medias del edificio.

Las lluvias de fuerte y moderada intensidad generaron lahares y flujos de agua lodosa en las quebradas del volcán. Estos eventos continuaron destruyendo la vía que comunica Juive Grande y Penipe en las intersecciones con las quebradas.

A continuación se resume los principales eventos, en base a los informes semanales del OVT:

Martes 04.
Lluvias moderadas e intensas que ocurrieron en la tarde (desde las 14h00 TL) provocaron flujos de lodo y lahares en las principales quebradas y ríos que descienden del volcán. Se tuvo reportes de los vigías en las quebradas Mapayacu, Bilbao, Viejo

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

Minero (La Pampa), y reportes acerca de incremento de caudales de agua turbia en los ríos Vazcún, Ulba y Puela. Adicionalmente, los instrumentos AFM registraron estos eventos, así como las estaciones sísmicas de banda ancha.

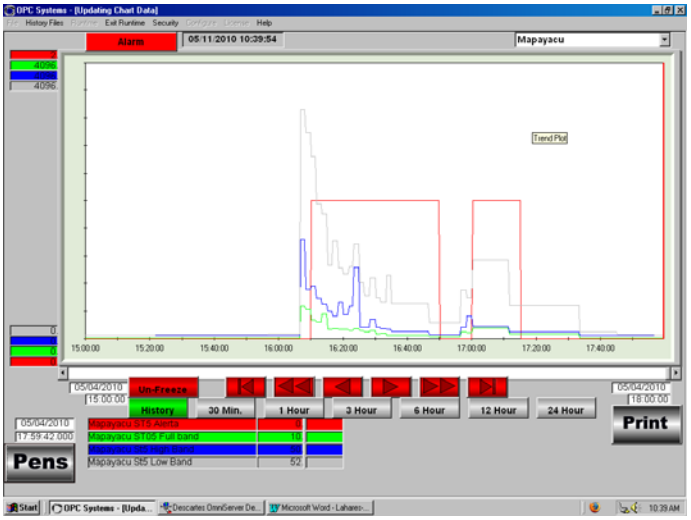


Figura 20. *Registro gráfico del lahar que bajó por la Q. Mapayacu*

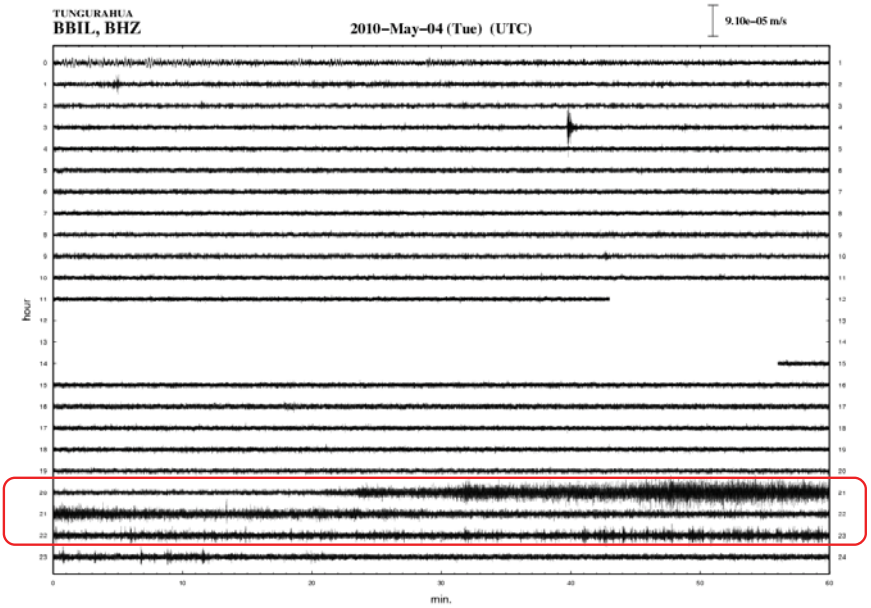


Figura 21. *Señal sísmica de alta frecuencia, asociada a lahares que bajaron por la quebrada Bilbao*

Miércoles 05.

Lluvias fuertes ocurrieron en la mañana y tarde en el sector Sur del volcán. El vigía de Palictahua informó que está bajando un lahar considerable que acarrea bloques de hasta 2 m de diámetro. El sector Norte del volcán se mantuvo despejado durante todo el día. La estación sísmica BB del sector El Trigal registró la señal asociada a este evento, también la estación BB Bilbao registró una señal que puede estar asociada a un pequeño flujo que descendió en ese sector.

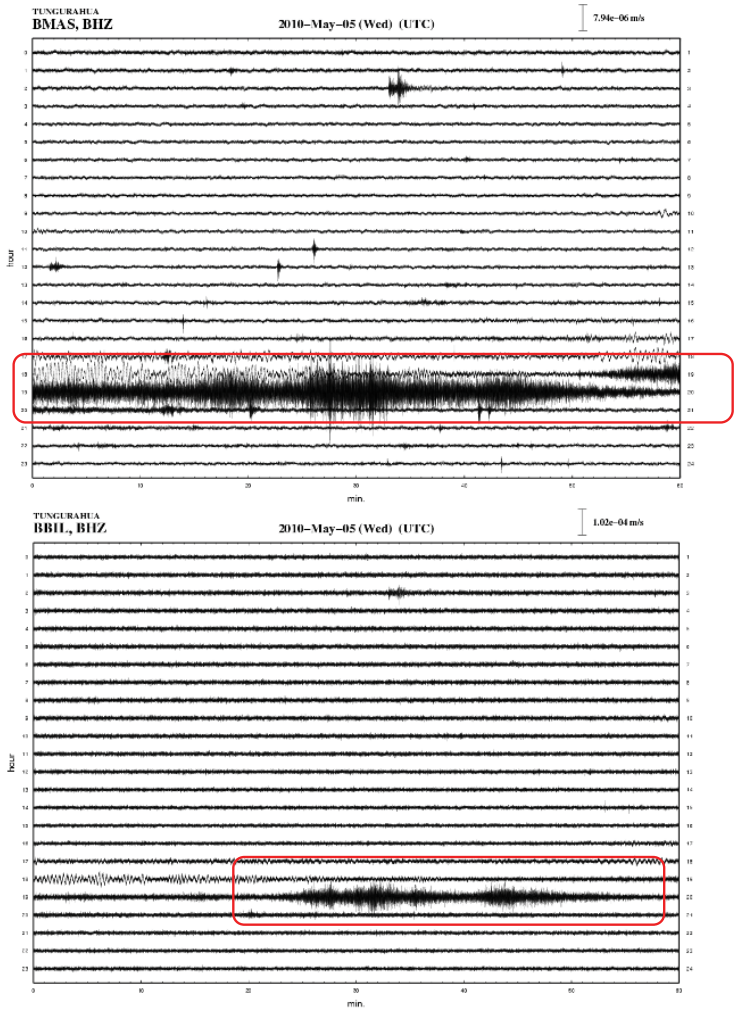


Figura 22. *Señales sísmicas (banda ancha) de lahares que bajaron por las Q. Mapayacu y Bilbao*

Sábado 08.

Desde la media noche del día anterior empezaron lluvias regionales de moderada intensidad que posteriormente alcanzaron niveles más fuertes. Durante la madrugada no se generaron lahares, solamente crecidas de agua lodosa: AFM-Pondoa (HB=1290, LB=63), AFM-Vazcún (HB=652, LB=157). En la mañana los instrumentos AFM registraron nuevas anomalías en las mismas quebradas (del sector La Pampa, río Vazcún) y en el río Ulba, algunos vigías comentaron que los ríos acarreaban mucho material fino. En la tarde

personal de OVT de turno observó que el río Puela incrementó su caudal con mucho material lodoso. También se registra un lahar moderado en la quebrada de Mapayacu, así como señales de alta frecuencia en las estaciones sísmicas de Arrayán y Patacocha.

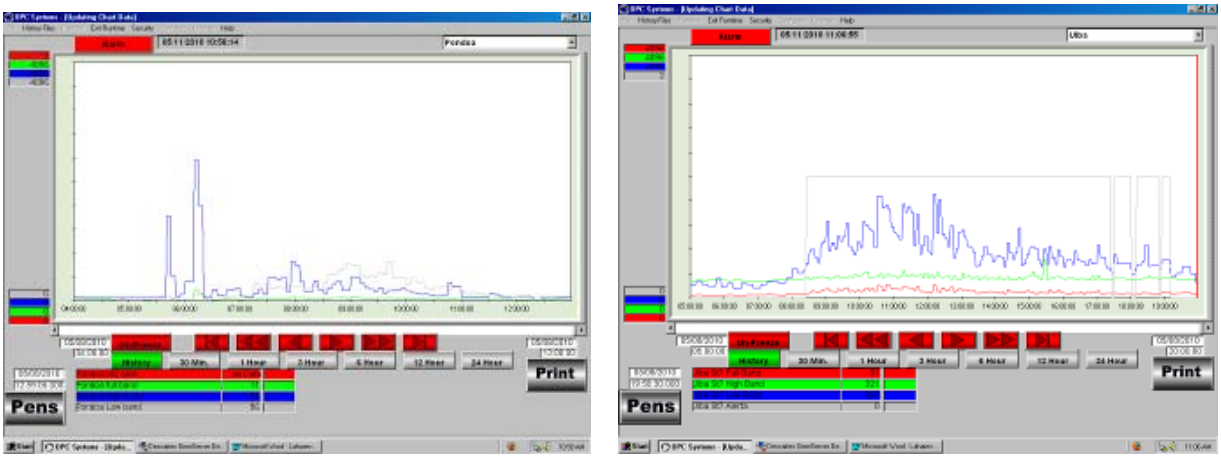


Figura 23. *AFM de Pondoa (Izq) y Ulba (Der) que muestran un lahar moderado y crecida de caudal respectivamente.*

Lunes 10.

Amanece soleado en la zona del volcán, pero a media mañana empiezan lluvias moderadas. Ocurren crecidas de agua y lodo en las quebradas del sector La Pampa, río Vazcún y Bilbao; se registra una crecida importante del río Ulba.

Es importante mencionar que los lahares y flujos de lodo que descienden por la quebrada Juive, en el sector de Los Puentes, provocan fuertes erosiones regresivas del relleno de la quebrada en el cambio de pendiente, sin embargo, personal de Obras Públicas de Baños trabajan rápidamente rellenando nuevamente la quebrada para evitar que la erosión llegue hasta los estribos de los puentes.

Lunes 17.

El volcán amanece parcialmente nublado y con neblina en el valle del Patate. Se produjeron lluvias durante la madrugada, los valores en el AFM de Pondoa subieron hasta 2071 y en el pluviómetro se registraron 3 mm de lluvia entre las 11:00 y 12:00. No se reportaron novedades en las quebradas.

Jueves 20.

Aproximadamente a las 20h30 (TL) empezaron lluvias moderadas sobre el volcán, sin embargo no fueron suficientes para generar lahares, solamente flujos de agua lodosa en la quebrada de Juive y ligero aumento del caudal en el río Vazcún.

Viernes 21.

Durante la madrugada ocurrieron lluvias intensas, con tormentas eléctricas en el sector Sur del volcán, que provocaron lahares pequeños y moderados en las quebradas del W y SW del volcán. Se tiene reportes de lahares en las siguientes quebradas: Bilbao, Pingullo, Confesionario, Rea, Mapayacu; también se tiene registros de crecidas de agua en los ríos

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

Vazcún y en la quebrada Juive (sector Los Puentes de la Pampa) en los AFM de Pondoa y Vazcún.

Sábado 22.
Se registró un lahar en la estación sísmica BB El Trigal y en el AFM que está ubicado en la quebrada Mapayacu.

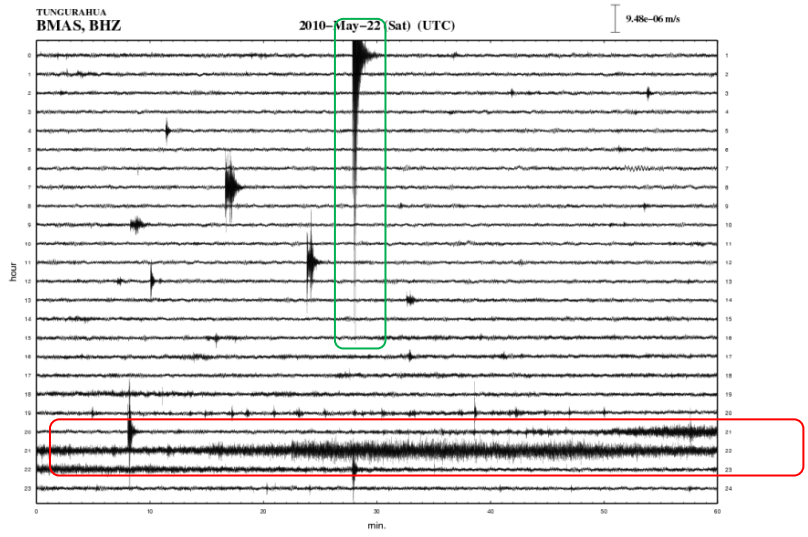


Figura 24. *Sismicidad registrada en BB Masón (sector El Trigal) del lahar que bajó por la Q. Mapayacu (rojo) y de un sismo localizado cerca de Pujilí (verde)*

6. Conclusiones

En las primeras semanas del mes de Mayo, se observó claramente una disminución de la actividad volcánica, tanto a nivel superficial como en todos los parámetros de vigilancia. Sin embargo, en las últimas semas se observó un incremento en los niveles de sismicidad, así como en el flujo de SO_2. La sismicidad total se incrementó en 3.7 veces de lo registrado en el mes de Abril de 2010, también se observó un ligero incremento en el número de sismos VTs con respecto el mes anterior. El flujo diario de SO_2 tuvo un promedio de 819 t/d con una desviación estándar de 988 t/d. El valor máximo medido fue de 5234 t/d para el 28 de Mayo, y el valor estimado de emisión de SO_2 en la atmósfera alcanza un valor de 24582 t de SO_2, mientras que Abril se registró 7269 toneladas de SO_2. Hay que tomar en cuenta que el valor promedio de SO_2 para este mes está influenciado por los valores relativamente moderados originados durante el inicio y transcurso del mes y que no refleja la intensa desgasificación que está ocurriendo a partir del día 28 y ha continuado en los últimos días restantes del mes.
De la misma manera, los inclinómetros de RETU, BILBAO y PONDOA muestran variaciones cíclicas con pequeños episodios de inflación, dentro de una tendencia deflacionaria en general; posiblemente a intrusiones pequeñas y someras, observadas en el episodio de Diciembre 2009 a Febrero de 2010. La actividad superficial se presentó muy baja en las primeras semanas de Mayo; mientras que a finales de Mayo fue muy notoria la actividad estromboliana y vulacaniana, notándose la ocurrencia de pequeños

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

flujos piroclásticos y caídas de ceniza en todas las direcciones y con más frecuencia hacia le occidente y suroccidente del volcán. El clima favoreció para tener avistamientos completos del volcán, así como la ocurrencia de flujos de agua lodos y lahares en las quebradas del volcán, causando inconvenientes en la vía Baños-Penipe.

Dadas las condiciones de actividad volcánica, se espera que el volcán continúe con el proceso de emisiones y explosiones moderadas por varios días o semanas, hasta que se agote la alimentación de magma hacia la superficie y de este modo la actividad vaya disminuyendo hasta alcanzar niveles de relativa calma. Sin embargo, el instituto Geofísico se mantendrá atento a cualquier cambio en los niveles de actividad volcánica y que oportunamente serán comunicados a las autoridades.

Grupo de sismología

Guillermo Viracucha gviracucha@igepn.edu.ec
Pablo Palacios ppalacios@igepn.edu.ec
Liliana Troncoso ltroncoso@igepn.edu.ec
Mónica Segovia msegovia@igepn.edu.ec
Daniel Pacheco dpacheco@igepn.edu.ec

Grupo de vulcanología

Gorki Ruiz gruiz@igepn.edu.ec
Patricia Mothes pmothes@igepn.edu.ec
Patricio Ramón pramon@igepn.edu.ec
Julie Borquein jbourquien@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.

20 de Junio, 2010 – Quito/gr