



**Viernes 23 de Diciembre de 2011, 12:52 UTC. Emisión permanente dirigiéndose al occidente.**  
(Foto: M. Eras G., IG-OVT).

## *Resumen Mensual*

# *Actividad del Volcán Tungurahua, Diciembre 2011*

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 Diciembre, el volcán intensificó su actividad volcánica, la que se inició a finales de Noviembre. La sismicidad total resultó en 1645 eventos sísmicos, mayormente LP, y un promedio de 53 eventos por día, mientras que el número de sismos VT, 23 registrados, fue ligeramente mayor que el mes anterior, adicionalmente, se registró 58 explosiones y 371 emisiones. El IAS tiene un nivel 5. Sin embargo en la segunda mitad de Diciembre el volcán empezó a disminuir su actividad, lo que reflejó una tendencia descendente del IAS.

El flujo diario de SO<sub>2</sub> tuvo un promedio de 1250 t/d. El valor máximo medido fue de 8611 el 04 de Diciembre, y el volumen estimado de emisión de SO<sub>2</sub> en la atmósfera alcanza un valor de 37582 t de SO<sub>2</sub>, casi tres veces el valor registrado en Noviembre, 13494 t.

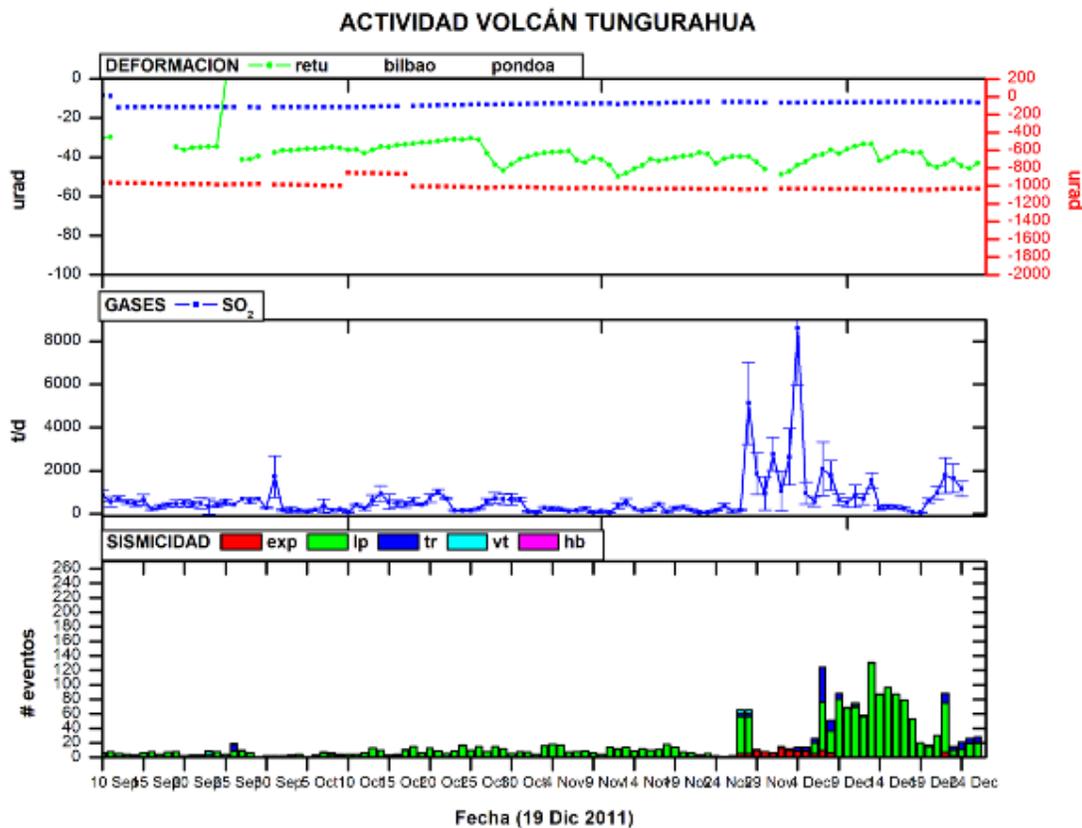
La red de inclinómetros del volcán Tungurahua registró una ligera tendencia inflacionaria en las estaciones ubicadas en el Norte y Oeste del volcán, mientras que la estación Mazón al SW indica una deflación en su eje radial.

Las condiciones climáticas en Diciembre, no fueron favorables para tener avistamientos completos del edificio volcánico, en hecho predominaron días nublados y lluvias en la región,

lo que provocó la generación de flujos de lodo por las quebradas occidentales del volcán, interrumpiendo la vía Baños –Penipe, en el cruce con las quebradas.

La actividad e nivel superficial consistió de explosiones y emisiones de ceniza, que generaron columnas eruptivas de hasta 1.5 km snc y fueron dispersas en todas las direcciones, con una mayor frecuencia al W y SW del volcán, afectando las actividades agrícolas de las poblaciones asentadas en esas direcciones. Por otra parte, también se generaron flujos piroclásticos pequeños, que descendieron por las quebradas del Oeste del volcán y alcanzaron la cota de 3500 msnm, sin afectar a las comunidades asentadas mas abajo. El volumen de material emitido se estimó en al menos 4.2 millones de m<sup>3</sup>.

De esta manera, parece que los sismos VT ocurridos en Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre estarían asociados a movimientos de magma en niveles poco profundos y resultarían en estas ligeras perturbaciones en la deformación y que a finales de Noviembre se observó un incremento en la actividad superficial, que se extendió durante Diciembre, de esta manera el volcán se encuentra en un episodio de mayor actividad, con un estilo eruptivo del tipo estromboliano.



**Figura 1.** Resumen de la actividad del Volcán Tungurahua desde Septiembre 2011 a Diciembre de 2011, basado en datos de sismicidad, gas-SO<sub>2</sub> y deformación. En general durante este mes se nota un incremento en el número de sismos y en el flujo de SO<sub>2</sub>, dado el nuevo episodio eruptivo.

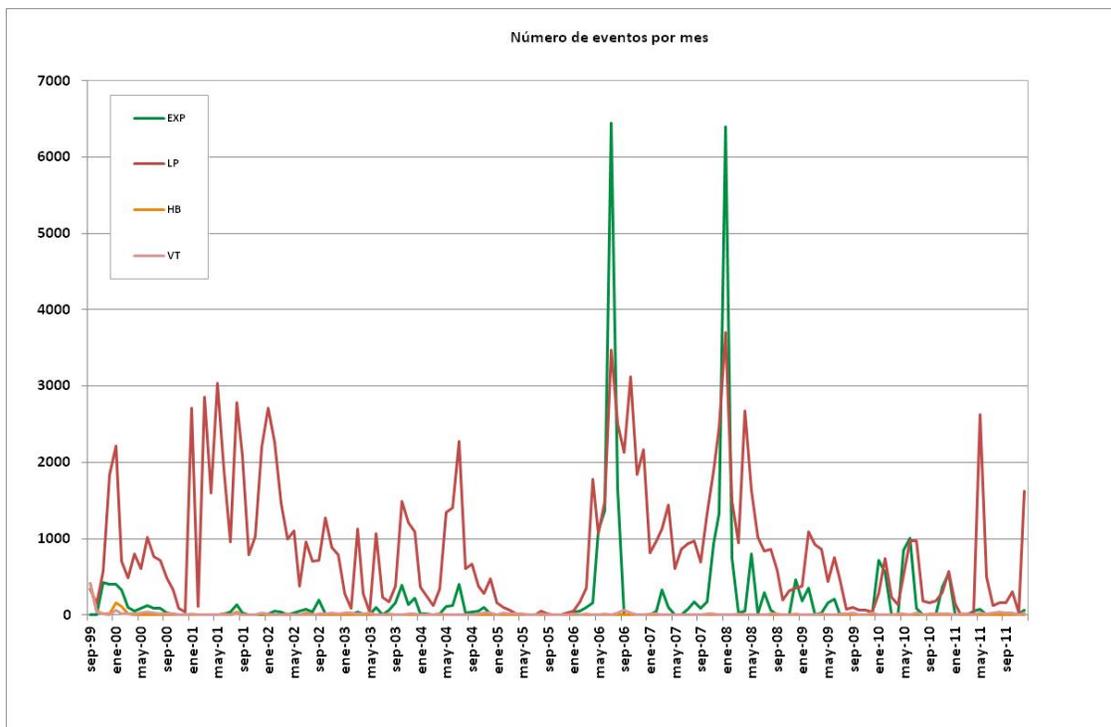
## 2. Sismicidad

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 Diciembre, el volcán experimento un incremento en la actividad volcánica, con respecto al mes anterior, en hecho la sismicidad fue mayor en las dos primeras semanas. La sismicidad total resultó en 1645 eventos sísmicos, mayormente LP, y un promedio de 53 eventos por día. Por otra parte, la ocurrencia de los sismos VT, 23 registrados, fue ligeramente mayor al mes de Noviembre. Adicionalmente, dado el incremento de la actividad tanto interna como a nivel superficial, se registró 58 explosiones y 371 emisiones. De esta manera, el volcán se encuentra en un episodio de mayor actividad, con un estilo eruptivo del tipo estromboliano. 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.

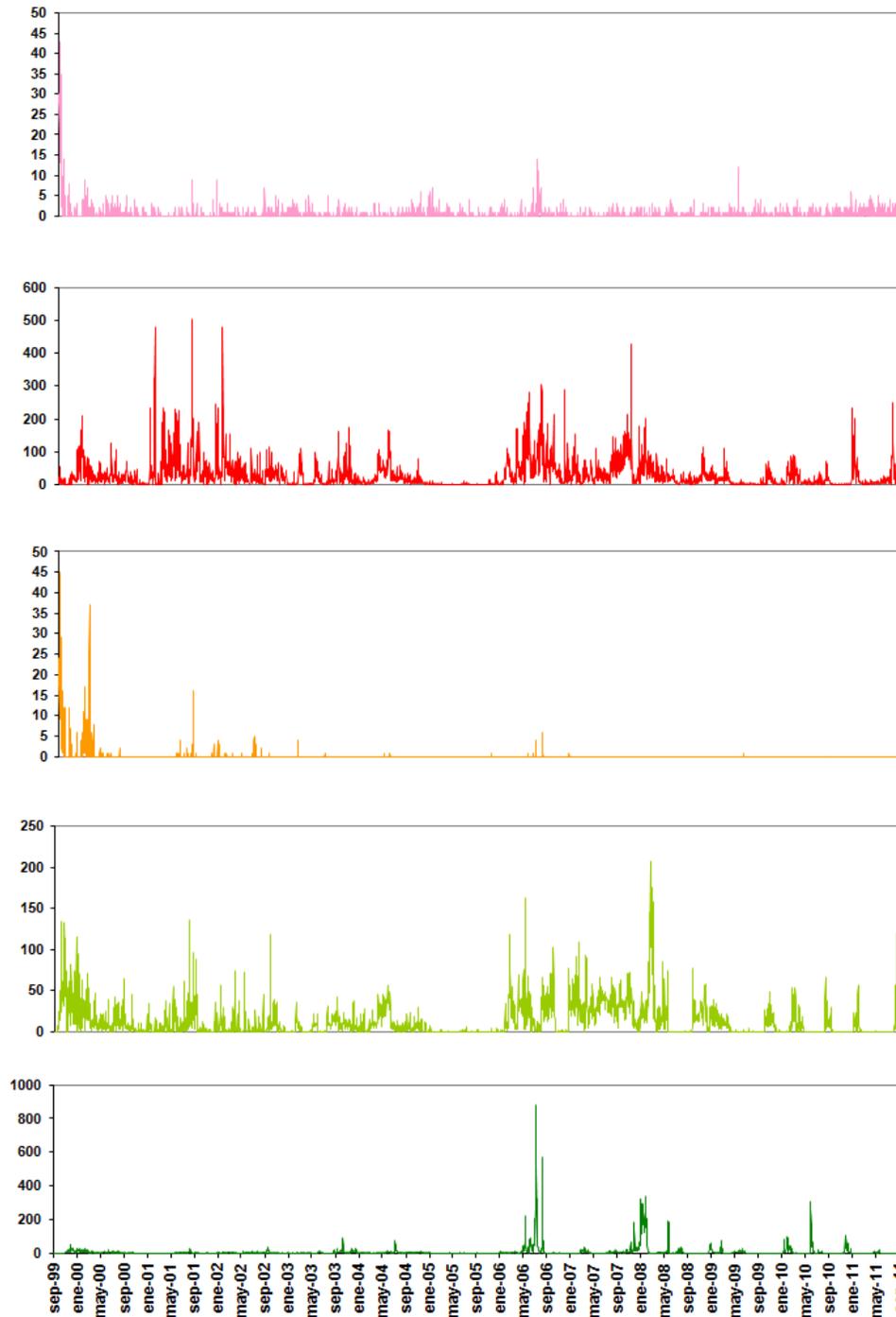
| Período                                | Sismicidad total | LP          | VT         | HB (Híbridos) | Emisiones  | Explosiones |
|----------------------------------------|------------------|-------------|------------|---------------|------------|-------------|
| 1-7 Dic. 2011                          | 212              | 210         | 2          | 0             | 230        | 45          |
| 8-14 Dic. 2011                         | 1010             | 1006        | 4          | 0             | 76         | 4           |
| 15-21 Dic. 2011                        | 282              | 275         | 7          | 0             | 18         | 0           |
| 22-31 Dic. 2011                        | 141              | 131         | 10         | 0             | 47         | 9           |
| <b>Total Dic. /2011</b>                | <b>1645</b>      | <b>1622</b> | <b>23</b>  | <b>0</b>      | <b>371</b> | <b>58</b>   |
| 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           |
| Total Feb./2011                        | 29               | 9           | 20         | 0             | 0          | 0           |
| Total Ene./2011                        | 152              | 145         | 7          | 0             | 4          | 0           |
| Total Dic./2010                        | 592              | 576         | 16         | 0             | 373        | 543         |
| <b>Promedio Diario Diciembre /2011</b> | <b>53</b>        | <b>52</b>   | <b>0.7</b> | <b>0</b>      | <b>12</b>  | <b>1.8</b>  |
| Promedio Diario Noviembre /2011        | 15.5             | 15          | 0.5        | 0             | 2.3        | 0.5         |
| Promedio Diario Octubre /2011          | 10.71            | 9.8         | 0.9        | 0             | 0          | 0           |
| Promedio Diario Septiembre /2011       | 6.17             | 5.33        | 0.83       | 0             | 0          | 0           |
| Promedio Diario Agosto /2011           | 6.39             | 5.13        | 1.26       | 0             | 0          | 0           |
| Promedio Diario Julio /2011            | 4.84             | 4.13        | 0.71       | 0             | 0          | 0           |

|                             |       |       |      |   |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|------|---|-------|-------|
| Promedio Diario Junio /2011 | 17.33 | 16.73 | 0.6  | 0 | 0.1   | 0     |
| Promedio Diario Mayo /2011  | 85.7  | 84.77 | 0.93 | 0 | 13.93 | 2.48  |
| Promedio Diario Abr./2011   | 1.07  | 0.8   | 0.27 | 0 | 4.23  | 1.77  |
| Promedio Diario Mar./2011   | 1.16  | 0.68  | 0.48 | 0 | 0     | 0     |
| Promedio Diario Feb./2011   | 1.03  | 0.32  | 0.71 | 0 | 0     | 0     |
| Promedio Diario Ene./2011   | 4.9   | 4.68  | 0.23 | 0 | 0.13  | 0     |
| Promedio Diario Dic./2010   | 19.1  | 18.58 | 0.52 | 0 | 12.03 | 17.52 |

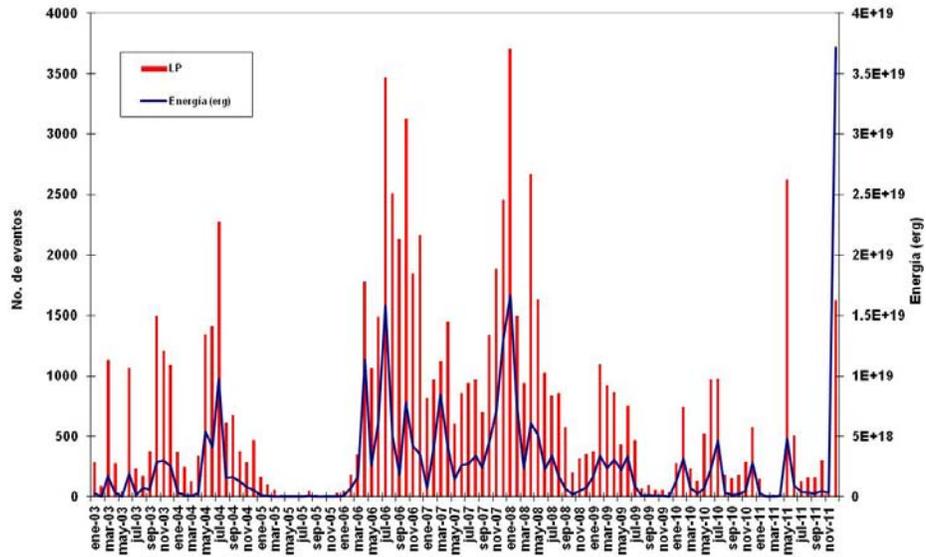
*Tabla 1. Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Diciembre 2011 y la registrada en los últimos doce meses.*



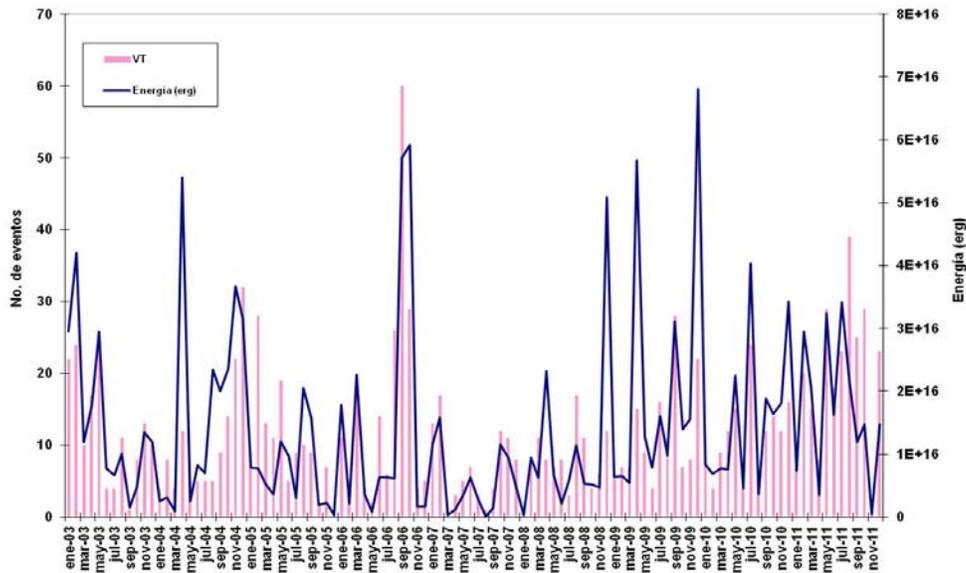
*Figura 2. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Diciembre de 1999 hasta Noviembre de 2011.*



**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 Diciembre de 2011 (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 Diciembre de 2011.*

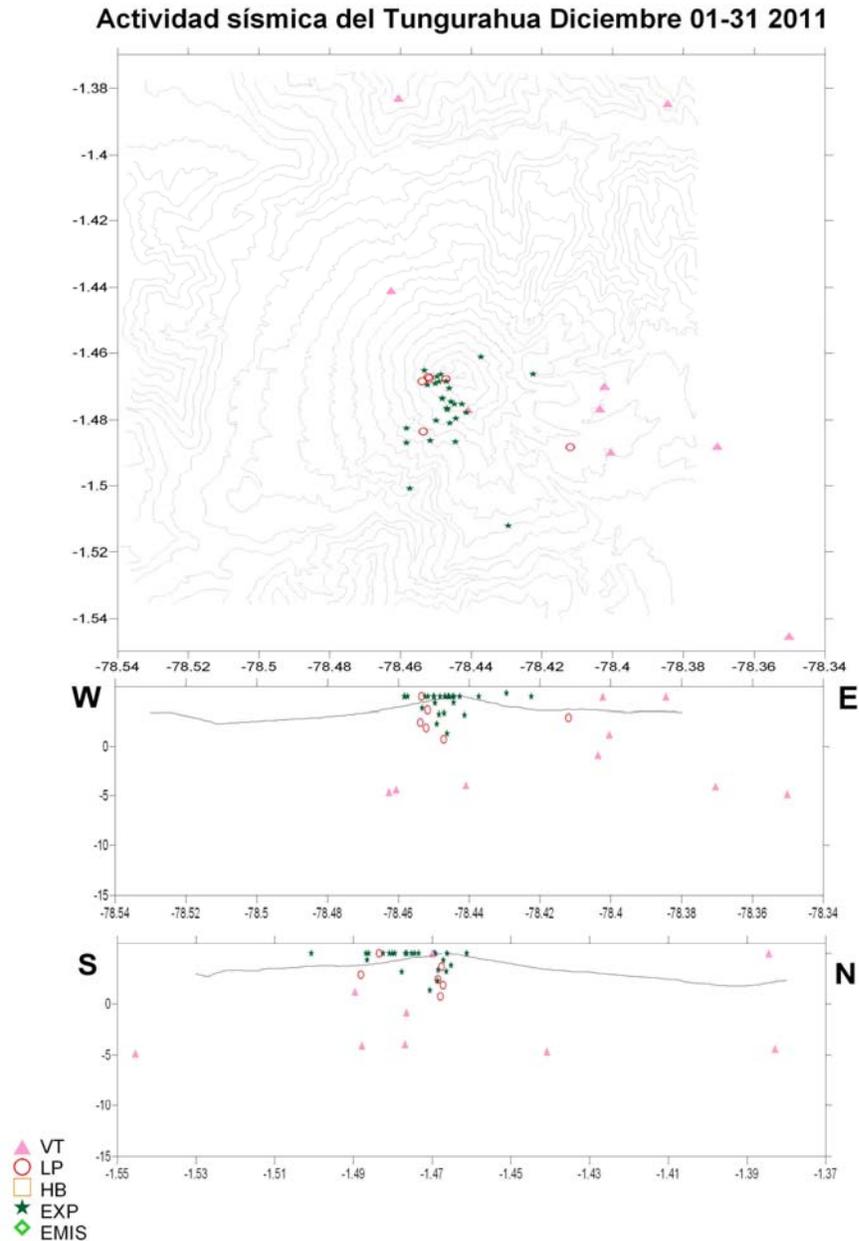


*Figura 5. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Diciembre de 2011.*

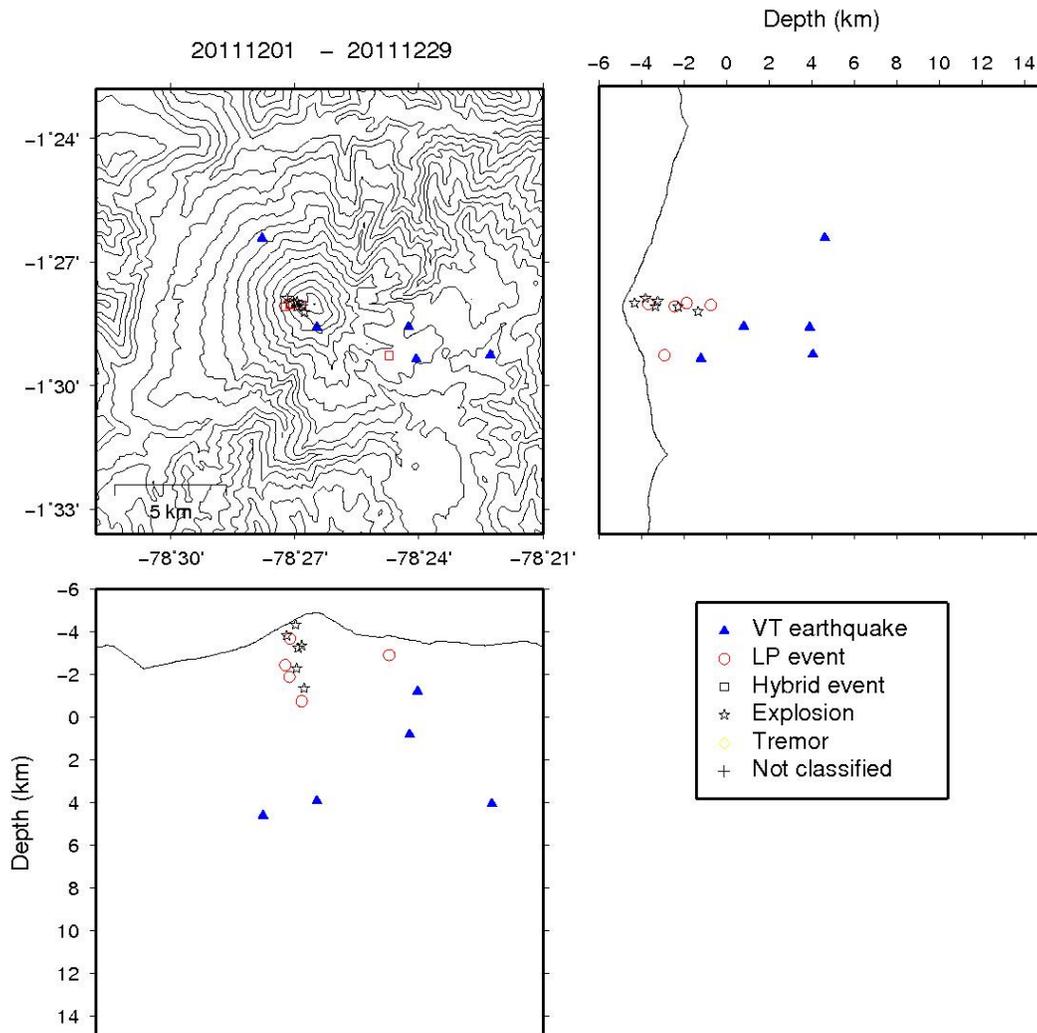


## 2.1 Localizaciones

En el mes de Diciembre, se localizaron 9 sismos VT's de las 23 señales registradas. Adicionalmente se localizó 20 explosiones, y 6 sismos LP. La sismicidad se encuentra entre 0 y 10 km bajo la cumbre, (Fig. 8).

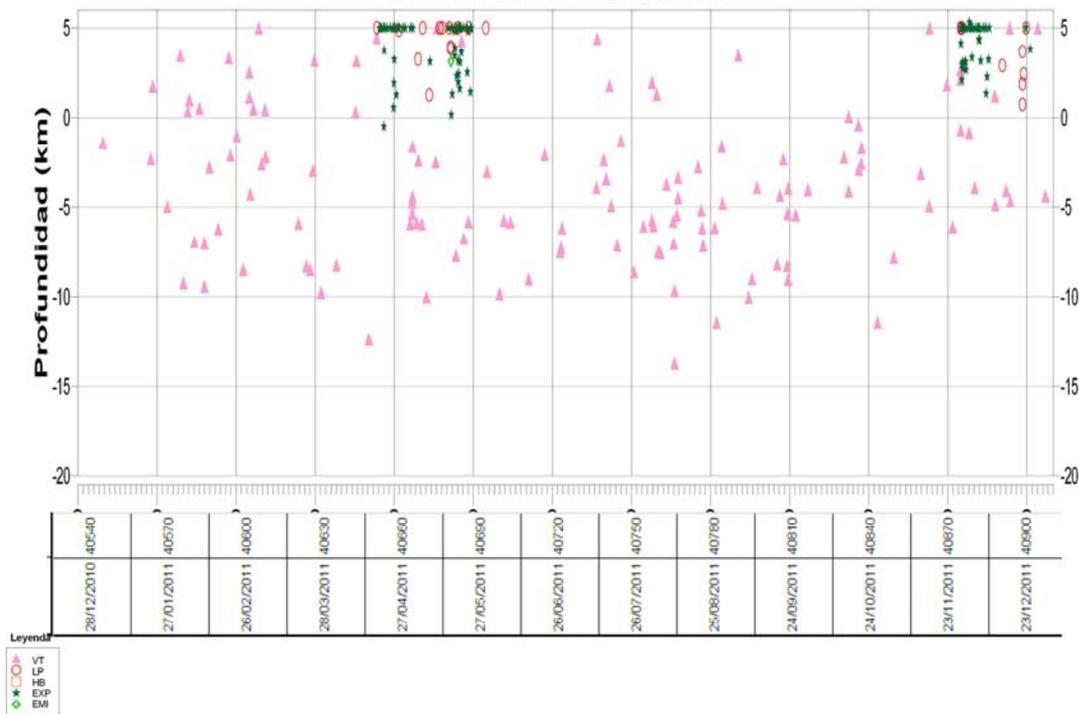


**Figura 8a.** Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Diciembre, 2011.  
Soluciones 3D

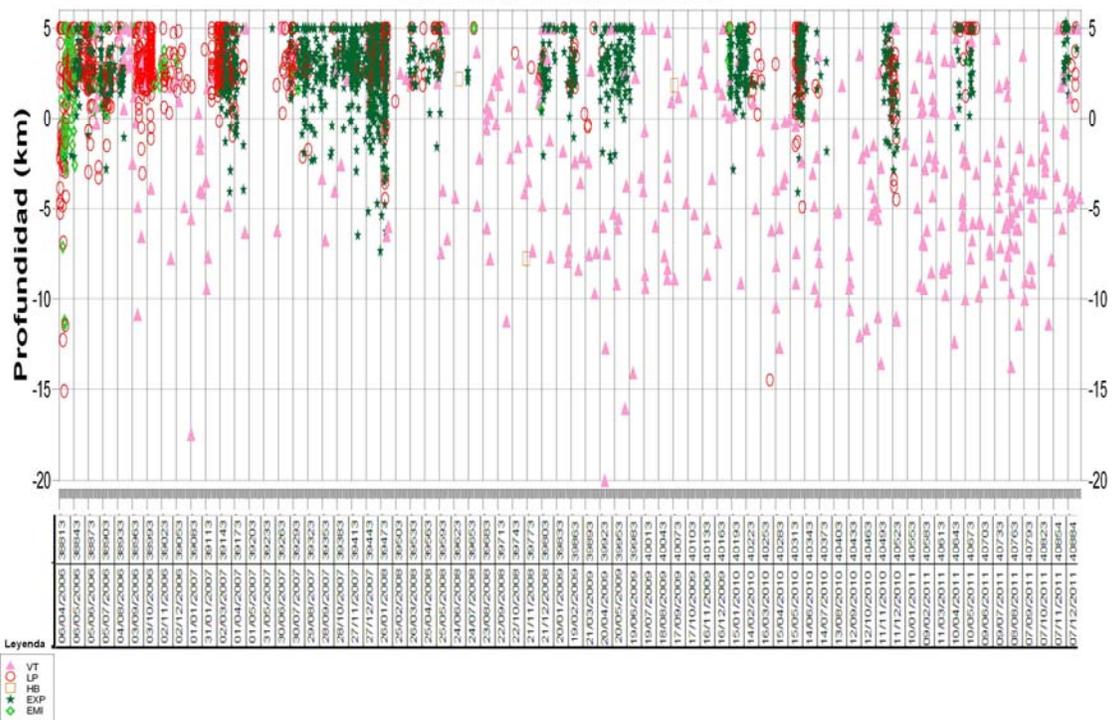


**Figura 8b.** Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Diciembre, 2011.  
Soluciones FASTHYPO

**Evolución de la actividad sísmica del Tungurahua  
01 Enero 2011 - 31 Diciembre 2011**



**Evolución de la actividad sísmica del Tungurahua  
6 Abril 2006 - 31 Diciembre 2011**



**Figura 8.c** Evolución espacio-temporal de la sismicidad del V. Tungurahua en el mes de Diciembre 2011.

## Índice de Actividad Sísmica (IAS)

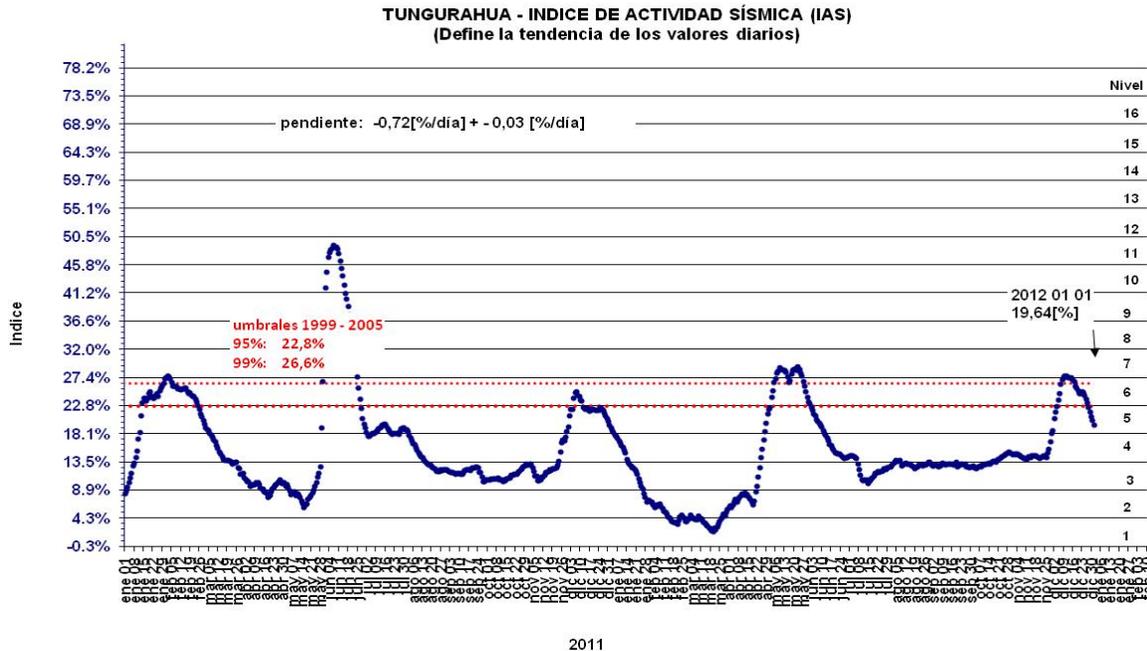
El Índice de Actividad Sísmica (IAS) es un parámetro de medida a dimensional que resume en un solo valor tanto la energía como el número de eventos de todas las señales sísmicas: explosiones, tremor, eventos de largo período, eventos híbridos y eventos volcánico-tectónicos. Los diferentes niveles de 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 Ascendente y en la primera mitad del mes de Diciembre, el volcán Tungurahua alcanzó el Nivel 5 del IAS, correspondiendo a un nivel de actividad Moderada. A partir de la segunda mitad de del mes de Diciembre, se observa un incremento en el IAS, manteniéndose en el Nivel 5, con tendencia Descendente a finales del mes. (Fig. 9b).

IAS - Nivel de Actividad Sísmica

|      |                 |                                                                                    |
|------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| >= 8 | Muy Alta        |  |
| 7    | Alta            |                                                                                    |
| 6    | Moderada - Alta |                                                                                    |
| 5    | Moderada        |                                                                                    |
| 4    | Moderada Baja   |                                                                                    |
| 3    | Baja            |                                                                                    |
| 2    | Muy Baja        |                                                                                    |
| 1    | Muy Baja        |                                                                                    |

**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 Diciembre de 2011.

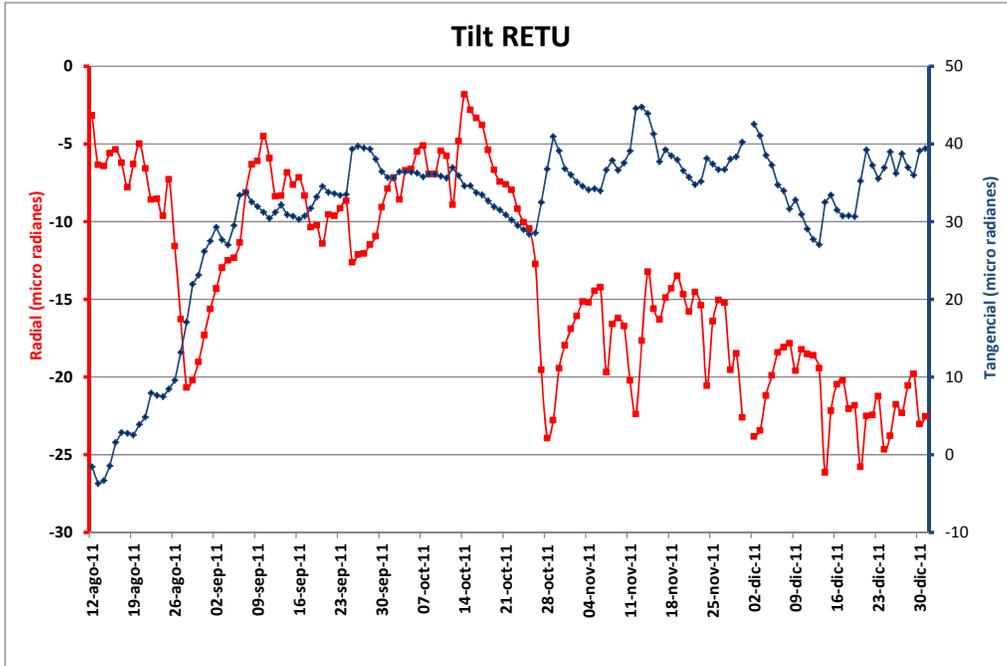


*Figura 9b. IAS desde Enero 2006 hasta finales de Diciembre de 2011.*

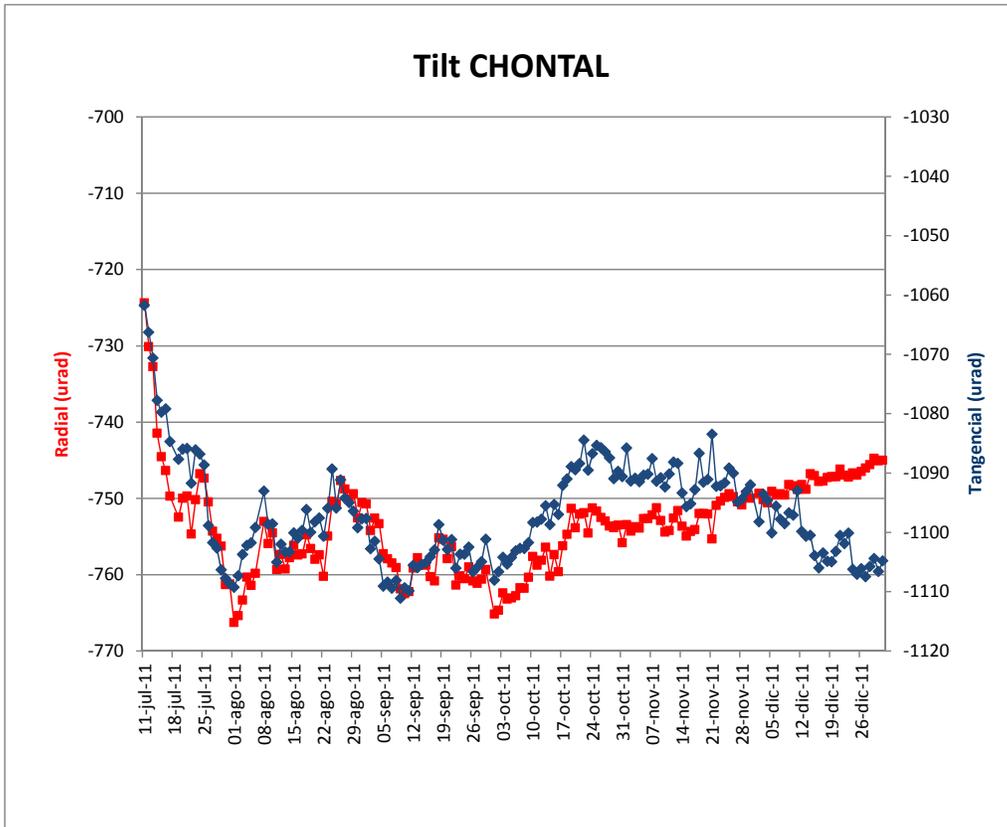
### 3. Deformación

En Diciembre, la red de inclinómetros del volcán Tungurahua registró una ligera tendencia inflacionaria en las estaciones ubicadas en el Norte y Oeste del volcán. La estación de RETU, ubicada en el flanco norte a 4000 msnm, en el eje radial no muestra variaciones importantes y más bien permaneció en el rango de -20 a -25 microradianes, mientras que el eje tangencial muestra inflación a una tasa de 0.1 microradianes/día. El inclinómetro CHONTAL muestra una tendencia inflacionaria en el eje radial a razón de 0.2 microradianes/día. La estación de PONDOA, ubicada en el flanco norte del volcán registró una tendencia inflacionaria del eje radial a razón de 0.2 microradianes/día. La estación de Bilbao, ubicada en el flanco NW registro una ligerísima inflación en el eje radial a razón de 0.03 microradianes/día. En cambio, la estación MAZON ubicada en el SW registro una deflación de 2 microradianes en el eje radial.

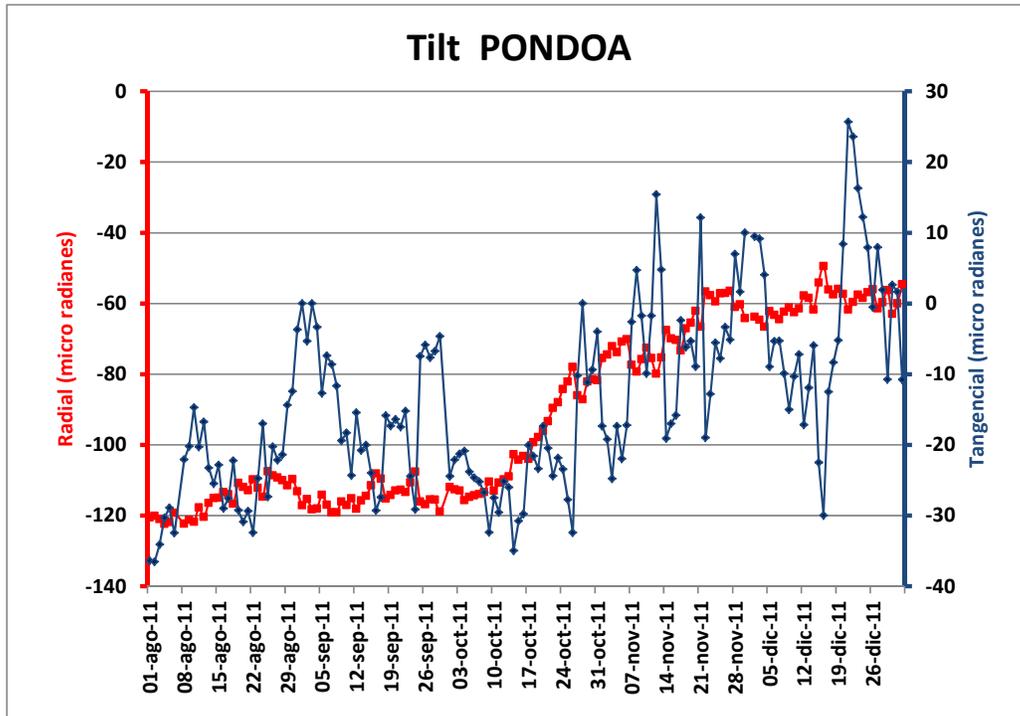
De esta manera, parece que los sismos VT ocurridos en los últimos cuatro meses estarían asociados a movimientos de magma en niveles poco profundos, que resultarían en estas ligeras perturbaciones en la deformación; y en hecho a finales de Noviembre, ocurrieron las manifestaciones de mayor actividad en superficie con explosiones y emisiones de ceniza, dentro de un estilo eruptivo del tipo estromboliano, que fue disminuyendo durante el mes de Diciembre. Las figuras 10a, 10b, 10c, y 10d muestran las series temporales de la red de inclinómetros del V. Tungurahua.



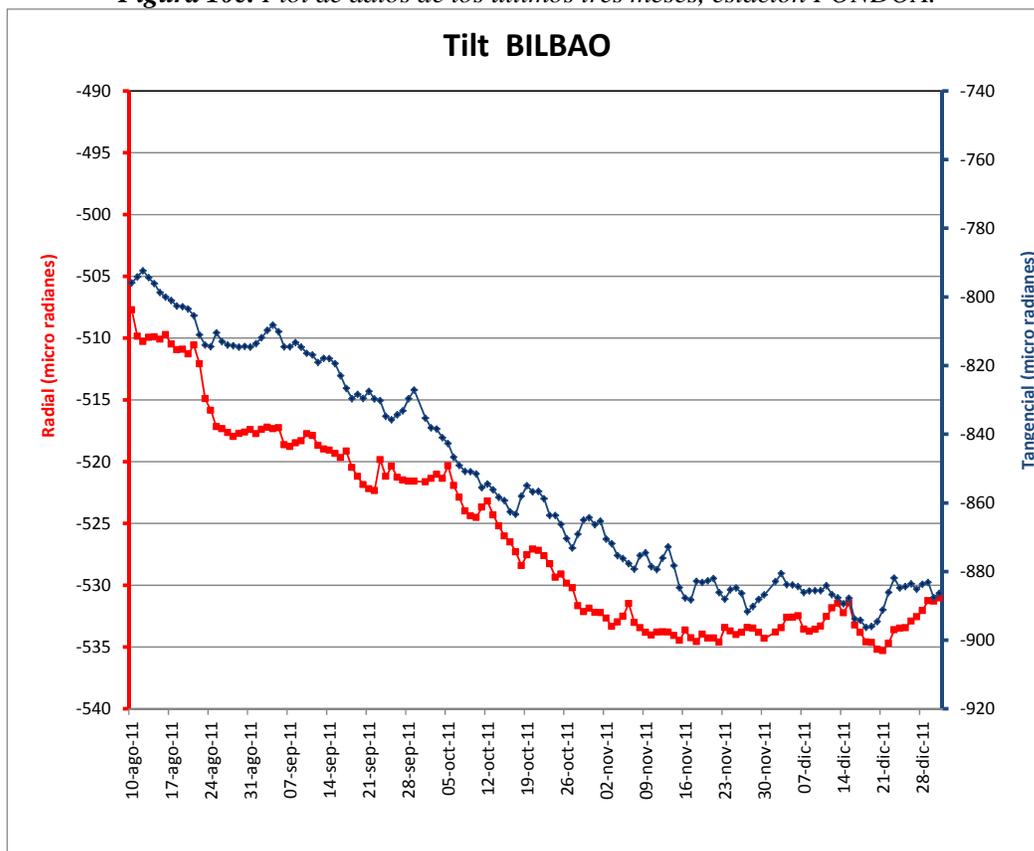
*Figura 10a. Plot de datos estación RETU.*



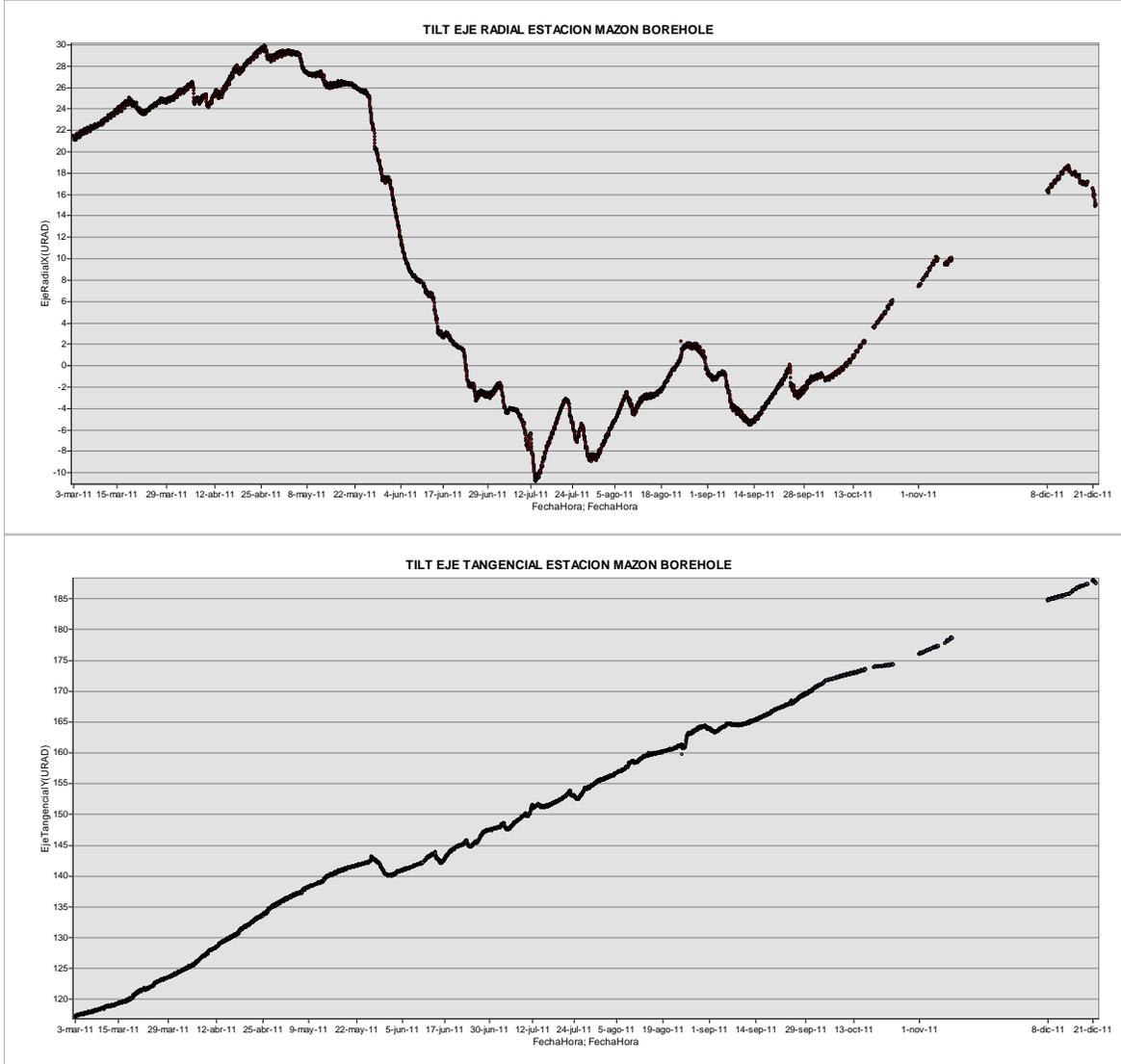
*Figura 10b. Plot de datos de los últimos tres meses, estación Chontal.*



*Figura 10c. Plot de datos de los últimos tres meses, estación PONDOA.*



*Figura 10d. Plot de datos de los últimos tres meses, estación BILBAO*



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

#### 4. Geoquímica

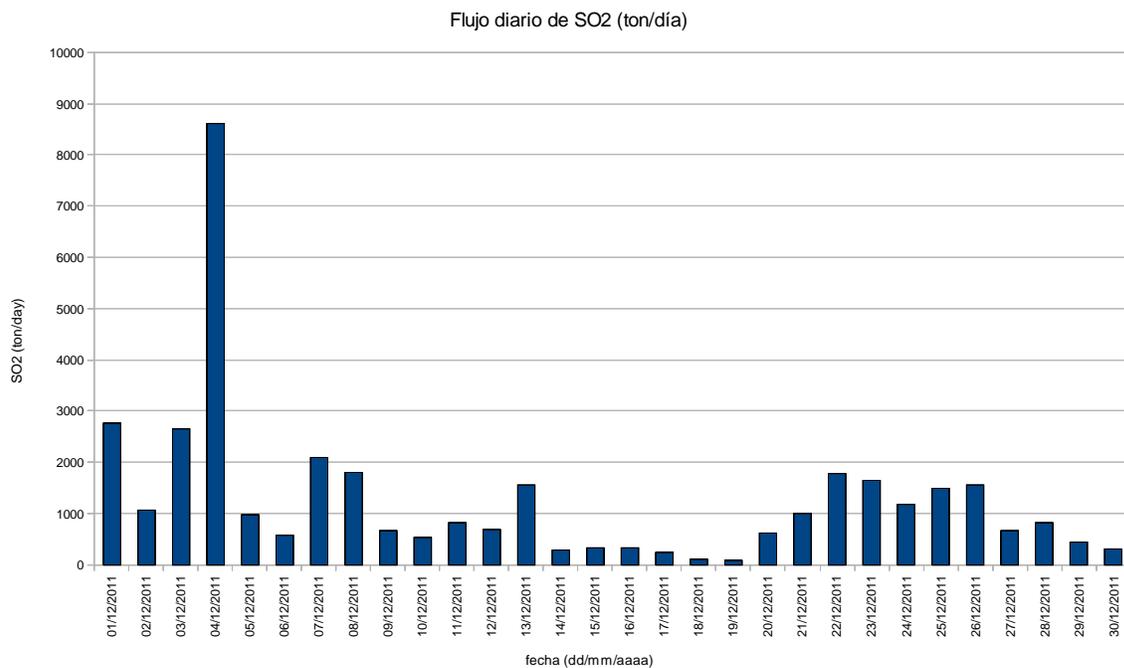
##### **Emisiones**

La medición del flujo de  $\text{SO}_2$  es un componente fundamental de la evaluación de la actividad eruptiva de los volcanes, pues da indicios directos de la presencia, volumen y tasa de ascenso del magma.

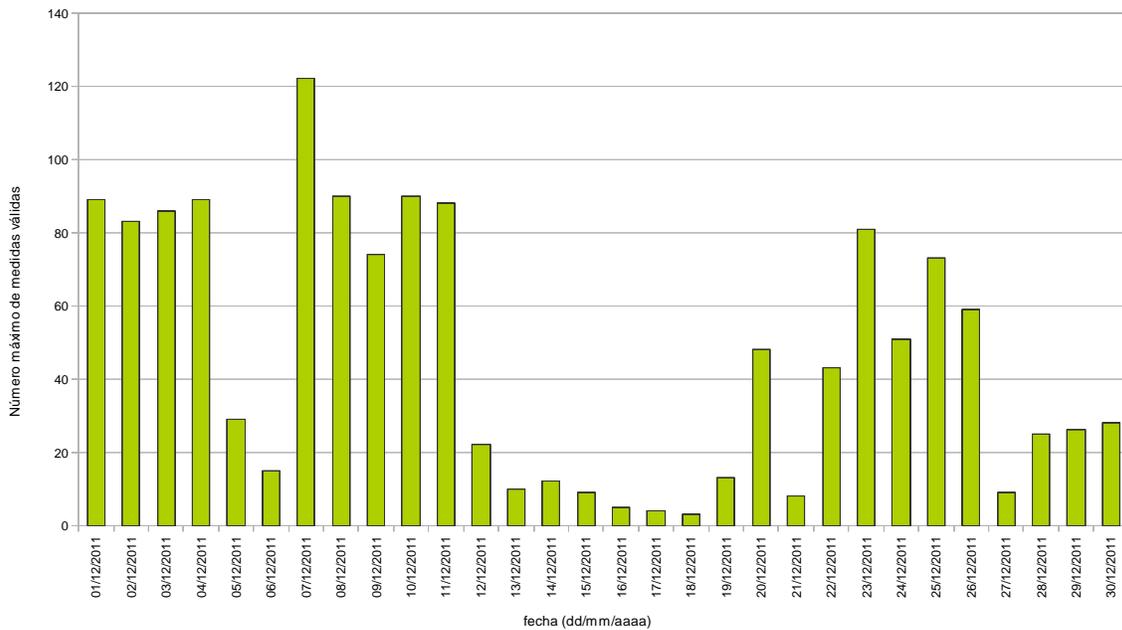
El IG-EPN cuenta con un espectrómetro de correlación (COSPEC) desde 1988, con el cual es posible medir las emisiones de  $\text{SO}_2$  volcánico cuantificando la absorción de radiación UV solar dispersada por la atmósfera debida a las moléculas del gas. Adicionalmente, opera desde el año 2004 un sistema de dos estaciones autónomas de medición remota de flujos de

SO<sub>2</sub>, 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.

En Diciembre de 2011 la emisión de gas SO<sub>2</sub> del volcán Tungurahua continuó con la emisión de aerosoles y ceniza durante todo el mes. El flujo diario de SO<sub>2</sub> tuvo un promedio de 1250 t/d. El valor máximo medido fue de 8611 el 04 de Diciembre (Fig. 11), y el volumen estimado de emisión de SO<sub>2</sub> en la atmósfera alcanza un valor de 37582 t de SO<sub>2</sub> (por 13494 toneladas en Noviembre de 2011).



Medidas Válidas para el mes de diciembre 2011



*Figura 11. (Arriba) Flujo diario de SO<sub>2</sub> emitido por el volcán Tungurahua en el mes de Noviembre de 2011. (Abajo) Número de medidas válidas para el mismo periodo.*

### Estadísticas mensuales:

Valor medio: 1250 t/d  
 Variabilidad (1 $\sigma$ ): 1560 t/d  
 Valor máximo: 8611 t/d (4 de diciembre)  
 Emisión estimada: 37582 t de SO<sub>2</sub>

## 5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

### 1.- Situación Climática

Durante el mes de Diciembre el clima fue variable y en general predominaron los días con una importante pluviosidad. Estas lluvias de moderada intensidad, generaron descenso de lahares por las quebradas del flanco norte, occidental y sur-occidental del volcán en la primera y tercera semana del mes (Fig. 12). Los depósitos acumulados de estos flujos interrumpieron el tránsito por la vía Baños-Penipe (Fig. 13). En ocasiones, la situación climática permitió observar al volcán despejado a parcialmente despejado, especialmente en las horas de la tarde.



*Figura 12.* La cámara de Juive muestra el descenso de agua lodosa en esa quebrada (NetCam, 14-Dic-2011).



*Figura 13.* Depósito del flujo de lodo que descendió por la quebrada Achupashal. El tráfico por la vía Baños-Penipe fue suspendido momentáneamente (Foto: P. Ramón, IG-EPN).

## 2.- Actividad Superficial

A partir del 27 de Noviembre de 2011 hasta el 09 de Diciembre de 2011, el volcán Tungurahua mantuvo un nivel de actividad moderado-alto, marcado por una abundante y permanente emisión de ceniza (Fig. 14), expulsión de material incandescente en forma de fuentes de lava. Esta actividad proyectaba bloques hasta una altura de 1,5 km sobre el nivel del cráter, los mismos que rodaron por todos los flancos del edificio volcánico (Fig. 15). Acompañado a esta actividad, en varias ocasiones, ocurrieron flujos piroclásticos, que descendieron por varias de las quebradas del flanco occidental del volcán aproximadamente hasta la cota de los 3500 msnm.



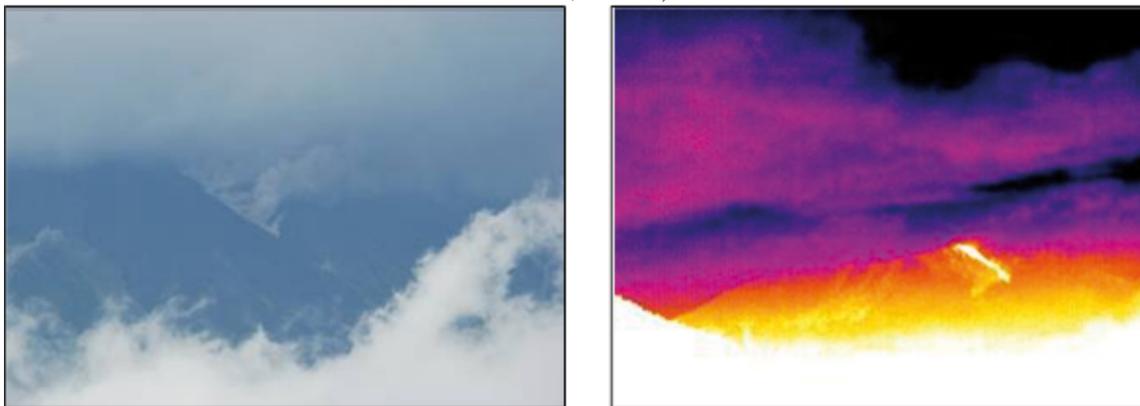
*Figura 14.* Actividad estromboliana tipo fuente de lava que proyecta material incandescente por todos los flancos del volcán (Foto: D. Andrade, IG-EPN).



*Figura 15.* Emisión continua de ceniza que por acción de los vientos tiende a dirigirse hacia el occidente del cráter (Foto: B. Bernard, USFQ).



**Figura 16.** Izquierda, volcán despejado, emisión débil de vapor que se eleva unos 500 metros sobre la cumbre y se dirige al occidente (Foto: S. Hidalgo, IG-EPN). Izquierda: Emisión de vapor de agua con dirección al sur-occidente (Foto: J. Bustillos, IG-EPN)



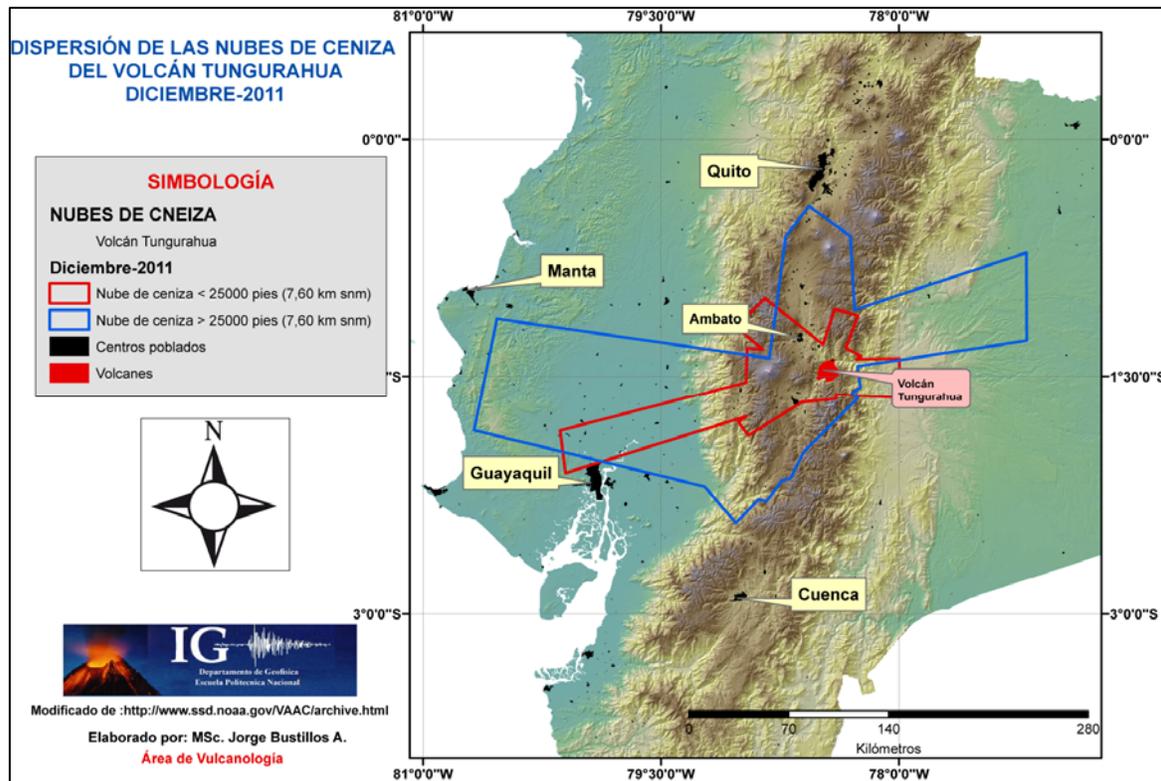
**Figura 17.** Izquierda, descenso de un flujo piroclásticos por la quebrada de Achupashal en el flanco occidental del volcán (Foto: Mercy Eras). Derecha, imagen térmica del depósito del flujo piroclástico (Foto: J. Ordoñez, IG-EPN).

Posterior al 09 de Diciembre de 2011 y en las siguientes dos semanas, la actividad superficial del volcán aparentó una relativa calma. Cesó toda emisión de ceniza, no se registraron explosiones y ni descenso de flujos piroclásticos. Durante este periodo se caracterizó por la ocurrencia de emisiones de vapor (Fig. 16). Sin embargo; el 22 de Diciembre (13h30 TL), el volcán inició un nuevo periodo explosivo. Se registraron varias explosiones de moderada a fuerte intensidad y se generaron flujos piroclásticos que descendieron por las quebradas de Achupashal y La Hacienda (flanco occidental, Fig. 17). Los flujos avanzaron hasta 2 kilómetros bajo el borde del cráter sin alcanzar zonas pobladas. Además la emisión de ceniza fue poco energética y solo alcanzó un techo máximo de 500 metros de altura y se dirigió hacia el sur-occidente y occidente del volcán. Después de la actividad explosiva del 22 de Diciembre, el volcán Tungurahua nuevamente y hasta finales de mes mantuvo un nivel bajo de actividad, caracterizado por la emisión de vapor de agua que por acción de los vientos fue dispersada hacia el NW del cráter.

### **3.- Dispersión y Caída de Ceniza:**

Las nubes de ceniza que se generaron durante el mes de Diciembre se produjeron principalmente durante los periodos de mayor actividad, desde 27 de Noviembre al 09 de Diciembre de 2011 y 22-25 de Diciembre de 2011. Estas nubes se formaron por las emisiones continuas de ceniza que alcanzaron alturas entre 2 – 6 km sobre el nivel del cráter

y que por acción de los vientos fueron distribuidas en todas direcciones. Las nubes de ceniza en este mes alcanzaron techos máximos entre 17000 pies (5,2 km) y 65000 pies (19 km) sobre el nivel del mar. Las más energéticas y de mayor dispersión se generaron durante el periodo eruptivo del 22-25 de Diciembre, alcanzando hasta 40000 pies (12 km) sobre el nivel del mar. Las nubes de mayor altura y dispersión alcanzaron a extenderse 117 km al norte; 127 km al SSO; 163 km al SE y 253 km al WNW del volcán (Fig. 18). Por otro lado las nubes de menor altura (< 25000 pies; 7,2 km snm), en su mayoría provocaron caídas importantes de ceniza media a fina en las zonas aledañas al volcán (30 km a la redonda; Tabla 2, Tabla 3; Fig. 19; Fig.20)



**Figura 18.** Dispersión de las nubes de ceniza durante el mes de Diciembre en el volcán Tungurahua (Modificado de <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html>).

| Ubicación | Población | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| N         | Ambato    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| N         | Patate    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| N         | OVT       |    |    |    |    |    |    |    |    |
| NE        | Pititig   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| NE        | Pondoa    | Bf |    |    |    |    |    |    |    |
| NE        | Chontilla |    |    |    |    |    |    |    |    |
| NNW       | Juive     |    | Gf |    |    |    |    |    |    |
| NNW       | Cusúa     | Bf |    | Bf |    |    |    |    | N  |
| NNW       | Pelileo   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| NW        | Cevallos  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| NW        | Quero     |    |    |    |    |    |    |    |    |
| NW        | Mocha     |    |    |    |    |    |    |    |    |

|     |                   |    |    |   |    |    |  |    |   |
|-----|-------------------|----|----|---|----|----|--|----|---|
| S   | Mathus            |    |    |   |    |    |  |    |   |
| SW  | Riobamba          |    |    |   |    |    |  |    |   |
| SW  | Guano             |    |    |   |    |    |  |    |   |
| SW  | La Providencia    |    |    |   |    |    |  |    |   |
| SW  | Penipe            |    |    |   |    |    |  |    |   |
| SSW | Palictagua        |    | Nf | G | G  |    |  |    |   |
| SSW | Puela             |    |    |   |    |    |  |    |   |
| SSW | Pachamillay       |    |    |   |    |    |  |    |   |
| SSW | Utuñag            |    |    |   |    |    |  |    |   |
| SSW | Capil             |    |    |   |    |    |  |    |   |
| SSW | Patacocha         |    |    |   |    |    |  |    |   |
| SSW | Bayushig          |    |    |   |    |    |  |    |   |
| E   | Ulba              |    |    |   |    |    |  |    |   |
| E   | Puntzán           | B  |    |   |    |    |  |    |   |
| E   | Río Negro         |    |    |   |    |    |  |    |   |
| E   | Río Verde         |    |    |   |    |    |  |    |   |
| E   | Río Blanco        |    |    |   |    |    |  |    |   |
| ENE | Baños             | G  |    |   |    |    |  |    |   |
| ENE | Runtún            | Bf |    | G |    | Ng |  |    |   |
| ENE | Vazcún            |    |    |   |    |    |  |    |   |
| ENE | San Vicente       |    |    |   |    |    |  |    |   |
| W   | Chontapamba       |    |    |   |    |    |  |    |   |
| W   | Yuibug            |    |    |   |    |    |  |    |   |
| W   | San Juan          | Bf |    |   |    |    |  |    |   |
| W   | Palestina         |    |    |   |    |    |  |    |   |
| W   | San Isidro        |    |    |   |    |    |  |    |   |
| W   | Santa Fe de Galán |    |    |   |    |    |  |    |   |
| W   | Motilonos         |    |    |   |    |    |  |    |   |
| WNW | Pillate           | Bf |    |   | Gf |    |  |    |   |
| WNW | Cotaló            |    |    |   |    |    |  |    |   |
| WNW | Chacauco          |    |    | B |    |    |  | Nf |   |
| WNW | Bilbao            | G  |    |   |    |    |  | Bf |   |
| WSW | Choglontús        |    |    | G |    |    |  | N  | G |
| WSW | El Manzano        | Bf |    | G |    |    |  |    |   |
| WSW | Cahuají           |    |    |   |    |    |  |    | G |
| WSW | San Andres        |    |    |   |    |    |  |    |   |

*Tabla 2: Reportes recibidos de caída de ceniza durante el periodo explosivo 01-09 de Diciembre. 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.)*

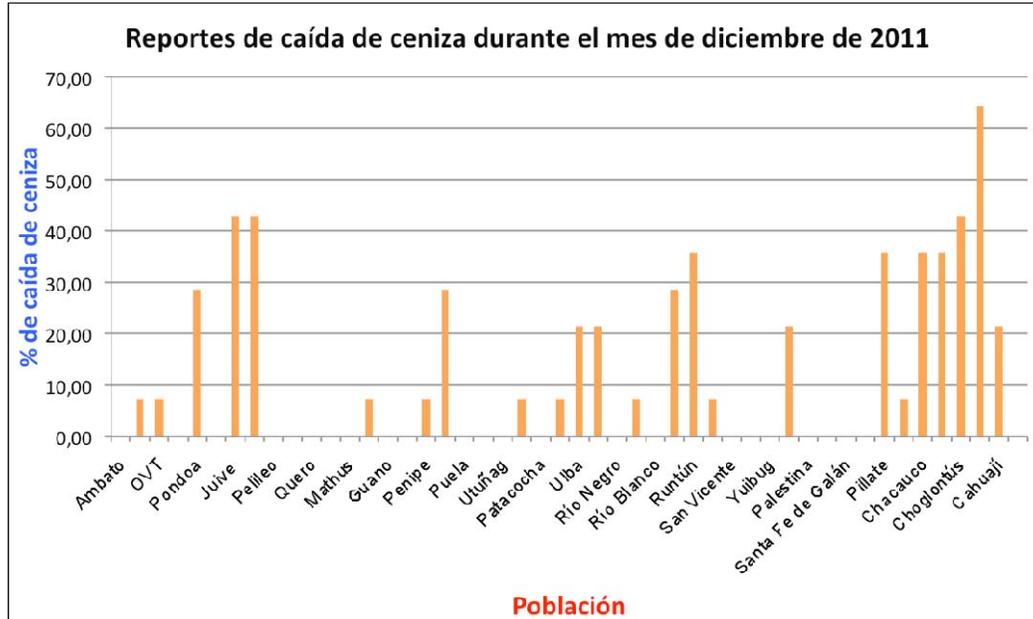
| Ubicación | Población | 22 | 23 | 24 | 15 |
|-----------|-----------|----|----|----|----|
| N         | Ambato    |    |    |    |    |
| N         | Patate    |    |    |    |    |
| N         | OVT       |    |    |    |    |
| NE        | Pititig   |    |    |    |    |
| NE        | Ponhoa    |    |    |    |    |
| NE        | Chontilla |    |    |    |    |

Teléfonos: (2) 2225-655; (2) 222-5627; Fax: (593-2) 256-7847

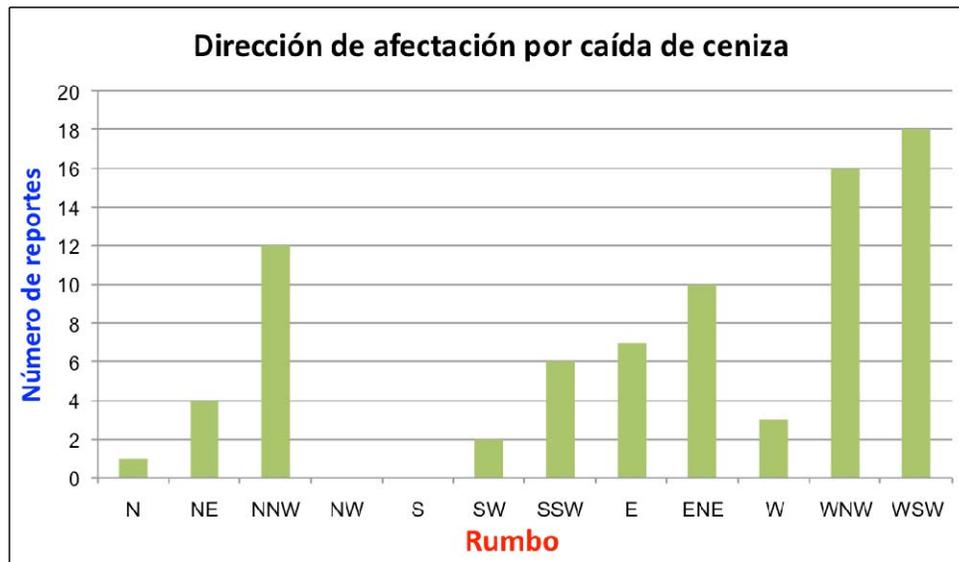
Página Web: [www.igepn.edu.ec](http://www.igepn.edu.ec); Correo Electrónico: [geofisico@igepn.edu.ec](mailto:geofisico@igepn.edu.ec)  
Dirección: Campus Ing. José Rubén Orellana - Calle Ladrón de Guevara E11-253  
Apartado Postal 2759 - Quito – Ecuador

|     |                   |    |  |    |    |
|-----|-------------------|----|--|----|----|
| NNW | Juive             | Ng |  |    |    |
| NNW | Cusúa             |    |  |    |    |
| NNW | Pelileo           |    |  |    |    |
| NW  | Cevallos          |    |  |    |    |
| NW  | Quero             |    |  |    |    |
| NW  | Mocha             |    |  |    |    |
| S   | Mathus            |    |  |    |    |
| SW  | Riobamba          |    |  |    |    |
| SW  | Guano             |    |  |    |    |
| SW  | La Providencia    |    |  |    |    |
| SW  | Penipe            |    |  |    |    |
| SSW | Palictagua        |    |  |    |    |
| SSW | Puela             |    |  |    |    |
| SSW | Pachamillay       |    |  |    |    |
| SSW | Utuñag            |    |  |    |    |
| SSW | Capil             |    |  |    |    |
| SSW | Patacocha         |    |  |    |    |
| SSW | Bayushig          |    |  |    |    |
| E   | Ulba              |    |  |    |    |
| E   | Puntzán           |    |  |    |    |
| E   | Río Negro         |    |  |    |    |
| E   | Río Verde         |    |  |    |    |
| E   | Río Blanco        |    |  |    |    |
| ENE | Baños             |    |  |    |    |
| ENE | Runtún            | G  |  |    |    |
| ENE | Vazcún            |    |  |    |    |
| ENE | San Vicente       |    |  |    |    |
| W   | Chontapamba       |    |  |    |    |
| W   | Yuibug            |    |  |    |    |
| W   | San Juan          |    |  |    |    |
| W   | Palestina         |    |  |    |    |
| W   | San Isidro        |    |  |    |    |
| W   | Santa Fe de Galán |    |  |    |    |
| W   | Motilones         |    |  |    |    |
| WNW | Pillate           | G  |  |    |    |
| WNW | Cotaló            |    |  |    |    |
| WNW | Chacaucó          | Rg |  |    |    |
| WNW | Bilbao            |    |  |    |    |
| WSW | Choglontús        |    |  | Nf |    |
| WSW | El Manzano        | R  |  |    | Nf |
| WSW | Cahuají           |    |  |    |    |
| WSW | San Andres        |    |  |    |    |

**Tabla 3:** Reportes recibidos de caída de ceniza durante el periodo explosivo 22-26 de Diciembre. 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.)



**Figura 19.** Reportes de caída de ceniza en el mes de Diciembre reportados por el personal de vigías del volcán. Nótese que las poblaciones más afectadas fueron Pillate, Choglontús, El Manzano



**Figura 20.** Dirección de afectación por caída de ceniza durante el mes de Diciembre. Nótese que las zonas de mayor afectación fueron al NNW, WNW y WSW del volcán Tungurahua.

**4.- Cuantificación de la Caída de Ceniza y Material sólido emitido:**

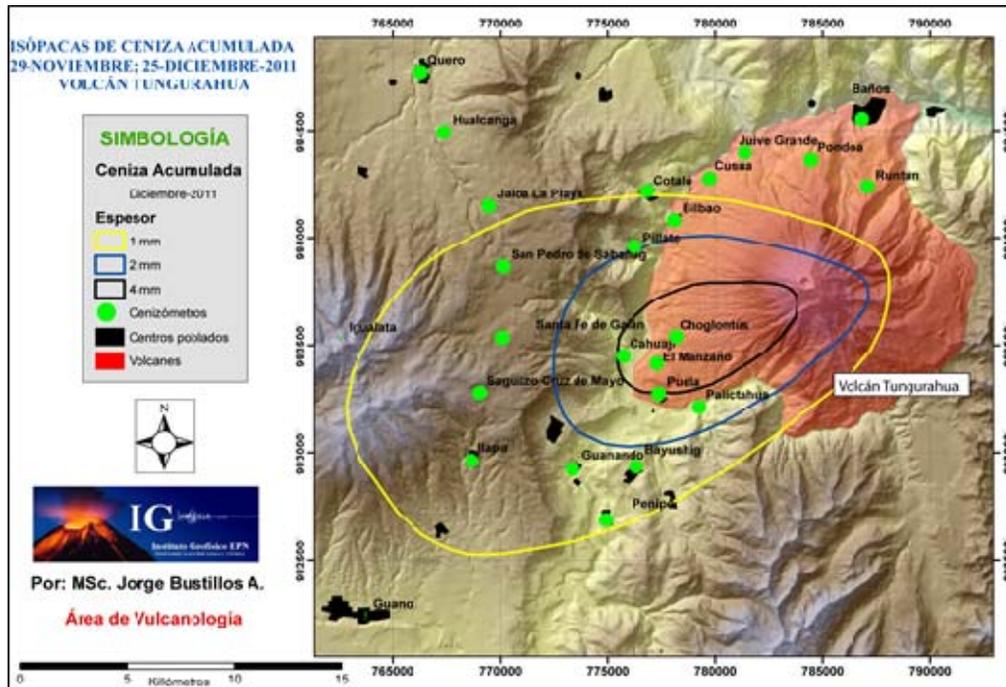


Figura 21. Mapa de isópacas de ceniza acumulada durante el 29 de Noviembre al 25 de Diciembre de 2011.



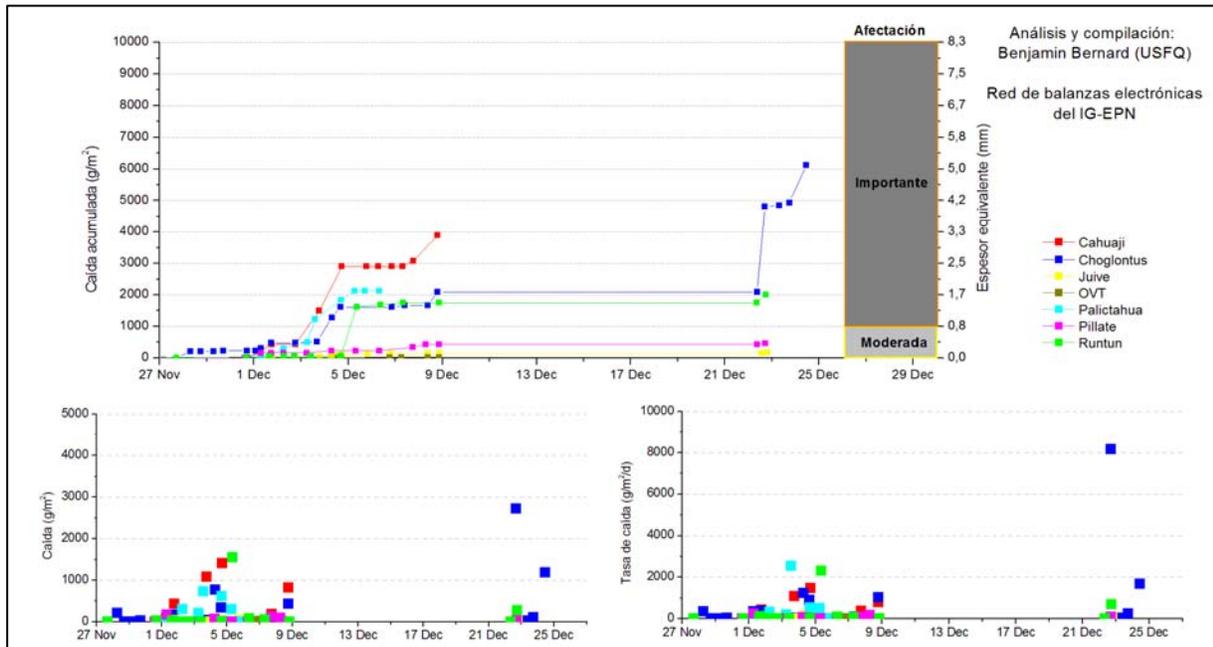
Figura 22. Volumen acumulado de material sólido emitido por el volcán Tungurahua. En la fase Noviembre-Diciembre de 2011 según el modelo desarrollado por Bustillos (2010) se ha cuantificado 4,3E06 m³ de material sólido emitido.



**Figura 23.** Afectación por caída de ceniza en el sector de Choglontús, durante el periodo eruptivo 29 de Noviembre-25 de Diciembre de 2011 se registró un acumulado de 4 mm de ceniza. Nótese la devastación total de los cultivos (Foto: L. Troncoso, IG-EPN).

Durante el recorrido y estudios de campo realizado por el personal del Instituto Geofísico el 27 de Diciembre de 2011, se evidenció que desde el 29 de Noviembre al 25 de Diciembre de 2011 se registró una importante caída de ceniza. Esta caída de ceniza, principalmente afectó a las zonas ubicadas en los flancos WNW y WSW del volcán (Fig. 21). Con la ayuda de métodos directos para la cuantificación de caída de ceniza se pudo calcular un volumen acumulado de  $1,12 \times 10^6 \text{ m}^3$  de ceniza, los cuales se distribuyeron con espesores aproximados de 3-4 mm en los sectores de Choglontús, El Manzano y Cahuaji (Fig. 21); y 2-3 mm de acumulación en los sectores como Puela, Guanando y Bayushig (Fig. 21). Ahora bien, aplicando la calibración para estimar la cantidad de material sólido emitido por el volcán (Ruiz 2006) se estimó un volumen de  $4,3 \times 10^6 \text{ m}^3$  de ceniza (Fig. 22). Aplicando este mismo modelo para el periodo 22-25 de Diciembre de 2011 el volumen estimado es de  $2,3 \times 10^6 \text{ m}^3$  de material sólido emitido. Este material fue expulsado a un caudal  $Q = 6,7 \text{ m}^3/\text{seg}$ , con un volumen de ceniza en cada evento de  $4300 \text{ m}^3$ , los cuales lograron generar columnas eruptivas de hasta 11000 metros sobre el nivel del mar.

Como resultado de la gran cantidad de ceniza emitida por el volcán, en poblaciones como las ubicadas hacia el W, WSW y SW la afectación fue con pérdida total de los cultivos y pastizales (Fig. 23; Fig. 24).



**Figura 24.** Resultados del análisis de la red de balanzas electrónicas del OVT-IG-EPN, en donde se observa que el sector de Choglontús, Cahuají; Palictahua y Runtún presentan una afectación importante por la caída de ceniza.

## Lahares del volcán Tungurahua durante Diciembre de 2011

El mes de Diciembre, las condiciones climáticas fueron adversas durante la mayor parte del mes. La mayor parte del tiempo el clima fue nublado pero las lluvias no fueron tan frecuentes, aunque sí fueron intensas en ciertas ocasiones.

La actividad eruptiva del V. Tungurahua fue variable en este período, a partir de su reactivación el 27 de Noviembre, el volcán mantuvo un nivel de actividad alto hasta el día 9 de Diciembre. Desde esta fecha la actividad a nivel superficial fue baja durante dos semanas y el jueves 22 se incrementó nuevamente. En los dos períodos ocurrieron fases explosivas que generaron constantes emisiones de gases y ceniza y ocasionalmente flujos piroclásticos. Por lo tanto existe una gran cantidad de material piroclástico suelto que sería una fuente potencial de lahares con lluvias intensas.

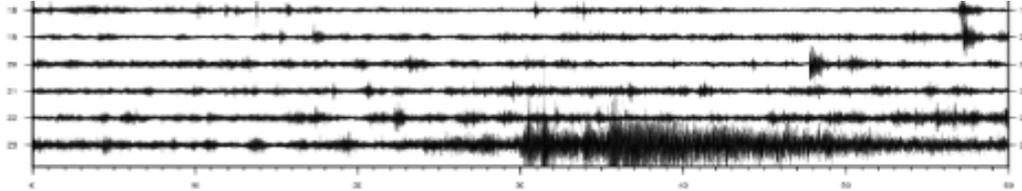
A continuación se resume los principales eventos, en base a los informes semanales del OVT:

### Jueves 01

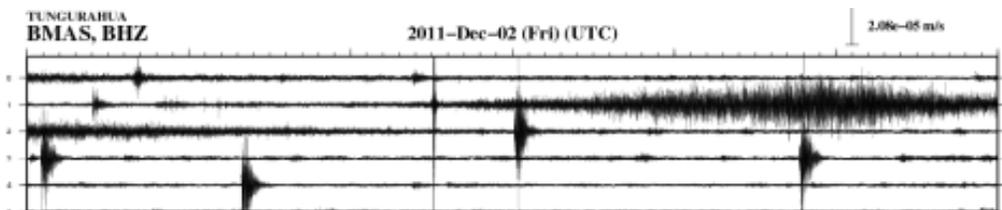
Durante la tarde y noche de este día ocurrieron lluvias de moderada y alta intensidad sobre el volcán, especialmente en el suroccidente del cono. Desde las 17h45 (TL) empezó la alta frecuencia en la estación Masón (banda ancha) y el AFM de Mapayacu incrementó los valores de HB hasta alcanzar 3540. Estas anomalías estuvieron asociadas a un lahar que descendió por la quebrada Mapayacu.

Cerca de las 20h20 (TL) se registró nuevamente la alta frecuencia en la estación sísmica de Masón como producto de otro lahar en el mismo drenaje. Durante este período de lluvias también se registraron ligeros incrementos de valores HB en las estaciones AFM de Pondoá

y Vazcún. A las 19h40 (TL) el personal de turno del OVT comunicó este acontecimiento a la SNGR-Baños para que tomen las medidas respectivas.



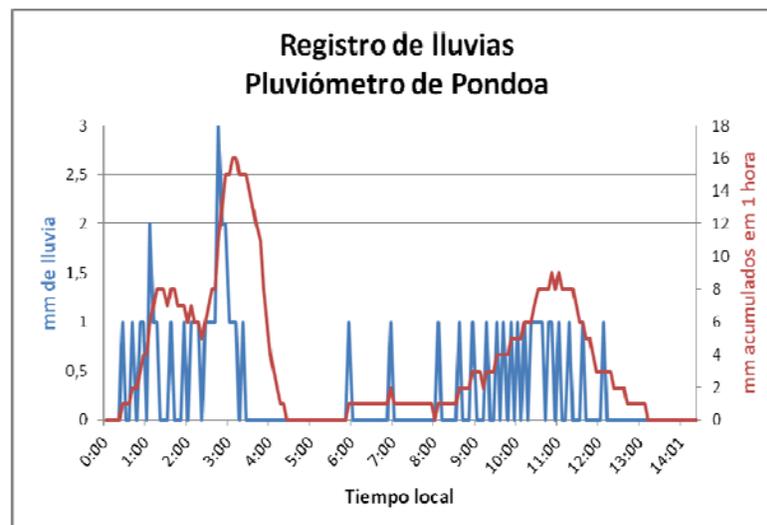
*Figura 25. Registro sísmico de alta frecuencia en la estación BB-Mas del 01/12/2011 (TU).*



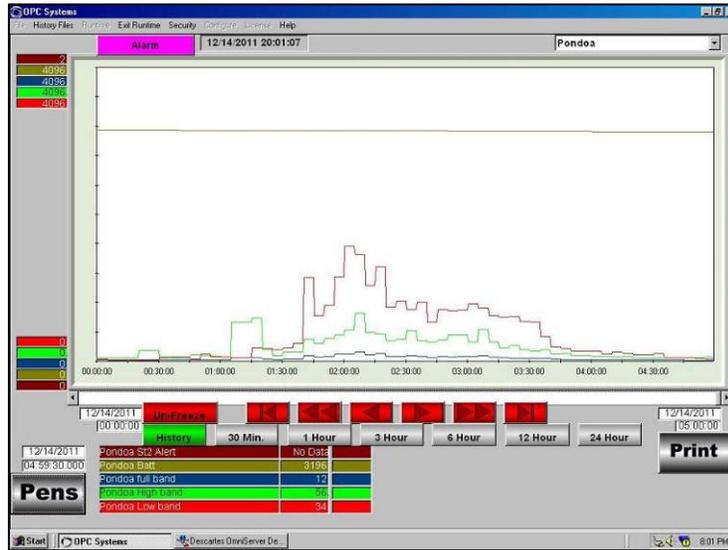
*Figura 26. Registro sísmico de alta frecuencia en la estación BB-Mas del 02/12/2011 (TU).*

### **Miércoles 14**

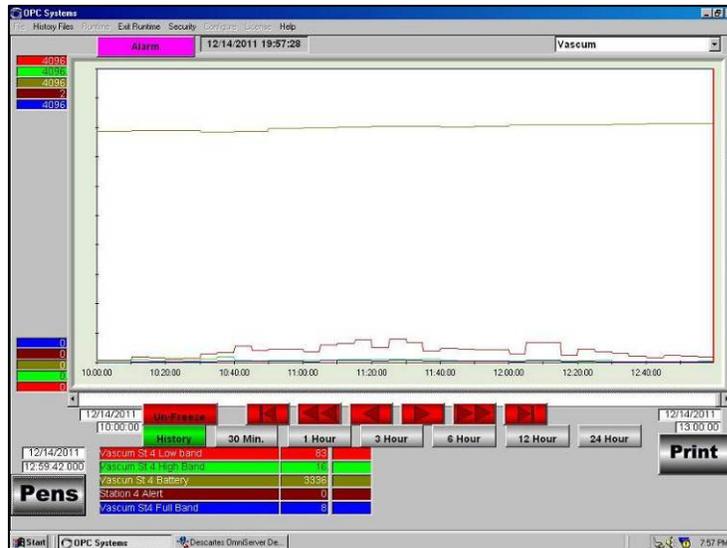
Desde la media noche empezaron lluvias de baja intensidad pero que incrementaron alrededor de las 02h00 (TL). A esta hora se observó en la estación AFM-Pondoa que los valores LB aumentaron a un valor de 1600 unidades y simultáneamente también comenzó a registrar alta frecuencia las estaciones de Retu y Juive de período corto. Se intentó comunicar con el personal de la SNGR-Baños pero no hubo repuesta. Posteriormente los detectores de lahares de Vazcún, Ulba y Mapayacu también registraron los descensos de agua lodosa por las quebradas respectivas.



*Figura 27- Registro de lluvias en el pluviómetro de Pondoa y lluvia acumulada por hora, entre las 00:00 y las 14:00*



*Figura 28. Registro de los valores AFM en la estación de Pondoá.*



*Figura 29. Registro de los valores AFM en la estación de Vascum.*

### **Lunes 09**

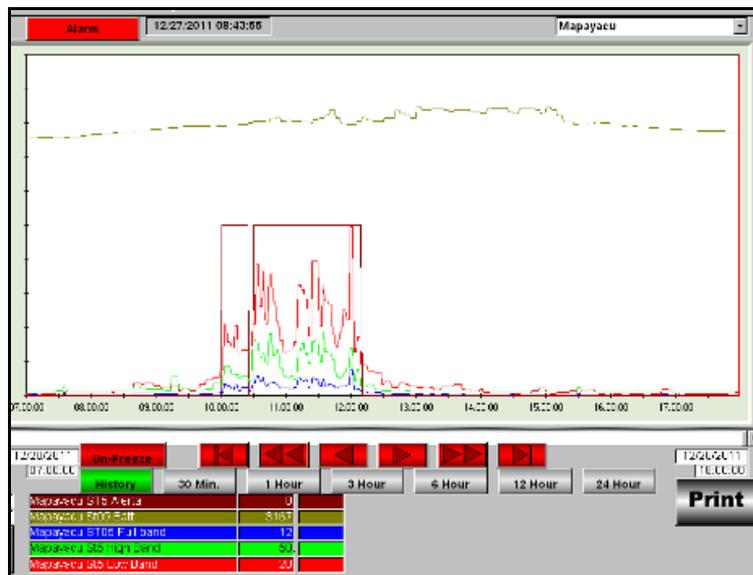
Lluvias de moderada intensidad ocurrieron durante la mañana del día 09. A las 10h15 reportaron desde Chacauco que se escucha ruidos fuertes en zona alta en las quebradas Pingullo y Achupashal. Pocos minutos más tarde los vigías de Chacauco y de Cusúa informaron que efectivamente bajó un lahar por la quebrada Achupashal y acarrió bloques de 20 cm de tamaño. Un lahar de dimensiones menores descendió por la quebrada Pirámide. Cerca de las 11h00 (TL) se avisó a Hidroagoyán sobre estos sucesos. A las 14h00 se efectuó una inspección de las quebradas occidentales del volcán por parte del personal del OVT y se confirmó lo indicado por los vigías en la quebrada Achupashal y Pirámide. El resto de quebradas no presentan novedades respecto a los lahares.



*Figura 30. Por la Q, Achupashal descendió un pequeño flujo de lodo interrumpiendo la vía momentáneamente (Foto: P. Ramón-OVT/IG)*

**Martes 20**

Aproximadamente desde las 09h00 (TL) empezó a registrarse en el AFM-Mapayacu incremento de valores en el canal HB, pero a las 10h00 ocurrió una alerta de lahar que duró casi hasta las 14h00. A las 11h00 el vigía de El Manzano reportó que el lahar acarrea bloques de 1 m de tamaño.



*Figura 31. Registro de los valores AFM en la estación de Mapayacu.*

**Miércoles 21**

Durante la madrugada ocurrió un lahar pequeño que fue registrado por el AFM de Pondoá que duró desde las 01h30 hasta las 03h30 (TL).



## INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

### 6. Conclusiones

La actividad eruptiva que empezó a finales de Noviembre, se intensificó durante el mes de Diciembre, el volcán intensificó su actividad volcánica, la que se inició a finales de Noviembre. La sismicidad total resultó en 1645 eventos sísmicos, mayormente LP, mientras que el número de sismos VT, 23 registrados, fue ligeramente mayor que el mes anterior, y posiblemente estén relacionados con pequeñas intrusiones de magma hacia niveles poco profundos. Adicionalmente, se registró 58 explosiones y 371 emisiones. El IAS tiene un nivel 5. Sin embargo en la segunda mitad de Diciembre el volcán empezó a disminuir su actividad, lo que reflejó una tendencia Descendente del IAS.

En coherencia con la actividad volcánica, también se observó un incremento en el flujo diario de  $\text{SO}_2$  a un promedio de 1250 t/d. El valor máximo medido fue de 8611 el 04 de Diciembre, y el volumen estimado de emisión de  $\text{SO}_2$  en la atmósfera alcanza un valor de 37582 t de  $\text{SO}_2$ , casi tres veces el valor registrado en Noviembre, 13494 t. Por otra parte, la red de inclinómetros del volcán Tungurahua registró una ligera tendencia inflacionaria en las estaciones ubicadas en el Norte y Oeste del volcán, mientras que la estación Mazón al SW indica una deflación en su eje radial. Esta ligera tendencia inflacionaria se debería a la presión interna del volcán, indicando que el sistema aun está presurizado y es coherente con la ocurrencia de sismos VT. Las condiciones climáticas en Diciembre, no fueron favorables y predominaron días nublados y lluvias en la región, lo que provocó la generación de flujos de lodo por las quebradas occidentales del volcán, interrumpiendo la vía Baños –Penipe, en el cruce con las quebradas.

La actividad e nivel superficial consistió de explosiones y emisiones de ceniza, que generaron columnas eruptivas de hasta 1.5 km snc y fueron dispersas en todas las direcciones, con una mayor frecuencia al W y SW del volcán, afectando las actividades agrícolas de las poblaciones asentadas en esas direcciones. Se destaca la generación de flujos piroclásticos pequeños, que descendieron por las quebradas del Oeste del volcán y alcanzaron la cota de 3500 msnm, sin afectar a las comunidades asentadas más abajo. El volumen de material emitido se estimó en al menos 4.2 millones de  $\text{m}^3$ .

De esta manera, parece que los sismos VT ocurridos en Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre estarían asociados a movimientos de magma en niveles poco profundos y resultarían en estas ligeras perturbaciones en la deformación y que desde finales de Noviembre y en Diciembre se observó un incremento en la actividad superficial, de esta manera el volcán se encuentra en un episodio de mayor actividad, con un estilo eruptivo del tipo estromboliano.

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.



# INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

## Grupo de sismología

Guillermo Viracucha [gviracucha@igeqn.edu.ec](mailto:gviracucha@igeqn.edu.ec)  
Liliana Troncoso [ltroncoso@igeqn.edu.ec](mailto:ltroncoso@igeqn.edu.ec)

## Grupo de vulcanología

Gorki Ruiz [gruiz@igeqn.edu.ec](mailto:gruiz@igeqn.edu.ec)  
Jorge Bustillos [jbustillos@igeqn.edu.ec](mailto:jbustillos@igeqn.edu.ec)  
Jorge Ordóñez [jordonez@igeqn.edu.ec](mailto:jordonez@igeqn.edu.ec)  
Daniel Pacheco [dpacheco@igeqn.edu.ec](mailto:dpacheco@igeqn.edu.ec)  
Silvana Hidalgo [shidalgo@igeqn.edu.ec](mailto:shidalgo@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, 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 Enero de 2012 – Quito/gr