

**INSTITUTO GEOFÍSICO - ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
INFORME MENSUAL: VOLCÁN COTOPAXI
JUNIO 2016**

ESTADO DEL VOLCÁN

El Instituto Geofísico viene monitoreando el volcán Cotopaxi, con varias técnicas que incluyen equipos sísmicos, de infrasonido, geodesia y geoquímicos (Fig.1). La red sísmica está compuesta de estaciones de banda ancha y de período corto. Los Inclinómetros o estaciones TILT (en inglés “*inclinación*”), miden la deformación ocasionada por la presión ejercida por la entrada o acumulación de nuevo material (magma, gases) en el edificio volcánico y se mide en micro-radianes. De manera análoga, la red AFM, está compuesta de estaciones con sensores para el monitoreo de lahares. Las estaciones de monitoreo geoquímico DOAS (*Differential Optical Absorption Spectrometer*), establecen una medida cuantitativa de las emisiones volcánicas de gas, en este caso SO₂, y para ello, utilizan la absorción espectroscópica de UV, que es capaz en tiempo real de tomar medidas automáticas de los flujos de gases totales de la emisión de SO₂ del volcán, con un tiempo de resolución de 5 minutos durante la luz del día.

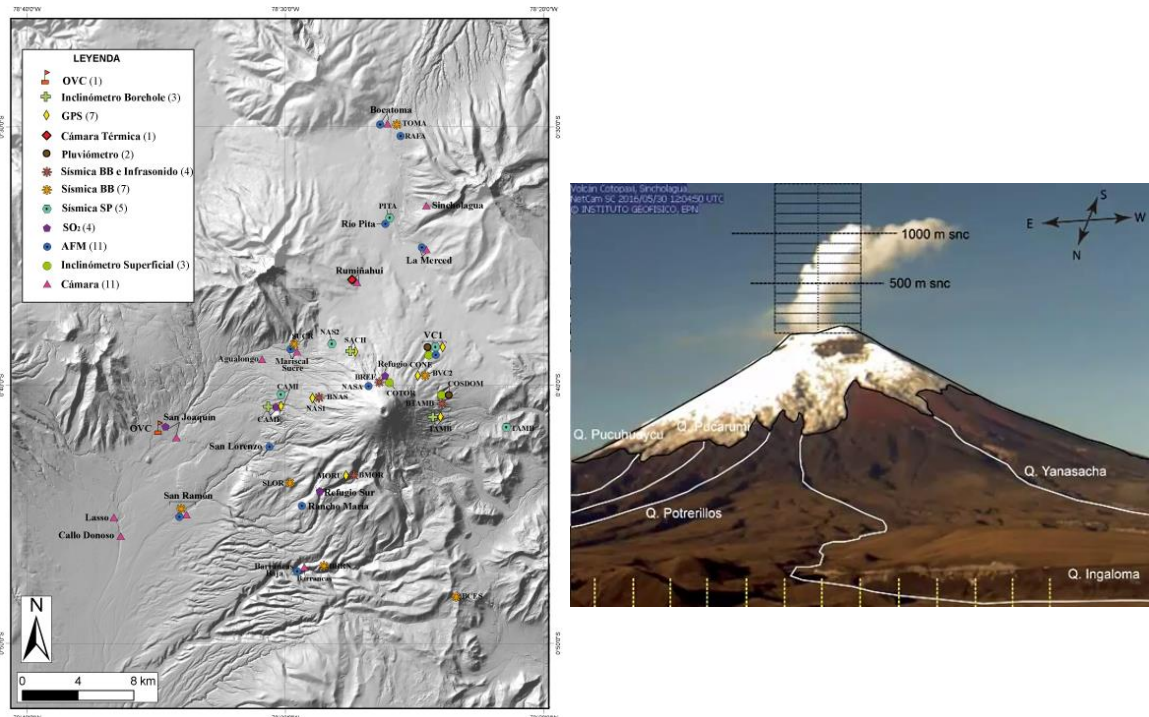


Figura 1. Redes de estaciones de monitoreo (IG-EPN), se incluye la nueva cámara instalada cerca de la quebrada Agualongo, al nor occidente del volcán.

Durante el mes de junio, la actividad en el volcán Cotopaxi ha mostrado niveles bajos de actividad interna y superficial, similar a lo observado desde hace varios meses atrás. La actividad interna asociada a la ocurrencia de sismos, principalmente comprende eventos de fracturamiento interno (VT’s), seguido de movilización de fluidos (LP’s) y eventos híbridos, es decir, con comportamiento de fracturamiento debido a la movilización de fluidos. Respecto a la deformación, en forma general se aprecia que las tendencias de movimiento en las estaciones

alrededor del volcán tienden a estabilizarse completamente. En superficie, se han evidenciado leves columnas de emisión poco energética de vapor de agua y gases. Las situaciones climáticas presentaron lluvias en el sector, y estas produjeron pequeños lahares secundarios que se extienden y mantiene dentro de los límites del Parque Nacional Cotopaxi.

ACTIVIDAD SÍSMICA

Durante Junio del 2016 se registraron 516 eventos Volcano-Tectónico (VT¹), 64 eventos de Largo Período (LP²), 25 eventos de tipo Híbrido (HB³), (Tabla 1, Fig. 2a). En el presente mes se produjeron 606 eventos discretos lo que representa un ligero incremento con respecto al mes de Mayo (772 eventos).

MES	No. SEM/FECHA	¹ VT	² LP	² VLP	³ HB	⁴ EXP	⁵ TREM	TOTAL Semanal
jun-16	1 01 al 07	202	37	1	9	0	0	249
	2 08 al 14	156	9	0	6	0	0	171
	3 15 al 21	79	8	0	4	0	0	91
	4 22 al 28	63	10	0	5	0	0	78
	5 29 al 31	16	0	0	1	0	0	17
Total Mensual		516	64	1	25	0	0	606
Promedio Diario Durante el Mes %		17.20	2.13	0.03	0.83	0.00	0.00	20.20
Promedio Semanal del Mes %		73.71	9.14	0.14	3.57	0.00	0.00	86.57

Tabla 1. Resumen del número de eventos sísmicos semanal durante el mes de Junio.

La actividad sísmica relacionada con los eventos VT ha mostrado una disminución con respecto a al mes anterior (Fig. 2b), el volcán continúa principalmente con eventos volcano-tectónicos (VT) (Fig. 2b). Han disminuido el número de sismos de tipo LP, con respecto al mes anterior (Fig. 2c).

El valor de amplitud sísmica que es una variable proporcional a la energía sísmica, se muestra en la figura 2d., en la estación más cercana al cráter BREF, (Figura 2d). Durante las dos primeras semanas del mes se observaron varios ciclos de alta amplitud (~ 800 cuentas) que poco a poco fueron de decreciendo durante las tercera y cuarta semana del mes hasta llegar a niveles considerados como el nivel de fondo de la actividad volcánica (~ 50 cuentas) (Figura 2d).

¹ VT: Evento debido a fractura de rocas por esfuerzos ocasionados por intrusión de magma sin movimiento de este.

² LP/VLP: Eventos debidos al movimiento de fluidos magmáticos (menos viscosos). LP tiene un contenido de frecuencia > 1 Hz, mientras que VLP puede presentar frecuencias por debajo y por encima de 1 Hz.

³ HB: Evento debido a fractura de rocas ocasionada por fluidos y su posterior movimiento.

⁴ EXP: Evento relacionado con la emisión violenta de materiales volcánicos hacia la superficie terrestre .

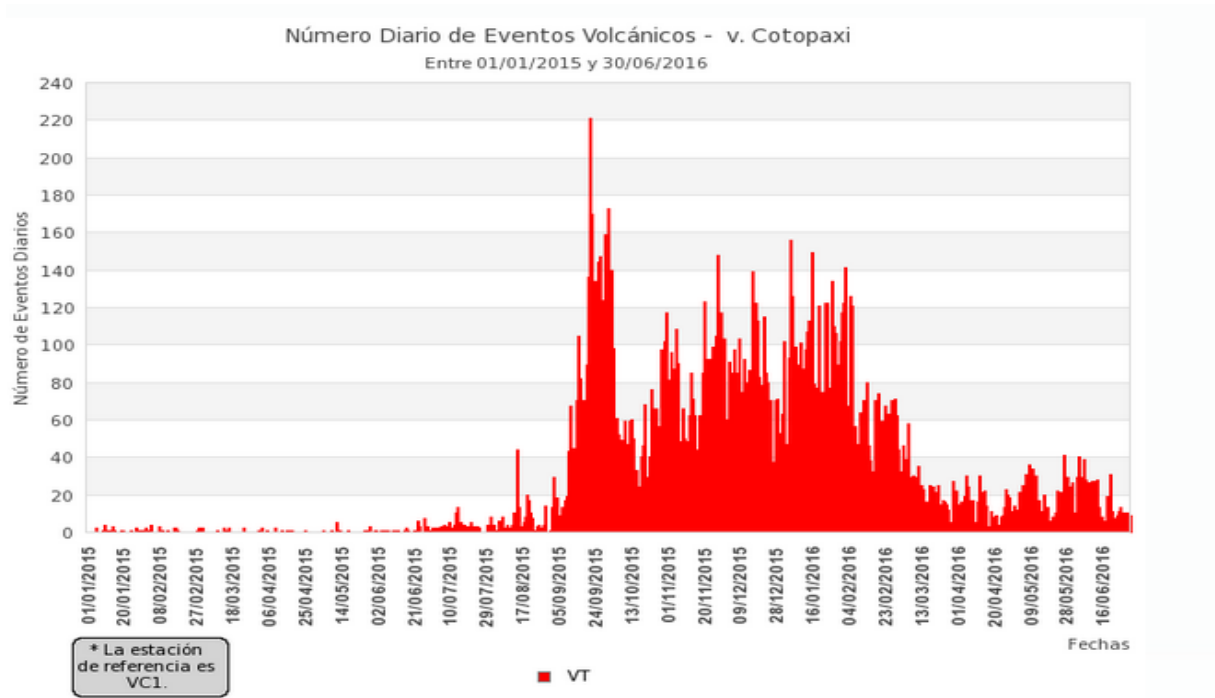
Teléfonos: (2) 2225-655; (2) 222-5627; Fax: (593-2) 256-7847

Página Web: www.igepn.edu.ec; Correo Electrónico: geofisico@igepn.edu.ec

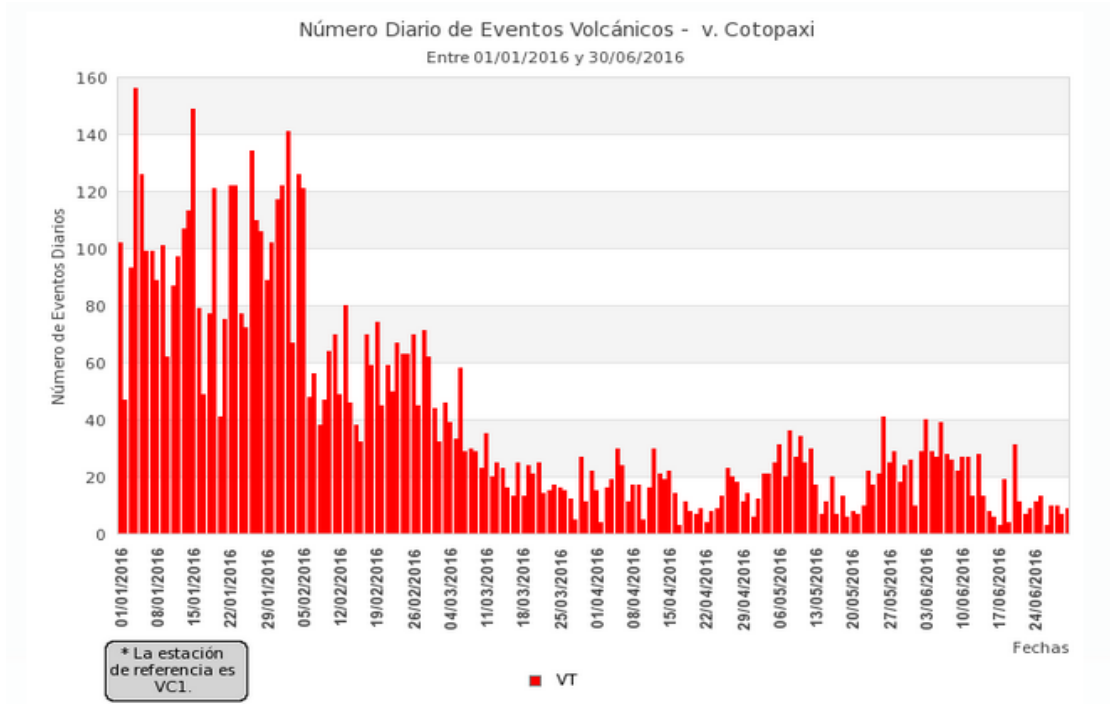
Dirección: Campus Ing. José Rubén Orellana - Calle Ladrón de Guevara E11-253

Apartado Postal 2759 - Quito – Ecuador

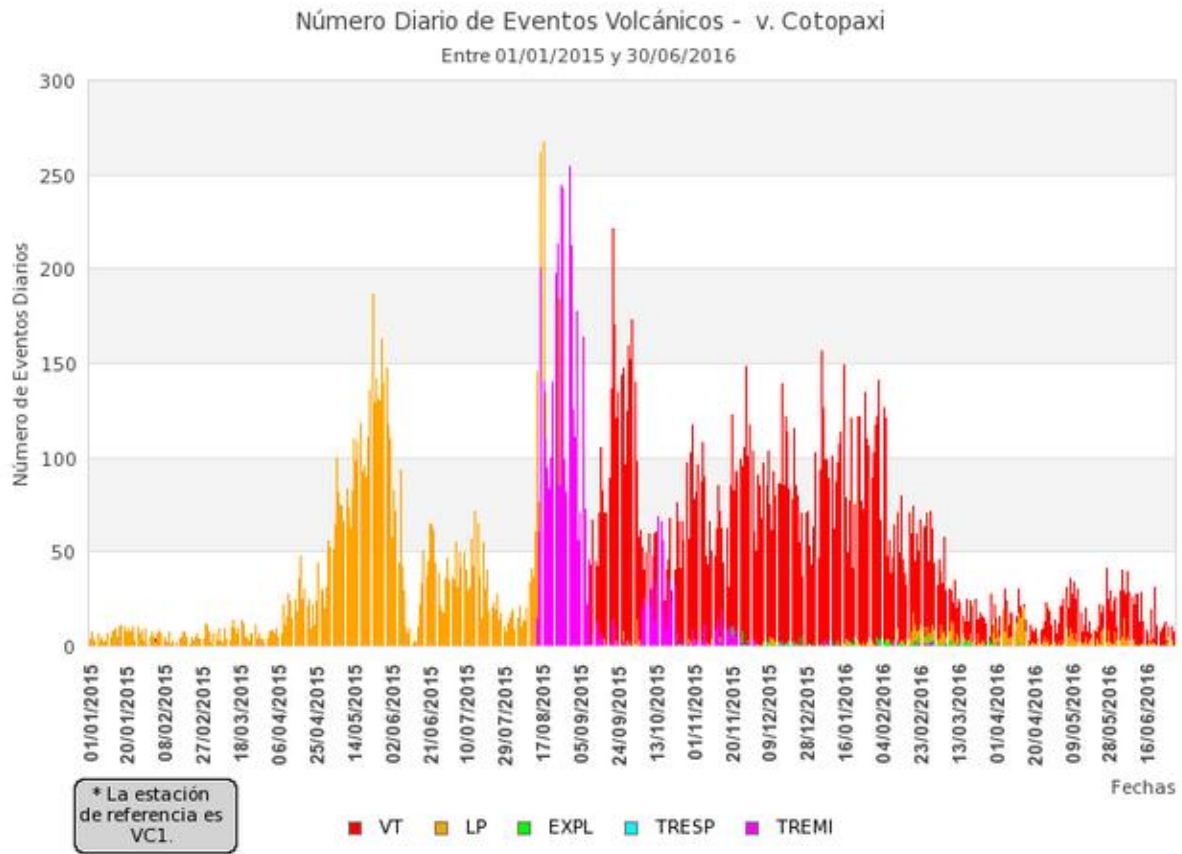
(a)



(b)



(c)



(d)

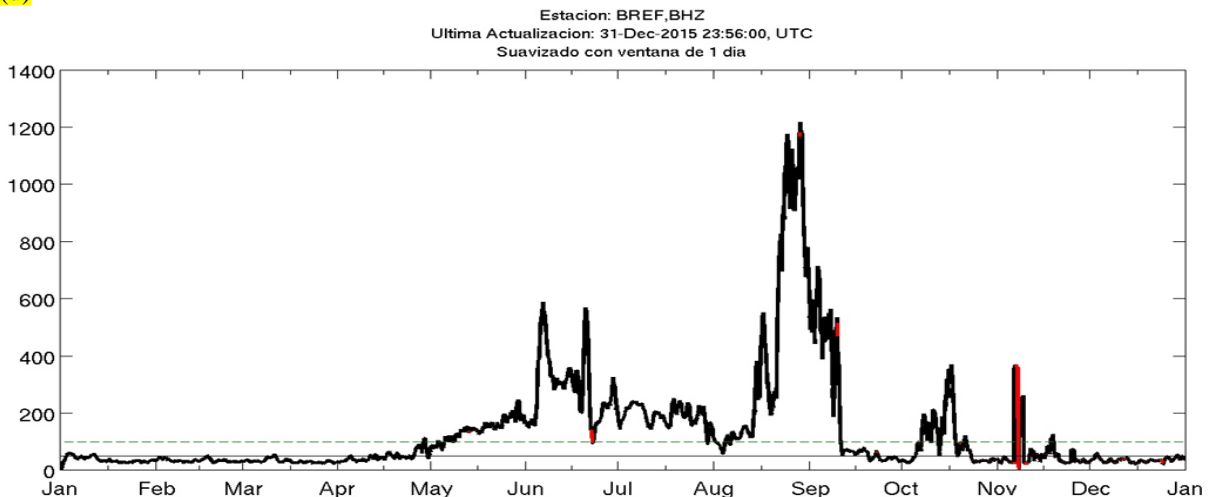


Figura 2. Resumen de la actividad sísmica en el volcán Cotopaxi. (a) Número de eventos discretos tipo VT (volcano-tectónicos) entre el 2015 y el 2016, (b) Número de eventos discretos tipo VT (volcano-tectónicos) entre el Enero 2016 y Mayo 2016, (c) Número de eventos LP (largo periodo) y eventos tremóricos entre el 2015 y el 2016, (d) Amplitud sísmica instantánea liberada por el Cotopaxi. Los datos de esta curva fueron filtrados entre 2 y 8 Hz tomándose una muestra por minuto y luego promediando todas las muestras por un día. Las curvas en rojo son los días en que hubo cortes de datos.

LOCALIZACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS

En la figura 3 se observa la localización de los principales eventos en el Cotopaxi. En el mes de junio se han registrado 606 eventos discretos, de los cuales 48 han podido ser localizados.

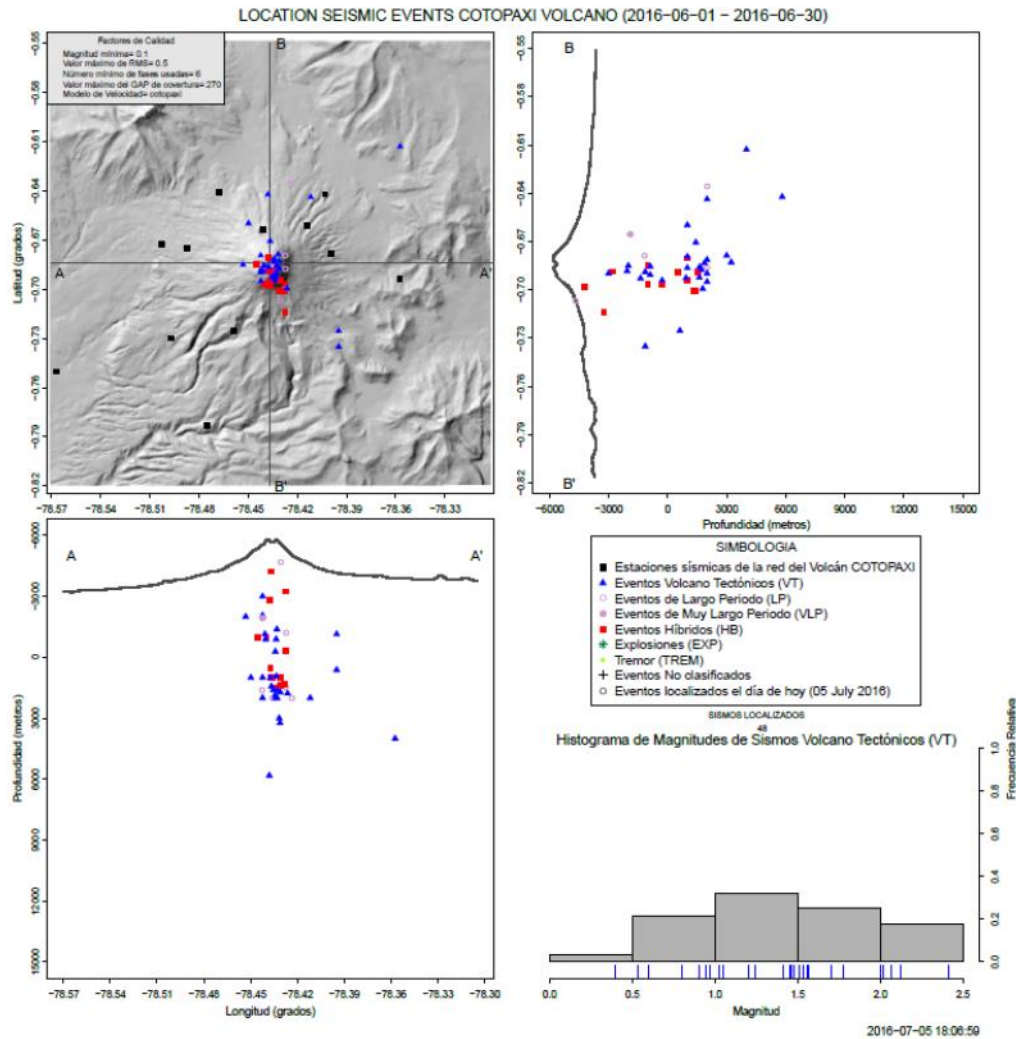


Figura 3. Localización de eventos en el volcán Cotopaxi del mes de junio del 2016.

En la figura anterior se muestra como la mayoría de los eventos se encuentran entre 1 y 12 km de profundidad. Se puede apreciar dos grupos de eventos mismos que están entre 1 y 8Km; y otro grupo entre 5 y 8 Km y poseen magnitudes entre 0.5 a 2.5Mlv.

TENDENCIAS DE DEFORMACION DE LOS FLANCOS

La red geodésica del IG que monitorea la deformación del volcán Cotopaxi está constituida por la siguiente instrumentación: una red de 5 inclinómetros electrónicos, una red de 5 estaciones



INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

GPS y una red de 7 bases de medición con distanciómetro electrónico (EDM). Ocasionalmente se efectúa medidas de interferometría de radar-satélite (InSAR), cuando se dispone de las imágenes satelitales correspondientes y cuando se ha efectuado el procesamiento de las mismas, sin embargo no se han obtenido buenos resultados dado que el volcán está cubierto en su parte superior por una capa glaciaria y de nieve, lo que impide realizar medidas adecuadas.

Los datos obtenidos para el mes de mayo y junio, muestran un patrón de estabilización respecto a la deformación producida en el volcán; sin embargo, se observa una leve inflación del sector oriental y suroriental. Hay que considerar que la tendencia del movimiento regional es hacia el sector N.

RESUMEN GENERAL DE LA EMISIÓN DE SO₂

La medición del flujo de SO₂ es un componente fundamental en la evaluación de la actividad eruptiva de los volcanes, pues da indicios directos de la presencia, volumen y tasa de ascenso del magma. En el volcán Cotopaxi, el IG-EPN cuenta con una red de cuatro 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. Adicionalmente, se usa la información de diversos sensores satelitales que miden la concentración de SO₂ emitida por el volcán (TOMS, OMI, SCIAMACHY y GOME-2).

Cambios en la red de monitoreo de SO₂ de volcán de Cotopaxi:

Personal del Instituto Geofísico realizaron cambios en el volcán Cotopaxi durante el mes de septiembre para mejorar la red de monitoreo de SO₂. La estación NASA fue movida de las cercanías del volcán para reducir el impacto de la ceniza en las mediciones (08/09/2015). Ahora se denomina SAN JOAQUIN. Además, se instalaron dos nuevas estaciones, se nominadas CAMI y REFUGIO SUR, situadas al oeste y sudoeste del volcán, respectivamente.

Información de vientos

Durante el mes de junio de 2016 el viento sobre el volcán Cotopaxi tuvo una orientación preferencial hacia el W (229-295°) con variaciones menores en otras direcciones. Las velocidades variaron entre 6 y 15 m/s con una velocidad promedio de 10 m/s (Figura 4).

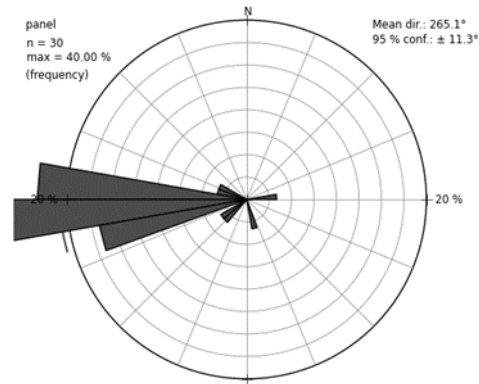


Figura 4. Direcciones preferenciales del viento en el volcán Cotopaxi para el mes de junio de 2016.

Resumen general de la emisión de SO₂

Los valores de desgasificación máximos diarios registrados durante el mes de junio en el volcán Cotopaxi variaron entre 399-2003 t/d. El máximo valor (2003 t/d) se registró el 24 de junio en la estación San Joaquín ubicada al W del volcán (Figura 5).

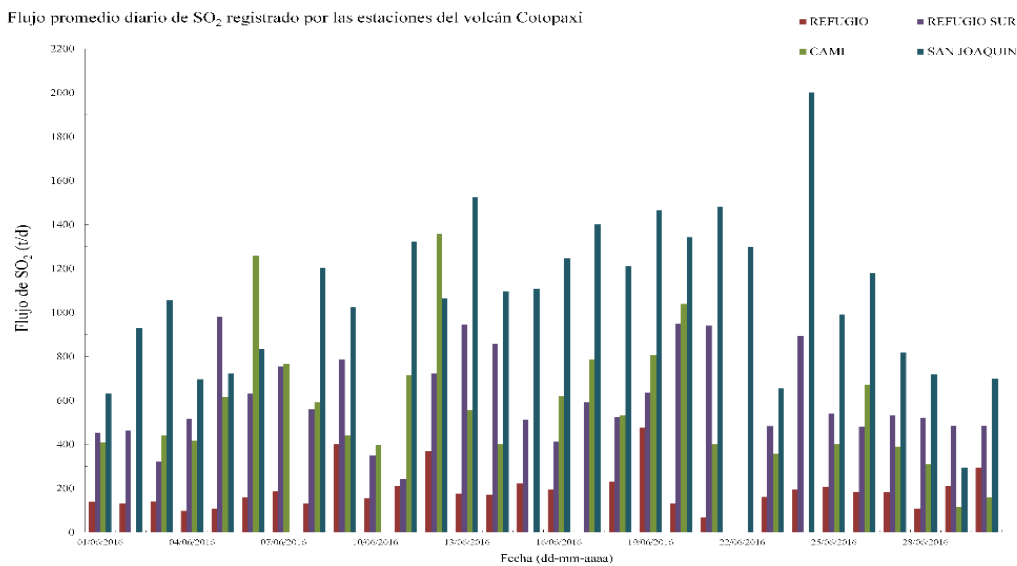


Figura 5. Representación del máximo promedio diario flujo de SO₂ por las estaciones del volcán Cotopaxi durante junio de 2016.

Las emisiones de SO₂, registradas en el volcán Cotopaxi durante junio 2016, presentan un pequeño pico, comparadas con el nivel de fondo establecido desde enero de 2016, cabe recalcar que los valores continúan inferiores a los registrados durante la crisis (Figura 6).

Emissiones de SO₂ en el volcán Cotopaxi (enero 2015-presente)

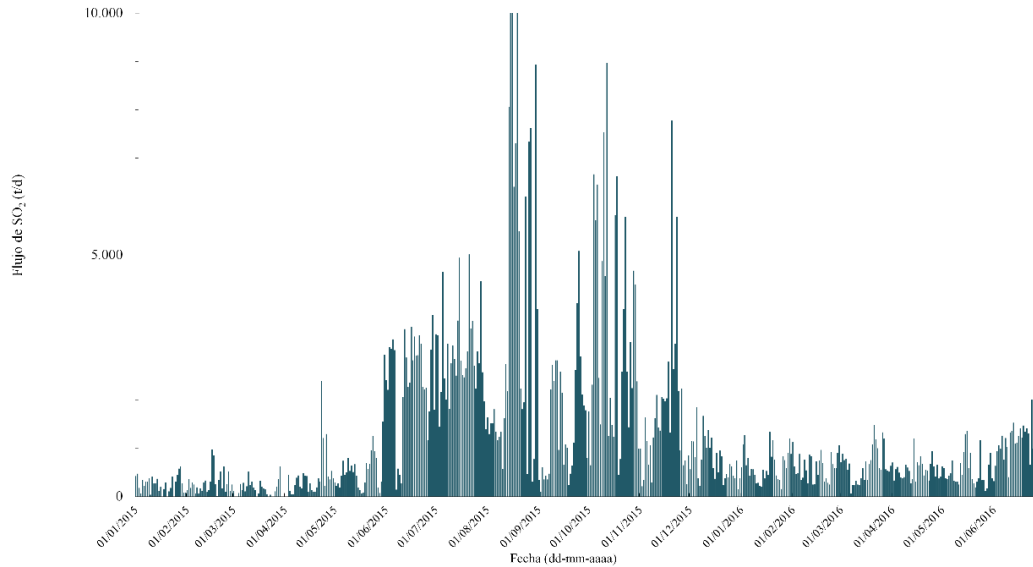


Figura 6. : Representación del flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Cotopaxi desde enero 2015 hasta el fin de junio 2016.

Medidas válidas del flujo de SO₂

El máximo valor de SO₂ (1358 t/d) registrado en la estación San Joaquín está asociado con 1 medida válida. Durante junio 2016, el número de medidas válidas promedio registrado en cada estación se muestra en la Tabla 2.

	REFUGIO	CAMI	SAN JOAQUIN	REFUGIO SUR
Numero de medidas validas	10	17	8	3

Tabla 2. Numero de mediciones válidas para el mes de junio del 2016.

Los promedios de medidas válidas para cada estación han disminuido respecto al mes anterior, la Figura 7 muestra un claro descenso en el número de medidas válidas, respecto al mes anterior.

Número de medidas válidas de las estaciones permanentes en el volcán Cotopaxi (enero del 2015-presente)

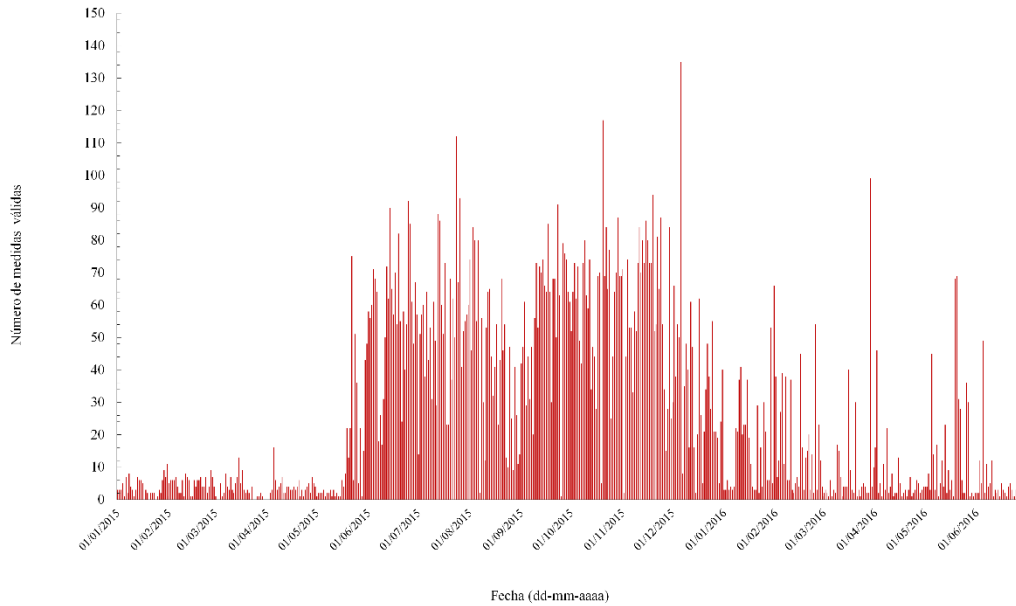


Figura 7. Representación del número de medidas válidas en asociación con el flujo de SO_2 máximo diario - registradas en volcán Cotopaxi, desde enero 2015 hasta el fin de junio de 2016.

Funcionamiento de las estaciones

Durante el mes de junio de 2016, las estación Refugio registró medidas durante 28 días, Refugio Sur 29 días, San Joaquín 28 días y Cami durante 26 días (Figura 8).

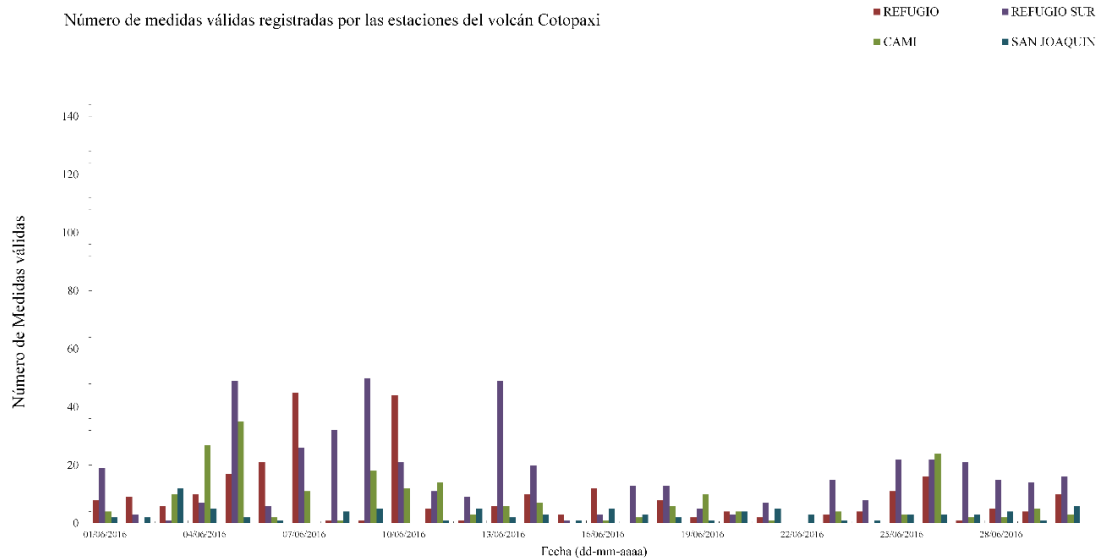


Figura 8. Representación del número de medidas válidas registradas en volcán Cotopaxi, desde enero 2015 hasta el fin de junio de 2016.



INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Instrumento móvil

Las bajas emisiones de SO₂ registradas durante mayo hacen que sea imposible detectarlo usando Mobile DOAS en la carretera Panamericana. La falta de caminos que rodeen por completo al cono en la zona proximal, dificulta también la realización de travesías DOAS móviles. Es por esto que durante el mes de junio, no fue posible realizarlas.

Estadísticas mensuales

En lo que respecta a las estadísticas mensuales: el valor promedio, el valor máximo, la variabilidad y la emisión total estimada se mantienen estables en comparación al mes anterior, los valores registrados en junio son muy similares a los registrados en mayo.

Parámetros	Mayo 2016	Junio 2016
Valor medio (t/d)	532	1076
Variabilidad (1σ)	327	352
Valor máximo (t/d)	1358 (16 mayo)	2003 (24 junio)
Emisión estimada (t)	16477	32294

Tabla 3. Comparación de los parámetros estadísticos de la desgasificación de SO₂ en el volcán Tungurahua, para los meses de mayo y junio de 2016.

Estos valores han sido calculados a partir de los valores máximos diarios registrados en las estaciones permanentes de la red de monitoreo de SO₂ en volcán Cotopaxi durante mayo y junio de 2016.

OBSERVACIONES VISUALES

Las observaciones visuales se las efectúa desde el Instituto Geofísico en Quito por medio de diversos instrumentos ópticos. Adicionalmente se reciben imágenes en tiempo real de 5 cámaras de video instaladas alrededor del volcán. Se cuenta igualmente con los reportes de observaciones visuales y auditivas de los colegas del IG que continuamente visitan el volcán. También se efectúan vuelos sobre el volcán durante los cuales se realizan mediciones térmicas, fotografías digitales y observaciones visuales.

Situación Climática

Durante el mes de junio, las condiciones climáticas en el sector del volcán Cotopaxi fueron principalmente días nublados con frecuentes de lluvias de diferente intensidad. Algunas lluvias, suficientemente intensas para generar lahares secundarios y flujos de agua lodosa en las zonas noroccidente y occidente del volcán. Sin embargo, el caudal promedio se estimó en 5 m³/s. El área de afección de estos flujos de agua lodosa está restringida a los límites del Parque Nacional Cotopaxi.

Actividad Superficial

Durante el mes de junio la actividad superficial ha sido más baja que en meses anteriores. Se

registraron emisiones de vapor de agua y gases, cuyas alturas están oscilando entre los 100 y 300 metros sobre el nivel del cráter. Predominantemente, el viento las dirige hacia el occidente y suroccidente del volcán, aunque ocasionalmente también son dirigidas al oriente. No se ha registrado emisiones de ceniza (Figura 9).

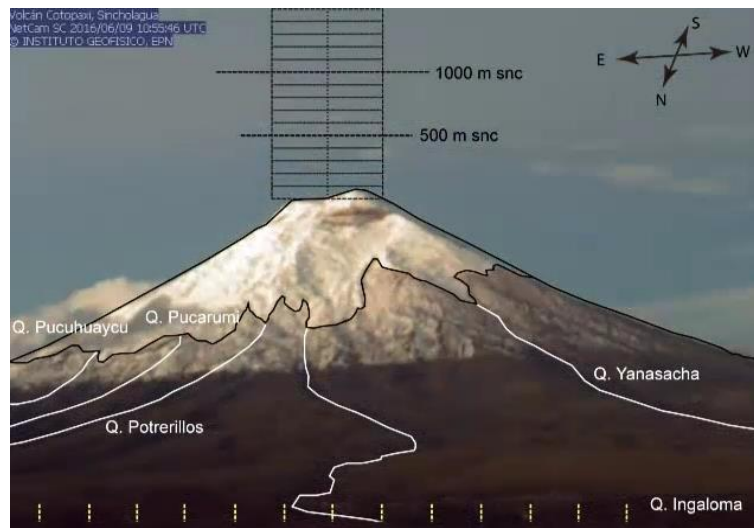


Figura 9: Volcán Cotopaxi, sin emisiones de vapor de agua, pero con una fina capa de hielo rodeando los flancos, hasta la cota ~4500 msnm. Foto: Cámara de Sincholagua 30/05/2016 IG-EPN.

Lahares Secundarios:

Durante el mes de junio de 2016 se han producido 6 lahares secundarios estos descendieron por la quebrada Cutzualo (ubicada en el flanco occidental del volcán) que se interseca con la quebrada Agualongo cerca de su confluencia con la vía principal del Parque Nacional Cotopaxi. Las fechas en que se registró la ocurrencia de lahares fueron: 8, 14, 22 y 24 de junio; en este último día se registró el descenso de 3 lahares.

Estos lahares fueron de muy pequeña magnitud, sus caudales pico no rebasaron los 5 m³/s, por lo que no han producido ningún impacto fuera del Parque Nacional Cotopaxi. Adicionalmente se registró el descenso de 5 flujos de agua lodosa de magnitud aún menor.

En una visita de campo realizada el 28 de junio a las zonas altas del volcán, se identificaron varios depósitos de lahares secundarios (con material rocoso de color rojizo) que habían destruido parcialmente la ruta del refugio al glaciar (Figura 10). Una vez en el glaciar importantes riachuelos circulaban bajo la delgada capa de hielo, esta agua en exceso es la genera varios de lahares secundarios registrados por el IG.



Figura 10: Depósitos de lahares secundarios (rojizos) en la quebrada al occidente del Refugio. Existe agua fluyendo por efecto del derretimiento del glaciar. (F. Vásquez, 28/06/2016)

HE/GV/ VV / CB /DS/FJV/FN/VL
INSTITUTO GEOFÍSICO
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
29/Agosto/2016