



Viernes, 24 de Diciembre, 21:55 UTC. . Columna de vapor con alto contenido de ceniza, alcanzando una altura menor de 2 km snc, con dirección al NW (Foto: S. Vallejo, IG-EPN).

Resumen Mensual

Actividad del Volcán Tungurahua, Diciembre de de 2010

1. Síntesis general de la actividad
2. Sismicidad
 - 2.1 Localizaciones
 - 2.2 Índice sísmico
3. Deformación
4. Geoquímica
5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares
6. Conclusiones

1. Síntesis General de la Actividad

En el mes de Diciembre, se observó un incremento de la actividad volcánica, la que empezó a finales de Octubre y ha venido intensificándose a partir del 22 de Noviembre, y que fue registrado por la red de monitoreo volcánico. Las manifestaciones en superficie más intensas ocurrieron en las dos primeras semanas de Diciembre y que fueron disminuyendo hacia finales del mes, con un estilo eruptivo estromboliano-vulcaniano. La sismicidad total resultó en 592 eventos sísmicos, que representa casi dos veces lo registrado en el mes de Noviembre. El número total semanal varió entre 21 a 286 eventos, principalmente LPs, notándose un incremento en la segunda mitad del mes. Por otra parte, el número de sismos VT, 16 registrados, fue 1.3 veces mayor que el número de VT registrados en Noviembre. Adicionalmente se registró 361 explosiones y 188 señales asociadas a emisiones de ceniza, correspondiendo a un episodio de mayor actividad donde alcanzó el nivel 6 del IAS –



INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

actividad moderada alta a mediados de Diciembre. A partir de la mitad del mes se observó una tendencia de disminución del número de explosiones y la disminución del IAS, al Nivel 5, con tendencia descendente a finales del mes. El flujo diario de SO_2 tuvo un promedio de 1298 t/d con una desviación estándar de 1167 t/d. El valor máximo medido fue de 5069 t/d para el 1 de Diciembre, y el valor estimado de emisión de SO_2 en la atmósfera alcanza un valor de 40251 t de SO_2 (por 18264 toneladas en Noviembre).

La red de deformación - inclinómetros registró una tendencia deflacionaria en los ejes radiales de RETU, BILBAO y PONDOA, Sin embargo, el inclinómetro de RETU registró un ligero pulso inflacionario entre el 02 al 05 de Diciembre, a una razón de 0.6 microradianes/día, mientras que entre los días 06 al 19, se observa una tendencia deflacionaria de -0.4 microradianes/día. A partir del día 20 hasta fin de Diciembre, el inclinómetro, eje radial, no presenta cambios importantes, e indica una línea prácticamente horizontal por 12 días, en el valor de -423 microradianes. En cambio, el eje tangencial RETU indica una inflación durante todo Diciembre a una razón de 0.12 microradianes/día. La estación PONDOA, indica una tendencia inflacionaria, entre el 01 al 21 de Diciembre, a una razón de 0.6 microradianes/día, y luego cambia a una tendencia deflacionaria en el resto del mes a una razón de -1 microradian/día. Mientras que BILBAO muestra una tendencia deflacionaria a razón de -0.3 microradianes/día. Estos episodios inflacionarios estarían relacionados con pequeñas intrusiones de magma a niveles someros entre 3 a 4 km bajo la cumbre, como se ha observado anteriormente. En hecho las explosiones y emisiones están relacionadas con las pequeñas intrusiones ocurridas en Noviembre y Diciembre. Este nuevo episodio de mayor actividad generó fuentes de lava, flujos piroclásticos por el flanco NW que alcanzaron la cota de los 3000 msnm y un flujo de lava que bajó por el NW hasta la cota de los 4000 msnm. El abundante de material sólido, cenizas y aerosoles fue emitido hacia la atmósfera, las nubes de ceniza alcanzaron distancias por más de 200 km al W y SW, así como una importante caída de ceniza en los alrededores del volcán, afectando principalmente a los sectores poblados ubicados hacia el occidente y sur-occidente, e incluso afectando a zonas distales como Morona Santiago, Puyo, Guaranda, Riobamba, Ambato, Pelileo y Salcedo.

El clima durante el mes de Diciembre fue mayormente favorable. En la primera quincena predominaron las noches despejadas y los días soleados, en donde se pudo observar al volcán completamente despejado. Sin embargo a partir de la tercera semana de Diciembre el clima cambió, predominando días de moderada pluviosidad, desencadenando en ocasiones la formación y descenso de flujos de lodo o lahares por las quebradas del volcán. Los lahares más importantes ocurrieron el 19 de Diciembre, provocando la interrupción de la vía Baños-Penipe.

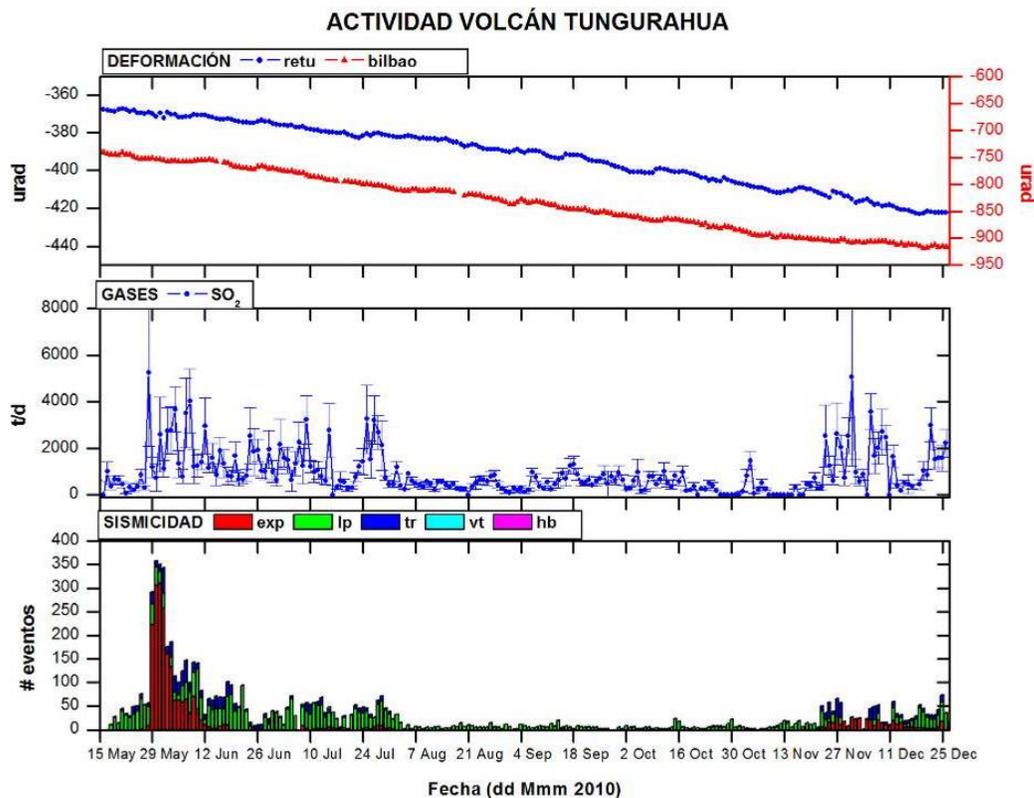


Figura 1. Resumen de la actividad del Volcán Tungurahua desde 01 Mayo 2010 a finales de Diciembre de 2010, basado en datos de sismicidad, gas-SO₂ y deformación. En general durante este mes se nota un incremento importante en los valores de sismicidad durante el mes y una tendencia deflacionaria con varios pulsos de inflación en los valores de inclinómetro de RETU así como un incremento en los alores del gas SO₂ comparado con el mes anterior.

2. Sismicidad

El monitoreo sísmico del volcán Tungurahua se realizó utilizando la red de estaciones telemétricas de periodo corto, la red de estaciones de banda-ancha de la Cooperación JICA-Instituto Geofísico y la estación de periodo medio de la cooperación Alemana. En general, durante este mes el volcán presentó señales sísmicas propias de volcanes activos, tales como sismos de largo periodo (LP) y sismos volcano-tectónicos (VT), con componente de fractura, explosiones y señales de tremor asociadas a emisiones. En Diciembre, la actividad volcánica se incrementó con respecto al mes anterior, y que fue registrado por las redes de vigilancia. La sismicidad total resultó en 592 eventos sísmicos y un promedio de 19.1 eventos por día, que representa 1.9 veces que lo registrado en el mes de Noviembre. El número total semanal varió entre 21 a 286 eventos, principalmente LPs, notándose un incremento en la segunda mitad del mes. Por otra parte, se el número de sismos VT, 16 registrados, fue 1.3 veces mayor que el número de VT registrados en Noviembre. Adicionalmente se registró 361 explosiones y 188 señales asociadas a emisiones de ceniza. En este sentido, el volcán se encuentra en un episodio de mayor actividad que ha venido manifestándose desde finales de Noviembre y que continúa a finales de Diciembre, con una tendencia de disminución del número de explosiones. (Tabla 1).



INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
01-07 Dic.	21	21	0	0	124	297
08-14 Dic.	27	27	0	0	75	154
15-21 Dic.	258	254	4	0	73	42
22-31 Dic.	286	274	12	0	101	50
Total Dic./2010	592	576	16	0	373	543
Total Nov./2010	306	294	12	0	188	361
Total Oct./2010	212	196	16	0	0	0
Total Sept./2010	166	154	12	0	2	0
Total Ago./2010	188	183	5	0	1	2
Total Julio/2010	1000	975	25	0	272	89
Total Junio/2010	970	966	4	0	599	2
Total Mayo/2010	537	523	14	0	105	2
Total Abr./2010	144	133	11	0	0	2
Total Mar./2010	222	213	9	0	26	5
Total Feb./2010	749	745	4	0	473	563
Total Ene./2010	284	276	8	0	503	722
Total Dic./2009	51	36	15	0	0	0
Promedio Diario Dic./2010	19.1	18.58	0.52	0	12.03	17.52
Promedio Diario Nov./2010	10.2	9.8	0.4	0	6.3	12.03
Promedio Diario Oct./2010	6.84	6.32	0.52	0	0	0
Promedio Diario Sept./2010	5.53	5.13	0.4	0	0.07	0
Promedio Diario Ago./2010	6.06	5.90	0.16	0	0.03	0.06
Promedio Diario Julio./2010	32.23	31.45	0.87	0	8.77	2.87
Promedio Diario Junio./2010	32.33	32.2	0.13	0	19.97	0.07
Promedio Diario Mayo./2010	17.32	16.87	0.45	0	3.39	0.07
Promedio Diario Abri./2010	4.80	4.43	0.37	0	0	0.07
Promedio Diario Mar./2010	7.16	6.87	0.29	0	0.84	0.16
Promedio Diario Feb./2010	26.75	26.6	0.14	0	16.89	20.12
Promedio Diario Ene./2010	18.06	17.68	0.39	0	32.45	46.58
Promedio Diario Dic./2009	1.65	1.16	0.48	0	0	0

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

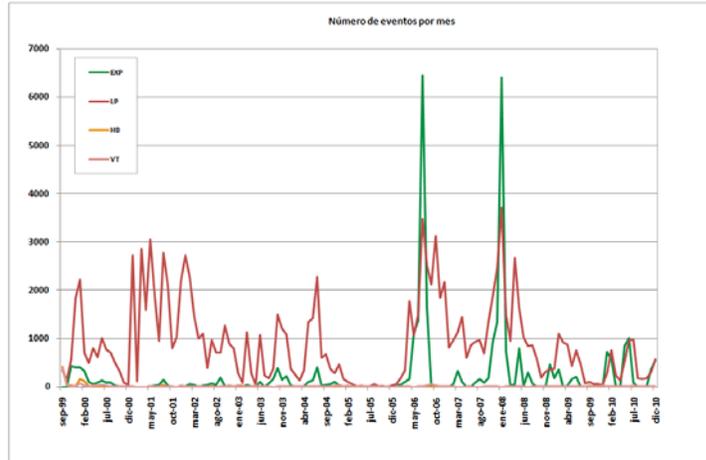


Figura 2. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta Diciembre de 2010.

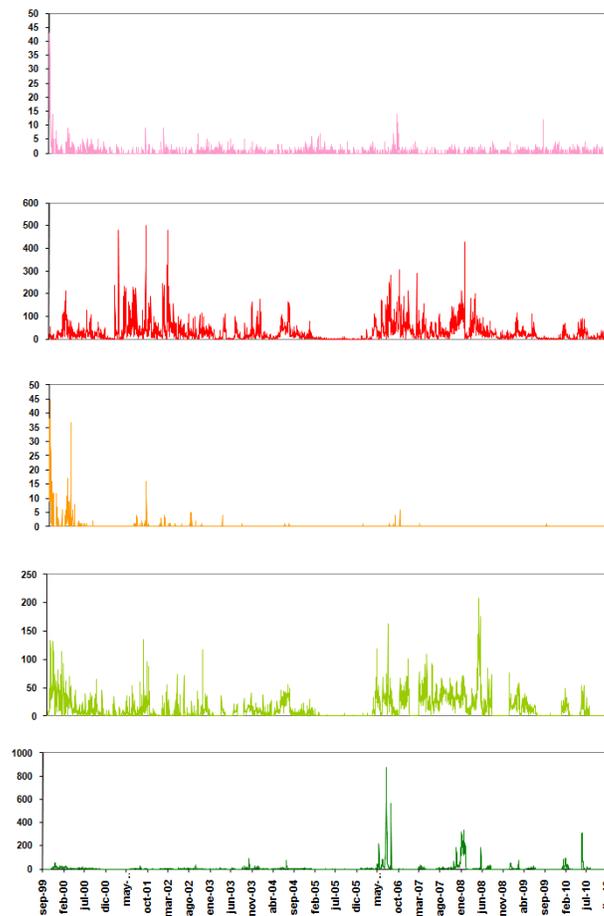


Figura 3. Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta Diciembre de 2010 (en el orden indicado).

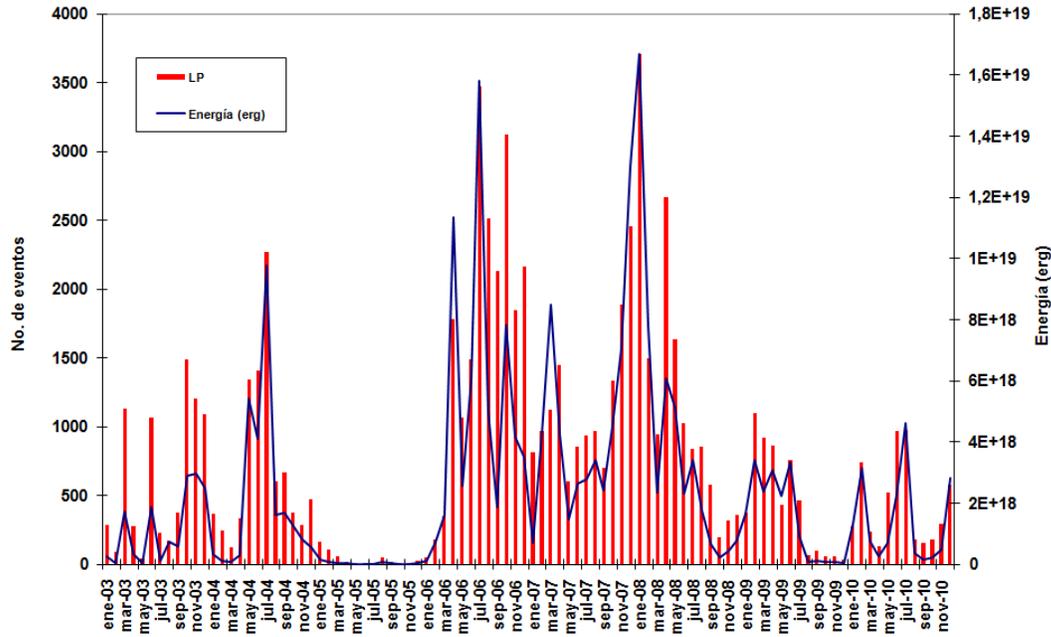


Figura 4. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Diciembre de 2010.

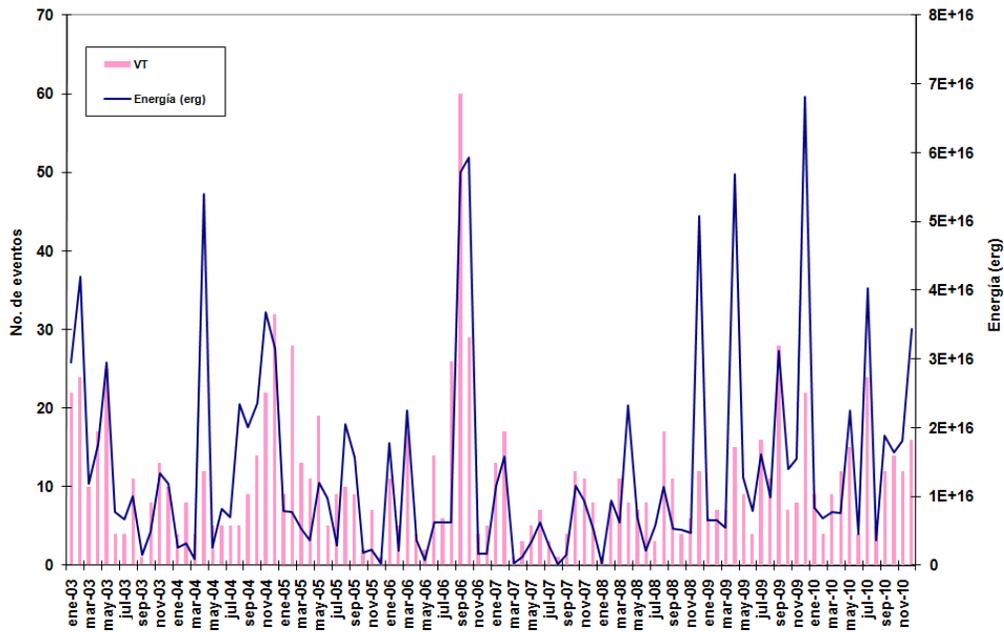


Figura 5. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Diciembre de 2010.

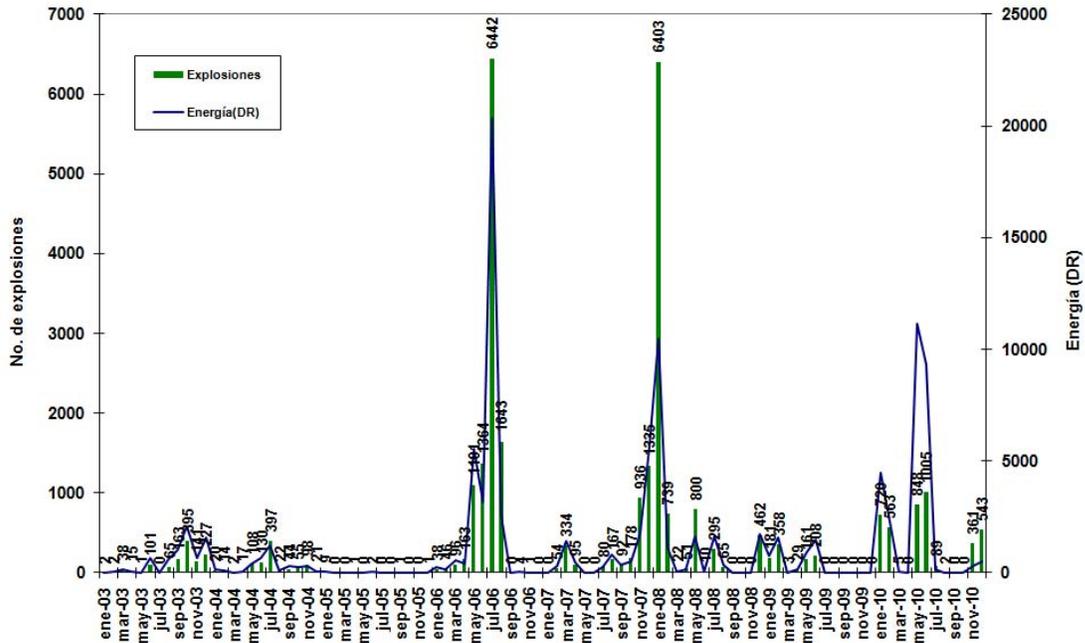


Figura 6. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR=desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Diciembre de 2010.

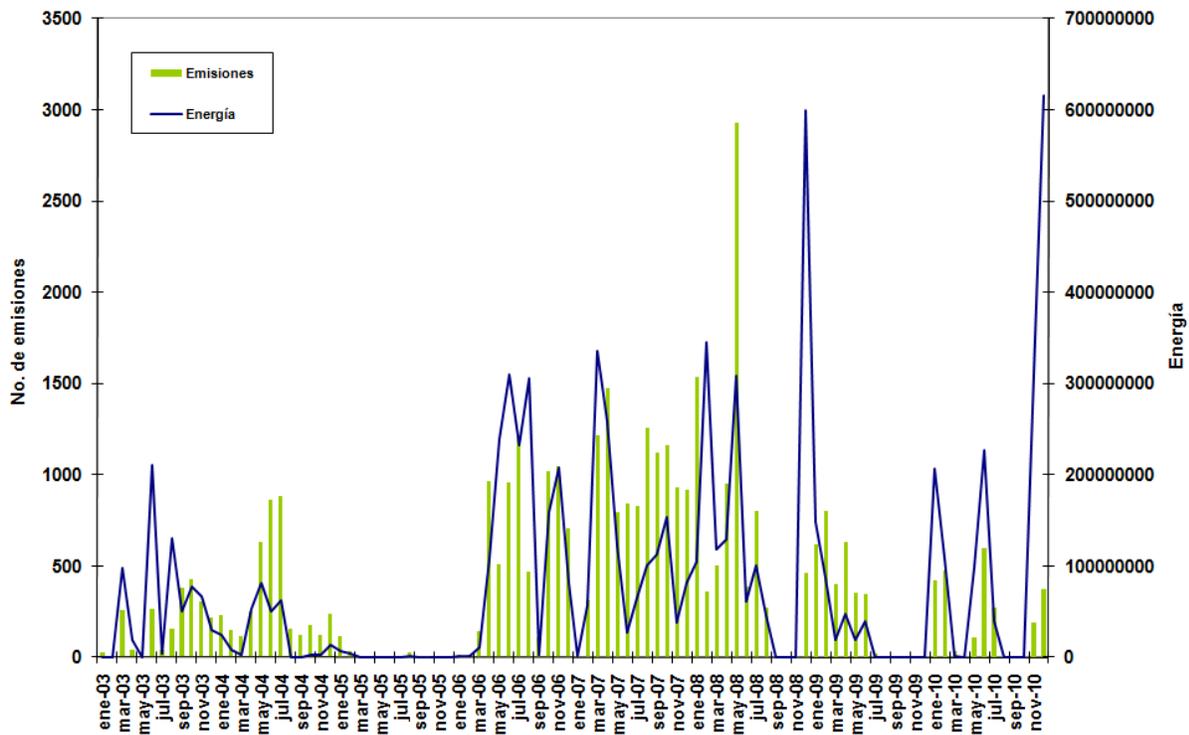


Figura 7. Número mensual de emisiones y su energía asociada (función de la intensidad del movimiento basada en la amplitud y duración) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Diciembre de 2010.

2.1 Localizaciones

Durante el mes de Diciembre de 2010, se localizaron 4 VT's de las 16 señales registradas, mientras que para los sismos LP, se alinean con las explosiones, y se encuentran dentro del conducto volcánico. Se nota que las profundidades varían entre 0 y 16 km bajo la cumbre del volcán (Fig. 8).

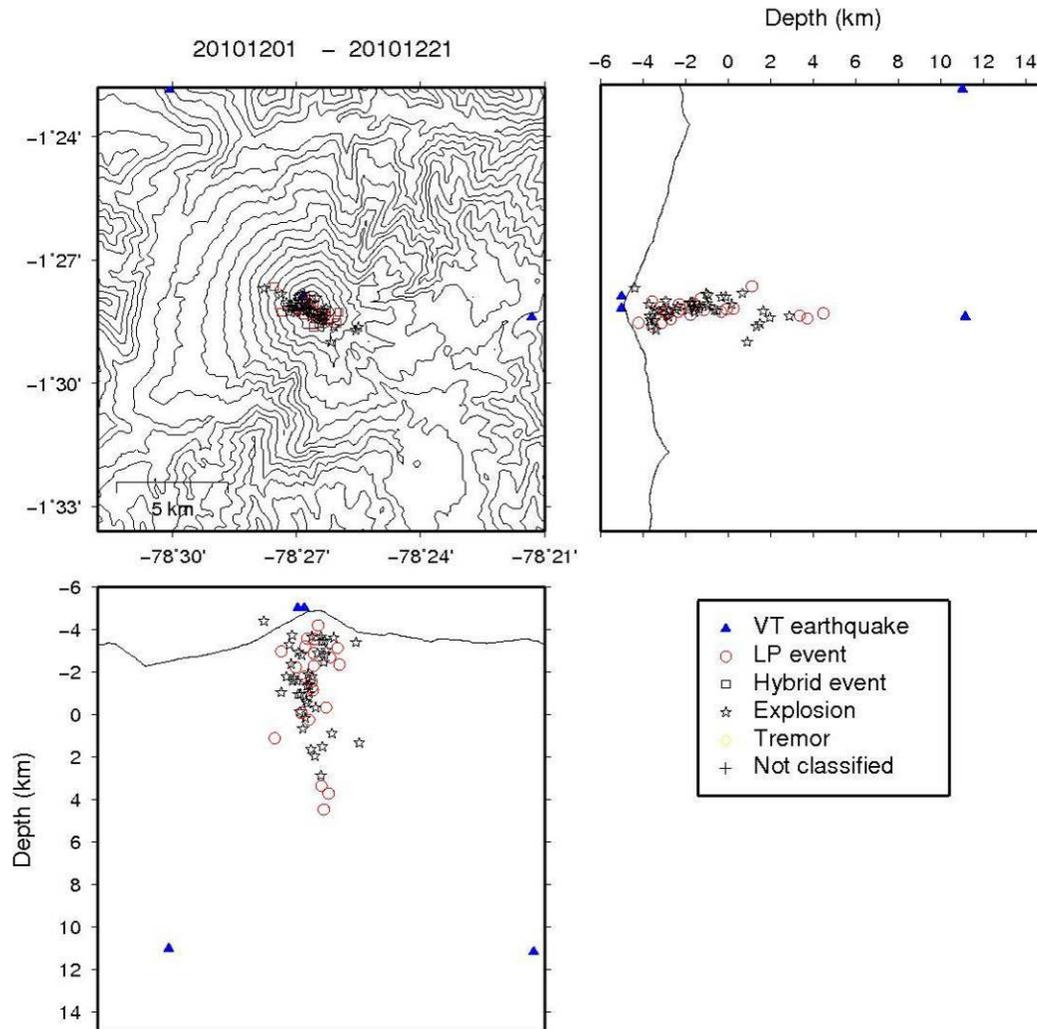


Figura 8. Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Diciembre, 2010.

Actividad sísmica del Tungurahua Dicimebre 01-21 2010

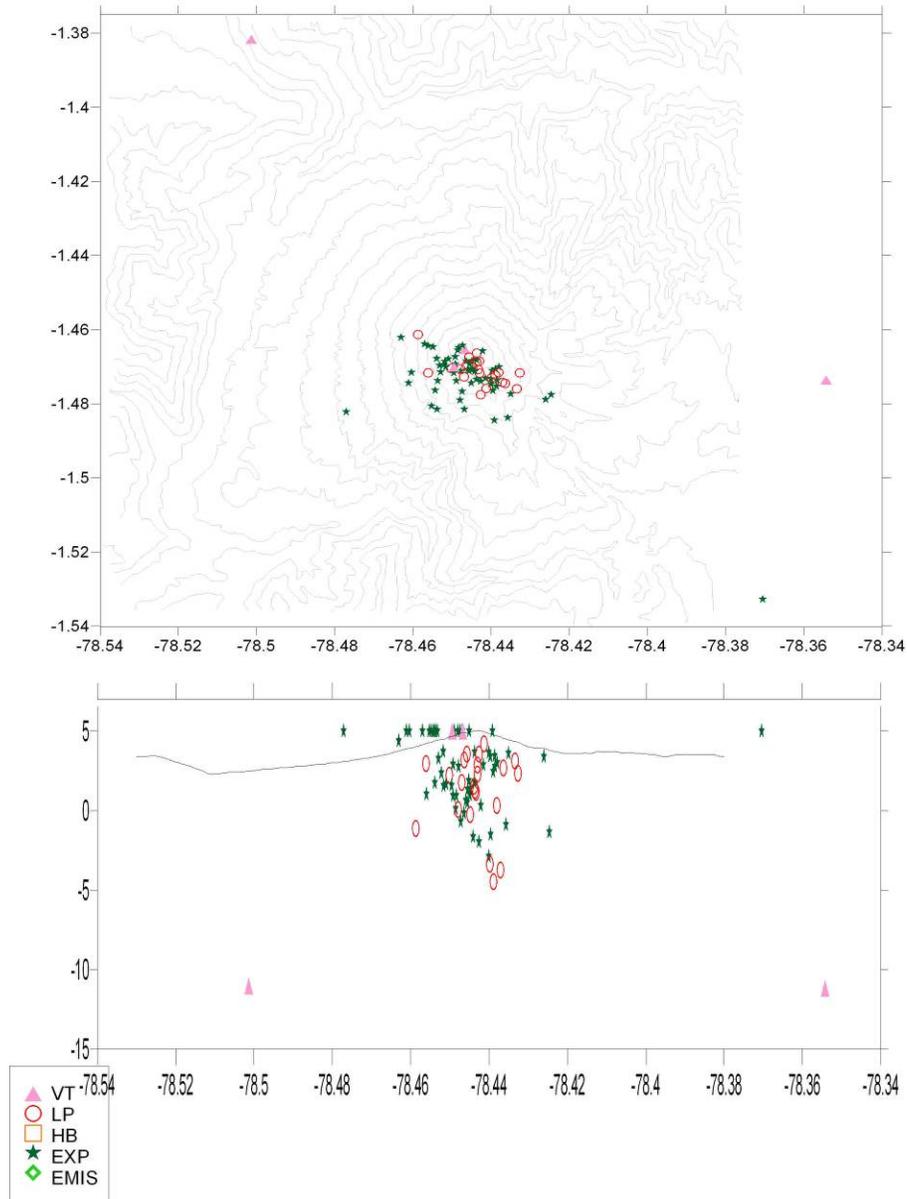


Figura 9. Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Diciembre, 2010, con 3D.

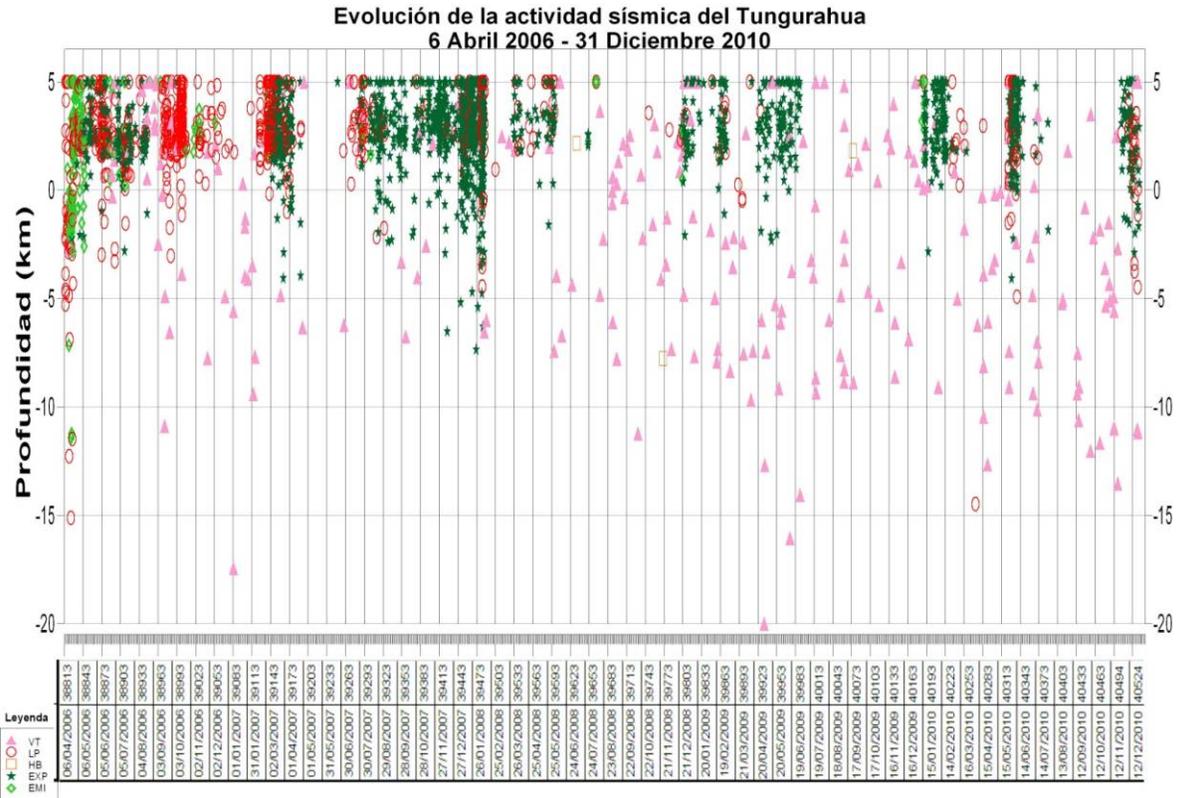


Figura 10. Evolución espacio-temporal de la sismicidad del V. Tungurahua.

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, temblor, 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 11a.

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 6 del IAS, correspondiendo a un nivel de actividad moderada-alta. Sin embargo a partir de la segunda mitad de del mes se observa una disminución del IAS, cambia al Nivel 5, con tendencia descendente a finales del mes. (Fig. 11b).

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 11a. Niveles del IAS y descriptores cualitativos del nivel de actividad. La línea y flecha roja indica el nivel (3) y tendencia (ascendente) hasta finales de Diciembre de 2010.

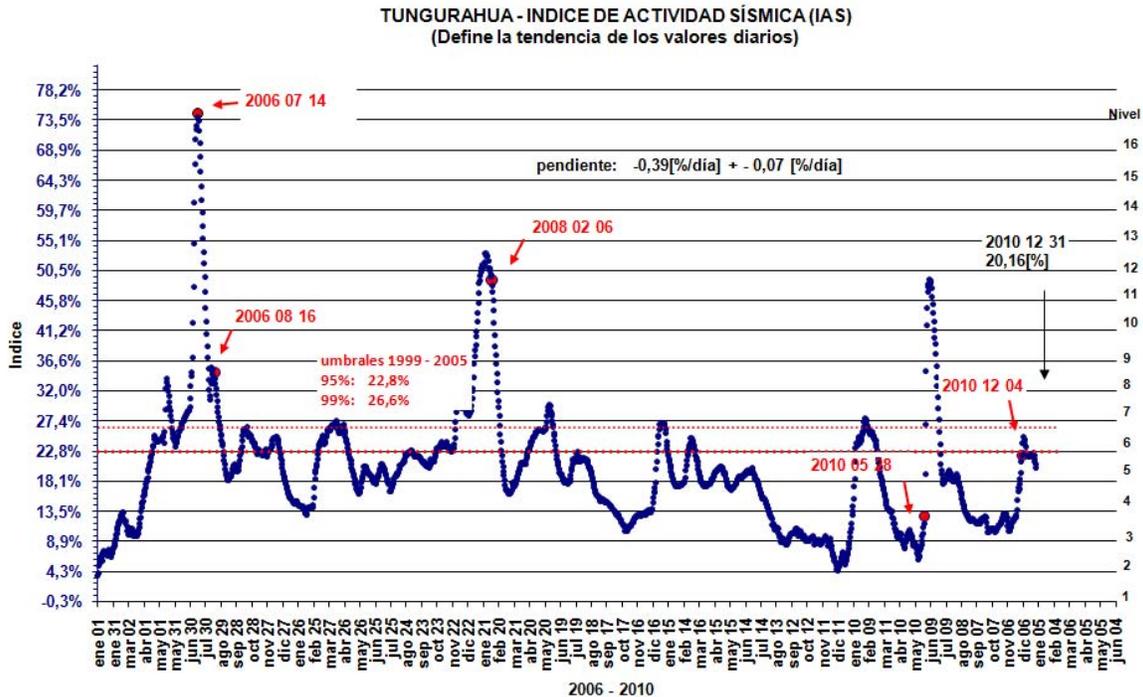


Figura 11b. IAS desde enero 2006 hasta finales de Diciembre de 2010.

3. Deformación

Durante el mes de Diciembre, la red de inclinómetros del V. Tungurahua registró una tendencia deflacionaria en los ejes radiales de RETU y BILBAO, mientras que en PONDOA se observó una tendencia inflacionaria. Sin embargo, el inclinómetro de RETU registró un ligero pulso inflacionario entre el 02 al 05 de Diciembre, a una razón de 0.6 microradianes/día, mientras que en los días 06 al 19, se observa una tendencia deflacionaria de -0.4 microradianes/día. A partir del día 20 hasta fin de Diciembre, el inclinómetro, eje radial, no presenta cambios importantes, e indica una línea prácticamente horizontal por 12 días, en el valor de -423 microradianes. En cambio, el eje tangencial RETU indica una inflación durante todo Diciembre a una razón de 0.12 microradianes/día.

La estación PONDOA, indica una tendencia inflacionaria, entre el 01 al 21 de Diciembre, a una razón de 0.6 microradianes/día, y luego cambia a una tendencia deflacionaria en el resto del mes a una razón de -1 microradian/día. Mientras que BILBAO muestra una tendencia deflacionaria a razón de -0.3 microradianes/día (Fig. 12 a, b, c). Estos episodios inflacionarios estarían relacionados con pequeñas intrusiones de magma a niveles someros entre 3 a 4 km bajo la cumbre, como se ha observado anteriormente. En hecho las explosiones y emisiones de Diciembre están relacionadas con las pequeñas intrusiones ocurridas en Noviembre y Diciembre.

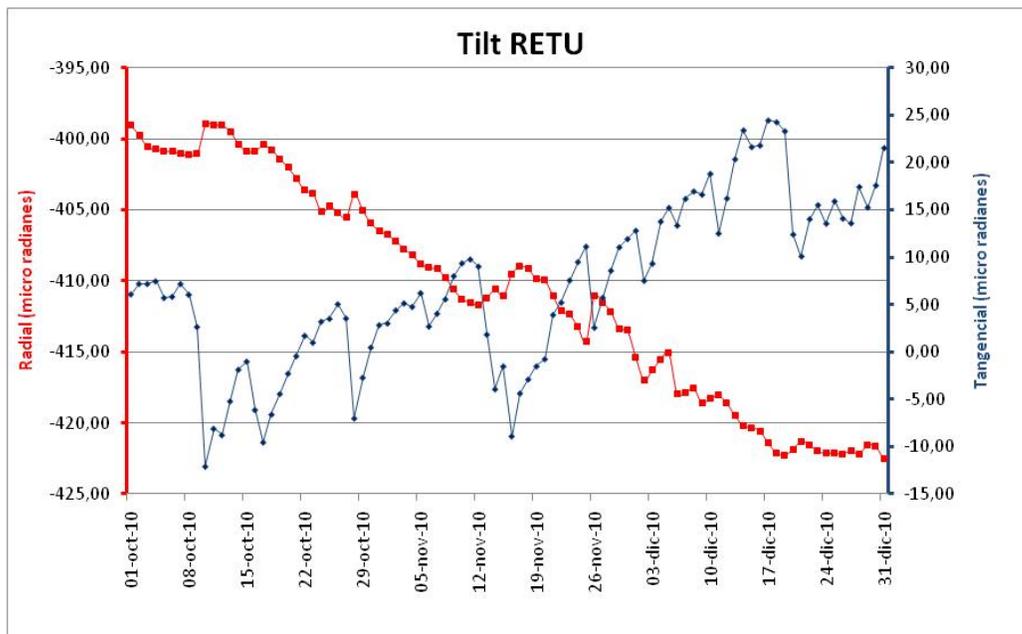


Figura 12a, Plot de datos del inclinómetro de RETU

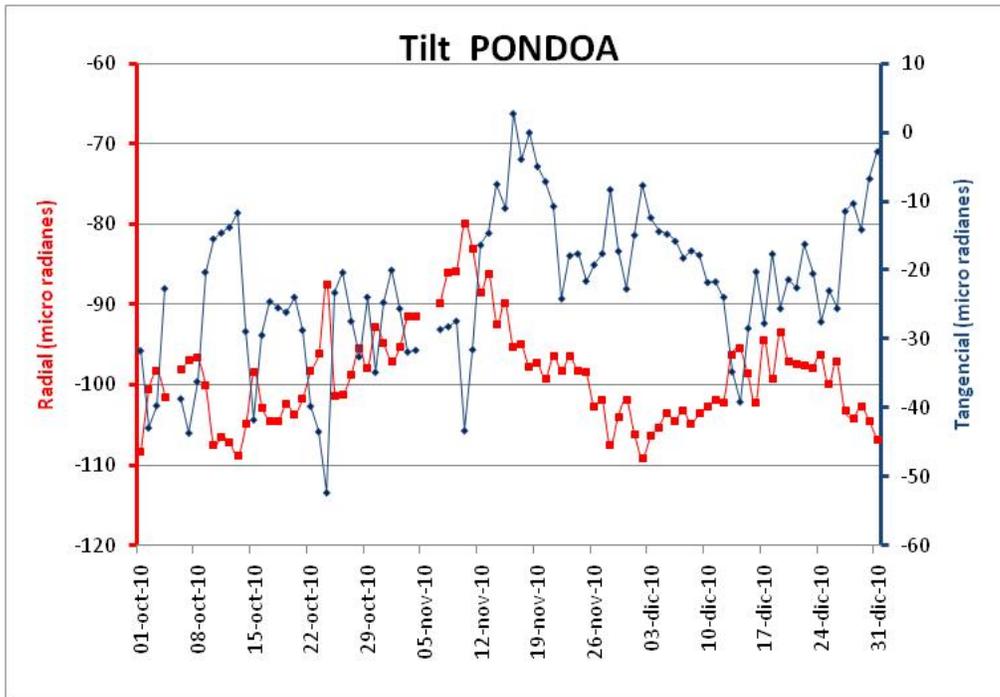


Figura 12b, Plot de datos estación Pondoá.

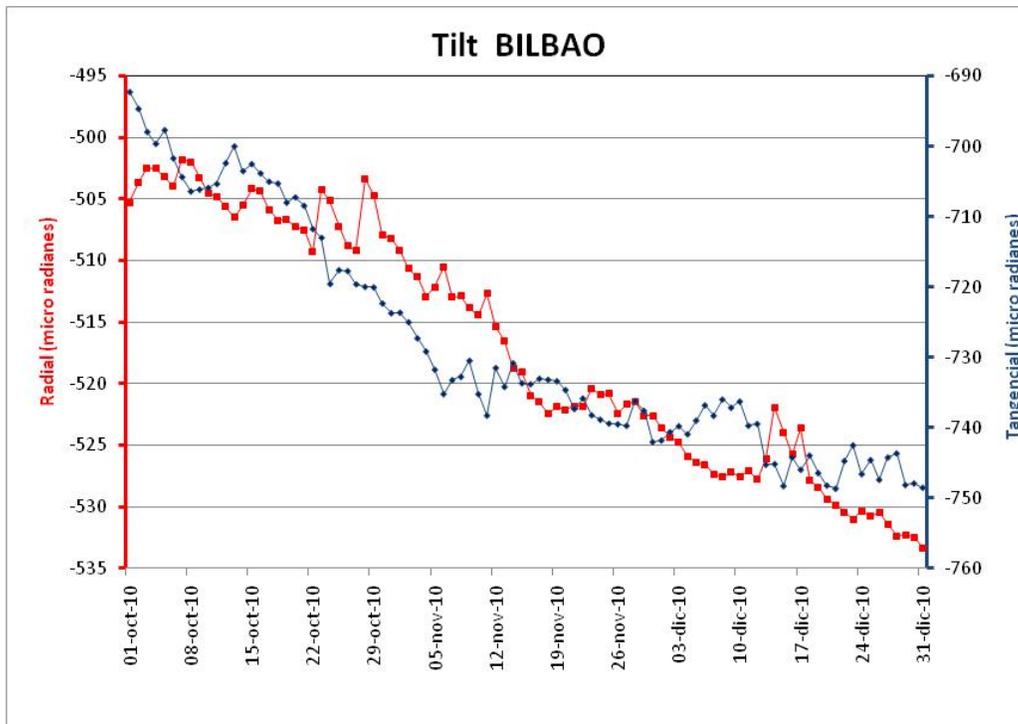


Figura 12c, Plot de datos estación Bilbao.



INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

4. Geoquímica

Emisiones

La medición del flujo de SO_2 es un componente fundamental de la evaluación de la actividad eruptiva de los volcanes, pues da indicios directos de la presencia, volumen y tasa de ascenso del magma.

El IG-EPN cuenta con un espectrómetro de correlación (COSPEC) desde 1988, con el cual es posible medir las emisiones de SO_2 volcánico cuantificando la absorción de radiación UV solar dispersada por la atmósfera debida a las moléculas del gas. Adicionalmente, opera desde el año 2004 un sistema de dos estaciones autónomas de medición remota de flujos de SO_2 , basadas en la técnica Espectroscopia Óptica de Absorción Diferencial (DOAS) y un instrumento portátil (mini-DOAS) para el mismo fin. Las medidas se realizan en las horas de iluminación solar y su calidad está sujeta a las condiciones meteorológicas. En el mismo sentido, desde marzo de 2007 se cuenta con una red de estaciones del proyecto NOVAC (Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change), financiado por la Unión Europea, que utiliza instrumentos DOAS de última generación.

En Diciembre de 2010, la emisión de gas de SO_2 del volcán Tungurahua presentó, en los primeros diez días, unos valores de desgasificación que fluctuaron entre un poco más de 570 ton/día a valores superiores de 2000 ton/día alcanzando 5069 y 3575 toneladas de SO_2 en los días 1 y 6 de Diciembre, respectivamente. La segunda decena de días del mes el volumen de gases emitidos del volcán decaen considerablemente para fluctuar entre valores por debajo del mínimo detectable y un poco más de 500 ton/día, sin embargo se alcanzaron valores de 1656 y 1025 toneladas los días 12 y 20 de Diciembre, respectivamente. La tercera decena de días la cantidad de SO_2 retoma un ascenso, cuyos máximos valores fluctuaron entre 1025 a un poco más de 1800 ton/día y entre 2229 a 2995 ton/día. Hacia el final del mes se evidenció un descenso con respecto a los valores máximos registrados en este mes, para estabilizarse entre 200 a 600 ton/día los últimos días del año y los primeros días del mes de enero de 2011 (Figura 13-b). Este incremento en la emanación gaseosa, sobre todo durante Diciembre, viene claramente asociado con el número de eventos sísmicos ocurridos y registrados por la instrumentación (Fig. 13-a).

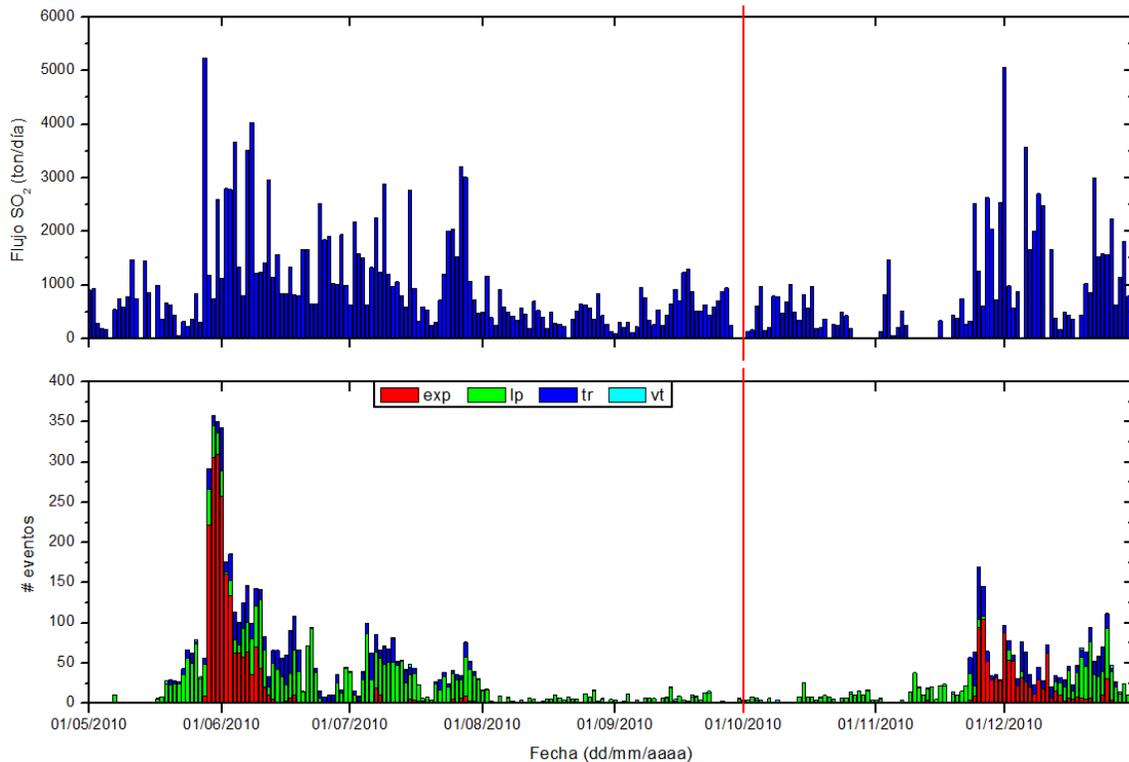


Figura 13-a. (Arriba) Flujo diario de SO₂ desde mayo de 2010 hasta el final de Diciembre de 2010. (Abajo) Número de eventos sísmicos para el mismo periodo. Este gráfico permite ver la evolución de estos dos parámetros, y establecer posibles correlaciones entre ellos.

El flujo diario de SO₂ tuvo un promedio de 1298 t/d con una desviación estándar de 1167 t/d. El valor máximo medido fue de 5069 t/d para el 1 de Diciembre, y el valor estimado de emisión de SO₂ en la atmósfera alcanza un valor de 40251 t de SO₂ (por 18264 toneladas en Noviembre).

De las imágenes OMI disponibles, en casi todas se registraron emisiones importantes provenientes del volcán Tungurahua, lo que confirma la gran intensidad en la desgasificación del sistema volcánico. De acuerdo con las imágenes satelitales se tiene que la mayor concentración de SO₂ ocurrió la primera decena de días junto con el 16 de Diciembre, pero hay que recalcar que no se tiene disponible imágenes para todos los días y que la confiabilidad de cada una de ellas depende en gran parte de las condiciones meteorológicas en la región. (Fig. 13-d). Sin embargo se debe seguir atentamente la evolución del volcán en las próximas semanas, debido a que esta tasa de emisión es muy susceptible a cambios durante el transcurso de tiempo.

EMISIÓN DE SO₂ -Volcán Tungurahua-

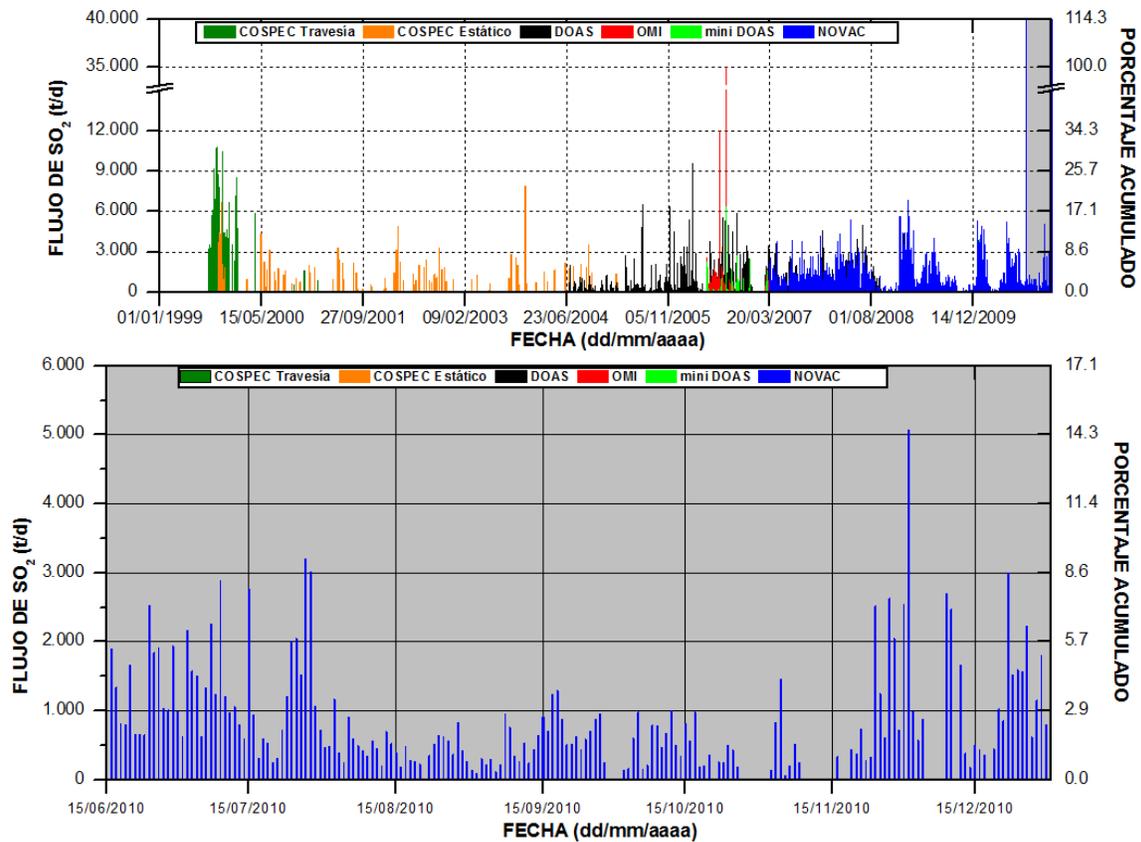


Figura 13-b. Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua desde agosto de 1999 hasta Diciembre de 2010. La zona sombreada, de la parte superior, corresponde al zoom del registro de emisiones de SO₂ hasta el mes de Diciembre de 2010, en la parte inferior. Las técnicas DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC/NASA.

Estadísticas mensuales:

Valor medio: 1298 t/d
 Variabilidad (1σ): 1167 t/d
 Valor máximo: 5069 t/d (1 de Diciembre)
 Emisión estimada: 40251 t de SO₂

EMISIÓN DE SO₂ - VOLCÁN TUNGURAHUA -

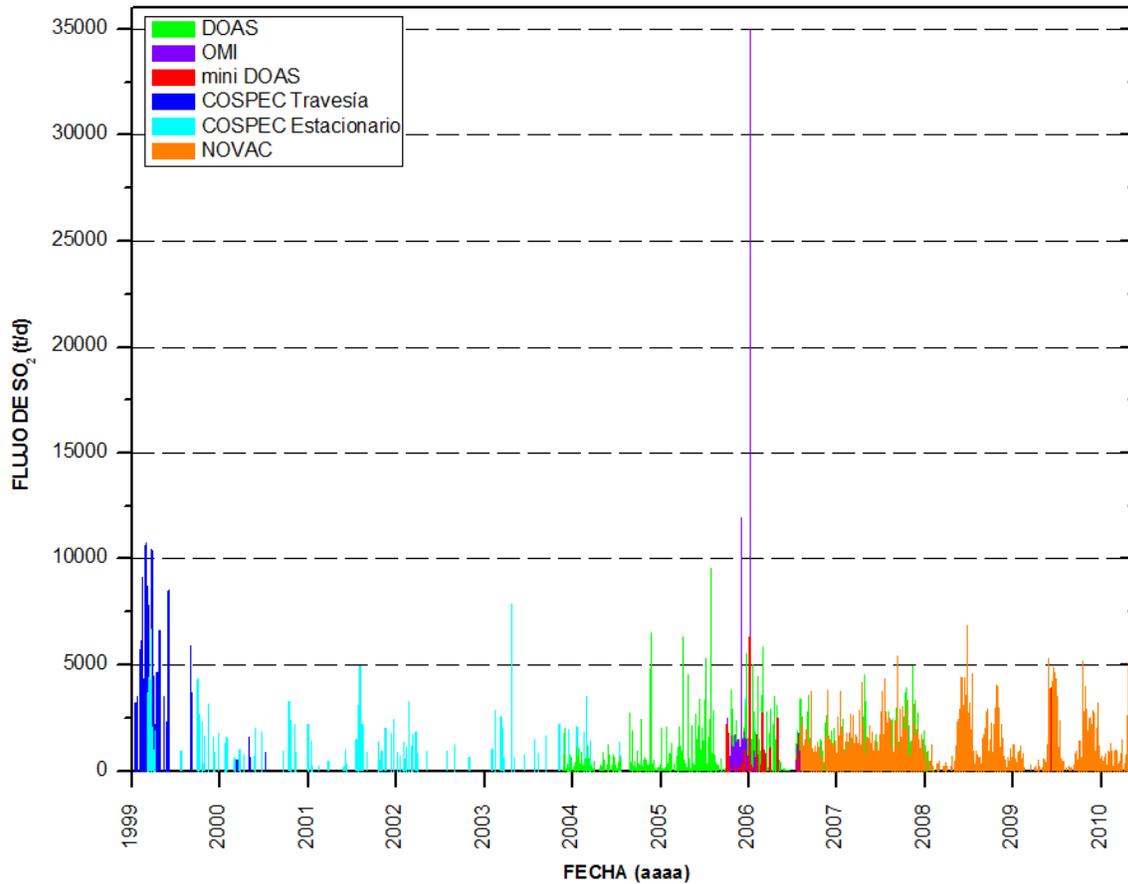


Figura 13-c. Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua desde agosto de 1999 hasta finales de Diciembre de 2010.

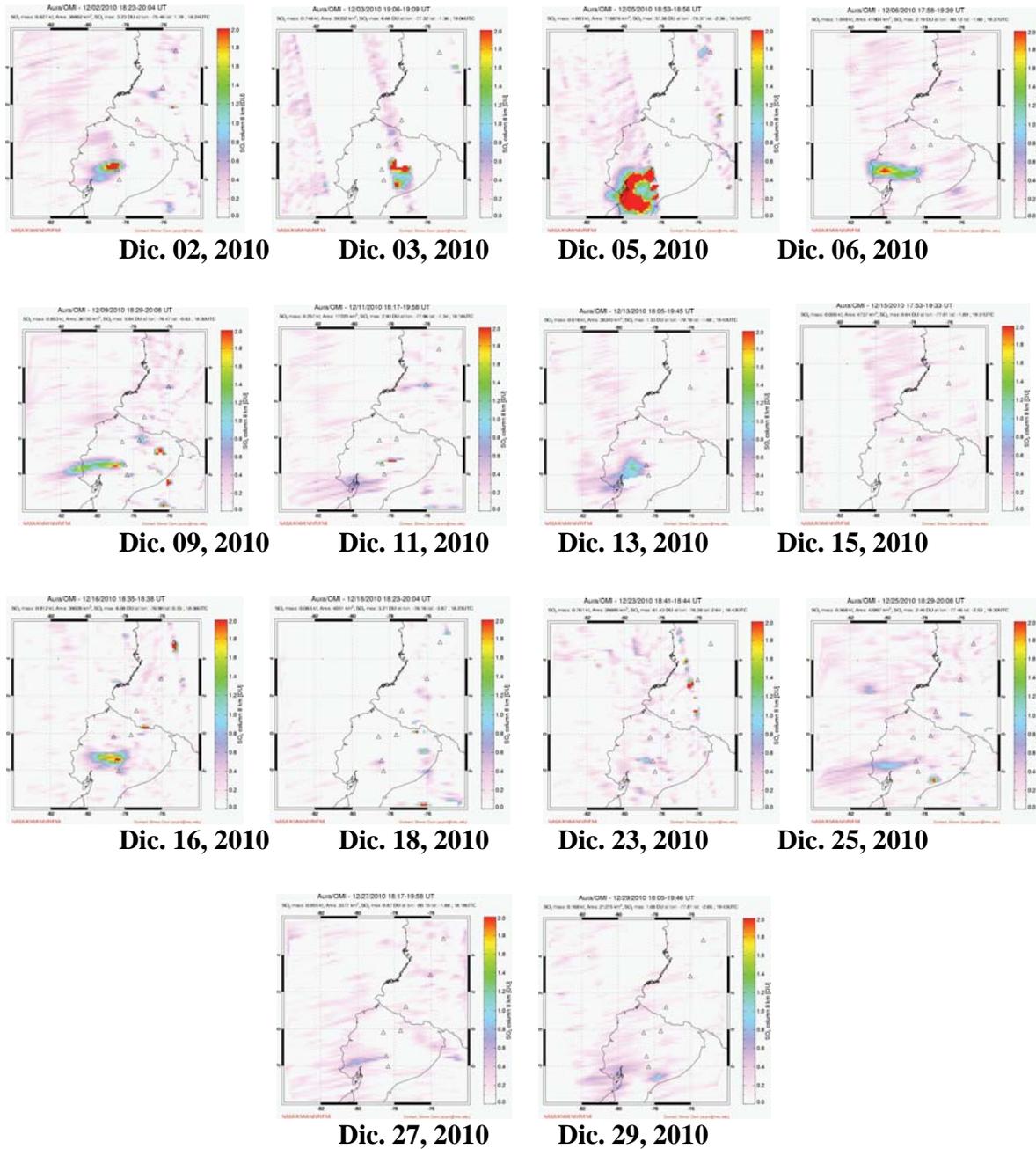


Figura 13-d. Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de Diciembre de 2010. (Fuente: http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/1210/ecuador_1210.html)

5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

Observaciones visuales-Diciembre-2010

1.- Situación Climática

El clima durante el mes de Diciembre fue mayormente favorable. En la primera quincena predominaron las noches despejadas y los días soleados, en donde se pudo observar al volcán completamente despejado (Fig. 14). Sin embargo a partir de la tercera semana de Diciembre el clima cambio, predominando días de moderada pluviosidad, desencadenando en ocasiones la formación y descenso de flujos de lodo o lahares por las quebradas del volcán. Los lahares más importantes ocurrieron el 19 de Diciembre, provocando la interrupción de la vía Baños-Penipe.

2.- Actividad Superficial

Luego de la reactivación del volcán Tungurahua el 22 de Noviembre, la actividad durante la primera semana de Diciembre se mantuvo sin cambios importantes hasta la mañana del sábado 04 de Diciembre, donde de manera súbita se registró un violento incremento en la actividad sísmica y de las manifestaciones superficiales del volcán. Este incremento de actividad (13H50 TU) desencadenó en una fase altamente explosiva, acompañada de ondas acústicas que generaban una continua vibración de ventanales y en ocasiones del suelo. Adicionalmente, se observó la salida de material volcánico de manera constante, logrando sostener una columna eruptiva entre 3 y 4 km sobre la cumbre, cuyo contenido de ceniza fue moderado a alto. Las emisiones continuas de ceniza generaron una nube de dispersión hacia el E-SE (Fig. 15). La proyección de material incandescente y el rodar de rocas por los flancos de volcán fueron continuos. A partir de las 14H38 (TU), se acentuó la fase explosiva, la cual fue capaz de generar el descenso de flujos piroclásticos (Fig. 16) por las quebradas de Vazcún (1km bnc), Juive Chico, Viejo Minero, Mandur, Cusúa (hasta la cota de los 2800 msnm, Fig. 4), Achupashal, La Rea y Choglontús. De la misma manera en que se incrementó la actividad sísmica y superficial, a partir de las 18 H44 (TU), el volcán experimentó un descenso en su explosividad, la cual se mantuvo hasta finales de la semana.



Figura 14. Volcán despejado, se observa columna de emisión continua de 2 km snc con contenido moderado de ceniza con dirección al WSW (Foto: J. Bustillos, IG-EPN).



Figura 15. Nube de ceniza que se dispersa hacia el E-SE del volcán, producto de la emisión continua en la fase explosiva del 04 de Diciembre (Foto: J. Bustillos, IG-EPN).



Figura 16. Descenso de flujos piroclásticos por la quebrada de Cusúa. La emisión de ceniza con carga moderada se dirige al E-SE (Foto: J. Ordóñez, IG-EPN).

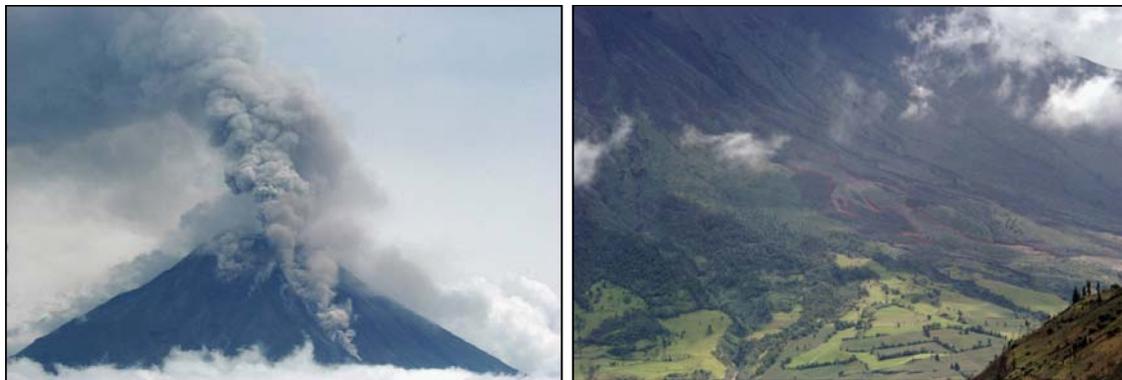


Figura 17. Depósito de los flujos piroclásticos que descendieron por la quebrada de Cusúa y lograron alcanzar el límite del flujo de lava de agosto de 2006 (Foto: J. Bustillos, IG-EPN).

Después de esta fase de alta explosividad, la actividad en el volcán Tungurahua se mantuvo moderada, pero con una tendencia descendente. Sin embargo, el jueves 09 de Diciembre (17h30 TL) ocurrió un flujo piroclástico (PF) que descendió por la quebrada Cusúa en el flanco occidental del volcán (Fig. 18), el cual avanzó rápidamente en pocos minutos hasta la cota de los 3000 metros sobre el nivel del mar (Fig. 19). Este PF fue debido a un derrumbe del material acumulado en el filo del cráter durante la fase eruptiva del 04 de Diciembre. Por otro lado el día 11 de Diciembre fue muy clara la presencia de un pequeño

flujo de lava que descendió por la quebrada La Hacienda (flanco occidental, Fig. 20) y se detuvo a la cota de los 4000 msnm, esta observación fue evidente gracias al buen contraste de luz y a la acumulación de ceniza en el flanco. Según el análisis de imágenes termográficas, el flujo descendió después de la actividad explosiva del 04 de Diciembre (Fig. 21).

Durante la primera quincena del mes, la actividad en general se mantuvo en un nivel moderado – alto, caracterizado por las emisiones de vapor, gas y contenido moderado a alto de ceniza fueron continuos, al igual que la salida de rocas incandescentes y el rodar de estas por todos los flancos del volcán (Fig. 22). Las explosiones incrementaban el caudal de rocas, el contenido de ceniza y altura de la columna, las explosiones, generaban además cañonazos de importante intensidad, la vibración de ventanales, puertas y suelo acompañaban este estadio de despresurización, que además fueron sentidas en los alrededores del volcán e incluso en ciudades como Baños, Riobamba y Ambato, La actividad estromboliana continuó proyectó bloques que se elevaron en promedio hasta 1500 metros sobre el nivel del cráter, cuyo alcance en trayectoria balística lograron rodar por todos los flancos del volcán hasta 2 km bajo el nivel del mismo, pero en ocasiones alcanzando mayor distancia (Fig. 23).



Figura 18. Descenso de un flujo piroclástico por la quebrada de Cusúa. Note la desmembración de un pequeño flujo que descendió por la Quebrada Achupashal. (Captura de imagen de video. J. Bustillos IG/EPN)

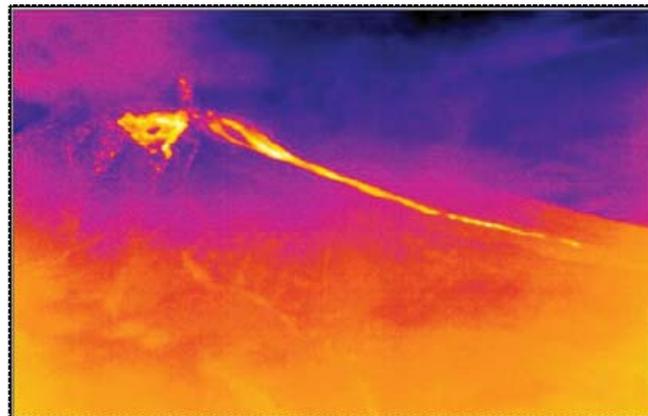


Figura 19. Imagen térmica del depósito del flujo piroclásticos, que avanzó hasta la cota de los 3000 msnm. (Foto: J. Bustillos IG/EPN)



Figura 20. Flujo de lava que bajó el sábado 04 de Diciembre (Foto: B. Bernard, IG/EPN-IRD)

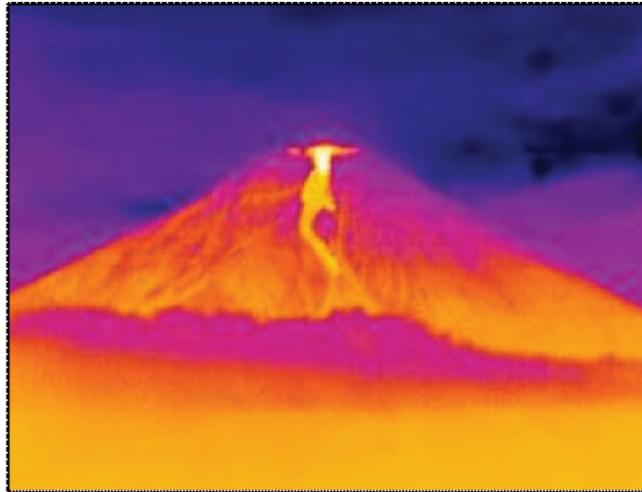


Figura 21. Imagen térmica mostrando el flujo de lava aún caliente (Foto: P. Ramón, IG/EPN).



Figura 22. Explosión con contenido de ceniza moderado a alto. Recuadro en rojo, la caída de bloques en el flanco W produce la removilización de la ceniza (Foto: P. Ramón, IG-EPN).



Figura 23. Actividad estromboliana con proyección de bloques incandescentes hasta una altura de 1 km sobre la cumbre y el rodar de rocas por todos los flancos del volcán, hasta mas debajo de la cota de los 4000 msnm (Foto: J. Bustillos, IG/EPN).

Por otra parte, en la segunda quincena de Diciembre las manifestaciones superficiales indicaron un descenso a partir del lunes 13. Las emisiones contenían una carga media de ceniza y alcanzaban una altura promedio de 1 km snc. Hacia finales de Diciembre, estas emisiones fueron prácticamente solo vapor de agua y poco energéticas (Fig. 24). Las explosiones fueron menos numerosas, pero mantenían un nivel alto de energía, estas dejaron de registrarse a partir del 25 de Diciembre. La actividad estromboliana fue esporádica y únicamente fue notable con la generación de explosiones. Con el transcurso del mes, la actividad en superficie cesó completamente, sin embargo cuando las condiciones climáticas fueron favorables, en especial durante la noche, se logró evidenciar a simple vista un nivel de incandescencia permanente hasta el borde del cráter y con ayuda de un visor nocturno se observó un brillo intenso desde el interior del mismo (Fig. 25).



Figura 24. Volcán despejado, emisión de vapor de agua con dirección al W (Foto: P. Cruz, IG/EPN).



Figura 25. Volcán parcialmente despejado, con ayuda del visor nocturno se observa el intenso brillo en el cráter (Foto: P. Cruz, IG/EPN).

3.- Caída y Dispersión de Nubes de ceniza

**DISPERSION DE LAS NUBES DE CENIZA
DEL VOLCAN TUNGURAHUA
DICIEMBRE-2010**

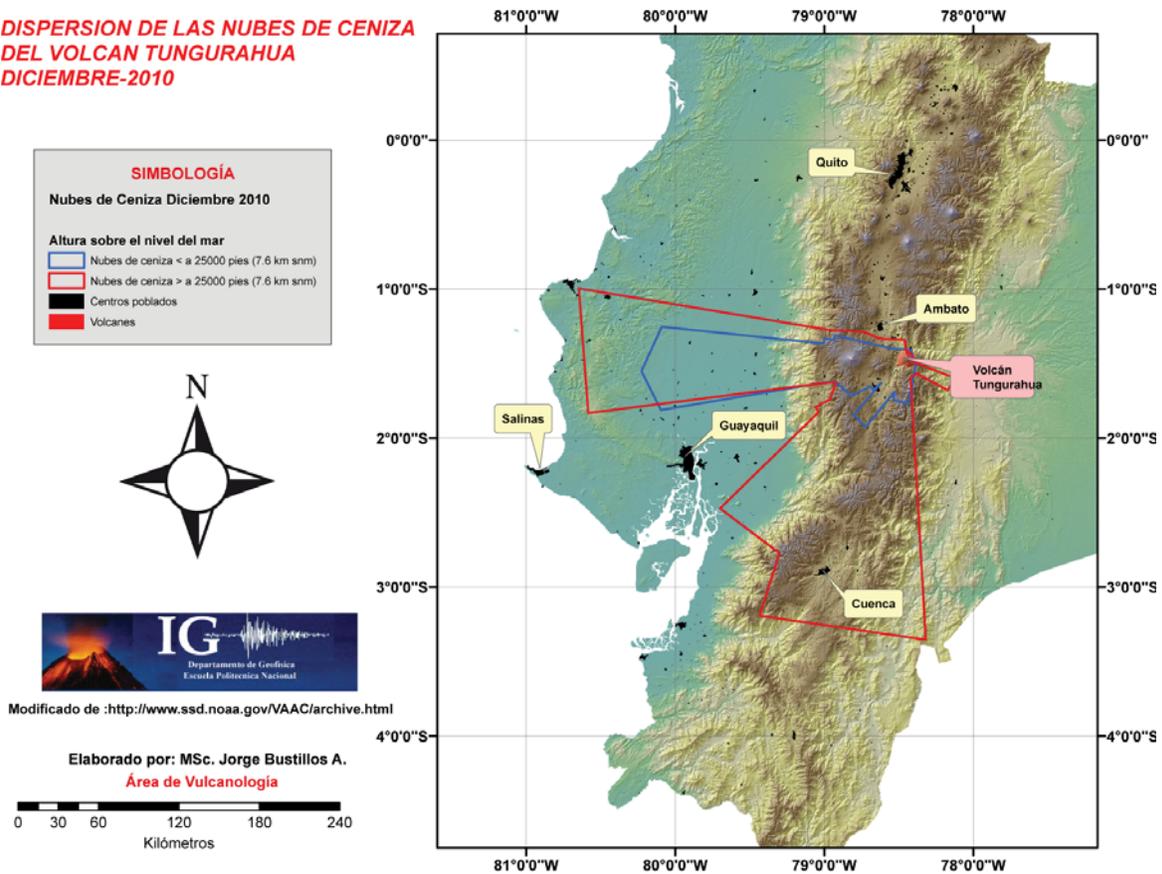


Figura 26. Dispersión de las nubes de ceniza del volcán Tungurahua en el mes de Diciembre de 2010 (Modificado de <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/messages.html>)

Las emisiones continuas y explosiones generaron columnas de emisión con carga variable de ceniza, que alcanzaron alturas entre 500 y 6000 metros sobre el nivel del cráter, y la consecuente generación de importantes nubes de ceniza. Estas nubes de ceniza se elevaron entre 20000 pies (6,1 km) y 33000 pies (10 km) sobre el nivel del mar, que por acción del régimen de vientos en la zona del Tungurahua se dispersaron en varias direcciones. Las direcciones preferenciales fueron hacia el occidente del cráter extendiéndose por 240 km, al SW se extendieron hasta 178 km, al Sur por 211 km y, por 33 km desde el cráter hacia el SE (Fig. 26). Las nubes de dispersión más energéticas se formaron en el evento eruptivo del 04 de Diciembre, cuya dirección fue hacia el E-SE.

Además de las nubes de dispersión, las columnas eruptivas generaron importantes caídas de ceniza, afectando principalmente a los sectores poblados ubicados hacia el occidente y sur-occidente del volcán, e incluso afectando a zonas distales como Morona Santiago, Puyo, Guaranda, Riobamba, Ambato, Pelileo y Salcedo. En la tabla 2 (a-b) se muestra los reportes de los sectores afectados por la caída de ceniza.

Ubicación	Población	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SW	Palictahua											N					
SW	Riobamba																
SW	El Manzano																
WSW	Choglontús	Bf				N	B										
WSW	Cahuají																
W	Pillate								Ng	N							
W	San Juan								Ng						Nf		
WNW	Bilbao																
WNW	Chacauco	B															
WNW	Cotaló																
NW	Cusúa														N		
NNW	OVT																
NNW	Juive																
NNW	Ambato																
N	Ponchoa																
N	Baños	C															
NNE	Runtún																
NNE	Ulba																
NW	Quero																
NW	Pelileo																
SW	Penipe													Gf			
SSW	Puela																
NW	Huambaló																
S	La Candelaria																
NW	Cevallos	Bf															
NW	Mocha																
W	Chontapamba																
SW	Guano																
W	Yuibug																
WSW	Guaranda																
SW	Guso																

Lahares del volcán Tungurahua durante Diciembre de 2010.

Desde el inicio del nuevo período eruptivo, ocurrido el 22 de Noviembre de 2010, se ha venido depositado un gran volumen de material piroclástico en zonas altas y medias del cono. La tefra, los flujos piroclásticos y un flujo de lava que fueron generados en este episodio de mayor actividad fueron depositados preferentemente en los flancos NW-W-SW del Tungurahua.

El clima fue generalmente bueno durante Diciembre, predominando días y noches despejados, donde se observó la actividad superficial del volcán que consistió de emisiones y explosiones acompañadas de columnas eruptivas de gases y ceniza cuya altura varió entre algunos cientos de metros y algo más de 6 km sobre el nivel del cráter. Sin embargo, las lluvias de variada intensidad ocurrieron en ocasiones pero no fueron lo suficientemente intensas para generar lahares de gran magnitud, aunque sí se produjeron algunos flujos de lodo pequeños que no ocasionaron inconvenientes. A continuación se resume los principales eventos, en base a los informes semanales del OVT:

Domingo 19

Aproximadamente en el medio día (TL) empezaron lluvias de intensidad variable sobre la zona alta del volcán y se mantuvieron durante toda la tarde. Casi desde las 21:00 (TL) las precipitaciones aumentaron de intensidad y fueron reportadas por los vigías de Palitahua, Choglontús, Bilbao, Pondoá y Runtún; sin embargo, solamente los vigías de Bilbao y Palitahua reportaron la ocurrencia de pequeños lahares que descendieron por la quebrada Achupashal, los mismos que inhabilitaron el paso vehicular por la vía Baños-Penipe, asimismo lahares bajaron por las quebradas Mapayacu, Bramadero y Shaguil acarreando bloques de hasta 90 cm de diámetro y formando un depósito de 1,5 m de espesor en el cauce del río Puela. Las estaciones sísmicas de banda ancha de Bilbao y Masón registraron estos eventos, así como la instrumentación AFM (Fig. 27 y 28).

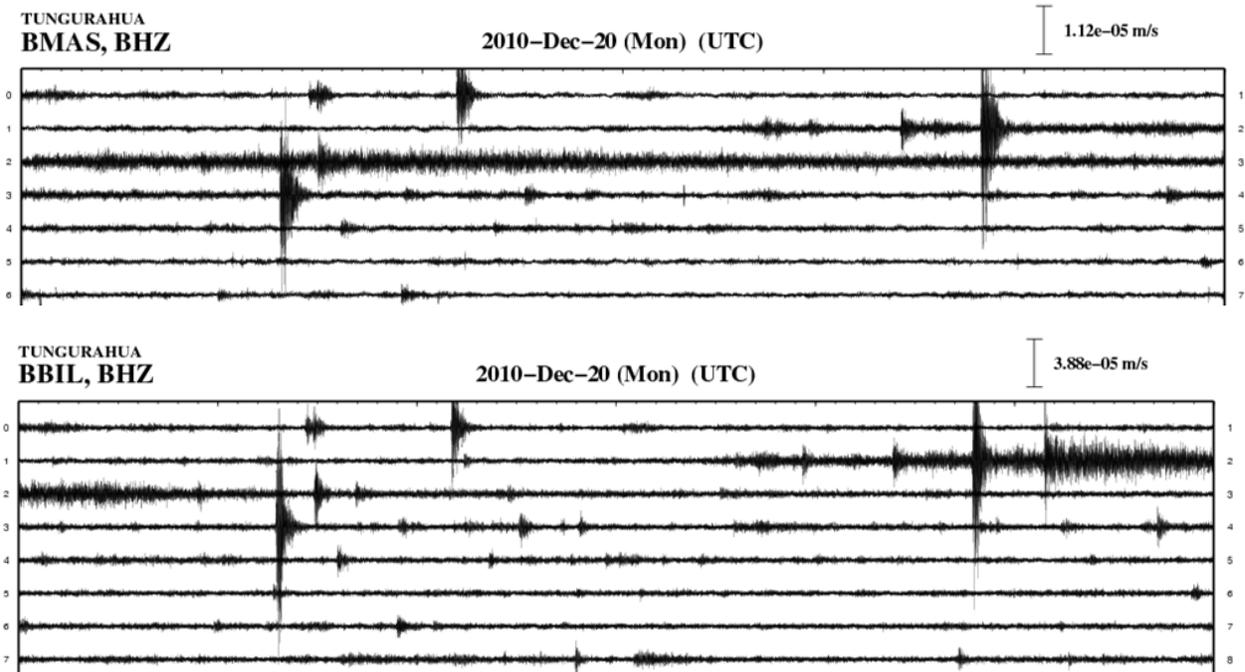


Figura 27. Señales sísmicas asociadas al paso de flujos de escombros por las quebradas Mapayacu y Bilbao

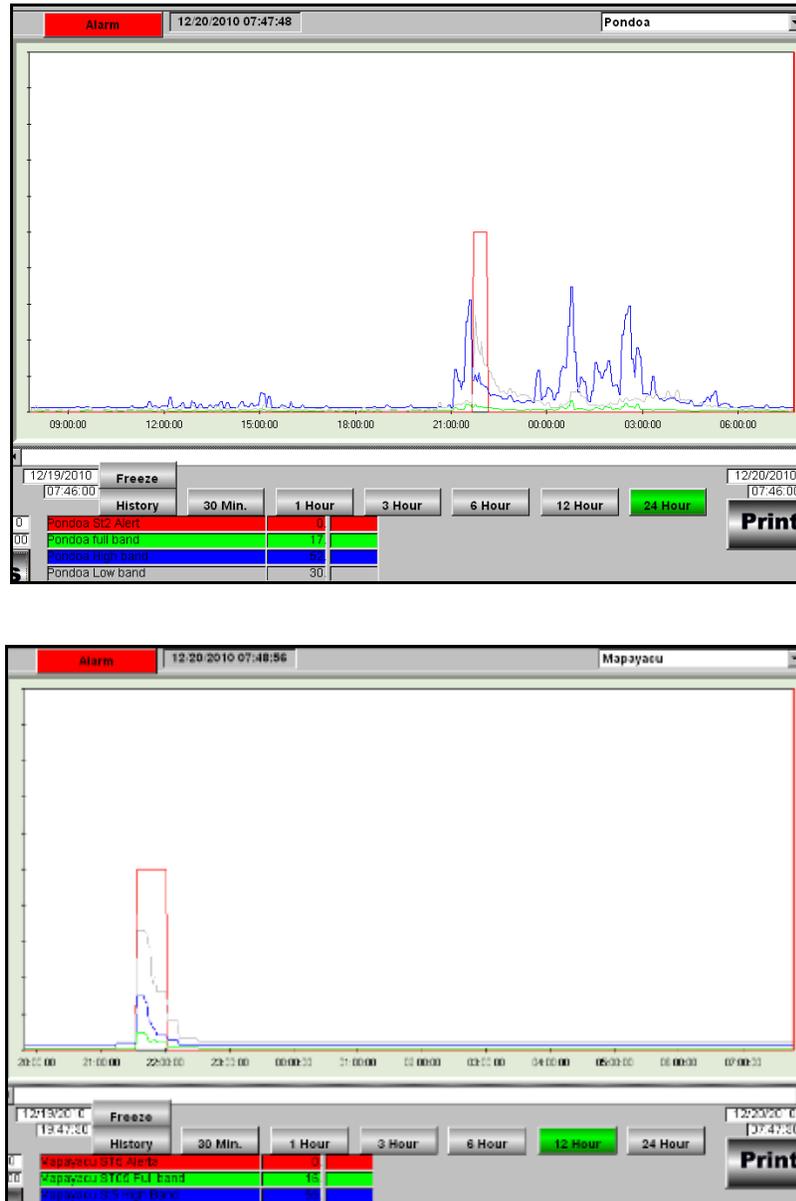


Figura 28. Señales de AFM de Pondoa y Mapayacu. Valor máximo de Low Band en Pondoa 1447 a las 21h49 TL. Valor máximo de Low Band en Mapayacu 1357 a las 21h40 TL

Otros días también fueron afectados por lluvias de moderada y baja intensidad, sin embargo no fueron suficientemente intensas para generar lahares y solamente originaron flujos de agua lodosa por las quebradas del Tungurahua.

6. Conclusiones

En el mes de Diciembre, se observó un incremento de la actividad volcánica hasta la mitad del mes, la que empezó a finales de Octubre, y que fue registrado por la instrumentación de monitoreo volcánico. En hecho la ocurrencia de los sismos VT de Octubre (16), Noviembre (12) y Diciembre (16) se relacionan muy bien con los episodios

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



INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

inflacionarios registrados en los inclinómetros de RETU y BILBAO, como se ha observado en los episodios de Diciembre 2009- Febrero 2010, Mayo-Junio 2010, y ahora Octubre-Diciembre 2010. Las manifestaciones en superficie se intensificaron durante las dos primeras semanas de Diciembre y en la segunda mitad se noto una disminución de la actividad, con una tendencia descendente. La sismicidad total resultó en 592 eventos sísmicos, que representa casi dos veces lo registrado en el mes de Noviembre, las explosiones (361) y emisiones (188) generaron columnas eruptivas de hasta 6 km snc y fueron dispersadas principalmente al W y SW por más de 200 km, al mismo tiempo las caídas de ceniza afectaron las poblaciones de Morona Santiago, Puyo, Guaranda, Riobamba, Ambato, Pelileo y Salcedo. El IAS alcanzó un máximo de 6 en la mitad del mes y el Nivel 5 a finales de Diciembre. El flujo diario de SO₂ tuvo un promedio de 1298 t/d con una desviación estándar de 1167 t/d. El valor máximo medido fue de 5069 t/d para el 1 de Diciembre, y el valor estimado de emisión de SO₂ en la atmósfera alcanza un valor de 40251 t de SO₂ (por 18264 toneladas en Noviembre). Los episodios inflacionarios registrados en las estaciones de RETU, BILBAO y PONDOA responden al exceso de presión por pequeñas intrusiones en una cámara-fuente ubicada a 3.5- 4km bajo la cumbre del volcán, sin embargo se nota una tendencia en general deflacionaria, posiblemente por un reajuste de esfuerzos luego de los episodios eruptivos de Julio y Agosto de 2006. Se destaca la ocurrencia de flujos piroclásticos, que fácilmente se generaron luego de las explosiones, al parecer el material acumulado en este episodio de mayor actividad facilitó que los bloques y cenizas alcancen con facilidad el borde NW del cráter y la consecuente generación de flujos piroclásticos por el flanco y que alcanzaron la cota de los 3000 msnm así como un flujo de lava que bajó por el NW hasta la cota de los 4000 msnm.

El clima durante el mes de Diciembre fue mayormente favorable. En la primera quincena predominaron las noches despejadas y los días soleados, en donde se pudo observar al volcán completamente despejado. Sin embargo a partir de la tercera semana de Diciembre el clima cambio, predominando días de moderada pluviosidad, desencadenando en ocasiones la formación y descenso de flujos de lodo o lahares por las quebradas del volcán. Los lahares más importantes ocurrieron el 19 de Diciembre, provocando la interrupción de la vía Baños-Penipe.

Finalmente, se espera que el volcán continúe su proceso eruptivo dentro de un escenario de actividad estromboliano-vulcaniano, donde no se descarta el incremento de la actividad y la posibilidad de generación de flujos piroclásticos. De otra manera, se espera una disminución paulatina de la actividad, que se observe en todos los parámetros de vigilancia volcánica.

Grupo de sismología

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

Grupo de vulcanología

Gorki Ruiz gruiz@igeqn.edu.ec
Patricia Mothes pmothes@igeqn.edu.ec
Jorge Bustillos jbustillos@igeqn.edu.ec



INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Jorge Ordóñez jordonez@igeqn.edu.ec
Francisco Herrera fherrera@igeqn.edu.ec

Estos informes son realizados utilizando datos y observaciones de la Base-Quito y la Base-Guadalupe-OVT. La vigilancia tanto en Quito como Guadalupe se realiza en turnos y está a cargo de científicos del Instituto Geofísico además de científicos colaboradores del IRD (Cooperación Francesa), como parte del convenio IG/EPN-IRD. El presente informe ha sido mejorado gracias a las nuevas técnicas aportadas por la Cooperación entre IG/EPN, JICA y NIED (Cooperación Japonesa), el USGS, FUNDACYT, la Embajada Británica y el BGR (Alemania). Además se reconoce la labor de los vigías y voluntarios de Defensa Civil del Cantón Baños, Patate, Pelileo y Penipe. En especial se da agradecimientos a la Familia Chávez por estar el OVT en su Hacienda Guadalupe.

15 de Enero de 2011 – Quito/gr