



Martes 20 de Marzo de 2012, 23h40 UTC: Incandescencia en la zona del cráter vista con el visor nocturno. Foto: L. Troncoso.

Resumen Mensual

Actividad del Volcán Tungurahua, Marzo 2012

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

En el mes de Marzo de 2012, se observa un incremento en la actividad volcánica con respecto al mes anterior. La sismicidad total resultó en 1253 eventos sísmicos, mayormente LP, y un promedio de 40 eventos por día. Por otra parte, la ocurrencia de los sismos VT, 34 registrados, se incrementó en dos veces con respecto a Febrero de 2012. El incremento en la sismicidad, también se vio reflejado en la actividad superficial, de esta manera se registró 574 emisiones y 21 explosiones. El IAS registró un cambio desde el nivel 6 al nivel 5, y al final del mes se observa una tendencia descendente en el nivel 5.

El flujo diario de SO_2 tuvo un promedio de 753 ton/día, con una desviación estándar de 652 ton/día. El valor máximo se registró el día 27 (3178 ton/día), y el volumen estimado de



emisión de SO₂ en la atmósfera alcanza un valor de 23357 t de SO₂, mayor a lo registrado en Febrero, 14240 t de SO₂. La red de inclinómetros muestra un proceso inflacionario en los ejes radiales de todas las estaciones, con la excepción del inclinómetro de PONDOA que muestra deflación. Aunque los ejes radiales indican inflación, se nota que en las estaciones de RETU y BILBAO ocurrió un episodio deflacionario a finales del Mes. La actividad superficial del volcán Tungurahua en el mes de Marzo se caracterizó por mostrar varios episodios de mayor actividad. Las explosiones y emisiones generaron columnas eruptivas que alcanzaron una altura máxima de 3 km snc y fueron llevadas por el viento en todas las direcciones, y con mas frecuencia al NE y SW, de esta manera se registraron caídas de ceniza, principalmente al SW. Dentro de esta actividad se destaca la ocurrencia de un flujo piroclastico, que descendió por el flanco NW, por la quebrada de Achupashal, y que no llegó a la zona poblada. Las condiciones climáticas fueron adversas durante el mes de Marzo, generalmente los días fueron nublados y con lluvias en la región, y en hecho ocurrió una nevada que llegó hasta la cota de los 4000 msnm. Dadas la presencia de lluvias en la zona, facilitaron la generación de flujos de lodo por las quebradas del volcán y afectaron la vía Baños-Penipe.

De esta manera, parece que los sismos VT ocurridos en los últimos meses estarían asociados a movimientos de magma en niveles poco profundos y resultarían en las tendencias inflacionarias registradas en los ejes radiales de los inclinómetros y la consecuente manifestación en superficie. De esta manera el volcán se encuentra en un episodio de mayor actividad, caracterizado por la ocurrencia de explosiones y emisiones de ceniza.



ACTIVIDAD VOLCÁN TUNGURAHUA DEFORMACION bilbao pondoa retu 0 0 200 -20 -400 -600 -40 800 urad Irad -60 1400 -80 600 1800 -100 GASES --- SO 6000 5000 4000 3000 PA 2000 1000 0 SISMICIDAD tr vt hb exp Ip 22200 # eventos 30 Dec 9 Jan 19 Jan 29 Jan 8 Feb 18 Feb 28 Feb 9 Mai 10 Dec 20 Dec Fecha (12 Mar 2012)

Figura 1. Resumen de la actividad del Volcán Tungurahua desde Diciembre 2011 a Marzo 2012, basado en datos de sismicidad, gas-SO₂ y deformación. En general durante este mes se nota un incremento en el numero de sismos y en el flujo de SO2, dado el nuevo episodio eruptivo.

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. En el mes de Marzo, el volcán incremento la actividad volcánica con respecto al mes anterior. La sismicidad total resultó en 1253 eventos sísmicos, mayormente LP, y un promedio de 40 eventos por día. Por otra parte, la ocurrencia de los sismos VT, 34 registrados, se incrementó en dos veces con respecto a Febrero de 2012. El incremento en la sismicidad, también se vio reflejado en la actividad superficial, de esta manera se registró 574 emisiones y 21 explosiones. De esta manera, el volcán se encuentra en un episodio de mayor actividad, caracterizado por la ocurrencia de emisiones y explosiones. Como en otras ocasiones los sismos VT han jugado un rol importante antes y durante los episodios de mayor actividad eruptiva. La sismicidad se resume en la Tabla 1.



Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos) Emisione		Explosiones		
1-7 Mar. 2012	388	373	15	0	0 178			
8-14 Mar. 2012	219	206	13	0	120	1		
15-21 Mar. 2012	310	305	5	0	77	5		
22-31 Mar. 2012	335	334	1	0	199	2		
Total Mar. /2012	1253	1218	34	0	574	21		
Total Feb. /2012	817	800	17	0	454	44		
Total Ene. /2012	376	353	23	0	27	4		
Total Dic. /2011	1645	1622	23	0	371	58		
Total Nov. /2011	464	448	16	0	69	15		
Total Oct. /2011	332	303	29	0	0	0		
Total Sept. /2011	185	160	25	0	0	0		
Total Ago. /2011	198	159	39	0	1	0		
Total Julio /2011	150	128	22	0	0	0		
Total Junio /2011	520	502	18	0	3	0		
Total Mayo /2011	2657	2628	29	0	432	77		
Total Abr./2011	32	24	8	0	127	53		
Total Mar./2011	36	21	15	0	0	0		
Promedio Diario	40.4	39.3	1.1	0	18.52	0.68		
Marzo /2012								
Promedio Diario Febrero /2012	28.2	27.6	0.6	0	15.7	1.5		
Promedio Diario Enero /2012	12.1	11.4	0.74	0	0.87	0.13		
Promedio Diario Diciembre /2011	53	52	0.7	0	12	1.8		
Promedio Diario	15.5	15	0.5	0	2.3	0.5		
Noviembre /2011								
Promedio Diario	10.71	9.8	0.9	0	0	0		
Octubre /2011								
Promedio Diario	6.17	5.33	0.83	0	0	0		
Septiembre /2011	6.00	5.40	4.00	0	0	0		
Promedio Diario	6.39	5.13	1.26	0	0	0		
Agosto /2011	4.04	4.40	0.74	0	0	0		
Promedio Diario	4.84	4.13	0.71	0	0	0		
Julio /2011 Dromodio Diorio	17.00	16 70	0.6	0	0.1	0		
	17.33	10.73	0.6	0	0.1	0		
Promedia Diaria	85.7	84 77	0.03	0	13.03	2.48		
Mayo /2011	00.7	04.77	0.95	0	13.35	2.40		
Promedio Diario	1.07	0.8	0 27	0	4 23	1 77		
Abr./2011	1.07	0.0	0.21	0	7.20	1.77		
Promedio Diario Mar./2011	1.16	0.68	0.48	0	0	0		

Tabla 1. Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Marzo de 2012 y la registrada en los últimos doce meses.





Figura 2. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Diciembre de 1999 hasta Marzo de 2012.



*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 Marzo de 2012 (en el orden indicado).







Figura 4. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Marzo de 2012.



Figura 5. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Marzo de 2012.





Figura 6. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR–desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Marzo de 2012.



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 Marzo de 2012.



2.1 Localizaciones

En el mes de Marzo de 2012, se localizaron 9 sismos VT's de las 34 señales registradas. Adicionalmente se localizó 8 explosiones, y 11 sismos LP. La sismicidad se encuentra entre 0 y 15 km bajo la cumbre, (Fig. 8).



Figura 8a. Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Marzo, 2012. Soluciones 3D





Figura 8b. Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Marzo, 2012. Soluciones FASTHYPO



Evolución de la actividad sísmica del Tungurahua 6 Abril 2006 - 31 Marzo 2012



Figura 8.c Evolución espacio-temporal de la sismicidad del V. Tungurahua en el mes de Marzo, 2012.

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 9a.

A finales del mes anterior se observó una tendencia Estable y en la primera mitad del mes de Marzo, el volcán Tungurahua alcanzó el Nivel 6 del IAS, correspondiendo a un nivel de actividad Moderada Alta. A partir de la segunda mitad de del mes de Marzo, se observa un descenso en el IAS, manteniéndose en el Nivel 5, con tendencia Descendente a finales del mes. (Fig. 9b).



Figura 9a. Niveles del IAS y descriptores cualitativos del nivel de actividad. La línea y flecha roja indica el nivel (5) y tendencia (Moderada) hasta finales de Marzo de 2012.



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

Figura 9b. IAS desde Enero 2006 hasta finales de Marzo de 2012.

2012



3. Deformación

En el mes de Marzo de 2012, se observa que el volcán muestra un proceso inflacionario en los ejes radiales de todas las estaciones, con la excepción del inclinómetro de PONDOA que muestra deflación. Aunque los ejes radiales indican inflación, se nota que en las estaciones de RETU y BILBAO ocurrió un episodio deflacionario a finales del Mes. Este comportamiento se interpreta como el movimiento de pequeñas cantidades de magma hacia el conducto superior, que luego resulta en las manifestaciones superficiales como explosiones y emisiones. (Fig. 10).

RETU: Eje radial desde finales de diciembre de 2011, y durante Enero, Febrero y Marzo Febrero registró una tendencia inflacionaria; y en el mes de Marzo la taza inflacionaria fue de 0.2 urad/dia, hasta el día 24, resultando en una inflación al NNW, sin embargo desde el 24 de Marzo hasta el 01 de abril se observó una taza deflacionaria en el eje radial de -0.5 urad/día, resultando en deflación al SSW. Por otra parte, el eje tangencial muestra un comportamiento inflacionario. El vector resultante de Marzo indica inflación al NNW.

CHONTAL: El eje radial indica inflación a una tasa de 0.3 urad/día, resultando en 11 urad en el mes de Marzo. El eje tangencial muestra inflación a una tasa de 0.2 urad/día y su valor neto en el mes fue de 11 urad. El vector resultante indica inflación al WNW.

PONDOA: En este mes, se observo que el eje radial mantiene una tendencia deflacionaria a razón de -0.3 urad/día, mientras que el eje tangencial indica una tendencia inflacionaria a 0.1 urad/día. El vector resultante del mes indica deflación al SSW.

BILBAO: En los dos ejes se observa una tendencia deflacionaria desde finales de 2011, sin embargo han ocurrido pequeñas variaciones con ligeras tendencias inflacionarias en el eje radial. En este sentido se observa una tendencia inflacionaria entre finales de Febrero hasta el 21 de Marzo a razón de 0.3 urad/día, mientras que en la ultima semana de Marzo se observa una tendencia deflacionaria a razón de -0.4 urad/día. El eje tangencial indica deflación a razón de -0.6 urad/día. A pesar que se registró una deflación a finales de Marzo, el vector resultante indica inflación al WNW.

MAZON: El comportamiento del eje radial indica una tendencia inflacionaria iniciada a mediados del mes de Febrero y en Marzo indica un cambio neto inflacionario de al menos 15 urad. El vector resultante indica inflación al SSW.

De esta manera, como en otras ocasiones, los sismos VT ocurridos en los últimos meses estarían asociados a movimientos de magma hacia niveles poco profundos, que resultarían en estas ligeras perturbaciones en la deformación; coherente con las manifestaciones en superficie ocurridas durante el mes de Marzo.





Figura 10a. Plot de datos estación RETU.



Figura 10b. Plot de datos, estación Chontal.





Figura 10c. Plot de datos, estación PONDOA.



Figura 10d. Plot de datos, estación BILBAO





Figura 10e. Plot de datos de la estación MAZON-BOREHOLE

4. <u>Geoquímica</u>

Emisiones

Para Marzo del 2012 los datos de flujo de SO₂, en toneladas (t), del volcán Tungurahua se obtuvieron en base a las estaciones Huayrapata, Bayushig, Pillate y Runtún, excepto para el día 10 de Marzo donde no se registraron valores de emisión.

Los valores máximos para cada día, así como la curva del flujo normalizado (Fig. 11-a., *izquierda*) muestran cuatro episodios:

- a) Días 01-09: Inicia el día 01 con 545 t, que incrementan hasta 934 t, el día 03 y posteriormente se presenta una tendencia decreciente hasta las 301 t, el día 09.
- b) Días 11-18: El día 11 el ciclo inicia con una emisión de 231 t, valor que incrementa hasta 1012 t, el día 15, luego los valores diarios disminuyen hasta 143 t, el día 18.



- c) Días 19-25: El primer día, 19, la emisión fue de 259 t, los siguientes días, 20 y 21, se midieron dos de los valores más altos del mes, 1395 t y 2306 t, respectivamente; y nuevamente se observa una tendencia descendente hasta las 239 t, el día 25.
- d) Días 26-31. El día 26 se reportaron 710 t, posteriormente, los días 27 y 28 se midieron dos de los valores altos de marzo, 3178 t (el máximo del mes) y 1747 t, respectivamente; los siguientes días los valores del flujo descendieron hasta 697 t, el día 31.

En forma general se observa que en cada uno de estos episodios inicia con valores bajos, que luego van incrementándose hasta un máximo. A partir del valor máximo medido se nota una tendencia descendente hasta alcanzar nuevamente un valor bajo en el último día del ciclo.

La curva de flujo normalizado se construyó con valores de 1 a 3 y en ella también se visualizan los cuatro episodios de emisión de SO_2 antes descritos. La curva de flujo acumulado (Figura 11-a, *derecha*) muestra que desde el año 2006 hasta marzo del 2012 se mantiene una tendencia de desgasificación constante, con pulsos de valores altos de SO_2 .



Figura 11-a. Izquierda: Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua en marzo 2012. Derecha: Flujo diario y flujo acumulado desde julio de 1999 hasta marzo del 2012

En las imágenes satélitates OMI (Fig. 11-b) se observa nubes de emisión para los días 13 y 26, sin embargo, el valor de SO_2 reportado en ellas no se relaciona únicamente al Tungurahua; la emisión de éste corresponde aproximadamente a la mitad del valor total reportado por la imagen satelital de esos días.



Teléfonos: (2) 2225-655; (2) 222-5627; Fax: (593-2) 256-7847 Página Web: <u>www.igepn.edu.ec</u>; Correo Electrónico: <u>geofisico@igepn.edu.ec</u> Dirección: Campus Ing. José Rubén Orellana - Calle Ladrón de Guevara E11-253 Apartado Postal 2759 - Quito – Ecuador



Figura 11-b.Imágenes generadas en base a observaciones satelitales OMI (NASA/JCET/UMBC), correspondientes a los días 13 y 26 de marzo del 2012 (Fuente: http://so2.gsfc.nasa.gov/pix/daily/0312/ecuador_0312z.html)

Las imágenes satélitales OMI disponibles no registraron anomalías de SO₂ relacionadas al volcán Tungurahua para los días 21 y 27 en los que las estaciones NOVAC reportaron los valores de emisión más altos del mes. La diferencia entre los dos tipos de datos es menor a las 230 t/d (Fig. 11-c, Tabla 2).



Figura 11-c.Representación de los valores NOVAC y OMI del flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua en marzo del 2012

Fecha	OMI Valor total (t/d)	OMI Valor aproximado para el Tungurahua (t/d)	NOVAC (t/d)	Diferencia (t/d)
13-03- 2012	1131	566	792	227
26-03- 2012	1343	672	710	38

Tabla 2. Comparación de los valores NOVAC y OMI del flujo diario de SO2 emitido por el volcánTungurahua en los días 13 y 26 de marzo del 2012

El número de eventos sísmicos registrados en este mes no muestran correlación directa con la emisión de SO₂; los valores máximos de desgasificación no se reportaron para los días en los que también se contabilizó la mayor cantidad de eventos sísmicos.





Figura 11-d. Comparación de los valores de emisión de SO₂ y número de eventos sísmicos en el volcán Tungurahua, en el período enero 2012-marzo 2012.

Estadísticas mensuales:

Valor medio:	753t/d
Variabilidad (1σ):	652t/d
Valor máximo:	3 178t (27 de febrero)
Emisión estimada:	23 357t

Estos valores han sido calculados a partir de los datos de emisión de SO_2 máximos para cada día.

5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

Situación Climática

Durante el mes de Marzo el clima fue muy desfavorable, caracterizado por episodios prolongados de alta pluviosidad y así facilitaron la generación de flujos de lodo por las quebradas del flanco occidental. La vía Baños-Penipe se mantuvo cerrada al tránsito por la acumulación de los depósitos de los lahares. Por otro lado, en los días despejados se pudo observar al volcán con una ligera capa de nieve que cubría hasta la cota de los 4000 metros debido a la situación climática en la zona del volcán (Fig. 12).





Figura 12. Columna de emisión de vapor de menos de 500 metros de altura y dirección nor este. *Flancos cubiertos de nieve (Foto: L. Troncoso, OVT-IG).*

Actividad Superficial

La actividad superficial del volcán Tungurahua en el mes de marzo se caracterizó por mostrar varios episodios de intensa actividad. Es así que durante la primera semana, ésta, se caracterizó por emisiones sub-continuas de ceniza que alcanzaron un techo máximo de 3 km y que se dirigieron hacia el SW, W y WNW (Fig. 13); bramidos intensos; la ocurrencia de explosiones con generación de cañonazos; actividad estromboliana con fuentes de lava que proyectaban bloques incandescentes hasta 300 metros sobre la cumbre y el rodar por los flancos hasta 500 metros. El evento más importante en este episodio eruptivo fue el descenso de un flujo piroclástico por la quebrada Achupashal ocurrido el 04 de Marzo. Según las evidencias fotográficas realizadas por parte de un vigía del sector de Cusúa, se desprende que se trata de un depósito dejado por un flujo de bloques y ceniza, donde se observa una predominancia de bloques métricos (2 m) de lava y escoria dentro de una fracción menor fina, de tamaño de arena y de color negro (Fig.14).

Para la segunda semana del mes, el volcán experimentó un descenso en su actividad superficial. La red de vigilancia registró emisiones poco energéticas, principalmente de vapor (Fig. 15) que en ocasiones tenían un importante contenido de ceniza. Las emisiones no superaron el primer kilómetro de altura sobre el nivel del cráter. Para el transcurso de marzo el volcán incrementó paulatinamente su actividad, en varias ocasiones se generaron explosiones y bramidos (19 de Marzo), así como también se observó brillo al interior del cráter. Para finales de mes (20-21 y 26-27 de Marzo), ésta actividad se acentuó, las emisiones de ceniza superaron los 3 km de altura sobre el nivel del cráter (Fig. 16) y se dirigieron hacia el W y SW, además hacia el NE y E; fue muy frecuente observar brillo al interior del anterior del cráter e incandescencia a simple vista. Esta disminuyó sustancialmente hacia el 31 de Marzo.





Figura 13. Explosión que genera columna de emisión de 2 km de atura (Foto: P. Ramón OVT-IG).



Figura 14. Vista general del nuevo depósito en la parte alta de la Q. Achupashal, el bloque más grande a la izquierda de la foto tiene más de 2 m de diámetro (Foto: P. Merino, Vigía del Volcán).



Figura 15. Volcán despejado, obsérvese la columna de vapor emitida con una altura de 500 msnc (Foto: D. Andrade, OVT-IG).



Figura 16. Volcán despejado, columna de emisión de 4 km de altura sobre el nivel del cráter que se dirige al Este (Foto: L. Troncoso, OVT-IG).
 Teléfonos: (2) 2225-655; (2) 222-5627; Fax: (593-2) 256-7847
 Página Web: www.igepn.edu.ec; Correo Electrónico: geofisico@igepn.edu.ec
 Dirección: Campus Ing. José Rubén Orellana - Calle Ladrón de Guevara E11-253
 Apartado Postal 2759 - Quito – Ecuador



Dispersión y Caída de Ceniza:



Figura 17. Dispersión de las nubes de ceniza durante el mes de marzo de 2012 en el volcán *Tungurahua (Modificado de <u>http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html</u>).*

Las nubes de ceniza que se generaron en el mes de marzo corresponden especialmente a los eventos ocurridos a finales de mes. Producto de las emisiones y explosiones subcontinuas se generaron nubes de ceniza que alcanzaron alturas entre 23000 pies (7 km) y 29000 pies (8,8 km) sobre el nivel del mar (Fig. 17). Debido a la dirección predominante de los vientos, las nubes se dispersaron principalmente hacia el NE, extendiéndose por 55 km; al ENE por 45 km; 20 km al NE y 13 km al W, desde la cumbre del volcán. Las nubes más energéticas, por ende las de mayor distribución y extensión sucedieron los últimos días del mes, en donde la actividad eruptiva se acentuó. Las emisiones de ceniza provocaron además ligeras caídas de ceniza, afectando especialmente a la zona W y SW del volcán. En la tabla 3 se resume las poblaciones afectadas.



Ubioscion Población O1 O2 03 04 05 05 07 08 00 1 12 13 14 15 18 17 18 N Ambato I			1	1	1		1		1		1	1	1						, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	
N Ambato Image: Constraint of the second se	Ubioación	Población	01	02	03	04	06	06	07	08	68	10	11	12	13	14	16	18	17	18
N Patate Patate Patate NE Pittig <	N	Ambato					-													
N OVT Image: Constraint of the second secon	N	Patate																		
NE Pendoa Image: state stat	N	OVT																		
NE Pendos Image: Chontilis Image:	NE	Pititig																		
NE Chonfilla Image: Chonfilla Imag	NE	Pondoa																		
NNW Julve J	NE	Chontilla																		
NNW Cusúa Image: Cusúa <thimage: cusúa<="" th=""> <thi< th=""><th>NNW</th><th>Juive</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></thi<></thimage:>	NNW	Juive																		
NNW Pellieo Image: state of the sta	NNW	Cusúa																		
NW Cevalics Image: Cevality of the second s	NNW	Pellieo																		
NW Guero Image: Constraint of the second se	NW	Cevallos																		
NW Mosha NW Mathue NW	NW	Quero																		
S Mathue	NW	Mooha																		
SW Riobamba Image: SW Guano Image: SW Guano Image: SW	8	Mathus																		
SW Guano Gu	SW .	Riobamba																		
SW La Providenola Image: Stress of the stre	SW	Guano																		
SW Penipe N Image: Stress of the stress	8W	La Providencia																		
\$\$W Pallotagua N Image: Stress of the	8W	Penipe																		
SSW Puela No No <th< th=""><th>8.8W</th><th>Pallotagua</th><th></th><th></th><th>M</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></th<>	8.8W	Pallotagua			M															
SSW Paohamiliay Image: Stress of the stress	8.8W	Puela																		
SSW Uturing Image Image <th< th=""><th>8.8W</th><th>Panhamiliay</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></th<>	8.8W	Panhamiliay																		
Strice Capil Capil <t< th=""><th>8.8W</th><th>Utuñan</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></t<>	8.8W	Utuñan																		
SSW Pataconha Image: Stress of the stress o	8.8W	Canil																		
SSW Bayushig Image: Source of the source of	2.2W	Pataoooha																		
E Ulba Image: constraint of the second	0.010	Payurbia																		
E Puntzán Image: Sector of the sector o	E	Ulba																		
E Rio Negro Image: Second		Bustates																		
E Rio Bianoo Image: Constraint of the second s		Pla Neara																		
ENE Baños I </th <th>E</th> <th>Rio Negro Rio Rianao</th> <th></th>	E	Rio Negro Rio Rianao																		
ENE Runtún Image: Constraint of the second sec	E	Rio Biano																		
ENE Vazoún I<	ENE	Barros																		
ENE San Vicente Image: Constraint of the second secon	ENE	Kuntun																		
ENE San Violente Image: Constraint of the state of t	ENE	Vazoun																		
W Chontapamba Image: Chontapamba <td< th=""><th>ENE</th><th>san vicente</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></td<>	ENE	san vicente																		
W Yubbug Image: Constraint of the second secon	w	Chontapamba																		
W San Juan Image: Constraint of the second	w	ruibug																		
W Palectina Image: Constraint of the second	w	san Juan																		
W San Isidro San Isidro Santa Fe de Galàn	w	Palestina																		
W Santa Fe de Galán Santa Fe	W	San Isidro																		
W Motiliones Image: Construction of the second sec	w	Santa Fe de																		
WNW Pillate Implication Impli		Galan																		
WNW Piliate Image: Control of the cont	**	MULIIONe6					<u> </u>													
WNW Cotalo Image: Cotalo Image: Cotalo WNW Chaosauoo Image: Cotalo Image: Cotalo WNW Bilbao Image: Cotalo Image: Cotalo WSW Choglontús Image: Cotalo Image: Cotalo WSW El Manzano Image: Cotalo Image: Cotalo WSW Cahuaji Image: Cotalo Image: Cotalo	WNW	Pillate					<u> </u>													
WNW Chaosupo WNW Bilbao WSW Choglontús WSW El Manzano WSW Cahuaji	WNW	Cotalo																		
WNW Bilbao WSW Choglontús WSW El Manzano WSW Cahuaji	WNW	Chaoauoo																		
WSW Chogiontús N Bf WSW El Manzano Bf Bf WSW Cahuaji D D	WNW	Blibao																		
WSW El Manzano Bf Bf	WSW	Choglantús													N	Bf				
WSW Cahuaji	wsw	El Manzano													Bf					
	WSW	Cahuali																T		
WSW San Andrés	WSW	San Andrés																1	+	\mathbf{I}

Tabla 3a. Reportes recibidos de caída de ceniza durante la primera quincena del mes de marzo de 2012. Fuente informes semanales OVT. (Ceniza: \mathbf{B} = blanca; \mathbf{R} = rojiza; \mathbf{N} = negra; \mathbf{G} = gris; \mathbf{C} = Ceniza café; \mathbf{g} = ceniza gruesa; \mathbf{m} = ceniza media; \mathbf{f} = ceniza fina.)



Ubioaolón	Población	19	20	21	22	23	24	26	28	27	28	28	30	31
N	Ambato													
N	Patate													
N	OVT													
NE	Pititig													
NE	Pondoa													
NE	Chontilla													
NNW	Juive													
NNW	Cucúa								Bf					
NNW	Pellico													
NW	Cevallos													
NW	Quero													
NW	Mooha													
8	Mathus													
SW	Riobamba													
8W	Guano													
SW	La Providencia													
8W	Penipe													
88W	Pallotagua													
88W	Puela													
88W	Paohamiliay													
88W	Utuñag													
88W	Capil													
88W	Pataoooha													
88W	Bayushig													
E	Ulba													
E	Puntzán								8					
E	Rio Negro													
E	Rio Blanco													
E	San Francisco								0					
ENE	Baños													
ENE	Runtún								0					
ENE	Vazoún													
ENE	San Vicente													
W	Chontapamba													
W	Yulbug													
w	San Juan													
w	Palectina													
W	San Isidro						Ī							
W	Santa Fe de													
	Galán													
w	Motilopes													
WNW	Pillate													
WNW	Cotalo													
WNW	Chapaupo				<u> </u>							<u> </u>	<u> </u>	
WNW	Bilbao													
Waw	Charlester		173											
Waw	FI Manzano		0											
Well	Cabuall													
m e m We w	San Andres				<u> </u>									\vdash
WSW	san Andres													

Tabla 3b. Reportes recibidos de caída de ceniza durante la segunda quincena del mes de marzo de 2012. Fuente informes semanales OVT. (Ceniza: $\mathbf{B} =$ blanca; $\mathbf{R} =$ rojiza; $\mathbf{N} =$ negra; $\mathbf{G} =$ gris; $\mathbf{C} =$ Ceniza café; $\mathbf{g} =$ ceniza



Lahares del volcán Tungurahua durante Marzo de 2012

Dadas las condiciones climáticas antes mencionadas, así como el material piroclástico no consolidado y depositado en la parte alta del volcán, se observo la ocurrencia de flujos de lodo (lahares) moderados por las quebradas del Tungurahua, especialmente por el flanco occidental. De esta manera, la vía Baños-Penipe fue afectada por los lahares y fue cerrada al tránsito vehicular por varias ocasiones.

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

Sábado 03

Desde la mañana empezó a llover moderadamente, sin embargo a partir del medio día la intensidad de las precipitaciones incrementó ligeramente sobre el flanco norte del cono. Estas lluvias provocaron aumento del caudal de agua turbia en el río Vazcún, así como el descenso de agua lodosa en las quebradas noroccidentales del volcán. El AFM Vazcún O y el pluviómetro de Pondoa registraron estos eventos (Fig. 18 y 19), los mismos que no llegaron a causar grandes complicaciones.

Algunos de los vigías de las zonas afectadas reportaron los eventos acontecidos. El vigía de Runtún (V. Sierra) comentó que las lluvias aumentaron el caudal del río Vazcún con agua de aspecto turbio debido a que hubo un deslizamiento de tierra en una de las laderas de la quebrada. Los vigías de Chacauco y Cusúa informaron que por la quebrada Achupashal descendió agua lodosa con poco material volcánico y que obstaculizó temporalmente el paso vehicular.



Figura 18. Registro de lluvias del pluviómetro de Pondoa del 3 de marzo Teléfonos: (2) 2225-655; (2) 222-5627; Fax: (593-2) 256-7847 Página Web: <u>www.igepn.edu.ec</u>; Correo Electrónico: <u>geofísico@igepn.edu.ec</u> Dirección: Campus Ing. José Rubén Orellana - Calle Ladrón de Guevara E11-253 Apartado Postal 2759 - Quito – Ecuador



Martes 13

El vigía de Chacauco comentó que las lluvias ocurridas en la noche anterior y madrugada del martes provocaron flujos de lodo que acarrearon bloques de 10 – 15 cm en la quebrada Achupashal.

Jueves 15

Los vigías de Runtún y Juive Grande reportaron que los ríos Vazcún y Ulba incrementaron sus caudales con agua turbia debido a lluvias moderadas que ocurrieron en zonas mediaaltas.



Figura 19. Registro del detector de lahares AFM de Vazcún O del 3 de marzo

<u>Lunes 19</u>

El vigía de Bilbao reportó que en la Quebrada Rea descendió un lahar con bloques de hasta 1m y con un caudal similar al del río Chambo. La vía hacia Penipe fue cerrada.

<u>Sábado 24</u>

En la madrugada del sábado ocurrieron lluvias de intensidad moderada que provocaron flujos de lodo en las quebradas La Pampa, Achupashal y Pirámide, y un aumento de caudal de agua turbia en los ríos Vazcún y Ulba. Posteriormente, alrededor de las 20Hh00 (TL) las lluvias se intensificaron sobre el flanco norte del volcán y originaron flujos de agua lodosa en las quebradas de La Pampa que fueron registrados por el AFM-Pondoa (Fig. 20).



<u>Domingo 25</u>

Las lluvias que ocurrieron durante la noche del sábado 24 continuaron hasta la madrugada del domingo 25, con mayor intensidad desde las 03h00 (TL) y duró alrededor de 3 horas. Estas lluvias afectaron principalmente el flanco norte del Tungurahua, registrando valores altos en los canales HB y LB de los AFM de Pondoa y VazcúnO, así como registros de alta frecuencia sísmica en la estación de Juive.

En la noche, ~20h00 (TL), las lluvias alcanzaron niveles altos de intensidad y provocaron descensos de lahares por las quebradas Achupashal y Pirámide, mientras que en La Pampa y Viejo Minero solamente se generaron flujos de agua lodosa (Fig. 21).

En cada período de lluvias fuertes se avisó oportunamente a la Sala de Situación de Baños para que tomen las decisiones pertinentes.

Jueves 29

Lluvias que ocurrieron desde la mañana provocaron flujos de agua lodosa por la quebrada Achupashal al medio día. Estos flujos atraparon a un vehículo, el mismo que fue removido sin mayores inconvenientes. Simultáneamente, el vigía de Runtún mencionó que el río Ulba incrementó su caudal.



Figura 20. Registro del detector de lahares AFM - Pondoa de la noche del sábado 24 y de la madrugada del domingo 25





Figura 21. Registro del detector de lahares AFM - Pondoa de la noche del domingo 25

6. Conclusiones

La actividad volcánica se ha caracterizado por presentar episodios de menor y mayor actividad desde finales de Noviembre de 2011 y que ha sido registrada por el sistema de vigilancia del IG-EPN. La sismicidad ha sido variable en los últimos cinco meses y el mes de Diciembre de 2011 es donde se registró un mayor número de sismos (1645), mientras que en el mes de Enero 2012 se registró un número menor de eventos (376), mayormente sismos LP, aunque los sismos VT mantuvieron un número entre 16 y 34 sismos por mes. En el mes de Marzo de 2012, la sismicidad alcanzó un total de 1253 eventos sísmicos, mayormente LP, y la ocurrencia de los sismos VT, 34 registrados. El incremento en la sismicidad, también se vio reflejado en la actividad superficial, de esta manera se registró 574 emisiones y 21 explosiones. El IAS registró un cambio desde el nivel 6 al nivel 5, y al final del mes se observa una tendencia descendente en el nivel 5.

El flujo diario de SO₂ tuvo un promedio de 753 ton/día, el volumen estimado de emisión de SO₂ en la atmósfera alcanza un valor de 23357 t de SO₂, mayor a lo registrado en Febrero, 14240 t de SO₂. La red de inclinómetros muestra un proceso inflacionario en los ejes radiales de todas las estaciones, con la excepción del inclinómetro de PONDOA que muestra deflación. Aunque los ejes radiales indican inflación, se nota que en las estaciones de RETU y BILBAO ocurrió un episodio deflacionario a finales del Mes. La actividad superficial del volcán Tungurahua en el mes de Marzo se caracterizó por mostrar varios episodios de mayor actividad. Las explosiones y emisiones generaron columnas eruptivas que alcanzaron una altura máxima de 3 km snc y fueron llevadas por el viento en todas las direcciones, y con mas frecuencia al NE y SW, de esta manera se registraron caídas de ceniza, principalmente



al SW. Dentro de esta actividad se destaca la ocurrencia de un flujo piroclastico, que descendió por el flanco NW, por la quebrada de Achupashal, y que no llegó a la zona poblada. Las condiciones climáticas fueron adversas durante el mes de Marzo, generalmente los días fueron nublados y con lluvias en la región, y en hecho ocurrió una nevada que llegó hasta la cota de los 4000 msnm. Dadas la presencia de lluvias en la zona, facilitaron la generación de flujos de lodo por las quebradas del volcán y afectaron la vía Baños-Penipe.

De esta manera, parece que los sismos VT ocurridos en los últimos meses estarían asociados a movimientos de magma en niveles poco profundos y resultarían en las tendencias inflacionarias registradas en los ejes radiales de los inclinómetros y la consecuente manifestación en superficie. De esta manera el volcán se encuentra en un episodio de mayor actividad, caracterizado por la ocurrencia de explosiones y emisiones de ceniza.

Finalmente, el Instituto Geofísico informará oportunamente a las autoridades y población cualquier cambio importante de la actividad volcánica que se registre en el sistema de vigilancia.

Grupo de sismología

Guillermo Viracucha	gviracucha@igepn.edu.ec
Liliana Troncoso	ltroncoso@igepn.edu.ec

Grupo de vulcanología

Gorki Ruiz	<u>gruiz@igepn.edu.ec</u>
Jorge Bustillos	<u>jbustillos@igepn.edu.ec</u>
Jorge Ordóñez	jordonez@igepn.edu.ec
Daniel Pacheco	dpacheco@igepn.edu.ec
Silvana Hidalgo	shidalgo@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, SENECYT, la Embajada Británica y el BGR (Alemania). Además se reconoce la labor de los vigías y voluntarios de la Secretaria Nacional de Gestión del Riesgo de los Cantones Baños, Patate, Pelileo y Penipe. En especial se da agradecimientos a la Familia Chávez por estar el OVT en su Hacienda Guadalupe.

15 de Abril de 2012 - Quito/gr