



# INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

## 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

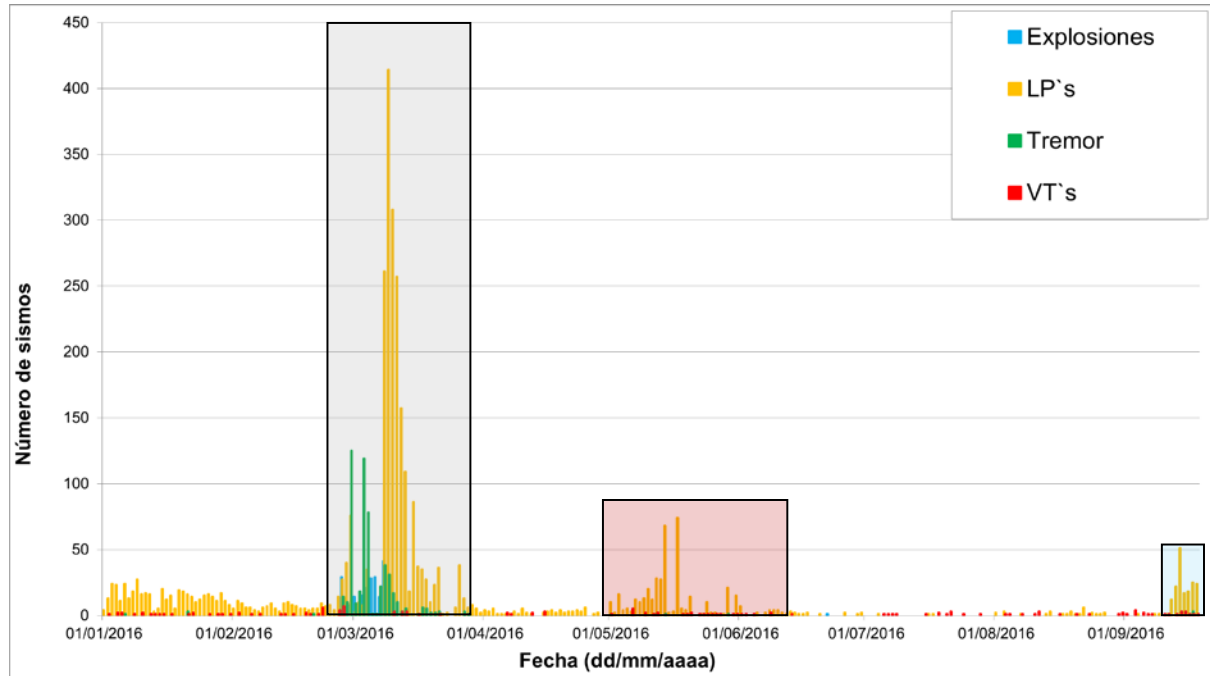
Luego de su último período eruptivo en febrero-marzo de 2016 (26/02-15/03/2016), el volcán Tungurahua ha mantenido una actividad superficial baja a nula; hasta el 12 de septiembre su actividad sísmica y las emisiones de gas SO<sub>2</sub> se han mantenido en los niveles de base, excepto por un pequeño 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 SO<sub>2</sub> 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.

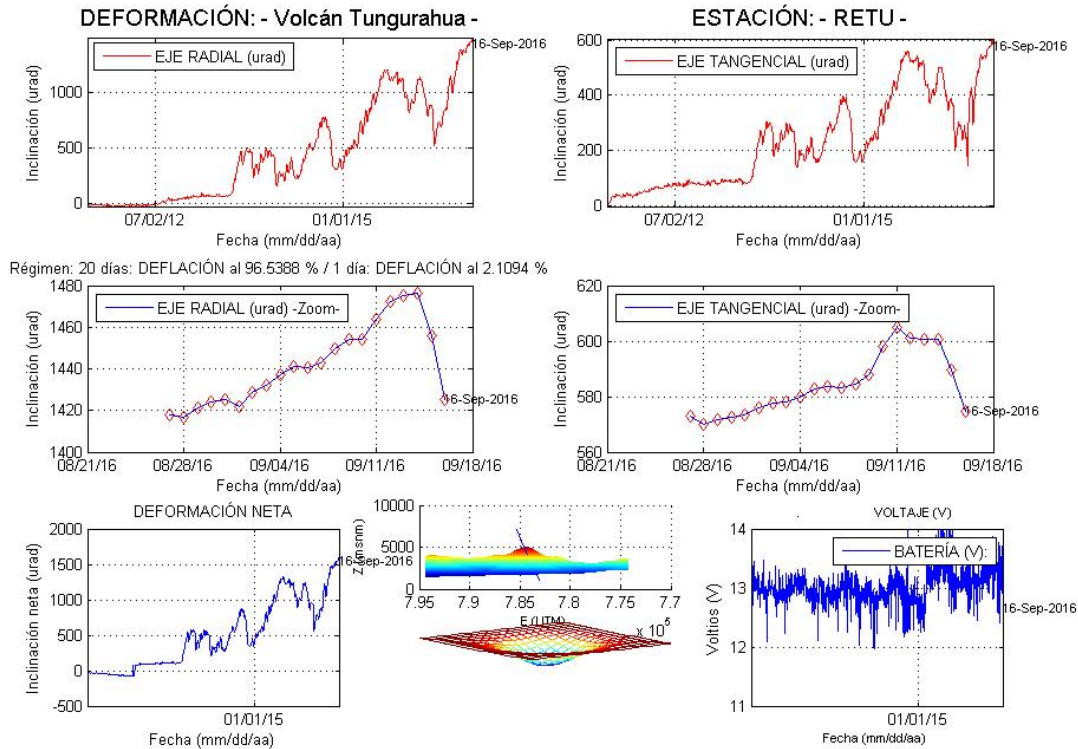


**Figura 1:** Número de eventos Volcano-Tectónicos (VT's), Largo Periodo (LP's), Explosiones y tremor de emisión en el Tungurahua hasta el 18/09/2016. La zona gris corresponde a la última erupción del Tungurahua entre el 26/02 y el 15/03/2016. Note el pequeño enjambre de LP's entre el 01 y el 20/05/2016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

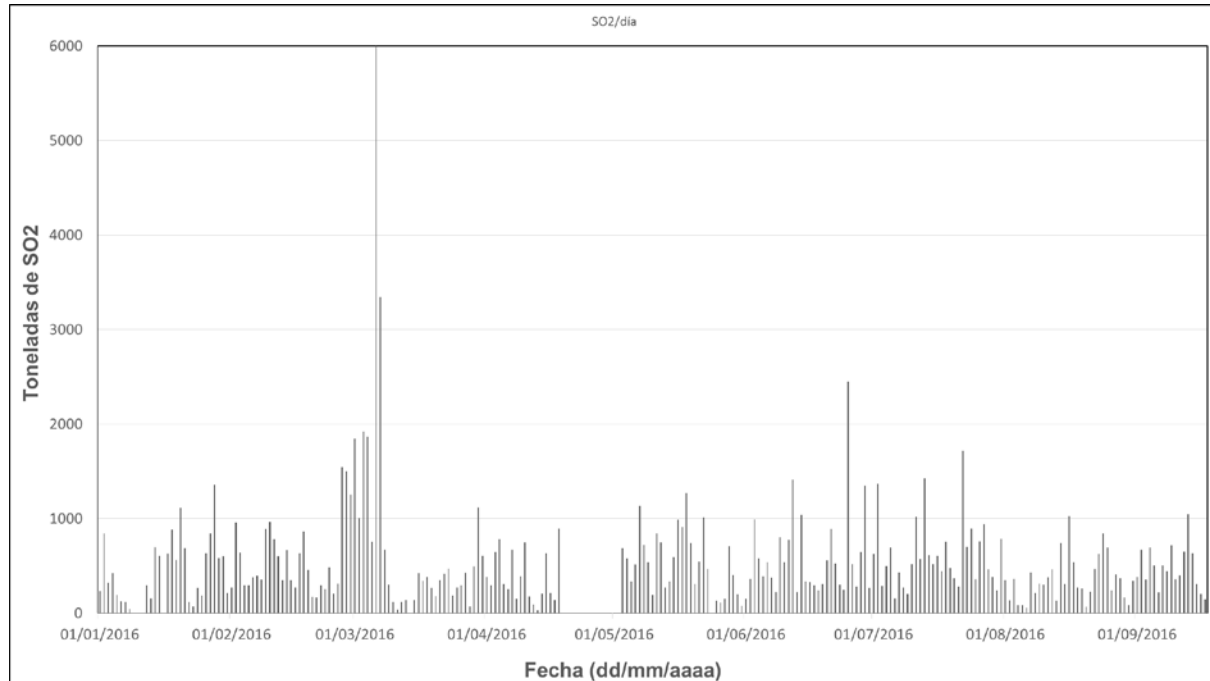


**Figura 2:** Patrón de deformación registrada en el inclinómetro de Retu (Refugio Tungurahua) hasta el 16 de septiembre de 2016. Notar el cambio de tendencia (deflación) a partir del 15 de septiembre.

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 Mm<sup>3</sup> y ubicado a una profundidad de alrededor de 1 km bajo el cráter, entre este y la estación de RETU.

### Emisión de SO<sub>2</sub>

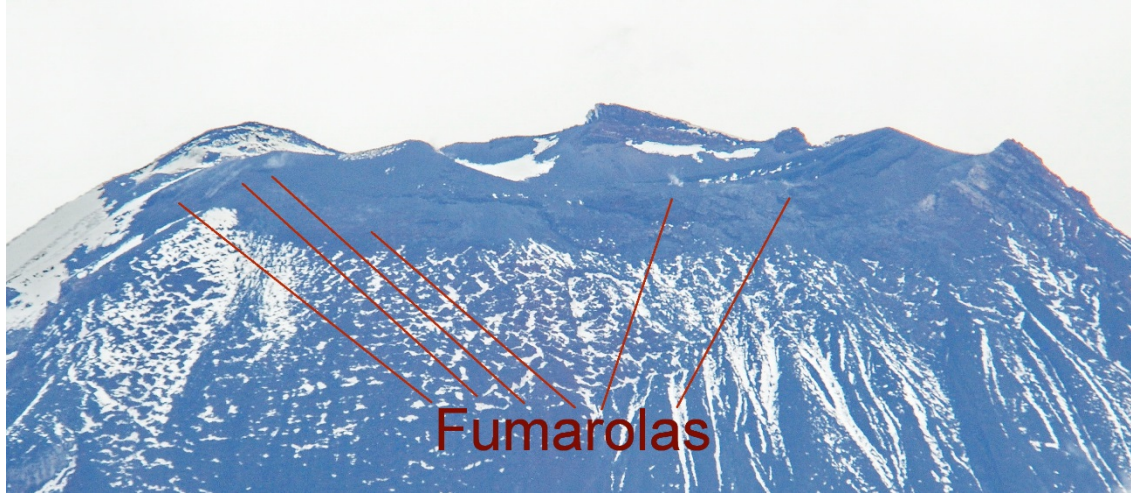
No se observa mayor cambio en la desgasificación desde el fin de la última fase eruptiva tanto para el flujo diario máximo de SO<sub>2</sub> (Fig. 3) como para el número de medidas válidas. Los dos indicadores se encuentran en el nivel de base y podrían indicar que el conducto se encuentra cerrado luego de la erupción de febrero-marzo 2016.



**Figura 3:** Flujo diario máximo de SO<sub>2</sub> 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



## INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

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.*

PR, ET, BB, SH

18 de Septiembre de 2016