



*Todos los flancos del volcán cubiertos de material incandescente, a las 19h37.26/ENE/10.
(Foto: P. Ramón-IG)*

Resumen Mensual

Actividad del Volcán Tungurahua, Enero 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

La actividad eruptiva durante el mes de Enero 2010, experimentó un incremento notable en la actividad volcánica. Dicha actividad, se caracterizó por un total de 284 eventos sísmicos, dando un promedio de 18.6 eventos por día, que resulta en 10.94 veces de lo registrado en el mes de Diciembre de 2009. El número total semanal varió entre 8 y 171 eventos, principalmente LPs. Por otra parte, se observó una disminución en el número de sismos VT's, 8 registrados, que representa la mitad del número de VT's registrados el mes anterior. Adicionalmente, se registró un total de 722 explosiones y 503 emisiones. Los cambios en la sismicidad se reflejaron también en un rápido cambio del IAS desde el Nivel 3 al Nivel 6 con tendencia ascendente a finales de Enero, catalogándose como una actividad Moderada-Alta. Dado el incremento de actividad, se registró un promedio de 2576 t/d de SO₂, con una desviación estándar de 1248 t/d. Este valor es casi diez veces el promedio del mes de Diciembre. El valor máximo medido fue

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

de 5334 t/d el 03 de Enero y el valor estimado de emisión de SO_2 en la atmósfera para este mes alcanza un valor de 79875 t de SO_2 , contra 8137 t ocurridas en Diciembre 2009). En el mismo sentido, los inclinómetros de RETU y PONDOA, registraron un proceso de inflación y deflación desde finales de Diciembre y durante Enero, indicando que un cuerpo magmático fue intruido en estos dos meses, el que también ha sido en proceso de evacuación por el nuevo episodio eruptivo y también registrado en las tendencias deflacionarias, principalmente en el inclinómetro de RETU.

A nivel superficial se observó columnas eruptivas generadas por explosiones y emisiones y fuentes de lava, las que generaron explosiones –tipo cañonazo, ruidos y bramidos escuchados en todos los alrededores del volcán, incluso en las ciudades de Ambato, Riobamba, Baños, Penipe. De la misma manera, se recibió reportes de caídas de ceniza en las poblaciones asentadas en los alrededores del volcán, siendo las más afectadas Bilbao, Pillate, Choglontús, El Manzano, Cahujá; en menor intensidad en Palictahua, Cotaló, Cusúa y Ambato; y muy ligeramente en sectores como Cevallos, Guano, Tisaleo, Quero, y Mocha. El clima durante Enero fue medianamente favorable, la primera quincena las condiciones fueron favorables para tener avistamientos del volcán, en donde predominaban los días despejados o parcialmente despejados, en especial en horas de la tarde y parte de la mañana. En la segunda quincena, el clima fue empeorando paulatinamente, los días fueron nublados la mayor parte del día, la lluvia se hizo presente con una intensidad moderada-baja y que únicamente generaron flujos de agua lodosa por todas las quebradas del volcán, que principalmente afectaron la vía Baños-Penipe.

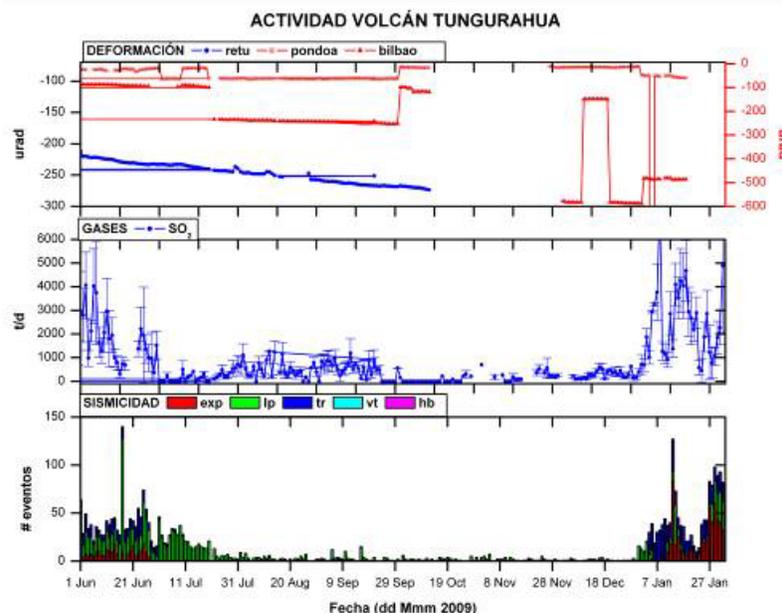


Figura 1. Resumen de la actividad del Volcán Tungurahua desde Marzo, 2009 - Enero, 2010, basado en datos de sismicidad, gas- SO_2 y deformación. En general durante este mes se nota un incremento importante en los valores de sismicidad a finales del mes y una ligera tendencia inflacionario en los valores de inclinómetro así como un incremento en los valores del gas SO_2 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 Enero se registró un claro incremento en los niveles de sismicidad, dando un total de 284 eventos sísmicos y un promedio de 18.6 eventos por día, que resulta en 10.94 veces de lo registrado en el mes de Diciembre de 2009. El número total semanal varió entre 8 y 171 eventos, principalmente LPs, notándose un incremento en la última semana del mes. Por otra parte, el número de sismos VT's, 8 registrados, representa casi la mitad del número de VT's registrados el mes anterior. Adicionalmente, dado el incremento en la actividad superficial se registró un total de 722 explosiones y 503 emisiones, iniciando un nuevo ciclo de mayor actividad (Tabla 1).

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
01-07 Enero	49	44	5	0	98	9
08-14 Enero	56	55	1	0	133	207
15-21 Enero	8	8	0	0	119	67
22-31 Enero	171	169	2	0	153	439
Total Ene./2010	284	276	8	0	503	722
Total Dic./2009	51	36	15	0	0	0
Total Nov./2009	69	61	8	0	1	0
Total Oct./2009	68	60	8	0	0	2
Total Sept./2009	124	97	26	1	2	0
Total Ago./2009	79	68	11	0	0	0
Total Julio /2009	482	466	16	0	18	0
Total Junio /2009	760	756	4	0	335	208
Total May/2009	437	431	6	0	345	161
Total Abr/2009	867	852	15	0	631	29
Total Mar/2009	929	922	7	0	403	3
Total Feb/2009	1104	1097	7	0	799	358
Total Ene/2009	380	374	6	0	632	181
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
Promedio Diario Nov. /2009	2.3	2.03	0.27	0	0.03	0
Promedio Diario Oct. /2009	2.19	1.94	0.26	0	0	0.065

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

Promedio Diario Sept. /2009	4.13	3.23	0.87	0.03	0.07	0
Promedio Diario Ago. /2009	2.55	2.19	0.35	0	0	0.06
Promedio Diario Julio /2009	15.55	15	0.52	0	0.58	0
Promedio Diario Junio /2009	25.33	25.2	0.13	0	11.17	6.93
Promedio Diario Mayo/2009	14.1	13.9	0.19	0	11.13	5.19
Promedio Diario Abril/2009	28,9	28,4	0,5	0	21,03	0,97
Promedio Diario Mar/2009	29.97	29.74	0.23	0	13	3
Promedio Diario Feb/2009	39.43	39.17	0.25	0	28.54	12.79
Promedio Diario Ene./2009	12.26	12.06	0.19	0	20.39	5.84

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

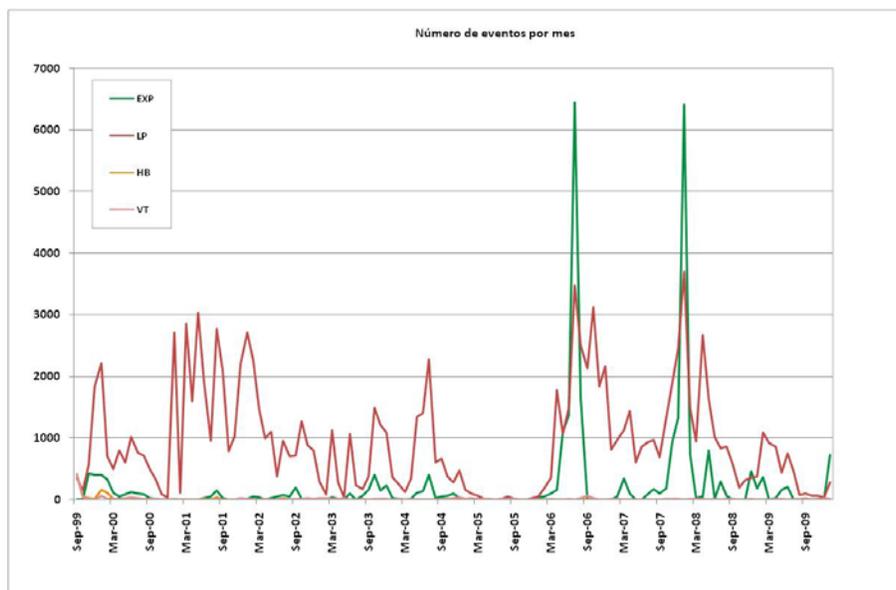


Figura 2. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta Enero de 2010.

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

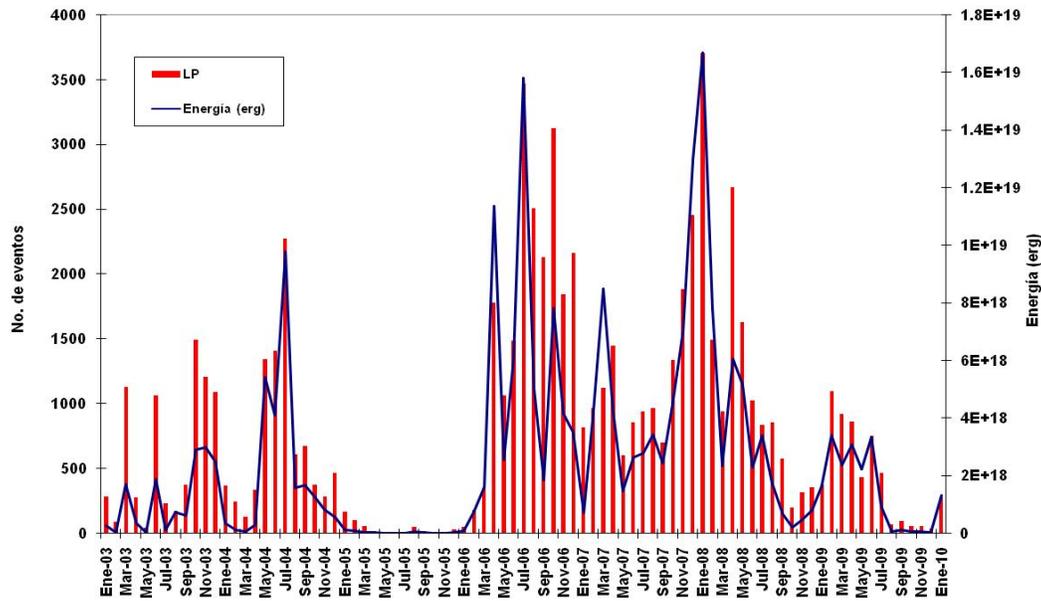


Figura 4. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Enero de 2010.

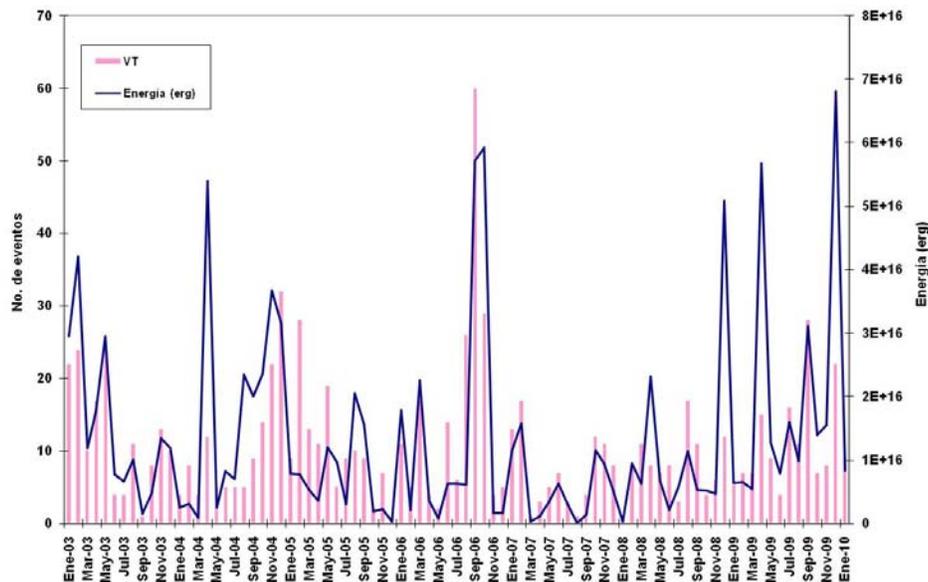


Figura 5. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Enero de 2010.

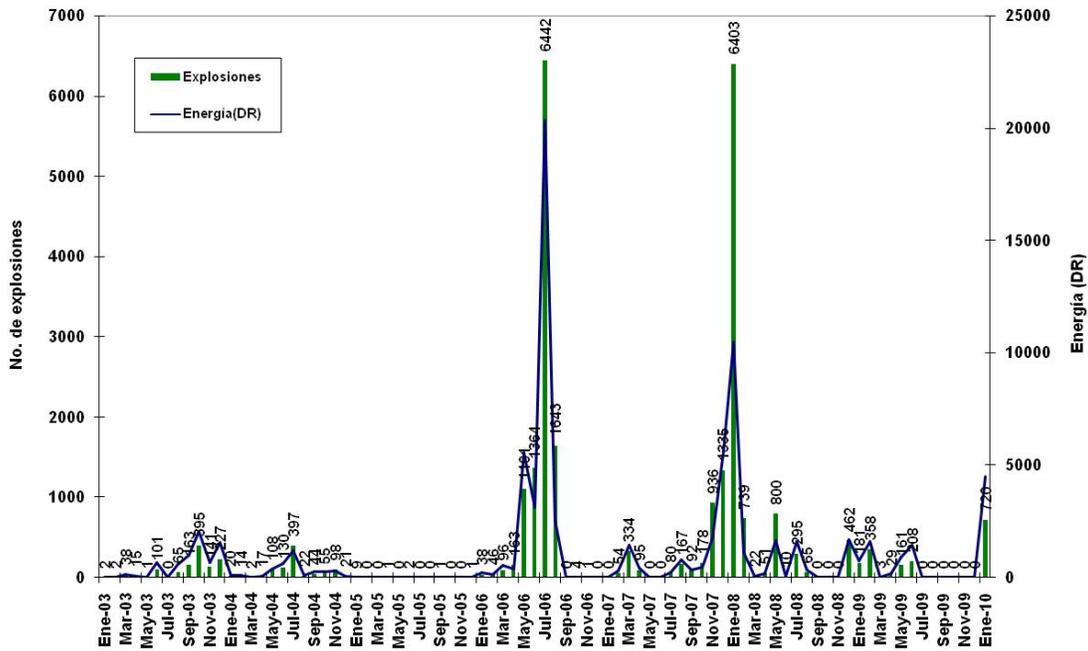


Figura 6. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR–desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Enero de 2010.

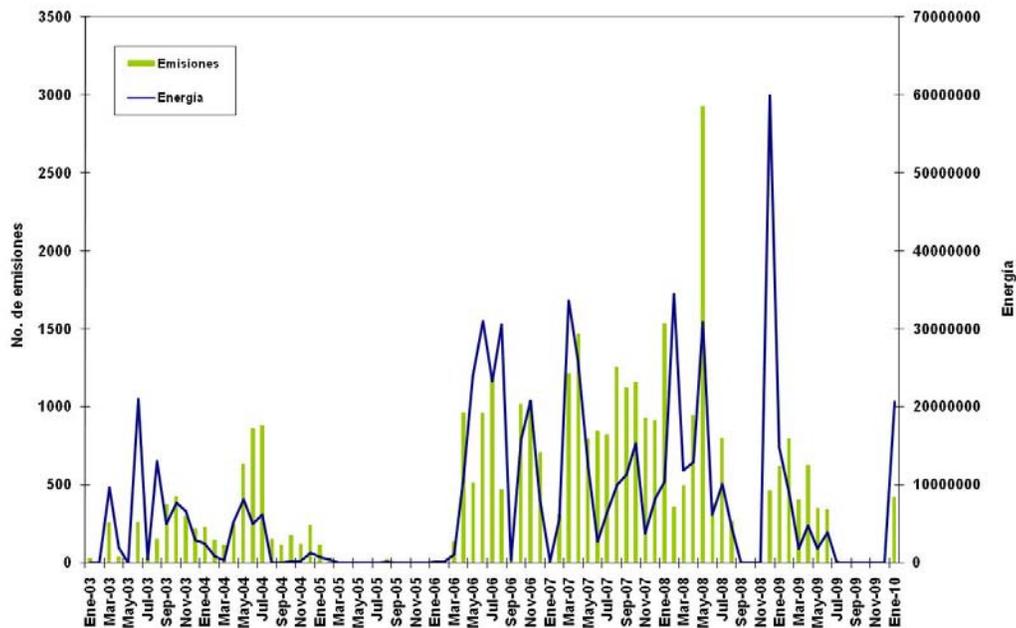


Figura 7. Número mensual de emisiones y su energía asociada (función de la intensidad del movimiento basada en la amplitud y duración) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Enero de 2010.

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

2.1 Localizaciones

Durante el mes de Enero de 2010, se localizaron cinco VT's de las ocho señales registradas. Y un LP de los 169 registrados. Adicionalmente, dado el incremento de actividad, en la figura, se muestran las localizaciones de las explosiones, emisiones ocurridas durante este mes. En hecho, se observa que los eventos se encuentran entre 0 y 7 km bajo el nivel de la cumbre (Fig. 8).

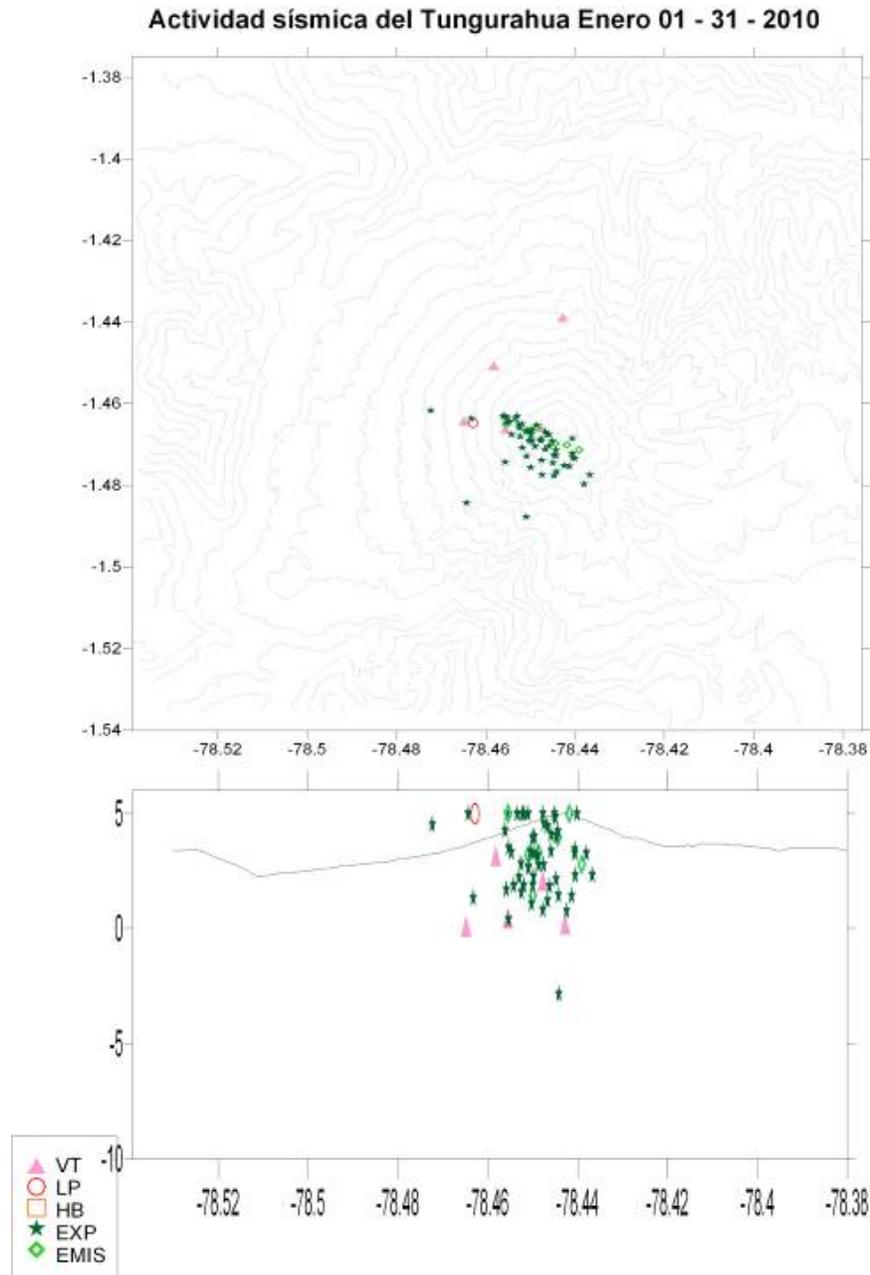


Figura.8a. Localizaciones con 3D

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

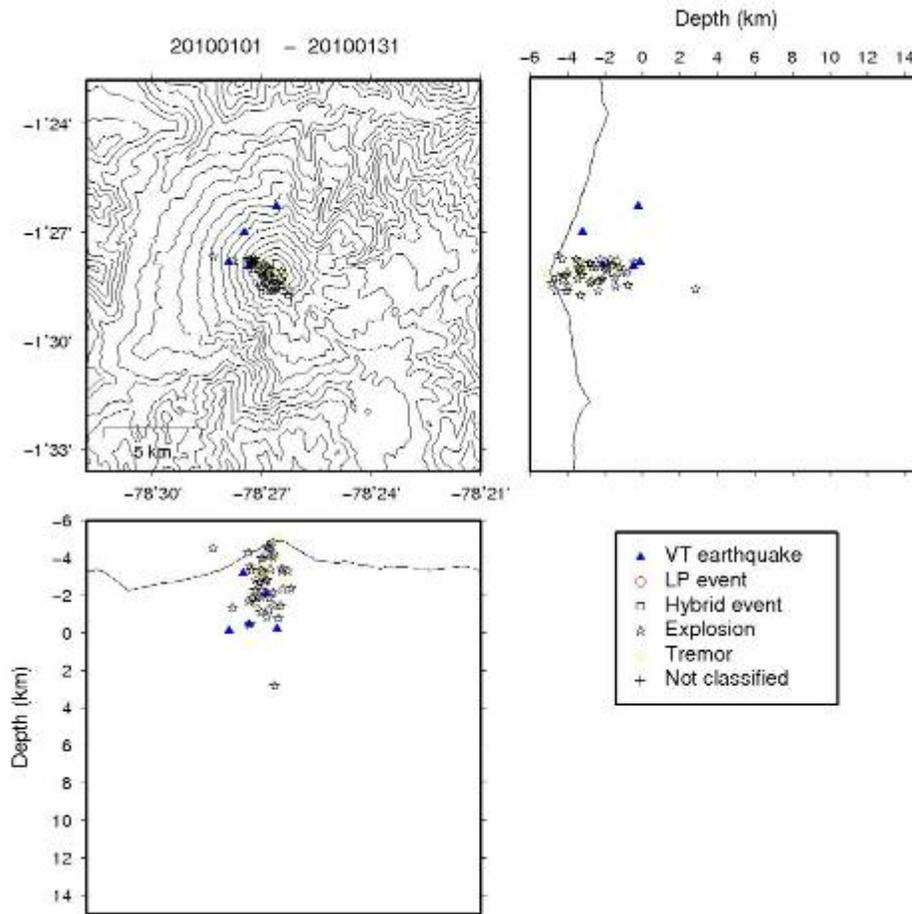


Figura 8b. Localizaciones con fdhypo -Surfer

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

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

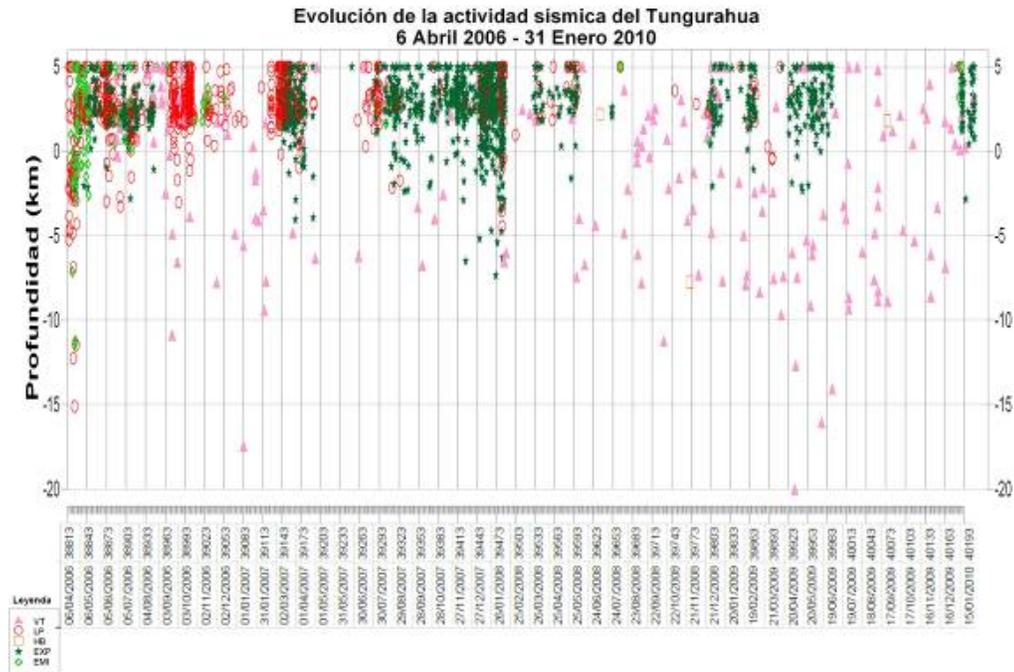


Figura 9. Evolución espacio-temporal de los eventos sísmicos del V. Tungurahua.

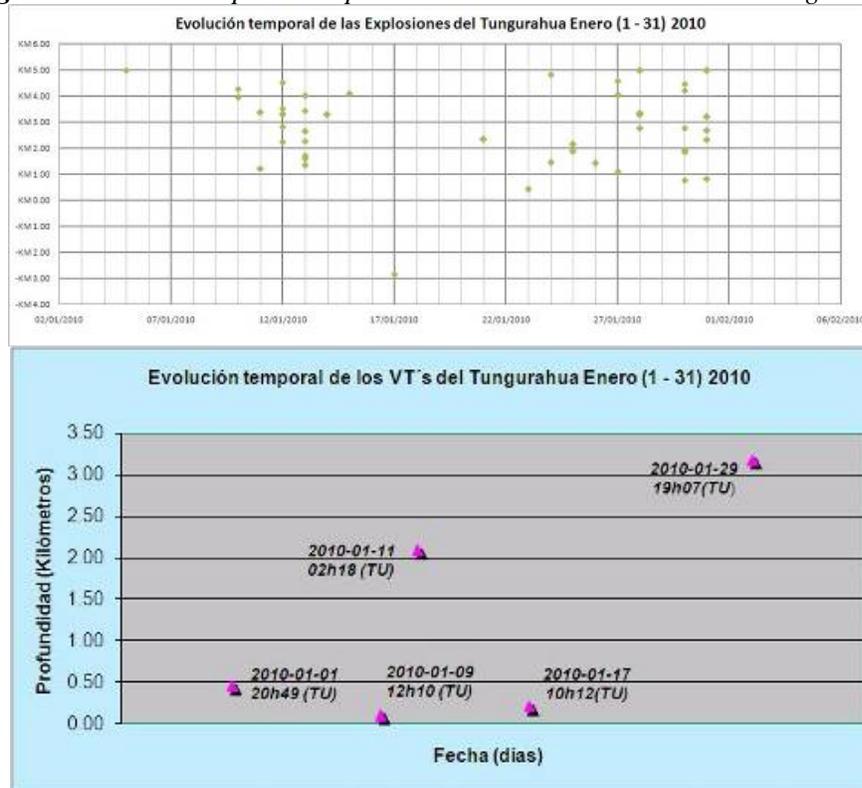


Figura 10. Evolución temporal de los VT's del Tungurahua en Enero de 2010.

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.

Como se indicó en el informe del mes anterior, el volcán inició un cambio en el IAS a partir de la segunda mitad de Diciembre y fue más evidente a inicios de Enero de 2010, donde empezó a cambiar muy rápidamente y a finales de Enero alcanzó el Nivel 6 con tendencia ascendente, catalogándose la actividad como Moderada-Alta (Figura 11b). Este cambio resultó de las intrusiones de magma registradas en la segunda mitad de Diciembre de 2009 y en la primera semana de Enero las que produjeron una importante actividad superficial, caracterizada por explosiones y emisiones de ceniza y gases volcánicos en un estilo eruptivo del tipo estromboliano.

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 (2) y tendencia (ascendente) hacia finales de Enero de 2010.

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

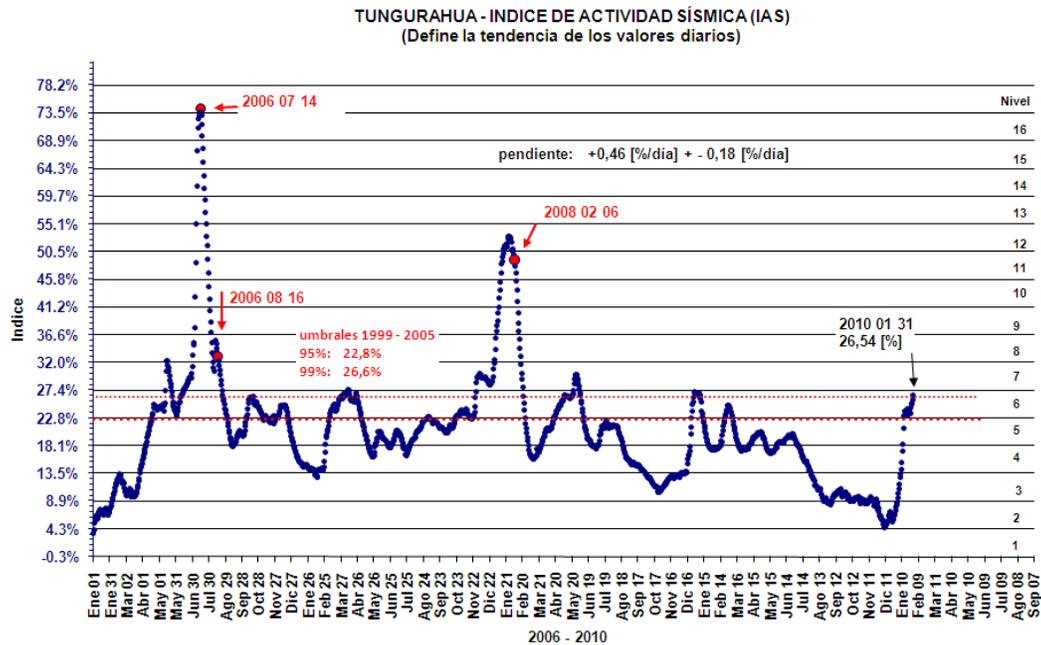


Figura 11b. IAS desde enero 2006 hasta fines de Enero de 2010.

3. Deformación

Al igual que el mes anterior, en Enero se registró un cambio en el sentido del eje radial en el inclinómetro de RETU, es decir entre el 20 de Diciembre de 2009 y el 03 de Enero de 2010 se observó una tendencia deflacionaria de -0.4 microradianes/día, con el eje tangencial indicando una componente al W; mientras que entre el 04 y el 17 de Enero, se registró un proceso inflacionario de 0.2 microradianes/día y el eje tangencial indicando una componente al E. Sin embargo, entre el 17 y el 27 de Enero nuevamente se registró una tendencia deflacionaria de -0.6 microradianes/día con la componente tangencial al W; y así mismo hacia finales del mes, nuevamente se registró una nueva tendencia inflacionaria de 0.3 microradianes/día y el eje tangencial con una tendencia inflacionaria hacia el Este. Esta variabilidad registrada en el inclinómetro de Retu estaría respondiendo a la presencia de magma en una cámara somera y al paso de este por el conducto volcánico. En el mismo sentido, el inclinómetro de Pondoá también muestra variaciones de inflación y deflación como en RETU. Mientras que el inclinómetro de BILBAO indica un proceso inflacionario en los dos ejes, que probablemente respondan a una fuente más profunda (Fig. 12 a, b, c).

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

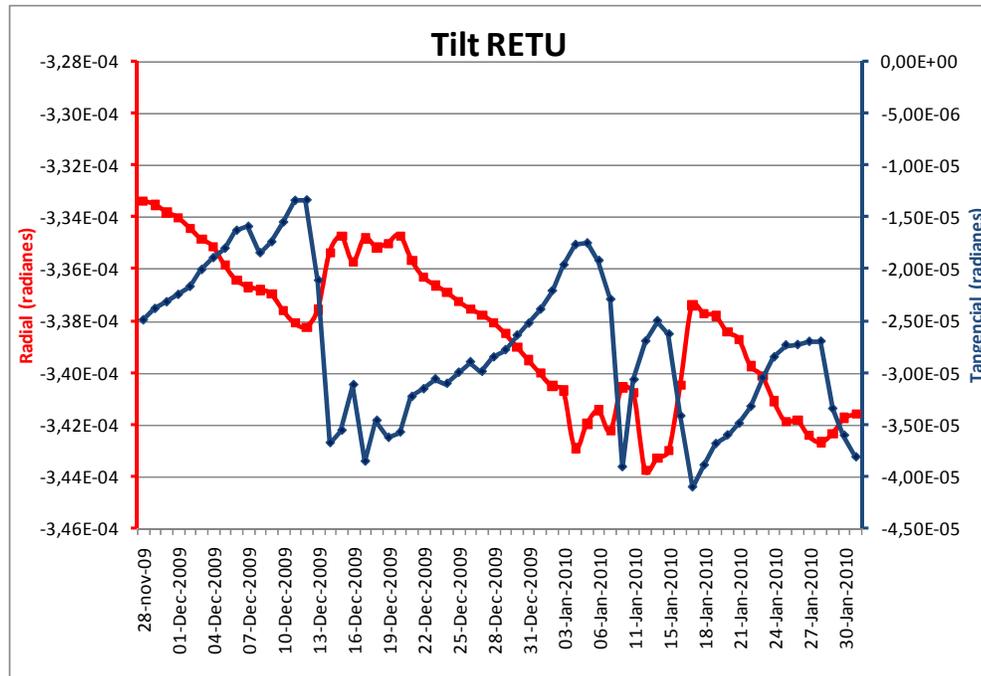


Figura 12a, Plot de datos del inclinómetro de RETU

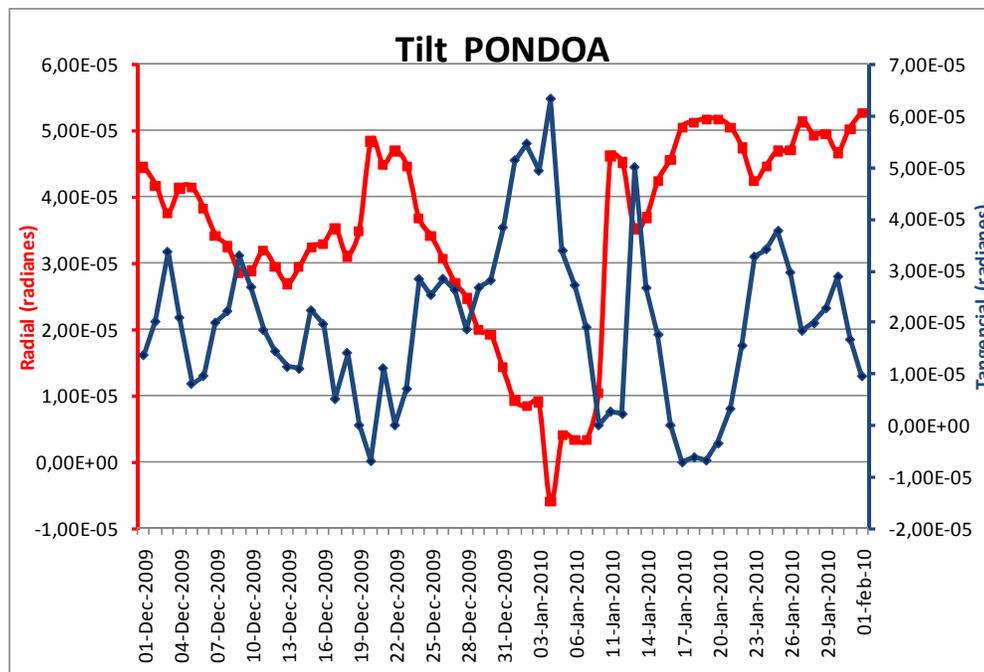


Figura 12b, Plot de datos estación Pondoá.

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

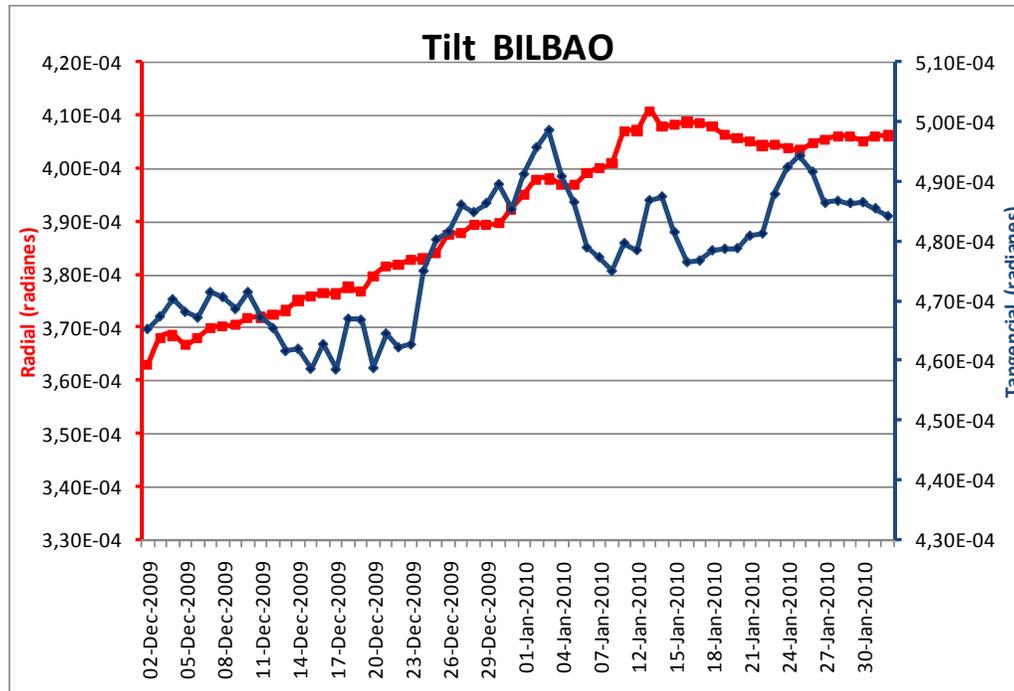


Figura 12c, Plot de datos estación Bilbao.

4. Geoquímica

Emisiones

La medición del flujo de SO₂ 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 SO₂ 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 SO₂, 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.

Durante el mes de Enero de 2010 la emisión de gas SO₂ del volcán Tungurahua presentó un aumento importante con respecto a los meses anteriores. Las emisiones de SO₂ fueron sostenidas y se mantuvieron en valores superiores a las 1000 t/d. En hecho, la mayoría del mes se encontró por encima de 2000 t/d, alcanzando un máximo de 5350

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

t/d el día dos de Enero. El clima durante este mes fue favorable la primera quincena, en la cual predominaban los días despejados o parcialmente despejados, en especial en la tarde y parte de la mañana. Durante la segunda quincena, el clima fue empeorando paulatinamente, los días fueron nublados la mayor parte del tiempo y la lluvia se hizo presente. La desgasificación del volcán tuvo una clara correlación con la actividad sísmica (figura 13-a). Sin embargo, se observa también un incremento importante del número de eventos diarios desde el principio del mes hasta ahora. El incremento de los dos parámetros fue importante y rápido, pasando a lo largo del mes de un nivel de actividad bajo a un nivel moderado-alto.

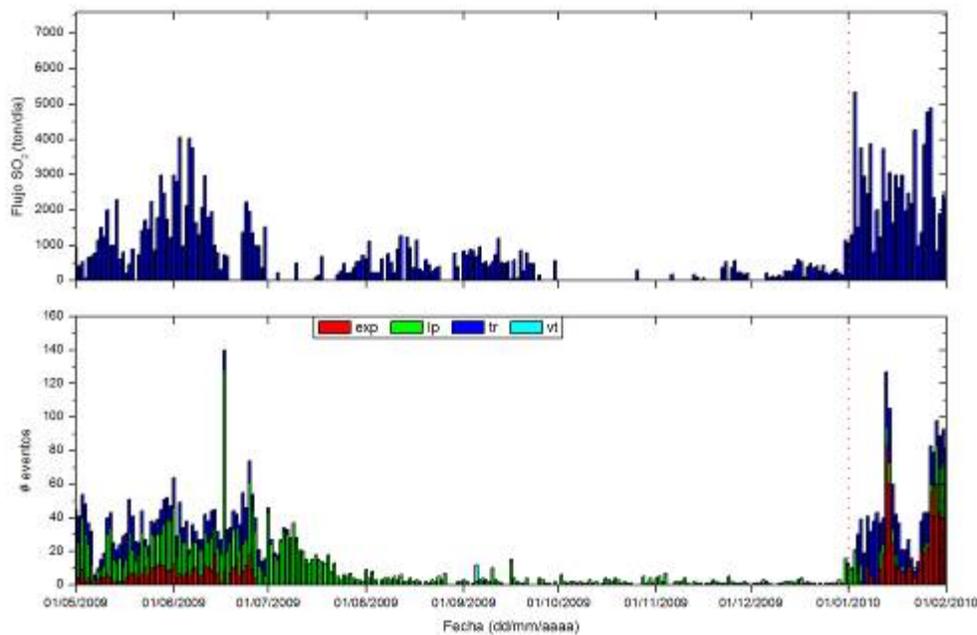


Figura 13-a. (Arriba) Flujo diario de SO_2 desde Mayo 2009 hasta el final de Enero de 2010. (Abajo) Número de eventos sísmicos por el mismo periodo. Este grafico permite ver la evolución de estos dos parámetros, y establecer posibles correlaciones entre ellos.

El flujo diario de SO_2 tuvo un promedio de 2576 t/d con una desviación estándar de 1248 t/d. Este valor es casi diez veces el promedio del mes de diciembre. El valor máximo medido fue de 5334 t/d el 03 de Enero y el valor estimado de emisión de SO_2 en la atmósfera para este mes alcanza un valor de 79875 t de SO_2 , contra 8137 t ocurridas en Diciembre 2009).

Las imágenes satelitales OMI para el mes de Enero confirman la importante desgasificación que tomó sitio en este mes, donde casi todos los días se registró emisiones de SO_2 por la parte occidental del volcán Tungurahua (figura 13-d). Solo durante los tres primeros días del mes y en los días 10, 17 y 26 no se registró emisiones de SO_2 y donde las imágenes satelitales presentan un problema, lo que podría explicar la ausencia de emisión.

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

El claro aumento de la tasa de desgasificación que se observó al largo del mes de Enero confirma la tendencia que empezó al final del mes de Diciembre 2009, y confirma la presencia de un nuevo cuerpo magmático en las partes superficiales del volcán Tungurahua. La existencia de una nueva inyección de magma está corroborada por el aumento significativo en la sismicidad durante el mes, así como por la actividad superficial importante. Adicionalmente se observa que el volcán se encuentra ahora en un proceso eruptivo de conducto abierto, lo que permite una desgasificación pasiva del SO_2 de este nuevo cuerpo magmático.

La magnitud de las emisiones y la tendencia que tienen hacia el final del mes indican que existe material suficiente para sostener una actividad similar por varias semanas. Se tiene que seguir atentamente la evolución en las próximas semanas para ver si siguen aumentando la desgasificación y la sismicidad, lo que podría llevar a un ascenso de la actividad.

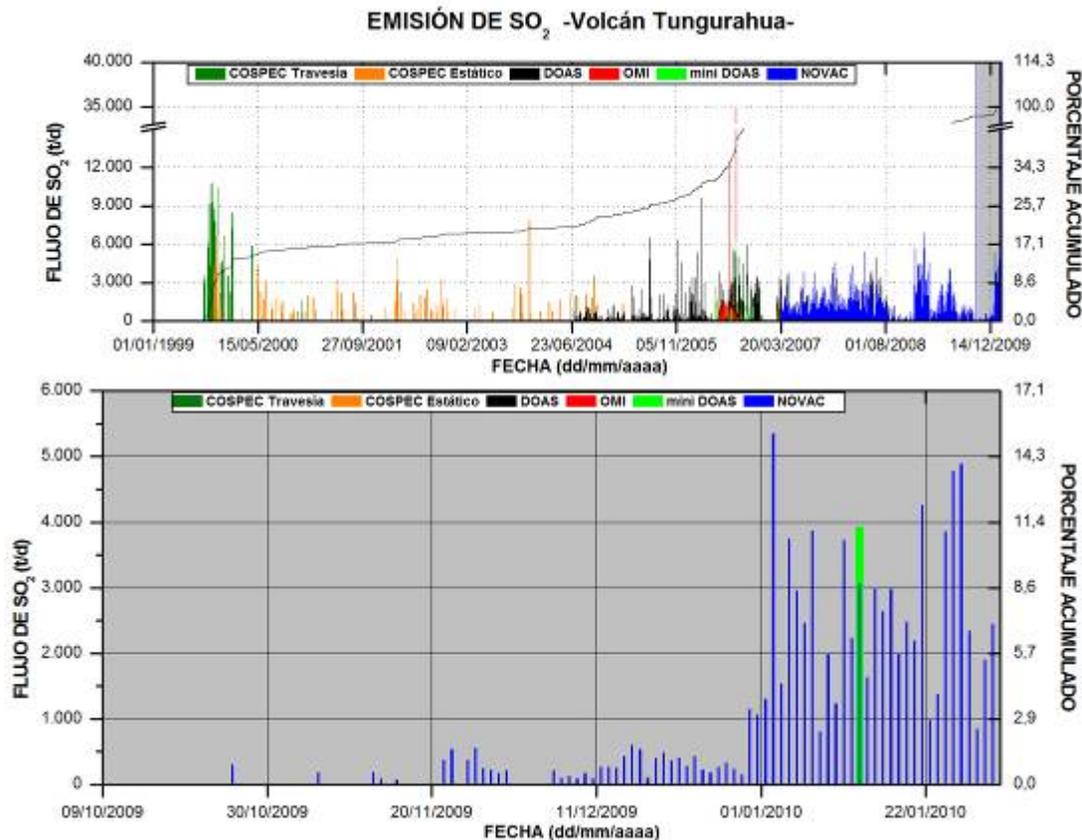


Figura 13-b. (Arriba) Flujo diario de SO_2 emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999. (Abajo) La zona sombreada corresponde al zoom del registro de emisiones de SO_2 hasta el mes de Enero de 2010. Las técnicas DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC/NASA

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

Estadísticas mensuales:

Valor medio: 2576 t/d
 Variabilidad (1σ): 1248 t/d
 Valor máximo: 5334 t/d (3 de enero)
 Emisión estimada: 79875 t de SO_2

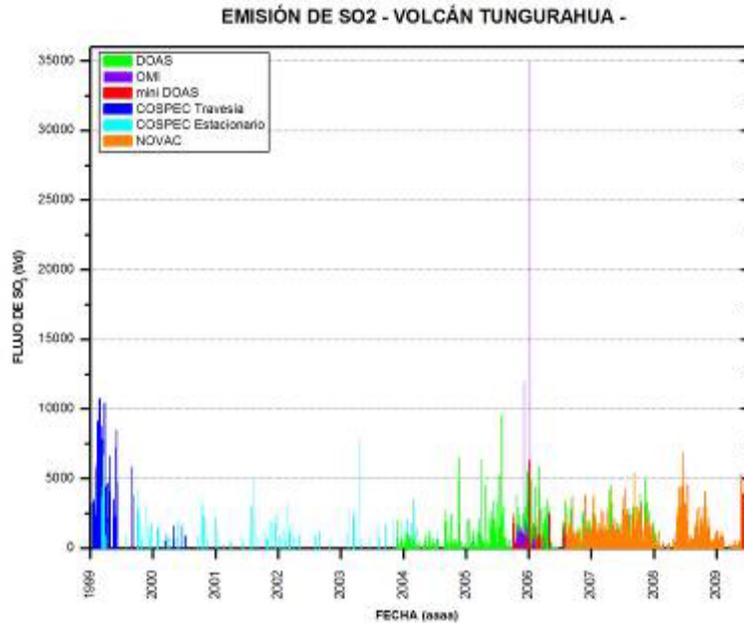
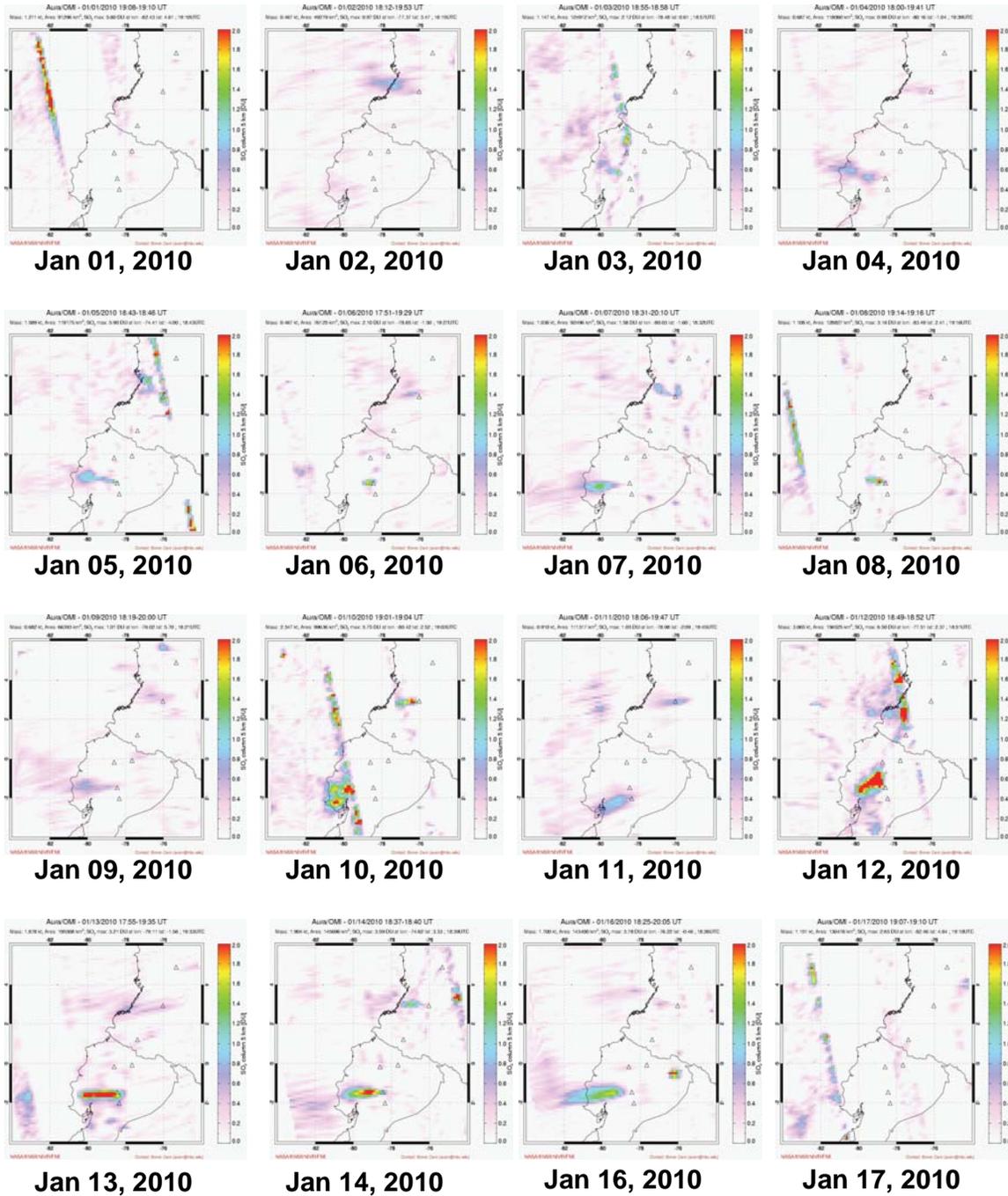


Figura 13-c. Flujo diario de SO_2 emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Enero de 2010.

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



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

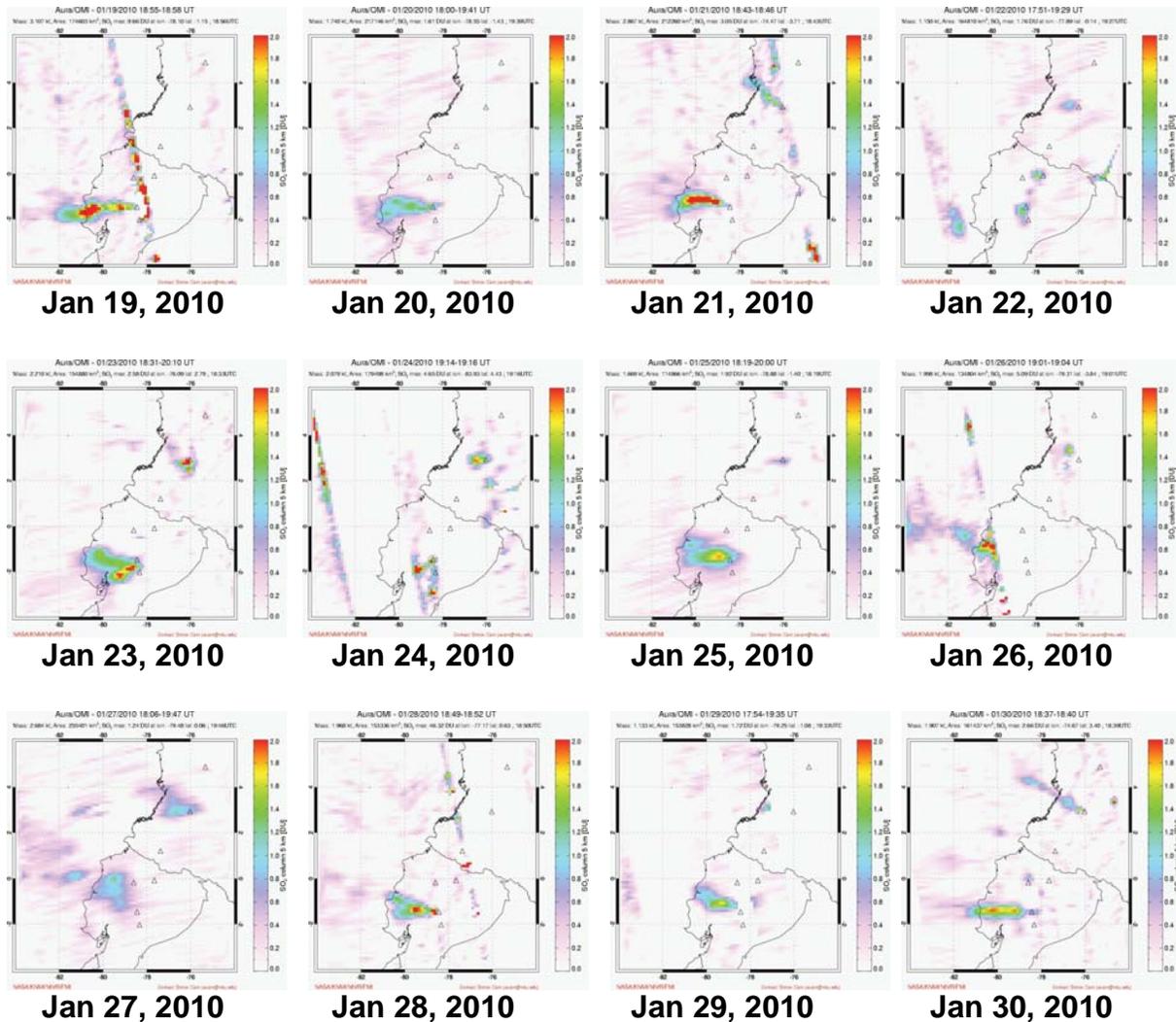


Figura 13-d. Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de Enero de 2010. (Fuente: http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/1208/ecuador_1208.html)

5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

El clima durante el primer mes de 2010 fue medianamente favorable. La primera quincena de Enero se caracterizó por presentar un clima favorable, en donde predominaban los días despejados o parcialmente despejados, en especial en horas de la tarde y parte de la mañana. En la segunda quincena, el clima fue empeorando paulatinamente, los días fueron nublados la mayor parte del día, la lluvia se hizo presente con una intensidad moderada-baja, sin embargo no fueron suficientes para generar flujos de lodo por las quebradas del volcán.

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

Después de seis meses de una actividad superficial muy baja, caracterizada por ocasionales y ligeras emisiones de vapor de agua, provenientes de la actividad fumarólica del interior de cráter y del borde NE del mismo (Figura 14), el 30 de Diciembre de 2009 el volcán Tungurahua inició un nuevo episodio de mayor actividad, relacionado con la ocurrencia de un evento LP (largo periodo) que originó una columna de vapor de 300 metros (Figura 15). Desde entonces las emisiones fueron más frecuentes y a partir del 01 de Enero se produjeron emisiones con bajo contenido de ceniza (Figura 16), y acompañadas de bramidos de moderada intensidad.

El 03 de Enero, por primera vez en seis meses se observó brillo en el cráter, y posteriormente una actividad tipo fuente de lava se hizo presente. Esta actividad fue acompañada por bramidos de moderada intensidad, algunos de los cuales fueron escuchados incluso en las ciudades de Ambato y Mocha. Las manifestaciones superficiales se mantuvieron hasta el 05 de Enero, donde la actividad se incrementó sustancialmente pasando rápidamente de un nivel bajo a moderado. Los bramidos fueron más continuos y de mayor intensidad, es así que el 06 y 09 de Enero los bramidos fueron escuchados claramente en las ciudades de Ambato y Baños, donde adicionalmente generaron la vibración de ventanales, techos, portales y suelo. Al mismo tiempo que ocurrían los bramidos se observó una actividad continua tipo fuente de lava asociada a una señal de tremor armónico de gran amplitud.

A partir del 11 de Enero se registraron las primeras explosiones, de moderada intensidad (figura 17) acompañadas de cañonazos y una actividad estromboliana. Este estilo eruptivo se mantuvo hasta el final del mes, en donde la frecuencia y la intensidad se fue incrementaron paulatinamente.



Figura 14: 23 de Agosto de 2009, volcán completamente despejado, se observa un leve actividad fumarólica al interior del cráter y en el borde NE del mismo. (Foto: J. Bustillos, OVT-IG-EPN).



Figura 15: Al final de la tarde (23:06) del 31 de Diciembre, el volcán continúa despejado y se mantiene la emisión de vapor de agua (Foto: P. Ramón, OVT-IG-EPN).



Figura 16: A las 22:00 del 01 de Enero, el volcán se mantiene despejado parcialmente, se inicia la salida de varios pulsos de emisión con contenido medio de ceniza, llegan hasta los 1500 m de altura y se dirigen hacia el NNW (Foto: P. Ramón, OVT-IG-EPN).



Figura 17: 11 de Enero, volcán despejado, explosión que genera columna eruptiva de 2 km snc con carga media de ceniza (Foto: J. Bustillos, OVT-IG-EPN)

El incremento acelerado de la actividad se mantuvo hasta el 15 de Enero y a partir de entonces se observó una disminución de la actividad superficial y sísmica que permaneció casi constante hasta el 23 de Enero, donde nuevamente se notó un incremento en la actividad. Las emisiones, explosiones y ruidos asociados fueron más frecuentes y más intensos en energía y duración, los cuales fueron escuchados fuertemente en las ciudades de Baños, Pelileo, Ambato, Mocha, Cevallos, Quero, Riobamba, Penipe, Guano, y Puela. Al final del mes estos fenómenos se hicieron menos frecuentes en el tiempo.

Acompañando a las explosiones se produjo proyección de material incandescente y el rodar de bloques por todos los flancos del volcán. Durante la noche se observó una continua actividad tipo “fuente de lava”, que eyectó bloques incandescentes hasta 1 Km. de altura (Figura 18) y el rodar de los mismos por los flancos del volcán hasta la cota de los 3000 metros (mucho mas debajo de la ubicación del refugio (Figura 19). Las explosiones generaron cañonazos y bramidos de variada intensidad y algunas veces su duración fue de varios segundos como sucedió durante las noches y madrugadas de los días 05, 09, 11 y 12 de Enero y en días posteriores. La vibración de ventanales y del suelo fue reportada desde varios de los poblados asentados en los alrededores del volcán principalmente desde los sectores de Runtún, Baños, Puntzán, Pondoá, Juive, Cusúa, Bilbao, OVT, Pillate, Cotaló, Choglontús, El Manzano, Cahujá, Palictahua, Penipe, Puela, y en lugares más alejados como Ambato, Mocha, Cevallos, Quero, Riobamba, Patate y Pelileo. Los vigías de Runtún, Pondoá, Juive, Bilbao, Choglontús, El Manzano, Palictahua y Cahujá escucharon ruidos de bloques rodando por los flancos del volcán y que estuvieron asociados a las emisiones y explosiones.

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



Figura 18: Actividad tipo fuente de lava, proyección debroques incandescentes hasta 1000 m sobre la cumbre (Foto: J. Bustillos, OVT-IG-EPN)



Figura 19: Todos los flancos del volcán cubiertos de material incandescente, a las 19h37 del 26 de Enero. (Foto: P. Ramón, OVT-IG-EPN)

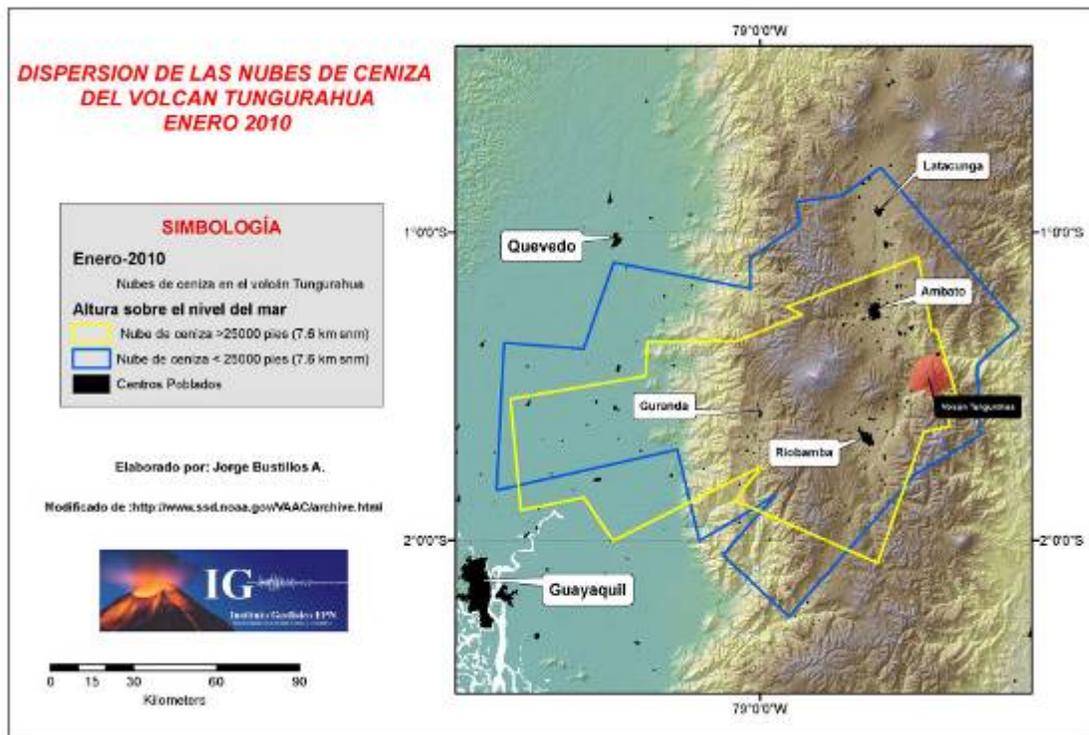


Figura 20: Dispersión de las nubes de ceniza en el volcán Tungurahua durante el mes de Enero de 2010 (Modificado de: <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/messages.html>)

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

Las explosiones y emisiones-continuas de vapor y gas con un contenido de ceniza variable entre bajo a moderado-alto, produjeron nubes de ceniza que alcanzaron alturas entre los 18000 pies (5,5 km) y 30000 pies (9,1 km) sobre el nivel del mar. Debido a la dirección de los vientos estas nubes se dirigieron en todas direcciones, pero principalmente al NNW, W y SW, alcanzando a extenderse hasta aproximadamente 77 km, 155 km y 100 km respectivamente desde el volcán. El área de cobertura fue de aproximadamente 15125 km² (Figura 20). Estas nubes tuvieron su mayor alcance en altura y extensión los días 11, 12 y 13 de Enero, las cuales variaron entre 27000 pies (8,2 km) y 29000 pies (8,8 km). Al mismo tiempo, se observó columnas de eruptivas de hasta 4 km altura sobre el nivel del cráter, con contenido medio a alto de ceniza, que fueron incrementando su contenido al final del mes (Figura 21) y tomando direcciones preferenciales hacia el NNW y W. (Figura 22). El material piroclástico más grueso de las nubes de ceniza generó importantes caídas de ceniza en los sectores de Bilbao, Pillate, Chontapamba, Yuibug, Choglontús, EL Manzano, Cahuají, Puela, Palictahua, Penipe, Cevallos, Quero y Mocha; que afectó ligeramente a poblaciones como Cusúa, Runtún, Guano; y la precipitación de una película de ceniza bien fina en ciudades como Ambato y Riobamba.



Figura 21: 27 de Enero, columna de emisión con carga moderada - alta de ceniza (Foto: P. Ramón, IG-EPN).



Figura 22: 29 de Enero, nube de ceniza dirigiéndose al Norte, la carga de ceniza es media-baja (Foto: P. Ramón, IG-EPN)

Dada la actividad volcánica, se recibieron reportes de caída de ceniza desde los poblados ubicados en los alrededores del volcán (Tabla 2 y 3). Las poblaciones más afectadas por las caídas de ceniza son Bilbao, Pillate, Choglontús, EL Manzano, Cahuají; en menor intensidad en Palictahua, Cotaló, Cusúa y Ambato; y muy ligeramente en sectores como Cevallos, Guano, Tisaleo, Quero, y Mocha (Figura 23). Al final del mes, las emisiones y explosiones han fueron disminuyendo en número y en energía, esto evidenciado en la poca cantidad de ceniza de las columnas eruptivas, aunque la cantidad y frecuencia de caída de ceniza se ha mantenido.



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

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

Tabla 2: Reportes recibidos de caída de ceniza en la primera quincena de Enero. 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.

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

Ubicación	Población	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
SW	Palictahua																
SW	Riobamba																
SW	El Manzano	G	B			Ng	Ng					Gm					
WSW	Choglontús				B	N			G	B		Gg	Gf	Nf	Ng	Ng	
WSW	Cahuají		G		B	N						B		Ng			
W	Pillate											G					
W	San Juan																
WNW	Bilbao		B		B							Bf	Ng				
WNW	Cotaló																
NW	Cusúa														Ng		
NNW	OVT																
NNW	Juive																
NNW	Ambato										G		N				
N	Ponchoa																
N	Baños																
NNE	Runtún																
NNE	Ulba																
NW	Quero																
NW	Pelileo																
SW	Penipe																
SSW	Puela																
NE	Huambaló																
S	La Candelaria																
NW	Cevallos																
W	Motilones												Ng				
W	Chontapamba																
SW	Guano																
W	Yuibug																
WSW	Guaranda																
SW	Guso																
NW	Tisaleo																
SSW	Bayushig																

Tabla 3: Reportes recibidos de caída de ceniza en la segunda quincena de Enero. 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.

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

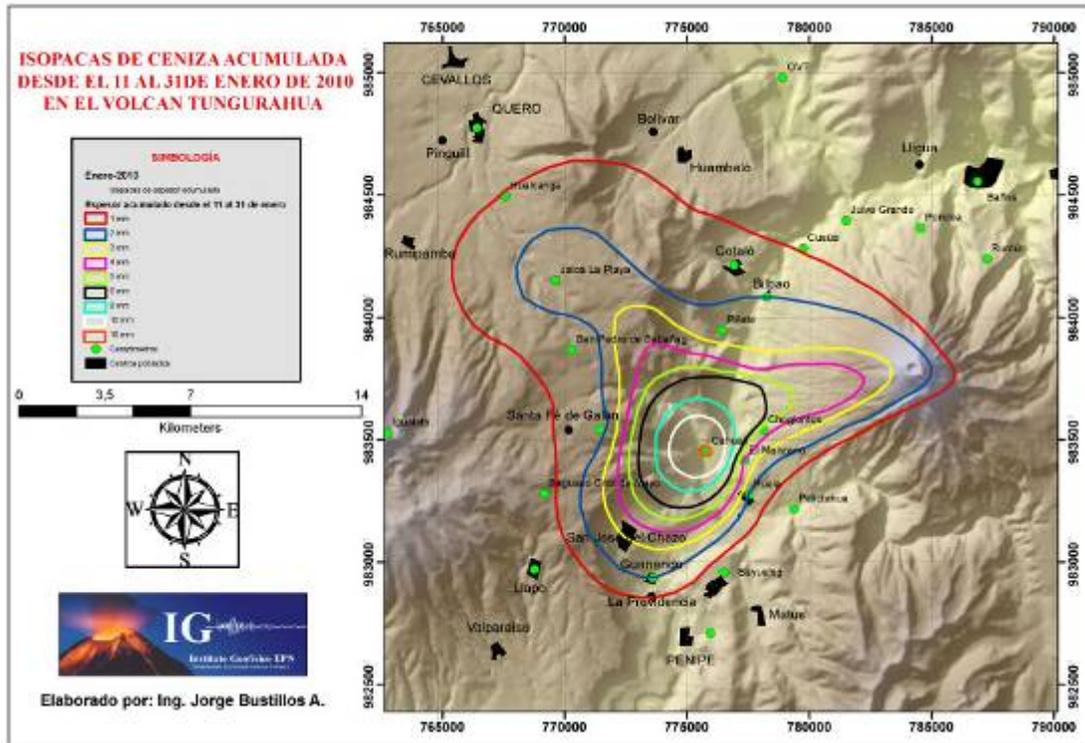


Figura 23: Mapa de isopacas en el periodo 11-31 de enero de 2010.

El domingo 31 de Enero de 2010 se realizó una visita de campo y se constató que la caída de ceniza entre el 11 y 31 de Enero ha variado desde fina (color gris claro como cemento) a gruesa (tamaño similar al azúcar y de color negra) y afectó severamente a sectores como Jaloa La Playa (4mm de espesor acumulado), San Pedro de Sabañag y Santa Fe de Galán (1 mm de espesor acumulado), La Providencia, Guanando (2 mm de espesor acumulado), San José de Chazo y Bayushig (Figura 23). Centros poblados como Quero, Cevallos, Ilapo, Penipe, Guano, Riobamba y Ambato también fueron afectados con caída de ceniza, sin embargo el espesor acumulado no es representativo ($\ll 1$ mm).

Durante el recorrido de muestro de los cenizómetros se notó que la distribución de la caída de ceniza se mantuvo en dos ejes principales, la mayor parte del mes en un eje WSW y a finales del mismo en un eje WNW (Figura 23). La mayor cantidad de ceniza acumulada en este periodo se mantuvo en el eje WSW y depositó cerca de 15 mm en el cenizómetro de Cahujá y 4 mm en el cenizómetro de Choglontús (Figura 23). A pesar de la cercanía entre las dos últimas poblaciones la diferencia de espesor acumulado es muy amplia, debido a: 1) que la caída de ceniza en ocasiones se da en forma de cortinas y con un eje muy fijo en cual prácticamente se mantiene constante 2) a que la variación de la dirección de los vientos puede cambiar cercanamente al viento y mientras esto sucede los lugares que se encuentran dentro del área de influencia son afectados doblemente y 3) a que la actividad durante todo el mes ha sido variable en cantidad de ceniza .

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

Con los datos de campo y los métodos de Pyle, 1989; Fierstein y Nathenson, 1992; Legros, 2000 se calculó un volumen acumulado de 806000 m³ en la segunda mitad del mes, que sumado a los 315000 m³ de inicio de mes se obtiene un total de 1'121.000 m³, con lo cual se estima que en este nuevo episodio eruptivo en su primer mes de duración tiene un VEI = 1 (VEI= Índice de Explosividad Volcánica).

Por otra parte, se observó que la caída de ceniza afectó severamente a la producción agrícola y ganadera en los sectores Occidental y Sur Occidental del volcán, involucrando centros poblados de las provincias de Tungurahua y Chimborazo. Los sectores como Puñachizag, Jaloa La Playa, Santa Fe de Galán, Sabañag, Saguazo Cruz de Mayo, Cusúa, Pillate, Bilbao Chacaucó, han sido afectados por una caída moderada a baja de ceniza, la que ocasionó problemas principalmente en los sembríos de maíz, cebolla y papas; y la cobertura parcial de los pastos. Por otro lado, en poblados cercanos al edificio volcánico como Choglontús (Figura 24), Cahuají, EL Manzano, Puela, La Providencia Guanando, Yuibug, Chontapamba, entre otros. En este sentido, se nota que la afectación ha sido mucho mayor, en donde prácticamente se han perdido las cosechas de temporada (cereales, tubérculos, frutas, etc), así como pérdidas en la ganadería dado que los pastizales fueron cubiertos totalmente por el material volcánico. La ayuda (comida para el ganado como el rechazo) que reciben los pobladores por parte de las autoridades no fue almacenada de una forma adecuada para su posterior distribución y también fue afectada por caídas de ceniza (Figura 25).



Figura 24: Sector Choglontús, nótese la cantidad de ceniza acumulada en el techo de la casa del Sr. Víctor Zumba, vigía voluntario de la UGR-Chimborazo (Foto: B. Bernard, IG-IRD)



Figura 25: Afectación de la ceniza en el rechazo entregado por las autoridades al sector de Cahuají. La afectación se da porque no existe un lugar adecuado para su almacenamiento (Foto: B. Bernard, IG-IRD)



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

Lahares del volcán Tungurahua durante Enero de 2010.

Dado que el volcán inició un nuevo episodio eruptivo a finales de Diciembre de 2009, caracterizado por explosiones y emisiones que depositan material juvenil –bloques y cenizas- en la parte alta del edificio volcánico, es claro que el material piroclástico acumulado en el edificio constituye una fuente muy importante para generar flujos de lodo de tamaño variable, dependiendo de la intensidad y duración de lluvias que ocurran en la parte alta del volcán.

Las condiciones meteorológicas sobre el volcán variaron entre días soleados y despejados en la primera semana del mes, a días nublados y secos en las semanas posteriores. Las lluvias de baja a moderada intensidad fueron ocasionales y generaron descensos de agua lodosa, en algunas quebradas del volcán.

Desde el día 15 el clima cambió a condiciones desfavorables y empezó a originarse lloviznas de intensidad baja a moderada. Estas precipitaciones empezaron a saturar el suelo en los flancos superiores del volcán y cuando alcanzaron estos niveles, las lluvias descendieron como escorrentía superficial por algunas quebradas del volcán arrastrando material volcánico. De esta manera ocurrieron flujos de agua lodosa por las quebradas que nacen en los flancos NW, W, SW y se represaron en los diques que fueron construidos para rehabilitar la vía Baños – Penipe. Este represamiento causó dificultades en la circulación vehicular por esta ruta, especialmente en la quebrada Chontapamba, donde 15 autos quedaron atrapados sin mayores consecuencias. En la quebrada Mapayacu bajó agua lodosa arrastrando material volcánico como cenizas y cantos de tamaño menor que 30 cm, esto ocurrió entre las 16h00 y 17h00 (TL) del día 15.

Durante los días 16 y 17 también ocurrieron lluvias moderadas haciendo que el caudal del río Ulba aumentó casi el doble, mientras que el río Vazcún casi no fue afectado por las lluvias. La estación AFM de Ulba registró un pico máximo de valores LB=1200 y HB=390 (Fig. 26). Se comunicó acerca de este evento al personal de la Defensa Civil de Baños y a Hidroagoyán. En las quebradas que llegan a los sectores de Los Pájaros y La Pampa descendió agua lodosa principalmente. La estación AFM Pondoá registró un incremento en valores HB (llegando hasta 957), mientras que en LB no pasó de 100. Asimismo, en las quebradas cercanas a Bilbao también descendió agua lodosa y fueron registradas por el instrumento de lahares de la zona.

Durante todo el día 18, se registró un incremento del caudal del río Ulba, alcanzando picos en AFM-LB=2167. Se reportó esta novedad a las autoridades competentes. También se incrementó el caudal de agua de las quebradas en los sectores La Pampa y Los Pájaros. La estación AFM de Pondoá registró valores máximos de HB=1200. Desde Juive Grande reportaron que por la quebrada Achupashal bajó agua lodosa con arena volcánica que provocó la inmovilización de un vehículo. También el vigía de la zona informó que por la quebrada Mandur bajó agua con poco sedimentos. Mientras que en la mañana y tarde del martes 19 también se produjo un leve incremento del caudal del río Ulba.

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

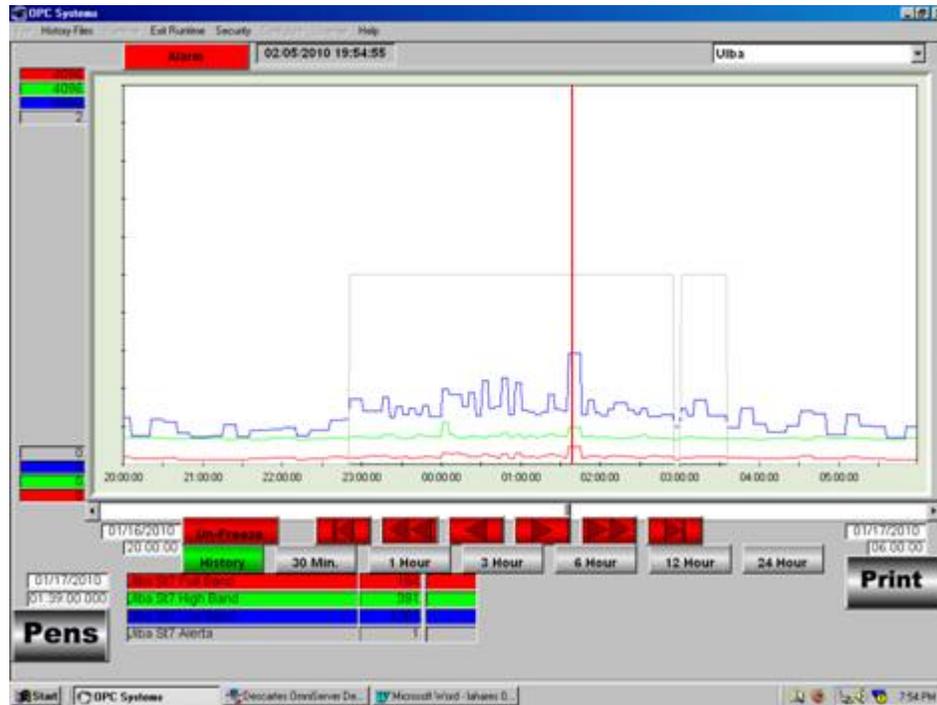


Figura. 26. Registro gráfico de la estación AFM de Ulba, relacionada al incremento de agua causado por las lluvias durante el 16 y 17 de Enero.

6. Conclusiones

Como se indicó en el informe Diciembre 2009, los sismos VTs registrados a finales de 2009, estuvieron relacionados a un proceso de presurización del sistema por una nueva inyección de magma en la cámara. Dicha inyección magmática tuvo claras manifestaciones a nivel superficial el primero de Enero de 2010, caracterizado por emisiones continuas de ceniza, acompañadas por ruidos y bramidos de variable intensidad, confirmando que el volcán ha entrado en un nuevo episodio de mayor actividad, que fue registrado por todos los instrumentos de vigilancia y comunicado oportunamente a las autoridades.

La actividad eruptiva se caracterizó por un total de 284 eventos sísmicos, que resulta en casi 11 veces de lo registrado en el mes de Diciembre de 2009. El número total semanal varió entre 8 y 171 eventos, principalmente LPs, notándose una disminución en el número de sismos VT's. Adicionalmente, se registró un total de 722 explosiones y 503 emisiones donde claramente se observó un cambio en el IAS desde el Nivel 3 al Nivel 6 con tendencia ascendente a finales de Enero. De esta manera la actividad se cataloga como una actividad Moderada-Alta. En el mismo sentido se registró un promedio de 2576 t/d de SO₂, con una desviación estándar de 1248 t/d, que es casi diez veces el promedio del mes de Diciembre. El valor máximo medido fue de



5334 t/d el 03 de Enero y el valor estimado de emisión de SO₂ en la atmósfera para este mes alcanza un valor de 79875 t de SO₂, contra 8137 t ocurridas en Diciembre 2009). Mientras que los inclinómetros de RETU y PONDOA, registraron un proceso de inflación y deflación desde finales de Diciembre y durante Enero, indicando que un cuerpo magmático fue intruido en estos dos meses, y ha estado en proceso de evacuación por el nuevo episodio eruptivo.

A nivel superficial las columnas eruptivas generadas por explosiones, emisiones y fuentes de lava, generaron cañonazos, ruidos y bramidos de variable intensidad que fueron escuchados en todos los alrededores del volcán, incluso en las ciudades de Ambato, Riobamba, Baños, Penipe. De la misma manera, se recibió reportes de caídas de ceniza en las poblaciones asentadas en los alrededores del volcán, siendo las más afectadas Bilbao, Pillate, Choglontús, El Manzano, Cahuají; en menor intensidad en Palictahua, Cotaló, Cusúa y Ambato; y muy ligeramente en sectores como Cevallos, Guano, Tisaleo, Quero, y Mocha. Por otra parte, las condiciones climáticas en general fueron favorables en la mayor parte del mes, sin embargo dado que hay un nuevo aporte de material volcánico en la parte del volcán y dependiendo de la intensidad de las lluvias es posible que se generen flujos de lodo por las quebradas del volcán.

Dadas las condiciones de actividad volcánica, se espera que le volcán continúe en su nuevo episodio de actividad volcánica en un escenario de explosiones y emisiones de ceniza que pueden afectar a la población principalmente al Oeste del volcán, como ha ocurrido en ocasiones anteriores. Sin embargo, el instituto Geofísico se mantendrá atento a cualquier cambio en los niveles de actividad volcánica y que oportunamente serán comunicados a las autoridades.

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
Patricio Ramón pramon@igeqn.edu.ec
Julie Bourquien jbouquien@igeqn.edu.ec
Jorge Bustillos jbustillos@igeqn.edu.ec

Estos informes son realizados utilizando datos y observaciones de la Base-Quito y la Base-Guadalupe-OVT. La vigilancia tanto en Quito como Guadalupe se realiza en turnos y está a cargo de científicos del Instituto Geofísico además de científicos colaboradores del IRD (Cooperación Francesa), como parte del convenio IG/EPN-IRD. El presente informe ha sido mejorado gracias a las nuevas técnicas aportadas por la Cooperación



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

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.

31 de Enero, 2010 – Quito/gr