

**INSTITUTO GEOFÍSICO - ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
INFORME MENSUAL: VOLCÁN COTOPAXI
MARZO 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.

La actividad interna del volcán durante el mes de marzo de 2016 se ha mantenido, con niveles considerados como moderados con tendencia descendente. La actividad sísmica del Cotopaxi se caracteriza por la ocurrencia de sismicidad representada por eventos de fracturación y pequeñas explosiones registradas solo por la instrumentación. Otros parámetros como la emisión de gases volcánicos y la deformación, han mantenido la tendencia, con cambios mínimos.

En superficie, se han evidenciado leves columnas de emisión poco energética de vapor de agua. Las situaciones climáticas presentaron lluvias en el sector, y estas produjeron pequeños lahares secundarios que recorren hasta la base del volcán, permaneciendo al pie del volcán dentro de los límites del Parque Nacional Cotopaxi.

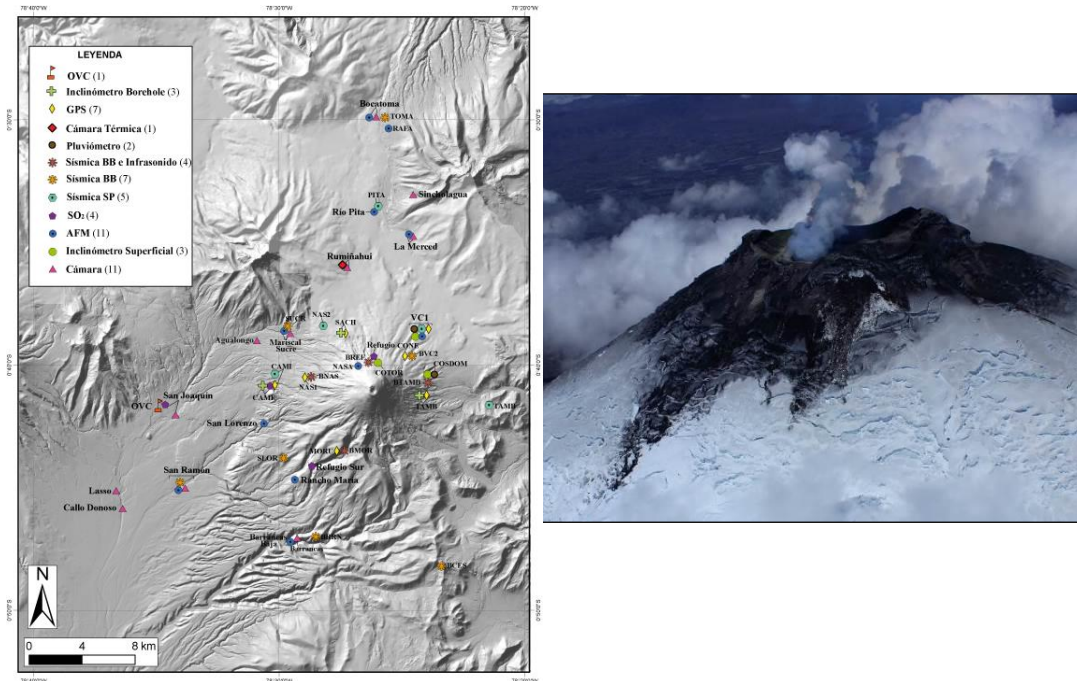


Figura 1. Redes de estaciones de monitoreo (IG-EPN), se incluye la nueva cámara instalada cerca de la quebrada Agualongo, al nor occidente del volcán.

ACTIVIDAD SÍSMICA

Durante Marzo del 2016 se registraron 787 eventos Volcano-Tectónico (VT¹), 159 eventos de Largo Período (LP²), 76 eventos de tipo Híbrido (HB³), 33 explosiones (EXP⁴) y 1 evento tremórico⁵ (Tabla 1, Fig. 2a). Sin contar los eventos tremóricos, en el presente mes se produjeron 1057 eventos discretos lo que representa un decremento con respecto al mes de Febrero (1939 eventos).

MES	No. SEM/FECHA	¹ VT	² LP	² VLP	³ HB	⁴ EXP	⁵ TREM	TOTAL Semanal
mar-16	1 01 al 07	311	51	1	29	6	0	398
	2 08 al 14	185	47	0	14	10	0	256
	3 15 al 21	137	25	1	20	9	1	192
	4 22 al 28	89	13	0	10	1	0	113
	5 29 al 31	65	23	0	3	7	0	98
Total Mensual		787	159	2	76	33	1	1057
Promedio Diario Durante el Mes %		25.39	5.13	0.06	2.45	1.06	0.03	34.10
Promedio Semanal del Mes %		112.43	22.71	0.29	10.86	4.71	0.14	151.00

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

La actividad sísmica relacionada con los eventos VT ha mostrado un ligero descenso con respecto a al mes anterior (Fig. 2b), el volcán continúa principalmente con eventos volcano-tectónicos (VT entre 5 y 46 por día) (Fig. 2b). Se han registrado un episodio de tremor de emisión y pocos sismos de tipo LP (Fig. 2c). El número de explosiones ha disminuido con respecto al mes anterior, sin embargo estas siguen siendo de tamaño muy pequeño. Se registraron pocos eventos VT en la zona de PITA, al norte del volcán.

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).

(a)

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.

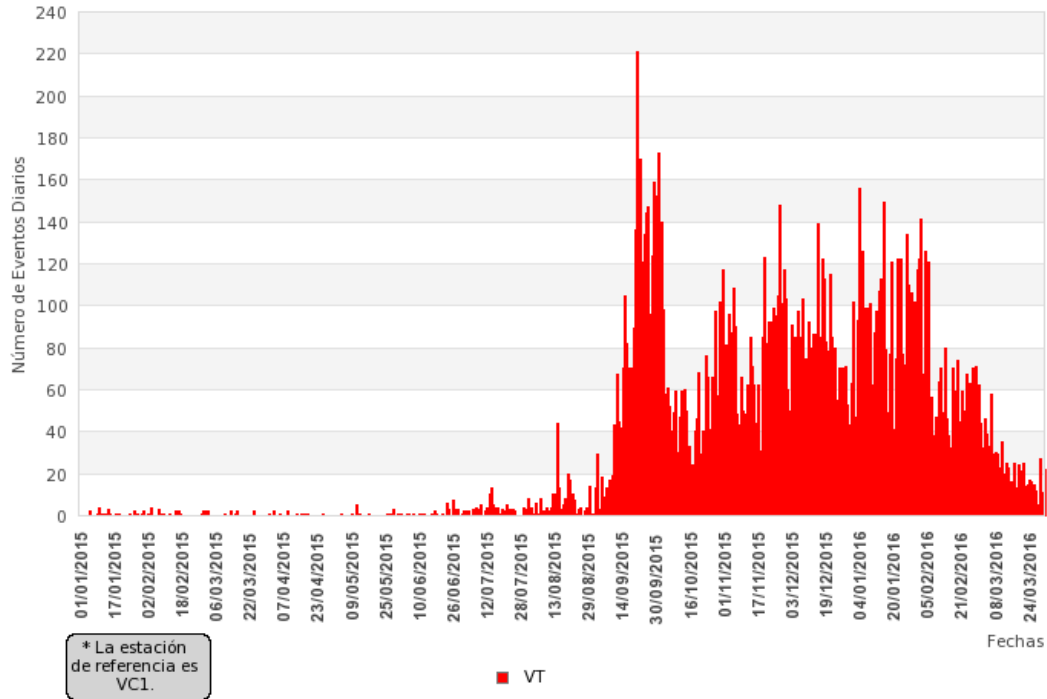
⁴ EXP: Evento relacionado con la emisión violenta de materiales volcánicos hacia la superficie terrestre .

⁴ 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 .

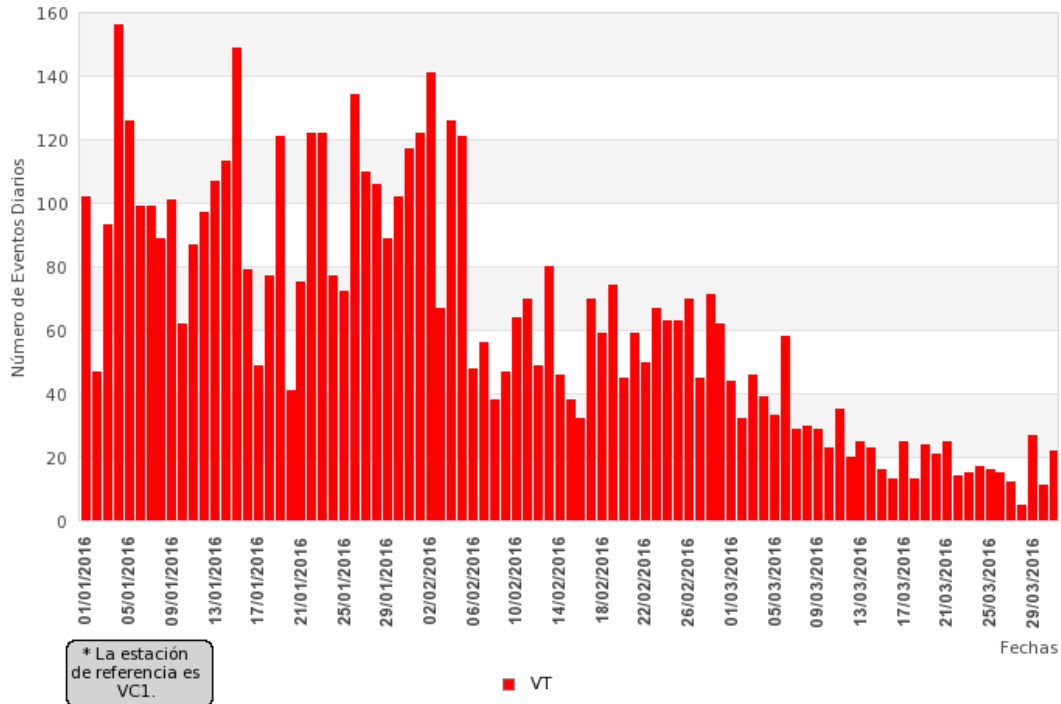
⁵ TREMOR: Sucesión de eventos de largo periodo provocados por el flujo continuo de gases y/o magma.

Número Diario de Eventos Volcánicos - v. Cotopaxi
Entre 01/01/2015 y 31/03/2016

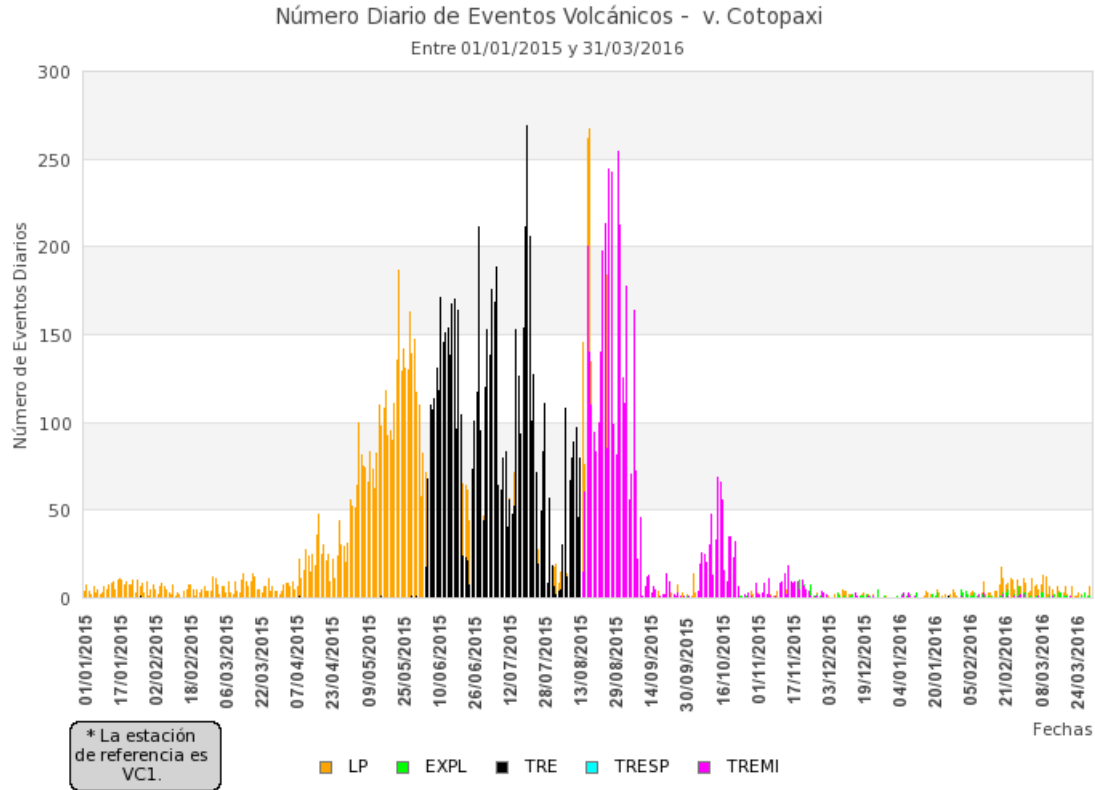


(b)

Número Diario de Eventos Volcánicos - v. Cotopaxi
Entre 01/01/2016 y 31/03/2016



(c)



(d)

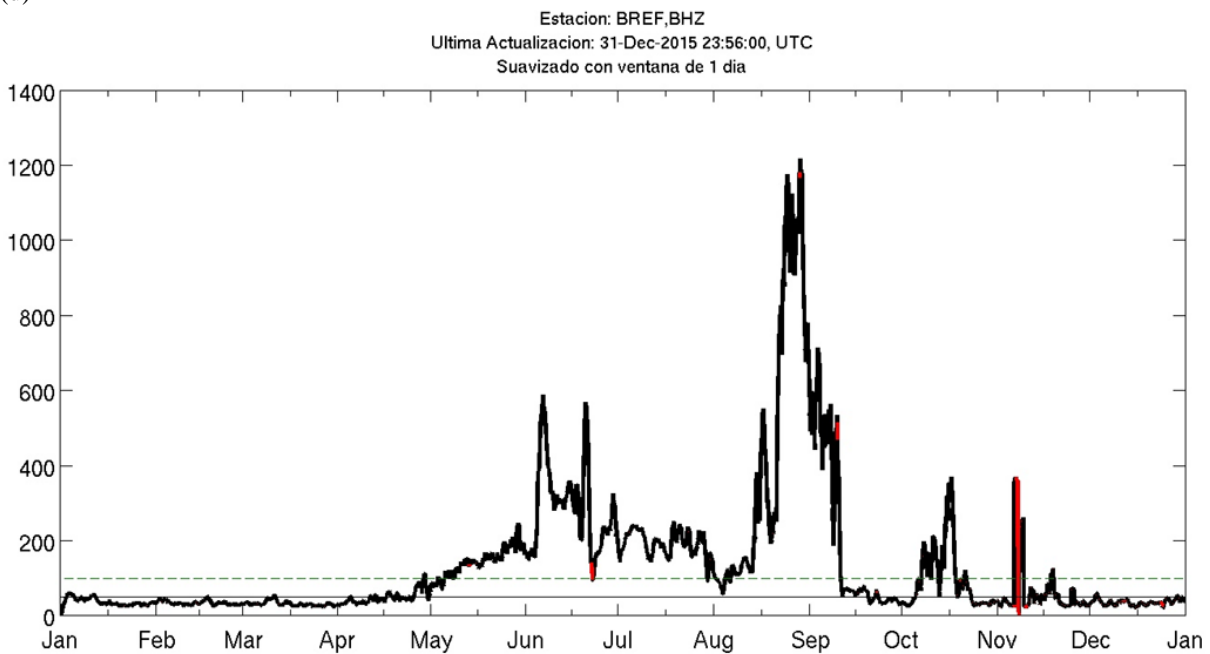


Figura 2. Resumen de la actividad sísmica en el volcán Cotopaxi. (a) Número de eventos discretos tipo VT (volcano-tectónicos) entre el 2015 y el 2016, (b) Número de eventos discretos tipo VT (volcano-tectónicos) entre el Enero 2016 y Marzo 2016, (c) Número de eventos LP (largo periodo) y eventos tremóricos 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 marzo se han registrado 1057 eventos discretos, de los cuales 132 han podido ser localizados.

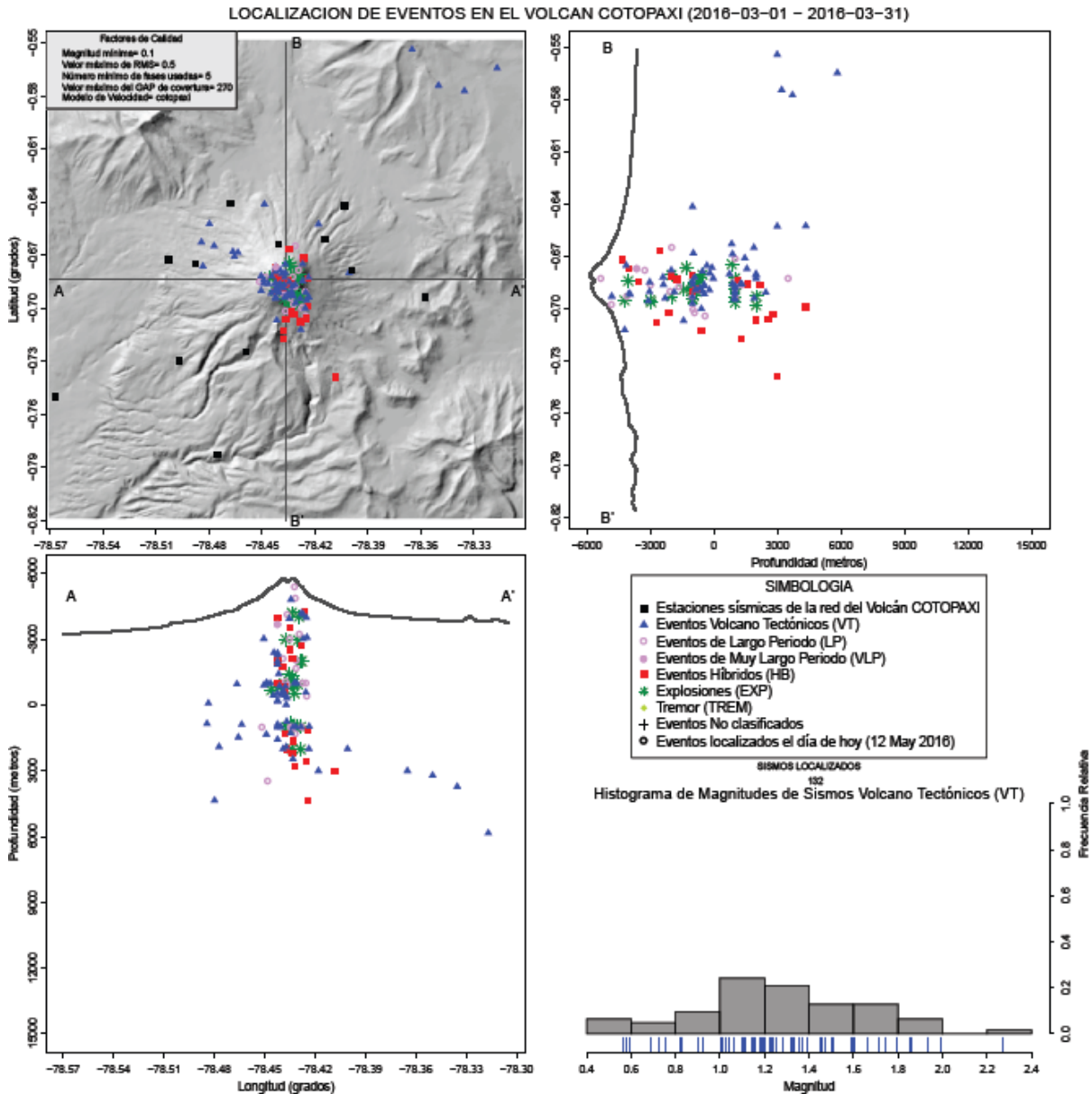


Figura 3. Localización de eventos en el volcán Cotopaxi del mes de Marzo del 2016.

En la figura anterior se muestra como la mayoría de los eventos se encuentran entre 1 y 10 km de profundidad. Se puede apreciar dos grupos de eventos mismos que están entre 1 y 5Km; y



INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

otro grupo entre 7 y 9K y poseen magnitudes entre 0.4 a 2.4Mlv. Algunos de estos eventos se localizaron en la zona de PITA.

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 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.

En el mes de Marzo, no se observan cambios significativos en ninguna de las redes de monitoreo de deformación: GPS, InSAR e inclinómetros.

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 marzo de 2016 el viento sobre el volcán Cotopaxi tuvo una orientación preferencial hacia el WSW-WNW (254°-326°) con pocas variaciones en otras direcciones. Las velocidades variaron entre 3 y 13 m/s con una velocidad promedio de 6 m/s (Figura 4).

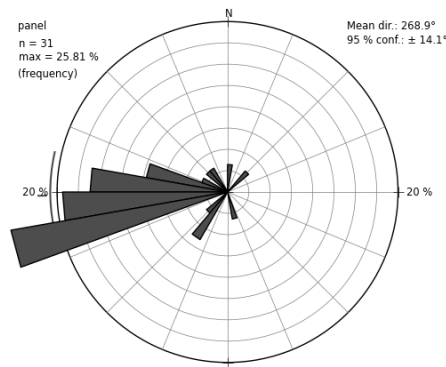


Figura 4. Direcciones preferenciales del viento en el volcán Cotopaxi para el mes de marzo de 2016.

Resumen general de la emisión de SO₂

Los valores de desgasificación registrados durante el mes de enero en el volcán Cotopaxi variaron entre 52-1469 t/d. El máximo valor (1479 t/d) se registró el 21 de marzo en la estación San Joaquín ubicada al W del volcán aproximadamente a 16 km del cráter (Figura 5).

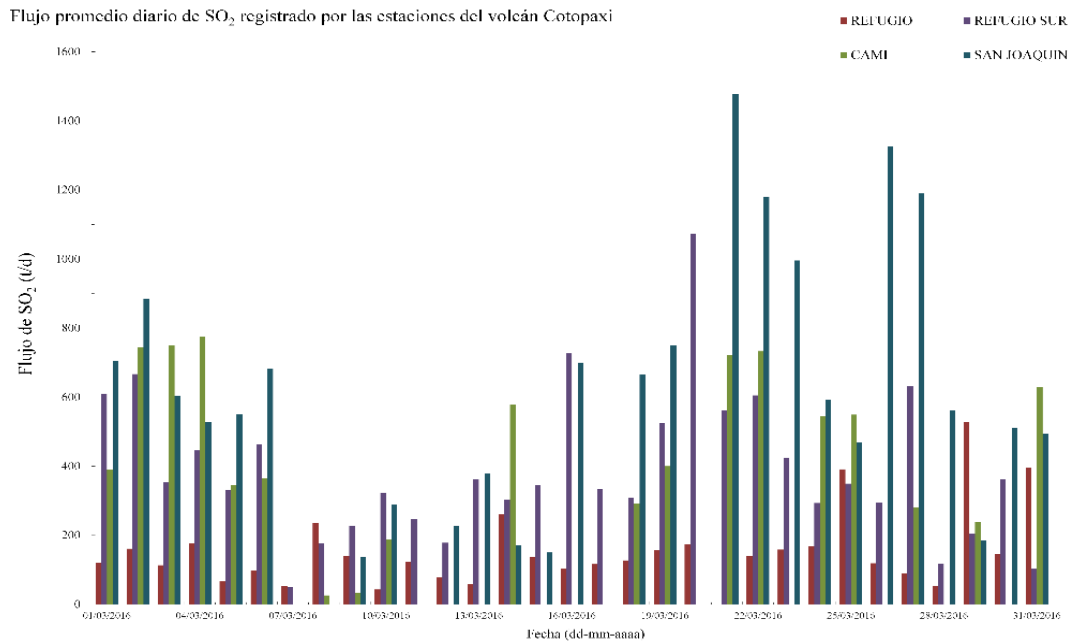


Figura 5. Representación del máximo promedio diario flujo de SO₂ por las estaciones del volcán Cotopaxi durante marzo de 2016.

Las emisiones de SO₂, registradas en el volcán Cotopaxi durante marzo 2016, registran un ligero incremento comparados con meses anteriores, sin embargo los valores son menores a los registrados durante la crisis (Figura 6).

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

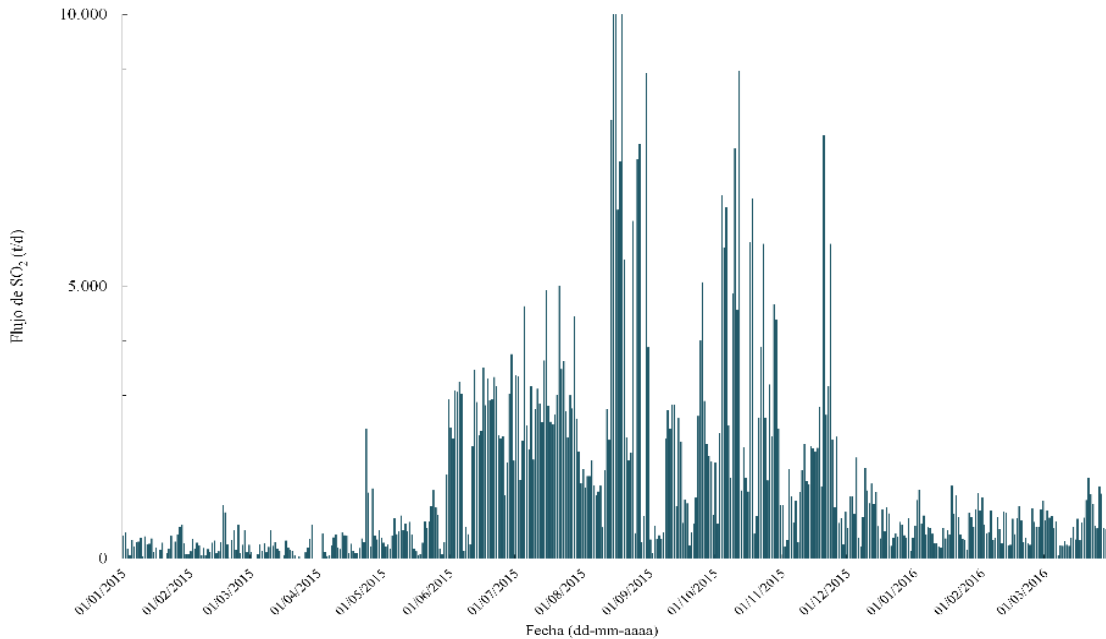


Figura 6. Representación del flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Cotopaxi desde enero 2015 hasta el fin de marzo 2016.

Medidas válidas del flujo de SO₂

El máximo valor de SO₂ (1479 t/d) registrado en la estación San Joaquín está asociado con 1 medida válida. Durante marzo 2016, el número de medidas válidas promedio registradas en cada estación se muestran en la tabla 2.

	REFUGIO	CAMI	SAN JOAQUIN	REFUGIO SUR
Numero de medidas validas	40	3	8	16

Tabla 2. Numero de mediciones válidas para el mes de marzo de 2016.

El número diario de medidas válidas presentando una disminución, sin embargo, permanecerán más que la línea de base (Figura 7).

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

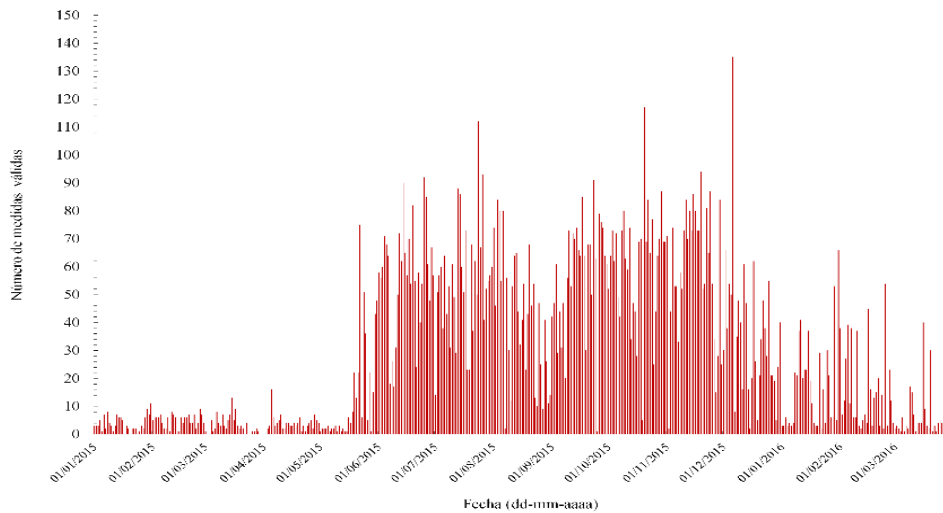


Figura 7. Representación del número de medidas válidas en asociación con el flujo de SO₂ máximo diario - registradas en volcán Cotopaxi, desde enero 2015 hasta el fin de marzo del 2016.

Funcionamiento de las estaciones

Durante el mes de marzo de 2016, la estación San Joaquín registró medidas durante 31 días Refugio 30 días, Refugio Sur 26 días y Cami durante 19 días.

Instrumento móvil

Las bajas emisiones de SO₂ registradas durante marzo han hecho que sea imposible detectarlo usando Mobile DOAS en la carretera Panamericana. Además la dirección del viento orientado al WSW hace que sea imposible realizar travesías móviles porque no existen caminos adecuados que corten perpendicularmente la pluma de gas, en la zona SW del volcán.

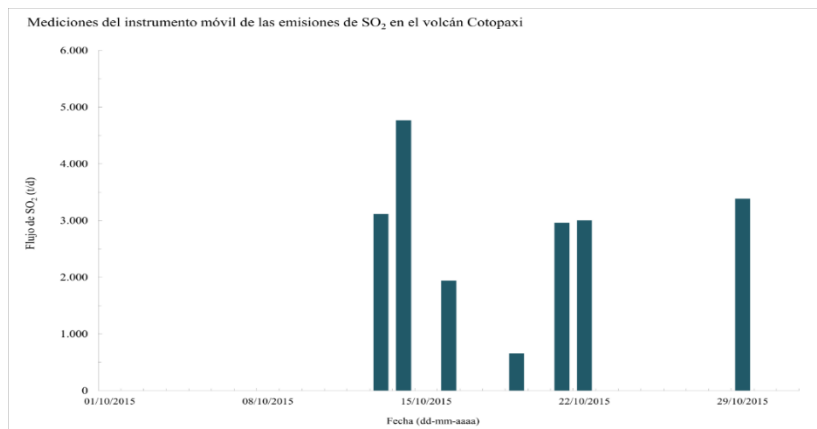


Figura 8. Representación del promedio flujo de SO₂ registrado por mediciones con el instrumento móvil durante Marzo de 2016.

Estadísticas mensuales



INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

En lo que respecta a las estadísticas mensuales: el valor promedio, el valor máximo, la variabilidad y la emisión total estimada han disminuido aumentado respecto a los meses de enero y febrero.

Parámetros	Febrero 2016	Marzo 2016
Valor medio (t/d)	605	647
Variabilidad (1σ)	266	347
Valor máximo (t/d)	1122	1479
Emisión estimada (t)	1753	20056

Tabla 3. Comparación de los parámetros estadísticos de la desgasificación de SO₂ en el volcán Cotopaxi, para los meses de febrero y marzo de 2016.

Están valores han sido calculados a partir de los valores máximos diarios registrados de las estaciones permanentes de la red de monitoreo de SO₂ en volcán Cotopaxi durante febrero y marzo 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 regularmente vuelos sobre el volcán durante los cuales se realizan mediciones térmicas, fotografías digitales y observaciones visuales.

Situación Climática

Las condiciones climáticas que predominaron durante el mes de marzo fueron días nublados acompañados de lluvias de diversas intensidades (Figura 8); dichas lluvias generaron la formación de pequeños flujos de lodo o lahares secundarios, así como flujos de agua lodosa los cuales se restringieron hacia el sector occidental del volcán y al interior de los de los límites del Parque Nacional Cotopaxi y no constituyen una amenaza para zonas pobladas ni para infraestructura.

Actividad Superficial

Durante el mes de marzo, la actividad superficial estuvo caracterizada por la emisión de columnas de vapor de agua, con alturas que no superaron 1000 m sobre el nivel de la cumbre, y nula presencia de ceniza (Figura 9).

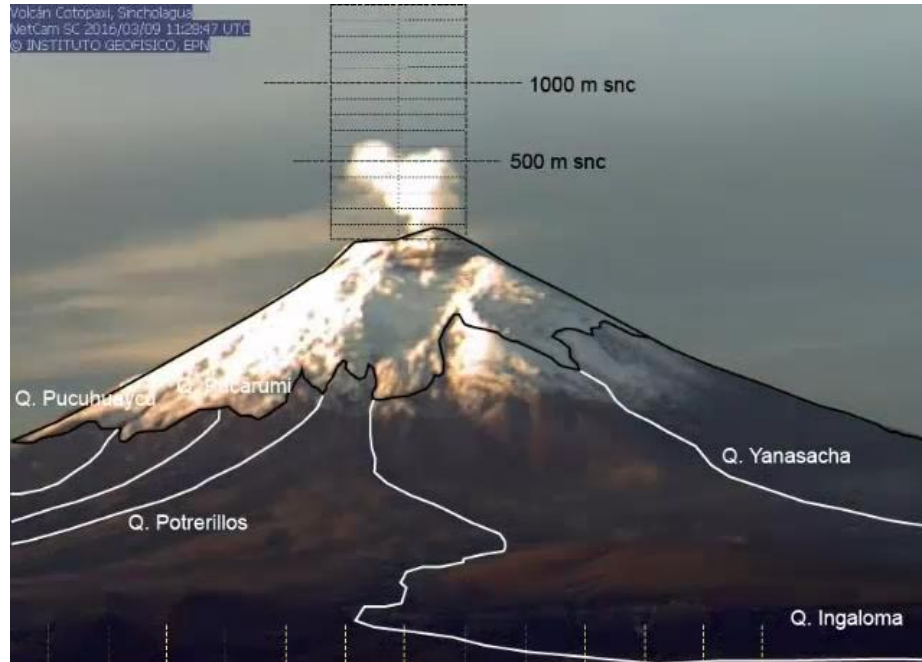


Figura 9: Vista del flanco nortel del volcán Cotopaxi y su columna de vapor de agua que alcanza una altura de 650 m snc. Fotografía: Cámara de Sincholagua 09/03/2016 IG-EPN.

Lahares Secundarios:

Por efecto de las lluvias generadas a lo largo del mes, se han registrado 7 eventos de este tipo, en los que sus caudales se encuentran dentro del promedio ($5 \text{ m}^3/\text{s}$), excepto el último lahar registrado que tuvo un caudal de $20\text{-}25 \text{ m}^3/\text{s}$ y ocurrió el 19 de marzo. Sin embargo, no se produjeron eventos de afectación fuera del área del Parque Nacional Cotopaxi.

AA/ VV / CB /DS/FJV/GV/MF
INSTITUTO GEOFÍSICO
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
12/Mayo/2016