



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
INSTITUTO GEOFISICO
Campus Ing. José Rubén Orellana

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

RESUMEN DE LA ACTIVIDAD DEL VOLCAN COTOPAXI DURANTE EL AÑO 2006

ESTADO DEL VOLCAN

La actividad sísmica del volcán Cotopaxi durante el año 2006 se mantuvo en un nivel considerado como moderado a bajo, caracterizado por la generación de eventos sísmicos relacionados con movilización de fluidos al interior del edificio. Con respecto a los años anteriores (desde el 2001, año de inicio de la crisis sísmica) el número total de eventos contabilizados fue el valor más bajo y de igual manera el nivel de energía liberada por los eventos se mantuvo o descendió a niveles bajos. Sin embargo, por número y tipo de señales generadas la actividad sísmica no ha retornado a niveles considerados como base o normales (previo al año 2001). De manera general, los eventos sísmicos se ubicaron bajo el edificio del volcán entre 1 y 10 Km de profundidad y varios de los VTs se localizaron fuera del edificio entre el sector norte y oriental.

Con respecto a las manifestaciones superficiales, la cámara de video instalada en el borde nor-occidental del cráter permitió observar que la actividad fumarólica de la zona del cráter varía de nula a emisiones pequeñas de color blanco. No se han recibido reportes de la población, pero una visita realizada por personal del IG en mayo a la zona del cráter, dio a conocer que la actividad fumarólica se mantenía en un nivel bajo, la cobertura glaciaria de esta zona no presentaba cambios y el nivel de olor azufre era leve.

De manera general, la actividad anómala del volcán que se inició en el año 2001 y se mantiene hasta la actualidad, comparando además con los registros y estadísticas obtenidos desde los años 70.

El cambio de actividad en el 2001 se interpretó como el resultado del ingreso de un cuerpo magmático a niveles más superficiales del volcán, lo que ha generado períodos de mayor actividad que posiblemente se asocian con el escape de fluidos magmáticos hacia el sistema hidrotermal del volcán y que provocan temporales "crisis sísmicas". Sin embargo, la actividad del año 2006 muestra el nivel más bajo de sismicidad desde el 2001, pero no retornó a las características sísmicas previas y consideradas como nivel base de sismicidad, debido a que se continúan registrando señales sísmicas adicionales a los LPs y VTs, como son HBs y períodos de temblor de pocos minutos de duración, además que el número de eventos generados se mantiene en valores muy elevados a los registrados previo al año 2001.



RASGOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD DURANTE EL AÑO

ACTIVIDAD SÍSMICA

La actividad sísmica del volcán Cotopaxi durante el año 2006 se caracterizó por mostrar un comportamiento homogéneo durante casi la totalidad del año. Los tres primeros meses se mantuvo en un nivel considerado como moderado a bajo, en tanto el resto del año estuvo baja.

Las señales registradas por su forma de onda y contenido de frecuencias fueron catalogadas como eventos de largo período (LP), híbridos (HB), tremor y volcano tectónicos (VT). De manera general, los LPs, HBs y tremor se localizaron bajo el edificio volcánico entre 1 y 10 km de profundidad, en tanto los VTs se ubicaron tanto bajo el volcán como en sus alrededores, especialmente en la zona ubicada entre el oriente y norte. No se recibieron reportes de VTs sentidos por la población.

Con respecto a la energía liberada se considera que el año 2006 se caracterizó por mantenerse en un nivel bajo para todos los tipos de eventos.

ESTADISTICAS

En este año se registró un total de 4131 sismos, de los cuales un 63% corresponden a eventos de largo período, 27% a híbridos, 8% a señales de tremor y 2% a volcano-tectónicos.

En la tabla No. 1 se muestra la estadística anual del volcán y es claro que el 2006 tiene un número menor de sismos sin llegar a los niveles anteriores al 2001.

AÑO	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
1999	132,75	4,4	1593
2000	90,25	2,95	1083
2001	461,4	15,4	5537
2002	612,1	20,4	7345
2003	475,9	15,6	5711
2004	512,3	16,8	6147
2005	676,8	22,3	8122
2006	344,3	11,3	4131

Tabla No. 1 Comparación de los promedios mensuales, diarios y del número total de sismos registrados en el volcán Cotopaxi desde el año 2001



2006	VT		LP		HB		TREMOR		TOTAL	PROM
	TOTAL	PROM	TOTAL	PROM	TOTAL	PROM	TOTAL	PROM		
enero	12	0,39	309	9,97	93	3,00	12	0,39	426	13,74
febrero	3	0,11	493	17,61	98	3,50	12	0,43	606	21,64
marzo	5	0,16	315	10,16	100	3,23	14	0,45	434	14,00
abril	4	0,13	216	7,20	62	2,07	5	0,17	287	9,57
mayo	4	0,13	186	6,00	61	1,97	2	0,06	253	8,16
junio	4	0,13	183	6,10	60	2,00	5	0,17	252	8,40
julio	6	0,19	259	8,35	59	1,90	6	0,19	330	10,65
agosto	14	0,45	195	6,29	54	1,74	2	0,06	265	8,55
septiembre	11	0,37	207	6,90	58	1,93	9	0,30	285	9,50
octubre	7	0,23	215	6,94	78	2,52	0	0,00	300	9,68
noviembre	6	0,20	236	7,87	69	2,30	4	0,13	315	10,50
diciembre	11	0,35	296	9,55	68	2,19	3	0,10	378	12,19
TOTAL	87		3110		860		74		4131	

Tabla No. 2 Detalle de la sismicidad registrada mensualmente en el Volcán Cotopaxi durante el 2006

CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD SISMICA REGISTRADA

Durante el año 2006 la actividad sísmica del volcán mostró un comportamiento constante, caracterizado por la generación de un número de eventos sísmicos que le mantuvo en niveles considerados como moderados y especialmente bajos. De manera adicional, se puede señalar que no se registro ningún tipo de actividad o señal sísmica considerada como anómala, ni enjambres sísmicos.

Con respecto a los tipos de eventos generados se registro principalmente señales relacionadas con movilización de fluidos al interior del edificio, característica ya observadas en los años anteriores. Dichas señales (LPs, HBs y tremor) representan el 98% del total registrado durante el año, quedando el 2% sobrante para señales relacionadas con fractura de rocas (VTs).

LOCALIZACIÓN DE EVENTOS SISMICOS

Los eventos localizados corresponden a señales que se registran en más de 5 estaciones sísmicas, con un inicio impulsivo o claro y soluciones con errores menores a los 3 km (respecto a la horizontal y vertical). Por lo que el número de eventos representados en las graficas siguientes no representan necesariamente el número de eventos registrados.



Se localizaron un total de 56 eventos de los cuales 19 corresponden a LPs, 31 a VTs, 3 a HBs y 3 a señales de tremor. Como se observa en la figura No. 1 la mayor parte de eventos se localizaron bajo el edificio volcánico entre 1 y 10 km profundidad, en tanto otro grupo importante de eventos tipo VT se localizaron alrededor del edificio volcánico (en un radio de 15 Km) especialmente entre la zona oriental y norte.

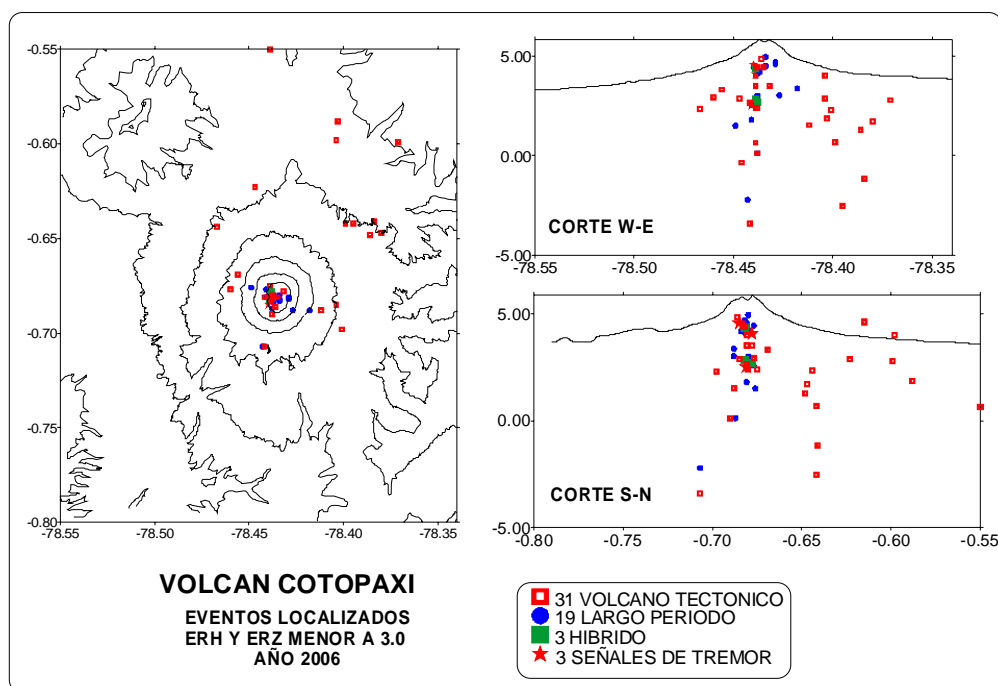


Figura No. 1 Mapa con la localización de algunos eventos sísmicos registrados en el volcán Cotopaxi durante el año 2006

ENERGIA LIBERADA

Como se observa en las Figuras No.2 y 3, la característica general de la liberación de energía de todos los eventos sísmicos fue mantenerse en niveles considerados como moderados a bajos, durante casi todo el año.

En la figura No. 2 relacionada con la liberación de energía de los VTs (eventos por fractura de roca) se puede observar que en el mes de diciembre hay un ligero incremento en la curva de energía, esto se debe a que el día 20 de diciembre a las 13:11 (GMT) se registra un VT de magnitud 4.1, siendo este el evento de mayor magnitud registrado durante el año. De manera general, durante el año 2006 se obtuvo una curva de liberación de energía en niveles bajos debido al reducido número de eventos tipo VT generados, con respecto a los años anteriores, y de magnitudes menores a 4.



ENERGIA LIBERADA POR EVENTOS VOLCANO-TECTONICOS
 VOLCAN COTOPAXI - PERIODO 1996 A 2006

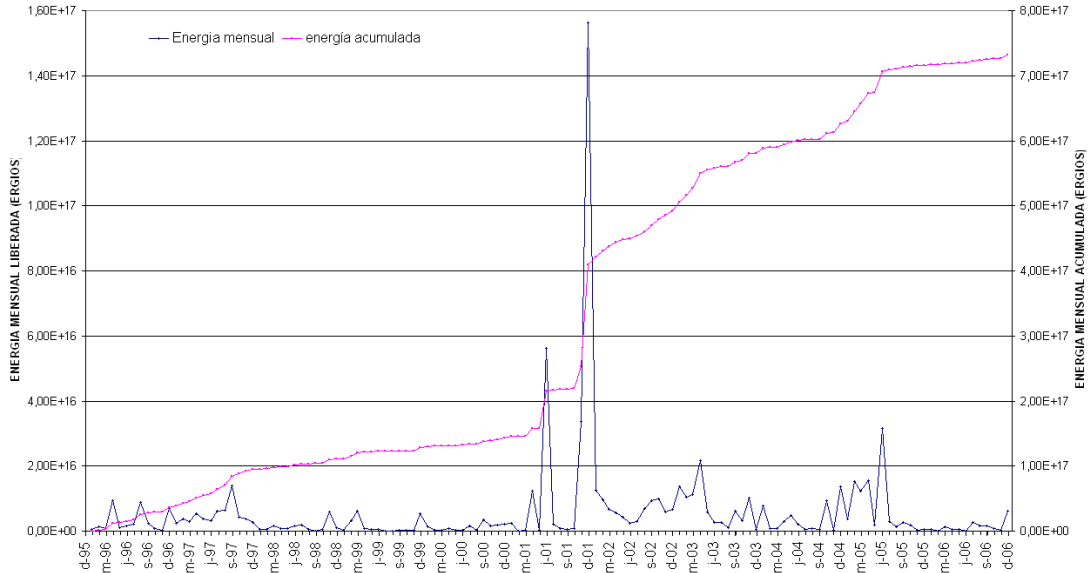


Figura No. 2 Curva de liberación de energía mensual de los sismos generados por fractura de rocas (volcano-tectonicos) desde enero de 1996 hasta diciembre 2005

ENERGIA LIBERADA POR EVENTOS DE BAJA FRECUENCIA
 VOLCAN COTOPAXI - PERIODO 1997 A 2006

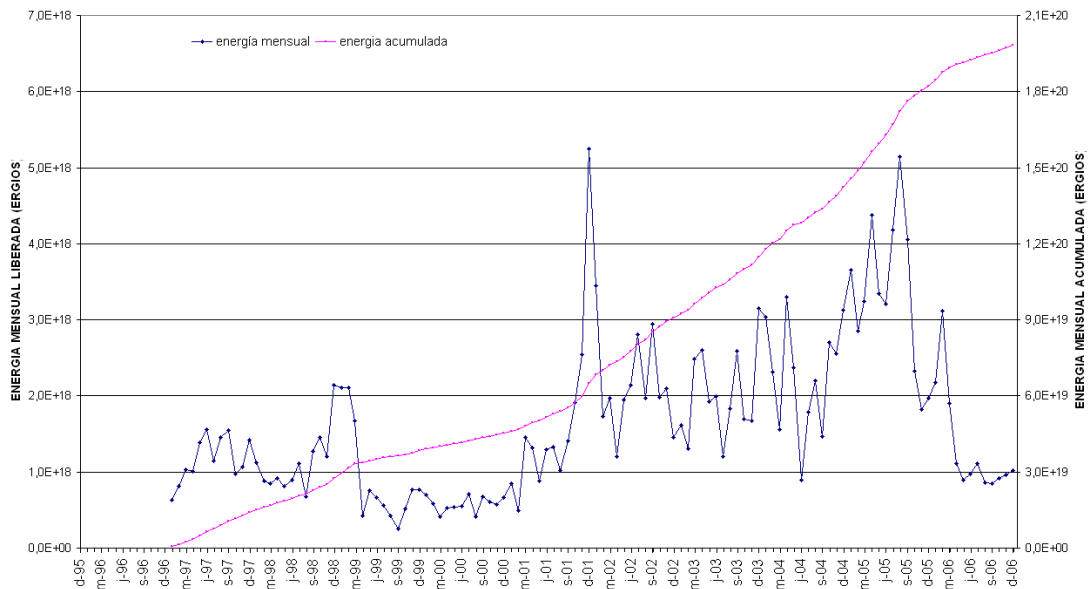


Figura No. 3 Curva de liberación de energía mensual de los sismos generados por movilización de fluidos (LPs e HBs) desde enero de 1997 hasta diciembre 2006



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
INSTITUTO GEOFISICO
Campus Ing. José Rubén Orellana

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

En la figura No. 3 se observa que los tres primeros meses se registra el mayor nivel de energía liberada durante el año, y esto es debido a que en estos mismos meses se registra el mayor número de eventos sísmicos relacionados con movilización de fluidos (LPs e HBs) durante el 2006, en tanto, el resto del año la liberación de energía de este tipo de eventos se mantiene en un nivel bajo y corresponde al registro de un bajo número de eventos.

SINTESIS DE LAS OBSERVACIONES VISUALES

A continuación se describe las observaciones realizadas por personal del IG durante el año 2006.

El 16 de mayo, un grupo del IG realizó un ascenso a la cumbre del volcán para realizar trabajos de mantenimiento y operación de la cámara de video e instalación de sensores de temperatura en esta zona. En dicho ascenso se reportó como características de las manifestaciones superficiales las siguientes:

- No se encontró cambios en el estado del anillo de nieve
- Olor azufre muy leve y únicamente presente en el borde nor-occidental
- Tanto la fumarola de la pared exterior occidental del volcán como las fumarolas de Yanasacha y las fumarolas ubicadas al interior del cráter entre la línea de cumbres y la dona de nieve presentaron un caudal de emisión normal y poco energética.

Durante el resto del año no se realizaron observaciones del sector de la cumbre, ni se recibieron reportes relacionados con las manifestaciones superficiales.

OBSERVACIONES REALIZADAS CON LA CAMARA DE VIDEO

Desde su funcionamiento a principios de marzo de 2005, la cámara ha permitido observar que la actividad fumarólica de la zona del cráter se presenta como: comportamiento nulo (cráter limpio), comportamiento normal (actividad pulsátil de una sola fumarola), incremento de la actividad fumarólica con diversas intensidades y en el caso extremo puede llegar a generar pequeños de penachos de emisión que llenan el cráter (Figura No. 4a).

De manera general, en el año 2006 la actividad de las fumarolas se caracterizó por la salida de gases cuyo principal componente fue el vapor de agua (color blanco), y en el caso de los pequeños penachos de emisión las alturas generadas no sobrepasaban el nivel de la cumbre.

Debido a problemas generados por peso de hielo sobre la cámara y transmisión de las imágenes gran parte del año 2006 no se pudo contar con este sistema de monitoreo.



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
INSTITUTO GEOFISICO
Campus Ing. José Rubén Orellana

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

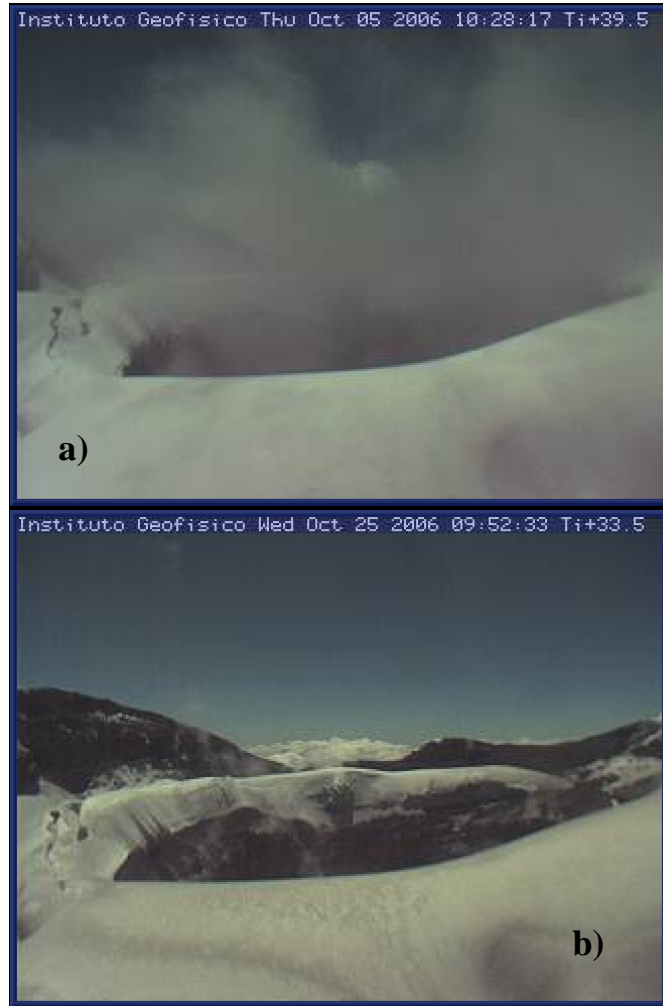


Figura No. 4 Imágenes captadas por la cámara de video ubicada en el borde nor-occidental del cráter. En dichas imágenes se puede observar los diversos tipos de comportamiento de las fumarolas de la zona del cráter. a) Pequeño penacho de emisión (cráter lleno); y b) actividad fumarólica nula

SINTESIS GEOQUIMICA

Durante el año 2006 no se realizó monitoreo químico de las fuentes termales, ni de las emisiones gaseosas producidas por las fumarolas.

SINTESIS DEL MONITOREO DE LA DEFORMACION

En el año 2006 se observó muy pocos cambios relacionados con la deformación, ya sea con los datos obtenidos por el inclinómetro o por el EDM.

GANADOR DEL PREMIO MUNDIAL SASAKAWA-UNDRO 1992
A la mejor labor en Mitigación de Desastres

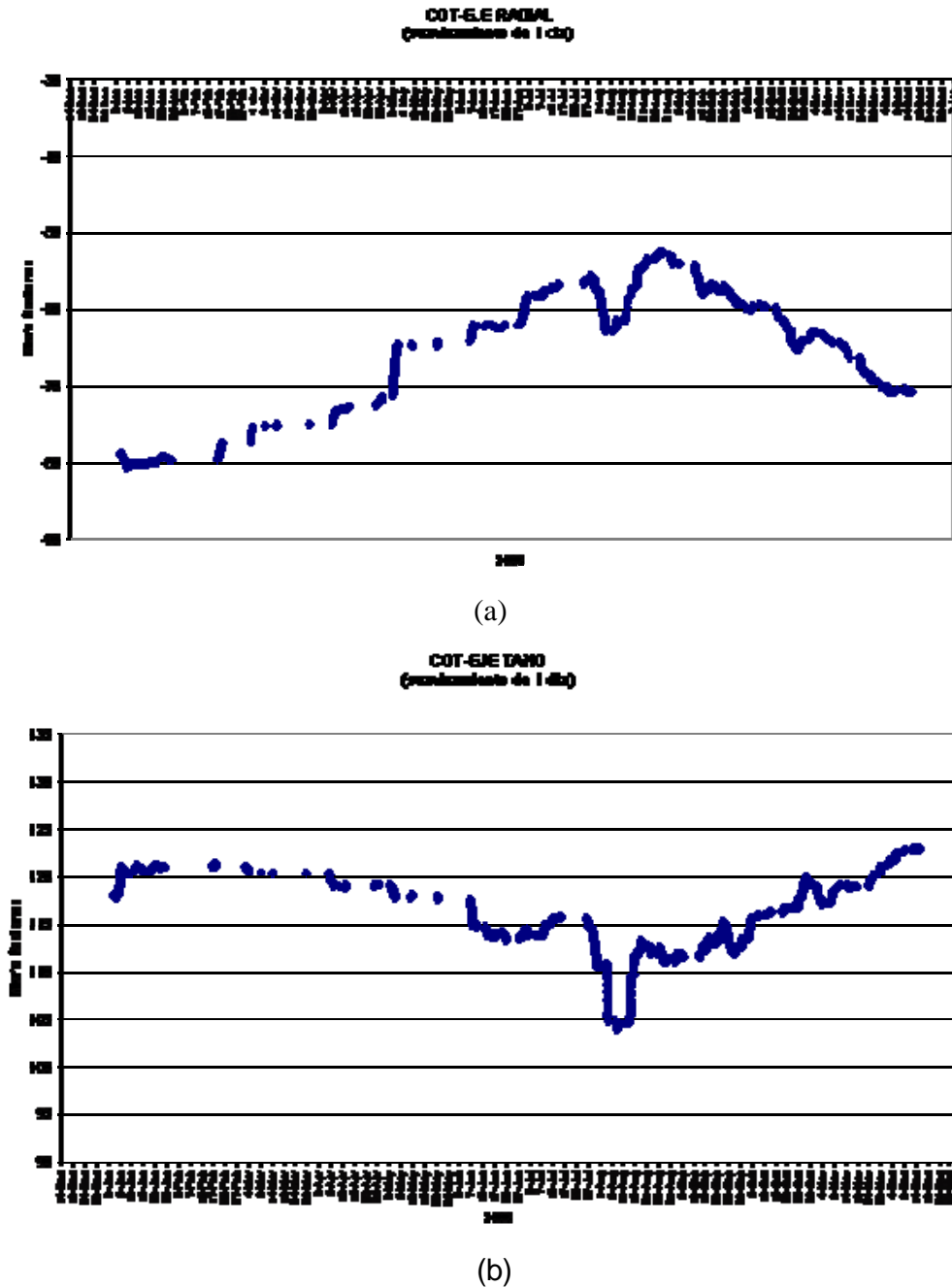


Figura No. 5 a y 5b. Gráficos de los plots del inclinómetro ubicado en arriba del Refugio del Cotopaxi. Se nota una deriva de los valores en la mitad del año, 2006. Después se recuperan los valores.

En la figura 5a y 5b se observa que ocurrió una deriva de casi 30 microradianes en los dos ejes a finales de julio y principios de agosto, posteriormente se recuperó los valores. Una de las causas de estas derivas probablemente se debe a la influencia de los cambios



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
INSTITUTO GEOFISICO
Campus Ing. José Rubén Orellana

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

diurnos de las temperaturas ambientales. En las figuras 6a, 6b y 6c, se nota 3 patrones con distintos niveles, estos son desde el principio del año hasta primeros días de mayo, de mayo a octubre y luego de octubre a diciembre de 2006. El periodo más tranquilo, o sin cambios importantes de comportamiento, fue a mediados de mayo a octubre.

No se puede correlacionar los patrones observados con fases de actividad sísmica y lo más probable son influencias ambientales.

De los plots de las medidas de EDM realizadas desde varios bases del cono (Figura 7 a-e), no se observó ningún patrón que se indique que hay una tendencia inflacionaria en cualquier de los flancos del volcán.



**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
INSTITUTO GEOFISICO**
Campus Ing. José Rubén Orellana

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

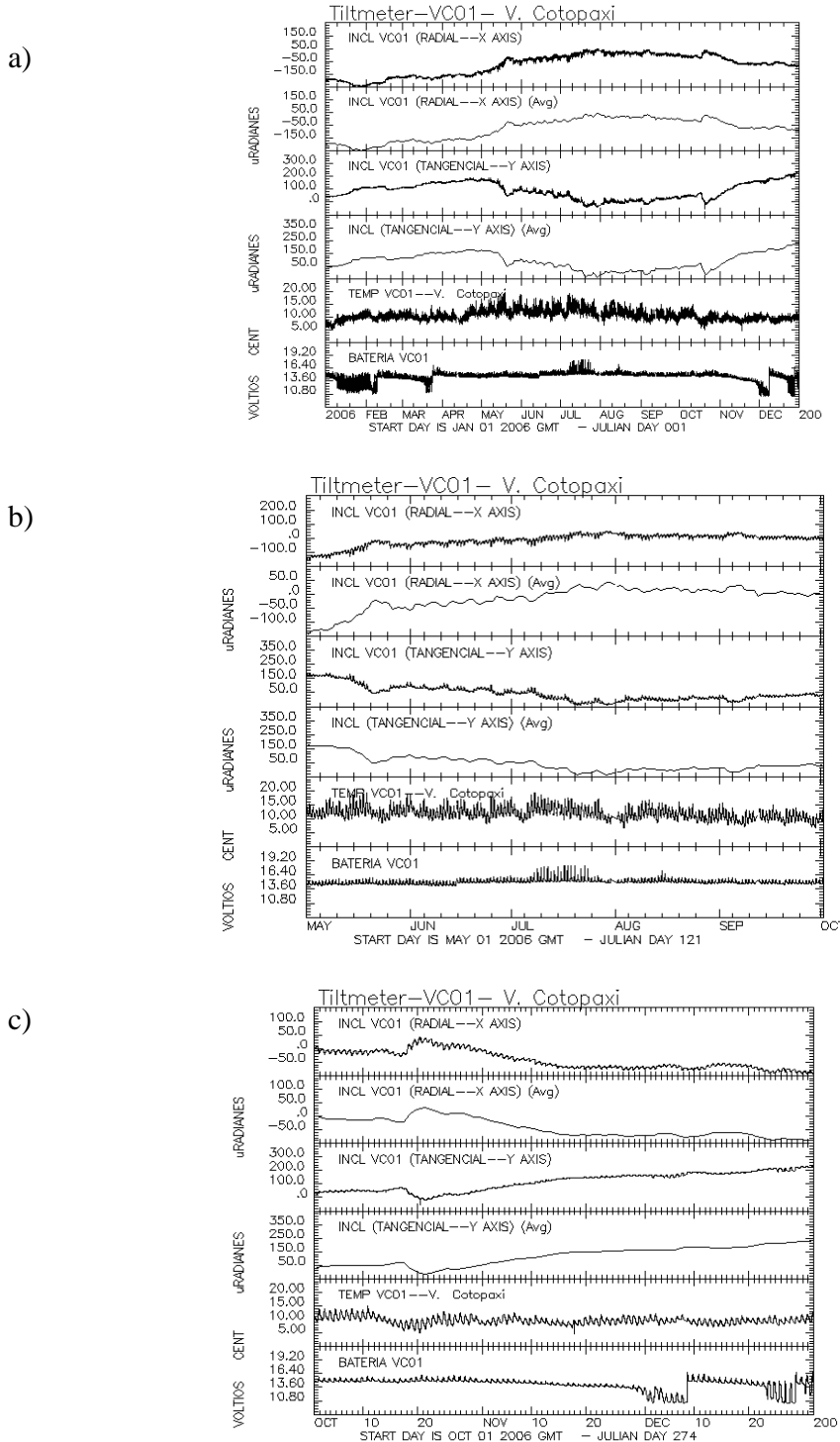


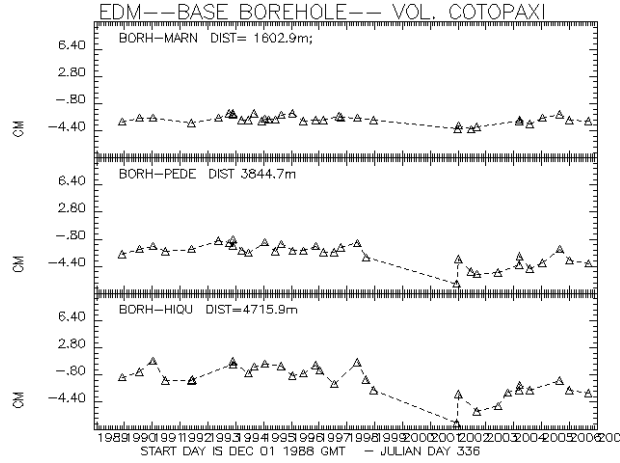
Figura No. 6 a, 6b y 6c Gráficos de los plots del inclinómetro ubicado en VC_1 del Cotopaxi. Se nota tres periodos distintos durante el año, 2006.



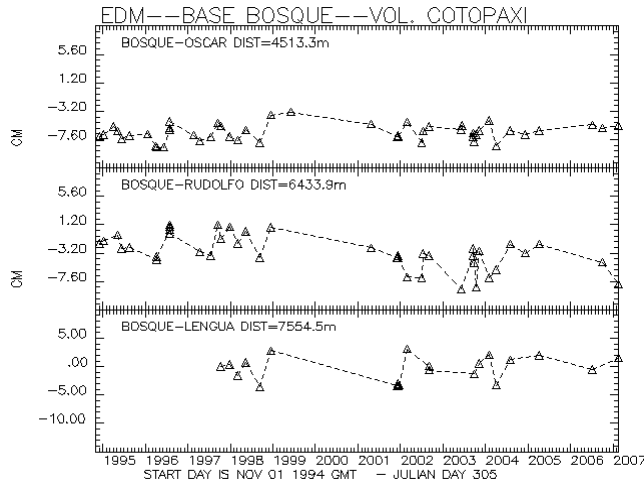
**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
INSTITUTO GEOFISICO**
Campus Ing. José Rubén Orellana

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

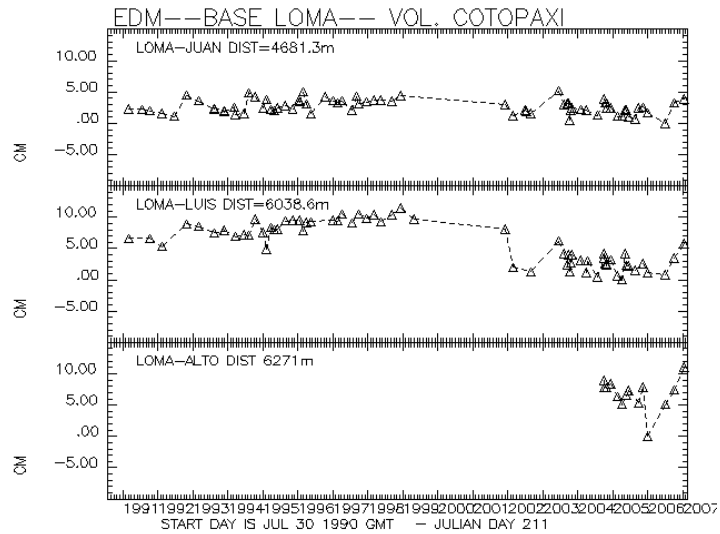
a)



b)



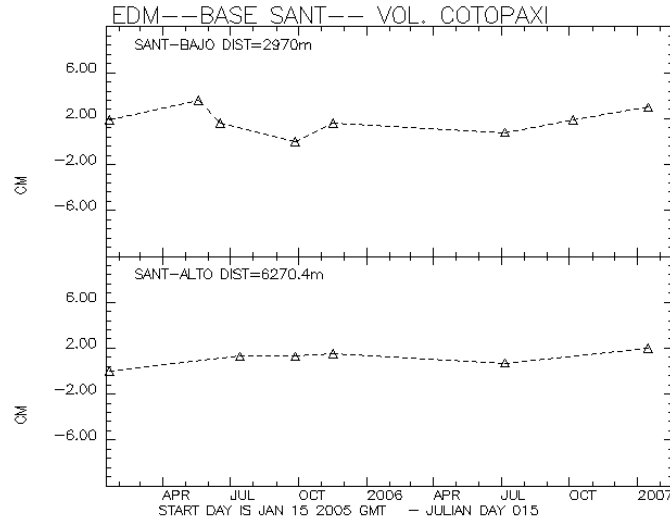
c)



GANADOR DEL PREMIO MUNDIAL SASAKAWA-UNDRO 1992
A la mejor labor en Mitigación de Desastres



d)



e)

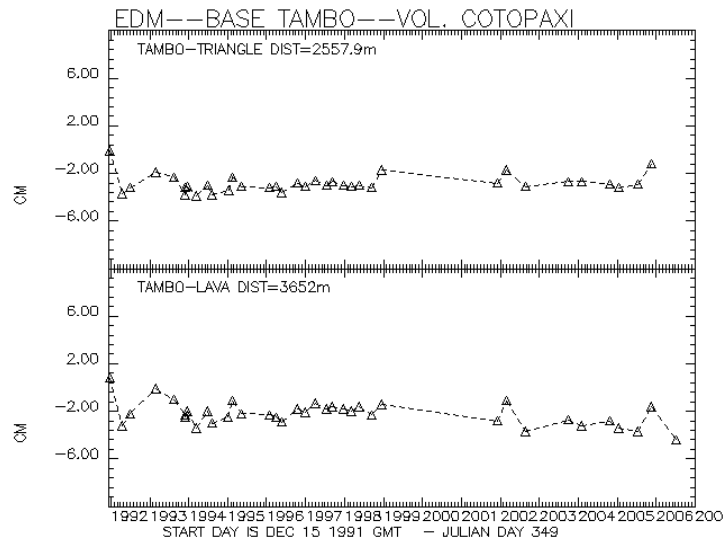


Figura No. 7a, 7b, 7c, 7d y 7e Gráficos de los plots de las medidas de EDM desde varios sectores del cono del Cotopaxi.

SINTESIS DEL MONITOREO TERMICO

La vigilancia de las señales térmicas superficiales relacionadas a la transmisión de calor de un cuerpo de magma en el interior del volcán o de sus emisiones de gas o fluidos se ha realizado en el volcán Cotopaxi desde finales del año 2005, mediante sensores de temperatura ubicados alrededor del cráter del volcán. El sistema, adquirido en cooperación con científicos de la Universidad de Florida, Estados Unidos, almacena datos de temperatura que permiten controlar, con estadística muy confiable, dado el volumen de los



datos que colecta, las variaciones térmicas que se producen en el volcán como respuesta a eventos magmáticos, apenas influenciados por eventos atmosféricos como cambios en la presión o temperatura.

UBICACIÓN DEL SENSOR	PROFUNDIDAD (cm)	TEMPERATURA (°C)			
		PROMEDIO	MÁXIMA	MÍNIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Campo fumarólico en el borde W del cráter	100	63,52	75,5	51,28	3,63
Morrena a unos 25 m al W del cráter	100	48,48	59,75	40,38	3,26
	66	32,83	44,25	22,44	3,47
	33	0,85	38,63	-9,45	5,72
	0	0,25	20,97	-11,17	5,99

Tabla No. 3 Estadísticas de las mediciones de temperatura en el volcán Cotopaxi durante el periodo agosto 2006 – enero 2007

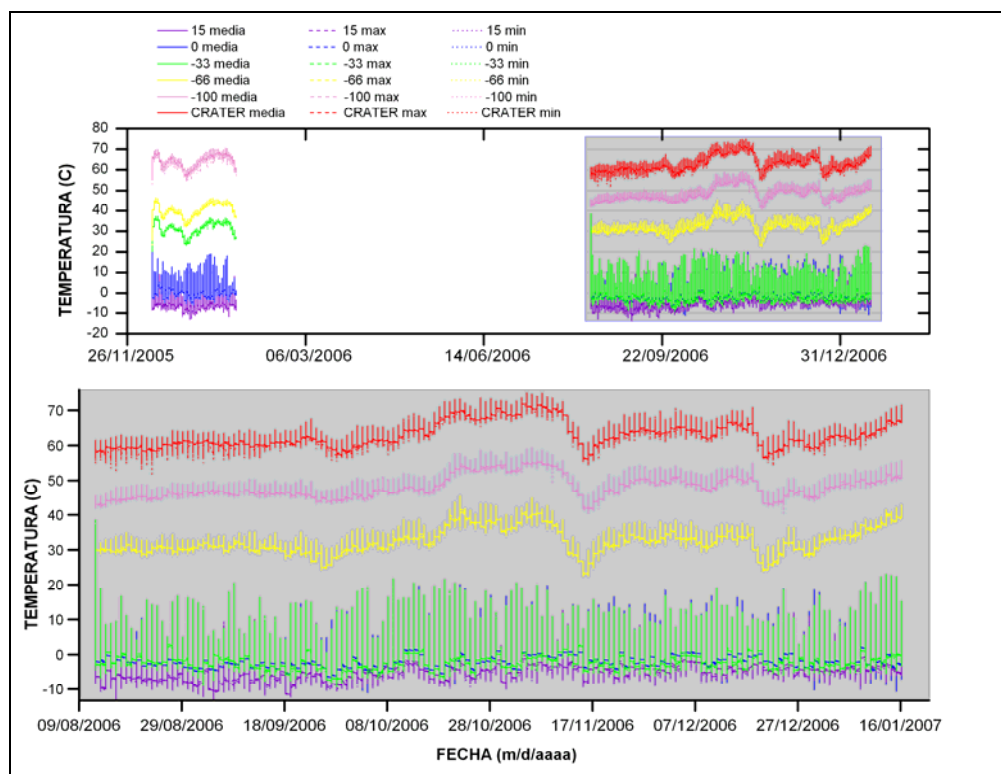


Figura No. 8 Cambios en la temperatura registrados por los sensores ubicados en el volcán Cotopaxi durante el periodo agosto 2006 – enero 2007. Las variaciones son representativas de cambios en las condiciones atmosféricas que influyen en la emisión de fluidos del interior del edificio volcánico

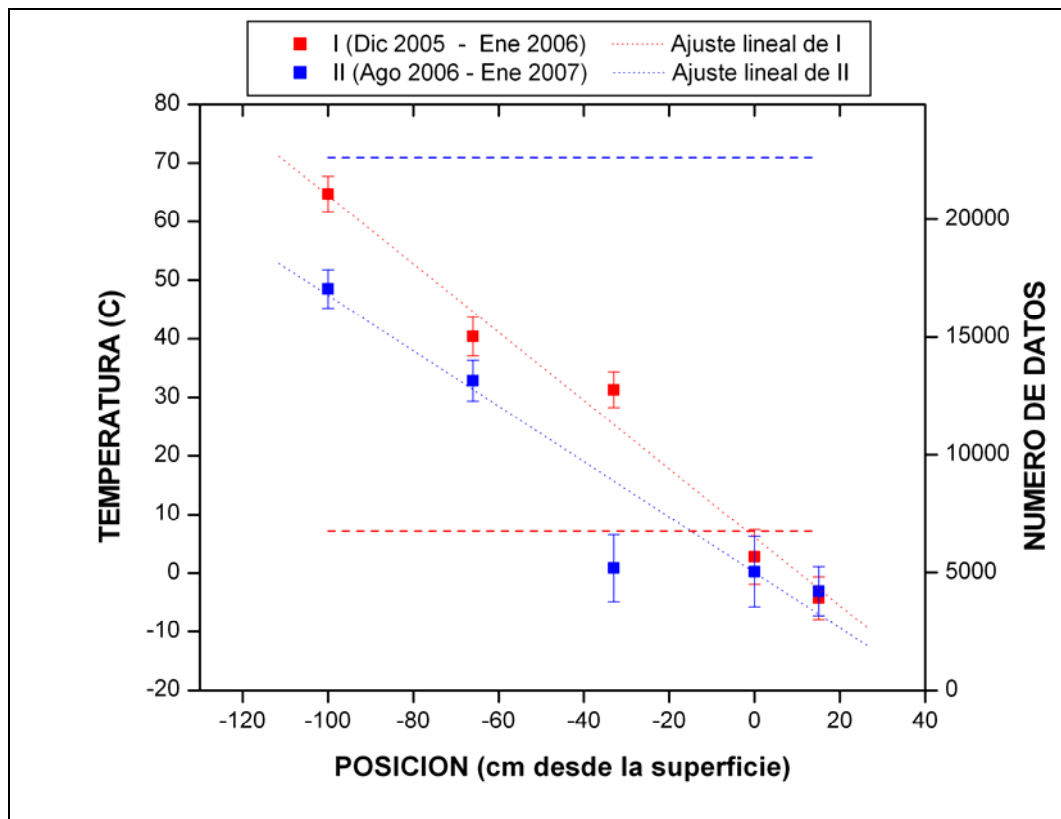


Figura No. 9. Cambio registrado en el gradiente o variación de la temperatura en función de la distancia entre los periodos Diciembre 2005 – Enero 2006 y Agosto 2006 – Enero 2007. Se distingue una ligera disminución en las temperaturas obtenidas a mayor profundidad

Durante el año 2006, el equipo fue reinstalado por una misión de técnicos del Instituto Geofísico y andinistas del Club de Andinismo de la Escuela Politécnica Nacional en el mes de Agosto. Los datos colectados hasta enero de 2007 muestran que no han existido variaciones importantes en esta variable respecto al periodo diciembre 2005 – enero 2006. Las temperaturas promedio, máxima, mínima y variabilidad registradas en los diversos sensores se muestran en la Tabla No. 3 y representan gráficamente en la Figura No. 8 y No.9.

El rango de variabilidad y la tendencia de la temperatura observados denota que no han existido cambios importantes que den cuenta del ingreso de un cuerpo caliente al interior del volcán. Los picos que se distinguen en la Figura No. 8 correspondientes al 16 - 17 de noviembre, parecen indicar cambios en la permeabilidad del edificio que pueden deberse a las condiciones atmosféricas externas o la circulación de fluidos dentro del volcán. Estos cambios influyen en el transporte de gases que conducen calor y alteran la temperatura registrada instrumentalmente.



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
INSTITUTO GEOFISICO
Campus Ing. José Rubén Orellana

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

CONCLUSIONES

De manera general, la actividad del volcán durante el año 2006 se caracterizó por mostrar un comportamiento constante, sin variaciones de importancia y mantenerse en un nivel considerado como bajo.

Sísmicamente la actividad se definió por la generación de un número bajo de eventos relacionados con la movilización de fluidos al interior del edificio, los cuales se localizaron bajo el edificio volcánico a profundidades someras. A pesar de haberse registrado el nivel más bajo de actividad desde al año 2001, debido al número y tipo de señales generadas la actividad sísmica no ha retornado a niveles considerados como base o normales (previo al año 2001).

Las observaciones visuales realizadas indicaron que la actividad superficial se mantuvo a niveles bajos e incluso nulos. No se recibieron reportes de actividad superficial anómala.

El monitoreo de la deformación mostró cambios leves pero no claramente relacionados con la actividad registrada por el resto de sistemas de monitoreo, por lo que se concluye que éstos deben estar relacionados con cambios en el ambiente.

El monitoreo térmico realizado desde agosto a diciembre no mostró cambios de importancia en este parámetro a nivel del cráter.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
INSTITUTO GEOFÍSICO
Abril, 2005

Compilado por: Liliana Troncoso S.
Geoquímica y deformación: Patricia Mothes
Monitoreo térmico: Santiago Arellano
Estadísticas: Andrés Ojeda

ltroncoso@igepn.edu.ec
pmothes@igepn.edu.ec
sarellano@igepn.edu.ec