

THE CRISIS OF SANTA ANA VOLCANO IN 2005

El desarrollo de la crisis del Volcán de Santa Ana en 2005 (El Salvador)



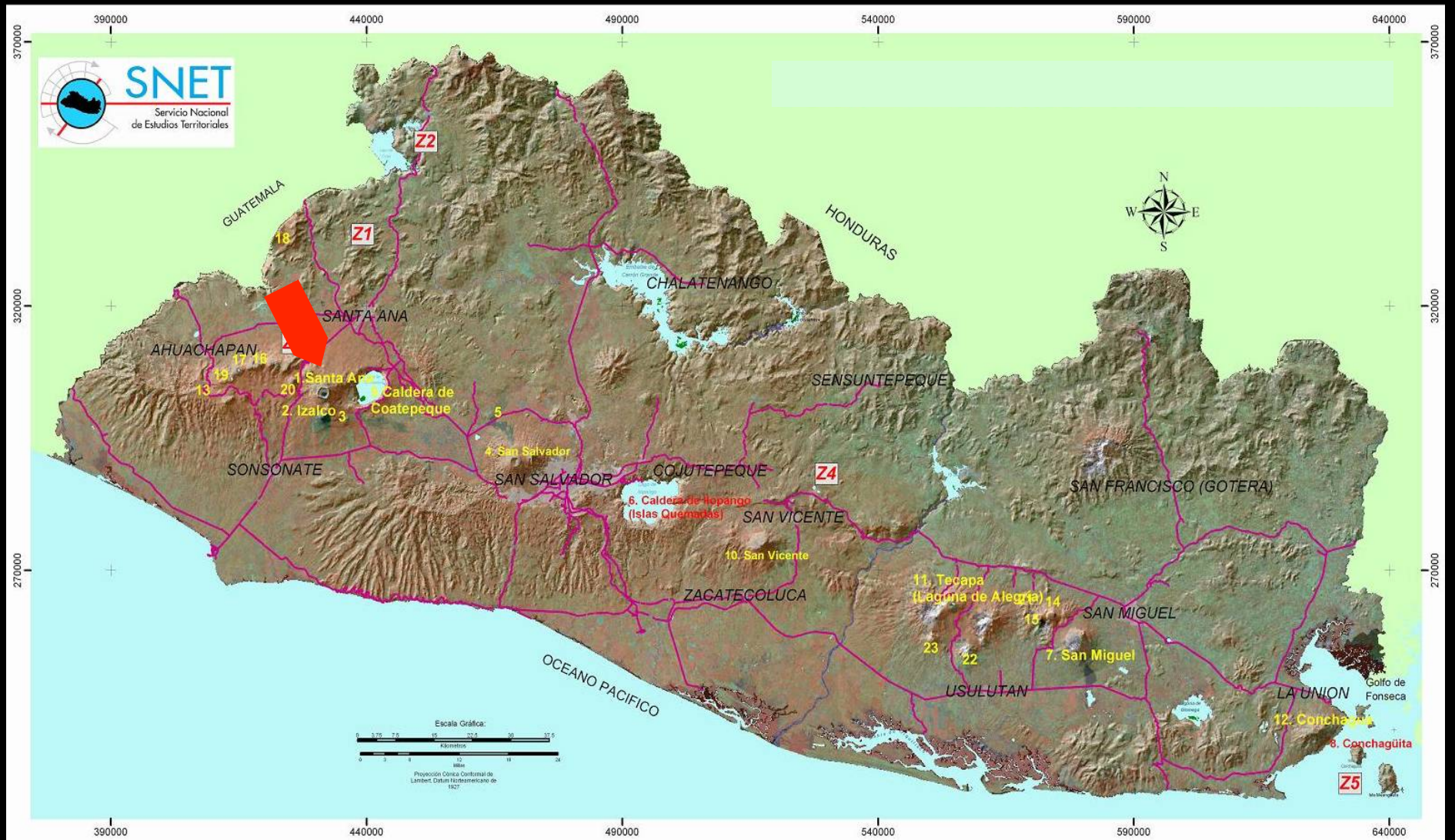
PASI Workshop, Costa Rica – 13th January 2011
Dolors Ferrés



RECENT RESEARCH ON SANTA ANA VOLCANO (EL SALVADOR)

- Scolamacchia T., Pullinger C., Caballero L., Montalvo F., Beramendi Orosco L.E., Galia González Hernández G. (2010) **The 2005 eruption of Ilamatepec (Santa Ana) volcano, El Salvador** . Journal of Volcanology and Geothermal Research 189, pp. 291–318
- Colvin A., W.I., Escobar D., Gutiérrez E., Montalvo F., Rose W.I., Bowman L. **The 2005 Eruption of Santa Ana volcano, El Salvador: Monitoring data**. Bulletin of Volcanology, in review
- Bowman L. , White P. **Locals' perceptions of the influx of aid into los Planes de la Laguna, El Salvador after the October 2005 Santa Ana volcanic event**. Environmental Hazards, in review

Central American Volcanic Range in El Salvador





Santa Ana-Izalco Volcanic Complex



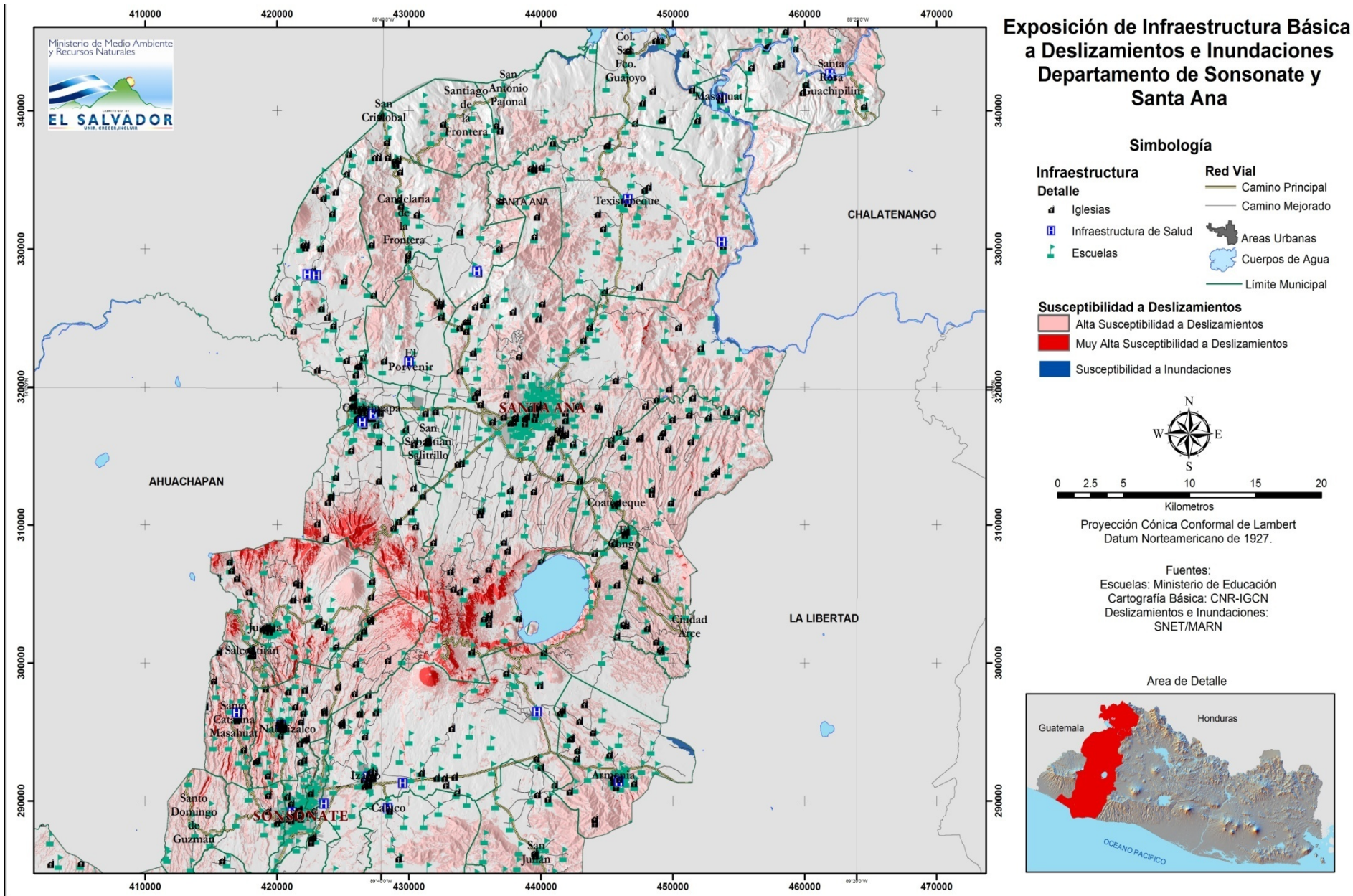
Santa Ana Volcano



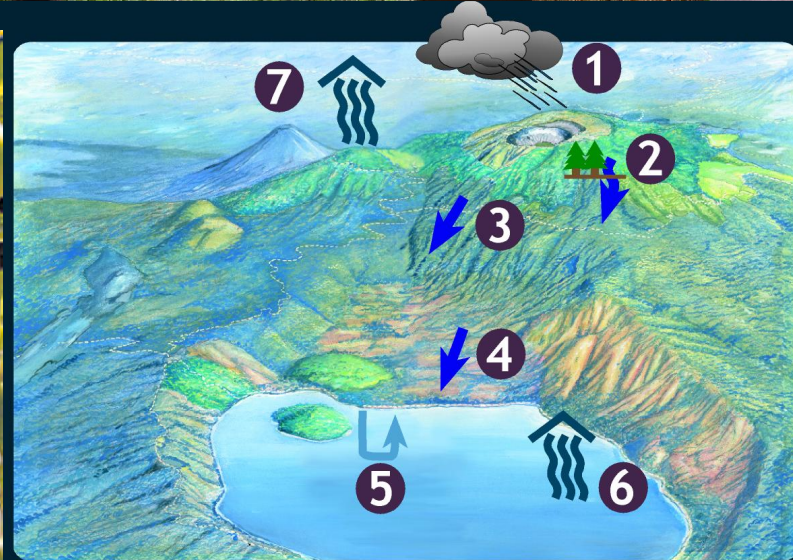
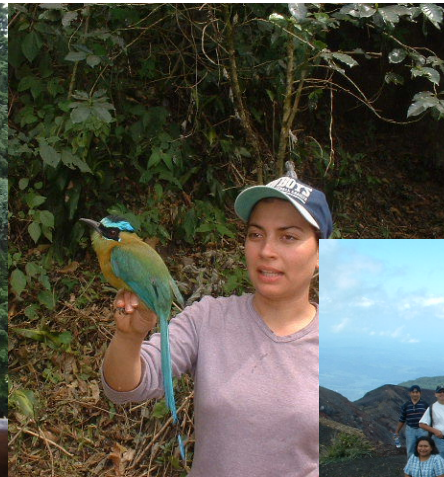


Geological setting

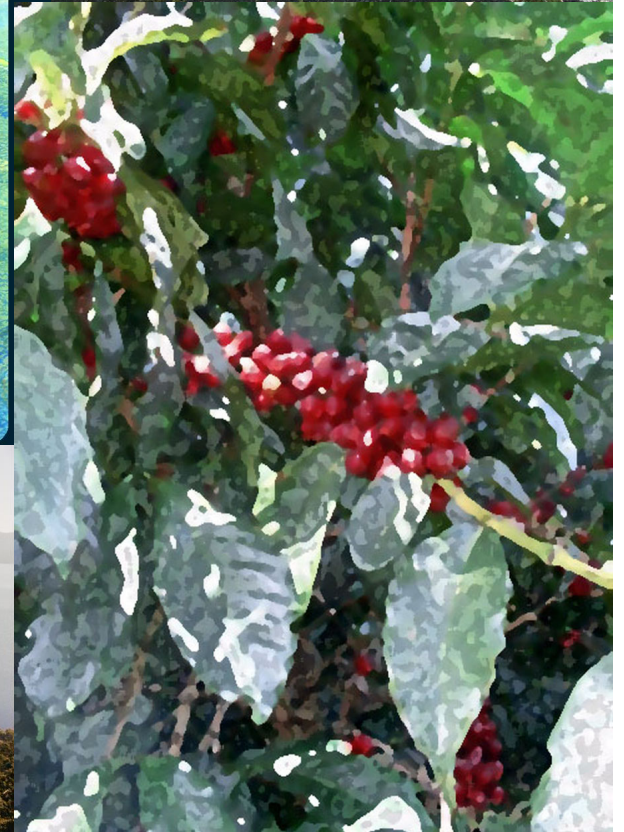
- **Active stratovolcano:**
2381 masl, 1.5 Km crater diameter, acid water lagoon (ph=0.9-1.6, T=23-27°C)
- **Basaltic – andesitic composition** (lava flows and pyroclastic deposits)
- **Last eruption: 2005; 4 more eruptions in historic times** (1879-80, 1882, 1884, 1904) (Pullinger, 1998; Scolomacchia, 2010)
- **Base line:**
 - Low volcanic seismicity (RSAM = 20 units)
 - Permanent emission of gases (SO₂= 400-600 ton/day)
 - Temperature of gases in fumarolic field: between 100-300°C



5,000 people living within the radius of 5 km. from the vent



El agua de excelente
miles de personas, por
limpieza en sus hogares



**Santa Ana Volcanic
Complex is a forest-
agricultural area,
biodiversity and turistic
resource**

TECHNICAL / SCIENTIFIC INSTITUTION

Ministerio de Medio Ambiente
y Recursos Naturales



DIRECTION

Geological Service

Oceanographic Service

Hydrological Service

Meteorological Service

Risk Management Sv. Communication Dept.

Volcanology (3)

Seismology

Geology-Landslides

**VOLCANIC MONITORING
VOLCANIC HAZARD ASSESMENT**

**FORECAST REPORTS
PUBLIC OUTREACH**

✓ **ON-LINE INFO**
✓ **MEDIA ATTENTION !**
✓ **MAPS & BROCHURES**
✓ **OUTREACH CAMPAINGS**

INCREASE FREQUENCY IN CASE OF A CRISIS

EXTERNAL CONSULTIVE GROUP

-UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

-USGS (USA)

-CENAPRED-UNAM (MEXICO)

-INSIVUMEH (GUATEMALA)

-OVSICORI (COSTA RICA)

-INETER (NICARAGUA)

-NOVAC PROGRAM

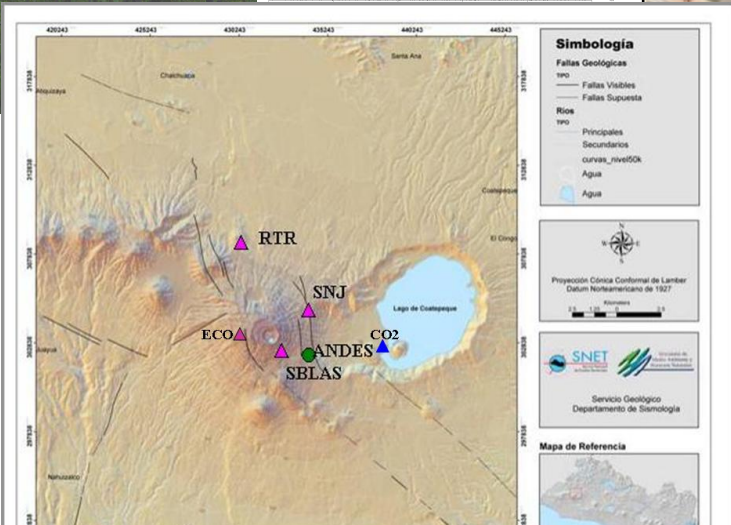
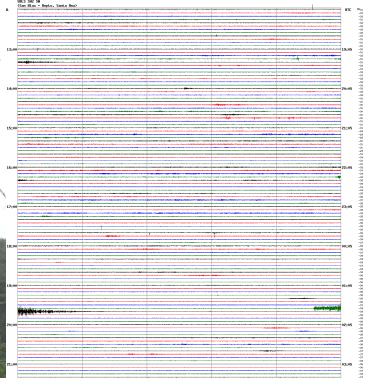
-RESEARCH GROUPS (UNIVERSITIES FROM US, MEXICO & SPAIN)

**MEDIUM TERM RESEARCH PROJECTS
WORK ON-LINE AND PROMPTLY IN CASE OF A CRISIS**

Seismic Monitoring



12/05/2004

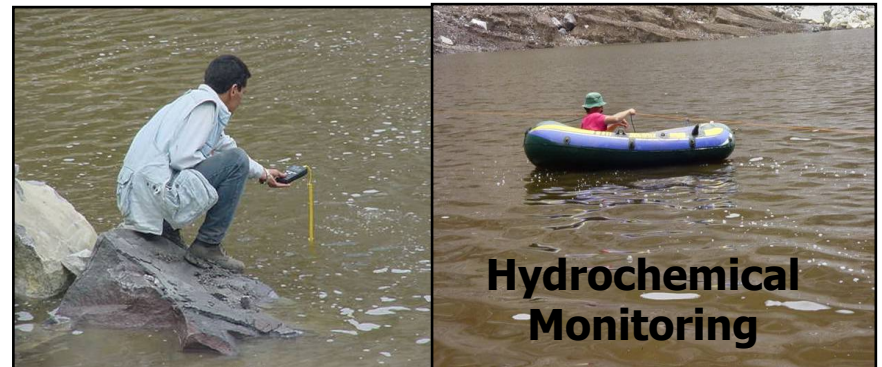
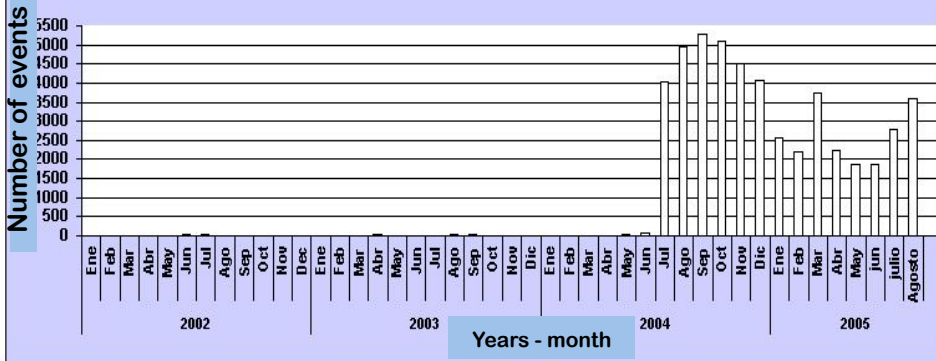


Gas emission monitoring

Visual monitoring



Seismicity of Santa Ana Volcano, 2002-2005



Hydrochemical Monitoring

Atención a Usuarios | Proyectos | Enlaces | Mapa del Sitio | Referencia Territorial | Desinventar | Atlas Regional | SATCAWeb

SNET
Servicio Nacional de Estudios Territoriales

SNET
Estudios
Sección Educativa
Comunicación Social

Meteorología | Hidrología | Geología | **Vulcanología** | Sismología | Oceanografía | Riesgo

Vulcanología

- + Volcanes de El Salvador
- + Vigilancia
- + **Monitoreo**
 - Reporte Diario
 - Historial Eruptivo
 - Informe Mensual
 - Sismogramas
 - Espectrogramas
- Amenaza
- Informes Especiales
- Sección Educativa
- Estudios

Buscar

Principales Volcanes Activos de El Salvador

Monitoreo Volcánico

Principales Volcanes Activos de El Salvador

 Código del Programa Global de Vulcanismo 1403-02=
Departamentos: Santa Ana / Sonsonate
Altitud: 2381 msnm
Tipo de Volcan: Estrato-volcan
Tipo de Actividad: Estromboliana y Freatomagmática Actual: actividad fumarólica continua
Ultima Erupción: 2005
Historial Eruptivo | Mapa de Ubicación | Informe Mensual
Sismogramas (7 días) | Espectrogramas (7 días) | RSAM
Sismicidad Diaria | Gráfica SO2 | Video | Imágenes | Cámara Web

 Código del Programa Global de Vulcanismo 1403-05=
Departamentos: San Salvador/La Libertad
Altitud: 1890 msnm
Tipo de Volcan: Estrato-volcan
Tipo de Actividad: Estromboliana y efusiva
Ultima Erupción: 1917
Historial Eruptivo | Mapa de Ubicación | Informe Mensual
Sismogramas (7 días) | Espectrogramas (7 días) |

Enlaces | Mapa del Sitio | Referencia Territorial | Desinventar | Atlas Regional | SATCAWeb

SNET
Estudios
Sección Educativa
Comunicación Social

Hidrología | Geología | **Vulcanología** | Sismología | Oceanografía | Riesgo

Informe Mensual

Informes de Monitoreo del Volcan de Santa Ana

Consultar Informe de
Enero, 2009

Informe Mensual de Monitoreo Volcánico Enero, 2009

Síntesis del Informe

La sismicidad volcánica, temperatura de las fumarolas y agua de la laguna, acidez (pH) y niveles mantuvieron valores similares a los del mes de Diciembre.
La cámara Web registró la emisión de una pequeña pluma de gases pero no se registró sismicidad. Por lo anterior, la actividad del volcán se considera dentro de los límites normales.

Monitoreo Visual

Persebita un moderado nivel de evaporación y burbujeo en la laguna (Foto 1), continúa la ocurrencia de pequeñas charumbas. La Dra. Selma Martínez de la Universidad de Suño y un grupo de 9 estudiantes inspeccionaron la zona cráterica del volcán con fines de realizar futuras investigaciones científicas (Foto 2).

Monitoreo de Grietas
No se observó cambio en la abertura de las grietas, éstas continúan en su lugar.

Monitoreo Sísmico

La energía del volcán en términos de RSAM, se mantuvo estable fluctuando entre 15 y 20 cuantas RSAM (Gráficas 1). Con respecto a Diciembre se registró un aumento de 300 sismos relacionados con la actividad del sistema hidrotermal y un descenso de 13 eventos asociados a fracturas de rocas. Ninguno de los sismos fue reportado sentido por la población (Ver gráficas).

Monitoreo de gases

Monitoreo de Gases Difusivos
Las emanaciones de Cloruro de Azufre se mantienen en valores por debajo de las 250 toneladas por día, cuyos valores se consideran bajos para este volcán (Gráfica 2)

Monitoreo de Fumarolas
La temperatura de las fumarolas en el drenaje que desciende a la meseta fluctúan entre 61 y 72 °C, similar a la temperatura medida en los meses anteriores. El monitoreo termográfico del área de la laguna revela datos entre 29.7 y 62.1 °C (Foto 3)

Fotografías tomadas durante las visitas realizadas en el mes:

Information on-line of monitoring & hazard maps:

<http://www.snet.gob.sv/vulcanologia>

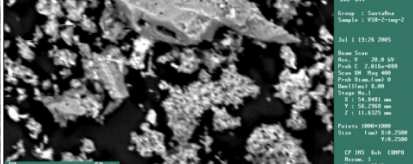
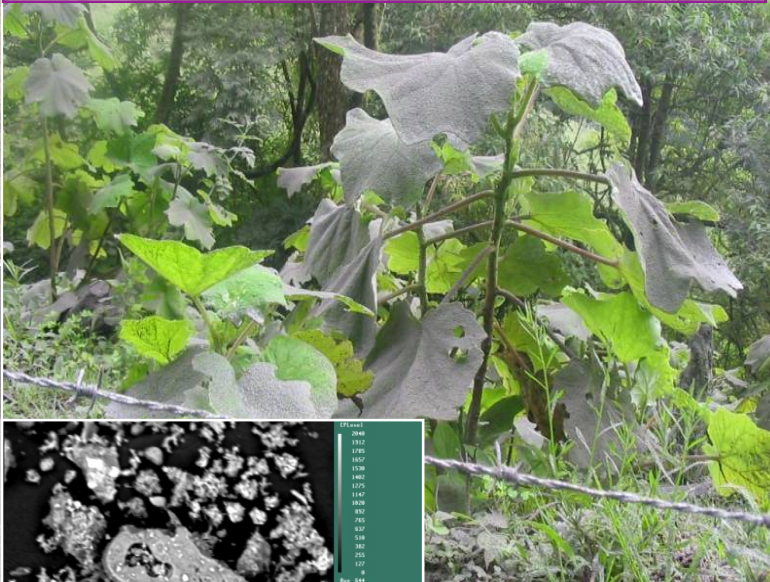


Precursory activity

- Increased gas emissions (1500-4000 ton/day SO_2)
- Seismic Rumors in Juayua (10 km west from vent (February & May 2005) ?
- Increased volcano-seismic activity
- Decreasing SO_4/Cl ratio within the crater lake water – Changes in color
- **Small phreatic eruption (16/06/05)**
- Acceleration of the increased seismic activity (August-September 2005)
- **Incandescence in the fumarolic field (end of August 2005)**
- Changes in the frequencies of seismic signal (28-30/09/05)



Ash fall in Finca los Andes (2 km. NE from the vent).
Eruption of 16/06/05 (Photo by CATTIE)



Precursory activity Changes observed & felt by communities

December 2004 –
August 2005

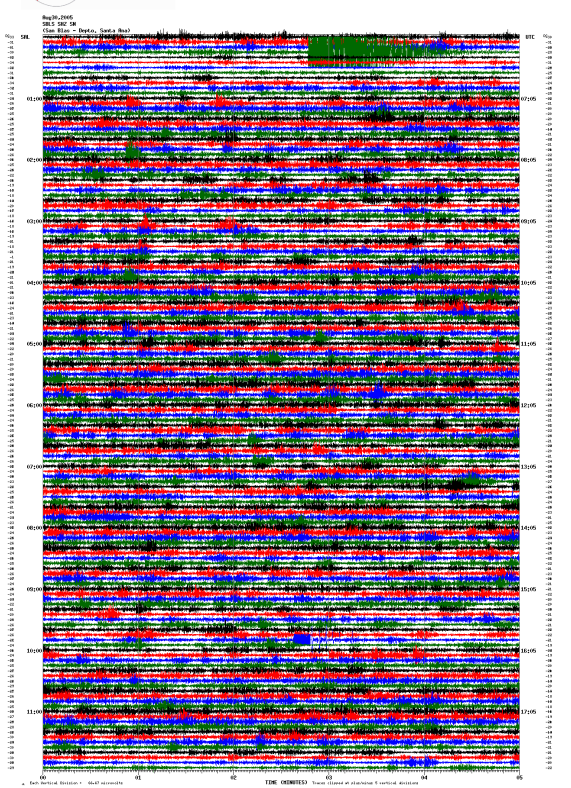
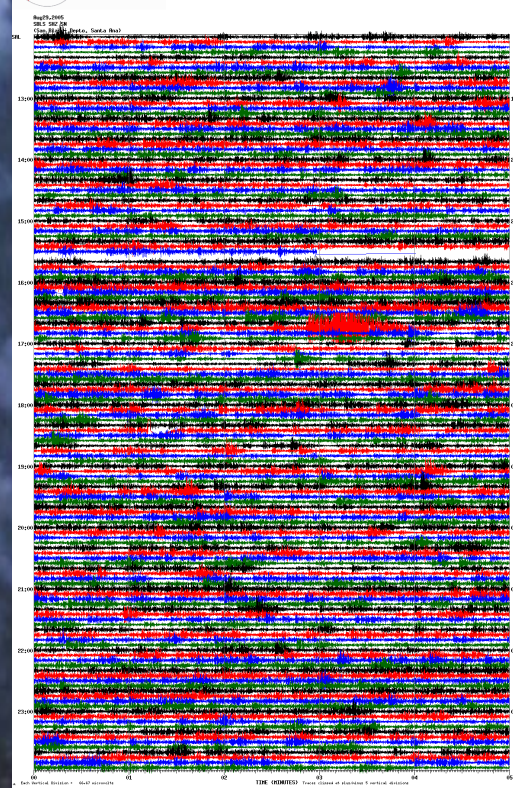
- Effects of Acid rain
- Increasing of SO₂ content in gases (health problems)
- Increase in gas pressure (jet sounds)
- Rockfalls inside crater, increase in rock alteration
- Phreatic eruption 16/06/05 (ash collected 2 km. from vent)



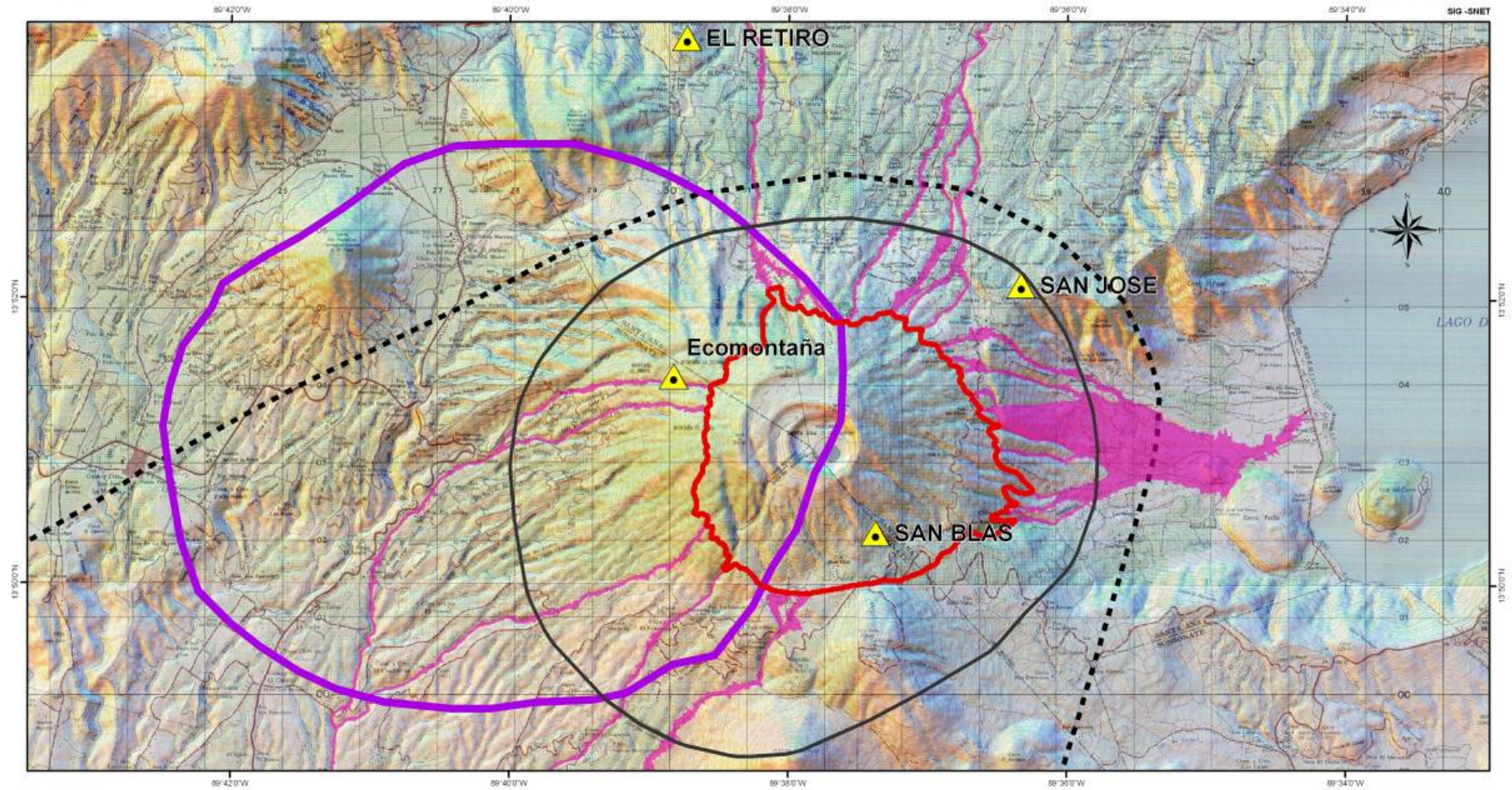
SNET, 29/08/ 2005



PRENSA GRAFICA, 02/09/2005



Mapa de Escenarios de Amenaza Volcánica en el Volcán de Santa Ana Fase Actual de Actividad 2004-2005



Legenda

- Caída de balísticos
- Escenario 1, caída de ceniza con espesores de más de 1m. a varios cm.
- Zona de dispersión de ceniza para escenario 1, acumulación de algunos ml.
- Lahar de 100 mil m3
- Escenario 2, caída de ceniza con espesores de varios cm.
- ▲ Estaciones sísmicas

**Outreach campaign
(January - February, 2005)
Talks (July, August, September, 2005)**



**Action & Communication protocols
(1st version – February 2005)
LEVELS of INTERNAL WARNING**

PRE-AVISO – PRE-WARNING (17/06/2005)

- Increase periodicity of reports (1 per week).
- Attention to media once per week (July-August)

AVISO – WARNING (1/9/2005)

- Reports (1 per day)
- Attention to media twice per week (September)

ALERTA – ALERT (discussed on 30/9/2005)

EMERGENCIA - EMERGENCY



CIVIL PROTECTION SYSTEM (SINAPROC)



Forecast & reports from technical institution were distributed in a horizontal way to all levels of the SINAPROC (web and fax)

**CIVIL PROTECTION NATIONAL COMMITTEE
(CRISIS COMMITTEE)**



+ OTHER GOVERNMENT AGENCIES

**CIVIL PROTECTION OFFICE
LEVELS OF WARNING FOR PUBLIC
PROTOCOLS OF ACTION AND EVACUATION**

**ON-LINE INFO &
MEDIA ATTENTION**

**CIVIL PROTECTION DEPARTMENTAL COMMITTEE
(Regional Governments)**

**CIVIL PROTECTION LOCAL COMMITTEE
(Municipalities & Communities)**

Nivel de Actividad	Probabilidad de Erupción	Peligrosidad	Distancia a partir del cráter	Recomendaciones Generales
Muy Alta	Días	Muy alta	5 Km.	Máxima restricción de actividades. Solo podrá autorizarse el acceso de: - investigadores en vulcanología de instituciones nacionales o científicos extranjeros acompañados de personal de instituciones nacionales - funcionarios de instituciones de atención a la emergencia realizando labores de vigilancia y seguimiento - autoridades policiales en labores de seguridad
Alta	Días o semanas	Muy alta	3.5 Km.	Máxima restricción de actividades. Solo podrá autorizarse el acceso de: - investigadores en vulcanología de instituciones nacionales o científicos extranjeros acompañados de personal de instituciones nacionales - funcionarios de instituciones de atención a la emergencia realizando labores de vigilancia y seguimiento - autoridades policiales en labores de seguridad
		Alta	3.5- 5 Km.	- Restricción total de actividades turísticas. - Residencia diurna por actividades agrícolas. - La población deberá mantenerse informado de la actividad del volcán por medio de los gobiernos locales y organismos de protección civil.
Moderada	Semanas o meses	Alta	2.5 Km.	- Restricción total de actividades turísticas. - La población deberá mantenerse informado de la actividad del volcán por medio de los gobiernos locales y organismos de protección civil.
		Moderada	2.5 - 3.5 Km.	- Elaborar y actualizar planes de emergencia y todo tipo de Actividades de preparación. Se debe trabajar fuertemente con la población de tal manera de mantenerla informada sobre el desarrollo de posibles eventos y medidas de preparación
		Baja	3.5- 5 Km.	- Se desarrolla todo tipo de actividad con normalidad. - La población deberá mantenerse informado de la actividad del volcán por medio de los gobiernos locales y organismos de protección civil.
Baja	Meses o años	Moderada	1.5 Km.	- Elaborar y actualizar planes de emergencia y todo tipo de Actividades de preparación. Se debe trabajar fuertemente con la población de tal manera de mantenerla informada sobre el desarrollo de posibles eventos y medidas de preparación
		Baja	>2.5 Km.	- Se desarrollan todo tipo de actividad con normalidad. - La población deberá mantenerse informado de la actividad del volcán por medio de los gobiernos locales y organismos de protección civil.



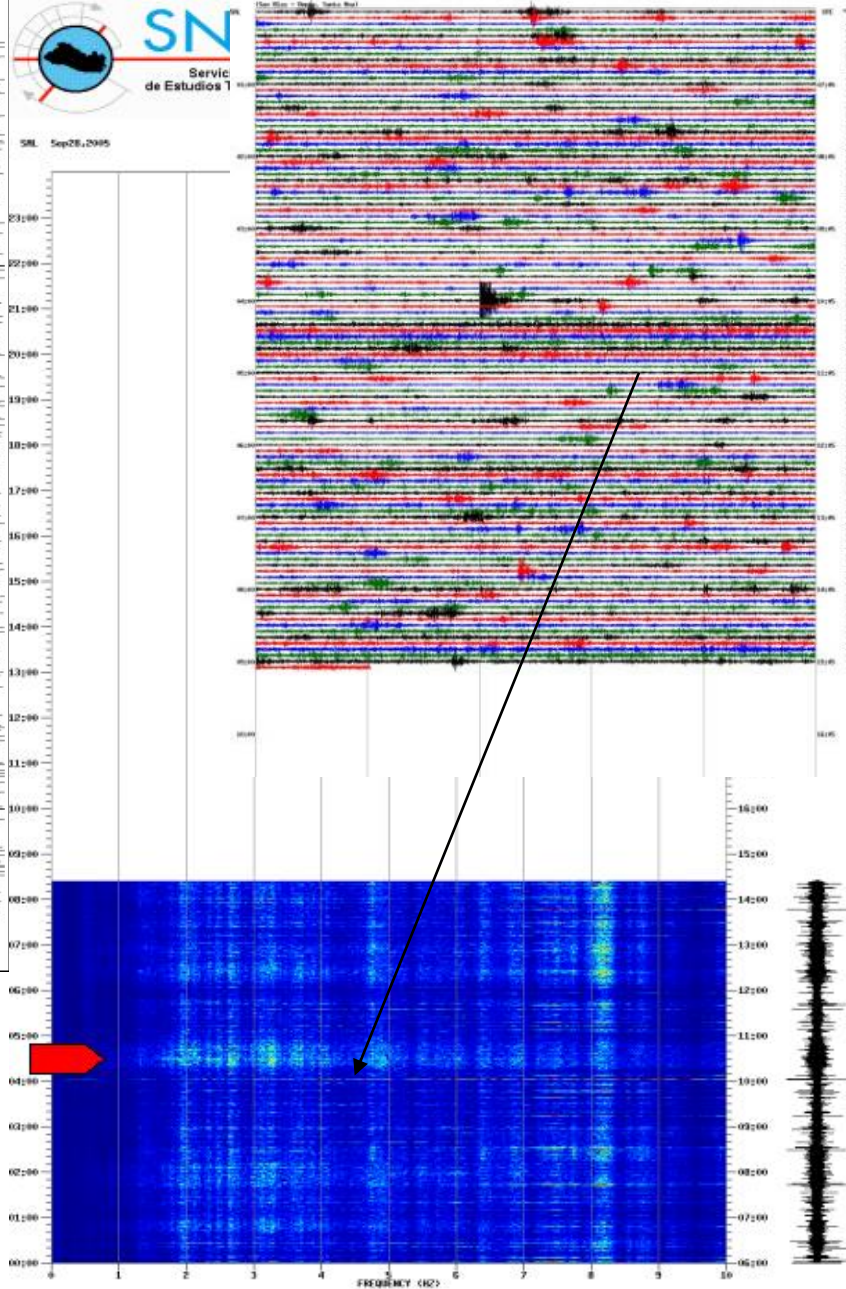
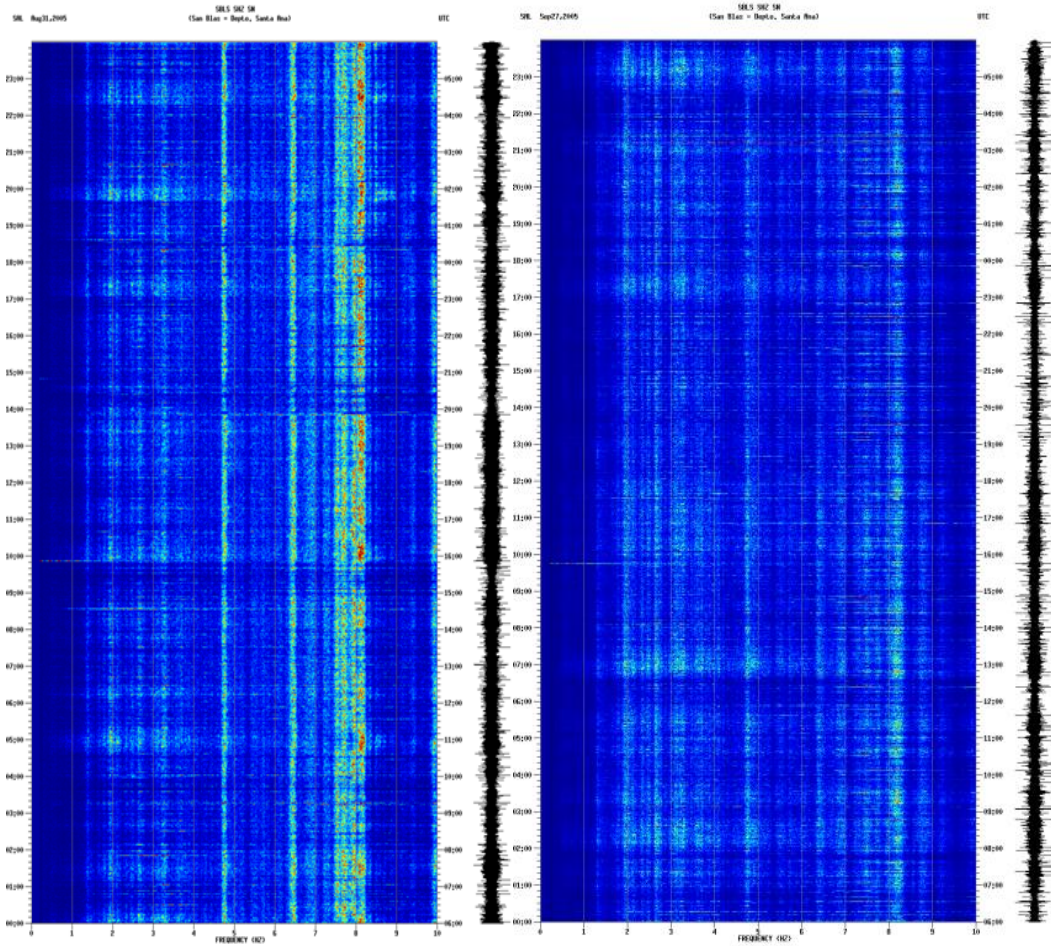
31-08-05 AM



27-09-05



28 - 09-05





El Diario de Hoy, 01/10/2005

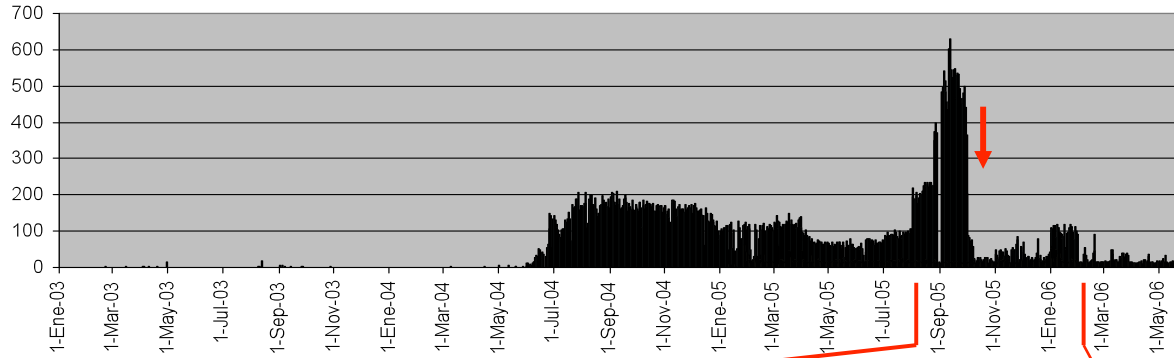




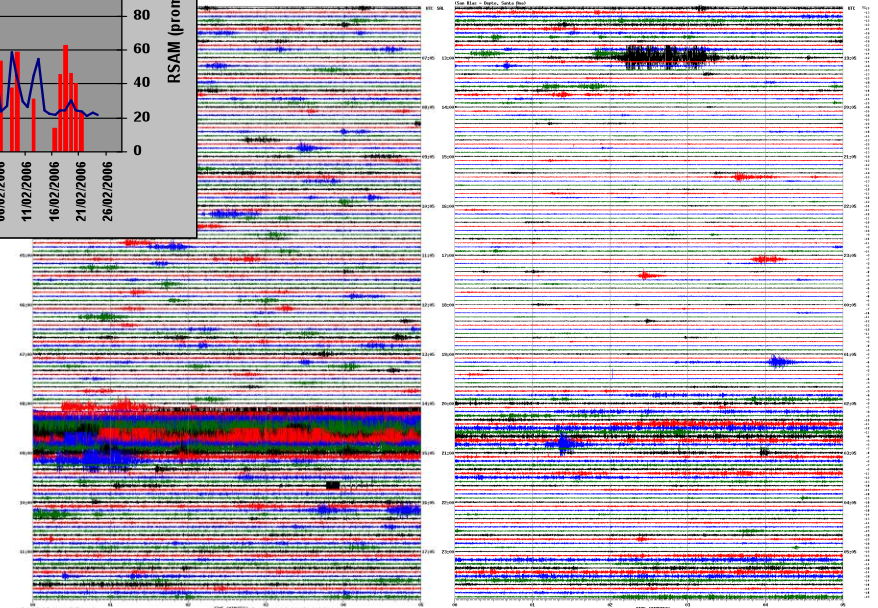
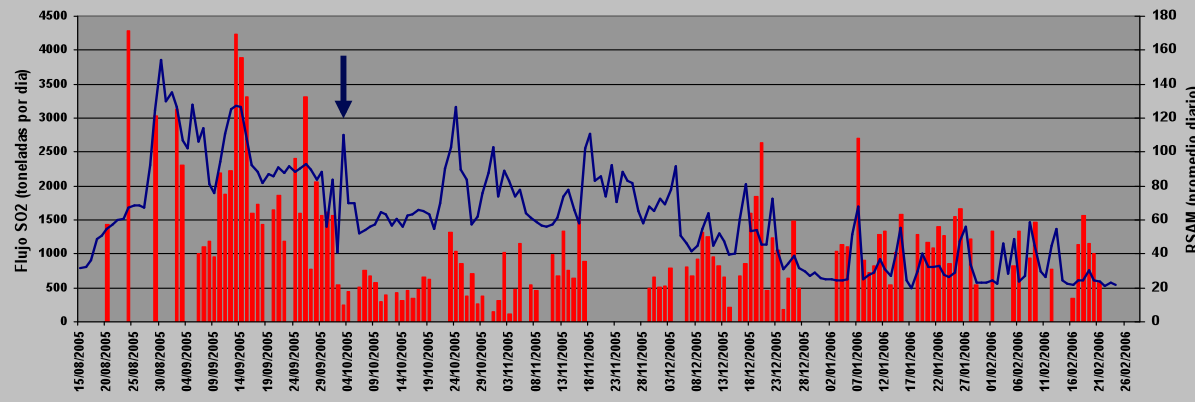
El Diario de Hoy, 01/10/2005

Santa Ana Volcano Eruption - 01/10/05 - 8:05 am

RSAM VOLCAN DE SANTA ANA, ESTACION SISMICA SAN BLAS
Promedio diario 2003-2005



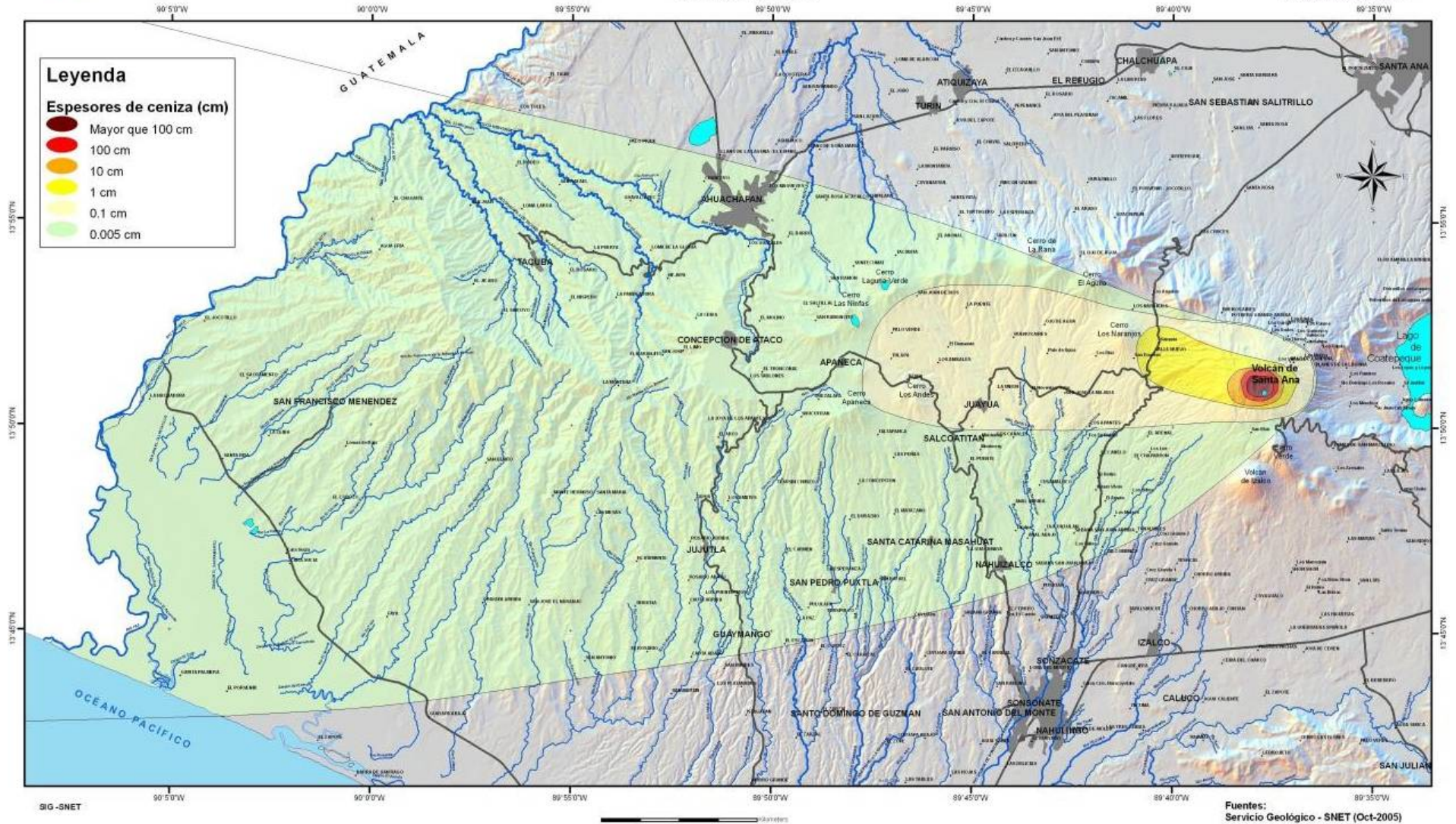
VOLCAN DE SANTA ANA
Sismicidad (RSAM) y promedio diario de emisión de SO2





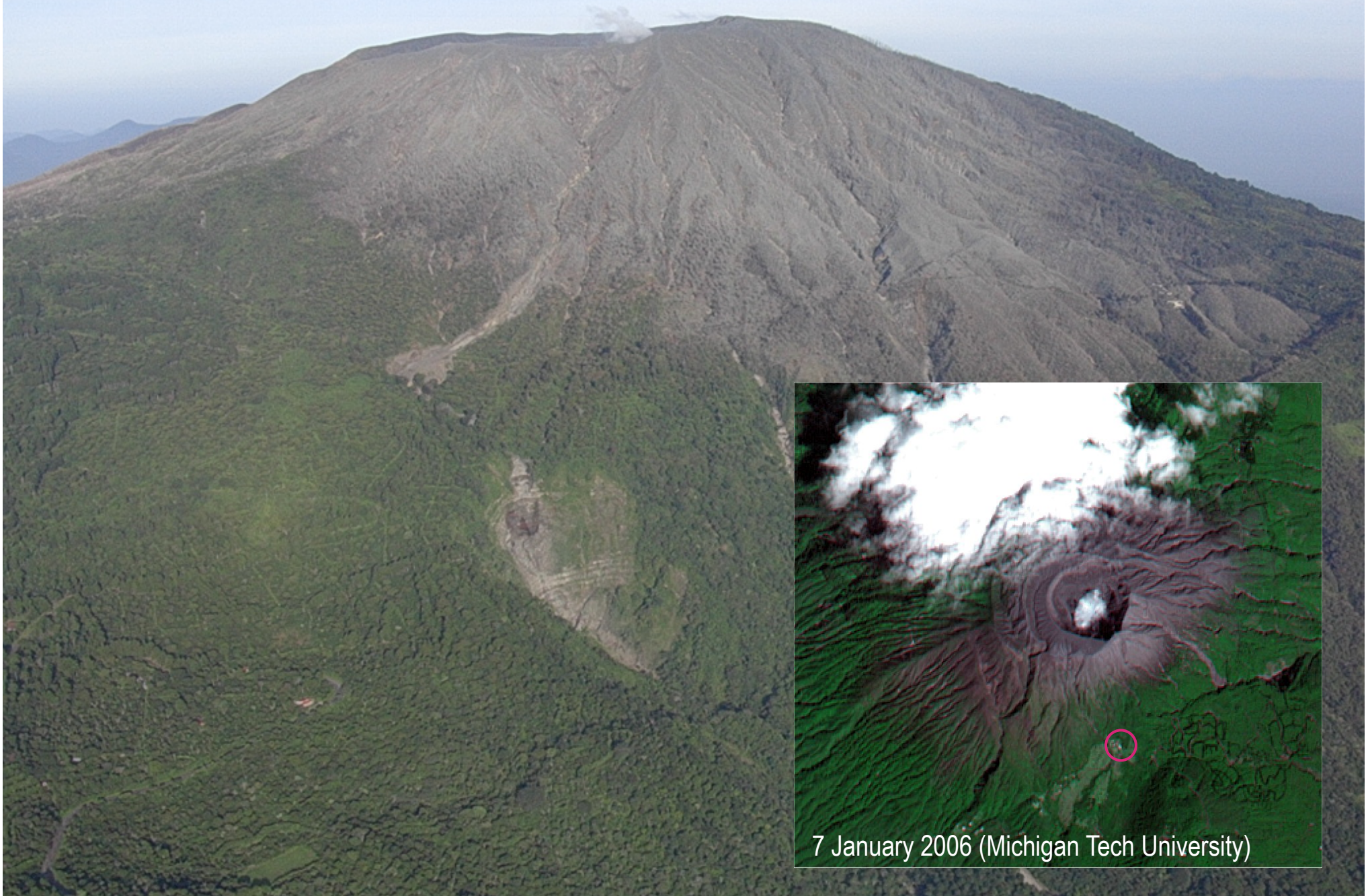
Mapa de Caída de Cenizas del Volcán de Santa Ana

Octubre 1, 2005



Ash fall mainly on the west flank (1/10/2005): 1,5 Mm³ (aprox. 0.0015 Km³)

South & East flanks of Santa Ana Volcano



El Diario de Hoy, 1/10/05



Ballistic Projectiles

(maximum distance 2.5 km. from the vent)



Effects of **blast and surge deposits** on the east flank



Primary lahar occurred at southeast flank (1/10/2005)



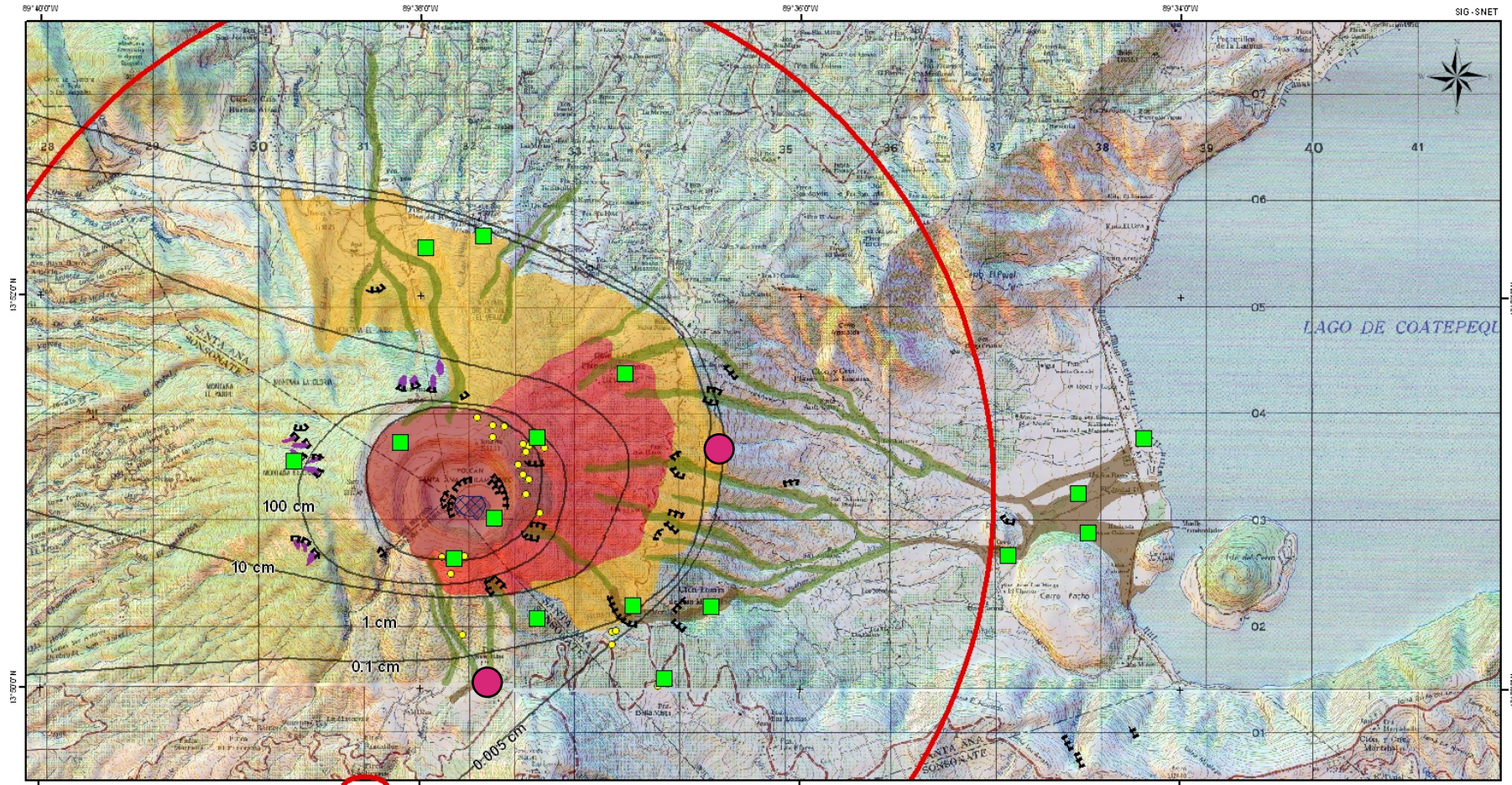
Hurricane STAN is moving southwest at 12mph with max sustained winds of 75mph and gust of 92mph.

Effect of Hurricane Stan

(01/10/05 to 06/10/05 – >700mm)



Mapa Preliminar de Depósitos Volcánicos, Flujos de Escombros y Caída de Ceniza por la erupción del 1 de Octubre del 2005 del Volcán de Santa Ana



- | | | | |
|---------------------------------|--|---|--|
| ● Impacto de balísticos | ○ Perímetro seguridad de 5 km | Caída de ceniza | Fuente Servicio Geológico - SIET (12-Oct-2005) |
| ~ EscAPE de deslizamiento | ■ Erosión y transporte de flujos de escombros en quebradas | ■ Más de 1 m. de espesor de ceniza (todavía conservada) | |
| ▨ Laguna después de la erupción | ■ Depósito de flujos de escombros | ■ Aproximadamente 1 m. de espesor de ceniza. Vegetación totalmente destruida. | |
| | ■ Derrumbes | ■ Acumulación de ceniza. Daños (quema) a la vegetación. | |
| | | ■ Fotografías | |

IMMEDIATE AND LONGER TERM IMPACTS

PRIMARY IMPACTS TO POPULATION DURING THE SANTA ANA CRISIS

- Health impacts due to gases and ash
- Damage to agriculture, mainly high-altitude coffee plantations. Loss of forest
- Self evacuation of 2 communities (San Blas & Palo Campana): 4,850 people
- 2 casualties
- Damage to infrastructure (roads and water tanks)
- Property Loss: 500 homes

SECONDARY IMPACTS (ENTRY OF HURRICANE STAN)

- 6 Casualties in Coatepeque Area
- 10 Municipalities affected
- Evacuation & shelter stays: 18,759 (72,000 entire country)
- Property Loss: 483 (destroyed) – 812 (damaged)
- Damage to infrastructure (road, services, etc.)

LONG TERM IMPACTS

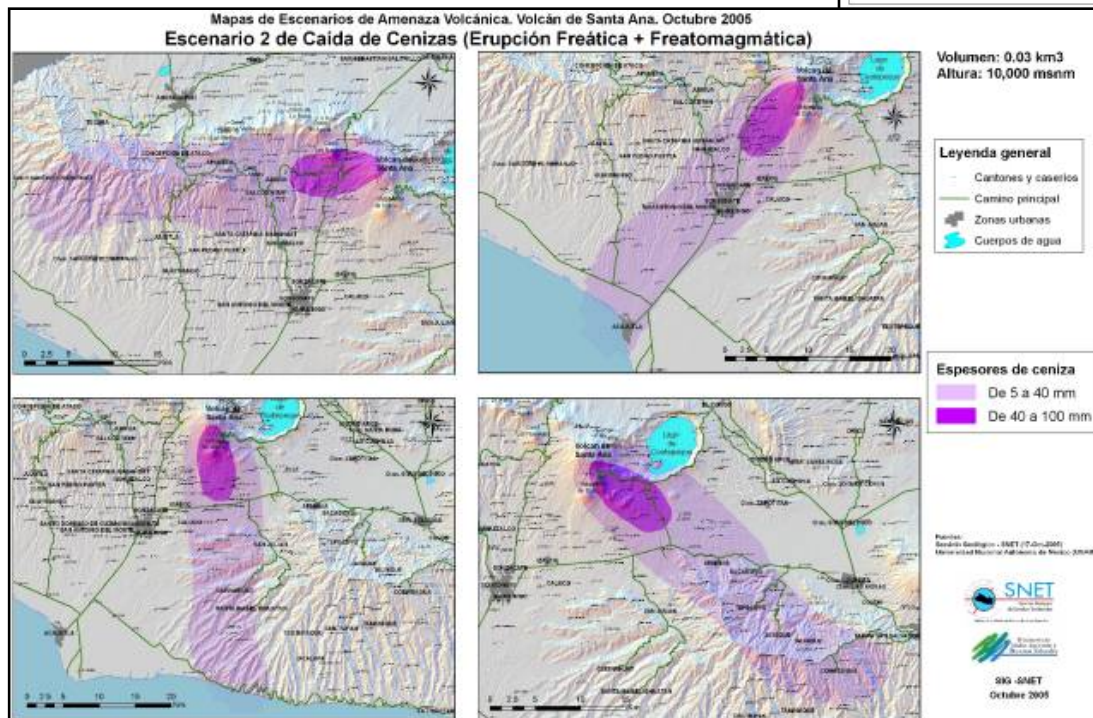
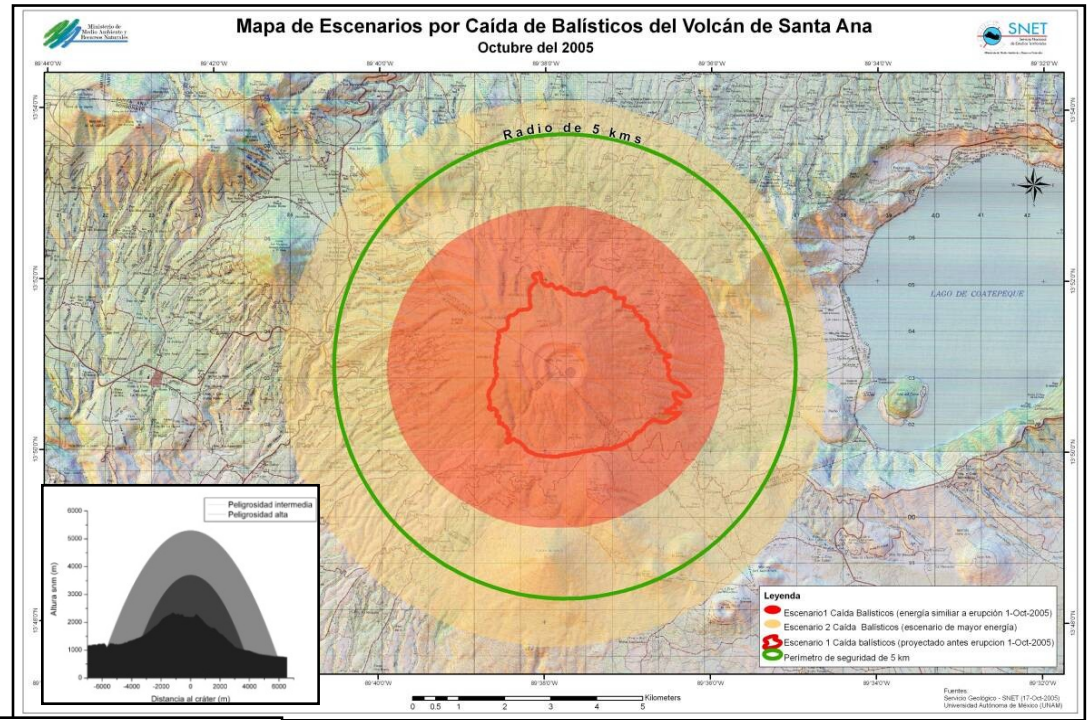
- Prolonged shelter stays: 5,676 people after 2 month.
- Losses: 114 M\$ (entire country)
 - Lahars occurred during 2005, 2006 & 2007 rainy seasons
 - 300 families affected during the construction of mitigation infrastructure in 2006



(October 2005)

New versions of Scenario Hazard Maps (October 2005, SNET-UNAM)

- Used in 2° outreach campaign (December 2005-January 2006)





SNET, 07/12/05



2006 2 17



J. Bajo, 09/01/09



B. Martinez-Hackert, 09/01/09

STRENGTHS AND WEAKNESSES

Disasters are an opportunity...

- Improvement of equipment for volcanic monitoring (web cam, infrared camera, DOAS, GPS)
- Better understanding of Santa Ana Volcano eruptive behavior
- Some hazard maps with different scenarios were created

-
- Increase of trust in scientific local authorities (government)
 - Communication between technical & civil protection authorities about volcanic phenomena (during crisis)
 - Communication with media professionals
 - Recent memory: "volcanic activity is real"

But it is still necessary...

- **To increase the capacities of interpretation of all information provided by monitoring**
 - **To standardize data representation, storage & lessons learned**
 - **To build a data base of the geology & deposits of Santa Ana Volcano (& all active volcanoes).**
 - **To improve the existing hazard maps & to explore new hazard scenarios**
-
- **To increase the trust in scientific and civil protection authorities (communities)**
 - **To maintain communication between technical & civil protection in times without crisis. Update protocols.**
 - **Specialized media professionals**
 - **To develop and maintain educational programs in volcanic areas.**

ROLES OF THE VOLCANOLOGISTS DURING THE CRISIS

**MONITORING AND DATA PROCESSING –
ELABORATION OF REPORTS**



CRISIS COMMITTEE



MEDIA ATTENTION



GENERAL PUBLIC INFORMATION



**Thanks for your attention
Gracias por su atención**



November, 2010 (www.snet.gob.sv)