

Resumen Mensual

Actividad del Volcán Tungurahua- Diciembre del 2004 Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe



1. Síntesis General de la Actividad

Durante el mes de Diciembre, el Volcán Tungurahua, continuó experimentando un incremento en su actividad volcano-tectónica (VT) de carácter profundo y distal, sin que por ello se reflejara un cambio notorio en el dinamismo superficial del volcán. La actividad superficial del volcán se ha caracterizado por la presencia casi permanente de emisiones de gases, vapor y ocasionalmente ceniza. Además, ocurrieron pocas explosiones (+/- 1 evento/día) de baja energía, los ruidos generados han sido denominados de tipo "jet" y los cañonazos provocados por las explosiones han sido moderados. Las nubes de ceniza generadas alcanzaron alturas entre 0.5 y 3 km sobre el nivel de la cumbre y fueron disipadas hacia el N, W, SW y SE del volcán. Se reportaron ligeras caídas de ceniza en Puela, OVT, y la parte alta del cono.

Dentro de la sismicidad, se destacan los sismos VT ocurridos en la mitad y en la última semana de este mes, el más grande de ellos con una magnitud de coda de 2.58 el día 21. Estos eventos probablemente están relacionados con el ingreso de un magma muy desgasificado que hasta el momento no ha causado mayores perturbaciones en el sistema superficial. Las manifestaciones en superficie, en el mes de Diciembre, se han caracterizado por un incremento en el número de emisiones y vale la pena resaltar que el volcán mantiene una actividad que se piensa es de conducto abierto, es decir la salida de los gases y vapor es constante y de alguna manera relacionada con la actividad LP y/o tremórica del volcán.



Las medidas de SO₂, mediante el método de DOAS durante el mes alcanzaron un valor de 1285 ton/día. Debido a que las plumas han tenido rumbos variables y principalmente al SSW, es factible que este valor representa al menos un valor mínimo y que es coherente con el nivel bajo a moderado de actividad volcánica.

2. Sismicidad:

Tabla 1. Resumen de las estadísticas de actividad sísmica registrada durante los últimos tres meses.

Fecha/ Semana	SISMICI DAD TOTAL	LP (Largo período)	VT (Volcano- tectónico)	Emisión	EXP (Explosion es)	HB (Híbridos)
29 Nov-05 Dic	113	110	3	35	11	0
06-12Dic	104	97	7	60	4	0
13-19 Dic	215	213	2	77	3	0
20-26 Dic	106	98	8	26	1	0
27Dic 04-02 Enero 2005	80	68	12	56	10	0
Total de Diciembre/04	574	544	30	238	21	0
Total de Noviembre/04	304	281	23	119	92	0
Total de Octubre/04	404	390	14	168	53	0
Promedio diario Diciembre/2004	19	18	1	8	1	0
Promedio diario Noviembre/2004	10	9	1	4	3	0
Promedio diario Octubre/2004	13	13	0.5	5	2	0

En Diciembre del 2004 el número total de eventos subió a 574, lo que representa un incremento del 53% en comparación con el mes pasado (Tabla 1; Figs. 1a/b y 2).

Por otra parte, los sismos VT tuvieron un nivel ligeramente mayor en comparación con el mes de Noviembre, registrándose 30 eventos, es decir, casi dos veces mayor a lo registrado en Octubre (Fig. 3). Parte de estos eventos al principio del mes fueron de carácter superficial y durante mitad del mes de Diciembre fueron más profundos y distales (más de 6 km de distancia respecto al cráter y entre 8 y 15 km de profundidad). Ya hacia fines del mes los eventos fueron de más profundos a superficiales en cuestión de solo 3 días, se pudo observar una variación hipocentral desde eventos a 15 km de profundidad hasta eventos a 3 km. Es importante mencionar que este incremento en la actividad VT se viene observando desde el mes de Octubre. Por otra parte, no se registraron eventos híbridos (HB).

El número de explosiones en Diciembre se redujo al 23% con respecto al mes de Noviembre, y se mantuvo en niveles de energía similares a lo ocurrido en el mes de Agosto del 2004 (Fig. 4). La energía de estas explosiones se mantuvo en niveles bajos (Fig. 7a).

El número de emisiones subió un 50% en comparación con lo registrado en el mes anterior (Tabla 1). Respecto al mes de Octubre el número total de emisiones quedó en niveles un poco más altos (Fig 6) y en cuanto a energía los niveles alcanzaron un pico a mediados de Diciembre, con valores similares a los de Febrero



de 2004, época en la que la actividad del volcán continuaba siendo baja y se consideraba que el volcán tenía una actividad de "conducto abierto" (Figs. 7a y 7b).

En resumen, durante el mes de Diciembre, los parámetros sísmicos y visuales tuvieron un nivel moderado a bajo. La emisión de gases fue casi continua y las explosiones poco energéticas por lo cual se considera que el conducto del volcán está sin mayor presurización. La actividad presente sugiere que de haber ingresado magma al sistema (entre Octubre y Diciembre), éste tuvo que ser muy pequeño y desgasificado. Continúa el incremento en la actividad VT, el mismo que viene observándose desde el mes de Octubre.





Figura. 1a/b. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003 y 1999 respectivamente.





Figura 2. Número de sismos de largo periodo, semanalmente registrados en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003.



Figura 3. Número de sismos volcano-tectónicos, semanalmente registrados en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003.





Figura 4. Número de explosiones, semanalmente registradas en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003.



Figura 5. Desplazamiento reducido calculado para cada evento explosivo en el Volcán Tungurahua, desde Enero 2003.





Figura 6. Número de señales de emisión, registradas semanalmente en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003.



Figura 7a. Energía acumulada por el tremor volcánico y explosiones desde Enero 2003 hasta el presente. El tremor se encuentra relacionado con eventos de emisión de vapor, gases y ceniza. Los quiebres o "saltos" en la curva de energía se dan en los meses de Mayo y Julio de 2004 (correspondientes con periodos de alta actividad volcánica) y están seguidos por un periodo de baja liberación de energía entre Agosto y Diciembre de 2004.





Figura 7b. Energía liberada por el tremor volcánico desde el 2003 (este tremor se encuentra relacionado con eventos de emisión de vapor y ceniza). Nótese que el último pico importante de actividad tuvo lugar en Abril de 2004. Posteriormente el nivel ha sido muy bajo. Los picos más grandes están precedidos de largos periodos de reposo.



Figura 8a. Energía sísmica liberada por el volcán en unidades RSAM. Observe el nivel de actividad baja a moderada durante el mes el Diciembre de 2004. Nota la escala baja.





Figura 8b. Energía calculada para eventos sísmicos aislados (mediante la ecuación de Lee et al., 1972). Observe la alta tasa de liberación de energía durante los meses de Mayo a Julio de 2004 (la misma que fue principalmente aportada por eventos de largo periodo de larga duración) y posteriormente la disminución de la energía en Agosto hasta Diciembre de 2004.

2.1 Localizaciones:

En la Figura 9 se presentan las localizaciones de los eventos sísmicos para el mes de Diciembre de 2004. Dichas localizaciones fueron obtenidas usando el nuevo modelo sísmico de velocidades en 3 dimensiones desarrollado para el Tungurahua.

Se puede notar que la mayoría de los eventos localizados fueron explosiones y eventos LP, que se encuentran entre 2 y 3 km de profundidad bajo el cráter. Los eventos VT se localizaron principalmente entre 5 y 8 km de distancia respecto al cráter hacia el lado NW del volcán, en el valle del Río Patate, y entre 7 y 14 de profundidad respecto al cráter.

Con este nuevo modelo de velocidades se observa un mayor constreñimiento de los eventos tanto epicentral como hipocentralmente. Igualmente se puede observar que hay una mayor concentración de eventos tipo explosión a profundidades un poco similares a las observadas en el mes anterior (alrededor de 3 km de profundidad).

Se observa un cambio temporal en las profundidades de las explosiones desde el mes de Abril, el mismo que puede ser igualmente corroborado con la variación temporal de la diferencia entre el arribo de la onda acústica y sísmica de cada explosión (figura 10).



Figura 9. Localizaciones de los eventos sísmicos de Diciembre de 2004 usando un modelo de velocidades 3D de las ondas P.



Figura 10. Diferencia de tiempo entre los arribos de la onda sísmica y acústica para cada explosión del Tungurahua (Septiembre de 2002 hasta Diciembre de 2004).



3. Deformación

Durante ésta temporada las medidas realizadas mediante el método EDM mostraron una continuación de un patrón que empezó a principios de 2003. Se destaca que la distancia entre la base fija y los dos prismas ubicados arriba del refugio en el volcán, está alargándose poco a poco. Se interpreta estos cambios como una ligera deflación el flanco norte del volcán, particularmente en la parte superior. Aunque no es posible comprobar, se cree que la zona fumarólica (~13 fumarolas) ubicada en el flanco NNE, a 1000 m bajo el labio inferior de la cumbre, podría estar mostrando una disipación de la presiones en este sector del cono (Ver Foto 1, este informe).



Figura 10. Registro de las medidas de EDM del Volcán Tungurahua hasta fines de Diciembre de 2004, desde la base de El Salado.



Foto 1. Zona fumarólica en el flanco NNW del volcán. A la izquierda imagen tomada desde avioneta y a la derecha su correspondiente imagen térmica.



4. Geoquímica

Durante el presente mes se midieron los niveles del SO₂ con el método de DOAS y en 3 días se obtuvieron caudales superiores a 500 ton/día. Un caudal de 992 ton/día el día 6, 858 ton/día el día 14 y 1285 ton/día el día 21. Dichos valores son indicadores de una actividad sutilmente moderada en el volcán. Los datos se presentan en la Figura 11.



Figura 11. Datos de concentración y flujo de SO₂ obtenidos mediante el método de DOAS entre Junio a Noviembre de 2004.

5. Lahares

Las lluvias fueron de baja intensidad, por lo que en este mes no se han producido lahares.

6. Observaciones visuales y auditivas

El clima durante el mes ha sido variable. En la primera quincena del mes el clima fue nublado a parcialmente despejado. Las ventanas de buen tiempo, conjuntamente con las excelentes condiciones climáticas de la segunda quincena nos han permitido observar la presencia de una columna de emisión permanente, la misma que estuvo formada por gases y ceniza en cantidades leves a moderadas. La altura media de la columna ha variado entre los 500 y los 2000 m snc. Cuando la actividad ha sido de baja intensidad, la columna generalmente alcanzó alturas entre los 200 y los 500 m snc, mientras que con la ocurrencia de algunos eventos LP, explosiones y



en contadas ocasiones con la ocurrencia de VT se generaron columnas que alcanzaron alturas de 2500 - 3000 m snc. La dirección de la pluma también fue bastante variable durante la primera quincena. Los dos primeros días del mes la pluma se ubicó hacia el NE, luego se ubicó al NW y terminó al SW donde se mantuvo varios días y posteriormente rotó hasta su posición inicial (NE). En cuestión de días la pluma cambió de dirección. Para la segunda quincena del mes, la dirección de la pluma fue más definida, es decir, entre los días 15 y 22 la pluma mantuvo un rumbo predominantemente occidental y para los días del 23 al 31 la pluma mantuvo una dirección N-NE.

El contenido de ceniza en la pluma ha presentado también variaciones, pero en general la cantidad de ceniza ha sido poca y consecuentemente los reportes de caídas de ceniza han sido restringidos a las poblaciones cercanas al volcán.

Los bramidos han sido de moderada intensidad, experimentado un incremento en intensidad y duración cuando se incrementó la cantidad de ceniza en la columna o cuando la columna presentó un chorro continuo, muy energético pero delgado.

En varias ocasiones se han podido divisar las fumarolas del flanco N activas. Por las noches, se pudo observar brillo leve a nivel del cráter y con la ocurrencia de explosiones se observó la expulsión de material incandescente que rodó por los flancos superiores del volcán.

7. Conclusiones

La actividad ha sido baja a moderada y se cree que el volcán permaneció con un conducto abierto (pocos eventos explosivos y alto número de emisiones). Los posibles ingresos de magma que pudieron haber ocurrido entre Octubre y Diciembre se consideran de pequeños volúmenes, lo cual sumado a un "conducto abierto" dieron como resultado una actividad considerada como poco energética en el presente mes.

Aunque la energía de eventos tremóricos y tipo explosión fue baja, el número de emisiones y su energía se incrementó con respecto al mes anterior (casi dos veces). Este leve incremento, se cree, es debido a la ocurrencia de los sismos VT, como indicadores de ingresos de magma que el presente ciclo de actividad del volcán ha tenido desde 1999. Dichos eventos VT ocurridos paulatinamente durante los últimos 3 meses no han causado los espectaculares shows estrombolianos que se han observado en otras épocas, por lo que se considera que el posible magma que haya ingresado al sistema ha sido pequeño y principalmente desgasificado.

Las explosiones fueron en su mayoría de tamaños pequeños e hipocentros superficiales y las columnas emitidas por las mismas alcanzaron hasta 3 km snc. La presencia casi permanente de emisiones hasta 2 km snc, serían el reflejo de un leve pero existente calor en el sistema como resultado de los pequeños volúmenes de magma con bajo contenido de gases que pudieron haber ingresado al conducto desde el mes de Octubre.

La actividad superficial es el reflejo del ligero cambio que el volcán viene experimentando desde fines de Noviembre, ya que las emisiones fueron permanentes y con poca carga de ceniza.



Indira Molina imolina@igepn.edu.ec pmothes@igepn.edu.ec Patricia Mothes gruiz@igepn.edu.ec Gorky Ruiz Guillermo Viracucha gviracucha@igepn.edu.ec

Estos informes están 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 y FUNDACYT.

Quito, 20 de Enero de 2005.