

MONITOREO		SANTA ANA	SAN SALVADOR	SAN MIGUEL	SAN VICENTE	IZALCO	PARÁMETROS QUE SE MONITOREAN
INSTRUMENTAL	SISMICO						Registro sísmico
	GEOQUÍMICO DE GASES (Desgasificación difusa)*	CO ₂					Volumen de gas a través del suelo
		RADON					Volumen de gas en el agua
	HIDROGEOQUÍMICO						T°C, Ph, Cloruros, Sulfatos, entre otros componentes
	TEMPERATURA FUMAROLAS						Temperatura
	DEFORMACIONES						Elevaciones
VISUAL	GEOMORFOLOGICO						Abertura de grietas, ensanchamiento de cárcavas, niveles de la laguna, etc.
	FOTOGRAFICO						Imágenes desde puntos de referencia
	OBSERVADORES LOCALES						Ruidos, Retumbos, Fumarolas, Nubes de ceniza u otros cambios perceptibles

* Realizado por UES (Proyecto UES-ITER /AECI-MARN)

Monitoreo en el Volcán de San Miguel

El volcán de San Miguel o Chaparrastique es un típico estratovolcán, que habitualmente presenta emanación de fumarolas desde el cráter, de baja a moderada intensidad y de forma intermitente. Es un volcán joven, basáltico, construido por erupciones de tipo estromboliano, con fases efusivas y explosivas que alternan la emisión de coladas de lava desde grietas laterales, con la expulsión de piroclastos y lanzamiento de ceniza, hasta una distancia de 10 Km. al noroeste, en aquellas ocasiones donde las erupciones han sido de mayor intensidad.

Datos básicos	Historia eruptiva (resumen)
Latitud: 13° 26' N Longitud: 88° 16' W Tipo de volcán: Estratovolcán Altura: 2130 msnm Dimensiones cráter: 1,5 km diametro Tipo de erupción predominantes: Estromboliana Tipo de roca predominante: Basalto Ubicación: D.pto .de San Miguel Municipios: San Miguel, Chinameca, San Jorge, San Rafael Oriente y El Tránsito.	COLADAS DE LAVA: 7 flujos emitidos por fracturas que atraviesan los cuatro flancos del volcán, desde 1699 hasta 1867. ACTIVIDAD PIROCLÁSTICA: Desde 1769 a Enero de 2002 se ha reportado actividad piroclástica a diferentes niveles de explosividad, con lanzamiento de ceniza, escorias, rocas y bombas. ACTIVIDAD FUMARÓLICA: de moderada a baja

Este volcán inició el año 2002 con una pequeña manifestación explosiva que generó, el día 16 de enero, la emisión de una pluma de gas blanca con cenizas en dirección oeste (foto núm. 1), provocando la alarma de algunos pobladores de los municipios colindantes, algunos de los cuales habían reportado haber sentido un sismo inmediatamente antes de la emisión de gases. Posteriormente, en la inspección del cráter, el día 28 de enero, se encontró una fina capa de 0,5mm de cenizas, que confirmaba la actividad del día 16.



Foto 1: Pluma de gas y ceniza emitida por el volcán de San Miguel la mañana del 16 de enero de 2002. Fotografía tomada a las 10:31 am desde el flanco norte (base de la quebrada La Arenera).



Fotografía núm. 2: Desgasificación en el cráter del volcán de San Miguel. Mañana del 28 de enero de 2002

Aunque este tipo de manifestaciones pueden sorprender, por no ser frecuentes, lo cierto es que son habituales en este volcán y se producen de forma periódica aunque espaciada en el tiempo.

La vigilancia volcánica desarrollada en el Chaparrastique durante el primer semestre del año 2002 tuvo como principal objetivo mejorar el conocimiento sobre su comportamiento, para poder discriminar aquellos fenómenos que representan anomalías y podrían significar una variación en los niveles de actividad volcánica respecto a aquellos que son habituales y conforman la línea base de comportamiento del volcán. La vigilancia se ha venido realizando a través de monitoreo instrumental sísmico y geoquímico* y a través de monitoreo visual con visitas periódicas al edificio volcánico y la colaboración de los observadores locales. Las medidas tomadas directamente en el campo son relativas al control de grietas, el seguimiento de la forma de cráter, la evolución de cárcavas y la medida de temperatura en fumarolas.

Así, durante la visita de agosto se pudo constatar los derrumbes de parte de las paredes internas en el cráter del volcán que colapsaron parcialmente el conducto. Este tipo de derrumbes fueron provocados por lluvias intensas y propiciados por la naturaleza, muy alterada y fracturada, de los materiales en el lugar, así como por los microsismos que se dan de forma casi continua en el edificio volcánico (ver fotos núm. 3 y núm. 4)

Foto núm.3:
Morfología del cráter del volcán de San Miguel. Muestran el conducto abierto

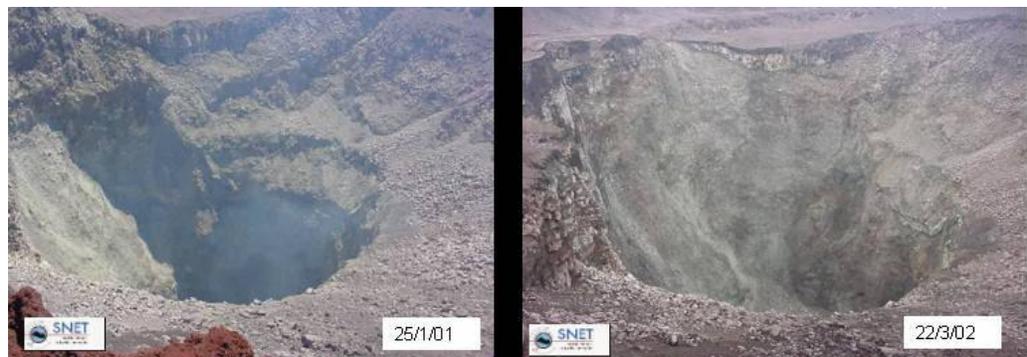


Foto núm. 4:
Morfología del
cráter del volcán
de San Miguel
desde agosto de
2002. Colapso
del borde
interno sur y
suroriental del
cráter.



De acuerdo a los datos históricos registrados, el volcán de San Miguel tiene 29 años de poseer un carácter sísmico muy fuerte, que lo hace diferente a otros volcanes activos del país. Es normal en este volcán que ocurran un promedio de entre 200 y 300 eventos microsísmicos diarios. La mayoría de ellos son asociados a presión ejercida por gases, lo que genera diferentes tipos de señales que son clasificadas por su forma, apariencia y profundidad de la fuente.

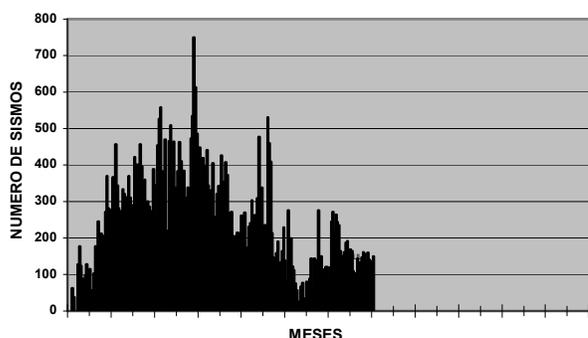
Cabe mencionar que es un hecho que al menos una vez por mes ocurra una anomalía sísmica, aun poco estudiada. Los sismólogos volcánicos llaman a esta señal temblor espasmódico y lo asocian, básicamente, a dinámica de fluidos en el sistema volcánico.

Total de sismos por mes

Meses	Sismos tipo "B"	Sismos tipo "A"	Explosiones	Avalanchas
Ene	4091	0	10	
Feb	9091	34	11	
Mar	12343	217	6	
Abr	9232	50	5	
May	7618	33	4	
Jun	3207	16	6	2
Jul	5002	4	30	

Tabla núm.2: Actividad microsísmica mensual en el Volcán de San Miguel

Sismos diarios tipo B VOLCAN DE SAN MIGUEL - 2002



Gráfica 1: Actividad sísmica del volcán de San Miguel (Enero a Julio de 2002)



**Servicio Nacional de Estudios Territoriales
Servicio Geológico Nacional
Área Vulcanología**

Teléfono: 283 -2285, Telefax: 223 – 7791; /

Página web: <http://www.snet.gob.sv>



El comportamiento descrito ha venido produciéndose durante el año 2002, no obstante, los niveles de actividad aumentaron significativamente en marzo: se registraron un total de 12,343 eventos tipo “B”, es decir un promedio de 350 por día (ver gráfico 1), se registraron además 217 eventos tipo “A”. También, durante el mes de octubre se han registrado tres ciclos de sismicidad anómala, donde el número de microsismos registrado ha llegado a triplicarse. Aunque todavía se están analizando las posibles causas de estos fenómenos, se interpreta preliminarmente que el taponamiento parcial del conducto, obliga a los gases del sistema volcánico a buscar y abrir nuevas vías de salida, de forma que en el camino de ascenso hasta la superficie estos provocan presiones que se traducen en microsismicidad.

Este incremento en la sismicidad en marzo y octubre, así como las anomalías mensuales no tuvieron una respuesta significativa en superficie, así, el monitoreo visual realizado en las visitas mensuales a este volcán y las conversaciones con los pobladores permitieron comprobar que el volcán se encontraba tranquilo, con emanaciones de gases de baja a muy baja intensidad. Las fumarolas de la planicie oriental mantuvieron, durante la primera mitad del año, su temperatura promedio de 73.5 °C y las grietas de la planicie occidental no experimentaron cambio en sus dimensiones.

La situación de colapso en el interior del cráter no está relacionada con actividad magmática y no reporta peligro inminente para los pobladores alrededor del volcán, aunque se continuará visitando periódicamente el volcán para vigilar cualquier nuevo cambio que se pudiera producir.

Monitoreo en el Volcán de Santa Ana

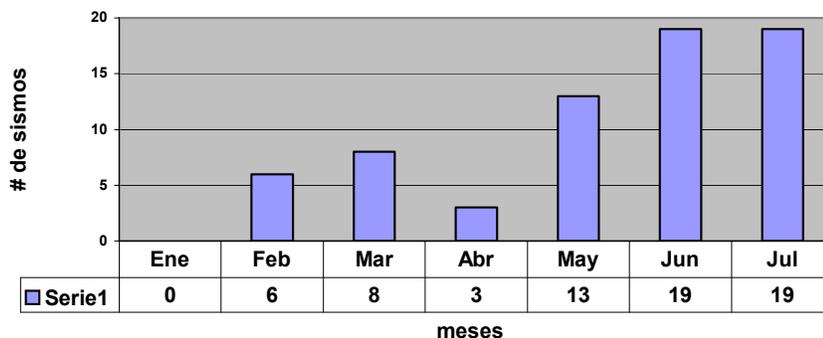
Santa Ana es actualmente el estratovolcán más activo en El Salvador, al menos por lo que se refiere a la actividad fumarólica, que es intensa y continua en su cráter central, ocupado actualmente por una laguna de aguas ácidas (Ph=1,6). Las emanaciones de vapor y gas provocan, en ocasiones, problemas de corrosión en los cultivos y masas forestales de las laderas del edificio volcánico. Las erupciones más frecuentes de este volcán han sido de tipo estromboliano, intercalando emisiones de coladas de lava y piroclastos y también erupciones freatomagmáticas, mucho más explosivas, que han dado lugar a la morfología del cráter.

<i>Datos básicos</i>	<i>Historia eruptiva (resumen)</i>
Latitud: 13° 51' Longitud: 89° 37' 4,8'' Tipo de volcán: Estratovolcán Altura: 2381 msnm Dimensiones cráter: 1.5 Km. diámetro Tipo de erupción predominantes: Estromboliana y freatomagmática Tipo de roca predominante: Ubicación: Dpto .de Santa Ana - Sonsonate Municipios: Santa Ana, Nahuizalco, Chalchuapa	ULTIMA ERUPCIÓN: 1904 ACTIVIDAD FUMARÓLICA: Julio-Agosto 1992: desgasificación fuerte y burbujeo en la laguna. Agosto-setiembre 2000 y enero 2001: desgasificación fuerte.

La vigilancia del volcán de Santa Ana se realiza a través del monitoreo instrumental sísmico y geoquímico y del monitoreo visual, con visitas mensuales, donde se toman datos sobre la temperatura de fumarolas y agua de la laguna, muestras de agua para monitoreo hidrogeoquímico y se realiza una observación secuenciada de la morfología del cráter con fotografías.

El volcán de Santa Ana no es tan sísmicamente activo como el de San Miguel. El número de sismos volcanotectónicos registrados por la estación de San Blas durante este año 2002 es moderado, aunque cabe destacar un aumento a partir del mes de mayo (gráfica núm. 2).

Sismos volcanotectonicos (VT)
Estación sísmica San Blas - VOLCAN DE SANTA ANA
Enero a Julio - 2002



Gráfica núm. 2. Sismos VT registrados en la estación de San Blas (Volcán de Santa Ana) de Enero a Julio de 2002

Los cambios más destacables en el comportamiento del volcán de Santa Ana durante este año 2002 han sido los experimentados por el nivel de la laguna del interior del cráter, la cual ha venido descendiendo mes tras mes hasta agosto (ver fotografía núm.4). Este descenso ha centrado las investigaciones, no solo del área de vulcanología de SNET sino también de otros grupos de investigación extranjeros que apoyan periódicamente los trabajos en El Salvador, para tratar de comprender el origen de esta pérdida de agua.

Así, a finales del mes de enero, científicos de la Universidad Tecnológica de Michigan (USA) y Universidad Libre de Bruselas (Bélgica) con la colaboración de técnicos del Servicio Geológico de El Salvador realizaron trabajos de investigación en la laguna del Santa Ana. El estudio de batimetría determinó un descenso de 6 m en el nivel de agua, respecto a los datos obtenidos en una campaña similar durante enero del año 2000. A partir de estos datos, el monitoreo mensual ha venido mostrando descensos progresivos hasta un total de 13 metros en el mes de agosto (foto núm. 5). En los meses de setiembre y octubre se apreció una cierta recuperación de los niveles de agua, provocados principalmente por las precipitaciones caídas durante los últimos meses de la época de lluvias.



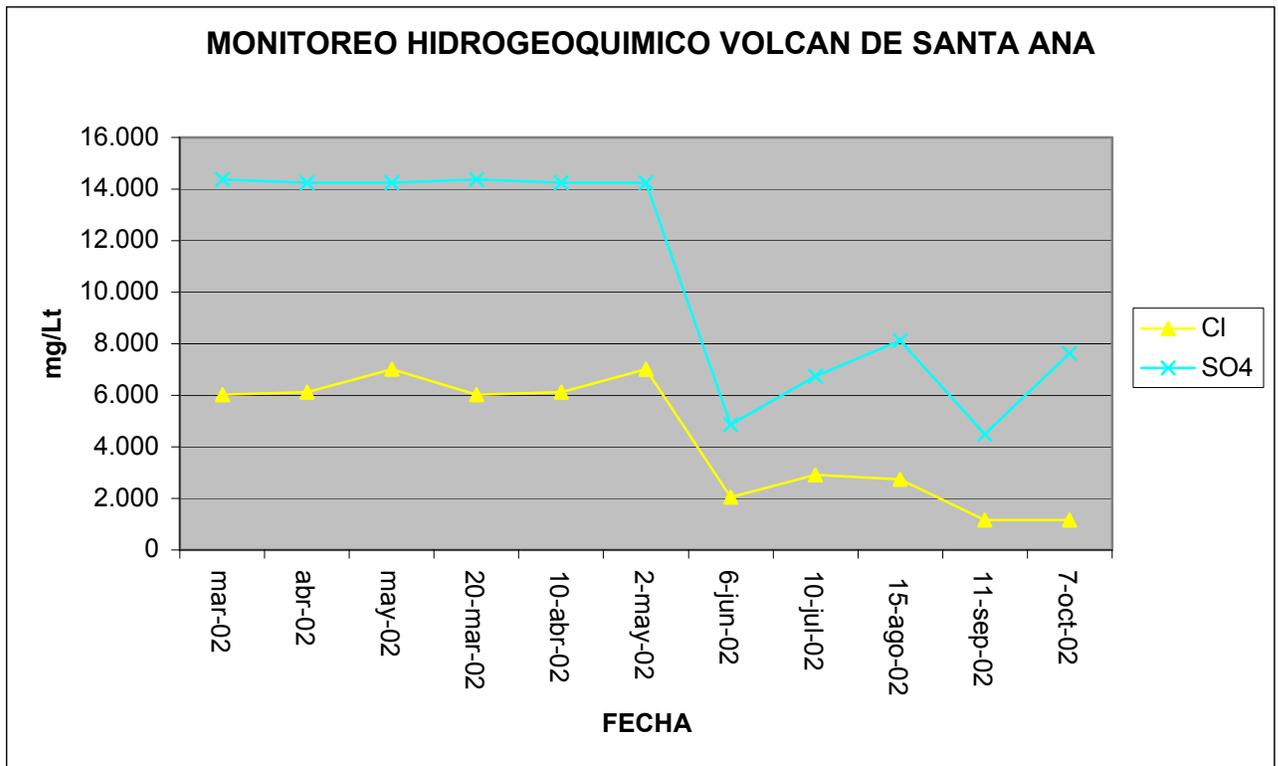
Fotografía núm. 5: El descenso del nivel de la laguna puede apreciarse tomando como referencia la roca donde aparece la letra W.

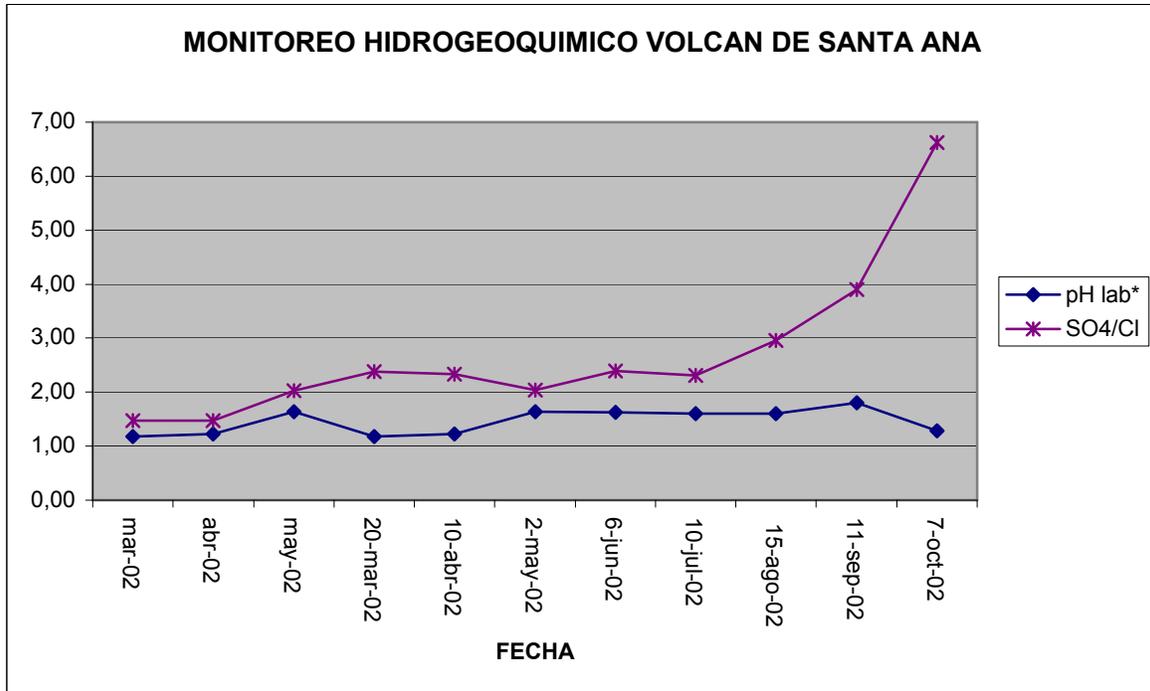
En las visitas mensuales se realizaban también mediciones de temperatura en el agua y toma de muestras para análisis hidrogeoquímico. Aunque se ha apreciado un incremento en los niveles de sulfatos en la laguna, ninguno de los parámetros estudiados muestra cambios significativos o drásticos que se puedan atribuirse a influencia de actividad magmática. Además, se realizaron mediciones de temperaturas en el campo fumarólico y se obtuvieron datos de alrededor de 500 grados en los extremos del área de emanación y de alrededor de 800°C en la parte central. El hecho que la temperatura máxima medida (17 Junio 2002) en el campo fumarólico es de 875 ° C (campaña de campo de la Universidad de Nuevo México) sugiere que un magma se encuentra relativamente superficial.

Un resumen de los datos obtenidos hasta el momento en el monitoreo del año 2002 se presenta en la tabla núm. 3.

Fecha (2002)	T°C ambiente	T°C campo fumarolico	Datos de COSPEC	PH y T°C. agua área caliente	PH y T°C agua área no caliente	Nivel agua de laguna	Comentario
23-26/01			100 t/día				Medición promedio desde mirador Cerro Verde
01-05/02	14 ° C	632 ° C			1.08 Ph 20 ° C	-6 m (enero 2000)	Laguna color café y con amplia playa
20/03		628 ° C		28.6 a 34.7°C	21 ° C	- 1.20 m	Afloran rocas y terrazas que antes no se veían
10/04	20 ° C	617 ° C			1.1 Ph 22.2 ° C	- 0.80 m	La playa es mas grande
02/05	19 ° C	705 ° C			1.1 Ph 20 ° C	- 0.60 m	La laguna esta mas pequeña
05/06	19.3 ° C	500 ° C		0.8 Ph 45.8 ° C	1.8 Ph 21.2 ° C	- 0.10 m -	Formación de abanicos aluviales,
17/06	17 ° C	875 ° C		26.3 ° C	21.3 ° C	- 0.65 m	El agua esta mas clara, afloran mas rocas y terrazas
09/07	20.4 ° C	627 ° C			1.6 Ph 22.3 ° C	- 1.5 m	Enormes playas y rocas
/08							
/09							
/10							

Tabla núm. 3: Resumen de datos obtenidos del monitoreo mensual del Volcán de Santa Ana (Enero-Octubre-2002)





Sin embargo debido a que la composición química del agua no ha presentado cambios significativos, y los niveles de CO₂ difuso reportados por el grupo de investigación de la Universidad Nacional de El Salvador mantienen su tendencia, se concluye que el descenso de agua puede asociarse a la formación de grietas a causa de los terremotos de Enero y Febrero de 2001 y no necesariamente a disturbio magmático que sugiera intranquilidad volcánica.

El monitoreo continua, y para ello se cuenta con tres estaciones sísmicas, una estación geoquímica que mide gases difusos y se realizan inspecciones periódicas una vez por mes.



Servicio Nacional de Estudios Territoriales
Servicio Geológico Nacional
Área Vulcanología

Teléfono: 283 -2285, Telefax: 223 – 7791; /

Página web: <http://www.snet.gob.sv>



Monitoreo en el Volcán de San Salvador

El Volcán de San Salvador, conocido como el Boquerón, es un estrato volcán compuesto localizado a 7 Km. del centro de la capital Salvadoreña. Es un volcán cuaternario activo, y su formación inició hace unos 72,000 años (Sofield, 1998). La morfología del volcán obtenida a partir de imágenes de satélite y fotografías aéreas, indica que hace unos 30,000 años, el volcán alcanzó una altura crítica y presentó una fase eruptiva de gran explosividad, causando el colapso del cuarto superior del edificio volcánico. Este suceso formó un cráter elíptico llamado caldera, la cual tiene 6 Km. de largo por 4.5 Km. de ancho. Los remanentes del antiguo edificio son los cerros El Picacho y El Jabalí.

Datos básicos	Historia eruptiva (resumen)
Latitud: , 89° 17' Longitud: 13° 44' Tipo de volcán: Estratovolcán Altura: 1887 msnm Dimensiones cráter: Tipo de erupción predominantes: Estromboliana Tipo de roca predominante: basalto Ubicación: Dpto .de San Salvador-La Libertad Municipios: San Salvador, Nueva San Salvador, Quezaltepeque, Nejapa	ULTIMA ERUPCIÓN: 1917, emisión de coladas de lava en el sector norte.

Se está trabajando para establecer los niveles de actividad sísmica del volcán, razón por la cual se vigila con 2 estaciones sísmicas telemétricas y una estación geoquímica, operada por la UES, la cual mide emanaciones de CO₂. También se realizan inspecciones visuales periódicas y el monitoreo hidrogeoquímico con toma de muestras de pozos en San Salvador y El Jabalí. En uno de estos pozos se cuenta con una estación de monitoreo de gas radón en agua.

La estación geoquímica está instalada en el flanco sur a unos 2 km del Boquerón, en el Cerro la Joya, única área del volcán que en la actualidad presenta fumarolas, con una temperatura promedio de 75.9 °C. (Foto núm. 6)

Durante el año 2002, se ha desarrollado el proyecto “Análisis multiamenazas en el Volcán de San Salvador”, coordinado por CEPREDENAC, con el apoyo financiero del BID-BM, con el objetivo de definir de forma más precisa la línea base de comportamiento de este volcán. Este proyecto se encuentra actualmente en su fase final con la redacción de conclusiones y la integración de las cartografías sobre peligros volcánicos existentes.

También en el marco de este proyecto el área de vulcanología, con el apoyo del Departamento de Hidrogeología, ha instalado en el flanco norte del Boquerón una red de bancos de marca para el monitoreo de deformaciones (Foto núm. 7), el cual se encuentra en fase de prueba. Igualmente se realizaron inspecciones en este sector para la instalación de una estación sísmica triaxial y una estación sísmica simple. A esta fecha, el volcán se encuentra tranquilo, presentando sismicidad muy baja y esporádica (gráfico núm. 3), lo cual se está aprovechando para estudiarlo y profundizar en su conocimiento.

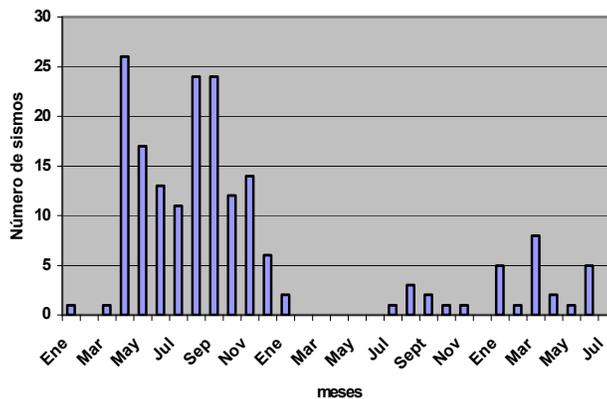


Fotografía núm. 6: Estación Geoquímica de CO₂ en Cerro La Joya, Volcán de San Salvador.



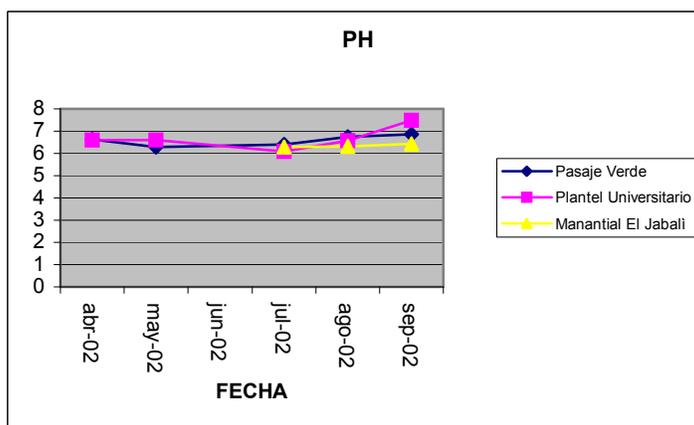
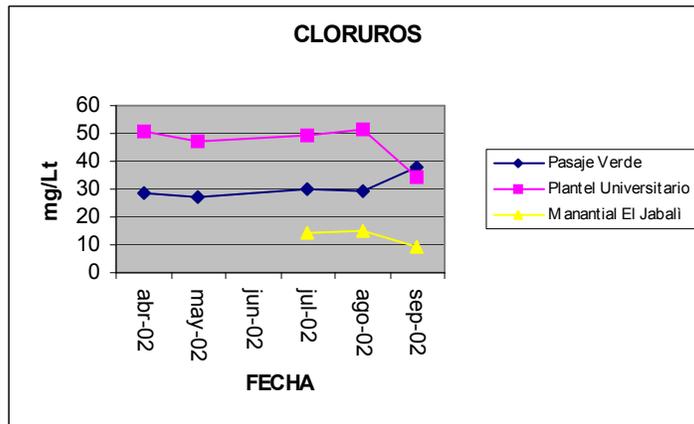
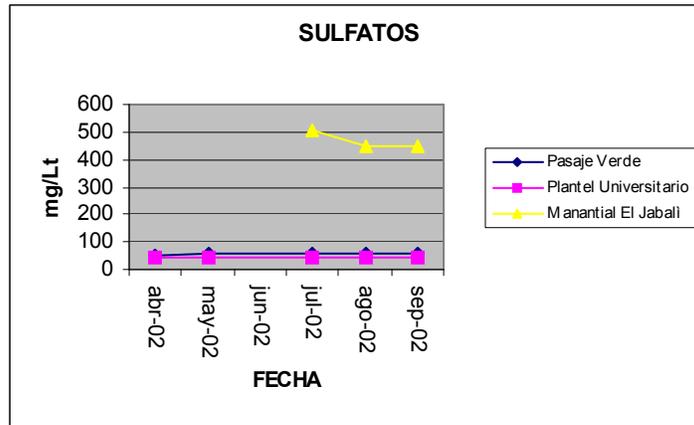
Fotografía núm. 7: Nivelación de bancos de marca para el monitoreo de deformaciones en flanco norte del volcán de San Salvador.

Sismos volcanotectonicos VT registrados en la zona del volcán de San Salvador desde Enero 2000 a Julio 2002



Gráfica núm. 3: Sismicidad en el área de San Salvador

Por otra parte, después del terremoto del 2001, se realizaron inspecciones aéreas sobre la zona del volcán y se observaron deslizamientos de suelos y rocas dentro del Boquerón y en los flancos Sureste y suroeste, por lo que los trabajos durante este año 2002 también se enfocaron al estudio de los procesos de inestabilidad en laderas en este volcán, específicamente en su parte externa. En este sentido un grupo de estudiantes de tesis, de la Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas” desarrollaron la modelización de la formación de lahares en las principales quebradas del volcán, adaptando para El Salvador el programa de modelaja Lahar-z del Servicio Geológico de los Estados Unidos.





Monitoreo Volcán de Izalco

El Volcán de Izalco es el estratovolcán más joven del país, presenta fumarolas débiles en el área del cráter, algunas localizadas en los bordes y otras en el fondo del cráter.

<i>Datos básicos</i>	<i>Historia eruptiva (resumen)</i>
Latitud: Longitud: Tipo de volcán: Estratovolcán Altura: 1965 msnm Dimensiones cráter: Tipo de erupción predominantes: Estromboliana Tipo de roca predominante: basalto Ubicación: Dpto .de Santa Ana - Sonsonate Municipios: Izalco	Actividad continua desde 1770 hasta 1966, fecha de su última erupción

Desde 1990 a la fecha se ha vigilado este volcán realizando observaciones visuales y se han tomado temperaturas de las fumarolas (ver tabla núm. 4). No se percibe olor a azufre en el área cratérica, pero existen fuertes pendientes que facilitan avalanchas de rocas que pueden amenazar a las personas que visitan al volcán.

Datos de inspecciones al volcán de Izalco		
Fecha	Temperatura fumarolas	Comentarios
Marzo 1991	75 ° C	Termómetro infrarrojo (CEPREDENAC)
Mayo 2000	95 ° C	Termómetro manual
Mayo 08 2002	80 - 84 ° C	Termocupla, diámetro del cráter 190 m.
Junio 18 -2002	82.7 ° C	Termocupla, borde norte del cráter

Tabla núm. 4: Resumen de datos de temperatura de fumarolas en el cráter del volcán de Izalco.

La vigilancia de este volcán se está realizando a través de instrumentación sísmica y a partir de monitoreo visual con visitas periódicas trimestrales. Los datos de temperatura indican que el volcán se encuentra en un estado de reposo.

Monitoreo del Volcán de San Vicente



**Servicio Nacional de Estudios Territoriales
Servicio Geológico Nacional
Área Vulcanología**

Teléfono: 283 -2285, Telefax: 223 – 7791; /

Página web: <http://www.snet.gob.sv>



El volcán de San Vicente es un estratovolcán que no ha tenido actividad conocida en los últimos 500 años. Aún así, por su envergadura, por la alta sismicidad que presenta el área paracentral del país y por presentar actividad fumarólica en su sector norte es monitoreado tanto por el área de vulcanología como por los grupos de investigación de la Universidad Nacional.

La vigilancia a este volcán se realiza a través de 1 estación sísmica y por una estación de monitoreo de CO₂. La visita al campo fumarólico de Los Infiernillos se realiza trimestral o cuatrimestralmente para la toma de temperaturas.