- ✓ **Lahares 1,983-84 (destrucción de El Palmar).**

Los lahares parecieran comportarse igual a los flujos piroclásticos (solamente que en presencia de grandes cantidades de agua): están formados por mezclas de materiales, pueden viajar grandes distancias montaña abajo y principalmente, destruyen todo lo que encuentran a su paso.
En junio de 1983 el V. Santiaguito entraba nuevamente en actividad justo en la época de inicio de la temporada lluviosa por lo que las intensas lluvias empezaron a arrastrar el material volcánico hacia los cauces de los ríos Nimá II y El Tambor (INSIVUMEH, 1988). Entre los últimos días de junio y hasta el 2 de julio del mismo año, se agrava la situación a inmediaciones de El Palmar ya que la enorme carga de sedimentos bloquea el cauce del río Nimá II y éste a su vez desborda al río Nimá I afectando directamente a la población. Hasta ese momento ya se estiman pérdidas por más de 1 millón de quetzales ya que el 35% de las viviendas han sido dañadas y se han evacuado más de 244 familias (INSIVUMEH, 1988). La destrucción total del poblado sucedió durante la temporada lluviosa de 1984, específicamente en agosto, en donde hubo necesidad de evacuar nuevamente a los pobladores, se dañaron varios puentes dejando incomunicado el poblado y las pérdidas alcanzaron los 4 millones de quetzales (varios artículos periodísticos de El Gráfico y Prensa Libre).

Figura 11. Aspecto del daño causado en la población de El Palmar en 1983.
Fotografía tomada por Bill Rose.

Los resultados de un análisis multi-temporal de cambios morfológicos (Viera, 2003) muestran que desde 1964 hasta 2001 las zonas afectadas por lahares y flujos de lodo crecieron de 0.077 km^2 hasta 1.23 km^2, es decir, un aumento de 15 veces. Esta enorme actividad fluvio-lahárica en esta región de la cuenca desembocó en la destrucción del poblado y el cambio drástico en el paisaje y morfología del lugar – ver Fig. 12.

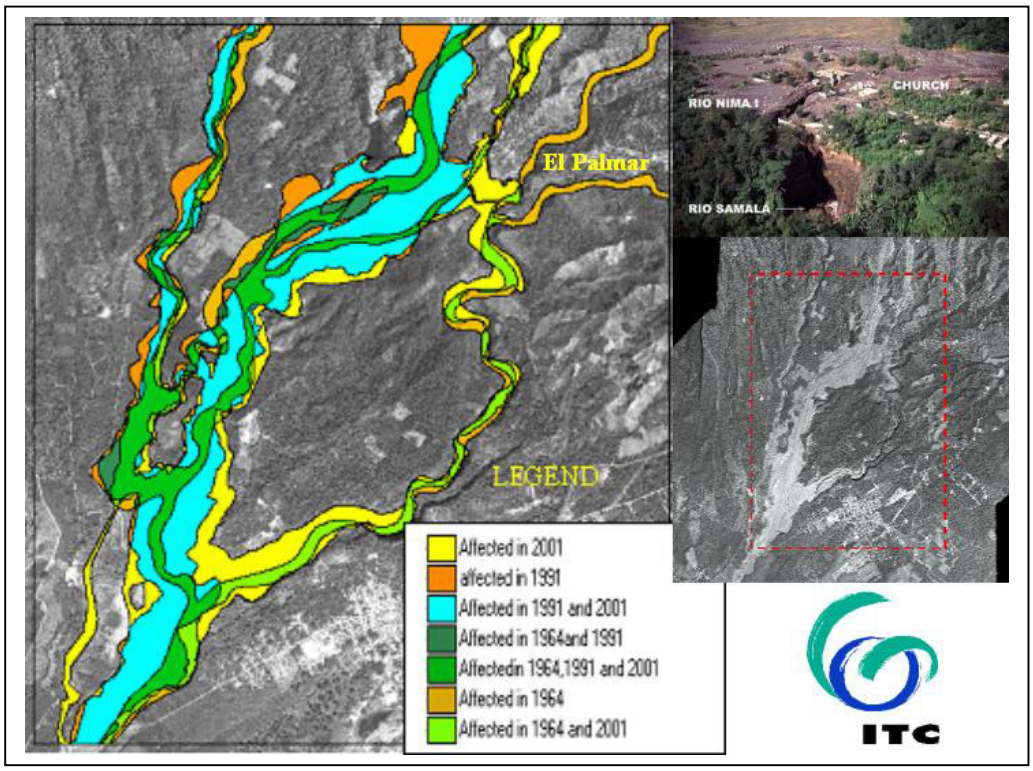

Figura 12. Evaluación de cambios morfológicos en los últimos 35 años en los alrededores de El Palmar. Los polígonos coloreados muestran la secuencia de diferentes eventos laháricos lo cual también se identifica claramente en la fotografía aérea (inserta a la derecha abajo). Arriba a la derecha, se observa una vista de El Palmar ya abandonado. Elaborada a partir del trabajo de Viera (2003).

- ✓ **Lahares 1,988 y 1,993 (destrucción Gasolinera Eureka y CA-2, respectivamente).**

Durante este período ocurrieron algunos flujos laháricos que provocaron severos daños principalmente en el área de la Carretera Panamericana CA-2. Entre estos se puede mencionar el lahar de categoría 4 del 25 de agosto que provocó fuerte azolvamiento, al día siguiente (26 agosto) otro lahar de categoría 6 destruyó la gasolinera y restaurante Eureka, a la altura de la vuelta El Niño, el 9 de septiembre fue destruido el puente en El Pomarrosal, San Felipe por un evento de categoría 6 y finalmente el 28 de agosto de 1993 fue destruida la carretera CA-2 a la altura del km.176.5 por un lahar de categoría 6 (Conde Carpio, 2000).

4 METODOLOGÍA Y RESULTADOS.

4.1 Análisis geomorfológico de la Cuenca del río Samalá.

Francisco de la Caridad Viera M.Sc., Instituto Internacional de Ciencias de la Geo-información y Observación Terrestre (ITC), Holanda.

Se realizó un análisis geomorfológico de la cuenca en base a interpretación foto geológica convencional, análisis digital, trabajo de campo y procesamiento de información utilizando Sistemas de Información Geográfica (ILWIS). Básicamente, se definieron 3 grupos geo-morfológicos principales:

- ✓ **Morfología volcánica.**

Corresponde al complejo volcánico Santa María-Santiaguito como tal incluyendo los flancos volcánicos y las unidades litológicas principales (rocas piroclásticas, depósitos de caída y flujos de lava). También se incluyen en este grupo los depósitos de pie de monte derivados de los diferentes eventos de flujos piroclásticos, incluyendo también al V. Siete Orejas (al nor-oeste). Y por último, se dividieron las zonas morfológicas del viejo edificio volcánico del Santa María en comparación con los domos (El Brujo, El Caliente, La Mitad y El Monje) y flujos de lava del Santiaguito.

- ✓ **Morfología fluvio-volcánica.**

Esta morfología corresponde a la mayor parte de la superficie de la cuenca y está compuesta principalmente por aluviones, terrazas aluviales y planicies de inundación. Estos patrones se encuentran desde la parte alta de la cabecera de cuenca, en los departamentos de Quetzaltenango y Totonicapán, pero se acentúan mucho más desde la parte media cuando los ríos Izcayá y Nimá I se unen al Samalá aumentando su caudal y aportando material volcánico del Santa María y del Santiaguito para la formación de lahares fríos y calientes, respectivamente. Aguas abajo, a la altura de San Felipe, Retalhuleu, se unen los ríos Nimá II y El Tambor lo cual termina de aumentar al máximo el caudal y lahares del río Samalá.

- ✓ **Morfología denudacional.**

Se definieron diferentes áreas dentro de la cuenca en donde ocurren fenómenos erosivos y deposicionales. Entre estos se encuentra el área del cráter del V. Santa María formado durante la explosión de 1902 en donde suceden procesos erosivos que forman barrancos y hondonadas que generan los grandes movimientos de masa en la cuenca inter-montana. Probablemente, sea este proceso el que genera la mayor parte del material volcánico no consolidado que luego es arrastrado por el río Nimá I para la formación de lahares.

Adicionalmente, se tienen procesos denudacionales en las pendientes de ladera y pie de montes las cuales están formadas por coluviones mixtos de depósitos piroclásticos y lavas. La combinación de factores climáticos, la pendiente y la composición del material produce procesos acumulativos en estas áreas. Existen también escarpes erosivos activos en donde ocurren principalmente movimientos

de masa influenciados tectónicamente, en las unidades de cenizas volcánicas, depósitos piroclásticos y lahares.

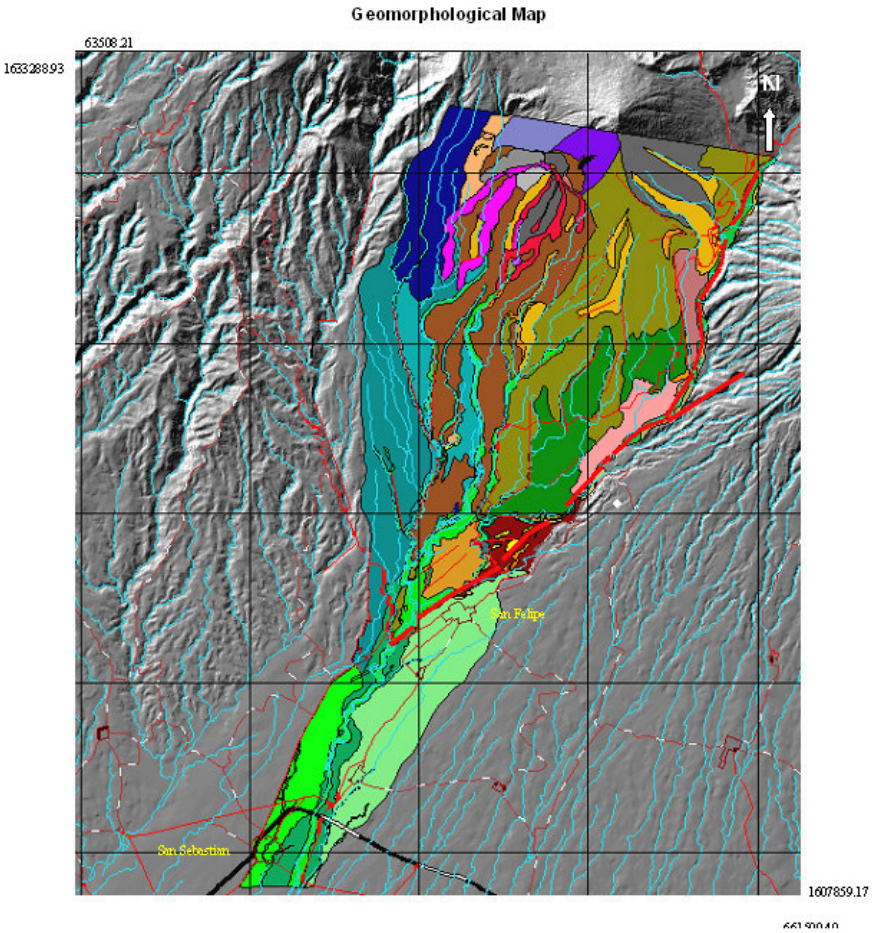

Figura 13. Mapa geomorfológico de parte de la cuenca del río Samalá (flanco sur del V. Santa María a San Sebastián).

Las unidades de tonos verdes corresponden al grupo morfológico fluvio-volcánico, es decir que incluye todas aquellas formas relacionadas con la actividad hídrica de los ríos Nimá I, Nimá II, El Tambor y Nimá incluidas las terrazas aluviales, planicies de inundación y los cañones profundos de los ríos aguas arriba. Desde la parte media del área de estudio hacia San Sebastián empieza a disminuir la pendiente del terreno y por tal razón las unidades geomorfológicas se vuelven más amplias y los procesos erosivos y de arrastre son sustituidos por procesos de depositación. Este problema afecta principalmente al puente "Castillo Armas" ya que disminuye la capacidad de carga hídrica del río Samalá y pone en riesgo la estructura del propio puente.

Las formas volcánicas están concentradas únicamente en el complejo volcánico Santa María-Santiaguito en donde se distinguen básicamente flujos de lava antiguos y pendientes con flujos piroclásticos (tonos marrón) y lavas más recientes (tonos morados), incluso producto del V. Siete Orejas (tonos azules). Esta zona constituye indudablemente la fuente que abastece de "materia prima" para la formación de lahares y flujos de lodo.

El comportamiento geo-dinámico de la cuenca (tectonismo, volcanismo, hidrografía, movimientos de masa, etc.) ha modelado la geo-morfología descrita anteriormente en función a la ocurrencia de 3 principales procesos (ver Fig. 14):

- ✓ **Actividad eruptiva:** generación de flujos de lava que normalmente son de volumen limitado, aunque los 3 más recientes han sido significantemente grandes, el mayor, extendiéndose hasta 2 kms. del cráter. La actividad lávica se alterna con actividad explosiva que produce oleadas y flujos piroclásticos de diferentes magnitudes y alcances, caída de ceniza y tefra.

- ✓ **Movilización de sedimentos volcánicos inestables:** estos se depositan principalmente por gravedad e influencia de las pendientes hacia los flancos sur-oeste y sur-este del V. Santiaguito y caen al cauce del río Nimá I.

- ✓ **Producción de lahares y flujos de lodo (inundaciones):** durante la época lluviosa todos los sedimentos volcánicos movilizados son arrastrados por las crecidas de los ríos Nimá I, Nimá II y El Tambor, los cuales se unen al río Samalá a la altura del poblado de San Felipe y aguas abajo provocan erosión de los bordes y cauce del río, cambios constantes de la configuración de los cauces, azolvamientos, daños a la infraestructura básica, poblaciones y zonas de cultivo.

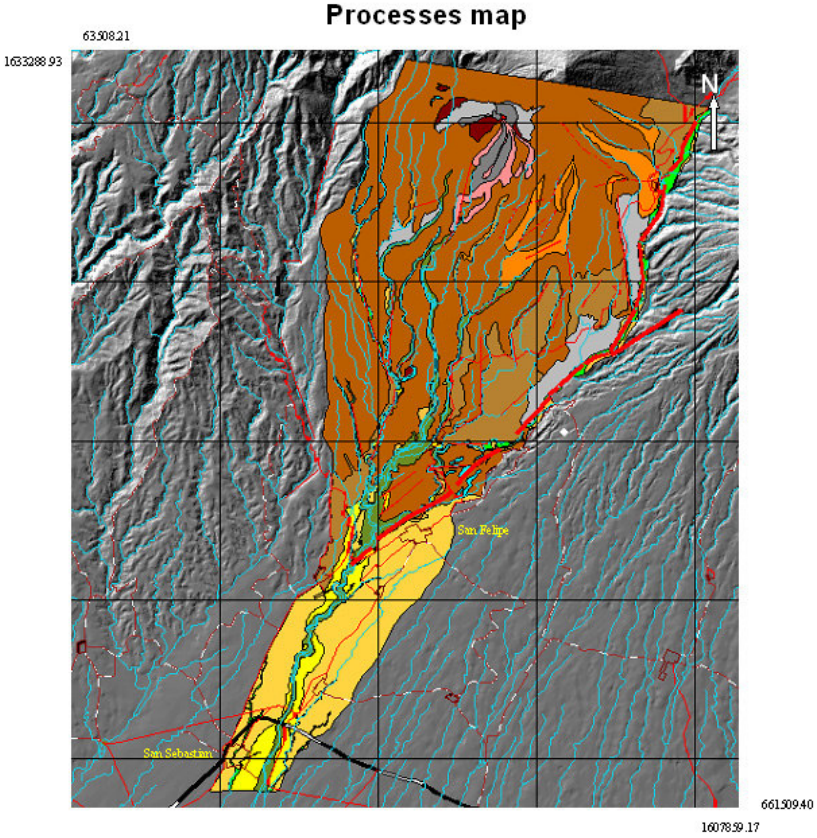

Figura 14. Mapa que muestra los principales procesos que modelan y controlan la configuración morfológica del área de estudio.

Estos procesos, actuando individualmente o en su conjunto, originan 5 grupos principales de materiales (no unidades litológicas):

- ✓ Rocas volcánicas (lavas).
- ✓ Depósitos piroclásticos.
- ✓ Depósitos de pendiente.
- ✓ Detritos volcánicos.
- ✓ Depósitos fluvio-laháricos.

Finalmente, dentro del análisis geo-morfológico, se realizó un análisis multi-temporal de cambios morfológicos en los alrededores de San Sebastián, Retalhuleu y El Palmar, Quetzaltenango. Los resultados obtenidos en la zona de El Palmar han sido presentados en el apartado 3.4 (Eventos y desastres históricos).

Se utilizaron fotografías aéreas del área de estudio de 1964, 1991 y 2001 (tomadas por Instituto Geográfico Nacional y Agencia de Cooperación Japonesa) –ver Fig. 15. Los resultados obtenidos demuestran que esta zona ha sido afectada por innumerables eventos de inundación y lahares, principalmente entre 1983-1984 (destrucción de El Palmar), 1985-1988 (desastre en Las Pilas, daños a infraestructura eléctrica, sepultamiento del puente San Caralampio, destrucción de la gasolinera Eureka y un restaurante, destrucción puente El Pomarrosal y azolvamiento del puente Ixpatz) y 1993-1994 (daños a El Pomarrosal y Finca Filadelfia, destrucción de un tramo de la CA-2 y azolvamiento casi total (a 50 cm) por debajo del puente Castillo Armas) (Conde Carpio, 2000; Viera, 2003). Durante todos estos eventos hubo un crecimiento de las áreas de inundación-azolvamiento desde 28,000 m^2 en 1964 hasta 260,000 m^2 en el 2001, es decir, casi 10 veces más superficie en solamente 37 años.

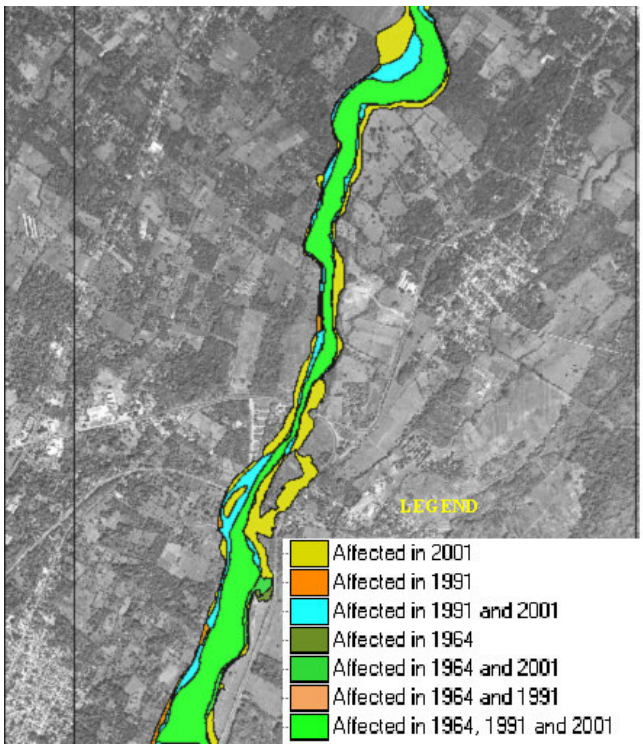

Figura 15. Mapa de cambios morfológicos ocurridos en los alrededores de San Sebastián entre 1964 y 2001.