

Es de hacer notar que este mapa no atiende a la definición de “mapa de riesgo” sensu estricto, pues no incluye los costos de los elementos expuestos (viviendas, líneas vitales, cultivos, entre otros). Sin embargo, la información se ha sobrepuesto en la fotografía aérea del área (año 2,006) para mostrar los elementos expuestos. Una evaluación detallada posterior, puede aportar los costos de dichos elementos.

El mapa de riesgo por flujo de detritos muestra que las comunidades de Panabaj y T'zanchaj se encuentran expuestas a un riesgo muy alto mientras que los cantones de Pachichaj-Chuul-Panul) están emplazados en un sector de riesgo alto.

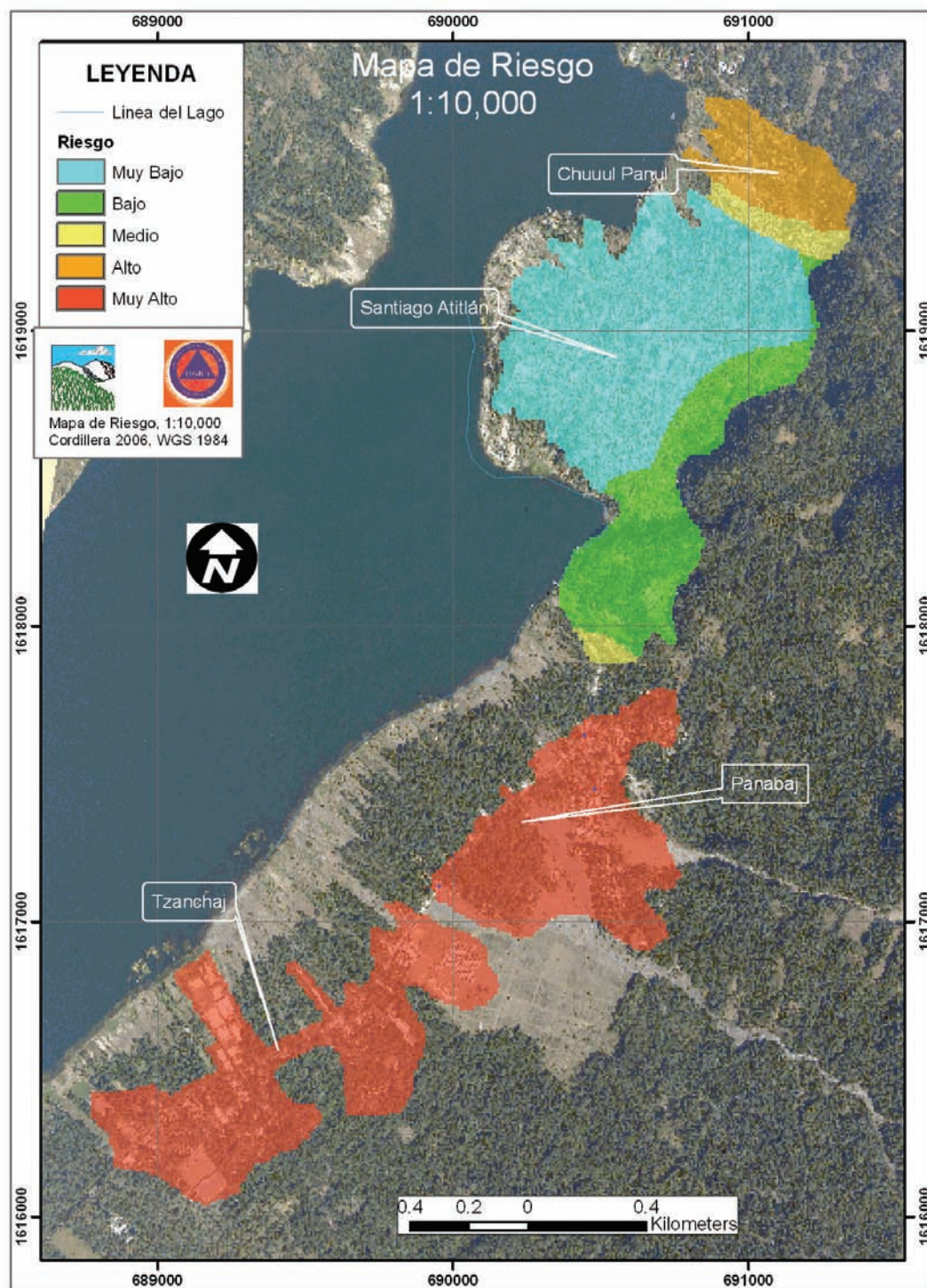


Figura 7.1. Mapa de riesgo por flujos de escombros para Santiago Atitlán.

Se delimitaron dos polígonos de alto riesgo por flujo de detritos:

- a) polígono Panabaj-Tzanchaj (Figura 7.2), y
- b) polígono Pachichaj-Chuul-Panul (Figura 7.3). Por ser considerados instrumentos importantes de gestión de riesgos se reproducen ambos polígonos en tamaño más grande y se incluyen en el Anexo III de este informe.

Para la delimitación de los polígonos de alto riesgo se tomaron en cuenta los siguientes elementos:

- i. El mapeo geológico enfocado a la distribución espacial de los flujos de detritos que ocurrieron el 5 de octubre del 2005. Estas actividades revelaron que los flujos de lodo ocurrieron principalmente a lo largo del cauce principal de las microcuencas Panabaj Norte, Panabaj Sur, Tzanchaj, La Providencia, y El Cementerio de modo que cualquier comunidad emplazada en estas microcuencas está sujeta a ser afectada por flujos futuros de lodo. A lo largo de la microcuenca El Mirador se detectó caída de bloques grandes y deslizamientos en el borde sur por lo que también se decidió incluir este sector dentro del polígono de alto riesgo que abarca Panabaj y Tzanchaj.
- ii. El contexto geomorfológico de la región. La presencia de abanicos aluviales al sur de Santiago, y las perforaciones realizadas en los sedimentos del lago, documenta un amplio registro histórico de sedimentación al que ha estado expuesta la zona durante miles de años. Las dataciones geocronológicas de los sedimentos y las versiones de los ancianos del área indican que los flujos de detritos son altamente recurrentes y que pueden continuar presentándose en el futuro cercano. En varios contextos geomorfológicos donde ocurren abanicos aluviales se ha documentado la migración de canales fluviales lo cual conduce a extender la zona de influencia de alto riesgo a casi todo el abanico aluvial presente en Panabaj-Tzanchaj por lo que las únicas dos barreras topográficas para los flujos lo constituyen el cerro de Quelbaljuyú, al norte de Panabaj, y el acantilado al sur de la pista de aviación en Tzanchaj.
- iii. La alta susceptibilidad por deslizamientos detectada particularmente al sur de Santiago. Los deslizamientos se constituyen en la principal fuente de sedimentos para los flujos de detritos que se han formado en la zona. La zonificación de amenaza por deslizamientos detectó varias zonas que se constituyen en fuente para la generación de futuros flujos de detritos.
- iv. Para llevar a cabo una gestión preventiva de riesgos se consideró apropiado que a los sectores con alta amenaza se les asignara la categoría de alto riesgo aunque al momento de escribir este reporte no viviera ninguna persona en algunos de estos sectores de alta amenaza. No hacerlo de esta manera conduce a dejar abierta la posibilidad para que sectores con alta amenaza puedan ser habitados en el futuro cercano.

La elevada vulnerabilidad de la zona proveniente de los altos niveles de pobreza extrema que afecta a la población de Santiago, debilidad institucional a nivel local, principalmente en la municipalidad, debilidad institucional a nivel nacional principalmente relacionada con CONRED, polarización política vinculada al conflicto armado que afectó al país por más de 35 años, los altos niveles de exposición de la población, y la débil infraestructura de un alto porcentaje de las viviendas (90% casas de adobe en Panabaj-Tzanchaj).

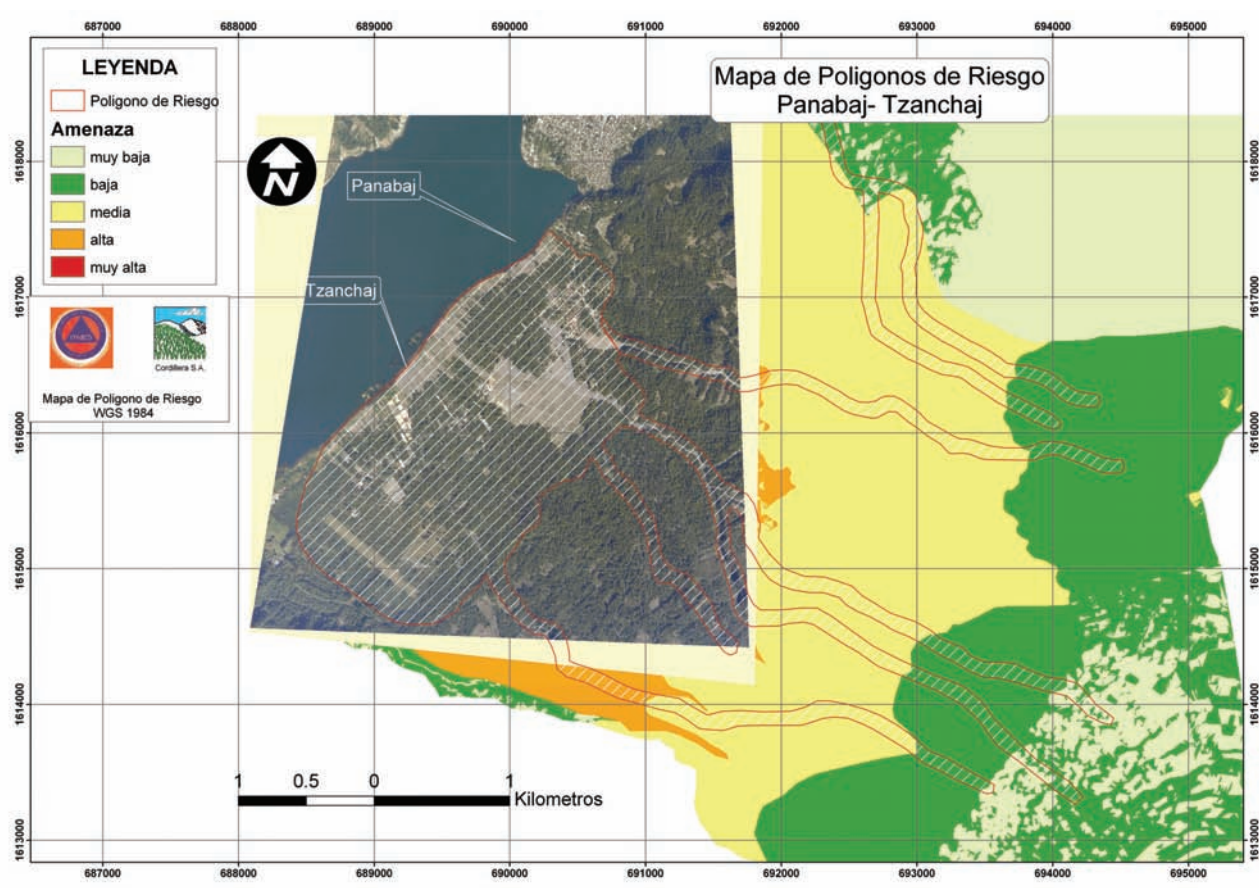


Figura 7.2. Delimitación de polígono de alto riesgo para el área Panabaj-Tzanchaj

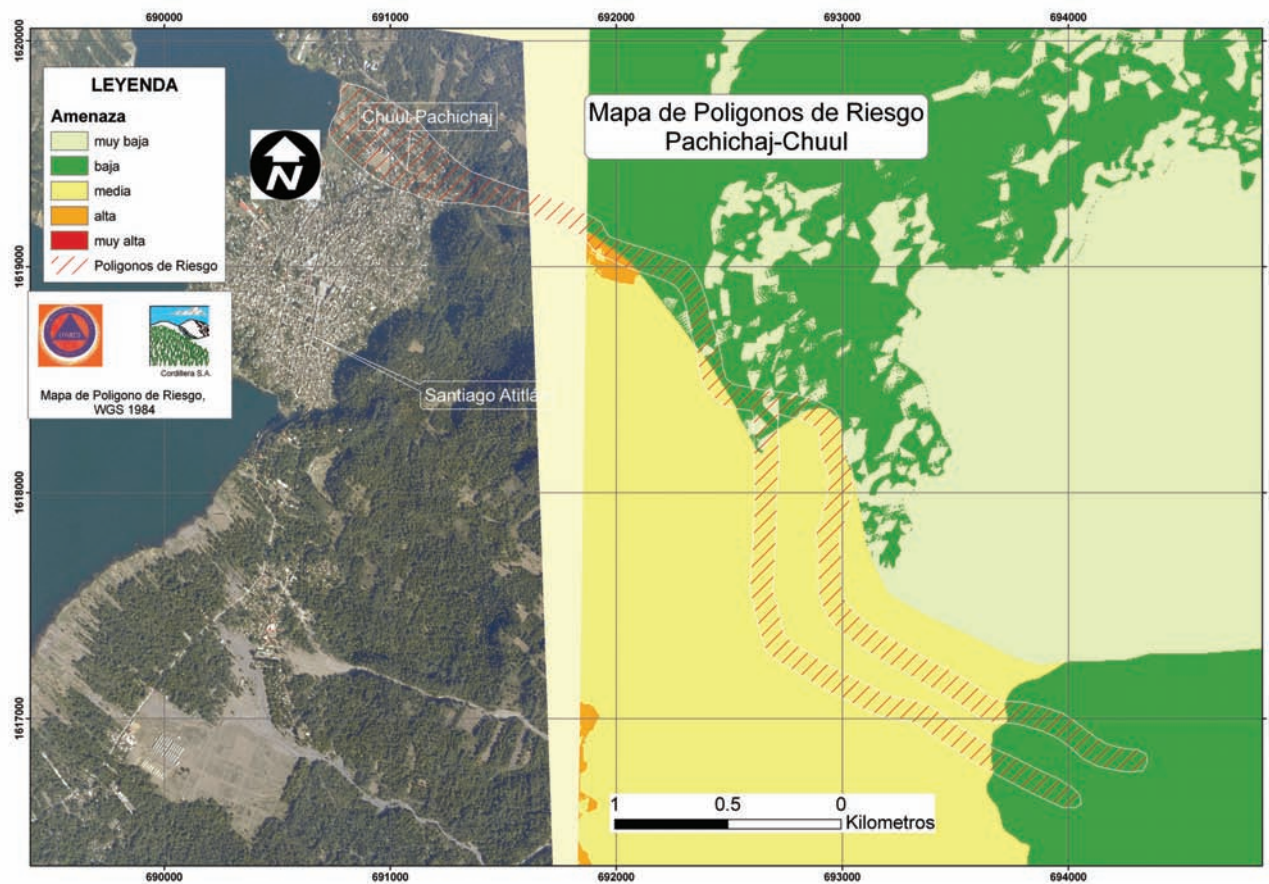


Figura 7.3. Delimitación de polígono de alto riesgo para el área Pachichaj-Panul-Chuul

7.2. Generación de escenarios de riesgos por flujo de detritos mediante la utilización del programa Lahar-Z

Se decidió llevar a cabo este estudio, mediante el uso del programa Lahar-Z y utilizando el modelo digital del terreno, con el cual se busca delimitar las zonas susceptibles por las que se considera, pueden bajar flujos de lodo. Dicho programa utiliza el modelo digital del terreno para simular el comportamiento de fluidos a través de los drenajes naturales o canales que pueden ser usados al descender de los flancos de los volcanes. El método de delineamiento que se propone a usar, se basa en un conjunto de macros creados en Arcinfo, estos son simplemente una automatización de los métodos tradicionales para crear las zonas de inundación y cuyo ingreso básicamente es un modelo de elevación digital, un coeficiente llamado cono de energía y cuatro volúmenes de masa. Detalles sobre los fundamentos del método pueden encontrarse en diferentes fuentes de la literatura^{1,2} así como su aplicación en Guatemala³.

7.2.1. Fundamentos y Supuestos del Método

Iverson y otros (1998) usaron el análisis escalonado para predecir matemáticamente la forma de una ecuación, y el análisis estadístico de la trayectoria de 27 lahares en nueve volcanes para el desarrollo de las ecuaciones que estiman las áreas planimétricas y las secciones transversales de una planicie de inundación como función de los volúmenes del lahar. (Schilling, 1998). El desarrollo teórico puede encontrarse con más detalle en las referencias citadas, para quien desee profundizar más en la metodología.

El LaharZ es un programa escrito en el macro lenguaje de ARCINFO que corre dentro dentro del módulo GRID de ARCINFO el cual funciona con datos tipo raster. El programa LaharZ fue escrito para delimitar áreas potenciales de inundación por lahares para uno o más volúmenes especificados por el usuario. Si el usuario ingresa volúmenes múltiples, el programa produce una zona de amenaza de inundación para cada volumen.

En el caso de aplicación para el presente estudio que es para la zona de Tzanchaj y Panabaj se seleccionaron las microcuencas que fueron delimitadas y se mostraron en la sección de geomorfología. Se procedió a correr el programa tanto para un área del Volcan Atitlán como también para el Volcán Tolimán. El diagrama de flujo del algoritmo utilizado para la implementación del delineamiento de la zona de riesgo es el que se muestra en la Figura 7.4.

7.2.2. Parámetros a utilizar

Aunque el programa LaharZ fue desarrollado con estudios de volcanes de la costa oeste de los Estados Unidos y validado tomando como referencia los volúmenes de material utilizados en los estudios hechos por el Servicio Geológico de los Estados Unidos en esa zona, para el caso de Guatemala y Centroamérica los volúmenes utilizados en los estudios desarrollados por ellos, posteriores al Huracán Mitch en el año 2001 en los Volcanes de Agua, Fuego, y Acatenango en Guatemala fueron 500,000 m³; 1 millón de m³; 2 millones de m³ y 4 millones de m³.

Para el caso objeto de este estudio se decidió hacer las primeras corridas con los volúmenes siguientes: 250,000; 500,000, 1 millón, y 2 millones de m³. Los resultados se muestran en las Figuras 7.5, 7.6, 7.7, y 7.8.

En lo que respecta al valor H/L para el Volcán Tolimán el valor utilizado fue de L= 4909.27 o sea 4910 metros H= (3010 – 1570) = > 1440 metros H/L= 0.2932 tomando además valores de H/L= 0.3168 y H/L= 0.529 para las demás líneas de energía. Se calculó un nuevo valor de la relación H/L para el volcán de Atitlán, el cuál es: H= 1965 y L = 6960 > H/L= 0.2823 y también H/L= 0.424, se utilizarán los mismos volúmenes que en el volcán Tolimán.

¹ Iverson, R., Schilling, S., and Vallance, J., 1998, Objective delineation of lahar-inundation hazard zones: Geological Society of America Bulletin, v. 110, p. 972-984.

² Schilling, S., 1998, LAHARZ: GIS Programs for automated delineation of lahar hazard zones. U.S. Geological Survey Open-file Report.

³ Girón Mencos, Edwin G., 2006, Determinación de Áreas de Amenaza por Lahares, usando el Modelo de Lahar-Z, en el Volcán San Pedro, Municipio de Sololá, Guatemala.” Tesis Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala.

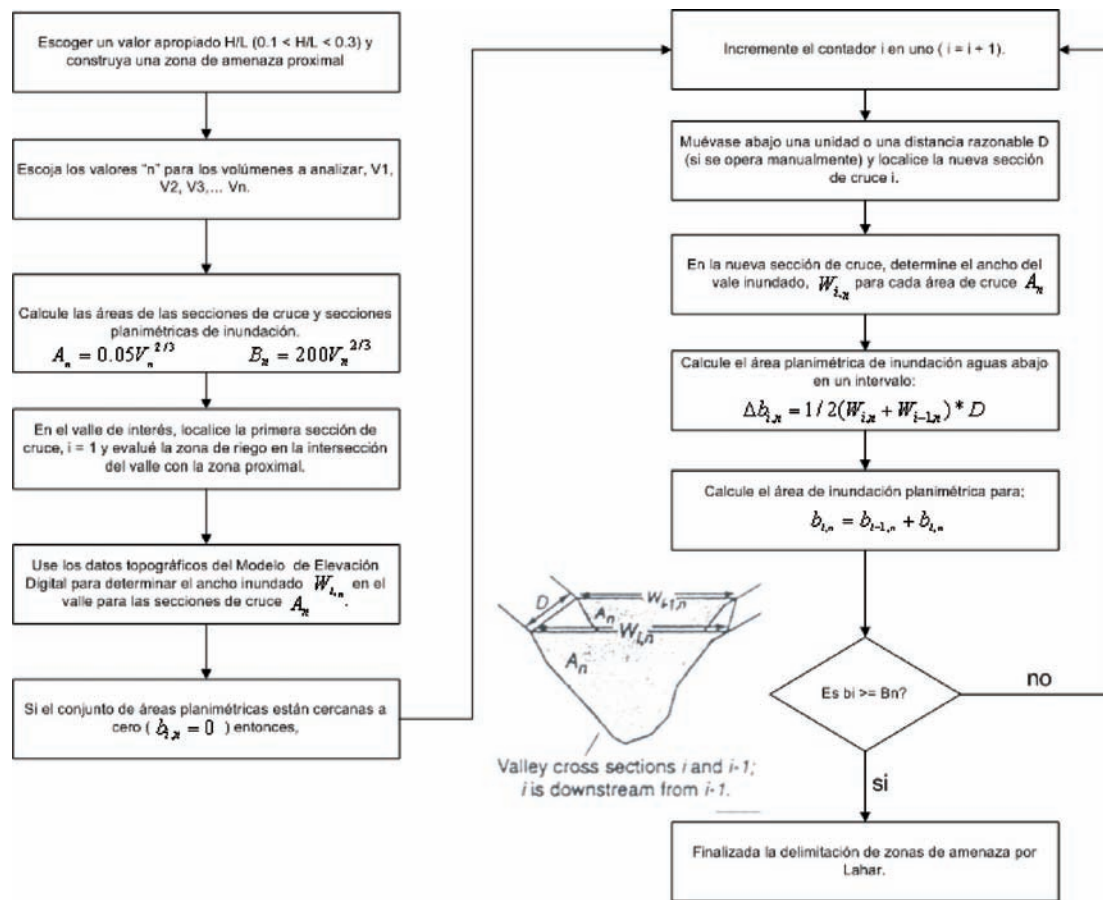


Figura 7.4. Diagrama de flujo del algoritmo utilizado para la implementación del delineamiento de la zona de riesgo. Tomado de Iverson et al (1998).

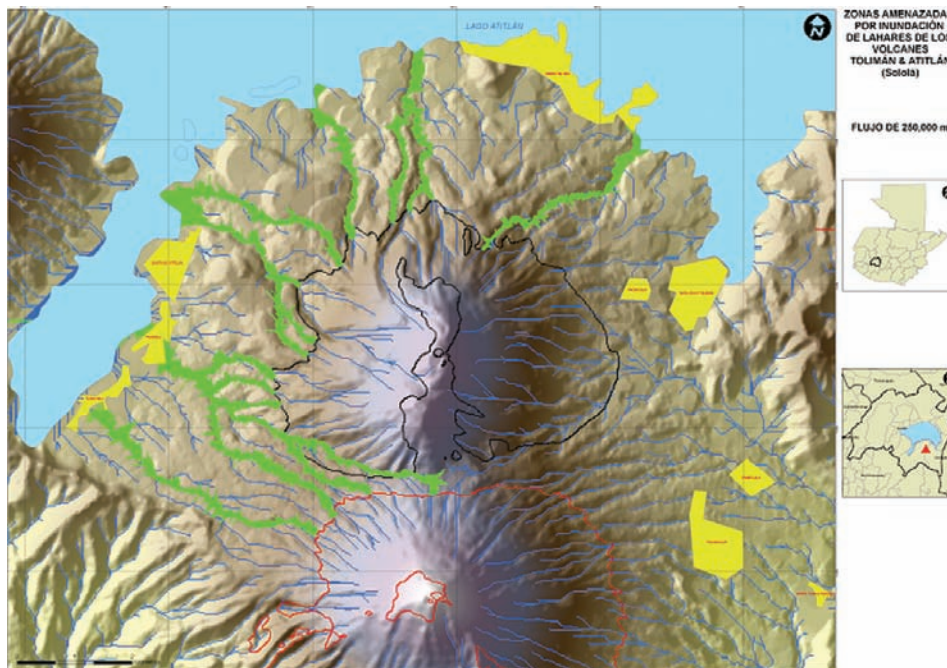


Figura 7.5. Mapa que muestra zonas de inundación con un volumen de 250,000 m³. El Modelo Digital del Terreno usado en las corridas de Laharz está basado en información digital del Laboratorio SIG del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

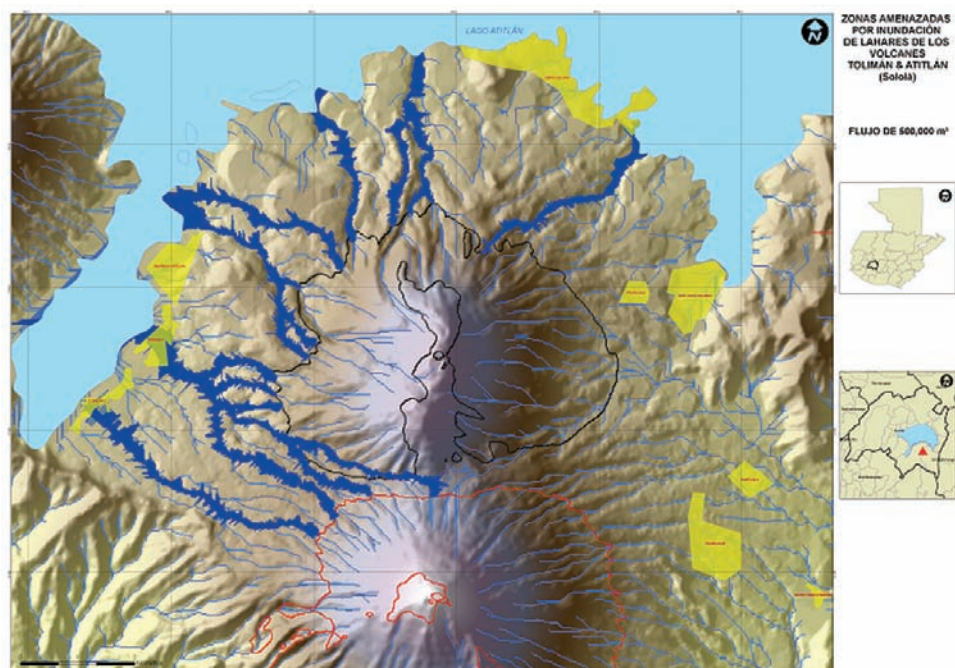


Figura 7.6. Mapa que muestra zonas de inundación con un volumen de 500,000 m³.

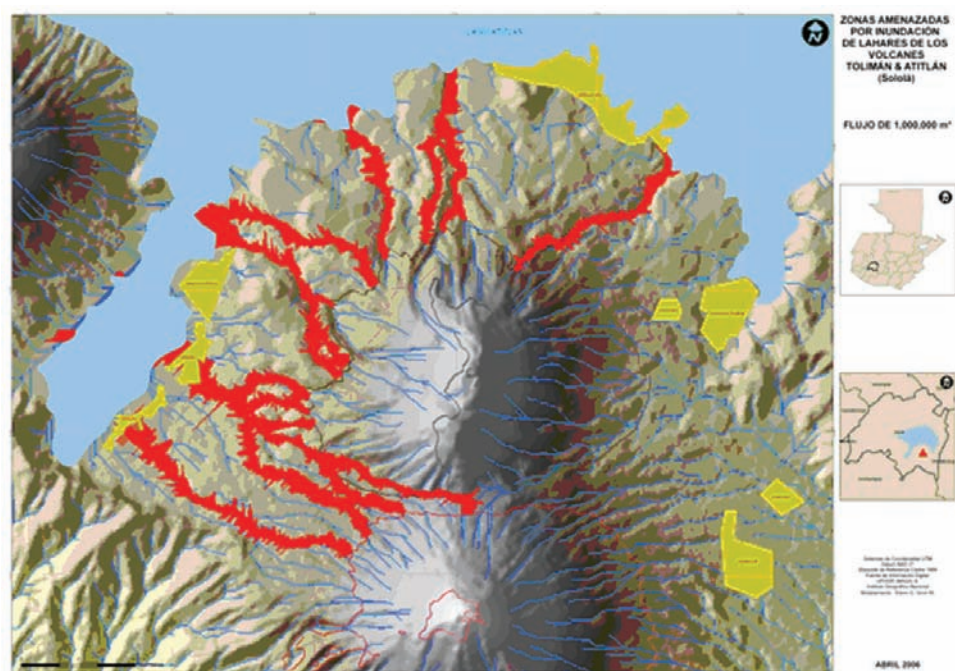


Figura 7.7. Mapa que muestra zonas de inundación con un volumen de 1, 000,000 m³

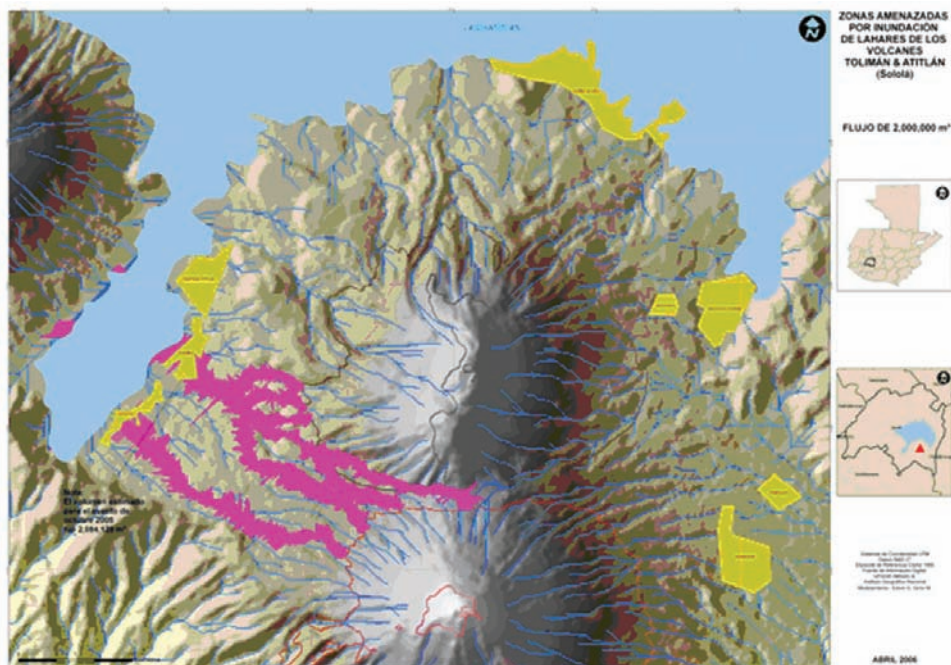


Figura 7.8. Mapa que muestra zonas de inundación con un volumen de 2,000,000 m³

Las simulaciones realizadas constituyen una primera aproximación para simular distintos escenarios de riesgo en el área de Santiago Atitlán. Sin embargo, la topografía local sugiere que la distribución de los flujos en la parte baja de las microcuencas puede ser mucho más amplia de lo que muestran las simulaciones realizadas. Otros canales que no han sido considerados dentro de este estudio no deben considerarse necesariamente como áreas libres de riesgo. Los desprendimientos de tierra y lahares provenientes de otros canales no mostrados en los mapas podrían amenazar también la vida y propiedad de los pobladores.

En los mapas anteriores, pareciera que el ancho de los canales de drenaje, de los diversos flujos no varía conforme se van cambiando los volúmenes utilizados. Esto se debe principalmente al modelo digital del terreno utilizado, ya que tiene como base una cartografía escala 1: 50,000. Naturalmente, disponiendo de una imagen de mejor resolución y procesando la misma, se obtendría un mejor modelo digital del terreno, y por ende, se obtendrían algunas mejoras en la diferenciación de los anchos de los flujos en los canales de drenaje, pero esto sería relativo, ya que en la realidad, el ancho de los canales no variaría mucho, principalmente la variación es en profundidad. Una mejor diferenciación con respecto a su ancho de los diversos flujos se va definiendo mejor en los conos de deyección de los canales, en donde la topografía juega, con el cambio del valor de las pendientes un papel primordial.

8.. CAPITULO VIII

Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados del diagnóstico de riesgos por deslizamientos y flujo de detritos permiten formular las siguientes conclusiones y recomendaciones para la gestión de riesgos del municipio de Santiago Atitlán.

8.1. Conclusiones

- Las características fisiográficas, geológicas, e hidrometeorológicas de la zona ocasionan la presencia de diversas amenazas naturales entre las cuales se han identificado deslizamientos, flujo de detritos, y el descenso del nivel del lago. Los modelos elaborados de amenaza por deslizamientos y flujo de detritos han aportado evidencias e instrumentos para toma de decisiones que permitan implementar una gestión preventiva de riesgos. Otra amenaza adicional que necesita estudiarse más a fondo Sin embargo, es necesario profundizar en la dinámica de las fluctuaciones del nivel del agua del lago.
- Las características socioeconómicas y de infraestructura documentadas, así como los niveles de exposición de las comunidades de Panabaj y Tzanchaj y los cantones de Pachichaj-Panul-Chuul a las amenazas por flujo de detritos indican que son altamente vulnerables por este tipo de fenómeno natural. Las estrategias para la reducción de vulnerabilidades apuntan al fortalecimiento de las instituciones locales, particularmente la Municipalidad de Santiago Atitlán y la Sociedad Civil, la elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial para el Municipio (que serviría de base para la subsecuente formulación del Plan de Desarrollo Turístico), y Planes de Ordenamiento Urbano.

Las intervenciones estructurales para reducción de vulnerabilidades, particularmente la implementación de obras de infraestructura, incluyendo canales y presas para retención de sedimentos, se ha considerado por parte de los involucrados de baja viabilidad económica y financiera y de poca efectividad técnica para la reducción de desastres similares al ocurrido el 5 de octubre del 2005.

- La integración de amenazas y vulnerabilidades permitió la delimitación espacial de polígonos de alto riesgo donde, de acuerdo al margo legal vigente, queda prohibida la construcción nueva infraestructura pública y privada. Al momento de redactar este informe los tomadores de decisiones se encontraban en una fase intensiva de localización de áreas de bajo riesgo para movilizar a los ciudadanos que residen en zonas de alto riesgo. La falta de un mapa de tenencia de la tierra para el municipio dificulta notablemente esta labor. Sin embargo, algunos sectores de la Sociedad Civil han emprendido esfuerzos con tecnologías locales para la búsqueda de terrenos en el norte del municipio donde la amenaza por flujo de detritos es baja.
- Los escenarios de riesgos establecidos demandan un diálogo permanente entre los involucrados para la búsqueda de soluciones consensuadas. Esto involucra la formulación de una Estrategia de Gestión de Riesgos para el municipio la cual debe de estar acompañada de un Plan de Acción que incluya intervenciones concretas en el corto, mediano, y largo plazo. El fortalecimiento de CONRED, a nivel nacional y municipal, es fundamental como el actor pionero y de mayor relevancia en la temática de reducción de desastres.

8.2. Recomendaciones

- Los modelos de riesgo elaborados en este estudio constituyen una muy buena primera aproximación para la gestión de riesgos del municipio. Sin embargo, algunos factores condicionantes de las amenazas han sido inferidos a partir de indicadores secundarios por no contar con fuentes directas. Tal es el caso de los caudales los cuales por no contar con aforos en las microcuencas han sido inferidos a partir de la geomorfología de la zona. El mapa de isoyetas construido también es altamente interpretativo ya que únicamente se cuenta con una estación de lluvia para la zona.

Estos escenarios sugieren que es necesario mejorar la red hidrometeorológica de la zona lo cual el INSIVUMEH no puede llevar a cabo sin que se le asignen los recursos económicos. Por otro lado, se recomienda la formulación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) por flujo de detritos en base a datos de lluvia. Aunque la pronunciada topografía de la zona puede incidir en un tiempo de concentración muy pequeño resulta imprescindible cuando menos establecer un proyecto piloto ya que los datos de lluvia de la estación en Santiago muy bien pueden contribuir a la formulación del SAT.

Del mismo modo, se considera de alta prioridad la implementación de una estación limnimétrica con objeto de monitorear la fluctuación de niveles del lago y de este modo elaborar un modelo de las

dramáticas fluctuaciones que han afectado al lago los últimos 45 años. El perfeccionamiento y mejoramiento de los modelos aquí presentados requiere de la implementación de algunas de las medidas previamente citadas.

- Para la reducción de vulnerabilidades en el municipio de Santiago Atitlán se considera prioritaria la formulación y posterior implementación de las siguientes medidas:
 - i) Plan de Fortalecimiento Municipal, el cual se formula en sus componentes administrativo y técnico, con enfoque de gestión de riesgos, como parte de este proyecto;
 - ii) Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Santiago Atitlán;
 - iii) Elaboración de un Plan de Ordenamiento Urbano para la cabecera municipal;
 - iv) Construcción de capacidades en gestión de riesgos para la Sociedad Civil;
 - v) Establecimiento de una mesa de diálogo que permita el incremento en la cohesividad de la población y el alcance de consensos para la gestión de los riesgos.
- Los polígonos de alto riesgo delimitados en este estudio presentan formidables desafíos para los involucrados. Los retos derivados no pueden resolverse con la implementación de un solo proyecto. Por lo tanto se recomienda la elaboración de una Estrategia de Gestión de Riesgos la cual sirva de base para la formulación de un Plan de Acción que contenga intervenciones en el corto, mediano, y largo plazo.

Como parte de este proyecto se incluye una muestra indicativa de proyectos que constituye una muy buena primera aproximación de las acciones que podrían implementarse. Se recomienda la movilización de la población emplazada en sectores de alto riesgo a zonas de mayor seguridad. Los tomadores de decisiones se encontraban trabajando activamente al respecto al momento de escribir este reporte.

- Los desastres vinculados con el Huracán Stan han rebasado significativamente la capacidad de CONRED para enfrentar las emergencias por lo que se considera de muy alta prioridad el fortalecimiento de esta institución en sus diferentes niveles (nacional a local). Al momento de escribir este reporte CONRED contaba solamente con un delegado para la región, la cual incluye 18 municipios uno de los cuales es Santiago Atitlán. Sin embargo, CONRED ha iniciado recientemente un proceso intenso de reingeniería y mejora continua por lo que se esperaría que en el corto plazo mejore la eficacia y eficiencia de esta institución.



UNIÓN EUROPEA

