

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



23 de Junio, 2009, 22h19. Volcán despejado, Emisión de una columna de vapor de agua con bajo contenido de ceniza que se dirige al W (Foto: P. Ramón-IG)

Resumen Mensual

Actividad del Volcán Tungurahua, Junio del 2009

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

8.

1. Síntesis General de la Actividad

La actividad eruptiva durante el mes de Junio, 2009 se caracterizó por un ligero incremento en la actividad explosiva, registrándose un total 208 explosiones, con respecto al mes anterior. Al mismo tiempo se nota que el número de emisiones (335) corresponde a valores similares con respecto a Junio de 2009. La sismicidad total fue de 760 eventos sísmicos, principalmente eventos de tipo Lp. El número total semanal varían entre 131 y 253 eventos, notándose un incremento de eventos sísmicos a partir de la mitad del mes. El promedio de eventos/día fue 25.33, que es casi dos veces de lo registrado en Mayo. El número de sismos VT's fue 4, de manera similar a los eventos de tipo Vt que ocurrieron en el mes anterior.

En el mes de Junio, la actividad sísmica se caracterizó por un nivel moderado-bajo a inicios del mes y en la segunda mitad del mes el IAS se incrementa ligeramente para ubicarse en un nivel moderado. Durante el mes se observó un aumento gradual en el número de emisiones, mientras que las explosiones fueron más frecuentes en la segunda y última semana de

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

Junio, de esta manera el volcán presentó una actividad vulcaniana en la mitad de Junio y actividad del tipo estromboliana, acompañada de bramidos de variable intensidad. El flujo diario de SO₂ tuvo un promedio de 1604 t/d con una desviación estándar de 1141 t/d. Este valor es un poco más alto que el promedio registrado en junio, y la desviación estándar mucho más importante. El valor máximo medido fue de 4062 t/d el 3 de junio y el valor estimado de emisión de SO₂ en la atmósfera para este mes alcanza un valor de 48118 t. (Fig.1).

Durante el mes de Junio, se observa la misma tendencia de deformación registrada a finales de Mayo, aunque se nota una disminución de la tendencia a finales de Junio. Las tres estaciones de inclinometría, principalmente en RETU. BILBAO muestra una pendiente constante en el eje radial, PONDOA muestra una tendencia deflacionaria sin mayores cambios. El eje tangencial de RETU también muestra una tendencia deflacionaria, mientras que los ejes tangenciales de BILBAO y PONDOA muestran una tendencia inflacionaria. De la misma manera, las líneas base de las estaciones GPS del Tungurahua con respecto a la estación QUEM – estación fija en Quito- muestran una tendencia de inflación casi en una constante. Sin embargo, se nota que línea base GPS RETU UP, muestra una ligera disminución con respecto a la tendencia general. El GPS de BILBAO mantiene la tendencia inflacionaria al igual que el GPS de CHONTAL. Adicionalmente, se observa que el eje EAST tiene una aceleración al este, coincidiendo con los datos de los inclinómetros. Esta tendencia sería el resultado de una condición de compresión en el sector Nor-Nororiental del edificio volcánico.

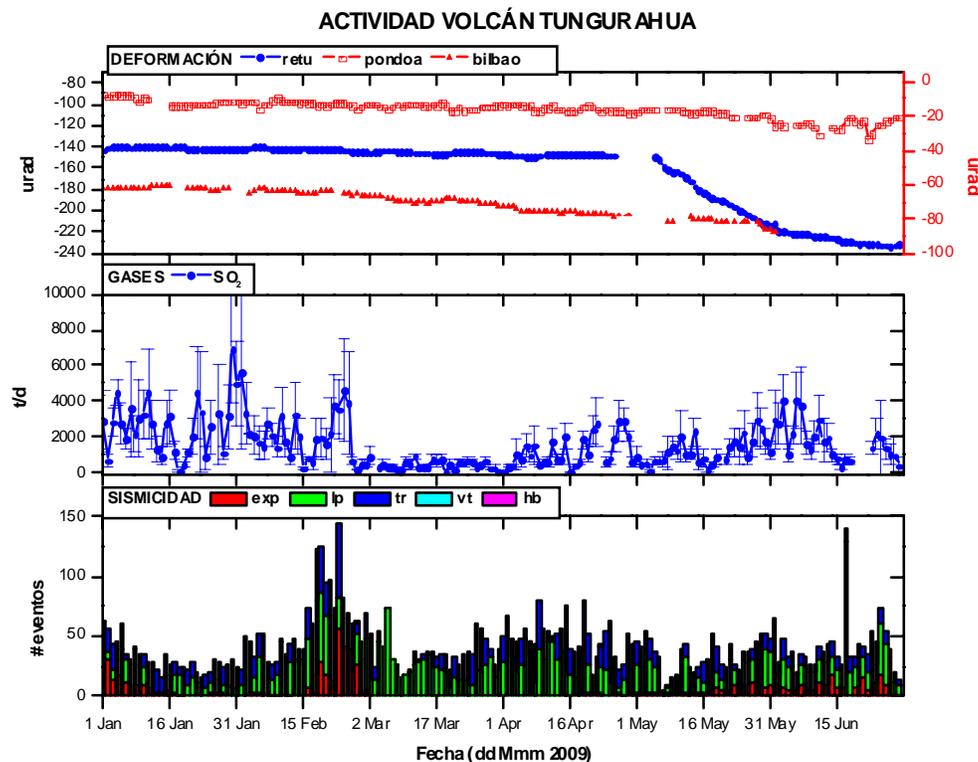


Figura 1. Resumen de la actividad del Volcán Tungurahua desde Octubre, 2008 a principios de Julio de, 2009, empleando datos de sismicidad, gas-SO₂ y deformación. En general durante este mes se nota un incremento importante en los valores de sismicidad, ninguna alza neta en

los valores de inclinómetro y un descenso en los valores del gas SO₂ comparado con el mes anterior.

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 y tremores de emisión, así como también unas pocas explosiones. En Junio se registró un número total de 760 eventos sísmicos, principalmente eventos de tipo LP. El número total semanal varían entre 131 y 253 eventos, notándose un incremento de eventos sísmicos hacia el final del mes. El promedio de eventos/día fue 25, que representa el dos veces de lo registrado el mes de Mayo. Sin embargo, el número de sismos VT's, cuatro registrados, se mantuvieron en noveles similares a lo registrado el mes anterior. La ocurrencia de explosiones en Junio se incremento ligeramente, en comparación a Mayo de 2009, registrándose un total de 208 explosiones. Por otra parte, la incidencia de tremores de emisión fue aproximadamente igual de lo registrado el mes anterior (Tabla 1).

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
01-07 Jun.	131	131	0	0	73	38
08-14 Jun.	132	130	2	0	64	78
15-21 Jun.	253	252	1	0	98	37
22-30 Jun.	244	243	1	0	100	55
Total Junio/2009	760	756	4	0	335	208
Total May/2009	437	431	6	0	345	161
Total Abr/2009	867	852	15	0	631	29
Total Mar/2009	929	922	7	0	403	3
Total Feb/2009	1104	1097	7	0	799	358
Total Ene/2009	380	374	6	0	632	181
Total Dic/2008	361	350	11	0	456	462
Total Nov/2008	322	316	6	0	4	0
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
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
Promedio Diario Abril/2009	28,9	28,4	0,5	0	21,03	0,97
Promedio Diario Mar/2009	29.97	29.74	0.23	0	13	3

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 Feb/2009	39.43	39.17	0.25	0	28.54	12.79
Promedio Diario Ene/2009	12.26	12.06	0.19	0	20.39	5.84
Promedio Diario Dic/2008	11.6	11.3	0.35	0	14.7	14.9
Promedio Diario Nov/2008	10.7	10.53	0.20	0	0.13	0
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

Tabla 1. Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Junio de 2009 y la registrada en los últimos doce meses.

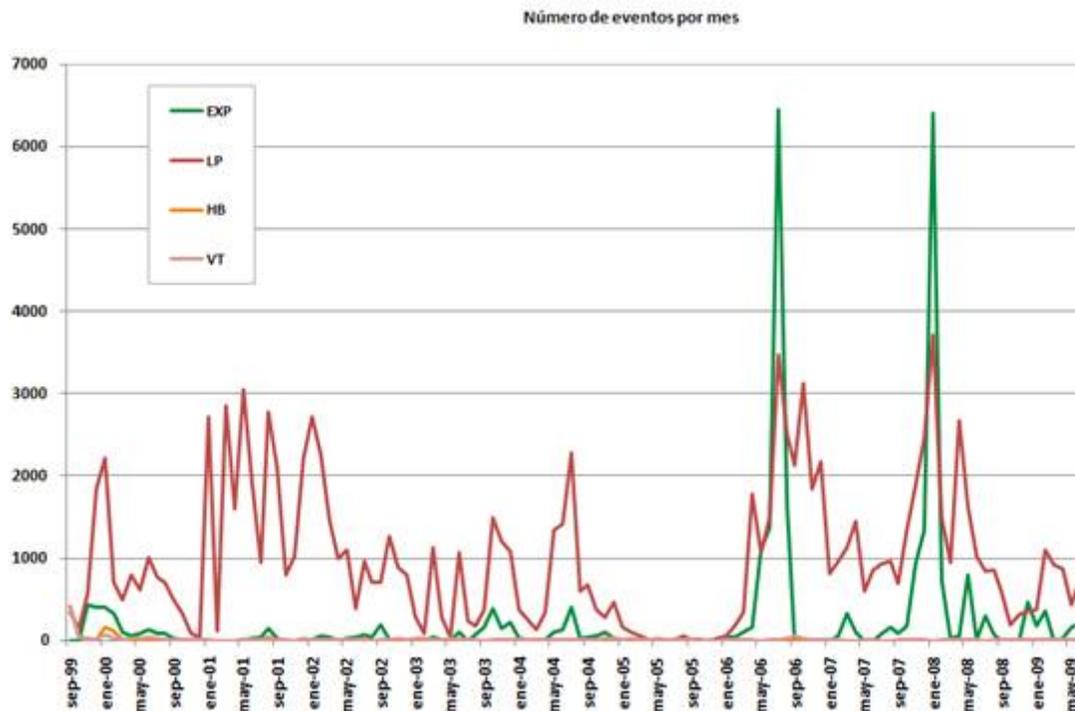


Figura 2. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Junio de 2009.

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

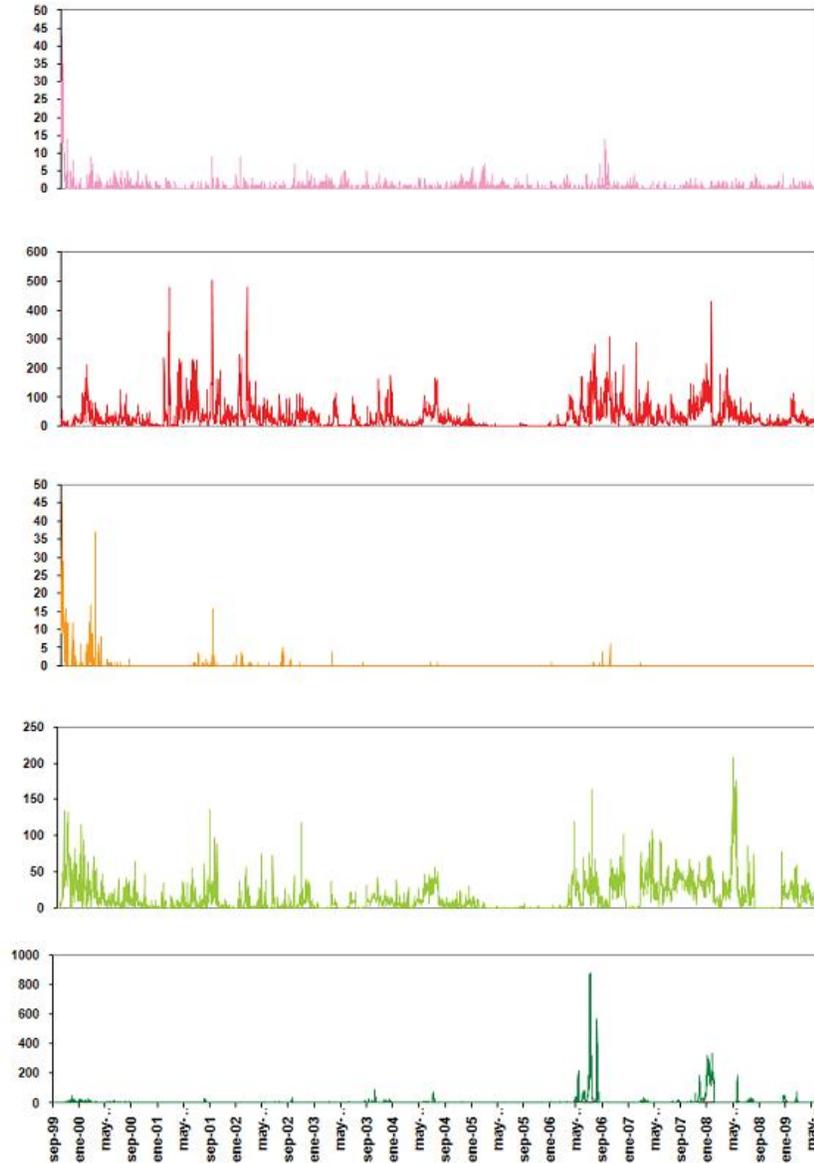


Figura 3. Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Junio del 2009 (en el orden indicado).

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

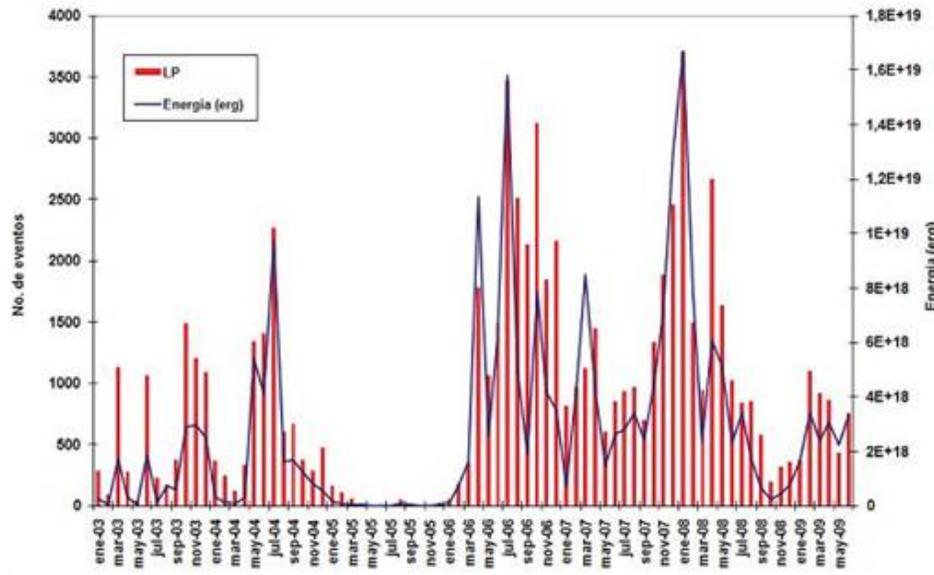


Figura 4. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Junio, 2009.

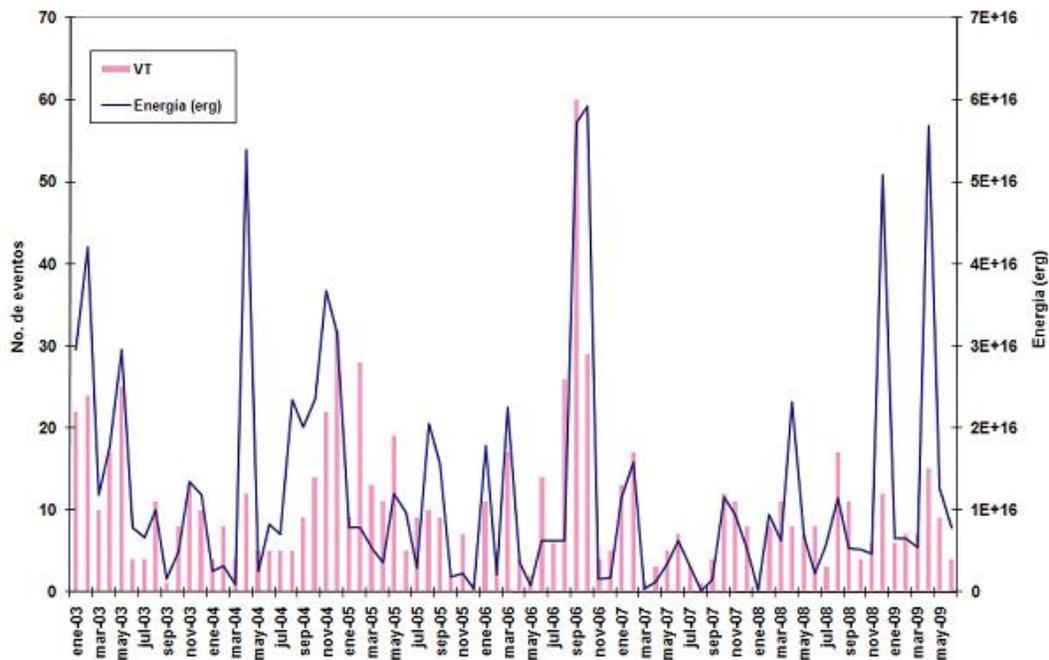


Figura 5. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Junio, 2009.

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

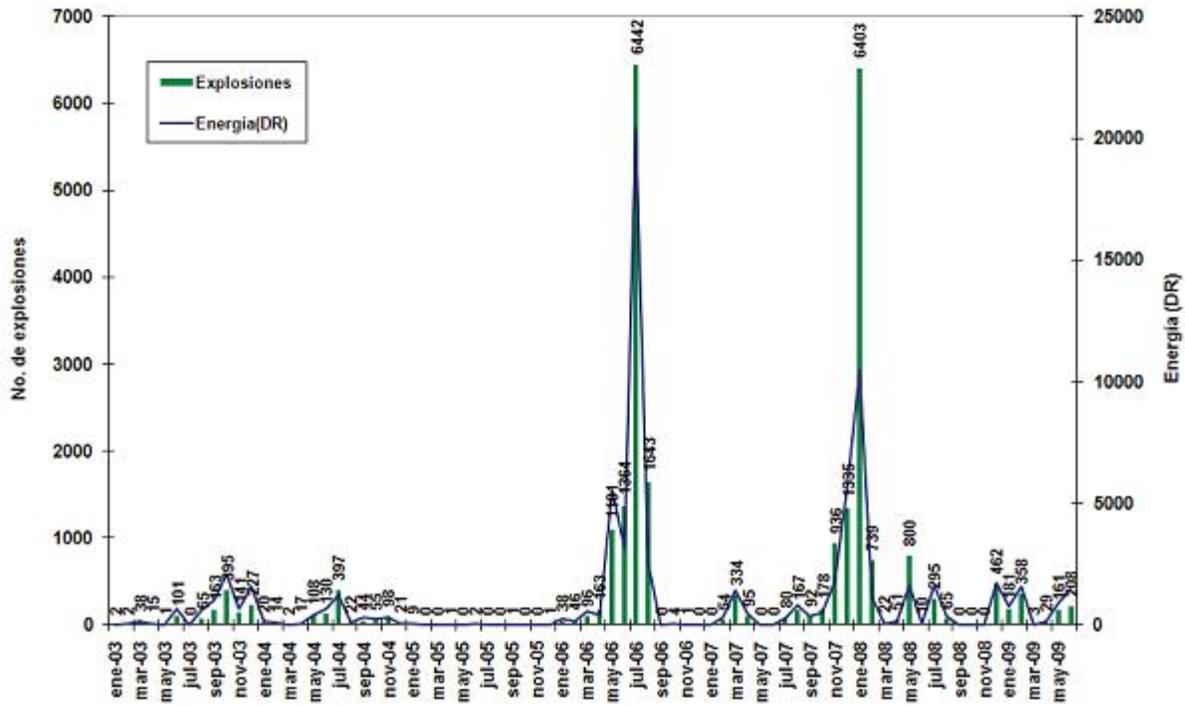


Figura 6. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR–desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Junio, 2009.

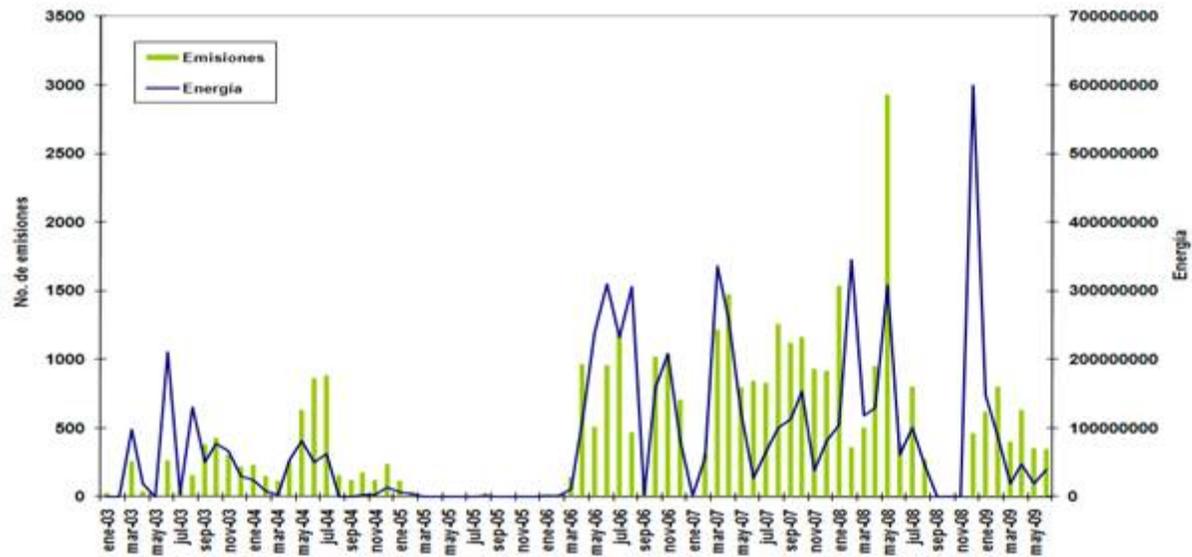
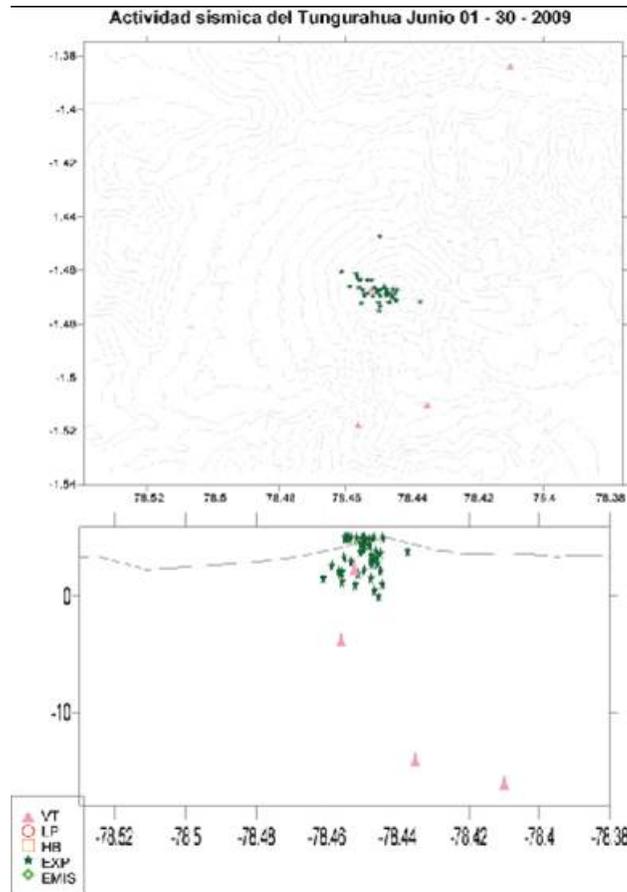


Figura 7. Número mensual de emisiones y su energía asociada (función de la intensidad del movimiento basada en la amplitud y duración) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Junio, 2009.

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

2.1 Localizaciones

Durante el mes de Junio, se localizaron cuatro eventos VT's de las señales registradas. Estos eventos de fractura presentaron profundidades entre 2km y 18 km bajo la cumbre. Adicionalmente, se localizaron cincuenta explosiones, cuyas profundidades se encuentran entre 0 km. y 7 km. bajo la cumbre (Fig. 8).



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

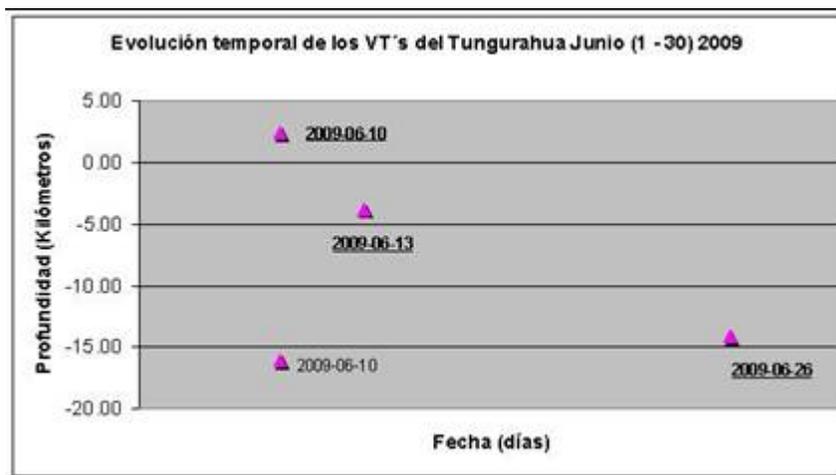
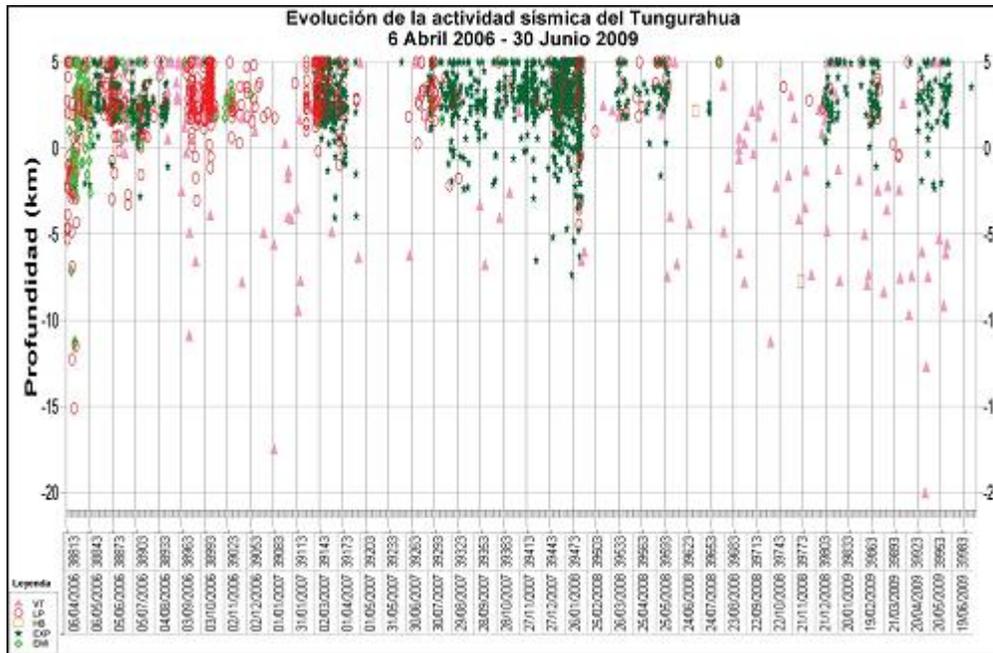


Figura 8. Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Junio, 2009.

Índice de Actividad Sísmica (IAS)

El Índice de Actividad Sísmica (IAS) es un parámetro de 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. 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 9a.

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

En el mes de Junio, la actividad sísmica se caracterizó por un nivel moderado-bajo a inicios del mes y en la segunda mitad del mes la actividad se incrementa ligeramente para ubicarse en un nivel moderado (Figuras 9b y 9c). Durante el mes se observó un incremento gradual en el número de emisiones, mientras que las explosiones fueron más frecuentes en la segunda y última semana de Junio, de esta manera el volcán presentó una actividad vulcaniana en la mitad de Junio y actividad del tipo estromboliana, acompañada de bramidos de variable intensidad.

En las condiciones de finales de mes y de experiencias anteriores, se asume que el escenario de impacto sólo podría incluir emisiones de ceniza y sería escasamente probable que se produzcan erupciones que incluyan flujos piroclásticos.

IAS - Nivel de Actividad Sísmica

>= 8	Muy Alta	Orange
7	Alta	Yellow
6	Moderada - Alta	Yellow
5	Moderada	Blue with red line
4	Moderada Baja	Blue
3	Baja	Blue
2	Muy Baja	Blue
1	Muy Baja	Blue

Figura 9a. Niveles del IAS y descriptores cualitativos del nivel de actividad. La línea y flecha roja indica el nivel (5) y tendencia (ascendente) al 31 de Mayo, 2009-estable



Figura 9b. Descripción de los niveles del IAS y su respectiva tendencia durante el mes de Mayo, 2009.

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

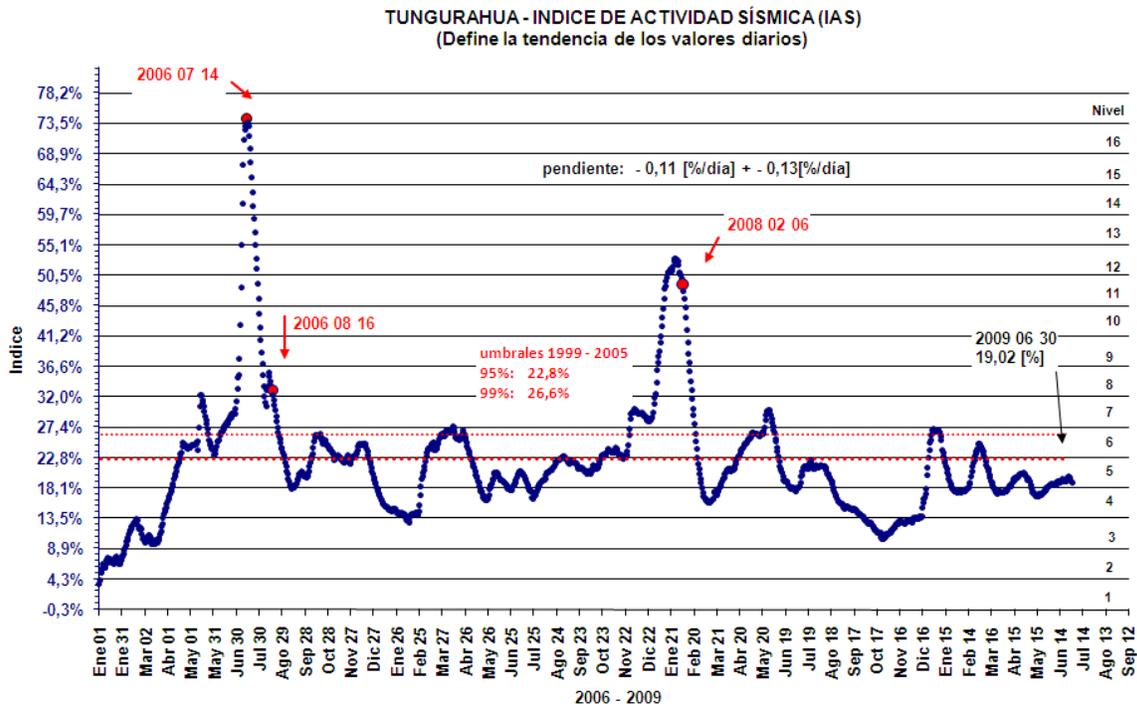


Figura 9c. IAS desde enero 2006 hasta Mayo, 2009.

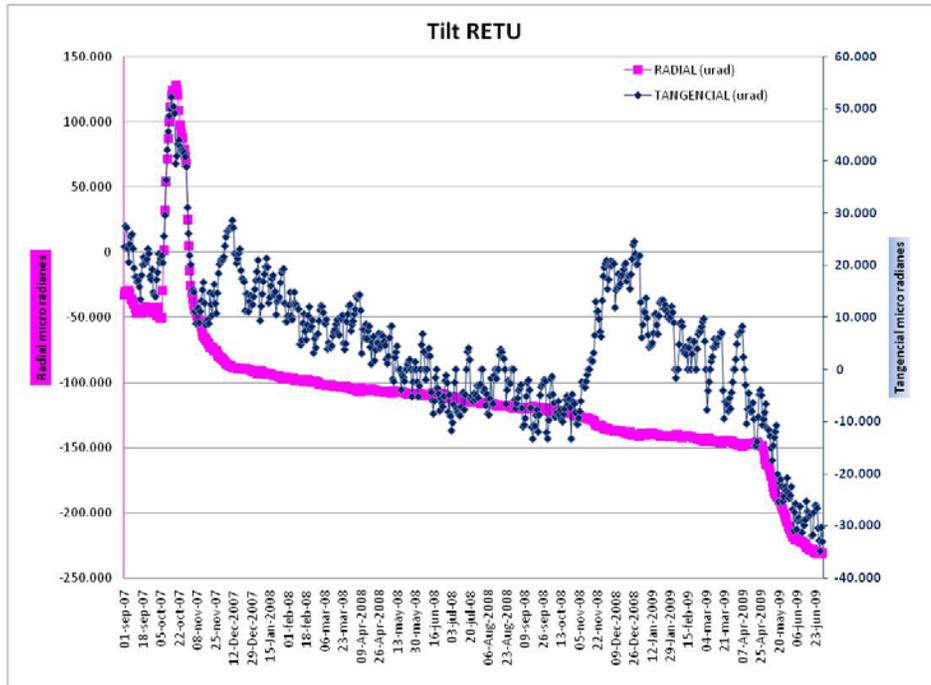
3. Deformación

Durante el mes de Junio, se observa la misma tendencia de deformación registrada a finales de Mayo, aunque se nota una disminución de la tendencia a finales de Junio. Las tres estaciones de inclinometría, principalmente en RETU. BILBAO muestra una pendiente constante en el eje radial, PONDOA muestra una tendencia deflacionaria sin mayores cambios. El eje tangencial de RETU también muestra una tendencia deflacionaria, mientras que los ejes tangenciales de BILBAO y PONDOA muestran una tendencia inflacionaria (Fig. 10a, 10b, 10c).

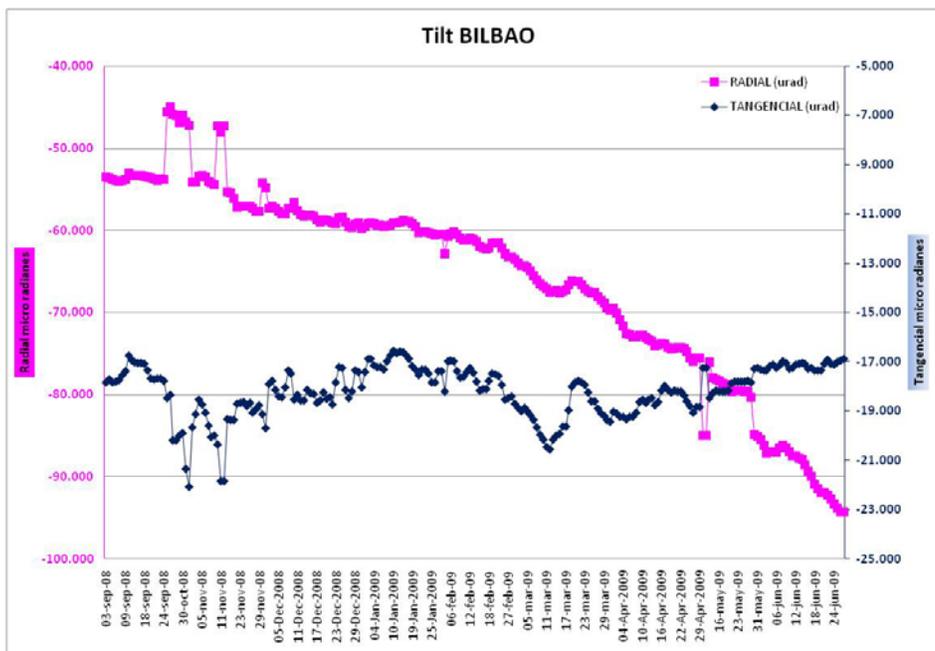
Por otra parte, las líneas base de las estaciones GPS del Tungurahua con respecto a la estación QUEM – estación fija en Quito- muestran una tendencia de inflación casi en una constante. Sin embargo, se nota que línea base GPS RETU UP, muestra una ligera disminución con respecto a la tendencia general. El GPS de BILBAO mantiene la tendencia inflacionaria al igual que el GPS de CHONTAL. Adicionalmente, se observa que el eje EAST tiene una aceleración al este, coincidiendo con los datos de los inclinómetros. Esta tendencia sería el resultado de una condición de compresión en el sector Nor-Noriente del edificio volcánico (Fig. 11a, 11b, 11c).

Inclinómetros

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

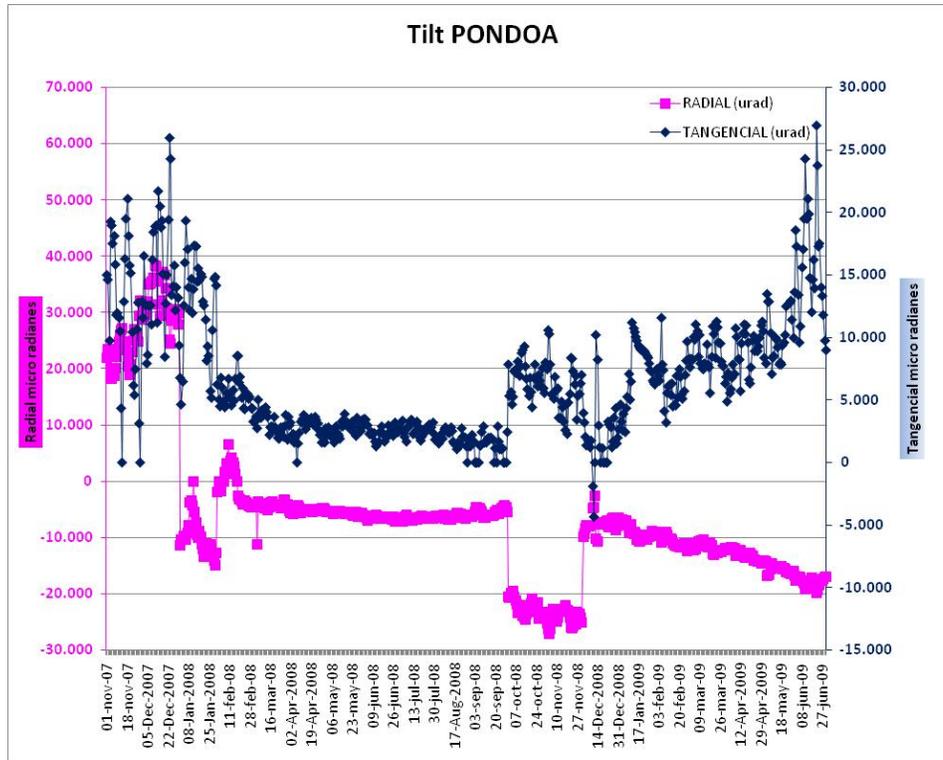


10-a



10-b

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

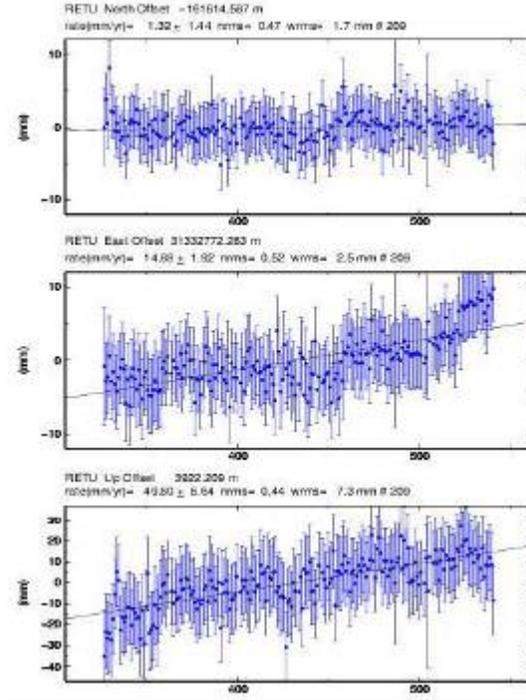


10-c

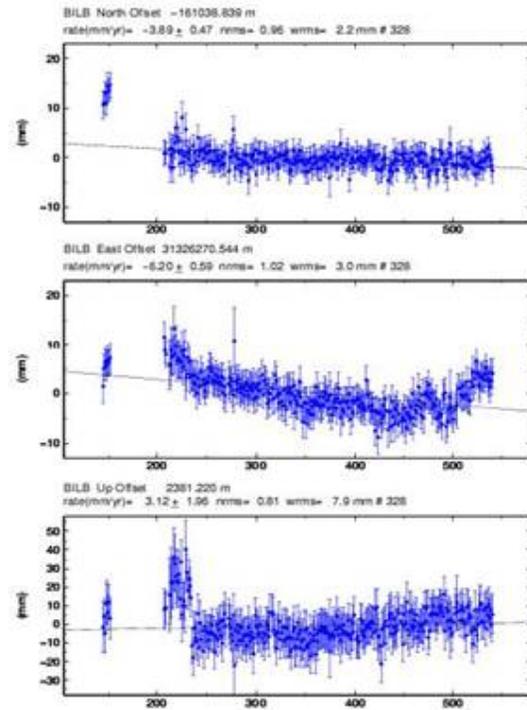
Figuras 10-a, 10-b y 10-c Representación de los valores de los ejes radial y tangencial de las estaciones inclinométricas Retu, Pondoá y Bilbao hasta finales de Junio de 2009.

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

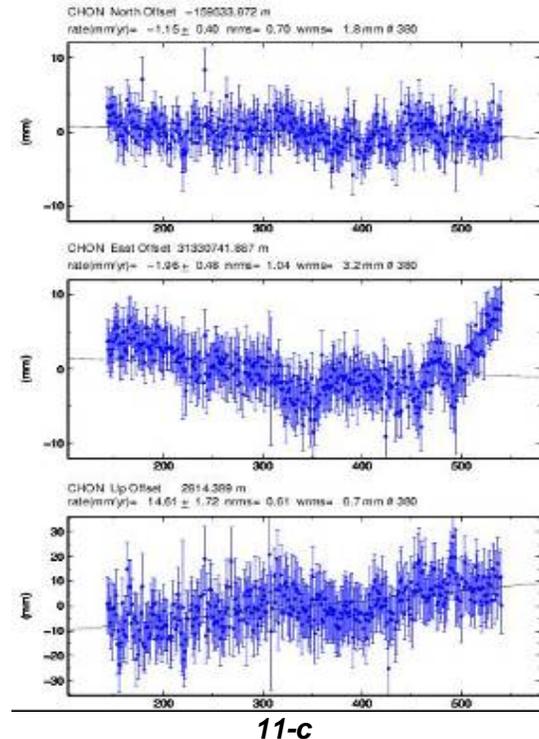
GPS



11-a



11-b



Figuras 11-a, 11-b y 11-c Representación de los valores de los ejes N, E y UP de las estaciones GPS Retu, Bilbao y Chontal hasta finales de Junio de 2009.

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.

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

Durante el mes de junio de 2009 la emisión de gas SO_2 del volcán Tungurahua presenta de manera global un nivel equivalente al de mayo 2009, pero con mayores variaciones en los valores diarios y una disminución de estos hacia el final del mes. Las emisiones variaron, entre 300 y casi 4100 t/d. El clima durante este mes fue desfavorable para hacer medidas, lo que podría explicar los días con valores muy bajos. Adicionalmente, el volcán en varias ocasiones amaneció completamente nublado (22 días sobre 30, el volcán permaneció nublado todo el día, o una buena parte) y la mayor parte del tiempo los rumbos de los vientos fueron hacia el W, SW y NW. La desgasificación del volcán no mostró una correlación clara con la actividad sísmica (figura 12-a), la cual enseña claramente un aumento desde la segunda semana del mes, para bajar nuevamente los últimos cinco días del mes. Las emisiones de gas al contrario son más importantes al principio del mes para disminuir paulatinamente hacia el final, con un patrón variable. Los días 20 a 22 de junio, no hubo medidas debido a un problema de adquisición en la computadora del Observatorio, y por esta razón lamentablemente se perdieron las medidas de estos tres días.

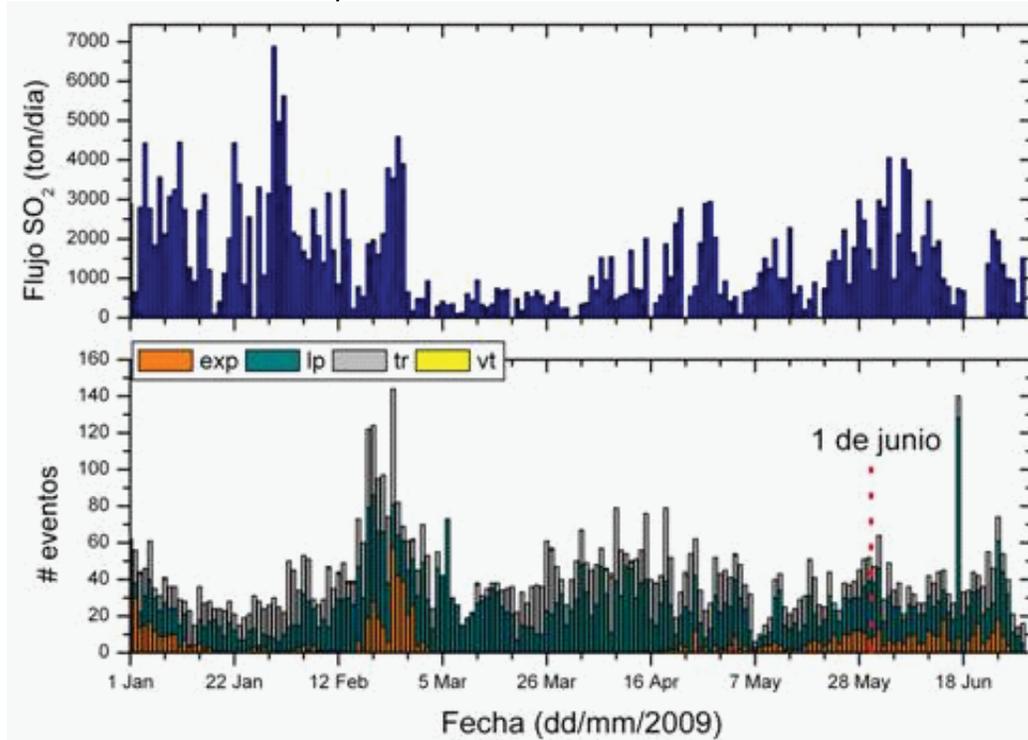


Figura 12-a. (Arriba) Flujo diario de SO_2 desde enero hasta el final de junio de 2009. (Abajo) Número de eventos sísmicos desde el principio del año 2009. Este grafico permite ver la evolución de estos dos parámetros, y establecer posibles correlaciones entre ellos.

El flujo diario de SO_2 tuvo un promedio de 1604 t/d con una desviación estándar de 1141 t/d. Este valor es un poco más alto que el promedio registrado en junio, y la desviación estándar mucho más importante. El valor máximo medido fue de 4062 t/d el 3 de junio y el valor estimado de emisión de SO_2 en la atmósfera para este mes alcanza un valor de 48118 t. (Fig. 12-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

Las condiciones climáticas realmente poco favorables para las medidas mediante DOAS podrían llevar a una subestimación de los valores de SO_2 en este mes, y provocar la gran variabilidad de los resultados obtenidos. Sin embargo, gracias a las imágenes satelitales OMI se confirma que no hubo un evento de mayor desgasificación durante el mes de junio, pero hay que tener en cuenta que los datos satelitales pueden ser afectados también por la nubosidad. Adicionalmente, se observó que en los días de mayor desgasificación registrados en las imágenes OMI (9, 10, 18, 19 y 20 de junio) corresponden a valores altos que también fueron medidos por el sistema DOAS. El contenido de ceniza fue relativamente bajo durante este mes, las emisiones tuvieron entre poca y mediana carga de ceniza, lo que favorece a las medidas de SO_2 (Fig. 12-d).

Las emisiones de gas observadas en este mes, en relación con la actividad sísmica, parecen indicar que la desgasificación de un cuerpo magmático cercano de la superficie se mantuvo por lo menos al principio del mes, y que el volcán tuvo una actividad de tipo conducto semiabierto en las dos primeras semanas de junio, acompañando por un tipo de actividad más explosiva, para luego tener un patrón de actividad de tipo conducto totalmente abierto, es decir una desgasificación continua, acompañada con explosiones más pequeñas por la falta de acumulación de presión en el conducto. El hecho de que la sismicidad baja de manera tan marcada hacia el final del mes podría significar que no hubo inyección de nuevo material magmático en la parte superficial. Sin embargo se tiene que seguir atentamente la evolución en las próximas semanas para ver si la actividad sigue disminuyendo, o si se produce una nueva inyección de magma, que podría producir un nuevo incremento en la sismicidad y en la desgasificación.

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

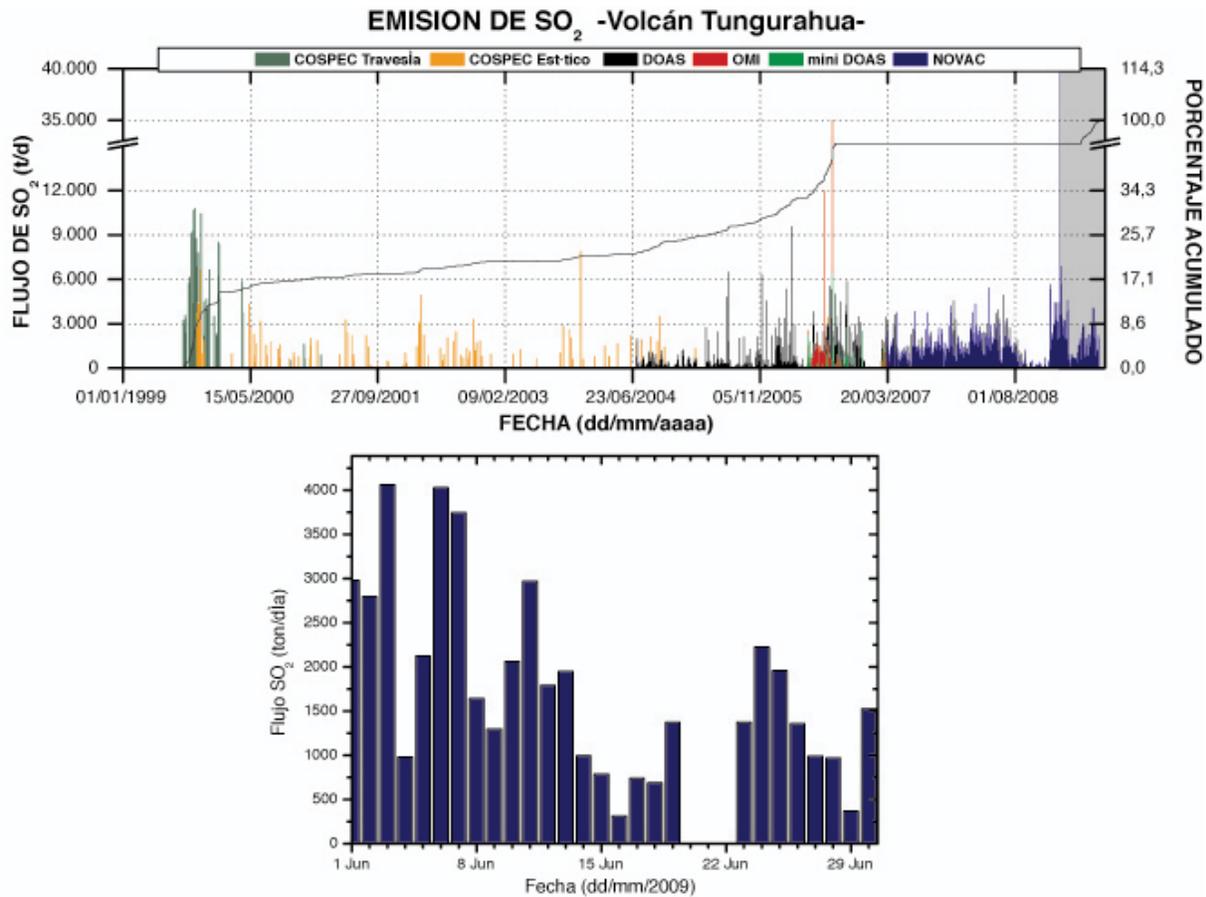


Figura 12-b. (Arriba) Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua desde agosto de 1999. (Abajo) La zona sombreada corresponde al registro de emisiones de SO₂ durante el mes de junio de 2009. Las técnicas COSPEC, DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC/NASA

Estadísticas mensuales:

Valor medio: 1604 t/d
Variabilidad (1σ): 1141 t/d
Valor máximo: 4062 t/d
Emisión estimada: 48118 t de SO₂

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

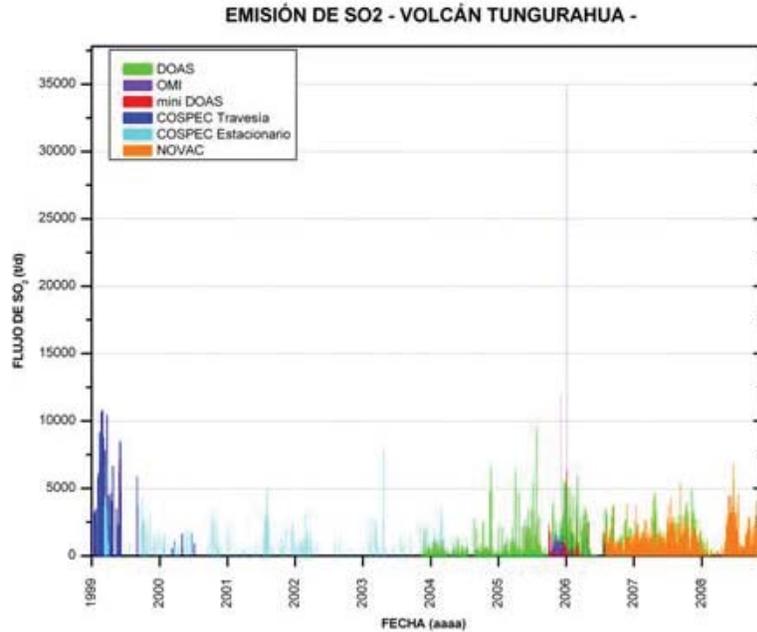
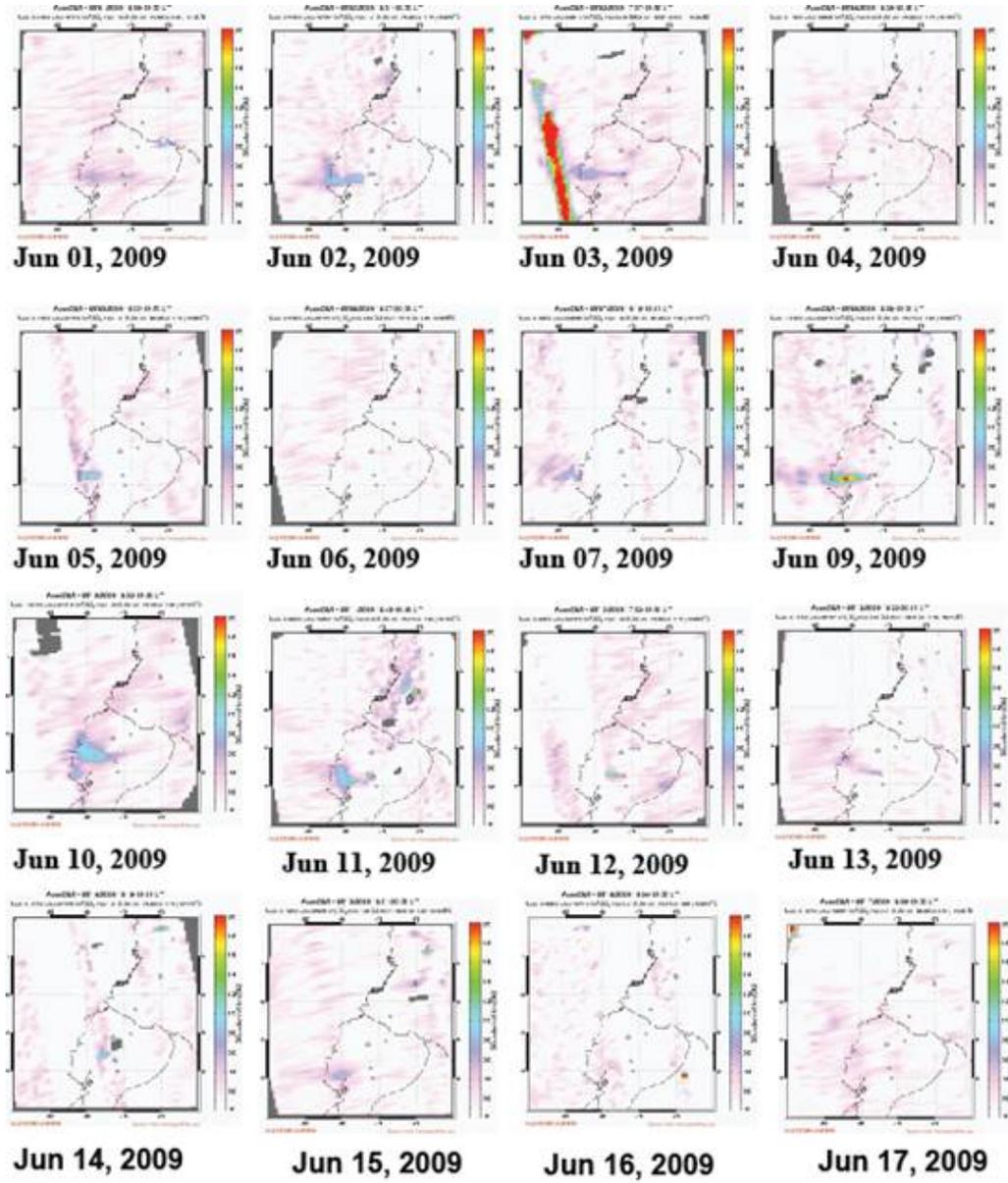


Figura 12-c. Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua desde agosto de 1999 hasta fines de junio de 2009

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



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

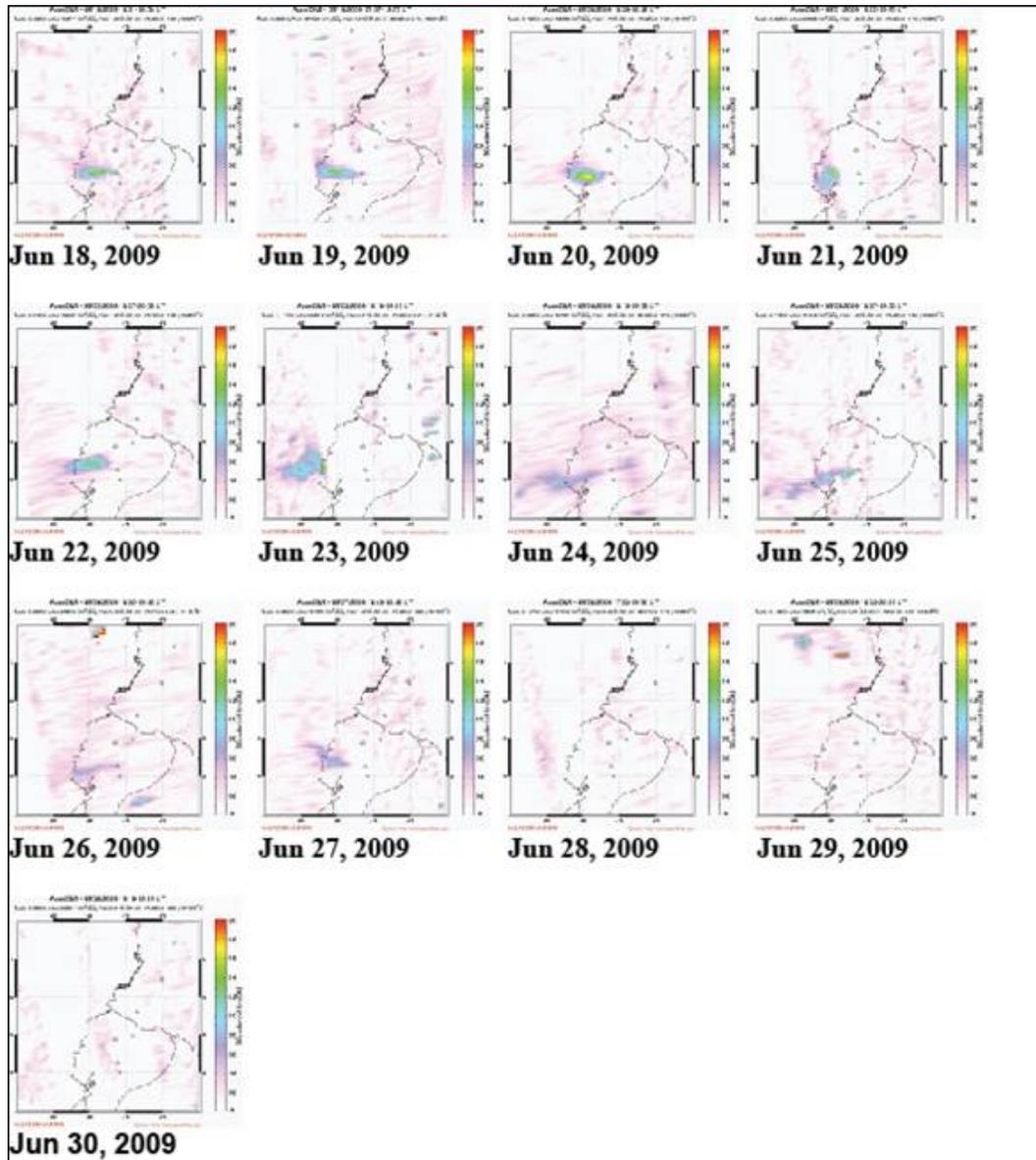


Figura 12-d. Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de junio de 2009. (Fuente: http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/1208/ecuador_1208.html)



5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

Observaciones visuales-Junio-2009; Volcán Tungurahua

El clima durante la mayor parte de junio se presentó desfavorable, caracterizado por días nublados y por la presencia de lluvias dispersas de moderada intensidad. Dadas las condiciones climáticas, en ocasiones se generaron flujos de lodo que descendieron por las quebradas del flanco occidental y sur-occidental del edificio volcánico. Únicamente, en la tercera semana del mes el clima mejoró sustancialmente, días soleados y noches despejadas fue la tónica principal, en donde se pudo observar al volcán completamente despejado así como la acumulación de ceniza en la parte alta del flanco nor-occidental.

La actividad del volcán se caracterizó por mantener un estilo eruptivo de conducto semi-abierto, acompañado por emisiones y explosiones de moderada a fuerte intensidad. Las explosiones, estilo vulcaniano, generaron cañonazos audibles en las zonas aledañas del volcán como en el OVT e inclusive hasta la ciudad de Baños y Ambato, adicionalmente algunos de los cañonazos generaron vibración del suelo y de ventanales. Las columnas eruptivas alcanzaron alturas entre 1km a 6 Km. sobre la cumbre con carga moderada de ceniza y fueron llevadas por los vientos principalmente hacia el W, NW y SW, y muy raramente se dirigieron al E y S-SW. **(Foto 1)**.

Este régimen se mantuvo hasta el 17 de junio, día en el cual se generó una fuerte explosión que estuvo cargada con un alto contenido de material piroclástico fragmentado (6km snc) y que se dispersó en todas direcciones **(Foto 2)**. A partir de esta fecha el estilo eruptivo del volcán cambio a un sistema completamente abierto, caracterizado por la salida permanente de material incandescente, actividad tipo fuente de lava, que estuvo acompañada por bramidos de moderada intensidad y de prolongada duración. Adicionalmente, se observó la proyección de bloques hasta unos 800 metros sobre la cumbre y el rodar de los mismos por los flancos del volcán hasta unos 2,5 Km. bajo el nivel del cráter, actividad que se mantuvo hasta finales del mes. Sin embargo, en ocasiones el conducto tendía a cerrarse parcialmente lo cual dio origen a explosiones de mayor energía como sucedió el 25 de junio.

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



Foto 1: Columna de emisión asociada a la explosión de las 23:00 (TU), presenta un contenido medio de ceniza. (Foto: P. Ramón-IG).



Foto 2: Emisión de ceniza alcanzando una altura aproximada de 6Kmsnc y se distribuye en todas direcciones (Foto: Jorge Bustillos-IG)

Durante las noches, en especial la semana del 16 al 23 de junio, se pudo observar al volcán completamente despejado, evidenciándose claramente y a simple vista la actividad tipo fuente de lava acompañada de una emisión pulsátil de gases volcánicos y poco contenido de ceniza. La fuente de lava en ocasiones fue acompañada por esporádicas explosiones que lanzaron material incandescente en la parte alta del volcán, generando rodamiento de rocas por todos los flancos del volcán. Con ayuda de un visor nocturno, se observó brillo intenso al nivel del cráter de manera permanente (**Foto 3**).

A finales de mes, a partir del 25 de junio, la actividad superficial del volcán, el número de explosiones así como la presencia de bramidos y la cantidad de ceniza emitida disminuyó sustancialmente. Las emisiones se caracterizaron por la presencia continua de vapor y gas con casi nulo contenido de ceniza. Estas emisiones alcanzaron un techo máximo de 1.5 Km. sobre la cumbre y se dirigieron siempre al W (**Foto 4**).



Foto 3: Actividad estromboliana observa a simple vista desde el OVT (Foto: Jorge Bustillos-IG)



Foto 4: Emisión de vapor con nulo contenido de ceniza con dirección al W. alcanza una altura de 1.5 km snc(Foto: Patricio Ramón-IG)

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

Durante el presente mes los reportes de caída de ceniza fueron más frecuentes que el anterior, en especial durante la semana del 16 al 23 de junio, en donde se recibieron reportes de caída de ceniza con más frecuencia desde las poblaciones ubicadas en los alrededores del volcán (**Tabla 2**). Las poblaciones que han sido afectadas por una importante caída de ceniza de color negro y blanca han sido Cusúa, Bilbao, Chontapamba, Motilones, Cotaló, Pillate, El Manzano, Choglontús, Cahuají y Palictahua y muy ligeramente Ambato.

Ubicación	Población	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SW	Palitahua															G		
SW	Riobamba																	
SW	El Manzano		Nf														N	
WSW	Choglontús																	
WSW	Cahuají																	
W	Pillate																	
W	San Juan																	
WNW	Bilbao													B				
WNW	Cotaló													B				
NW	Cusúa													B				
NNW	OVT																	
NNW	Juive																	
NNW	Ambato																	
N	Pondoa																	
N	Baños																	
NNE	Runtún																	
NNE	Ulba																	
NW	Quero																	
NW	Pelileo																	
SW	Penipe																	
SSW	Puela																	
NE	Huambaló																	
S	La Candelaria																	
NW	Cevallos																	
W	Motilones																	
W	Chontapamba																	

Ubicación	Población	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SW	Palitahua														
SW	Riobamba														
SW	El Manzano					B				Ng			N		
WSW	Choglontús					B				Ng					
WSW	Cahuají														
W	Pillate														
W	San Juan														

Lahares del volcán Tungurahua durante Junio de 2009.

La actividad del volcán durante este mes se caracterizó por períodos en los cuales se incrementó el número e intensidad de explosiones (moderada a fuerte), acompañadas con eyección de material incandescente y ceniza, variando entre actividad de tipo estromboliana y vulcaniana. Parte de estos piroclastos se acumularon la zona alta del cono, especialmente en el sector occidental, originando una potencial fuente de material para la generación de flujos de escombros. Las malas condiciones climáticas fueron comunes en este mes y unos pocos días ayudaron para realizar observaciones superficiales directas del volcán. Las lluvias se presentaron con variable intensidad y duración sobre la zona alta y baja del volcán, ocasionando flujos de escombros de diferentes características debido a la saturación de agua del suelo y la incorporación de material durante el descenso de los lahares. Algunos de estos flujos causaron daños materiales pero no hubo pérdidas de vidas humanas. A continuación se describe los principales eventos ocurridos en este mes, en base a los informes semanales realizados en el OVT.

Informe 485.

En la tarde del miércoles 03, desde Palitahua el vigía informó sobre la generación de dos pulsos importantes de flujos de escombros en la quebrada Mapayacu debido a las intensas y constantes lluvias ocurridas en el transcurso del día. El frente de estos flujos acarreó bloques de entre 60 y 80 cm, después solo descendió agua lodosa. También indicó que el río Puela si incrementó considerablemente su caudal y afectó la vía principal y un puente de madera que comunica Paligtahua y Pungal de Puela. Las estación sísmica banda ancha Masón registró alta frecuencia asociada a estos flujos (Fig. 13).

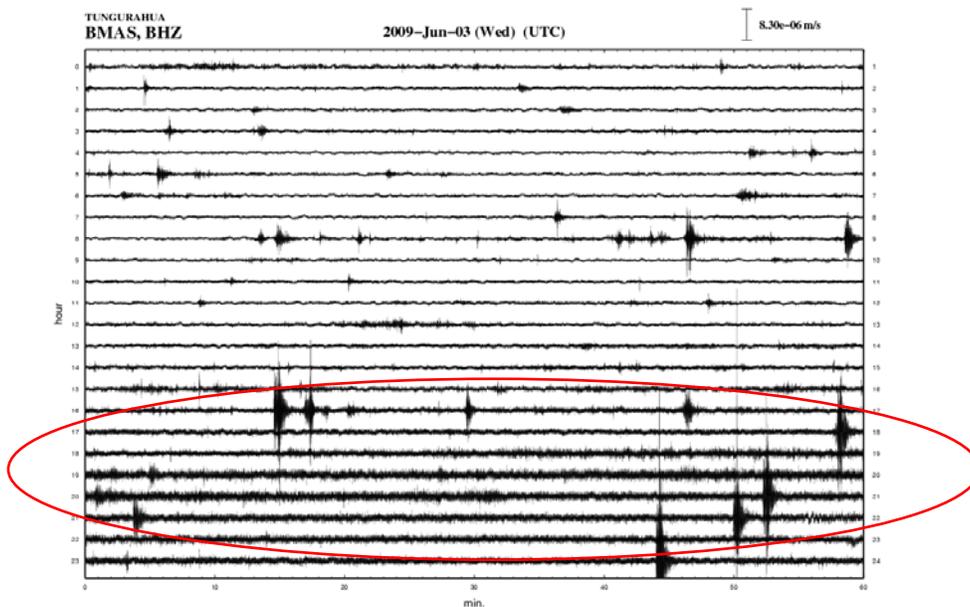


Fig.13: Alta frecuencia registrada en estación sísmica Masón, asociada a flujos de escombros

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

Adicionalmente la estación AFM de Pondoá también registró anomalías debido a un importante incremento de caudal de agua lodosa en esa quebrada (Fig. 14)

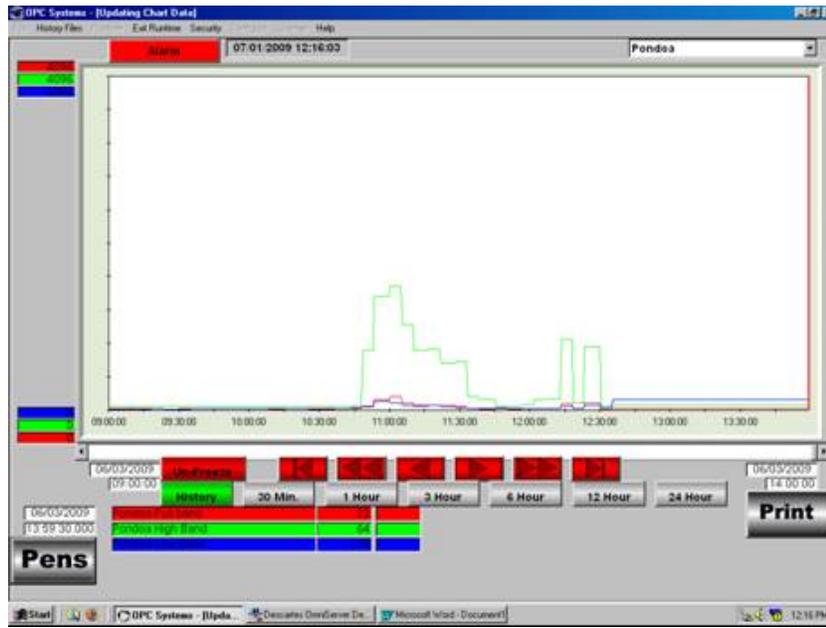


Fig. 14: AFM Pondoá, muestra incremento de valores HB, con valor máximo de 1524

Durante la noche del viernes 05 y la madrugada del sábado 06 hubo lluvias de moderada intensidad alrededor del volcán, originando flujos de agua lodosa en las quebradas Vascún (alta frecuencia en Retu), Pondoá (estación AFM), Mandur (reporte de vigía) y Bilbao (estación AFM). El vigía de Palitahua informó que un lahar importante descendió por la quebrada Mapayacu con espesor de casi 1m. (Fig. 15 y 16).

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

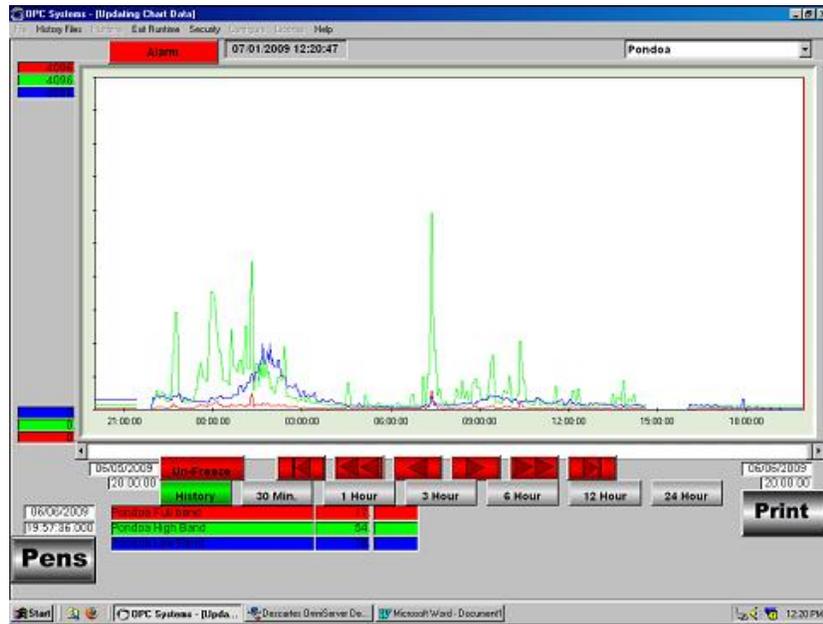


Fig. 15: AFM Pandoa, incremento de valores HB y LB, asociado a flujos de agua lodosa.

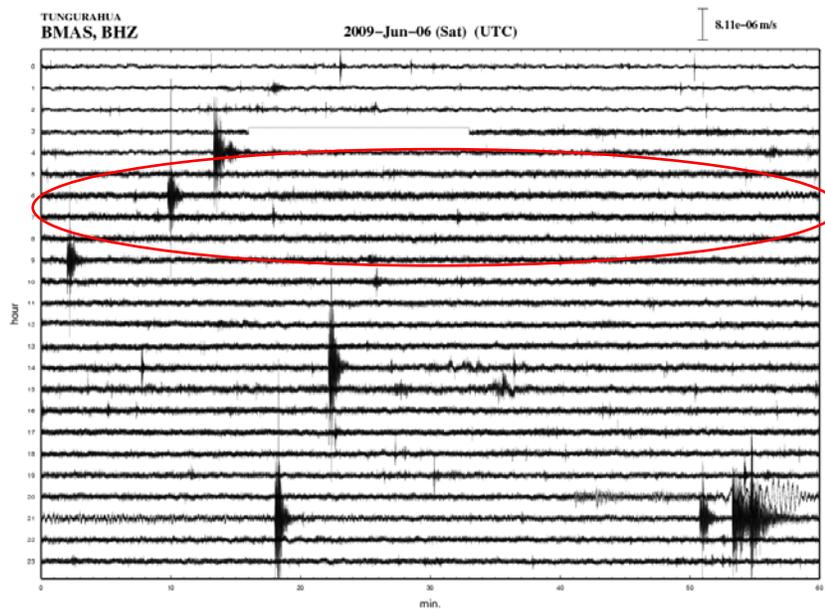


Fig.16: Alta frecuencia registrada en estación sísmica Masón, asociada a flujo de escombros.

Informe 486.

En esta semana ocurrieron lluvias que generaron flujos de escombros la tarde del miércoles 10 de junio en las quebradas de Mapayacu, Bilbao, Mandur y por la zona del viejo Minero. Durante la noche del jueves 11 al viernes 12 también se generaron flujos de escombros debido a fuertes lluvias. Estos ocurrieron en las quebradas de Bilbao, Mandur, Achupashal, Mapayacu y en la zona de la Pampa.

En la tarde del miércoles 10 (aprox. 13h30, TL), el vigía de Juive Grande informa que está descendiendo un flujo de lodo por la quebrada Mandur y que fue confirmado minutos después por el vigía de Cusúa, además se registró señales sísmicas de alta frecuencia en Retu y Juive. También los vigías reportaron flujos de lodo en el sector El Viejo Minero. Por la quebrada de Pondoá también descendieron flujos de agua lodosa que fueron detectados por los AFM de Pondoá y Juive. Mientras que en el sector Bilbao ocurrieron flujos de escombros importantes por las quebradas Bilbao y Pingullo, estos eventos fueron registrados por los instrumentos sísmicos como señales de alta frecuencia de gran amplitud en Bilb2, alta frecuencia en BBIL y el incremento importante en el AFM-LB, llegando a un valor máximo de 2299 (Fig. 17). La quebrada Mapayacu también fue afectada por flujos de lodo que fueron detectados por la estación banda ancha El Trigal (Fig. 18).

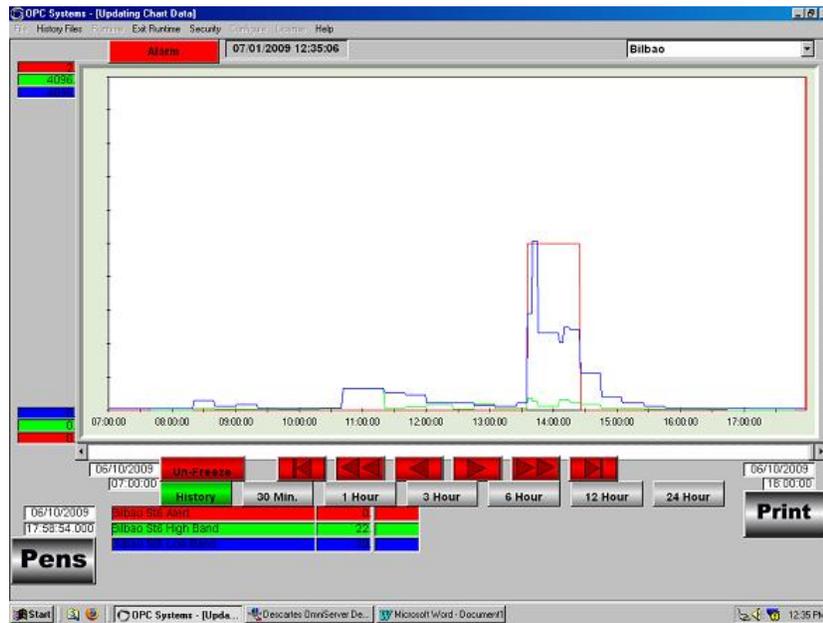


Fig. 17: AFM Bilbao, registra flujos de escombros ocurridos en las quebradas Bilbao y Pingullo el 10 de junio.

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

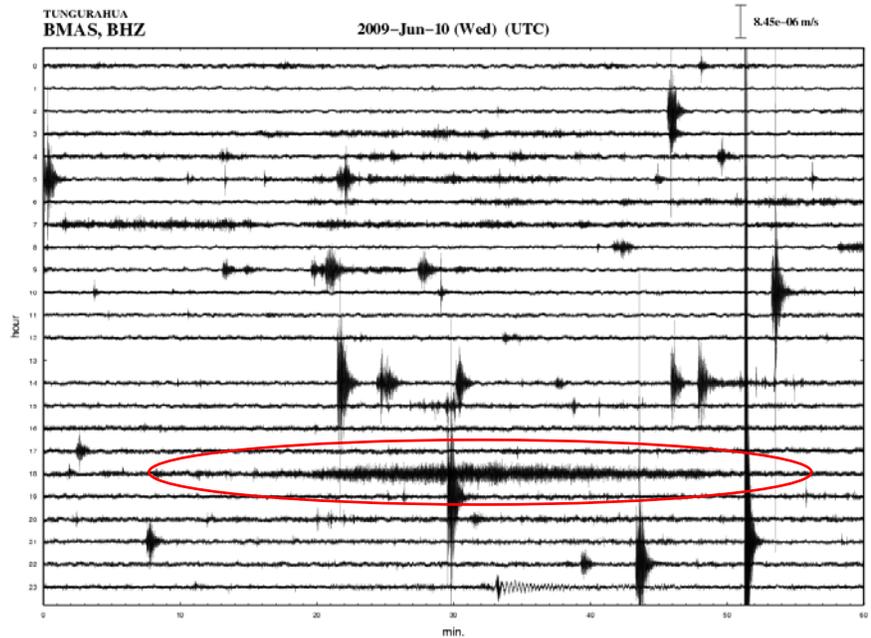


Fig. 18: Estación sísmica Masón, muestra señales relacionadas a flujos de escombros en la Q. Mapayacu

Durante la tarde y noche del jueves 11 y madrugada del viernes 12 ocurrieron lluvias de variable intensidad, que originaron crecidas de agua y flujos de lodo importantes en las principales quebradas del NW, W y SW del volcán, Vazcún, Pondoá, Mandur, La Pirámide, Bilbao y Mapayacu.

En el río Vazcún solamente se observó el incremento de agua lodosa en la tarde (15h00, TL) y no afectó a las piscinas de El Salado, mientras que al mismo tiempo se detectó aumento en los valores AFM de Pondoá (Fig. 19), dando el aviso correspondiente al personal de la DC-Baños. Tres horas después, la instrumentación AFM detectó nuevos incrementos en valores LB y HB (1152, 2391, respectivamente) y nuevamente se informó a las autoridades correspondientes, se tuvo otro pulso importante aproximadamente a las 22h30 (TL), un voluntario de DC-Baños confirmó que en el sector de La Pampa ha bajado agua lodosa con bastante ceniza negra. Un vigía de Cusúa informó que descendió un lahar por la quebrada Mandur en la tarde (15h00, TL).

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

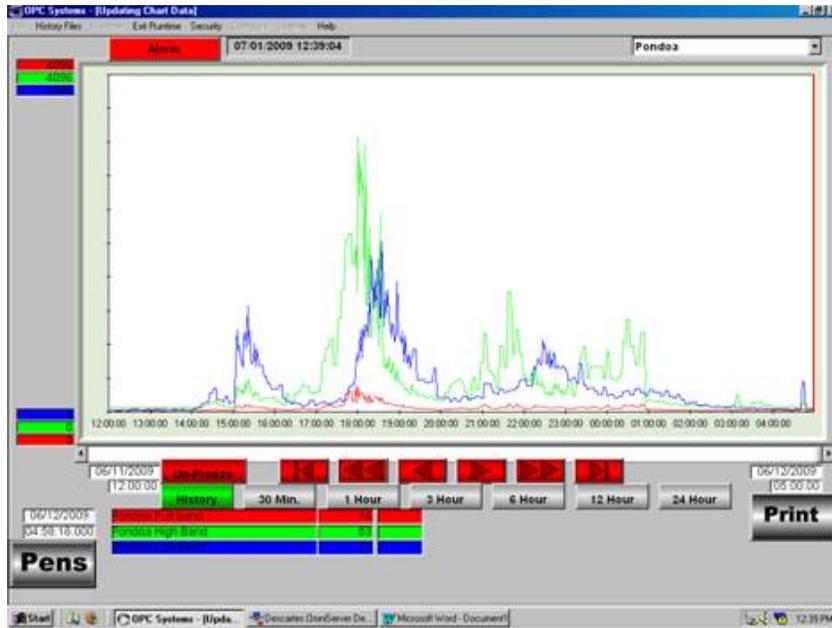


Fig. 19: AFM Pondo, registro gráfico de lahares durante el 11 de junio.

Aproximadamente a las 15h00 TL, las estaciones sísmicas de Bilb2 y BBIL registraron señales de alta frecuencia asociadas a flujos de lodo (Fig. 20), así como la estación AFM de Bilbao (Fig. 21). El pulso principal del flujo estuvo conformado por ceniza con pocos bloques de 25 cm de diámetro máximo (Com. Pers. de Benigno Meneses), en donde alcanzó un valor LB máximo de 3700, que descendió por la quebrada Bilbao y otro flujo por la quebrada la Pirámide. El resto de la tarde y noche se detectó pequeños incrementos asociados a flujos de agua lodosa en este sector.

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

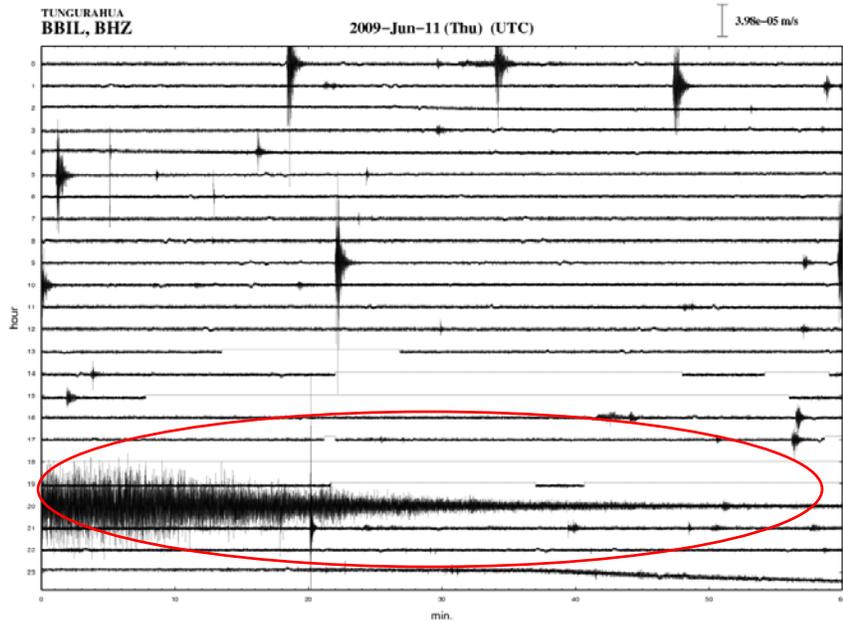


Fig. 20: Estación Banda Ancha de Bilbao, se observa señal asociada a un lahar importante, La recepción de datos fue mala y no se observa el inicio de este flujo

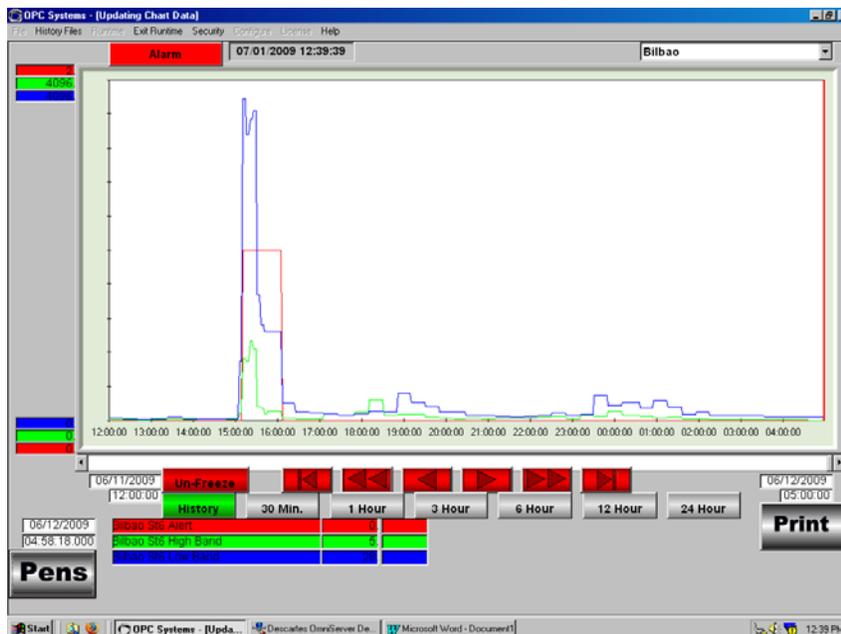


Fig. 21: AFM Bilbao, registro gráfico de lahares durante el 11 de junio.

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

En el SW del volcán, también se detectó eventos similares asociados a la quebrada Mapayacu a través de la estación sísmica banda ancha de El Trigal. Los vigías de Palitahua y El Manzano reportaron las lluvias intensas y ruidos en partes altas del volcán. La estación de El Trigal detectó estos flujos a horas similares que en otros sectores del volcán (Fig. 22)

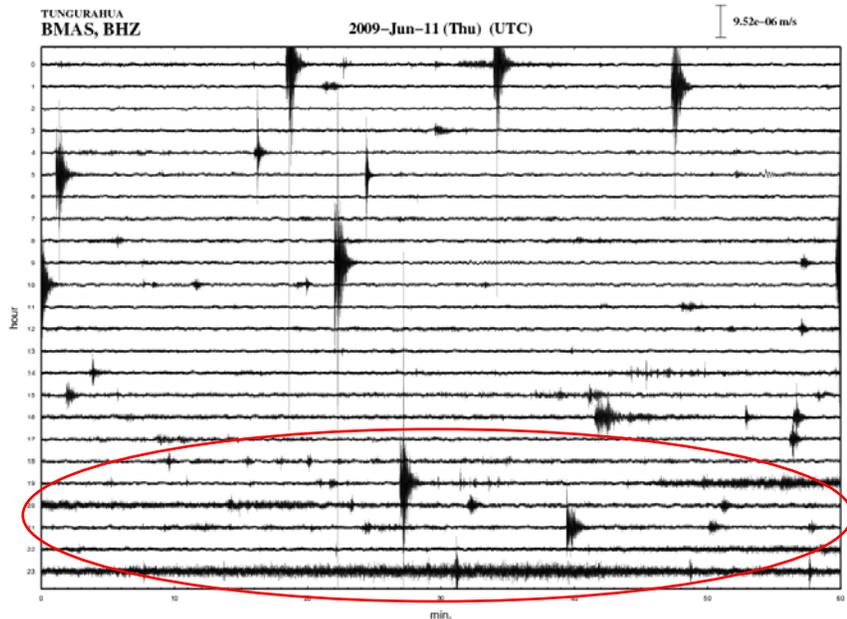


Fig. 22: Estación Banda Ancha de El Trigal, se observa señales sísmicas asociadas a lahares.

Informe 487.

El sábado 20, las precipitaciones fueron moderadas pero suficientes para saturar de agua el suelo y disparar flujos de lodo por las quebradas del sector occidental del volcán, especialmente Pondoá, Bilbao y Mapayacu. Estos flujos fueron detectados por las estaciones sísmicas y laháricas. A continuación se muestra en la Tabla 3 y gráficos donde se resume la evolución de estos eventos (Fig. 23-25):

REGISTRO DE LOS VALORES AFM				
HORA (UT)	ESTACIÓN	LB	HB	OBSERVACIONES
20h15	PONDOA	45	284	Llovizna ligera en la parte media baja del volcán
20h22	PONDOA	59	504	
20h31	PONDOA	57	687	Continúa la lluvia en la zona del volcán
20h33	PONDOA	68	304	
20h38	PONDOA	26	171	
20h53	PONDOA	98	1175	Vigía de Juive informa lluvia 0,5 en la zona
20h56	PONDOA	110	1667	Se comunica a la UGR del incremento de los valores en el AFM de Pondoá.

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

21h01	PONDOA	47	521	Vigía de Runtún y Juive Grande informan que desde hace 20 minutos hay una lluvia nivel 0,5
21h06	BILBAO	142	89	Se comunica al vigía de Bilbao del incremento de los valores en el AFM de Bilbao. Vigía informa descenso de lahares por la quebradas de Pingullo y Chontapamba
21h16	PONDOA	59	837	
21h18	PONDOA	85	1781	
21h34	PONDOA	89	1670	Vigía de Cusúa informa lluvia nivel 0,5 en la zona
	BILBAO	108	232	Lluvia nivel 0,8 en el OVT
	Vazcún	124	62	Se comunica a la UGR del incremento de los valores en el AFM de Vazcún
21h41	PONDOA	106	1284	
21h46	PONDOA	70	604	Bomberos de Baños informan que las piscinas del Salado están evacuadas y que el caudal del río Vazcún está incrementado en un 20%
22h02	PONDOA	918	722	Se informa a la UGR del posible descenso de un lahar por el sector de La Pampa
22h03	PONDOA	1296	528	
22h06	PONDOA	1509	586	
22h09	BILBAO	1034	264	Bomberos de Baños informan desde el sector del puente de Bilbao el descenso de un flujo por esa quebrada. Se registra alta frecuencia en la sísmica de Bilbao
22h15				Vigía de Palitahua informa lluvia nivel 1 en el sector.
22h25	BILBAO	640	110	
	PONDOA	1021	291	Se observa ligera llovizna en la parte media del volcán
22h37				Vigía de Runtún informa que la lluvia ha calmado y que el agua del río Vazcún tiene coloración oscura; desde el OVT se observa que la lluvia en la zona del volcán ha disminuido
	PONDOA	924	281	
	JUIVE	213	56	
	BILBAO	640	110	Continúa la alta frecuencia en la sísmica de Bilbao
23h03				Vigía de Palitahua informa que el lahar que bajó por la quebrada de Mapayacu acarreó bloques de hasta 50 cm de diámetro y vigía de Runtún informa que hay la formación de cascadas a lo largo de la quebrada Vazcún

Tabla 3: Resultados de las observaciones de los lahares del 20 de Junio de 2009.

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

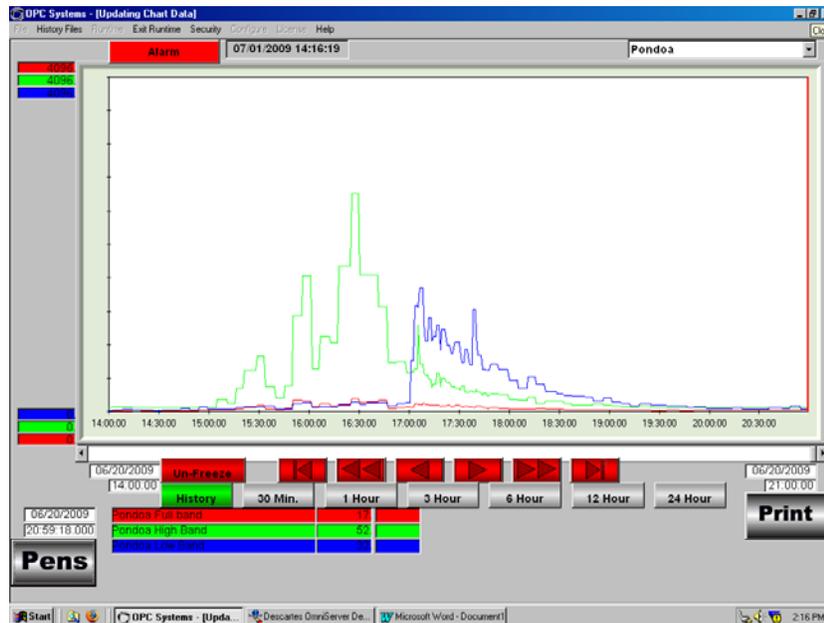


Fig. 23: AFM Pandoa, registro gráfico de flujos de escombros durante el 20 de junio.

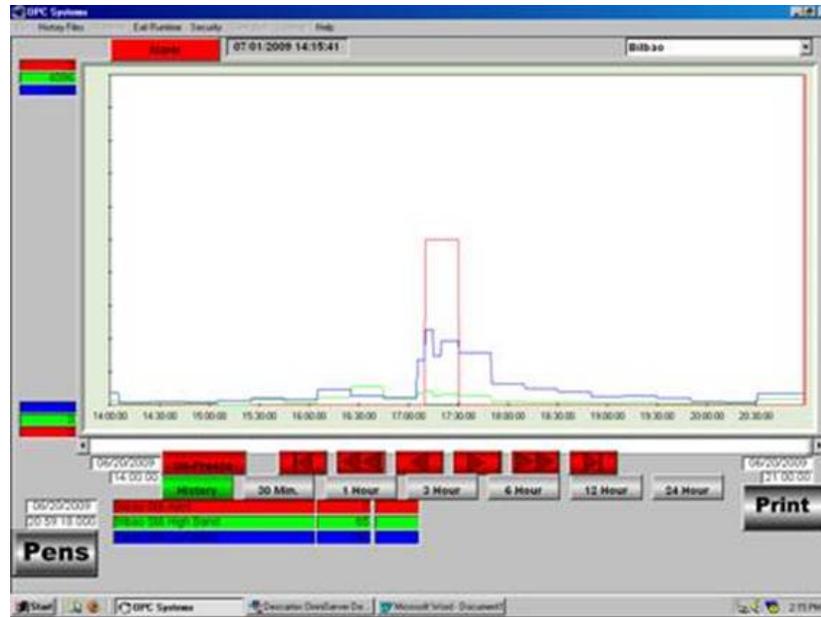


Fig. 24: AFM Bilbao, registro gráfico de flujos de escombros durante el 20 de junio.

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

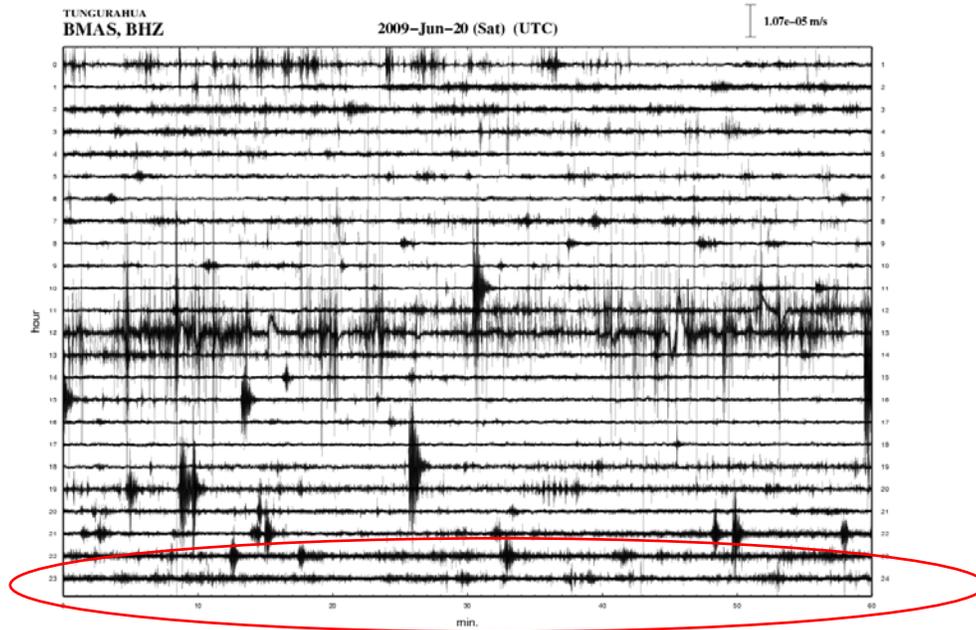


Fig. 25: Estación Banda Ancha de El Trigal, se observa señales sísmicas asociadas a lahares

Informe 488.

En la semana del 23 al 30 de Junio se presentaron lluvias de diversa intensidad casi todos los días, pero el sábado 27 las lluvias produjeron un lahar de importancia en la Q. Mapayacu, bloques de hasta 80 cm de diámetro llegaron al río Puela. En las quebradas Bilbao y Mapayacu solamente hubo pequeños flujos de agua lodosa. La Tabla 4 y gráficos (Fig. 26-27) muestran estos eventos:

REGISTRO DE LOS VALORES AFM					
HORA (UT)	ESTACIÓN	LB	HB	LLUVIA ACUMULADA	OBSERVACIONES
17h51	PONDOA	47	699		Lluvia nivel 0.5 en Ventanas, también en el OVT
18h03	PONDOA	40	903	1 mm	Lluvia nivel 1 en Ventanas. Se comunica a TBeco
18h11	PONDOA	49	585	2 mm	Continúa la lluvia en la zona del volcán
18h14	PONDOA	68	304		Reporte de lluvia en Bilbao y Pondoá
18h25	PONDOA	82	2383	3 mm	Reporte de lluvia en Palictahua
	BILBAO	367	105		
18h34	JUIVE	246	61	4 mm	Vigía de Juive informa lluvia 0,5 en la zona
18h39	PONDOA	1514	111		En el sector de Manzano lluvia 0.5, señales de alta frecuencia en Patacocho y Arrayán
	JUIVE	237	72		

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

18h43	PONDOA	106	1573		Vigía de Runtún informa de incremento de agua en Vazcún. En Pondoá y Cotaló lluvia nivel 1.0
18h45	PONDOA			5 mm	Se comunica al vigía de Bilbao del incremento de los valores en el AFM de Bilbao.
18h58	PONDOA	141	2091	6 mm	
19h12	PONDOA	127	1687	7 mm	
19h19	PONDOA	132	2471	8 mm	
19h29	PONDOA	444	333		Vigía de Runtún informa que ya está calmando la lluvia, por Vazcún baja agua lodosa y en Pondoá se formaron 3 cascadas. En el sector de la Pampa baja agua lodosa
19h45	PONDOA	384	168		Personal de la UGR informa que termina flujo en el sector de la Pampa
19h57					Vigía de Palictahua informa que hay lluvia 0.3 por su sector y posible más fuerte en la parte alta. Señal de alta frecuencia en Mazón.
20h00					Desde Palictahua informa que baja agua lodosa, al inicio con bloques de hasta 80 cm por la Q. Mapayacu y llega al río Puela.
20h58	PONDOA	133	83		Personal de la UGR reporta que hay agua lodosa bajando por el sector de la Alcantarilla y la Pampa.

Tabla 4: Resultados de las observaciones de los lahares del 27 de Junio de 2009.

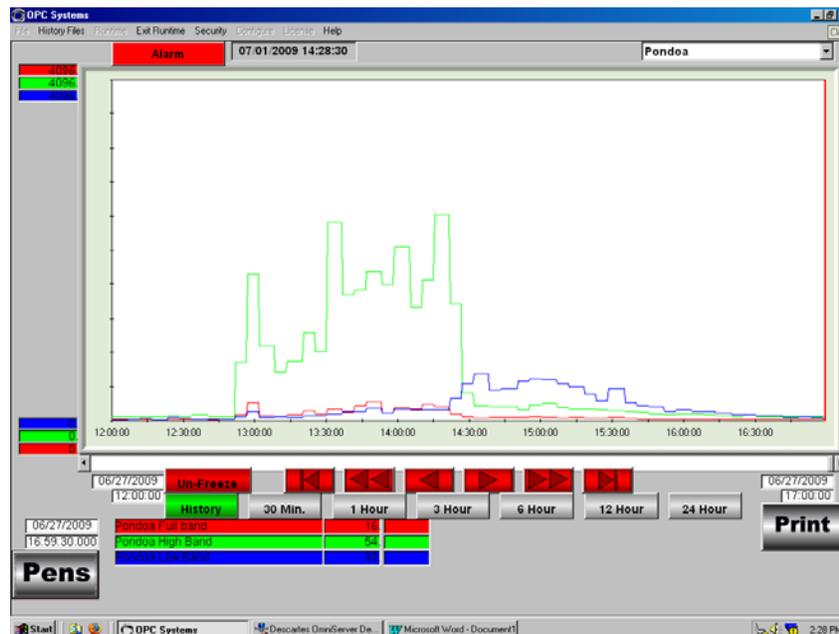


Fig. 26: AFM Pondoá, Registro gráfico de los flujos de lodo del 27 de Junio

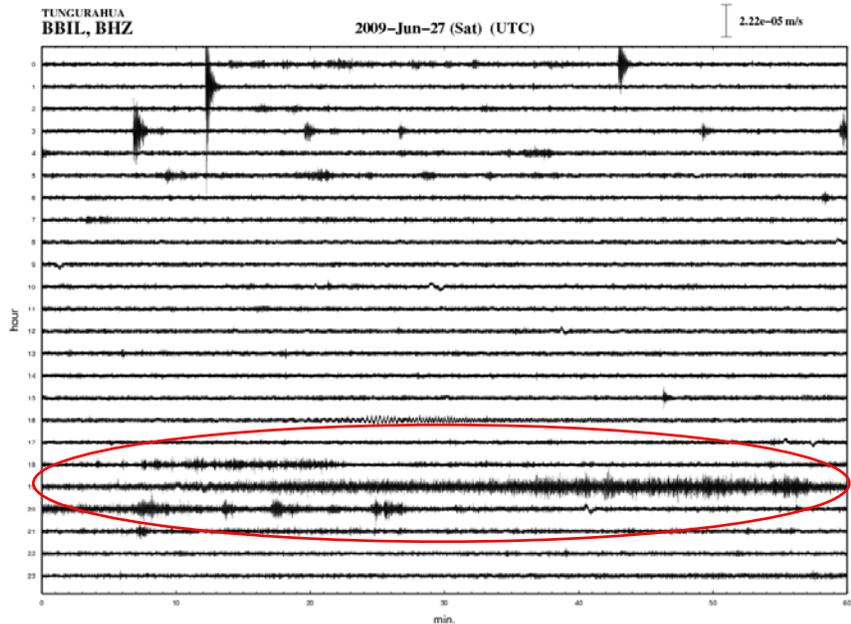


Fig. 27: Estación Banda Ancha de Bilbao, se observa señal asociada a flujo de lodo

CONCLUSIONES:

El incremento de la actividad explosiva y acumulación de material piroclástico en zonas altas del edificio produjeron una fuente potencial para originar flujos de escombros.

Lluvias de poca o moderada intensidad, pero de larga duración, han generado varios lahares y flujos de lodo (o agua lodosa) en las principales quebradas de sectores occidentales del volcán a causa de la saturación de agua en los flancos.

Este tipo de flujos han sido más frecuentes en este mes que el resto del año.

6. Conclusiones

En general, se puede decir que la actividad eruptiva en Junio se incrementó ligeramente con respecto al mes anterior, particularmente se observa un mayor número de sismos LP y explosiones a partir de la mitad de Junio. El IAS alcanza un valor máximo de 5 y con tendencia ligeramente ascendente, dentro de un escenario de explosiones y emisiones de ceniza que afectó a las poblaciones circundantes. De la misma manera, a nivel superficial se observó explosiones y fuentes de lava, así como emisiones de ceniza más frecuentes. El estilo eruptivo en la mitad del mes fue del tipo vulcaniano con cañonazos claramente audibles en la zona del volcán, mientras que para finales de Junio la actividad volcánica presentó un estilo estromboliano, con emisiones de ceniza y fuentes de lava. Esta actividad



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

se considera moderada con tendencia ligeramente ascendente. El flujo diario de SO_2 tuvo un promedio de 1604 t/d con una desviación estándar de 1141 t/d. Este valor es un poco más alto que el promedio registrado en junio, y la desviación estándar mucho más importante. El valor máximo medido fue de 4062 t/d el 3 de junio y el valor estimado de emisión de SO_2 en la atmósfera para este mes alcanza un valor de 48118 t.

Este ligero incremento de la actividad, probablemente esté relacionado con una continua producción de magma, que interactúa con el cuerpo magmático intruido el año pasado, y que generó un incremento importante en la actividad entre el 15 de diciembre de 2008 hasta el 2 de marzo de 2009. Adicionalmente la red de deformación muestra un patrón compresión en el NE del volcán, probablemente por esfuerzos provenientes del Este-Sureste asociados con intrusiones de diques en profundidad y que resultó en la actividad vulcaniana-estromboliana de Mayo y Junio de 2009. El nivel de actividad se ubico entre moderado con tendencia ligeramente ascendente, casi alcanzando niveles similares a lo registrado a mediados del año 2007.

Grupo de sismología

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

Grupo de vulcanología

Patricia Mothes pmothes@igeqn.edu.ec
Gorki Ruiz gruiz@igeqn.edu.ec
Patricio Ramón pramon@igeqn.edu.ec
Julie Bourquein jbouquien@igeqn.edu.ec
Jorge Bustillos jbustillos@igeqn.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.

29 Julio, 2009 – Quito/gr/gv