
FLUJOS DE ESCOMBROS EN LA LADERA ORIENTE DEL VOLCÁN ILLAMATEPEC, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

PERFIL DE OBRAS DE MITIGACION

Enero de 2006

Introducción

Se presenta el informe de los flujos de escombros ocurridos en la ladera oriente del volcán Ilamatepec, Departamento de Santa Ana, durante los primeros días de octubre, los cuales fueron producto de la actividad eruptiva del 1 de octubre de 2006 y de la situación lluviosa que simultáneamente afectó al país.

Los flujos de escombros son considerados uno de los peligros geológicos recurrentes en el país, principalmente en la época lluviosa. A estos flujos de escombros o deslizamientos de tierra también se les conoce con el nombre de “Lahares” y está formado por una mezcla de suelo, rocas, fragmentos de árboles y agua, cuya mezcla se moviliza por las quebradas de volcanes y montañas hasta depositarse en zonas planas.

Estos flujos se originaron cerca del cráter y se movilizaron por las quebradas del costado oriente de la falda del volcán, hasta depositarse en el cantón Planes de La Laguna, en la ribera poniente del lago de Coatepeque. En este sitio, los flujos o lahares ocasionaron la acumulación de grandes cantidades de lodo y rocas que a su vez produjeron la destrucción de varias viviendas y la vegetación del lugar.

Debido a la deforestación e impermeabilización de los suelos en el flanco oriental del volcán Ilamatepec causados por la erupción, es casi seguro que esos flujos de escombros vuelvan a ocurrir durante la próxima época lluviosa y serán de menor magnitud hasta que la vegetación se recupere. Así mismo, con el tiempo, el material suelto (ceniza y demás) habrá compactado y disminuirá la escorrentía superficial. Para los propósitos de mitigación, se presentan diseños básicos de obras que podrían minimizar daños a las comunidades del cantón Planes de la Laguna.

Ubicación de la zona

La zona donde ha ocurrido los flujos de escombros está comprendida por la falda oriental del volcán Ilamatepec y la ribera poniente del lago de Coatepeque. Entre estos dos lugares se encuentra una depresión sobre la cual se extiende el cantón Planes de La Laguna, cuyo acceso se realiza a través del camino de tierra que rodea la orilla poniente del lago. Este cantón cubre un área aproximada de unos 10 km² y está formado por los caseríos Los López y López, Los Ramírez, Santo Domingo, Los Mendoza, San Juan Las Minas, Agua Caliente y El Javillal. De estos caseríos, el que presenta una mayor concentración de población y viviendas es el Javillal, ubicado en la orilla poniente del lago, mientras que el resto está compuesto por pequeños núcleos de viviendas y fincas de café. La ubicación de la zona antes descrita se muestra en la figura No1.

Características Geomorfológicas

Por la forma del terreno, se identifican varios rasgos predominantes que son característicos en la zona. En primer lugar, la falda oriente del volcán Ilimatepec, con sus laderas de fuerte pendiente y sistema de quebradas profundas que descienden desde el cráter. En segundo lugar y a medida se desciende por la ladera del volcán, se encuentra el escarpe que forman las paredes de la caldera de Coatepeque, el cual también presenta laderas de fuerte pendiente por las cuales se extienden las quebradas que bajan desde el volcán. Tercero, una depresión que ha sido rellenada por los productos eruptivos arrojados por el volcán desde tiempos históricos y que han sido arrastrados hasta ella, formando una planicie que se extiende desde el escarpe hasta el lago de Coatepeque. Por último, tres pequeños cerros ubicados en la zona sur de la planicie, llamados Guacamayero, Pacho y Afate, siendo el segundo el más importante por su extensión y por la influencia que ejerce sobre la dirección de las quebradas.

Dos de las quebradas que descienden desde el volcán hasta el lago son consideradas como las más importantes, estas son la quebrada La Mina y El Javillal. Ambas presentan una longitud aproximada de 6 Km. y su caudal es alimentado por quebradas secundarias que llegan a ellas en diferentes puntos de la zona. Todas estas características también se presentan en la figura No1.

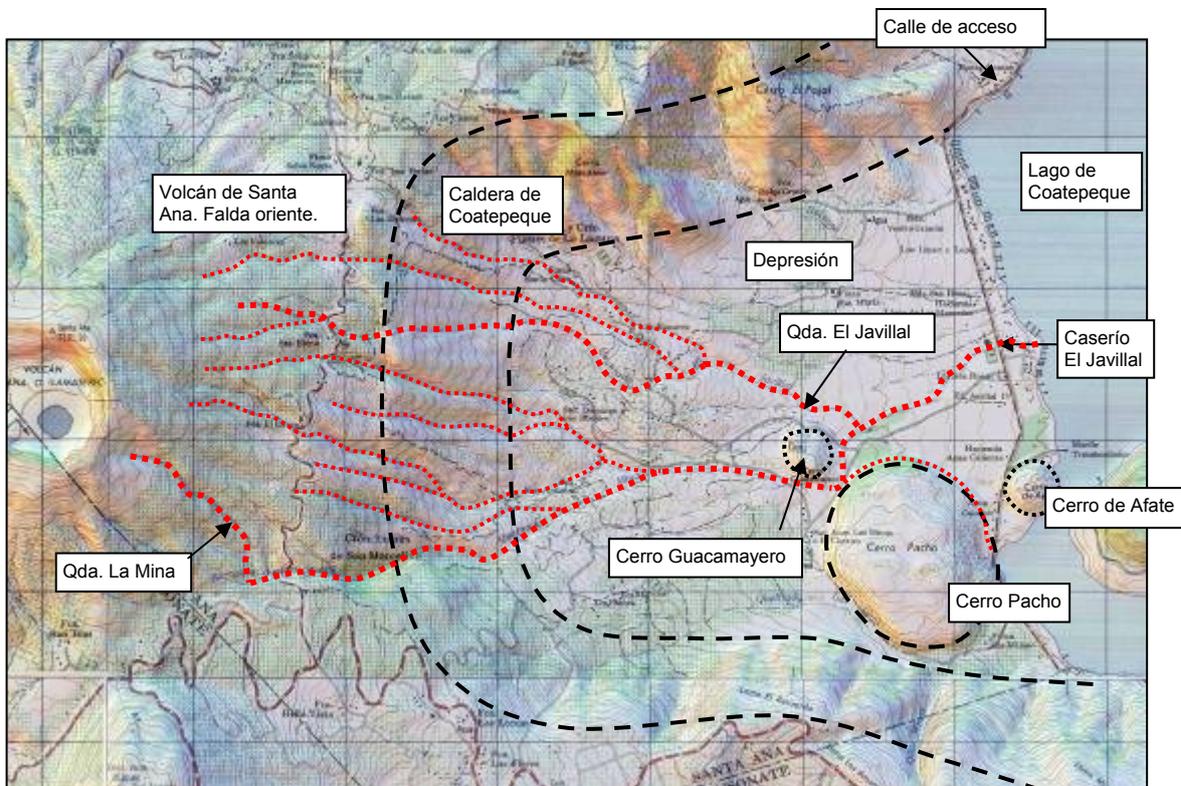


Figura No1. Zona comprendida entre la ladera oriente del volcán Ilimatepec y el lago de Coatepeque.

El área donde ha ocurrido los lahares está formada por la ladera oriental del volcán Ilimatepec, que se encuentra apoyada sobre el escarpe suroeste de la caldera de Coatepeque y cuya superficie desciende abruptamente hasta una depresión donde las pendientes son menores (Véase figura No. 2).

La depresión formada por la caldera ha sido rellena por una variada cantidad de suelos y rocas, desde depósitos lacustrinos¹, sedimentos aluviales, antiguos lahares, coladas de lava y depósitos de caída de andesíticos del volcán Ilimatepec, los cuales al ir relleno la depresión dieron lugar a la formación de una planicie que se extiende desde la base de la caldera hasta la orilla del lago.

Sobre la superficie de la depresión, sobresalen estructuras volcánicas que se emplazaron estrechamente en el borde caldérico, tal como ocurre con el cerro Pacho compuesto por lavas ácidas (obsidiana) y el cono cinerítico monogénico² de composición básica representado por el cerro Guacamayero. Se incluye además, la pequeña cúpula de composición riolítica³ que forma el cerro Afate, que originalmente constituyó una isla pero el avance de los depósitos aluviales la han unido al resto de la depresión.

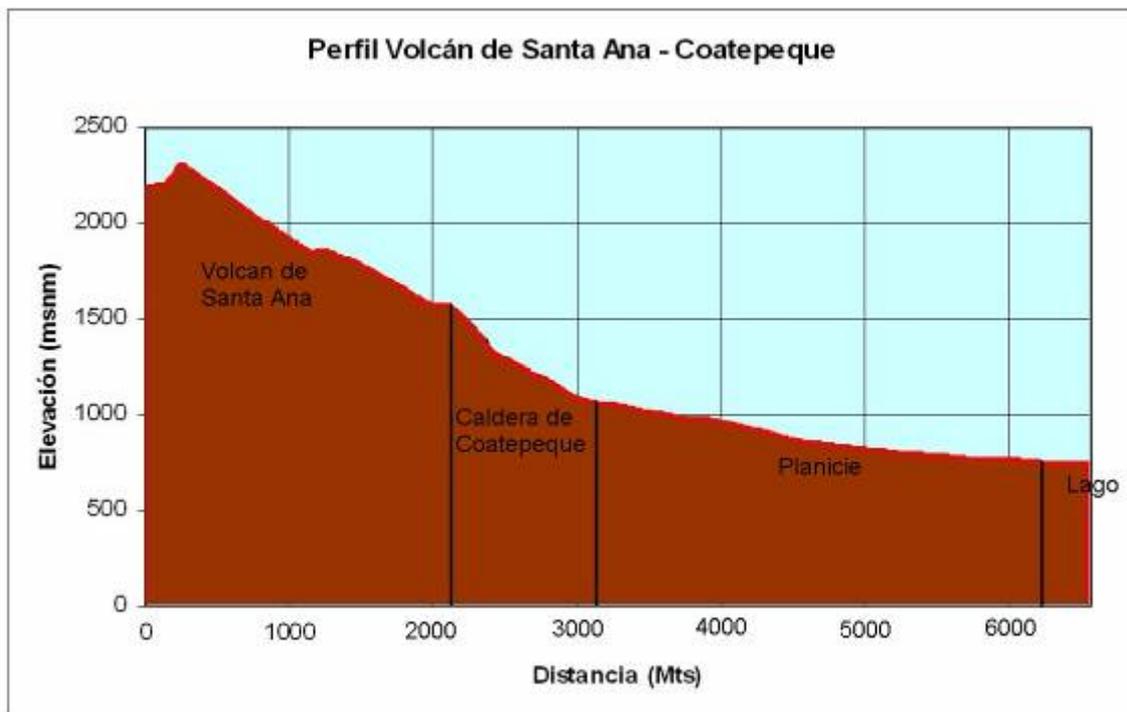


Figura No. 2. Perfil topográfico mostrando la zona comprendida entre el volcán Ilimatepec y el lago de Coatepeque.

A lo largo de las quebradas que descienden desde el volcán, como ocurre en la Quebrada La Mina, puede observarse los depósitos más recientes de las erupciones efusivas y explosivas del Volcán Ilimatepec, así como también varios depósitos de

¹ Lacustrinos: de Lacustre, que significa lago o relacionado con la formación de un lago.

² Un pequeño volcán compuesto por material piroclástico. Monogénico: una vez terminada su fase eruptiva no vuelve a hacer otra erupción.

³ Riolítica: de Riolita, roca volcánica ácida de grano fino a vítreo, mineralógicamente similar a un granito, pero más rico en Sílice.

lahares intercalados con aquellos productos, lo cual es indicativo de la recurrencia de los procesos eruptivos y formación de lahares en el volcán. Los depósitos de lahares están compuestos por bloques rocosos de hasta tres metros de largo que en su mayoría provienen de lavas de andesita basálticas y que son transportados durante períodos muy lluviosos en una matriz arena-limo-arcillosa con gravas y guijarros angulosos⁴ de diámetros variados. Estos materiales, luego de su deposición, suelen encontrarse cementados por la presencia de arcilla de origen hidrotermal (caolín) y sulfato de calcio (yeso). El grado de cementación decrece cuando la matriz presenta una granulometría gruesa y disminuye la cantidad de arcillas. El hecho de no encontrarse afloramientos de Tierra Blanca Joven (TBJ) en los cortes de las quebradas es un indicador que los depósitos de erupciones y lahares observados en la zona han ocurrido durante los últimos 2 mil años.

Las pendientes que presentan las laderas del volcán son altas a moderadas, mientras que los escarpes de la caldera se caracterizan por poseer pendientes altas a muy altas. Estas pendientes disminuyen al llegar a la base del escarpe, volviéndose moderadas y continúan disminuyendo hasta mostrar una pendiente suave en las cercanías de la ribera del lago de Coatepeque. La ribera del lago, continúa modificándose a medida que los productos de los lahares se han ido depositando en la orilla del mismo.

La erupción del volcán Ilamatepec

A las 8:05 a.m. del 1 de octubre el volcán Ilamatepec presentó una súbita actividad eruptiva, clasificada como de moderada magnitud, la cual se caracterizó por el lanzamiento de ceniza y rocas en el área cratérica y alrededores. Esta actividad fue registrada por la red sísmica nacional. Los sismogramas, a esa hora de la mañana, mostraron una vibración de gran amplitud, diferente a la que se había estado registrando en los días anteriores. Entre las 8:20 y 8:40 de la mañana, la estación sísmica de San Blas registró un cambio abrupto en la cantidad de energía liberada por el volcán, incrementándose hasta en 30 veces arriba de lo normal.

La información obtenida de observadores locales y entidades de protección civil indicó que la erupción también se caracterizó por fuertes explosiones en el cráter y por la caída de ceniza en diferentes lugares tales como: Los Naranjos, Nahuizalco, Juayúa y Ahuachapán. También se reportó la caída de rocas de hasta un metro de diámetro a unos dos kilómetros al sur del cráter y una columna de gas y cenizas que alcanzó probablemente 10 Km. de altura. Durante las inspecciones realizadas por personal de SNET a los alrededores del volcán se pudo observar los cráteres en el terreno, producto del impacto provocado por los bloques rocosos al caer a una distancia de hasta dos kilómetros al sur del cráter, sobre la carretera que conduce al Cerro Verde.

Huracán Stan

Uno de los principales sistemas atmosféricos que se formaron durante el invierno de 2005 fue el huracán Stan. Este sistema ciclónico se desarrolló a partir de un disturbio sobre el Oeste del Mar Caribe, en los últimos días de septiembre. El 1 de octubre este

⁴ GUIJARROS ANGULOSOS= Guijarro, fragmento rocoso con un diámetro comprendido entre 4 y 64 mm. Angulosos se refiere a que sus cantos o caras presentan ángulos.

disturbio se convirtió en la Depresión Tropical No. 20, ubicada a unos 176 Kilómetros del sureste de Cozumel, México, hasta llegar a convertirse en huracán. Las lluvias torrenciales de Stan, causaron severos daños, inundaciones y deslizamientos de tierra sobre porciones de México y Centroamérica (Guatemala reportó más de 3 mil muertos, 133 en México y 70 en El Salvador).

A consecuencia de Stan, el territorio salvadoreño se vio afectado por un temporal que duró seis días, con lluvias intermitentes las cuales contribuyeron a mantener altos los niveles de saturación en los suelos, causando, la muerte de 70 personas y cuantiosos daños materiales, principalmente por deslizamientos de tierra.

Los registros de lluvias durante los primeros 10 días de octubre en la estación Los Naranjos de la Red Meteorológica Nacional, ubicada a unos 5 Km. al oeste del cráter del volcán, se presentan en la tabla #1.

Tabla 1. Registros de lluvia de algunas estaciones cercanas al volcán de Santa Ana durante el Huracán Stan.

LLUVIA DURANTE LOS PRIMEROS 10 DIAS DE OCTUBRE											
ESTACIÓN \ DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Totales
Fca. Los Andes	6.8	7.1									13.9
Santa Ana UNICO	0.0	21.0	95.1	27.4	83.2	64.0	1.5	0.5	18.3	3.4	314.4
San Andrés	17.0	17.4	112.8	84.7	115.6	48.2	1.0	2.3	16.0	3.4	418.4
Los Naranjos	6.5	42.0	154.5	132.9	320.2	109.0	12.4	6.5	43.2	6.4	833.6

Notas:

- 1- El promedio histórico mensual de lluvia en Octubre en la Estación Los Naranjos es de 193mm y el anual es de 2155mm.
- 2- La cuantificación de la lluvia diaria se realiza a las 7 a.m. de cada día.

Al revisar los datos que aparecen en la tabla anterior se identifica que la estación Los Naranjos registró precipitaciones superiores a los 100 mm durante los días 3, 4, 5 y 6 de octubre, lo cual contribuyó a que se presentaran varios deslizamientos en la zona.

La máxima precipitación diaria alcanzada se registró el 5 de octubre con un total de 320 mm, que al compararla con el promedio histórico mensual de lluvia en el mes de octubre, en la estación mencionada, se verifica que la lluvia de ese día fue 1.7 veces mayor al promedio mensual. Dicho de otra forma, en un solo día llovió casi el doble de lo que llueve en todo el mes de octubre. La lluvia registrada en los primeros diez días de octubre fue de 833.6 mm y que al compararlo con el promedio histórico anual de lluvia en esa estación, indica que en sólo 10 días se registró el equivalente al 39% de la lluvia de todo un año. La figura N°3 muestra una comparación entre el promedio histórico de lluvia mensual de la estación Los Naranjos y el registrado durante el 2005, en la cual las cantidades de lluvia medidas en octubre (2005), equivalen a más de cuatro veces de lo que se genera como promedio para ese mes.

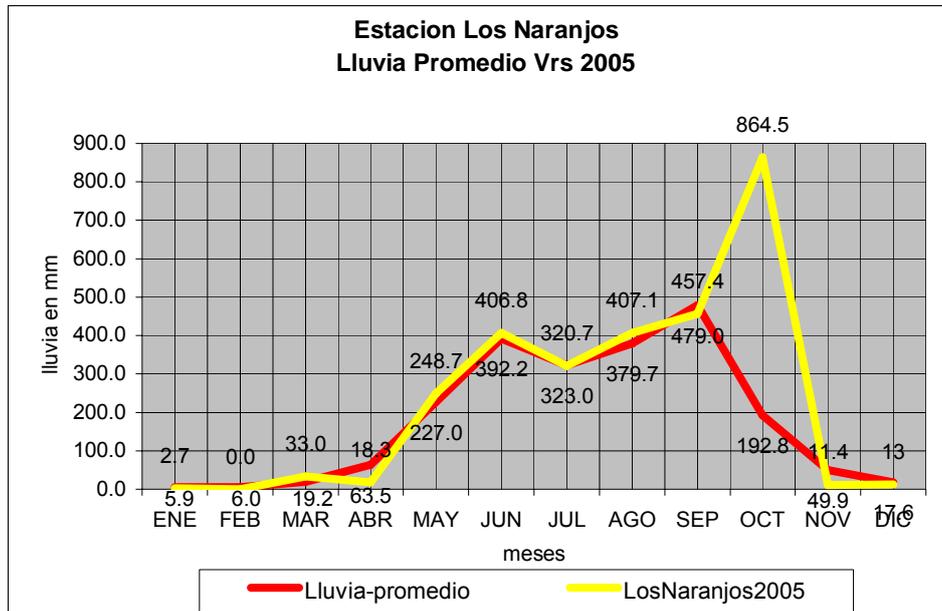


Figura No. 3. Promedio histórico mensual de la estación Los Naranjos comparado con lo registrado en octubre de 2005.

Los flujos de escombros del volcán Ilamatepec

Los deslizamientos en el volcán son el producto de dos factores principales: en primer lugar, a la erupción del volcán Ilamatepec la cual depositó rocas y cenizas en estado suelto cerca del cráter y en segundo lugar, al paso del huracán Stan por Centroamérica, el cual produjo fuertes lluvias en el país que ocasionaron el arrastre y movilización de las rocas y cenizas cerca del cráter de la reciente erupción.

Esta combinación de factores produjo un “flujo de escombros o lahar” que están compuestos por una mezcla de suelos, rocas, fragmentos de árboles y agua, formando una masa similar a la de un concreto fluido, con una alta densidad y con capacidad de mover rocas de gran tamaño, que se mueven por ríos y quebradas de zonas volcánicas y montañosas, arrastrando e incorporando el material que encuentran a su paso hasta alcanzar zonas de menor pendiente, donde pierden energía y se depositan.

La erupción del volcán fue clasificada como freática al expulsar cenizas y materiales preexistentes (bloques rocosos, fragmentos hidrotermalizados y arcillas) cuyos depósitos alcanzaron hasta 1 m de espesor en las cercanías del cráter. Las cenizas y bloques lávicos sueltos de la erupción que se encontraban cerca del cráter, fueron arrastrados por las lluvias torrenciales del huracán Stan, hasta convertirse en los flujos que bajaron por las quebradas de la ladera del volcán, produciendo un enorme ruido. De acuerdo a información recabada en el lugar, el primer lahar ocurrió el domingo 2 de octubre en horas de la noche, el cual estaba formado por bloques de roca de hasta 2 m de diámetro inmersos en una matriz de arena-limo-arcillosa con gravas y guijarros angulosos (Figura No. 4). La velocidad de estos lahares fue de tal magnitud que erosionó el lecho y riberas de las quebradas, dejando al descubierto coladas lávicas pre-existentes que se encontraban sepultadas bajo el lecho, incrementando el ancho de las mismas e incorporando estos materiales a los flujos de escombros.



Figura No. 4. Flujo de escombros que impactaron en las propiedades de la cercanía de la quebrada El Javillal. Obsérvense bloques lávicos de distintos tamaños y el material compuesto por una mezcla de suelos, bloques de rocas, fragmentos de árboles y agua.

Se reconocen dos flujos de escombros principales. El primero fue el que bajó por la quebrada La Mina, el cual, a medida que descendía fue incorporando material de otros flujos que se originaron en las quebradas afluentes. Al llegar a la depresión, el flujo se movilizó una distancia aproximada de 1 Km. hacia el oriente, pasando por el borde sur del cerro Guacamayero hasta impactar frontalmente con el cerro Pacho, contiguo al bosque con árboles de gran diámetro, en su mayoría conacaste. Estos árboles sirvieron de barrera natural donde se apiñaron los bloques de hasta 2 m de diámetro que transportaba el flujo, formándose un pequeño dique que dividió al flujo en dos partes, los cuales hemos denominado A y B, tal y como se indica en la figura No5. Además, el impacto contra el cerro Pacho trajo como consecuencia la pérdida de velocidad del flujo de escombros.

La parte A continuó hacia el noreste hasta unirse con la quebrada El Javillal y de allí siguió su recorrido por 1 Km. hasta llegar a la orilla del lago, al sector conocido como “la escuela”, en donde originó el depósito No1. No obstante que este depósito cubrió la menor extensión con respecto a los otros, fue éste el que causó la mayor cantidad de daños. Esto fue debido a que el flujo en este trayecto se mantuvo dentro del cauce de la quebrada, permitiéndole mantener su gran velocidad y por otra parte, por la existencia del mayor número de viviendas en este sector. En cuanto a la parte B, ésta continuó rodeando el cerro Pacho por una longitud de 200 m aproximadamente para luego subdividirse en las porciones C y D.

La porción C del flujo continuó rodeando el cerro Pacho hasta alcanzar la ribera del lago en el sector conocido como “Agua Caliente”, dando lugar al depósito No2. Al contrario que el caso anterior, es éste el que cubrió una mayor extensión de terreno y ocasionó menos daños en las viviendas del sector. Esto fue debido a la poca pendiente del terreno, lo cual permitió que el flujo se displayara y perdiera velocidad. En cuanto a la última porción del flujo, la D, ésta continuó en dirección Noreste hasta llegar a la calle que bordea el lago, donde prácticamente se detuvo por las mismas razones que la porción C, pero no sin antes sepultar parcialmente algunas viviendas y originar el depósito No3. Los tres depósitos antes mencionados se muestran en la figura No. 5.

Un segundo flujo descendió por la quebrada El Javillal. Este flujo, al igual que el descrito anteriormente, descendió desde las faldas del volcán, uniéndose a la parte A del flujo de la Quebrada La Mina, unos 200 m al noreste del cerro Guacamayero.

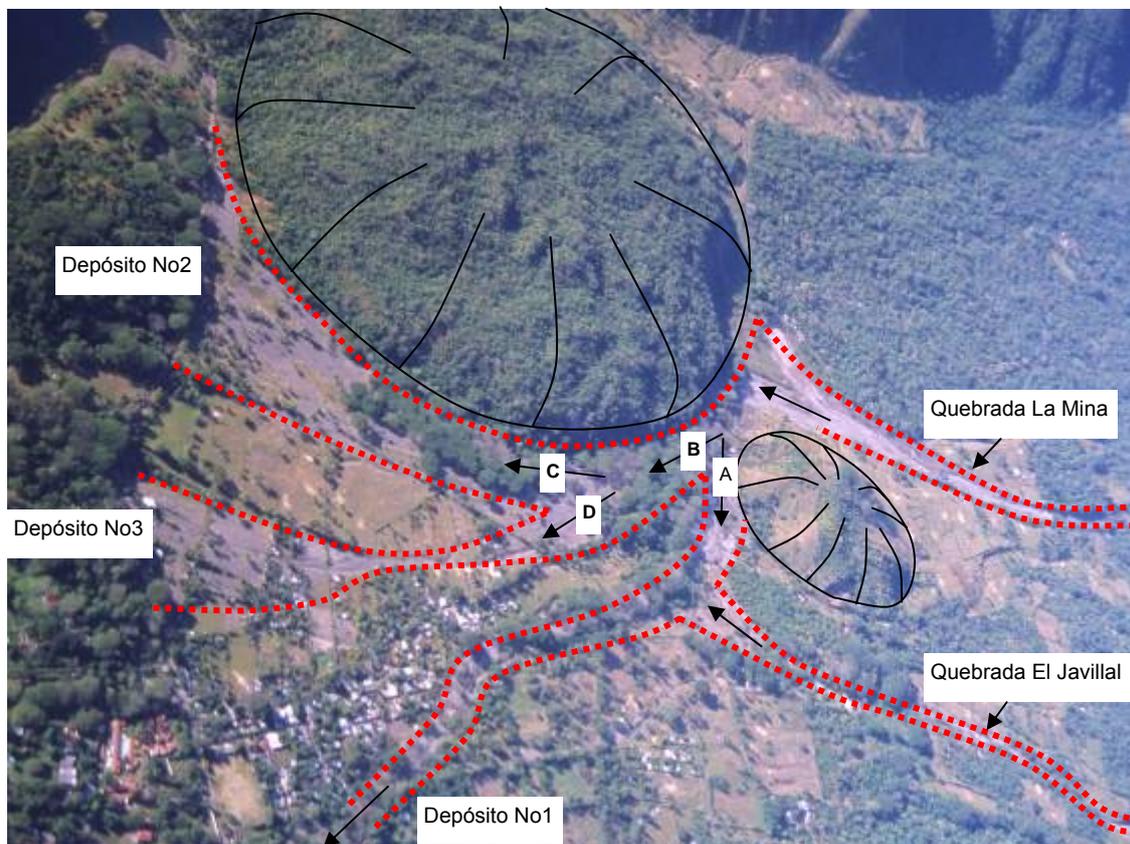


Figura No. 5. Vista aérea de los depósitos producidos por los flujos de escombros en el sector del caserío El Javillal.

Las lluvias continuaron y el martes 4 de octubre se formó otro lahar, con características granulométricas totalmente diferentes. Este depósito era rico en materiales arena-limo y arcilla con arrastre de gujarros y algunos bloques ≤ 0.5 m de diámetro, el cual también llegó a alcanzar las riberas del lago, elevando el nivel del terreno hasta unos 40 cm en la calle principal.

Todos los depósitos presentaron un olor a azufre debido a la presencia de minerales hidrotermalizados provenientes de la zona cratérica. Estos materiales, luego de su deposición y pérdida de agua por evaporación, suelen encontrarse cementados por la presencia de arcilla de origen hidrotermal (caolín) y sulfato de calcio (yeso). El grado de cementación decrece cuando la matriz presenta una granulometría gruesa y el contenido de arcillas disminuye.

Perspectivas de Mitigación en la Zona

Las inspecciones que SNET ha continuado realizando a la zona del volcán y sus alrededores, indican que todavía existen grandes cantidades de cenizas en estado semi-suelto y bloques rocosos en las cercanías del cráter (Véase figura No. 6). Además, una gran extensión de la cobertura vegetal en la ladera oriente del volcán se encuentra quemada, debido a la alta temperatura a que fueron expuestos los árboles y maleza de ese sector durante la erupción (Figura No. 7).

Lo anterior hace prever que, mientras siga existiendo una cobertura vegetal quemada y casi inexistente, la lluvia de los próximos inviernos tendrá poca posibilidad de infiltración, incrementando la escorrentía superficial y generando condiciones para que las cenizas y rocas que se encuentran cerca del cráter puedan ser nuevamente arrastradas y movilizadas hasta formar flujos de escombros. Mientras esto pueda suceder, los caseríos del cantón Planes de La Laguna seguirán siendo expuestos a los daños causados por los flujos que puedan descender desde lo alto del volcán.



Figura No. 6. Cenizas semi-sueltas y bloques angulares de variados tamaños en la cercanía del cráter de Santa Ana.

Mientras siga existiendo la posibilidad de nuevas erupciones del volcán Ilamatepec, también continua la posibilidad que se deposite más cenizas y rocas en los alrededores del cráter del volcán. Estos materiales serían fuente para lahares de igual o mayor proporción que los ocurridos en la primera semana de octubre de 2005.

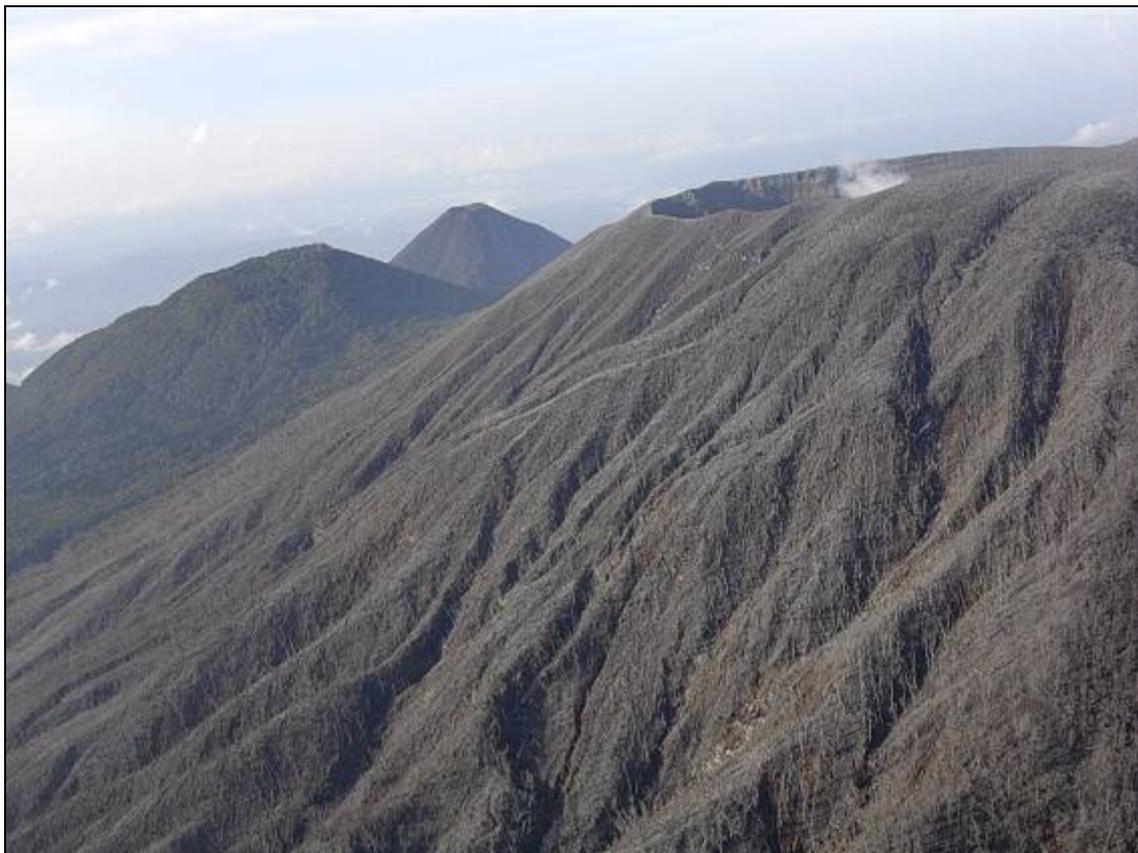


Figura No. 7. Depósitos de cenizas y cobertura vegetal quemada en la ladera oriente del volcán de Santa Ana.

Propuesta de mitigación o prevención

En vista de lo antes expuesto, se proponen como medidas de prevención o mitigación las siguientes opciones de obras y/o actividades.

1. Opción 1: Construcción (excavación) de un canal que sirva para encausar futuros flujos de escombros que se produzcan y conducirlos hacia una zona donde los daños sean mínimos.

De acuerdo a las características de los flujos de escombros ocurridos en octubre, las dimensiones del canal se han estimado en 2 metros de profundidad y 5 de ancho. La longitud aproximada del canal es de 1.5 km aproximadamente y deberá iniciar en el lugar donde los flujos chocan con el cerro Pacho y finalizar en el sitio conocido como "Agua Caliente". La superficie del mencionado canal deberá ser revestida de gaviones, para lo cual existe suficiente material (roca) en el lugar. Con las dimensiones anteriores se ha calculado que el volumen total de excavación sería de 22 mil metros cúbicos (m^3), lo cuales podrán ser utilizados para incrementar el peralte de los lados del canal.

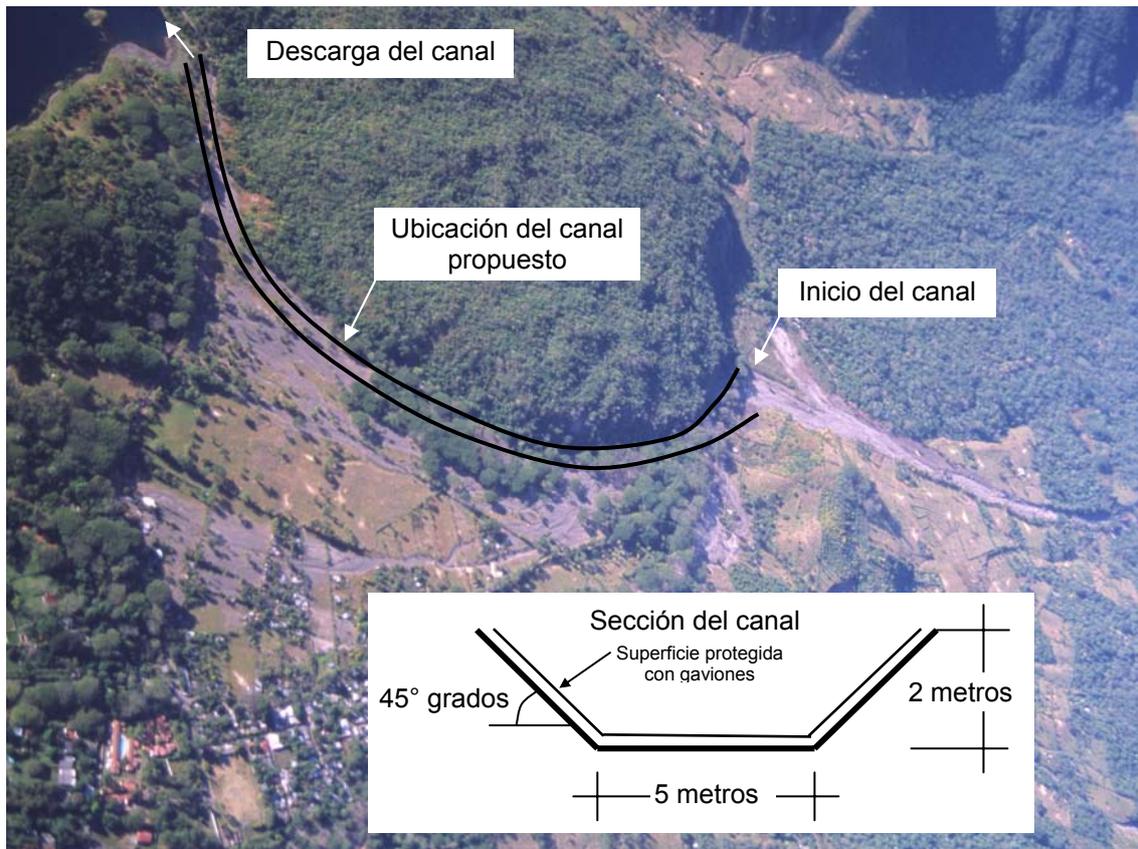


Figura No. 8. Opción 1: Canal propuesto para el desalajo de los flujos de escombros que se originan en el volcán de Santa Ana.

2. Opción 2: Ampliación del canal natural, que sirva para encausar futuros flujos de escombros por donde los flujos de escombros se encausaron en octubre de 2005 y conducirlos hacia el lago, causando un mínimo de daños.

Esta opción permitiría utilizar el drenaje generado por los flujos de escombros de octubre de 2005 para encausar futuros flujos mediante la ampliación del canal, siguiendo como mínimo los lineamientos de la sección de canal descrita en la opción anterior.

Considerandos:

a) El propósito del canal es conducir y desalojar los flujos hacia un lugar donde los daños sean mínimos y no detenerlos, b) las dimensiones del canal que se presentan se han calculado con base a los flujos ocurridos. En caso de nuevas erupciones o de una situación lluviosa aún más severa que la ocurrida durante el 2005, el canal podría resultar insuficiente para conducir los flujos que puedan producirse, c) será necesario un adecuado mantenimiento del canal y su limpieza antes del inicio de cada época lluviosa.

En ambos casos y como requisito mínimo será necesario desarrollar un plan de emergencia para la zona, de forma tal que sus habitantes puedan estar preparados para enfrentar este tipo de fenómenos durante la próxima época lluviosa.



Figura No. 9. Opción 2: Ampliación de canal existente para el desalojo de los flujos de escombros que se originan en el volcán Iamatepec.