



INFORME No. 865

SÍNTESIS SEMANAL DEL ESTADO DEL VOLCÁN TUNGURAHUA

Semana: Del 13 al 20 de septiembre de 2016

Jefe de Turno: Patricio RAMÓN

Asistente: Edwin TELENCHANA

Apoyo durante la semana: Freddy VÁSCONEZ, Santiago ARRAIZ, Darío GARCÍA, Carlos MACÍAS.

SÍNTESIS GENERAL DE LA ACTIVIDAD

Durante la presente semana la actividad del volcán se mantuvo en un nivel bajo, tanto al nivel superficial como al nivel interno; sin embargo a partir del día 12 de septiembre se produce un incremento significativo de la sismicidad, principalmente del número de eventos LP, lo cual no había ocurrido en varios meses, en la madrugada del día 18 se registra un enjambre de 24 LPs, por lo cual se decide emitir un Informe especial del volcán (Informe Especial N° 7). El volcán ha permanecido nublado la mayor parte del tiempo y lluvias algo intensas produjeron pequeños lahares los días miércoles 14 y lunes 19.

Clima y Observaciones directas: Durante la semana el volcán se presentó generalmente nublado, y despejándose en algunas madrugadas y al final de algunas tardes. Se registraron lluvias de baja y mediana intensidad durante todo el turno, las mismas que ocasionaron el descenso de pequeños lahares los días miércoles 14 y lunes 19 de septiembre.

Sismicidad: A partir del día 12 se produce un incremento significativo de los eventos tipo LP, registrándose un total de 167 eventos durante la semana, comparados con los 15 eventos de la semana anterior. El día domingo 18 se produce un enjambre de 24 eventos LPs de tamaños importantes. Durante la semana se registraron además 11 eventos VT, contra 4 registrados el turno precedente y se registraron además 3 episodios de tremor. El Índice de Actividad Sísmica IAS, ascendió rápidamente al nivel 3, continúa con tendencia a incrementarse.

Deformación: Las observaciones en la red de inclinómetros del volcán de la última semana muestran:

En la estación Retu se observa una tendencia deflacionaria con una variación neta de 230 urad a una tasa de 58 urad/día. En Mndr se observa una tendencia deflacionaria con una variación neta de 6 urad. En Pondo, Bilbao y Chontal no se observan cambios significativos en las tendencias, las variaciones son menores a 5 urad lo cual es menor al ruido del instrumento.

Gases: La máxima emisión de 1045 ton/día se registró en la estación de Pillate, con 5 medidas válidas el 13 de septiembre.

Instrumentación: Se registran las siguientes novedades en la instrumentación de monitoreo,



- Una vez que se instaló el programa OPC Systems para el monitoreo con AFM's, es necesario el disponer de un manual para que este pueda ser operado por el personal de turno en el OVT.
- Es también necesario hacer ajustes en la configuración de dicho programa, tal que permita un despliegue de diferentes períodos de registro en la pantalla de los diferentes AFM's y que permita desplegar también el registro histórico de los mismos.
- El servidor instalado con el programa de OPC Systems debe ser integrado en la red del OVT.
- A pesar de la reciente intervención en el pluviómetro de Pondoá, aparentemente continúa los problemas con la recepción de datos en el OVT.

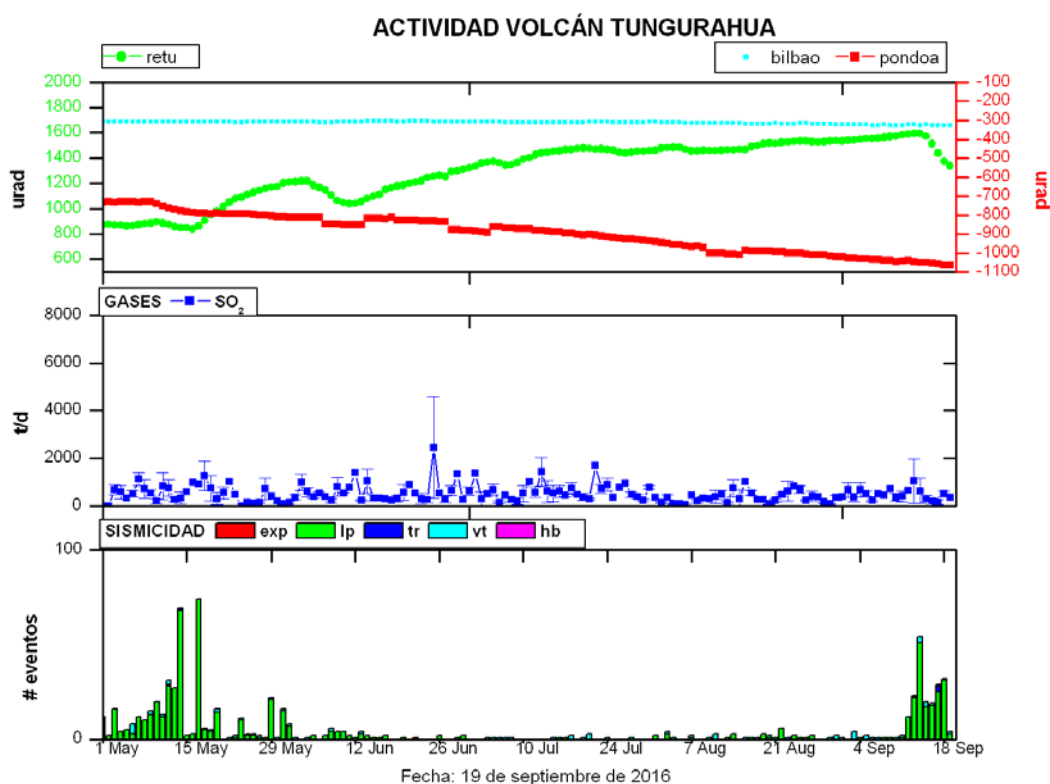


Figura 1: Gráfico Multi-paramétrico hasta el 19 de septiembre de 2016.

1.- OBSERVACIONES DIRECTAS, AUDITIVAS Y DEL CLIMA

Martes, 13 de septiembre de 2016 (día 257)

17h30: Cambio de turno: Ingresan PR y ET, salen PM y JY.

El volcán se encuentra nublado en la cumbre, se observa el flanco W cubierto de nieve. Desde el carretero se pudo observar en el volcán la re-movilización de ceniza por el viento en el flanco medio SW.

20h06: El volcán despejado en el cráter, no se observa salida de emisiones (Fig. 2).



22h58: Garúa en OVT. El volcán parcialmente despejado, no se evidencia lluvia en sus flancos. AFM's y pluviómetro Pondoá S/N.

Miércoles, 14 de septiembre de 2016 (día 258)

01h00: Reporte radial de vigías

Los vigías de Cusúa (CM, SC, VR), Juive, S. Inés María y S Juive reportan un día tranquilo sin novedades.

Vigías de Pillate y Chacauco, reportan un día soleado.



Figura 2: A las 20:23 el volcán se despeja parcialmente, no se observan emisiones desde el cráter, los flancos superiores presentan nieve, producto de las precipitaciones de días anteriores (Foto: P. Ramón, OVT/IG).

Vigía de Choglontús reporta soleado en la mañana y ligera lluvia en la tarde
Vigía de Manzano reporta día soleado. Actividad de fumarolas en la parte N y NW (seguramente se refiere a la re-movilización de la ceniza).
Vigía Carlos Altamirano, durante ascenso al volcán ninguna novedad.
M. Espinel invita a reunión de vigías el día sábado.

11h00: El volcán amanece despejado, no se observan emisiones desde el cráter.

14h14: El volcán nublado.

14h46: El volcán despejado parcialmente, no se observa salida de emisiones.

16h14: El volcán nublado.

18h55: El volcán despejado, no se observa salida de emisiones (Fig. 3).

20h48: El volcán nublado, aparentemente llueve en el volcán. Desde las 20:30 se registra 1 mm de lluvia en pluviómetro de Pondoá. AFM's s/n. Vía telefónica se comunica a M. Espinel estar atento al eventual descenso de lahares en Q. Juive por cuanto



al momento uno de los puentes en La Pampa está inhabilitado y los carros deben descender al cauce de la quebrada y atravesarlo.

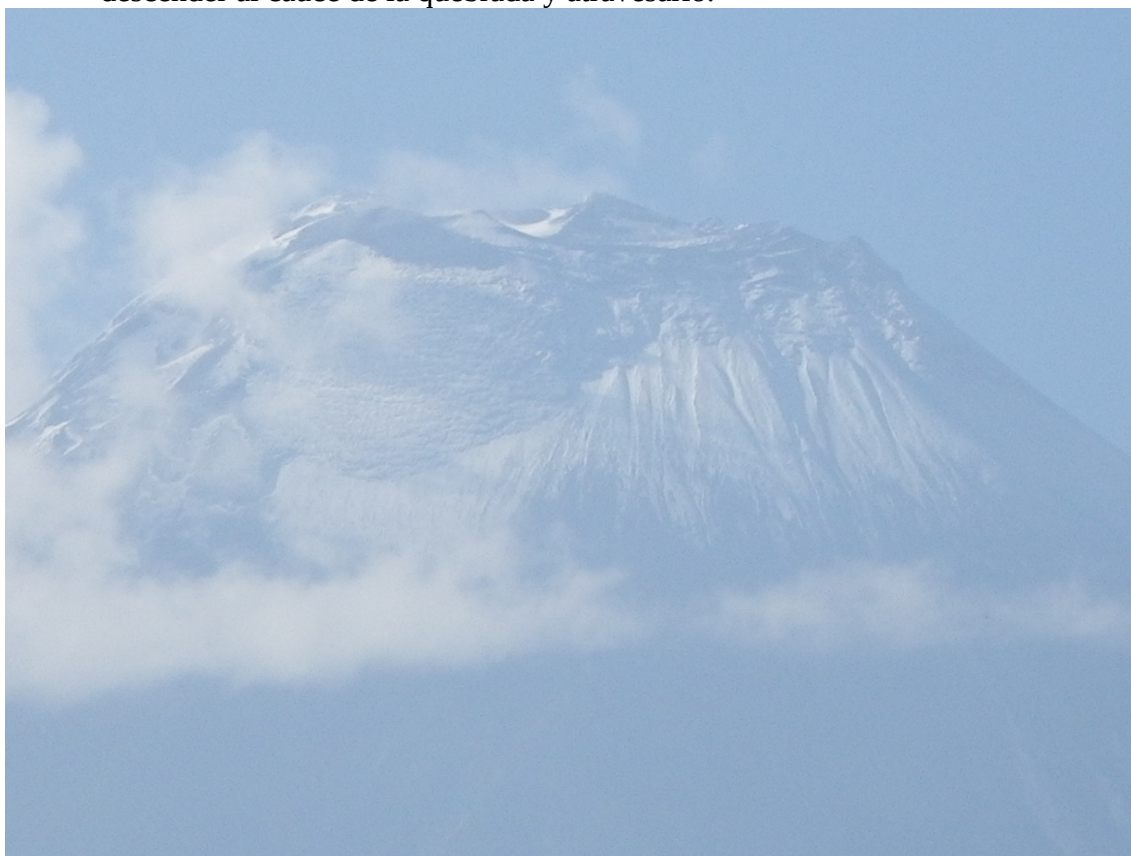


Figura 3: A las 18:55 el volcán se despeja en la cumbre, no se observan emisiones desde el cráter, los flancos superiores presentan nieve, producto de las precipitaciones de días anteriores (Foto: P. Ramón, OVT/IG).

- 21h36:** El volcán totalmente nublado, llueve en el volcán. Desde las 20:30 se registra 13 mm de lluvia en pluviómetro de Pondoá.
- 22h23:** El volcán totalmente nublado, llueve en el volcán. Desde las 20:30 se registra 25 mm de lluvia en pluviómetro de Pondoá. Los AFM's de Juive y Pondoá incrementan ligeramente sus valores.
- 23h54:** El volcán totalmente nublado, llueve en el volcán. Desde las 20:30 se registra 47 mm de lluvia en pluviómetro de Pondoá. El AFM de Pondoá incrementa aún más sus valores.

Jueves, 15 de septiembre de 2016 (día 259)

01h00: Reporte radial de vigías

Los vigías de Choglontús, Chacaucó, Cusúa (CM, SC), Juive, y S. Inés María reportan lluvias intensas en horas de la tarde y continúan al momento.

Vigía de Runtún, reporta volcán despejado en la mañana, en la tarde tormenta con lluvia, rayos y truenos, aunque no generaron lahares.

- 11h00:** El volcán amanece totalmente despejado, no se observan emisiones desde el cráter (Fig. 4).



Figura 4: A las 12:12 el volcán se muestra parcialmente despejado, no se observan emisiones desde el cráter, los flancos superiores presentan nieve, producto de las precipitaciones del día anterior (Foto: P. Ramón, OVT/IG).

12h10: El volcán despejado y cubierto con nieve en su parte superior, resultado de las precipitaciones últimas. En el borde del cráter se observan zonas que no están cubiertas con nieve y en la zona al NW se observa salida de vapor de la misma, por lo que se sospecha que se trata de actividad fumarólica en ese sector, en la imagen de la cámara térmica de Mandur, se observa que en las mismas zonas anteriores la temperatura es mayor que en los alrededores, por lo que se confirma que se trata de fumarolas (Fig. 5).



Figura 5: En la foto a la derecha se han anotado dos zonas que no están cubiertas con nieve, en la que se ubica hacia el NW se observa salida de vapor de agua; se han anotado las temperaturas máximas aparentes (TMA) obtenidas con la cámara térmica. En la imagen térmica (izquierda) de Mandur, en las mismas zonas anteriores se nota una mayor temperatura, lo que confirma que se trata de fumarolas en el borde del cráter.

13h06: El volcán comienza a nublarse, no se observan emisiones desde el cráter.

17h06: El volcán nublado.



Viernes, 16 de septiembre de 2016 (día 260)

01h00: Reporte radial de vigías

Los vigías de Manzano, Choglontús, Chacauco, Cusúa (CM, SC), y Juive no reportan novedades durante el día.

Vigía de Runtún, reporta que desde la madrugada se observa deposición de nieve en parte superior del cono y por lo demás un día tranquilo.

11h00: El volcán amanece nublado, no se puede hacer vuelo de monitoreo a volcanes.

12h50: El volcán continúa nublado.

13h39: Entre nubes se observa el cráter, no hay emisiones.

15h31: El volcán totalmente nublado.

20h19: Entre nubes se observa el cráter, no hay emisiones.

21h40: El volcán casi completamente despejado, no hay emisiones desde el cráter. Con binoculares se observa claramente la presencia de varias fumarolas en el borde del cráter, desde el NW hasta el SW (Fig. 6). La observación con cámara térmica de este sector, indica temperaturas más altas que los alrededores, confirmando la presencia de las fumarolas.

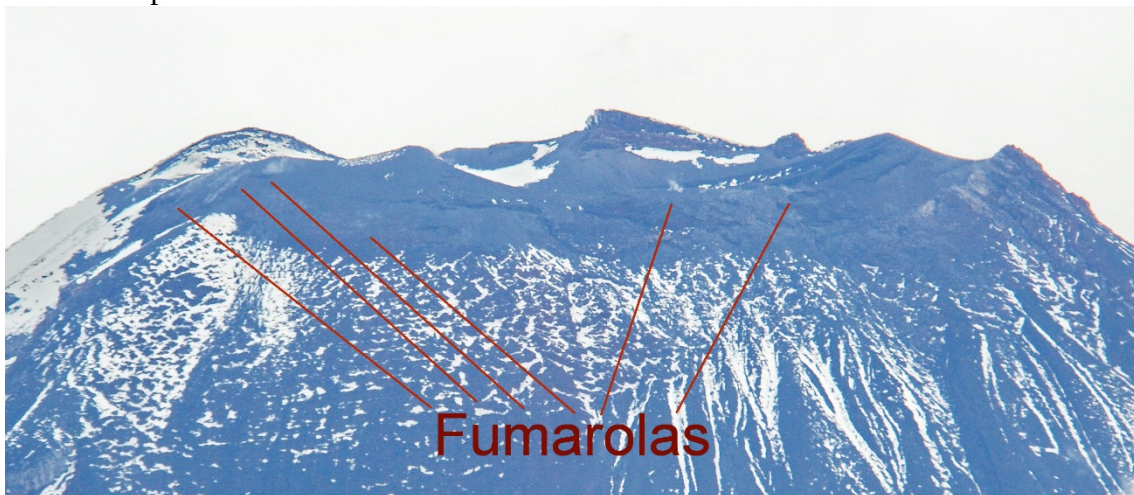


Figura 6: Telefoto desde el OVT en la que se indica la presencia de fumarolas en el borde del cráter (Foto: P. Ramón OVT/IG/EPN).

23h07: El volcán continúa despejado, no hay emisiones desde el cráter.

Sábado, 17 de septiembre de 2016 (día 261)

01h00: Reporte radial de vigías

Los vigías de Cusúa (CM, SC), y S. Inés María no reportan novedades durante el día.

Vigía de Manzano, reporta día soleado y confirma la presencia de fumarolas en el borde del cráter desde hace 4 días-

Vigía de Choglontús reporta día tranquilo y soleado.

11h00: El volcán amanece nublado, noche tranquila sin lluvias.

13h32: El volcán continúa nublado.

19h30: El volcán se despeja parcialmente en el cráter, sin emisiones.



21h59: El volcán se despeja parcialmente en el cráter, sin emisiones.

Domingo, 18 de septiembre de 2016 (día 262)

01h00: Reporte radial de vigías

Los vigías de Bilbao, Manzano, Chacauco, y Runtún no reportan novedades durante el día.

09h08: Se registra un sismo LP y luego sigue un enjambre de LPs concatenados como tremor (Fig. 7). En discusión con colegas de vulcanología del IG, se estima que estos eventos podrían ser precursores de una actividad mayor, se emite un informe especial y se lo publica, se lo adjunta como anexo a este informe.

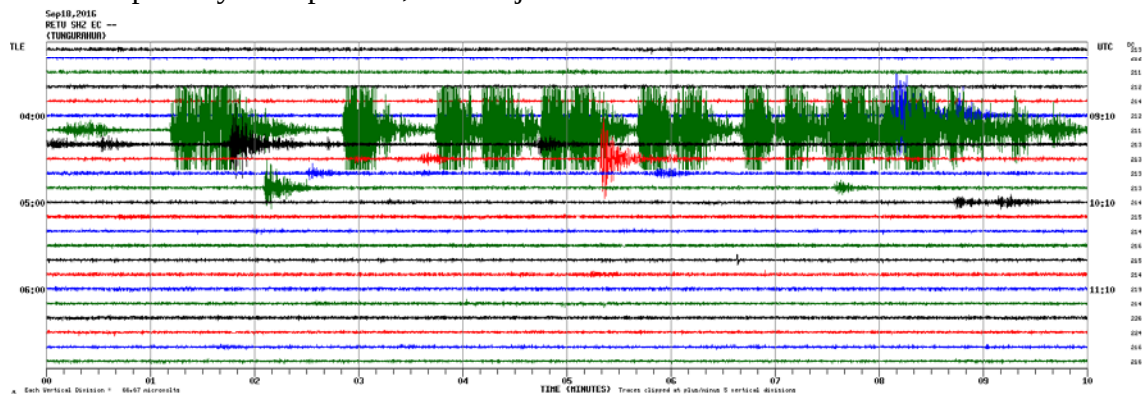


Figura 7: Registro del enjambre de sismos a partir de las 04:08 en la estación de período corto RETU.

11h22: El volcán amanece nublado, noche tranquila sin lluvias.

13h41: El volcán completamente nublado.

15h00: El volcán permanece nublado.

17h30: El volcán nublado.

19h18: El volcán se despeja parcialmente en el cráter, sin emisiones.

21h32: El volcán se despeja el cráter, no se observan emisiones (Fig. 8).



Figura 8: El volcán se muestra parcialmente despejado, no se observan emisiones desde el cráter (Foto: P. Ramón, OVT/IG).

Lunes, 19 de septiembre de 2016 (día 263)

01h00: No hubo el reporte radial de vigías

11h22: El volcán amanece nublado, noche tranquila sin lluvias.

13h15: Comienza lluvia en OVT. Parece que llueve en el volcán, 1 mm de lluvia en pluviómetro de Pondoá.

14h07: El pluviómetro de Pondoá ha acumulado 5 mm de lluvia desde las 13:00Z

15h44: El pluviómetro de Pondoá ha acumulado 31 mm de lluvia desde las 13:00Z

17h00: El pluviómetro de Pondoá ha acumulado 45 mm de lluvia desde las 13:00Z

17h26: Valores AFM JUIVE-3 suben LB~800 y se disparan alertas. Se comunica a M. Espinel de posible descenso de lahares en Q. Juive.

Martes, 20 de septiembre de 2016 (día 264)

01h00: Reporte radial de vigías

Vigía de Manzano reporta una mañana bastante lluviosa, en la tarde mejora el clima, al momento nublado.

Vigía de Chacauco reporta una mañana bastante lluviosa, en la tarde mejora el clima, sin visibilidad del volcán.

Vigía de Cusúa (CM) a más del comentario hecho por sus colegas antecesores, reporta que el volcán en la madrugada 05h30 (TL) se encontraba despejado y con nieve alrededor del cráter.

Vigías de Bilbao y Runtun (VR) reportan lluvias durante toda la mañana, aunque en la tarde el clima mejoró.

M. Espinel (TBE) Reporta día lluvioso.

Vigía de Cusúa (SC) pendiente para cualquier tormento.

PR da el informe del volcán e indica que es posible una actividad eruptiva mayor en el lapso de días a semanas, de acuerdo a lo publicado en el Informe Especial



Nº 7, por lo que invita a los vigías a estar atentos a la actividad del volcán y a los informes del OVT.

2.- LAHARES

Miércoles, 14 de septiembre de 2016 (día 258)

- 20h48:** El volcán nublado, aparentemente llueve en el volcán. Desde las 20:30 se registra 1 mm de lluvia en pluviómetro de Pondoá. AFM's s/n. Vía telefónica se comunica a M. Espinel estar atento al eventual descenso de lahares en Q. Juive por cuanto al momento uno de los puentes en La Pampa está inhabilitado y los carros deben descender al cauce de la quebrada y atravesarlo.
- 21h36:** El volcán totalmente nublado, llueve en el volcán. Desde las 20:30 se registra 13 mm de lluvia en pluviómetro de Pondoá.
- 22h23:** El volcán totalmente nublado, llueve en el volcán. Desde las 20:30 se registra 25 mm de lluvia en pluviómetro de Pondoá. Los AFM's de Juive y Pondoá incrementan ligeramente sus valores (Fig. 9).
mm de lluvia en pluviómetro de Pondoá.
- 23h54:** El volcán totalmente nublado, llueve en el volcán. Desde las 20:30 se registra 47 mm de lluvia en pluviómetro de Pondoá. El AFM de Pondoá incrementa aún más sus valores.

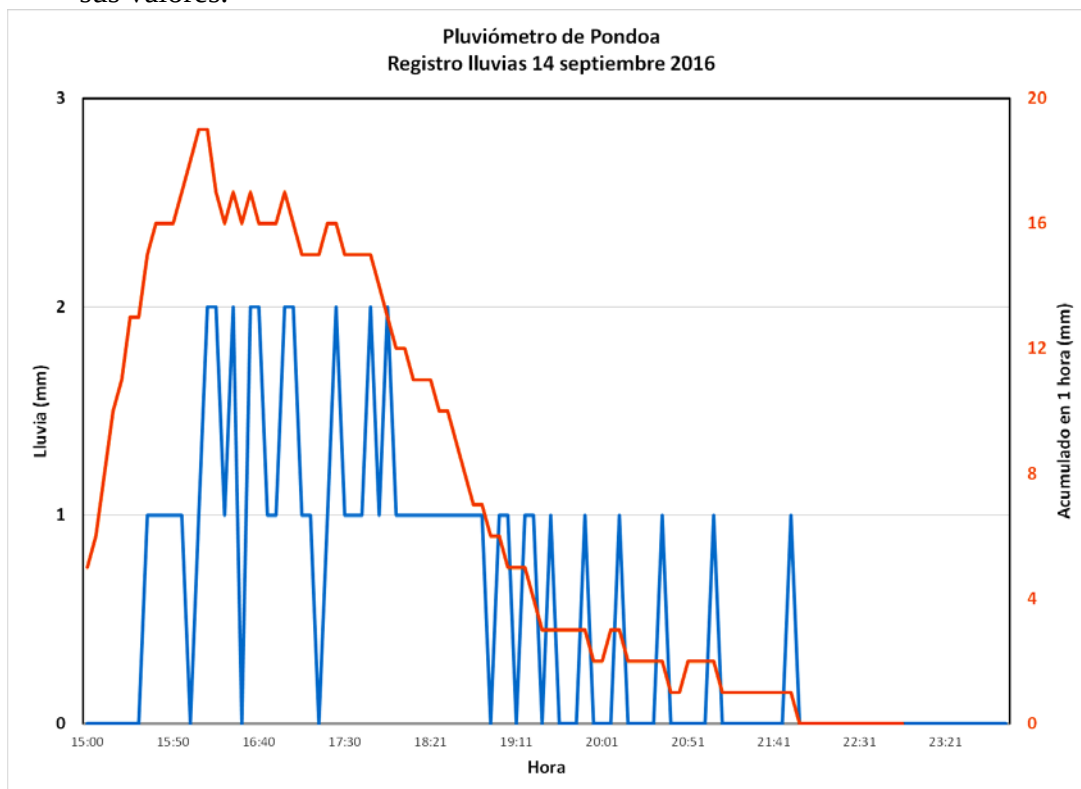


Figura 9: Registro de lluvias en el pluviómetro de Pondoá, el día 14 de septiembre desde las 15:00 (TL)

Jueves, 15 de septiembre de 2016 (día 259)

01h30: FV, SA y DG a su regreso de Baños observan que en la Q. Juive, sector puente La Pampa, desciende un pequeño flujo de agua.

02h30: El pluviómetro de Pondoá indica que ya no llueve en el sector, hasta esta hora el instrumento acumuló 58 mm de lluvia desde las 20:00 horas de ayer, con un pico acumulado de casi 20 mm/hora, alrededor de las 21:00 de ayer.

15h30: PR y ET se dirigen a inspeccionar las diferentes quebradas, en los flancos NW W y SW del volcán, se reportan las siguientes novedades.

Quebrada Rea: se observa el depósito dejado por el descenso de un flujo de lodo de dimensiones reducidas, relleno una parte del cauce y que atravesó la vía sin interrumpirla (Fig. 10).



Figura 10: Registro de lluvias en el pluviómetro de Pondoá, el día 14 de septiembre desde las 15:00 TL (Foto: P. Ramón, OVT/IG).

Quebrada Romero: se observa el depósito dejado por el descenso de un flujo de lodo de dimensiones reducidas relleno el ancho del cauce de la quebrada y que atravesó por la vía sin interrumpirla (Fig. 11).

Quebrada Juive Grande: confirmando lo mostrado por los AFM's instalados a lo largo de esta quebrada, en el sector de los puentes de La Pampa se observó el depósito dejado por el descenso de un pequeño flujo de lodo el mismo que relleno el ancho del cauce de la quebrada con un espesor decimétrico y que atravesó por la vía sin interrumpirla.



Figura 11: Registro de lluvias en el pluviómetro de Pondoá, el día 14 de septiembre desde las 15:00 TL
(Foto: P. Ramón, OVT/IG).

Lunes, 19 de septiembre de 2016 (día 263)

11h22: El volcán amanece nublado, noche tranquila sin lluvias.

13h15: Comienza lluvia en OVT. Parece que llueve en el volcán, 1 mm de lluvia en pluviómetro de Pondoá.

14h07: El pluviómetro de Pondoá ha acumulado 5 mm de lluvia desde las 13:00Z (Fig. 12).

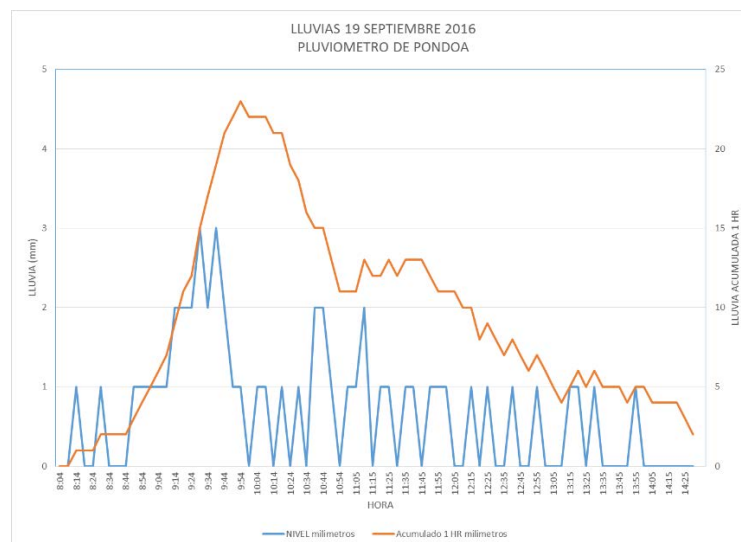


Figura 12: Registro de lluvias en el pluviómetro de Pondoá, el día 19 de septiembre desde las 08:00 TL.

15h44: El pluviómetro de Pondoá ha acumulado 31 mm de lluvia desde las 13:00Z (Fig. 12).

17h00: El pluviómetro de Pondoá ha acumulado 45 mm de lluvia desde las 13:00Z (Fig. 12).

17h26: Valores AFM JUIVE-3 suben LB~800 y se disparan alertas. Se comunica a M. Espinel de posible descenso de lahares en Q. Juive (Fig. 13).

19h30: El pluviómetro Pondoá ha acumulado 54 mm de lluvia desde las 13:00Z (Fig. 12).



Figura 13: Registro del AFM de JUI3 el día 19 de septiembre desde las 11:45 TL.

19h15: En horas de la tarde ET se dirige a las diferentes quebradas alrededor del volcán con objeto de hacer observaciones del descenso de lahares:

- Quebrada Juive: Se produjo únicamente el descenso de agua lodosa
- Quebrada Mandur: Se produjo únicamente el descenso de agua lodosa
- Quebrada Achupashal: Se produjo únicamente el descenso de agua lodosa
- Quebrada Pirámide: Se produjo únicamente el descenso de agua lodosa
- Quebrada Bilbao: Se produjo únicamente el descenso de agua lodosa
- Quebrada Pingullo: Se produjo únicamente el descenso de agua lodosa
- Quebrada Chontapamba: Se produjo únicamente el descenso de agua lodosa
- Quebrada Romero: Descenso de un pequeño flujo de lodo, no se cerró la carretera (Fig. 14).
- Quebrada Ingapirca: Se produjo únicamente el descenso de agua lodosa
- Quebrada Confesionario: Se produjo únicamente el descenso de agua lodosa



Figura 14 Pequeño flujo de lodo que descendió por la Q. Romero, sin rellenar el cauce de la misma (Foto: E. Telenchana, OVT/IG).



3.- SISMICIDAD

Domingo, 18 de septiembre de 2016 (día 262)

04h08: Se registra un sismo LP y luego sigue un enjambre de LPs concatenados como tremor (Fig. 15). En discusión con colegas de vulcanología del IG, se estima que estos eventos podrían ser precursores de una actividad mayor, se emite un informe especial y se lo publica, se lo adjunta como anexo a este informe.

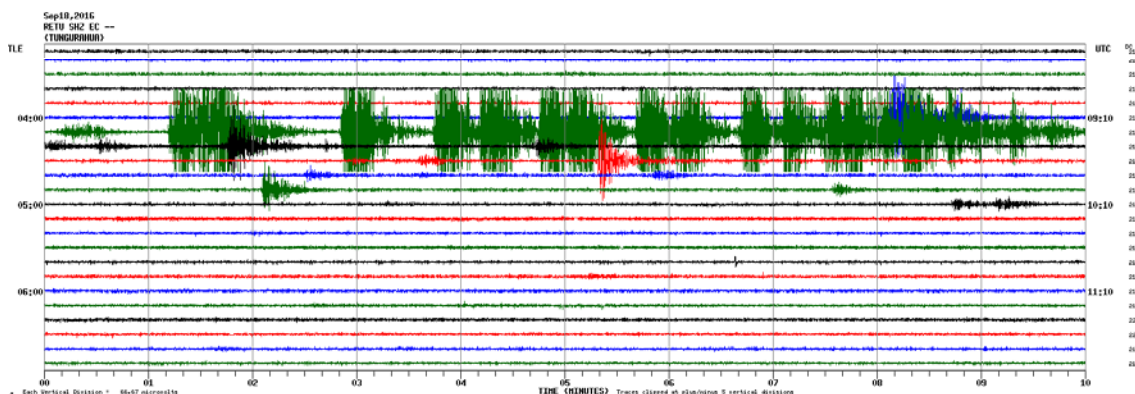


Figura 15: Registro del enjambre de sismos a partir de las 04:08 en la estación de período corto RETU.

DIA	LP	VT	HB	Tremor armónico	Tremor de Emisión	Explosión	Comentarios
13	22	1	0	0	0	0	-
14	51	3	0	0	0	0	-
15	17	3	0	0	0	0	-
16	18	1	0	0	0	0	-
17	25	1	0	0	3	0	-
18	31	1	0	0	0	0	-
19	3	1	0	0	0	0	-
Total	167	11	0	0	3	0	-
Promedio	23.86	1.57	0	0	0.27	0	-
Total semana pasada	15	4	0	0	0	0	-
Promedio	2.14	0.57	0	0	0	0	-

Tabla 1: Actividad sísmica registrada del 13 de septiembre al 19 de septiembre de 2016 (Fuente: IG-Quito).

Con datos Procesados hasta el 19 09 2016 15h00 GMT:

Nivel del IAS: 3

Tendencia del IAS: Ascendente (**pendiente: 0.77+ 0.09**)

Velocidad: Dentro del rango 1999-2005

Aceleración: Dentro del rango 1999-2000

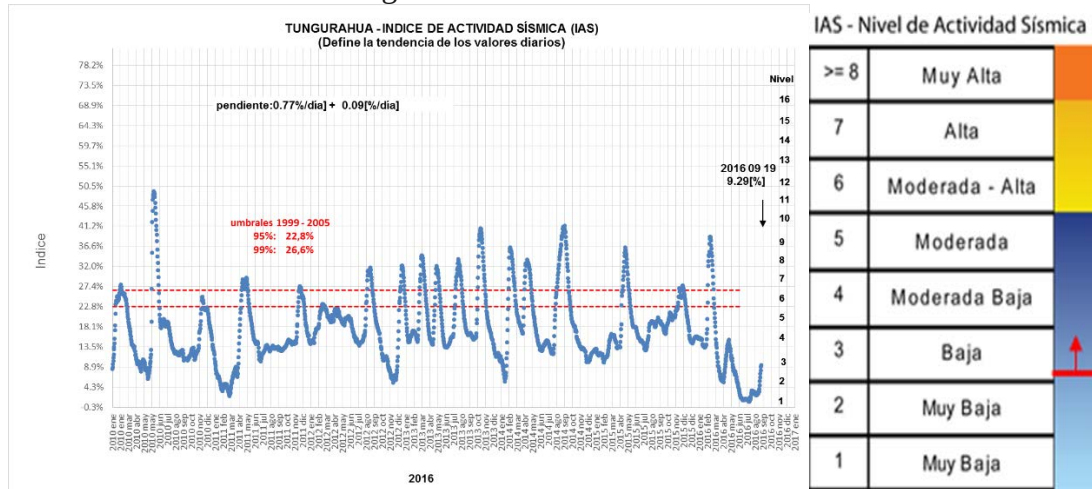


Figura 16: Índice de Actividad Sísmica IAS al 19 de Septiembre de 2016.

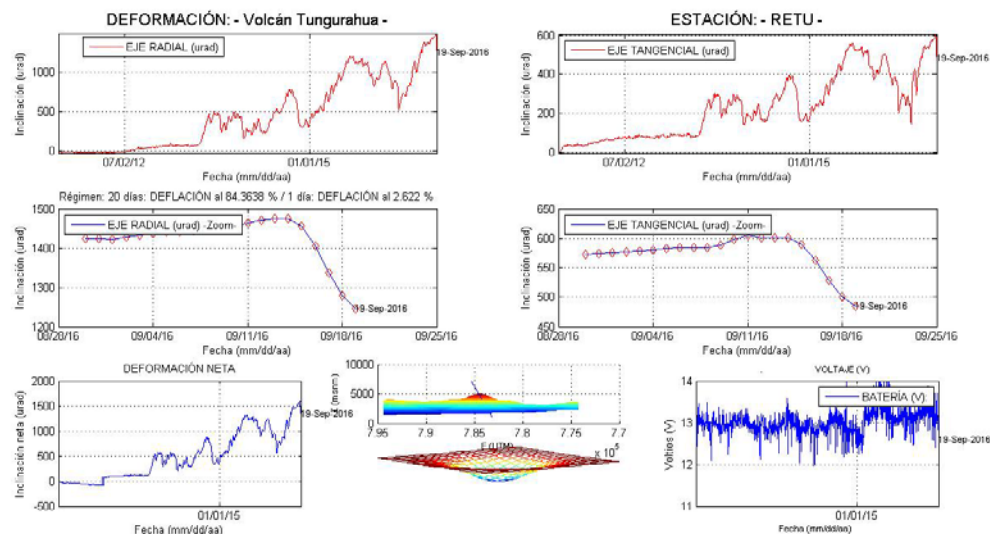
4.-INCLINOMETRÍA

A continuación se detallan las variaciones registradas por los inclinómetros en la última semana:

En la estación Retu se observa una tendencia deflacionaria con una variación neta de 230 urad a una tasa de 58 urad/día.

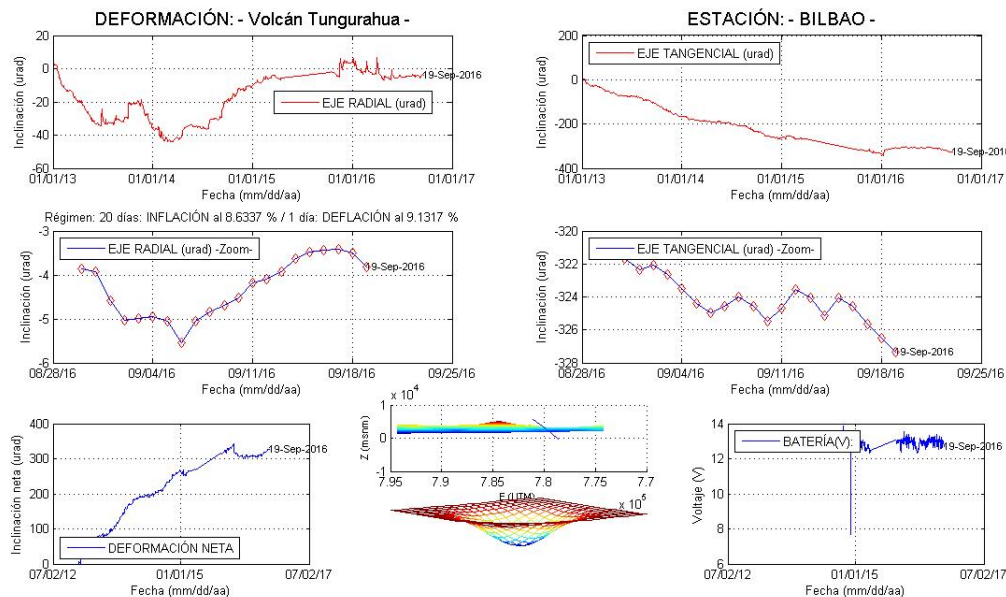
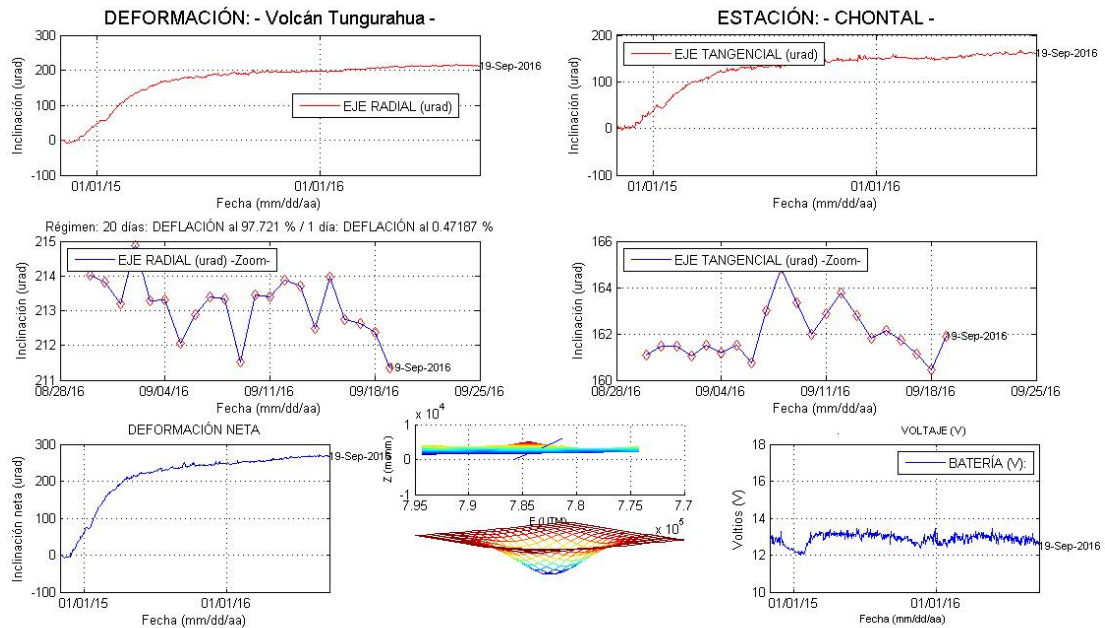
En Mndr se observa una tendencia deflacionaria con una variación neta de 6 urad.

En Pondo, Bilbao y Chontal no se observan cambios significativos en las tendencias, las variaciones son menores a 5 urad lo cual es menor al ruido del instrumento.





**OBSERVATORIO DEL VOLCÁN TUNGURAHUA
INSTITUTO GEOFÍSICO
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**





**OBSERVATORIO DEL VOLCÁN TUNGURAHUA
INSTITUTO GEOFÍSICO
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

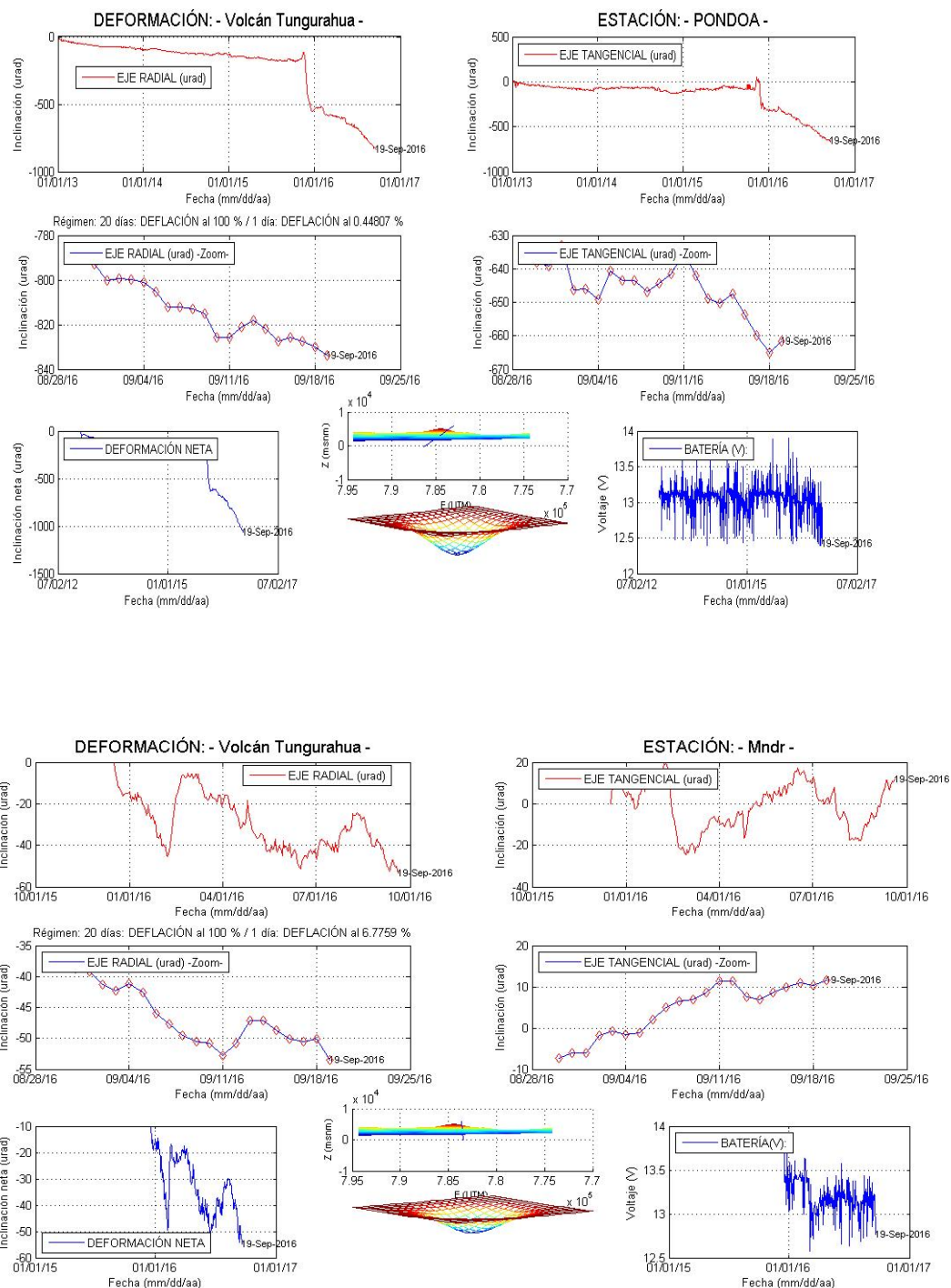


Figura 17: Resultados de la deformación registrada por los inclinómetros de las estaciones de RETU, MNDR PONDIA, BILBAO y CHONTAL con datos procesados hasta el 19 de septiembre de 2016.



5.- GEOQUÍMICA:

FUENTE	Nomenclatura <i>tq, HNO₃, HCl</i>	pH	CONDUCTIVIDAD (mS/cm)	T (°C)	EH (mV)
El Salado	Lectura de datos No.138	6,08	7,35	48,2	--
La Virgen	Lectura de datos No 138	6,22	4,93	52,9	--
Santa Ana	Lectura de datos No. 138	6,38	4,47	44,5	--

Tabla 2: Parámetros físico-químicos medidos el 19 de septiembre de 2016 en las fuentes termales de El Salado, La Virgen y Santa Ana (Datos tomados por ET).

Las mediciones de gases con instrumentos DOAS se detallan a continuación en la siguiente tabla.

Fecha	Estaciones	Vientos			Flujo diario promedio (t/d)			Número de medidas	Calidad
		Vel oc	Dir	Fuente					
13	HUAYRAPATA	10	254	NOAA	392	±	270	5	G
	BAYUSHIG				NGR	±	NGR	NGR	
	PILLATE				1045	±	939	5	
14	HUAYRAPATA	7	256	NOAA	222	±	173	3	F, G
	BAYUSHIG				NGR	±	NGR	NGR	
	PILLATE				636	±	513	4	
15	HUAYRAPATA	4	264	NOAA	112	±	66	8	F
	BAYUSHIG				NGR	±	NGR	NGR	
	PILLATE				304	±	138	8	
16	HUAYRAPATA	4	297	NOAA	202	±	127	7	F
	BAYUSHIG				90	±	0	1	
	PILLATE				199	±	56	4	
17	HUAYRAPATA	6	264	NOAA	146	±	102	4	F, G
	BAYUSHIG				NGR	±	NGR	NGR	
	PILLATE				NGR	±	NGR	NGR	
18	HUAYRAPATA	18	263	NOAA	190	±	143	8	F, G
	BAYUSHIG				217	±	0	3	



	PILLATE				509	±	116	6	
19	HUAYRAPAT A	6	27 0	NOA A	197	±	118	7	G
	BAYUSHIG				NGR	±	NGR	NGR	
	PILLATE				362	±	0	1	

Tabla 3: Resultados de mediciones de SO₂ obtenidos mediante el método DOAS por estaciones del proyecto NOVAC hasta el 19 de septiembre del 2016. Período de adquisición de 07:00 a 17:00 (TL). NGR= no genera resultados. NC= no confiable. NF= No funciona la estación. Leyenda de la calidad de los datos: A=Clima bueno, pluma con dirección entre el SW y el NW, B=Clima nublado, pluma con dirección entre el SW y el NW, C=Clima pésimo, pluma con dirección entre el SW y el NW, D=Clima bueno, pluma al SE, E o N, E=Clima malo, pluma al SE, E o N, F= Clima bueno, no hay emisión evidente de gas, G= Clima malo, no hay emisión evidente de gas, H= Clima bueno pluma entre el SW, NW con abundante ceniza. DAC=Dirección de Aviación Civil, VAAC = Volcanic Ash Advisory Center, NOAA=National Oceanic and Atmospheric Administration (Analysis = datos analizados; Forecast=previsiones).

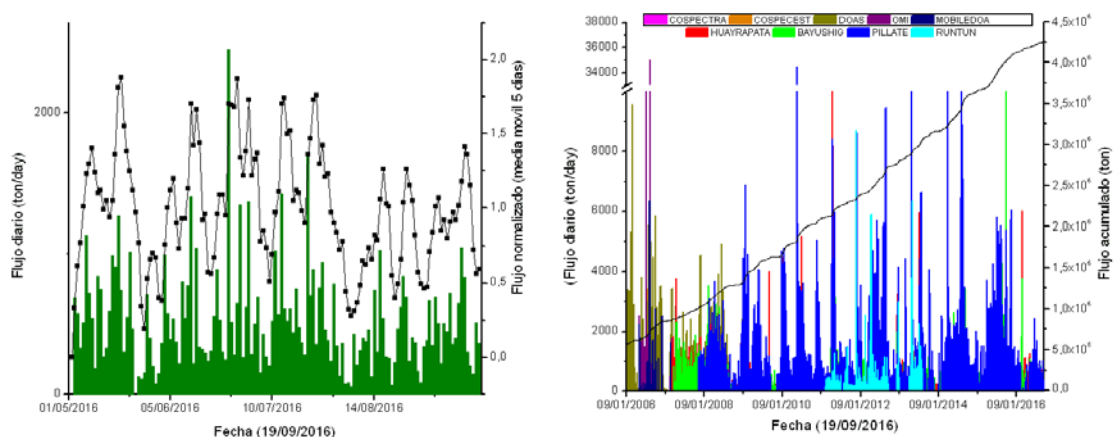


Figura 18: Flujo diario, normalizado y acumulado de SO₂ con datos procesados hasta el 19 de septiembre de 2016.

6.- RELACIONES CON LAS AUTORIDADES, CIENTÍFICOS, DEFENSA CIVIL, VIGÍAS Y POBLACIÓN

Todos los días se han dado dos informes diarios a Hidroagoyán, se han pasado los informes nocturnos al grupo de vigías, se han atendido todas las entrevistas solicitadas por Radio Santuario (Baños) y a todos los demás medios que lo han solicitado. Igualmente se ha pasado la información requerida por ECU 911 y SGR.

Jueves, 15 de septiembre de 2016 (día 259)

PR y ET asisten al almuerzo con vigías



ANEXO 1

Informe Especial Volcán Tungurahua - N°7

Aumento de la actividad sísmica del volcán y análisis de la posibilidad de reactivación a corto plazo (días a semanas)

18 de Septiembre de 2016

Resumen

Luego de su último período eruptivo en febrero-marzo de 2016 (26/02-15/03/2016), el volcán Tungurahua ha mantenido una actividad superficial baja a nula; hasta el 12 de septiembre su actividad sísmica y las emisiones de gas SO₂ se han mantenido en los niveles de base, excepto por un pequeño enjambre de eventos sísmicos de Largo Periodo (LP's) ocurrido entre el 1 y el 20 de mayo, asociado a movimientos internos de fluidos. Sin embargo, las observaciones de la deformación muestran una posible intrusión magmática desde el final de la última erupción. Adicionalmente, desde el 12 de septiembre de 2016 se ha registrado un incremento evidente del número de sismos LP, y la aparición de pequeños episodios de tremor a partir del 16. El 18 de septiembre se observó un enjambre de 24 LP entre las 4h08 y las 4h24 (tiempo local). Todas estas señales podrían ser premonitoras de una erupción a corto plazo (días a semanas). Hasta el momento no se ha observado un aumento de las emisiones de SO₂ indicando posiblemente un conducto cerrado al paso de los gases.

En los últimos 8 años el volcán Tungurahua ha mostrado de manera repetitiva estos periodos de aparente quietud y las reactivaciones después de estos han presentado señales premonitoras claras a corto plazo (horas a días) en solo el 20% de las veces. En base a eso y al tiempo de reposo que ha tenido el volcán hasta ahora (185 días), se estima que una reactivación del Tungurahua a corto plazo (días a semanas) es posible y se definen dos escenarios eruptivos potenciales: 1) una reactivación rápida, de estilo vulcaniano, con una gran columna eruptiva y flujos piroclásticos; que corresponde al escenario más probable, y 2) una reactivación paulatina, de estilo estromboliano, con explosiones moderadas y caídas de ceniza principalmente. Estos escenarios están detallados al final de este documento. Es importante notar que las erupciones volcánicas son por naturaleza impredecibles y que los parámetros monitorizados en el volcán también pueden regresar al nivel de base sin que se produzca una erupción. El objetivo de este informe es prevenir oportunamente a las autoridades y la población de la posibilidad de una erupción del Tungurahua a corto plazo (días a semanas).

Sismicidad

En los últimos meses, después de la última erupción, se observa en general una baja actividad sísmica (Fig. 1), registrándose diariamente menos de 2 sismos de tipo Volcano-Tectónico (VT), sin explosiones ni tremor de emisión. Entre el 1 y el 20 de mayo de 2016 se registró un pequeño aumento del número de sismos de tipo Largo Periodo (LP), llegando a un máximo de 68 el 14 de mayo. Estos eventos son comunes en periodos de quietud y son asociados a movimientos de fluidos dentro del edificio volcánico. A partir del 12 de septiembre se nota un incremento significativo del número de eventos LP, sobretodo y de los episodios de tremor desde el 16, en los días subsiguientes se ha venido

manteniendo esta tendencia (Fig. 1). Adicionalmente, el 18 de septiembre, entre las 4h08 y las 4h24, se registró un enjambre de 24 LP.

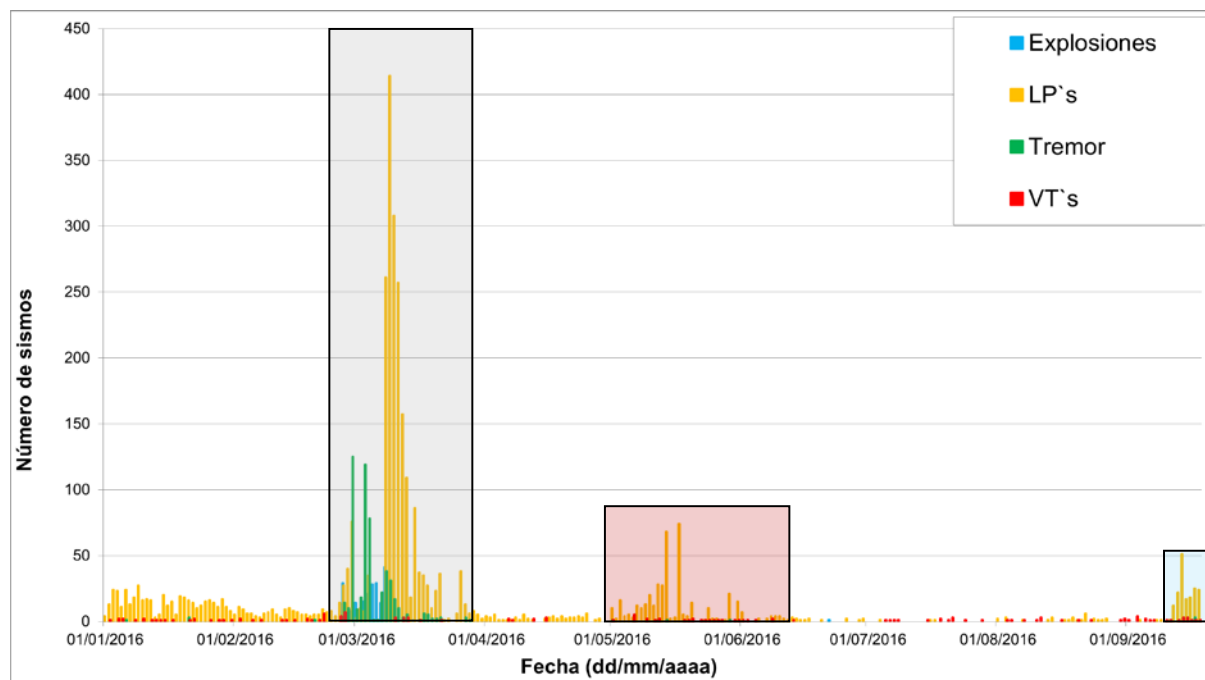


Figura 1: Número de eventos Volcano-Tectónicos (VT's), Largo Periodo (LP's), Explosiones y tremor de emisión en el Tungurahua hasta el 18/09/2016. La zona gris corresponde a la última erupción del Tungurahua entre el 26/02 y el 15/03/2016. Note el pequeño enjambre de LP's entre el 01 y el 20/05/2016 en el rectángulo rojo. En el rectángulo celeste se nota el incremento de la sismicidad de los últimos días.

Deformación

La estación inclinométrica de Retu (Refugio Tungurahua), ubicada en el flanco norte bajo el borde del cráter, muestra una clara tendencia inflacionaria desde el final de la última erupción tanto en el eje radial ($\sim 980 \mu\text{rad}$, microradianes) como en el eje tangencial ($\sim 400 \mu\text{rad}$). Hay que indicar que a partir del 15 de septiembre esta tendencia cambia a deflación a una tasa de $21 \mu\text{rad}/\text{día}$ (Fig. 2).

Una tendencia inflacionaria se observó también en el eje tangencial del inclinómetro de Mndr (Mandur, flanco Noroccidental) pero con una amplitud mucho más pequeña ($\sim 30 \mu\text{rad}$) debido probablemente a una mayor distancia entre el instrumento y la fuente de presión, hacia fines de junio la tendencia cambió a deflación y nuevamente, en agosto, esta tendencia se hizo inflacionaria. En las otras estaciones de la red de inclinometría no se observa un patrón de deformación evidente. Sin embargo es destacable que con la finalización del último periodo eruptivo, el sensor de Retu empezó a registrar evidencias de movimiento de magma.

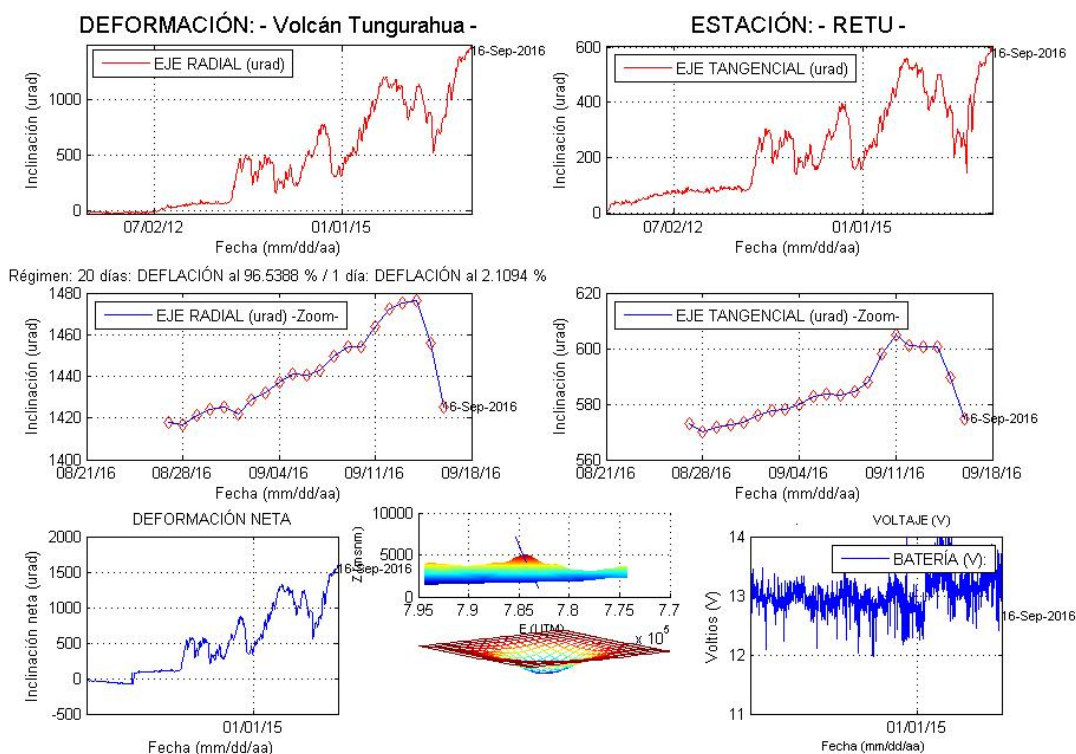


Figura 2: Patrón de deformación registrada en el inclinómetro de Retu (Refugio Tungurahua) hasta el 16 de septiembre de 2016. Notar el cambio de tendencia (deflación) a partir del 15 de septiembre.

Se efectuó una modelación (Dmodels) con los datos de deformación de las estaciones que presentan mayor evidencia de deformación (RETU y MNDR), entre el 12 de marzo y el 17 de septiembre, encontrándose la presencia de un centro de deformación de un cuerpo con un volumen de unos 5.3 Mm³ y ubicado a una profundidad de alrededor de 1 km bajo el cráter, entre este y la estación de RETU.

Emisión de SO₂

No se observa mayor cambio en la desgasificación desde el fin de la última fase eruptiva tanto para el flujo diario máximo de SO₂ (Fig. 3) como para el número de medidas válidas. Los dos indicadores se encuentran en el nivel de base y podrían indicar que el conducto se encuentra cerrado luego de la erupción de febrero-marzo 2016.

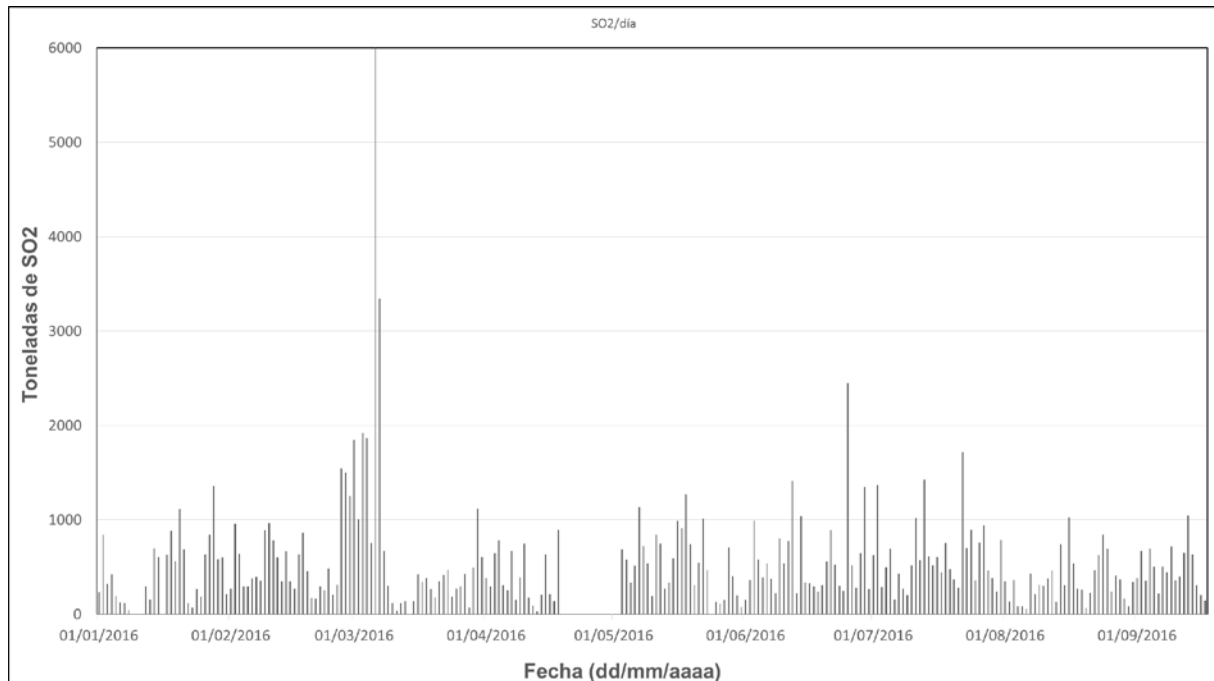


Figura 3: Flujo diario máximo de SO_2 desde el 01/01/2016 hasta el 17/09/2016. Se observa una disminución al nivel de base de desgasificación después de la última erupción. Entre el 18/04 y el 02/05 se observa un periodo de pérdida de las señales debido a un problema técnico.

Observaciones visuales

Durante los últimos meses, las condiciones de observación visual han sido variables y en general han sido impedidas por la nubosidad casi permanente en el volcán. La actividad superficial, cuando el volcán ocasionalmente se ha despejado, se caracterizó por actividad fumarólica de baja intensidad y una ausencia de emisiones de ceniza desde el fin de la última erupción. En los últimos días, cuando se han registrado intensas lluvias se ha notado un incremento en la actividad fumarólica en el borde del cráter (Fig. 4), por lo que estas fumarolas son de carácter pulsátil y de origen freático.

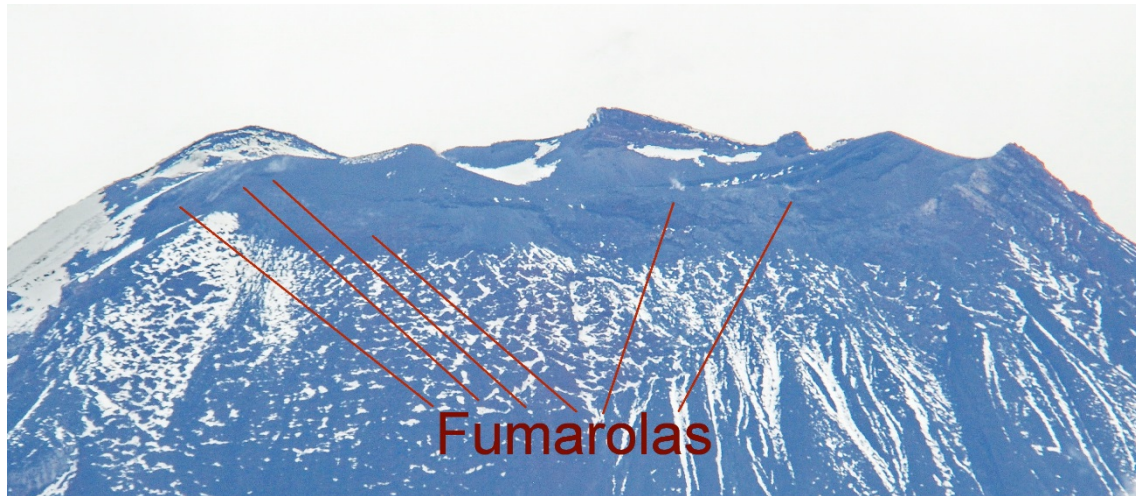


Figura 4: Telefoto desde el OVT, el 16 de septiembre, en la que se indica la presencia de fumarolas en el borde del cráter (Foto: P. Ramón OVT/IG/EPN).

Interpretación

En los últimos 8 años de actividad el volcán Tungurahua ha tenido 15 periodos de quietud similares al periodo actual con una actividad sísmica baja, una deformación con tendencia inflacionaria, y una actividad superficial caracterizada por fumarolas de baja energía. En su mayoría estos periodos de quietud fueron seguidos por erupciones de tamaño pequeño (Índice de Explosividad Volcánica IEV 0-1 con principal fenómeno las caídas de ceniza) y en algunas ocasiones por erupciones más grandes (IEV 2 con flujos piroclásticos). Es importante notar que la gran mayoría (80%) de estas erupciones no tuvieron señales premonitoras de reactivación a corto plazo (horas a días). La deformación actual del volcán es una evidencia de intrusión magmática (movimiento de magma a partir de un reservorio más profundo) que se ha observado en muchas ocasiones antes de las erupciones del Tungurahua. La baja desgasificación podría indicar un taponamiento del conducto que impide el paso libre de los gases magmáticos. Tomando en cuenta que el periodo actual de quietud ha sobrepasado seis meses (185 días) y el aumento claro de la actividad sísmica (LP desde el 12/09, tremor desde el 16/09, y enjambre de LP el 18/09) se estima que una reactivación a corto plazo (próximos días a semanas) es posible.

Escenarios eruptivos

En base a los resultados obtenidos del monitoreo volcánico y a la historia reciente de reactivaciones del Tungurahua se propone dos escenarios eruptivos que podrían ocurrir a corto plazo (próximos días a semanas):

1) Reactivación rápida. Durante este escenario de estilo vulcaniano, al inicio de la fase eruptiva o después de pocos días, se podría producir una apertura rápida del conducto con explosiones moderadas a grandes (ej. Mayo 2010, Julio 2013, Abril 2014). En este escenario se podría formar una columna eruptiva grande (hasta 10 km sobre el nivel del cráter) y flujos piroclásticos que podrían descender por las quebradas hasta alcanzar el pie del volcán. Las caídas de ceniza y cascajo asociadas a este tipo de columna eruptiva alta tienen una mayor probabilidad de afectar zonas más lejos del volcán con direcciones



más variables debido a la variabilidad de la dirección de los vientos a esas alturas. Los proyectiles balísticos (bloques y bombas volcánicas) asociados a las explosiones podrían alcanzar una distancia de 5 km desde el cráter. En este escenario pequeños flujos de lava podrían bajar por el flanco Noroccidental con un alcance de menos de 4 km. Lahares secundarios se podrían generar debido a la removilización del material eruptivo por lluvia y podrían cortar la carretera Baños-Penipe. En función de la cantidad de material acumulado en las quebradas y de la intensidad/duración de la lluvia estos lahares podrían ser pequeños a moderados. Este es el escenario eruptivo más probable debido a la ausencia de emisiones de gas, las que indicarían un conducto cerrado.

2) Reactivación paulatina. Durante este escenario de estilo estromboliano, que puede durar desde varias semanas hasta algunos meses, se podría observar explosiones pequeñas a moderadas, fuentes de lava y columnas continuas de ceniza de menos de 6 km sobre el nivel del cráter (ej. Abril-Mayo 2011, Marzo 2013, Abril 2015). El principal fenómeno sería las caídas de ceniza, moderadas a fuertes, las cuales afectarían principalmente a la zona occidental del volcán (excepto si se observa un cambio de la dirección del viento). Proyectiles balísticos (bloques y bombas volcánicas) y flujos piroclásticos pequeños podrían alcanzar una distancia de 2,5 km desde el cráter. Lahares secundarios pequeños se podrían formar debido a la removilización del material eruptivo por lluvia y podrían cortar la carretera Baños-Penipe.

Es importante notar que las erupciones volcánicas son por naturaleza impredecibles y que la actividad del volcán también puede regresar a la normalidad sin erupción.

Estos escenarios podrán ser cambiados de acuerdo a la evolución de la actividad del volcán y del análisis de los datos provenientes del monitoreo instrumental y visual. El IGEPN mantiene una vigilancia permanente en el centro TERRAS (Quito) y en el Observatorio del Volcán Tungurahua.